국가R&D 성과의 주요국 우수·실패사례 분석과 국민체감 진단도구 개발

(Analysis of Major Countries' Success and Failure Cases in National R&D Outcomes and Development of a Public Perception Diagnostic Tool)

한양대학교 산학협력단

김 태 윤

한국과학기술기획평가원

제 출 문

한국과학기술기획평가원 원장 귀하

'국가연구개발 성과 발굴과 관리방안 연구 「국가R&D 성과의 주요국 우수·실패사례 분석과 국민체감 진단도구 개발」'(연구개발기간 : 2026. 4. 9. ~ 2026. 8. 31.)의 최종보고서로 제출합니다.

2026. 08. 31.

위탁연구개발기관명 : 강 영 종 (대표자) (인)

위탁연구책임자 : 김 태 윤 Taeyun (인)

최종보고서

보안등급
일반[✓], 보안[ ]

중앙행정기관명	한국과학기술기획평가원	사업명	사업명	R&D 성과평가 및 확산 제도개선 연구	
전문기관명(해당 시 작성)	-		내역사업명 (해당 시 작성)	-	
공고번호	-		총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)	-	
			연구개발과제번호	AY26040	

기술분류	국가과학기술 표준분류	OC0305	100%	2순위 소분류 코드명	%	3순위 소분류 코드명	%		
	부처기술분류 (해당 시 작성)	1순위 소분류 코드명	%	2순위 소분류 코드명	%	3순위 소분류 코드명	%		

총괄연구개발명 (해당 시 작성)	국문	국가연구개발 성과 발굴과 관리방안 연구
	영문	A Study on the Identification and Management of National R&D Outcomes
위탁연구개발과제명	국문	국가R&D 성과의 주요국 우수·실패사례 분석과 국민체감 진단도구 개발
	영문	Analysis of Major Countries' Success and Failure Cases in National R&D Outcomes and Development of a Public Perception Diagnostic Tool

위탁연구개발기관	기관명	한양대학교 산학협력단		사업자등록번호	206-82-07306
	주소	(우)04763 서울특별시 성동구 왕십리로 222		법인등록번호	111171-0007522
연구책임자	성명	김태윤		직위	교수
	연락처	직장전화	02-2220-0838	휴대전화	010-3132-3009
		전자우편	tykiim@gmail.com	국가연구자번호	1003-0986

연구개발기간	전체	2026. 4. 9. ~ 2026. 8. 31.(약 5개월)

연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발비 외 지원금
				지방자치단체		기타( )					
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	
총계	40,000	-	-	-	-	-	-	40,000	-	40,000	-

연구개발담당자 실무담당자	성명	김수영		직위	연구원
	연락처	직장전화	-	휴대전화	010-8682-6406
		전자우편	l8626406@naver.com	국가연구자번호	1251-9934

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2026년 8월 31일

연구책임자: 김태윤 Taeyun Kim (서명)

위탁연구개발기관의 장: 강영종 (직인)

한국과학기술기획평가원장 귀하

< 요 약 문 >

<table>
<tr><td colspan="2">사업명</td><td colspan="3">R&D 성과평가 및 확산 제도개선 연구</td><td>총괄연구개발 식별번호
(해당 시 작성)</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">내역사업명
(해당 시 작성)</td><td colspan="3">-</td><td>연구개발과제번호</td><td>AY26040</td></tr>
<tr><td rowspan="2">기술분류</td><td>국가과학기술
표준분류</td><td>1순위 소분류 코드명</td><td>%</td><td>2순위 소분류 코드명</td><td>%</td><td>3순위 소분류 코드명 %</td></tr>
<tr><td>부처기술분류
(해당 시 작성)</td><td>1순위 소분류 코드명</td><td>%</td><td>2순위 소분류 코드명</td><td>%</td><td>3순위 소분류 코드명 %</td></tr>
<tr><td colspan="2">총괄연구개발명
(해당 시 작성)</td><td colspan="5">국가연구개발 성과 발굴과 관리방안 연구</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제명</td><td colspan="5">국가R&D 성과의 주요국 우수·실패사례 분석과 국민체감 진단도구 개발</td></tr>
<tr><td colspan="2">전체 연구개발기간</td><td colspan="5">2026. 4. 9. ~ 2026. 8. 31.</td></tr>
<tr><td colspan="2">총 연구개발비</td><td colspan="5">총 40,000 천원</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발단계</td><td colspan="2">기초[ ] 응용[ ] 개발[ ]
기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[✓]</td><td>기술성숙도
(해당 시 기재)</td><td colspan="2">착수시점 기준( )
종료시점 목표( )</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제 유형
(해당 시 작성)</td><td colspan="5">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제 특성
(해당 시 작성)</td><td colspan="5">-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구개발
목표 및 내용</td><td>최종 목표</td><td colspan="5">본 연구는 국가R&D 성과의 주요국 우수·실패사례를 분석하고 국민체감 진단도구를 개발하여, 이를 기반으로 전환적 혁신정책(Transformative Innovation Policy: TIP) 관점에서 정부R&D 성과관리 체계의 개선방안을 제시하는 것을 목표로 한다.</td></tr>
<tr><td>전체 내용</td><td colspan="5">첫째, 국제기구·국내 제도·학술 문헌의 세 층위에 걸친 기존 성과평가 기준 종합검토와 체계적 문헌검토(PRISMA 2020: 2,622건 식별 → 303편 1차 통과 → 정전 17편 정밀검토)를 토대로, 5대 선정기준·15개 세부 평가항목·판단질문의 MECE 3단 위계를 수립하고 측정지표 136개를 확정하였다. 평가항목은 전문가 내용타당도 검토를 거쳤으며, CVR·Kendall's W·AHP 일관성비율(CR≤0.10)을 사전 판정기준으로 두어 본조사 단계의 가중치 도출까지 이어지도록 설계하였다. 둘째, 주요국 사례 풀 80건을 「기술 축×전환 축」의 2×2 매트릭스로 분류해 심층분석 대상 16건(이중 성공 7건, 기술 성공·전환 실패 5건, 기술 저강도·전환 성공 4건)을 확정하고, CIMO(맥락–개입–메커니즘–결과) 프레임워크에 정부개입 7유형과 메커니즘 3요소(가능화–전환–단절)를 결합한 삼층 분석틀로 각 사례를 분석하였다. 이로부터 국민체감 결정요인 8개(D1~D8)와 국민체감 형성·단절 3유형을 귀납하고, CIMO 차원별 핵심질문에 기반한 관계자 심층인터뷰 설문지(안)를 함께 개발하였다. 셋째, 국민체감성과를 도달(Reach)·지각(Perception)·귀속(Attribution)의 3구성으로 조작화하고 TIP와 기술수용모델(TAM)을 통합한 측정모형(잠재변수 LV1~LV7, 인과경로 가설 H1~H16)을 구축한 뒤, 인구통계·통제부 9문항, 일반 인식부 24문항, 4개 사례 비네트 평가부 32문항의 총 65문항으로 진단 설문지(안)를 개발하였다. 전문가 패널 8인의 내용타당도 조사(CVR·I-CVI·수정 카파)와 파일럿 조사(n=38; Cronbach's α·McDonald's ω, 탐색적 요인분석)로 신뢰도·타당도를 검증하여 일반 인식부를 확정안 22문항으로 정제하였다. 정제 22문항에 대해서는 1차와 동일한 패널(8인 전원)·판정기준으로 2차 내용타당도 검토를 실시하여 S-CVI/Ave 0.94로 권고기준(0.90)을 충족하였으며, 문항별 판정표와 산출 원표는 별도 보완자료로 제출한다. 넷째, 현행 평가체계가 산출·목표달성도 중심으로 운영되어 전환·체감 성과를 포착하지 못하는 한계를 진단하고, 이를 토대로 TIP 관점의 정부R&D 성과관리 4대 개선방향(성과지표 체계 개편, 전환경로 단계 진단 도입, 실패관리 제도화와 기획단계 수혜자 정의 의무화, 귀속성 평가와 성과 가시화)을 현행 법령·제도의 개정 지점에 대응시킨 실행방안으로 구체화하여 제시하였다.</td></tr>
</table>

연구개발성과	① 우수·실패사례 선정기준 체계: 5대 기준·15개 세부 평가항목·136개 측정지표의 MECE 3단 위계로, 위탁연구진 원안과의 대응표와 평가항목↔측정지표 크로스워크, 본조사 가중치 도출용 사전 판정기준(CVR·Kendall's W·AHP CR≤0.10)을 포함한다. ② 주요국 사례 심층분석 결과: 사례 풀 80건의 2×2 분류 매트릭스와 심층분석 16건의 CIMO 분석(정부개입 7유형·메커니즘 3요소 결합), 이로부터 귀납한 국민체감 결정요인 8개(D1~D8)·국민체감 형성·단절 3유형, 관계자 심층인터뷰 설문지(안)이다. ③ 국민체감 진단 설문지(안): TIP-TAM 통합 측정모형(LV1~LV7, H1~H16)에 기반한 총 65문항 설계로, 전문가 8인 내용타당도 조사와 파일럿 조사(n=38)를 거쳐 확정한 일반 인식부 22문항 전문, 문항별 검증결과 대조표, 본조사용 검증 프로토콜(CFA·SEM 설계)을 포함한다. ④ 정책 제언: 현행 평가체계 진단과 TIP 관점 정부R&D 성과관리 4대 개선방향(성과지표 체계 개편, 전환경로 단계 진단 도입, 실패관리 제도화와 기획단계 수혜자 정의 의무화, 귀속성 평가와 성과 가시화), 그리고 이를 「연구성과평가법」상 특정평가·종료사업 효과성 분석 적용, 대형 R&D 사전점검 단계의 수혜자 정의·전환경로 진단 의무화, 종료 후 효과성 분석에의 전환적 효과 반영 등 현행 법령·제도의 개정 지점에 대응시킨 5개 실행방안이다.
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	진단 설문지(안)는 2차 내용타당도 검토(8인 전원)까지 마쳐 권고기준을 충족한 확정안 상태로 정비되어 있으며, 본조사 착수 단계의 측정구조 확정(CFA)만을 남기고 후속 본조사(CFA·SEM)에 투입할 수 있다. 이를 위해 측정모형 설계(7개 잠재변수·인과경로 13개·조절효과 3개)와 문항별 도출 근거 코딩표, 실측 기반 검증 결과, 본조사용 검증 프로토콜(판정기준·산출 방법 명세)을 함께 이관한다. 모든 문항에는 사례·결정요인·잠재변수의 도출 근거가 코딩되어 있어 본조사 결과를 개별 사례와 정책수단으로 역추적할 수 있다. 본조사는 이를 받아 충분 표본의 확인적 요인분석으로 구성타당도를 확정하고 구조방정식모형으로 핵심가설(H8: 전환경로 인지→체감성과)을 검증하게 되며, H8의 검증 결과는 성과의 귀속과 도달경로를 가시화하는 정책의 투자 수준을 정하는 근거가 된다. 정례 시행 시 동일 문항·동일 사례군의 반복 적용으로 국민체감 패널데이터가 축적되며, 전문가 평가(5대 기준)와 국민 체감의 차이를 산출하는 평가–체감 갭 분석으로 갭이 큰 사업군에 단계 진단과 가시화 설계를 우선 적용하고, 연령·소득·지역 등 인구통계 변수 기반의 체감 격차 모니터링으로 취약계층·비수도권 등 체감이 낮은 영역을 식별하여 성과확산 정책의 대상을 정하는 판단 근거가 된다. 선정기준과 전환경로 지표군은 성과평가 관련 지침의 시범 지표 및 평가제도 개편 논의에 활용될 수 있으며, 특히 「제5차 국가연구개발 성과평가 기본계획('26~'30)」의 새 평가주기 초입에 시범 지표로 편입하면 5년 주기 안에서 축적–검증–확대의 단계적 제도화 경로를 밟을 수 있고, 시범 운영으로 축적된 근거는 「국가연구개발혁신법」·「연구성과평가법」 개정 논의에서 국민체감 지표 공식 도입의 기초자료가 된다. 나아가 동일 분석틀(CIMO×정부개입 7유형×메커니즘 3요소)의 국내 국가R&D 사례(HBM 반도체·천궁-II·KTX-이음 등) 적용을 통한 결정요인의 국내 타당성 확인, 실패분석보고 제도화와 연계한 실패 사례 심층분석, 해외 정례 조사(일본 NISTEP 의식조사 등)와의 문항 수준 비교를 통한 국제 벤치마킹 등 후속연구의 기반이 된다. 이를 통해 산출 중심의 국가R&D 성과관리를 전환·체감 중심으로 재정향하고, 국가R&D 투자의 효과성과 책무성을 제고하는 정책적 기초자료로 기능할 것으로 기대된다.
연구개발성과의 비공개여부 및 사유	-

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명정보	생물자원		정보	실물
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

국문핵심어 (5개 이내)	국가연구개발	국민체감성과	전환적 혁신정책	우수·실패사례	진단도구
영문핵심어 (5개 이내)	National R&D	Publicly Perceived Outcomes	Transformative Innovation Policy	Success and Failure Cases	Diagnostic Instrument

목 차

제 1 장. 연구개발과제의 개요 ---- 1
1. 연구개발의 배경 및 필요성 ---- 1
가. 연구개발의 배경 ---- 1
나. 연구개발의 필요성 ---- 5
2. 연구개발의 목표 및 범위 ---- 6
가. 최종목표 및 세부목표 ---- 6
나. 4대 과업 및 핵심 연구질문 ---- 6
다. 연구의 범위 ---- 6
3. 연구개발의 내용 및 방법 ---- 7

제 2 장. 연구개발과제의 수행 과정 및 내용 ---- 8
1. 이론적 배경 및 선행연구 검토 ---- 8
가. 체계적 문헌검토(SLR) 설계·수행 ---- 8
나. 전환적 혁신정책(TIP)·미션지향 혁신과 정부 역할론 ---- 9
다. 국민체감성과의 개념 ---- 10
라. 기술수용모델(TAM·UTAUT)·확산이론 ---- 11
마. 선행연구의 공백 및 본 연구의 차별성 ---- 12
2. 우수·실패 사례 선정기준 검토 및 수립 ---- 13
가. 선정기준 수립 방법론 ---- 13
나. 기존 성과평가 기준 종합검토 ---- 13
다. 선정기준·세부 평가항목 ---- 15
3. 주요국 국가R&D 우수·실패 사례 심층분석 ---- 19
가. 심층분석 대상 선정 ---- 19
나. 심층 분석틀 및 정부개입 7유형 ---- 22
다. 주요국 국가R&D 우수·실패 사례 심층분석 ---- 23
라. 사례 교차 종합 ---- 58
마. 국민체감 결정요인의 도출 ---- 59
4. 국가R&D 성과 국민체감 진단도구 개발 ---- 62
가. 국민체감성과의 조작적 정의 ---- 62
나. TIP-TAM 통합 측정모형 ---- 63
다. 설문 문항 개발 ---- 65

라. 설문지(안) 도출과 검증 설계 ---- 72
마. 검증 결과와 문항 확정 ---- 72

5. 정책적 시사점 및 제언 ---- 96
가. 현행 평가체계 진단 ---- 96
나. R&D 성과관리 개선 방안 ---- 101

제 3 장. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도 ---- 104
1. 과업별 주요 수행 결과 ---- 104
2. 목표 대비 달성도 ---- 106
가. 과업별 목표-실적 매트릭스 ---- 106
나. 정성적 목표 달성 평가 ---- 107

제 4 장. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여정도 ---- 108
1. 연구개발성과 목록 ---- 108
2. 학술적 기여 ---- 109
3. 정책적 기여 ---- 110

제 5 장. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 ---- 111
1. 진단도구 활용·확산 계획 ---- 111
가. 본조사 연계 — EFA에서 CFA·SEM으로 ---- 111
나. 국민체감성과 평가의 제도화·확산 경로 ---- 112
다. 진단 결과의 대국민 커뮤니케이션 ---- 112
2. 성과의 관리 및 후속연구 ---- 113
가. 산출물의 이관과 관리 ---- 113
나. 후속연구 과제 ---- 113
다. 진단도구의 모듈형 구성 ---- 113

참고문헌 ---- 115
부 록 ---- 126
부록 1. 국가R&D 국민체감도 진단 설문지 완성본 ---- 126
부록 2. 국민체감 진단도구 활용 툴킷 ---- 131
부록 3. 검증 원자료 ---- 135
부록 4. 내용타당도 검증 문항별 판정표 ---- 141
부록 5. 내용타당도 검증 전문가 조사지 ---- 144

표 목차

〈표 1-1〉 주요국 R&D 성과관리 동향 ---- 4
〈표 1-2〉 4대 과업 및 대응 연구질문 ---- 6
〈표 2-1〉 국민체감성과의 3층 구조와 성과유형 ---- 10
〈표 2-2〉 본문 검토 문헌 195편의 5차원 분포 ---- 14
〈표 2-3〉 우수·실패 사례 선정기준 — 5대 기준·15개 세부 평가항목 ---- 17
〈표 2-4〉 심층분석 대상 16건의 개요 ---- 21
〈표 2-5〉 정부개입 7유형 ---- 22
〈표 2-6〉 Cell C 및 비교 사례의 정부개입 유형 배치 ---- 57
〈표 2-7〉 심층사례의 CIMO 교차 비교 요약 ---- 58
〈표 2-8〉 국민체감 결정요인 D1~D8 ---- 60
〈표 2-9〉 국민체감 형성·단절 3유형 ---- 61
〈표 2-10〉 TIP-TAM 통합 측정모형의 잠재변수(LV1~LV7) ---- 63
〈표 2-11〉 잠재변수 간 인과경로 가설(H1~H16) ---- 64
〈표 2-12〉 설문지(안) 일반 인식부 문항 (G1~G24) ---- 66
〈표 2-13〉 비네트 평가부의 제시 사례 ---- 67
〈표 2-14〉 비네트 평가부 공통 문항 ---- 68
〈표 2-15〉 인구통계·통제부 문항 (D-1~D-9) ---- 68
〈표 2-16〉 원문항(G1~G24)의 문항별 도출 근거 ---- 69
〈표 2-17〉 내용타당도 전문가 패널 구성 (N=8) ---- 72
〈표 2-18〉 잠재변수별 신뢰도 계수(파일럿 n=38) ---- 78
〈표 2-19〉 비네트 사례별 문항 평균과 척도 신뢰도 (파일럿 n=38, 5점 척도) ---- 80
〈표 2-20〉 전문가 정성 의견의 주요 지적과 확정안 반영 결과 ---- 82
〈표 2-21〉 확정안 22문항 전문 ---- 84
〈표 2-22〉 내용타당도 검증 결과 최종 취합 — 기존 문항 → 확정 문항 대조표 ---- 86
〈표 2-23〉 수정·통합·삭제·신설 문항의 수정 근거 ---- 87
〈표 2-24〉 잠재변수별 문항 구성 논리 요약 ---- 89
〈표 2-25〉 2차 내용타당도 검토의 쟁점별 전문가 의견 분포와 확정 사항 ---- 93
〈표 3-1〉 과업별 목표-실적 매트릭스 ---- 106
〈표 4-1〉 연구개발성과 목록 ---- 108

그림 목차

〈그림 1-1〉 정부R&D 예산 추이와 GDP 대비 연구개발비 국제 비교 ---- 1
〈그림 1-2〉 국내 국가R&D 성과관리의 제도 체계와 성과 측정 관점 ---- 2
〈그림 1-3〉 연구의 흐름도 ---- 7
〈그림 2-1〉 체계적 문헌검토 ---- 8
〈그림 2-2〉 연구의 도출 사슬 ---- 19
〈그림 2-3〉 기술 축×전환 축의 2×2 사례 분류 매트릭스 ---- 20
〈그림 2-4〉 국민체감 결정요인(D1~D8)의 분류 체계 ---- 60
〈그림 2-5〉 국민체감 형성·단절 3유형의 편익 도달경로 ---- 61
〈그림 2-6〉 온라인 설문조사 문항 화면 예시 ---- 73
〈그림 2-7〉 파일럿 응답자의 구성 (n=38) ---- 74
〈그림 2-8〉 24문항×6개 평가축 내용타당도 히트맵 (전문가 8인) ---- 75
〈그림 2-9〉 문항별 전문가 응답 분포 도트플롯 (전문가 8인, 익명) ---- 76
〈그림 2-10〉 문항별 판정기준 충족 매트릭스 (5개 기준·최종 판정) ---- 76
〈그림 2-11〉 평가축별 척도 수준 내용타당도(S-CVI) 프로파일 ---- 77
〈그림 2-12〉 요인 수 결정 — 스크리 도표와 병렬분석 기준 (파일럿 n=38) ---- 78
〈그림 2-13〉 잠재변수별 신뢰도 계수(Cronbach's α·McDonald's ω)와 판정 기준 (파일럿 n=38) ---- 79
〈그림 2-14〉 일반 인식부 문항별 평균 (파일럿 n=38, 역문항 역코딩) ---- 79
〈그림 2-15〉 비네트 사례별 문항 평균 프로파일 (파일럿 n=38) ---- 80
〈그림 2-16〉 비네트 사례별 사회적 가치(V-2)와 종합 체감(V-7)의 격차 (파일럿 n=38) ---- 81
〈그림 2-17〉 전문가 정성 의견 112건의 유형 분포 ---- 82
〈그림 2-18〉 문항 정제 절차와 문항 수 변화 (24문항 → 확정안 22문항) ---- 84
〈그림 2-19〉 평가축별 S-CVI 1차·2차 검토 비교 (N=8) ---- 92
〈그림 2-20〉 1차 수정 검토 문항의 I-CVI 변화 (1차→2차) ---- 93
〈그림 3-1〉 4대 과업의 수행 체계와 주요 결과 ---- 105

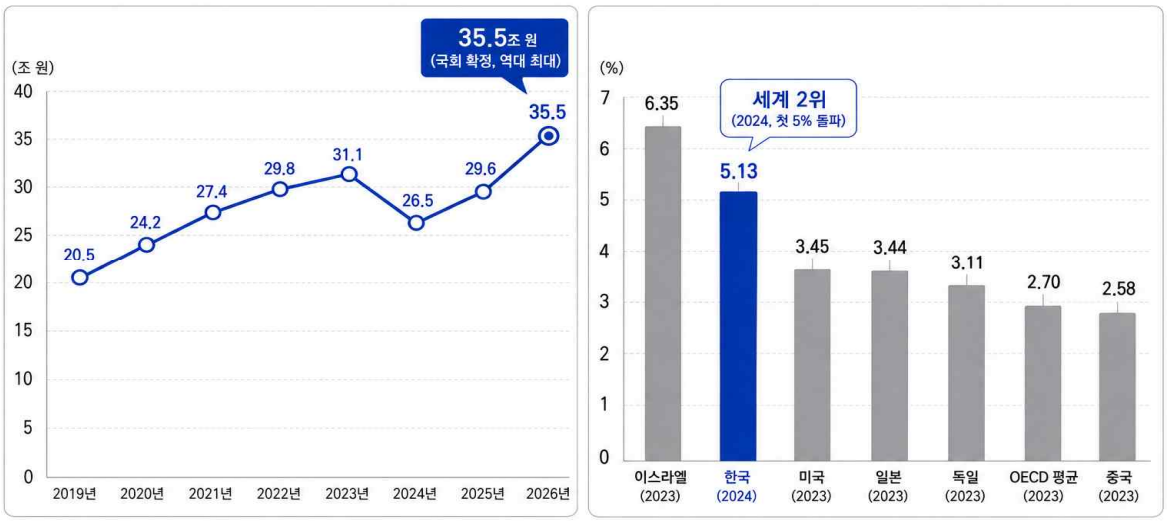
제 1 장. 연구개발과제의 개요

1. 연구개발의 배경 및 필요성

가. 연구개발의 배경

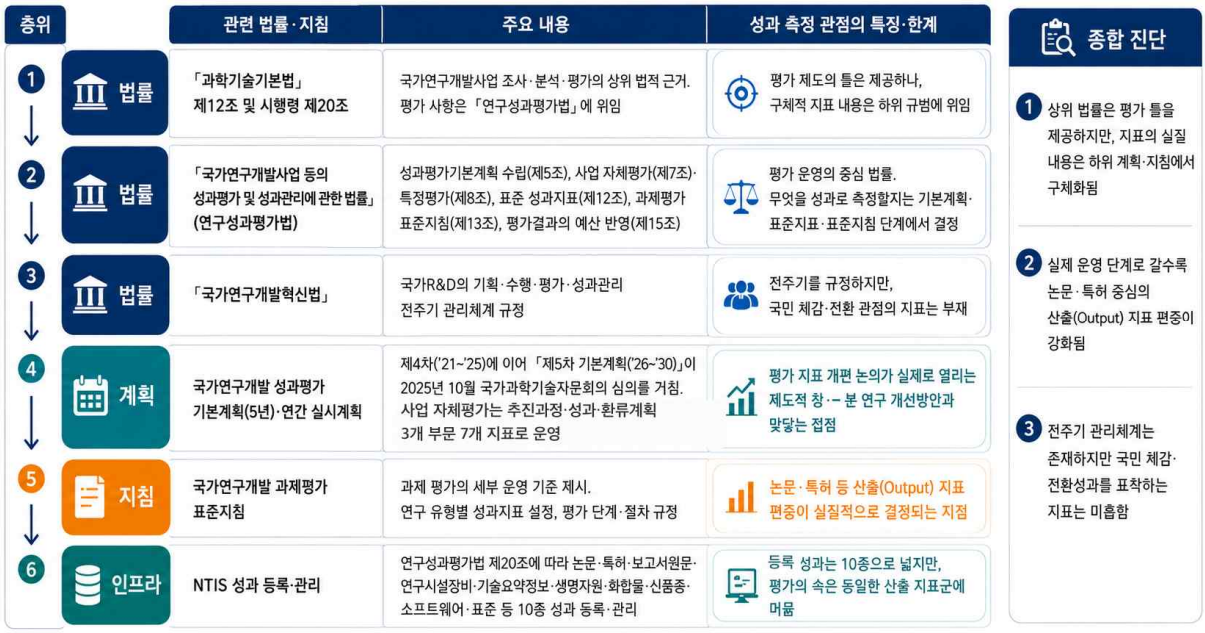
정부 연구개발 예산은 2025년 29조 6,000억 원에서 2026년 35조 5,000억 원으로 확대되었고(2026년도 예산 국회 확정 기준, 과학기술정보통신부 발표), 민간 재원을 포함한 총연구개발비의 국내총생산(GDP) 대비 비중은 2024년 기준 5.13%로 이스라엘(6.35%, 2023년)에 이어 세계 2위 수준이다(과학기술정보통신부·한국과학기술기획평가원, 2026, 「2024년도 연구개발활동조사보고서」). 투자가 이 수준에 이르면 정부는 "얼마나 투입했는가"가 아니라 "무엇이 달라졌는가"를 설명해야 하는 책무성(accountability) 요구에 직면한다. 국가R&D에 대한 국민의 지지와 재정 투입의 정당성은 궁극적으로 그 성과가 국민의 삶에 도달했다는 실감에서 나오기 때문이다. 최근의 예산 추이와 주요국 비교는 〈그림 1-1〉과 같다.

〈그림 1-1〉 정부R&D 예산 추이와 GDP 대비 연구개발비 국제 비교



문제의 근원은 성과를 측정하는 방식에 있다. 한국의 국가R&D 성과관리는 「국가연구개발사업 등의 성과평가 및 성과관리에 관한 법률」에 근거하며, 동법 제5조에 따라 5년 단위로 성과평가 기본계획이 수립되고, 제4차 계획('21~'25)에 이어 「제5차 국가연구개발 성과평가 기본계획('26~'30)」이 2025년 10월 국가과학기술자문회의 심의를 거쳤다. 사업 자체평가(동법 제7조)는 추진과정·성과·환류계획의 3개 부문 7개 지표로 운영된다. 그러나 평가에서 실제로 활용되는 핵심 지표는 논문·특허 등 산출(Output)에 편중되어 있고, NTIS가 논문·특허·연구보고서·소프트웨어·신품종·표준 등 10종의 성과를 등록·관리함에도 평가의 축은 동일한 산출지표군에 머문다. 산출지표는 직접 결과를 신속·일관되게 집계하는 장점을 지니지만, R&D 투자가 사회·경제를 얼마나 변화시켰는지, 곧 결과(Outcome)와 영향(Impact)은 포착하지 못한다. 이 제도 체계를 성과 측정의 관점에서 정리하면 〈그림 1-2〉와 같다.

〈그림 1-2〉 국내 국가R&D 성과관리의 제도 체계와 성과 측정 관점



이 한계는 네 가지 징후로 관측된다. 첫째, 산출과 활용의 단절이다. R&D 대비 지식재산 사용수입 비율은 2018년 기준 9.9%로 OECD 평균(27.7%)의 3분의 1 수준에 머문다(한국무역협회, 2023, 「제8차 무역산업포럼」). 논문과 특허는 축적되지만 그것이 사용료 수입·사업화·서비스로 이어지는 비율이 낮다는 것은, 산출의 양과 활용의 폭 사이에 구조적 간극이 있음을 시사한다. 둘째, 환류의 비대칭이다. 성과평가 결과가 주로 '미흡' 등급 사업의 패널티로만 작용하고 '우수' 등급 사업의 예산 증액 효과는 유의하지 않다는 실증분석이 제시된 바 있다(차현진·최상옥, 2025). 평가가 잘한 것을 확산시키는 학습 장치가 아니라 못한 것을 제재하는 통제 장치로 기울어 있다는 뜻이다. 셋째, 실패 학습 기제의 공백이다. 2021년 「국가연구개발혁신법」 시행에 따른 「국가연구개발 과제평가 표준지침」 개정(2021. 2.)으로 '실패' 용어가 평가체계에서 폐지된 이후 실패사례 선별 기준의 제도적 공백이 심화되었고, 도전성에 기인한 건설적 실패와 관리 부실에 의한 회피 가능 실패를 구분하는 기준도 부재하다. 넷째, 부처 간 공동 지표의 공백이다. 2023년도 국가연구개발사업 집행액의 78.9%(24조 1,136억 원)를 과기정통부(30.8%)·산업부(17.9%)·방사청(15.0%)·교육부·중기부의 5개 부·청이 집행하고 있어(과학기술정보통신부·한국과학기술기획평가원, 2024) 성과의 상당 부분이 부처 경계를 넘어 형성된다. 그러나 부처별 성과지표는 논문·특허·매출·기술료처럼 어느 사업에나 쓰이는 범용 지표에 기대는 비중이 커서, 과기정통부·산업부의 2021~2023년 전략계획서 성과지표 3,948개 가운데 44.1%가 이러한 일반지표였고(김도윤 외, 2024), 다부처사업은 공통의 성과목표·지표가 부재하거나 있더라도 개별 사업과 구별되지 않는 논문·특허 지표에 머문다는 점이 성과평가 운영 점검에서 확인되었다(한국과학기술기획평가원, 2025). 부처 간 공동 성과의 귀속을 판정할 공통 지표가 없다는 이 공백은 평가 결과를 국가 단위에서 통합적으로 읽기 어렵게 한다. 이는 투자 효율성의 문제가 아니라 성과를 무엇으로 정의하고 어떻게 측정할 것인가의 문제이다. 현행 지표군이 국민 체감 성과를 측정 대상에 포함하지 않는다는 구조적 공백이 본 연구의 출발 명제이다.

이러한 국내 상황과 달리, 주요국의 R&D 성과관리는 이미 산출 집계를 넘어 사회적 영향의 제도적 측정으로 이동하고 있다. 미국은 「GPRA 현대화법(GPRA Modernization Act of 2010)」(Public Law 111-352)으로 연방기관에 기관우선목표(Agency Priority Goals)의 분기별 성과점검과 성과개선담당관 지정을 의무화하였고, 관리예산처(OMB)의 연방 성과 프레임워크(Circular A-11 Part 6)가 전략계획-연간 성과계획-분기별 공개 보고(Performance.gov)의 사이클로 이를 운용한다. 2019년 발효된 「증거기반 정책결정 기반법(Foundations for Evidence-Based Policymaking Act of 2018)」(Public Law 115-435)은 연방기관의 프로그램 평가를 법적 의무로 격상하여, 성과측정과 평가를 하나의 증거구축 체계로 통합하였다. 영국은 2014년 연구우수성 평가(REF)에 사회적 영향(Impact) 평가를 도입하면서 전체 평가의 20%를 배정하였고, 2021년 평가에서 이를 25%로 확대하였다(REF 2014; REF 2021). 2025년 12월 확정된 차기 평가(REF 2029)에서도 임팩트 요소는 '참여와 영향(Engagement and Impact)'으로 확장되어 25% 비중을 유지하며, 이 평가 결과는 연간 약 20억 파운드의 대학 연구비 배분 근거로 활용된다(REF 2029, 2025).

EU는 호라이즌 유럽(Horizon Europe, 2021~2027, 약 935억 유로)의 설립 규정 부속서에 과학적·사회적·기술경제적 3개 범주, 9개 핵심영향경로(Key Impact Pathways)를 법률로 명시하고, 이 지표에 따른 연례 모니터링·보고를 의무화하였다(Regulation (EU) 2021/695, 제50조 및 부속서 V). 기후변화 적응·암 등 5대 미션 영역 역시 같은 규정의 부속서에 법정되어, 임무지향형 연구·혁신이 제도로서 운용되고 있다. 중국은 제14차 5개년 규획(2021~2025)에서 과학기술 자립자강을 국가 발전의 전략적 지주로 세우고 전사회 R&D 경비의 연평균 7% 이상 증가와 기초연구 비중 8% 이상 제고를 목표로 명시하였으며, 기초연구에는 장주기 평가를 적용하도록 하였다(전국인민대표대회, 2021). 성과평가 면에서는 국무원판공청의 「과기성과 평가기제 완비에 관한 지도의견」(国办发〔2021〕26号)이 논문·직함·학력·수상 위주의 평가를 타파하고 질·성과·기여 중심의 다원가치 평가로 전환할 것과, 관건 핵심기술 및 인민 건강·공공안전 등 민생 문제 해결의 성효를 중점 평가할 것을 규정하였다. 일본은 제6기 과학기술·이노베이션 기본계획(2021~2025, 2021년 3월 각의결정)에서 Society 5.0 실현을 목표로 정부 연구개발 투자 30조 엔, 관민 합계 120조 엔을 제시하였고(내각부, 2021), 「국가연구개발평가에 관한 대강적 지침」(2016년 개정)은 목표 사회상까지의 경로를 아웃컴 목표·지표로 설정하는 프로그램 단위 평가를 규정하고 있다. 2026년 3월 각의결정된 제7기 기본계획(2026~2030)은 정부 투자 목표를 60조 엔, 관민 합계 180조 엔으로 배증하였다(내각부, 2026). 국가별 동향을 정리하면 〈표 1-1〉과 같다. 주요국의 성과관리는 사회적 영향의 제도적 측정, 성과지표의 다차원화, 국민·사용자 관점의 환류 구조화로 방향을 잡아가고 있다. 논문·특허 중심의 산출 지표에 머물러 있는 국내 체계와의 간극이 여기서 확인된다.

이상의 배경을 종합하면, 한국의 국가R&D는 투자 규모와 강도에서 세계 최고 수준에 이르렀지만 그 성과를 확인하는 제도는 논문·특허 중심의 산출 집계에 머물러 있으며, 산출과 활용의 단절, 환류의 비대칭, 실패 학습의 공백, 부처 간 공동 지표의 공백이라는 네 가지 징후가 그 한계를 보여주고 있다. 이 간극을 좁히기 위해서는 두 가지가 함께 마련되어야 한다. 하나

는 성과가 실험실을 넘어 국민의 삶에 실제로 도달하였는가를 판별하는 평가 기준이고, 다른 하나는 국민이 그 성과를 어떻게 인지하고 체감하는지를 측정하는 표준화된 도구이다. 본 연구는 주요국 우수·실패 사례 분석을 통해 전자의 기준을 수립하고, 사례에서 도출한 결정요인을 토대로 후자의 진단도구를 개발하며, 나아가 산출 중심의 성과관리를 전환·체감 중심으로 재정향하는 개선방안으로 연결하고자 한다.

〈표 1-1〉 주요국 R&D 성과관리 동향

국가	제도적 기반	성과관리 동향
미국	GPRA 현대화법(2010), OMB Circular A-11 Part 6, 증거기반 정책결정 기반법(2018)	연방기관에 기관우선목표(APG)의 분기별 성과점검과 성과개선담당관 지정을 의무화하고, 범정부 성과 포털(Performance.gov)로 진도를 공개함. OMB의 연방 성과 프레임워크가 전략계획-연간 성과계획-분기 보고의 사이클을 규정하며, 증거기반 정책결정 기반법에 따라 24개 주요 기관이 평가담당관을 지정하고 학습의제·연간 평가계획을 수립하는 등 성과측정과 프로그램 평가를 하나의 증거구축 체계로 통합함. NIH는 연구 포트폴리오 공개 도구(RePORT)로 지원 연구의 산출·지출을 공개하고, NSF는 관련성·엄밀성·독립성·투명성·윤리의 5원칙에 따른 기관 평가정책을 운용함
영국	연구우수성평가(REF 2014·2021·2029), UKRI 평가전략(2024)	REF 2014에서 사회적 영향(Impact) 평가를 최초 도입해 전체 비중의 20%를 배정하고 임팩트 사례연구 6,975건을 평가하였으며, REF 2021에서 산출 60%·영향 25%·연구환경 15%로 영향 비중을 확대함. 2025년 12월 확정된 REF 2029에서도 '참여와 영향' 요소가 25%를 유지하며, 평가 결과는 연간 약 20억 파운드의 대학 연구비 배분 근거로 활용됨. UKRI는 2024년 평가전략을 통해 연간 약 80억 파운드의 연구혁신 투자를 재무부 평가지침(Magenta Book)에 따라 평가하고 보고서를 전면 공개하기로 함
EU	호라이즌 유럽(2021~2027, 약 935억 유로), Regulation (EU) 2021/695	설립 규정 부속서 V에 과학적·사회적·기술경제적 3개 범주, 9개 핵심영향경로(KIP)를 법률로 명시하고, 제50조에 따라 이 지표로 프로그램 성과를 연례 모니터링·보고하며 데이터를 단일 데이터베이스와 대시보드(Horizon Dashboard)로 공개함. 기후변화 적응·암·기후중립 도시 등 5대 미션 영역을 부속서 VI에 법정하여 임무지향형 연구·혁신을 제도화하였고, 규정 제52조의 의무에 따라 2025년 4월 중간평가 결과를 발표함(SWD(2025) 110)
중국	제14차 5개년 규획(2021~2025), 「과기성과 평가기제 완비 지도의견」(国办发〔2021〕26号), 「예산 성과관리 전면 실시 의견」(2018)	14차 규획에서 과학기술 자립자강을 국가 발전의 전략적 지주로 세우고 전사회 R&D 경비 연평균 7% 이상 증가, 기초연구 비중 8% 이상 제고, 기초연구에 대한 장주기 평가를 명시함. 2021년 지도의견은 논문·직함·학력·수상 위주 평가의 타파와 질·성과·기여 중심 전환을 규정하고, 과학·기술·경제·사회·문화의 다원가치 평가와 함께 관건 핵심기술 및 인민 건강·공공안전 등 민생 문제 해결의 성효를 중점 평가하도록 함. 예산 성과관리 의견은 사전 성과평가-집행 중 모니터링-사후 평가와 결과의 예산 환류로 이어지는 전과정 성과관리 체계를 규정함
일본	제6기(2021~2025)·제7기(2026~2030) 과학기술·이노베이션 기본계획, 「국가연구개발평가에 관한 대강적 지침」(2016)	제6기 기본계획(2021년 3월 각의결정)은 Society 5.0 실현을 목표로 정부 연구개발투자 30조 엔, 관민 합계 120조 엔을 제시하였고, 대강적 지침은 목표 사회상까지의 경로를 아웃컴 목표·지표로 설정하는 연구개발프로그램 단위 평가를 규정함. NISTEP은 연구자·유식자 대상 정점조사를 2006년 이래 매년 실시하고 약 160개 지표의 과학기술지표를 매년 발행하며, 기본계획은 매년 각의결정되는 통합이노베이션 전략으로 연차 실행·점검됨. 2026년 3월 각의결정된 제7기 기본계획은 정부 투자 목표를 60조 엔, 관민 합계 180조 엔으로 배증함

나. 연구개발의 필요성

첫째, 국제적 정책 흐름과의 격차이다. Schot & Steinmueller(2018)의 세 프레임 구분에서 오늘날 주요국의 성과관리는 사회기술시스템의 전환을 지향하는 제3프레임, 곧 전환적 혁신정책(Transformative Innovation Policy: TIP)으로 이동하고 있다. 영국 연구우수성평가(REF)는 사회적 영향(impact) 평가 비중을 2021년 25%로 확대하였고, EU는 호라이즌 유럽의 9개 핵심 영향경로(Key Impact Pathways)를 법률에 명시해 영향 중심 성과보고를 의무화하였으며(Regulation (EU) 2021/695), 일본 과학기술・학술정책연구소(NISTEP)는 연구자・전문가 대상 정점조사(定点調査)를 2006년 이래 매년 실시하고 일반 국민 대상 과학기술 의식조사도 2007년 이후 인터넷 조사 방식으로 반복 수행해 왔다. 한편 OECD는 한국 혁신정책 검토에서 과학기술혁신 체계를 전환이 가능하도록 방향지어 사회적 도전과제에 대응할 것을 권고한 바 있다(OECD, 2023a, Reviews of Innovation Policy: Korea 2023). 국제 담론이 제3프레임으로 이동하는 동안 한국의 성과측정 도구는 제1프레임에 정체되어 있는 것이다.

둘째, “기술적 우수성 ≒ 전환・국민체감 성과“의 분리 현상이다. 전통적 기준(기술 수준・논문 피인용・독창성)으로 수범사례를 선정할 경우, 좋은 논문이 산출되었다고 해서 일반 국민이 어떠한 편익을 체감할 수 있는지가 명확하지 않으며, R&D 시차로 인해 편익의 현실화에는 상당한 시간이 걸린다. 기술 축과 전환 축을 분리하지 않으면 기술은 성공했으나 전환에 이르지 못한 성과와, 기술 강도는 낮으나 큰 전환을 일으킨 성과가 모두 오독된다. 전자는 과대평가되고 후자는 평가에서 누락된다. 본 연구가 전환경로 적실성을 독립 기준으로 세우고 사례를 2×2 매트릭스로 분석하는 이유이다.

셋째, 국가R&D 기여경로의 명확화이다. 국가R&D가 분석의 준거인 이상 정부의 기여 역할이 명확한 사례가 선정되어야 하며, 본 연구는 기여경로의 명확성을 수범사례 선정의 핵심 기준으로 설정하였다. 정부가 실제로 기여했는지 분명하지 않은 성과까지 국가R&D의 성과로 내세우면 성과관리 전반에 대한 신뢰가 떨어질 수 있다. 따라서 정부의 기여가 확인되는 사례인지를 가장 먼저 걸러내는 기준으로 삼아야 한다. 이는 단순한 선별 규칙이 아니라, “정부가 무엇을 했는가“를 1차 출처로 입증해야 한다는 책무성 원칙을 사례분석에 적용한 것이다.

넷째, 개념과 도구의 공백이다. ’국민체감성과’는 국내에서 쓰이는 정책・실무 용어일 뿐 학술적 개념정의가 거의 없어 초창기 상태에 머물러 있으며, 조작적 개념정의에 따라 진단도구의 설문 구성항목 자체가 달라진다. 국민 체감도를 측정할 표준화된 도구 역시 개발된 바 없다. 따라서 조작적 정의의 확정을 선행 과제로 두고, 구조방정식모형(SEM)에 활용될 수 있도록 신뢰도・타당도를 검증한 설문지(안)를 개발할 필요가 있다.

이상의 네 가지 필요는 서로 독립적이지 않다. 국제 흐름은 무엇을 성과로 볼 것인가의 기준 전환을 요구하고, 분리 현상은 그 기준이 왜 두 축으로 나뉘어야 하는지를 보여주며, 기여경로는 선정의 신뢰를, 개념・도구는 측정의 신뢰를 각각 뒷받침한다. 본 연구의 설계는 이 네 필요를 하나의 논증 사슬(기준 수립, 사례 분석, 도구 개발, 정책 제언)로 통합하는 데서 출발한다.

2. 연구개발의 목표 및 범위

가. 최종목표 및 세부목표

본 연구는 국가R&D 성과의 주요국 우수·실패사례를 분석하고 국민체감 진단도구를 개발하여, 이를 기반으로 전환적 혁신정책(TIP) 관점에서 정부R&D 성과관리 체계의 개선방안을 제시하는 것을 최종목표로 한다. 최종목표는 네 개의 세부목표로 구체화된다. 첫째, 우수·실패사례 분석을 위한 선정기준을 검토·수립하고 기술성·적시성·경제성·사회적 파급효과 등을 포함한 다차원 평가기준을 도출한다. 둘째, 그 선정기준에 따라 미국·EU·중국·일본 등 주요국의 국가R&D 성과에서 우수·실패사례를 분석한다. 셋째, TIP와 기술수용모델(TAM)을 통합한 분석틀에 기반해 전환경로 관점에서 국민 체감도를 진단할 설문지(안)를 개발하고, 구조방정식 모형(SEM) 적용이 가능하도록 신뢰도와 타당도를 검증한다. 넷째, 이상의 결과를 토대로 산출 중심의 기존 성과지표 체계를 넘어 TIP 관점에서 정부R&D 성과관리 개선방안을 제시한다.

나. 4대 과업 및 핵심 연구질문

네 개의 세부목표는 제안요구서가 규정한 4대 과업에 각각 대응한다. 본 연구는 이 과업을 수행하기 위한 핵심 연구질문(RQ)을 설정하였으며, 연구질문의 번호는 과업 번호 순이 아니라 분석이 전개되는 순서에 따라 부여하였다. 과업④는 별도의 연구질문을 두지 않고, 앞선 연구질문들의 분석 결과를 정책제언으로 종합하는 단계로 설정하였다.

〈표 1-2〉 4대 과업 및 대응 연구질문

과업	대응 연구질문
① 우수·실패사례 선정기준(안)의 검토와 수립	RQ2. 국민체감성과의 관점에서 우수·실패를 어떻게 판별할 것인가
② 주요국(미·EU·중·일) 국가R&D 우수·실패사례 분석	RQ1. 무엇이 국민체감 성과를 만드는가 — 기술적 성공과 국민체감을 가르는 메커니즘·결정요인은 무엇인가
③ TIP·TAM 기반 국민체감 현황진단 설문지(안) 개발	RQ3. 국민체감성과를 어떻게 측정·진단할 것인가
④ TIP 관점 정부R&D 성과 개선방안 제언	(RQ1~RQ3의 종합)

다. 연구의 범위

분석 대상 국가는 제안요구서에 따라 미국·유럽연합·중국·일본 등 주요국으로 한다. 사례의 범위는 국가R&D를 기반으로 하되 정부의 기여 역할이 1차·공식 출처로 분명하게 식별되는 사례로 한정하며, 기여경로가 불명확해 비판 소지가 있는 사례는 기술적 우수성과 무관하게 배제한다. 시간 범위는 2015년 이후, 가능하면 2020년대 사례를 본류로 삼고, Concorde·MP3 등 고전적 사례는 시의성의 한계를 명시한 역사적 대비축으로만 쓴다. 분석 단위는 국가 간 비교가 성립하도록 '단일 R&D 프로그램 또는 경계 지을 수 있는 정책 개입' 수준으로 통일하였다. 진단도구의 범위는 설문지(안) 개발과 파일럿 검증까지이다. 문항 개발·전문가 내용타당도 검증(CVI)·파일럿 조사·탐색적 요인분석(EFA)·잠재변수 측정구조 검토가 본 연구의 범위이며, 대규모 본조사와 확인적 요인분석(CFA)·SEM에 의한 확정 검증은 후속 본조사에서 수행한다.

3. 연구개발의 내용 및 방법

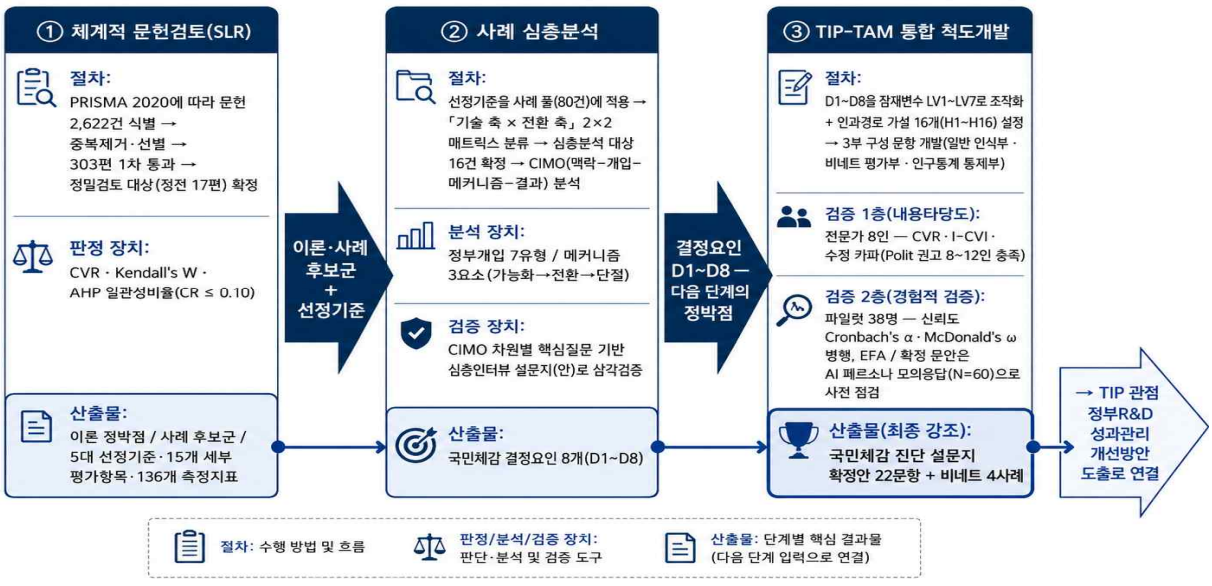
본 연구는 체계적 문헌검토, 사례 심층분석, 척도개발의 세 단계로 수행하였다. 문헌검토에서 확보한 이론과 사례 후보가 심층분석의 토대가 되고, 심층분석에서 도출한 결정요인이 척도개발로 이어지도록 설계하였다.

첫째, 체계적 문헌검토(SLR)이다. 이론 정박점과 사례 표본이 임의 선택이 아님을 담보하기 위해, PRISMA 2020 보고지침에 따라 식별한 문헌을 중복제거·선별하여 1차 통과 풀과 정밀검토 대상을 확정하고, 여기에서 선정기준·사례 후보군을 함께 도출하였다. 그 산물인 5대 선정기준·15개 세부 평가항목과 136개 측정지표 체계는 CVR·Kendall's W·AHP 일관성비율(CR ≤ 0.10)을 사전 판정기준으로 삼아 확정하였다.

둘째, 사례 심층분석이다. 선정기준을 사례 풀에 적용해 「기술 축 × 전환 축」의 2×2 매트릭스로 분류하고 심층분석 대상을 확정한 뒤, 각 사례를 CIMO(맥락-개입-메커니즘-결과) 프레임워크로 해부하되 정부 개입을 7유형으로, 메커니즘을 가능화→전환→단절의 3요소로 조작화하여 "왜 그런 결과가 나왔는가"를 드러내도록 하였다. 문헌 기반 분석은 CIMO 차원별 핵심질문에 근거한 심층인터뷰 설문지(안)로 삼각검증하였다. 사례에서 귀납된 국민체감 결정요인 8개(D1~D8)가 이 단계의 산출물이자 다음 단계의 정박점이다.

셋째, TIP-TAM 통합 척도개발이다. D1~D8을 잠재변수(LV1~LV7)로 조작화하고 인과경로 가설체계를 설정한 뒤, 일반인식·비네트 평가·인구통계 통제의 3부 구성으로 문항을 개발하였다. 검증은 내용타당도(CVR·I-CVI·수정 카파)와 파일럿 기반 신뢰도(Cronbach's α·McDonald's ω 병행)·구성타당도(EFA)의 두 층으로 설계하였다. 특히 내용타당도의 전문가 패널 규모는 Polit, Beck & Owen(2007)의 권고 기준(8~12인)에 따라 8인으로 운용하였고, 신뢰도는 α와 ω를 병행 보고하였다(Hayes & Coutts, 2020).

〈그림 1-3〉 연구의 흐름도



제 2 장. 연구개발과제의 수행 과정 및 내용

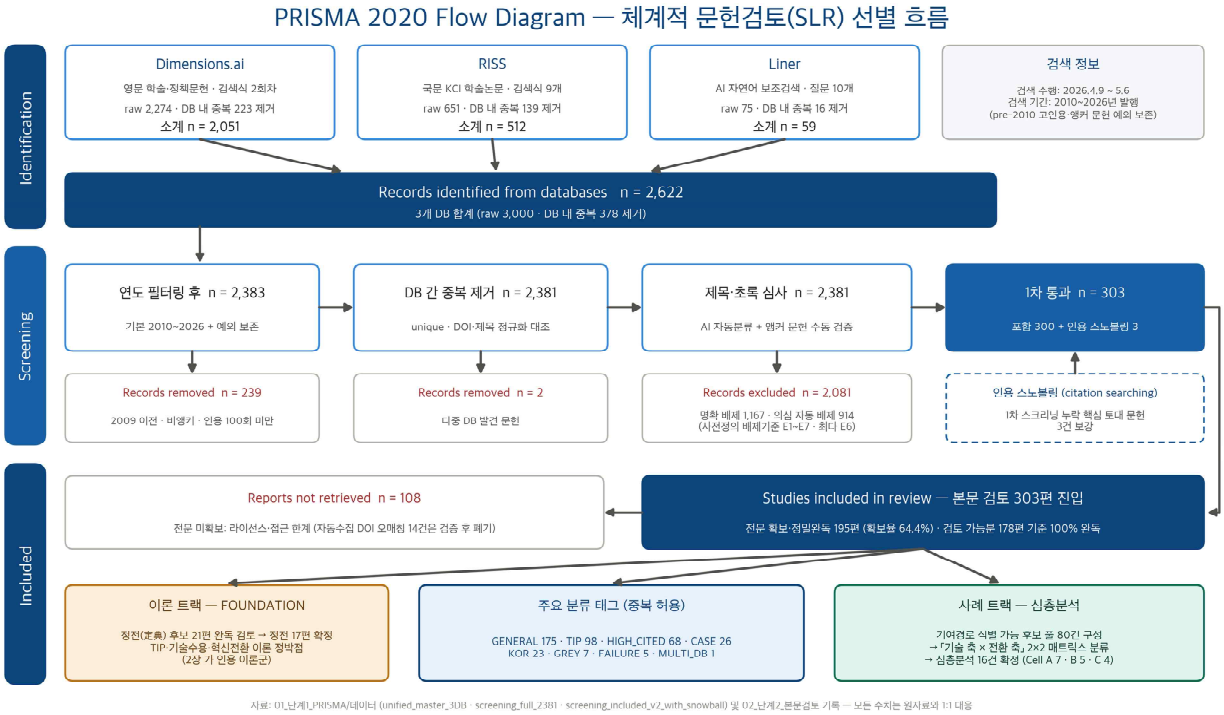
1. 이론적 배경 및 선행연구 검토

가. 체계적 문헌검토(SLR) 설계·수행 (PRISMA 2020)

본 연구의 이론적 토대와 사례 표본은 연구자의 임의 선택이 아니라 체계적 문헌검토(Systematic Literature Review, SLR)의 절차적 산물이다. 국가R&D 성과·전환·수용을 다룬 방대한 문헌 가운데 무엇을 이론 정박점으로 삼고 어떤 사례를 심층분석 대상으로 올릴 것인가는 결론의 신뢰성을 좌우하므로, 본 연구는 국제 표준 보고지침인 PRISMA 2020(체계적 문헌검토 보고지침; Page et al., 2021)에 따라 검색·선별·포함/배제의 전 과정을 투명하게 기록하였다. 이는 뒤에서 도출하는 선정기준과 핵심 명제("기술적 성공 ≠ 국민체감 성공")가 표본 편의(selection bias)에서 비롯된 결과가 아님을 보이는 방법적 장치이기도 하다.

검색·선별의 흐름은 다음과 같다. 3개 학술 데이터베이스에서 총 2,622건을 식별한 뒤, 중복 제거와 제목·초록·전문 단계의 순차 선별을 거쳐 303편을 1차 통과시켰으며, 그 가운데 TIP·기술수용·혁신전환의 이론적 토대를 이루는 정전(定典) 17편(Foundation)을 정밀 검토 대상으로 확정하였다. 이 정밀 검토가 아래 나~라에서 인용하는 이론군의 원천이다. 아울러 선별된 문헌에서 국가R&D 기여경로가 식별 가능한 국내외 R&D 사례를 사례 풀로 구성하고, 이를 「기술 축 × 전환 축」의 2×2 매트릭스로 분류하여 뒤에서 다룰 심층분석 대상(16건)을 선정하였다. 본 연구의 이론적 논의와 사례 선정은 모두 이 체계적 문헌검토의 결과에 근거를 두고 있으며, 이후의 이론·사례 논의는 이 검토를 토대로 전개된다.

〈그림 2-1〉 체계적 문헌검토



나. 전환적 혁신정책(TIP)·미션지향 혁신과 정부 역할론

본 연구는 전환적 혁신정책(Transformative Innovation Policy, TIP)을 통해 무엇을 성과로 볼 것인지를 판단한다. Schot & Steinmueller(2018)는 혁신정책을 세 프레임으로 구분한다. 제1프레임은 전후(戰後)의 R&D 투자와 시장실패 보정에, 제2프레임은 1980년대 국가혁신시스템과 산업경쟁력에 초점을 두었으며, 제3프레임은 기후·보건·불평등 등 사회적 도전에 대응하여 생산·소비 시스템 자체의 전환을 목표로 한다. 이 구분은 단순한 시기 구분이 아니라 "무엇을 성과로 볼 것인가"의 기준 자체가 패러다임마다 다르다는 점을 함축한다. 제1프레임의 성과는 산출(논문·특허)이고, 제3프레임의 성과는 사회기술시스템이 실제로 전환되었는가이다. 한국 국가R&D 성과관리의 핵심 지표(논문·특허·기술료)가 본질적으로 제1프레임의 산출 측정에 정체되어 있다는 것이 본 연구의 기본 문제의식이며, "전환경로 적실성"을 성과의 독립 차원으로 도입하는 이론적 근거가 여기에 있다. 이러한 문제의식은 전환적 시스템 실패(transformative system failure)와 방향성(directionality)을 강조한 Weber & Rohracher(2012), 전환적 성과(transformative outcomes)의 관찰지표를 제시한 Ghosh et al.(2021)로 이어진다.

전환이 왜 기술 우수성만으로 일어나지 않는가는 다층적 관점(Multi-Level Perspective, MLP)이 설명한다. Geels(2002), Geels & Schot(2007)는 기술 전환을 니치(niche)-레짐(regime)-경관(landscape)의 세 층위 상호작용으로 보며, 니치에서 검증된 우수 기술이라도 기존 레짐(제도·인프라·사용자 관행·시장구조)이 재편되지 않으면 전환이 좌절된다고 본다. 이 통찰은 뒤에서 분석할 핵심 사례군(기술적으로는 성공하였으나 전환에 실패)를 설명하는 이론틀로서, 본 연구는 이 "레짐 전환 실패"를 국민 관점에서 포착하기 위해 MLP의 거시 개념을 진단도구의 전환경로 인지 변수(LV4)로 미시화한다.

성과를 전환의 관점에서 재정의하면, "그 성과에 대한 정부의 기여를 어떻게 인정하고 귀속시킬 것인가"의 문제가 함께 제기된다. Mazzucato(2013)의 기업가형 국가론은 정부를 단순한 시장 보정자가 아니라 시장의 형성자·방향 설정자(market shaper)로 재정의하고, iPhone의 토대기술(인터넷·GPS·터치스크린·음성비서)이 모두 정부R&D에서 비롯되었음을 들어 민간 혁신 뒤에 가려진 공공 투자의 기여를 드러낸다. 이 관점은 본 연구의 두 핵심 개념인 귀속성(attribution)과 수요견인·시장형성으로 직결되며, 뒤에서 다룰 Siri·mRNA 사례와 결정요인 D8(귀속성)·D1(수요견인)으로 이어진다. 다만 귀속성은 반사실(counterfactual)·추가성(additionality) 논의와 결합될 때에만 측정 가능해진다. R&D 지원의 영향평가에 관한 OECD의 분석이 보여주듯 정부 개입이 없었을 경우와의 비교 없이는 순기여를 귀속할 수 없으므로(OECD, 2023b), Mazzucato가 제기한 문제는 인식의 문제가 아니라 방법론적으로 반사실 설계 없이는 정량화 불가능한 구조적 문제이다.

우수한 기술이 가치와 체감으로 이어지지 못하는 이유는 Teece(1986)의 보완자산(complementary assets) 이론으로 설명할 수 있다. 혁신 주체가 제조·유통·서비스 등 보완자산을 확보하지 못하면 기술의 가치는 보완자산을 가진 쪽으로 넘어간다. 충전 인프라의 공백이 체감을 가로막은 일본 FCEV(결정요인 D4), 상용화 과정에서 정부 기여가 잊힌 Siri(D2·D8)가 그 예이다. 요컨대 TIP은 성과를 판단하는 기준을, MLP와 보완자산 이론은 전환이 좌절되는 이유를, 정부역할론은 정부 기여를 확인하는 방법을 각각 제공하며, 이 세 갈래가 사례 분석에서 사용할 2×2 매트릭스와 CIMO 분석의 이론적 기초가 된다.

다. 국민체감성과의 개념

본 연구는 국민체감성과를 “국가R&D 결과가 국민 또는 직접 수혜자에게 실질적 편익을 제공하고, 그 실질적 편익이 누적·확산되어 사회·구조적 변화로 이어질 수 있는 성과“로 정의한다. 이 정의에서 ’국민’은 국방·환경·재난 대응처럼 공공재적 편익의 집합적 수혜자를, ’직접 수혜자’는 특정 편익이 귀속되는 개인·집단을 가리키며 양자는 중첩될 수 있고, ’실질적 편익’은 경제적 이익에 국한되지 않고 안전·건강·접근성·비용 부담 완화·사회적 신뢰·삶의 질 개선을 포괄한다. 요컨대 국민체감성과는 “무엇을 얼마나 만들었는가“라는 산출(Output)의 양이 아니라 “어떠한 실질적 편익을 가져왔는가“라는 결과(Outcome)의 차원에서, 나아가 그 편익이 구조를 바꾸는 전환(Transformation)의 차원에서 재해석되어야 한다는 것이 핵심이다.

본 연구는 이 산출–결과–전환의 재정향을 [기반성과–실현성과–전환성과]의 3층 구조로 조작화하며, 두 체계는 다음과 같이 서로 대응한다. 기반성과는 지식·기술·역량 산출을 담되 “산출물이 나왔는가“가 아니라 “이후 편익 실현의 토대가 형성되었는가“에 초점을 두는 층위로 산출(Output)에, 실현성과는 실제 서비스·치료 접근성·비용 절감 등으로 “편익이 가시화되었는가“를 묻는 층위로 결과(Outcome)에, 전환성과는 산업구조·정책체계·사회기술체제의 재편이라는 “구조가 바뀌고 있는가“를 묻는 층위로 전환(Transformation)에 각각 대응한다. 본 연구는 이 3층을 다시 6단계 전환경로(①연구–②실증–③도입–④확산–⑤정착–⑥전환)와 결합하고, R&D 시차를 단기(3년 이내)·중기(4~10년)·장기(10년 이상)로 구분함으로써, 성과를 단일 시점의 산출이 아니라 편익의 실현 정도와 구조적 확장 가능성이라는 두 축에서 진단할 수 있게 한다.

〈표 2-1〉 국민체감성과의 3층 구조와 성과유형

3층위(재정향 축)	국민체감성과 3층 구조	초점 질문	세부 성과유형(10유형)
산출(Output)	기반성과	“이후 편익 실현의 토대가 형성되었는가?“	①지식 ②기술개발 ③역량·협력
결과(Outcome)	실현성과	“실제 편익이 가시화되었는가?“	④경제 ⑤공공서비스 ⑥제도 ⑦사회
전환(Transformation)	전환성과	“구조가 바뀌고 있는가?“	⑧구조전환 ⑨정책·제도전환 ⑩사회기술체제전환

이 개념틀이 진단도구 설계에 필수적인 이유는 세 가지이다. 첫째, 시차 구조는 “산출은 났으나 체감이 없다“는 현상을 결함이 아니라 전환경로의 특정 단계(예: 도입·확산 이전)에 성과가 머물러 있는 상태로 진단하게 해 준다. 신약개발이 약물탐색–임상–규제허가를 거쳐 10년 이상 소요되듯, 체감의 지연은 정상적 경로 현상이며 이를 단계로 식별하는 것이 진단의 출발점이다. 둘째, 실현성과와 전환성과의 구분은 두 가지 평가 오류(이미 편익이 실현됐는데 구조 전환이 없다는 이유로 과소평가하는 오류와, 우주발사체·방공체계처럼 직접 편익은 제한적이나 전환 잠재성이 큰 성과를 과대평가하는 오류)를 방지한다. 셋째, 귀속성(attribution)과 수혜자 정의는 본 연구의 진단도구 잠재변수로 직결된다. 편익 전달경로를 제한된 수혜자 집단 귀속형·광범위 공중 확산형·공공수요자 매개 간접형으로 유형화하는데, 이 간접성이 곧 국민이 “이 성과가 정부R&D의 결과임“을 인지하지 못하는 귀속 소멸의 구조적 원인이다.

라. 기술수용모델(TAM · UTAUT) · 확산이론

국민이 성과를 어떻게 지각 · 수용하는가는 기술수용모델(Technology Acceptance Model, TAM)이 설명한다. Davis(1989)는 수용 행동을 결정하는 두 핵심 구성개념으로 지각된 유용성(Perceived Usefulness, PU)과 지각된 용이성(Perceived Ease of Use, PEOU)을 제시하고, PU가 사용 행동과 더 강한 상관(보고된 상관계수 r=.63~.85)을 갖는다고 보았다. 이후 Venkatesh et al.(2003)의 통합기술수용이론(UTAUT)은 성과기대 · 노력기대에 사회적 영향(social influence) · 촉진조건(facilitating conditions)을 더한 4대 요인으로 수용을 설명하고, 연령 · 성별 · 경험 등을 조절변수로 정식화하였다. 본 연구가 TAM 계열을 채택하는 이유는 국가R&D 성과의 '체감'이 본질적으로 국민의 지각(perception) 문제이기 때문이다. 체감은 "이 성과가 내 삶에 유용한가"와 "그 편익에 내가 접근할 수 있는가"의 두 지각으로 분해되어 TAM의 구조가 직접 이식 가능하며, PU가 더 강한 상관을 갖는다는 발견은 본 연구에서 유용성 지각이 접근성 지각보다 체감에 더 강하게 작용할 것이라는 경로 가설의 이론적 근거가 된다. UTAUT의 사회적 영향은 진단도구의 잠재변수 LV6(주변 · 여론의 평가 인식)의 이론적 원천이고, 조절변수 전통은 연령 · 소득 · 학력 · 지역의 조절효과 가설(H14~H16)로 이어진다.

다만 TAM을 공공영역으로 확장할 때 두 가지 측정 쟁점이 발생한다. 첫째는 사용 주체의 불일치이다. 일반 TAM은 사용자가 직접 사용하는 기술을 전제하나, 국가R&D 성과는 국민이 직접 사용하지 않을 수도 있다(발사체 · 위성항법 · 기반기술). 본 연구는 이를 PU를 사회적 유용성(사회 전체에 도움이 되는가, LV2)과 개인적 접근성(내가 그 편익에 닿는가, LV3)으로 분리함으로써 해결하여, 개인적 접근성은 낮으나 사회적 유용성은 높은 성과(팰컨9 · BeiDou)를 측정 구조 안에서 구분한다. 둘째는 귀속의 문제이다. 민간 제품으로 일상화된 성과(Siri · 생성형 AI)는 국민이 유용하다고 지각하더라도 이를 정부R&D 성과로 귀속하지 못한다. 일반 TAM에는 이 귀속 차원이 없으므로, 본 연구는 TIP의 거시 개념인 전환경로 인지를 별도 잠재변수(LV4)로 추가하여 "이 성과가 어떤 경로로 내 삶에 도달했는가"의 인지를 포착한다. 이로써 TAM의 미시적 수용 구조와 TIP의 거시적 전환 개념이 하나의 측정모형 안에서 결합된다.

수용이 개인 수준의 문제라면 확산(diffusion)은 그것이 사회로 퍼지는 조건의 문제이다(Rogers, 2003). 확산의 열쇠는 기술 우수성보다 표준 선점과 낮은 진입장벽에 있으며, Teece(1986)의 지배적 설계(dominant design) · 표준 개념과 네트워크 외부성이 그 메커니즘을 설명한다. 표준을 선점하고 접근 장벽을 낮춘 성과(MP3 · 인도 UPI)는 급속히 확산된 반면, 기술은 작동했으나 신뢰 · 소통 · 확산설계가 부재한 성과(영국 NHS 접촉추적앱)는 확산에 실패하였다(결정요인 D7). 저기술 적정해법이 고기술보다 큰 체감을 낳을 수 있음은 케냐 M-PESA에 대한 실증(Suri & Jack, 2016)이 보여주며, 확산이 기술 수준이 아니라 미충족 불편의 크기와 확산설계에 좌우됨을 시사한다. 이처럼 TAM · UTAUT는 국민 체감의 미시적 측정 구조를, 확산이론은 그 체감이 사회로 퍼지는 조건을 제공하여, 진단도구의 국민 인지 측면 잠재변수를 구성하는 이론적 토대가 된다.

마. 선행연구의 공백 및 본 연구의 차별성

본 연구의 가장 근본적인 학술적 공백은 '국민체감성과' 개념 자체에 있다. 국민체감성과는 국내에서 활용되는 정책·실무적 용어일 뿐 학술적 개념정의가 거의 없어 매우 초창기 상태에 머물러 있다. 이 용어는 국가R&D 투자가 급증하면서 그 성과를 국민이 납득할 수 있는 언어로 설명해야 한다는 정책 수요 속에서 확산되었지만, 무엇을 '체감'으로 보고 누구를 '국민'으로 상정할 것인지에 대한 합의는 아직 형성되지 못하였다. 실제로 기존 논의는 산출(Output)·결과(Outcome)·편익(Benefit) 간 성과 단계의 개념 구분이 명확하지 않아 평가의 대상과 기준이 접근법마다 다르게 설정되는 한계를 안고 있었다. 해외의 연구영향(research impact) 평가 논의 역시 영국 REF의 임팩트 사례연구나 호라이즌 유럽의 핵심 영향경로처럼 전문가가 사후에 영향을 추적·서술하는 방식에 집중되어 있으며, 일반 국민이 그 성과를 어떻게 지각하고 정부R&D로 귀속하는지를 표준화된 설문 구성개념으로 측정하는 도구는 찾아보기 어렵다. 개념정의가 부재하면 조작적 정의도, 측정도구도 설 자리가 없다. 따라서 국민체감성과를 학술적으로 조작화하고 측정 가능한 구성개념으로 정립하는 것 자체가 본 연구의 일차적 기여다. 국내에서 정례 운영되어 온 과학기술 국민 인식 계열의 조사들 역시 과학기술 일반에 대한 관심·이해·태도를 측정하는 도구로서, 국가R&D 성과가 국민의 삶에 실제로 도달하였는지의 체감과 그 기원이 정부R&D라는 귀속 인지를 구성개념으로 측정하지는 않는다. 과학기술 대중이해(Public Understanding of Science) 연구 전통 역시 과학 일반에 대한 신뢰·태도·소양을 다루어 왔다는 점에서, 정부R&D '성과'라는 특정 대상에 대한 체감·귀속의 측정과는 문제 설정이 다르다. 본 연구의 진단도구는 바로 이 측정 공백을 겨냥한다.

이러한 개념적 공백을 보완하기 위해 본 연구는 TIP와 TAM을 중심으로 관련 이론을 통합하여 기존 연구와 구별되는 네 가지 차별성을 제시한다. 첫째, 정책·실무 용어에 머물러 있던 국민체감성과를 TIP와 TAM에 근거하여 조작적으로 정의하고 잠재변수 구조를 구축함으로써 측정 가능한 학술적 개념으로 체계화한다. 둘째, 기존 R&D 성과평가가 산출과 경제적 파급효과에 집중한 한계를 보완하기 위해 기술성과가 국민에게 전달되는 과정을 의미하는 전환경로 적실성을 독립적인 평가 차원으로 제시한다. 이 차원을 두지 않으면 기술적으로 우수한 성과와 국민이 체감하는 성과가 같은 것으로 간주되어, 앞서 확인한 두 성과의 분리 현상을 평가체계가 그대로 반복하게 된다. 셋째, 전문가 평가와 국민 체감을 동일한 개념적 틀 안에서 연결한다. 즉, 전환경로를 전문가에게는 사례 선정과 평가 기준으로, 국민에게는 전환경로 인지라는 잠재변수로 측정하여 전문가의 평가와 국민의 체감 간 차이를 하나의 분석체계에서 진단할 수 있도록 설계하였다. 이렇게 산출되는 평가-체감 갭은 어느 성과군에서 국민과의 접점이 끊기는지를 보여주므로, 성과 커뮤니케이션과 확산 정책의 우선순위를 정하는 판단 기준으로도 쓸 수 있다. 넷째, 사례 분석에서 도출한 결정요인이 진단도구 개발의 근거가 되도록 연구를 단계적으로 설계하였다. 이에 따라 진단도구의 모든 측정변수는 사례 분석 결과에 기반하여 도출되며, 각 측정항목의 이론적·실증적 근거를 사례 분석 단계까지 추적할 수 있다. 이는 사례 분석과 설문 개발을 각각 독립적으로 수행해 온 기존 연구와 달리, 사례 분석부터 측정도구 개발까지를 하나의 체계로 통합하였다는 점에서 본 연구의 핵심적인 학술적 기여라 할 수 있다.

2. 우수・실패 사례 선정기준 검토 및 수립

가. 선정기준 수립 방법론

선정기준의 수립은 세 단계로 진행되었다. 첫째, 국제기구・국내제도・학술문헌의 기존 성과평가 기준을 종합검토하여 각 체계가 측정하는 범위와 측정하지 못하는 범위를 확인하였다. 둘째, 체계적 문헌검토(PRISMA 2020)로 2,622건의 문헌을 식별하고 이 가운데 303편을 1차 선별하여, 선정기준의 각 차원을 뒷받침하는 학술 문헌을 확보하였다. 셋째, 이렇게 확보한 후보 기준들을 MECE(Mutually Exclusive, Collectively Exhaustive) 원칙에 따라 기준 간 중복 없이, 빠지는 영역 없이 포괄하도록 재배열하였다. 이 과정에서 개념이 겹치는 항목은 정의를 다듬어 어느 한 기준에만 속하도록 정리하였다. 대표적으로 시장확산성은 경제적 성과의 결과로 볼 여지도 있으나, “새로운 시장・산업 생태계가 형성되었는가“라는 판단의 초점이 시장・산업 구조의 재편에 있다는 점을 고려하여 사회・경제적 파급효과가 아닌 전환경로 적실성 기준에 배치하였다. 그 결과 파급효과 기준은 편익의 규모를, 전환경로 기준은 편익이 국민에게 도달하는 과정을 각각 평가하도록 역할이 구분되었다.

재구조화의 결과는 [선정기준] — [하위평가항목] — [판단질문]의 3단 체계로 정리되었다. 선정기준은 사례가 충족해야 할 대분류 차원이고, 하위평가항목은 각 기준을 구성하는 세부 판별 요소이며, 판단질문은 평가자가 개별 사례에 적용하는 예/아니오형 질문이다. 이때 하위평가항목은 “기술차별성・기술완성도・경제성・구현성・수용성“과 같이 직관적으로 이해할 수 있는 명사형 단어로 통일하여, 평가자 간 해석 차이를 줄이고 판단질문과의 대응을 분명히 하였다. 이 3단 체계는 이후 델파이・AHP를 통한 지표 정제와 내용타당도 검증에서도 동일하게 사용된다.

나. 기존 성과평가 기준 종합검토

선정기준의 정당성을 확보하기 위해 국제기구・국내제도・학술이론의 세 층위에서 기존 성과평가 기준을 검토하였다. 국제 층위에서 OECD의 프라스카티 매뉴얼(Frascati Manual, 2015)은 R&D의 정의와 투입・산출을 국제적으로 표준화하였으나 그 초점이 연구활동의 투입・직접 산출에 머물러 사회적 전환과 국민체감은 측정 대상에 포함하지 않는다는 한계가 있다. 반면 영국의 연구우수성평가(REF)는 연구의 사회・경제적 파급을 임팩트 사례연구(impact case study)로 정성 평가하는 장치를 도입하였고, EU의 호라이즌 유럽(Horizon Europe)은 과학적・사회적・경제적 세 갈래의 핵심 영향경로(Key Impact Pathways)로 성과를 추적하며, 2022년 7월 연구평가개혁협약(ARRA) 발표와 같은 해 12월 창립총회로 출범한 연구평가개혁연합(CoARA)은 학술지 영향력지수・h-index 등 정량지표의 부적절한 사용을 배격하고 질적・다면 평가로 전환할 것을 선언하였다(Regulation (EU) 2021/695 부속서 V; CoARA, 2022). 이들은 공통적으로 산출중심 평가의 한계를 인식하고 파급・전환・다면성으로 평가 지평을 넓히려는 국제적 흐름을 보여주며, 본 연구가 “전환경로 적실성“을 독립 기준으로 세우는 국제적 준거가 된다.

국내 층위에서는 「국가연구개발 우수성과 100선」과 「국가연구개발 과제평가 표준지침」이 대표적이다. 우수성과 100선은 매년 국가R&D 성과 가운데 우수사례를 선정・홍보하는 대표

제도로서 성과 확산의 창구 역할을 해 왔다. 그러나 본 연구의 검토 결과, 선정의 실질 근거가 논문·특허·기술이전 등 산출·활용 증빙에 의존하는 정도가 여전히 크고, 성과가 국민 생활에 도달했는가를 판별하는 독립 기준은 갖추고 있지 않다. 과제평가 표준지침 역시 개별 과제의 목표 달성도를 중심으로 설계되어, 성과가 시장·제도·사회문제 해결로 확산되는 과정과 그 과정에서의 정부 기여 귀속은 구조적으로 포착되지 않는다. 학술 층위에서는 기술성숙도(TRL) 개념(Mankins, 1995; Héder, 2017)이 기술적 완성도의 판별 근거를, 전환적 혁신정책(TIP) 이론(Schot & Steinmueller, 2018; Ghosh et al., 2021)과 다층적 관점(Geels, 2002)이 전환경로 적실성의 이론적 토대를, 실패학습 이론(Edmondson, 2011; Coccia, 2023)이 정책환류·실패판별의 근거를 제공하였다.

이상의 검토를 종합하면 기존 기준들의 공백은 세 가지로 요약된다. ① 국가R&D의 순기여를 반사실적으로 확인하는 장치, ② 성과가 국민에게 도달하는 과정에 대한 평가, ③ 실패 경험의 학습·환류 절차가 그것이다. 이 공백 진단은 체계적 문헌검토의 차원 분포에서도 확인된다. 분포의 산출 과정은 다음과 같다. 1차 통과 303편 가운데 전문을 확보한 195편 전체를 대상으로, 각 문헌의 중심 논의를 5대 선정기준에 대응시켜 분류하였다. 이론 정전 17편은 정밀검토 결과를 5차원×17문헌 매핑 매트릭스로 정리하면서 문헌별 정초 차원을 판정하였고, 자동수집 검토분 178편은 초록·서론·결론 중심의 체계적 완독을 거쳐 중심 논의의 차원을 판정하였다. 분류에는 1편 1주차원 원칙을 적용하였으며, 복수 차원을 다루는 문헌은 중심 논의를 기준으로 주차원을 판정하고, 중심 논의가 다섯 기준의 어느 축에도 대응하지 않는 문헌은 미분류로 두었다.

〈표 2-2〉 본문 검토 문헌 195편의 5차원 분포

차원	편수	비율
① 기술적 우수성	45	23.1%
② 사회·경제적 파급효과	14	7.2%
③ 전환경로 적실성	64	32.8%
④ 시의성과 정부역할	57	29.2%
⑤ 정책환류 가능성	4	2.1%
미분류(기타)	11	5.6%
계	195	100.0%

분포에서 세 가지가 확인된다. 첫째, 전환경로 적실성(64편, 32.8%)과 시의성·정부역할(57편, 29.2%)이 기술적 우수성(45편, 23.1%)을 상회한다. 학술 논의의 무게중심이 기술 자체의 측정보다 성과가 사회로 전달되는 경로(Schot & Steinmueller, 2018; Ghosh et al., 2021)와 그 과정에서의 정부 역할(Mazzucato, 2013; Kattel & Mazzucato, 2018)에 있다는 뜻으로, 전환경로 적실성을 기술적 우수성과 분리된 독립 기준으로 설정할 학술적 근거가 여기서 확인된다. 둘째, 기술적 우수성 문헌(45편)은 혁신지표·스코어보드·측정 방법론 연구가, 사회·경제적 파급효과 문헌(14편)은 혁신 투자의 경제적 효과 실증이 주류를 이루어, 두 기준의 판별 근거 문헌층으로 기능한다. 셋째, 정책환류 가능성을 중심 논의로 삼은 문헌은 4편(2.1%)에 그친다. 시스템 실패의 진단 틀을 정초한 Weber & Rohracher(2012)가 그 대표 문헌이나, 실패 경험의 학습·환류를 정면으로 다루는 학술 논의 자체가 아직 얇다. 이 희소성은 실패관리의 제도적 공백이라는 본 연구의 문제의식과 호응하며, 문헌이 적다는 사실 자체가 ⑤를 별도 기준으로 명시하여 논의를 축적할 필요를 보여준다.

다. 선정기준・세부 평가항목

기술적 우수성은 사례가 국가R&D '성과'로 불릴 최소 자격, 곧 기술 자체의 독창성과 완성도를 판별한다. 기술차별성(기존 기술과 구별되는 핵심요소), 기술완성도(실제 적용 가능한 수준의 도달), 기술활용성(지식재산・기술활용 성과)의 세 항목으로 구성되며, 특허・피인용 분석과 TRL 문헌(Mankins, 1995; Héder, 2017)이 판별의 학술 근거다. 본 체계에서 기술적 우수성은 다섯 기준 가운데 하나일 뿐이며, 이 기준의 충족만으로 우수사례로 판정되지는 않는다.

세 항목의 역할은 다음과 같이 구분된다. 기술차별성은 해당 성과에 기존 국내외 기술과 구별되는 핵심기술 요소가 있는가를 묻는다. 이 항목이 없으면 추격・모방형 성과와 원천적 기여가 같은 '성과'로 집계되므로, 특허・피인용 분석에서 확인되는 신규성・독창성(Ahuja & Lampert, 2001; Trajtenberg et al., 1997)을 판별의 근거로 삼는다. 판단질문("기존 국내외 기술과 구별되는 핵심기술 요소를 제시했는가")은 이 신규성 증빙을 예/아니오로 심사하는 장치다. 기술완성도는 성과가 실험실 시연을 넘어 실제 적용 가능한 수준에 도달했는가를 묻는다. 논문・시제품 수준의 성과가 곧 쓸 수 있는 기술은 아니므로, 완성도를 따로 묻지 않으면 조기 단계 성과가 과대평가된다. 기술성숙도(TRL) 단계 구분(Mankins, 1995; Héder, 2017)이 도달 수준 판정의 준거가 된다. 기술활용성은 성과가 지식재산・기술이전 등 활용 가능한 형태로 권리화・정리되었는가를 묻는다. 차별성과 완성도를 갖춘 기술도 권리화와 이전 체계가 없으면 후속 활용이 막히기 때문이며(Bozeman, 2000; Griliches, 1990), 판단질문은 우수한 지식재산 또는 기술활용 실적의 확인 여부를 심사한다.

사회・경제적 파급효과는 성과가 창출한 편익의 크기를 묻는다. 경제성(매출・수출・고용 등 측정 가능한 경제 성과)과 사회적 편익(질병부담 완화 등 삶의 질 개선)의 두 항목으로 구성된다. 경제적 편익과 사회적 편익을 병렬로 두는 것은 국가R&D의 정당화 논리가 산업 경쟁력과 공공 문제 해결의 두 갈래임을 반영한다.

경제성은 매출・수출・고용처럼 시장에서 측정되는 경제 성과의 창출 여부를 묻는 항목으로, 공공R&D 투자의 경제적 수익에 관한 실증 문헌(Mansfield, 1991; Czarnitzki & Lopes-Bento, 2013)이 근거가 된다. 판단질문이 '측정 가능한' 성과를 요구하는 것은 기대효과・전망치가 아니라 실현된 편익만을 인정하기 위함이다. 사회적 편익은 질병부담 완화, 안전 확보, 삶의 질 개선처럼 시장 지표로 환산되지 않는 편익을 묻는다. 경제 지표만으로 파급효과를 판정하면 공공문제 해결형 R&D가 체계적으로 누락되므로, 질병부담 계열의 비시장 편익 측정 문헌(Murray & Lopez, 1996)과 공공연구의 경제적 편익 분류(Salter & Martin, 2001)를 근거로 별도 항목을 두었다.

전환경로 적실성은 본 연구가 독립 기준으로 정식화한 차별 축으로, 실험실 성과가 국민 생활 또는 직접 수혜자에게 실제로 도달했는가를 묻는다. 구현성(제품・서비스로의 구현), 경로성(거시: 시장・제도 안에서의 활용 경로), 시장확산성(거시: 신시장・산업 생태계 형성), 수용성(미시: 수혜자 개인의 접근・이용)의 네 항목이 미시-거시 연속선을 이룬다.

네 항목은 성과가 국민에게 도달하는 경로를 단계적으로 분해한 것이다. 구현성은 실험실 수준의 성과가 실제 제품·서비스라는 구체적 형태로 구현되었는가를 묻는 출발 조건으로, 구현이 없으면 이후의 어떤 경로도 성립하지 않는다(Geels, 2002; Ghosh et al., 2021). 경로성은 구현된 성과가 기존 시장·제도 안에서 실제로 활용될 통로(인증·규제 통과·조달·표준 채택 등)를 확보했는가를 묻는 거시(시스템·제도) 수준의 항목이다. 기술이 완성되어도 제도적 관문이 닫혀 있으면 전환은 좌초하며, 전환 문헌이 말하는 레짐 정렬(Geels & Schot, 2007; Loorbach, 2010)이 이 항목의 이론적 근거다. 시장확산성은 성과가 기존 체제 안에서 쓰이는 데 그치지 않고 새로운 시장·산업 생태계의 형성에 기여했는가를 묻는다. 경로성이 기존 질서 안의 활용을 본다면 시장확산성은 시장·산업 구조의 재편이라는 더 높은 수준의 전환을 보며, 시장형성론(Mazzucato, 2013, 2018)이 근거가 된다. 수용성은 시선을 미시로 돌려, 수혜자 개인이 제도·물리·경제적 장벽 없이 편익에 실제로 접근·이용할 수 있는가를 묻는다. 거시 경로가 열려 있어도 가격·인프라·이용 관행 같은 개인 수준의 장벽이 남아 있으면 체감은 형성되지 않으므로, 기술수용(Davis, 1989)과 접근성(Penchansky & Thomas, 1981; Levesque et al., 2013) 문헌을 판별 근거로 삼는다. 요컨대 판단질문 네 개는 "구현되었는가 — 제도 안에 경로가 있는가 — 시장을 새로 열었는가 — 개인이 닿을 수 있는가"의 순서로, 실험실에서 국민까지의 전 구간을 빠짐없이 점검하도록 설계되어 있다.

시의성과 정부역할은 국가R&D 개입의 정당성을 묻는다. 공공필요성(민간 단독 추진이 어려운 공공적 필요), 정부기여도(성과 창출·확산에서의 핵심 역할), 개입적시성(수요 발생 시점과의 정합)의 세 항목으로, 시장실패론(Arrow, 1962; Nelson, 1959)과 시장형성론(Mazzucato, 2013)을 모두 포괄한다. 이 기준이 있어야 '숟가락 얹기' 사례(기술은 우수하나 정부 기여가 불명확한 사례)를 선정 단계에서 걸러낼 수 있다.

공공필요성은 민간이 단독으로 추진하기 어려운 공공적 필요가 있었는가를 묻는다. 지식의 비전유성과 불확실성 때문에 민간 투자가 과소해지는 영역(Arrow, 1962; Nelson, 1959)과 자금 제약 영역(Hall & Lerner, 2010)이 정부 개입의 고전적 정당화 근거다. 정부기여도는 성과의 창출·확산 과정에서 정부가 실제로 핵심 역할을 수행했는가를 묻는다. 정책수단의 선택과 조합(Borrás & Edquist, 2013)과 공공부문의 동태역량(Kattel & Mazzucato, 2018)이 판별의 준거이며, 이 항목이 '숟가락 얹기' 사례를 걸러내는 실질 필터다. 개입적시성은 정부 개입이 기술·시장·사회적 수요가 발생한 시점과 맞물려 이루어졌는가를 묻는다. 같은 개입도 정책의 창이 열린 시점(Kingdon, 1995)을 놓치면 효과가 급감하므로, 개입의 규모와 별도로 시점의 정합을 심사한다.

정책환류 가능성은 실패 사례 분석을 위해 특히 요구되는 기준으로, 수행 경험이 후속 기획·정책 개선으로 환류될 수 있는가를 묻는다. 원인규명(제약 요인의 규명 가능성), 정보공개(경험의 기록·공개 수준), 학습환류(교훈을 후속 기획으로 연결하는 공식 경로)의 세 항목으로, 실패학습 이론(Cannon & Edmondson, 2005; Coccia, 2023)에 근거한다. 원인을 알 수 없는 실패는 학습 자산이 되지 못하므로, 이 기준은 실패 사례의 심층분석 가능성을 판별하는 실질 필터로 작동한다.

〈표 2-3〉 우수·실패 사례 선정기준 — 5대 기준·15개 세부 평가항목

선정기준	핵심질문	하위평가항목	대표 판단질문	근거문헌
① 기술적 우수성	기술적으로 독창적이고 완성도 높은 성과였는가	기술차별성	기존 국내외 기술과 구별되는 핵심기술 요소를 제시했는가	Ahuja & Lampert(2001); Trajtenberg et al.(1997)
		기술완성도	실제 적용 가능한 수준까지 기술적 완성도를 확보했는가	Mankins(1995); Héder(2017)
		기술활용성	우수한 지식재산 또는 기술활용 성과로 확인되는가	Bozeman(2000); Griliches(1990)
② 사회·경제적 파급효과	경제적 가치나 사회적 편익 창출에 기여했는가	경제성	매출·수출·고용 등 측정 가능한 경제적 성과를 창출했는가	Czarnitzki & Lopes-Bento(2013); Mansfield(1991)
		사회적 편익	국민·직접 수혜자의 삶의 질 개선(질병부담 완화 등)에 기여했는가	Murray & Lopez(1996); Salter & Martin(2001)
③ 전환경로 적실성	실험실 성과가 국민 생활 또는 직접 수혜자에게 도달했는가	구현성	실험실 수준을 넘어 실제 제품·서비스로 구현되었는가	Geels(2002); Ghosh et al.(2021); Woolf(2008)
		경로성 [거시: 시스템·제도 수준]	기존 시장·제도 안에서 실제 활용될 경로를 확보했는가	Geels & Schot(2007); Loorbach(2010)
		시장확산성 [거시: 시장·산업 구조 재편]	새로운 시장 또는 산업 생태계 형성에 기여했는가	Mazzucato(2013, 2018)
		수용성 [미시: 수혜자 개인 수준]	수혜자가 제도·물리·경제적 장벽 없이 편익에 접근·이용할 수 있는가	Davis(1989); Penchansky & Thomas(1981); Levesque et al.(2013)
④ 시의성과 정부역할	국가R&D 개입이 정당했고 시점상 필요한 개입이었는가	공공필요성	민간 단독으로 추진하기 어려운 공공적 필요성을 가졌는가	Arrow(1962); Nelson(1959); Hall & Lerner(2010)
		정부기여도	정부가 성과창출·확산에 필요한 핵심 역할을 수행했는가	Borrás & Edquist(2013); Kattel & Mazzucato(2018)
		개입적시성	정부 개입이 기술·시장·사회적 수요 발생 시점에 적절히 이루어졌는가	Kingdon(1995)
⑤ 정책환류 가능성	수행 경험이 후속 R&D 기획·정책 개선으로 환류될 수 있는가	원인규명	성과 창출을 제약한 주요 요인이 명확히 규명되었는가	Cannon & Edmondson(2005); Coccia(2023)
		정보공개	수행 경험이 활용 가능한 수준으로 기록·공개되었는가	Bovens(2007); Meijer(2009)
		학습환류	교훈을 후속 기획·정책 개선으로 연결하는 공식 경로가 있는가	Howlett(2012); Dunlop(2017)

원인규명은 성과 창출을 제약한 주요 요인이 명확히 규명될 수 있는가를 묻는다. 원인을 특정할 수 없는 실패는 학습 자산이 되지 못하므로(Cannon & Edmondson, 2005), 이 항목이 실패 사례의 심층분석 가능성을 판별하는 첫 관문이다. 정보공개는 수행 경험이 활용 가능한 수준으로 기록·공개되었는가를 묻는다. 책무성 문헌(Bovens, 2007; Meijer, 2009)이 보여주듯 기록과 공개가 없으면 외부 검증도 후속 학습도 불가능하다. 학습환류는 도출된 교훈을 후속 기획·정책 개선으로 연결하는 공식 경로가 존재하는가를 묻는다. 정책학습이 우연이 아니라 제도로 일어나게 하는 장치(Howlett, 2012; Dunlop, 2017)의 유무를 심사하는 항목이다.

이 다섯 기준 가운데 ①과 ③은 다음 절 사례분석의 분류 축으로 직접 사용된다. 3절의 2×2 매트릭스에서 기술 축은 ① 기술적 우수성에, 전환 축은 ③ 전환경로 적실성에 대응한다. 따라서 기술 성공·전환 실패 사례군(Cell B)의 각 사례는 ③의 네 항목 가운데 어느 항목이 미충족되었는지로 실패 지점을 특정할 수 있으며, 3절의 사례 서술은 이 대응을 활용하여 각 사례의 핵심 성패 요인을 평가항목의 언어로 표시한다. 다만 사례가 이 두 축으로 분류되었으므로, 사례 서술과 평가항목의 호응은 기준의 타당성을 독립적으로 입증하는 근거가 되지는 않는다. 이 호응은 평가항목이 실제 사례에 적용 가능한 형태로 조작화되었음을 보여주며, 기준의 타당성은 전문가 내용타당도 검토와 본조사의 가중치 도출로 별도 확인한다.

15개 세부 평가항목은 전문가 8인의 내용타당도 검토를 거쳤다. 항목별로 CVR·I-CVI·수정 카파를 산출한 결과 15개 가운데 14개(93.3%)가 판정 기준을 충족하여 유지되었고, '수용성' 1개는 정의를 정제한 뒤 유지하였다. 유지된 항목의 수정 카파는 0.791~1.000으로 모두 우수 기준($\kappa^* > 0.74$)을 충족하였다.

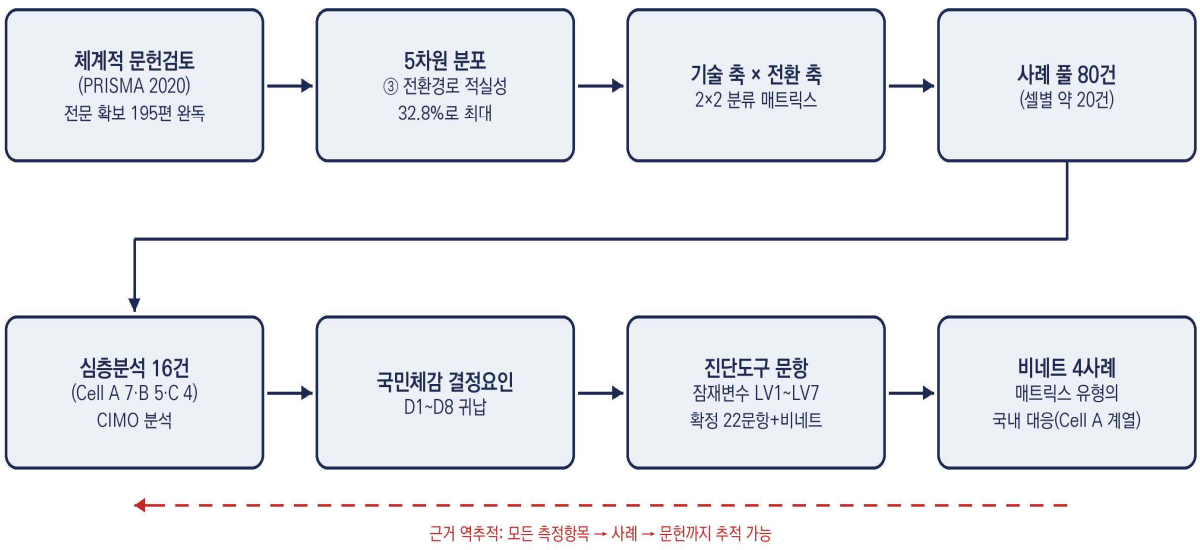
3. 주요국 국가R&D 우수·실패 사례 심층분석

가. 심층분석 대상 선정

심층분석 대상의 선정은 앞 절의 문헌검토와 분리된 별도 절차가 아니라 그 결론을 이어받는 단계다. 연결의 논리는 세 단계로 이루어진다. 먼저, 문헌검토의 5차원 분포(표 2-2)에서 전환경로 적실성이 최대 비중(32.8%)으로 확인되었다. 이는 성과의 판별에서 기술 자체의 우수성과 별개로 성과가 사회에 도달하는 경로를 독립적으로 보아야 한다는 학술 논의의 무게중심을 보여주며, 사례 분류에서 기술 축(① 기술적 우수성 충족 여부)과 전환 축(③ 전환경로 적실성 충족 여부)을 분리한 배경이 되었다. 다만 이 분포는 본 연구가 설정한 5대 기준에 문헌의 중심 논의를 대응시킨 결과이므로 기준 설계의 독립적 근거는 아니며, 두 축을 분리한 실질적 근거는 기술적으로 우수한 성과가 전환에 이르지 못하는 사례군이 실제로 관찰된다는 점에 있다.

다음으로, 이 두 축의 교차가 만드는 2×2 매트릭스의 네 셀에 문헌검토에서 발굴한 사례 후보를 배치하여 셀별 약 20건, 총 80건의 사례 풀을 구성하였고, 그 가운데 기여경로의 명확성 등 네 기준을 적용해 16건을 심층분석 대상으로 확정하였다. 끝으로, 이 16건의 CIMO 분석에서 귀납한 국민체감 결정요인(D1~D8)이 4절 진단도구의 잠재변수와 문항으로 조작화된다. 요컨대 문헌검토 → 5차원 분포 → 2×2 매트릭스 → 사례 풀 80건 → 심층 16건 → 결정요인 D1~D8 → 진단 문항의 사슬로 연구 전체가 하나의 도출 체계를 이루며(그림 2-2), 진단도구의 모든 측정항목은 그 근거를 사례와 문헌까지 역추적할 수 있다.

〈그림 2-2〉 연구의 도출 사슬



심층분석 대상은 세 단계를 거쳐 좁혀졌다. 첫째, 체계적 문헌검토(PRISMA 2020)로 3개 데이터베이스에서 식별한 2,622건을 중복제거·선별하여 303편을 1차 통과시키고, 여기에서 국내외 우수·실패 사례 후보를 발굴하였다. 둘째, 발굴된 후보를 기술 축(기술적 우수성 달성 여부) × 전환 축(사회기술시스템 전환·국민 도달 여부)의 2×2 매트릭스에 배치하여, 네 개 셀(A

이중성공, B 기술성공·전환실패, C 기술저강도·전환성공, D 이중실패)에 각각 약 20건씩 총 80건의 사례 풀을 구성하였다(위탁연구진 사례 발굴 리스트). 셋째, 이 사례 풀에서 아래 네 기준을 모두 충족하는 사례를 심층분석 대상으로 선정하였다.

〈그림 2-3〉 기술 축×전환 축의 2×2 사례 분류 매트릭스

무엇보다 우선한 기준은 국가R&D 기여경로의 명확성이다. 국가R&D가 분석의 선정기준이므로, 국가R&D의 기여 역할이 명확한 사례가 선정되어야 한다. 이에 따라 정부가 기획·기초연구·초기투자·수요창출·위험분산·제도화·산업화 중 어느 단계에서 어떤 방식으로 개입했는지가 1차 출처로 식별되는 사례를 우선하였다. 두 번째 기준은 셀 대표성으로, 특히 본 연구의 핵심 명제를 직접 입증하는 Cell B(기술성공·전환실패)와 Cell C(기술저강도·전환성공)에 근거가 충실한 사례를 배정하였다. 세 번째 기준은 시의성으로, 2015년 이후, 가능하면 2020년대 사례를 본류로 삼고 Concorde(1962~2003)·MP3(1987~2017)와 같은 고전은 시의성의 한계를 명시한 역사적 대비축으로만 한정 사용하였다. 네 번째 기준은 근거 충실성으로, CIMO 4차원(맥락·개입·메커니즘·결과)의 심층분석이 1차·공식 출처로 완결된 사례를 선정하였다. 최종 선정된 심층분석 대상은 16건이며, 각 사례의 셀·시기·시의성·개입 성격·근거 신뢰등급은 다음과 같다.

〈표 2-4〉 심층분석 대상 16건의 개요

사례 (국가)	Cell	시기	시의성	정부개입 핵심 성격	신뢰등급	주 근거출처
mRNA 백신 (미국·독일)	A	2013~2021	최신 본류	공급측 — 기초연구+위험흡수+선구매(전주기)	◎	Lalani et al.(2023) BMJ; GAO-21-319
Siri·음성비서 (미국)	A	2003~2011	준최신	공급측 — 기초연구 위험부담·성과 개방	◎	SRI 공식; Mazzucato(2013)
생성형 AI/LLM (미국)	A	2017~2022	최신 본류	공급측 — 기초 AI 연구의 장기 축적(정성적 계보)	○	Vaswani et al.(2017); CRS R45088
SpaceX 팰컨9 (미국)	A	2006~	최신 본류	수요측 — 종잣돈+앵커고객	◎	NASA NAFCOM(2011); Autry(2018)
인도 UPI·Aadhaar	A	2009~·2016~	최신 본류	제도+수요 — 공공DPI 직접구축	◎	BIS(2024); Reserve Bank of India 결제시스템 보고서
에스토니아 X-Road	A	2001~	최신 본류	직접수행 — 정부 직접 서비스	◎	e-Estonia; Drechsler(2018)
중국 BeiDou	A	2020~	최신 본류	직접수행 — 국가전략·수요보장	◎	국무원신문판공실 백서(2022); 산업백서(2026)
Concorde (영국·프랑스)	B	1962~2003	역사적 대비축	직접수행 — 전액부담+조약 고착	◎	Hansard(1972~1981); House of Commons Library(2010); Candel(2004)
미쓰비시 SpaceJet(MRJ, 일본)	B	2003~2023	최신 본류	공급측 — R&D 보조(인증 보완자산 결여)	◎	경제산업성(2024); 미쓰비시중공업 (2023·2024)
일본 FCEV	B	~2024	최신 본류	공급+보조 — R&D+구매보조+인프라	◎	수소기본전략(2017·2023); NeV 판매·보유통계; 경제산업성(2023)
NuScale SMR (미국)	B	2015~2023	최신 본류	위험분산 — DOE 비용분담	◎	SEC Form 8-K(2023); NRC 관보; DOE OIG(2026)
영국 NHS 접촉추적앱	B	2020~2021	최신 본류	직접수행 — 정부 개발·배포	◎	NAO(2021); PAC(2021); Wymant et al.(2021)
한국 WiBro (보조 비교, 16건 미포함)	B	2004~2013	보조	직접수행 — 정부 표준화	○	성욱준(2014) KCI
Landsat 개방데이터 (미국)	C	2008~	최신 본류	제도+운영 — 정부 직접운영·개방정책	◎	USGS(2024); Zhu et al.(2019)
MP3 코덱 (독일·EU)	C	1987~2017	역사적 대비축	공공연구 — 국제표준화+라이선싱	◎	Fraunhofer 공식; Sterne(2012)
브라질 Pix	C	2020~	최신 본류	직접수행 — 중앙은행 직접구축	○	IMF(2023) CR 2023/289
프랑스 Minitel	C	1972~2012	대비축 (공공주도)	직접수행 — 국영 개발·무료배포	○	Mailland & Driscoll(2017)

나. 심층 분석틀 및 정부개입 7유형

본 절의 심층분석은 세 층위의 분석틀을 결합한다. 첫째 층위는 CIMO 프레임워크이다. CIMO는 경영·정책 분야의 설계과학적 인과 서술틀(Denyer, Tranfield & van Aken, 2008)로, 하나의 개입이 성과로 이어지는 과정을 맥락(Context)-개입(Intervention)-메커니즘(Mechanism)-결과(Outcome)의 사슬로 분해한다. 본 연구는 각 사례에서 ① 어떤 정책·기술·수요 맥락에서 출발했는지(C), ② 정부가 무엇을 어떻게 투입·개입했는지(I), ③ 그 개입이 어떤 인과 경로로 작동했는지(M), ④ 기술적·사회적·국민체감 결과가 무엇이었는지(O)를 서술한다. CIMO는 단순한 성공/실패의 이분 판정이 아니라 "왜 그런 결과가 나왔는가"의 메커니즘을 드러낸다는 점에서, 산출지표가 포착하지 못하는 전환·체감의 경로를 추적하는 데 적합하다.

둘째 층위는 정부개입 7유형이다. 혁신정책 연구는 정부 개입을 개입 '단계(언제)'와 '방식(어떻게)'의 두 축으로 설명해 왔다(Rothwell & Zegveld 1981의 공급·수요·규제 3분, Edler & Georghiou 2007의 수요측 조달론, Borrás & Edquist 2013의 정책수단론, Mazzucato 2013의 전주기 개입론, Hekkert et al. 2007·Bergek et al. 2008의 혁신시스템 기능론). 이를 종합하여 본 연구는 정부 개입을 다음 7유형으로 조작화한다.

〈표 2-5〉 정부개입 7유형

유형	정의	축
① 초기 아이디어 창출	정부가 연구의제·목표·개념을 제시·기획·발주	단계(맨 앞)
② 초기 R&D(기초연구)	정부·공공연구기관이 시장 이전 기초·응용연구를 직접 부담	단계×공급측
③ 초기투자	정부가 초기 개발·실증에 고위험 자금을 선도 투입	단계×공급측
④ 수요 창출(조달·구매)	정부가 선구매·앵커조달·참여의무화로 초기 수요·시장을 보장	방식(수요측)
⑤ 위험분산(출자 등)	정부가 출자·매칭·지속보조로 시장·재정 위험을 분담	방식
⑥ 표준·인증 등 제도화	정부가 국제표준화·인증·개방정책·전향적 규제로 제도기반을 제공	방식(제도)
⑦ 산업화 대규모 투자	정부가 양산·전국 인프라·대규모 운영에 대규모 자금을 투입	단계(마지막)

이 유형화는 "정부가 혁신의 어느 단계에 어떤 방식으로 개입했는가"를 사례 간 비교 가능한 좌표로 만든다. 예컨대 보조 비교사례인 Tor는 초기 단계(①②③)에, Landsat은 운영·제도화(②⑥⑦)에 개입이 집중된다는 식으로, 개입의 위치와 성격을 명료하게 대조할 수 있다.

셋째 층위는 메커니즘 서술의 3요소인 가능화(enabling), 전환(transition), 단절(disconnection)이다. 이는 CIMO의 메커니즘(M)을 국민체감의 관점에서 세 국면으로 나누어 분석하기 위해 본 연구가 설정한 분석 장치이다. 가능화는 정부개입이 시장 이전 단계의 고위험 기술을 실현 가

능하게 만드는 국면이고(기초연구・위험부담・초기투자), 전환은 그 기술이 사회기술시스템의 변화로 확산되는 국면이며(수요견인・표준・확산설계), 단절은 전환이 일어났음에도 그 편익이 국민의 체감이나 정부R&D로의 귀속으로 이어지지 못하는 국면이다(귀속 소멸・보완재 공백・수혜자 미정의・도달경로 차단). 사례가 세 국면 가운데 어디까지 나아갔는가에 따라 셀이 구분된다. Cell A는 세 국면이 모두 연결된 경우이고, Cell B는 가능화에는 성공했으나 전환에 이르지 못한 경우이며, Cell C는 기술 강도가 낮았음에도 전환에 성공한 경우이다. 아울러 Cell A 안에서도 편익은 국민에게 도달하지만 그 공이 정부R&D의 성과로 인식되지 못하는 귀속의 단절이 별도로 관찰된다. 이러한 구분을 통해 기술적으로 성공한 성과가 국민체감으로 이어지지 못하는 경우, 그 문제가 어느 국면에서 발생하는지를 확인할 수 있다.

다. 주요국 국가R&D 우수・실패 사례 심층분석

(1) Cell A — 이중 성공 (기술과 전환 모두 성공한 사례)

Cell A는 기술적 성취와 사회기술시스템 전환을 동시에 달성하여 국민체감으로 이어진 사례군이다. 그러나 이 군을 정밀하게 들여다보면, 편익이 국민에게 도달하는 것과 그 편익이 “정부R&D의 성과“로 귀속되는 것은 별개의 문제임이 드러난다. Cell A는 “무엇이 갖춰지면 기술이 체감으로 전환되는가“에 대한 성공 조건과 함께, 전환에 성공해도 귀속이 단절되는 역설을 함께 보여준다.

① mRNA 백신 (미국・독일)

mRNA 백신은 정부가 기초연구부터 수요보장까지 혁신의 전주기에 걸쳐 개입하여 국민이 가장 직접적으로 체감한 사례이다. **맥락(C)**을 보면, mRNA・지질나노입자(LNP) 기술은 수십 년간 미국 국립보건원(NIH) 지원으로 축적되었고, 카리코・와이즈먼이 2005년 뉴클레오사이드(슈도유리딘) 변형으로 외래 mRNA의 과도한 염증반응을 억제하는 방법을 발견한 것이 결정적 토대가 되었다. 다만 COVID-19 이전 상용 승인된 mRNA 백신은 0건으로, mRNA는 허가된 백신에 사용된 적이 없는 미검증 플랫폼이었다(GAO-21-319).

개입(I)은 정부개입 7유형이 거의 전부 작동한 드문 사례이다. NIH는 수십 년간 기초연구(유형②)를 부담하였고, DARPA는 2013년 Moderna에 약 2,500만 달러를 지원하여 기반기술을 검증하였으며(유형③), BARDA는 2016년 Moderna의 지카(Zika) mRNA 백신에 초기 800만 달러(최대 1억 2,500만 달러)를 약정하였다. 팬데믹 대응기에는 BARDA가 2020년 4월 Moderna에 최대 4억 8,300만 달러의 개발지원을 약정하였고, 이후 Operation Warp Speed(OWS, 공식 약 180억 달러) 체제로 편입되어 개발・구매를 합친 미국 정부의 대(對)Moderna 누적 약정은 약 49억 4,000만 달러로 보고된다. 독일 연방교육연구부(BMBF)는 BioNTech에 최대 3억 7,500만 유로를 지원하였고, Pfizer-BioNTech는 미국 정부의 개발자금 없이 선구매계약만 체결하였다(누적 약 59억 7,000만 달러). 이때 정부는 선구매계약(APA)으로 수요 리스크를 흡수하고(유형④), FDA 롤링 리뷰・긴급사용승인(EUA)으로 규제를 가속하였으며(유형⑥), 임상 중 상업제조를 선행(at-risk manufacturing)하는 위험을 정부가 떠안되 안전・유효성 기준은 불변으로 유지하였다(유형⑤).

투입 규모의 해석에는 주의가 필요하다. 팬데믹 이전~대응기를 합한 미국 공공투자는 1985년 1월부터 2022년 3월까지 누적 최소 약 319억 달러로 분석되는데(Lalani et al., 2023, BMJ), 이 가운데 약 92%에 해당하는 292억 달러는 백신 구매액이다. 순수 연구개발 투입은 팬데믹 이전 3억 3,700만 달러(NIH 1억 1,600만 · 35%, BARDA 1억 4,800만 · 44%, 국방부 7,200만 · 21%)와 팬데믹 기간의 임상시험 22억 달러(7%) · 제조 및 기초 · 중개연구 1억 800만 달러(1% 미만)이다. 즉 319억 달러는 '개발비'가 아니라 개발 · 구매를 포괄한 전체 공공투입의 누적치로 읽어야 한다. 이 구분은 정부 기여를 과장하지 않기 위한 것이자, 동시에 구매(수요보장)가 개발과 나란히 정부 개입의 핵심 수단이었음을 보여준다.

메커니즘(M)은 세 국면이 완결적으로 연결된 전형이다. 수십 년 기초연구의 가능화(뉴클레오사이드 변형 · 프리퓨전 스파이크 안정화 S-2P 설계)가 서열 공개 후 수일 내 백신 설계를 가능하게 했고, 팬데믹이라는 수요 충격과 선구매 · 무상보급 · 의무화 제도가 개발 · 생산 · 접종을 동시에 견인하여 전환을 이루었다. 핵심 원리는 "재정 · 시장 위험은 정부가 크게 부담하되 안전성 · 유효성 기준은 타협하지 않는다"는 것으로, 통상 10~15년이 걸리는 개발 · 생산 · 공급 단계를 병렬로 압축할 수 있게 한 결정적 메커니즘이었다. 실제로 시간을 줄인 방법은 단계를 겹쳐 진행하는 것이었다. 전통적 개발에서는 전임상, 임상 1 · 2 · 3상, 승인, 양산 준비가 순차로 진행되고 각 단계의 성공을 확인한 뒤에야 다음 단계에 투자가 이루어지는데, 팬데믹 대응기에는 임상 단계들을 겹쳐 설계하고 승인 전에 상업 규모 제조를 먼저 시작했으며, 실패하면 매몰될 위험은 선구매계약과 개발지원으로 정부가 떠안았다. 시간이 단축된 원천은 과학적 절차를 생략한 데 있지 않고, 순차 진행의 전제였던 재정 위험을 공공이 대신 부담한 데 있다.

결과(O)로 전통적 백신 개발 10~15년 대비 서열 공유(2020년 1월)에서 EUA(2020년 12월)까지 약 11개월로 단축되었고, 임상 효능은 Pfizer-BioNTech 95% · Moderna 94.1%였다. 미국에서 2020년 12월~2022년 11월 사망 약 320만 건 · 입원 약 1,850만 건을 예방하고 의료비 약 1.15조 달러를 절감한 것으로 추정되며(Commonwealth Fund/Yale, 2022), 접종 첫해 전 세계에서 초과사망 기준 약 1,980만 명의 사망을 예방한 것으로 추정된다(Watson et al., 2022, The Lancet Infectious Diseases). 과학적 토대는 2023년 노벨 생리의학상으로 공인되었다.

국민체감 도달경로와 귀속을 보면, mRNA는 정부R&D의 편익이 국민에게 도달하는 경로가 가장 짧고 직접적인 사례이다. 국민은 "정부가 지원한 백신을 무상으로 맞는" 직접 경험을 하였고, OWS · NIH의 주도가 가시적이어서 정부R&D 성과로 비교적 잘 인지된다는 점에서 귀속 단절이 약한 사례이다. 다만 국민이 백신을 "화이자 · 모더나 제품"으로 인지하고 그 토대가 수십 년의 NIH 기초연구임을 인지하지 못하는 균열은 여전히 남으며, OWS의 투명성 · 거버넌스에 대한 비판과 정치적 양극화로 정부에 대한 신뢰가 체감(유용성)과 분리되어 양분되는 양상도 관찰된다. 이 관찰은 진단도구가 체감과 귀속뿐 아니라 귀속과 신뢰까지 분리 측정해야 한다는 설계 요건으로 이어진다. 이 사례에서 도출되는 결정요인은 수요견인 · 제도 충격(D1), 미충족 불편의 크기(D6), 귀속성(D8)이다. 정책적으로는 팬데믹이라는 특수 상황의 수요보장을 평시의 공공조달 · 규제샌드박스로 옮겨 오는 것이 한국 적용의 과제로 남는다.

기술성과 측면에서 보면, mRNA는 백신의 플랫폼 자체를 바꾼 기술이라는 점에 차별성이 있다. 약독화·불활화 병원체나 재조합 단백질을 항원으로 쓰는 기존 백신과 달리 유전정보 자체를 전달해 체내에서 항원을 만들게 하는 방식이며, 이를 가능하게 한 핵심기술 요소인 뉴클레오사이드(슈도유리딘) 변형(2005, 외래 mRNA의 염증반응 억제), 프리퓨전 스파이크 안정화(S-2P) 설계(항원 구조 고정), 지질나노입자(LNP, 세포 내 전달)를 모두 특정할 수 있다. COVID-19 이전에 상용 승인이 0건이었다는 사실(GAO-21-319)은 이 기술이 기존 기술의 개량이 아니라 검증되지 않은 새 플랫폼이었음을 뜻하고, 그 독창성은 2023년 노벨 생리의학상으로 학술적 공인을 받았다. 기술완성도는 임상에서 확인되었다. 3상 효능 95%(Pfizer-BioNTech)·94.1%(Moderna)의 백신이 긴급사용승인을 거쳐 정식 승인에 이르렀고 수억 회분을 실제로 양산·유통했으며, 바이러스 서열 공유(2020년 1월)에서 승인(같은 해 12월)까지 11개월이 걸렸다는 속도는 서열만 바꾸면 새 백신을 설계할 수 있는 플랫폼 수준의 완성도를 뜻한다. 기술활용성도 충족된다. 성과는 특허·라이선스로 권리화되어 Moderna·BioNTech라는 플랫폼 기업의 사업 기반이 되었고, 같은 플랫폼이 변이 대응 개량 백신에 반복해서 쓰였다.

전환성과 측면에서는, 실험실 기술이 접종 가능한 제품이 되었으므로 구현성이 충족되며, 통상 10~15년의 개발 주기를 11개월로 압축한 것은 구현 속도의 기록이기도 하다. 경로성은 제도 설계가 열어 주었다. FDA의 롤링 리뷰와 긴급사용승인이 심사 관문을 병렬화하고 선구매계약(APA)이 수요 불확실성을 없앴으며, 그 과정에서 안전성·유효성 기준 자체는 낮추지 않았다는 것이 이 경로의 요체다. 시장확산성을 보면, 이 성과는 단일 제품의 성공을 넘어 mRNA 플랫폼 산업이라는 새 시장을 만들었고, 접종 첫해 전 세계에서 약 1,980만 명의 사망을 예방한 것으로 추정될 만큼(Watson et al., 2022) 세계적 규모로 퍼졌다. 수용성은 무상 접종으로 개인 수준의 경제적 장벽이 사라져 충족되었으나, 백신 신뢰의 정치적 양극화에서 보듯 비물리적 수용의 문제는 남았고, 이 관찰이 본 진단도구가 신뢰(LV5)를 체감과 분리해 측정하는 설계의 근거가 되었다. 일곱 항목이 모두 충족되어 이중 성공(Cell A)에 배치되며, 16건 가운데 기술 축과 전환 축이 가장 완전하게 결합된 준거 사례다.

② Siri·음성비서 (미국)

Siri는 정부R&D 성과가 민간 제품화 단계를 거쳐 세상에 나오지만, 일상화되고 나면 정부 성과로 귀속되지 않는 전형적인 사례이다. **맥락(C)**을 보면, 2000년대 초 미 국방부는 정보 과부하 속 의사결정을 보조할 학습형 인지비서 수요가 컸고, 당시 AI는 기대가 낮던 시기여서 정부 외에는 장기·고위험 통합연구를 감당할 주체가 없었다. 착수 시점에 요소기술 간 성숙도 차이가 컸다는 점도 중요하다. 음성인식은 이미 상용화 수준이었던 반면 자연어이해·대화관리·학습형 통합 인지비서는 연구·미검증 단계였으므로, 통합 시스템 차원에서는 시장 이전(pre-market)의 고위험 구간이었다. PAL 프로그램의 발주 배경에는 구체적인 군사 수요가 있었다. DARPA가 PAL을 발주한 직접적 이유는 전장 지휘관과 참모진이 처리해야 할 정보량이 인지 한계를 넘어서고 있었기 때문이고, 요구한 것도 명령을 수행하는 도구가 아니라 사용자를 관찰해 스스로 학습하는 보좌 시스템이었다. 이 목표 설정이 이후 상용 음성비서의 성격, 곧 개별 사용자에 적응하는 대화형 조수라는 성격을 사실상 규정했다. 당시 민간 시장의 어느 주체도 이런 사양을 발주하지 않았다는 점에서, 수요의 기원 자체가 공공에 있었던 사례다.

개입(I)은 DARPA가 PAL(Personalized Assistant that Learns) 프로그램을 기획・발주(유형①)하고 시장 이전 고위험 연구를 전액 공적자금으로 부담(유형②)한 것으로, 2003~2008년 5년간 총 약 1억 5,000만 달러, 연구자 300명 이상, 22~25개 연구기관이 참여하였으며 SRI International이 주관하였다(SRI의 CALO 컴포넌트 약 2,200만 달러). 주목할 점은 정부가 제품을 직접 만들지 않고 성과를 민간이 상업화하도록 개방한 것으로, 정부의 초기투자・수요창출・위험분산・제도화 개입은 모두 없었다. Mazzucato(2013)는 이를 "정부가 최대 위험을 부담하고 민간이 보상을 가져간" 위험-보상 비대칭의 대표 예로 지목한다.

메커니즘(M)은 계단식 레짐 이전(군→연구→민간)이다. CALO의 자연어이해 역량이라는 가능화가, SRI의 2007년 Siri, Inc. 스핀오프 → 벤처투자 2,400만 달러 유치 → 2010년 2월 독립 iOS 앱 출시 → 2010년 4월 Apple 인수(보도상 약 2억 달러, Apple 미공개) → 음성인식(Nuance)・OS・하드웨어 통합이라는 상용화 가교를 거쳐 전환되었다. 자연어이해(SRI 계열)・음성인식(Nuance)・OS와 하드웨어 통합(Apple)의 3주체 결합이 대중화의 결정적 조건이었으며, 어느 한 주체도 단독으로는 달성할 수 없는 구조였다. **결과(O)**로 2011년 10월 iPhone 4S에 탑재되어 음성비서가 처음으로 대중 소비시장에 대규모 진입하였고, Apple 공식 발표 기준 2018년 1월 시점 5억 대 이상 기기에서 활성 사용되었으며 Alexa(2014)・Google Assistant(2016) 등 음성비서 산업 형성의 기폭제가 되었다.

국민체감 도달경로와 귀속에서 Siri는 귀속 단절의 전형이다. 국민은 Siri를 일상적으로 유용하게 사용하면서도 이를 "Apple의 기능"으로 인지할 뿐 정부R&D(DARPA) 성과로는 거의 인지하지 못한다. 여기에는 이중 차단이 작용한다. 하나는 시차로, 정부 투자(2003)에서 대중 체감(2011)까지 약 8년이 걸려 인과 연결이 인지에서 끊긴다. 다른 하나는 제품화로, 정부→연구소→민간기업으로 성과의 가시적 주체가 이전되며 최종 사용자에게는 민간 브랜드만 남는다.

기술성과 측면에서 기술차별성은 착수 시점의 기술 지형을 기준으로 판단한다. 2003년 당시 음성인식은 이미 상용화 단계였으나, 사용자의 맥락을 유지하며 대화하고 과제를 스스로 학습・수행하는 통합 인지비서는 연구 단계의 미검증 영역이었다. CALO(Cognitive Assistant that Learns and Organizes)는 자연어이해・대화관리・기계학습을 하나의 시스템으로 통합하는 것 자체를 목표로 삼았고, 개별 요소기술과 구별되는 핵심기술 요소는 바로 이 시스템 수준의 통합이었다. 22~25개 기관・연구자 300명 이상이 참여한 프로그램 규모(SRI 공식)에서 이 통합이 단일 연구실 수준을 넘는 과제였음을 알 수 있다. 기술완성도는 상용화 경로에서 확인된다. 5년 프로그램의 산출이 스핀오프가 가능한 수준으로 성숙했고, 2010년 2월 독립 앱으로 출시되어 실사용자를 확보했으며, iPhone 4S 탑재(2011년 10월) 이후 2018년 1월 기준 5억 대 이상의 기기에서 활성 사용되는(Apple 공식 발표) 대중 제품이 되었다. 기술활용성은 이 사례에서 특히 뚜렷하다. SRI의 스핀오프 설립(2007), 벤처투자 2,400만 달러 유치, Apple 인수(보도 기준 약 2억 달러)로 이어진 경로는 공공연구 성과가 권리화・이전 가능한 형태로 정리되어 있었기에 성립했다.

전환성과 측면에서 구현성은 연구 프로토타입에서 독립 상용 앱, 운영체제 내장 기능으로 이

어진 3단 구현으로 충족된다. 경로성을 보면, 이 성과는 앱스토어와 스마트폰 운영체제라는 기존 시장의 유통 경로에 접속해 퍼졌고, 인증·규제 관문이 낮은 소프트웨어 영역이었기에 제도적 마찰 없이 시장에 들어갔다. 인증이 관문이 된 MRJ·NuScale과는 대조된다. 시장확산성은 산업 형성으로 확인된다. 음성 인터페이스라는 시장 범주를 처음 연 뒤 Alexa(2014)·Google Assistant(2016)의 후속 진입을 불러 음성비서 산업 생태계가 형성되었다. 수용성은 무료·기본 탑재라는 무장벽 구조에 별도 학습이 필요 없는 발화 인터페이스가 결합해 충족되었다. 요컨대 일곱 항목이 모두 충족된 Cell A 사례이지만, 이 완전한 성공의 어느 지점에서도 국민이 정부 R&D의 기여를 인지할 계기가 없었다. 성과가 완성될수록 민간 브랜드만 남는 이 구조가 이 사례가 보여주는 귀속 단절(D8)의 본질이다.

③ 생성형 AI/LLM (미국)

생성형 AI는 Siri에서 확인한 귀속 단절 구조가 2020년대에 더 큰 규모로 재현된 사례이자, 정부 기여를 금액으로 귀속할 수 없어 정성적 계보로만 서술해야 하는 사례다. 본 연구가 이 사례를 독립 절로 다루는 이유는 두 가지다. 하나는 국민 체감의 규모로, 대화형 AI는 출시 3년 만에 주간 단위로 수억 명이 쓰는 서비스가 되어 정부R&D와 일상 편익 사이의 귀속 문제를 가장 큰 규모로 제기한다. 다른 하나는 개입 성격의 대비로, mRNA·팰컨9이 정부의 식별 가능한 프로그램이 이끈 사례라면 생성형 AI는 공공 기초연구의 장기 축적 위에서 민간 자본이 제품화를 주도한 사례여서 정부 기여를 서술하는 방식 자체가 달라져야 한다.

맥락(C)을 보면, 미국 연방정부는 1960년대부터 AI 기초연구를 지속 지원해 왔다. DARPA는 1960년대 규칙 기반 시스템 이래 AI 기술 형성에 관여해 왔음을 스스로 기록하고 있으며(DARPA, 2018), 1983~1993년 전략컴퓨팅계획(SCI)에 10억 달러 이상을 투입했다가 진전이 기대에 못 미쳐 중단한 실패 경험도 있다(CRS R45178). NSF 역시 1960년대부터 AI 연구를 지원해 왔고, 1980년대 NSF 지원 연구진의 신경망 손글씨 숫자 인식, 2009년 NSF 신진연구자(CAREER) 지원으로 구축된 대규모 이미지 데이터베이스 ImageNet이 2010년대 딥러닝 부흥의 토대가 되었다(NSF 공식 기록). 요컨대 오늘의 생성형 AI 이전에 반세기에 걸친 공공 기초연구의 축적과, 실패와 재도전을 오간 장기 사이클이 있었다.

공공의 개입은 지금도 기초연구 영역에서 이어지고 있다. NSF가 주도하고 국방부·농무부 등이 참여하는 국가 AI 연구소(National AI Research Institutes)는 2025회계연도 기준 25개소로 늘어 누적 약 5억 달러가 투자되었고(NSF), 국방부는 합동인공지능센터(JAIC)에 6년간 17억 5,000만 달러의 예산을 배정한 바 있다(CRS R45178). 공공 투자가 사라진 것이 아니라, 산업의 무게중심이 민간 초거대 투자로 옮겨 가면서 공공 투자의 상대적 비중과 가시성이 급격히 낮아진 것이 현 국면이다. 모델 개발의 국가별 분포(2024년 주요 모델 기준 미국 40개·중국 15개·유럽 3개, Stanford HAI, 2025)에서 보듯 이 민간 주도 경쟁은 국가 간 격차로도 나타나고 있다.

개입(I)의 성격은 앞선 사례들과 구분해야 한다. Transformer 원논문(Vaswani et al., 2017)은 저자 8인 중 6인이 Google 소속으로 표기되고 나머지 2인도 각주에서 Google 재직 중 수행한 연구임을 밝히고 있으며, 대학·정부기관 자금에 대한 사사는 확인되지 않는다. 이후 결정적 제

품화 구간인 생성형 사전학습(GPT, 2018), 양방향 사전학습(BERT, 2018), 1,750억 파라미터로의 스케일업(GPT-3, 2020; Brown et al., 2020), 대화형 서비스 ChatGPT 공개(2022년 11월 30일)도 민간 연구소가 주도했다. 정부개입 7유형의 좌표에서는 기초 AI 연구의 장기 축적(유형②)만 정성적으로 확인되고, 수요창출·위험분산·제도화 개입은 이 계보에서 식별되지 않는다. 투입 규모의 비대칭도 뚜렷해서, 연방정부의 비국방 AI R&D 예산은 2023회계연도 실적 약 31억 달러인 반면(NITRD 공식 집계) 2024년 미국 민간 AI 투자는 약 1,091억 달러로 집계된다(Stanford HAI, 2025). 두 수치는 집계 범위가 다른 값을 나란히 놓은 것이므로 배수 비교는 삼가되, 개발의 재원이 민간으로 옮겨 갔다는 방향 자체는 분명하다.

메커니즘(M)은 이중의 가능화와 민간 주도의 전환으로 요약된다. 가능화의 첫 층은 공공이 놓았는데, 계산언어학·신경망·기계학습의 기초 연구와 공개 데이터셋, 연구 인력의 양성이 그것이다. 둘째 층은 민간이 놓았다. 아키텍처 혁신(Transformer)과 초거대 컴퓨팅 투자를 통한 스케일업이 그것으로, 프런티어 모델의 학습 컴퓨팅 비용은 GPT-4 약 7,800만 달러로 추정될 만큼 자본집약적이 되었다(Stanford HAI, 2024). 전환의 방아쇠는 확산설계였다. 자연어 대화라는 무장벽 인터페이스와 무료 접근이 결합하자, 전문가 도구에 머물던 언어모델이 일반 대중의 일상 도구로 옮겨 갔다.

결과(O)를 보면, ChatGPT는 출시 약 2개월 만인 2023년 1월 월간 활성 이용자 약 1억 명에 도달한 것으로 추정되어 소비자 앱 사상 최단 성장 기록으로 평가되었고(UBS 분석, Similarweb 데이터 기반 추정치, Reuters 2023. 2. 2. 보도), OpenAI 공식 발표 기준 주간 활성 이용자는 2023년 11월 1억 명, 2025년 2월 4억 명, 2025년 10월 8억 명으로 증가했다. 개발의 무게중심 이동도 정량적으로 확인된다. 2023년 주목할 만한 기계학습 모델 가운데 산업계 산출이 51개로 학계 15개를 크게 앞섰고, 2024년에는 주요 모델의 약 90%가 산업계에서 나왔다(Stanford HAI, 2024; 2025). 학습 컴퓨팅 소요가 약 5개월마다 배증하는 자원 집중 구조(Stanford HAI, 2025)는 이 격차가 당분간 좁혀지기 어려움을 시사한다.

귀속에 대한 본 연구의 판단은 다음과 같다. DARPA·NSF의 기여를 금액으로 환산한 신뢰할 만한 학술·공식 추정치는 확인되지 않으며, 본 연구는 이를 정량화 불가로 판단한다. 존재하는 수치는 특정 연도의 AI 분야 전체 예산일 뿐 Transformer 계보로 귀속되지 않는다. 따라서 이 사례에서 정부 기여는 정성적 계보(기초 AI 연구의 장기 축적과 인력·데이터 기반의 형성)로만 인용하며, 정량 귀속 주장은 하지 않는다. 국민 지각의 측면에서 보면 이 구조는 귀속 단절을 더 심화시킨다. 편익은 주간 수억 명 규모로 도달하지만 성과의 가시적 주체는 민간 브랜드이고, 공공 기여는 반세기의 시차 너머에 있어 인과 연결이 인지에서 끊긴다. Siri의 이중 차단(시차·제품화)이 더 큰 규모와 더 긴 시차로 재현된 것이다.

기술성과 측면에서 이 사례의 차별성은 언어처리의 구조를 바꾼 데 있다. 2017년 이전의 언어처리는 순환신경망·합성곱 구조가 표준이었으나 Transformer는 어텐션 연산만으로 문맥을 처리하는 새 구조를 제시했고, 여기에 대규모 말뭉치로 먼저 학습한 뒤 과제에 적용하는 생성형 사전학습(GPT, 2018)이 결합하면서 언어 인공지능의 개발 방식 자체가 바뀌었다. 이후의 성능

향상이 구조 변경이 아니라 규모 확대(GPT-3의 1,750억 파라미터)로 이루어졌다는 사실에서 이 아키텍처가 범용성을 지녔음을 알 수 있다. 기술완성도는 운영 실적에서 확인된다. 주간 활성 이용자 8억 명(2025년 10월, OpenAI 발표) 규모의 소비자 서비스와 개발자 400만 명이 쓰는 API가 상시 운영되고 있다. 기술활용성을 보면, 성과는 API와 오픈소스 모델의 두 경로로 산업 전반에 이전되어 활용 생태계가 형성되어 있다.

전환성과 측면에서 구현성은 2017년의 학술 논문이 5년 만에 일반 소비자 제품(2022년 11월 ChatGPT)이 되었다는 점에서 충족된다. 경로성을 보면, 확산은 클라우드 인프라와 웹·앱이라는 기존 유통 경로 위에서 이루어졌고, 사전 인증이나 진입 규제가 없는 소프트웨어 영역이라는 조건이 확산 속도의 제도적 배경이 되었다. 시장확산성은 신산업 형성으로 확인된다. 파운데이션 모델이라는 시장 범주가 새로 생겼고, 2024년 미국 민간 AI 투자 1,091억 달러(Stanford HAI, 2025)에서 보듯 산업 구조의 재편이 진행 중이다. 수용성은 무료 접근과 자연어 대화라는 무학습 인터페이스로 충족되어, 출시 약 2개월 만에 월간 이용자 약 1억 명(UBS 추정)에 이르는 확산 속도로 나타났다. 일곱 항목이 충족된 Cell A 배치이지만, 이 배치 판정은 성과 자체에 대한 것이고 그 성과에 대한 정부 기여의 정량 귀속은 앞서 밝힌 대로 성립하지 않는다는 점이 이 사례의 고유한 성격이다.

이 사례에서 도출되는 결정요인은 상용화 가교(D2)와 귀속성(D8)이며, 이 사례는 D8이 과거의 역사적 현상이 아니라 지금도 진행 중인 구조임을 보여준다. 국내 시사점은 두 가지다. 첫째, 기초연구 투자와 국민 체감 사이의 시차가 수십 년에 이르는 영역에서는, 성과의 계보를 투자 시점부터 기록하는 장치가 없으면 사후 귀속 자체가 불가능해진다. 미국의 사례에서도 계보 기록의 공백 탓에 공공 기여의 정량 추정이 성립하지 않는다. 둘째, 중단으로 끝났던 전략컴퓨팅 계획이 수십 년 뒤 부흥의 토대로 재평가되는 경위는, 장기 기초연구의 성패 판정에 단기 산출 지표와는 다른 시계가 필요함을 보여준다.

④ SpaceX 팰컨9 (미국)

팰컨9은 정부가 R&D를 직접 수행하는 대신 초기 선도투자와 보장수요로 민간 혁신을 견인한 수요측 개입의 대표 사례이자, 산업 성공이 국민 직접체감으로 이어지는 경로가 길고 간접적인 사례이다. **맥락(C)**은 스페이스셔틀 퇴역(2011)에 따른 국제우주정거장(ISS) 수송 공백으로, NASA는 전통적 원가가산(cost-plus) 방식 대신 상업 파트너십(COTS, 2006)으로 조달 패러다임을 전환하였다. 액체로켓 궤도발사 기술 자체는 성숙했으나 저비용 상업 발사와 1단 재사용은 미검증 프런티어였고, SpaceX는 COTS 선정 시점(2006)에 아직 궤도 도달 전이었다(팰컨1 첫 성공 2008년 9월).

개입(I)에서 NASA는 COTS 초기 선도투자금 약 3억 9,600만 달러를 마일스톤 고정가로 지급하고(유형③), CRS 화물계약 약 16억 달러(2008)와 Commercial Crew 최대 26억 달러(2014)로 보장된 수요, 곧 앵커고객을 제공하였다(유형④). 여기에 NASA 인증과 FAA 발사허가라는 제도적 개입(유형⑥)이 결합되었다. 마일스톤 미달 시 미지급 구조로 실패 위험의 상당부분을 기업이 부담하는 점이 전통 방식과 대비되며, 이는 정부가 위험을 전부 흡수하지 않으면서도 초기 시장을 만들어낸 설계로 평가된다(Autry, 2018).

메커니즘(M)은 초기 선도투자가 기술 개발을 가능화하고, 앵커수요가 초기 시장 리스크를 제거하여 민간 자율혁신과 1단 재사용(첫 착륙 2015년 12월, 첫 재비행 2017년 3월)으로 발사 한계비용을 급감시킨 전환이다. **결과(O)**로 저궤도 발사가격은 스페이스셔틀 대비 kg당 약 95%(20분의 1) 낮아졌고(NASA NTRS, Jones 2018 — 셔틀 kg당 54,500달러 대 팰컨9 공시가 2,720달러의 비교이며, 재사용 자체의 추가 절감분은 동 문헌이 30~50%로 추정한다), NAFCOM 추정으로 전통 방식 13.8억~39.8억 달러 대비 SpaceX 추정 개발비는 약 4.4억 달러로 약 68% 저렴하였으며, 2024년 팰컨 계열이 세계 궤도발사의 약 52%를 차지하는 시장 전환을 이루었다.

화물에서 시작된 상업조달은 유인 수송으로 확장되었다. 2020년 5월 30일 Crew Dragon의 유인 시험비행(Demo-2)이 성공하여 2011년 스페이스셔틀 퇴역 이후 처음으로 미국 본토에서 유인 발사가 재개되었고(NASA, 2020), 이후 정기 승무원 교대 임무가 정착되었다. 비용 측면에서 NASA 감찰관실은 상업 유인수송의 좌석당 비용을 SpaceX 약 5,500만 달러, Boeing 약 9,000만 달러로 추정했는데, 비교 기준은 셔틀 퇴역 후 NASA가 러시아 소유즈 좌석 구매에 지불해 온 평균 약 7,970만 달러다(NASA OIG, 2019, IG-20-005). NASA 케네디우주센터의 별도 분석은 실적 기준 ISS 화물 수송 단가를 SpaceX 약 89,000달러/kg로 산출하여 셔틀 계속운용 가정(약 272,000달러/kg)의 3분의 1 수준으로 평가했고, 팰컨9를 전통적 원가가산 방식으로 개발했을 경우의 추정비용(약 39.8억 달러) 대비 실제 개발비가 약 10분의 1이었다는 결론을 재확인했다(Zapata, 2017, NASA NTRS). 다만 이 방식이 일정 위험까지 제거한 것은 아니다. 미국 회계감사원은 Boeing·SpaceX 양사의 유인 인증이 당초 2017년 목표에서 2년 이상 지연되었음을 반복 지적했으며(GAO, 2019, GAO-19-504), 상업조달은 비용 효율과 일정 불확실성을 맞바꾼 설계였다고 보는 것이 균형 잡힌 평가다.

재사용과 발사 시장의 전환은 이후에도 계속되었다. 팰컨9은 2025년 7월 누적 500회 발사에 도달했고 2024년 한 해에만 팰컨 계열이 134회 발사되었으며, 단일 부스터의 재비행은 2025년 8월 30회를 넘어선 뒤에도 기록을 갱신하고 있다(항공우주 전문 매체 집계). 발사비 하락은 위성 인터넷이라는 소비자 서비스로 이어졌다. 저궤도 통신망 Starlink의 활성 이용자는 2026년 2월 1,000만 명을 넘어선 것으로 발표되었는데(기업 공식 발표), 이는 발사단가 하락의 편익이 통신 음영지역 해소라는 형태로 최종 소비자에게 도달하기 시작했음을 보여주는 사례다. 그럼에도 이 도달은 위성서비스라는 매개를 거치는 간접 경로이며, 국민이 그 기원을 정부의 초기 선도투자로 소급해 인지하기는 여전히 어렵다.

국민체감 도달경로에서 팰컨9은 편익이 “발사단가 하락 → 위성서비스·통신·재난대응 비용 절감 → 서비스 가격·품질 개선 → 국민 일상“으로 여러 단계를 경유하는 간접·지연 구조이다. 각 단계에서 편익이 희석되어, 국민은 발사비 절감과 자신의 일상 편익을 연결하지 못하고, 성과는 민간 브랜드(SpaceX)로 귀속되어 NASA의 초기 선도투자·앵커고객 역할이 비가시화된다. 산출·산업지표로는 대성공이나 체감지표로는 낮게 나타나는 이 전형에서 도출되는 결정요인은 편익 도달경로 길이·간접성(D5)과 귀속성(D8)이며, 기업 대상(B2G)·기반기술 성과에 대해 간접편익을 체감 가능한 단위로 환산·전달하는 커뮤니케이션 설계가 별도 과제임을 시사한다.

기술성과 측면에서 기술차별성의 기준점은 소모형 일변도였던 궤도 발사체의 기술 지형이다. 1단 부스터가 추진 착륙으로 회수되어(첫 착륙 2015년 12월) 정비 후 다시 비행하는(첫 재비행 2017년 3월) 궤도급 재사용은 그때까지 실용화된 적이 없는 핵심기술 요소였고, 발사의 비용 구조를 소모품에서 운송수단의 경제로 바꾸었다. 기술완성도는 운용 통계에서 확인된다. 누적 500회 발사(2025년 7월), 2024년 한 해 134회의 발사 빈도, 단일 부스터의 30회 이상 재비행(이후 37회까지 기록 갱신, 항공우주 전문 매체·학회 보도 집계)은 시제 수준이 아니라 정기 운송 수준의 완성도이며, NASA의 유인 수송 인증은 규제 당국이 확인한 완성도의 증빙이다. 기술활용성을 보면, 이 기술은 발사 서비스업이라는 사업 형태로 상시 활용되고 있고, 화물(CRS)과 유인(Commercial Crew) 정부 조달 계약의 이행 수단으로 권리화되어 있다.

전환성과 측면에서 구현성은 상용 발사체와 유인 우주선(2020년 Demo-2)의 실운용으로 충족되고, 경로성은 제도와 시장 양쪽에서 확보되었다. 제도 측면에서는 NASA 인증과 FAA 발사허가를 통과했고, 시장 측면에서는 CRS·Commercial Crew 조달 계약이 초기 활용 경로를 보장했기 때문이다. 시장확산성은 구조 재편의 규모에서 확인된다. 2024년 팰컨 계열이 세계 궤도 발사의 약 52%를 차지했고, 저궤도 발사 단가가 구조적으로 내려가면서 위성 인터넷(Starlink 이용자 1,000만 명, 2026년 2월 기업 발표) 같은 후방 시장이 열렸다. 다만 수용성은 이 사례에서 성격이 다르다. 직접 고객이 정부와 기업(B2G·B2B)이므로 국민 개인은 위성 기반 서비스라는 매개를 거쳐서만 편익에 닿고, 이 간접성이 산업 지표와 국민 체감 사이의 격차를 만든다. 따라서 배치는 이중 성공(Cell A)이되, 수용성의 이러한 성격은 편익 도달경로의 길이·간접성(D5)을 보여주는 실증 근거가 된다.

앞의 네 사례가 정부→민간 이전 과정에서 귀속이 끊기는 문제를 보여준다면, 이하 세 사례(인도 UPI·Aadhaar, 에스토니아 X-Road, 중국 BeiDou)는 정부가 디지털 공공인프라(DPI) 또는 기반기술을 직접 구축·운영하여 편익 도달경로를 보유할 때 무엇이 달라지는지를 보여주는 최신 Cell A 사례군이다.

⑤ 인도 UPI·Aadhaar

맥락(C)은 세계 최대 규모의 금융 배제였다. 2011년 인도의 성인 은행계좌 보유율은 35%에 그쳤고(World Bank Global Findex), 신원 증명 수단이 없는 인구가 광범위하여 복지 전달과 금융 접근이 모두 막혀 있었다. 이 미충족 불편(D6)의 크기가 이후 확산 속도의 배경이 된다. 인도 정부는 2009년 고유식별청(UIDAI)을 설치해 생체정보 기반 보편 디지털ID(Aadhaar)의 직접 발급에 착수했고, 2016년 Aadhaar법 제정으로 UIDAI를 법정기구화했다.

개입(I)은 정부가 인프라의 각 층을 직접 구축하거나 제도화한 것이다(유형②⑥⑦, 직접지급은 유형④). 신원 층에서 Aadhaar 발급은 누적 약 14억 4,000만 건에 이르러 성인의 99% 이상을 포괄한다(UIDAI 공식 대시보드, 2026. 8. 열람). 결제 층에서는 인도중앙은행(RBI)과 인도은행연합회가 2008년 설립을 주도한 비영리법인 NPCI가 2016년 4월 통합결제인터페이스(UPI)를 출범시켰는데, 은행 간 실시간 이체를 무료·개방형 API로 표준화하여 어떤 앱이든 같은 인프라 위에서 경쟁하도록 한 설계였다. 국제결제은행은 이 개방적·기술중립적 아키텍처를 UPI 성장의

핵심 요인으로 지목한다(Cornelli et al., 2024, BIS Papers No 152). 전달 층에서는 은행계좌 보급(Jan Dhan)·Aadhaar·모바일을 결합한 이른바 JAM 삼층 구조 위에서 복지·보조금을 국민 계좌로 직접 이체하는 DBT가 제도화되었다.

각 층의 제도적 형태를 부연하면 다음과 같다. UIDAI는 2009년 1월 관보 고시로 기획위원회 산하에 설치되어 발급을 시작했고, 7년의 운영 실적 위에서 2016년 Aadhaar법이 제정되며 법정기구로 전환되었다. 제도가 먼저 완성되고 사업이 시작된 것이 아니라, 실행이 앞서고 법제가 이를 추인한 순서였다. 결제 층의 NPCI는 회사법상 비영리 회사로 설립되어 이윤 동기 없이 인프라를 운영하며, UPI 위에서는 은행 앱뿐 아니라 서드파티 결제앱(TPAP)도 같은 조건으로 경쟁한다. 국제결제은행이 지목한 개방적·기술중립적 아키텍처의 실체가 바로 이 동등 접속 구조다. 신원 층의 활용도 결제에 그치지 않아, 전자 본인확인(eKYC)이 누적 240억 건 이상 수행되어(UIDAI 대시보드) 계좌 개설·통신 가입 등 본인확인이 필요한 모든 접점에서 Aadhaar가 공통 기반으로 쓰인다.
전달 층의 규모는 행정 수요가 인프라를 지탱하는 구조를 보여준다. 직접이체(DBT)는 56개 부처·320여 개 사업에서 운영되어 연간 200억 건대의 이체를 처리하고(DBT Bharat 대시보드, 2026. 8. 열람), 기초 계좌 프로그램(Jan Dhan)의 계좌 약 5억 9,000만 개에는 3라크 크로르 루피가 넘는 예치 잔액이 쌓였다(재무부 대시보드). 무잔액 유령 계좌라는 초기 우려와 달리 계좌가 실제 금융 생활의 접점이 되었다는 뜻이다. 계좌 보유율의 시계열(2011년 35% → 2017년 80% → 2021년 78%, Global Findex)은 팬데믹기의 정체를 포함하되, 포용의 도약이 UPI 출범을 전후한 시기에 집중되었음을 보여준다.

이 사례는 진단도구의 측정 설계에도 시사점을 준다. 국민의 일상 접점은 민간 결제앱이므로, 이용 경험(개인적 접근성)은 높게 응답되더라도 그 기반 인프라를 정부·공공이 만들었다는 인지(전환경로 인지·귀속)는 따로 형성되지 않을 수 있다. 접근성과 귀속을 분리해 묻는 본 측정모형의 구조가 필요한 전형적 상황이다. 아울러 정부가 도달경로의 병목 층을 보유하는 이 유형에서는 성과 커뮤니케이션의 과제가 '성과의 홍보'가 아니라 '기반의 가시화', 곧 국민이 쓰는 앱 아래에 공공 인프라가 있음을 알리는 일이 된다.

메커니즘(M)은 정부 표준이 민간 경쟁을 조직한 구조다. 정부·공공 부문이 신원(Aadhaar)과 결제 표준(UPI)이라는 병목 층을 비영리로 보유하되, 국민 접점의 앱은 민간이 경쟁하게 하자, 네트워크 외부성이 민간의 편의 경쟁으로 증폭되었다. 여기에 DBT라는 정부 자신의 대규모 수요(유형④)가 초기 임계 규모를 보장했다. 도달경로의 병목을 정부가 보유하고 접점을 민간에 개방한 이 분업이 기술 이전 과정에서 귀속이 끊기는 앞 사례들과 구조적으로 다른 점이다.

결과(O)는 규모로 확인된다. 2024-25회계연도 UPI 거래는 1,858억 건으로 전년(1,311억 건) 대비 41.7% 증가했고, 거래액은 260.6라크 크로르 루피, 인도 소매 결제 볼륨에서의 비중은 83.4%에 이르렀다(RBI 연차보고서 2024-25). 이는 앞서 인용한 2023-24년 약 70%(인도 재무부 금융서비스국)에서 이어지는 상승 추세다. 재정 전달 층에서는 DBT 누적 이체가 약 53라크 크로르 루피, 유령 수급자 제거 등에 따른 누적 절감의 정부 추계가 약 5.1라크 크로르 루피로

집계되며(DBT Bharat 공식 대시보드, 2026. 8. 열람, 정부 자체 추계), Jan Dhan 계좌는 약 5억 9,000만 개에 이른다(인도 재무부 PMJDY 대시보드, 2026. 8. 19. 기준). 성인 계좌 보유율은 2011년 35%에서 2021년 78%로 상승했고(Global Findex 2021), 세계은행은 DPI가 없었다면 수십 년이 걸렸을 금융포용 여정을 6년으로 압축한 사례로 평가한다(World Bank · G20 GPFI, 2023). IMF도 India Stack이 금융포용과 재정 집행 효율을 함께 개선했다고 평가한다(IMF WP/23/78).

국민체감 도달경로와 귀속을 보면, 편익의 경로가 짧고 직접적이다. 국민은 정부가 만든 ID로 계좌를 열고, 정부가 표준화한 결제망으로 일상 거래를 하며, 정부 보조금을 자기 계좌에서 즉시 받는다. 사회적 유용성과 개인적 접근성 지각이 모두 높을 조건이다. 다만 국민의 일상 접점은 민간 결제앱이므로, 인프라 층의 정부 기여가 앱 브랜드에 가려질 수 있다는 점은 귀속 판단에서 유의해야 한다.

기술성과 측면에서 기술차별성의 요체는 규모와 설계다. 지문 · 홍채의 다중 생체정보로 14억 인구의 중복 등록을 걸러내는 신원 시스템과, 은행이 다른 계좌 사이의 이체를 별칭(전화번호 등) 주소만으로 실시간 처리하는 상호운용 결제 아키텍처는, 개별 요소기술의 신규성보다 같은 규모와 개방성으로 구현된 선례가 없다는 점에서 핵심기술 요소로 판정된다. 기술완성도는 처리 실적에서 확인된다. 2024-25회계연도에 1,858억 건의 거래를 상시 처리했고, 이는 같은 해 전 세계 실시간 결제의 약 48.5%에 해당한다(RBI 연차보고서 2024-25). 신원 층에서도 전자 본인확인(eKYC)이 누적 2,400크로르(240억) 건 이상 수행되었다(UIDAI 대시보드, 2026. 8. 열람). 기술활용성은 개방 구조 자체에 있다. India Stack으로 불리는 개방 API 체계 위에서 제3자 서비스가 구축되므로 성과가 플랫폼 형태로 상시 재활용된다.

전환성과 측면에서 구현성은 전 국민 대상 상시 서비스로 충족되고, 경로성은 제도가 만들었다. 법정기구(UIDAI)와 중앙은행 주도 비영리법인(NPCI)이 인프라를 보유하고, 정부의 복지 직접이체(DBT)가 320여 개 사업 · 56개 부처의 행정 수요(DBT Bharat, 2026. 8. 열람)를 이 경로에 실어 초기 임계 규모를 보장했다. 시장확산성을 보면, UPI는 인도 소매 결제 볼륨의 83.4%(2024-25)에 이르렀고 그 위에서 민간 결제앱과 핀테크 생태계가 경쟁하는 신시장이 형성되었다. 수용성은 무료 · 별칭 기반의 간편성으로 충족되며, 그 결과가 성인 계좌 보유율 35%(2011)→78%(2021)라는 금융포용의 압축이다. 세계은행은 DPI가 없었다면 수십 년이 걸렸을 여정이 6년으로 줄었다고 평가한다. 일곱 항목이 충족되어 Cell A에 배치된다.

도출 결정요인은 수요견인 · 제도(D1), 미충족 불편(D6), 확산설계(D7)이다. 국내 시사점은 두 가지다. 첫째, 공공이 표준 · 병목 인프라를 보유하고 민간이 국민 접점을 경쟁하는 분업은, 귀속 단절을 완화하면서도 민간의 확산 동력을 활용하는 설계로 참고할 수 있다. 둘째, 정부 자신의 행정 수요(복지 전달)를 신기술의 앵커 수요로 조직한 경위는, 조달 · 직접지급을 확산설계의 일부로 기획할 수 있음을 보여준다.

⑥ 에스토니아 X-Road

맥락(C)을 보면, 1990년대 말 에스토니아의 공공 데이터베이스는 기관별로 고립되어 기관 간

데이터 교환이 느리고 비효율적이었다(NIIS 공식 연혁). 재정이 크지 않은 신생 독립국이 기관마다 중복 시스템을 세울 수 없다는 제약이, 역설적으로 전 정부 공통의 데이터 교환 계층이라는 설계를 낳았다. 1996년 시작된 전국 정보화 사업(Tiger Leap)으로 학교·행정의 기초 정보화가 선행되어 있었다는 점도 배경이 된다.

개입(I)은 정부가 인프라와 신원 체계를 직접 구축·운영한 것이다(유형②⑦). 데이터 교환계층 X-Road(국내 명칭 X-tee)는 2001년 12월 가동을 시작했고 정보시스템청(RIA)이 운영한다. 이듬해인 2002년 1월부터는 칩·인증서를 탑재한 전자신분증이 의무 보유 문서로 발급되기 시작했으며, 전자서명에 종이 서명과 동일한 법적 효력을 부여하는 법제화가 병행되었다. 분산 구조의 보안 데이터 교환(각 기관이 자기 데이터를 보유한 채 표준 계층으로 교환)과 보편 전자신원의 결합이 개입의 핵심 설계다.

가동까지의 경위는 짧았고, 계획보다 실행이 앞섰다. 2000년의 파일럿을 거쳐 2001년 3월 '모든 국가 데이터베이스에 대한 상시(24/7) 단일 접근'이라는 비전으로 정부에 사업안이 제출되었고, 같은 해 12월 17일 XML 기반의 1.0 버전이 전국 가동을 시작했다(NIIS 공식 연혁). 전자신분증은 이듬해 1월 발급이 시작되어 첫날 174장이 발급되었는데, 그 출발이 미미했다는 사실은 이후 주민 99% 보유·누적 전자서명 8억 건(e-Estonia)이라는 도달점이 강제가 아니라 서비스 효용의 축적으로 달성되었음을 보여준다.
이용의 누적 규모도 차원이 다르다. 국가 데이터 교환의 누적 요청은 40억 건을 넘고(x-tee 팩트시트, 2026. 8. 열람), 그 대부분은 국민이 의식하지 못하는 기관 간 자동 교환이다. 절감 추정의 초기 계산(연 820 근로년)이 시민이 직접 수행한 조회 5%만을 대상으로 삼았다는 사실에서 알 수 있듯이, 이 인프라 편익의 95%는 행정의 뒷단에서 발생한다. 국민이 체감하는 것은 교환 건수가 아니라 '같은 서류를 두 번 내지 않는 경험'이며, 이 비가시성이야말로 행정 인프라형 성과의 체감 측정이 산출 지표와 다른 문항 설계를 요구하는 이유다.

메커니즘(M)은 정부가 상용화 가교 단계 자체를 정부 안에서 해소한 것이다. 공공연구·구축의 성과가 민간 제품을 거쳐 국민에게 도달하는 것이 아니라, 정부 서비스라는 형태로 직접 도달한다. 행정기관이 이미 보유한 정보를 국민에게 다시 묻지 않는 원칙이 X-Road 위에서 구현되면서, 국민의 행정 경험 자체가 달라졌다. 이 구조는 결정요인 D2(상용화 가교)를 반대 방향에서 보여준다. 가교가 필요 없도록 도달경로를 정부 안에 두는 선택지도 있다는 뜻이다.

결과(O)를 보면, X-Road는 연 22억 건 규모의 데이터 교환을 처리하고 5만 2,000개 조직이 간접 이용하며 3,000개 이상의 전자서비스가 그 위에서 제공된다(e-Estonia 공식 브리핑, 2026. 8. 열람. 통계 기준시점이 페이지에 명시되어 있지 않아 열람 시점을 병기한다). 정부 서비스의 온라인화율은 공식 브리핑 기준 사실상 전부(100%)에 이르고, 전자서명 누적 건수는 8억 건을 넘는다(e-Estonia). 국민 이용의 실증으로, 2023년 3월 총선에서 전자투표가 전체 투표의 51%를 차지하여 도입(2005) 이래 처음으로 종이투표를 넘어섰다(에스토니아 선거관리위원회 집계). 효과 추정치는 성격을 구분해 읽어야 한다. 중복 서류작업 제거로 연 1,345 근로년을 절감한다는 수치는 정부 측 환산 추정이며, 그 초기 추정(연 820 근로년)은 전체 교환 건수 중 시민이 직

접 수행한 5%만을 계산한 것이었다(e-Estonia, 2017). 연 GDP 약 2% 절감이라는 수치도 2016년 당시 총리의 발언에서 비롯된 정부 측 추산으로 산출 방법론이 공개되어 있지 않다. 본 연구는 두 수치를 정부 자체 추정으로 한정해 인용한다. 학술 문헌의 평가도 병기할 필요가 있다. Drechsler(2018)는 e-Estonia를 완성형으로 소개하는 내러티브가 정부 공식 커뮤니케이션과 미디어 수요 속에서 과장되어 왔으며, 에스토니아 모델은 완성형이 아니라 진행형(β-version)으로 보아야 하고, 역사·지정학적 맥락의 특수성 때문에 다른 나라로의 이전 가능성도 제한적이라고 지적한다.

확산의 경로는 개방이었다. X-Road 핵심 코드는 2015~2016년 MIT 라이선스로 오픈소스화되었고, 핀란드가 2015년 자국 데이터 교환계층(Suomi.fi)으로 채택했으며, 2017년 에스토니아·핀란드가 공동 설립한 NIIS가 개발을 관장한다. 공식 집계 기준 20여 개 국가·지역에서 도입되었다(e-Estonia). 확산의 운영 주체도 제도화되었다. 에스토니아·핀란드가 공동 설립한 NIIS는 이후 아이슬란드·올란드제도·우크라이나가 파트너로 합류해(NIIS, 2024) 국제 공동 개발 체제가 되었고, 개별 서비스 층위에서는 처방전의 약 99%가 전자로 발행되는 전자처방(유럽연합 집행위원회 소개 자료) 등 국민 일상에 밀착된 응용이 X-Road 위에 축적되어 있다.

국민체감 도달경로와 귀속을 보면, 행정 편익이 민간 중간자를 거치지 않으므로 성과가 정부에 명확히 귀속된다(귀속 단절이 약함). 다만 이 모델의 적용 범위는 정부가 서비스 운영 역량을 내재화할 수 있는 행정·공공서비스 영역에 한정된다는 제약도 그대로 유효하다.

기술성과 측면에서 기술차별성의 요체는 2001년 당시의 설계 선택이다. 각 기관이 자기 데이터를 보유한 채 표준 계층으로만 교환하는 분산 구조와 모든 교환에 서명과 로그를 남기는 보안 설계는, 중앙 데이터베이스로 통합하던 당시의 일반적 접근과 구별되는 핵심기술 요소였고 국가 규모로 구현된 선례가 없었다. 기술완성도는 운영 이력에서 확인된다. 20년 이상의 전국 상시 운영, 연 22억 건 규모의 데이터 교환, 약 1,500개 회원기관과 1,600여 개 연계 정보시스템(x-tee 공식 팩트시트, 2026. 8. 열람)이 그 실적이다. 기술활용성은 개방으로 완성되었다. 핵심 코드의 MIT 라이선스 공개(2015~2016)와 20여 개 국가·지역으로의 국제 이전은 성과가 제3자가 쓸 수 있는 형태로 정리되어 있음을 뜻한다.

전환성과 측면에서 구현성은 전 정부 공통 인프라로서의 상시 가동으로 충족되고, 경로성은 기술과 제도의 동시 설계가 만들었다. 전자서명에 종이 서명과 같은 법적 효력을 부여한 법제화와 의무 보유 전자신분증(2002)이 없었다면 데이터 교환 계층은 쓰일 일이 없었을 것이다. 시장확산성을 보면, 이 성과는 국내 행정을 넘어 핀란드의 국가 데이터 교환계층 채택(2015)과 NIIS 공동 운영(2017), 20여 개국 도입이라는 국경 간 전자정부 인프라 시장을 열었다. 수용성은 보편 전자신원(주민 99% 보유)과 무료 이용으로 충족되며, 2023년 총선에서 전자투표가 전체 투표의 51%로 종이투표를 처음 넘어선 것(선거관리위원회 집계)은 수용이 행정 편의를 넘어 민주 절차의 수준까지 이르렀음을 뜻한다. 일곱 항목이 충족되어 Cell A에 배치된다.

도출 결정요인은 상용화 가교(D2)의 역방향 해소이며, 국내 시사점은 두 가지다. 첫째, 도달경

로 내재화는 귀속 단절의 구조적 해법이 될 수 있으나 정부의 운영 역량과 지속 재원을 전제하므로, 행정서비스형 R&D 성과에 선별적으로 적용할 설계다. 둘째, 성과 홍보에서 자체 추정치와 외부 검증치를 구분해 제시하는 규율은 성과 커뮤니케이션의 신뢰를 지키는 조건이며, 에스토니아 사례의 추정치 논란이 그 필요를 보여준다.

⑦ 중국 BeiDou

맥락(C)은 위성항법이라는 기반기술의 전략적 종속이다. 측위·항법·시각동기는 교통·통신·금융·국방의 공통 기반이므로, 이를 타국 시스템(GPS)에 의존하는 것 자체가 국가 수준의 리스크로 인식되었다. 중국은 1994년 독자 위성항법시스템 개발에 착수했다.

개입(I)은 국가전략 지정과 30년 가까운 단계적 직접 수행이다(유형④⑦을 중심으로 기획·기초개발까지 정부가 직접 수행). 국무원신문판공실 백서 「신시대의 중국 베이더우」(2022. 11. 4.)에 따르면, 2000년 말 1세대(BDS-1)로 중국 내 서비스를 시작해 세계 세 번째 위성항법 보유국이 되었고, 2012년 2세대(BDS-2)로 아시아·태평양 서비스를, 2020년 7월 31일 3세대(BDS-3) 정식 개통으로 글로벌 서비스를 완성하는 3단계 전략을 밟았다. BDS-3 위성군 30기는 3년이 채 안 되는 기간에 18회 발사로 배치되었으며(동 백서), 장기 운용 중인 BDS-2를 포함한 궤도상 서비스 위성은 45기다(백서 발표 기자회견, SCIO, 2022. 11. 4.). 누적 투자 총액의 공식 발표는 확인되지 않으므로 본 연구는 투입 규모를 금액으로 서술하지 않는다.

메커니즘(M)은 국가 수요 보장과 단말 생태계의 결합이다. 위성군이라는 공급 층을 국가가 완성하고, 운수차량 등 관리 대상 부문에 단말 장착을 제도화하며, 칩·모듈의 국산화로 소비자 기기에 측위 기능이 기본 내장되게 하자, 국민이 의식하지 않는 사이에 기반기술이 일상 서비스의 아래층으로 침투했다. 성능 면에서 BDS-3는 글로벌 수평 측위 정확도 9m 이내, 정밀단독 측위 수평 30cm 수준을 공표하고 있으며(동 백서), 신호공간거리오차에서 GPS와 대등하거나 소폭 우수하다는 학술 평가도 있으나 중국 연구진이 주도한 평가라는 한계를 병기한다(Yang et al., 2020, Satellite Navigation).

결과(O)는 산업·생활 침투의 규모에서 확인된다. 2021년 중국 위성항법·위치서비스 산업의 총산출액은 4,700억 위안으로 발표되었고(백서 발표 기자회견, SCIO, 2022), 이후 산업협회 연례 백서 기준으로 2023년 5,362억 위안, 2025년 6,290억 위안으로 성장했다(중국위성항법정위협회 자료로, 정부기관이 아닌 산업단체 발행이므로 협회 추계로 구분해 인용한다). 생활 침투를 보면, 2025년 말 기준 중국 내 약 14억 대의 스마트폰이 베이더우 측위를 지원하고(동 협회 2026년 백서, 2025년 말 기준), 운수차량 약 800만 대와 공유자전거·농기계 자동운전·어선 단말 등 부문별 장착이 진행되었으며(SCIO 기자회견, 2022; 시점별 집계 기준이 달라 연도를 병기한다), 베이더우 서비스·제품은 140여 개 국가·지역에 수출되었다(동 협회 2026년 백서). 위성수(2022년 기준)와 스마트폰 보급(2025년 말 기준)은 시차가 있는 수치이므로 같은 시점의 사실로 병기하지 않는다.

국민체감 도달경로와 귀속을 보면, 도달경로는 간접적이다(D5). 국민은 내비게이션·공유자전거·물류의 형태로 편익을 접할 뿐 위성군 자체를 의식하지 않는다. 그럼에도 미국 GPS와 대

조적으로 귀속은 강하다(D8). 국가전략으로서의 가시성과 정부 주도의 명확성이, 매개가 많은 도달경로에도 불구하고 성과를 정부에 귀속시키는 것이다. 이는 귀속이 도달경로의 길이만으로 결정되지 않고 성과의 가시화·서사 방식에도 좌우됨을 보여주는 사례다.

산업 생태계의 저변도 넓다. 산업협회 집계 기준 관련 기업·기관은 약 2만 개, 종사자는 약 100만 명 규모이며(2023년 기준, 협회 2024년 백서), 승용차 탑재가 1억 대를 넘고 공유 이륜차의 90% 이상(약 1,400만 대, 2026년 상반기)이 베이더우 측위를 쓰는 것으로 보고된다(협회 백서·관영통신 전달, 산업단체 추계임을 다시 밝힌다). 수치의 발행 주체가 정부기관과 산업단체로 갈리는 만큼, 본 연구는 위성·성능 수치는 백서와 기자회견에서, 산업·보급 수치는 협회 추계에서 구분해 인용한다.

기술성과 측면에서 베이더우는 GPS를 뒤따라 구축한 시스템이 아니라 설계가 다른 시스템이다. 정지궤도·경사지구동기궤도·중궤도의 3종 혼합 배치와 위성을 통해 짧은 메시지를 주고받는 단문통신 기능은 GPS에 없는 독자 요소이며, 미국·러시아에 이어 세계 세 번째로 전 지구 위성항법을 자력 구축했다는 사실 자체가 핵심기술 역량의 증빙이다. 기술완성도는 배치와 성능에서 확인된다. 3년이 채 안 되는 기간에 18회 발사로 BDS-3 위성군 30기를 배치했고, 공표 성능은 글로벌 수평 측위 9m 이내·속도 0.2m/s·시각 20나노초, 정밀단독측위 수평 30cm 수준이다(국무원신문판공실 백서, 2022). 기술활용성은 부품 생태계에서 드러난다. 국산 칩·모듈의 누적 출하가 약 26억 개(2025년 말, 산업협회 백서), 관련 특허 출원이 11만 건을 넘어(동 협회 2024년 백서), 위성군이라는 성과가 산업이 쓸 수 있는 형태로 펼쳐져 있다.

전환성과 측면에서 구현성은 전 지구 상시 서비스(2020년 7월 정식 개통)로 충족되고, 경로성은 제도화된 수요가 만들었다. 운수차량 등 관리 부문의 단말 장착 제도화가 초기 활용 경로를 보장했고, 그 결과 도로 영업용 차량 약 800만 대에 이어 어선·농기계·공유 이동수단 등 부문별 장착이 이어졌다(SCIO 기자회견, 2022 및 이후 집계; 시점별 기준 상이). 시장확산성은 산업 규모에서 확인된다. 위성항법·위치서비스 산업의 연간 산출은 2021년 4,700억 위안(기자회견)에서 2025년 6,290억 위안(산업협회 추계)으로 성장했고, 관련 서비스·제품은 140여 개 국가·지역에 수출되었다. 수용성을 보면, 중국 내 스마트폰의 약 98%(약 14억 대, 2025년 말 기준)에 측위 기능이 기본 내장되어 개인은 별도의 선택이나 비용 없이 편익을 누린다. 일곱 항목이 충족되어 Cell A에 배치되며, 이 무의식적 수용이야말로 기반기술형 성과의 체감을 측정하기 어려운 이유이기도 하다.

도출 결정요인은 편익 도달경로의 간접성(D5)과 귀속성(D8)이다. 국내 시사점은 두 가지다. 첫째, 기반기술형 성과의 체감 측정에서는 직접 이용 지각이 아니라 내장 서비스 경유의 편익 지각을 묻는 문항 설계가 필요하며, 이는 본 진단도구가 사회적 유용성(LV2)과 개인적 접근성(LV3)을 분리한 설계와 호응한다. 둘째, 성과 통계의 발행 주체(정부기관인지 산업단체인지)를 구분해 인용하는 규율은 국내 성과 커뮤니케이션에도 동일하게 요구된다.

세 사례에서 공통으로 확인되는 점은 다음과 같다. 정부가 편익 도달경로를 직접 보유하면 귀

속 단절은 완화되지만, 그 대가로 정부가 운영 역량과 지속 재원을 부담해야 한다. 즉 귀속성은 홍보만으로 해결되는 문제가 아니라 편익 전달 구조의 설계에서 비롯되는 문제이다.

(2) Cell B — 기술 성공·전환 실패 (기술적으로는 성공하였으나, 전환에 실패한 사례)

Cell B는 본 연구의 핵심 사례군이다. 기술적으로 우수했으나 전환경로를 따라 국민체감으로 이어지지 못한 사례로, 가능화는 성공했으나 전환이 끊긴 지점을 드러내며 산출중심 평가의 한계를 가장 강하게 증명한다. 산출지표는 이들을 "기술 성공"으로 집계하지만 국민은 체감하지 못한다.

① Concorde (영국·프랑스)

Concorde는 기술목표와 국민편익목표가 어긋난 전형이다. **맥락(C)**은 냉전기 국가 위신·기술주권 경쟁으로, 영·프 양국은 1962년 11월 29일 협정으로 초음속여객기(SST)의 개발 비용·위험을 균등 분담하기로 하였다. 이 협정에는 탈퇴조항이 없었고, 1964~65년 영국 정부가 사업 중단을 시도했을 때 프랑스의 거부와 거액 배상소송 위험 때문에 무산되었다(House of Commons Library, 2010). 착수 시점 기준 초음속 비행 자체는 군용기로 입증되었으나, 마하 2급 상업 초음속 여객운송의 경제성·소음·환경 조건은 누구도 입증하지 못한 미검증 프런티어였다.

개입(I)은 100% 정부 부담으로, 정부가 개발 주체(국영 제조사 BAC·Aérospatiale)와 구매·운용 주체(국영항공사 BA·Air France)까지 모두 보유한 수직통합형 국가 주도 구조였다(유형①②③⑦). 이로 인해 제조사→항공사 인도는 사실상 정부 내부의 자산 이전에 가까웠고 시장에 의한 수요 검증 기능이 작동하지 않았다. 재정 투입의 규모를 보면, 1962년 당초 개발비 추정은 1억 5,000만~1억 7,000만 파운드였으나 1972년에는 약 10억 파운드로 불어났고(Hansard, HC Deb, 11 December 1972), 최종 개발비는 1976년 기준 양국 합계 11억 5,400만 파운드로 집계되어(Hansard, HL Deb, 17 November 1976) 당초 추정의 약 7배에 이르렀다. 영국은 1973년 「Concorde Aircraft Act」로 생산자금 지원 한도를 증액하는 입법까지 동원하였으며, 영국 정부의 콩코드 관련 총지출은 2003년 11월 기준 총액 13억 5,000만 파운드(수입 상계 후 10억 6,000만 파운드)로 보고되었다(House of Commons Library, 2010). 개입 좌표에서 보면 수요검증(유형④)과 위험분산(유형⑤)이 결여된 것이 결정적이었다.

비용 팽창의 성격도 기록해 둘 필요가 있다. 7배의 초과는 단순한 견적 오류가 아니라, 검증되지 않은 프런티어 기술의 개발 불확실성과 두 나라 국영 체계의 이중 의사결정 구조, 그리고 탈퇴조항이 없어 중간 재검토가 작동하지 않은 거버넌스가 겹친 결과였다. 수요 전망이 무너진 1973년 이후에도 사업이 이어진 것은 기술의 관성이 아니라 계약 구조의 관성이었고, 이것이 매몰비용 오류의 대명사('Concorde fallacy')로 남게 된 경위다.

메커니즘(M)의 핵심은 전환의 단절이다. 마하 2 수준의 순항이라는 기술목표는 달성(가능화 성공)했으나, 기획단계에서 "누가 이 기술의 편익을 어떤 가격에 살 것인가"라는 수혜자·수요처가 정의되지 않아, 기술이 탁월할수록 소수 부유층용으로 귀결되어 보편 이동성과 멀어졌다. 여기에 탈퇴조항 없는 협정이 중도 취소를 어렵게 만든 매몰비용 고착('Concorde fallacy'의 어

원; Dawkins & Carlisle, 1976)이 더해졌고, 1973년 미국이 민간 항공기의 육상 초음속 비행을 금지하면서(14 CFR 91.817) 노선이 대양 횡단으로 제한되었으며, 보잉747 등 광동체기가 저비용·대량수송으로 아음속 레짐을 강화하면서 초음속은 틈새로 밀려났다. 수요 전망도 함께 무너졌다. 1973년 초 Pan Am·TWA가 구매 포기를 밝히고 United Airlines(6대)·Air Canada(4대)의 옵션이 취소되면서(Hansard, HC Deb, 1 February 1973) 판매처는 양국 국적사로 좁혀졌다.

결과(O)로 생산 20대 가운데 상업운항에 투입된 것은 영국항공·에어프랑스 각 7대씩 14대에 그쳤고, 제3국 판매는 한 대도 성사되지 않았다(House of Commons Library, 2010). 운항 경제성도 확보되지 못하여, 영국 정부는 1979년 영국항공의 콩코드 도입 자본 1억 6,000만 파운드를 상각하였고 1978~80년 2개 연도의 운항 손실은 850만 파운드로 보고되었다(Hansard, HL Deb, 11 February 1981). 마하 2 수준의 순항과 27년간(1976~2003)의 상업 운항을 달성하였으나, 2000년 7월 에어프랑스 4590편 사고와 9·11 이후 수요 위축이 겹친 끝에 2003년 4월 10일 두 항공사는 승객 수입 감소와 정비비 상승을 이유로 동시 퇴역을 발표하였고, 같은 해 상업운항이 종료되었다(House of Commons Library, 2010). 선정기준의 언어로는 수요처가 정의되지 않아 새로운 시장 형성에 실패한 ③의 '시장확산성' 미충족 사례다.

국민체감 측면에서 초고가 운임으로 일반 국민은 탑승할 수 없어 편익은 소수에 집중되고 비용은 납세자가 부담하는 구조였다. 이는 편익 도달경로 자체가 차단된 전달 차단형에 해당한다. 도출 결정요인은 수혜자 정의 정합성(D3)으로, 기획단계에서 편익대상이 정의되지 않으면 기술이 탁월할수록 체감과 멀어진다. TIP 실패유형으로는 방향성 실패와 수요 구체화 실패(Weber & Rohracher, 2012)에 해당한다.

기술성과의 세 항목은 모두 충족된다. 마하 2급의 상업 초음속 순항은 착수 당시 어느 나라도 이루지 못한 핵심기술 요소였고, 2003년 퇴역 이후 오늘까지 상업 초음속 여객 운송이 재현되지 않았다는 사실에서 이 기술의 난도를 역설적으로 확인할 수 있다. 기술완성도는 운항 이력에서 확인된다. 감항 인증을 받은 완성 기체가 1976년부터 2003년까지 27년간 정기 상업 운항을 유지했고, 대서양 횡단을 3시간대로 줄이는 성능을 일상 운용에서 보여주었다. 기술활용성도 형태상 충족된다. 성과는 완제품 항공기로 실현되어 국영 항공사 두 곳이 실제 운용했다. 다만 활용의 범위가 개발 주체 내부(영·프 국영 체계)에 갇혀 제3자 판매가 전무했다는 점은, 활용성이 '형태의 완성'과 '시장의 수용'으로 나뉘고 후자는 전환 축의 문제임을 보여준다.

전환성과의 네 항목에서 이 사례의 실패 지점이 드러난다. 구현성은 충족되어, 실험실이 아니라 실제 여객기로 구현되어 승객을 실어 날랐다. 경로성은 부분 충족에 그친다. 감항 인증과 상업 운항 개시라는 관문 자체는 통과했으나, 1973년 미국의 육상 초음속 비행 금지(14 CFR 91.817)가 활용 경로를 대양 횡단 노선으로 좁혔고, 이 제도적 제약은 개발 주체가 통제할 수 없는 외생 변수로 남았다. 결정적 미충족은 시장확산성이다. 한때 옵션 계약까지 이르렀던 항공사들이 1973년을 전후해 이탈했고(Pan Am·TWA 포기), 제3국 판매는 끝내 0건이어서 생산 20대 중 상업 투입은 국영 2사의 14대에 그쳤다. 신시장 형성은커녕 기존 시장의 수요 검증조차 통과하지 못한 것이다. 수용성도 미충족이다. 초고가 운임이 일반 국민의 접근을 막아 편익

은 소수 탑승객에 집중되었고, 개발비 부담은 납세자 전체가 졌다. 기술 축은 전 항목 충족, 전환 축은 시장확산성·수용성 미충족이라는 이 비대칭이 Cell B(기술 성공·전환 실패) 배치의 근거이며, 그 원인이 기술이 아니라 기획 단계의 수요·수혜자 정의 부재에 있었다는 것이 이 사례의 교훈이다.

국내 시사점은 두 가지다. 첫째, 착수 단계의 수요·수혜자 정의가 기술 지향 대형 사업의 성패를 좌우한다. 국가 위신형 대형 R&D일수록 기획 단계에서 누가 어떤 가격에 어떤 편익을 사는가를 명시하는 절차가 필요하다. 둘째, 중도 재검토가 가능한 계약·거버넌스 설계다. 탈퇴 조항 없는 협정이 수십 년의 매몰비용 고착을 낳은 경위는, 대형 사업의 단계별 계속·중단 심사와 출구 조항을 사업 설계에 내장할 필요를 보여준다.

② 미쓰비시 SpaceJet(MRJ, 일본)

MRJ는 정부가 R&D는 지원했으나 인증 역량이라는 보완자산을 제공하지 못해 전환에 실패한 사례로, Concorde와 약 40년의 시차를 두고 동일한 구조를 재현한다. **맥락(C)**을 보면, 일본의 직전 국산 여객기 NAMC YS-11은 1962년 초도비행했으나 누적 적자로 상업적으로는 실패하였고, 이후 약 반세기간 일본은 제트 여객기를 자력 설계·인증한 경험이 단절되어 있었다.

개입(I)은 METI 발주 → 신에너지·산업기술종합개발기구(NEDO) 보조 → MHI 수행의 산업정책형 R&D 보조다. 경제산업성(METI)은 2003년도부터 NEDO 조성사업 「환경 적합형 고성능 소형항공기 연구개발」로 요소기술 개발을 지원하고(국비 약 500억 엔) 항공기술심사센터 설치 등 심사체제 정비를 병행하였다(경제산업성, 2024). 2008년 3월 미쓰비시중공업(MHI)이 사업화를 결정하고 미쓰비시항공기를 설립하였으며, 전일본공수(ANA)가 확정 15대·옵션 10대를 발주해 출범 고객이 되었다(미쓰비시중공업, 2008). 수주는 한때 국내외 합산 400기 이상까지 늘었으나, 이 가운데 국내 항공사분은 60기 이하로 대부분이 해외 시장 물량이었다(경제산업성, 2024). 정부 조달(유형④)과 위험분산(유형⑤)은 없었고, 무엇보다 형식증명 취득 역량이라는 제도적 보완자산(유형⑥)이 개입 범위에 포함되지 않았다. 실패 사례의 분석에서는 어떤 개입이 있었는가 못지않게 어떤 개입이 빠져 있었는가가 중요하다는 점을 이 사례가 가장 분명하게 보여준다.

메커니즘(M)의 단절 지점은 형식증명(Type Certificate, TC) 취득 실패였다. 프로그램은 끝까지 미국 연방항공청(FAA)·일본 국토교통성 항공국(JCAB)의 형식증명을 취득하지 못하였다. 주익 소재 변경 등 주요 설계변경, 당국과의 적합성증명계획 미합의에 따른 제조 정지, 장비품·소프트웨어 시험계획 지연이 겹치며 계획 변경은 총 6회에 이르렀다(경제산업성, 2024). 여기에 미국 항공사 노사협정의 리저널기 기체 규모 제한(스코프 클로즈)이 완화되지 않아 MRJ90은 최대 시장인 미국에 적합하지 않게 되었다(미쓰비시중공업, 2023). 인증과 시장 진입 규칙이라는 두 관문이 모두 정부 지원의 범위 밖에 있었다는 것이 이 사례의 구조다.

결과(O)로 2015년 11월 11일 MRJ90은 초도비행에 성공하여 일본이 반세기 만에 제트 여객기를 자력 설계·비행시키는 기술 역량을 입증하였고 시험비행은 3,900시간을 넘겼다. 그러나 인

도는 당초 2013년(ANA)에서 거듭 연기되었고, 2019년 SpaceJet으로 브랜드를 변경하고 2020년 10월 개발을 일단 중지한 끝에, 2023년 2월 7일 MHI는 결산 발표에서 개발 중단을 공식화하며 그 사유를 기술(개발 장기화), 제품(해외 파트너 협력 확보 곤란), 고객(스코프 클로즈 미완화로 M90의 시장 부적합), 자금(형식증명 취득에 추가 거액 소요로 사업성 불투명)의 네 가지로 밝히고, “고도화된 민간 항공기 형식인증 프로세스에 대한 이해 부족“을 반성점으로 명시하였다(미쓰비시중공업, 2023). 사업 법인의 부채는 2024년 3월 말 기준 약 6,413억 엔으로 공시되었다(미쓰비시중공업, 2024). METI는 2024년 「항공기산업전략」에서 이 경험을 인증 프로세스 이해・경험 부족, 해외 공급망 관리 경험 부족, 시장환경 변화(스코프 클로즈 미완화・리저널 기 시장 축소), 민간 1사 단독 추진 방식의 한계라는 네 요인의 복합 작용으로 공식 회고하였다. 비행 실증에는 성공했으나 인증・시장 진입이라는 전환 단계에서 좌초한, 기술 성공・전환 실패의 전형이다. 선정기준의 언어로는, 기술이 완성되고도 인증이라는 제도적 관문을 통과하지 못한 ③의 ’경로성’ 미충족 사례다.

이 회고가 실패학습의 관점에서 갖는 의미는 작지 않다. 사업 중단(2023년 2월)으로부터 1년여 만에 주무 부처가 실패 요인을 공식 문서로 특정해 공표했고, 인증 프로세스의 이해・경험 부족, 해외 공급망 관리 경험 부족, 시장환경 변화, 1사 단독 방식의 한계라는 그 진단은 차기 완제기 사업의 설계 조건으로 명시되었다. 실패의 원인규명・정보공개・학습환류라는 본 연구의 정책환류 기준(⑤)에 비추어 보면, MRJ는 사업으로는 실패했으나 실패관리로는 참조할 만한 사례이며, 이 점이 4장 제언의 비처벌 실패분석보고(FAR) 제도화와 직접 연결된다.

도출 결정요인은 보완재・사용맥락(D4)이다. Teece(1986)의 보완자산 이론이 지적한 대로, 혁신가가 보완자산을 통제하지 못하면 기술적 성취는 가치로 전환되지 않는다. 정책적으로 이 사례는 정부R&D 지원이 ’기술개발비’에 국한될 때 무엇이 남는지를 보여준다. 인증 역량은 자금으로 즉시 구매할 수 없는 축적형 자산이며, 항공기・의료기기・원자력처럼 인증이 시장 진입의 관문인 영역에서는 인증 역량 확보 자체가 R&D 지원 설계에 포함되어야 한다.

기술성과 측면에서 이 사례의 신규성은 세계 최초형이 아니라 역량 복원형이다. YS-11 이후 반세기 동안 끊어져 있던 제트 여객기의 자력 설계・통합 역량을 복원하는 것이 과제였고, 복합재 주익 등 신기술 요소를 포함한 완전 신규 설계라는 점에서 추격・모방과 구별된다. 기술 완성도는 비행으로 입증되었다. 2015년 11월 초도비행에 성공했고 시험비행 누계가 3,900시간을 넘어 비행체로서의 성립은 실증되었다. 그러나 여객기의 완성도는 비행 성능만으로 끝나지 않는다. 형식증명이라는 제도적 확인 절차를 통과해야 상업 운항이 가능한데 이 확인을 끝내 받지 못했으므로, 완성도는 ’비행 실증 완료・인증 미완’으로 정확히 기술해야 한다. 기술활용성을 보면, 완성 기체 다수와 축적된 설계・시험 데이터, 그리고 국가가 정비한 심사 체제 경험이 활용 가능한 자산으로 남았고, METI가 2024년 항공기산업전략에서 이 경험의 승계를 명시한 것 자체가 자산성의 방증이다.

전환성과 측면에서 구현성은 시험비행이 가능한 실기체로 구현되고 양산 준비도 진행되었으므로 충족된다. 결정적 미충족은 경로성이다. 여객기의 시장 진입 경로는 형식증명이라는 단일

관문을 반드시 지나는데, 주요 설계변경과 적합성증명계획 미합의, 시험계획 지연이 겹치며 계획 변경이 6회에 이르렀고 미국 FAA와 일본 JCAB 어느 쪽의 증명도 얻지 못했다. 관문이 닫히자 뒤의 항목들이 연쇄로 무너졌다. 시장확산성은 한때 400기를 넘던 수주가 취소되며 미충족으로 귀결되었고, 스코프 클로즈(미국 항공사 노사협정의 기체 규모 제한) 미완화로 최대 시장인 미국에서 주력 기종을 팔 수 없게 된 것은 시장 진입 규칙이라는 두 번째 관문도 개입 범위 밖에 있었음을 보여준다. 수용성은 인도된 기체가 없어 판정 단계에 이르지 못했다. 기술 축 충족(인증 미완의 단서 포함)과 전환 축의 경로성 미충족 및 그 연쇄가 Cell B 배치의 근거이며, 정부 지원이 기술개발비에 국한될 때 무엇이 비는지를 보여주는 표본이다.

국내 시사점은 다음과 같다. 첫째, 완제품 수출형 대형 R&D에서는 기술개발 지원과 나란히 인증·표준 대응 역량을 정부 지원의 범위에 포함할 필요가 있다. 둘째, 목표 시장의 제도·규칙에 대한 사전 분석이 기술 사양 결정에 선행해야 한다. 셋째, METI가 실패 요인을 공식 문서로 회고한 경위 자체가 실패 경험의 기록·공개가 후속 기획의 학습 자산이 됨을 보여준다.

③ Concorde-MRJ

Concorde(1962년 조약 체결 기준~2003)와 MRJ(2003년 선행 사업 착수 기준~2023)는 40년의 시차, 다른 대륙, 다른 정치체제, 다른 산업 구조에서 진행되었음에도 실패의 구조가 사실상 동일하다. 두 사례 모두 ① 정부가 상당한 자금으로 기술목표를 달성했고, ② 기획단계에서 “누가 이 기술의 편익을 어떤 조건에 살 것인가“가 정의되지 않았거나 시장 진입의 관문(수요검증·인증)이 개입 범위 밖에 있었으며, ③ 그 결과 기술이 완성될수록 시장·국민과 멀어졌다. 아래에서는 두 사례를 CIMO의 네 차원에서 나란히 놓고 비교한다.

맥락(C)을 보면 두 사업은 착수 동기가 달랐다. Concorde는 냉전기 국가 위신과 기술주권 경쟁 속에서 영·프 양국이 초음속 여객기라는 미검증 프런티어에 나선 사업이었고, MRJ는 YS-11 이후 반세기 동안 끊겼던 제트 여객기의 자력 설계 역량을 복원하려는 산업정책에서 출발했다. 기술 과제의 성격도 세계 최초형과 역량 복원형으로 달랐다. 그러나 두 사업 모두 국가적 과제로 착수되어 기획 단계에서 시장의 수요 검증을 거치지 않았다는 점은 같다. Concorde는 상업 초음속 운송의 경제성·소음·환경 조건을 누구도 입증하지 못한 상태에서 착수되었고, MRJ는 최대 목표 시장인 미국의 진입 규칙(스코프 클로즈)과 형식증명 절차에 대한 사전 분석 없이 기술 사양이 결정되었다. 기술이 완성되면 시장이 따라온다는 전제가 두 사업의 출발점에 공통으로 놓여 있었다.

개입(I)의 형태는 정반대에 가까웠다. Concorde는 기획·개발·제조·운항까지 정부가 전액 부담한 수직통합형(유형①②③⑦)이었고, MRJ는 요소기술 개발에 국비 약 500억 엔을 보조한 공급측 지원형이었다. 그러나 개입 좌표를 겹쳐 보면 비어 있는 자리가 같다. 시장이 실제로 작동하는 관문인 수요 검증과 인증·진입 규칙은 두 사업 모두 개입 설계의 바깥에 있었고, 정부 개입 7유형 가운데 수요창출(④)이 두 사례에서 공통으로 비어 있었다. 같은 항공우주·대형 기술 영역에서 성공한 팰컨9은 초기 선도투자와 함께 앵커 고객이라는 보장된 수요(유형④)가 개입에 포함되어 있었고, mRNA 역시 선구매계약이 수요 불확실성을 없앴다는 점과 대비된다. 수요를 사전에 조직했는가라는 한 항목이 Cell A와 Cell B를 가른 공통 변수로 확인되며, 이

관찰이 사례 교차 종합(라)에서 '개입의 총량보다 비어 있던 단계가 성패를 갈랐다'는 결론과 수요견인(D1)의 결정요인 도출로 이어진다.

메커니즘(M)에서 실패가 표면화된 단계는 달랐다. Concorde는 인증을 통과하고도 시장확산성에서, MRJ는 인증(경로성)에서 멈췄다. 그러나 구조는 같다. 두 사업 모두 '기술을 완성하면 시장은 따라온다'는 전제 위에서 기획되었으므로, 기술목표가 달성될수록 시장 밖의 성립 조건이 채워지지 않은 채 매몰비용만 쌓였다. 중단 결정의 거버넌스를 비교하면 두 사례의 매몰 구조가 어디서 갈렸는지 드러난다. Concorde는 1964~65년 영국 정부가 중단을 시도했으나 탈퇴조항 없는 조약과 배상 위험에 막혀 무산되었고, 수요 전망이 무너진 1973년 이후에도 사업은 계속되어 최종 개발비가 당초의 약 7배(11억 5,400만 파운드)에 이르렀다. 반면 MRJ는 민간 기업의 결산 판단으로 2020년 개발이 일단 중지되고 2023년 공식 중단되었다. 중단 옵션이 살아 있었기에 손실은 사업 법인의 부채(약 6,413억 엔)로 확정되고 봉합될 수 있었다. 같은 실패라도 출구 조항이 있는지에 따라 매몰의 총량과 종결 가능성이 달라지므로, 대형 R&D에서는 계약·거버넌스 설계가 기술 기획만큼 중요하다. 40년의 시차, 다른 대륙, 다른 개입 형태에서 같은 구조가 반복되었다는 사실은 이것이 특정 사업의 실수가 아니라 기술목표 중심 기획의 구조적 맹점임을 뜻한다. 뒤의 NuScale(인증 통과 후 수요처 부재)과 FCEV(제품 완성 후 보완재 부재)까지 겹쳐 읽으면, Cell B 다섯 사례는 실패의 지점만 다를 뿐 '기술 축 바깥의 성립 조건'이라는 같은 축 위에 놓인다.

결과(O)는 실패 비용이 누구에게 돌아갔는가에서 갈린다. Concorde는 개발·생산·운항 지원까지 공적 재정이 전액을 부담해 영국 정부의 관련 총지출만 13억 5,000만 파운드(수입 상계 후 10억 6,000만 파운드)에 이르렀고, 실패의 비용은 온전히 납세자에게 돌아갔다. MRJ는 국비 보조가 요소기술 개발 약 500억 엔에 한정되었고, 사업화 투자와 그 손실(사업 법인 부채 약 6,413억 엔)은 민간이 부담했다. 실패 확률이 있는 대형 기술개발에서 위험분담의 설계는 성공 확률만이 아니라 실패했을 때 비용이 누구에게 돌아가는가를 결정하며, 이 관점에서 두 사례는 전액 공공 부담과 민간 위험 분담이라는 양 극단의 결과를 보여준다. 실패 기록의 공개 수준도 결과의 일부로 비교할 수 있다. Concorde의 실패는 의회 회의록(Hansard)과 의회도서관 브리핑이라는 입법부의 기록으로 남아 사후 연구의 사료가 되었고, MRJ의 실패는 주무 부처(METI)가 1년여 만에 산업전략 문서로 요인을 특정해 공표했다. 경로는 다르지만 두 나라 모두 실패의 원인규명과 공개를 공식 문서로 했다는 공통점이 있고, 이는 '실패' 용어가 평가체계에서 사라진 뒤 실패 경험을 축적할 공식 통로가 없는 국내 상황과 대비된다.
이 반복은 D3(수혜자 정의 정합성)와 D4(보완재·사용맥락)가 특정 시대의 우연이 아니라 정부 주도 메가프로젝트의 구조적 함정임을 시사한다. 정부가 대규모 기술개발을 직접 기획할 때에는 기술목표와 별도로 편익 수혜자·수요 검증·시장 진입 관문을 사전에 명세하고, 그 명세를 사업 계속 여부의 점검 항목으로 삼는 장치가 필요하다. 이것이 뒤의 정책 제언에서 제안하는 '기획단계 수혜자 정의 의무화'의 직접 근거이다. 두 사례에서 귀납된 결정요인인 수혜자 정의 정합성(D3)과 보완재·사용맥락(D4)이 진단도구에서 수혜자 관점의 문항(예: 편익의 향유 가능성을 묻는 G4)과 기획단계 수혜자 정의 의무화 제언으로 이어졌다는 점에서, 실패 사례가 측정도구와 제도 개선 양쪽에 쓰인 것이다.

이 비교는 측정 도구 설계에도 직접 관련된다. 두 사례는 모두 국민이 편익을 경험해 보지 못한 채 종결된 성과이므로, 만족도형 문항으로는 응답 자체가 불가능하다. 실패 사례에 대한 국민 인식을 관찰하려면 성과의 서사를 제시하고 그에 대한 반응을 묻는 비네트 방식이 필요하다. 본 연구가 본조사 제언에서 기술 성공·전환 실패(Cell B)의 국내 대응 사례를 비네트로 추가하도록 한 것은 이러한 판단에 따른 것이다.

④ 일본 FCEV

수소연료전지차(FCEV)는 기술이 완성되어도 보완재·사용맥락이 없으면 체감 공백이 발생함을 보여주는 최신 사례이다. **맥락·개입(C·I)**을 보면, 일본 정부는 2017년 「수소기본전략」에서 FCEV 보급 목표를 2020년 4만 대, 2025년 20만 대, 2030년 80만 대로, 수소충전소를 2020년도 160개소·2025년도 320개소로 설정하였고(재생가능에너지·수소등관계각료회의, 2017), 2019년 개정 「수소·연료전지 전략 로드맵」에서 이를 재확인하였다(수소·연료전지전략협의회, 2019). 지원도 두터웠다(유형②③⑤). 구매보조는 주력 차종(토요타 미라이) 기준 대당 최대 145만 3,000엔(2024년도 보정예산 기준)이었고(차세대자동차진흥센터), 충전소는 정비비의 최대 3분의 2에 운영비의 3분의 2까지 보조되었다(자원에너지청, 2021).

메커니즘(M)의 단절 지점은 명확하다. 정부가 핵심 기술과 단품 보조에는 투자했으나(가능화 성공), 충전 네트워크의 임계 밀도·가격경쟁력·중고차 잔존가치 등 보완자산의 시스템적 결합이라는 핵심 개입이 부재하여 사용맥락이 형성되지 못했고, 소비자 채택이 무너지며 배터리전기차(BEV)에 밀렸다(전환 단절). METI 스스로 상용차 분야에서 완성차·인프라·수요기업이 서로의 투자를 기다리는 삼자 교착을 공식 문서로 지적하고 있다(경제산업성, 2023). 이는 Teece(1986)의 보완자산 이론과 Geels의 다층적 관점에서 니치-레짐 정렬 실패의 최신 실증이다.
같은 시기 배터리전기차와의 대비는 보완재 요구 구조의 차이를 드러낸다. 전기차는 가정·건물의 기존 전력망이라는 이미 깔린 인프라를 초기 보완재로 쓸 수 있어, 전용 충전망이 성기던 시기에도 야간 완속 충전으로 사용맥락이 성립했다. 반면 수소차는 전용 충전소 없이는 한 대도 운행할 수 없어, 보완재의 임계 밀도가 채워지기 전까지는 기술 완성도와 무관하게 수용이 봉쇄된다. 곧 D4(보완재·사용맥락)의 요구 수준은 기술 계통에 따라 다르며, 보완재 의존도가 높은 기술일수록 인프라 구축을 R&D 지원과 분리할 수 없다는 것이 이 대비의 함의다.

결과(O)는 공식 통계를 통해 확인할 수 있다. 차세대자동차진흥센터(NeV) 판매통계 기준 FCEV(승용) 판매는 2021년도 1,997대에서 2022년도 490대로 4분의 1 수준으로 줄었고 2023년도에도 572대에 그쳤으며, 보유대수는 2024년 3월 말 7,748대로 2030년 목표(80만 대)의 1%에 미치지 못한다(차세대자동차진흥센터 판매·보유통계). 충전소는 2023년 2월 기준 179개소로 2025년도 목표의 약 56%다(경제산업성, 2023). 토요타가 공식 발표한 미라이의 글로벌 누적 판매도 출시 10년간 약 2만 8,000대에 머문다(Toyota, 2025). 2023년 6월 개정 수소기본전략은 80만 대 목표를 승용차 환산 기준으로 유지하되 정책의 중점을 상용차로 전환하였다(재생가능에너지·수소등관계각료회의, 2023). 선정기준의 언어로는 충전 인프라·잔존가치라는 개인 수준의 이용 장벽이 남은 ③의 '수용성' 장벽 사례다. MRJ가 제도적 보완자산(인증)의 결여를 보여

준다면 FCEV는 물리적·시장적 보완자산(충전 인프라·잔존가치)의 결여를 보여주며, 두 사례를 겹쳐 읽으면 결정요인 D4가 제도와 인프라 양쪽을 포괄함이 드러난다.

기술성과의 세 항목은 충족된다. 수소를 전기로 바꾸는 연료전지 스택과 고압 수소저장 기술은 내연기관·배터리와 계통이 다른 동력 기술이며, 이를 양산 승용차 수준으로 통합한 것은 세계적으로도 소수 기업만 이른 핵심기술 요소다. 기술완성도는 시판 실적에서 확인된다. 미라이는 2014년 출시 이래 세대 개량을 거치며 판매되는 양산 승용차이고, 3분대 충전과 장거리 주행이라는 사용 성능도 제품 수준에서 구현되었다. 기술활용성도 완성차·부품 산업의 형태로 충족된다. 이 사례에서 기술 축은 논쟁의 여지가 크지 않으며, 문제는 그 완성된 기술이 놓일 사용맥락이었다.

전환성과 측면에서 구현성은 양산 제품으로 충족되고, 차량 인증과 판매망이라는 시장 내 경로가 열려 있었으므로 경로성도 형식상 충족된다. 그러나 시장확산성은 미충족이다. 보급 실적은 2030년 목표 80만 대의 1%에 못 미치는 보유 7,748대(2024년 3월 말)에 머물렀고, 판매는 2021년도 1,997대에서 이듬해 490대로 급감했으며, 같은 기간 시장은 배터리전기차 중심으로 재편되었다. 결정적 미충족은 수용성인데, 수용을 막은 것은 차량이 아니라 차량 바깥이었다. 충전소는 2023년 2월 기준 179개소로 목표의 절반 수준이었고, 낮은 인프라 밀도는 중고차 잔존가치 불안으로 이어져 개인의 구매 판단 단계에서 편익 접근을 막았다. METI 스스로 완성차·인프라·수요기업이 서로의 투자를 기다리는 삼자 교착을 공식 문서로 지적했다는 점에서, 이 미충족은 소비자 선호의 문제가 아니라 보완자산 결합의 설계 실패다. 기술 축 충족과 전환 축의 수용성(및 시장확산성) 미충족이 Cell B 배치의 근거이며, MRJ의 제도적 보완자산(인증)과 짝을 이루어 결정요인 D4가 제도와 인프라 양쪽을 포괄함을 실증한다.

국내 시사점은 다음과 같다. 첫째, 단품(차량) 보조와 인프라 정비를 분리 집행하는 방식으로는 보완자산의 임계 밀도가 형성되기 어렵다. 인프라 결합형 기술의 성과관리는 보급 대수와 함께 인프라 밀도·이용 편의를 결합한 지표로 설계될 필요가 있다. 둘째, 일본이 2023년 목표를 유지하면서 수단을 상용차 중심으로 전환한 경위는, 보급 목표의 정기 재검토와 경로 수정을 성과관리의 일부로 제도화할 필요를 보여준다.
2023년 6월의 전략 개정은 목표를 포기한 것이 아니라 경로를 바꾼 것이었다. 승용차 환산 80만 대라는 총량 목표는 유지하되 정책의 중점을 트럭·버스 등 상용차로 옮겼다. 상용차는 차고지를 거점으로 운행하므로 소수의 충전소만으로도 실제 사용이 가능하고, 대당 수소 소비량이 커서 인프라 가동률 문제도 덜하다. 즉 승용차보다 보완재 요구 수준이 낮은 부문으로 수요를 다시 정의한 것이다. 실패 원인 진단(보완재 공백)이 경로 수정의 논리로 그대로 이어졌다는 점에서, 이 사례는 실패 후 학습이 정책 문서로 확인되는 드문 경우이기도 하다.

⑤ NuScale SMR (미국)

NuScale 소형모듈원전(SMR)은 기술이 인증되어도 수요처·경제성이 없으면 전환에 실패함을 보여주는 2020년대 메가프로젝트 사례이다. **맥락·개입(C·I)**을 보면, 미국 에너지부(DOE)는 2014년부터 경쟁형 비용분담으로 NuScale의 설계개발·인증을 지원하였고(2014~2018년 2억

2,600만 달러; GAO, 2022), 유타주 지방자치단체 전력공사연합(UAMPS)의 Carbon Free Power Project(CFPP)는 2015년 착수되었다. 2020년 10월 DOE는 CFPP에 10년간 최대 13억 5,500만 달러의 비용분담을 결정하였다(DOE, 2020). 원자력규제위원회(NRC)는 2020년 9월 NuScale 표준설계(모듈당 50MW)에 표준설계승인을 발급하고 2023년 1월 이를 미국 최초의 SMR 설계인증으로 법전화하여(NRC, 2020; 2023), 기술목표의 달성, 곧 가능화는 성공하였다. MRJ가 인증에서 좌초한 것과 달리 NuScale은 인증을 통과했다는 점에서, 이 사례는 인증 이후에도 전환이 실패할 수 있음을 보여주는 보완 사례로서 가치가 있다.

메커니즘(M)의 단절은 비용과 수요에서 일어났다. 2023년 1월 확정된 사업비 재추정에서 목표 전력단가는 MWh당 58달러에서 89달러로 53% 상승하였고(금융비용 포함 총사업비 93억 달러; NuScale, 2023; UAMPS, 2023), 급격한 인플레이션과 자재가격 상승이 주된 원인으로 제시되었다. 전력 구매 약정(구독)은 사업 지속 요건인 370MW(발전용량 462MW의 80%)에 미달하였다(UAMPS, 2023). . 아울러 인증을 마친 설계는 50MW 모듈인 반면 CFPP가 채택한 77MW 6모듈 구성은 취소 시점까지 별도 승인 전이어서(77MW 설계의 표준설계승인은 2025년 5월에야 발급), 인증과 실제 사업 구성 사이의 간극도 남아 있었다.

결과(O)로 2023년 11월 8일 NuScale과 UAMPS는 충분한 구독을 확보할 가능성이 낮다는 이유로 CFPP의 상호 종료를 발표하였다(NuScale・UAMPS 공동 발표문, 2023). 미국 의회조사국은 취소 원인을 구성원들의 구매 약정 부족으로 기록하였고(CRS, 2025), DOE 감찰관실은 2026년 감사보고서에서 지원 결정 이전 단계의 구독 리스크 평가 실패와 연방분담금 선지급 구조를 공식 지적하였다(DOE OIG, 2026). 기술 인증은 시장 성립의 필요조건일 뿐 충분조건이 아닌 것이다. 선정기준의 언어로는 인증(경로성)은 통과했으나 수요처 확보에 실패한 ③의 '시장확산성' 미충족 사례다.

이 사례에서 도출되는 결정요인은 수혜자 정의 정합성(D3)이며, 여기에 보완생태계 미확보(D4)와 전력이라는 간접 도달경로(D5)가 함께 작용하였다. Concorde・MRJ와 함께 읽으면, 정부주도 대형 기술개발에서 반복되는 실패의 축이 기술이 아니라 수요・보완자산・도달경로의 설계에 있음이 세 시대・세 산업에서 확인된다.

기술성과의 세 항목은 다음과 같이 충족된다. 원자로・증기발생기・가압기를 하나의 모듈에 담아 공장에서 제작하고 현장에서 조립하는 일체형 설계는 현장 건설 중심의 기존 대형 경수로와 구별되는 핵심기술 요소이며, 자연순환 냉각 등 피동 안전 개념을 반영한 이 설계는 미국 규제 역사상 처음으로 SMR 인증을 받았다. 기술완성도는 규제 절차에서 확인되었다. NRC의 표준설계승인(2020년 9월)과 설계인증 법전화(2023년 1월)는 제3의 규제 당국이 설계의 타당성을 심사해 확인한 결과이며, 출력을 높인 77MW 설계도 2025년 5월에 승인되었다. 기술활용성 면에서는, 인증된 표준설계가 그 자체로 권리화된 자산이 되어 후속 사업이 참조・활용할 수 있는 형태로 남아 있다. 다만 이러한 완성도와 활용성은 설계 단계의 것이며, 실물 발전소 단계의 실증은 이루어지지 않았다는 한계를 함께 밝혀 둔다.

전환성과의 네 항목에서 본 사례의 특수성이 드러난다. 경로성은 충족되었다. 원자력에서 가장 높은 제도 관문인 설계인증을 통과했으므로, 인증에서 멈춘 MRJ와는 정반대다. 그러나 결정적 미충족은 시장확산성이었다. 첫 실증 사업(CFPP)의 성립 요건은 발전용량의 80%(370MW) 구매 약정이었으나 확보된 구독은 요건에 미달하였고, 재추정 과정에서 목표 단가가 MWh당 58달러에서 89달러로 53% 오르자 남은 수요마저 이탈해 2023년 11월 사업이 상호 종료되었다. 그 결과 구현성은 미완으로 남았다. 착공 전에 종료되어 실제 플랜트로 구현되지 못했고, 편익이 도달하지 않았으므로 수용성은 판정 단계에 이르지 못했다. 인증 통과는 시장 성립의 충분조건이 아니며, 자본집약 기술에서는 수요 약정이 인증과는 별개의 성립 조건이다. 경로성 충족・시장확산성 미충족이라는 이 조합이 Cell B 배치의 근거다.

국내 시사점은 다음과 같다. 첫째, 초기 수요(앵커 수요)의 확보가 기술 인증과는 별개의 성립 조건이라는 점이다. 자본집약적 에너지 기술의 성과관리는 인증・실증 지표와 함께 구매 약정률 같은 수요 측 지표를 병행 점검할 필요가 있다. 둘째, 감사・의회의 사후 평가가 실패 경험을 제도 학습으로 전환하는 통로가 된다는 점이다. 감사기관이 리스크 평가와 지급 구조의 문제를 공식 기록으로 남긴 것처럼, 실패의 원인 규명과 공개는 후속 사업 설계의 근거가 된다.

이 사례는 실패 이후의 사후 평가까지 살펴볼 필요가 있다. 의회조사국은 취소 원인을 구성원들의 구매 약정 부족으로 공식 기록했고(CRS, 2025), 에너지부 감찰관실은 지원 결정 전에 구독 리스크를 평가하지 않은 절차와 연방 분담금의 선지급 구조를 감사보고서에서 지적했다(DOE OIG, 2026). 실패 원인이 의회・감사기구의 독립된 기록으로 남고, 그 기록이 후속 사업의 심사 기준을 바꾸는 이 과정은 본 연구가 정책환류 가능성(⑤)에서 요구하는 원인규명・정보공개・학습환류가 실제로 작동하는 모습이다. 국내 실패관리 제도화 제언은 이를 참조점으로 삼는다.

⑥ 영국 NHS COVID-19 접촉추적앱

NHS 접촉추적앱은 기술이 작동해도 수용성・신뢰・확산설계가 없으면 전환에 실패함을 보여주는 최신 사례이다. **맥락・개입(C・I)**을 보면, 영국 보건사회복지부(DHSC)는 팬데믹 초기 자체 중앙집중형 앱을 개발해 와이트섬에서 시범 운영했으나 2020년 6월 18일 이를 접고 Apple-Google 노출통지 프레임워크 기반으로 전환하였으며(DHSC, 2020), 영국 감사원은 이를 자체 앱의 폐기로 기록한다(NAO, 2021). 2020-21년 앱에 지출된 비용은 폐기된 자체 앱 개발분을 포함해 7,600만 파운드였다(NAO, 2021). 전환 후의 기술(노출통지 API)은 정상 작동하였다(가능화 성공, 유형②⑦).

그러나 **결과(O)**로, 접촉추적앱은 네트워크 외부성이 강해 보급률이 높을수록 효과가 커지는 구조였음에도 실제 보급은 정체되었다. 2020년 말 기준 정기 사용자는 약 1,650만 명으로 잉글랜드・웨일스 인구의 약 28%에 머물렀고(Wymant et al., 2021, Nature), 2021년 4월까지 다운로드는 2,330만 건이었다(NAO, 2021). 같은 연구는 2020년 가을~연말에 앱이 예방한 감염을 모형 기준 약 28만 건, 통계 기준 약 59만 건으로 추정하였으나, 감사원은 이 추정이 모형 가정에 따라 크게 달라진다는 불확실성을 함께 지적하였다(NAO, 2021). 하원 공공회계위원회는 2021년

3월 사업 전체의 효과성에 대한 명확한 증거가 없다고 평가하였고, 같은 해 10월에는 감염 전파 차단이라는 주된 목표를 달성하지 못했다고 결론지었다(House of Commons Committee of Public Accounts, 2021a; 2021b). 앱은 2023년 4월 27일 서비스가 종료되었으며, 최종 누적 다운로드는 약 3,175만 건, 접촉 알림은 약 1,934만 건이었다(UKHSA, 2023).

메커니즘(M)의 단절 원인은 기술이 아니라 신뢰·소통과 결합된 사회적 확산 장벽이었다. 프라이버시 우려, 정부의 소통 부족, 디지털 접근성 격차, 정부신뢰 저하가 겹쳐 임계 보급률에 도달하지 못하고 방역 효과와 국민 수용이 모두 실패하였다(전환 단절). 1년간의 사용 경험을 추적한 연구는 신뢰의 훼손과 유용성 회의가 사용 중단·삭제로 이어지는 과정을 보고한다(Pepper et al., 2022, JMIR — 종단 인터뷰 기반의 소규모 정성 연구로, 경향 서술에 한정해 인용한다). 여기서 D7(확산설계)의 진입장벽은 기술을 설치할 수 있는가가 아니라 신뢰하고 계속 사용하는가의 문제였다. 이는 후술할 MP3(낮은 진입장벽으로 자발적 확산)와 정확히 대조되어 D7의 양극을 실증한다. 선정기준의 언어로는 기술이 작동하고도 신뢰라는 비물리적 장벽을 넘지 못한 ③의 '수용성' 장벽 사례다.

도출 결정요인은 확산설계·진입장벽(D7)과 귀속성·신뢰(D8)이며, 확산설계가 기술 배포뿐 아니라 신뢰 형성·소통·접근성 격차 해소를 포함해야 함을 시사한다. 한편 널리 인용되는 Test & Trace 사업비 "약 370억 파운드"는 집행액이 아니라 2년치 예산 배정액(2020/21년 222억 + 2021/22년 약 150억 파운드)이라는 점에 유의해야 한다. 영국 감사원(NAO) 확인 기준 2020/21년 예산 222억 파운드 중 실집행은 135억 파운드로 39%가 미집행되었으며, 누적 실지출은 2022년 6월 기준 약 257억 파운드로 보고된다. 즉 이 사례는 예산 규모의 문제라기보다, 집행된 예산조차 국민 수용으로 이어지지 못한 확산설계의 실패에 해당한다.

기술성과 측면에서 보면, 인구 단위의 디지털 접촉추적은 팬데믹 이전에 선례가 없던 새로운 공중보건 개입이었다. 다만 이 사례의 기술 요소는 단서를 달아 판정해야 한다. 정부가 자체 개발한 중앙집중형 앱은 시범 단계에서 폐기되었고, 실제 배포된 앱의 핵심 기능은 Apple-Google 노출통지 프레임워크를 채택해 확보했다. 곧 차별성은 자체 원천기술이 아니라 국가 단위 구현이라는 시스템 수준에 있으며, 핵심 기능이 플랫폼 사업자에 종속되었다는 사실 자체가 이후 설계 재량(예: 데이터 수집 범위)을 제약했다. 기술완성도는 전환 후에 확보되었다. 앱은 기술적으로 정상 작동했고, 2021년 4월까지 2,330만 건이 다운로드되는 전국 배포를 감당했다. 기술활용성도 배포 가능한 앱이라는 형태로 실현되었고, 모형 기준 약 28만 건에서 통계 기준 약 59만 건에 이르는 감염 예방 추정(Wymant et al., 2021, 불확실성 병기)이라는 산출도 남겼다.

전환성과 측면에서 구현성과 경로성은 충족된다. 앱으로 구현되어 정부 공식 채널로 배포되었고 제도적 관문도 없었다. 문제는 그다음이었다. 이 사례에서 보급의 임계 규모를 뜻하는 시장확산성이 미충족이다. 접촉추적은 보급률이 높을수록 효과가 커지는 네트워크 외부성 구조인데, 정기 사용자는 인구의 약 28%(약 1,650만 명)에서 정체해 임계 규모에 이르지 못했다. 결정적 미충족은 수용성이며, 그 장벽은 물리적이지 않았다. 설치는 무료였고 기기 보급도 충분했

지만, 프라이버시 우려・정부 소통 부족・디지털 접근성 격차・정부 신뢰 저하가 겹쳐 국민이 설치와 지속 사용을 선택하지 않았다. 하원 공공회계위원회는 주된 목표의 미달성을 공식 결론으로 냈고(2021), 사용 중단 과정을 추적한 연구는 신뢰 훼손이 삭제로 이어지는 경로를 보고한다(Pepper et al., 2022). 기술 축 충족(플랫폼 종속의 단서 포함)과 전환 축의 수용성 미충족, 그리고 수용 장벽이 신뢰라는 비물리적 요인일 수 있음을 보여주는 이 구조가 Cell B 배치의 근거이자 D7・D8의 실증이다.

보조 비교사례로 한국 WiBro(2004~2013)를 함께 언급한다. 정부가 국제표준화까지 견인한 기술이었으나 글로벌 생태계 형성에서 LTE에 밀려 국내 서비스가 종료된 경위는(성욱준, 2014) D7의 국내 판본에 해당한다. 다만 WiBro는 심층분석 대상 16건에 포함하지 않은 보조 비교사례로서, 결정요인 귀납의 주 근거로는 삼지 않고 국내 적용 논의의 참고 사례로 인용한다.

국내 시사점은 다음과 같다. 첫째, 디지털 공공서비스형 R&D의 성과관리는 기술 작동 여부가 아니라 수용・지속 사용을 지표로 삼아야 한다. 보급률・유지율 같은 수용 지표가 기술 지표와 함께 설계될 필요가 있다. 둘째, 신뢰는 사후 홍보가 아니라 설계 단계의 프라이버시 보호와 투명한 소통으로 확보된다. 정부 주도 앱・플랫폼 사업의 기획 단계에서 신뢰 형성 계획을 확산설계의 일부로 요구할 필요가 있다.

(3) Cell C — 기술 저강도・전환 성공 (기술 강도는 낮으나, 전환에 성공한 사례)

Cell C는 단순・저강도 기술이 큰 사회 전환을 일으킨 사례군으로, “기술 미흡 ≒ 전환 실패“를 보여준다. 이 군은 Cell B와 함께, 기술적 우수성만으로 평가할 경우 실제로 오분류되는 성과가 존재함을 예시하며 전환경로 적실성을 독립 평가차원으로 둘 실무적 필요를 뒷받침한다. 이 셀의 대표 사례로 흔히 거론되는 M-PESA는 국가R&D 기여경로가 약해 앞의 선정 기준(기여경로의 명확성)에 따라 제외하고, 정부개입이 명확한 사례군으로 재편하였다.

① Landsat 무료・개방 데이터 정책 (미국)

Landsat은 기술혁신이 아니라 ’데이터 무료・개방’이라는 정책 결정이 거대한 민간 전환을 일으킨 가장 전형적인 Cell C 사례로, M-PESA를 대체하는 대표 심층사례이다. **맥락・개입(C・I)**을 보면, 미국 지질조사국(USGS)・항공우주국(NASA)이 운영하는 지구관측 위성 프로그램에서 핵심은 위성 기술 자체가 아니라 2008년 USGS가 데이터를 유료에서 무료・개방으로 전환한 정책이다(제도화 유형⑥ + 대규모 운영 유형⑦). 위성 개발・운영이라는 기술적 기여가 정부에 있음은 분명하나, 전환의 방아쇠를 당긴 것은 기술 진보가 아니라 접근 규칙의 변경이었다.

개방에 이르는 경위를 부연하면 다음과 같다. Landsat은 1972년 7월 23일 1호 위성 발사 이래 반세기 넘게 이어진, 현존 최장의 우주 기반 지구 육지 연속 관측 기록이다(USGS). 그러나 데이터는 오랫동안 유료였다. 1995년 TM 영상은 장당 4,000달러였고, 1999년 이후 Landsat 7 영상도 장당 600달러에 판매되었다(USGS EROS). 2008년 1월 USGS와 NASA의 책임자가 「Landsat 데이터 배포 정책」에 서명하고 같은 해 4월 이를 공식 발표하면서 전체 아카이브

가 무료·개방으로 전환되었으며, 일일 배포량은 개방 전 53장에서 개방 후 5,775장으로 급증했다(USGS, 2018). 이후 데이터가 상용 클라우드와 구글 어스엔진 등 분석 플랫폼에 등재되면서, 다운로드 없이 전 지구 아카이브를 직접 분석하는 이용 방식이 열렸다. 전 지구 21세기 산림 변화를 30m 해상도로 지도화한 Hansen et al.(2013, Science)은 개방 아카이브와 클라우드 분석이 결합했을 때 가능해진 과학의 대표 사례다.

메커니즘(M)은 개방정책이라는 가능화가 원격탐사·지구관측 응용 생태계의 진입장벽을 제거하여 폭발적 확산을 촉발한 전환이다. 일일 다운로드는 개방 전 53건에서 개방 후 5,700건 이상으로 급증하였다. 결과(O)로 정부가 포기한 데이터 판매수입은 연 약 500만 달러에 불과했으나, 그로부터 창출된 사회경제적 가치는 2023년 약 256억 달러로 추정된다(USGS, 2024; Zhu et al., 2019, Remote Sensing of Environment 224).

이 추정치의 산출 경위를 밝혀 두면, 2017년 기준 연 34억 5,000만 달러의 편익을 이용자 설문으로 추정한 USGS 공식 보고서(Straub et al., 2019, USGS Open-File Report 2019-1112)가 선행하고, 2023년 기준 256억 3,000만 달러는 다운로드·클라우드 접근량(장면환산 6,560만 장)과 장당 가치를 결합해 산출한 USGS 국가토지영상(NLI) 프로그램의 후속 평가(2024)다. 개방정책의 파급은 국경도 넘었다. 유럽우주국은 코페르니쿠스 Sentinel 위성의 완전 무료·개방 데이터 정책(2013)을 채택하면서 Landsat 개방정책을 주요 참조로 삼았음을 공식적으로 밝히고 있다(ESA).

이 확산 구조는 차기 계획의 설계에도 반영되어 있다. USGS·NASA가 준비 중인 Landsat Next는 위성 3기 편대로 시간·공간·분광 해상도를 높여 현행 대비 십수 배의 데이터를 수집하는 구성이며, 그 연간 경제가치는 333억~347억 달러로 전망된다(USGS, 2024). 위성 성능의 개선 폭보다 개방 생태계의 승수효과가 가치 전망의 근거가 되고 있다는 점에서, 개방정책은 성과 구조 자체를 바꾸었다.

이러한 격차는 성과 평가의 관점에서 두 가지를 시사한다. 첫째, Landsat은 기술개발과 위성 운영을 정부(NASA·USGS)가 직접 수행한 사례여서, 성과에 대한 정부 기여의 경로가 명확하고 귀속을 둘러싼 논란의 여지가 적다. 둘째, 판매수입이라는 산출·재무 지표만 놓고 보면 개방은 오히려 손실로 기록되지만, 국민과 산업이 체감하는 편익은 개방 이후 크게 확대되었다. 산출 중심 평가로는 포착되지 않는 가치가 존재함을 보여주는 대표적 사례에 해당한다. 선정기준의 언어로는 개방 정책이 접근 장벽을 제거하여 ③의 '수용성'과 '시장확산성'을 동시에 충족시킨 사례다. 이 사례에서 도출되는 결정요인은 확산설계·진입장벽(D7)과 미충족 불편(D6)이다. 한국의 경우에도 공공데이터·연구데이터의 개방 수준을 성과지표의 하나로 설정하는 방안을 검토할 수 있으며, 개방으로 포기하는 수입을 손실이 아니라 확산을 위한 투자로 계상하는 방향으로 회계·평가의 관점을 전환할 필요가 있다.

기술성과 측면에서 이 사례의 성과 단위는 위성 기술이 아니라 2008년의 개방정책이므로, 기술차별성은 저강도로 판정된다. 전환의 방아쇠는 새로운 핵심기술 요소가 아니라 데이터 접근

규칙의 변경이었다. 반면 기술완성도는 정책 이전에 이미 최고 수준으로 쌓여 있었다. 1972년 이래 반세기를 넘는 세계 최장의 연속 지구 육지 관측 기록과, 현재 두 위성(Landsat 8·9)이 8일 주기로 전 지구를 재방문하는 운영 체계(USGS)가 그것이다. 기술활용성도 충족된다. 성과가 표준화된 영상 아카이브라는 즉시 활용 가능한 형태로 존재했기에 규칙 변경 하나로 활용이 폭발할 수 있었다.

전환성과의 네 항목은 모두 충족되며, 개방 전후의 대비가 각 항목의 증거다. 구현성을 보면 데이터는 이미 제품 형태로 구현되어 있었고, 개방은 그 제품의 유통 조건을 바꾼 것이다. 경로성에서는 공식 배포 체계에 더해 상용 클라우드 등재와 구글 어스엔진 같은 분석 플랫폼 접속이 새 활용 경로를 열었고, 일일 배포는 53장에서 5,775장으로 급증했다. 시장확산성에서는 원격탐사 응용이라는 생태계가 형성되어 접근된 영상이 2023년 한 해 장면환산 6,560만 장에 이르렀고, 연간 편익 추정은 2017년 34억 5,000만 달러에서 2023년 256억 3,000만 달러로 커졌다(USGS). 전 지구 산림 변화 지도화(Hansen et al., 2013)나 대수층 관개 지도화(Deines et al., 2017) 같은 성과는 이 생태계가 낳은 과학적 산출의 표본이며, 유럽 코페르니쿠스의 개방정책 채택은 파급이 정책 차원까지 미쳤음을 뜻한다. 수용성에서는 가격이 0이 되면서 개인 연구자와 소규모 기관의 접근 장벽이 사라졌다. 기술 축 저강도·전환 축 전 항목 충족의 이 조합이 Cell C 배치의 근거이자, 산출·재무 지표만으로는 보이지 않는 가치가 실재한다는 본 연구 명제의 증거다.

② MP3 코덱 (독일·EU)

MP3의 확산을 좌우한 것은 기술적 우수성이 아니라 표준 선점과 낮은 진입장벽이었다. **맥락(C)**은 유럽의 디지털 오디오 방송(DAB) 도입을 위해 저비트레이트 고음질 오디오 코딩이 필요했던 상황이다. **개입(I)**에서 독일 프라운호퍼 집적회로연구소(IIS)와 에를랑겐-뉘른베르크대학은 1987년 연구동맹을 맺고 EU EUREKA EU147(디지털 오디오 방송, DAB) 프로젝트 틀에서 저비트레이트 고음질 오디오 코딩을 연구하였다(유형②③). 프라운호퍼는 예산의 약 30%를 독일 연방(BMBF)·주정부 기초재원으로 충당하는 공공 응용연구기관이며, MP3 연구에 대한 단일 투자 총액의 공식 공표는 제한적이므로 본 연구는 투입 규모를 금액이 아니라 재원의 성격으로 기술한다. 이어 MPEG 및 ISO·IEC 체계를 통해 ISO/IEC 11172-3:1993으로 국제표준화하여 개방 표준 확산의 기반을 마련하였다(유형⑥).

개발의 계보를 부연하면, 기원은 1970년대 말 에를랑겐-뉘른베르크대학의 자이처(Seitzer) 교수 연구그룹이 수행한 전화선 음악 전송 연구로 거슬러 올라간다. 이 대학의 박사과정 연구에서 심리음향 원리를 오디오 코딩에 적용한 브란덴부르크(Brandenburg) 등이 프라운호퍼 IIS의 개발팀을 이루었고, 대학의 선행 연구성과가 공공 응용연구기관의 개발로 이어지는 학계-공공연구 연계가 성과의 토대가 되었다(프라운호퍼 IIS 공식 연혁). 표준화는 국제 무대에서 완결되었다. 1988년 설립된 ISO 산하 MPEG 작업반에서 1991년 말 기술개발이 완료되고 1993년 8월 ISO/IEC 11172-3으로 초판이 발행되었으며, 1995년 MPEG-2 오디오(ISO/IEC 13818-3)로 확장되었다. '.mp3'라는 이름은 1995년 7월 14일 프라운호퍼 IIS의 사내 이메일 투표로 결정되었고, 같은 해 최초의 PC용 코덱이 셰어웨어로 배포되면서 대중 확산의 문이 열렸다(프라운호퍼 IIS).

메커니즘(M)의 역설은, 결과물이 음질을 의도적으로 희생한 손실압축 포맷으로 “최고 음질“ 기술이 아니었음에도, 개방 국제표준・작은 파일 크기・무료 유통 생태계와 결합하여 음악 산업 전체를 디지털로 전환시켰다는 점이다. 1995년 ’.mp3’ 확장자 지정 이후 1999년 Napster 등 P2P 공유로 폭발적으로 확산되었고, 2001년 iPod과 2003년 iTunes Store가 합법 다운로드로 시장을 제도화하면서 CD→다운로드→스트리밍의 산업 레짐 전환이 완성되었다. 더욱이 이 전환은 원래 응용목표(DAB 방송)와 무관한 비의도적 경로에서 일어났다.

결과(O)로 국제표준과 포맷을 산출하였으며, 음악 소비・유통의 디지털 전환으로 산업 구조가 근본적으로 변화하였다(다만 Napster에서 비롯된 저작권 침해와 CD 매출 급감 등 기존 산업의 파괴를 동반하였다). 프라운호퍼는 톰슨(후일 테크니컬러)과의 공동 라이선싱으로 특허 존속기간 전체에 걸쳐 누적 수억 유로의 라이선스 수입을 얻었고(프라운호퍼 IIS 공식 — 2005년 한 해 약 1억 유로라는 보도도 있으나 공식 원출처는 확인되지 않아 보도 수준으로 한정한다), 이 수입은 IIS가 프라운호퍼 최대 연구소로 성장하는 재원이 되었다. 라이선싱 프로그램은 핵심 특허의 만료에 따라 2017년 4월 공식 종료되었으며(프라운호퍼 IIS), 개발 책임자는 이 시점에 수십억 대의 기기가 mp3 포맷으로 작동하고 있다고 회고했다. 독일 국내 효과로는 2006년 기준 1만 개 이상의 일자리와 연 3억 유로의 세수 기여가 프라운호퍼 공식 연표에 기록되어 있다. 국민 체감은 매우 높았으나 그 기반 코덱을 만든 독일 공공연구기관의 기여는 거의 인지되지 않는다. 도출 결정요인은 확산설계・진입장벽(D7)과 귀속성(D8)이며, 역사적 대비축인 만큼 D7의 최신 적실성은 NHS앱(실패극)・UPI(성공극)로 보강된다. 정책적으로는 공공이 기술을 만들고 국제표준으로 개방하되 라이선싱으로 투자를 회수하는 모델이 확산과 회수를 동시에 달성한 사례로 참고할 수 있다.

기술성과 측면에서 기술차별성은 저강도로 판정된다. MP3는 음질을 의도적으로 희생하는 손실압축이며, 전환을 좌우한 것은 기술적 우월이 아니라 표준 선점이었다. 다만 저강도 안에도 독자 요소는 있다. 사람의 귀가 듣지 못하는 성분을 골라 버리는 심리음향 모델의 적용은 에를랑겐-뉘른베르크대학의 박사 연구에서 프라운호퍼의 개발로 이어진 이 팀의 고유한 기여였다. 기술완성도는 실용 조건의 충족에서 확인된다. 당대 하드웨어에서 실시간 부호화・복호화가 가능한 코덱으로 완성되었고, 훗날 수십억 대의 기기가 이 포맷으로 작동했다는 개발 책임자의 회고(프라운호퍼 IIS)에서 그 견고성을 확인할 수 있다. 기술활용성은 이 사례의 강점이다. ISO/IEC 11172-3(1993)이라는 국제표준으로 권리화되고 톰슨과의 공동 라이선싱 체계로 관리되어, 특허 존속기간 전체에 걸쳐 누적 수억 유로의 수입과 함께 표준으로서 활용되었다.

전환성과의 네 항목은 모두 충족된다. 구현성을 보면 코덱 소프트웨어와 재생 기기라는 제품으로 구현되었고, 1995년의 PC용 셰어웨어 배포가 대중 구현의 출발점이 되었다. 경로성에서는 개방 국제표준이라는 제도 경로를 선점한 것이 결정적이었다. 누구나 규격에 접근할 수 있었기에 소프트웨어・기기 제조자가 자유롭게 진입했고, 표준의 지위가 사실상 유통 허가의 역할을 했다. 시장확산성에서는 P2P 공유(1999)라는 의도하지 않은 경로로 확산이 폭발한 뒤 iPod(2001)・iTunes Store(2003)로 합법 시장이 제도화되며 CD에서 다운로드로의 산업 재편이

완성되었고, 독일 국내만으로도 2006년 기준 1만 개 이상의 일자리와 연 3억 유로의 세수 기여가 기록되었다(프라운호퍼 공식 연표). 수용성에서는 작은 파일 크기와 무료 소프트웨어가 개인의 진입장벽을 사실상 없앴다. 기술 축 저강도·전환 축 전 항목 충족의 이 조합이 Cell C 배치의 근거이며, '기술의 우월이 아니라 표준과 장벽의 설계가 확산을 결정한다'는 D7의 고전적 실증이다.

두 사례(브라질 Pix, 프랑스 Minitel)는 정부가 결제·통신 인프라를 직접 구축·배포하여 미충족 불편을 해소한 Cell C로, M-PESA와 같은 도메인(핀테크·통신)이면서 정부개입이 명확한 정반대 구조이다. 곧 M-PESA 제외로 생긴 공백을 도메인 차원에서 메우는 사례군이다.

③ 브라질 Pix

맥락(C)은 높은 결제 비용과 금융 배제였다. 브라질의 신용카드 가맹점 수수료는 평균 2.2%로 미국(1.7%)·EU(0.3%)보다 높았고(BIS, 2022), 계좌 간 이체는 느리고 비쌌으며, 전자결제 경험이 없는 인구가 수천만 명 규모였다. 중앙은행(BCB)은 2018년 12월 즉시지급 생태계의 기본요건을 공표(Comunicado nº 32.927)하며 준비에 착수했다.

개입(I)은 중앙은행이 인프라 제공자와 규칙 제정자를 겸한 직접 구축이다(유형②⑥⑦). BCB는 24시간 즉시결제 시스템 Pix를 직접 설계·개발·운영했고, 2020년 8월의 규정(Resolução BCB nº 1)으로 활성 고객계좌 50만 개를 초과하는 금융기관·지급기관의 참여를 의무화한 뒤 2020년 11월 16일 서비스를 개시했다. 요금 설계는 확산을 정조준했다. 개인 이용은 무료로 고정하고, 참여기관이 거래 10건당 0.01헤알을 BCB에 납부해 시스템 운영비를 회수하는 구조를 택했다(BIS, 2022). 개발비는 BCB 총재의 공개 발언 기준 약 400만 달러로 전해지나 공식 예산 문서로 공표된 바는 없어 참고 수준으로 한정한다.

제도화는 다음 순서로 진행되었다. BCB는 2018년 12월 즉시지급 생태계의 기본요건 공표로 방향을 예고하고, 2020년 8월의 규정(Resolução BCB nº 1)으로 참여 의무·운영 규칙을 확정했으며, 11월 정식 가동에 앞서 10월부터 계좌 별칭 등록을 선개시해 초기 수용의 마찰을 줄였다(BCB). 요건 공표에서 가동까지 약 2년이 걸렸다. 중앙은행이 규칙 제정자와 시스템 구축자를 겸했기에 가능한 속도였고, 국제결제은행이 Pix 성공의 두 축으로 '대형 기관 의무 참여'와 함께 '인프라 제공자·규칙 제정자의 이중 역할'을 꼽은 근거가 이 실행 구조다(Duarte et al., 2022).

요금 구조의 국제 비교는 이 개입이 겨냥한 불편의 크기를 보여준다. 도입 전 브라질의 신용카드 가맹점 수수료는 평균 2.2%로 미국(1.7%)·캐나다(1.5%)는 물론 유럽연합(0.3%)을 크게 웃돌았고, Pix의 가맹점 평균 비용 0.22%는 이를 10분의 1로 낮췄다(BIS, 2022). 이용자 축적의 시계열도 가파르다. 출범 15개월 만인 2022년 2월 말 이용 개인이 1억 1,400만 명(성인의 67%)에 이르렀고(BIS), 이후 1억 7,000만 명(인구의 80%)까지 확대되었다. 결제라는 일상 행위 자체가 전환의 단위였기에 가능한 속도다.

메커니즘(M)은 의무 참여로 점화된 네트워크 외부성이다. 국제결제은행은 Pix 성공의 두 요인으로 대형 은행의 의무 참여가 네트워크 효과를 초기에 점화한 것과, 중앙은행이 인프라 제공자이자 규칙 제정자라는 이중 역할을 수행한 것을 지목한다(Duarte et al., 2022, BIS Bulletin No 52). 여기에 전화번호·이메일을 계좌 별칭으로 쓰는 간편한 이용 방식과 개인 무료 원칙이 결합하자, 이용자가 늘수록 가맹점이 늘고 가맹점이 늘수록 이용자가 느는 순환이 빠르게 형성되었다.

결과(O)를 보면, 개시 약 2년 만인 2022년에 Pix는 거래 건수 기준 브라질에서 가장 많이 쓰이는 결제수단이 되었고(브라질은행연합회의 BCB 데이터 집계), IMF는 이를 1인당 거래 건수 기준으로 세계 전자지급시스템 사상 가장 빠른 확산으로 평가했다(IMF Country Report 23/289). BCB 공식 통계 기준 개인 이용자는 1억 7,000만 명을 넘어 인구의 80%에 이르고, 월간 거래는 2026년 1월 70억 건을 넘어섰다(BCB Pix 통계, 2026. 8. 열람). 가맹점 평균 비용은 0.22%로 신용카드(2.2%)의 10분의 1 수준이다(BIS, 2022). 금융포용 효과도 공식 수치로 확인된다. Pix 출범 전 1년간 전자이체 경험이 전혀 없던 7,150만 명이 2022년 12월까지 Pix 이용자로 편입되었고(IMF, 2023), 국제결제은행의 실증 연구는 Pix가 다른 결제수단·은행계좌·신용 접근을 잠식하지 않고 오히려 늘리는 보완 효과를 보고한다(Sampaio & Ornelas, 2024, BIS Papers No 152). 균형을 위해 부작용도 병기한다. 즉시·취소불능 구조는 사기에 악용될 수 있어, BCB는 예방적 차단과 특별환급제도(MED), 중앙집중 사기정보 데이터베이스를 운영하며 IMF도 실시간 대량거래의 사기·자금세탁 리스크 관리를 잔여 과제로 지적한다(IMF, 2023).

국제 비교에서도 이 사례의 위치를 확인할 수 있다. 국제결제은행이 각국의 즉시지급 시스템을 다룬 간행물에서 브라질 Pix와 인도 UPI를 나란히 분석한 것은(BIS Papers No 152), 중앙은행·공공 부문이 결제 인프라를 직접 설계하는 접근이 특정국의 예외가 아니라 하나의 정책 모델로 자리 잡았음을 뜻한다. 두 사례는 확산의 지렛대가 다르다. 인도가 신원 인프라와 정부 이체 수요를 지렛대로 썼다면, 브라질은 대형 기관 의무 참여라는 규제 수단을 썼다. 후발국으로서는 참조할 수 있는 선택지가 하나만은 아닌 셈이다.

이 사례에서는 부작용 관리도 제도화되어 있다. 즉시·취소불능 이체는 확산의 동력인 동시에 사기의 표적이 되므로, BCB는 수취인 계좌를 일시 동결하는 예방적 차단, 사기 확인 시 자금을 되돌리는 특별환급제도(MED), 참여기관이 사기 정보를 공유하는 중앙 데이터베이스를 규정으로 갖추고 이를 지속 보강하고 있다(BCB 공식 자료; IMF, 2023). 아울러 이용자·거래·기관 통계를 매월 공표하는 공식 통계 페이지를 운영해 시스템의 성과와 리스크가 외부에서 검증 가능하도록 했다. 확산 설계와 함께 남용 통제·투명성 장치를 인프라의 일부로 내장한 이 구성은, 공공 결제 인프라를 검토하는 후발국에 확산 대책만큼 중요한 참조점이다.

국민체감 도달경로와 귀속을 보면, 편익의 경로는 짧고 직접적이다. 국민이 매일 쓰는 결제 그 자체가 성과이고, 시스템의 이름과 운영 주체(중앙은행)가 국민에게 직접 노출되므로 귀속도 비교적 명확하다.

기술성과 측면에서 기술차별성은 저강도로 판정된다. 24시간 즉시이체는 기성 기술의 조합이며, 이 사례의 독창성은 기술이 아니라 제도 설계(의무 참여·무료 원칙·중앙은행 직접 운영)에 있다. 기술완성도는 처리 실적에서 확인된다. 시스템은 참여기관 891개(2026년 8월 기준)를 연결해 상시 가동되며, 하루 최다 3억 1,300만 건(2025년 12월 5일), 월간 70억 건을 넘는 거래를 처리했고 월간 거래액은 브라질 월간 GDP의 약 3배에 이른다(BCB 공식 통계). 기술활용성을 보면, 성과는 공공 인프라와 개방 규격의 형태로 존재해 모든 참여기관의 앱·서비스가 같은 기반 위에서 구축된다.

전환성과의 네 항목은 모두 충족된다. 구현성을 보면 전 국민 대상 상시 서비스로 구현되었고, 경로성에서는 중앙은행 규정(활성 계좌 50만 초과 기관의 의무 참여)이 확산의 제도 경로를 처음부터 보장해 2023년 5월 기준 의무 참여 34개 기관을 포함한 799개 기관이 참여하는 구조가 되었다(IMF). 시장확산성에서는 개시 2년 만에 거래 건수 기준 브라질 1위의 결제수단이 되었고, 2022년 한 해 292억 건으로 세계 즉시지급의 15%를 차지하는 세계 2위 시스템이 되었으며(BCB 보도자료, ACI 집계 인용), 국제결제은행의 실증 연구는 이 확산이 기존 결제·계좌·신용을 잠식하지 않고 오히려 늘리는 보완 효과를 가졌다고 보고한다(Sampaio & Ornelas, 2024). 수용성에서는 개인 무료와 별칭 기반 간편성으로 장벽이 사라져 이용자가 인구의 80%(1억 7,000만 명)에 이르렀고, 출범 전 전자이체 무경험자 7,150만 명이 편입되는 금융포용을 낳았다(IMF). 기술 축 저강도·전환 축 전 항목 충족이 Cell C 배치의 근거다.

도출 결정요인은 수요견인·제도(D1)와 미충족 불편(D6)이다. 국내 시사점은 두 가지다. 첫째, 참여 의무화라는 제도 수단이 네트워크형 서비스의 초기 임계 규모 문제를 해결한 경위는, 확산설계에서 보조금 외의 규제적 수단이 갖는 역할을 보여준다. 둘째, 운영비 회수 구조(기관 분담)와 개인 무료 원칙을 분리한 요금 설계는, 공공 인프라의 지속 재원과 국민 접근성을 양립시키는 참고 모델이 된다.

④ 프랑스 Minitel

맥락(C)은 1970년대 후반 프랑스의 국가 전산화 전략이다. 대통령의 위촉으로 작성되어 1978년 간행된 노라-맹크 보고서 『사회의 전산화』는 통신과 정보처리의 결합(télématique)을 국가 과제로 제시했고, 행정 보고서로는 이례적으로 십만 부 이상 판매되며 사회적 의제가 되었다. 같은 해 체신청(DGT)은 전자 전화번호부와 비디오텍스 사업을 각료회의에 제안해 승인을 얻었다. 종이 전화번호부의 연 1억 2,000만 프랑 적자와 번호안내 인력의 과부하가 재정 논거였고, 단말 제조원가와 종이 번호부 비용을 비교해 무상배포가 수년 내 회수된다는 계산이 뒷받침되었다(Cats-Baril & Jelassi, 1994).

개입(I)은 국영 체계의 전 주기 직접 수행이다(위험분산을 제외한 전 유형, 표 2-6). 국영 통신연구소(CNET·CCETT)가 개발한 비디오텍스 기술을 기반으로, 1980년 7월 생말로에서 전자 전화번호부 첫 시험이, 1981년 6월 파리 근교 벨리지에서 2,500가구·100개 서비스의 본격 실험(Télétel 3V)이 실시되었고, 1983년 일에빌렌 도의 전면 실시를 거쳐 전국으로 확대되었다. 핵심 개입은 단말 무상배포였다. 전자 전화번호부를 명분으로 가정에 단말을 무료 대여하는 결정

은 체신청 내부의 격론 끝에 내려졌고, France Télécom 공식 집계 기준 보급 단말은 1985년 약 189만 대에서 1990년 약 507만 대, 1991년 약 600만 대로 늘었다(Cats-Baril & Jelassi, 1994 — France Télécom 연차 데이터 수록). 전성기 단말은 최대 약 900만 대, 이용자는 약 2,500만 명으로 전해진다(2012년 종료 시점의 주요 언론·통신사 보도 일치 수치). Télétel 총투자는 약 78억 프랑으로 집계되며 그중 54억 프랑이 단말 조달이었다(같은 문헌).

메커니즘(M)은 장벽 제거의 삼중 결합이다. 첫째, 무료 단말이 하드웨어 진입장벽을 없앴다. 둘째, 전자 전화번호부라는 킬러 응용이 최초 사용의 이유를 제공했다. 셋째, 1984년 도입된 키오스크(Kiosque) 과금이 시장을 만들었다. 이용료는 전화요금 고지서에 합산 청구되고 France Télécom이 약 30%를 수취한 뒤 서비스 제공자에게 배분하는 구조여서, 제공자는 과금 시스템을 만들 필요 없이 약 10만 프랑의 접속 비용만으로 시장에 진입할 수 있었다. 국가가 인프라·과금을 보유하고 서비스는 민간의 자유 경쟁에 맡긴 이 구조를 Mailland & Driscoll(2017)은 하이브리드 아키텍처라 부르며, 국가의 당초 구상을 넘는 성장의 원천으로 평가한다.

결과(O)를 보면, 서비스 수는 1984년 145개에서 1991년 1만 7,000개 이상으로 늘어 같은 시기 영국(약 1,300개)·독일(약 3,000개)의 비디오텍스를 압도했고, 전성기에는 약 2만 6,000개에 이르렀다. 민간 서비스 제공자에게 배분된 금액은 1985년 2억 7,800만 프랑에서 1991년 22억 프랑을 넘어섰다(Cats-Baril & Jelassi, 1994). 웹 대중화 이전에 사실상 전 성인이 접근할 수 있는 세계 최대의 대중 온라인 생태계가 형성된 것이다. 수지에 대해서는 평가가 갈렸다. 국가 감사기구는 수익이 비용을 덮지 못한다고 지적한 반면 France Télécom은 1989년 말 수지균형 도달을 주장했으며(같은 문헌), 본 연구는 이 논쟁을 공공 인프라 투자의 성과를 재무 수지만으로 판정할 수 없다는, Landsat과 같은 계열의 쟁점으로 본다.

쇠퇴의 경로를 보면, 유럽 비디오텍스 표준이 국가별 변형으로 분열되면서 국제 확산이 막혔고, 폐쇄형 아키텍처와 안정적 과금 수입에 대한 안주가 개방형 인터넷으로의 이행을 늦추었다. 서비스는 2012년 6월 30일 종료되었고, 종료 시점에도 수십만 대의 단말이 사용되고 있었다. 학술 논의는 양면 평가로 수렴한다. Mailland & Driscoll(2017)은 미니텔을 국가 주도의 실패로 그리는 서사를 기각하고 기술적·상업적 성공이자 야심찬 사회 실험으로 재평가하되, 조기 채택이 이후 인터넷 기반 전자상거래의 채택을 지연시켰다는 분석(Brousseau, 2003)도 병존한다.

국민체감 도달경로와 귀속을 보면, 단말이 국영 사업자의 이름으로 가정에 직접 배포되었으므로 편익의 기원이 국가에 있음이 국민에게 명확했다(귀속 비교적 명확). 다만 초기 확산에 성공했다고 장기 전환까지 성공하는 것은 아니라는 점도 이 사례에서 확인된다.

기술성과 측면에서 기술차별성은 저강도로 판정된다. 단말과 비디오텍스는 당대 기준으로도 단순한 기술이었고 영국·독일도 유사 시스템을 보유했으므로, 이 사례의 독창성은 기술이 아니라 배포·과금의 설계에 있었다. 기술완성도는 30년의 전국 상시 운영에서 확인되며, 수백만 대 단말과 국영 통신망의 결합이 일상 서비스 수준으로 유지되었다. 기술활용성은 표준 규격과 키오스크 과금 시스템이라는 활용 체계로 충족되는데, 특히 과금·정산을 국가가 대행하는 구

조는 민간 서비스가 곧바로 사업화될 수 있는 활용 기반이었다.

전환성과 측면에서 구현성은 전국 서비스로 충족되고, 경로성은 국영 통신망과 전화요금 합산 과금이라는 제도 경로가 구축되어 약 10만 프랑의 접속 비용만으로 민간 제공자가 진입할 수 있었다는 점에서 충족된다. 시장확산성을 보면, 국내에서는 서비스 145개(1984)가 1만 7,000개(1991)를 거쳐 전성기 약 2만 6,000개에 이르는 신시장이 형성되었으나 유럽 비디오텍스 표준의 분열로 국제 확산에는 실패했으므로, 국내 한정 충족이라는 단서가 필요하다. 수용성은 무료 단말 배포가 하드웨어 장벽을 없애 사실상 전 성인이 접근할 수 있었다는 점에서 충족된다. 기술 축 저강도·전환 축 충족(국제 확산 제외)의 조합이 Cell C 배치의 근거이며, 초기 확산의 성공 설계가 곧 장기 전환의 성공을 보장하지 않는다는 이 사례의 이면은 확산설계(D7)에 개방 표준과 출구 경로가 함께 담겨야 함을 보여준다.

이 사례가 보여주는 것은 확산설계(D7)의 성공극과 그 한계다. 국내 시사점은 두 가지다. 첫째, 무료 보급·킬러 응용·저진입장벽 과금을 묶은 확산설계는 네트워크형 공공 서비스의 초기 확산 모델로 유효하다. 둘째, 그러나 폐쇄형 국내 표준에 의존한 확산은 다음 세대 기술로의 이행 비용을 키우므로, 확산설계에는 개방 표준과의 정합·출구 경로가 함께 설계되어야 한다.

보조 비교사례로 미국 Tor를 언급한다. 미 해군연구소(NRL)가 1990년대 중반 첩보통신 보호를 위해 개발한 기술이 민간 프라이버시 인프라로 확산된 사례로, 지금도 정부가 주 재원이다(2022 회계연도 총 약 600만 달러 중 53.5%가 미국 정부 재원으로, 국무부 약 220만 달러·DARPA 약 61만 달러 등이 포함된다). 개입이 초기 연구 단계(유형①②③)에 집중된 좌표는 Landsat(운영·제도화 유형②⑥⑦)과 대조를 이룬다.

〈표 2-6〉 Cell C 및 비교 사례의 정부개입 유형 배치

사례 (국가·시기)	① 아이디어	② 초기 R&D	③ 초기투자	④ 수요창출	⑤ 위험분산	⑥ 제도화	⑦ 대규모 투자
Minitel (프랑스 1972~2012)	O	O	O	O	X	O	O
Pix (브라질 2020~)	O	O	△	O	X	O	O
UPI (인도 2016~)	△	O	△	O	X	O	△
Aadhaar (인도 2009~)	O	O	O	△	X	O	O
Tor/어니언라우팅 (미국 1990s~)	O	O	O	X	X	X	X
Landsat 개방정책 (미국 2008~)	△	O	X	X	X	O	O

※ O = 직접 개입, △ = 부분·간접 개입, X = 해당 없음. UPI·Aadhaar는 Cell A 사례이나 확산·제도화 개입의 비교를 위해 병기하였다.

이 매트릭스는 Tor가 초기 연구 단계(①②③)에, Landsat이 운영·제도화 단계(②⑥⑦)에 개입

이 집중되는 등 정부 개입의 총량보다 개입이 놓인 단계가 사례마다 다름을 보여준다. Aadhaar는 법정기관인 인도 고유식별청(UIDAI)이 직접 구축한 디지털 신원 시스템으로, UIDAI 집계 기준 2019년 8월까지 누계 약 11,366크로르 루피가 투입되었다(UIDAI, Finance & Budgets). 이처럼 재편된 Cell C 사례군은 모두 정부 기여의 경로가 명확하여, 귀속 논란 없이 산출 중심 평가가 포착하지 못하는 저기술·고전환의 가치를 보여주는 사례로 삼을 수 있다.

라. 사례 교차 종합

16건의 심층분석을 정부 역할 유형·전환 결과·국민 체감·귀속의 네 축으로 교차하면, 개별 사례의 서술에서는 보이지 않던 패턴이 드러난다. 다음 표는 각 셀의 대표 사례를 중심으로 그 교차 결과를 요약한 것이다.

〈표 2-7〉 심층사례의 CIMO 교차 비교 요약

셀	사례	정부 역할 유형	전환 결과	국민 체감·귀속
A	mRNA 백신	(전주기) 기초연구+위험흡수+선구매	백신 시스템 전환 성공	체감 高 · 신뢰 양극화
A	Siri	(공급측) 기초연구 위험부담	인터페이스 레짐 전환 성공	체감 高 · 귀속 단절
A	팰컨9	(수요측) 초기투자+앵커고객	발사 시스템 전환 성공	가시성 高 · 귀속 단절
A	UPI·X-Road·BeiDou	(직접수행·제도) 정부가 도달경로 보유	공공인프라 전환 성공	체감 中~高 · 귀속 비교적 명확
B	Concorde	(직접수행) 전액부담+조약 고착	전환 실패 (방향성·수요)	편익 도달 차단 (소수 집중)
B	MRJ	(산업정책 보조) 인증 보완자산 결여	전환 실패 (인증·시장)	편익 도달 차단
B	일본 FCEV	(공급+보조) 단품 보조에 국한	전환 실패(보완재)	체감 공백
B	NuScale SMR	(위험분산) 비용분담	전환 실패 (수요처·경제성)	체감 미형성
B	NHS 접촉추적앱	(직접수행) 개발·배포	전환 실패 (수용·신뢰)	체감 부정
C	Landsat 개방정책	(제도+운영) 개방정책	지구관측 응용 생태계 전환 성공	산업 체감 高 · 귀속 비가시
C	MP3	(공공연구) 국제표준화+라이선싱	음악 산업 전환 성공	체감 高 · 귀속 단절
C	Pix·Minitel	(직접수행) 인프라 직접 구축·배포	결제·통신 레짐 전환 성공	체감 高 · 귀속 비교적 명확

이상의 사례를 교차 비교한 결과는 세 가지로 정리할 수 있다. 첫째, 체감과 귀속은 분리된 별개의 현상이다. 전환에 성공한 Cell A·C 사례에서 국민의 편익 체감은 대체로 높으나, 그 공이 정부R&D로 연결되는 귀속 인지는 mRNA(비교적 명확, 단 신뢰 양극화)와 정부가 도달경로를 직접 보유한 사례(X-Road·Pix·Minitel)를 제외하면 대부분 단절되어 있다. 이 발견은 측정 설계와 직접 관련된다. 국민체감을 단일 만족도 문항으로 물으면 체감과 귀속이 혼재되어 어느 쪽이 낮은지 식별할 수 없으므로, 진단도구는 유용성 지각과 귀속 지각을 반드시 분리 측정해야 한다. 나아가 mRNA의 관찰은 귀속과 신뢰마저 별개 차원임을 보여주므로, 정부R&D 신뢰(LV5)도 독립 잠재변수로 분리된다.

둘째, 사례의 성패는 정부 개입의 규모보다 개입이 이루어진 단계, 그리고 비어 있던 단계와 관련이 깊었다. mRNA는 7유형을 거의 전부 포괄한 전주기 개입으로 성공했으나, Concorde 역시 기획・기초연구・초기투자・산업화까지 정부가 직접 수행했음에도 실패하였다. Concorde는 수요검증(④)과 위험분산(⑤)이, MRJ는 인증 제도화(⑥)가, FCEV는 보완 인프라의 시스템적 결합이, NHS앱은 신뢰 기반 확산설계가 비어 있었다. 반대로 Landsat은 개입이 운영・제도화 두 유형에 집중되었을 뿐인데도 큰 폭의 전환을 이루었다. 이는 성과평가가 투입 규모보다 개입 설계의 완결성을 물어야 한다는 함의로 이어진다.

셋째, 기술 수준이 높지 않아도 이용 장벽을 낮추는 조치가 있으면 확산은 일어났다. Cell C 사례들은 기술 수준이 높지 않았음에도 널리 확산되었는데, 그 배경에는 누구나 쉽게 접근할 수 있도록 이용 장벽을 낮춘 조치가 있었다. Landsat은 데이터 가격을 0으로 만들었고, MP3는 개방 국제표준과 작은 파일 크기로 진입장벽을 낮췄으며, Pix는 참여 의무화와 무료 정책으로, UPI는 개방 API로 같은 효과를 냈다. 반면 NHS앱은 기술이 작동했음에도 신뢰라는 비물리적 장벽을 넘지 못했다. 확산설계를 기술 배포 계획으로 좁게 이해하기보다 장벽 제거의 설계로 이해할 필요가 있으며, 그 장벽에는 가격・표준・인증뿐 아니라 신뢰와 소통까지 포함된다.

마. 국민체감 결정요인의 도출 (D1~D8)

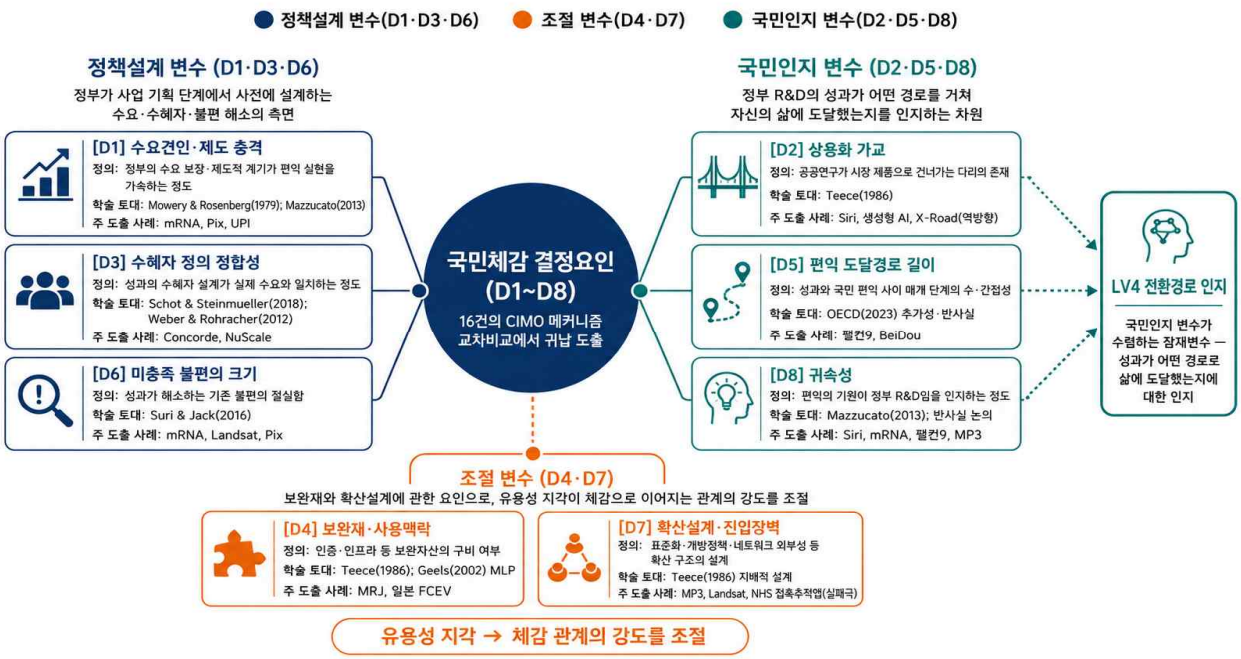
16건의 CIMO 메커니즘을 교차 비교하면, 기술의 성숙이 국민 체감으로 이어지는 과정을 매개하거나 조절하는 8개의 구성개념이 반복적으로 관찰된다. 이 8개 결정요인은 기존 문헌의 이론틀을 미리 전제하지 않고 사례 분석 과정에서 귀납적으로 도출한 것이다. 다음 단계인 진단도구의 잠재변수는 이 결정요인을 기초로 설계된다.

8개 결정요인은 그 역할에 따라 정책설계 변수(D1・D3・D6), 국민인지 변수(D2・D5・D8), 조절 변수(D4・D7)로 구분할 수 있다. 정책설계 변수는 정부가 사업 기획 단계에서 사전에 설계하는 수요・수혜자・불편 해소의 측면으로, 국민 응답으로는 사회적 유용성 지각에 부분적으로 반영되지만 기본적으로 정책수단의 성격을 지닌다. 국민인지 변수는 정부R&D의 성과가 어떤 경로를 거쳐 자신의 삶에 도달했는지를 인지하는 차원으로, 본 연구가 일반 기술수용모형(TAM)에 추가하는 차별 변수인 전환경로 인지(LV4)로 수렴한다. 조절 변수는 보완재와 확산설계에 관한 요인으로, 유용성 지각이 체감으로 이어지는 관계의 강도를 조절한다. 이 구분을 정리하면 〈그림 2-4〉와 같다.

〈표 2-8〉 국민체감 결정요인 D1~D8

결정요인	정의	학술 토대	주 도출 사례
D1 수요견인·제도 충격	정부의 수요 보장·제도적 계기가 편익 실현을 가속하는 정도	Mowery & Rosenberg(1979); Mazzucato(2013)	mRNA, Pix, UPI
D2 상용화 가교	공공연구가 시장 제품으로 건너가는 다리의 존재	Teece(1986)	Siri, 생성형 AI, X-Road(역방향)
D3 수혜자 정의 정합성	성과의 수혜자 설계가 실제 수요와 일치하는 정도	Schot & Steinmueller(2018); Weber & Rohracher(2012)	Concorde, NuScale
D4 보완재·사용맥락	인증·인프라 등 보완자산의 구비 여부	Teece(1986); Geels(2002) MLP	MRJ, 일본 FCEV
D5 편익 도달경로 길이	성과와 국민 편익 사이 매개 단계의 수·간접성	OECD(2023b) 추가성·반사실	팰컨9, BeiDou
D6 미충족 불편의 크기	성과가 해소하는 기존 불편의 절실함	Suri & Jack(2016)	mRNA, Landsat, Pix
D7 확산설계·진입장벽	표준화·개방정책·네트워크 외부성 등 확산 구조의 설계	Teece(1986) 지배적 설계	MP3, Landsat, NHS앱(실패극)
D8 귀속성	편익의 기원이 정부R&D임을 인지하는 정도	Mazzucato(2013); 반사실 논의	Siri, mRNA, 팰컨 9, MP3

〈그림 2-4〉 국민체감 결정요인(D1~D8)의 분류 체계

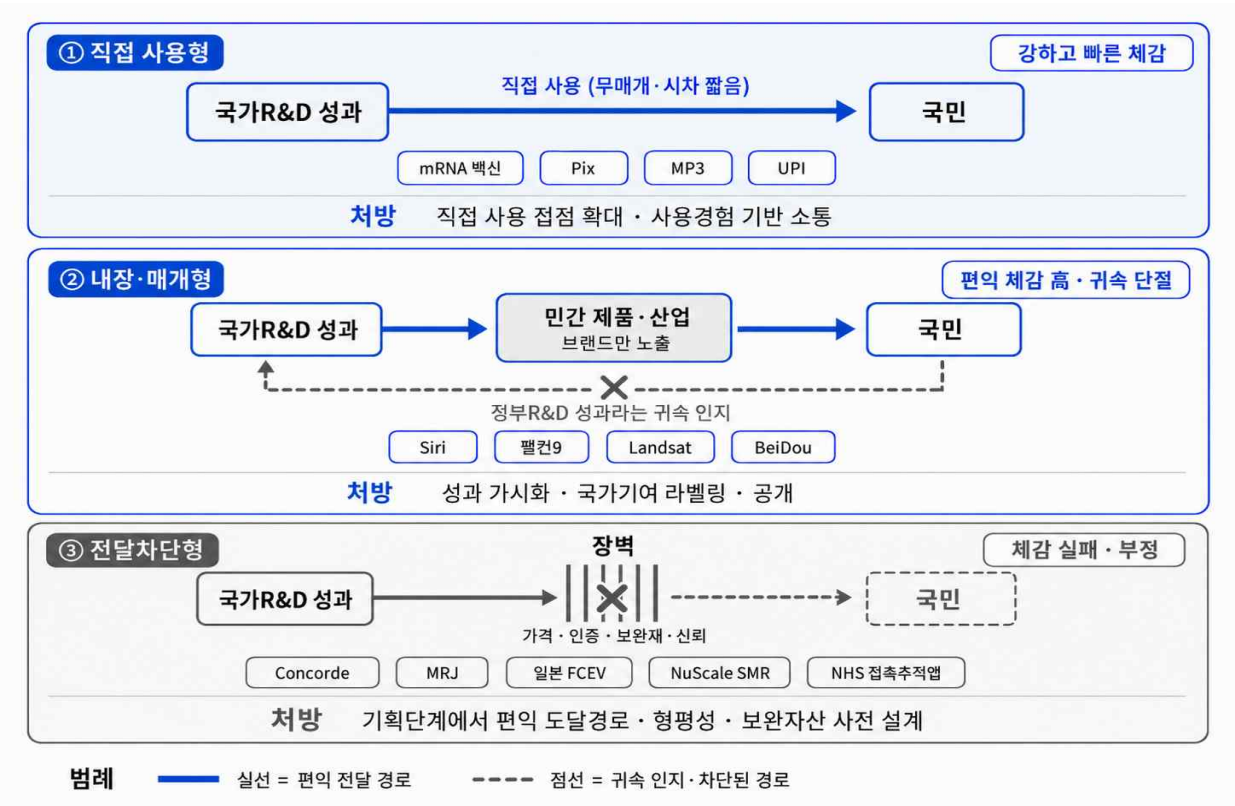


사례 교차에서는 편익에 대한 체감과 정부 기여에 대한 귀속 인지가 별개로 움직인다는 점도 확인되었다. 편익이 국민에게 도달하는 경로를 기준으로 이를 유형화하면 다음 세 가지로 정리된다.

〈표 2-9〉 국민체감 형성·단절 3유형

유형	특징	해당 사례	체감 결과	정책 처방
① 직접 사용형	국민이 직접 사용(무매개)·시차 짧음	mRNA, Pix, MP3, UPI	강·빠른 체감	직접 사용 접점 확대·사용경험 기반 소통
② 내장·매개형	편익이 민간 제품·산업에 내장되어 전달·귀속 끊김	Siri, 팰컨9, Landsat, BeiDou	편익은 체감하나 정부R&D로 비귀속	성과 가시화·국가기여 라벨링·공개
③ 전달 차단형	편익 도달 경로 자체가 막힘(가격·인증·보완재·신뢰)	Concorde, MRJ, FCEV, NuScale, NHS앱	체감 실패·부정	기획 단계 편익 도달경로·형평성·보완자산 사전 설계

〈그림 2-5〉 국민체감 형성·단절 3유형의 편익 도달경로



이 유형화의 분류 기준은 편익이 국민에게 도달하는 경로(직접 사용·매개·차단)이며, 정부 기여에 대한 귀속 인지는 이와 독립적인 별개 차원이다. ①형 중에서도 mRNA와, 정부가 도달 경로를 직접 보유한 Pix를 제외한 사례는 귀속이 단절되어 있다. 세 유형을 구분하는 이유는 유형마다 진단해야 할 내용이 다르기 때문이다. ①형에서는 높은 체감을 정확히 포착하는 것으로 충분하다. ②형에서는 체감은 높은데 귀속 인지가 낮은 분리 현상을 측정해야 하며, 사회적 유용성과 개인적 접근성은 높게 나타나면서 전환경로 인지는 낮게 나타나는 패턴이 이에 해당한다. ③형에서는 체감이 낮다는 사실과 함께 도달 경로의 어느 지점이 차단되었는지를 진단해야 한다. 단일 만족도 지표만으로는 이 세 유형을 구별할 수 없으므로, 국민체감 진단도구는 인지도·유용성·접근성·전환경로 인지·신뢰·사회적 영향을 분리하여 측정하는 다차원 구조로 설계할 필요가 있다.

4. 국가R&D 성과 국민체감 진단도구 개발

가. 국민체감성과의 조작적 정의 — 도달・지각・귀속의 3구성

본 연구는 국민체감성과를 “국가R&D 결과가 국민 또는 직접 수혜자에게 실질적 편익을 제공하고, 그 실질적 편익이 누적・확산되어 사회・구조적 변화로 이어질 수 있는 성과“로 정의한다. 다만 이는 개념 수준의 정의이므로 그대로 설문 문항으로 옮길 수는 없다. 측정도구를 만들려면 개념을 응답 가능한 구성(construct)으로 분해해야 하며, 분해된 각 구성이 문항을 작성하는 기준이 된다. 이에 본 연구는 위 정의를 도달(Reach)・지각(Perception)・귀속(Attribution)의 3구성으로 조작화한다. 즉 국민체감성과란 ’국가R&D 성과가 국민의 일상과 사회 시스템에 도달하여, 국민이 그 편익과 변화를 지각하고, 그 기원을 정부R&D로 귀속하는 종합적 수준’을 뜻한다.

세 구성 가운데 측정이 가장 까다로운 것은 귀속이다. 어떤 편익이 정부R&D 지원이 없었더라도 발생했을지를 엄밀하게 검증하는 귀속성 문제(attribution problem)는 반사실적 비교와 대조집단 설정을 요구하며, 이러한 작업은 행정자료와 전문가 평가를 통해 수행해야 한다. 다만 정부R&D가 없었다면 지금 누리는 편익도 없었을 것이라고 국민이 인지하는지는 설문으로 측정할 수 있다. 문항 G13을 반사실 문형(“정부의 R&D 투자가 없었다면, 우리가 누리는 주요 기술・서비스는 나오기 어려웠을 것이다“)으로 설계한 것은 이러한 판단에 따른 것이다. 그러나 전문가 검증 과정에서 반사실 추론이 일반 국민에게 인지 부담이 크다는 지적이 제기되어, 확정안에서는 긍정형 토대 인식 문형으로 완화하였다. 반사실 판단의 엄밀한 측정은 전문가와 행정자료 층위에 남기고, 국민 설문은 귀속 인지를 근사적으로 측정하는 역할로 한정하였다.

도달・지각・귀속은 순차적으로 연결되어 있으나, 앞 단계의 충족이 다음 단계의 충족을 보장하지는 않는다. 성과가 국민에게 도달하지 않으면 지각 자체를 물을 수 없으며, 도달과 지각이 모두 이루어진 경우에도 귀속 인지는 형성되지 않을 수 있다. 앞서 사례 분석에서 확인한 것처럼 Siri・생성형 AI・팰컨9은 편익이 국민에게 도달하고 유용성도 높게 지각되지만, 민간 브랜드에 가려 정부R&D로 귀속되지 못한다. 이러한 비대칭 때문에 국민체감성과는 단일 문항(“국가R&D 성과를 체감하십니까“)으로 측정할 수 없으며, 유용성・접근성・전환경로 인지・신뢰를 나누어 측정하는 다차원 구조가 필요하다. 성과가 국민 체감으로 이어지기까지는 상당한 시간이 걸리며, 그 기간도 성과마다 다르다. 실현 기간을 기준으로 단기(3년 이내)・중기(4~10년)・장기(10년 이상)로 구분할 수 있는데, 특정 시점에 체감이 낮게 측정되더라도 이는 성과가 전환경로의 특정 단계에 머물러 있는 상태일 수 있으며 그 자체로 실패를 뜻하지는 않는다. 따라서 진단도구의 측정값은 절대 수준의 우열을 판정하는 지표라기보다, 성과가 전환경로의 어느 단계에서 어느 구성이 끊겼는지를 식별하는 진단 정보로 해석할 필요가 있다.

앞서 도출한 결정요인 D1~D8은 세 구성에 나뉘어 관여한다. 도달에는 D4(보완재・사용맥락), D5(편익 도달경로 길이・간접성), D7(확산설계・진입장벽)이, 지각에는 D1(수요견인・제도), D3(수혜자 정의 정합성), D6(미충족 불편의 크기)이, 귀속에는 D2(상용화 가교), D8(귀속성)이 관여한다. 다만 일부 결정요인(D5・D6・D7)은 성격상 복수의 구성에 걸쳐 있으므로, 문항의 측정 초점을 기준으로 소속 구성을 확정하였다.

나. TIP-TAM 통합 측정모형

측정모형은 기술수용모델(TAM)의 미시 수용 구조와 전환적 혁신정책(TIP)의 거시 전환 개념을 하나의 구조로 결합한다. 두 이론을 결합하는 이유는 앞서 이론적 배경에서 밝힌 두 가지 측정 쟁점 때문이다.

첫째는 사용 주체의 불일치이다. 일반 TAM은 응답자가 직접 사용하는 기술을 전제하나, 국가 R&D 성과는 국민이 직접 사용하지 않을 수도 있다(팰컨9 · BeiDou · Landsat). 이에 본 연구는 TAM의 지각된 유용성(PU)을 사회적 유용성(LV2)과 개인적 접근성(LV3)으로 분리하여, 개인적 접근성은 낮으나 사회적 유용성은 높은 성과를 측정 구조 안에서 구분한다. 둘째는 귀속 차원의 부재이다. 일반 TAM에는 “이 편익이 어디서 왔는가“를 묻는 차원이 없어, 민간 제품으로 일상화된 성과의 귀속 단절을 포착하지 못한다. 이에 본 연구는 TIP의 거시 개념인 전환경로를 국민 지각 수준으로 미시화한 전환경로 인지(LV4)를 신설한다.

LV4는 본 연구가 일반 TAM에 추가한 고유 잠재변수이다. TIP의 전환경로(transformative pathway)는 본래 거시 분석 개념이어서 개별 응답자에게 직접 물을 수 없는 추상도를 갖는데, 본 연구는 이를 “이 R&D가 사회를 어떻게 변화시켰는가에 대한 국민 지각“으로 변환하여 측정 가능 변수화한다. 앞서 사례 분석에서 D2(상용화 가교) · D5(편익 도달경로) · D8(귀속성)이 모두 LV4로 수렴한 것이 그 실증적 토대이며, LV4의 국민 응답값과 선정기준 차원 ③(전환경로 적실성)의 전문가 평가값 사이의 차이가 본 연구가 도출할 평가-체감 갭의 측정 단위가 된다. 7개 잠재변수의 조작적 정의와 결정요인 수용 관계는 다음과 같다.

〈표 2-10〉 TIP-TAM 통합 측정모형의 잠재변수(LV1~LV7)

LV	잠재변수	조작적 정의	수용 결정요인	구성(층)	이론 근거
LV1	인지도	성과의 존재 · 내용을 아는 정도	D2 · D8	도달	TAM 외부변수
LV2	사회적 유용성 (PU-social)	성과가 사회 전체에 가치 있다는 인식	D1 · D3 · D6	지각	Davis(1989) PU; Mazzucato(2013)
LV3	개인적 접근성 (PU-personal)	편익이 본인 생활에 접근 가능하다는 인식	D4 · D6 · D7	도달	Davis(1989) PEOU; 확산이론
LV4 ★	전환경로 인지	성과가 연구실을 넘어 생활 · 사회를 변화시켰다고 인지	D2 · D5 · D8	귀속	Schot & Steinmueller(2018); Geels(2002) MLP
LV5	정부R&D 신뢰	정부R&D 투자가 가치를 만든다는 신뢰	D1	지각	Mazzucato(2013); Bozeman(2007)
LV6	사회적 가치	주변 · 여론이 가치 있게 본다는 인식	D7	지각	Venkatesh et al.(2003) UTAUT
LV7	체감성과 (종속변수)	성과가 본인 삶을 나아지게 했다는 종합 지각	(LV2~LV6 통합 작용)	체감	TAM 종합; 본 연구 정의

8개 결정요인은 모두 7개 잠재변수 가운데 하나 이상에 배정된다(D1→LV2・LV5, D2→LV1・LV4, D3→LV2, D4→LV3, D5→LV4, D6→LV2・LV3, D7→LV3・LV6, D8→LV1・LV4). 결정요인의 수가 잠재변수보다 많은 것은 결정요인에 정책설계 변수와 국민인지 변수가 함께 들어 있기 때문이다. 정책설계 측면이 강한 D1・D3・D6은 국민 응답에서는 LV2로 부분적으로 수렴하지만 기본적으로 정책수단의 성격을 지니며, 인지 측면이 강한 D2・D5・D8은 LV4로 수렴한다. 조절 측면이 강한 D4・D7은 각각 LV3과 LV6에 배정되어, 유용성 지각이 체감으로 이어지는 관계의 강도를 조절한다. 잠재변수 사이에는 인과경로 13개와 인구통계 조절효과 3개, 총 16개의 가설을 설정한다. 각 잠재변수는 분리하여 운용할 수 있는 모듈로 설계하였으며, 모듈 운용의 원칙과 재검증 절차는 5장 2절 다와 부록 2에서 제시한다.

〈표 2-11〉 잠재변수 간 인과경로 가설(H1~H16)

그룹	가설	경로	이론 근거
A. TAM 핵심	H1	LV1 → LV2	TAM 외부변수→PU
	H2	LV1 → LV3	TAM 외부변수→PEOU
	H3	LV3 → LV2	Davis(1989) PEOU→PU
	H4	LV2 → LV7	TAM 핵심: PU→체감
	H5	LV3 → LV7	TAM 핵심: PEOU→체감
B. TIP 핵심 ★	H6	LV1 → LV4	인지가 전환 지각의 전제(D8 귀속 인지)
	H7	LV4 → LV2	전환 지각이 유용성 지각을 강화(D5 간접편익 환산)
	H8 ★	LV4 → LV7	핵심가설: 전환경로 인지의 체감 직접효과(D2・D5・D8 수렴)
C. 신뢰・사회적 영향	H9	LV5 → LV2	신뢰의 유용성 지각 선행(D1)
	H10	LV5 → LV4	신뢰의 거시 인지 선행
	H11	LV5 → LV7	공공가치의 체감 직접효과
	H12	LV6 → LV2	UTAUT: 사회적 영향의 매개효과(D7)
	H13	LV6 → LV7	UTAUT: 사회적 영향의 직접효과
D. 조절효과	H14	연령 → H4・H5 조절	TAM2: 연령별 PU・PEOU 차이
	H15	소득・학력 → H8 조절	TIP: 사회경제적 위치별 전환 인지 차이
	H16	지역(수도권/비수도권) → 전체 모형 조절	한국 맥락: 지역별 R&D 접근성(D4)

핵심 가설은 H8(LV4 전환경로 인지 → LV7 체감성과)이다. 이 경로는 일반 TAM에 없는 본 연구의 추가 경로이며, 검증 결과가 어느 방향으로 나오더라도 정책적으로 해석할 수 있다. H8이 유의하다면 국민이 R&D 성과의 전환경로를 인지하는 것만으로도 체감이 높아진다는 뜻이므로, 성과의 귀속과 도달경로를 가시화하는 라벨링과 커뮤니케이션이 그 자체로 체감을 높이는 수단이 될 수 있다. H8이 유의하지 않다면 체감은 전환 인지보다 직접적 유용성(H4)에 좌우된다는 뜻이므로, 정책의 초점은 실질 편익이 국민에게 도달하도록 하는 데 두는 것이 타당하다.

다. 설문 문항 개발

설문지는 응답자 일반 사항(인구통계・통제부) 9문항, 일반 인식부 24문항, 비네트 평가부 4개 사례 32문항의 총 65문항으로 구성되어 있다. 서두에는 국가 연구개발(R&D)의 정의와 예시(백신・반도체・인공위성・인공지능 등)를 안내문으로 제시하여, 응답자가 무엇에 대해 답하는지를 먼저 고정하였다. 각 부는 서로 다른 측정 기능을 맡는다. 응답자 일반 사항(성별・연령・학력・소득・거주지역・직업분야・수혜경험・정보접촉・정책관심)은 조절효과 가설(H14~H16)을 검증하고 혼입변수를 통제하는 데 필요한 정보를 수집한다. 일반 인식부(G1~G24, 역문항 6개 포함)는 특정 사례와 무관하게 국가R&D 전반에 대한 잠재변수 LV1~LV7을 측정하는 부분으로, 구조방정식 측정모형의 중심이 된다. 비네트 평가부는 같은 문형을 사례마다 반복 적용하여 사례 간 비교와 평가-체감 차이의 산출에 쓰인다.

세 부의 배치 순서는 [응답자 일반 사항 → 일반 인식부 → 비네트 평가부]로 설계하였으며, 파일럿 조사도 이 순서로 실시하였다. 일반 인식부를 비네트 평가부보다 앞에 두는 것은 측정 오염을 막기 위한 배치다. 구체적 성공 사례의 서술을 먼저 읽고 나면 국가R&D 전반에 대한 일반 인식 응답이 긍정 방향으로 이동하는 점화(priming) 효과가 발생할 수 있으므로, 특정 사례에 오염되지 않은 전반적 인식을 먼저 측정한 뒤 사례 기반 평가로 넘어가는 순서가 두 측정의 독립성을 지킨다. 응답자 일반 사항을 첫머리에 두는 것은 두 가지 이유에서다. 첫째, 본 설문의 인구통계 문항은 성・연령・학력・소득・지역 등 응답 부담이 낮은 범주형 문항이어서 응답을 안정적으로 시작하게 하는 역할을 한다. 둘째, 본조사가 성・연령・지역별 인구비례 할당으로 설계되므로 응답자 특성을 초반에 확정해야 할당 충족 여부를 조사 진행 중에 관리할 수 있다. 본조사에서 이 순서를 유지하면 파일럿과의 조건 동일성이 확보되어 결과 비교가 가능하다. 설문지 전문은 [부록]에 문항 순서 그대로 수록하였다.

비네트 사례는 반도체(한국 AI시스템용 HBM 세계 점유 1위), 방산(천궁-Ⅱ 중거리 지대공 유도무기), 교통(KTX-이음 한국형 고속열차), 보건의료(미국 mRNA 백신) 등 총 4건으로, 분야 대표성과 국민 친숙성을 고려하여 선정하였다. 각 비네트는 성과의 내용, 정부R&D의 기여, 성과 전・후의 변화를 담은 설명문을 먼저 제시하고, 이어 동일한 문형의 8문항을 묻는다. 해당 성과가 정부R&D 투자의 결과임을 알고 있었는지(귀속 인지), 사회 전체에 가치가 있다고 보는지(사회적 유용성), 혜택이 본인의 일상에 미쳤는지(개인적 접근성), 성과 이후 해당 영역이 달라졌다고 보는지(전・후 대비), 정부R&D 투자를 앞으로도 신뢰하는지(신뢰), 주변 사람들도 중요하게 여기는지(사회적 영향), 종합적으로 체감하는지(체감성과)를 순서대로 묻고, 마지막에 역문항 1개(이 성과는 본인의 일상과 무관하다)를 두었다. 일반 인식부의 잠재변수 구조가 사례 수준에서 같은 형태로 반복되므로, 사례 간 비교와 잠재변수별 진단이 모두 가능하다.

아울러 이 네 사례는 3절의 2×2 매트릭스와 연결하면 모두 기술 성공・전환 성공의 Cell A 계열에 해당하며, 편익 전달경로에 따라 내장・매개형(HBM 반도체), 안보 공공재형(천궁-Ⅱ), 직접 사용형(KTX-이음・mRNA 백신)으로 나뉜다(표 2-13). 매트릭스의 유형 구분이 비네트 사례에서 같은 틀로 이어짐으로써 문헌검토에서 진단 문항까지의 도출 사슬이 사례 제시 단계에서도 유지되며, 같은 사례를 전문가는 선정기준(특히 ③ 전환경로 적실성)으로, 국민은 비네트

문항(LV1~LV7)으로 평가하는 평가-체감 갭의 산출도 이 대응 구조 위에서 성립한다. 다만 현행 4사례는 모두 전환 성공 계열이므로, 기술 성공·전환 실패(Cell B)의 국내 대응 사례를 비네트로 추가하는 방안은 본조사 실시 방향 제언에서 별도로 다룬다.

문항은 다음 다섯 가지 원칙에 따라 개발하였다. 첫째, 전문용어 없이 응답할 수 있도록 평이한 언어로 작성하였다. 둘째, 일반 인식부 문항의 4분의 1(6개)과 각 비네트의 1개 문항을 역문항으로 배치하여 묵인 편향(acquiescence bias)을 통제하였다(Podsakoff et al., 2003). 셋째, 인구통계 문항을 제외한 모든 문항을 5점 리커트 척도로 통일하여 문항 간 비교가 가능하게 하였다. 넷째, 모든 문항이 어느 잠재변수와 어느 결정요인에서 도출되었는지를 코딩하여 문항의 출처를 추적할 수 있게 하였다. 다섯째, 추상적인 질문은 성과 사례를 제시하는 방식(vignette-based)으로 구체화하였다.

"국가R&D 성과를 아십니까"처럼 추상적으로 물으면 응답자마다 떠올리는 대상이 달라 응답의 질이 낮아진다. 반면 구체적인 성과를 설명문과 함께 제시하면 응답의 준거가 고정되고, 정부R&D의 결과임을 몰랐다는 응답조차 귀속 인지를 측정하는 유효한 자료가 된다. 설문에 비네트를 둔 것은 이 때문이다. 또한 동일한 사례를 두고 전문가는 선정기준의 전환경로 적실성 차원(③)으로 평가하고 국민은 LV1~LV7 문항으로 응답하므로, 두 값의 차이로 사례별 평가-체감 갭을 산출할 수 있다. 다만 보건의료 R&D 성과의 경우 성과를 제시해도 국민 대다수가 해당 성과를 인지하지 못했다는 조사 결과가 보고된 바 있으므로(서은철, 2020: 8, 보건복지부 2018년 대국민 설문 재인용), 비네트가 제 기능을 하려면 국민이 실제로 접했을 법한 성과를 골라 제시해야 한다. 국내 사례 3건을 포함한 것도 이러한 고려에 따른 것이다.

전환경로와 같은 추상 개념은 일반 응답자를 대상으로 직접 질문하는 방식으로는 측정하기 어렵다. 이에 LV4(전환경로 인지)의 측정에서는 각 비네트의 설명문에 성과 전·후의 변화를 서술하고, 문항에서는 성과 이후 해당 영역이 달라졌다고 보는지를 질문하였다(예: "이 성과 이후 우리 사회의 교통·이동 방식이 달라졌다고 보십니까"). 개념 자체를 직접 묻는 대신 구체 사례에서 관찰되는 변화에 대한 지각을 물음으로써 응답 가능성을 확보한 것이다.

〈표 2-12〉 설문지(안) 일반 인식부 문항 (G1~G24)

NO	LV	코드	문항	비고
1	LV1	G1	나는 국가 R&D의 성과가 어떤 것인지를 꽤 잘 알고 있다.	
2	LV2	G2	국가R&D의 성과는 우리 사회의 문제 해결에 도움이 된다고 생각한다.	
3	LV1	G3	국가R&D의 성과가 무엇인지 잘 떠오르지 않는다.	역문항
4	LV3	G4	국가R&D의 성과의 혜택은 나 같은 일반 국민도 누릴 수 있다고 생각한다.	
5	LV2	G5	국가R&D 성과는 우리 사회의 문제를 해결하는 데 별로 도움이 되지 않는다.	역문항
6	LV2	G6	국가R&D의 성과는 국가 경제에 기여한다고 생각한다.	
7	LV3	G7	국가R&D의 성과는 나와 먼 이야기처럼 느껴진다.	역문항
8	LV4	G8	국가R&D의 성과는 논문·특허 단계를 넘어 실제 사회 변화로 이어진다.	

NO	LV	코드	문항	비고
9	LV4	G9	내가 일상에서 쓰는 기술・서비스에 정부R&D가 기여했다고 생각한다.	
10	LV5	G10	정부R&D의 투자는 앞으로도 가치 있는 성과를 만들 것이라 믿는다.	
11	LV4	G11	정부R&D의 성과는 결국 민간 기업의 성과로만 남는 것 같다.	역문항
12	LV5	G12	정부R&D는 민간이 하기 어려운 영역에서 중요한 역할을 한다.	
13	LV4	G13	정부의 R&D 투자가 없었다면, 우리가 누리는 주요 기술・서비스는 나오기 어려웠을 것이다.	반사실 문형
14	LV5	G14	정부R&D 예산 중 상당 부분이 뚜렷한 성과 없이 쓰이고 있다고 생각한다.	역문항
15	LV5	G15	세금이 국가R&D에 쓰이는 것에 동의한다. (현재 국가 R&D는 세입의 약 8.3%입니다.)	
16	LV6	G16	내 주변 사람들도 국가R&D가 중요하다고 생각한다.	
17	LV5	G17	정부는 연구개발(R&D)의 방향을 결정할 때 국민의 의견을 반영하려고 노력한다.	
18	LV6	G18	내 주변에는 국가R&D 예산이 낭비되고 있다고 말하는 사람이 많다.	역문항
19	LV5	G19	실패할 가능성이 높더라도 도전적인 연구개발에 세금을 투자할 가치가 있다.	
20	LV6	G20	언론・미디어는 국가R&D의 성과를 그 중요성에 부합하여 비중 있게 다룬다.	
21	LV5	G21	국가R&D의 혜택은 시간이 걸리더라도 결국 국민에게 돌아온다고 생각한다.	
22	LV7	G22	국가R&D의 성과 덕분에 내 일상생활이 편리해졌다.	
23	LV7	G23	국가R&D의 성과는 내 가족과 지역사회의 삶의 질을 높였다.	
24	LV7	G24	종합적으로 국가R&D의 성과가 내 삶을 나아지게 했다고 느낀다.	준거 문항

〈표 2-13〉 비네트 평가부의 제시 사례

사례	분야	제시성과	매트릭스 유형	전・후 대비 문항(V-4)의 내용
사례 1	반도체	한국 AI시스템용 HBM 세계 점유 1위	Cell A・내장・매개형	인공지능 시대 주도 가능성에 대한 생각의 변화
사례 2	방산	천궁-Ⅱ(중거리 지대공 유도무기) 개발	Cell A・안보 공공재형	자주국방 역량과 K방산 위상의 변화
사례 3	교통	KTX-이음 한국형 고속열차 개발	Cell A・직접 사용형	사회의 교통・이동 방식의 변화
사례 4	보건의료	미국 mRNA 백신 개발	Cell A・직접 사용형	감염병 위기 대응 방식의 변화

현행 4사례는 모두 기술과 전환에 성공한 Cell A 계열로, 편익 전달경로의 유형(내장・매개형, 안보 공공재형, 직접 사용형)을 달리하여 유형 간 체감 차이를 관찰할 수 있도록 구성한 것이다.

〈표 2-14〉 비네트 평가부 공통 문항

번호	측정 구성	문항(공통 문형)	비고
V-1	귀속 인지	이 성과가 정부R&D 투자의 결과라는 사실을 알고 계셨습니까?	
V-2	사회적 유용성	이 성과가 우리 사회 전체에 가치 있다고 생각하십니까?	
V-3	개인적 접근성	이 성과의 혜택이 본인의 일상에 미쳤다고 느끼십니까?	
V-4	전환경로 인지	이 성과 이후 (사례별 해당 영역)이 달라졌다고 보십니까?	전·후 대비, 사례별 상이
V-5	정부R&D 신뢰	이러한 성과를 봤을 때, 정부R&D 투자가 앞으로도 가치가 있을 것이라고 신뢰하십니까?	
V-6	사회적 가치	내 주변 사람들도 이 성과를 중요하게 여긴다고 생각하십니까?	
V-7	체감성과	종합적으로 이 성과를 본인의 삶에서 체감하십니까?	
V-8	체감성과	이 성과는 본인의 일상과는 무관하다고 생각하십니까?	역문항

〈표 2-15〉 인구통계·통제부 문항 (D-1~D-9)

코드	문항	응답 범주
D-1	귀하의 성별은 무엇입니까?	남성/여성
D-2	귀하의 연령대는 어떻게 되십니까? (만 나이 기준)	만 19~29세 ~ 만 70세 이상(6구간)
D-3	귀하의 최종 학력은 어떻게 되십니까?	중학교 졸업 이하 ~ 박사 학위(6구간)
D-4	귀하 가구의 월평균 소득은 어느 정도입니까? (세전 기준)	200만원 미만 ~ 1,000만원 이상(6구간)
D-5	귀하가 현재 거주하시는 지역은 어디입니까?	17개 시·도
D-6	귀하의 직업(또는 전공) 분야는 과학기술과 관련이 있습니까?	관련/비관련
D-7	본인 또는 가족이 정부 R&D 사업의 혜택을 직접 받은 경험이 있습니까?	있다/없다
D-8	귀하는 과학기술 관련 뉴스나 정보를 얼마나 자주 접하십니까?	거의 매일 ~ 거의 접하지 않는다(5구간)
D-9	귀하는 평소 정부 정책에 대해 어느 정도 관심이 있으십니까?	5점 척도

문항 개발의 넷째 원칙에 따라 모든 문항에는 소속 잠재변수와 유래 결정요인이 코딩되어 있으므로, 여기서는 그 추적 결과를 문항 단위로 명세하여 각 문항의 개발 경로를 기록해 둔다. 문항이 작성된 경로는 세 유형으로 구분된다. 첫째는 문항 번안으로, 기존에 검증된 척도의 문항 문형을 국가R&D 맥락으로 바꾸어 가져온 경우이다. 둘째는 개념 조작화로, 문헌의 개념 정의를 바탕으로 문항을 새로 작성한 경우이다. 셋째는 사례 귀납으로, 본 연구의 사례 심층분석(3절)과 결정요인 D1~D8에서 관찰된 현상을 문항으로 옮긴 경우이다. 본 연구의 문항 도출은 사례→결정요인→잠재변수→문항의 사슬을 따르므로 셋째 유형이 상당수를 차지하며, 이는 해당 문항들의 실증적 토대가 외부 문헌이 아니라 본 연구의 사례 분석에 있음을 뜻한다. 원문항 24개의 도출 근거를 정리하면 〈표 2-16〉과 같다.

〈표 2-16〉 원문항(G1~G24)의 문항별 도출 근거

코드	LV	결정요인	주 도출 사례	근거	원용 방식
G1	LV1	D2・D8	Siri, MP3	McGuire(1985)	② 정보 노출→인지의 효과 위계에서 '인지' 단계를 국가R&D 성과 준거로 조작화
G3(역)	LV1	D2・D8	Siri, MP3	Podsakoff et al.(2003)	② G1과 같은 구성의 역방향 표현으로 배치(묵인 편향 통제)
G2	LV2	D1・D3・D6	mRNA, Pix	Davis(1989) PU; Mazzucato(2013)	② 유용성 지각(PU) 개념의 준거를 개인 직무에서 사회문제 해결로 확장하여 조작화
G5(역)	LV2	D1・D3・D6	mRNA, Pix	Podsakoff et al.(2003)	② G2와 같은 구성의 역방향 표현으로 배치
G6	LV2	D1・D3・D6	팰컨9, MP3	Salter & Martin(2001); Mansfield(1991)	② 공공연구의 경제적 편익 논의를 국민 지각 문항으로 조작화
G4	LV3	D4・D6・D7	Landsat, FCEV	Penchansky & Thomas(1981); Davis(1989) PEOU	② 접근성(access) 개념 — 편익에 닿을 수 있는가 — 를 일반 국민 준거로 조작화
G7(역)	LV3	D4・D6・D7	FCEV	Podsakoff et al.(2003)	② G4와 같은 구성의 역방향 표현으로 배치
G8	LV4	D2・D5・D8	Siri, MP3	Schot & Steinmueller(2018); Geels(2002)	② 전환경로・레짐 전환의 거시 개념을 국민 지각 수준으로 미시화
G9	LV4	D2・D5・D8	Siri, 팰컨9	사례 분석(3절 다)	③ 정부R&D 기여가 민간 브랜드에 가려지는 귀속 단절(D8) 관찰을 긍정형 문항으로 전환
G11 (역)	LV4	D2・D5・D8	Siri, 생성형 AI, 팰컨9	사례 분석(3절 다)	③ 성과가 민간 기업의 성과로만 남는다는 관찰(D2・D8)을 역방향으로 문항화
G13	LV4	D2・D5・D8	Siri, mRNA	Mazzucato(2013); OECD(2023b)	② 반사실・추가성 논거를 국민 귀속 인지 문항으로 조작화(반사실 문형)
G10	LV5	D1	mRNA	Bozeman(2007)	② 공공가치 창출 인식을 성과창출 신뢰 문항으로 조작화
G12	LV5	D1	Siri, mRNA	Arrow(1962); Nelson(1959)	② 기초연구 시장실패론이 말하는 정부 역할의 정당성을 문항화
G14 (역)	LV5	D1	—	Podsakoff et al.(2003)	② G10과 같은 성과창출 신뢰 구성의 역방향 표현으로 배치
G15	LV5	D1	mRNA	Bozeman(2007)	② 공공가치에 대한 재정지지 차원을 조작화
G17	LV5	D1	NHS앱	사례 분석(3절 다)	③ 소통 부족이 신뢰 실패로 이어진 관찰(D7)을 절차 인식 문항으로 전환
G19	LV5	D1	mRNA, 팰컨9	사례 분석(3절 다); 김도윤 외 (2024)	③ 정부의 고위험 부담이 가능화를 이끈 관찰(D1)을 세금 투자 태도 문항으로 전환
G21	LV5	D1	Siri, 팰컨9	사례 분석(3절 다)	③ 투자에서 체감까지의 시차・간접 경로(D5) 관찰을 시차 낙관 문항으로 전환
G16	LV6	D7	NHS앱	Venkatesh et al.(2003)	① UTAUT 사회적 영향 원문항의 판단 대상을 시스템 사용에서 국가R&D의 중요성으로 번안

코드	LV	결정요인	주 도출 사례	근거	원용 방식
G18 (역)	LV6	D7	NHS앱	Venkatesh et al.(2003)	② 사회적 영향의 부정 담론 노출 차원을 조작화
G20	LV6	D7	Siri, MP3	사례 분석(3절 다); 서은철(2020)	③ 성과 가시화 부재가 귀속 단절로 이어진 관찰(D8)을 미디어 정보 환경 문항으로 구성
G22	LV7	(LV2~LV6 통합)	mRNA, Pix 등 직접 사용형	Davis(1989) PU	① PU 원문항(직무 유용 문형)의 준거를 직무에서 일상생활로 번안
G23	LV7	(LV2~LV6 통합)	사례 교차 종합(3절 라)	본 연구 조작적 정의(4절 가)	③ 편익이 개인을 넘어 가족·지역사회로 확산되는 관찰을 문항화
G24	LV7	(LV2~LV6 통합)	—	본 연구 조작적 정의(4절 가)	③ 조작적 정의의 종합 수준을 단일 준거 문항으로 직접 문항화

※ 원문항 전문은 〈표 2-12〉에 있으므로 본 표에는 코드만 표기한다. 결정요인 열은 〈표 2-10〉의 잠재변수 수용 관계를 따르고, 주 도출 사례는 〈표 2-8〉의 주 도출 사례 가운데 해당 문항의 작성에 실증 토대가 된 사례를 표기한 것이다. 원용 방식의 번호는 본문의 세 유형(① 문항 번안, ② 개념 조작화, ③ 사례 귀납)을 가리킨다.

잠재변수군별로 문항의 도출 경로를 서술하면 다음과 같다.

인지도(LV1)의 두 문항은 성과에 관한 정보가 국민에게 닿았는지를 잰다. G1은 성과의 내용을 알고 있는지를 묻는 문항으로, 정보 노출이 인지로 이어지는 커뮤니케이션 효과 위계(McGuire, 1985)에서 인지 단계를 국가R&D 성과를 준거로 조작화한 것이다. G3은 같은 구성을 역방향에서 묻는 문항으로, 묵인 편향 통제를 위한 역문항 배치 원칙(Podsakoff et al., 2003)에 따라 두었다. 두 문항의 실증 토대는 편익이 일상화된 성과조차 그 존재가 인지되지 않는 Siri·MP3의 관찰(D8)이다.

사회적 유용성(LV2)의 세 문항은 성과가 사회 전체에 가치 있다는 지각을 잰다. G2는 유용성 지각(PU) 개념(Davis, 1989)의 준거를 개인 직무에서 사회문제 해결로 확장해 조작화한 문항으로, 공공목적 지향의 혁신 논의(Mazzucato, 2013)가 확장의 근거이며, 팬데믹이라는 사회문제를 해소한 mRNA와 금융포용을 넓힌 Pix의 관찰(D6)이 실증 토대이다. G5는 G2의 역방향 배치 문항이다. G6은 공공연구가 경제 성과로 이어진다는 실증 문헌(Salter & Martin, 2001; Mansfield, 1991)의 논의를 국민 지각 문항으로 조작화한 것으로, 발사 산업의 구조를 바꾼 팰컨9과 음악 산업을 전환시킨 MP3가 실증 토대이다.

개인적 접근성(LV3)의 두 문항은 편익이 본인 생활에 닿아 있다는 지각을 잰다. G4는 편익에 실제로 접근할 수 있는가라는 접근성 개념(Penchansky & Thomas, 1981)과 이용 용이성 지각(Davis, 1989 PEOU)을 일반 국민 준거로 조작화한 문항이다. 개방정책으로 접근 장벽을 제거한 Landsat(D7)과, 기술이 완성되고도 충전 인프라 부재로 편익이 생활에 닿지 못한 일본 FCEV(D4)의 대조가 실증 토대이다. G7은 G4와 같은 구성의 역방향 배치 문항이다.

전환경로 인지(LV4)의 네 문항은 성과가 연구실을 넘어 생활을 변화시켰고 그 기원이 정부 R&D임을 인지하는지를 잰다. G8은 전환경로(Schot & Steinmueller, 2018)와 레짐 전환(Geels,

2002)이라는 거시 개념을 국민 지각 수준으로 미시화한 문항이다. G9와 G11은 외부 문헌이 아니라 본 연구의 사례 분석에서 나왔다. 국민이 일상적으로 쓰는 기술의 기원이 정부R&D임에도 민간 브랜드로만 인지되는 Siri·팰컨9의 귀속 단절 관찰(D8)을 G9는 긍정형으로, G11은 성과가 민간 기업의 성과로만 남는다는 역방향으로 문항화한 것이다(생성형 AI에서 같은 구조가 재현됨은 3절 다에서 확인하였다). G13은 정부 지원이 없었더라도 편익이 발생했을지를 묻는 반사실·추가성 논거(Mazzucato, 2013; OECD, 2023b)를 국민이 응답 가능한 반사실 문형으로 조작화한 문항이다.

정부R&D 신뢰(LV5)의 일곱 문항은 정부R&D가 가치를 만든다는 일반적 신뢰를 여러 갈래에서 잰다. G10과 G15는 공공가치 개념(Bozeman, 2007)을 각각 성과창출에 대한 신뢰와 재정지지 차원으로 조작화한 것이고, G14는 G10과 같은 구성의 역방향 배치 문항이다. G12는 기초연구에 대한 과소투자와 정부 역할의 정당성을 논한 시장실패론(Arrow, 1962; Nelson, 1959)의 문항화로, 정부 외에는 장기·고위험 연구를 감당할 주체가 없었던 Siri와 미검증 플랫폼의 위험을 정부가 흡수한 mRNA가 실증 토대이다. G17·G19·G21은 사례 귀납 문항이다. G17은 NHS 접촉추적앱에서 정부의 소통 부족이 신뢰 실패로 이어진 관찰을 절차 인식 문항으로 전환한 것이고, G19는 mRNA·팰컨9에서 정부의 고위험 부담이 가능화를 이끈 관찰을 도전적 R&D에 대한 세금 투자 태도로 전환한 것이며(도전·혁신형 R&D 평가체계 논의는 김도윤 외(2024) 참조), G21은 Siri(투자에서 대중 체감까지 약 8년)·팰컨9(다단계 간접 경로)에서 확인된 시차와 간접성의 관찰(D5)을 시차를 감안한 낙관 문항으로 전환한 것이다.

사회적 영향(LV6)의 세 문항은 주변과 여론이 성과를 가치 있게 본다는 인식을 잰다. G16은 UTAUT의 사회적 영향 원문항 — 내게 중요한 사람들이 시스템을 사용해야 한다고 생각한다는 문형(Venkatesh et al., 2003) — 의 판단 대상을 시스템 사용에서 국가R&D의 중요성으로 바꾼 번안 문항이다. G18은 같은 개념의 부정 담론 노출 차원을 조작화한 것이다. G20은 사례 귀납 문항으로, 성과의 가시화 부재가 귀속 단절로 이어지는 관찰(D8)과 성과를 제시해도 국민 대다수가 인지하지 못했다는 국내 조사 결과(서은철, 2020 재인용)를 미디어 정보환경 문항으로 구성한 것이다. LV6의 실증 토대는 신뢰·소통이라는 비물리적 장벽이 확산을 막은 NHS 접촉추적앱의 관찰(D7)이다.

체감성과(LV7)의 세 문항은 성과가 본인의 삶을 나아지게 했다는 종합 지각을 잰다. G22는 유용성 지각 원척도의 문형 — 이 시스템은 내 직무에 유용하다·직무를 더 쉽게 해 준다(Davis, 1989) — 의 준거를 직무에서 일상생활로 바꾼 번안 문항이다. G23은 본 연구의 조작적 정의(4절 가)가 말하는 실질적 편익의 누적·확산을 개인을 넘어 가족·지역사회 준거로 문항화한 것으로, 편익 도달의 범위가 사례마다 달랐던 사례 교차 종합(3절 라)의 관찰이 토대이다. G24는 조작적 정의의 종합 수준을 그대로 옮긴 단일 준거 문항이다.

다만 기존 척도에서 번안한 문항이든 새로 개발한 문항이든, 번안하거나 개발했다는 것만으로 타당도가 확보되지는 않는다. 이에 본 연구는 전체 문항의 타당도를 뒤의 전문가 내용타당도 검증과 파일럿 조사(라·마)에서 별도로 확인하였다.

라. 설문지(안) 도출과 검증 설계

설문지(안)의 검증은 전문가 내용타당도 검증과 일반 응답자 파일럿 조사를 병행하고, 두 결과를 문항 단위로 교차하여 유지·수정·삭제를 판정하는 방식으로 설계하였다. 전문가 검증에서는 각 문항이 측정하려는 개념을 적절히 묻고 있는지를 확인하고, 파일럿 조사에서는 실제 응답 데이터로 요인구조와 신뢰도를 분석한다. 두 검증은 방법과 자료가 서로 독립적이므로, 같은 문항이 양쪽에서 지목되는 경우 이를 판정의 우선 근거로 삼았다.

내용타당도 검증은 전문가 패널이 각 문항의 적절성을 평가하여 문항수준 내용타당도지수(I-CVI)와 척도수준 내용타당도지수(S-CVI/Ave)를 산출하며(Yusoff, 2019), 판정 기준은 I-CVI ≥ 0.78, S-CVI/Ave ≥ 0.90을 적용한다. 패널 규모는 Polit, Beck & Owen(2007)의 1라운드 권고(8~12인)에 따라 운용하며, 실제 운용한 8인은 Lynn(1986)의 권고 범위에도 부합한다. 아울러 I-CVI에는 우연일치를 보정한 수정 카파(κ^*)를 병기하고(Polit, Beck & Owen, 2007), 포함 필수성에 대해서는 내용타당도비율(CVR, Lawshe 1975)과 중앙값·사분위범위(IQR)·Kendall's W를 보조 지표로 운용한다. 두 차수의 검증에 사용한 전문가 조사지 원문은 부록 5에 수록하였다.

〈표 2-17〉 내용타당도 전문가 패널 구성 (N=8)

구분	소속 유형	전문 분야	R&D 관련 경력
전문가 A	민간 비영리기관	과학기술정책	20년 이상
전문가 B	대학	과학기술학	20년 이상
전문가 C	공공기관	과학기술정책·바이오 R&D	20년 이상
전문가 D	대학	R&D 예산배분·조정	15~20년
전문가 E	대학 부설 연구기관	과학기술정책	10~15년
전문가 F	대학	보건의료 R&D	10~15년
전문가 G	대학	공학·R&D 실용화	10~15년
전문가 H	정부출연연구기관	바이오정책	5~10년

파일럿 조사에서는 탐색적 요인분석(주축요인추출, 사각회전, 병렬분석에 의한 요인 수 결정, 요인적재 절단 .40, KMO ≥ .60, Bartlett 유의)으로 요인구조를 확인한다. 신뢰도는 Cronbach's α와 McDonald's ω를 병행 보고하는데, α는 본질적 타우동등성 가정이 위배되면 신뢰도를 잘못 추정할 수 있어 요인부하에 기반한 ω를 함께 보고하는 것이 권고되기 때문이다(Hayes & Coutts, 2020). 두 검증의 결과는 문항 단위로 교차 종합하여 유지·수정·삭제를 판정하고, 이를 반영한 확정안을 도출한다.

마. 검증 결과와 문항 확정 — 내용타당도(N=8)·파일럿(n=38)·측정구조 검토

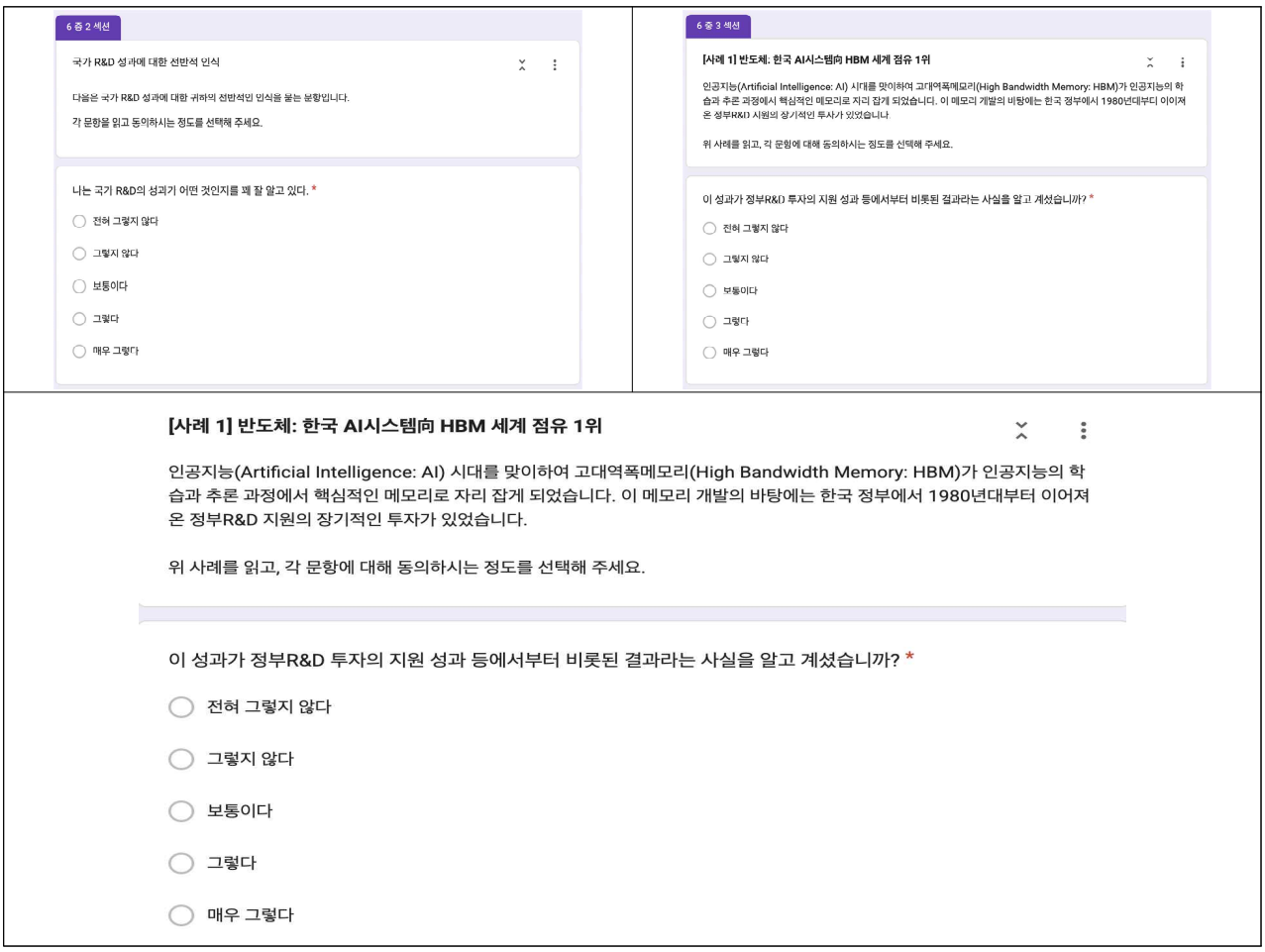
(1) 검증 수행 개요

전문가 내용타당도 조사는 과학기술정책·조사방법론 분야 전문가 8인을 대상으로 2026년 7월 16일~28일에 수행하였으며, 요청한 8인 전원이 회신하였다(회수율 100%). 패널 규모는 Polit, Beck & Owen(2007)의 1라운드 권고(8~12인)를 충족한다. 평가 대상은 일반 인식부 24개 문항

(G1~G24)과 참고용 인구통계·통제부 9개 문항이며, 비네트 평가부는 사례 확정 후 파일럿에서 검증하기로 하여 이번 평가에서는 제외하였다. 각 문항은 최종 포함성(3점, CVR 산출)과 관련성·명료성·측정가능성·중복성·대기준 적합성(5점, I-CVI 산출)의 6개 축으로 평가하였고, 도구 전체 대표성 1문항을 추가하였다. 지수 산출은 Yusoff(2019)의 절차에 따라 관련성 평가를 이분 재코딩(5점 척도의 4·5점 = 관련 1, 그 외 = 0)한 뒤 문항별로 관련 평가 전문가의 비율(I-CVI)을 구하고, 척도 수준에서는 I-CVI의 평균(S-CVI/Ave)과 전원일치 문항 비율(S-CVI/UA)을 함께 산출하였다. 판정 기준은 패널 8인 기준으로 I-CVI ≥ 0.78(Lynn, 1986), $\kappa^* >$ 0.74(Excellent; Polit, Beck & Owen, 2007), CVR 임계 0.75(8인 중 7인 이상 '필수'; Lawshe, 1975; Ayre & Scally, 2014), 중앙값 ≥ 4, IQR ≤ 1을 적용하였다.

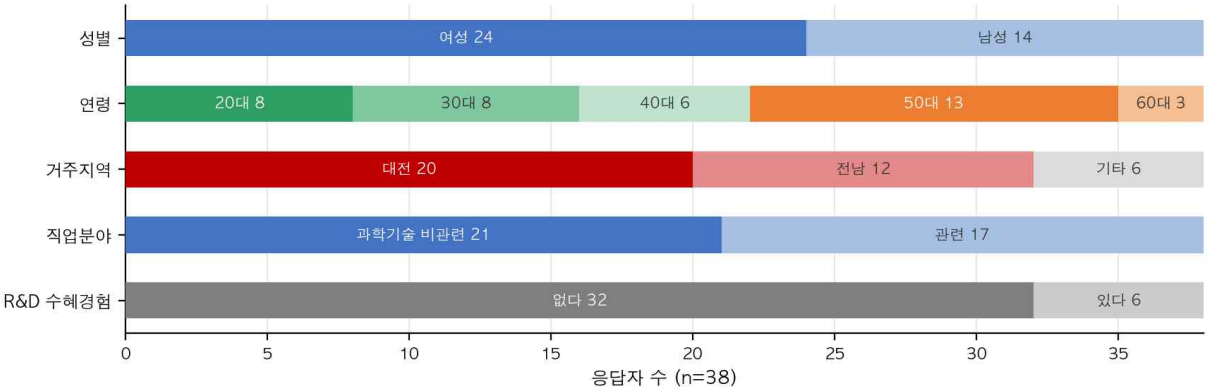
파일럿 조사는 온라인 설문(구글폼)으로 일반 성인 38명의 응답을 확보하여(계획 30~50명 범위 충족, 2026년 7월 30~31일 수집) 탐색적 요인분석·신뢰도 분석과 비네트 평가 분석을 수행하였다. 설문은 일반 인식부 24문항, 확정 비네트 4사례 × 8문항(V-1 귀속 인지~V-7 종합 체감, V-8 역문항), 인구통계·통제부 9문항으로 구성하였다. 일반 인식부는 정제 이전의 원문항 24개로 실시하여 문항 정제의 판단 자료로 삼았다. 역문항 6개(G3·G5·G7·G11·G14·G18)와 비네트 V-8은 역코딩 후 분석하였으며, 분석은 응답자 수준 원자료로 수행하였다(주축요인 추출, 병렬분석 200회 반복, 신뢰도 신뢰구간은 부트스트랩 1,000회).

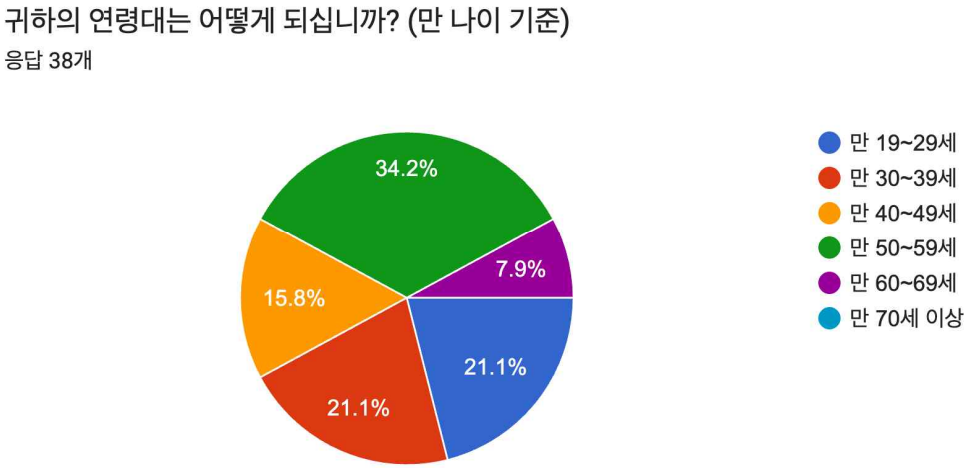
〈그림 2-6〉 온라인 설문조사 문항 화면 예시



표본의 구성은 다음과 같다(그림 2-7). 여성이 24명(63.2%)이고, 연령은 50대가 13명(34.2%)으로 가장 많으며 20대와 30대가 각 8명이다. 거주지는 대전 20명, 전남 12명으로 두 지역의 비중이 크다. 직업분야는 과학기술 비관련이 21명(55.3%)으로 관련(17명)보다 많고, 정부R&D 수혜 경험이 없는 응답자가 32명(84.2%)이다. 비관련·비수혜 응답자가 다수인 구성은 일반 국민 대상 도구의 사전 점검이라는 파일럿의 목적에 부합한다.

〈그림 2-7〉 파일럿 응답자의 구성 (n=38)





(2) 내용타당도 결과 — 유지 15·수정 검토 6·삭제 검토 3

문항 수준 판정 결과, 24개 문항 중 15개가 유지(전 기준 충족 10: G1·G2·G4·G6·G9·G10·G12·G15·G19·G22 + CVR만 미달 5: G5·G14·G17·G21·G23), 6개가 수정 검토(G3·G7·G8·G13·G16·G24, I-CVI .62~.75 경계), 3개가 삭제 검토(G11 I-CVI .38, G18·G20 각 .50)로 나타났다(그림 2-8). 문항별 전문가 응답의 분포와 합의 수준은 〈그림 2-9〉에, 판정기준별 충족 여부는 〈그림 2-10〉에 제시하였다. CVR만 미달한 5개 문항은 I-CVI·중앙값·IQR을 모두 충족했으나 '필수' 합의만 임계(7/8)에 못 미친 경우로, 삭제보다 유지가 타당하다고 판정하였다.

〈그림 2-8〉 24문항×6개 평가축 내용타당도 히트맵 (전문가 8인)

전문가 8명 | 문항 24개 | 역문항 6개 | 유지 15 | 수정 검토 6 | 삭제 검토 3

문항	관련성 (I-CVI)	명료성 (I-CVI)	측정가능성 (I-CVI)	중복성 낮음 (I-CVI)	대기준 적합성 (I-CVI)	CVR (CVR)	판정	역문항
G1	1.00 ✓	0.50 △	0.50 △	0.75 △	0.88 ✓	0.75 ✓	유지	
G2	1.00 ✓	0.75 △	0.88 ✓	0.62 △	0.88 ✓	0.75 ✓	유지	
G3	0.62 △	0.50 △	0.50 △	0.12 ×	0.75 △	-0.75 ×	수정 검토	역문항
G4	1.00 ✓	0.62 △	1.00 ✓	0.88 ✓	1.00 ✓	0.75 ✓	유지	
G5	0.88 ✓	0.75 △	0.75 △	0.25 ×	0.75 △	-0.75 ×	유지 (CVR만 미달)	역문항
G6	1.00 ✓	0.88 ✓	0.88 ✓	0.88 ✓	0.88 ✓	0.75 ✓	유지	
G7	0.75 △	0.50 △	0.50 △	0.50 △	0.62 △	0.00 △	수정 검토	역문항
G8	0.75 △	0.38 ×	0.50 △	0.75 △	0.75 △	0.50 △	수정 검토	
G9	1.00 ✓	0.88 ✓	0.75 △	0.88 ✓	1.00 ✓	0.75 ✓	유지	
G10	1.00 ✓	1.00 ✓	1.00 ✓	0.88 ✓	1.00 ✓	1.00 ✓	유지	
G11	0.38 ×	0.12 ×	0.25 ×	0.75 △	0.50 △	-0.25 ×	삭제 검토	역문항
G12	1.00 ✓	0.88 ✓	0.88 ✓	0.88 ✓	0.88 ✓	0.75 ✓	유지	
G13	0.62 △	0.50 △	0.50 △	0.50 △	0.50 △	0.00 △	수정 검토	
G14	0.88 ✓	0.38 ×	0.38 ×	0.75 △	0.75 △	0.50 △	유지 (CVR만 미달)	역문항
G15	0.88 ✓	0.62 △	1.00 ✓	0.88 ✓	0.88 ✓	0.75 ✓	유지	
G16	0.62 △	0.38 ×	0.50 △	0.75 △	0.62 △	0.00 △	수정 검토	
G17	0.88 ✓	0.75 △	0.75 △	1.00 ✓	0.75 △	0.50 △	유지 (CVR만 미달)	
G18	0.50 △	0.25 ×	0.38 ×	0.12 ×	0.50 △	-0.25 ×	삭제 검토	역문항
G19	0.88 ✓	0.88 ✓	1.00 ✓	1.00 ✓	0.75 △	0.75 ✓	유지	
G20	0.50 △	0.50 △	0.50 △	0.88 ✓	0.50 △	0.00 △	삭제 검토	
G21	0.88 ✓	0.50 △	0.88 ✓	0.50 △	0.50 △	0.25 △	유지 (CVR만 미달)	
G22	0.88 ✓	0.75 △	0.75 △	0.62 △	0.75 △	0.75 ✓	유지	
G23	0.88 ✓	0.62 △	0.62 △	0.50 △	0.50 △	0.00 △	유지 (CVR만 미달)	
G24	0.75 △	0.75 △	0.62 △	0.38 ×	0.62 △	0.50 △	수정 검토	
S-CVI/Ave	0.81	0.61	0.68	0.67	0.73	–	–	–

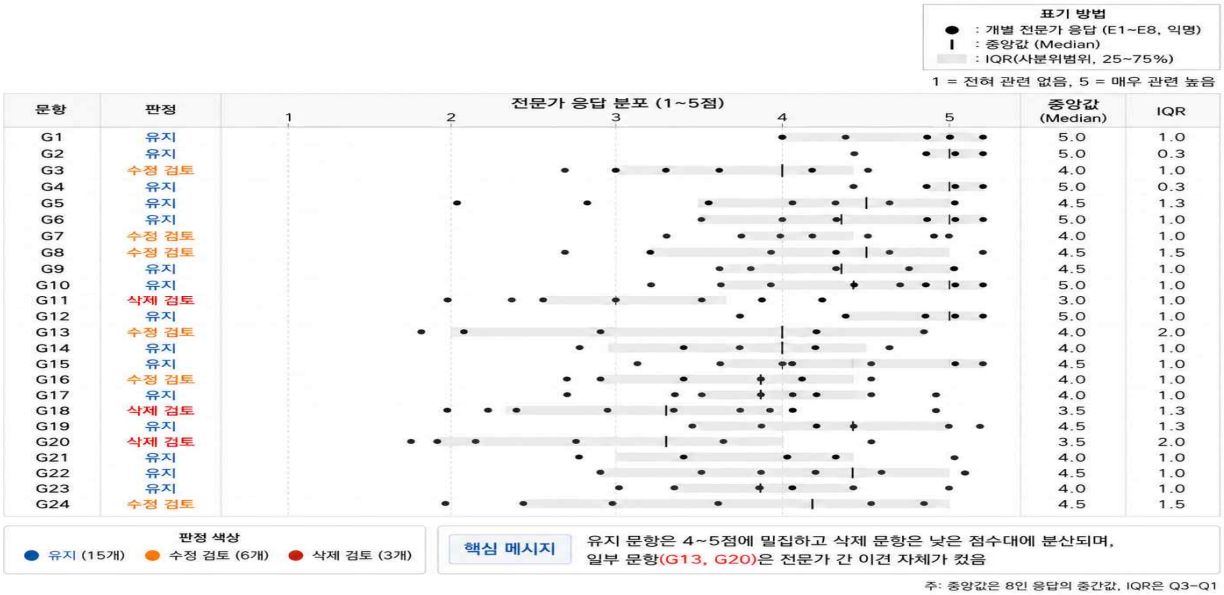
I-CVI 축 (관련성, 명료성, 측정가능성, 중복성 낮음, 대기준 적합성)		
✓	충족	0.78 이상
△	경계 미달	0.50 ~ 0.77
×	크게 미달	0.50 미만

CVR 축		
✓	충족	0.75 이상
△	경계 미달	0.00 ~ 0.74
×	크게 미달	0.00 미만

S-CVI/Ave 권고기준: 0.90

명료성 S-CVI/Ave = 0.61
(권고기준 0.90 미달)

〈그림 2-9〉 문항별 전문가 응답 분포 도트플롯 (전문가 8인, 익명)



〈그림 2-10〉 문항별 판정기준 충족 매트릭스 (5개 기준 · 최종 판정)

15 유지 | 6 수정 검토 | 3 삭제 검토 | 5 CVR만 미달 유지

문항	I-CVI ≥ 0.78	K* > 0.74	CVR ≥ 0.75	중앙값 ≥ 4	IQR ≤ 1	최종 판정
G1	1.00 ✓	1.00 ✓	0.75 ✓	5.0 ✓	0.25 ✓	유지
G2	1.00 ✓	1.00 ✓	0.75 ✓	5.0 ✓	0.00 ✓	유지
G3	0.62 ×	0.52 ×	-0.75 ×	4.0 ✓	1.00 ✓	수정 검토
G4	1.00 ✓	1.00 ✓	0.75 ✓	5.0 ✓	0.25 ✓	유지
G5	0.88 ✓	0.87 ✓	-0.75 ×	4.5 ✓	1.00 ✓	유지*
G6	1.00 ✓	1.00 ✓	0.75 ✓	5.0 ✓	0.25 ✓	유지
G7	0.75 ×	0.72 ×	0.00 ×	4.0 ✓	0.50 ✓	수정 검토
G8	0.75 ×	0.72 ×	0.50 ×	5.0 ✓	1.25 ×	수정 검토
G9	1.00 ✓	1.00 ✓	0.75 ✓	4.5 ✓	1.00 ✓	유지
G10	1.00 ✓	1.00 ✓	1.00 ✓	5.0 ✓	0.25 ✓	유지
G11	0.38 ×	0.20 ×	-0.25 ×	3.0 ×	1.00 ✓	삭제 검토
G12	1.00 ✓	1.00 ✓	0.75 ✓	5.0 ✓	0.25 ✓	유지
G13	0.62 ×	0.52 ×	0.00 ×	4.5 ✓	2.00 ×	수정 검토
G14	0.88 ✓	0.87 ✓	0.50 ×	4.0 ✓	1.00 ✓	유지*
G15	0.88 ✓	0.87 ✓	0.75 ✓	4.5 ✓	1.00 ✓	유지
G16	0.62 ×	0.52 ×	0.00 ×	4.5 ✓	2.00 ×	수정 검토
G17	0.88 ✓	0.87 ✓	0.50 ×	4.0 ✓	1.00 ✓	유지*
G18	0.50 ×	0.31 ×	-0.25 ×	3.5 ×	1.25 ×	삭제 검토
G19	0.88 ✓	0.87 ✓	0.75 ✓	4.5 ✓	1.00 ✓	유지
G20	0.50 ×	0.31 ×	0.00 ×	3.5 ×	2.00 ×	삭제 검토
G21	0.88 ✓	0.87 ✓	0.25 ×	4.0 ✓	1.00 ✓	유지*
G22	0.88 ✓	0.87 ✓	0.75 ✓	4.5 ✓	1.00 ✓	유지
G23	0.88 ✓	0.87 ✓	0.00 ×	4.0 ✓	0.25 ✓	유지*
G24	0.75 ×	0.72 ×	0.50 ×	5.0 ✓	1.25 ×	수정 검토

기호 및 음영

✓ 충족 — 해당 임계값 충족

× 미달 — 해당 임계값 미달

판정 임계값

I-CVI ≥ 0.78 · K* > 0.74 · CVR ≥ 0.75

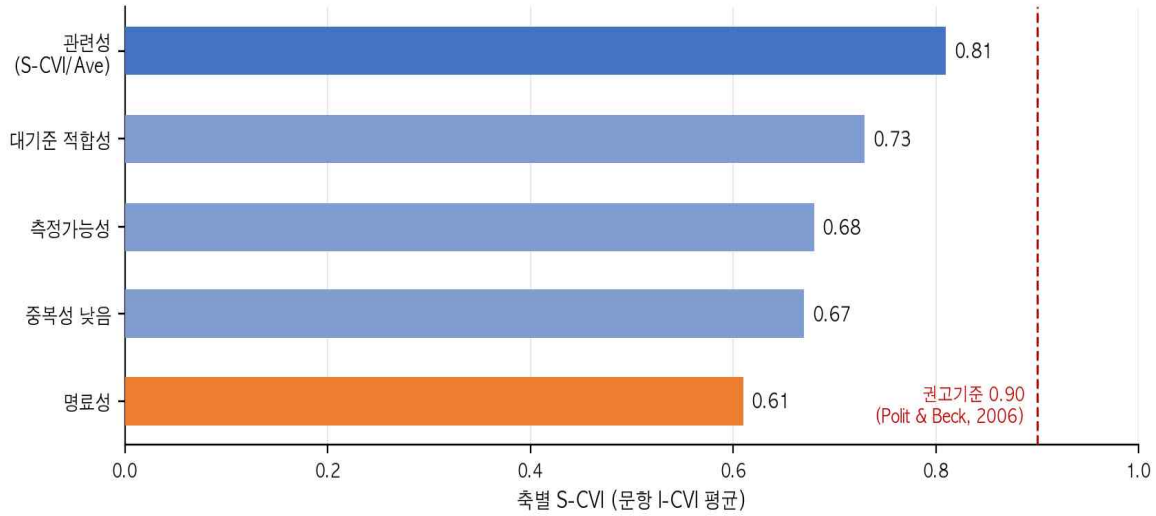
중앙값 ≥ 4 · IQR ≤ 1

* G5·G14·G17·G21·G23: CVR만 미달했으나 나머지 기준 충족으로 유지

척도 수준에서는 S-CVI/Ave(관련성 축)가 0.81로 권고기준 0.90(Polit & Beck, 2006)에 미달하여 문항 정제의 필요가 확인되었다. 전원일치 방식의 S-CVI/UA는 0.29(24개 문항 중 8인 전원이 관련성이 있다고 평가한 문항 7개)였다. UA 방식은 패널 전원의 일치를 요구하여 패널 수가 많을수록 값이 낮아지는 보수적 지표이므로 6인 이상 패널에서는 Ave 방식이 권장되나(Polit & Beck, 2006), 지침 문헌(Yusoff, 2019)이 두 방식을 함께 정의하고 있어 본 연구는 두 값을 모두 보고한다.

아울러 문항 판정에 적용한 I-CVI 임계값 0.78과 관련하여, 패널 6~8인에 대해 0.83을 요구하는 보다 엄격한 기준(Yusoff, 2019의 정리 기준)을 적용하더라도 본 조사에서는 I-CVI가 0.78~0.83 구간에 놓인 문항이 없어 판정 결과는 동일하다. 축별로는 관련성 0.81, 대기준 적합성 0.73, 측정가능성 0.68, 중복성 낮음 0.67, 명료성 0.61로, 전문가들의 지적이 '무엇을 묻는가'(주제 관련성)보다 '어떻게 묻는가'(표현의 명료성과 문항 간 변별)에 집중되었음을 보여준다(그림 2-11). 도구 전체 대표성은 4·5점 응답비율 0.75로 권고 수준(0.78)에 미달하였다. 이 결과는 뒤에서 다루는 문항 정제(삭제 3·통합 1·문안 수정)의 근거가 되었으며, 정제 결과의 대표성은 2차 검토에서 0.75(중앙값 4, IQR 0.5)로 권고 수준에 근접하고 중앙값 기준을 충족하는 수준으로 확인되었다(마 (6) 참조). 인구통계부에서는 D-6(직업의 과학기술 관련 여부)이 적절성 평균 3.12로 가장 낮아 범주 수정('R&D 관련/비관련') 의견이, D-4(가구 소득, 3.88)는 응답 범주 보완 의견이 제시되었다.

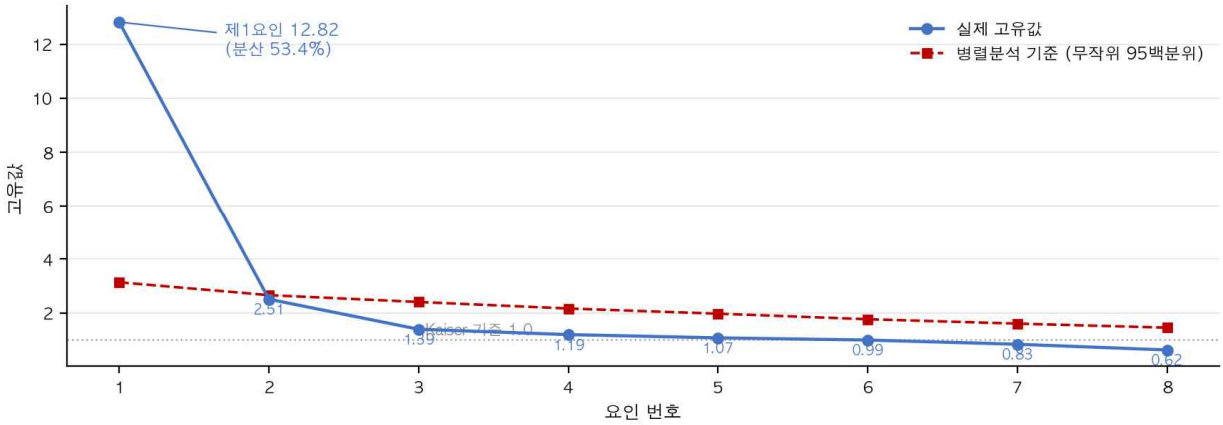
〈그림 2-11〉 평가축별 척도 수준 내용타당도(S-CVI) 프로파일



(3) 파일럿 결과 ① 요인구조와 신뢰도 — 총괄 지각 1요인, LV3·LV6 미달

요인분석 적용의 적합성은 확인되었다(KMO=.748, Bartlett χ^2 (276)=996, p<.001). 병렬분석은 1요인을 지지했으며(실제 제1고유값 12.82 대 무작위 기준 3.14, 제2요인부터 역전), 1요인이 전체 분산의 53.4%를 설명하였다(그림 2-12). Kaiser 기준(고유값 > 1)으로는 5요인이 추출되나 병렬분석은 이를 과다추출로 판정하였다. 국민이 국가R&D 성과를 항목별로 구분해서 지각하기보다 전반적 인상 하나로 응답하는 경향이 확인된 것이다.

〈그림 2-12〉 요인 수 결정 — 스크리 도표와 병렬분석 기준 (파일럿 n=38)



참고용 4요인 해(누적 70.8%)에서는 부정 어법·역문항이 내용과 무관하게 별도 요인으로 묶여 어법(method) 요인이 나타났다. 제2요인에 적재된 G14(.92), G3(.75), G17(.71), G7(.59)은 소속 잠재변수가 서로 다르고, 부정·우회 어법을 쓴다는 점 외에는 공통점이 없다. 특히 G14는 본요인 부하가 사실상 0(-.03)이고 어법 요인에만 적재되어, 역문항을 정비할 필요가 있다는 전문가 정성 의견을 응답 데이터에서도 뒷받침하였다.

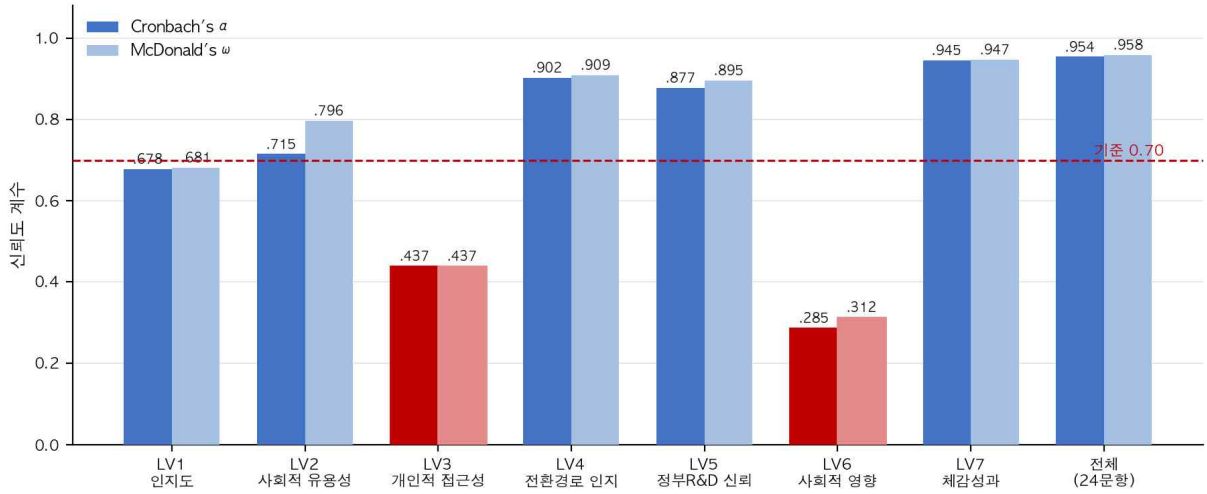
신뢰도는 24문항 전체 기준 α =.954, ω =.958이었다. 잠재변수별로는 LV7(체감성과) α =.945/ω =.947, LV4(전환경로 인지) α =.902/ω =.909, LV5(정부R&D 신뢰) α =.877/ω =.895, LV2(사회적 유용성) α =.715/ω =.796이 기준(.70)을 충족하였다. 반면 LV6(사회적 가치)은 α =.285/ω =.312, LV3(개인적 접근성)은 α = ω =.437로 기준에 미달하였고, LV1(인지도)은 α =.678로 기준을 소폭 밑돌았으나 2문항 척도의 특성을 감안하면 경계 수준으로 해석된다(표 2-18, 그림 2-13).

〈표 2-18〉 잠재변수별 신뢰도 계수(파일럿 n=38)

잠재변수	문항 수	Cronbach's α [95% CI]	McDonald's ω [95% CI]	판정
LV1 R&D 성과 인지도	2	.678 [.328, .861]	.681 [.334, .867]	경계
LV2 사회적 유용성	3	.715 [.347, .940]	.796 [.630, .941]	충족
LV3 개인적 접근성	2	.437 [-.159, .827]	.437 [.065, .834]	미달
LV4 전환경로 인지	4	.902 [.820, .950]	.909 [.837, .953]	충족
LV5 정부R&D 신뢰	7	.877 [.775, .933]	.895 [.821, .942]	충족
LV6 사회적 가치	3	.285 [-.406, .647]	.312 [.031, .754]	미달
LV7 체감성과	3	.945 [.890, .977]	.947 [.901, .978]	충족
전체	24	.954	.958	충족

※ CI = 비모수 부트스트랩(B=1,000) 백분위 구간. ω = 단일요인 최대우도 부하 기반 ω-total. Hayes & Coutts(2020)의 권고에 따라 α·ω 병행 보고. 판정은 α 기준 .70 이상 '충족', .65 이상 '경계', 그 미만 '미달'.

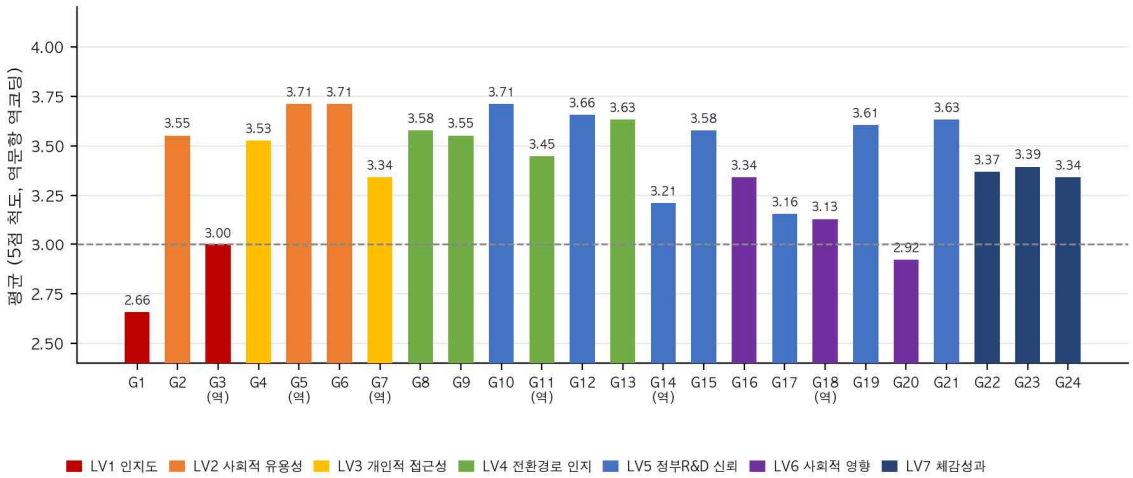
〈그림 2-13〉 잠재변수별 신뢰도 계수(Cronbach's α · McDonald's ω)와 판정 기준 (파일럿 n=38)



미달 두 건은 원인이 서로 다르다. LV6의 미달은 내용타당도에서 삭제 검토로 판정된 G18·G20이 모두 LV6 소속이라는 사실과 일치한다. 서로 독립적인 두 검증이 같은 문항군을 지목한 결과다. 두 문항은 요인부하(.18·.13)와 공통성이 모두 최하위였고, LV6의 남은 문항 G16과의 상관도 .17·.11에 그쳐 세 문항이 하나의 구성을 이루지 못했다. LV3은 G4(혜택의 향유 가능성)와 역문항 G7(나와 먼 이야기)의 2문항인데 두 문항의 상관이 .28에 머물렀고, G7이 앞서 확인한 어법 요인에 함께 묶인 점을 고려하면 낮은 내적 일관성은 개념의 문제라기보다 역문항 어법에서 비롯된 것으로 해석된다. 확정안에서 G7을 긍정문으로 전환하였으므로, 전환 후 LV3의 신뢰도가 회복되는지가 본조사의 우선 점검 항목이다.

문항별 응답 수준에서는 인지도가 가장 낮았다(그림 2-14). 성과 인지도 문항 G1이 평균 2.66으로 24문항 중 최저였고, 미디어의 성과 보도를 묻는 G20도 2.92로 낮았다. 반면 정부R&D의 역할·기여를 묻는 문항군(G6 3.71, G10 3.71, G13 3.63)은 3.6~3.7 수준이었다. 국가R&D의 역할과 가치에는 동의하면서도 그 성과가 무엇인지는 떠올리지 못하는 응답 구조로, 본 연구가 문제로 삼은 인지와 귀속의 단절이 일반 인식 층위에서도 그대로 나타났다.

〈그림 2-14〉 일반 인식부 문항별 평균 (파일럿 n=38, 역문항 역코딩)



(4) 파일럿 결과 ② 비네트 평가부 — 사례 확정과 유형 간 체감 차이

설문지(안)의 비네트는 HBM 반도체, 천궁-II 중거리 지대공 유도무기, KTX-이음 동력분산식 고속열차, mRNA 백신의 4건으로 구성하였다. 사례는 분야 대표성(반도체·방산·교통·보건의료)과 일반 국민의 인지 접근성을 기준으로 선정하였으며, 각 사례의 정부R&D 기여경로를 확인하여 비네트 설명문에 반영하였다. 4개 사례는 편익 전달경로의 유형이 서로 다르다. HBM 반도체는 편익이 민간 제품·산업에 내장되어 전달되는 내장·매개형, 천궁-II는 국민이 직접 사용하지 않는 안보 공공재형, KTX-이음과 mRNA 백신은 국민이 서비스를 직접 이용하는 직접 사용형에 해당하여, 사례 유형 간 체감의 차이를 관찰할 수 있도록 구성하였다.

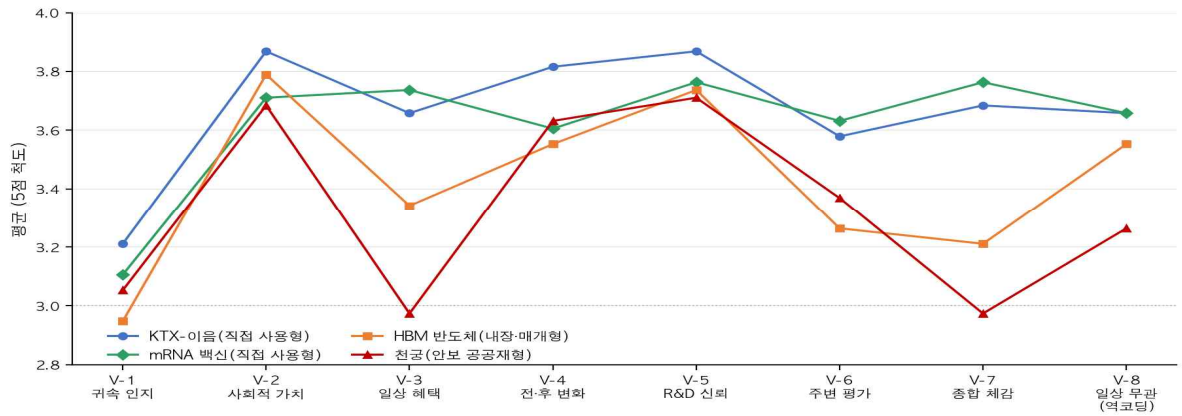
〈표 2-19〉 비네트 사례별 문항 평균과 척도 신뢰도 (파일럿 n=38, 5점 척도)

문항	HBM 반도체 (내장·매개형)	천궁 (안보 공공재형)	KTX-이음 (직접 사용형)	mRNA 백신 (직접 사용형)
V-1 정부R&D 귀속 인지	2.95	3.05	3.21	3.11
V-2 사회적 가치	3.79	3.68	3.87	3.71
V-3 일상 혜택 체감	3.34	2.97	3.66	3.74
V-4 전·후 변화 인지(LV4)	3.55	3.63	3.82	3.61
V-5 정부R&D 신뢰	3.74	3.71	3.87	3.76
V-6 주변의 평가 인식	3.26	3.37	3.58	3.63
V-7 종합 체감	3.21	2.97	3.68	3.76
V-8 일상 무관(역코딩)	3.55	3.26	3.66	3.66
8문항 종합평균	3.42	3.33	3.67	3.62
척도 신뢰도 Cronbach's α	.890	.919	.892	.901
척도 신뢰도 McDonald's ω	.891	.911	.889	.901

※ V-8은 역코딩 후 평균. 신뢰도는 사례별 8문항(V-8 역코딩) 기준이며 산출 방법은 일반 인식부와 동일.

비네트 평가부의 척도 신뢰도는 네 사례 모두 양호하였다(α .890~.919, ω .889~.911). 동일한 8문항 문형이 성격이 다른 사례들에 반복 적용되어도 일관되게 작동한다는 뜻으로, 비네트를 사례 교체가 가능한 표준 모듈로 운용하려는 설계가 지지된다. 응답 내용에서는 세 가지 양상이 관찰된다(그림 2-15).

〈그림 2-15〉 비네트 사례별 문항 평균 프로파일 (파일럿 n=38)



첫째, 직접 사용형 사례의 체감이 높다. 종합 체감(V-7)은 KTX-이음 3.68·mRNA 3.76으로, 내장·매개형인 HBM(3.21)과 안보 공공재형인 천궁-Ⅱ(2.97)을 뚜렷이 상회한다. 이는 편익의 도달 경로가 직접적일수록 체감이 높다는 국민체감 형성·단절 3유형의 예측과 부합하는 파일럿 수준의 관찰이다.

둘째, 사회적 가치 평가와 개인 체감이 분리된다(그림 2-16). 천궁-Ⅱ는 사회적 가치(V-2) 3.68대 종합 체감(V-7) 2.97로 차이가 0.71에 이르고 HBM도 0.58의 차이를 보이는 반면, 직접 사용형인 KTX-이음(0.19)과 mRNA(-0.05)는 차이가 거의 없다. 사회 전체에 가치 있다고 평가하면서도 자신의 삶에서는 체감하지 못하는 응답 구조가 실제로 나타난 것으로, 사회적 유용성(LV2)과 체감성과(LV7)를 분리 측정하는 본 측정모형 설계의 타당성을 뒷받침한다.

셋째, 귀속 인지는 성과 평가보다 일관되게 낮다. 네 사례 모두 정부R&D 귀속 인지(V-1)가 2.95~3.21로 사회적 가치 평가(3.68~3.87)를 밑돌아, 성과의 가치는 인정하되 그것이 정부R&D의 결과임은 확신하지 못하는 간극이 국내 사례에서도 확인되었다. 일반 인식부에서 관찰된 인지-귀속 단절이 구체 사례 층위에서 재현된 것이다. 이는 심층사례 분석에서 도출한 귀속성(D8) 문제의식과 부합하며, 핵심가설 H8(전환경로 인지→체감성과)을 본조사에서 검증할 실증적 필요를 보여준다.

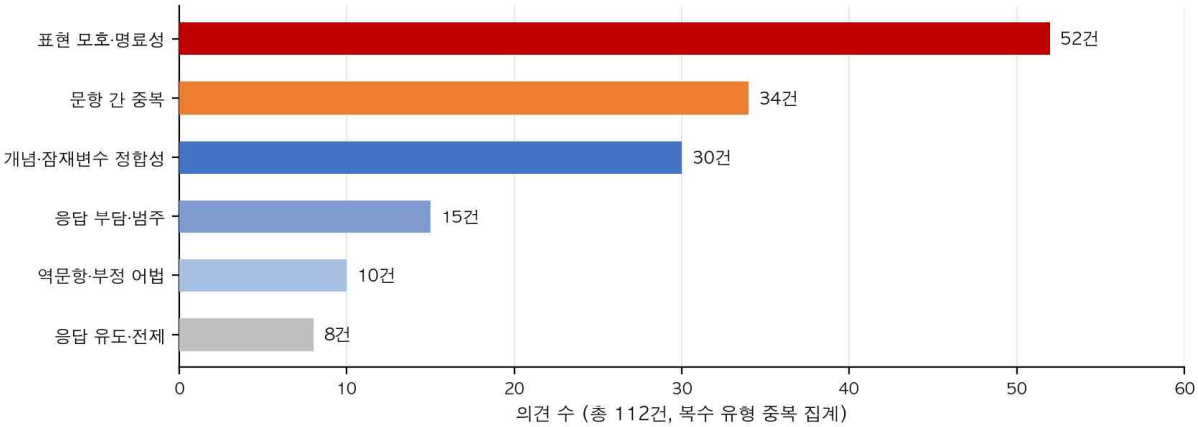
〈그림 2-16〉 비네트 사례별 사회적 가치(V-2)와 종합 체감(V-7)의 격차 (파일럿 n=38)

(5) 문항 정제와 확정안 — 22문항

두 검증을 교차하여 24문항을 상호배타적으로 분류하면 유지 13·수정·통합 8·삭제·재설계 3이 된다(내용타당도는 통과했으나 EFA 공통성이 낮은 G5·G17은 수정 검토군으로 이동). 공통성이 함께 미달한 역문항 G14는 미달이 어법 요인에 기인한 것으로 판단하여 유지하되, 역문항 정비 논의의 실증 근거로 삼았다(둘째 정제 원칙의 근거 단락 참조). 이 분류 위에서 전문가 정성 의견 112건(8인 중 7인 제출, 문항별 3~7건)을 전수 취합·유형화하여 전 문항의 수정안을 작성하였다. 의견 유형은 표현 모호·명료성(52건), 문항 간 중복(34건), 개념·잠재변수 정합성(30건), 응답 부담·범주(15건), 역문항·부정 어법(10건), 응답 유도·전제(8건) 순으로

(한 의견이 복수 유형에 해당하는 경우 중복 집계), 정제의 초점이 '어떻게 묻는가'에 있음을 확인할 수 있다.

〈그림 2-17〉 전문가 정성 의견 112건의 유형 분포



전문가 정성 의견 112건 가운데 확정 문안의 변경으로 직접 이어졌거나 파일럿 실측 결과와 교차 확인된 대표 의견을 발췌하면 〈표 2-20〉와 같다. 지적의 상당수는 개별 문구의 교정을 넘어 문항 작성의 일반 원칙에 해당하였다. 판단의 정도는 척도가 담당하고 문항은 판단 대상만 제시해야 하며, 응답자가 관찰할 수 없는 대상을 묻지 않아야 하고, 용어의 정의와 문항의 배치까지 측정 설계의 일부로 다루어야 한다는 것이다. 아래의 여섯 정제 원칙은 이 지적들을 정리한 것이다.

〈표 2-20〉 전문가 정성 의견의 주요 지적과 확정안 반영 결과

대상	주요지적(요지)	확정안반영	시사점
G1 등 전반	'꽤'·'결국'·'상당 부분' 등 정도 부사는 5점 척도와 정도 판단을 이중으로 요구해 응답 기준을 흐림	전 문항에서 정도 부사 제거 (원칙 ①)	판단의 축은 척도가 담당하고 문항은 판단 대상만 제시해야 함
G3·G5·G7 (역문항)	역코딩 문항은 일관성 확인 목적이 아니면 응답 혼동을 유발하며, '모른다'는 응답을 얻기 위해 역문항이 필수는 아님	역→긍정 전환 2(G3·G7)·통합 1(G5), 역문항 G14 1개만 유지 (원칙 ②)	파일럿의 어법 요인·LV3 미달과 세 갈래 증거가 합치 — 역문항 원칙 완화의 근거
G4	"나 같은 일반 국민"은 R&D가 전문가의 전유물이라는 전제를 깔아 배타적 오해를 부름	"일상생활 속에서 이용하거나 체감할 수 있다"로 수정 — 제안 문안 채택	문항의 어휘가 응답자를 특정 위치에 놓으면 태도가 아닌 반발을 측정하게 됨
G6·G2 (배치)	경제 기여(G6)를 사회문제 해결(G2) 앞에 두어야 두 문항의 변별이 확보됨	G6을 G2 앞으로 이동	문항 순서가 개념 정의 역할을 함 — 배치도 측정 설계의 일부
G8	"논문·특허 단계를 넘어"는 직선적 전환을 전제하고	"연구실에 머물지 않고 제품·서비스·정책 등으로	전환경로 문항이 특정성과 유형을 전제하면

대상	주요지적(요지)	확정안반영	시사점
	기초연구·비특허 성과를 저평가하게 함	실제 활용"으로 수정 — 제안 방향 채택	전환 개념 자체를 왜곡
G9	주어를 '우리'로, '정부 지원 연구개발(R&D)'을 명시해야 민간 R&D와 구분해 응답 가능함	제안 문안 채택	일반 국민은 정부·국가·민간 R&D를 구분하지 못함 — 귀속 측정의 전제는 용어의 명시적 정의
G11	"민간 성과로 남는다"는 긍정·부정 양방향으로 읽히고, 민간 사업화는 실패가 아닌 정상적 전환경로임	삭제 (I-CVI .38 최하위와 합치)	정량 판정과 정성 진단이 일치한 삭제의 이중근거
G13	반사실 문형은 일반 국민에게 과도한 인과 판단을 요구해 실제로는 정부 신뢰·낙관성을 측정할 우려가 있음	긍정형 토대 인식 문형으로 완화	반사실 평가는 전문가 방법론 — 일반인 설문에서는 비네트 전·후 대비로 우회
G15	괄호 속 "세입의 약 8.3%"는 기준·출처 없이 응답의 기준점으로 작용해 태도를 왜곡할 수 있음	수치 안내문 삭제	정보 제공형 문항의 참고 수치는 앵커링 편향원이 될 수 있음
G17	정부의 보이지 않는 '노력'이 아니라 관찰 가능한 절차(의견 제시 기회 제공)를 물어야 함	"의견을 들을 수 있는 기회를 마련하고 있다"로 수정	관찰 불가능한 대상을 묻는 문항은 정치적 태도의 대리 측정이 됨
G16·G18·G20 (LV6)	'주변 사람들'의 범위가 불명확하고 대화 경험이 없는 응답자는 자기 태도를 투영하며, G20은 두 판단을 한 문항에 병합. 미디어는 별도 정보환경 차원으로 운영해야 함	G16 구체화(가족·친구·동료), G18·G20 삭제 후 노출 빈도를 직접 묻는 N1·N2 신설	LV6 신뢰도 미달(α =.29)의 원인을 정성 의견이 사전에 정확히 예고 — 재설계 방향의 출처
G24	합산보다 수렴 확인용 준거문항으로 사용해야 하며, 유사성은 '의도된 중복'이므로 유지가 타당함	문구 유지, LV7 합산 제외·준거문항으로 역할 명확화	상반된 두 의견을 '준거문항'이라는 제3의 설계로 함께 수용

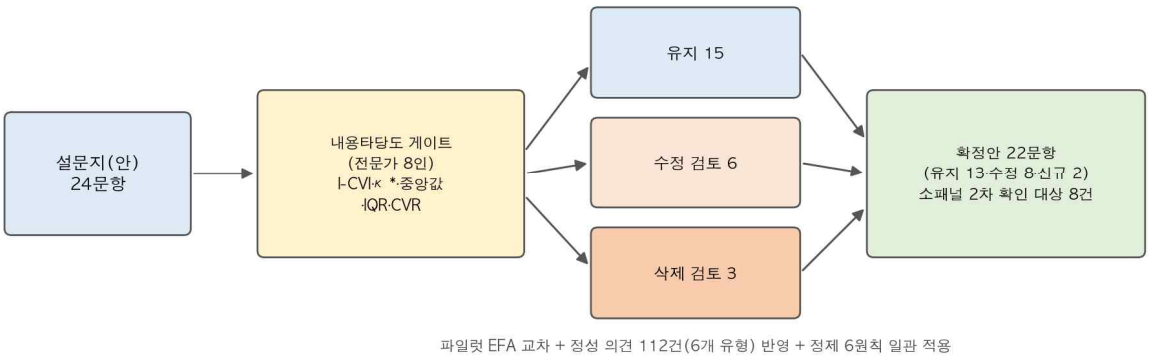
정제는 여섯 원칙을 전 문항에 일관되게 적용하였다. 첫째, '꽤', '결국', '상당 부분'과 같은 정도 부사와 단정 표현을 제거하여, 정도의 판단은 문항이 아니라 5점 척도가 담당하도록 하였다. 둘째, 역문항은 판정이 양호한 G14 1개만 유지하고 나머지는 긍정문 전환·통합·삭제로 최소화하였다. 셋째, 같은 내용을 긍정문과 부정문으로 반복하는 중복쌍(G5와 G2)은 하나로 통합하였다. 넷째, 한 문항이 두 가지 판단을 동시에 요구하는 이중 개념 문항(G20·G23)은 단일 판단으로 재구성하였다. 다섯째, 삭제로 인해 잠재변수당 문항이 2개 미만으로 줄지 않도록 보장하였고, 이에 따라 LV6은 신규 문항으로 재설계하였다. 여섯째, 모든 수정 문항에 전문가 의견과 판정 수치를 함께 기록하여 수정의 근거를 추적할 수 있게 하였다.

이 가운데 둘째 원칙은 문항 개발 원칙(일반 인식부의 4분의 1을 역문항으로 배치)을 명시적으로 수정하는 것이므로 근거를 분명히 해 둔다. 파일럿 4요인 참고해에서 역문항이 내용과 무

관하게 하나의 어법 요인으로 묶였고, 역문항을 포함한 LV3의 신뢰도가 기준에 미달하였으며, 전문가 정성 의견 10건이 부정 어법의 인지 부담을 지적하였다(표 2-20). 서로 다른 세 경로의 증거가 같은 방향을 가리키므로, 묵인 편향 통제라는 원칙의 취지는 G14 1문항으로 최소한으로 유지하고 나머지는 긍정문으로 전환하는 편이 측정에서 얻는 이득이 크다고 판단하였다. 다만 개발 원칙을 완화하는 결정인 만큼, 최종 반영 여부는 본조사 설계 단계에서 재검토한다.

그 결과 확정안은 22문항(자구 수정 11 · 표현 수정 7 · 역→긍정 전환 2 · 통합 1 · 삭제 3 · 신규 2)이다(그림 2-18). 문항별 주요 변경의 지적 근거와 반영 내용은 〈표 2-20〉에 정리한 바와 같다. 특히 삭제된 3개 문항(G11 · G18 · G20)은 내용타당도, 요인분석, 정성 의견의 세 판정이 수렴한 경우이며, 두 문항의 삭제로 1문항만 남게 된 LV6은 명칭을 '사회적 가치'로 바꾸고 신규 2문항(N1 · N2)을 더해 재설계하였다.

〈그림 2-18〉 문항 정제 절차와 문항 수 변화 (24문항 → 확정안 22문항)



〈표 2-21〉 확정안 22문항 전문

번호	LV	코드	확정 문안
1	LV1	G1	나는 국가 R&D의 성과가 어떤 것인지 알고 있다.
2	LV1	G3	나는 최근 1년 안에 국가 R&D의 성과에 대한 뉴스나 정보를 접한 적이 있다.
3	LV2	G2	국가R&D의 성과는 환경 · 안전 · 건강 등 우리 사회의 문제 해결에 도움이 된다고 생각한다.
4	LV2	G6	국가R&D의 성과는 국가 경제에 기여한다고 생각한다.
5	LV3	G4	국가R&D 성과의 혜택은 나의 일상생활 속에서 이용하거나 체감할 수 있다고 생각한다.
6	LV3	G7	내 주변에서 국가R&D 성과를 활용한 제품이나 서비스를 쉽게 찾아볼 수 있다.
7	LV4	G8	국가R&D의 성과는 연구실에 머물지 않고 제품 · 서비스 · 정책 등으로 실제 활용된다고 생각한다.
8	LV4	G9	우리가 일상에서 쓰는 기술 · 서비스를 개발하는 데 정부 지원 연구개발(R&D)이 기여했다고 생각한다.
9	LV4	G13	지금까지 정부의 R&D 투자는 우리가 누리는 주요 기술 · 서비스의 토대가 되었다고 생각한다.
10	LV5	G10	정부는 R&D 투자를 통해 가치 있는 성과를 만들 것이라고 믿는다.
11	LV5	G12	정부R&D는 기초연구처럼 민간 기업이 수행하기 어려운 영역에서 중요한 역할을

번호	LV	코드	확정 문안
			한다고 생각한다.
12	LV5	G14	정부R&D 예산이 성과 없이 낭비되고 있다고 생각한다. (역문항)
13	LV5	G15	정부가 세금의 일부를 국가R&D에 사용하는 것에 동의한다.
14	LV5	G17	정부는 연구개발(R&D) 정책을 정할 때 국민의 의견을 들을 수 있는 기회를 마련하고 있다고 생각한다.
15	LV5	G19	실패할 가능성이 높더라도 성공하면 사회적 파급효과가 큰 연구개발에 세금을 투자할 가치가 있다고 생각한다.
16	LV5	G21	국가R&D의 혜택은 시간이 걸리더라도 국민에게 돌아온다고 생각한다.
17	LV6	G16	내 주변 사람들(가족・친구・동료)은 국가R&D 성과를 우리 사회에 가치 있는 일로 생각한다.
18	LV6	N1	내 주변 사람들은 국가R&D의 성과를 긍정적으로 이야기한다. (신규)
19	LV6	N2	언론・미디어는 국가R&D의 성과를 가치 있게 다룬다. (신규)
20	LV7	G22	국가R&D의 성과로 내 일상생활이 편리해졌다고 느낀다.
21	LV7	G23	국가R&D의 성과는 나와 내 가족의 삶의 질을 높였다고 생각한다.
22	LV7	G24	종합적으로 국가R&D의 성과가 내 삶을 나아지게 했다고 느낀다. (준거문항 — 합산 제외)

1차 검토의 실측 S-CVI/Ave는 0.81로 권고기준(0.90)에 미달하였다. 정제안은 이 결과와 전문가 정성 의견 112건을 반영하여 도출한 것이며(표 2-22), 정제 22문항에 대해서는 1차와 동일한 패널・기준의 2차 전문가 내용타당도 검토를 실시하여 S-CVI/Ave 0.94로 권고기준을 충족하였다. 신규 2문항(N1・N2)과 수정 폭이 큰 6문항(G3・G4・G7・G8・G13・G16)도 2차 검토에서 전문가 패널의 평정을 거쳤으며, 그 결과 6문항은 전건 판정 기준을 충족하였고 신규 문항은 두 문안 대안 가운데 평가 인식형 문안이 확정되었다. 아울러 검증 과정에서 제기된 역문항 비율 원칙의 완화, LV5를 '신뢰'와 '정책지지'로 나누는 방안, LV6의 구성 문제 가운데 LV6은 2차 검토의 구조 의견을 반영하여 2요인(대인・미디어)으로 확정하였고, LV5의 분할은 본조사의 경합모형 검정으로 이관하였다. 2차 검토의 결과와 판정 근거는 (6)에 상세히 제시한다.

검증 결과의 취합에서 확정까지의 과정을 정리하면 다음과 같다(그림 2-18). 전문가 8인의 평가지를 문항 단위로 취합하여 CVR, I-CVI, 수정 카파, 중앙값, IQR을 산출하고, I-CVI 0.78 이상, 중앙값 4 이상, IQR 1 이하를 기준으로(CVR은 보조 지표) 유지, 수정 검토, 삭제 검토를 판정하였다. 이어 파일럿 요인분석의 공통성과 요인부하 결과를 교차하여 분류를 확정하고, 전문가 정성 의견 112건을 여섯 유형으로 코딩해 문항별 수정안을 작성한 뒤(대표 의견은 표 2-20), 여섯 정제 원칙을 일관되게 적용해 확정안을 도출하였다. 기존 24문항이 확정안 22문항으로 정제된 문항별 대응 관계는 〈표 2-22〉과 같다. 각 문항의 수정 전과 후의 문안을 변경 유형과 함께 대조할 수 있도록 정리하였고, 삭제 문항에는 그 내용영역을 승계한 신규 문항을 함께 표시하였다. 문항별 수정의 근거가 된 전문가 의견과 판정 수치는 검증 자료 원표에 전 건 기록되어 있다.

〈표 2-22〉 내용타당도 검증 결과 최종 취합 — 기존 문항 → 확정 문항 대조표

코드	LV	기존 문항 (24문항)	**확정 문항 (22문항)**	변경 유형
G1	LV1	나는 국가 R&D의 성과가 어떤 것인지를 꽤 잘 알고 있다.	나는 국가 R&D의 성과가 어떤 것인지 알고 있다.	유지 · 자구 수정
G3	LV1	국가R&D의 성과가 무엇인지 잘 떠오르지 않는다. (역)	나는 최근 1년 안에 국가 R&D의 성과에 대한 뉴스나 정보를 접한 적이 있다.	역→긍정 전환
G2	LV2	국가R&D의 성과는 우리 사회의 문제 해결에 도움이 된다고 생각한다.	국가R&D의 성과는 환경 · 안전 · 건강 등 우리 사회의 문제 해결에 도움이 된다고 생각한다.	유지 · 자구 수정
G5	LV2	국가R&D 성과는 우리 사회의 문제를 해결하는 데 별로 도움이 되지 않는다. (역)	G2에 통합(삭제)	통합
G6	LV2	국가R&D의 성과는 국가 경제에 기여한다고 생각한다.	국가R&D의 성과는 국가 경제에 기여한다고 생각한다. (배치를 G2 앞으로 이동)	유지 · 자구 수정
G4	LV3	국가R&D의 성과의 혜택은 나 같은 일반 국민도 누릴 수 있다고 생각한다.	국가R&D 성과의 혜택은 나의 일상생활 속에서 이용하거나 체감할 수 있다고 생각한다.	표현 수정
G7	LV3	국가R&D의 성과는 나와 먼 이야기처럼 느껴진다. (역)	내 주변에서 국가R&D 성과를 활용한 제품이나 서비스를 쉽게 찾아볼 수 있다.	역→긍정 전환
G8	LV4	국가R&D의 성과는 논문 · 특허 단계를 넘어 실제 사회 변화로 이어진다.	국가R&D의 성과는 연구실에 머물지 않고 제품 · 서비스 · 정책 등으로 실제 활용된다고 생각한다.	표현 수정
G9	LV4	내가 일상에서 쓰는 기술 · 서비스에 정부R&D가 기여했다고 생각한다.	우리가 일상에서 쓰는 기술 · 서비스를 개발하는 데 정부 지원 연구개발(R&D)이 기여했다고 생각한다.	유지 · 자구 수정
G11	LV4	정부R&D의 성과는 결국 민간 기업의 성과로만 남는 것 같다. (역)	삭제	삭제(안)
G13	LV4	정부의 R&D 투자가 없었다면, 우리가 누리는 주요 기술 · 서비스는 나오기 어려웠을 것이다.	지금까지 정부의 R&D 투자는 우리가 누리는 주요 기술 · 서비스의 토대가 되었다고 생각한다.	표현 수정
G10	LV5	정부R&D의 투자는 앞으로도 가치 있는 성과를 만들 것이라 믿는다.	정부는 R&D 투자를 통해 가치 있는 성과를 만들 것이라고 믿는다.	유지 · 자구 수정
G12	LV5	정부R&D는 민간이 하기 어려운 영역에서 중요한 역할을 한다.	정부R&D는 기초연구처럼 민간 기업이 수행하기 어려운 영역에서 중요한 역할을 한다고 생각한다.	유지 · 자구 수정
G14	LV5	정부R&D 예산 중 상당 부분이 뚜렷한 성과 없이 쓰이고 있다고 생각한다. (역)	정부R&D 예산이 성과 없이 낭비되고 있다고 생각한다. (역문항 유지)	유지 · 자구 수정
G15	LV5	세금이 국가R&D에 쓰이는 것에 동의한다. (현재 국가 R&D는 세입의 약 8.3% 입니다.)	정부가 세금의 일부를 국가R&D에 사용하는 것에 동의한다.	유지 · 자구 수정
G17	LV5	정부는 연구개발(R&D)의 방향을 결정할 때 국민의 의견을 반영하려고 노력한다.	정부는 연구개발(R&D) 정책을 정할 때 국민의 의견을 들을 수 있는 기회를 마련하고 있다고 생각한다.	표현 수정
G19	LV5	실패할 가능성이 높더라도 도전적인 연구개발에 세금을 투자할 가치가 있다.	실패할 가능성이 높더라도 성공하면 사회적 파급효과가 큰 연구개발에 세금을 투자할 가치가 있다고 생각한다.	유지 · 자구 수정

코드	LV	기존 문항 (24문항)	**확정 문항 (22문항)**	변경 유형
G21	LV5	국가R&D의 혜택은 시간이 걸리더라도 결국 국민에게 돌아온다고 생각한다.	국가R&D의 혜택은 시간이 걸리더라도 국민에게 돌아온다고 생각한다.	유지・자구 수정
G16	LV6	내 주변 사람들도 국가R&D가 중요하다고 생각한다.	내 주변 사람들(가족・친구・동료)은 국가R&D 성과를 우리 사회에 가치 있는 일로 생각한다.	표현 수정
G18	LV6	내 주변에는 국가R&D 예산이 낭비되고 있다고 말하는 사람이 많다. (역)	삭제 (내용영역은 신규 N1이 승계)	삭제(안)
G20	LV6	언론・미디어는 국가R&D의 성과를 그 중요성에 부합하여 비중 있게 다룬다.	삭제 (내용영역은 신규 N2가 승계)	삭제(안)
N1	LV6	(신규) G18의 내용영역 (준거집단 담론 노출) 승계	내 주변 사람들은 국가R&D의 성과를 긍정적으로 이야기한다.	신규 제안
N2	LV6	(신규) G20의 내용영역 (미디어 정보환경) 승계	언론・미디어는 국가R&D의 성과를 가치 있게 다룬다.	신규 제안
G22	LV7	국가R&D의 성과 덕분에 내 일상생활이 편리해졌다.	국가R&D의 성과로 내 일상생활이 편리해졌다고 느낀다.	유지・자구 수정
G23	LV7	국가R&D의 성과는 내 가족과 지역사회의 삶의 질을 높였다.	국가R&D의 성과는 나와 내 가족의 삶의 질을 높였다고 생각한다.	표현 수정
G24	LV7	종합적으로 국가R&D의 성과가 내 삶을 나아지게 했다고 느낀다.	종합적으로 국가R&D의 성과가 내 삶을 나아지게 했다고 느낀다. (준거문항으로 유지 — 합산 제외, 수렴타당도 검증용)	표현 수정

확정안 22문항은 원문항의 도출 근거(다 절의 문항별 이론적 도출 근거)를 승계하며, 원문항과 확정 문안의 대응은 〈표 2-22〉와 같다. 여기서는 문안이 실질적으로 변경・통합・삭제・신설된 문항에 한하여 그 수정의 근거를 문항 단위로 정리한다. 자구 수정 11개 문항(G1・G2・G6・G9・G10・G12・G14・G15・G19・G21・G22)의 변경은 정도 부사 제거 등 정제 원칙 ①의 일괄 적용이므로 표에서 제외한다(문안 대조는 표 2-22). 수정・통합・삭제・신설 문항의 근거를 정리하면 〈표 2-23〉과 같다.

〈표 2-23〉 수정・통합・삭제・신설 문항의 수정 근거

문항	변경 유형	수정의 실증 근거	참고 방법론 문헌
G3 → 정보 접촉 문형	역→긍정 전환	1차 내용타당도 수정 검토 판정(I-CVI 경계 구간). 파일럿 4요인 참고해에서 어법 요인에 적재(.75). 역문항 혼동 지적(표 2-20)	Podsakoff et al.(2003)
G7 → 주변 가시성 문형	역→긍정 전환	수정 검토 판정. 어법 요인 적재(.59)와 LV3 신뢰도 미달(α=.437)이 역문항 어법에 기인한다는 진단(마 (3))	Podsakoff et al.(2003)
G5 → G2에 통합	통합	같은 내용의 긍정・부정 반복쌍이라는 지적과 낮은 EFA 공통성(마 (5)). 정제 원칙 ③ 적용	—
G4 문안 수정	표현 수정	"나 같은 일반 국민"이 배타적 전제를 깔아 태도가 아닌 반발을 측정한다는 전문가 지적 — 제안 문안 채택(표 2-20)	—
G8 문안 수정	표현 수정	"논문・특허 단계를 넘어"가 직선적 전환을 전제하고 기초연구・비특허 성과를 저평가하게 한다는 지적(표 2-20)	—

문항	변경 유형	수정의 실증 근거	참고 방법론 문헌
G13 반사실→긍정형 완화	표현 수정	반사실 추론이 일반 국민에게 인지 부담이 크고 실제로는 정부 신뢰·낙관성을 측정할 우려가 있다는 지적(표 2-20; 가 절). 반사실의 엄밀 측정은 전문가·행정자료 층위로 이관	—
G17 문안 수정	표현 수정	관찰 불가능한 '노력'이 아니라 관찰 가능한 절차를 물어야 한다는 지적(표 2-20). EFA 공통성 낮음·어법 요인 적재(.71)로 수정 검토군 이동(마 (5))	—
G16 문안 수정	표현 수정	'주변 사람들'의 범위 불명확 지적 — 준거집단(가족·친구·동료) 구체화(표 2-20)	—
G23 문안 수정	표현 수정	가족과 지역사회라는 두 판단을 한 문항에 병합한 이중 개념 문항이라는 지적 — 단일 판단(나와 내 가족)으로 재구성(정제 원칙 ④)	—
G24 역할 변경	표현 수정	합산용과 준거용의 상반된 의견을 준거문항(합산 제외·수렴타당도 검증용)이라는 설계로 함께 수용(표 2-20)	—
G11 삭제	삭제	I-CVI .38(최하위). 긍정·부정 양방향으로 읽히고 민간 사업화는 실패가 아닌 정상 전환경로라는 정성 진단이 정량 판정과 합치(표 2-20)	—
G18 삭제	삭제	I-CVI .50, 요인부하 .18, LV6 신뢰도 미달(α =.285) — 세 판정 수렴. 내용영역은 N1이 승계	—
G20 삭제	삭제	I-CVI .50, 요인부하 .13. 성과 보도의 '비중'과 '중요성 부합'이라는 두 판단을 병합한 이중 개념 문항. 내용영역은 N2가 승계	—
N1 신설	신규	G18의 내용영역(준거집단 담론 노출)을 승계. UTAUT 사회적 영향의 대인 원천. 2차 검토에서 경험 노출형·평가 인식형 두 문안을 평정하여 평가 인식형으로 확정	Venkatesh et al.(2003)
N2 신설	신규	G20의 내용영역(미디어 정보환경)을 승계. 2차 검토에서 평가 인식형으로 확정, 미디어 요인의 단일지표 처리는 (6)에서 상술	Venkatesh et al.(2003)

※ 판정 수치의 출전은 마 (2)·(3)·(5)이며, 전문가 의견의 요지는 〈표 2-20〉에 발췌되어 있으므로 본 표는 참조 연결에 한정한다. 신설 문항 N1·N2를 포함한 정제 22문항의 내용타당도 판정은 2차 전문가 검토 결과로 갱신한다(마 (6) 넷째 항).

(6) 잠재변수의 측정구조 검토 — 지표 방향과 단일차원성

앞 항까지의 검증은 문항 수준(내용타당도)과 척도 수준(신뢰도)에서 이루어졌다. 이 항은 그보다 앞서는 층위, 곧 잠재변수를 어떤 측정구조로 설계하였고 그 구조가 자료로 어디까지 확인되었는지를 정리한다. 측정구조에 대한 판단이 서 있지 않으면 신뢰도 계수의 의미도 확정되지 않기 때문이다.

본 연구의 측정모형은 LV1~LV7을 모두 반영지표(reflective indicator) 구조로 설계하였다. 반영 설계에서는 잠재변수가 응답을 만들어 내는 원인이므로 같은 잠재변수에 속한 문항들이 서로 높은 상관을 보이고, 문항은 원칙적으로 서로 교체 가능하며, 내적 일관성 계수(Cronbach's α·McDonald's ω)가 신뢰도의 근거가 된다. 반대로 조형지표(formative indicator) 구조에서는 문항이 잠재변수를 구성하는 원인이므로 문항 간 상관이 낮아도 무방하고, 문항을 빼면 개념의 범위 자체가 달라지며, 내적 일관성에 기초한 신뢰도 분석은 평가 방법으로 적절하지 않다

(Diamantopoulos & Winklhofer, 2001). 본 연구가 반영 설계를 택한 근거는 Jarvis, MacKenzie & Podsakoff(2003)의 판별 기준이다. LV1~LV7은 모두 응답자가 지닌 인식 상태를 묻고, 각 문항은 그 인식이 겉으로 드러난 표현이며, 문항 하나를 빼도 잠재변수의 개념 범위가 달라지지 않는다. 따라서 α · ω를 신뢰도의 근거로 사용하는 것은 설계와 정합하며, 본 보고서의 신뢰도 수치는 조형지표 모형의 평가 지표로 제시된 것이 아니다. 일곱 잠재변수 각각의 개념 정의와 문항 구성 논리는 〈표 2-24〉에 요약하였다.

〈표 2-24〉 잠재변수별 문항 구성 논리 요약

잠재변수(문항 수)	확정 문항	구성 논리	본조사 확인 사항
LV1 R&D 성과 인지도(2)	G1 · G3	성과 정보의 도달이라는 단일 상태의 두 표현 — 정보 접촉 경험(G3)과 그 인지적 결과인 내용 인지(G1)	문항 간 상관 · 요인 적재
LV2 사회적 유용성(2)	G2 · G6	성과가 사회 전체에 가치 있다는 지각(PU-social) — 사회문제 해결(G2) · 경제 기여(G6)의 두 대표 영역	2문항 척도 신뢰도(동일부하 ω)
LV3 개인적 접근성(2)	G4 · G7	편익이 본인 생활에 닿아 있다는 지각(PU-personal) — 체감 가능성(G4) · 주변 가시성(G7)	긍정문 전환 후 기준(.70) 충족 여부
LV4 전환경로 인지(3)	G8 · G9 · G13	성과가 연구실을 넘어 실제 활용으로 이어졌다는 귀속 인지 — 전환 일반(G8) · 기여 인지(G9) · 토대 인식(G13)	—
LV5 정부R&D 신뢰 · 지지(7)	G10 · G12 · G14 · G15 · G17 · G19 · G21	'정부R&D가 가치를 만든다'는 일반적 신뢰의 표현으로 설계 — 성과창출 신뢰 · 정당성 · 재정지지 · 거버넌스 · 시차적 낙관의 다섯 갈래	1요인 대 2요인(신뢰/지지) 경합모형, G17 적재 양상
LV6 사회적 가치(3)	G16 · N1 · N2	주변 환경이 성과를 가치 있게 본다는 사회적 평가 인식 — 대인(G16 · N1) · 미디어(N2)의 두 원천	2요인(대인/미디어) 확정 — 미디어는 단일지표 처리, LV1과의 판별타당도
LV7 체감성과(3)	G22 · G23 · G24	성과가 내 삶을 나아지게 했다는 종합 지각(종속변수) — G24는 수렴타당도 준거문항(합산 제외)	—

※ 각 잠재변수의 이론적 근거와 유래 결정요인은 〈표 2-10〉, 문항별 검증 수치와 판정 근거는 부록 4 참조.

다만 내적 일관성 계수의 충족이 단일차원성(unidimensionality)이나 구성타당도의 증거는 아니다. α는 문항 간 평균 상관뿐 아니라 문항 수에도 좌우되므로, 차원이 둘 이상인 척도라도 문항이 많으면 높은 α를 가질 수 있다(Cortina, 1993). 본 연구가 α와 ω를 병행 보고한 것은 이 한계를 의식한 것이며, 두 계수의 충족은 '문항들이 서로 일관되게 움직인다'는 뜻이지 '하나의 차원을 이룬다'는 뜻이 아니다. 단일차원성의 판정에는 요인구조의 확인이 필요한데, 파일럿의 표본 규모(n=38)로는 잠재변수별 확인적 요인분석이 성립하지 않는다. 아래 세 잠재변수에는 이 유보가 특히 크게 작용하므로, 각각의 현재 상태와 본조사에서의 판정 절차를 밝힌다.

첫째, 정부R&D 신뢰(LV5)이다. 확정안의 7문항은 내용상 다섯 갈래에 걸쳐 있다. ① 성과창출에 대한 신뢰(G10, 역문항 G14), ② 정부 역할의 정당성 인식(G12), ③ 재정지지(G15 · G19), ④

절차적 거버넌스 인식(G17), ⑤ 시차적 낙관(G21)이다. 신뢰와 지지는 개념적으로 구분되며, 정부R&D의 성과창출을 신뢰하면서도 예산 배분에는 반대할 수 있고 그 역도 가능하다. 본 연구가 이들을 하나의 잠재변수로 묶은 것은 사례분석에서 도출한 결정요인 D1(수요견인・제도)이 '정부R&D가 가치를 만든다는 국민의 일반적 신뢰'라는 단일한 인식 상태로 수렴하였고, 일곱 문항이 모두 그 인식의 표현으로 읽힐 수 있다고 보았기 때문이다. 그러나 이는 개념 수준의 판단이며 자료로 확인된 바 없다. 파일럿에서 LV5는 α=.877/ω=.895로 기준을 충족하였으나(표 2-18), 앞서 밝힌 대로 7문항 척도의 높은 α는 단일차원성의 근거가 되지 못한다. 따라서 본 보고서는 LV5를 단일 구성개념으로 확정하지 않는다. 같은 이유로 잠재변수의 명칭도 확정하지 않는다. '정부R&D 신뢰'라는 현행 명칭은 다섯 갈래 가운데 성과창출에 대한 신뢰만을 나타내므로 일곱 문항 전체를 아우르지 못한다. 일곱 문항을 아우르는 상위 개념으로는 제도의 활동을 바람직하고 적절하다고 받아들이는 인식, 곧 정당성(legitimacy) 인식을 검토할 수 있다(Suchman, 1995). 정당성을 신뢰와 지지를 아우르는 상위 구성으로 보는 논의(Tyler, 2006)도 이러한 방향을 뒷받침한다. 다만 명칭은 측정구조가 판정된 뒤에야 확정할 수 있으므로, 본 보고서에서는 '정부R&D에 대한 신뢰・지지'를 잠정 명칭으로 사용한다. 본조사의 경합모형 검정에서 단일 요인으로 나타나면 정당성 인식 계열의 명칭을, 2요인으로 나타나면 신뢰와 정책지지의 두 구성을 채택하여 명칭을 확정한다.

LV5의 구조는 본조사에서 판정한다. 본조사 설계에는 다음을 사전 명세한다. ① 1요인 모형(신뢰 단일)과 2요인 모형(신뢰: G10・G12・G14 / 정책・재정지지: G15・G19・G21)을 경합모형으로 설정하고, 모형 적합도와 두 요인 간 상관으로 비교한다. ② 절차적 거버넌스 인식(G17)은 응답 대상이 다른 문항과 다르므로(정부의 행위에 대한 관찰 대 성과에 대한 평가) 어느 요인에도 안정적으로 적재되지 않을 수 있다. 적재 양상에 따라 배정하되, 판별타당도가 확보되지 않으면 별도 지표로 분리하거나 삭제하는 안을 함께 준비한다. ③ 2요인 모형이 채택되면 구조모형의 인과경로(H10~H13 계열)도 신뢰와 지지로 나누어 다시 설정한다. ④ 하위구성의 구분 기준은 요인 적재의 크기와 교차적재 여부, 요인 간 상관이 .85를 넘지 않을 것, 각 하위구성의 평균분산추출(AVE)이 .50 이상일 것으로 사전에 정해 둔다.

둘째, 사회적 가치(LV6)이다. 확정안의 3문항은 주변 사람들의 평가(G16), 주변 사람들로부터 긍정적인 이야기를 들은 경험(N1), 뉴스・미디어에서 성과를 접하는 빈도(N2)로 이루어진다. 대인 경로와 미디어 경로가 서로 다른 통로이며 미디어 노출이 많아도 주변은 무관심할 수 있고 그 역도 가능하다는 지적은 타당하며, 본 연구는 이를 수용한다. 같은 문제의식은 1차 내용타당도 검증의 전문가 검토에서도 미디어를 별도 차원으로 구분하는 방안으로 권고된 바 있으며, 이 권고는 아래의 개념 재정의와 본조사의 1요인 대 2요인 경합모형 검정으로 수용한다. 기존 문항 구성(G16・G18・G20)의 파일럿 신뢰도가 α=.285에 그쳤던 것(표 2-18) 역시 세 문항이 하나의 차원으로 묶이지 않았음을 보여주는 결과였다. 문항을 다시 검토하는 과정에서 두 가지 문제를 추가로 확인하였다. 하나는 세 문항이 '평가 인식'(G16)과 '노출 경험'(N1・N2)을 함께 담고 있어 반영지표로서의 동질성이 약하다는 점이고, 다른 하나는 N2('뉴스・미디어에서 국가R&D의 성과를 다루는 내용을 자주 접한다')가 LV1의 G3('최근 1년 안에 국가R&D의 성과에 대한 뉴스나 정보를 접한 적이 있다')와 측정 내용이 겹쳐 두 잠재변수 사이의 판별타당도를 위협한다는 점이

다. 후자는 확정안을 도출하면서 LV1의 G3를 정보 접촉 문형으로 바꾸고 LV6에 미디어 문항을 신설하는 두 수정이 각각 이루어지는 과정에서 생긴 중복이다.

이에 본 연구는 LV6의 개념을 '국가R&D 성과에 대한 사회적 평가 인식', 곧 응답자가 자신을 둘러싼 환경이 국가R&D 성과를 가치 있게 본다고 지각하는 정도로 좁혀 고정하고, 대인과 미디어를 그 인식이 형성되는 두 원천으로 둔다. 이렇게 정의하면 세 문항이 모두 평가 인식을 묻도록 통일되어야 하므로, 신규 2문항에 대해 경험 노출형(당초 문안)과 평가 인식형(조정 문안)의 두 대안을 2차 전문가 검토에 병렬 제시하여 평정하였다. 그 결과 두 문항 모두 평가 인식형 문안이 확정되었다(N1 "내 주변 사람들은 국가R&D의 성과를 긍정적으로 이야기한다", N2 "언론・미디어는 국가R&D의 성과를 가치 있게 다룬다"). 채택의 근거는 세 갈래다. 전문가의 문안 선택은 갈렸으나 평정 지표에서 평가 인식형이 우위였고, '환경이 성과를 가치 있게 본다고 지각하는 정도'라는 LV6의 개념 정의와 평가 인식형 문형이 정합하며, 경험 노출형은 기존 문항(N1은 G16, N2는 G3)과의 내용 중복이 지적되었다. 채택 문안은 접촉 빈도가 아니라 평가 방향을 물으므로 LV1(G3)과의 내용 중복 문제도 함께 해소된다. 확정안 22문항(표 2-21)에는 채택 문안을 반영하였고, 문안은 2차 평정 수치와의 대응이 유지되도록 추가 수정 없이 확정하였다. 다만 N1의 2차 I-CVI는 0.71로 판정 기준(0.78)에 못 미치는 경계 수준이므로, 1차 검토에서 적용한 경계 문항 취급 규칙을 원용하여 G16(1.00)과 함께 투입하되 본조사 EFA・CFA에서 유지 여부를 최종 판정한다.

LV6의 구조는 2차 검토의 구조 의견을 반영하여 확정한다. 3부 구조 의견에서 전문가 8인 중 5인이 대인 경로와 미디어 경로의 분리를 지지하였고, 이는 미디어를 별도 차원으로 구분하도록 권고한 발주 기관 검토 의견과도 방향이 같다. 이에 LV6은 대인 요인(G16・N1)과 미디어 요인(N2)의 2요인 구조로 확정한다. 미디어 요인은 단일 문항이므로 본조사에서는 요인부하를 1로 고정하는 단일지표 잠재변수로 처리하고, 정례조사로 전환하는 단계에서 미디어 경로의 문항 증설을 검토한다. LV1과 LV6 사이의 판별타당도는 Fornell-Larcker 기준과 HTMT(heterotrait-monotrait ratio)로 확인하고, HTMT가 .85를 넘으면 문항 배정을 재조정한다. LV6의 명칭은 초안의 '사회적 영향'에서 '사회적 가치'로 통일하였으며, 확정된 개념에 맞추어 본조사 단계에서 '사회적 평가 인식'으로 좁혀 부를 수 있다.

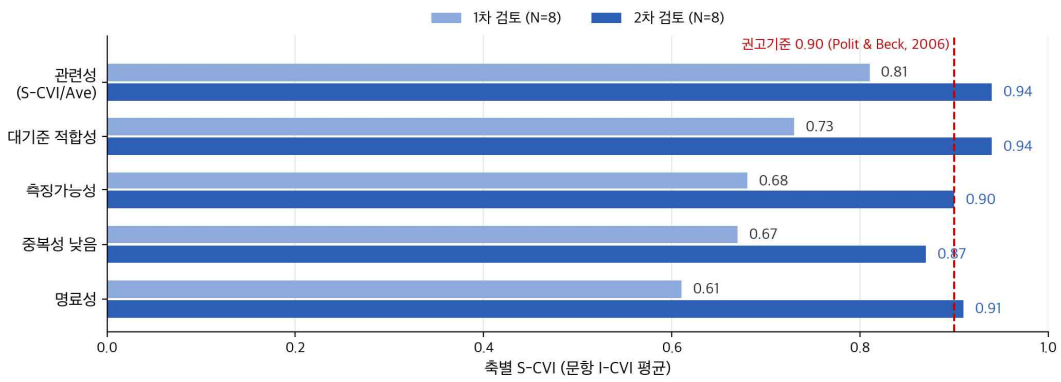
셋째, 인지도(LV1)의 구성 배정이다. 초안에서는 LV1이 수용한 결정요인이 D2(상용화 가교)・D8(귀속성)이라는 점을 따라 LV1을 귀속 구성에 배정하였다. 그러나 LV1의 확정 문항은 성과의 존재와 내용을 아는지(G1), 성과에 관한 정보를 접한 적이 있는지(G3)를 묻는 것으로, 편익의 기원을 정부R&D로 돌리는지를 묻지 않는다. 귀속을 직접 묻는 문항은 LV4(전환경로 인지)의 G8・G9・G13이다. 따라서 LV1의 측정 초점은 성과에 관한 정보가 국민에게 닿았는지, 곧 도달에 해당한다. 도달로 정의하면 두 문항이 한 잠재변수로 묶이는 이유도 분명해진다. G3(정보 접촉 경험)는 성과 정보가 닿았는지를 행동 차원에서 묻고, G1(내용 인지)은 닿은 정보가 남긴 인지적 결과를 묻는 것으로, 두 문항 모두 같은 도달 상태를 서로 다른 측면에서 측정한다. 커뮤니케이션 효과 연구는 정보 노출과 인지를 효과 위계의 연속 단계로 다루며(McGuire, 1985), 과학기술 공중인식 조사에서도 인지 문항과 정보 접촉 문항을 함께 배치해 도달을 측정하는 것이 일반적이

다. 두 문항의 동질성은 본조사에서 문항 간 상관과 요인 적재로 확인한다. 이에 본 보고서는 LV1의 구성 배정을 귀속에서 도달로 정정하고, 국민체감성과의 논리구조를 도달(LV1 · LV3) → 지각(LV2 · LV5 · LV6) → 귀속(LV4) → 체감(LV7)으로 통일한다. 도달 구성 안에서 LV1은 정보의 도달을, LV3은 편익의 도달을 담당한다. 결정요인 수용 관계(D2 · D8)는 문항이 어느 사례 분석에서 유래했는지를 나타내는 계보이므로 그대로 두되, 구성 배정은 문항의 측정 초점을 기준으로 한다. 이 정정에 따라 표 2-10, 표 A2-1의 모듈 명칭을 함께 맞추었다.

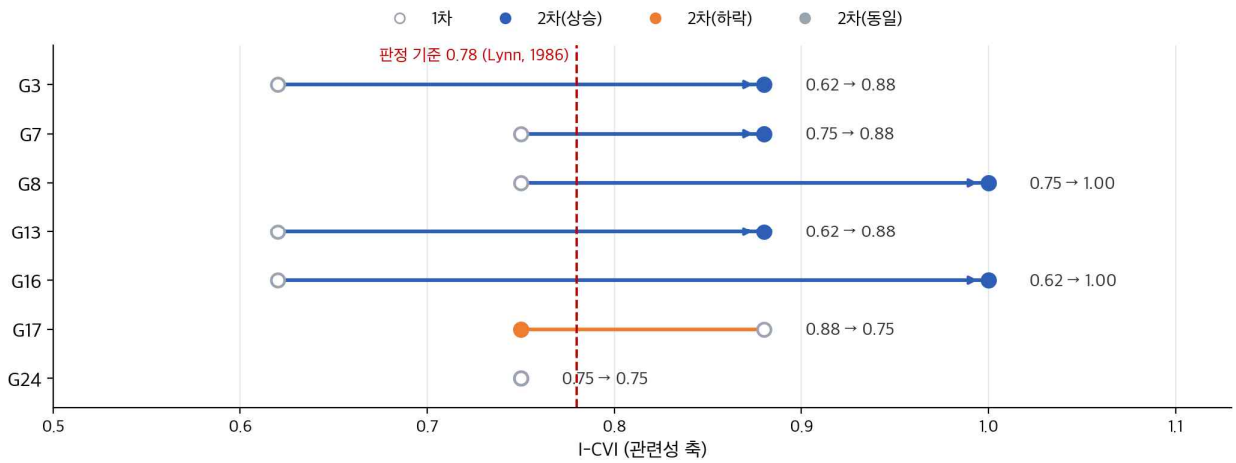
넷째, 정제 22문항에 대한 2차 내용타당도 검토의 실시와 결과이다. 1차 검토의 실측 S-CVI/Ave가 0.81로 권고기준(0.90)에 미달함에 따라, 정제안 자체에 대한 전문가 평정을 2026년 8월 25일부터 30일까지 별도로 실시하였다. 패널은 1차와 동일한 8인 전원이 참여하여 판정의 연속성을 확보하였고(회수율 100%), 평정 축과 판정 기준도 1차와 동일하게 적용하였다(관련성 · 필수성 · 명료성 · 측정가능성 · 중복성 낮음 · 대기준 적합성 / I-CVI ≥ 0.78, $\kappa^* > 0.74$, CVR ≥ 0.75, 중앙값 ≥ 4, IQR ≤ 1, S-CVI/Ave ≥ 0.90). 우선 평정 대상에는 신규 2문항(N1 · N2)의 두 문안 대안, 수정 폭이 큰 6문항(G3 · G4 · G7 · G8 · G13 · G16), 그리고 3부 구조 쟁점(LV6 구성 · LV5 단일성 · G17 배치)이 포함되었다.

검토 결과, 일반 인식부 20문항의 S-CVI/Ave는 0.94로 권고기준(0.90)을 충족하였다. 축별로는 관련성 0.81→0.94, 명료성 0.61→0.91, 측정가능성 0.68→0.90, 중복성 낮음 0.67→0.87, 대기준 적합성 0.73→0.94로 다섯 축이 모두 개선되어(그림 2-19), 1차 검토에서 '어떻게 묻는가'에 집중되었던 지적이 문항 정제로 해소되었음을 보여준다. 문항 수준에서는 1차와 동일한 판정 규칙으로 20문항 중 18문항이 유지 판정을 받았고(전 기준 충족 13, CVR만 미달 5: G3 · G7 · G13 · G19 · G21), 삭제 판정은 없었다. 특히 1차에서 수정 검토로 분류되었던 6문항 가운데 5문항이 판정 기준을 회복하였다(G3 .62→.88, G7 .75→.88, G8 .75→1.00, G13 .62→.88, G16 .62→1.00; 그림 2-20). 수정 폭이 큰 6문항(G4 포함)도 전건 기준을 충족하였다(G4 1.00). 수정 검토로 남은 것은 G24(.75, 준거문항으로 합산에서 제외되어 있으므로 현행 유지)와, 유일하게 하락한 G17(.88→.75)의 2문항이다. G17의 하락은 3부 구조 의견에서 확인되듯 문항 자체보다 배치(응답 대상이 성과에 대한 평가가 아니라 정부 행위에 대한 관찰이라는 점)를 둘러싼 판단이 갈린 결과로 보이며, 유지 의견 5인의 다수 판단에 따라 LV5에 유지하되 본조사 CFA에서 요인부하를 확인하는 조건을 명시한다.

〈그림 2-19〉 평가축별 S-CVI 1차 · 2차 검토 비교 (N=8)



〈그림 2-20〉 1차 수정 검토 문항의 I-CVI 변화 (1차→2차)



비네트 평가부(V-1~V-8) 공통 문형의 S-CVI/Ave는 0.89로 권고기준에 근접하였으며, 파일럿에서 확인된 사례별 척도 신뢰도(α .890~.919)와 함께 비네트 모듈의 본조사 투입을 뒷받침한다. 검토에서 제시된 제시문·문형의 세부 의견(역문항 V-8의 문형·배치, 제시문 자구의 정밀화 등)은 본조사 설계 시 조정 제안으로 반영한다. 도구 전체 대표성은 4·5점 응답비율 0.75로 권고 수준(0.78)에 근접하였고 중앙값(4)·IQR(0.5) 기준은 충족하였다. 3부 구조에 대한 의견은 LV6 분리 5인, LV5 단일 유지 다수, G17 유지 5인으로 집계되어, 앞의 각 항에서 밝힌 확정(LV6 2요인 확정, LV5 단일 유지 후 CFA 판정, G17 유지)의 근거가 되었다. 검토 쟁점별 의견 분포와 확정·반영 사항은 〈표 2-25〉와 같다. 문항별 판정표는 1차·2차를 정리해 부록 4에 수록하고, 응답 원표는 검증 자료와 함께 별도 보완자료로 제출한다.

〈표 2-25〉 2차 내용타당도 검토의 쟁점별 전문가 의견 분포와 확정 사항

검토 쟁점	전문가 의견 분포(8인)	확정 사항	확정 근거
LV6(사회적 인식) 요인구조	대인·미디어 2요인 분리 5인, 단일 유지 3인	2요인(대인·미디어)으로 확정	다수 의견과 문항 구성 논리의 정합. 미디어 요인은 단일지표 잠재변수로 처리하고 정례조사 전환 시 문항 증설을 검토
신규 문항 N1 문안	㉮(경험형) 4인, ㉯(평가 인식형) 3인, 양안 수정 1인	㉯안 확정(내 주변 사람들은 국가 R&D의 성과를 긍정적으로 이야기한다)	평정 지표는 ㉯ 우위(I-CVI .71 대 .62). LV6의 조작적 정의(평가 인식)와 정합하고, 경험형은 G16과의 중복 소지가 지적됨
신규 문항 N2 문안	㉯(평가 인식형) 4인, ㉮(경험형) 3인, 양안 수정 1인	㉯안 확정(언론·미디어는 국가 R&D의 성과를 가치 있게 다룬다)	평정 지표 ㉯ 우위(I-CVI .86 대 .62). 경험형은 G3(정보 접촉)과의 중복 소지가 지적됨
LV5(제도 신뢰) 요인구조	2요인 분리 4인, 단일 유지 3인, 3요인 분해 1인	단일 요인 유지	의견이 분산되어 이론적 확정을 유보하고, 본조사 CFA의 경합모형 비교로 판정
G17 배치	LV5 유지 5인, 별도 분리 2인, 삭제 1인	LV5 유지	다수 의견에 따르되 본조사 CFA에서 요인부하 확인 조건을 병기

검토 쟁점	전문가 의견 분포(8인)	확정 사항	확정 근거
비네트부 (V-1~V-8)	제시문·문형의 세부 조정 의견(S-CVI/Ave 0.89)	제시문 4건·공통 문형 유지	권고기준 근접과 파일럿 신뢰도(α .890~.919)가 투입을 뒷받침. 세부 의견은 본조사 설계 시 조정 제안으로 반영

(7) 본조사 실시 방향 제언

본 위탁연구의 검증은 문항 정제까지를 수행하였다. 구성타당도의 확정과 인과경로 가설의 검증은 충분한 표본을 갖춘 본조사에서 이루어져야 하며, 본조사 설계에 대해 다음을 제언한다. 먼저, 표본 설계이다. 확인적 요인분석(CFA)과 구조방정식모형(SEM)을 안정적으로 추정하려면 유효표본 300~500명 이상이 필요하다. 표본은 성·연령·지역별 인구비례 할당으로 전국 대표성을 확보하되, 연령대·소득·수도권/비수도권에 따른 조절효과(H14~H16)를 검증할 수 있도록 집단별 최소 표본을 함께 반영하여 할당을 설계한다. 다음으로 검증 절차이다. 본조사는 2차 내용타당도 검토까지 마친 확정 문항(22문항 + 비네트)으로 착수한다. 다만 신규·수정 문항이 포함되어 있으므로, 본조사 데이터의 앞부분 또는 사전 조사에서 EFA로 요인구조를 재확인한 뒤 CFA로 진행하는 2단 절차가 안전하다. 모듈을 제거한 측정모형은 전체 모형과의 내포모형 비교로 검정한다(부록 2-4). 신뢰도는 α·ω 병행 보고를 유지하되, 구성을 재설계한 LV6(사회적 가치)과 역문항을 긍정문으로 전환한 LV3(개인적 접근성)이 기준(.70)을 충족하는지를 우선 확인한다. 아울러 LV6은 (6)에서 밝힌 대로 단일차원성이 확정되지 않았으므로, 신뢰도 확인과 함께 1요인·2요인 경합모형 비교를 수행한다.

셋째는 핵심가설 H8의 검증이다. H8(전환경로 인지→체감성과)은 결과에 따라 정책 처방이 달라진다. 경로가 유의하면 실질 편익이 그대로여도 성과 가시화와 귀속 커뮤니케이션으로 체감을 높일 수 있다는 뜻이 되고, 약하면 커뮤니케이션보다 실질 편익의 도달(D4·D5·D7 개선)에 초점을 두어야 한다. 따라서 본조사 분석계획에는 H8의 직접효과와 함께 LV1→LV4→LV7 매개경로, 인구통계 조절효과의 검증을 포함해야 한다. 넷째는 비네트 평가부의 설계 보완이다. 파일럿에서 네 사례의 척도 신뢰도가 모두 기준을 충족하였으므로 비네트 모듈은 본조사에 그대로 투입할 수 있다. 여기에 사례 제시 순서의 무작위화와 사례 간 반복측정 분석(유형별 체감 차이의 유의성 검정)을 설계에 더한다. 아울러 국내 사례 3건은 사슬 무결성 원칙(비네트 사례는 심층분석을 거친 사례에서 선정하여 사례분석-결정요인-문항의 도출 사슬을 유지한다는 원칙)의 예외로 포함되었으므로, 본조사 시점까지 각 사례의 정부R&D 기여경로 확인 자료를 갖추어 귀속 문항(V-1)의 응답 근거를 마련해 둘 필요가 있다.

나아가 본조사 단계에서는 매트릭스 유형의 관점에서 비네트 구성을 확장하는 방안을 검토할 필요가 있다. 현행 4사례가 모두 전환 성공(Cell A) 계열이므로, 기술 성공·전환 실패(Cell B)의 국내 대응 사례를 비네트 1건으로 추가하면 실패 사례에 대한 국민의 체감·귀속 반응까지 관찰 범위가 넓어진다. 후보로는 본 연구가 보조 비교사례로 분석한 한국 WiBro(정부가 국제표준화까지 견인하였으나 글로벌 생태계 형성에서 밀려 국내 서비스가 종료된 사례)를 우선 검토할 수 있다. 설계 원칙은 두 가지다. 첫째, 실패 사례 비네트도 V-1~V-8의 공통 문형을 유지하여 사례 간 비교 가능성을 보존하고, 전·후 대비 문항(V-4)만 사례 특성에 맞게 조정한다. 둘째, 실패 사

례의 제시문은 기술 성과와 전환 결과를 사실대로 서술하되 특정 주체에 대한 평가적 표현을 배제하여, 응답이 사례 서술의 어조가 아니라 응답자의 인식을 반영하도록 한다. 이 확장은 비네트 사례가 심층분석을 거친 사례에서 선정되어야 한다는 사슬 무결성 원칙과도 부합한다.

다섯째, 정례화이다. 동일 문항·동일 비네트 사례군을 해마다 반복 적용하면 체감의 시계열 변화와 정책 개입의 효과를 관측할 수 있는 패널데이터가 축적된다. 일본 NISTEP은 같은 방식의 정례 조사를 20년 가까이 쌓아 정책 논의의 기초자료로 쓰고 있으며, 본 진단도구 역시 매년 정기시행을 전제로 설계하였다. 정례화 시 비네트 사례는 사슬 무결성 원칙에 따라 신규 심층분석과 연동하여 갱신한다.

여섯째, 측정구조의 확정 절차이다. 앞 항 (6)에서 밝힌 대로 LV6은 2요인(대인·미디어) 구조로 확정되었고, LV5의 단일차원성 판정은 본조사로 이관되어 있다. 정제 22문항의 2차 내용타당도 검토는 완료되었으므로, 본조사 착수 단계에서는 EFA로 요인 수를 먼저 재확인한 뒤 CFA로 진행하고, LV5의 경합모형 비교와 LV6 2요인 구조의 적합 확인을 함께 수행하여 측정구조를 확정한 다음 구조모형 추정으로 넘어간다.

5. 정책적 시사점 및 제언

본 절에서는 본 과제에서 수행한 작업 결과를 바탕으로 현행 평가체계에 대한 진단과 R&D 성과관리의 개선 방안을 제시한다.

최근 국가 R&D 성과평가 제도는 과거의 정량적 산출 및 목표달성도 중심 평가에서 벗어나 질적 성과, 사업 특성에 따른 맞춤형 평가, 임무 달성, 국민 체감 성과 등을 고려하는 방향으로 변화하고 있다. 과학기술정보통신부・한국과학기술기획평가원(2024)의「국가연구개발사업 표준성과지표(6차)」에서는 논문・특허 건수와 같은 단순 양적 지표 설정을 지양하고 질적 산출지표와 결과지표 중심의 성과관리를 권고하고 있다. 또한 과학기술정보통신부(2025)의「제5차 국가연구개발 성과평가 기본계획(2026~2030)」에서는 정량적 평가지표의 단계적 폐지, 평가등급 폐지, 사업 및 연구 특성을 고려한 평가방식의 다양화, 사업군 특정평가 확대, 국민체감형 대표성과 창출 등을 추진방향으로 제시하고 있다.

이러한 변화에도 불구하고 국가 R&D 성과가 어떠한 경로를 통해 활용・확산되고 사회・경제・산업의 변화 및 국민편익으로 이어지는지, 그 과정에서 정부 R&D가 어느 정도 기여하였는지, 그리고 장기간에 걸쳐 성과가 어떻게 진화하는지를 진단할 수 있는 평가방법은 충분히 구조화되지 못하고 있다. 본 연구는 이러한 측면에서 성과평가 제도를 전환경로, 귀속성, 장기적 파급효과, 국민체감 및 실패학습의 관점에서 보완하고 구체화하는 방향을 제시하고자 한다.

가. 현행 평가체계 진단

첫째, 국가 R&D 성과평가에서는 질적・결과 중심 평가가 확대되고 있으나 성과가 최종 영향으로 이어지는 전환경로를 체계적으로 파악하는 데에는 한계가 있다.

국가 R&D 성과평가는 논문, 특허, 기술료, 시제품, 사업화 등 R&D를 통한 직접적인 산출에 중점을 두고 운영되어 왔으나, 최근 평가체계에서는 이러한 한계를 보완하기 위한 변화가 이루어지고 있다. 과학기술정보통신부・한국과학기술기획평가원(2024)의「국가연구개발사업 표준성과지표(6차)」에서는 성과지표를 투입・과정・산출・결과지표로 구분하고, 단순 논문・특허 건수보다는 질적 산출지표와 결과지표를 중심으로 성과지표를 설정하도록 권고하고 있다. 또한 사업의 초기・중기・장기 성과를 구분하고, 사업 특성과 수명주기에 따라 산출지표와 결과지표를 병행하도록 하고 있다. 다만 이러한 평가체계에도 불구하고 R&D 성과가 어떠한 인과적・전환적 경로를 거쳐 최종 결과와 영향으로 연결되었는지를 파악하기는 어렵다.

이와 함께 「연구성과평가법」에서는 종료 사업에 대해 과학적・기술적・경제적・사회적 파급효과 등의 효과성 분석을 실시하도록 하고 있다. 그러나 동 법률에 따른 효과성 분석은 효과의 결과적 측면에 중점을 두고 있어, 효과 발생 경로를 파악하는 데에 한계가 있으며, 국민 체감 효과나 전환적 효과에 대해서는 별도로 기술하지 않고 있다.[1)2)]

---

1)「연구성과평가법」

제19조(연구개발사업 효과성분석 등) ① 중앙행정기관의 장은 연구개발사업이 종료된 때에 연구개발사업 추진 결

본 연구의 사례 분석에서는 논문과 특허로 표현되는 기술적 성과가 높더라도 실제 시장이나 사회로 충분히 확산되지 못한 사례가 있는 반면, 초기의 기술적 성과가 상대적으로 제한적이거나 평가가 낮았음에도 후속 활용과 환경 변화에 따라 장기적으로 큰 사회·경제적 효과가 발생한 사례가 확인되었다. 이는 R&D 성과를 개별 산출이나 최종 효과만으로 파악하기보다 기술성과 → 활용 → 확산 → 사회·경제적 변화 → 최종 수혜자 편익으로 이어지는 과정과 각 단계의 단절 여부를 함께 분석할 필요가 있음을 보여준다.

따라서 향후 성과평가에서는 기존의 질적·결과지표를 보완하여 R&D 결과의 전환경로상 위치와 연결하여 성과를 해석할 필요가 있다. 예를 들어 기술적으로 우수한 성과가 발생했으나 활용 단계에서 중단되었는지, 시장 확산에는 성공했으나 최종 수혜자의 편익으로 이어지지 않았는지, 또는 실질적인 편익은 발생했으나 국가 R&D의 기여가 국민에게 인식되지 못하고 있는지를 구분할 수 있어야 한다. 이러한 방식을 통해 낮은 국민체감 또는 낮은 파급효과의 원인이 기술개발 실패, 활용 실패, 확산 실패 또는 성과기여 인식의 단절 중 어디에서 발생하였는지를 구분할 수 있을 것이다.

둘째, 국민체감과 사회문제 해결에 대한 정책적 관심은 확대되고 있으나 최종 수혜자 편익과 성과 도달경로를 체계적으로 측정하는 방법은 충분히 정립되어 있지 않다.

국가R&D 지원의 목적은 민간의 R&D 과소투자와 초기 시장실패를 보정하는 데서 출발하여 국가혁신시스템의 역량과 연계를 개선하는 방향으로 확대되었으며, 최근에는 사회·경제 문제 해결과 사회기술시스템의 전환까지 포괄하고 있다. 정부 지원의 정당성은 고정된 하나의 목적을 가지는 것이 아니라 사회·경제·산업·정책적 목적에 따라 강조점이 변화하고 새로운 기대가 추가되는 방향으로 발전하고 있다.

현행 성과관리 제도에서도 이러한 변화를 반영하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 「국가연구개발사업 표준성과지표(6차)」에서는 사회문제해결형 R&D에 대해 국민체감형 성과창출을 강조하고 사회문제 해결 기여도와 해결 여부를 판단할 수 있는 성과지표 설정 방안을 제시하고

과의 종합 분석을 포함한 연구개발사업의 성과에 대한 관리·활용 계획을 수립하여야 한다. ② 중앙행정기관의 장은 연구개발사업이 종료된 이후 5년 이내에 제6조에 따른 사업 전략계획의 추진과정, 제1항에 따른 관리·활용 계획의 추진 결과 및 연구개발사업의 성과에 대한 과학적·기술적·경제적·사회적 파급효과 등의 분석(이하 이 조에서 “효과성 분석”이라 한다)을 실시하여야 한다. 이 경우 연구성과의 활용실적이 없거나 미흡한 사업에 대한 분석을 포함한다. ③ 중앙행정기관의 장은 제1항에 따른 관리·활용 계획과 제2항에 따른 효과성 분석 결과를 과학기술정보통신부장관에게 제출하여야 하며, 과학기술정보통신부장관은 이를 점검할 수 있다. ④ 제1항에 따른 관리·활용 계획 수립과 제2항에 따른 효과성 분석 실시에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

2)「연구성과평가법 시행령」

제22조(연구개발사업 효과성 분석의 실시) ① 법 제19조 제2항에 따른 효과성 분석(이하 “사업효과성분석”이라 한다)에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.

1. 연구개발사업의 전략목표에 대한 기여 정도
2. 연구개발사업의 추진 성과 및 과정에 대한 분석
3. 연구개발사업성과관리·활용계획의 추진 과정 및 결과
4. 연구개발사업의 과학적·기술적·경제적·사회적 파급효과 분석

있다. 성과평가 기본계획에서도 ‘국민이 체감하는 성과창출’을 평가체계 혁신의 주요 방향으로 제시하고, 연구기관 평가에 국민체감형 대표성과와 사회적 기여를 반영하도록 하고 있다. 그러나 현재의 결과지향적 성과지표만으로는 국가 R&D가 국민의 삶과 산업·사회에 어떠한 실질적 편익을 제공했는지 충분히 파악하기 어렵다.

논문, 특허, 기술이전 및 사업화 성과는 정부 지원을 통해 지식과 기술이 창출되고 기업의 경쟁력 강화에 기여하고 있음을 보여주는 중요한 지표이다. 사회문제 해결률, 환경개선 정도, 안전 향상과 같은 결과지표 역시 최종적인 사회적 성과를 보여주는 데 중요한 의미를 가진다. 그러나 이러한 성과정보만으로는 국가 R&D의 성과가 어떤 국민 또는 기업에게 도달하였는지, 기존의 불편·위험·비용이 얼마나 감소하였는지, 편익이 어떠한 집단에 배분되었는지, 그리고 국민이 이를 국가 R&D의 성과로 인식하고 있는지를 설명하기 어려운 한계가 있다.

국가 R&D 지원에서 최종 수혜자가 누구인지, 국민이나 기업의 불편과 비용이 실제로 감소했는지, 편익이 균형 있게 배분되고 있는지, 사회적으로 요구된 문제를 해결했는지가 평가를 통해 충분히 확인되지 않을 경우 국가 R&D 투자에 대한 국민의 체감과 재정투입의 정당성이 약화될 수 있다. 현행 평가는 국가 R&D 지원의 전통적 역할에 근거하여 주로 산출 중심으로 성과를 확인하고 있지만, 국가 R&D에 대한 사회적 기대를 반영하기 위해서는 가시적 산출을 넘어 결과와 파급, 그리고 전환에 이르는 성과 경로 단계별 전 과정을 평가범위에 포함할 필요가 있다. 그리고 이 과정에서 정부 개입 단계와 시기, 내용이 적절했는지 평가할 필요도 있다.

이와 관련하여 본 연구의 16개 사례 분석에서는 정부개입의 규모보다 정부가 어느 단계에 어떤 방식으로 개입했는가에 따라 R&D의 파급효과가 달라진다는 것을 보여주고 있다.[3] 이러한 결과는 투입 규모나 직접 산출을 넘어, 사업의 목적에 따라 지식과 기술이 어떤 결과를 만들고 어떠한 전환경로를 통해 사회·경제·산업의 변화와 국민편익으로 이어졌는지를 확인하는 것이 필요하다는 점을 보여준다. 이를 평가하지 못하면 실제 편익이 부족한 사업은 식별하지만, 성과기여 인식이 단절된 사업을 구분할 수 없고, 국가 R&D에 대한 사회적 평가가 후속 사업 기획과 예산 배분에 환류되기 어려운 문제로 이어질 수 있다.

실질적 편익이 부족한 사업과 실질적 편익은 발생했지만 국가 R&D의 기여가 국민에게 충분히 인식되지 않은 사업은 정책 대응이 달라야 한다. 전자의 경우 기술·활용·확산 과정 자체를 재검토해야 하지만 후자의 경우 성과 가시화와 귀속 커뮤니케이션을 개선하는 것이 보다 효과적인 대응이 될 수 있다. 따라서 국민체감 분석은 단순한 만족도 조사를 넘어 실질적 편익, 인지된 편익, 정부 R&D 기여 인식 및 성과 가시성을 구분하고, 이를 전환경로의 각 단계와 연계하여 이루어질 필요가 있다.

---

3) mRNA 백신은 초기 아이디어, 기초연구, 초기투자, 수요창출, 위험분산, 제도화, 대규모 운영에 이르는 전주기 개입이 결합된 반면, Concorde는 정부가 장기간 대규모로 개입했음에도 수요검증과 위험분산이 미흡하여 전환에 실패하였다. MRJ에는 인증이라는 보완자산이, 일본 FCEV에는 충전 인프라의 시스템적 결합이, NuScale에는 확정 수요처와 경제성이, NHS 앱에는 신뢰 기반 확산설계가 부족했다. 반면 Landsat은 데이터 개방정책 및 운영을 통해 큰 전환 효과를 만들었다.

셋째, R&D 사업의 종료 이후 성과관리와 효과성 분석 제도가 운영되고 있으나 장기적으로 진화하는 파급효과와 국가 R&D의 기여를 연속적으로 추적하는 데에는 한계가 있다.

국가 R&D 성과는 연구과제 또는 사업의 종료 시점에서 완결되는 것이 아니라 후속 연구, 민간의 활용, 추가 투자 및 다른 기술과의 결합을 통해 장기간에 걸쳐 변화하고 확산된다. 현행 제도에서도 종료 사업을 대상으로 성과관리·활용계획을 수립하고 이후 효과성 분석을 실시함으로써 사업 종료 이후의 성과를 관리하고 있다. 과학기술정보통신부(2025)의 「2026년 국가연구개발 성과평가 실시계획」에서도 종료 사업에 대한 종합분석 및 성과관리·활용계획과 이에 대한 효과성 분석을 별도로 운영하도록 하고 있다.

그러나 성과의 파급이 장기간에 걸쳐 후속 연구, 민간투자, 정책 변화 및 시장 환경과 결합하면서 진화하는 경우에는 초기 정부 R&D와 최종 성과 사이의 연결 관계를 지속적으로 추적하고 국가 R&D의 기여와 외부 요인을 구분하기 어려울 수 있다.

현행 표준 성과지표에서도 결과가 나타나는 기간을 단기·중기·장기로 구분하고 장기결과가 6년 이후 나타날 수 있음을 전제하고 있으며, 또한 사업 종료 이후 나타나는 영향을 효과성 분석의 대상으로 제시하고 있다. 그렇지만 장기간에 걸쳐 발생하는 성과를 분석하기 위해서는 종료 시점의 단편적인 성과 정보뿐 아니라 기술의 후속 활용, 추가 투자, 다른 연구개발 성과와의 결합, 정책·제도 변화, 민간 확산 및 최종 수혜자의 편익까지 연결할 수 있는 추적 자료가 필요하다.

본 연구의 사례 분석에서는 최초 연구성과와 최종 사회·경제적 성과 사이에 상당한 시간차가 존재하거나, 후속 기술 및 민간 활용을 거쳐 새로운 성과가 발생하는 경우가 나타났다. 이러한 상황에서 사업 종료 직후의 성과만으로 정부 R&D의 기여를 판단하면 장기적 성과를 과소평가할 수 있고, 반대로 최종적으로 발생한 모든 사회·경제적 변화를 최초 정부 R&D의 성과로 간주하면 정부 기여를 과대평가할 가능성이 있다. 따라서 장기적 파급효과 평가를 위해서는 사업 종료 시점부터 후속 활용과 파급과정을 추적할 수 있는 1차 근거와 연결정보를 지속적으로 축적하고, 그 과정에서 정부 기여와 외부 요인을 구분하는 귀속성 분석을 강화할 필요가 있다.

넷째, 도전적 연구를 장려하는 방향으로 평가제도가 변화하고 있으나 연구과정에서 발생한 실패와 시행착오를 학습자산으로 축적·환류하는 체계를 보완할 필요가 있다.

국가R&D는 불확실성이 높은 활동이므로 모든 연구결과 불량을 동일한 실패로 보기 어렵다. 성실하게 연구를 수행했으나 과학기술·산업·시장 불확실성이나 과학기술적 고난이도로 인한 도전적 실패는 새로운 지식과 후속 연구의 자산이 될 수 있다. 반면 연구부정, 충분히 예측할 수 있었던 위험의 방치, 검증 가능한 수요의 미확인 및 반복적인 관리결함으로 인해 발생한 회피 가능한 실패에는 책임을 물을 필요가 있다.

과학기술정보통신부(2025)의 「제5차 국가연구개발 성과평가 기본계획(2026~2030)」에서는 이

러한 문제를 인식하여 연구자가 실패를 우려하여 도전적 연구를 기피하지 않도록 우수-보통-미흡-극히 불량의 평가등급을 폐지하고, 탁월한 성과뿐 아니라 의미 있는 수행과정에도 인센티브를 부여하는 한편 제재가 필요한 과제는 별도로 선별하는 방향을 제시하였다. 따라서 향후 제도 개선은 이러한 정책방향과 연계하여 실패와 시행착오로부터 무엇을 학습할 것인가에 초점을 맞출 필요가 있다.

이와 관련 현행 체계에는 도전적 실패와 회피 가능한 실패를 사전에 구분하는 위험허용 기준과 종료·중단 평가에서 적용할 판정기준이 명확히 제시되어 있지 않다. 또한 국가가 민간보다 큰 실패 완충력을 바탕으로 어느 정도의 위험과 실패를 포트폴리오 차원에서 수용해야 하는지에 대한 기준도 명확하지 않다.

본 연구의 사례 분석에서는 기술과 전환의 이중실패 사례를 자료 부족으로 인해 심층 분석하지 못하였다. 이것은 R&D 실패 원인과 의사결정 과정이 공개 자료에 충분히 남아 있지 않았기 때문이다. 실패연구의 최초 기획과정이나 가정, 당시 이용 가능한 정보와 의사결정 방식, 위험 대응, 후속 연구에서의 활용 가능성 등에 대한 정보가 제시되지 않을 경우 동일한 실패가 반복되고 도전적 실패도 후속 연구에서의 학습 성과로 전환되지 못하게 될 것이다. 따라서 국가 R&D 사업의 실패관리는 연구자에게 추가적인 책임을 부과하는 제재수단을 넘어 당초 가정, 주요 불확실성, 의사결정, 예상과 실제의 차이, 대응과정, 학습내용 및 후속 활용 가능성을 구조화하여 기록하는 학습관리체계로 설계할 필요가 있다.

다섯째, 국가 R&D 성과의 다원성·비선형성과 우연적 성과를 파악하고 장기적 가치로 인정하는 체계가 상대적으로 미흡하다.

국가 R&D의 성과는 사업의 특성과 목적에 따라 과학기술, 경제, 산업, 사회, 공공서비스 및 제도 등 다양한 영역에서 나타날 수 있으며, 하나의 연구개발 성과가 여러 영역에서 동시에 영향을 발생시키기도 한다. 또한 연구개발의 결과는 최초 기획 당시 설정한 목표와 단계에 따라 선형적으로 발전하는 것만은 아니다. 연구과정에서 우연히 발견된 현상이나 예상하지 못한 지식·데이터·기술적 용도, 당초 상정하지 않은 수요자와 활용경로가 후속 연구·산업·사회와 결합하여 최초 목표보다 훨씬 큰 성과로 발전할 수 있다.

「국가연구개발사업 표준성과지표(6차)」에서는 사전에 협의하지 않은 성과, 즉 의도하지 않은 성과의 우수성을 성과평가에 반영할 수 있도록 하고 있으며, 미래위험과 불확실성이 큰 사업은 복수의 성과목표나 시나리오를 설정할 수 있도록 하고 있다. 그러나 비선형적 성과를 평가에 반영하기 위한 원칙 수립과 실제로 그러한 성과를 체계적으로 발굴·기록·추적하기 위해서는 추가적인 노력이 요구된다. 예상하지 못한 성과는 사전에 성과지표로 설정하기 어렵고, 사업 종료 당시에는 중요성이 충분히 드러나지 않을 가능성이 높기 때문이다.

R&D 성과의 이러한 비선형성은 연구개발의 본질적 특성인 우연한 발견(Serendipity)과 관련된다. 본 연구에서 분석한 미국 Landsat 사례에서는 초기 단계에서 R&D 성과에 대한 비판이

있었으나 특정 해상도 위성사진의 유용성에 대한 사회적 평가와 인식이 변화되며, 동 기술을 활용할 후속 기술이 개발되어 사회 및 산업의 변화로 이어졌다.

동 사례에서와 같이 국가 R&D 성과 평가에서 목표 대비 성과나 설정된 지표의 목표 달성도 중심으로 평가할 경우 당초 계획과 다른 영역에서 발생한 우수한 성과가 부수적인 산출이나 목표 미달에 해당하는 성과로 간주될 수 있다. 계획 대비 성과 중심의 엄격한 평가는 R&D 과정에서 새롭게 얻을 수 있는 가능성이나 비선형적인 파급효과를 놓칠 위험이 있다. 따라서 향후 평가체계에서는 목표 대비 성과평가와 별도로 의도하지 않은 성과, 새로운 활용처, 후속 연구의 전개, 새로운 이해관계자의 등장 및 예상하지 못한 사회·경제적 파급을 기록할 수 있는 성과보고 항목을 두고, 일정 기간 후 중요성이 확인된 성과를 재평가할 수 있는 체계를 검토할 필요가 있다.

이상의 다섯 가지 진단은 전환적 시스템 실패 프레임(Weber & Rohracher, 2012)이 말하는 방향성·수요 구체화·정책 조율·성찰성 실패가 현행 평가체계에서 나타나는 구체적 양상으로 읽을 수 있다. 아래 '나. R&D 성과관리 개선 방안'은 이 진단을 해소하는 실행 수준의 처방으로 제시하며, 진단과 처방의 실패 유형별 대응 관계는 뒤의 정책적 기여 부분에서 정리한다.

나. R&D 성과관리 개선 방안

이하의 다섯 가지 방안은 본 연구가 제시하는 4대 개선방향(성과지표 체계 개편, 전환경로 단계 진단 도입, 실패관리 제도화와 기획단계 수혜자 정의 의무화, 귀속성 평가와 성과 가시화)을 현행 법령·제도의 개정 지점에 대응시켜 실행 수준으로 구체화한 것이다. 첫째·셋째 방안은 성과지표 체계 개편에, 둘째 방안은 전환경로 단계 진단 도입과 수혜자 정의 의무화에, 넷째 방안은 실패관리 제도화에, 다섯째 방안은 귀속성 평가와 성과 가시화에 각각 대응한다.

첫째, 과학기술정보통신부는 본 연구에서 제시한 5대 선정 기준 및 15개 평가항목을 특정평가에, 중앙행정기관의 장은 종료사업 효과성 분석에 각각 적용하는 방안을 검토할 수 있다.

현행 국가 R&D 평가에서는 사업의 특성을 반영한 맞춤형 평가가 확대되고 있다. 과학기술정보통신부의 2026년 성과평가 기본계획이나 실시계획에서는 사업군 단위 특정평가를 확대하고, 국가전략기술, 혁신도전형 및 주요 이슈사업 등의 특성을 고려한 맞춤형 특정평가를 추진하도록 하고 있다.

이러한 정책 환경 변화를 고려하여 본 연구에서 개발한 5대 선정기준 및 15개 평가항목은 모든 R&D 사업에 일률적으로 적용하기보다 장기간 추진되거나 사회·경제적 영향이 크고 전환경로에 대한 심층 분석이 필요한 사업을 선별하여 우선 적용하는 방안을 고려할 필요가 있다. 특히 장기 계속사업이나 임무중심 R&D의 경우 개별 과제의 직접적인 연구성과 만으로 사업 전체의 성과를 판단하기 어렵다. 이러한 사업에는 본 연구에서 제시한 전환경로 적실성, 정부개입의 시의성과 역할, 사회·경제적 파급, 최종 수혜자 편익, 귀속성 및 정책환류 가능성과 같은 항목을 선택적으로 적용할 수 있다. 이를 위해 본 연구의 평가항목을 특정평가 세부 운영

지침이나 효과성 분석 가이드라인에 반영하는 방안을 모색할 수 있다.

둘째, 중앙행정기관의 장은 대형 국가 R&D 사업의 사전점검 및 기획 단계에서 최종 수혜자 정의와 전환경로 진단을 활용하는 방안을 검토할 수 있다.

대형 R&D 사업은 사업 기획 단계에서의 예비타당성조사가 폐지되고 사전점검체계가 도입되고 있다. 따라서 새롭게 운영되는 대형 R&D 사업의 사전기획·사전점검 및 예산편성 과정에 본 연구의 분석틀을 활용하는 방안을 모색할 필요가 있다.

이와 관련 대형 국가 R&D 사업의 기획단계에서는 연구개발을 통해 개발하고자 하는 기술뿐만 아니라 누가 최종 수혜자인가, 어떤 문제를 해결하려는가, 연구성과가 어떤 경로를 통해 수혜자에게 전달되는가, 각 단계에서 어떠한 주체의 행동과 추가 투자가 필요한가를 사전에 구조화할 필요가 있다. 이를 위해 사업기획서 또는 사전점검 자료에 '최종 수혜자 및 편익 정의'와 '예상 전환경로'를 포함하는 방안을 검토할 수 있다.

셋째, 과학기술정보통신부는 종료사업 효과성 분석의 항목에 전환경로와 전환적 효과 관점을 보완할 필요가 있다.

현행 「연구성과평가법」에서는 종료사업에 대한 성과관리와 효과성 분석을 명시하고 있으며, 과학적·기술적·경제적·사회적 파급효과 등을 분석할 수 있는 기반을 마련하고 있다. 따라서 현행 효과성 분석 분석틀에 전환경로와 전환적 효과 관점을 적용하여 효과성 분석을 고도화하는 방안을 검토할 수 있다.

전환적 효과는 기존 효과성 분석에 추가되는 별도의 성과유형이기 보다는 기존의 과학적·기술적·경제적·사회적 효과가 어떠한 방향의 구조적 변화를 유발하였는지를 파악하기 위한 측면이 강하다. 따라서 효과성 분석에서는 기존 분석을 통해 어떠한 효과가 발생했는지와 함께 그 효과가 어떠한 경로를 통해 발생했는지, 정부 R&D가 해당 효과에 어느 정도 기여했는지, 기존 시스템의 구조나 방향이 변화했는지를 단계적으로 분석하는 방식을 검토할 필요가 있다.

넷째, 과학기술정보통신부는 도전적 연구에 대한 평가부담 완화와 연계하여 실패 및 시행착오를 학습자료로 축적하는 제도를 마련할 필요가 있다.

최근의 국가 R&D 성과평가에서는 연구과정에 대한 인센티브를 확대하는 등 도전적 연구를 촉진하는 방안이 다양하게 모색되고 있다. 이와 연계하여 R&D 사업의 실패관리를 실패 여부 판정 보다는 연구과정에서 발생한 지식과 학습의 축적에 초점을 맞추어 설계할 수 있다. 도전성이 높은 과제, 성실실패에 따른 중도중단 과제, 예상과 다른 결과가 발생한 과제 등 학습가치가 높은 사례를 선별하여 실패관리를 선도적으로 적용하는 방안을 검토할 수 있다.

학습 목적의 실패관리에서는 최초 사업 또는 과제 기획 당시의 정보 불확실성, 연구수행 과

정에서 발생한 예상 외의 기술적·시장적·제도적 변화, 당초 기대한 결과와 다른 결과가 발생한 원인, 후속 연구나 다른 사업에서 활용 가능한 교훈, 향후 유사 실패를 방지하기 위한 제도 또는 관리 상의 개선 사항에 대한 내용이 포함될 수 있다. 그리고 실패관리를 통해 학습된 자료는 정책담당자나 연구관리 전문기관 등에서 활용하여 후속 사업의 기획 및 선정 평가 등에서 환류 될 수 있을 것이다.

다섯째, 과학기술정보통신부와 한국과학기술기획평가원은 국가 R&D 투자에 대한 국민체감 효과를 정례적으로 분석하고, 국가 R&D 및 주요 사업군의 성과관리 도구로 활용하는 방안을 마련할 필요가 있다.

본 연구에서 개발한 국민체감 효과 분석은 개별 R&D 과제가 아니라 국가 R&D 전체의 성과에 대한 국민의 인식과 체감을 측정하기 위해 설계되었다. 이러한 특성을 고려하면 국민체감 지표를 모든 연구과제의 직접적인 평가기준으로 적용하기 보다는 국가 R&D 전체를 대상으로 적용하고, 국민생활과 직접적인 관계가 높은 사회문제해결형·공공기술형 R&D 또는 주요 정책사업군을 대상으로 필요에 따라 추가 분석하는 방식을 고려할 수 있다.

이를 위해 매년 발행되는 국가연구개발사업 성과분석에 국민체감 분석을 추가하고 기존의 객관적 성과지표와 연계할 경우 객관적 성과와 국민인식 간의 차이를 확인할 수 있을 것이다.

예를 들어 객관적 성과와 국민체감이 모두 높은 영역, 객관적 성과는 높지만 국민체감이 낮은 영역, 객관적 성과는 낮지만 국민 기대가 높은 영역 등을 구분할 수 있다. 특히 객관적인 편익은 발생하고 있으나 국민이 이를 국가 R&D의 성과로 인식하지 못하는 경우에는 성과 자체를 확대하는 것과 별도로 추가적인 성과정보 제공 및 커뮤니케이션의 개선이 필요할 수 있다.

따라서 국민체감 분석은 단순히 ‘국가 R&D에 만족하는가’를 측정하는 방식에서 벗어나 성과 인지도, 실질적 편익에 대한 인식, 국가 R&D의 기여에 대한 귀속 인식, 미래 기대 및 투자 필요성 등을 구분하여 분석할 필요가 있다. 또한 이러한 결과를 기술적·경제적·사회적 성과 및 전환경로 분석 결과와 연계함으로써 국민체감이 낮은 원인이 성과 자체의 부족인지, 성과가 국민에게 도달하지 못한 것인지, 또는 성과는 도달했으나 국가 R&D의 기여가 충분히 인식되지 않은 것인지를 구분하여 파악할 수 있을 것이다.

제 3 장. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1. 과업별 주요 수행 결과

본 연구는 제안요구서의 4대 과업을 모두 수행하였으며, 과업별 수행 결과를 요약하면 다음과 같다.

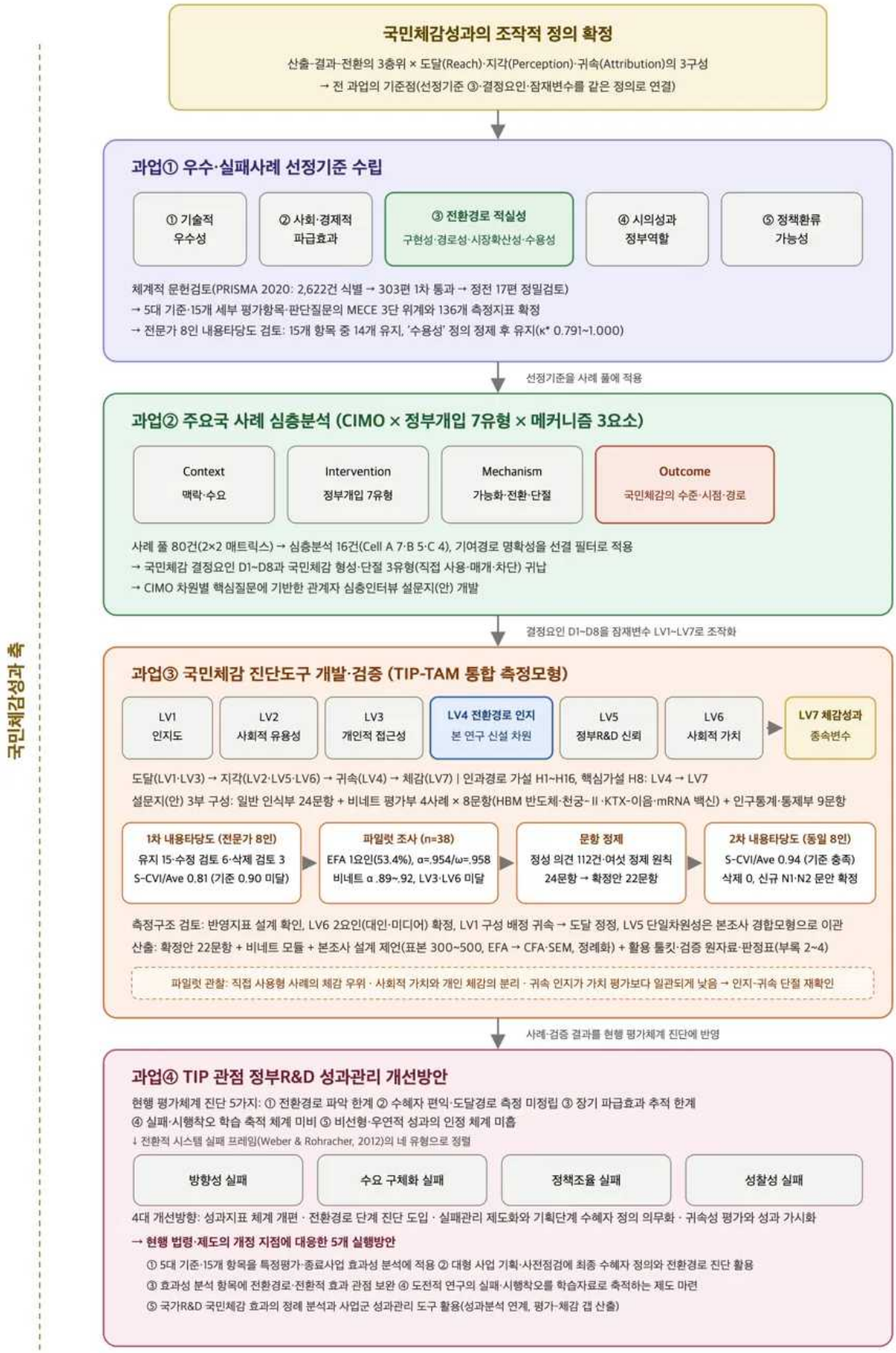
과업① 선정기준 수립에서는 국제·국내·학술 세 층위의 기존 성과평가 기준 종합검토와 체계적 문헌검토(PRISMA 2020: 2,622건 식별 → 303편 1차 통과 → 정전 17편 정밀검토)를 토대로, 5대 선정기준·15개 세부 평가항목·판단질문의 MECE 3단 위계를 확정하였다. 측정지표는 원전 검증(Coccia 2023의 실패 3유형 확인)을 거쳐 136개로 확정하였고, 위탁연구진 원안과의 대응표 및 항목↔지표 크로스워크를 함께 산출하였다. 평가항목의 내용타당도는 전문가 검토로 확인하였다(표 3-1 참조).

과업② 사례 심층분석에서는 선정기준을 사례 풀(2×2 매트릭스, 총 80건)에 적용하여 심층분석 대상 16건(Cell A 7·B 5·C 4)을 확정하고, CIMO 프레임워크에 정부개입 7유형과 메커니즘 3요소(가능화–전환–단절)를 결합한 삼층 분석틀로 각 사례를 분석하였다. 이 과정에서 국민체감 결정요인 8개(D1~D8)와 국민체감 형성·단절 3유형을 귀납하였으며, CIMO 차원별 핵심질문에 기반한 관계자 심층인터뷰 설문지(안)를 개발하였다.

과업③ 진단도구 개발에서는 국민체감성과의 조작적 정의(도달·지각·귀속의 3구성)를 확정하고, TIP-TAM 통합 측정모형(잠재변수 LV1~LV7, 인과경로 가설 H1~H16)을 설계하였으며, 일반 인식부 24문항·비네트 평가부(4사례 각 8문항)·인구통계 통제부 9문항의 3부 구성 설문지(안)를 도출하였다. 내용타당도 검증은 전문가 8인을 대상으로 CVR·I-CVI·수정 카파·중앙값·IQR·Kendall's W를 산출하여 유지 15·수정 검토 6·삭제 검토 3을 판정하였고, 비네트 평가부는 국내 사례 중심 4안(HBM 반도체·천궁-II·KTX-이음·mRNA)으로 확정하였다. 이어 파일럿 조사(38명)의 응답자 수준 원자료로 EFA와 신뢰도(전체 α=.954/ω=.958, α·ω 병행 보고)를 확인하고, 전문가 정성 의견 112건과 파일럿 진단을 반영하여 확정안 22문항을 도출하였다. 파일럿에서는 체감 응답의 1요인 구조, 비네트 사례별 척도 신뢰도(α .89~.92)와 직접 사용형 사례의 체감 우위, 사회적 가치와 개인 체감의 분리가 확인되었으며, 이 진단은 역문항의 긍정문 전환과 사회적 가치 문항의 재구성 등 문항 정제의 방향을 결정하는 근거가 되었다. 아울러 잠재변수의 측정구조(지표 방향·단일차원성)를 검토하여 LV5·LV6의 구조를 본조사에서 판정하도록 경합모형을 사전 명세하고, LV1의 구성 배정을 도달로 정정하였다.

과업④ 개선방안 제언에서는 사례·검증 결과를 토대로 현행 평가체계의 한계를 다섯 가지로 진단하여 Weber & Rohracher(2012)의 전환적 시스템 실패 프레임으로 정렬하고, 4대 개선방향(성과지표 체계 개편, 전환경로 단계 진단 도입, 실패관리 제도화·기획단계 수혜자 정의 의무화, 귀속성 평가와 성과 가시화)을 현행 법령·제도의 개정 지점에 대응시킨 5개 실행방안으로 구체화하여 제시하였다.

〈그림 3-1〉 4대 과업의 수행 체계와 주요 결과



2. 목표 대비 달성도

가. 과업별 목표-실적 매트릭스

〈표 3-1〉 과업별 목표-실적 매트릭스

과업	당초 목표	주요 실적	달성
과업1 선정기준 수립	국민체감 관점 우수·실패 사례 선정기준 수립	5대 기준·15개 평가항목·136개 측정지표 확정(당초 137개 → 원전 재검증으로 1개 삭제); MECE 3단 구조(기준-항목-판단질문); 크로스워크 2종(원안 대응표·항목↔지표)	달성
과업1-검증 평가항목 내용타당도	전문가 검토로 항목 타당도 확보	전문가 8인 대상 CVR·I-CVI·κ 산출; 15개 중 14개 유지(93.3%), 수용성 1개 정제·유지; κ(유지분) 0.791~1.000 전부 우수기준 충족	달성
과업2 사례 심층 분석	주요국 우수·실패 사례 심층분석	2,622건→303편→80건 풀→심층 16건 확정(A 7·B 5·C 4); CIMO×정부개입 7유형×메커니즘 3요소 분석; M-PESA 제외 검토·Landsat 대체; 결정요인 D1~D8·형성단절 3유형 도출	달성
과업2-보완 심층인터뷰	관계자 심층인터뷰 설문지(안) 개발	CIMO 차원별 핵심질문 기반 인터뷰 질문지(안) 개발	달성
과업3 진단도구 개발	본조사 투입 가능 설문지(안) 도출	조작적 정의 확정; TIP-TAM 측정모형(LV1~LV7)·가설 16개(인과경로 13·조절효과 3); 3부 구성 설문지(안)(일반 인식부 24문항(G1~G24) + 비네트 4사례 32문항 + 통제 9문항); 문항↔Dx 추적 코딩	달성
과업3-검증 설문문항 타당도·신뢰도	설문문항 내용타당도 + 파일럿 기반 α·ω·EFA	전문가 8인 전원 회수(Polit 권고 충족) — 유지 15·수정 6·삭제 3, S-CVI/Ave 0.81; 확정 비네트 4안 포함 파일럿 38명 — KMO .75, 병렬분석 1요인(53.4%), 전체 α=.954/ω=.958(병행 보고), LV3·LV6 미달 원인 규명, 비네트 척도 α .89~.92; 정성 의견 112건 반영 확정안 22문항 도출(1차 실측 S-CVI/Ave 0.81 — 정제 22문항의 최종값은 2차 전문가 검토로 확정); 잠재변수 측정구조 검토(지표 방향·단일차원성)와 LV5·LV6 본조사 경합모형 사전 명세; 활용 툴킷·검증 원자료·판정표 부록화(부록 2~4)	달성
과업4 개선방안	TIP 관점 정부R&D 성과 개선방안	현행 평가체계 5개 진단(전환적 시스템 실패 프레임 정렬) + 4대 개선방향·5개 실행방안(법령·제도 개정 지점 대응)	달성

나. 정성적 목표 달성 평가

정량 실적을 넘어, 본 연구가 당초 설계에서 의도한 질적 목표 세 가지의 달성 여부를 자체 평가하면 다음과 같다.

첫째, 실패 사례를 우수 사례와 같은 기준으로 분석하는 틀을 확립하였다. 두 사례군을 하나의 사례 풀(2×2 매트릭스, 80건)에 놓고 동일한 선정기준과 CIMO 분석틀을 적용하였으며, 사례 교차 종합에서 국민체감의 형성·단절 3유형과 결정요인 8개(D1~D8)를 귀납하였다. 이렇게 도출된 단절 메커니즘은 실패관리 제도화(비처벌 실패분석보고, FAR)와 기획단계 수혜자 정의 의무화 등 과업④ 제언의 직접 근거가 되었다. 2021년 「국가연구개발 과제평가 표준지침」 개정으로 '실패' 용어가 평가체계에서 사라진 이후 실패 경험을 축적·학습할 공식 통로가 없었던 만큼, 실패 사례를 학습 가능한 분석 단위로 다룬 것은 본 연구가 의도한 질적 목표에 해당한다.

둘째, '국민체감성과'라는 개념을 측정 가능한 형태로 정립하였다. 합의된 정의가 없던 이 개념을 도달·지각·귀속의 3구성으로 조작적으로 정의하고 TIP-TAM 통합 측정모형(LV1~LV7, H1~H16)으로 구조화하였으며, 추상적 인식을 묻는 일반 인식부와 실제 사례에 대한 체감을 묻는 비네트 평가부를 한 설문에 결합하여 두 층위를 동일 응답자에서 대조할 수 있게 하였다. 직접 사용형 사례의 체감 우위나 사회적 가치와 개인 체감의 분리 같은 발견은 이 결합 설계를 통해 관측된 결과다.

셋째, 산출물을 후속 조사에 투입할 수 있는 확정안 상태로 정비하였다. 다만 LV5의 측정구조 확정(경합모형 검정)은 본조사 착수 단계의 절차로 남는다. 설문지는 1차·2차 검증을 마친 확정안 22문항과 비네트 4사례로 정리되었고, 표본 할당·검증 절차·분석계획을 담은 본조사 설계 제언과 정례화 방안을 함께 제시하였다. 확정에 이르는 모든 수정에는 전문가 의견과 판정 수치를 병기하여, 후속 연구진이 개별 문항의 유지·수정 경위를 역추적할 수 있다.

제 4 장. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여정도

1. 연구개발성과 목록

본 위탁연구의 성과물은 4대 과업에 대응하는 네 종의 실체적 산출물과, 이를 담아 확산하는 두 종의 문서로 구성된다. 이 가운데 '4. 국민체감 결정요인 체계'는 과업②의 분석 결과이면서 과업③의 문항 설계에 근거로 사용되었으므로, 독립 산출물이 아닌 중간 산출물로 목록에 포함하였다.

〈표 4-1〉 연구개발성과 목록

구분	성과물	내용	대응 과업
1	우수·실패사례 선정기준 체계	5대 선정기준·15개 세부 평가항목·판단질문의 MECE 3단 위계, 136개 측정지표 크로스워크, 위탁연구진 원안 대응표	과업①
2	주요국 사례 CIMO 심층분석	2×2 매트릭스 분류, 심층 16건의 CIMO 분석, 정부개입 7유형 매트릭스, 관계자 심층인터뷰 질문지(안)	과업②
3	국민체감 진단 설문지(안)	국민체감성과의 조작적 정의, TIP-TAM 통합 측정모형(LV1~LV7)·인과경로 가설, 비네트 포함 3부 구성 문항, 내용타당도·파일럿 신뢰도(α·ω)·EFA 검증결과, 측정구조 검토와 본조사 판정 절차	과업③
4	국민체감 결정요인 체계	사례에서 귀납한 결정요인 8개(D1~D8)와 형성·단절 3유형	과업②→③연결
5	최종보고서	별지 제8호 서식에 따른 위탁연구 최종보고서	전과업
6	이슈페이퍼	사례분석의 정책 함의와 진단도구 개발 결과를 정책결정자·실무자 대상 10~15쪽으로 요약·발간	확산
7	진단도구 활용 툴킷	개발·검증·재검증 절차서(부록 2), 검증 원자료(부록 3), 내용타당도 판정표(부록 4), 전문가 조사지 원문(부록 5), 제공 파일 3종(설문지 확정안, 파일럿 원자료, 내용타당도 원자료·판정표)	과업③·확산

2. 학술적 기여

본 연구의 학술적 기여는 네 가지로 정리할 수 있다. 첫째, 국민체감성과의 조작적 정의를 정립하였다. '국민체감성과'는 정책·실무에서 널리 쓰이는 용어이지만 학술적 개념정의는 거의 이루어지지 않은 상태였다. 본 연구는 이 개념을 산출–결과–전환의 3층위와 도달·지각·귀속의 3구성으로 분해하고, 각 요소를 항목 수준의 평정으로 확인하는 규칙을 부여하여 측정 가능한 구성개념으로 조작화하였으며, 이 항목 구조는 전문가 8인의 내용타당도 검토에서 문항 수준으로 검토되어 24문항 중 15문항이 유지 판정을 받았다. 다만 척도 수준의 S-CVI/Ave는 0.81로 권고기준(0.90)에 이르지 못하여, 정제안에 대한 2차 검토로 확정할 사항으로 남았다.

둘째, 분석 층위가 다른 두 이론을 TIP-TAM 통합 측정모형으로 결합하였다. 전환적 혁신정책의 전환경로는 거시적 분석 개념이고 기술수용모델(TAM)은 미시적 수용 개념이어서 하나의 모형으로 결합되기 어려웠다. Ghosh et al.(2021)의 전환적 성과는 정책·시스템 수준의 관찰지표로 설계되어 일반 국민이 응답할 수 있는 형태가 아니며, Davis(1989)의 TAM은 사용자가 직접 사용하는 기술을 전제하여 발사체·위성항법처럼 국민이 직접 사용하지 않는 성과나 민간 브랜드에 가려진 정부 기여를 다루지 못한다. 본 연구는 지각된 유용성을 사회적 유용성과 개인적 접근성으로 분리하고 전환경로 인지를 별도 잠재변수로 추가하여 두 층위를 하나의 측정구조에 담았다. 전문가가 지표로 측정하는 전환성과와 국민이 지각으로 응답하는 전환경로 인지를 동일 개념의 두 측정으로 연결할 수 있게 되므로, '평가–체감 갭'의 산출이 가능해진다.

셋째, 성과가 국민에게 도달하는 과정을 '전환경로 적실성'이라는 독립 평가기준으로 정식화하였다. 기존 성과평가 기준은 기술적 우수성과 경제적 파급은 비교적 잘 측정하는 반면, 성과가 전환경로를 따라 국민에게 도달하는 과정을 독립 차원으로 갖지 않는다. 본 연구는 이를 구현성–경로성–시장확산성–수용성의 미시–거시 연속선으로 정식화하고, 시장확산성을 사회·경제적 파급효과에서 전환경로 적실성으로 재배치하여 두 기준 간 개념적 중첩을 해소하였다. 이 차원에 배치된 편익 전달경로 명확성·정부R&D 귀속성·체감 시차 지표군은 기존 한국 평가체계에 없던 것이다.

넷째, 사례 분석의 발견을 측정모형으로 연결하는 귀납 절차를 구축하였다. CIMO 심층분석에서 국민체감 결정요인 8개 — D1 수요견인·제도, D2 상용화 가교, D3 수혜자 정의 정합성, D4 보완재·사용맥락, D5 편익 도달경로 길이·간접성, D6 미충족 불편의 크기, D7 확산설계·진입장벽, D8 귀속성 — 를 귀납하고 이를 진단도구의 잠재변수로 사상하였다. 아울러 평가항목·설문문항에 CVR·I-CVI와 함께 수정 카파를 산출하여 우연 합의를 보정하였고, 신뢰도의 α·ω 병행 보고와 부트스트랩 신뢰구간 제시는 국내 정책연구에서 아직 드문 보고 표준을 적용한 것으로, 후속 연구가 재현·발전시킬 수 있는 측정 기반을 제공한다.

3. 정책적 기여

첫째, 산출 중심의 성과관리를 결과(Outcome)·영향(Impact) 중심으로 재편하는 논의에 사례 근거를 제공한다. 본 연구는 기술적으로 성공한 성과가 전환에 이르지 못하는 경우(Cell B)와 기술 강도가 낮은 성과가 큰 전환을 일으키는 경우(Cell C)를 주요국 사례로 확인하고, 그 간극을 가르는 결정요인을 특정하였다. 이 결과는 「국가연구개발혁신법」 및 성과평가 지침의 성과지표 체계 개정 논의에 활용될 수 있으며, 국민체감 지표를 성과평가 체계에 도입하기 위한 제도적 근거와 측정 방법론을 갖추었다는 점에서 제도 개편 논의의 기초 자료가 될 수 있다.

둘째, 현행 평가체계의 한계를 다섯 가지로 진단하고, 이를 전환적 시스템 실패의 네 유형으로 정렬하여 개선방안을 유형별 처방으로 대응시켰다. 현행 체계의 한계는 Weber & Rohracher(2012)의 전환적 시스템 실패 프레임에 따라 방향성·수요 구체화·정책조율·성찰성의 네 실패로 정렬되며, 본 연구의 4대 개선방향(성과지표 체계 개편, 전환경로 단계 진단 도입, 실패관리(FAR) 제도화와 기획단계 수혜자 정의 의무화, 귀속성·반사실 평가와 성과 가시화)은 각각 각 실패 유형에 다음과 같이 대응한다. 성과지표 체계 개편은 방향성 실패에, 전환경로 단계 진단 도입은 정책조율 실패에, 실패관리(FAR) 제도화와 기획단계 수혜자 정의 의무화는 성찰성 실패와 수요 구체화 실패에, 귀속성·반사실 평가와 성과 가시화는 성찰성 실패에 각각 대응한다.

셋째, 실패 선별과 귀속 판별의 기준을 제공한다. 2021년 「국가연구개발 과제평가 표준지침」 개정으로 '실패' 용어가 폐지된 이후 실패를 선별할 기준이 비어 있었다. 본 연구는 136개 측정지표 중 실패판별 지표군(선정기준 ⑤ 정책환류 가능성 계열)과 Coccia(2023)의 실패 3유형(설계·기획, 실행·수행, 시장지향)에 기반한 판별 절차를 제시하여, 도전성에 기인한 건설적 실패와 관리 부실에 의한 회피 가능 실패를 구분하는 실무 장치를 제공한다. 또한 기여경로의 명확성을 선정의 선결 필터로 제도화하여, 정부 기여가 불명확한 성과가 국가R&D의 공적으로 계상되는 것을 사전에 차단하는 판별 규칙을 마련하였다. 본 연구에서 M-PESA를 제외하고 Landsat으로 대체한 것은 이 규칙을 적용한 결과다.

넷째, 후속 본조사가 곧바로 착수할 수 있는 확정안을 마련하였다. 국민체감 진단 설문지(안)는 전문가 8인의 내용타당도 검증과 비네트를 포함한 파일럿 38명의 신뢰도·요인구조 확인을 거쳐 확정안 22문항으로 정제되었다. 정제 22문항의 2차 내용타당도 검토는 본 연구에서 실시하여 권고기준 충족(S-CVI/Ave 0.94)을 확인하였으며, LV5의 측정구조 확정은 본조사 착수 절차에 편성하였다. 따라서 별도의 도구 개발 단계를 새로 두지 않고 본조사로 이행할 수 있다. 동일 문항을 연도별로 반복 적용하면 국민체감 패널데이터가 축적되어 정례 조사의 기반이 된다.

제 5 장. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

1. 진단도구 활용・확산 계획

가. 본조사 연계 — EFA에서 CFA・SEM으로

본 연구의 진단도구는 1차・2차 검증을 마친 확정안 상태로 정비되어 있으며, 첫 활용처는 KISTEP 후속 본조사이다. 남은 절차인 측정구조 확정(LV5 경합모형)이 본조사 착수 단계에서 처리될 수 있도록 다음 세 가지를 정비하여 이관한다.

첫째, 측정모형 설계(7개 잠재변수・인과경로 13개・조절효과 3개)와 3부 구성 문항을 이관한다. 모든 문항에 사례・결정요인・잠재변수의 도출 근거를 코딩해 두어, 본조사 결과를 사례와 정책수단으로 역추적할 수 있게 하였다. 둘째, 실측 기반의 검증 결과를 산출 근거와 함께 보존한다. ① 평가항목 내용타당도, ② 설문문항 내용타당도(전문가 8인 전원 회수, 유지 15・수정 6・삭제 3, 정성 의견 112건 반영 확정안 22문항), ③ 확정 비네트(4안)를 포함한 파일럿 38명의 신뢰도(전체 α=.954/ω=.958, LV별 병행 보고)・요인구조와 비네트 평가부의 척도 신뢰도(사례별 α .89~.92)가 그 대상이다.

셋째, 본조사용 검증 프로토콜을 문서로 명세하여 넘긴다. 측정모형의 확정 계수는 본조사에서 산출되므로, 본조사가 착수 단계에서 수행할 절차(EFA에 의한 요인구조 재확인, 최종 문항 확정(일반 인식부 확정안 22문항과 비네트 평가부 4사례×8문항의 최종 구성 확정), 재설계한 LV6(사회적 가치)과 긍정문으로 전환한 LV3(개인적 접근성)의 기준 충족 확인, LV6 2요인 구조의 적합 확인)를 판정 기준・산출 방법과 함께 명세한다. 아울러 정제 22문항의 2차 내용타당도 검토(1차와 동일한 8인 전원, 동일 판정 기준)는 본 연구에서 실시를 완료하였으며, 문항별 판정표와 산출 원표는 본조사용 검증 프로토콜의 부속 자료로 이관한다.

이렇게 정비된 성과를 받아 본조사는 새로운 측정도구를 개발하지 않고 잔여 검증 절차를 착수 단계에 포함하여 충분 표본(N≥300~500, 인구비례 할당)의 확인적 요인분석(CFA)으로 구성타당도를 확정하고, SEM으로 16개 가설을 최종 검증한다. 본 연구의 차별 변수인 전환경로 인지가 체감으로 이어지는 핵심 경로 H8이 우선 검증 대상이다. 동일 문항・동일 사례군을 연도별로 반복 적용하면 국민체감 패널데이터가 축적되어, 체감의 시계열 변화와 정책 개입의 효과를 관측할 수 있는 기반이 된다.

나. 국민체감성과 평가의 제도화・확산 경로

진단도구를 일회성 조사로 남기지 않으려면 측정이 제도에 결합되어야 한다. 이를 위해 본 연구는 성과의 확산 경로를 두 단계로 제시하고, 각 단계에 필요한 근거 자료를 성과물로 제공한다. 먼저 지침 수준에서는 성과평가 관련 지침에 국민체감 지표를 시범 항목으로 편입하는 방안을 앞서 제시한 전환・체감 지표 개편안과 연계하여 제안한다. 지침 개정은 법 개정보다 소요가 작고, 시범 운영으로 효과를 확인한 뒤 확대할 수 있다. 특히 「제5차 국가연구개발 성과

평가 기본계획('26~'30)」이 2026년 실시계획과 함께 심의되어 새 평가주기가 막 시작되는 시점이므로, 주기 초입에 시범 지표로 편입하면 5년 주기 안에서 축적–검증–확대의 단계적 경로를 밟을 수 있다. 이어 법률 수준에서는 시범 운영의 축적된 근거를 토대로 「국가연구개발혁신법」과 「국가연구개발사업 등의 성과평가 및 성과관리에 관한 법률」의 개정 논의에 국민체감 지표의 공식 도입을 제안한다(개정 대상 조항의 특정은 후속 법제 검토 과제로 남긴다). 본 연구가 정리한 조작적 정의와 측정방법, 검증 결과가 이 논의의 근거자료가 된다.

측정 결과의 활용 방법도 진단도구와 함께 이관한다. 하나는 동일 사례에 대한 전문가 평가(5대 기준)와 국민 체감(잠재변수)의 차이를 산출하는 평가–체감 갭 분석으로, 갭이 큰 사업군에 단계 진단과 가시화 설계를 우선 적용하는 판단 기준이 된다. 다른 하나는 연령・소득・지역 등 인구통계 통제변수를 활용한 체감 격차 모니터링으로, 취약계층・비수도권의 체감이 구조적으로 낮은 영역을 식별하여 성과확산 정책의 대상을 정하는 데 쓰인다.

다. 진단 결과의 대국민 커뮤니케이션

진단도구의 산출물은 전문가와 정책담당자만이 아니라 국민에게 되돌려질 때 본래의 취지가 완성된다. 본 연구의 산출물은 세 가지 형식으로 국민에게 전달될 수 있다. 첫째, 단계별 점수 프로파일이다. 진단도구는 국민체감을 도달・지각・귀속의 구성으로 나누어 측정하므로, 조사 결과를 "성과가 국민에게 닿았는가 — 국민이 그 편익을 느끼는가 — 그것이 정부R&D의 성과임을 아는가"의 단계별 점수로 제시하면, 어느 단계에서 체감이 끊기는지를 국민도 직관적으로 읽을 수 있다. 둘째, 전문가 평가와 국민 체감의 갭이다. 같은 성과를 전문가는 선정기준으로, 국민은 비네트 문항으로 평가하므로 두 값의 차이를 사례별로 공표하면, 전문가는 높게 평가하지만 국민은 체감하지 못하는 성과가 어디에 있는지가 드러난다. 이는 성과 홍보의 우선순위를 정하는 근거인 동시에, 평가와 체감의 간극을 숨기지 않고 공개한다는 점에서 성과관리의 신뢰를 높이는 장치가 된다. 셋째, 정례화에 따른 연도별 추이이다. 동일 문항・동일 사례군의 반복 조사가 축적되면 체감의 변화를 시계열로 보여줄 수 있다. 전달 형식은 문자 중심의 보고서보다 국민용 인포그래픽과 성과 사례 카드가 적합하다. 비네트 사례처럼 국민이 접했을 법한 성과를 카드 형식으로 제시하고 그 성과의 정부R&D 기여경로와 단계별 체감 점수를 함께 싣는 방식은, 사례 기반 제시가 추상적 질문보다 응답 준거를 고정한다는 본 연구의 설문 설계 원리를 커뮤니케이션에도 그대로 적용하는 것이다. 이러한 공표 방식은 국가R&D 성과에 대한 국민의 이해와 지지를 넓히는 통로이자, 귀속 인지의 제고를 통해 다음 조사의 체감 지표 자체를 개선하는 환류 수단이 된다.

2. 성과의 관리 및 후속연구

가. 산출물의 이관과 관리

본 위탁의 산출물은 후속 연구에서 재현·검증할 수 있는 형태로 정비하여 이관한다. 이관 대상은 ① 선정기준 체계(5대 기준·15개 항목·판단질문, 136개 측정지표 크로스워크, 원안 대응표), ② 사례 분석 자산(80건 사례 풀 리스트, 심층 16건 CIMO 분석문, 정부개입 7유형 매트릭스, 관계자 심층인터뷰 질문지(안)), ③ 진단도구 일체(설문지(안) 전문, 확정안 22문항과 문항별 수정 근거 대조표, 문항↔결정요인↔잠재변수 추적 코딩표), ④ 검증 자료(문항별 내용타당도 산출표(CVR·I-CVI·κ^*·중앙값·IQR), 파일럿 응답자 수준 원자료와 신뢰도·EFA·비네트 산출물, 전문가 정성 의견 취합본), ⑤ 검증 프로토콜(앞서 명세한 본조사용 판정 기준·산출 방법)이다. 각 산출물에는 산출 방법과 원자료의 소재를 명기하여 수치의 재검증이 가능하도록 하고, 수정 이력이 있는 산출물(확정안 문항 등)은 변경 전·후와 근거를 대조표로 남겨 개정 경위를 추적할 수 있게 한다. 본 위탁 종료 시점에 제공하는 파일의 목록과 내용은 부록 2-5와 같다.

나. 후속연구 과제

본 연구에 이어지는 후속연구 과제는 네 가지로 정리할 수 있다. 첫째, 충분 표본의 CFA·SEM으로 측정모형을 확정하고 핵심가설 H8을 검증하는 본조사가 최우선 과제다. H8의 검증 결과는 성과 가시화 정책의 투자 수준을 정하는 근거가 된다. 둘째, 동일한 분석틀(CIMO×개입 7유형×메커니즘 3요소)을 국내 국가R&D 사례에 적용하여 결정요인의 국내 타당성을 확인하는 연구가 필요하다. 본 연구의 심층분석 사례는 제안요구서의 과업 범위(주요국 사례 분석)에 따라 해외 위주로 구성되었기 때문이다. 비네트로 확정된 국내 사례(HBM 반도체·천궁-Ⅱ·KTX-이음 등)를 우선 적용 대상으로 삼을 수 있다. 셋째, 비처벌 실패분석보고(FAR)가 제도화되면 그동안 기록·공개가 회피되어 온 Cell D(이중실패) 사례의 심층분석이 가능해진다. 이는 2×2 매트릭스의 마지막 칸을 채워 실패 학습의 근거를 완성하는 작업이다. 넷째, 진단도구의 정례 시행으로 시계열 패널데이터를 축적하고, 일본 NISTEP 의식조사 등 해외 정례 조사와의 문항 수준 비교 가능성을 검토하여 국민체감의 국제 벤치마킹 기반을 마련한다.

다. 진단도구의 모듈형 구성

진단도구는 문항이 아니라 잠재변수를 단위로 설계되었다. 22개 문항은 7개 잠재변수(LV1~LV7)에 소속되고, 각 잠재변수는 국민체감성과의 조작적 정의에 따라 도달·지각·귀속·체감의 네 층 가운데 하나에 놓인다(표 2-10). 따라서 도구는 잠재변수 단위로 떼어 내거나 다시 붙일 수 있는 구조를 갖는다. 전환적 혁신정책(TIP)의 관점을 국민 인식 조사에 옮긴 전환경로 인지(LV4)는 개념의 현장 적용 가능성에 대한 논의가 남아 있고, 성과의 존재와 내용을 아는지를 묻는 성과 인지도(LV1)는 조사 목적에 따라 별도로 다룰 수 있는 모듈이다. 이런 모듈을 제외하더라도 나머지가 하나의 도구로 성립한다면, 발주기관은 조사 목적과 시점에 맞추어 모듈을 선택해 운용할 수 있다.

모듈 단위 운용의 원칙은 두 가지다. 첫째, 전환 모듈은 본조사에서 구성개념으로서의 구조가 확인될 때까지 지수 산출에서 분리해 두고 인식 조사 문항으로만 병행할 수 있다. 둘째, 모듈을 빼거나 문항을 바꾼 뒤에는 부록 2의 재검증 절차(표집적합도 → 요인구조 → 신뢰도 → 점수 보존)를 같은 기준으로 반복하면 된다. 정제 전 24문항에서 확정안 대응 20문항으로 옮겨 가며 KMO가 .748에서 .857로 높아진 것은 이 절차가 실제로 작동한 사례다. 모듈 제거 모형의 적합도와 집단 간 측정동일성은 본조사의 확인적 요인분석에서 재검정한다.

참 고 문 헌

국내 문헌

- 과학기술정보통신부. (2025). 「2026년도 정부 연구개발(R&D) 예산 국회 확정」 보도자료(2025. 12. 2.).
- 과학기술정보통신부・한국과학기술기획평가원. (2024). 『2023년도 국가연구개발사업 조사・분석 보고서』.
- 과학기술정보통신부・한국과학기술기획평가원. (2026). 「2024년도 연구개발활동조사보고서」.
- 과학기술정보통신부・한국과학기술기획평가원. (2024). 「국가연구개발사업 표준성과지표(6차)」 — 성과목표・지표 설정 안내서.
- 김도윤 외. (2024). 『도전・혁신형 국가R&D를 위한 평가체계 및 성과지표 개선방안 연구』 (정책연구 2024-23). 과학기술정책연구원.
- 서은철. (2020). 「보건의료 연구개발사업의 현황 및 개선과제」 (NARS 현안분석 제174호). 국회입법조사처.
- 성욱준. (2014). 와이브로(WiBro) 정책 사례 연구: 정부-사업자 간 관계 변화를 중심으로. 한국지역정보화학회지, 17(3), 115-141.
- 차현진・최상옥. (2025). 정부연구개발사업의 성과평가와 성과관리 특성이 예산결정에 미치는 영향: 계속사업의 패널데이터 분석을 중심으로. 기술혁신학회지, 28(2), 319-358.
- 한국과학기술기획평가원. (2025). 『2024년 성과평가 정책수립・운영 및 평가실시』.
- 한국무역협회. (2023). 「우리나라 기업 R&D 현황 분석 및 성과 제고 방안」, 제8차 무역산업포럼(2023. 10. 5.) 발표자료.

국외 문헌

- Ahuja, G., & Lampert, C. M. (2001). Entrepreneurship in the large corporation: A longitudinal study of how established firms create breakthrough inventions. Strategic Management Journal, 22(6-7), 521-543.
- Alonso, C., Bhojwani, T., Hanedar, E., Prihardini, D., Uña, G., & Zhabska, K. (2023). Stacking up the benefits: Lessons from India's digital journey (IMF Working Paper WP/23/78). International Monetary Fund.
- Arrow, K. J. (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention. In The Rate and Direction of Inventive Activity (pp. 609-626). Princeton University Press.
- Autry, G. (2018). Commercial Orbital Transportation Services: A case study for national industrial policy. New Space, 6(3), 191-200. doi:10.1089/space.2017.0043
- Ayre, C., & Scally, A. J. (2014). Critical values for Lawshe's content validity ratio: Revisiting the original methods of calculation. Measurement and Evaluation in Counseling and Development, 47(1), 79-86.
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., & Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. Research

Policy, 37(3), 407–429.
- Borrás, S., & Edquist, C. (2013). The choice of innovation policy instruments. Technological Forecasting and Social Change, 80(8), 1513–1522.
- Brousseau, E. (2003). E-commerce in France: Did early adoption prevent its development? The Information Society, 19(1), 45–57.
- Bovens, M. (2007). Analysing and assessing accountability: A conceptual framework. European Law Journal, 13(4), 447–468.
- Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: A review of research and theory. Research Policy, 29(4–5), 627–655.
- Bozeman, B. (2007). Public Values and Public Interest: Counterbalancing Economic Individualism. Georgetown University Press.
- Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., et al. (2020). Language models are few-shot learners. Advances in Neural Information Processing Systems, 33.
- Candel, S. (2004). Concorde and the future of supersonic transport. Journal of Propulsion and Power, 20(1), 59–68.
- Cannon, M. D., & Edmondson, A. C. (2005). Failing to learn and learning to fail (intelligently): How great organizations put failure to work to innovate and improve. Long Range Planning, 38(3), 299–319.
- Cats-Baril, W. L., & Jelassi, T. (1994). The French videotex system Minitel: A successful implementation of a national information technology infrastructure. MIS Quarterly, 18(1), 1–20.
- Coccia, M. (2023). New perspectives in innovation failure analysis: A taxonomy of general errors and strategic management for reducing risks. Technology in Society, 75, 102384. doi:10.1016/j.techsoc.2023.102384
- Congressional Research Service. (2020). Artificial intelligence and national security (R45178).
- Congressional Research Service. (2025). Nuclear Energy: Overview of Congressional Issues (R42853, updated March 26, 2025).
- Cortina, J. M. (1993). What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. Journal of Applied Psychology, 78(1), 98–104.
- Czarnitzki, D., & Lopes-Bento, C. (2013). Value for money? New microeconometric evidence on public R&D grants in Flanders. Research Policy, 42(1), 76–89.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, 13(3), 319–340.
- Dawkins, R., & Carlisle, T. R. (1976). Parental investment, mate desertion and a fallacy. Nature, 262, 131–133. doi:10.1038/262131a0
- Denyer, D., Tranfield, D., & van Aken, J. E. (2008). Developing design propositions through research synthesis. Organization Studies, 29(3), 393–413.
- Department of Health and Social Care. (2020). Next phase of NHS coronavirus (COVID-19) app announced (18 June 2020). GOV.UK.

- Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019). BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. Proceedings of NAACL-HLT 2019.
- Diamantopoulos, A., & Winklhofer, H. M. (2001). Index construction with formative indicators: An alternative to scale development. Journal of Marketing Research, 38(2), 269–277.
- Drechsler, W. (2018). Pathfinder: e-Estonia as the β-version. JeDEM — eJournal of eDemocracy and Open Government, 10(2), 1–22. doi:10.29379/jedem.v10i2.513
- Duarte, A., Frost, J., Gambacorta, L., Koo Wilkens, P., & Shin, H. S. (2022). Central banks, the monetary system and public payment infrastructures: Lessons from Brazil's Pix (BIS Bulletin No. 52). Bank for International Settlements.
- Dunlop, C. A. (2017). Policy learning and policy failure: Definitions, dimensions and intersections. Policy & Politics, 45(1), 3–18.
- Edler, J., & Georghiou, L. (2007). Public procurement and innovation—Resurrecting the demand side. Research Policy, 36(7), 949–963.
- Edmondson, A. C. (2011). Strategies for learning from failure. Harvard Business Review, 89(4), 48–55.
- European Commission. (n.d.). Horizon Europe. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en
- European Commission. (2025). Interim Evaluation of the Horizon Europe Framework Programme for Research and Innovation (2021–2024) (SWD(2025) 110 final).
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. Journal of Marketing Research, 18(1), 39–50.
- Foundations for Evidence-Based Policymaking Act of 2018, Public Law 115-435 (2019).
- Gallo, M. E. (2021). Defense Advanced Research Projects Agency: Overview and Issues for Congress (CRS Report R45088). Congressional Research Service.
- Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. Research Policy, 31(8-9), 1257–1274.
- Geels, F. W., & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. Research Policy, 36(3), 399–417.
- Ghosh, B., Kivimaa, P., Ramirez, M., Schot, J., & Torrens, J. (2021). Transformative outcomes: Assessing and reorienting experimentation with transformative innovation policy. Science and Public Policy, 48(5), 739–756.
- GPRA Modernization Act of 2010, Public Law 111-352 (2011).
- Griliches, Z. (1990). Patent statistics as economic indicators: A survey. Journal of Economic Literature, 28(4), 1661–1707.
- Hall, B. H., & Lerner, J. (2010). The financing of R&D and innovation. In Handbook of the Economics of Innovation (Vol. 1, pp. 609–639). North-Holland.

- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., et al. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. Science, 342(6160), 850–853.
- Hayes, A. F., & Coutts, J. J. (2020). Use omega rather than Cronbach's alpha for estimating reliability. But…. Communication Methods and Measures, 14(1), 1–24. doi:10.1080/19312458.2020.1718629
- House of Commons Committee of Public Accounts. (2021a). COVID-19: Test, track and trace (part 1). UK Parliament.
- House of Commons Committee of Public Accounts. (2021b). Test and Trace update. UK Parliament.
- House of Commons Library. (2010). Aviation: Concorde (Standard Note SN/BT/2764).
- Héder, M. (2017). From NASA to EU: The evolution of the TRL scale in public sector innovation. The Innovation Journal, 22(2), 1–23.
- Hekkert, M. P., Suurs, R. A. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S., & Smits, R. E. H. M. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. Technological Forecasting and Social Change, 74(4), 413–432.
- Howlett, M. (2012). The lessons of failure: Learning and blame avoidance in public policy-making. International Political Science Review, 33(5), 539–555.
- Jarvis, C. B., MacKenzie, S. B., & Podsakoff, P. M. (2003). A critical review of construct indicators and measurement model misspecification in marketing and consumer research. Journal of Consumer Research, 30(2), 199–218.
- Jones, H. W. (2018). The recent large reduction in space launch cost. 48th International Conference on Environmental Systems (ICES-2018-81), Albuquerque, NM. NASA NTRS 20200001093.
- Kattel, R., & Mazzucato, M. (2018). Mission-oriented innovation policy and dynamic capabilities in the public sector. Industrial and Corporate Change, 27(5), 787–801.
- Kingdon, J. W. (1995). Agendas, Alternatives, and Public Policies (2nd ed.). HarperCollins.
- Lalani, H. S., Nagar, S., Sarpatwari, A., Barenie, R. E., Avorn, J., Rome, B. N., & Kesselheim, A. S. (2023). US public investment in development of mRNA covid-19 vaccines: Retrospective cohort study. BMJ, 380, e073747.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. Personnel Psychology, 28(4), 563–575.
- Levesque, J.-F., Harris, M. F., & Russell, G. (2013). Patient-centred access to health care: Conceptualising access at the interface of health systems and populations. International Journal for Equity in Health, 12, 18.
- Loorbach, D. (2010). Transition management for sustainable development: A prescriptive, complexity-based governance framework. Governance, 23(1), 161–183.
- Lynn, M. R. (1986). Determination and quantification of content validity. Nursing Research, 35(6), 382–385.
- Mailland, J., & Driscoll, K. (2017). Minitel: Welcome to the Internet. MIT Press.

- Mankins, J. C. (1995). Technology readiness levels: A white paper. NASA Office of Space Access and Technology.
- Mansfield, E. (1991). Academic research and industrial innovation. Research Policy, 20(1), 1-12.
- Mazzucato, M. (2013). The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths. Anthem Press.
- Mazzucato, M. (2018). Mission-oriented innovation policies: Challenges and opportunities. Industrial and Corporate Change, 27(5), 803-815.
- McGuire, W. J. (1985). Attitudes and attitude change. In G. Lindzey & E. Aronson (Eds.), Handbook of social psychology (3rd ed., Vol. 2, pp. 233-346). New York: Random House.
- Meijer, A. (2009). Understanding modern transparency. International Review of Administrative Sciences, 75(2), 255-269.
- Mowery, D., & Rosenberg, N. (1979). The influence of market demand upon innovation: A critical review of some recent empirical studies. Research Policy, 8(2), 102-153.
- Murray, C. J. L., & Lopez, A. D. (Eds.). (1996). The global burden of disease. Harvard School of Public Health (distributed by Harvard University Press).
- National Audit Office. (2020). The government's approach to test and trace in England - interim report.
- National Audit Office. (2021). Test and trace in England - progress update.
- Nelson, R. R. (1959). The simple economics of basic scientific research. Journal of Political Economy, 67(3), 297-306.
- NuScale Power Corporation. (2023a). Form 8-K (March 10, 2023). U.S. Securities and Exchange Commission.
- NuScale Power Corporation. (2023b). Form 8-K, Exhibit 99.1: UAMPS and NuScale Power agree to terminate the Carbon Free Power Project (November 8, 2023). U.S. Securities and Exchange Commission.
- Office of Management and Budget. (2025). Circular No. A-11, Part 6: The Federal Performance Framework for Improving Program and Service Delivery.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., … Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 372, n71.
- Penchansky, R., & Thomas, J. W. (1981). The concept of access: Definition and relationship to consumer satisfaction. Medical Care, 19(2), 127-140.
- Pepper, C., Reyes-Cruz, G., Pena, A. R., Dowthwaite, L., Babbage, C. M., Wagner, H., Nichele, E., & Fischer, J. E. (2022). Understanding trust and changes in use after a year with the NHS COVID-19 contact tracing app in the United Kingdom: Longitudinal mixed methods study. Journal of Medical Internet Research, 24(10), e40558. doi:10.2196/40558

- Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Lee, J.-Y., & Podsakoff, N. P. (2003). Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. Journal of Applied Psychology, 88(5), 879–903.
- Polit, D. F., & Beck, C. T. (2006). The content validity index: Are you sure you know what's being reported? Critique and recommendations. Research in Nursing & Health, 29(5), 489–497.
- Polit, D. F., Beck, C. T., & Owen, S. V. (2007). Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. Research in Nursing & Health, 30(4), 459–467.
- Radford, A., Narasimhan, K., Salimans, T., & Sutskever, I. (2018). Improving language understanding by generative pre-training. OpenAI.
- REF 2014. (2014). Research Excellence Framework 2014: Key facts. UK higher education funding bodies.
- REF 2021. (2022). Guidance on REF 2021 results. UK higher education funding bodies.
- REF 2029. (2025). REF 2029 publishes updates and resumes criteria setting following pause (10 December 2025). UK higher education funding bodies.
- Rogers, E. M. (2003). Diffusion of Innovations (5th ed.). Free Press.
- Rothwell, R., & Zegveld, W. (1981). Industrial Innovation and Public Policy: Preparing for the 1980s and the 1990s. Frances Pinter.
- Salter, A. J., & Martin, B. R. (2001). The economic benefits of publicly funded basic research: A critical review. Research Policy, 30(3), 509–532.
- Sampaio, M. C., & Ornelas, J. R. H. (2024). Payment technology complementarities and their consequences on the banking sector: Evidence from Brazil's Pix. In Faster digital payments: Global and regional perspectives (BIS Papers No. 152). Bank for International Settlements.
- Schot, J., & Steinmueller, W. E. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. Research Policy, 47(9), 1554–1567.
- Sterne, J. (2012). MP3: The Meaning of a Format. Duke University Press.
- Straub, C. L., Koontz, S. R., & Loomis, J. B. (2019). Economic valuation of Landsat imagery (USGS Open-File Report 2019–1112). U.S. Geological Survey. doi:10.3133/ofr20191112
- Suchman, M. C. (1995). Managing legitimacy: Strategic and institutional approaches. Academy of Management Review, 20(3), 571–610.
- Suri, T., & Jack, W. (2016). The long-run poverty and gender impacts of mobile money. Science, 354(6317), 1288–1292.
- Teece, D. J. (1986). Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. Research Policy, 15(6), 285–305.
- Toyota Motor Corporation. (2025). Toyota Develops New Fuel Cell System (February 14, 2025). Toyota Global Newsroom.
- Trajtenberg, M., Henderson, R., & Jaffe, A. (1997). University versus corporate patents: A

window on the basicness of invention. Economics of Innovation and New Technology, 5(1), 19–50.
- Tyler, T. R. (2006). Psychological perspectives on legitimacy and legitimation. Annual Review of Psychology, 57, 375–400.
- UK Health Security Agency. (2023). NHS COVID-19 app statistics. GOV.UK.
- UK Parliament. Hansard, HC Deb 11 December 1972 (Concorde Aircraft Bill); HC Deb 1 February 1973 (Concorde); HL Deb 17 November 1976 (Concorde: Production and Cost); HL Deb 11 February 1981 (Concorde: Operational Support).
- UK Research and Innovation. (2024). UKRI evaluation strategy.
- U.S. Department of Energy. (2020). DOE Approves Award for Carbon Free Power Project (October 16, 2020).
- U.S. Department of Energy Office of Inspector General. (2026). Opportunities Exist to Improve the Department of Energy's Oversight of Demonstration and Deployment Projects (DOE-OIG-26-25).
- U.S. Geological Survey. (2018). Free, open Landsat data unleashed the power of remote sensing a decade ago.
- U.S. Geological Survey, National Land Imaging Program. (2024). Economic valuation of Landsat and Landsat Next, 2023.
- U.S. Government Accountability Office. (2019). NASA Commercial Crew Program: Schedule uncertainty persists for start of operational missions to the International Space Station (GAO-19-504).
- U.S. Government Accountability Office. (2022). Nuclear Energy Projects: DOE Should Institutionalize Oversight Plans for Demonstrations of New Reactor Types (GAO-22-105394).
- U.S. Nuclear Regulatory Commission. (2020). NuScale Small Modular Reactor; Standard design approval; issuance. Federal Register, 85, 61038.
- U.S. Nuclear Regulatory Commission. (2023). NuScale Small Modular Reactor Design Certification (Final rule). Federal Register, 88, 3287.
- U.S. Nuclear Regulatory Commission. (2025). NuScale US460 Small Modular Reactor; Standard Design Approval; issuance. Federal Register, 90, 23716–23717.
- Utah Associated Municipal Power Systems. (2023). Talking Points: Class 3 Project Cost Estimate (January 2, 2023).
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. Advances in Neural Information Processing Systems, 30.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. MIS Quarterly, 27(3), 425–478.
- Watson, O. J., Barnsley, G., Toor, J., Hogan, A. B., Winskill, P., & Ghani, A. C. (2022). Global impact of the first year of COVID-19 vaccination: A mathematical modelling study.

The Lancet Infectious Diseases, 22(9), 1293-1302.
- Weber, K. M., & Rohracher, H. (2012). Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change: Combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive 'failures' framework. Research Policy, 41(6), 1037-1047.
- Woolf, S. H. (2008). The meaning of translational research and why it matters. JAMA, 299(2), 211-213.
- World Bank. (2022). The Global Findex Database 2021: Financial inclusion, digital payments, and resilience in the age of COVID-19.
- World Bank & G20 GPFI. (2023). G20 policy recommendations for advancing financial inclusion and productivity gains through digital public infrastructure.
- Wymant, C., Ferretti, L., Tsallis, D., Charalambides, M., Abeler-Dörner, L., Bonsall, D., et al. (2021). The epidemiological impact of the NHS COVID-19 app. Nature, 594, 408-412. doi:10.1038/s41586-021-03606-z
- Yang, Y., Mao, Y., & Sun, B. (2020). Basic performance and future developments of BeiDou global navigation satellite system. Satellite Navigation, 1, 1. doi:10.1186/s43020-019-0006-0
- Yusoff, M. S. B. (2019). ABC of content validation and content validity index calculation. Education in Medicine Journal, 11(2), 49-54. doi:10.21315/eimj2019.11.2.6
- Zapata, E. (2017). An assessment of cost improvements in the NASA COTS/CRS program and implications for future NASA missions (AIAA Space 2017; NASA NTRS 20170008894).
- Zhu, Z., Wulder, M. A., Roy, D. P., Woodcock, C. E., Hansen, M. C., Radeloff, V. C., et al. (2019). Benefits of the free and open Landsat data policy. Remote Sensing of Environment, 224, 382-385. doi:10.1016/j.rse.2019.02.016

국제기구・정부・공식 자료

- Banco Central do Brasil. (2020). Resolução BCB n으 1, de 12 de agosto de 2020 (Pix 참여・운영 규정).
- Banco Central do Brasil. (2026). Pix em números (공식 통계, 2026. 8. 열람). https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/estatisticaspix
- Cornelli, G., Frost, J., Gambacorta, L., Sinha, S., & Townsend, R. M. (2024). The organisation of digital payments in India – lessons from the Unified Payments Interface (UPI). In Faster digital payments: Global and regional perspectives (BIS Papers No. 152, pp. 61-73). Bank for International Settlements.
- CoARA. (2022). Agreement on Reforming Research Assessment.
- Commonwealth Fund / Yale School of Public Health. (2022). Two years of U.S. COVID-19 vaccines have prevented millions of hospitalizations and deaths. [기관 분석 보고]
- DARPA. (2018). DARPA announces $2 billion campaign to develop next wave of AI technologies (보도자료, 2018. 9. 7.).
- e-Estonia. X-Road. https://e-estonia.com/solutions/interoperability-services/x-road/

- e-Estonia. (2017). How do Estonians save annually 820 years of work? https://e-estonia.com/how-save-annually-820-years-of-work/
- ESA. (2013). Sentinel Data Policy (ESA/PB-EO(2013)30, rev. 1). European Space Agency; Commission Delegated Regulation (EU) No 1159/2013 (Copernicus 데이터·정보 정책).
- Fraunhofer IIS. The mp3 History. https://www.iis.fraunhofer.de/en/ff/amm/mp3history.html
- Febraban(브라질은행연합회). (2023). Pix é o meio de pagamento mais usado no Brasil em 2022 (BCB 데이터 기반 집계).
- IMF. (2023). Pix: Brazil's Successful Instant Payment System (Country Report No. 2023/289).
- ISO/IEC. (1993). ISO/IEC 11172-3:1993 — Information technology — Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1,5 Mbit/s — Part 3: Audio.
- NASA. (2011). Falcon 9 Launch Vehicle NAFCOM Cost Estimates.
- Government of India. (2026). UIDAI Aadhaar dashboard; DBT Bharat portal; PMJDY progress report (공식 대시보드, 2026. 8. 열람).
- UIDAI. Finance & Budgets — 연도별·누적 지출 현황(2019. 8. 기준 누계 약 11,366크로르 루피). https://uidai.gov.in/en/contact-support/have-any-question/1012-e
- Valimised.ee(에스토니아 선거관리위원회). (2023). 2023년 Riigikogu 선거 결과 집계.
- NASA. (2020). Launch of NASA-SpaceX Demo-2 mission (공식 미션 기록).
- NASA Office of Inspector General. (2019). NASA's management of crew transportation to the International Space Station (IG-20-005).
- NISTEP(일본 과학기술·학술정책연구소). 「科学技術の状況に係る総合的意識調査(NISTEP定点調査)」 및 과학기술 의식조사 시리즈.
- NIIS. (2024). X-Road history. https://x-road.global/xroad-history
- NITRD. (2024). Artificial intelligence R&D investments FY2019–FY2025. https://www.nitrd.gov/ai-rd-investments/
- National Science Foundation. (2024). Building the foundations of artificial intelligence — NSF impacts. https://www.nsf.gov/impacts/ai
- OECD. (2015). Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development. OECD Publishing.
- OECD. (2023a). OECD Reviews of Innovation Policy: Korea 2023. OECD Publishing.
- OECD. (2023b). The Impact of R&D Tax Incentives: Results from the OECD microBeRD+ Project. OECD Publishing.
- Reuters. (2023. 2. 2.). ChatGPT sets record for fastest-growing user base — analyst note (UBS·Similarweb 분석 인용 보도).
- Stanford HAI. (2024). Artificial intelligence index report 2024. Stanford University.
- Stanford HAI. (2025). Artificial intelligence index report 2025. Stanford University.
- TechCrunch. (2010. 4. 28.). Silicon Valley buzz: Apple paid more than $200 million for Siri to get into mobile search (Erick Schonfeld 보도; 인수액은 Apple 미공개, 보도 추정치). https://techcrunch.com/2010/04/28/apple-siri-200-million/
- Regulation (EU) 2021/695 (Horizon Europe 규정), Annex V (Key impact pathway indicators),

OJ L 170, 12.5.2021.
- Reserve Bank of India. (2025). Annual report 2024-25.
- Reserve Bank of India. Payment System Report. (반기 간행). https://www.rbi.org.in
- SRI International. Artificial intelligence: CALO. https://www.sri.com/hoi/artificial-intelligence-calo/ ; Siri. https://www.sri.com/hoi/siri/
- U.S. GAO. (2021). Operation Warp Speed: Accelerated COVID-19 Vaccine Development Status and Efforts to Address Manufacturing Challenges (GAO-21-319).
- USGS. (2024). Landsat's economic value increases to $25.6 billion in 2023. https://www.usgs.gov/news/featured-story/landsats-economic-value-increases-256-billion-2023
- 국무원신문판공실(中国国务院新闻办公室). (2022). 「新时代的中国北斗」 백서(2022. 11. 4.) 및 발표 기자회견 전문.
- 中国卫星导航定位协会(중국위성항법측위협회). (2024). 《中国卫星导航与位置服务产业发展白皮书》 (연례 산업백서, 산업단체 발행).
- 中国卫星导航定位协会(중국위성항법측위협회). (2026). 《2026中国北斗时空产业发展白皮书》 (2026. 5. 18. 발표).
- 일본 경제산업성(METI)・NEDO. 「環境適応型高性能小型航空機研究開発」 사업 자료; RIETI 관련 분석.
- 경제산업성(経済産業省). (2023). 「燃料電池車の普及に向けた中間まとめ（案）」 (モビリティ水素官民協議会 자료).
- 경제산업성(経済産業省). (2024). 「航空機産業戦略」 (産業構造審議会 製造産業分科会 航空機産業小委員会).
- 자원에너지청(資源エネルギー庁). (2021). 「燃料電池自動車の普及促進に向けた水素ステーション整備事業費補助金について」.
- 재생가능에너지・수소등관계각료회의(再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議). (2017). 「水素基本戦略」.
- 재생가능에너지・수소등관계각료회의(再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議). (2023). 「水素基本戦略」 (개정).
- 수소・연료전지전략협의회(水素・燃料電池戦略協議会). (2019). 「水素・燃料電池戦略ロードマップ」.
- 차세대자동차진흥센터(一般社団法人次世代自動車振興センター). EV等 販売台数統計. https://www.cev-pc.or.jp/tokei/hanbaidaisu.html ; EV等 保有台数統計. https://www.cev-pc.or.jp/tokei/hoyuudaisu.html
- 미쓰비시중공업(三菱重工業). (2008). 「MRJ（Mitsubishi Regional Jet）の事業化を決定」 (2008. 3. 28. 보도자료).
- 미쓰비시중공업(三菱重工業). (2023). 「2022年度 第3四半期 決算説明資料」 (2023. 2. 7.).
- 미쓰비시중공업(三菱重工業). (2024). 「連結子会社(MSJ資産管理株式会社)の特別清算開始の申立てに関するお知らせ」 (2024. 7. 4.).
- 내각부(内閣府). (2016). 「国の研究開発評価に関する大綱的指針」 (内閣総理大臣決定, 2016. 12. 21.).

- 내각부(内閣府). (2021). 「第6期科学技術・イノベーション基本計画」 (閣議決定, 2021. 3. 26.).
- 내각부(内閣府). (2026). 「第7期科学技術・イノベーション基本計画」 (閣議決定, 2026. 3. 27.).
- 전국인민대표대회(全国人民代表大会). (2021).
  《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》.
- 국무원판공청(国务院办公厅). (2021). 《关于完善科技成果评价机制的指导意见》
  (国办发〔2021〕26号).
- 중공중앙・국무원(中共中央・国务院). (2018). 《关于全面实施预算绩效管理的意见》.

법령・정부 계획

- 「국가연구개발혁신법」
- 「국가연구개발사업 등의 성과평가 및 성과관리에 관한 법률」
- 「국가연구개발 과제평가 표준지침」 (과학기술정보통신부, 2024. 4. 개정)
- 「제5차 국가연구개발 성과평가 기본계획('26~'30)」 (2025. 10. 국가과학기술자문회의 심의)

부 록

부록 1. 국가R&D 국민체감도 진단 설문지 완성본

본 부록은 2장 4절에서 도출·검증한 진단 설문지의 완성본을 실제 조사에서 제시되는 순서 그대로 수록한 것이다. 구성은 [도입 안내문 → Part 1. 응답자 일반 사항(D-1~D-9) → Part 2. 국가R&D 성과에 대한 전반적 인식(확정안 22문항) → Part 3. 비네트 평가부(4사례×8문항) → 종료 문구]이며, 도입 안내문·인구통계 문항·비네트 제시문은 파일럿 조사에 사용한 문안을, 일반 인식부는 확정안 22문항(표 2-21)의 문안을 따른다. Part 2·3의 모든 문항은 5점 척도(① 전혀 그렇지 않다 ② 그렇지 않다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다)로 응답하며, 역문항은 분석 시 역코딩한다.

[도입 안내문]

안녕하십니까,

본 설문은 한국과학기술기획평가원(KISTEP) 위탁연구 「국가 R&D 성과의 주요국 우수·실패 사례 분석과 국민체감 진단도구 개발」의 일환으로 개발된 '국가R&D 국민체감도 진단 설문문항(안)'입니다. 국가 연구개발(R&D) 성과에 대한 국민 체감도를 진단하기 위한 조사이며, 응답 결과는 진단도구 개발을 위한 연구 자료로 활용됩니다.

설문 응답에는 약 10분 정도 소요되며, 응답 내용은 연구 목적 외에는 사용되지 않습니다.

※ 국가 연구개발(R&D)이란? 정부가 예산을 투자하여 대학, 정부출연연구기관, 기업 등이 수행하는 연구개발 활동을 말합니다. 백신, 반도체, 인공위성, 인공지능 등 정부 예산이 투입된 연구개발 사업과 그 성과가 여기에 해당합니다.

소중한 시간을 내어 참여해 주셔서 감사합니다.

Part 1. 응답자 일반 사항

다음은 통계 분석을 위한 문항입니다. 해당되는 항목을 선택해 주세요.

코드	문항	응답 선택지
D-1	귀하의 성별은 무엇입니까?	① 남성 ② 여성
D-2	귀하의 연령대는 어떻게 되십니까? (만 나이 기준)	① 만 19~29세 ② 만 30~39세 ③ 만 40~49세 ④ 만 50~59세 ⑤ 만 60~69세 ⑥ 만 70세 이상
D-3	귀하의 최종 학력은 어떻게 되십니까?	① 중학교 졸업 이하 ② 고등학교 졸업 ③ 전문대학(2·3년제) 졸업 ④ 대학교(4년제) 졸업 ⑤ 석사 학위 ⑥ 박사 학위
D-4	귀하 가구의 월평균 소득은 어느 정도입니까? (세전 기준)	① 200만원 미만 ② 200~399만원 ③ 400~599만원 ④ 600~799만원 ⑤ 800~999만원 ⑥ 1,000만원 이상

코드	문항	응답 선택지
D-5	귀하가 현재 거주하시는 지역은 어디입니까?	17개 시・도 중 선택(서울특별시 ~ 제주특별자치도)
D-6	귀하의 직업(또는 전공) 분야는 과학기술과 관련이 있습니까?	① 과학기술 관련 분야(연구개발, 엔지니어링, IT, 의료・보건 등) ② 과학기술 비관련 분야
D-7	본인 또는 가족이 정부 R&D 사업의 혜택(연구비 지원, 기술 지원, 사업 참여 등)을 직접 받은 경험이 있습니까?	① 있다 ② 없다
D-8	귀하는 과학기술 관련 뉴스나 정보를 얼마나 자주 접하십니까?	① 거의 매일 ② 주 3~4회 ③ 주 1~2회 ④ 월 1~3회 ⑤ 거의 접하지 않는다
D-9	귀하는 평소 정부 정책에 대해 어느 정도 관심이 있으십니까?	① 전혀 관심이 없다 ② 관심이 없는 편이다 ③ 보통이다 ④ 관심이 있는 편이다 ⑤ 매우 관심이 있다

Part 2. 국가R&D 성과에 대한 전반적 인식

다음은 국가 R&D 성과에 대한 귀하의 전반적인 인식을 묻는 문항입니다. 각 문항을 읽고 동의하시는 정도를 선택해 주세요. (① 전혀 그렇지 않다 ② 그렇지 않다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다)

번호	코드	문항
1	G1	나는 국가 R&D의 성과가 어떤 것인지 알고 있다.
2	G3	나는 최근 1년 안에 국가 R&D의 성과에 대한 뉴스나 정보를 접한 적이 있다.
3	G2	국가R&D의 성과는 환경・안전・건강 등 우리 사회의 문제 해결에 도움이 된다고 생각한다.
4	G6	국가R&D의 성과는 국가 경제에 기여한다고 생각한다.
5	G4	국가R&D 성과의 혜택은 나의 일상생활 속에서 이용하거나 체감할 수 있다고 생각한다.
6	G7	내 주변에서 국가R&D 성과를 활용한 제품이나 서비스를 쉽게 찾아볼 수 있다.
7	G8	국가R&D의 성과는 연구실에 머물지 않고 제품・서비스・정책 등으로 실제 활용된다고 생각한다.
8	G9	우리가 일상에서 쓰는 기술・서비스를 개발하는 데 정부 지원 연구개발(R&D)이 기여했다고 생각한다.
9	G13	지금까지 정부의 R&D 투자는 우리가 누리는 주요 기술・서비스의 토대가 되었다고 생각한다.
10	G10	정부는 R&D 투자를 통해 가치 있는 성과를 만들 것이라고 믿는다.
11	G12	정부R&D는 기초연구처럼 민간 기업이 수행하기 어려운 영역에서 중요한 역할을 한다고 생각한다.
12	G14	정부R&D 예산이 성과 없이 낭비되고 있다고 생각한다. (역문항)
13	G15	정부가 세금의 일부를 국가R&D에 사용하는 것에 동의한다.
14	G17	정부는 연구개발(R&D) 정책을 정할 때 국민의 의견을 들을 수 있는 기회를 마련하고 있다고 생각한다.

번호	코드	문항
15	G19	실패할 가능성이 높더라도 성공하면 사회적 파급효과가 큰 연구개발에 세금을 투자할 가치가 있다고 생각한다.
16	G21	국가R&D의 혜택은 시간이 걸리더라도 국민에게 돌아온다고 생각한다.
17	G16	내 주변 사람들(가족・친구・동료)은 국가R&D 성과를 우리 사회에 가치 있는 일로 생각한다.
18	N1	내 주변 사람들은 국가R&D의 성과를 긍정적으로 이야기한다.
19	N2	언론・미디어는 국가R&D의 성과를 가치 있게 다룬다.
20	G22	국가R&D의 성과로 내 일상생활이 편리해졌다고 느낀다.
21	G23	국가R&D의 성과는 나와 내 가족의 삶의 질을 높였다고 생각한다.
22	G24	종합적으로 국가R&D의 성과가 내 삶을 나아지게 했다고 느낀다.

Part 3. 비네트 평가부

다음은 국가R&D 성과의 구체적 사례입니다. 각 사례의 설명을 읽고, 이어지는 문항에 대해 동의하시는 정도를 선택해 주세요. (① 전혀 그렇지 않다 ② 그렇지 않다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다)

[사례 1] 반도체: 한국 AI시스템용 HBM 세계 점유 1위

[제시문] 인공지능(Artificial Intelligence: AI) 시대를 맞이하여 고대역폭메모리(High Bandwidth Memory: HBM)가 인공지능의 학습과 추론 과정에서 핵심적인 메모리로 자리 잡게 되었습니다. 이 메모리 개발의 바탕에는 한국 정부에서 1980년대부터 이어져 온 정부R&D 지원의 장기적인 투자가 있었습니다.

코드	문항
V-1	이 성과가 정부R&D 투자의 지원 성과 등에서부터 비롯된 결과라는 사실을 알고 계셨습니까?
V-2	이 성과가 우리 사회 전체에 가치 있다고 생각하십니까?
V-3	이 성과의 혜택이 본인의 일상에 미쳤다고 느끼십니까?
V-4	이 성과 이후 우리나라가 인공지능 시대를 주도할 가능성에 대한 생각이 달라졌다고 보십니까? (전・후 대비)
V-5	이러한 성과를 봤을 때, 정부R&D 투자가 앞으로도 가치가 있을 것이라고 신뢰하십니까?
V-6	내 주변 사람들도 이 성과를 중요하게 여긴다고 생각하십니까?
V-7	종합적으로 이 성과를 본인의 삶에서 체감하십니까?
V-8	이 성과는 본인의 일상과는 무관하다고 생각하십니까? (역문항)

[사례 2] 방산: 천궁-Ⅱ(중거리 지대공 유도무기) 개발

[제시문] 2026년 미국과 이란의 중동 전쟁 과정에서 아랍에미리트(UAE)에 배치된 국산 중거리 지대공 미사일 천궁-Ⅱ가 실전에서 뛰어난 요격 능력을 입증하며 세계적인 주목을 받고 있습니다. 천궁 미사일 개발은 2000년대부터 장기적인 안목 하에 정부R&D의 체계적인 지원과 투자 확대 등으로 인해 가능했습니다.

코드	문항
V-1	이 성과가 정부R&D 투자의 결과라는 사실을 알고 계셨습니까?
V-2	이 성과가 우리 사회 전체에 가치 있다고 생각하십니까?
V-3	이 성과의 혜택이 본인의 일상에 미쳤다고 느끼십니까?
V-4	이 성과 이후 우리나라의 자주국방 역량과 K방산의 위상이 달라졌다고 보십니까? (전·후 대비)
V-5	이러한 성과를 봤을 때, 정부R&D 투자가 앞으로도 가치가 있을 것이라고 신뢰하십니까?
V-6	내 주변 사람들도 이 성과를 중요하게 여긴다고 생각하십니까?
V-7	종합적으로 이 성과를 본인의 삶에서 체감하십니까?
V-8	이 성과는 본인의 일상과는 무관하다고 생각하십니까? (역문항)

[사례 3] 교통: KTX-이음 한국형 고속열차 개발

[제시문] 2004년 처음 개통된 KTX 고속열차는 우리 일상생활에서 먼 거리를 빠른 시간에 이동하는 데 필수적인 교통수단으로 자리잡은 지 오래입니다. 1990년대 후반부터 추진된 한국형 고속열차 개발 착수 이후 현 시점에도 정부R&D 지원이 지속되어 KTX 고속철도 개발의 지속적인 성능 향상이 추진 중입니다.

코드	문항
V-1	이 성과가 정부R&D 투자의 결과라는 사실을 알고 계셨습니까?
V-2	이 성과가 우리 사회 전체에 가치 있다고 생각하십니까?
V-3	이 성과의 혜택이 본인의 일상에 미쳤다고 느끼십니까?
V-4	이 성과 이후 우리 사회의 교통·이동 방식이 달라졌다고 보십니까? (전·후 대비)
V-5	이러한 성과를 봤을 때, 정부R&D 투자가 앞으로도 가치가 있을 것이라고 신뢰하십니까?
V-6	내 주변 사람들도 이 성과를 중요하게 여긴다고 생각하십니까?
V-7	종합적으로 이 성과를 본인의 삶에서 체감하십니까?
V-8	이 성과는 본인의 일상과는 무관하다고 생각하십니까? (역문항)

[사례 4] 보건의료: 미국 mRNA 백신 개발

[제시문] 2020년 코로나19 시기, 전 세계는 mRNA 기술로 백신을 신속히 개발하여 전 국민 접종을 가능하게 했습니다(국내에서도 2020년~2021년 동안 광범위하게 접종되었습니다). 이 기술의 토대는 미국 연방정부가 1980년부터 추진된 장기적인 R&D 투자(미국립보건원과 미국방고등연구계획국 등)와 선구매로 만들어졌습니다.

코드	문항
V-1	이 성과가 정부R&D 투자의 결과라는 사실을 알고 계셨습니까?
V-2	이 성과가 우리 사회 전체에 가치 있다고 생각하십니까?
V-3	이 성과의 혜택이 본인의 일상에 미쳤다고 느끼십니까?
V-4	이 성과 이후 우리 사회의 감염병 위기 대응 방식이 달라졌다고 보십니까? (전・후 대비)
V-5	이러한 성과를 봤을 때, 정부R&D 투자가 앞으로도 가치가 있을 것이라고 신뢰하십니까?
V-6	내 주변 사람들도 이 성과를 중요하게 여긴다고 생각하십니까?
V-7	종합적으로 이 성과를 본인의 삶에서 체감하십니까?
V-8	이 성과는 본인의 일상과는 무관하다고 생각하십니까? (역문항)

부록 2. 국민체감 진단도구 활용 툴킷

본 부록은 2장 4절에서 개발한 국가R&D 국민체감도 진단도구를 발주기관이 직접 운용하고, 필요에 따라 문항이나 모듈을 바꾸어 다시 검증할 수 있도록 개발·검증 과정을 절차 단위로 정리한 것이다. 본문이 연구 수행의 결과를 서술한다면, 이 부록은 같은 내용을 '무엇을 입력하여 어떤 순서로 수행하고 어떤 기준으로 판정하는가'의 형식으로 다시 쓴 것이다. 설문지 완성본은 부록 1, 검증 원자료는 부록 3, 내용타당도 문항별 판정표는 부록 4에 있으며, 별도로 제공하는 파일은 이 부록 끝의 목록과 같다.

2-1. 도구의 구조

진단도구는 일반 인식부 22문항, 비네트 평가부 4사례 × 8문항, 인구통계·통제부 9문항으로 구성된다. 일반 인식부의 22문항은 7개 잠재변수(LV1~LV7)에 소속되고, 각 잠재변수는 국민체감성과의 조작적 정의(2장 4절 가)에 따라 도달·지각·귀속·체감의 네 층 가운데 하나에 배치된다. 문항은 잠재변수 단위로 묶여 있으므로 도구의 최소 운용 단위는 문항이 아니라 잠재변수이다.

〈표 A2-1〉 진단도구의 구성 단위

층	잠재변수	확정안 문항	문항 수	역문항
도달	LV1 R&D 성과 인지도	G1, G3	2	— (G3은 확정안에서 긍정문으로 전환)
지각	LV2 사회적 유용성	G2, G6	2	—
도달	LV3 개인적 접근성	G4, G7	2	— (G7은 확정안에서 긍정문으로 전환)
귀속	LV4 전환경로 인지	G8, G9, G13	3	—
지각	LV5 정부R&D 신뢰	G10, G12, G14, G15, G17, G19, G21	7	G14
지각	LV6 사회적 가치	G16, N1, N2	3	—
체감	LV7 체감성과	G22, G23, G24	3	— (G24는 준거문항)
비네트	사례별 V-1~V-8	4사례 × 8	32	V-8
통제	D-1~D-9	—	9	—

※ 잠재변수–층 대응은 〈표 2-10〉, 문항 전문은 〈표 2-21〉과 부록 1. 척도는 인구통계부를 제외하고 모두 5점 리커트이며, 역문항은 분석 전 6−x로 역코딩한다. LV6의 구성(N1·N2의 소속)과 LV5의 단일차원성은 확정되지 않았으며, 본조사에서 1요인·2요인 경합모형 비교로 판정한다(2장 4절 마 (6)).

2-2. 개발·검증·확정 과정

도구는 다섯 단계를 거쳐 확정되었다. 각 단계의 입력·수행·산출과 판정 기준을 아래에 정리한다. 본 연구에서 실제로 얻은 값은 '본 연구 결과' 열에 두어, 같은 절차를 다시 수행할 때 비교 기준으로 쓸 수 있게 하였다.

〈표 A2-2〉 단계별 절차

단계	입력	수행	산출	판정 기준	본 연구 결과
1. 문항 풀 구성	국민체감 결정요인 D1~D8(표 2-8), TIP-TAM 통합 측정모형의 잠재변수 LV1~LV7(표 2-10)	잠재변수별로 2~7개 문항을 작성. 문항마다 근거 문헌과 측정 의도를 기록. 일반 인식부의 1/4과 비네트의 1문항을 역문항으로 배치	설문지(안): 일반 인식부 24문항, 비네트 4사례 × 8문항, 인구통계 9문항(표 2-12~2-15)	평이한 언어, 잠재변수당 2문항 이상, 5점 척도 통일	24 + 32 + 9 = 65문항
2. 내용타당도 검증	설문지(안), 전문가 패널	패널 8~12인에게 문항별로 포함 필수성(3점)과 관련성・명료성・측정가능성・중복성・대기준 적합성(5점)을 평가받음. 관련성 4・5점을 1, 그 외 0으로 재코딩하여 I-CVI 산출, 평균으로 S-CVI/Ave, 전원일치 비율로 S-CVI/UA 산출. I-CVI에 수정 카파 κ^*, 필수성에 CVR・중앙값・IQR 병기	문항별 판정표(유지・수정 검토・삭제 검토), 축별 S-CVI, 정성 의견 목록	I-CVI ≥ .78, κ^* > .74, CVR ≥ .75(8인 기준 7인 이상 필수), 중앙값 ≥ 4, IQR ≤ 1; S-CVI/Ave ≥ .90	패널 8인 회수율 100%. 유지 15・수정 검토 6・삭제 검토 3. S-CVI/Ave .81(관련성 축), UA .29. 정성 의견 112건(제공 파일)
3. 파일럿 조사	설문지(안) 원문항, 일반 성인 30~50명	온라인 설문으로 응답 수집. 역문항 역코딩 후 ① KMO・Bartlett ② 병렬분석으로 요인 수 결정, 주축요인・사각회전 EFA ③ 잠재변수별 α・ω(부트스트랩 CI) ④ 문항별 평균・부하・공통성 ⑤ 비네트 사례별 평균과 신뢰도	요인구조, 신뢰도 판정표, 문항 진단표	KMO ≥ .60, Bartlett $p < .05$, 요인부하 ≥ .40, 공통성 ≥ .30, α・ω ≥ .70(.65 이상 경계)	n=38. KMO .748, 1요인(53.4%). LV3・LV6 미달, LV1 경계(표 2-19)
4. 문항 정제	2단계 판정표, 3단계 진단표	두 검증을 문항 단위로 교차. 양쪽에서 함께 지목된 문항을 우선 처리. 삭제・문안 수정・신설의 근거를 문항별로 기록	기존 문항 → 확정 문항 대조표(표 2-24), 정제 절차도(그림 2-18)	삭제: 두 검증 모두 미달. 수정: 한쪽 경계 + 정성 의견. 신설: 삭제로 잠재변수 문항 수가 2 미만이 될 때	삭제 3(G11・G18・G20)・통합 1(G5→G2), 문안 수정(G3・G7 긍정문 전환 등), 신설 2(N1・N2) → 22문항. S-CVI/Ave .81

단계	입력	수행	산출	판정 기준	본 연구 결과
5. 확정	정제안	정제안을 최종 문안으로 확정하고 설문 순서를 고정(응답자 일반 사항 → 일반 인식 → 비네트)	설문지 완성본(부록 1)	—	22문항 + 비네트 + 인구통계

※ 2단계 지수 산식과 출처: I-CVI · S-CVI는 Yusoff(2019), κ^*는 Polit, Beck & Owen(2007), CVR은 Lawshe(1975) · Ayre & Scally(2014), I-CVI 임계 .78은 Lynn(1986). 3단계 ω 병행 보고는 Hayes & Coutts(2020).

2-3. 모듈 제거 · 문항 교체 시 재검증 절차

도구를 운용하면서 잠재변수 단위의 모듈을 빼거나 문항을 바꾸는 경우, 바뀐 도구가 여전히 성립하는지를 같은 절차로 확인한다. 순서는 아래 〈표 A2-3〉의 재검증 절차와 같다.

〈표 A2-3〉 재검증 절차

순서	수행	판정 기준	미충족 시
① 변경 명세	제거할 모듈(잠재변수) 또는 교체할 문항을 명시하고, 남는 잠재변수마다 문항이 2개 이상인지 확인	잠재변수당 문항 ≥ 2	문항 신설 또는 해당 잠재변수 전체 제거
② 내용타당도(문항을 새로 쓰거나 문안을 바꾼 경우)	2-2의 2단계를 바뀐 문항에 대해 수행. 패널 5인 이상	I-CVI ≥ .78, S-CVI/Ave ≥ .90	문안 재수정
③ 표집적합도	잔여 문항으로 KMO와 문항별 MSA, Bartlett	KMO ≥ .70, 문항별 MSA ≥ .50	MSA 미달 문항 점검
④ 요인구조	병렬분석으로 요인 수 확인, EFA 부하	요인 수가 변경 전과 같음, 부하 ≥ .40	구조 변화 원인 분석
⑤ 신뢰도	잔여 전체와 잠재변수별 α · ω, 문항–총점 상관	α · ω ≥ .70, 문항–총점 r ≥ .30	문항 교체
⑥ 점수 보존	변경 전 전체 점수와 변경 후 점수의 상관, 체감성과(LV7) · 비네트 V-7과의 상관	변경 전후 r ≥ .90, 준거 상관이 변경 전과 유사	제거 모듈의 정보가 고유한 것이므로 제거 재검토

본 연구의 적용 예로, 정제 전 24문항에서 확정안 대응 20문항으로 옮겨 가는 과정에서 ③(표집적합도) · ⑤(신뢰도)가 개선되는 방향임을 확인하였다(KMO .748 → .857). 모듈을 바꾼 뒤의 판정도 같은 기준을 적용하면 된다.

2-4. 본조사 분석 절차

본조사(유효표본 300~500명)에서는 2-2의 3단계를 확정안 22문항으로 반복한 뒤 확인적 요인분석으로 넘어간다. 신규·수정 문항이 포함되어 있으므로 본조사 자료의 앞부분 또는 사전 조사에서 EFA로 요인구조를 재확인하고, 이어서 CFA로 7요인 측정모형의 적합도(CFI·TLI ≥ .90, RMSEA ≤ .08, SRMR ≤ .08)를 확인한다. 모듈을 제거한 모형은 전체 모형과 내포모형 비교($\Delta\chi^2$, ΔCFI ≤ .01)로 검정하고, 대상 집단을 나누어 운용할 경우 집단 간 측정동일성(형태·부하·절편)을 확인한다. 잠재변수 간 인과경로 가설(H1~H16, 표 2-11)은 이 단계에서 구조방정식으로 검정한다.

2-5. 제공 자료 목록

보고서와 별도로 다음 파일을 발주기관에 제공한다.

〈표 A2-4〉 제공 자료

파일	형식	내용	보고서 대응
국가R&D 국민체감도 진단 설문지 확정안	xlsx, 구글폼 원문(md)	일반 인식부 22문항·비네트·인구통계부 전문과 응답 선택지, 설문 순서	부록 1
파일럿 응답 원자료	csv (UTF-8)	38명 × 65문항 응답과 인구통계 범주. 역코딩 전 원값, 응답자 번호 P01~P38	부록 3 표 A3-1
내용타당도 검증 원자료	pdf	전문가 정성 의견 전문 112건(익명 E1~E7, 파일 제공)	부록 4 표 A4-2, 부록 5(조사지 원문)

부록 3. 검증 원자료

본 부록은 2장 4절의 진단도구 검증에 사용한 원자료를 수록한다. 표 A3-1은 파일럿 조사(2026년 7월 30~31일, 온라인 설문) 응답자 38명의 전체 응답이다. 응답 시각은 제거하고 응답자 번호(P01~P38)로 대체하였으며, 인구통계 항목은 설문의 응답 범주 그대로 두었다. 문항 값은 역코딩 전 원값(1~5)이고, 재분석 시 역문항 G3·G5·G7·G11·G14·G18과 비네트 V-8은 6−x로 역코딩한다. 전문가 내용타당도 검증(1차 2026년 7월 16~28일, 2차 8월 25~30일, 각 8인)의 문항별 판정표는 부록 4에 수록한다.

〈표 A3-1〉 파일럿 조사 응답 원자료 (n=38) — (a) 응답자 일반 사항(D-1~D-9)

응답자	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	D-8	D-9
P01	여성	만 30~39세	전문대학(2·3년제) 졸업	600~799만원	경기도	비관련	없다	거의 접하지 않는다	매우 관심이 있다
P02	여성	만 60~69세	고등학교 졸업	200만원 미만	전라남도	비관련	없다	거의 접하지 않는다	보통이다
P03	남성	만 19~29세	고등학교 졸업	1,000만원 이상	대전광역시	관련	있다	월 1~3회	관심이 없는 편이다
P04	여성	만 50~59세	대학교(4년제) 졸업	800~999만원	대전광역시	비관련	있다	주 1~2회	관심이 있는 편이다
P05	남성	만 19~29세	대학교(4년제) 졸업	1,000만원 이상	대전광역시	관련	있다	주 1~2회	관심이 있는 편이다
P06	여성	만 50~59세	대학교(4년제) 졸업	200~399만원	대전광역시	관련	없다	거의 매일	관심이 있는 편이다
P07	여성	만 50~59세	대학교(4년제) 졸업	1,000만원 이상	인천광역시	비관련	없다	주 1~2회	관심이 있는 편이다
P08	남성	만 60~69세	전문대학(2·3년제) 졸업	800~999만원	전라남도	관련	없다	거의 매일	관심이 있는 편이다

응답자	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	D-8	D-9
P09	여성	만 50~59세	고등학교 졸업	400~599 만원	인천광역시	비관련	없다	주 1~2회	보통이다
P10	여성	만 50~59세	고등학교 졸업	600~799 만원	세종특별자치시	비관련	없다	거의 접하지 않는다	관심이 있는 편이다
P11	여성	만 40~49세	고등학교 졸업	400~599 만원	대전광역시	관련	없다	월 1~3회	보통이다
P12	여성	만 50~59세	고등학교 졸업	200~399 만원	대구광역시	비관련	없다	거의 접하지 않는다	보통이다
P13	여성	만 40~49세	대학교(4년제) 졸업	200~399 만원	대전광역시	비관련	없다	주 1~2회	보통이다
P14	여성	만 40~49세	고등학교 졸업	200~399 만원	대전광역시	비관련	없다	거의 접하지 않는다	관심이 없는 편이다
P15	여성	만 50~59세	고등학교 졸업	200~399 만원	대전광역시	관련	있다	월 1~3회	관심이 있는 편이다
P16	여성	만 40~49세	전문대학(2·3년제) 졸업	200~399 만원	대전광역시	비관련	없다	월 1~3회	보통이다
P17	여성	만 50~59세	전문대학(2·3년제) 졸업	600~799 만원	대전광역시	관련	없다	월 1~3회	보통이다
P18	여성	만 50~59세	전문대학(2·3년제) 졸업	1,000만원 이상	대전광역시	비관련	있다	주 1~2회	관심이 있는 편이다
P19	여성	만 19~29세	전문대학(2·3년제) 졸업	200~399 만원	대전광역시	관련	없다	월 1~3회	관심이 없는 편이다
P20	여성	만 30~39세	전문대학(2·3년제) 졸업	200만원 미만	대전광역시	관련	없다	주 3~4회	보통이다
P21	여성	만 30~39세	대학교(4년제) 졸업	200~399 만원	서울특별시	비관련	없다	거의 접하지 않는다	관심이 없는 편이다
P22	남성	만 50~59세	고등학교 졸업	400~599 만원	대전광역시	관련	있다	주 1~2회	관심이 있는 편이다
P23	남성	만	고등학교	200만원	대전광역	비관련	없다	주	관심

응답자	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	D-8	D-9
		19~29세	졸업	미만	시			3~4회	이 있는 편이다
P24	남성	만 30~39세	전문대학(2·3년제) 졸업	200~399 만원	전라남도	비관련	없다	주 1~2회	보통이다
P25	남성	만 19~29세	전문대학(2·3년제) 졸업	200~399 만원	전라남도	비관련	없다	월 1~3회	관심이 있는 편이다
P26	남성	만 30~39세	전문대학(2·3년제) 졸업	200~399 만원	전라남도	관련	없다	거의 접하지 않는다	보통이다
P27	남성	만 60~69세	전문대학(2·3년제) 졸업	200~399 만원	전라남도	관련	없다	월 1~3회	보통이다
P28	남성	만 50~59세	대학교(4년제) 졸업	600~799 만원	전라남도	관련	없다	월 1~3회	관심이 있는 편이다
P29	남성	만 19~29세	전문대학(2·3년제) 졸업	200~399 만원	전라남도	관련	없다	월 1~3회	보통이다
P30	남성	만 30~39세	대학교(4년제) 졸업	200~399 만원	전라남도	비관련	없다	거의 접하지 않는다	관심이 없는 편이다
P31	남성	만 30~39세	전문대학(2·3년제) 졸업	200~399 만원	전라남도	비관련	없다	주 1~2회	보통이다
P32	남성	만 30~39세	고등학교 졸업	200~399 만원	전라남도	관련	없다	거의 접하지 않는다	관심이 없는 편이다
P33	여성	만 50~59세	고등학교 졸업	200~399 만원	대전광역시	비관련	없다	월 1~3회	보통이다
P34	여성	만 50~59세	고등학교 졸업	600~799 만원	대전광역시	관련	없다	주 3~4회	보통이다
P35	여성	만 19~29세	고등학교 졸업	200~399 만원	전라남도	관련	없다	거의 접하지 않는다	관심이 없는 편이다
P36	여성	만 19~29세	고등학교 졸업	200~399 만원	대전광역시	비관련	없다	월 1~3회	보통이다
P37	여성	만 40~49세	고등학교 졸업	200~399 만원	대전광역시	비관련	없다	거의 접하지 않는다	보통이다
P38	여성	만 40~49세	고등학교 졸업	600~799 만원	대전광역시	비관련	없다	월 1~3회	보통이다

〈표 A3-1〉 (계속) — (b) 일반 인식부 G1~G24 (원문항, 역코딩 전)

응답자	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24
P01	1	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P02	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P03	2	5	4	5	1	5	4	5	5	5	1	5	5	4	4	3	2	4	5	2	5	5	5	5
P04	4	5	2	5	1	5	2	4	5	5	1	5	5	1	5	4	4	2	5	4	5	4	5	4
P05	4	4	2	4	2	4	2	4	4	4	2	4	5	2	4	2	4	4	5	4	5	3	4	4
P06	4	5	2	5	1	5	1	5	5	5	1	5	5	1	5	4	4	1	5	4	5	5	5	5
P07	3	4	2	4	2	5	2	4	4	5	2	4	4	2	4	4	4	2	4	3	4	4	4	4
P08	4	4	3	4	2	5	2	3	4	4	2	5	5	3	4	4	3	3	3	2	3	3	3	3
P09	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	4	4	3	4	3	3	3
P10	3	4	3	3	2	4	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P11	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3
P12	1	1	2	1	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P13	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P14	1	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P15	3	4	3	4	2	4	2	4	4	4	3	4	4	2	4	4	3	2	4	3	4	3	3	3
P16	3	3	3	3	2	4	3	4	3	4	2	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3
P17	3	3	3	4	2	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3
P18	3	4	3	4	2	4	2	4	4	4	2	4	4	2	4	4	3	2	4	3	4	3	3	4
P19	1	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	2
P20	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2
P21	2	4	4	3	1	4	2	4	3	4	2	3	3	4	4	4	3	3	4	2	5	3	4	3
P22	4	5	1	4	5	5	1	5	4	4	2	4	5	1	4	5	4	4	4	3	4	5	5	4
P23	2	4	2	4	1	5	2	4	5	5	2	5	5	3	5	5	4	1	5	2	5	5	5	5
P24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P25	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P26	3	4	3	4	2	4	3	4	4	4	2	4	4	3	4	3	3	3	5	3	4	4	4	4
P27	3	4	3	4	2	4	2	4	4	4	2	4	4	3	4	4	4	3	4	2	4	4	4	4
P28	4	4	2	4	2	4	2	4	4	4	2	4	4	2	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4
P29	3	4	4	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P30	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P31	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P32	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P33	3	3	4	3	2	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
P34	3	4	2	4	2	4	2	4	4	5	2	5	4	3	4	4	2	4	5	2	4	3	3	3
P35	2	3	4	3	3	4	4	3	2	3	2	4	3	3	3	2	4	1	2	2	3	2	3	3
P36	3	4	4	4	2	4	2	4	4	4	2	4	4	4	4	2	2	4	4	2	4	4	4	4
P37	2	3	4	4	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	2	3	3	3	4	2	2	2
P38	2	4	3	3	2	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	2	2	4	4	4	4	3	4

〈표 A3-1〉 (계속) — (c) 비네트 평가부: 사례 1 HBM 반도체(H1~H8), 사례 2 천궁-Ⅱ(C1~C8)

응답자	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
P01	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

응답자	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
P02	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
P03	1	5	5	4	5	4	4	1	5	5	5	5	5	4	1	1
P04	4	5	4	4	5	4	4	2	2	4	3	5	5	4	3	2
P05	4	4	4	4	4	3	3	2	4	4	3	4	4	3	3	2
P06	4	5	5	4	5	4	4	1	4	5	4	5	5	5	4	1
P07	3	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2
P08	3	4	3	3	4	3	3	2	5	5	3	5	5	4	3	3
P09	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3
P10	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3
P11	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4
P12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P13	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P15	4	4	4	4	4	4	4	2	5	5	4	5	5	4	4	2
P16	4	4	3	3	4	2	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3
P17	2	4	2	3	3	3	3	3	2	4	2	3	3	3	3	3
P18	5	5	5	5	5	4	4	2	5	5	3	5	5	4	3	3
P19	1	4	4	3	3	2	3	3	1	1	1	1	1	2	1	5
P20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2
P21	2	4	4	4	4	4	4	1	2	4	4	5	4	4	4	3
P22	4	4	4	5	5	4	4	2	4	4	5	4	5	5	5	1
P23	5	5	4	3	5	4	4	1	5	5	4	3	5	4	5	2
P24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P25	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P26	3	4	4	4	4	3	3	2	4	5	4	5	5	3	4	1
P27	4	4	4	4	4	4	3	2	3	4	3	4	4	4	3	2
P28	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2
P29	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3
P30	2	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3
P31	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P32	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P33	2	3	3	4	4	4	3	2	1	1	1	1	2	2	2	4
P34	2	4	2	4	4	4	2	2	1	5	2	5	5	5	1	5
P35	2	4	3	3	4	2	2	4	2	4	2	3	4	2	2	3
P36	2	4	2	4	4	2	3	2	2	4	2	4	4	2	3	2
P37	1	3	1	3	3	3	3	3	1	3	1	3	4	3	2	4
P38	2	4	3	4	4	3	3	2	2	3	2	3	3	3	2	4

〈표 A3-1〉 (계속) — (d) 비네트 평가부: 사례 3 KTX-이음(K1~K8), 사례 4 mRNA 백신(M1~M8)

응답자	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
P01	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P02	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
P03	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	2	5	5
P04	2	4	5	4	5	4	5	1	2	5	5	5	5	5	5	1
P05	4	4	4	4	4	3	4	1	4	2	4	2	4	4	3	2

응답자	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
P06	4	5	5	5	5	5	4	1	5	5	5	5	5	5	5	1
P07	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2
P08	3	5	5	5	5	4	5	1	3	4	4	4	4	4	4	2
P09	5	5	3	5	4	4	3	3	5	5	5	5	5	5	5	1
P10	2	4	4	4	4	4	4	3	2	4	4	4	4	4	4	3
P11	4	4	3	3	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4
P12	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P13	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P15	5	5	4	4	5	5	5	2	4	4	4	5	5	4	4	2
P16	3	4	3	4	4	3	4	2	3	4	4	4	3	3	4	2
P17	3	4	4	4	4	3	4	2	2	3	4	4	4	3	4	2
P18	5	5	5	5	5	5	5	1	4	5	5	5	5	5	5	2
P19	1	3	3	4	3	3	3	3	1	4	4	3	4	3	4	2
P20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
P21	5	5	5	5	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	2
P22	4	4	3	4	4	4	4	3	5	5	4	4	4	4	4	2
P23	4	5	5	3	5	4	5	2	5	5	5	2	5	5	5	1
P24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P25	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P26	3	5	5	5	5	3	5	1	3	4	4	3	4	3	4	2
P27	3	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	4	4	4	4	2
P28	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2
P29	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P30	5	4	5	5	3	4	4	1	1	3	3	3	3	3	3	3
P31	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P32	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P33	3	4	3	3	4	3	2	3	2	3	3	4	4	4	3	2
P34	1	5	2	5	5	5	2	4	1	5	4	5	5	5	5	1
P35	2	4	3	4	4	3	3	2	2	4	4	4	3	4	4	3
P36	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2
P37	1	3	3	4	4	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2
P38	2	4	3	4	4	3	4	2	2	3	4	4	4	4	4	2

※ (a) D-6은 과학기술 관련 분야를 “관련“, 비관련 분야를 “비관련“으로 줄여 적었다. (c)・(d)의 H・C・K・M 뒤 숫자는 각 사례의 V-1~V-8 문항 번호이다(V-8 역문항). 문항 코드는 파일럿 당시 〈표 2-12〉 기준이다.

부록 4. 내용타당도 검증 문항별 판정표

본 부록은 국민체감 진단도구 문항에 대한 1차 내용타당도 검증(2026년 7월 16~28일, 파일럿 전 24문항 대상, 전문가 8인)과 2차 내용타당도 검증(정제 22문항 대상, 2026년 8월 25~30일, 동일 8인 전원)의 문항별 판정표를 수록한다. 판정 지표와 기준은 두 차수 동일하다. 평가 관련성 축의 I-CVI(≥ 0.78, Lynn 1986)·수정 카파 κ^*(> 0.74)·중앙값(≥ 4)·IQR(≤ 1)을 기본 판정 지표로 하고, 필수성 CVR(≥ 0.75, N=8 임계 Ayre & Scally 2014)은 보조 지표로 운용하며, 명료성·측정가능성·중복성 낮음·대기준 적합성 축은 축별 S-CVI 산출과 문안 보완의 참고 지표로 활용한다. 표 A4-1은 두 차수의 척도 수준 결과를, 표 A4-2·A4-3은 문항 수준 판정을, 표 A4-4·A4-5는 2차에서 추가로 평정한 신규 문항 문안과 비네트부 공통 문형의 결과를 정리한 것이다. 평가축별 문항 수준 상세 수치와 전문가별 응답 원표는 별도 보완자료(엑셀)에 수록한다. 두 차수의 조사지 원문은 부록 5에 수록한다.

〈표 A4-1〉 척도 수준 결과 요약 (1차·2차)

구분	1차 검증	2차 검증
S-CVI/Ave — 관련성	0.81	0.94
S-CVI/Ave — 명료성	0.61	0.91
S-CVI/Ave — 측정가능성	0.68	0.90
S-CVI/Ave — 중복성 낮음	0.67	0.87
S-CVI/Ave — 대기준 적합성	0.73	0.94
비네트부(V-1~V-8) S-CVI/Ave	사례 확정 후 2차에서 평정	0.89
도구 전체 대표성(4·5점 비율)	0.75 (중앙값 4, IQR 0.25)	0.75 (중앙값 4, IQR 0.5)
문항 판정 집계	유지 15(전 기준 충족 10, CVR만 미달 5) / 수정 검토 6 / 삭제 검토 3	유지 18(전 기준 충족 13, CVR만 미달 5) / 수정 검토 2 / 삭제 0

※ S-CVI/Ave 권고기준 0.90(Polit & Beck, 2006). 1차의 수정 검토 6문항(G3·G7·G8·G13·G16·G24)과 삭제 검토 3문항(G11·G18·G20)은 문항 정제를 거쳐 확정안 22문항으로 재구성되었으며(2장 4절 마), 2차는 정제 후 문항을 같은 규칙으로 재평정한 결과다.

〈표 A4-2〉 1차 검증 문항별 판정표 (파일럿 전 24문항, N=8)

문항	LV	필수	CVR	I-CVI	κ^*	중앙값	IQR	판정
G1	LV1	7/8	+0.75	1.00	1.00	5	0.25	유지(전 기준 충족)
G2	LV2	7/8	+0.75	1.00	1.00	5	0.00	유지(전 기준 충족)
G3(역)	LV1	1/8	-0.75	.62	.52	4	1.00	수정 검토
G4	LV3	7/8	+0.75	1.00	1.00	5	0.25	유지(전 기준 충족)
G5(역)	LV2	1/8	-0.75	.88	.87	4.5	1.00	유지(CVR만 미달)
G6	LV2	7/8	+0.75	1.00	1.00	5	0.25	유지(전 기준 충족)
G7(역)	LV3	4/8	+0.00	.75	.72	4	0.50	수정 검토
G8	LV4	6/8	+0.50	.75	.72	5	1.25	수정 검토
G9	LV4	7/8	+0.75	1.00	1.00	4.5	1.00	유지(전 기준 충족)
G10	LV5	8/8	+1.00	1.00	1.00	5	0.25	유지(전 기준 충족)
G11(역)	LV4	3/8	-0.25	.38	.20	3	1.00	삭제 검토
G12	LV5	7/8	+0.75	1.00	1.00	5	0.25	유지(전 기준 충족)
G13	LV4	4/8	+0.00	.62	.52	4.5	2.00	수정 검토
G14(역)	LV5	6/8	+0.50	.88	.87	4	1.00	유지(CVR만 미달)

문항	LV	필수	CVR	I-CVI	κ^*	중앙값	IQR	판정
G15	LV5	7/8	+0.75	.88	.87	4.5	1.00	유지(전 기준 충족)
G16	LV6	4/8	+0.00	.62	.52	4.5	2.00	수정 검토
G17	LV5	6/8	+0.50	.88	.87	4	1.00	유지(CVR만 미달)
G18(역)	LV6	3/8	-0.25	.50	.31	3.5	1.25	삭제 검토
G19	LV5	7/8	+0.75	.88	.87	4.5	1.00	유지(전 기준 충족)
G20	LV6	4/8	+0.00	.50	.31	3.5	2.00	삭제 검토
G21	LV5	5/8	+0.25	.88	.87	4	1.00	유지(CVR만 미달)
G22	LV7	7/8	+0.75	.88	.87	4.5	1.00	유지(전 기준 충족)
G23	LV7	4/8	+0.00	.88	.87	4	0.25	유지(CVR만 미달)
G24	LV7	6/8	+0.50	.75	.72	5	1.25	수정 검토

※ 필수 = 최종 포함성에서 '필수' 응답 전문가 수(N=8 임계 충족선 7/8). I-CVI · κ^* · 중앙값 · IQR은 평가 관련성 축. (역)은 역문항. 판정에 따라 G5는 G2에 통합, G11 · G18 · G20은 삭제, 수정 검토 문항은 정성 의견 112건을 반영해 문안을 수정하였다.

〈표 A4-3〉 2차 검증 문항별 판정표 (정제 20문항, N=8)

문항	LV	필수	CVR	I-CVI	κ^*	중앙값	IQR	판정
G1	LV1	7/8	+0.75	1.00	1.00	5	0.25	유지(전 기준 충족)
G3	LV1	5/8	+0.25	.88	.87	4.5	1.00	유지(CVR만 미달)
G2	LV2	8/8	+1.00	1.00	1.00	5	0.00	유지(전 기준 충족)
G6	LV2	8/8	+1.00	1.00	1.00	5	0.00	유지(전 기준 충족)
G4	LV3	7/8	+0.75	1.00	1.00	5	0.25	유지(전 기준 충족)
G7	LV3	5/8	+0.25	.88	.87	4	1.00	유지(CVR만 미달)
G8	LV4	8/8	+1.00	1.00	1.00	5	0.00	유지(전 기준 충족)
G9	LV4	8/8	+1.00	1.00	1.00	5	0.25	유지(전 기준 충족)
G13	LV4	5/8	+0.25	.88	.87	4.5	1.00	유지(CVR만 미달)
G10	LV5	7/8	+0.75	1.00	1.00	5	0.00	유지(전 기준 충족)
G12	LV5	8/8	+1.00	1.00	1.00	5	0.00	유지(전 기준 충족)
G14	LV5	8/8	+1.00	1.00	1.00	5	0.25	유지(전 기준 충족)
G15	LV5	7/8	+0.75	1.00	1.00	5	0.25	유지(전 기준 충족)
G17	LV5	6/8	+0.50	.75	.72	5	0.50	수정 검토
G19	LV5	6/8	+0.50	.88	.87	5	0.25	유지(CVR만 미달)
G21	LV5	5/8	+0.25	1.00	1.00	4.5	1.00	유지(CVR만 미달)
G16	LV6	7/8	+0.75	1.00	1.00	5	0.25	유지(전 기준 충족)
G22	LV7	7/8	+0.75	.88	.87	5	1.00	유지(전 기준 충족)
G23	LV7	7/8	+0.75	.88	.87	5	0.25	유지(전 기준 충족)
G24	LV7	6/8	+0.50	.75	.72	5	1.25	수정 검토

※ 문항 코드는 1차와 동일하며 문안은 정제 후 기준(부록 1). 준거문항 G24는 합산에서 제외되어 있어 현행을 유지하고, G17은 3부 구조 의견(유지 5인)에 따라 LV5에 유지하되 본조사 확인적 요인분석에서 요인부하를 확인한다. CVR만 미달 5문항(G3 · G7 · G13 · G19 · G21)은 1차와 동일한 보조지표 규칙으로 유지한다.

〈표 A4-4〉 신규 문항 N1 · N2 문안 평정 (2차, ㉯안은 1인 미평정으로 n=7)

문항	문안	n	CVR	I-CVI	중앙값	IQR	택일 의견	확정
N1	㉮(경험형) 나는 가족 · 친구 · 동료 등 주변 사람들로부터 국가 R&D 성과에 대한 긍정적인 이야기를 들어본 적이 있다	8	-0.25	.62	4	2.00	㉮ 4인	—
N1	㉯(평가 인식형) 내 주변 사람들은 국가R&D의 성과를 긍정적으로 이야기한다	7	+0.14	.71	4	1.50	㉯ 3인 · 양안 수정 1인	확정

문항	문안	n	CVR	I-CVI	중앙값	IQR	택일 의견	확정
N2	㉮(경험형) 나는 뉴스·미디어에서 국가R&D의 성과를 다루는 내용을 자주 접한다	8	-0.25	.62	4	1.25	㉮ 3인	—
N2	㉯(평가 인식형) 언론·미디어는 국가R&D의 성과를 가치 있게 다룬다	7	+0.43	.86	4	1.00	㉯ 4인·양안 수정 1인	확정

※ 확정 근거: 평정 지표의 ㉯ 우위(N1 .71 대 .62, N2 .86 대 .62), LV6의 조작적 정의(평가 인식)와의 정합, 경험형 문안의 기존 문항(G16·G3)과의 중복 소지. N1㉯(.71)은 경계 문항 규칙에 따라 G16과 함께 투입하고 본조사 EFA/CFA에서 유지 여부를 최종 판정한다.

〈표 A4-5〉 비네트 평가부 공통 문형 판정표 (2차, N=8)

문항	CVR	I-CVI	κ*	중앙값	IQR
V-1	+0.75	1.00	1.00	4.5	1.00
V-2	+0.75	.88	.87	5	0.25
V-3	+0.75	.88	.87	5	0.25
V-4	+0.75	.88	.87	4.5	1.00
V-5	+0.75	.88	.87	5	0.25
V-6	+0.75	.88	.87	4.5	1.00
V-7	+0.75	1.00	1.00	5	0.25
V-8	-0.25	.75	.72	4	1.25

※ S-CVI/Ave(관련성 축) 0.89(역문항 V-8 제외 시 참고치 0.91). 제시문 4건·공통 문형을 유지하며, 검토에서 제시된 세부 의견은 본조사 설계 시 조정 제안으로 반영한다.

부록 5. 내용타당도 검증 전문가 조사지

본 부록은 2장 4절의 내용타당도 검증에 사용한 전문가 조사지 두 종을 전문가에게 송부한 원문 그대로 수록한다. 5-1은 1차 검증(2026년 7월 16~28일, 파일럿 전 24문항, 전문가 8인)의 조사지로, 문항별 개발 근거와 6개 평가축(최종 포함성·평가 관련성·명료성·측정가능성·중복성 낮음·대기준 적합성), 인구통계·통제부 문항, 도구 전체 대표성 문항으로 구성된다. 5-2는 2차 검증(2026년 8월 25~30일, 정제 22문항, 동일 8인)의 조사지로, 기존 문항과 수정 문안의 대조와 수정 이유, 신규 문항 N1·N2의 두 문안 평정, 잠재변수 문항 구성(측정구조)에 대한 의견, 인구통계 수정 문항 확인, 비네트 평가부 검토로 구성된다. 조사 개요와 응답 요령의 문안은 송부 당시 그대로이며 담당자 연락처만 삭제하였다. 두 차수의 문항별 판정 결과는 부록 4에, 전문가별 응답 원표는 별도 보완자료에 수록한다.

5-1. 1차 내용타당도 검증 조사지 (2026. 7.)

「국가 R&D 성과의 주요국 우수·실패 사례 분석과 국민체감 진단도구 개발」

국가R&D 국민체감도 진단 설문문항(안)의 내용타당도(CVI) 검증

(2026.07.19.(일) 과학기술정책연구소)

조사 주관	• 한양대학교 과학기술정책연구소 (KISTEP 위탁연구「국가 R&D 성과의 주요국 우수·실패 사례 분석과 국민체감 진단도구 개발」)
조사 기간	• 2026년 7월 16일(목) ~ 7월 24일(금)
회신 방법	• 본 조사지에 응답을 기입하신 후, 이메일 혹은 메신저로 회신 • 담당: 김수영 연구원
예상 소요시간	• 약 30~40분
기타	• 검토해 주신 의견에 대해서는 소정의 자문료가 지급될 예정이며, 응답 내용은 연구 목적으로만 활용됩니다.

□ 설문 목적 및 개요

본 조사는 문헌검토와 주요국 우수·실패 사례분석(CIMO)을 통해 개발한 [국가R&D 국민체감도 진단 설문문항(안)의 7개 잠재변수와 24개 측정문항]이 실제 진단도구로서 타당한지 검증하기 위한 전문가 내용타당도 조사입니다. 본 설문도구는 전환적 혁신정책(Transformative Innovation Policy: TIP)의 전환경로 개념과 기술수용모델(Technology Acceptance Model: TAM)을 통합한 측정모형에 기반하여, 국가R&D 성과에 대한 일반 국민의 체감 수준을 다차원적으로 측정하기 위한 도구(안)입니다.

평가대상은 ① 일반 인식부 24개 문항(G1~G24)과 ② (참고) 인구통계·통제부 9개 문항(D-1~D-9)입니다. 각 문항에 대해 최종 포함성과 평가 관련성, 명료성, 측정가능성, 중복성 낮음, 대기준 적합성을 평가해 주십시오. 설문지(안)의 비네트(vignette) 평가부는 제시 사례 구성이 확정된 후 별도 검토할 예정으로, 이번 내용타당도 검증 대상에서는 제외됩니다.

본 조사의 결과에서 내용타당도비율(Content Validity Ratio: CVR) 또는 문항수준 내용타당도지수(item-level Content Validity Index: I-CVI)가 기준에 미달하거나 사분위범위(Interquartile Range: IQR)가 큰 문항은 전문가 자유의견을 반영하여 수정 또는 삭제합니다. 최종적으로 CVR 기준을 충족하고, I-CVI가 기준값(패널 8인 이상 0.78, 6~8인 0.83; Lynn, 1986) 이상이며, 중앙값 4 이상, IQR 1 이하를 충족한 문항을 파일럿 조사용 문항으로 확정한 후, 일반 국민 대상 파일럿 조사와 탐색적 요인분석(EFA)을 거쳐 최종 문항을 확정할 예정입니다.

□ 항목 구성의 방법론적 근거

본 설문은 여섯 평가 축으로 구성됩니다. 최종 포함성은 Lawshe(1975)의 Content Validity Ratio(CVR) 산출을 위한 문항이며, 평가 관련성·명료성·측정가능성·중복성 낮음·대기준 적합성은 I-CVI, 중앙값, IQR, Kendall's W를 활용한 내용타당도와 전문가 합의도 검증용 문항입니다. 아울러 전체 대표성 문항은 7개 잠재변수와 24개 문항이 국가R&D 국민체감 측정영역을 충분히 포괄하는지 검토하기 위한 도구 전체 수준의 내용타당도 점검 항목입니다. 본 조사에서 "대기준"은 각 설문문항이 배치된 잠재변수(LV1~LV7)를 의미합니다.

구분	방법론적 근거	의미
최종 포함성 (CVR용)	Lawshe(1975)의 CVR 방식	해당 문항이 최종 설문도구에 반드시 포함되어야 하는지를 판단하기 위한 항목입니다. Lawshe(1975)의 CVR은 전문가가 항목을 "essential / useful but not essential / not necessary"로 평가하도록 설계되어 있어, 현재의 3점 척도와 직접 대응됩니다.
평가 관련성 (I-CVI용)	CVI의 item relevance 평가	해당 문항이 국가R&D 국민체감 측정영역(배치된 잠재변수의 조작적 정의)과 얼마나 관련성이 높은지를 판단합니다. CVI는 전문가의 항목 관련성 평가에 기반해 내용타당도 근거를 제공하는 방식입니다.
명료성	문항 이해가능성과 표현타당도	응답자(일반 국민)가 문항을 같은 의미로 이해할 수 있어야 응답 일관성이 확보됩니다. 문항 생성 후 전문가 검토를 통해 표현, 이해가능성, 응답형식을 점검하는 절차가 필요합니다.
측정가능성	평가도구의 실증 적용가능성	본 연구는 일반 국민이 별도의 전문지식 없이 자신의 인식·경험에 근거하여 5점 척도로 응답하는 것을 전제로 합니다. 따라서 일반 국민의 응답으로 실제 측정이 가능한 문항인지 확인해야 합니다.
중복성 낮음	항목 정제와 문항 축소 원칙	24개 문항은 서로 다른 판단축을 가져야 합니다. "사회적 유용성"과 "체감성과", "개인적 접근성"과 "전환경로 인지"가 과도하게 겹치면 응답자가 혼동할 수 있으므로 중복성 검토가 필요합니다.
대기준 적합성	내용영역 대표성 (Domain fit)	각 설문문항이 현재 배치된 대기준(잠재변수 LV1~LV7)에 속하는지 검토하는 항목입니다. 이는 문항이 해당 구성개념의 내용영역을 적절히 대표하는지를 검증하는 절차입니다.

전체 대표성	도구 전체 대표성	7개 잠재변수·24개 문항의 내용영역 포괄성 판단

□ 응답척도와 작성 방법

각 문항에 대해 먼저 CVR 산출용 “최종 포함성“을 3점 척도로 평가하고, 이어서 평가 관련성과 명료성, 측정가능성, 중복성 낮음, 대기준 적합성을 5점 척도로 평가해 주십시오. 모든 척도는 점수가 높을수록 긍정적 의미를 갖도록 구성되어 있습니다. 24개 문항 평가 이후에는 평가도구 전체의 대표성을 5점 척도로 추가 평가해 주십시오. 또한, 자유의견란에는 항목 유지, 수정, 통합, 삭제, 대기준(잠재변수) 재배치와 관련된 의견을 구체적으로 작성해 주십시오.

구분	평가내용	척도	분석 활용
최종 포함성	최종 설문도구에 반드시 포함되어야 하는가	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	CVR
평가 관련성	국가R&D 국민체감 측정목적과 관련성이 높은가	1 전혀 관련 없음 ~ 5 매우 관련 높음	I-CVI, 중앙값, IQR, Kendall's W
명료성	문항 의미가 명확한가	1 전혀 명확하지 않음 ~ 5 매우 명확함	I-CVI, 중앙값, IQR, Kendall's W
측정가능성	일반 국민의 응답으로 실제 측정이 가능한가	1 전혀 불가능 ~ 5 매우 가능	I-CVI, 중앙값, IQR, Kendall's W
중복성 낮음	다른 문항과 중복되지 않는가	1 매우 중복됨 / 2 중복되는 편임 / 3 보통 / 4 중복되지 않는 편임 / 5 전혀 중복되지 않음	I-CVI, 중앙값, IQR, Kendall's W
대기준 적합성	현재 대기준(잠재변수)에 배치되는 것이 적절한가	1 전혀 부적절 ~ 5 매우 적절	I-CVI, 중앙값, IQR, Kendall's W
전체 대표성	본 평가도구의 7개 잠재변수와 24개 설문문항이 국가R&D 국민체감 측정에 필요한 주요 내용영역을 충분히 포괄하는가	1 전혀 포괄하지 못함 / 2 포괄성이 낮음 / 3 보통 / 4 충분히 포괄함 / 5 매우 충분히 포괄함	I-CVI 방식의 4·5점 응답비율, 중앙값, IQR, 자유의견

□ 측정 잠재변수 및 설문문항 초안

아래 24개 문항은 TIP-TAM 통합 측정모형과 주요국 우수・실패 사례분석을 통해 도출된 예비 설문문항입니다. 본 조사의 목적은 이 문항들이 국가R&D 국민체감 진단도구로서 타당한지 전문가 판단을 통해 검증하는 데 있습니다. 각 문항이 배치된 대기준(잠재변수)의 조작적 정의는 다음과 같습니다.

변수	명칭	조작적 정의	이론적 근거
LV1	R&D 성과 인지도	국가R&D 성과의 존재·내용을 아는 정도	TAM 외부변수(Davis 1989); TIP 전환 가시성
LV2	사회적 유용성	성과가 사회 전체에 가치 있다는 인식(PU-social)	Davis(1989); Mazzucato(2013)
LV3	개인적 접근성	편익이 본인 생활에 접근 가능하다는 인식(PU-personal)	Davis(1989); Rogers(2003)
LV4	전환경로 인지	성과가 연구실을 넘어 생활·사회에 도달했다고 인지	TIP·MLP
LV5	정부R&D 신뢰	정부R&D 투자가 가치를 만든다는 신뢰	Mazzucato(2013); Bozeman(2007)
LV6	사회적 영향	주변·여론이 성과를 가치 있게 본다는 인식	UTAUT(Venkatesh et al. 2003)
LV7	체감성과(종속변수)	성과가 본인 삶을 나아지게 했다는 종합 지각	종속변수

설문지(안)는 ① 일반 인식부(G1~G24, 24문항), ② 인구통계・통제부(D-1~D-9, 9문항)의 2개 부문으로 구성됩니다. 검증 대상 문항 일람은 다음과 같습니다.

※ (역)으로 표시된 문항은 분석 시 역채점되는 역문항입니다.

대기준	문항코드	설문문항
LV1	G1	나는 국가 R&D의 성과가 어떤 것인지를 꽤 잘 알고 있다.
LV2	G2	국가R&D의 성과는 우리 사회의 문제 해결에 도움이 된다고 생각한다.
LV1	G3(역)	국가R&D의 성과가 무엇인지 잘 떠오르지 않는다.
LV3	G4	국가R&D의 성과의 혜택은 나 같은 일반 국민도 누릴 수 있다고 생각한다.
LV2	G5(역)	국가R&D 성과는 우리 사회의 문제를 해결하는 데 별로 도움이 되지 않는다.
LV2	G6	국가R&D의 성과는 국가 경제에 기여한다고 생각한다.
LV3	G7(역)	국가R&D의 성과는 나와 먼 이야기처럼 느껴진다.
LV4	G8	국가R&D의 성과는 논문·특허 단계를 넘어 실제 사회 변화로 이어진다.
LV4	G9	내가 일상에서 쓰는 기술·서비스에 정부R&D가 기여했다고 생각한다.
LV5	G10	정부R&D의 투자는 앞으로도 가치 있는 성과를 만들 것이라 믿는다.
LV4	G11(역)	정부R&D의 성과는 결국 민간 기업의 성과로만 남는 것 같다.
LV5	G12	정부R&D는 민간이 하기 어려운 영역에서 중요한 역할을 한다.
LV4	G13	정부의 R&D 투자가 없었다면, 우리가 누리는 주요 기술·서비스는 나오기 어려웠을 것이다.
LV5	G14(역)	정부R&D 예산 중 상당 부분이 뚜렷한 성과 없이 쓰이고 있다고 생각한다.
LV5	G15	세금이 국가R&D에 쓰이는 것에 동의한다. (현재 국가 R&D는 세입의 약 8.3%입니다.)
LV6	G16	내 주변 사람들도 국가R&D가 중요하다고 생각한다.
LV5	G17	정부는 연구개발(R&D)의 방향을 결정할 때 국민의 의견을 반영하려고 노력한다.
LV6	G18(역)	내 주변에는 국가R&D 예산이 낭비되고 있다고 말하는 사람이 많다.
LV5	G19	실패할 가능성이 높더라도 도전적인 연구개발에 세금을 투자할 가치가 있다.
LV6	G20	언론·미디어는 국가R&D의 성과를 그 중요성에 부합하여 비중 있게 다룬다.
LV5	G21	국가R&D의 혜택은 시간이 걸리더라도 결국 국민에게 돌아온다고 생각한다.
LV7	G22	국가R&D의 성과 덕분에 내 일상생활이 편리해졌다.
LV7	G23	국가R&D의 성과는 내 가족과 지역사회의 삶의 질을 높였다.

대기준	문항코드	설문문항
LV7	G24	종합적으로 국가R&D의 성과가 내 삶을 나아지게 했다고 느낀다.

1. 전문가 기본정보

성명		소속기관	
직위/직책		전문분야	
R&D관련 경력	☐ 5년 미만 ☐ 5~10년 ☐ 10~15년 ☐ 15~20년 ☐ 20년 이상		

2. 항목별 평가

아래 각 문항에 대해 최종 포함성 3점 척도와 5개 평가축의 5점 척도를 표시해 주십시오. 자유의견은 문항 수정과 최종 문항 확정에 직접 활용됩니다. 뒤의 전체 대표성 문항은 24개 개별 문항 평가와 구분하여 평가도구 전체 수준에서 응답해 주십시오.

문항 1. [G1] — LV1 R&D 성과 인지도

대기준	LV1 R&D 성과 인지도	
설문항목	[G1] · 응답 형식: 5점 리커트	
설문문항	**나는 국가 R&D의 성과가 어떤 것인지를 꽤 잘 알고 있다.**	
문항 개발 근거	인지도는 태도 형성의 선행조건(TAM 외부변수; Davis 1989) — 성과 인지로 지식의 폭 측정	
평가영역	**응답척도**	**선택**
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)		

문항 2. [G2] – LV2 사회적 유용성

대기준	LV2 사회적 유용성	
설문항목	[G2] · 응답 형식: 5점 리커트	
설문문항	**국가R&D의 성과는 우리 사회의 문제 해결에 도움이 된다고 생각한다.**	
문항 개발 근거	PU의 사회 준거 확장(PU-social) – TIP Frame 3의 사회문제 해결 지향 반영(Schot & Steinmueller 2018)	
평가영역	**응답척도**	**선택**
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)

문항 3. [G3] — LV1 R&D 성과 인지도

대기준	LV1 R&D 성과 인지도	
설문항목	[G3] · 응답 형식: 5점 리커트(역채점 문항)	
설문문항	**국가R&D의 성과가 무엇인지 잘 떠오르지 않는다.**	
문항 개발 근거	역문항으로 묵인 편향(acquiescence bias) 통제(Podsakoff et al. 2003) — '모른다' 응답 자체가 인지도의 유효 데이터	
평가영역	**응답척도**	**선택**
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)

문항 4. [G4] — LV3 개인적 접근성

대기준	LV3 개인적 접근성	
설문항목	[G4] · 응답 형식: 5점 리커트	
설문문항	**국가R&D의 성과의 혜택은 나 같은 일반 국민도 누릴 수 있다고 생각한다.**	
문항 개발 근거	TAM PEOU를 '편익 접근 가능성'으로 재조작화 — 자기 준거(self-referent) 측정으로 개인 체감 경로 포착	
평가영역	**응답척도**	**선택**
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)

문항 5. [G5] – LV2 사회적 유용성

대기준	LV2 사회적 유용성	
설문항목	[G5] · 응답 형식: 5점 리커트(역채점 문항)	
설문문항	**국가R&D 성과는 우리 사회의 문제를 해결하는 데 별로 도움이 되지 않는다.**	
문항 개발 근거	역방향 쌍문항으로 응답 일관성 점검	
평가영역	**응답척도**	**선택**
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)

문항 6. [G6] – LV2 사회적 유용성

대기준	LV2 사회적 유용성	
설문항목	[G6] · 응답 형식: 5점 리커트	
설문문항	**국가R&D의 성과는 국가 경제에 기여한다고 생각한다.**	
문항 개발 근거	공공가치의 경제 차원 지각 – 공공투자의 가치 창출 명제(Mazzucato 2013) 검증 문항	
평가영역	**응답척도**	**선택**
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)

문항 7. [G7] – LV3 개인적 접근성

대기준	LV3 개인적 접근성	
설문항목	[G7] · 응답 형식: 5점 리커트(역채점 문항)	
설문문항	**국가R&D의 성과는 나와 먼 이야기처럼 느껴진다.**	
문항 개발 근거	심리적 거리(psychological distance) 역문항 – 접근성 결핍을 정서적 거리로 측정	
평가영역	**응답척도**	**선택**
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)

문항 8. [G8] – LV4 전환경로 인지

대기준	LV4 전환경로 인지	
설문항목	[G8] · 응답 형식: 5점 리커트	
설문문항	**국가R&D의 성과는 논문·특허 단계를 넘어 실제 사회 변화로 이어진다.**	
문항 개발 근거	산출(Output)→영향(Impact) 전환의 인지 – 신설 차별 변수 LV4의 핵심 문항(Weber & Rohracher 2012)	
평가영역	**응답척도**	**선택**
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)

문항 9. [G9] — LV4 전환경로 인지

대기준	LV4 전환경로 인지	
설문항목	[G9] · 응답 형식: 5점 리커트	
설문문항	**내가 일상에서 쓰는 기술·서비스에 정부R&D가 기여했다고 생각한다.**	
문항 개발 근거	일상 기술의 정부R&D 귀속(결정요인 D8) — 국가 기여의 비가시성 명제(Mazzucato 2013)를 응답자 수준에서 검증	
평가영역	**응답척도**	**선택**
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)

문항 10. [G10] – LV5 정부R&D 신뢰

대기준	LV5 정부R&D 신뢰	
설문항목	[G10] · 응답 형식: 5점 리커트	
설문문항	**정부R&D의 투자는 앞으로도 가치 있는 성과를 만들 것이라 믿는다.**	
문항 개발 근거	제도신뢰의 기대 차원(능력 기반 신뢰; Mayer et al. 1995) – 미래 성과 기대로 신뢰 조작화	
평가영역	**응답척도**	**선택**
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)

문항 11. [G11] — LV4 전환경로 인지

대기준	LV4 전환경로 인지					
설문항목	[G11] · 응답 형식: 5점 리커트(역채점 문항)					
설문문항	**정부R&D의 성과는 결국 민간 기업의 성과로만 남는 것 같다.**					
문항 개발 근거	사례분석의 공통 발견인 '체감-귀속 분리'(Siri·팰컨9·MP3·Landsat)를 역방향으로 직접 측정					
평가영역	**응답척도**	**선택**				
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수		☐ 1	☐ 2	☐ 3	
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)

문항 12. [G12] – LV5 정부R&D 신뢰

대기준	LV5 정부R&D 신뢰					
설문항목	[G12] · 응답 형식: 5점 리커트					
설문문항	**정부R&D는 민간이 하기 어려운 영역에서 중요한 역할을 한다.**					
문항 개발 근거	공공 R&D의 정당성 신념 – 시장실패 보정론(Arrow 1962; Nelson 1959)의 국민 수용도 측정					
평가영역	**응답척도**	**선택**				
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수		☐ 1	☐ 2	☐ 3	
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)						

문항 13. [G13] — LV4 전환경로 인지

대기준	LV4 전환경로 인지					
설문항목	[G13] · 응답 형식: 5점 리커트					
설문문항	**정부의 R&D 투자가 없었다면, 우리가 누리는 주요 기술·서비스는 나오기 어려웠을 것이다.**					
문항 개발 근거	반사실(counterfactual) 형식의 귀속 측정 — OECD(2024) 귀속·반사실 논리를 문항 수준에서 구현					
평가영역	**응답척도**	**선택**				
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수		☐ 1	☐ 2	☐ 3	
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)						

문항 14. [G14] – LV5 정부R&D 신뢰

대기준	LV5 정부R&D 신뢰					
설문항목	[G14] · 응답 형식: 5점 리커트(역채점 문항)					
설문문항	**정부R&D 예산 중 상당 부분이 뚜렷한 성과 없이 쓰이고 있다고 생각한다.**					
문항 개발 근거	신뢰의 부정 차원(예산 낭비 인식)을 포착					
평가영역	**응답척도**	**선택**				
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수		☐ 1	☐ 2	☐ 3	
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)						

문항 15. [G15] – LV5 정부R&D 신뢰

대기준	LV5 정부R&D 신뢰					
설문항목	[G15] · 응답 형식: 5점 리커트					
설문문항	**세금이 국가R&D에 쓰이는 것에 동의한다. (현재 국가 R&D는 세입의 약 8.3%입니다.)**					
문항 개발 근거	조세 지불의향(WTP) 형식으로 태도-행동 연결 강화					
평가영역	**응답척도**	**선택**				
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수		☐ 1	☐ 2	☐ 3	
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)						

문항 16. [G16] – LV6 사회적 영향

대기준	LV6 사회적 영향					
설문항목	[G16] · 응답 형식: 5점 리커트					
설문문항	**내 주변 사람들도 국가R&D가 중요하다고 생각한다.**					
문항 개발 근거	준거집단 인식 – UTAUT 사회적 영향(Venkatesh et al. 2003)의 표준 조작화					
평가영역	**응답척도**	**선택**				
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수		☐ 1	☐ 2	☐ 3	
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)						

문항 17. [G17] – LV5 정부R&D 신뢰

대기준	LV5 정부R&D 신뢰					
설문항목	[G17] · 응답 형식: 5점 리커트					
설문문항	**정부는 연구개발(R&D)의 방향을 결정할 때 국민의 의견을 반영하려고 노력한다.**					
문항 개발 근거	거버넌스 신뢰 차원 보강 – 수요 구체화 실패(Weber & Rohracher 2012) 진단 및 국민 의견 환류 정책제언과 직결					
평가영역	**응답척도**	**선택**				
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수		☐ 1	☐ 2	☐ 3	
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)						

문항 18. [G18] – LV6 사회적 영향

대기준	LV6 사회적 영향					
설문항목	[G18] · 응답 형식: 5점 리커트(역채점 문항)					
설문문항	**내 주변에는 국가R&D 예산이 낭비되고 있다고 말하는 사람이 많다.**					
문항 개발 근거	준거집단의 부정적 담론 노출 측정					
평가영역	**응답척도**	**선택**				
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수		☐ 1	☐ 2	☐ 3	
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)

문항 19. [G19] – LV5 정부R&D 신뢰

대기준	LV5 정부R&D 신뢰					
설문항목	[G19] · 응답 형식: 5점 리커트					
설문문항	**실패할 가능성이 높더라도 도전적인 연구개발에 세금을 투자할 가치가 있다.**					
문항 개발 근거	위험 조건부 신뢰 측정 – 건설적 실패에 대한 국민 관용도로, 도전·혁신형 R&D와 실패관리 제도화의 수용 기반 진단					
평가영역	**응답척도**	**선택**				
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수		☐ 1	☐ 2	☐ 3	
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)

문항 20. [G20] – LV6 사회적 영향

대기준	LV6 사회적 영향					
설문항목	[G20] · 응답 형식: 5점 리커트					
설문문항	**언론·미디어는 국가R&D의 성과를 그 중요성에 부합하여 비중 있게 다룬다.**					
문항 개발 근거	정보환경 차원의 사회적 영향 – 의제설정(McCombs & Shaw 1972) 지각으로 미디어 경로 포착					
평가영역	**응답척도**	**선택**				
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수		☐ 1	☐ 2	☐ 3	
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)

문항 21. [G21] – LV5 정부R&D 신뢰

대기준	LV5 정부R&D 신뢰					
설문항목	[G21] · 응답 형식: 5점 리커트					
설문문항	**국가R&D의 혜택은 시간이 걸리더라도 결국 국민에게 돌아온다고 생각한다.**					
문항 개발 근거	미래 실현에 대한 믿음(시차 수용성) – 국민체감성과의 시차(time-lag) 개념 반영					
평가영역	**응답척도**	**선택**				
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1	☐ 2	☐ 3		
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)						

문항 22. [G22] – LV7 체감성과(종속변수)

대기준	LV7 체감성과(종속변수)					
설문항목	[G22] · 응답 형식: 5점 리커트					
설문문항	**국가R&D의 성과 덕분에 내 일상생활이 편리해졌다.**					
문항 개발 근거	생활 편의 차원의 체감					
평가영역	**응답척도**	**선택**				
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수		☐ 1	☐ 2	☐ 3	
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)						

문항 23. [G23] – LV7 체감성과(종속변수)

대기준	LV7 체감성과(종속변수)					
설문항목	[G23] · 응답 형식: 5점 리커트					
설문문항	**국가R&D의 성과는 내 가족과 지역사회의 삶의 질을 높였다.**					
문항 개발 근거	체감의 준거를 개인→가족·지역사회로 확장하여 편익 파급 범위 측정					
평가영역	**응답척도**	**선택**				
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수		☐ 1	☐ 2	☐ 3	
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)						

문항 24. [G24] – LV7 체감성과(종속변수)

대기준	LV7 체감성과(종속변수)					
설문항목	[G24] · 응답 형식: 5점 리커트					
설문문항	**종합적으로 국가R&D의 성과가 내 삶을 나아지게 했다고 느낀다.**					
문항 개발 근거	종속변수의 전반적 단일지표(global item) – 하위 차원 수렴타당도 검증의 준거 문항					
평가영역	**응답척도**	**선택**				
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수		☐ 1	☐ 2	☐ 3	
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
수정의견 또는 판단근거 (항목 유지·수정·통합·삭제·대기준(잠재변수) 재배치 의견 포함)						

3. 인구통계·통제부 문항 검토

아래 9개 문항은 조절·통제변수 측정을 위한 배경 문항으로, CVR·I-CVI 산출 대상에서는 제외됩니다. 다만 각 문항과 응답 범주(보기)의 적절성을 5점 척도(1 전혀 적절하지 않음 ~ 5 매우 적절함)로 평가해 주시고, 수정 의견이 있으시면 자유의견란에 작성해 주십시오.

코드	문항	응답 형식	분석 용도	선택
D-1	성별	남성/여성	통제변수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
D-2	연령(만 나이)	연령대 6구간(만 19~29세 ~ 만 70세 이상)	조절변수(H14)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
D-3	최종 학력	6단계(중졸 이하 ~ 박사)	조절변수(H15)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
D-4	가구 월평균 소득 구간	6구간(200만원 미만 ~ 1,000만원 이상)	조절변수(H15)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
D-5	거주 지역	17개 시·도(수도권/비수도권 구분 분석)	조절변수(H16)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
D-6	직업 분야(과학기술 관련/비관련)	이분형	통제변수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
D-7	본인 또는 가족의 R&D 직접 수혜 경험 유무	이분형(있다/없다)	통제변수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
D-8	과학기술 뉴스·정보 접촉 빈도	5단계(거의 매일 ~ 거의 접하지 않음)	통제변수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
D-9	평소 정부 정책에 대한 전반적 관심도	5점 척도	통제변수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

수정의견 또는 판단근거 (인구통계·통제부 문항 및 응답 범주에 대한 의견 포함)

4. 평가도구 전체 대표성 검토

아래 문항은 개별 문항의 관련성이나 대기준 적합성과 별도로, 평가도구 전체가 국가R&D 국민체감 측정에 필요한 주요 내용영역을 충분히 포괄하는지를 확인하기 위한 문항입니다.

평가영역	전체 대표성
평가내용	본 평가도구의 7개 잠재변수와 24개 설문문항은 국가R&D 성과에 대한 국민 체감을 측정하는 데 필요한 주요 내용영역을 충분히 포괄하고 있는가?
응답척도	□ 1 전혀 포괄하지 못함 □ 2 포괄성이 낮음 □ 3 보통 □ 4 충분히 포괄함 □ 5 매우 충분히 포괄함
자유의견	(누락되었거나 과도하게 강조된 측정영역, 추가·통합·축소가 필요한 잠재변수나 문항이 있다면 구체적으로 작성해 주십시오.)
분석 활용	4점 또는 5점 응답비율, 중앙값, IQR, 자유의견을 활용하여 평가도구 전체의 내용영역 대표성을 검토
판정 기준	4·5점 응답비율 0.78 이상, 중앙값 4 이상, IQR 1 이하를 권장

5. 조사 결과 산출과 판정 기준

지표	산출 방식	판정 기준	활용 목적
CVR	CVR = (ne − N/2) / (N/2) ne: "필수" 응답자 수, N: 전체 전문가 수	전문가 수별 임계값 이상. 예: N=8이면 7명 이상 "필수" 응답 시 유지 가능	항목의 최종 포함성 검토
I-CVI	각 5점 척도에서 4점 또는 5점 응답자 수 / 전체 전문가 수	0.78 이상 권장 (패널 6~8인 시 0.83 적용; Lynn 1986)	항목별 내용타당도 검토
S-CVI/Ave	전체 문항 I-CVI 점수의 평균	0.90 이상 권장(Polit & Beck 2006)	척도 전체 내용타당도 검토
중앙값	각 항목별 전문가 점수의 중앙값	4 이상 권장	전반적 적합성 판단
IQR	Q3 − Q1	1 이하이면 합의 양호	항목별 의견수렴 정도 확인
Kendall's W	24개 문항에 대한 전문가 집단의 순위 또는 점수 합의도 산출	0.5 이상이면 비교적 강한 합의로 해석 가능	평가축별 전문가 합의도 검토
전체 대표성	4·5점 응답비율, 중앙값, IQR, 자유의견	4·5점 비율 0.78 이상, 중앙값 4 이상, IQR 1 이하 권장	평가도구 전체 포괄성 검토

< 귀중한 전문적 의견을 제공해 주셔서 감사합니다. >

5-2. 2차 내용타당도 검증 조사지 (2026. 8.)

「국가 R&D 성과의 주요국 우수·실패 사례 분석과 국민체감 진단도구 개발」

국가R&D 국민체감 진단 설문문항 정제안(22문항)의 2차 내용타당도(CVI) 검증

(2026.08.26.(수) 한양대학교 과학기술정책연구소)

조사 주관	• 한양대학교 과학기술정책연구소 (KISTEP 위탁연구 「국가 R&D 성과의 주요국 우수·실패 사례 분석과 국민체감 진단도구 개발」)
조사 기간	• **2026년 8월 26일(수) ~ 8월 30일(일)**
회신 방법	• 본 조사지에 응답을 기입하신 후 이메일로 회신 • 담당: 김수영 연구원
예상 소요시간	• 약 30 ~ 40분

※ 보내주신 응답 내용은 연구 목적으로만 활용될 예정입니다.

□ 연구 개요

❍ 본 연구는 KISTEP 위탁연구로, 국가R&D의 성과가 국민의 삶에 실제로 닿고 있는지를 국민의 눈높이에서 진단하는 도구를 개발하고 있습니다. 현행 성과평가는 논문·특허 등 산출물 중심이어서, 성과가 제품·서비스·정책으로 이어져 국민이 체감하는 단계까지는 포착하지 못한다는 문제의식에서 출발하였습니다.

❍ 연구는 ① 우수·실패사례 선정기준 수립, ② 주요국 사례 심층분석, ③ 국민체감 진단도구 개발, ④ 성과관리 개선방안의 네 과업으로 구성되며, 이번에 검토를 부탁드리는 설문지는 과업 ③의 산출물입니다.

❍ 설문지는 국민체감이 형성되는 경로를 "성과 정보가 국민에게 도달하고 → 유용하다고 지각하며 → 정부R&D의 기여로 귀속할 때 → 체감이 형성된다"로 정의하고, 이 경로 위에 7개 개념(잠재변수)을 배치하여 측정합니다. 문항은 전문가 1차 검토(8인)와 일반 국민 파일럿 조사(38명)를 거쳐 정제되었으며, 확정된 문항은 전국 단위 본조사에 사용될 예정입니다.

❍ 연구 배경과 설계 논리의 자세한 내용은 함께 보내드린 「연구 요약자료」를 참고해 주시기 바랍니다.

□ 설문 개요

❍ 본 연구는 일반 국민이 국가R&D의 성과를 얼마나 체감하고 있는지 진단하는 설문지를 개발하고 있습니다. 이번 검토를 거쳐 확정되는 문항은 전국 단위 본조사에 그대로 사용될 예정입니다.

❍ 설문지는 국민 체감을 7개 개념으로 나누어 총 22개 문항으로 측정합니다. 각 문항이 해당 개념을 제대로 묻고 있는지 검토해 주시면 됩니다. 7개 개념의 정의는 다음 쪽에 정리하였습니다.

❍ 지난 7월 1차 검토에서 주신 의견을 반영하여, 기존 24개 문항 가운데 3개를

삭제하고(G11·G18·G20) 1개를 통합하였으며(G5), 2개 문항을 새로 만들어(N1·N2) 총 22개 문항으로 정리하였습니다.

❍ 이번 검토에서 부탁드리는 내용은 다음 다섯 가지이며, 소요시간은 30~40분 정도입니다.

① 수정된 22개 문항의 평가 (1차와 동일한 체크 방식)
② 신규 문항 2개(N1·N2)의 문안 선택 — 각 문항마다 후보 문안이 ㉮안·㉯안 두 개 있으며, 둘을 모두 평가하신 뒤 더 적합한 쪽을 골라 주시면 됩니다
③ 문항 묶음의 적절성에 관한 선택형 질문 3개
④ 1차 의견을 반영해 수정한 인구통계 문항 2개(D-4·D-6)의 확인
⑤ 본조사 비네트 평가부(4개 사례 × 공통 8문항)의 검토

※ 의견란은 모두 선택 사항이므로, 수정이 필요하다고 판단되는 문항에만 작성해 주시면 됩니다.

□ 6개 평가기준

평가영역	판단하실 내용
최종 포함성	이 문항이 최종 설문지에 꼭 있어야 하는가 (3점 척도)
평가 관련성	문항이 자기가 속한 개념과 관련이 있는가 (5점 척도)
명료성	일반 국민이 한 번 읽고 뜻을 이해할 수 있는가 (5점 척도)
측정가능성	일반 국민이 자신의 인식·경험으로 답할 수 있는 질문인가 (5점 척도)
중복성 낮음	다른 문항과 겹치지 않는가 (5점 척도)
대기준 적합성	현재 배치된 개념 아래 두는 것이 맞는가 (5점 척도)

□ 7개 개념(잠재변수)의 정의

※ 각 문항이 아래 정의에 맞게 작성되었는지를 기준으로 평가해 주시기 바랍니다.

변수	명칭	정의	확정 문항
LV1	R&D 성과 인지도	국가R&D 성과 정보가 응답자에게 도달하여 그 존재·내용을 아는 정도	G1, G3
LV2	사회적 유용성	성과가 사회 전체에 가치 있다는 인식	G2, G6
LV3	개인적 접근성	편익이 본인 생활에 닿아 있다는 인식	G4, G7
LV4	전환경로 인지	성과가 연구실을 넘어 실제 활용으로 이어졌다는 인지	G8, G9, G13
LV5	정부R&D 신뢰·지지 (잠정 명칭)	정부R&D가 가치를 만든다는 일반적 신뢰와 지지	G10, G12, G14, G15, G17, G19, G21
LV6	사회적 가치	주변 환경(대인·미디어)이 국가R&D 성과를 가치 있게 본다고 지각하는 정도	G16, N1, N2
LV7	체감성과 (종속변수)	성과가 본인 삶을 나아지게 했다는 종합 지각	G22, G23, G24

※ LV5의 명칭이 '정부R&D 신뢰'에서 '정부R&D 신뢰·지지(잠정)'로, LV6이 '사회적 영향'에서 '사회적 가치'로 조정되었습니다. LV5·LV6의 측정구조에 대해서는 3부에서 별도로 의견을 여쭙습니다.

□ 기존 문항 → 확정 문항 대조표 (참고용)

1차 검토 대상이었던 24개 문항이 확정안 22개 문항으로 정리된 전체 대응 관계입니다.

코드	LV	기존 문항 (24문항)	확정 문항 (22문항)	변경 유형
G1	LV1	나는 국가 R&D의 성과가 어떤 것인지를 꽤 잘 알고 있다.	나는 국가 R&D의 성과가 어떤 것인지 알고 있다.	유지·자구 수정
G3	LV1	국가R&D의 성과가 무엇인지 잘 떠오르지 않는다. (역)	나는 최근 1년 안에 국가 R&D의 성과에 대한 뉴스나 정보를 접한 적이 있다.	역→긍정 전환
G2	LV2	국가R&D의 성과는 우리 사회의 문제 해결에 도움이 된다고 생각한다.	국가R&D의 성과는 환경·안전·건강 등 우리 사회의 문제 해결에 도움이 된다고 생각한다.	유지·자구 수정
G5	LV2	국가R&D 성과는 우리 사회의 문제를 해결하는 데 별로 도움이 되지 않는다. (역)	G2에 통합(삭제)	통합
G6	LV2	국가R&D의 성과는 국가 경제에 기여한다고 생각한다.	국가R&D의 성과는 국가 경제에 기여한다고 생각한다. (배치를 G2 앞으로 이동)	유지·자구 수정
G4	LV3	국가R&D의 성과의 혜택은 나 같은 일반 국민도 누릴 수 있다고 생각한다.	국가R&D 성과의 혜택은 나의 일상생활 속에서 이용하거나 체감할 수 있다고 생각한다.	표현 수정
G7	LV3	국가R&D의 성과는 나와 먼 이야기처럼 느껴진다. (역)	내 주변에서 국가R&D 성과를 활용한 제품이나 서비스를 쉽게 찾아볼 수 있다.	역→긍정 전환
G8	LV4	국가R&D의 성과는 논문·특허 단계를 넘어 실제 사회 변화로 이어진다.	국가R&D의 성과는 연구실에 머물지 않고 제품·서비스·정책 등으로 실제 활용된다고 생각한다.	표현 수정
G9	LV4	내가 일상에서 쓰는 기술·서비스에 정부R&D가 기여했다고 생각한다.	우리가 일상에서 쓰는 기술·서비스를 개발하는 데 정부 지원 연구개발(R&D)이 기여했다고 생각한다.	유지·자구 수정
G11	LV4	정부R&D의 성과는 결국 민간 기업의 성과로만 남는 것 같다. (역)	삭제	삭제(안)
G13	LV4	정부의 R&D 투자가 없었다면, 우리가 누리는 주요 기술·서비스는 나오기 어려웠을 것이다.	지금까지 정부의 R&D 투자는 우리가 누리는 주요 기술·서비스의 토대가 되었다고 생각한다.	표현 수정
G10	LV5	정부R&D의 투자는 앞으로도 가치 있는 성과를 만들 것이라 믿는다.	정부는 R&D 투자를 통해 가치 있는 성과를 만들 것이라고 믿는다.	유지·자구 수정
G12	LV5	정부R&D는 민간이 하기 어려운 영역에서 중요한 역할을 한다.	정부R&D는 기초연구처럼 민간 기업이 수행하기 어려운 영역에서 중요한 역할을 한다고 생각한다.	유지·자구 수정

코드	LV	기존 문항 (24문항)	확정 문항 (22문항)	변경 유형
G14	LV5	정부R&D 예산 중 상당 부분이 뚜렷한 성과 없이 쓰이고 있다고 생각한다. (역)	정부R&D 예산이 성과 없이 낭비되고 있다고 생각한다. (역문항 유지)	유지·자구 수정
G15	LV5	세금이 국가R&D에 쓰이는 것에 동의한다. (현재 국가 R&D는 세입의 약 8.3%입니다.)	정부가 세금의 일부를 국가R&D에 사용하는 것에 동의한다.	유지·자구 수정
G17	LV5	정부는 연구개발(R&D)의 방향을 결정할 때 국민의 의견을 반영하려고 노력한다.	정부는 연구개발(R&D) 정책을 정할 때 국민의 의견을 들을 수 있는 기회를 마련하고 있다고 생각한다.	표현 수정
G19	LV5	실패할 가능성이 높더라도 도전적인 연구개발에 세금을 투자할 가치가 있다.	실패할 가능성이 높더라도 성공하면 사회적 파급효과가 큰 연구개발에 세금을 투자할 가치가 있다고 생각한다.	유지·자구 수정
G21	LV5	국가R&D의 혜택은 시간이 걸리더라도 결국 국민에게 돌아온다고 생각한다.	국가R&D의 혜택은 시간이 걸리더라도 국민에게 돌아온다고 생각한다.	유지·자구 수정
G16	LV6	내 주변 사람들도 국가R&D가 중요하다고 생각한다.	내 주변 사람들(가족·친구·동료)은 국가R&D 성과를 우리 사회에 가치 있는 일로 생각한다.	표현 수정
G18	LV6	내 주변에는 국가R&D 예산이 낭비되고 있다고 말하는 사람이 많다. (역)	삭제 (내용영역은 신규 N1이 승계)	삭제(안)
G20	LV6	언론·미디어는 국가R&D의 성과를 그 중요성에 부합하여 비중 있게 다룬다.	삭제 (내용영역은 신규 N2가 승계)	삭제(안)
N1	LV6	—	나는 가족·친구·동료 등 주변 사람들로부터 국가R&D 성과에 대한 긍정적인 이야기를 들어본 적이 있다.	신규 제안
N2	LV6	—	나는 뉴스·미디어에서 국가R&D의 성과를 다루는 내용을 자주 접한다.	신규 제안
G22	LV7	국가R&D의 성과 덕분에 내 일상생활이 편리해졌다.	국가R&D의 성과로 내 일상생활이 편리해졌다고 느낀다.	유지·자구 수정
G23	LV7	국가R&D의 성과는 내 가족과 지역사회의 삶의 질을 높였다.	국가R&D의 성과는 나와 내 가족의 삶의 질을 높였다고 생각한다.	표현 수정
G24	LV7	종합적으로 국가R&D의 성과가 내 삶을 나아지게 했다고 느낀다.	종합적으로 국가R&D의 성과가 내 삶을 나아지게 했다고 느낀다. (준거문항으로 유지 — 합산 제외, 수렴타당도 검증용)	유지

※ N1·N2의 문안은 2부에서 두 가지 안(㉮·㉯)으로 검토합니다.

전문가 확인

※ 직위·전문분야 등은 1차 조사에서 확인되었으므로 성명과 소속만 기입해 주시면 됩니다.

성명		소속기관	

1부. 확정안 22문항 평가

문항마다 1차 문안과 수정 문안을 나란히 싣고 수정 이유를 함께 적었습니다. 수정 문안(굵은 글씨)을 기준으로 평정표에 응답해 주시기 바랍니다.

문항 1. [G1] — LV1 R&D 성과 인지도 [자구 수정]

구분	문안
1차 문안	나는 국가 R&D의 성과가 어떤 것인지를 꽤 잘 알고 있다.
수정 문안	**나는 국가 R&D의 성과가 어떤 것인지 알고 있다.**
수정 이유	정도 부사('꽤 잘')를 삭제. 정도의 판단은 문항이 아니라 5점 응답척도가 맡도록 정리

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

문항 2. [G3] — LV1 R&D 성과 인지도 [역→긍정 전환]

구분	문안
1차 문안	국가R&D의 성과가 무엇인지 잘 떠오르지 않는다. (역문항)
수정 문안	**나는 최근 1년 안에 국가 R&D의 성과에 대한 뉴스나 정보를 접한 적이 있다.**
수정 이유	1차 검토·파일럿에서 역문항 어법의 응답 왜곡이 확인되어 긍정문으로 전환하고, 인지의 근거가 되는 정보 접촉 경험을 직접 묻는 문형으로 재구성

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

문항 3. [G2] — LV2 사회적 유용성 [자구 수정 · G5 통합]

구분	문안
1차 문안	국가R&D의 성과는 우리 사회의 문제 해결에 도움이 된다고 생각한다.
수정 문안	**국가R&D의 성과는 환경·안전·건강 등 우리 사회의 문제 해결에 도움이 된다고 생각한다.**
수정 이유	'사회 문제'의 범위가 막연하다는 의견을 반영해 예시를 추가. 같은 내용의 역문항 G5("별로 도움이 되지 않는다")는 중복쌍으로 판정되어 본 문항에 통합(삭제)

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

문항 4. [G6] — LV2 사회적 유용성 [자구 수정]

구분	문안
1차 문안	국가R&D의 성과는 국가 경제에 기여한다고 생각한다.
수정 문안	**국가R&D의 성과는 국가 경제에 기여한다고 생각한다.** (문안 동일, 배치를 G2 앞으로 이동)
수정 이유	문안 변경 없음. 응답 흐름을 고려해 배치 순서만 조정

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

문항 5. [G4] — LV3 개인적 접근성 [표현 수정]

구분	문안
1차 문안	국가R&D의 성과의 혜택은 나 같은 일반 국민도 누릴 수 있다고 생각한다.
수정 문안	**국가R&D 성과의 혜택은 나의 일상생활 속에서 이용하거나 체감할 수 있다고 생각한다.**
수정 이유	'나 같은 일반 국민도 누릴 수 있다'는 표현이 막연하다는 의견을 반영해, 일상생활 속 이용·체감 가능성으로 구체화

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

문항 6. [G7] — LV3 개인적 접근성 [역→긍정 전환]

구분	문안
1차 문안	국가R&D의 성과는 나와 먼 이야기처럼 느껴진다. (역문항)
수정 문안	**내 주변에서 국가R&D 성과를 활용한 제품이나 서비스를 쉽게 찾아볼 수 있다.**
수정 이유	파일럿에서 역문항들이 내용과 무관하게 하나의 요인으로 묶이는 어법 요인이 확인되어 긍정문으로 전환하고, 관찰 가능한 주변 가시성을 묻는 문형으로 재구성

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

문항 7. [G8] ― LV4 전환경로 인지 [표현 수정]

구분	문안
1차 문안	국가R&D의 성과는 논문·특허 단계를 넘어 실제 사회 변화로 이어진다.
수정 문안	**국가R&D의 성과는 연구실에 머물지 않고 제품·서비스·정책 등으로 실제 활용된다고 생각한다.**
수정 이유	'논문·특허 단계'가 일반 국민에게 생소하다는 의견을 반영해 쉬운 표현으로 대체하고, 활용의 예시(제품·서비스·정책)를 구체화

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

문항 8. [G9] — LV4 전환경로 인지 [자구 수정]

구분	문안
1차 문안	내가 일상에서 쓰는 기술·서비스에 정부R&D가 기여했다고 생각한다.
수정 문안	**우리가 일상에서 쓰는 기술·서비스를 개발하는 데 정부 지원 연구개발(R&D)이 기여했다고 생각한다.**
수정 이유	'정부R&D'의 의미를 풀어 쓰고('정부 지원 연구개발'), 기여의 대상을 명확히 함

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

문항 9. [G13] — LV4 전환경로 인지 [표현 수정]

구분	문안
1차 문안	정부의 R&D 투자가 없었다면, 우리가 누리는 주요 기술·서비스는 나오기 어려웠을 것이다.
수정 문안	**지금까지 정부의 R&D 투자는 우리가 누리는 주요 기술·서비스의 토대가 되었다고 생각한다.**
수정 이유	'없었다면 ~였을 것이다'라는 가정형 문장이 응답 부담을 높인다는 의견을 반영해, 직설형 문장으로 전환

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

문항 10. [G10] — LV5 정부R&D 신뢰·지지 [자구 수정]

구분	문안
1차 문안	정부R&D의 투자는 앞으로도 가치 있는 성과를 만들 것이라 믿는다.
수정 문안	**정부는 R&D 투자를 통해 가치 있는 성과를 만들 것이라고 믿는다.**
수정 이유	판단 주체(정부)를 문두로 명확히 하고 문장을 간결화

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

문항 11. [G12] — LV5 정부R&D 신뢰·지지 [자구 수정]

구분	문안
1차 문안	정부R&D는 민간이 하기 어려운 영역에서 중요한 역할을 한다.
수정 문안	**정부R&D는 기초연구처럼 민간 기업이 수행하기 어려운 영역에서 중요한 역할을 한다고 생각한다.**
수정 이유	'민간이 하기 어려운 영역'의 예시(기초연구)를 추가해 이해를 도움

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

문항 12. [G14] — LV5 정부R&D 신뢰·지지 [자구 수정 · 역문항 유지]

구분	문안
1차 문안	정부R&D 예산 중 상당 부분이 뚜렷한 성과 없이 쓰이고 있다고 생각한다. (역문항)
수정 문안	**정부R&D 예산이 성과 없이 낭비되고 있다고 생각한다. (역문항)**
수정 이유	정도 표현('상당 부분', '뚜렷한')을 제거해 간결화. 1차 판정이 양호했던 유일한 역문항으로, 응답 일관성 점검을 위해 역문항 형태를 유지

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

문항 13. [G15] — LV5 정부R&D 신뢰·지지 [자구 수정]

구분	문안
1차 문안	세금이 국가R&D에 쓰이는 것에 동의한다. (현재 국가 R&D는 세입의 약 8.3%입니다.)
수정 문안	**정부가 세금의 일부를 국가R&D에 사용하는 것에 동의한다.**
수정 이유	괄호 안의 수치 안내문이 응답을 특정 방향으로 유도할 수 있다는 의견을 반영해 삭제

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

문항 14. [G17] — LV5 정부R&D 신뢰·지지 [표현 수정]

구분	문안
1차 문안	정부는 연구개발(R&D)의 방향을 결정할 때 국민의 의견을 반영하려고 노력한다.
수정 문안	**정부는 연구개발(R&D) 정책을 정할 때 국민의 의견을 들을 수 있는 기회를 마련하고 있다고 생각한다.**
수정 이유	'반영하려고 노력한다'는 내심의 의도를 묻는 표현이어서, 일반 국민이 관찰하고 답할 수 있는 행위(기회 마련)로 구체화. ※ 이 문항의 잠재변수 배치에 대해서는 3부에서 별도로 의견을 여쭙습니다

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

문항 15. [G19] — LV5 정부R&D 신뢰·지지 [자구 수정]

구분	문안
1차 문안	실패할 가능성이 높더라도 도전적인 연구개발에 세금을 투자할 가치가 있다.
수정 문안	**실패할 가능성이 높더라도 성공하면 사회적 파급효과가 큰 연구개발에 세금을 투자할 가치가 있다고 생각한다.**
수정 이유	'도전적인 연구개발'의 판단 기준이 모호하다는 의견을 반영해, 투자 가치의 판단 근거(사회적 파급효과)를 명시

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

문항 16. [G21] — LV5 정부R&D 신뢰·지지 [자구 수정]

구분	문안
1차 문안	국가R&D의 혜택은 시간이 걸리더라도 결국 국민에게 돌아온다고 생각한다.
수정 문안	**국가R&D의 혜택은 시간이 걸리더라도 국민에게 돌아온다고 생각한다.**
수정 이유	단정 표현('결국')을 제거

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

문항 17. [G16] — LV6 사회적 가치 [표현 수정] [대인 경로]

구분	문안
1차 문안	내 주변 사람들도 국가R&D가 중요하다고 생각한다.
수정 문안	**내 주변 사람들(가족·친구·동료)은 국가R&D 성과를 우리 사회에 가치 있는 일로 생각한다.**
수정 이유	'주변 사람들'의 범위가 모호하다는 의견을 반영해 구체화(가족·친구·동료)하고, 판단 대상을 'R&D의 중요성'에서 '성과의 사회적 가치'로 명확화

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

문항 18·19. [N1·N2] — LV6 사회적 가치 [신규]

※ N1·N2는 문안이 두 가지 안으로 검토되고 있어, 2부에서 별도 양식으로 평가해 주십시오.

문항 20. [G22] — LV7 체감성과 〔자구 수정〕

구분	문안
1차 문안	국가R&D의 성과 덕분에 내 일상생활이 편리해졌다.
수정 문안	**국가R&D의 성과로 내 일상생활이 편리해졌다고 느낀다.**
수정 이유	긍정 전제를 담은 '덕분에'를 중립 표현으로 바꾸고, 지각을 묻는 문형('느낀다')으로 통일

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

문항 21. [G23] — LV7 체감성과 〔표현 수정〕

구분	문안
1차 문안	국가R&D의 성과는 내 가족과 지역사회의 삶의 질을 높였다.
수정 문안	**국가R&D의 성과는 나와 내 가족의 삶의 질을 높였다고 생각한다.**
수정 이유	'가족'과 '지역사회'라는 서로 다른 두 판단을 한 문항에 담고 있어(이중 개념), 판단 대상을 '나와 내 가족'으로 단일화

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

문항 22. [G24] — LV7 체감성과 〔유지 · 준거문항〕

구분	문안
1차 문안	종합적으로 국가R&D의 성과가 내 삶을 나아지게 했다고 느낀다.
수정 문안	**종합적으로 국가R&D의 성과가 내 삶을 나아지게 했다고 느낀다.** (문안 동일)
수정 이유	변경 없음. 체감성과의 종합 판단을 묻는 준거문항으로 유지(합산 점수에서는 제외하고 수렴타당도 검증에 활용)

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

2부. 신규 문항 N1 · N2의 문안 검토

1차 검토에서 삭제된 G18(내 주변에는 국가R&D 예산이 낭비되고 있다고 말하는 사람이 많다.)·G20(언론·미디어는 국가R&D의 성과를 그 중요성에 부합하여 비중 있게 다룬다)을 대신하여 신규 문항 2개(N1·N2)를 만들었으며, 각 문항마다 두 가지 문안을 마련하였습니다.

㉮안은 본인의 경험(이야기를 들어보았다, 자주 접한다)을 묻고, **㉯안**은 주변의 평가(주변 사람들·언론이 가치 있게 본다)를 묻습니다. 사회적 가치(LV6)의 정의는 "주변 환경이 국가R&D 성과를 가치 있게 본다고 지각하는 정도"입니다. 두 문안을 각각 평가해 주신 뒤, 더 적합한 문안 하나를 선택해 주시기 바랍니다.

신규 문항 N1 [대인 경로] — 삭제된 G18을 대신해 새로 만든 문항

㉮안 (경험형) — 나는 가족·친구·동료 등 주변 사람들로부터 국가R&D 성과에 대한 긍정적인 이야기를 들어본 적이 있다.

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

㉯안 (평가 인식형) — 내 주변 사람들은 국가R&D의 성과를 긍정적으로 이야기한다.

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

▶ 사회적 가치(LV6)를 측정하는 문항으로 더 적합한 문안은 어느 것입니까?

☐ ㉮안 ☐ ㉯안 ☐ 두 안 모두 수정 필요 (의견: _____)

신규 문항 N2 [미디어 경로] — 삭제된 G20을 대신해 새로 만든 문항

㉮안 (경험형) — 나는 뉴스·미디어에서 국가R&D의 성과를 다루는 내용을 자주 접한다.

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

㉯안 (평가 인식형) — 언론·미디어는 국가R&D의 성과를 가치 있게 다룬다.

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

▶ 사회적 가치(LV6)를 측정하는 문항으로 더 적합한 문안은 어느 것입니까?

☐ ㉮안 ☐ ㉯안 ☐ 두 안 모두 수정 필요 (의견: _____)

3부. 잠재변수 문항 구성(측정구조)에 대한 의견

아래 세 질문은 1차 검토와 발주처(KISTEP) 검토 과정에서 제기된 논점을 확인하기 위한 것입니다(배경은 별첨 「연구 요약자료」 참고). 통계적 판정과 별개로 개념적으로 어느 구성이 적절한지에 대한 의견을 구하고자 합니다.

질문 1. 사회적 가치(LV6)의 구성

사회적 가치(LV6)는 아래 3개 문항으로 측정합니다.

경로	문항
대인 경로	G16 (주변 사람들의 평가), N1 (주변 사람들의 이야기)
미디어 경로	N2 (언론·미디어의 보도)

대인 경로와 미디어 경로는 서로 다른 정보 통로입니다. 두 경로의 문항을 '주변 환경의 평가 인식'이라는 하나의 개념으로 묶는 방안과 별도 차원으로 나누는 방안 가운데 어느 쪽이 개념적으로 적절하다고 보시는지요.

☐ 하나의 개념으로 묶는 것이 적절하다
☐ 대인 경로와 미디어 경로의 별도 차원으로 나누는 것이 적절하다
☐ 기타 의견: _____

질문 2. 정부R&D 신뢰·지지(LV5)의 구성

LV5는 7개 문항(G10, G12, G14, G15, G17, G19, G21)으로 구성되며, 내용상 성과창출에 대한 신뢰(G10·G14), 정부 역할의 정당성(G12), 재정지지(G15·G19), 거버넌스 인식(G17), 시차적 낙관(G21)에 걸쳐 있습니다. 이 7개 문항의 구성에 대한 의견을 표시해 주시기 바랍니다.

※ 정부는 R&D 투자를 통해 가치 있는 성과를 만들 것이라고 믿는다(G10), 정부R&D는 기초연구처럼 민간 기업이 수행하기 어려운 영역에서 중요한 역할을 한다고 생각한다(G12), 정부R&D 예산이 성과 없이 낭비되고 있다고 생각한다(G14), 정부가 세금의 일부를 국가R&D에 사용하는 것에 동의한다(G15), 정부는 연구개발(R&D) 정책을 정할 때 국민의 의견을 들을 수 있는 기회를 마련하고 있다고 생각한다(G17), 실패할 가능성이 높더라도 성공하면 사회적 파급효과가 큰 연구개발에 세금을 투자할 가치가 있다고 생각한다(G19), 국가R&D의 혜택은 시간이 걸리더라도 국민에게 돌아온다고 생각한다(G21)

☐ '정부R&D에 대한 일반적 신뢰·지지'라는 하나의 개념으로 묶는 것이 적절하다
☐ '신뢰'(G10·G12·G14)와 '정책·재정지지'(G15·G19·G21)의 두 개념으로 나누는 것이 적절하다
☐ 기타 의견: _____

질문 3. G17의 배치

G17("정부는 연구개발(R&D) 정책을 정할 때 국민의 의견을 들을 수 있는 기회를 마련하고 있다고 생각한다")은 다른 LV5(정부R&D 신뢰·지지) 문항과 달리 성과에 대한 평가가 아니라 정부의 행위(절차)에 대한 관찰을 묻습니다. 이 문항의 처리 방향에 대한 의견을 표시해 주시기 바랍니다.

☐ 현재대로 LV5(정부R&D 신뢰·지지)에 두는 것이 적절하다
☐ 별도 개념(예: 절차적 거버넌스 인식)으로 분리하는 것이 적절하다
☐ 삭제하는 것이 적절하다
☐ 기타 의견: _____

4부. 인구통계 · 통제부 수정 문항 확인

인구통계·통제부 9개 문항 가운데 1차 검토에서 의견이 제시된 2개 문항을 수정하였습니다. 나머지 7개 문항은 변경이 없습니다. 이 부는 1차 조사와 같이 지수 산출 대상이 아니며, 수정안의 적절성만 확인해 주시면 됩니다.

D-4. 가구 월평균 소득

구분	문안
1차 문안	귀하 가구의 월평균 소득은 어느 정도입니까? (6구간)
수정 문안	**귀하 가구의 월평균 소득은 어느 정도입니까? (세전 기준)** (6구간)
수정 이유	1차 검토에서 "정확한 비교를 위한 기준 제시가 필요하다"는 의견을 반영하여 세전 기준을 명시

수정안의 적절성: ☐ 1 전혀 적절하지 않음 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 매우 적절함
의견 (선택): _____

D-6. 직업 분야

구분	문안
1차 문안	귀하의 직업 분야는 과학기술과 관련이 있습니까? — 관련 / 비관련 (이분형)
수정 문안	**귀하의 직업(또는 전공) 분야는 다음 중 어디에 해당합니까? — ① 과학기술 관련 연구직 ② 과학기술 관련 비연구직 ③ 관련 없음** (3분류)
수정 이유	1차 검토에서 4인의 전문가께서 이분형 분류가 단순하여 R&D 친숙도를 변별하기 어렵다는 취지의 의견(R&D 기준 재분류, 다분화, 관련 정도 측정 등)이 있어, 연구 종사 여부를 구분하는 3분류로 수정. R&D 노출 수준의 연속적 측정은 D-7(수혜 경험)·D-8(정보 접촉 빈도)이 담당

수정안의 적절성: ☐ 1 전혀 적절하지 않음 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 매우 적절함
의견 (선택): _____

5부. 비네트 평가부 검토

본조사 설문지는 확정안 22문항(일반 인식부)과 함께, 국가R&D 성과의 구체적 사례를 제시하고 평가를 묻는 비네트 평가부(4개 사례 × 공통 8문항 V-1~V-8)로 구성됩니다. 비네트 평가부는 1차 검토 당시 사례가 확정되지 않아 검토 대상에서 제외되었고, 이후 사례 확정과 함께 실시한 파일럿 조사(38명)에서 네 사례 모두 척도 신뢰도가 양호함을 확인하였습니다(Cronbach's α .890~.919). 이번 2차 검토에서 전문가 내용타당도 검토를 보완하고자 합니다.

검토는 세 부분입니다. ① 사례 구성의 적절성(5-1), ② 사례별 제시문 검토(5-2), ③ 공통 문항 V-1~V-8의 평가(5-3). 공통 문항은 네 사례에 동일한 문형으로 반복 적용되므로, 사례별 반복 평가 없이 문형 단위로 한 번만 평가해 주시면 됩니다.

5-1. 사례 구성의 적절성

비네트 평가부는 다음 4개 사례로 구성되며, 분야 대표성과 편익 전달경로 유형을 기준으로 선정되었습니다.

사례1 (반도체)	한국 AI시스템용 HBM 세계 점유 1위 [내장·매개형 — 편익이 민간 제품·산업에 내장되어 전달]
사례2 (방산)	천궁-Ⅱ 중거리 지대공 유도무기 개발 [안보 공공재형 — 국민이 직접 사용하지 않는 공공재]
사례3 (교통)	KTX-이음 한국형 고속열차 개발 [직접 사용형 — 국민이 서비스를 직접 이용]
사례4 (보건의료)	미국 mRNA 백신 개발 [직접 사용형]

사례 구성의 적절성 (분야 대표성과 전달경로 유형의 포괄)	□ 1 전혀 적절하지 않음 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 매우 적절함

의견 (선택): _____

5-2. 사례별 제시문 검토

각 사례의 제시문(응답자에게 실제로 제시되는 설명문)을 파일럿 조사에 사용한 문안 그대로 실었습니다. 네 가지 기준으로 평가해 주시기 바랍니다. ① 사실 정확성은 해당 분야를 판단하기 어려우신 경우 '판단 어려움'에 표시해 주시면 되며, 이 응답은 지수 산출에서 제외됩니다.

[사례 1] 반도체: 한국 AI시스템용 HBM 세계 점유 1위

[제시문] 인공지능(Artificial Intelligence: AI) 시대를 맞이하여 고대역폭메모리(High Bandwidth Memory: HBM)가 인공지능의 학습과 추론 과정에서 핵심적인 메모리로 자리 잡게 되었습니다. 이 메모리 개발의 바탕에는 한국 정부에서 1980년대부터 이어져 온 정부R&D 지원의 장기적인 투자가 있었습니다.

① 사실 정확성 (정부R&D 기여경로 서술)	□ 판단 어려움 □ 1 전혀 정확하지 않음 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 매우 정확함
② 명료성 (일반 국민의 이해 용이성)	□ 1 전혀 명확하지 않음 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 매우 명확함
③ 중립성 (특정 방향의 응답 유도 없음)	□ 1 전혀 중립적이지 않음 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 매우 중립적임
④ 귀속 판단 근거의 충분성 (V-1 응답에 필요한 정보 제공)	□ 1 전혀 충분하지 않음 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 매우 충분함

의견 (선택): _____

[사례 2] 방산: 천궁-Ⅱ(중거리 지대공 유도무기) 개발

〔제시문〕 2026년 미국과 이란의 중동 전쟁 과정에서 아랍에미리트(UAE)에 배치된 국산 중거리 지대공 미사일 천궁-Ⅱ가 실전에서 뛰어난 요격 능력을 입증하며 세계적인 주목을 받고 있습니다. 천궁 미사일 개발은 2000년대부터 장기적인 안목 하에 정부R&D의 체계적인 지원과 투자 확대 등으로 인해 가능했습니다.

① 사실 정확성 (정부R&D 기여경로 서술)	□ 판단 어려움 □ 1 전혀 정확하지 않음 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 매우 정확함
② 명료성 (일반 국민의 이해 용이성)	□ 1 전혀 명확하지 않음 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 매우 명확함
③ 중립성 (특정 방향의 응답 유도 없음)	□ 1 전혀 중립적이지 않음 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 매우 중립적임
④ 귀속 판단 근거의 충분성 (V-1 응답에 필요한 정보 제공)	□ 1 전혀 충분하지 않음 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 매우 충분함

의견 (선택): _____

[사례 3] 교통: KTX-이음 한국형 고속열차 개발

〔제시문〕 2004년 처음 개통된 KTX 고속열차는 우리 일상생활에서 먼 거리를 빠른 시간에 이동하는 데 필수적인 교통수단으로 자리잡은 지 오래입니다. 1990년대 후반부터 추진된 한국형 고속열차 개발 착수 이후 현 시점에도 정부R&D 지원이 지속되어 KTX 고속철도 개발의 지속적인 성능 향상이 추진 중입니다.

① 사실 정확성 (정부R&D 기여경로 서술)	□ 판단 어려움 □ 1 전혀 정확하지 않음 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 매우 정확함
② 명료성 (일반 국민의 이해 용이성)	□ 1 전혀 명확하지 않음 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 매우 명확함
③ 중립성 (특정 방향의 응답 유도 없음)	□ 1 전혀 중립적이지 않음 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 매우 중립적임
④ 귀속 판단 근거의 충분성 (V-1 응답에 필요한 정보 제공)	□ 1 전혀 충분하지 않음 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 매우 충분함

의견 (선택): _____

[사례 4] 보건의료: 미국 mRNA 백신 개발

〔제시문〕 2020년 코로나19 시기, 전 세계는 mRNA 기술로 백신을 신속히 개발하여 전 국민 접종을 가능하게 했습니다(국내에서도 2020년~2021년 동안 광범위하게 접종되었습니다). 이 기술의 토대는 미국 연방정부가 1980년부터 추진된 장기적인 R&D 투자(미국립보건원과 미국방고등연구계획국 등)와 선구매로 만들어졌습니다.

① 사실 정확성 (정부R&D 기여경로 서술)	□ 판단 어려움 □ 1 전혀 정확하지 않음 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 매우 정확함
② 명료성 (일반 국민의 이해 용이성)	□ 1 전혀 명확하지 않음 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 매우 명확함
③ 중립성 (특정 방향의 응답 유도 없음)	□ 1 전혀 중립적이지 않음 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 매우 중립적임
④ 귀속 판단 근거의 충분성 (V-1 응답에 필요한 정보 제공)	□ 1 전혀 충분하지 않음 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 매우 충분함

의견 (선택): _____

5-3. 공통 문항 V-1~V-8 평가

아래 8개 문항은 네 사례에 공통으로 적용되는 문형입니다. 1부와 동일한 평정표로 평가해 주시기 바랍니다. '대기준 적합성'은 각 문항에 표시된 측정 구성을 기준으로 판단해 주시면 됩니다.

V-1 [귀속 인지] — 이 성과가 정부R&D 투자의 결과라는 사실을 알고 계셨습니까?

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

V-2 [사회적 유용성] — 이 성과가 우리 사회 전체에 가치 있다고 생각하십니까?

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

V-3 [개인적 접근성] — 이 성과의 혜택이 본인의 일상에 미쳤다고 느끼십니까?

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

V-4 [전환경로 인지] — 이 성과 이후 (사례별 해당 영역)이 달라졌다고 보십니까?

· 사례 1: 이 성과 이후 우리나라가 인공지능 시대를 주도할 가능성에 대한 생각이 달라졌다고 보십니까?
· 사례 2: 이 성과 이후 우리나라의 자주국방 역량과 K방산의 위상이 달라졌다고 보십니까?
· 사례 3: 이 성과 이후 우리 사회의 교통·이동 방식이 달라졌다고 보십니까?
· 사례 4: 이 성과 이후 우리 사회의 감염병 위기 대응 방식이 달라졌다고 보십니까?

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

V-5 [정부R&D 신뢰] — 이러한 성과를 봤을 때, 정부R&D 투자가 앞으로도 가치가 있을 것이라고 신뢰하십니까?

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

V-6 [사회적 가치] — 내 주변 사람들도 이 성과를 중요하게 여긴다고 생각하십니까?

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

V-7 [체감성과] — 종합적으로 이 성과를 본인의 삶에서 체감하십니까?

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

V-8 [체감성과 · 역문항] — 이 성과는 본인의 일상과는 무관하다고 생각하십니까?

평가영역	응답척도	선택
최종 포함성 (CVR 산출용)	1 필수 아님 / 2 유용하지만 필수는 아님 / 3 필수	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
평가 관련성	1 전혀 관련 없음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 관련 높음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
명료성	1 전혀 명확하지 않음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 명확함	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
측정가능성	1 전혀 불가능 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 가능	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
중복성 낮음	1 매우 중복됨 2 중복되는 편임 3 보통 4 중복되지 않는 편임 5 전혀 중복되지 않음	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
대기준 적합성	1 전혀 부적절 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 적절	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
수정의견 (선택)	*수정이 필요하다고 판단하실 때만 작성해 주십시오.*	

6부. 평가도구 전체 대표성 검토

개별 문항 평가와 별도로, 정제된 평가도구 전체가 국가R&D 국민체감 측정에 필요한 주요 내용영역을 충분히 포괄하는지 확인하기 위한 문항입니다.

평가영역	전체 대표성
평가내용	본 평가도구의 7개 잠재변수와 확정안 22개 설문문항은 국가R&D 성과에 대한 국민체감을 측정하는 데 필요한 주요 내용영역을 충분히 포괄하고 있는가?
응답척도	□ 1 전혀 포괄하지 못함 □ 2 포괄성이 낮음 □ 3 보통 □ 4 충분히 포괄함 □ 5 매우 충분히 포괄함
자유의견 (선택)	(누락되었거나 과도하게 강조된 측정영역, 추가·통합·축소가 필요한 잠재변수나 문항이 있다면 작성해 주십시오.)

7부. 종합의견 (선택)

수정된 문항 전반이나 본조사 활용과 관련하여 의견이 있으시면 자유롭게 작성해 주시기 바랍니다.

(자유기술)

< 바쁘신 가운데 설문지 검토에 참여해 주셔서 진심으로 감사드립니다. >

[부록] 조사 결과 산출과 판정 기준 [1차 조사와 동일]

지표	산출 방식	판정 기준	활용 목적
CVR	(필수 응답자 수 − N/2) / (N/2)	N=8이면 7명 이상 "필수" 응답 시 유지	최종 포함성 검토
I-CVI	각 5점 척도에서 4·5점 응답자 수 / 전체 전문가 수	0.78 이상 (패널 8인 기준)	문항별 내용타당도
S-CVI/Ave	전체 문항 I-CVI의 평균	0.90 이상 (Polit & Beck 2006)	도구 전체 내용타당도 — 2차 검토의 최종 산출값
수정 카파(κ*)	I-CVI에서 우연 일치 확률을 보정	0.74 초과	문항별 합의 수준
중앙값 / IQR	문항별 점수의 중앙값 / Q3−Q1	중앙값 4 이상 / IQR 1 이하	적합성·의견수렴 확인
전체 대표성	4·5점 응답비율, 중앙값, IQR	4·5점 비율 0.78 이상	도구 포괄성 검토

※ 비네트 평가부(5부)는 위와 동일한 기준을 적용하되, 일반 인식부(22문항)와 분리하여 S-CVI를 산출합니다. 제시문 사실 정확성의 '판단 어려움' 응답은 지수 산출에서 제외합니다.

주 의

1. 이 보고서는 한국과학기술기획평가원에서 위탁받아 수행한 연구보고서입니다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 한국과학기술기획평가원의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.