

# 세계지식재산기구 혁신역량전망 2026 분석



# 세계지식재산기구 혁신역량전망 2026 분석

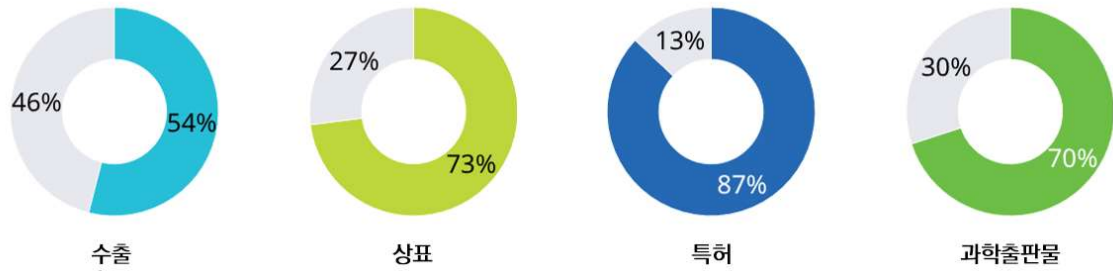
2026.5.8. 혁신정보분석센터 김선정 전문관리원

## 요약문

- (혁신 현황) 2000년 이후 세계적으로 혁신과 경제가 함께 성장하였으며, 특히 한국, 중국, 인도는 생산, 기업가정신, 기술, 과학 네 가지 차원 모두에서 꾸준한 성장
  - 학제 간 연결성이 증가함에 따라 혁신을 위해서 더 다양한 지식 역량이 요구됨
  - 전략적 역량 다각화를 위해서는 다양성을 확보하는 동시에 생태계 복잡성 증가가 필요하며, 빠르게 성장하는 국가들(중국, 베트남 등)의 경우 두 역량을 함께 확보하며 성장
  - 세계적으로 혁신역량은 계속해서 증가하고 있지만 오직 일부 국가에서만 정교한 전략을 통해 지속적인 경쟁적 이점으로 전환하는 데에 성공
- (혁신 기회) 대부분의 국가가 개척하지 못한 혁신역량을 가지고 있는 것으로 나타났으며, 한국의 경우 과학 및 기업가정신 차원에서 미개척 잠재력을 확인
  - 유럽 생태계는 기술 전환 등 복잡 역량에서 가장 많은 기회를 놓친 것으로 확인되었으며, 사업화 기반 및 기술 전환 메커니즘의 개선 필요
  - 동아시아는 화학, 연구 서비스, 제조 등 중간 복잡성의 기업가정신 및 생산 차원 내 영역에서 잠재력이 충분히 활용되지 못했으며, 이를 위해서는 시장 연계와 비즈니스 발달 지원 필요
  - 한국의 경우, 기업가정신 및 과학 차원 내 분야를 포함한 총 97개 분야에서 발전 가능성이 높은 국가로 매칭되었으며, 해당 분야에서의 역량을 개발함으로써 아직 개척하지 못한 잠재력을 활용할 수 있을 것으로 기대됨

## 1 개요

- 세계지식재산기구(World Intellectual Property Organization, WIPO)에서 글로벌 혁신 지형 (Innovation landscape)의 패턴과 기회를 추적하기 위해 “Innovation Capabilities Outlook (ICO)” 발간
  - WIPO는 수출, 상표, 특허, 과학출판물의 대부분이 소수의 선도 경제국에 집중되어 있다고 보고 글로벌 혁신 참여를 위한 글로벌 역량 네트워크와 전략적 다각화 경로를 검토



주1) 「Innovation Capabilities Outlook 2026」에서 발취 후 저자 재구성

주2) 색깔로 표시된 영역이 상위 10개국의 점유율, 회색으로 표시된 영역이 나머지 국가들의 점유율

[그림 1] 차원별 상위 10개 국가의 세계 혁신 점유율

○ 혁신 지형의 패턴을 확인하기 위해 생산(Production), 기업가정신(Entrepreneurial), 기술(Technology), 과학(Science)의 4가지 차원, 2,508개 혁신 분야에 대해 수출, 상표, 특허, 과학출판물 데이터를 이용하여 분석

※ 2001~2023년에 대하여 국가 및 분야 수준에서 분석 시행

- (생산) 첨단 제조, 산업 공정, 품질 시스템 및 공급망 혁신 등 제조 역량, 연구실에서 시장으로 이어지는 혁신을 분석 - UN COMTRADE의 국제 무역 데이터 활용

※ Bustos et al.<sup>1)</sup>에 따라 정제된 COMTRADE 데이터를 사용하여 혁신 분야를 추적

- (기업가정신) 벤처 창업, 비즈니스 모델 혁신, 기술 이전 및 생태계 발전을 포함한 상업화 및 시장지향 활동을 분석 - WIPO Global Brand Database의 국제 상표 출원 데이터 활용

※ 텍스트 임베딩과 비지도 머신러닝을 결합한 다단계 클러스터링 기법을 적용하여 혁신 분야를 분류

- (기술) 정보기술, 생명공학, 재료과학 및 공학적 응용을 포함한 실용적 해결에 초점을 둔 응용 연구개발(R&D) 현황을 분석 - WIPO 특허 데이터베이스와 유럽특허청(EPO) PATSTAT을 결합한 국제 특허 패밀리 활용

※ 출원인의 출신 국가 외 지역에서의 보호를 요청한 등록 특허 패밀리의 최초 출원에 집중, 4자리 IPC 코드를 사용하여 혁신 분야를 분류

- (과학) 물리, 화학, 생물, 수학 등을 포괄하는 기초 연구 및 지식 생산 현황을 분석 - Scopus에 색인된 출판물을 중심으로 OpenAlex 데이터베이스 활용

※ 가장 많이 인용된 상위 10% 논문에 집중, 주제 연관성을 파악하는 클러스터링 알고리즘을 활용하여 혁신 분야를 분류

□ 이번 호는 WIPO가 2026년 1월 발표한 「Innovation Capabilities Outlook 2026」 보고서를 요약 및 분석하고 한국의 혁신 기회에 대해 정리

※ 본문 표·그림에 별도 주석이 없는 경우 「Innovation Capabilities Outlook 2026」 보고서 내 자료 발취

○ “세계는 혁신역량을 잘 활용하고 있는가”, “혁신의 기회는 어디에 있는가”에 대한 핵심 내용을 도출하고 한국의 혁신역량 강화의 기회가 높은 분야를 분석함

1) Bustos, S., Jackson, E., Torun, D., et al. (2024) Tackling discrepancies in trade data: The harvard growth lab international trade datasets. *Growth Lab Working Paper Series*, No. 251. Harvard Kennedy School

## ICO 2026 내 주요 개념 및 지표 설명

〈표 1〉 주요 개념 및 지표 해설

주요 개념	영문	주요 내용
혁신생태계	Innovation ecosystems	- 하나의 경제(국가) 내에서 공동으로 혁신 활동을 주도하는 기관, 조직 및 역량이 상호 연결된 네트워크
혁신역량	Innovation capabilities	- 어떤 경제(국가)가 특정 혁신 분야에서 경쟁 우위를 창출할 수 있게 하는 전문 기술, 지식 및 제도적 역량
절대적 전문화	Absolute specialization	- 특정 혁신 분야에서의 글로벌 리더를 식별함으로써 한 분야에서 생태계의 숙련도를 포착 - 가장 높은 절대적 산출량(예: 최다 특허, 상표, 출판물, 수출)을 기준으로 함
상대적 전문화	Relative specialization	- 전반적인 혁신 활동 대비 특정 분야에서 탁월한 성과를 보이는 경제(국가)를 식별함으로써 경쟁 우위를 포착
연관도	Relatedness	- 다양한 혁신역량이 공통의 지식, 기술 및 인프라를 공유하는 정도 - 한 생태계가 한 분야에서 다른 분야로 얼마나 쉽게 다각화할 수 있는지 결정
전략적 역량 다각화	Strategic capability diversification	- 생태계 복잡성을 높이는 동시에 역량 다양성을 확보하는 전략적 과정
전략적 역량 전문화	Strategic capability specialization	- 가장 복잡하고 고부가가치인 기술과 그를 보완하는 지식에 자원을 집중하는 전략적 접근법
주요 지표	영문명	주요 내용
역량 복잡성	Capability complexity	- 혁신역량이 상호 연결되어 있는지를 측정 - 지식, 기술 및 지원 인프라의 밀도를 나타냄
생태계 복잡성	Ecosystem complexity	- 혁신생태계의 전반적인 정교함의 수준 - 생태계 역량의 복잡성과 다양한 혁신 분야 간 연결 밀도에 의해 결정
다각화 용이성	Ease of diversification	- 현재 역량 포트폴리오를 바탕으로 한 경제(국가)가 새로운 혁신 분야에 얼마나 쉽게 접근할 수 있는지를 나타내는 지표
확산 용이성	Ease of diffusion	- 시간의 경과에 따라 다른 경제(국가)로 혁신역량이 확산되는 정도 - 특정 분야가 세계적으로 접근성이 높아지고 있는지 혹은 소수 주체에 집중되고 있는지 시사
혁신 잠재력	Innovation potential	- 관련된 혁신 영역에서의 입증된 역량을 바탕으로 한 경제(국가)가 특정 분야에서 얼마나 많은 혁신을 생산해야 하는지 추정된 지표
미개척 잠재력	Untapped potential	- 특정 분야에 대하여 한 경제(국가)에서의 이론적 혁신역량과 실제 혁신 산출물 간의 격차

〈표 2〉 ICO 2026 내 분석에 이용된 차원 및 영역별 혁신 분야의 수(총 2,508개)

차원	영역	혁신 분야 수	차원	영역	혁신 분야 수	
생산	Agriculture and live animals	30	기술	Audio-visual	7	
	Base metals and metal products	112		Biopharma	28	
	Chemicals and pharmaceuticals	112		Chemicals	52	
	Construction materials and precious goods	50		Civil engineering	26	
	Machinery and transportation	160		Consumer	39	
	Plant products and food processing	112		Electronics	27	
	Plastics, rubber and leather	51		Engines and transport	93	
	Precision goods and miscellaneous	62		ICTs	32	
	Raw materials and mining	42		Instruments	43	
	Wood, paper and textiles	131		Machines	62	
				Materials	29	
				Processing and environmental	26	
		소계		862	Semiconductors and optics	16
기업가 정신	Agriculture	4		소계	480	
	Business services	41	과학	Agricultural and environmental sciences	73	
	Chemicals	31		Business and economics	46	
	Clothing	51		Chemistry and pharmaceuticals	20	
	Construction	53		Computer science	46	
	Food, beverages and tobacco	61		Engineering and energy	90	
	Health	62		Life sciences	44	
	Household equipment	51		Medical and health sciences	128	
	Leisure and education	57		Physical sciences and mathematics	46	
	Research and technology	76		Psychology and neuroscience	31	
	Services	11		Social sciences	104	
	Transportation	40			소계	628
		소계		538		

## 2 세계 혁신 현황

- 2000년 이후 전세계 국가들의 GDP 상승과 함께 혁신의 결과로 측정되는 산출물(상표, 수출, 과학 출판물, 특허 등)이 증가하였으며, 특히 중국, 한국, 인도의 성장 비율이 높음
  - 중국, 한국, 인도는 네 가지 차원 산출물에서 모두에서 꾸준한 성장을 보였으며, 한국의 경우 상표 11.9배 증가, 수출 2.4배, 과학출판물 6.0배, 특허 5.3배로 큰 성장 폭을 보임
  - 아시아 신흥 국가와 달리 일본, 미국, 유럽과 같은 기존 강대국들의 2001년 대비 2023년의 혁신 산출물 성장 비율은 소폭 증가하거나 정체하는 등 GDP 성장률과 유사한 수준을 보임
    - ※ 미국 GDP 1.4배, 산출물 각 1.4/1.4/1.0/1.1배, 일본 GDP 1.2배, 산출물 각 1.7/1.1/1.1/1.6배 등

〈표 3〉 주요 국가의 1인당 차원별 산출물 2001년 대비 2023년 성장 배수

국가	GDP	상표	수출	과학출판물	특허
중국	5.2	65.8	6.4	62.0	28.4
미국	1.4	1.4	1.4	1.0	1.1
일본	1.2	1.7	1.1	1.1	1.6
독일	1.2	1.1	1.7	1.8	0.9
한국	1.9	11.9	2.4	6.0	5.3
영국	1.2	1.5	0.9	1.3	0.9
프랑스	1.2	1.2	1.1	1.3	1.0
이탈리아	1.0	1.8	1.6	3.0	1.3
인도	3.0	6.9	4.7	9.7	5.8
캐나다	1.2	3.5	1.1	1.4	1.2

주1) 「Innovation Capabilities Outlook 2026」 원데이터를 바탕으로 재구성

주2) 표 내 수치는 2001년 대비 2023년 몇 배 성장했는지 의미

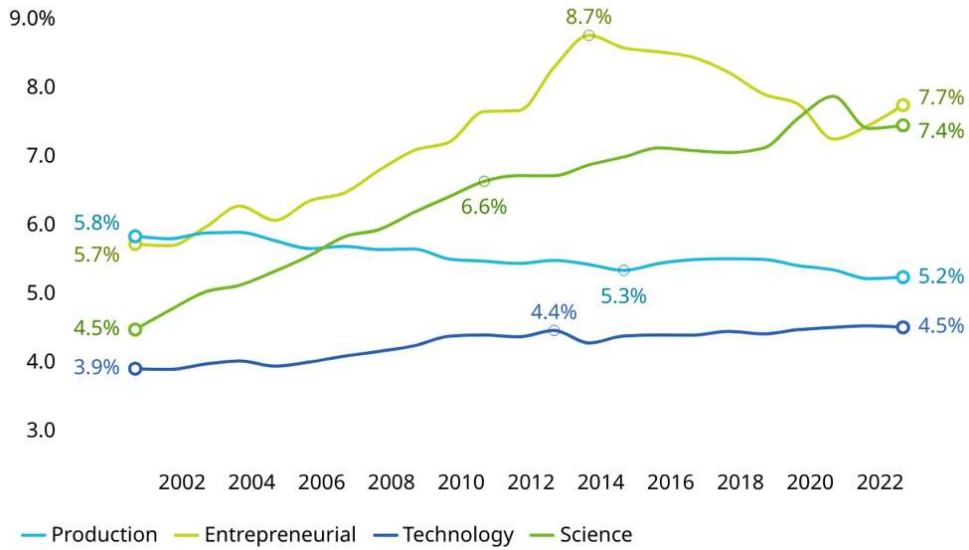
- 혁신역량\*은 지난 10년간 30%의 국가에 집중되어 있으며, 새로운 진입국은 대부분 기업가정신 및 과학 차원의 혁신 분야에서 혁신역량을 도출

\* 혁신역량: 현시비교우위(RCA<sup>2</sup>, Revealed Comparative Advantage)를 가지는 경우 보유한 것으로 측정

- 과학 및 기업가정신 차원 내 혁신역량은 시간에 따라 다양한 국가에서 보유한 것으로 분석되었으나, 기술 및 생산 차원 내 혁신역량의 경우 여전히 일부 선도국에 의해 독점되어 있음
  - 과학 차원의 혁신역량은 2001년 4.5%의 국가에 집중되었으나, 2023년 그 비율이 7.4%까지 증가하였고, 기업가정신 차원의 혁신역량은 5.7%에서 7.7%로 증가
  - 반면 기술 차원 내 혁신역량은 2001년 3.9%의 나라에 집중되었다가 4.5%로 소폭 확대되었으며, 생산 차원의 혁신역량 비율은 5.8%에서 5.2%로 감소함

$$2) RCA_{ci} = \frac{X_{ci}/X_i}{X_c/X_W} = \frac{X_{ci}/X_c}{X_i/X_W} = \frac{X_{ci} \cdot X_W}{X_c \cdot X_i}$$

X<sub>ci</sub>: 국가 c의 분야 i에서의 산출량, X<sub>i</sub>: 분야 i의 전 세계 산출량, X<sub>c</sub>: 국가 c의 전체 산출량, X<sub>w</sub>: 전 세계 총 산출량



주1) 「Innovation Capabilities Outlook 2026」에서 발췌 후 저자 재구성

주2) 여기서 집중도는 혁신역량이 집중되어 있는 국가의 비율을 의미

[그림 2] 차원별 역량의 집중도(2001~2023년)

□ 양적인 성장을 넘어 혁신의 과정이 더욱 복잡해졌으며 생태계 복잡성<sup>3)</sup>이 높은 혁신생태계\*에서는 혁신 분야 간 신속한 지식 이전과 협력적 혁신이 가능한 것으로 분석

\* 다양하고 상호 연결된 분야에서 역량을 가진 국가로 정의

○ 과거 대비 혁신 산출물 당 필요한 혁신역량 수가 증가한 것으로 분석되며, 특히 상표와 과학 출판물에서 더 다양한 지식 역량이 요구됨

- 평균적으로 상표 하나에는 9.08개 분야에서의 역량이 필요하며(2023년), 이는 2001년 상표 하나가 약 5.12개 분야를 포괄하였던 것에 비해 크게 증가한 수치

※ 예) 스마트폰 브랜드 하나는 전자제품, 소프트웨어, 통신, 엔터테인먼트 등 분야에서의 역량을 포괄

- 2023년 과학출판물 한 건은 4.04개 분야, 특허 한 건은 1.55개 분야에서의 역량을 포괄

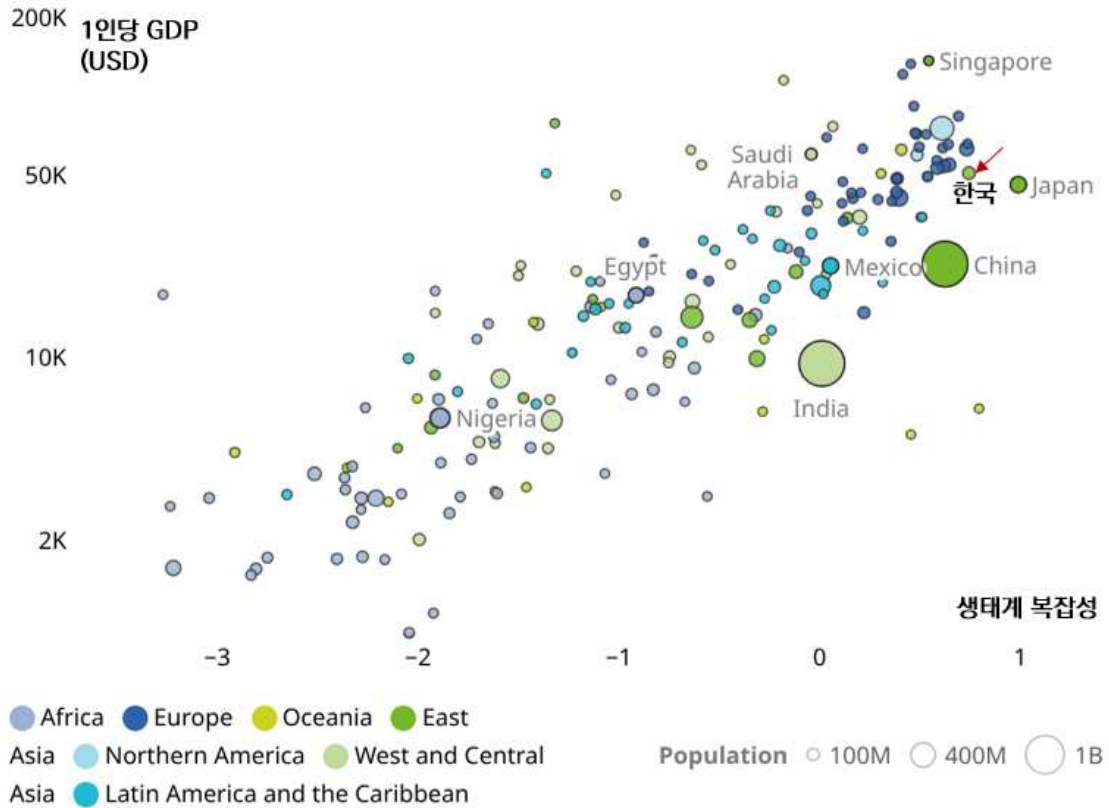
※ 2001년 과학출판물은 한 건당 과학 역량 3.28개, 특허는 한 건당 1.36개의 기술 역량을 포괄

○ 생태계 복잡성은 소득 수준과 연관된 것으로 나타났으며, 1인당 GDP가 높은 나라는 차원별 혁신 역량과 지식의 전달체계 등을 모두 확보했을 가능성이 높기 때문으로 분석

○ 한국의 생태계 복잡성(0.74, 전체 4위)은 같은 수준의 고소득 국가의 평균\*과 비교해도 상당히 높은 수준으로 확인

\* 소득 분류별 생태계 복잡성 평균치: (전체 국가) -0.79, (고소득) 0.19, (중상위소득) -0.66, (중하위소득) -1.53, (하위소득) -2.09, (미분류) -1.48

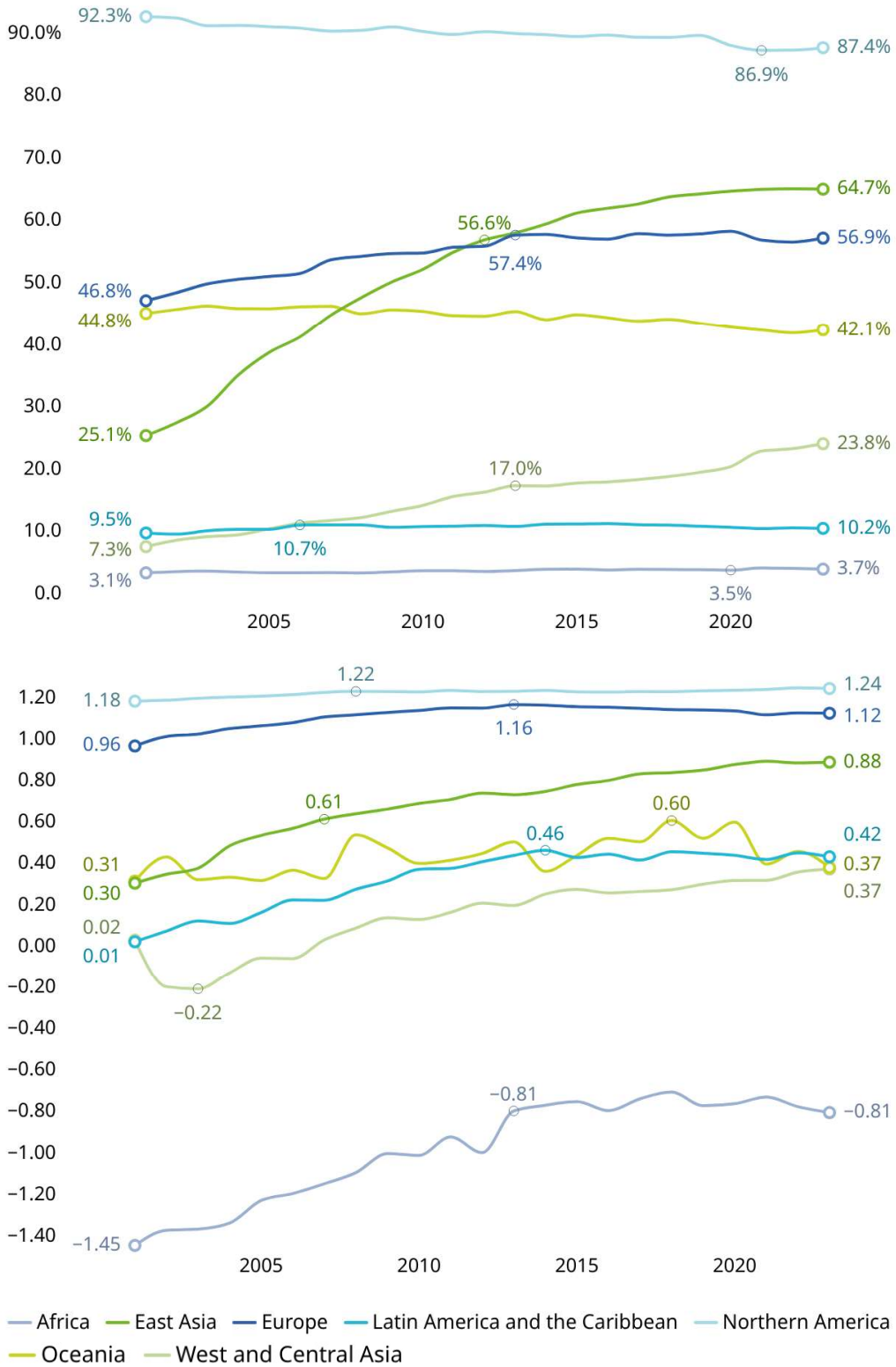
3) 원 보고서에서는 경제 복잡성 지수(Economic Complexity Index, ECI)를 사용하여 생태계 복잡성을 측정하며, 한 국가에서 다양한 상품을 생산하고 상품이 세계적으로 희소할수록 높은 값을 가짐(자세한 내용은 참고자료 확인)



주) 「Innovation Capabilities Outlook 2026」에서 발췌 후 저자 재구성

[그림 3] 생태계 복잡성과 1인당 GDP의 관계(2023년)

- 2023년 기준 세계 혁신생태계의 절반 이상(54%)이 다양한 분야에서 혁신역량을 갖추게 되었으며, 복잡성도 증가하고 있는 상황에서 동아시아의 성장이 두드러짐
  - 동아시아는 2023년 64.7%의 분야에서 혁신역량을 보유한 것으로 분석되며, 2001년 25.1%에 비해 39%p 이상 성장해 지역별 성장률 중 최대 규모
  - 지난 20년간 오직 30%의 국가만이 생태계 복잡성이 증가하였으며, 같은 기간 1인당 GDP가 성장한 국가가 68%임을 고려 시 혁신역량 구축이 경제 성장보다 어려운 것으로 평가
  - 생태계 복잡성의 측면에서도 동아시아(0.88)의 성장\*이 확인하였으며, 유럽(1.12)과 북미(1.24)와의 격차를 줄이며 양적 성장분 아니라 진보한 혁신생태계로 성장했음을 시사
- \* 동아시아 복잡성 지수 2001년 0.3 → 2023년 0.88



주) 「Innovation Capabilities Outlook 2026」에서 발췌 후 저자 재구성

[그림 4] 지역별 평균 혁신생태계 다양성(위) 및 복잡성(아래)(2001~2023년)

### 3 혁신역량 발전 전략

- 전략적 역량 다각화를 위해서는 다양성을 확보하는 동시에 생태계 복잡성 증가가 요구되며, 빠르게 성장하는 국가들의 경우 두 역량을 함께 확보하며 성장
  - 혁신역량 증가를 위해 개인 측면에서는 전문화(specialize), 생태계 측면에서는 다양한 팀과의 협업하는 다각화(diversify)가 함께 요구됨
    - ※ 빠른 지식 성장에 따라 혁신에 필요한 지식이 더욱 다양하고 복잡해지면서 개인의 수준에서 넓은 영역을 모두 숙련하기를 기대하는 것은 불가능해짐
  - 덜 다각화된 생태계는 보유한 역량과 유사한 혁신역량을 습득하는 경향이 있으나, 더 다각화된 생태계는 기존에 보유한 지식기반을 넘어선 분야에서 혁신역량을 습득



주1) 「Innovation Capabilities Outlook 2026」에서 발췌 후 저자 재구성

주2) 진입까지의 거리는 새로운 역량을 숙련할 당시 해당 국가가 보유하지 않았던 관련 분야의 점유율로, 거리가 멀수록 위험부담이 있는 분야를 습득했음을 의미

[그림 5] 생태계 다양성과 새롭게 습득한 역량까지의 거리(2018~2023년)

- 다양성과 복잡성을 동시에 확보한 국가의 숫자는 지난 10년간 감소하였으나 양쪽을 모두 상실한 국가는 오히려 증가
  - 빠르게 성장하는 국가\*들의 경우 지난 10년간 일관되게 복잡한 역량으로 다각화하는 모습
    - \* 중국, 인도네시아, 베트남이 지난 10년 중 8년 동안 다양성과 복잡성을 동시에 확보
  - 미국과 같이 이미 상당히 다각화된 국가는 새로운 역량을 습득하지 못했으나 가치가 낮은 쪽을 덜어내는 전략을 통해 대부분의 기간 동안 복잡성을 증가시킴

〈표 4〉 주요국의 역량 다각화 전략 결과 집계(2014~2023년)

국가	모두 확보	복잡성만 확보	다양성만 확보	모두 미확보
중국	8	0	2	0
인도네시아	8	0	2	0
베트남	8	1	1	0
...				
한국	4	2	3	1
...				
미국	0	7	1	2

주1) 「Innovation Capabilities Outlook 2026」 원데이터를 바탕으로 재구성

주2) 표 내 수치는 2014~2023년 기간(10년) 중 복잡성/다양성을 달성한 햇수를 집계한 값

- 한국의 2018년~2023년 사이 다양성(60%)\*과 새롭게 습득한 분야와의 거리(0.24)\*\*는 고소득 국가의 평균에 비해 높았으며, 최근 10년 기간 중 9년 동안 다양성 혹은 복잡성을 확보하며 역량을 다각화한 것으로 나타남

\* 소득 분류별 다양성 평균치: (전체 국가) 15%, (고소득) 36%, (중상위소득) 8%, (중하위소득) 4%, (하위소득) 1%, (미분류) 2%

\*\* 소득 분류별 진입까지의 거리 평균치: (전체 국가) 0.16, (고소득) 0.21, (중상위소득) 0.16, (중하위소득) 0.13, (하위소득) 0.13, (미분류) 0.19

- 다각화에 대한 대안으로 전문화를 강화할 수 있으며, 최근 중국, 인도, 베트남 등에서 복잡성과 전문화를 확보한 햇수가 많이 집계됨

- 매년 40%가량의 혁신생태계가 복잡성과 전문화<sup>4)</sup>를 동시에 확보하는 데에 성공하였으며, 이미 입지를 확고히 한 선도국이 다양성을 상실하더라도 경쟁력을 유지할 수 있는 이유

- 2020년에는 팬데믹으로 두 가지를 동시에 확보하는 경우가 확연히 감소했으나 2022년 이후 다시 회복되고 있음

- 중국, 인도, 베트남은 2014~2023년 기간(10년) 중 복잡성과 전문화를 모두 달성한 햇수가 8회 이상으로 집계되어, 한국(5회)이나 미국(2회) 대비 높음

4) ECI(생태계 복잡성)는 특정 국가에서 수행되는 모든 분야에 동등한 가중치를 부여하는 데 반해, 복잡성 최적화(Optimization)는 분야별 산출물 비중으로 가중치를 부여하여 계산. ECI와 Optimization 값의 차이를 통해 국가가 복잡한 분야에 집중하고 있는지 파악(자세한 내용은 참고자료 확인)

$$Optimization_c = \sum_p \frac{X_{cp}}{X_c} \times PCI_p$$

〈표 5〉 주요국의 역량 전문화 전략 결과 집계(2014~2023년)

국가	모두 확보	복잡성만 확보	전문화만 확보	모두 미확보
중국	8	0	1	1
인도	8	0	2	0
베트남	8	1	0	1
...				
한국	5	1	4	0
...				
미국	2	5	0	3

주1) 「Innovation Capabilities Outlook 2026」 원데이터를 바탕으로 재구성

주2) 표 내 수치는 2014~2023년 기간(10년) 중 복잡성/전문화를 달성한 햇수를 집계한 값

## 4 세계 혁신 기회

□ 잠재된 혁신 기회를 식별하기 위해서는 두 가지 상호보완적 관점이 필요: ① 개별 국가가 어디서 역량을 전략적으로 확장할 수 있는지, ② 세계 혁신 시스템이 어디서 체계적 격차를 드러내는지

### 1) 개별 국가가 어디서 역량을 전략적으로 확장할 수 있는지

□ 이를 위해서는 신규 분야와 보유하고 있는 지식 기반과의 근접성, 신규 분야에 숙달하기 위해 요구되는 복잡성에 대한 검토가 필요

○ 모든 분야가 동등한 수준으로 접근가능한 것이 아니므로 현재 강점과 밀접하게 연관된 역량을 발전시켜 다각화하는 것이 더욱 유리

○ 생태계의 유형에 따라 새롭게 숙련하기에 유리한 역량에 차이가 있으며, 성공적인 다각화를 위해서는 생태계의 발전 수준과 목표를 고려해야 함

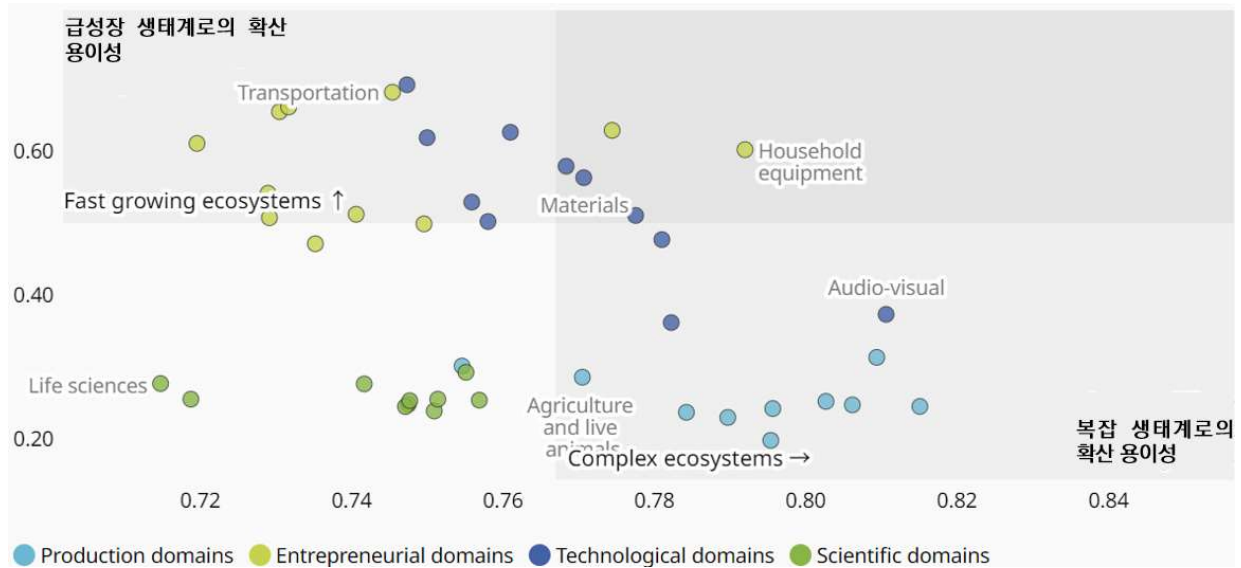
- (차원별) 과학 역량은 가장 접근이 쉬운 진입점으로, 복잡성이 부족한 국가에 적합 / 기업가정신 역량은 복잡성이 낮고 빠르게 성장하는 생태계에 가장 적합 / 생산 역량은 복잡성은 높으나 무난한 성장 속도를 요구 / 기술 역량의 경우 복잡하고 빠른 기술적 성장을 가진 국가에 적합 (아래 그림5 참고)

※ 원 보고서에서 생태계 복잡성이 높은 국가와 연관도가 높은 분야는 “복잡한 생태계로의 확산 용이성이 높다”, 성장률이 큰 국가와 연관도가 높은 분야는 “급성장 생태계로의 확산 용이성이 높다”고 해석<sup>5)</sup>

- (분야별) 정교한 분야의 경우 선도하는 국가에 기회가 집중되는 반면 비교적 간단한 분야에서는 개발도상국도 접근하기에 유리해지고 있음

5) 확산 용이성은 복잡성 전망 지수(Complexity Outlook Index, COI)와 성장 전망 지수(Growth Outlook Index, GOI)로 계산되며, 복잡한 생태계로의 확산 용이성은 특정 분야가 복잡한 생태계의(ECI가 높은) 국가들과 얼마나 가까운지, 급성장 생태계로의 확산 용이성은 특정 분야가 빠르게 성장하는(최근 산출물의 성장률이 큰) 국가들과 얼마나 가까운지를 측정하여 산출(자세한 내용은 참고자료 확인)

※ 역량 복잡성이 높은 분야에서는 독일, 오스트리아, 프랑스 등 기존 강대국이 가장 접근하기 유리한 것으로 매칭된 반면, 비교적 복잡성이 낮은 분야에서는 튀르키예, 말레이시아 등 국가들도 매칭되었음



주) 「Innovation Capabilities Outlook 2026」에서 발췌 후 저자 재구성

[그림 6] 차원별 생태계 유형에 따른 확산 용이성(2023년)

## 2) 세계 혁신 시스템이 어디서 체계적 격차를 드러내는지

□ 복잡성이 높은 분야에서의 격차\*에 우선순위를 두어 혁신 기회를 파악해야 하며, 대부분의 국가가 미개척 잠재력\*\*을 가지고 있고 특히 기술 차원에서 상당수의 기회를 놓친 것으로 확인

\* 여기서 격차는 한 국가가 생산할 수 있을 것으로 기대되는 산출물의 양과 실제로 생산된 산출물 간 차이를 의미

\*\* 미개척 잠재력은 기대치와 실제 산출물 간의 격차에 해당하는 영역으로, 산출할 잠재력을 가지고 있으나 개척되지 못한 부분을 의미

○ 기술 차원에서 단 10%의 국가만이 잠재력(이론적 기대치<sup>6)</sup>)을 넘어서는 특허를 산출한 것으로 나타났음

- 상표의 경우 27%, 수출의 경우 30%, 과학출판물의 경우 32% 국가가 기대치를 충족

○ 기술 차원에서의 잠재력에 대한 지역적 패턴을 확인한 결과, 동아시아와 북미에서만 일관적으로 기대치를 능가하는 모습을 보이며 글로벌 격차를 보였음

※ 2023년 기준 북미는 기대 산출량을 160%, 동아시아는 131% 달성하였으며, 두 지역은 기술 차원에 있어 2001~2023년 내내 기대 이상의 성과를 달성

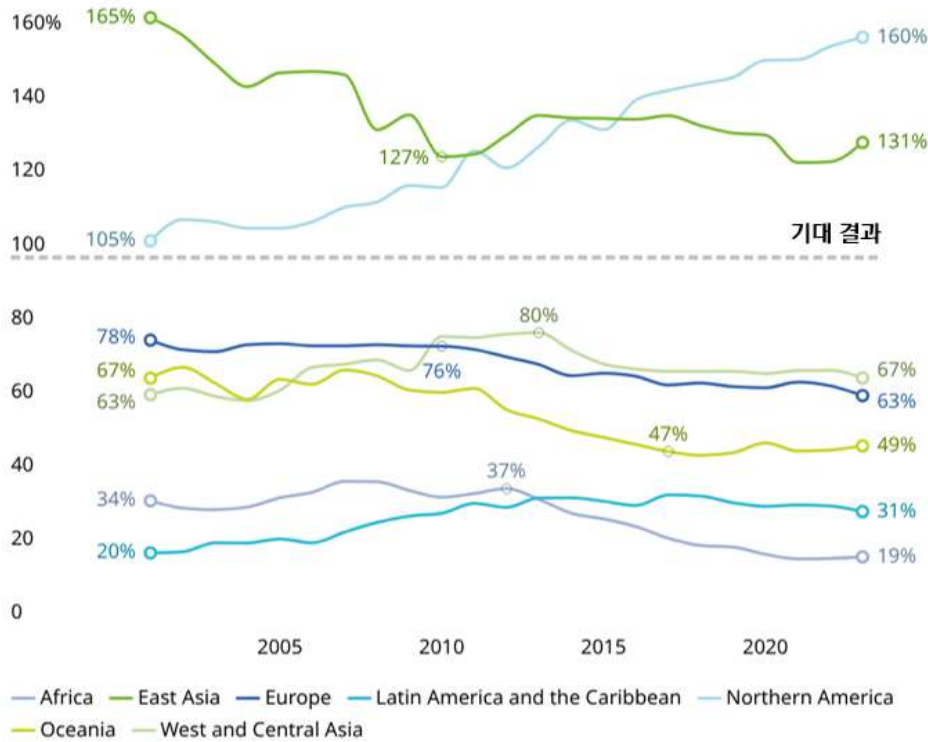
6) 기대 결과 (Expected Outcome): 한 국가(c)가 생산한 연관 분야(p)에서의 산출물을 바탕으로, 특정 분야(t)에서 이론적으로 달성할 수 있는 기대 산출량(자세한 내용은 참고자료 확인)

$$T_t^X = T_t \frac{\sum_p X_{cp} \phi_{pt}}{\sum_p X_p \phi_{pt}}$$

X: 산출량,  $\phi$ : 서로 다른 두 분야가 연관된 정도

- 다만 북미는 상승세를 보이는 반면 아시아는 하락세를 보였으며, 이는 북미의 경우 역량을 정교한 특허로 전환하는 능력을 강화하였지만, 아시아는 전반적인 강점을 유지하였음에도 기존 역량을 복잡한 기술 혁신으로 전환하는 효과성은 약해졌음을 시사

○ 첨단기술혁신의 잠재력을 실현하기 위해서는 과학 및 제조 역량을 보유하는 것을 넘어 정교한 제도적 프레임워크가 필요



주) 「Innovation Capabilities Outlook 2026」에서 발췌 후 저자 재구성

[그림 7] 지역별 혁신생태계의 기술 잠재력 도달 수준(2001~2023년)

□ 서로 다른 유형의 혁신역량은 상호 보완적으로 작용하여 잠재력을 만들어내며, 전반적으로 생산 (34%)과 과학(25%) 역량이 잠재력에 크게 기여한 것으로 나타났으나 그 패턴은 지역별로 상이

○ 중남미의 경우 과학 및 생산에 기반한 시스템으로\*, 기초 연구나 제조에는 강하나 이 역량을 창업이나 기술적 돌파구로 전환하는 데 어려움을 겪고 있는 것으로 확인

\* 모든 차원에서 과학 역량이 잠재력의 40% 이상 기여, 생산 역량은 25% 이상 기여

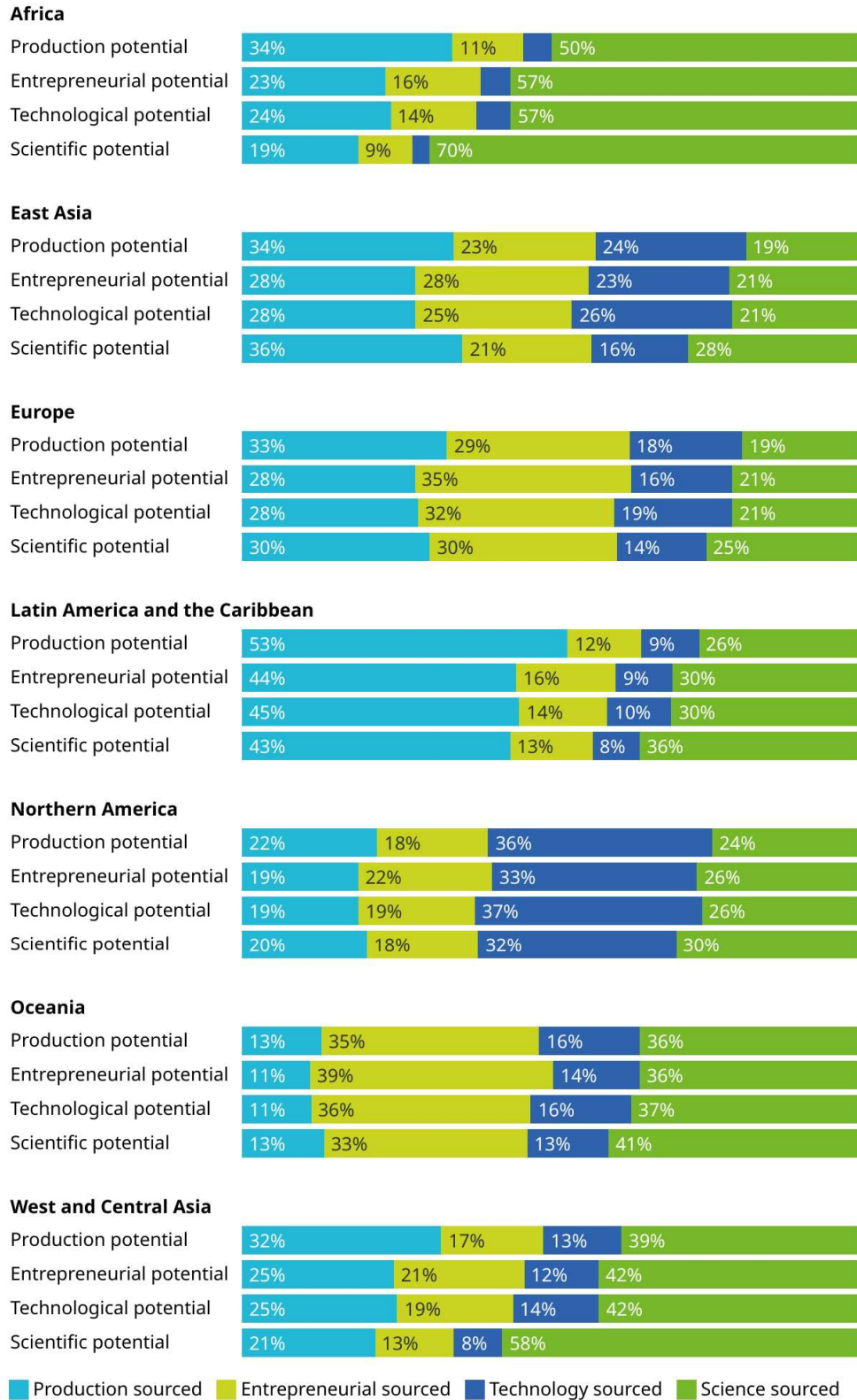
○ 북미의 경우 가장 균형 잡힌 혁신생태계를 보여주고 있으며, 기술 역량이 비교적 높은 기여도를 보이거나(30% 이상) 다른 역량에서도 유의미한 기여가 유지되고 있음

- 각 혁신 잠재력이 모두 다양한 원천에서 균등하게 유입되고 있으며, 이는 정교한 지식 흐름을 시사

○ 아프리카의 경우 모든 차원에서 과학 역량이 50% 이상 기여하며 과학 역량에 많이 의존하고 있는 것으로 확인

- 다른 차원에서는 낮은 다양성을 보이며, 과학적 기반은 비교적 강하나 사업화 역량이 부족

- 유럽 및 오세아니아의 경우, 기업가정신 역량이 대부분의 차원에서 30% 이상 기여하며 기업가정신 역량에 다소 집중된 모습
- 동아시아의 경우에는 비교적 균형 잡힌 프로필을 보이고 있으나 생산 역량이 비교적 높은 기여도를 보임(30% 내외)



[그림 8] 지역별 혁신 잠재력의 원천(2023년)

- 각 혁신 영역에서 미개척 잠재력의 지역별 점유율을 확인한 결과, 유럽 생태계가 복잡 역량에서 가장 많은 기회를 놓친 것으로 확인
  - 유럽은 제조 시스템, 전자공학, 물리학 장비, 화학 등 첨단(advanced) 영역의 미개척 잠재력의 87~90%를 차지해 복잡한 기술 분야에서 상당수의 기회를 놓친 것으로 나타났으며, 이는 유럽의 강력한 과학 및 생산 기반이 복잡 기술 혁신에 이용되지 못하고 있음을 시사
  - 동아시아는 화학, 연구서비스, 제조 등 중간 복잡성의 기업가정신 및 생산 영역에서 잠재력이 개척되지 못한 것으로 확인
    - ※ 동아시아는 화학 및 제약(과학), 화학물질(기업가정신), 화학물질 및 제약(생산) 영역 내 미개척 잠재력의 각각 73%, 51%, 50%를 차지하였으며, 연구 및 기술(기업가정신) 영역에서는 미개척 잠재력의 54%를 차지
  - 아프리카의 경우 농업, 원자재, 기초 생산 활동 같은 낮은 복잡성 영역에서 미개척 잠재력이 상당수 집중되었음
    - ※ 아프리카는 플라스틱, 고무 및 가죽(생산), 원자재 및 광업(생산) 등 영역에서 미개척 잠재력의 46%, 24%를 차지
- 혁신정책에 있어 모든 곳에 동일하게 적용될 수 있는 하나의 해답은 없으며, 지역별로 그에 적합한 전략을 구성해야 함
  - 유럽은 사업화 기반 및 기술 전환 메커니즘의 개선, 아시아는 시장 연계와 비즈니스 발달 지원에의 정책적 개입, 아프리카는 기초 역량 건설에 집중하여 더욱 복잡한 활동으로 서서히 건설해 나가는 과정이 필요함을 시사

## 5 한국의 혁신 기회

- ICO 2026 보고서 내 분석 결과를 토대로 한국의 혁신역량 강화를 위한 기회를 검토
- 복잡 분야에서의 차원별 혁신 기대치 대비 달성률을 확인한 결과, 한국의 경우 상표(84.9%)와 과학출판물(62.5%)에서 잠재력에 미치지 못한 것으로 확인
  - 전체적으로 약 86.9%의 달성률을 보였으며, 수출 및 특허 부문에서는 혁신 기대치를 달성

국가	수출	상표	특허	과학출판물
중국	100%	100%	93%	100%
독일	100%	93%	95%	85%
스웨덴	80%	100%	91%	100%
스위스	100%	100%	63%	96%
미국	71%	87%	100%	100%
네덜란드	100%	99%	57%	95%
한국	100%	85%	100%	62%
캐나다	95%	49%	100%	100%
조지아	100%	92%	50%	100%
프랑스	67%	100%	76%	93%

주) 「Innovation Capabilities Outlook 2026」에서 발췌 후 저자 재구성

[그림 9] 국가별 복잡 분야에서의 혁신 잠재력 달성 수준(2023년)

□ 한국의 혁신생태계 발전 수준을 고려하여 가장 기대하기 좋은 다각화 기회는 대부분 기술 관련 분야에서 확인됨(상위 10개 중 9개)

○ 기술 차원의 엔진 및 수송, 기계 영역에서 각각 4건으로 가장 많이 나타났으며, 나머지는 가정 설비(기업가정신), 반도체 및 광학(기술) 영역에서 나타남

<표 6> 한국에서 가장 유리한 다각화 기회 상위 10개(2023년)

차원	영역	분야	연관도 <sup>7)</sup>	역량 복잡성 순위
기술	Machines	Electrical discharge machining	53.7%	7
기술	Machines	Printing surface manufacturing	53.2%	5
기업가 정신	Household equipment	Heating, cooling, and climate control devices	51.6%	3
기술	Engines and transport	Jet engines	53.0%	18
기술	Machines	Printing plates	53.2%	22
기술	Engines and transport	Fluidic controls	53.5%	36
기술	Machines	Spinning and twisting	52.1%	16
기술	Engines and transport	Railway suspension	52.4%	23
기술	Engines and transport	Railway traffic control	52.3%	28
기술	Semiconductors and optics	Photographic materials	53.2%	42

주1) 「Innovation Capabilities Outlook 2026」 원데이터를 바탕으로 재구성

7) 보고서 내 연관도는 밀도를 의미하며, 밀도(Density,  $d_{ci}$ )는 국가에서 보유하고 있는 역량과 특정 분야에서 요구되는 역량 간의 중복 정도를 측정(자세한 내용은 참고자료 확인)

$$d_{ci} = \frac{\sum_i M_{ci} \phi_{ii'}}{\sum_i \phi_{ii'}}$$

- 분야별로 해당 분야를 발전시키기에 가장 유리할 것으로 기대되는(연관도가 높은) 국가를 선정한 결과, 한국이 97개 분야<sup>8)</sup> 에서 매칭되었으며, 기업가정신(47개) 및 과학(35개) 차원에서 가장 많이 선정됨
- 가장 많은 분야와 매칭된 국가는 오스트리아로 355개 분야에서 가장 숙련 가능성이 높은 국가로 선정되었으며, 그 뒤로 스위스(240개), 독일(218개), 스웨덴(175개), 일본(144개), 프랑스(128개), 체코(104개), 슬로베니아(99개), 한국(97개), 네덜란드(96개) 순
  - 해당 국가들은 모두 높은 다양성을 가진 국가들로\*, 이는 다각화된 생태계일수록 보유 지식과 거리가 먼 분야로의 전략적 도약이 유리하다는 ICO 분석 결과와 연결됨
  - \* 매칭 상위 국가들의 다양성 및 순위: 오스트리아(75%, 8위), 스위스(69%, 12위), 독일(85%, 3위), 스웨덴(72%, 9위), 일본(65%, 14위), 프랑스(76%, 6위), 체코(61%, 17위), 슬로베니아(49%, 26위), 한국(60% 19위), 네덜란드(77%, 4위)
- 연관도가 가장 높은 국가로 한국이 선정된 분야는 기업가정신 차원의 건설 영역(18개)에서 가장 많이 확인되었으며, 과학 차원에서는 농업 및 환경 과학(9개), 사회 과학(9개) 영역에서 숙련 가능성이 높은 분야들이 비교적 많이 확인되었음

---

8) 참고 표 1

〈표 7〉 한국이 가장 적합한 국가로 선발된 혁신 분야의 영역별 개수(2023년)

차원	영역	매칭된 숫자
기업가정신	Business services	1
	Chemicals	6
	Clothing	6
	Construction	18
	Household equipment	4
	Leisure and education	3
	Research and technology	7
	Transportation	2
	소계	47
과학	Agricultural and environmental sciences	9
	Business and economics	1
	Chemistry and pharmaceuticals	2
	Computer science	1
	Life sciences	4
	Medical and health sciences	2
	Physical sciences and mathematics	3
	Psychology and neuroscience	4
	Social sciences	9
	소계	35
생산	Base metals and metal products	3
	Chemicals and pharmaceuticals	2
	Machinery and transportation	1
	Plastics, rubber and leather	2
	소계	8
기술	Biopharma	1
	Chemicals	1
	Civil engineering	1
	Engines and transport	2
	Machines	2
	소계	7
<b>총계</b>		<b>97</b>

주) 「Innovation Capabilities Outlook 2026」 원데이터를 바탕으로 재구성

- 결과를 종합해 보았을 때, 한국이 격차를 보였던 과학 및 기업가 차원에서 역량 발전 가능성이 높은 분야들이 다수 확인되었으므로, 해당 분야 내 과학적 기반 구축 및 사업화 지원 등 정책적 개입을 통해 기대를 실현할 수 있을 것으로 기대
- 한국이 잠재력과 가장 큰 격차를 보였던 과학 차원의 경우 35개 분야에서 한국이 발전을 기대하기 좋은 국가로 매칭되었음
  - 과학 차원에서는 농업 및 환경 과학, 사회 과학 영역에서 많은 기회(9개 분야)를 확인되었으며 생명 과학 영역에서도 4개 분야에서 한국이 역량 발전시킬 기회가 있는 것으로 확인
  - 특히, 한국과 매칭된 농업 및 환경 과학 영역 내 분야\*와 생명 과학 영역 내 분야\*\*가 서로 관련되어 있어 두 영역을 함께 연계하여 발전시킬 수 있을 것으로 기대됨
    - \* Insect biodiversity and evolutionary phylogenetics, Evolutionary patterns and phylogenetic analysis across species 등
    - \*\* DNA barcoding and species identification research, Genetic variation and its implications in health and evolution 등
- 마찬가지로 격차를 보였던 기업가 차원의 경우 47개 분야에서 한국이 발전을 기대하기 좋은 국가로 매칭되었음
  - 건설 영역 내에서 가장 많은 기회(18개 분야)가 확인되었으며, 그 외에도 연구 및 기술, 화학, 의료 영역 내에서도 상당한 사업화 기회가 있는 것으로 확인
  - 건설 영역의 경우 비교적 역량 복잡성도 높아\*, 해당 영역에서의 역량 확보는 양적 성장뿐 아니라 전체적인 생태계 복잡성 성장에도 기여할 수 있을 것으로 보임
    - \* 한국과 매칭된 건설 영역 내 분야(18개) 중 17개가 역량 복잡성 상위 50% (7개는 상위 25%)에 해당되었으며, 한국과 매칭된 타 분야들과 비교해도 상대적으로 높은 복잡성을 보였음
- 격차가 발생한 것은 잠재력은 보유하고 있으나 충분히 개척되지 못한 것을 의미하므로, 앞으로 보유한 관련 역량을 잘 활용하면 새로운 성과를 창출할 수 있을 것으로 기대

〈참고 표 1〉 한국이 가장 발전시키기 유리한 국가로 선정된 97개 혁신 분야(2023년)

분야(영문)	영역	차원	연관도	역량 복잡성 순위
Power transmission belts	Engines and transport	기술	51.90%	45
Fluid flow control	Engines and transport	기술	52.40%	59
Roofs and gutters	Civil engineering	기술	51.90%	63
Paper container manufacturing	Machines	기술	52.20%	72
Non-metallic seals, gaskets, and washers	Construction	기업가 정신	52.20%	196
Plastic-based construction and landscaping materials	Construction	기업가 정신	52.30%	250
Risk, safety, security, and compliance consulting	Research and technology	기업가 정신	52.70%	303
Particle board manufacturing	Machines	기술	52.40%	344
Advisory and consultancy services provision	Construction	기업가 정신	52.40%	361
Hospitality and food service provision	Research and technology	기업가 정신	51.80%	375
International relations, diplomacy, and cultural exchange	Social sciences	과학	53.40%	379
Plastic fixtures and construction accessories	Household equipment	기업가 정신	52.60%	461
Non-metallic hardware and fittings	Household equipment	기업가 정신	52.50%	497
Interdisciplinary exploration of consciousness and perception	Psychology and neuroscience	과학	52.50%	499
Planting and sowing	Chemicals	기술	52.50%	514
Construction and structural materials/components	Construction	기업가 정신	51.90%	533
Marine vehicles and boat components	Transportation	기업가 정신	53.10%	540
Engineered and processed wood building materials	Construction	기업가 정신	52.20%	562
Building and construction sealants and barriers	Construction	기업가 정신	52.20%	577
Metal pipes and fittings products	Construction	기업가 정신	52.50%	580
Intellectual property and technology licensing	Research and technology	기업가 정신	53.00%	608

분야(영문)	영역	차원	연관도	역량 복잡성 순위
Non-plastic padding and filling materials	Clothing	기업가 정신	53.30%	625
Interdisciplinary studies in space exploration and astrobiology	Physical sciences and mathematics	과학	52.70%	653
Non-metallic pipes, tubes, and fittings	Construction	기업가 정신	52.20%	656
Traffic control equipment	Machinery and transportation	생산	51.90%	700
Clinical and genetic aspects of various tumors	Medical and health sciences	과학	52.40%	703
Metal structural and utility products	Construction	기업가 정신	52.20%	722
Lubricating preparations	Chemicals and pharmaceuticals	생산	52.50%	734
Class 22: ropes, nets, miscellaneous goods	Clothing	기업가 정신	52.80%	754
Stellar and planetary formation and evolution	Physical sciences and mathematics	과학	52.40%	765
Non-paper table linens and accessories	Clothing	기업가 정신	53.40%	781
Steel springs	Base metals and metal products	생산	51.90%	785
Colorants, pigments, and coloring agents	Chemicals	기업가 정신	53.00%	809
Wood protection and preservation products	Chemicals	기업가 정신	53.00%	828
Non-metal storage and packaging containers	Household equipment	기업가 정신	52.70%	834
Territorial development and sustainability across regions	Social sciences	과학	51.70%	869
Non-metallic prefabricated and transportable structures	Construction	기업가 정신	52.10%	870
Building and maintenance chemical materials	Chemicals	기업가 정신	52.90%	877
Advancements in spectroscopy and proteomics techniques	Chemistry and pharmaceuticals	과학	52.40%	909
Quantum mechanics and coherence in various systems	Physical sciences and mathematics	과학	52.80%	917
Metal construction materials and structures	Construction	기업가 정신	52.40%	921
Building and road surface materials	Construction	기업가 정신	52.30%	951
Dairy products	Biopharma	기술	52.90%	962

분야(영문)	영역	차원	연관도	역량 복잡성 순위
Vulcanized rubber sheets	Plastics, rubber and leather	생산	52.00%	985
Machine knife blades	Base metals and metal products	생산	52.10%	988
Construction materials: cement, concrete, mortar	Construction	기업가 정신	52.30%	994
Stone, mineral, and ceramic building materials	Construction	기업가 정신	52.40%	1003
Professional advisory and consulting services	Research and technology	기업가 정신	53.10%	1031
Agricultural and horticultural chemical products	Chemicals	기업가 정신	52.90%	1047
Cloud and saas application hosting services	Research and technology	기업가 정신	53.40%	1083
Online information and web services solutions	Research and technology	기업가 정신	53.50%	1085
Metal cables, wires, and accessories	Construction	기업가 정신	52.50%	1118
Pedagogical strategies and learning environment impact	Social sciences	과학	52.80%	1128
Metal goods and hardware products	Construction	기업가 정신	52.80%	1189
Metal containers and storage solutions	Construction	기업가 정신	52.70%	1225
Printed promotional and informational materials	Leisure and education	기업가 정신	53.70%	1260
Financial sponsorship and funding services	Business services	기업가 정신	53.60%	1282
Surfactants and polymers: computational chemistry and physics	Chemistry and pharmaceuticals	과학	53.80%	1291
Jewelry and gemstones (natural and synthetic)	Clothing	기업가 정신	53.80%	1339
Candles and wicks for lighting	Chemicals	기업가 정신	53.40%	1375
Vehicles and locomotion equipment	Transportation	기업가 정신	53.80%	1376
Floor coverings and flooring materials	Clothing	기업가 정신	53.40%	1407
Non-construction glass goods and materials	Household equipment	기업가 정신	53.70%	1411
Art and craft supplies and materials	Leisure and education	기업가 정신	53.90%	1446

분야(영문)	영역	차원	연관도	역량 복잡성 순위
Interdisciplinary studies in information theory and security	Computer science	과학	53.20%	1467
Bedding and bed linen products	Clothing	기업가 정신	53.50%	1478
Innovation, education, and social impact in a global context	Social sciences	과학	52.70%	1509
Raw and semi-finished metal materials	Construction	기업가 정신	52.80%	1542
Global trends and reforms in higher education	Social sciences	과학	52.80%	1552
Lacquers and varnishes for surface protection	Chemicals	기업가 정신	53.60%	1579
Language and cognitive development across modalities	Psychology and neuroscience	과학	52.80%	1677
Stable isotopes applications in trophic ecology	Agricultural and environmental sciences	과학	53.30%	1873
Perception and communication in societal risk management	Social sciences	과학	52.80%	1888
Human evolution: cultural and biological perspectives	Social sciences	과학	52.30%	1889
Scientific and electronic measuring instruments	Research and technology	기업가 정신	54.10%	1899
Sports and recreational services and facilities	Leisure and education	기업가 정신	54.10%	1919
Plastic pipes and tubes	Plastics, rubber and leather	생산	52.70%	1922
Globalization, sustainability, and economic development studies	Social sciences	과학	53.40%	1942
Advancements in geophysical exploration techniques	Agricultural and environmental sciences	과학	55.10%	1946
Genetics and communication in sex differentiation	Life sciences	과학	53.90%	1986
Water-based paints	Chemicals and pharmaceuticals	생산	52.60%	2006
Geodynamics, tectonics and seismic activity studies	Agricultural and environmental sciences	과학	53.90%	2030
Evolutionary patterns and phylogenetic analysis across species	Agricultural and environmental sciences	과학	52.20%	2052
Transnational experiences and diasporic identities	Social sciences	과학	52.10%	2098
Insect biodiversity and evolutionary phylogenetics	Agricultural and environmental sciences	과학	52.90%	2141

분야(영문)	영역	차원	연관도	역량 복잡성 순위
Invasive species: impact, control, and ecological consequences	Agricultural and environmental sciences	과학	52.80%	2215
Plant hormones and interactions in ecosystems	Agricultural and environmental sciences	과학	53.40%	2223
Social cognition and intelligence across species and systems	Psychology and neuroscience	과학	53.60%	2269
Genetic and clinical aspects of blood disorders	Medical and health sciences	과학	55.10%	2302
Genetic variation and its implications in health and evolution	Life sciences	과학	54.10%	2311
Iron and steel scrap	Base metals and metal products	생산	50.40%	2332
Fiscal policy, taxation, and economic implications research	Business and economics	과학	54.00%	2351
DNA barcoding and species identification research	Life sciences	과학	54.40%	2352
Sustainability, climate change, and resource management	Agricultural and environmental sciences	과학	53.80%	2371
Impacts and conservation of freshwater biodiversity	Agricultural and environmental sciences	과학	52.30%	2382
Immunology and disease treatment research	Life sciences	과학	51.90%	2392
Mental health: impact, challenges, and treatment	Psychology and neuroscience	과학	53.80%	2401

## ICO 2026: Technical Notes 주요 계산식 설명

- 계산식은 국제 무역 데이터(X)를 기준으로 표현하였으나, X(수출)를 P(특허), S(과학출판물), E(상표)로 확장하여 적용 가능

### 1. 기본 역량 관련 지표

- 현시비교우위 (Revealed Comparative Advantage, RCA): 특정 국가(c)가 특정 혁신 분야(i)에서 다른 국가에 비해 상대적으로 우위를 가졌는지 결정

$$RCA_{ci} = \frac{X_{ci}/X_i}{X_c/X_W} = \frac{X_{ci}/X_c}{X_i/X_W} = \frac{X_{ci}X_W}{X_cX_i}$$

$X_{ci}$ : 국가 c의 분야 i에서의 수출량,  $X_i$ : 분야 i의 전 세계 수출량,  $X_c$ : 국가 c의 전체 수출량,  $X_W$ : 전 세계 총 수출량

- 다양성 (Diversity,  $k_{c,0}$ ): 한 국가가 역량을 충분히 확보했다고 판단되는 분야의 수를 측정

$$k_{c,0} = \sum_i M_{ci}$$

$M_{ci}$ : presence/absence 행렬로  $RCA_{ci} \geq 1$ 인 경우 1, 아닐 경우 0인 이진(binary) 행렬

- 보편성 (Ubiquity,  $k_{i,0}$ ): 특정 분야(i)에서 역량을 보유하고 있는 국가의 수를 측정

$$k_{i,0} = \sum_c M_{ci}$$

### 2. 복잡성 관련 지표

- 경제 복잡성 지수 (Economic Complexity Index, ECI): 국가의 고도화 및 지식 축적 수준을 측정하며, 한 국가가 다양한 영역의 복잡한 산출물을 생산할 수 있는 능력을 측정. 한 국가에서 다양한 상품을 생산하고 상품이 세계적으로 희소할수록 높은 값을 가짐. ICO 2026 보고서에서 생태계 복잡성으로 표현

- 상품 복잡성 지수 (Product Complexity Index, PCI): 특정 상품의 복잡성을 측정하며, ECI와 상호의존적으로, 해당 상품을 생산하는 국가의 복잡성이 높고 희소할수록 높은 값을 가짐. ICO 2026 보고서에서 역량 복잡성으로 표현

아래와 같은 반복적 과정으로서 측정하며,

$$k_{c,n} = \frac{1}{k_{c,0}} \sum_i M_{ci} k_{i,n-1} \quad \text{and} \quad k_{i,n} = \frac{1}{k_{i,0}} \sum_c M_{ci} k_{c,n-1}$$

국가 간 차이를 유발하는 요소에 집중할 경우 아래와 같이 표현할 수 있다.

$$ECI_c = \frac{\gamma}{k_{c,0}} \sum_i M_{ci} PCI_i \quad \text{and} \quad PCI_i = \frac{\gamma}{k_{i,0}} \sum_c M_{ci} ECI_c$$

$\gamma = (\lambda_2)^{-1/2}$  ( $\lambda_2$ 는 아래에서 정의)

이 식을 행렬방정식으로 표현하면 아래와 같다.

$$ECI = \gamma D^{-1} M P C I \text{ and } P C I = \gamma U^{-1} M^\dagger E C I$$

D(U): 다양성(보편성)을 대각 원소(diagonal elements)로 가지는 대각행렬(diagonal matrix)

$$E C I = \gamma^2 D^{-1} M U^{-1} M^\dagger E C I$$

수학적으로 ECI는 두 번째로 큰 고유값( $\lambda_2$ )의 대응하는 고유벡터로 정의할 수 있으며, 정규화를 거쳐 아래와 같이 표현할 수 있다.

$$E C I_c = \frac{1}{\sqrt{\lambda_2 k_{c,0}}} \sum_i M_{ci} P C I_i \text{ and } P C I_i = \frac{1}{\sqrt{\lambda_2 k_{i,0}}} \sum_c M_{ci} E C I_c$$

$\lambda_2$ : 행렬  $\tilde{M}$ 의 두 번째로 큰 고유값(eigenvalue)

$$\tilde{M} = D^{-1} M U^{-1} M^\dagger$$

이 식을 이용하면 한 국가에서의 ECI와 한 상품에서의 PCI를 비교할 수 있다.

### 3. 연관도 관련 지표

- 연관도 (Relatedness,  $\Phi_{ii'}$ ): 서로 다른 두 분야의 산출물 i와 i'이 얼마나 공통된 역량, 기술, 노하우를 요구하는지 측정

$$\Phi_{ii'} = \frac{\sum_c M_{ci} M_{ci'}}{\max(k_{i,0}, k_{i',0})}$$

- 밀도 (Density,  $d_{ci}$ ): 특정 국가(c)에서 보유하고 있는 역량과 특정 분야에서 산출물을 생산하기 위해 요구되는 역량의 중복 정도를 측정. 한 국가에서의 특정 산출물에 대한 연관도(relatedness)의 점유율을 측정. ICO 2026 보고서에서 연관도로 표현(본 브리프 내 <표 6>, <참고 표 1>)

$$d_{ci} = \frac{\sum_{i'} M_{ci'} \Phi_{ii'}}{\sum_{i'} \Phi_{ii'}}$$

### 4. 잠재력 관련 지표

- 기대 결과 (Expected Outcome): 한 국가(c)가 생산한 연관 분야(p)에서의 산출물을 바탕으로, 특정 분야(t)에서 이론적으로 달성할 수 있는 기대 산출량. ICO 2026 보고서에서는 혁신 잠재력으로 표현

$$T_t^X = T_t \frac{\sum_p X_{cp} \Phi_{pt}}{\sum_p X_p \Phi_{pt}}$$

t: 기술 클래스

- 복잡성 최적화 (Complexity Optimization): ECI가 특정 국가에서 수행되는 모든 분야에 동등한 가중치를 부여한다면, 최적화 값은 PCI에 분야별 산출물 비중으로 가중치를 부여하여 계산. ECI와

복잡성 최적화 값의 차이를 통해 국가가 복잡한 분야에 집중하고 있는지 파악할 수 있음(본 브리프 내 <표 5>)

$$Optimization_c = \sum_p \frac{X_{cp}}{X_c} \times PCI_p$$

- 복잡성 전망 지수 (Complexity Outlook Index, COI): 한 국가가 높은 복잡성의 산출물/기술/분야와 얼마나 가까운지를 측정하는 지표. ICO 2026 보고서에서는 복잡한 분야에서의 다각화 용이성(COI<sub>c</sub>)으로 표현되었으며, 식을 변형하여 복잡한 생태계로의 확산 용이성(COI<sub>p</sub>) 산출(본 브리프 내 [그림 6])

$$COI_c = \sum_p (1 - M_{cp}) d_{cp} PCI_p$$

$$COI_p = \sum_c (1 - M_{cp}) d_{cp} ECI_c$$

- 성장 전망 지수 (Growth Outlook Index, GOI): COI에서 PCI를 성장률로 대체한 지표. ICO 2026 보고서에서는 급성장 분야에서의 다각화 용이성(GOI<sub>c</sub>), 식을 변형하여 급성장 생태계로의 확산 용이성(GOI<sub>p</sub>)으로 표현(본 브리프 내 [그림 6])

$$GOI_c = \sum_p (1 - M_{cp}) d_{cp} g_p$$

$$GOI_p = \sum_c (1 - M_{cp}) d_{cp} g_c^d$$

g<sub>p</sub>: 지난 5년간 p 분야에서의 세계적 산출, d: 차원

## 참고문헌

- World Intellectual Property Organization (WIPO). Innovation Capabilities Outlook 2026. Geneva: WIPO. DOI: 10.34667/tind.59097 (2026).
- Chacua, C., Matha, S. G., Hartog, M., Hausmann, R., Moscatelli, F., Raffo, J., & Yildirim, M. A. Innovation Capabilities Outlook 2026: Technical Notes. World Intellectual Property Organization (WIPO). DOI: 10.34667/TIND.59227 (2026).

## 저자

KISTEP 혁신정보분석센터 김선정 전문관리원 (sunshelby@kistep.re.kr, 043-750-2504)