

*Key to Creative  
Innovation*

KISTEP Issue Weekly

2018-22(통권 제240호)

# 유전알고리즘을 활용한 정부 R&D 예산배분 최적화 방법 개발과 시사점

송 화 연

Key to Creative  
Innovation

KISTEP Issue Weekly

2018-22(통권 제240호)

# 유전알고리즘을 활용한 정부 R&D 예산배분 최적화 방법 개발과 시사점

송 화 연

- I. 검토 배경
- II. 유전알고리즘을 이용한 예산배분 최적화 프로그램 설계
- III. 공공우주 분야 예산배분 최적화 시범적용
- IV. 결론 및 시사점





## 요약

정부는 국가 경쟁력을 강화하고 국민의 삶의 질 향상을 위해 연구개발(R&D) 투자규모를 지속적으로 확대하여 왔다. 하지만 정부 R&D 예산 20조 시대가 도래함에 따라 R&D사업의 대형화·복잡화가 심화되고 있으며, 근래 들어 복지 수요 증가, 일자리 창출 등으로 인해 정부 R&D 예산 규모는 과거와 같이 대폭 확대가 어려운 현실이다. 그러므로 한정된 재원 하에 정부 R&D 투자의 효율성과 투명성을 제고하고 예산을 전략적으로 배분하기 위해서는 과학적이며 객관적인 방법론 도입이 필요하다. 최근 정의가 어려운 비선형 문제의 최적해를 비교적 용이하게 도출할 수 있는 유전알고리즘의 장점이 부각되고 있어, 본고에서는 정부 R&D사업 예산배분 최적인 도출 시 유전알고리즘의 활용 가능성을 살펴보고 이를 공공우주 분야에 적용해 보았다.

유전알고리즘이란 우수한 유전자가 선택되는 과정을 반복하여 최적인을 찾는 방법이다. 본고에서는 유전자형을 총 N개 사업의 예산으로 구성하였고, 사업별 검토결과 점수에 따라 차년도 예산의 증감이 결정되도록 설계하였다. 이때 각 사업별 예산 변동 폭을 전년도 예산의  $\pm 20\%$  내로 유지하고, 동시에 예산 총합의 증감이 전년대비 3% 이내로 유지하는 제약조건을 설정하였다. 이 과정에서 증감분의 분산을 확대하여 예산배분·조정(안)이 전년도와 유사하게 수렴되지 않고 사업검토 결과가 최대한으로 반영되도록 하였다. 위의 설정과 조건들은 각 부처별 또는 분야별 여건에 따라 조정이 가능하며, 해당 조건의 범위가 확장될수록 다양한 예산배분·조정 결과가 도출될 가능성이 높아지게 된다.

상기 최적화 과정에서 사업을 검토하기 위한 기준이 필요하므로 ‘예산배분·조정을 위한 사업 검토항목(안)’을 도출하였다. 동 검토항목은 국가과학기술심의회 예산배분·조정 검토지표, 기술성평가 가이드라인, 예비타당성조사 표준지침, 산·학·연 전문가 자문 등을 종합하여 확정하였다. 총 6개의 대분류(사업추진 근거 및 원동력, 사업목적 및 내용, 예산규모 및 항목 배분, 수행주체·방식, 사업의 성과 및 파급효과, 사업관리)와 17개의 중분류로 구성하였으며, 검토항목 간 가중치는 쌍대비교를 통해 상대적 우선순위를 도출하는 계층화분석(Analytic Hierarchy Process) 기법으로 설정되었다.

이와 같이 설계된 최적화 프로그램을 공공우주 분야(국가과학기술심의회 산하 공공우주 전문위원회에서 검토하는 우주·항공, 해양, 건설·교통, 재난·안전 분야) 정부 R&D사업에 시범

적용해 활용 가능성을 살펴보았다. 공공우주 분야는 사업 검토항목(대분류 기준) 중 ‘사업추진 근거 및 원동력’의 점수가 높게 검토되었는데, 이는 기술 분야의 특성 상 국가계획과의 정합성과 사업의 시급성 및 공공성이 중요하기 때문으로 분석된다. 이러한 사업별 검토결과를 기반으로 최적화 시뮬레이션을 시행하였으며, 사업 검토항목 선택에 따라 상이한 최적 예산배분(안)이 도출되어 매년 변동 가능한 특정 항목의 중요도를 반영할 수 있음을 확인하였다. 또한 부처 지출한도 적용 여부에 따라 최적 예산배분(안)의 차이가 큰 것으로 나타나, 국가 정책 반영 및 목적 달성을 위해서는 정부 R&D사업을 부처별 칸막이 없이 예산배분·조정해야 할 필요가 있는 것으로 분석되었다.

따라서 향후 국가 정책을 효과적으로 이행하기 위해서는 부처별·사업별 예산배분·조정에서 탈피하여 이슈 또는 분야별로 설정된 지출한도 내에서 예산배분·조정을 수행해야 할 것으로 보인다. 이를 위해 데이터의 체계적인 축적과 질적 관리를 통해 의사결정을 위한 기초자료와 근거를 마련해야 한다. 또한 데이터 기반의 계량학적 최적화 방법론 연구를 지속하여 전문가의 의견을 객관화하는 등 예산을 체계적으로 배분하고 조정하기 위한 정부차원의 합리적 방안을 마련할 필요가 있다.

※ 본 Issue Weekly의 내용은 필자의 개인적인 견해이며, 한국과학기술기획평가원의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다.

# I 검토 배경

## ■ 정부연구개발사업의 대형화·복잡화가 심화됨에 따라 예산의 전략적 배분과 투자효율화에 대한 요구가 계속되고 있음

- 정부 R&D 예산규모는 국가경쟁력 강화와 국민 삶의 질 향상 등을 위해 지속적으로 확대되어 왔으나, 최근 복지 수요 증가, 일자리 창출 등으로 인해 정부 R&D 예산증가율은 둔화 추세
  - 우리나라의 GDP 대비 공공·민간 부문 R&D투자 비중은 4.24%(2016년)로 세계 2위이며, 총 투자규모는 69조 4천억 원(전년대비 5.2% 증)으로 세계 5위 기록
  - 1964년부터 2017년까지 정부연구개발 예산은 연평균 18.9% 증가하여, 같은 기간 정부 총예산 증가율(16.3%)을 상회하였으나, 최근 그간의 양상과 달리 예산증가율은 낮아짐
- ※ 정부 R&D 예산의 전년대비 증가율은 2016년 1.1%, 2017년 2.1%로 같은 해 정부 총예산 증가율(2016년 2.9%, 2017년 6.1%)보다 낮음

〈표 1〉 연도별 정부 R&D 예산 추이(2012-2017)

(단위: 조 원)

	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
총 재정예산(A)	325.4	342.0	355.8	375.4	386.4	410.1
(전년대비증가율,%)	(5.3)	(5.1)	(4.0)	(5.5)	(2.9)	(6.1)
정부 R&D 예산(B)	16.0	16.9	17.8	18.9	19.1	19.5
(전년대비증가율,%)	(7.6)	(5.6)	(5.3)	(6.2)	(1.1)	(2.1)
R&D예산 비중(B/A, %)	4.9	4.9	5.0	5.0	4.9	4.8

[자료] KISTEP (2017), 「국가연구개발사업 조사분석보고서」.

- 정부 R&D 예산 20조 시대를 맞이하였으나, R&D사업의 대형화·복잡화로 인해 예산의 전략적 배분과 투자효율화에 대한 요구가 계속되고 있음
  - 정부 R&D 예산규모 확대와 함께 과학기술을 정책수단으로 활용하는 부처가 다원화됨에 따라 범부처 협력 및 종합조정을 통해 정부 R&D 투자 효율성 제고 필요
  - 정부 R&D 예산배분·조정 시 객관적이고 체계적인 과정이 필요하나(Hsu, Y.-G. et al., 2003), 정부 R&D사업의 대형화·복잡화로 인해 합리적 사업 선정과 예산의 전략적 배분의 어려움이 가중됨

■ 정부 R&D 예산배분·조정 시 각 부처별 지출한도 내에서 제안한 사업별 요구예산의 적절성을 검토하고 있으나, 총괄적 조정에는 한계가 있음

- 정부 R&D 예산배분·조정의 기본방향은 관련 법령, 주요계획 등에 근거한 사업추진의 타당성 제시, 객관적 산출근거와 합리적 구조조정을 통한 적정 소요예산 산정 여부, 정부 주요 정책방향과의 정합성 등을 검토
  - 상기 예산배분·조정방향에 따라 부처·사업별 검토가 이루어지나, R&D예산의 전략적 배분은 여전히 미흡(안승구, 2016)
    - 정부 R&D의 특성 상 관련 정부 정책방향, 투자우선순위, 사업의 총괄적 검토 등을 통해 예산을 배분·조정해야 하나, 상세하고 구체적인 검토방법 매뉴얼이 부재
    - 예산 심의가 부처별로 수행됨에 따라 국가 전체 R&D 투자우선순위와 정책이 범부처 단위에서 반영되기 어려우며, 부처별 칸막이식 예산집행으로 정보공유에도 한계
- ※ 정부 R&D 예산 편성 과정에서 필요한 정책정보가 R&D 수행부처, 과기부, 국과심, 재정당국별로 분산되어 있거나 부처 간 원활한 소통이 미흡

〈표 2〉 예산요구서 작성 항목(2018년 사업 기준)

적용 대상	작성 항목	
공통	사업추진의 타당성	사업추진의 근거
		정부지원의 타당성
	사업형식의 적합성	사업명 및 사업기간
		산출근거
		투자비중
	사업내용의 타당성	사업목적의 명확성
		수행주체의 적합성
수행방식의 적절성		
사업내용의 적정성		
신규 사업	사전기획 강화	
	재원조달 방안	
	구조개편 이력	
계속 사업	내역사업 임의적 변경 금지	
	예비타당성조사 결과 준수	
	계속지원 필요성	
	성과목표 달성도	
	예산사용의 적정성	
	지적사항 이행도	

[자료] 과기부 외 (2017), 「국가연구개발사업 예산배분·조정 등의 운영지침(안)」.

■ 따라서 정부 R&D 예산의 전략적 배분을 위한 최적화 방법론 개발과 실증연구를 통한 적용 가능성 검토 필요

- 정부 R&D 예산배분·조정 결과는 정부의 정책 의지를 정량적으로 반영한 것으로 볼 수 있으며, 정책과 예산의 연계성 강화 및 예산배분의 효율성 증진을 위한 연구 필요 (Bilbao-Osorio, 2008)

※ 최근 R&D 전략 수립에 활용하기 위해 질적 우선순위 방법론, 계량적 최적화 방법론, 동태적 시스템 모형, 포트폴리오매트릭스 방법 등에 대한 연구가 다수 수행됨

- 계량적 최적화 방법론 중 유전알고리즘은 타 기법에 비해 전역 최적해를 찾을 수 있는 가능성이 높고, 비선형의 문제를 비교적 단시간에 용이하게 풀 수 있다는 장점이 있음 (Fogel, 2000, Rao, 2009)

## II

# 유전알고리즘을 이용한 예산배분 최적화 프로그램 설계

## 1. 예산배분 최적화 방법 개요

■ 구조가 복잡한 문제의 해를 최적화 방법을 이용해 도출하기 위해서는 시스템 경계 설정, 성능판단 기준 마련, 독립변수 선택 등의 요구조건을 충족해야함

- (정의) '최적(optimum)'이란 당면한 문제에 대해 가장 좋은(best) 해답을 얻기 위해 추구하는 '최고점' 또는 '최저점'을 의미하며, 정량적인 측정과 수리분석을 내포함
- (적용 분야) 문제의 구조가 복잡하여 직관적인 판단이 어렵고, 다수의 해가 존재하는 경우에 적용하여 최적의 해를 도출
- (요구조건) 최적화 방법을 이용하기 위해서는 시스템 경계 설정, 성능판단 기준 마련, 독립변수 선택, 시스템 모델링 구축 등이 필요(진강규, 2004)
  - (시스템 경계 설정) 최적화하는 대상 시스템의 경계를 명확하게 설정해야 하며, 고려대상이 되는 모든 시스템을 내포하고 있는 전제 집합에서 제약이 가해질 부분을 선택
  - (성능판단 기준 마련) 시스템 성능이 요구조건에 부합되는 방향으로 평가될 수 있도록 판단기준(성능척도, 목적함수)을 마련해야 하며, 최소 또는 최대 성능척도 계산이 가능해야 함
  - (독립변수 선택) 시스템 영역 밖의 요인들에 의해 영향을 받는 변수와 받지 않는 변수를 구분하고 시스템 동작에 영향을 미치는 주요 변수들을 정형화함. 주요 변수가 모두 포함되어야 하나 변수의 수가 과다하면 문제가 불분명해짐
  - (시스템 모델링 구축) 실제 시스템을 단순화된 수학적 표현으로 일반화하며, 허용 동작 범위를 정의하거나 성능 요구조건을 지정

■ 최적화 방법의 종류는 해석, 도함수, 진화개념, 탐색유도 등으로 분류할 수 있음

〈표 3〉 최적화 방법 종류

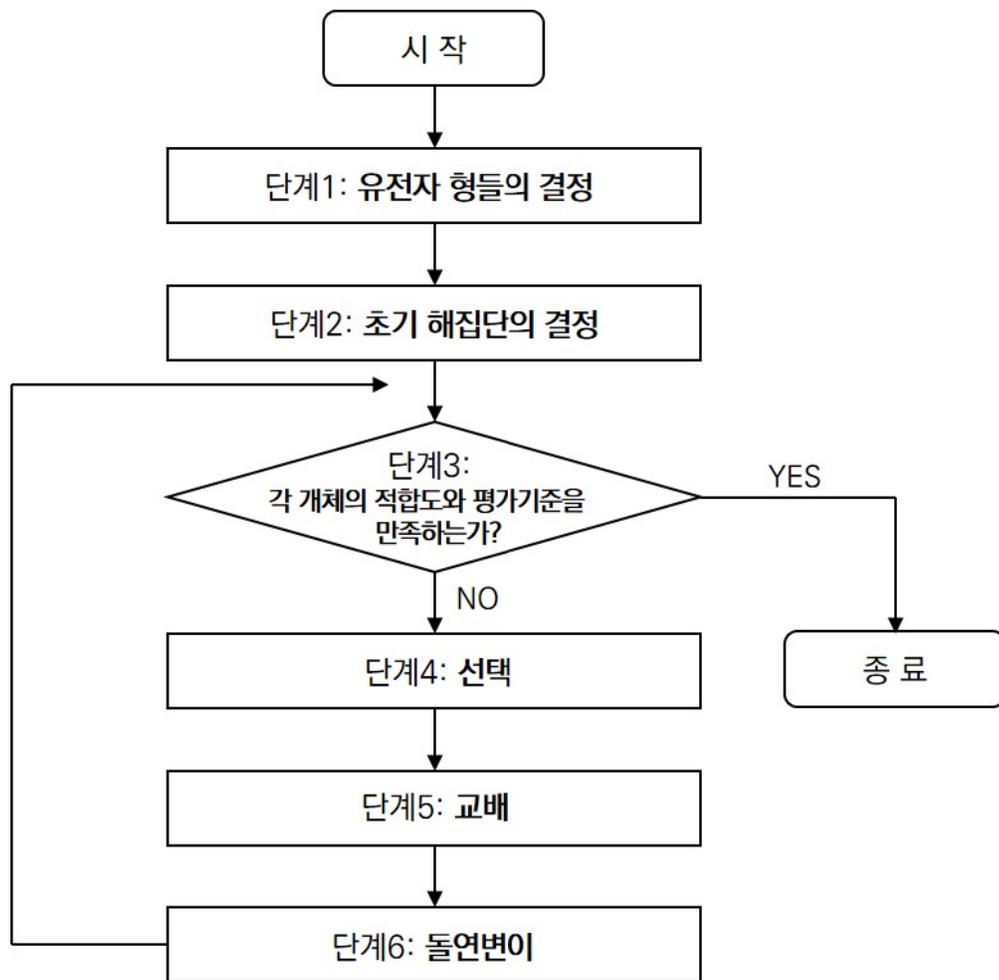
구분	주요 내용
해석에 의한 분류	논리적인 수학적 절차를 통해 답을 찾는 직접법과 반복적으로 탐색하여 답을 찾는 간접법으로 분류
도함수에 의한 분류	구배법, 뉴턴법 등 수치적으로 해석 가능한 도함수에 기초한 방법과 무작위 탐색, 유전 알고리즘 등 도함수가 사용되지 않는 방법으로 분류
진화개념에 의한 분류	자연진화 개념의 채용 유무에 따라 진화 연산과 비진화 연산으로 구분
탐색유도에 의한 분류	탐색의 유도를 하는 방향성 탐색법과 탐색공간에 대한 정의없이 확률적인 의사 결정에 따라 동작하는 비방향성 탐색법으로 구분

[자료] 강진규 (2002), 「유전알고리즘과 그 응용」.

■ 유전알고리즘은 진화의 개념을 도입한 최적화 방법론으로, 선택-교배-돌연변이 등의 연산과정을 거쳐 최적해를 도출

- (기본 개념) 진화는 특정 환경에서 집단을 생존하고 재생산하는 능력을 유지·향상시키는 과정으로(Hartle, D. L. et al, 1989), 선택-교차-변이 과정을 통해 적자생존 원리에 기반 하여 여러 개체의 특성 중 우수한 성질을 다음 세대 개체로 전해 주는 방법을 반복 수행해 최적의 해를 찾음
- (역사) 1975년에 처음으로 소개(Holland, 1975) 되었으며, 1985년 미국의 카네기멜론 대학에서 제1회 유전알고리즘에 관한 국제회의(ICGA, International Conference on Genetic Algorithms)가 개최된 후 관련 연구가 활발하게 진행 중
- (특징) 알고리즘의 단순성과 일반성으로 인해 복잡한 문제의 해답도 비교적 단순한 연산과정의 반복을 통해 도출할 수 있으며, 국소 최대·최소점이 아닌 전역적 최대·최소점에 도달할 수 있는 가능성이 높음(Goldberg, 1989)
- (적용 사례) 수치적 함수의 최적화, 가스 파이프라인의 최적화, 전력 송전망의 최적화, 컴퓨터 자판의 최적 배정 문제, 항공기 승무원 배정 문제, 순회 외판원 문제, 그래프 분할 문제, 유전자 정보 해석 등에 적용됨(정환목, 1999)
- (연산 과정) 선택-교배-돌연변이 과정으로 진행되며, 선택과정에서는 임의의 해의 집단이 형성되고 해당 집단이 교배·교차 과정을 통해 다음세대에게 전달됨. 이후 국부적 최적해에서 벗어나 전역 최적해를 찾기 위해 일정한 확률로 유전자를 변화시키는 변이를 실행

- (선택) 객체의 적합도(Fitness)를 이용해 다음 세대 집단 생성을 위한 연산을 수행하여 적합도가 높은 해들은 살아남고 그렇지 못한 해들은 도태되도록 유도
  - ※ 선택기법: Roulette wheel selection, Ranking selection, Tournament selection 등
- (교배) 선택과정으로부터 전달 받은 집단의 해들(부모)을 서로 나누고 접목하여 새로운 집단(자식)을 생성
  - ※ 교배기법: 1점교배, 복수점교배 등
- (돌연변이) 미리 정해진 확률에 따라 특정 위치의 유전자 값을 변화시키는 과정
  - ※ 돌연변이기법: 전형적 변이, 비균등 변이 등



※ 용어 : 염색체(주어진 문제의 임의 답안), 해집단(정해진 개수의 염색체 집단), 유전자(염색체의 인자), 적합도 함수(유전자를 평가하는 함수), 세대(선택-교배-돌연변이를 거치는 한 번의 과정)

[그림 1] 유전알고리즘 연산 과정

## 2. 예산배분 최적화 프로그램 설계

■ 각 사업별 검토결과와 예산규모를 고려하여 한정된 자원 내에서 예산배분 최적안을 도출하기 위한 시스템을 설계함

- II-1절에서 언급한 최적화 요구조건(시스템 경계 설정, 성능판단 기준 마련, 독립변수 선택 등)에 부합하도록 시스템 설계
  - (시스템 경계 설정) 정부 R&D사업을 대상으로 하며, 각 사업 당해연도 예산을 기준으로 별도 외부요인은 제외하고 사업별 검토결과만을 고려하여 차년도 예산배분안을 도출하고자 함. 이때 우수사업은 차년도 예산이 증가하고, 미흡한 사업은 예산이 감소되도록 설정
  - (성능판단 기준 마련) 예산배분·조정 시 모든 사업에 동일하게 적용하여 사업을 객관적으로 검토 가능한 상세 기준이 필요하며, 이때 결과의 점수화가 가능하여야 함. '예산배분·조정을 위한 사업 검토항목(안)'을 도출하여 최적화 시뮬레이션에 적용
  - (독립변수 선택) N개 사업별 검토점수와 당해연도 예산을 변수로 선택
  - (시스템 모델링 구축) 현실성을 고려하여 사업별 차년도 변동 예산은 전년도의 20% 내로 하고, 차년도 사업예산 총합의 증감이 당해연도 대비 3% 내를 유지하도록 설계함. 또한, 전년도와 유사한 배분안으로 수립되지 않고 검토 점수의 영향을 최대한으로 반영하기 위해 증가분의 분산을 확대하도록 제약조건을 설정
- 공공우주 분야 정부 R&D사업에 적용하여 시뮬레이션을 수행하였으며, 총 40개 사업의 2016년 예산 대비 2017년 예산의 증가율을 각 유전자의 값으로 설정함
  - 예산배분·조정 검토항목의 점수가 높은 사업은 예산 증가율이 높고, 검토점수가 낮은 사업은 증가율도 낮은 편성안을 최적의 상태라고 가정함
  - 해의 다양성 확보 및 수렴과정 보장을 위해 총 세대진화 수는 1,000세대, 해집단의 크기는 100개, 교배는 1점 교배, 돌연변이 확률은 1%로 설정함

## 3. 정부 R&D 예산배분·조정 검토항목 도출

■ 문헌조사와 전문가 의견을 종합하여 검토항목을 도출하고, 검토항목별 가중치는 계층화 분석기법(AHP: Analytic Hierarchy Process)을 활용함

- (step1) 국가과학기술심의회 예산배분·조정 전문위원회의 검토지표와 부처에서 제출하는

예산요구서 및 기술성평가·예비타당성조사 항목을 조사하여 후보군 도출

※ 그 외에 공식적으로 활용하고 있는 가이드라인과 검토항목은 부재

- 예산배분·조정 기간 동안 국가과학기술심의회 전문위원이 사업별로 작성하는 검토의견서는 ‘사업 타당성’, ‘예산 규모 적절성’, ‘효율화 방안’으로 구성됨
- 예산요구서에는 ‘사업추진의 타당성(사업추진의 근거, 정부지원의 타당성)’, ‘사업형식의 적합성(사업명 및 사업기간, 산출근거, 투자비중)’, ‘사업내용의 타당성(사업목적의 명확성, 수행주체의 적합성, 수행방식의 적절성, 사업내용의 적정성)’ 항목으로 구성됨
- 기술성평가와 예비타당성조사 시 활용하는 평가항목(기술적 타당성, 정책적 타당성, 경제적 타당성)에서 계속사업 관련된 항목을 조사
- (step2) 전·현직 국가과학기술심의회 전문위원과 외부 전문가의 의견수렴을 통해 ‘예산 배분·조정을 위한 사업 검토항목(안)’ 확정
  - ‘정부 R&D사업을 통해 ‘지속가능한 발전’을 달성하기 위한 고려사항은 무엇인가?’ 와 ‘예산배분·조정 측면에서는 어떠한 검토 항목이 필요할 것인가?’를 중점 검토함
  - 6개의 대분류와 17개의 중분류, 그리고 해당하는 상세 내용으로 구성된 ‘예산배분·조정을 위한 사업 검토항목(안)’이 도출됨
- ※ 대분류 : (1)사업추진 근거 및 원동력, (2)사업 목적 및 내용, (3)예산 규모 및 항목 배분, (4)수행 주체·방식, (5)사업의 성과 및 파급효과, (6)사업 관리
- (step3) ‘계층화 분석과정(AHP: Analytic Hierarchy Process)’ 기법을 활용하여 ‘예산배분·조정을 위한 사업 검토항목(안)’의 대분류와 중분류의 항목별 중요도 설정
  - 검토항목의 중분류 기준으로 ‘5-2. 연구성과의 파급효과 여부’의 점수가 23.45%로 압도적으로 높게 나타났으며, ‘1-3. 사업의 공공성(11.51%)’, ‘2-1. 사업목적의 적절성(7.57%)’, ‘2-2. 사업목표의 명확성 및 달성가능성(7.39%)’, ‘1-1. 국가계획과의 정합성(7.10%)’ 순

〈표 4〉 예산배분·조정을 위한 사업 검토항목(안)

예산배분·조정을 위한 사업 검토항목(안)		
대분류	중분류	내용
1. 사업추진 근거 및 원동력	1-1. 국가계획과의 정합성	- 범부처적, 중장기적으로 수립한 국가 계획과의 정합성이 높은가?
	1-2. 사업의 시급성	- 기존의 방법으로는 해결 불가능하여 새로운 기술개발이 필요한가? - 내·외부적 여건변화 등을 고려 시 시급한 추진이 필요한가? - 지속가능한 발전을 위해 당장 수행해야 할 필요성이 있는가?
	1-3. 사업의 공공성	- 구매나 조달 또는 민간 수행이 적절하지 않고, 기술수준 및 기술개발 위험도를 고려 시 정부 지원이 필요한가? - 정부 지원을 통해 민간재원 레버리지 효과가 예상되는가? - 내·외부적 여건변화 등을 고려시 정부지원이 지속되어야 하는가?
2. 사업 목적 및 내용	2-1. 사업목적의 적절성	- 사업목적이 지속가능한 발전을 달성하기 위해 적합한가? - 법적, 규범적 규제여부가 있는지 확인하여 추진하였는가?
	2-2. 사업목표의 명확성 및 달성가능성	- 사업목표가 명확하고 효과가 구체적인가? - 최종 결과물의 유형, 활용 및 향후 유지 보수 계획을 구체적으로 제시하고 있는가?
	2-3. 사업내용의 참신성 및 구성의 적절성	- 사업내용이 도전적이며 체계적으로 구성되었는가? - 사업목표와 하위사업 구성의 정합성 및 연관성이 높은가?
	2-4. 연구방법의 참신성 및 적절성	- 제시된 연구방법이 독창적이며, 사용 근거가 제시되었는가?
	2-5. 사업 간 차별성 및 연계 가능성	- 유사사업과의 차별성이 있는가? - 시너지 효과 창출을 위한 관련 사업과의 연계 가능성이 있는가?

예산배분·조정을 위한 사업 검토항목(안)		
3. 예산 규모 및 항목 배분	3-1. 요구 규모의 적절성	- 기술내용·과제내용 대비 예산요구 규모(예산 요구 규모의 과소 또는 과대 여부) 및 소요 예산 근거가 적절한가?
	3-2. 예산 항목의 적절성	- 예산 항목 간 배분이 적절한가? - 연차별 예산 계획이 구체적이며 적절하게 배분되었는가? (예를 들어, 기술개발 주기를 고려하여 초기 적게, 중기 많게, 말기 적게 등 적절히 반영)
4. 수행주체 및 방식	4-1. 수행주체의 적절성	- 소관 부처기능과 부합하는가?(다부처 협업의 경우 유관부처 구성의 적합성) - 신진연구자나 취약계층 등 참여인력의 포용성과 다양성이 확보되었는가? - 기술개발 참여인력 규모 및 구성 등 수행체계 및 추진조직이 적합하게 구성되었는가?
	4-2. 수행인프라의 적절성	- 연구장비·시설·시스템 등 연구수행 인프라가 적절하게 구축되었는가?
	4-3. 수행기간의 적절성	- 계획된 기간대로 적절하게 수행되었는가?
5. 사업의 성과 및 파급효과	5-1. 성과지표 기반 연구성과 여부	- 전년도 목표달성도 및 그간의 관련 연구성과·성과평가 결과가 적절한가? (기술실시계약건수, 사업화효과, 특허등급 지수, 논문지수, 정책활용도 등을 기반으로)
	5-2. 연구성과의 파급효과 여부	- 자원기반을 보전하는 경제구조와 생산체제 확립 등 친환경 순환경제 정착에 기여 가능한가? - 포용적 성장 및 양질의 일자리 확대 등 포용적 혁신경제 조성에 기여 가능한가? - 재난 예방, 공공복지 증진, 지역·세대 간 격차해소, 사회적 불평등 해소 등 통합된 안심사회 조성 국민 행복 증진에 기여 가능한가? - 기후변화 대응, 건강한 국토환경 조성, 환경 영향 최소화 및 복원력(resilience) 강화에 기여 가능한가? - 연구성과의 국제적 활용 가능성 및 국제 사회에 기여 가능성이 있는가?
6. 사업 관리	6-1. 지적사항 조치여부	- 평가·감사 등 내·외부 지적사항이 조치되었는가?
	6-2. 관리계획의 구체성	- 구체적인 관리방안을 제시하고 있는가?

III

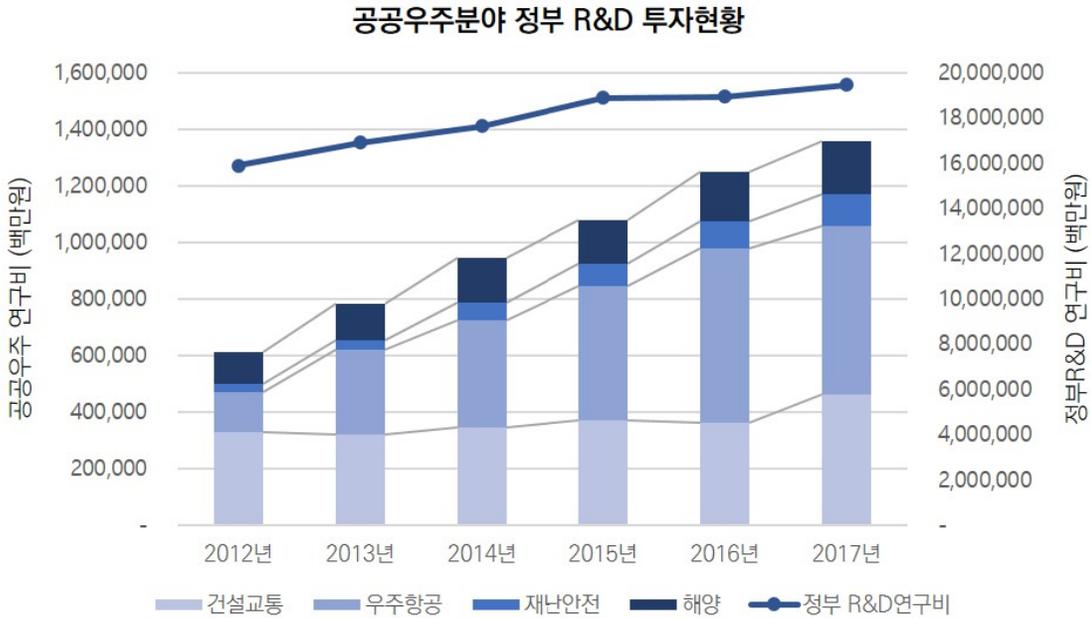
공공우주 분야 예산배분 최적화 시범적용

1. 공공우주 분야 R&D현황

■ 공공우주 분야 정부 R&D 투자(2012-2017)는 연평균 약 17%로 증가 추세이며, 지속적으로 성과가 도출되고 있음

- (조작적 정의) 국가과학기술심의회 산하 공공우주전문위원회에서 예산배분·조정을 검토하는 사업을 공공우주 분야로 정의하였으며, 건설·교통, 우주·항공, 해양, 재난·안전으로 구성됨
  - 건설·교통 분야는 도로·철도 등 공공이 발주·관리하는 SOC와 직접 관련이 있어 공공기술적 성격이 강하며, 설계·시공·관리 등 전주기적 기술개발 및 검증을 위한 실증연구를 추진
    - ※ 대상사업 : (국토부) 건설기술연구, 도시건축연구, 물관리연구, 교통물류연구, 철도기술연구 등
  - 우주·항공 분야는 우주개발의 핵심기술 확보를 통한 국격 제고, 항공우주기술의 확산을 통한 삶의 질 향상을 위해 한국형 위성·발사체와 항공기 개발을 추진
    - ※ 대상사업 : (국토부) 항공안전기술개발, (과기부) 한국형발사체개발, 달탐사, (산업부) 다목적실용위성개발 등
  - 해양 분야는 해양산업 육성 및 해양기초원천 기술을 확보하기 위해 해양극지기초, 해양자원, 해양장비, 해양교통 분야의 기술을 개발
    - ※ 대상사업 : (해수부) 극지및대양과학연구, 미래해양산업기술개발, (과기부)해양극지기초원천기술개발 등
  - 재난·안전 분야는 과학기술 기반으로 지진, 화재, 치안 등에 관련된 사회문제를 해결하는 기술을 개발 중
    - ※ 대상사업 : (행안부) 자연재해예측및저감연구개발 (소방청) 소방안전및119구조·구급기술연구개발, (해경청) 해양경비안전연구개발, (경찰청) 치안과학기술연구개발, (과기부) 사회문제해결형기술개발, (산업부) 국민안전증진기술개발 등
- (투자 현황) 공공우주 분야 정부 R&D 투자는 최근 6년(2012-2017) 간 연평균 약 17%(최대 27%, 최저 9%)로 증가 추세임
  - 우주·항공 분야의 정부 R&D 예산의 연평균 성장률은 약 38%로 공공우주 분야 중 가장 높은 성장률을 보이며, 재난·안전 분야(33%), 해양 분야(11%), 건설·교통 분야(8%) 순

- 부처별로는 국토교통부가 최근 6년(2012-2017) 간 평균 43%로 공공우주 분야 내 비중이 가장 높으며, 과학기술정보통신부 31%, 해양수산부 15%, 산업통상자원부 6% 순



[그림 2] 공공우주 분야 정부 R&D 투자현황

- (성과 현황) 논문, 특허, 기술료, 사업화 등 정량적 성과는 전반적으로 증가 추세이며, 특히 건설·교통 및 해양 분야의 비중이 높음
  - 건설·교통 분야는 국내특허, 기술료 및 사업화 부문에서 가장 높은 비율을 차지하고 있으며, 해양 분야는 SCI논문 및 해외특허 부문에서 우수함
    - ※ 건설·교통 분야 : SCI논문 최근 4년(2012-2015) 공공우주 분야의 37%, 국내 특허 56%, 해외 특허 32%, 기술료징수건수 41%, 사업화 건수 53%(연간 평균 30건)
    - ※ 해양 분야 : SCI논문 최근 4년(2012-2015) 간 공공우주 분야의 37%, 국내 특허 26%, 해외 특허 37%, 기술료징수건수 32%, 사업화 건수 22%
  - 우주·항공 및 재난·안전 분야는 타 공공우주 분야와 비교 시 각각 기술료 징수건수 및 해외 특허건수를 제외하고 전반적으로 낮음
    - ※ 우주·항공 분야 : SCI논문 최근 4년(2012-2015) 간 공공우주 분야의 18%, 국내 특허 10%, 해외 특허 7%, 기술료징수건수 21%, 사업화 건수 19%
    - ※ 재난·안전 분야 : SCI논문 최근 4년(2012-2015) 간 공공우주 분야의 10%, 국내 특허 7%, 해외 특허 25%, 기술료징수건수 6%, 사업화 건수 6%

## 2. 공공우주 분야 사업검토 결과

■ 공공우주 분야 계속사업(총 40개)에 대한 사업별 검토결과\*, 사업관리가 대체적으로 미흡한 것으로 나타났으며, 건설·교통 및 우주·항공 분야가 해양 및 재난·안전 분야보다 점수가 높음

\* <표4>의 검토항목 당 사업별 점수(1~10점)를 부여하고 이를 합산함. 추가 조사 시에는 1회 차 결과의 평균, 중앙값, 상하위 25% 값을 고려하며, 점수가 제공된 사분위수 범위를 벗어나는 경우는 해당 사유를 분석

- 공공우주 분야 사업은 공공성이 높으나 사업관리가 대체적으로 미흡한 것으로 나타남
  - '1. 사업추진 근거 및 원동력'에서 가장 높은 점수를 받았으며, 이는 분야의 특성 상 국가계획과의 정합성과 사업의 시급성 및 사업의 공공성이 높기 때문으로 판단됨
  - 하지만, '6. 사업 관리'에서 가장 낮은 점수를 받았으므로 향후 지적사항 조치여부와 관리계획의 구체성에 대해 개선이 시급함

- 전반적으로 건설·교통, 우주·항공 분야가 해양, 재난·안전 분야 대비 높은 점수를 받음
  - 건설·교통 분야 사업 중 다수가 국가 기간산업과 연관되어 사업의 공공성과 추진근거 및 파급효과 면에서 높게 평가됨. 또한 우주·항공 분야는 대부분의 사업이 종료시점과 산출물이 명확하고 국가계획과의 직접적인 연관성이 높아 관련 검토항목에 높은 점수를 받음

※ '1. 사업추진 근거 및 원동력', '2. 사업 목적 및 내용', '3. 예산 규모 및 항목 배분', '4. 수행주체 및 방식' 항목에서 전반적으로 우주·항공 분야의 검토점수가 가장 높았으며, '5. 사업의 성과 및 파급효과'와 '6. 사업 관리' 항목에서는 건설·교통 분야와 우주·항공 분야가 유사

- 해양 분야는 전반적으로 산업기반이 아직 미약하고 기초·원천 연구의 필요성이 높은 분야로 공공성 측면에서 높은 점수를 받았으나 성과 측면에서 낮게 평가됨. 재난·안전 분야는 국민 안전과 직결되는 해당 분야의 중요성 대비 사업의 효과 및 운영이 미흡한 것으로 분석되어 성과의 양적·질적 개선이 필요한 것으로 보임

※ 성과지표 기반 연구성과 여부와 연구성과의 파급효과 여부 항목에서 타 분야 대비 점수가 낮음

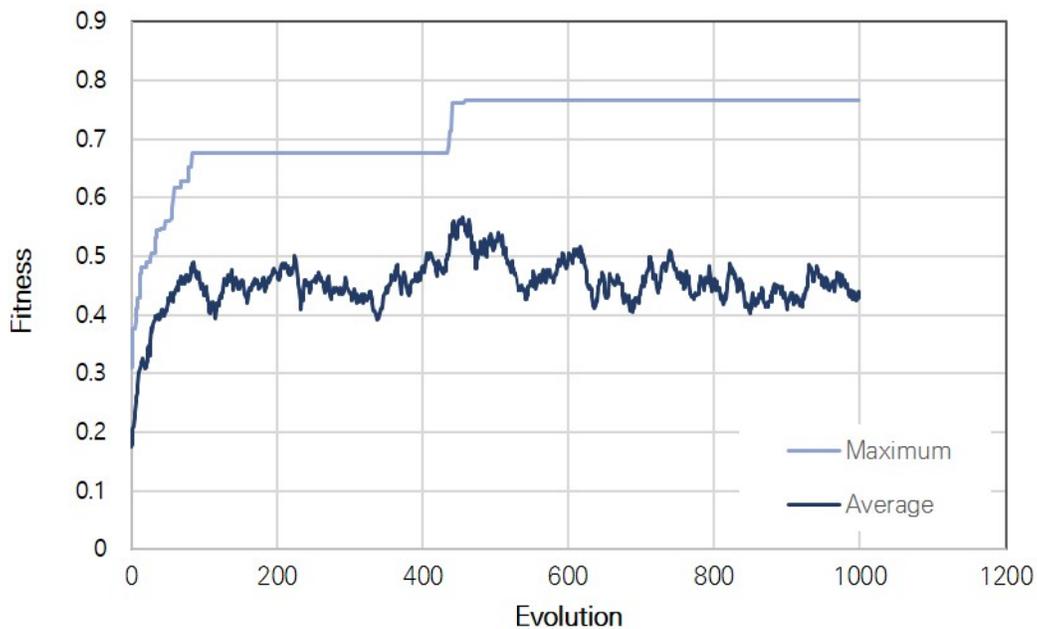
〈표 5〉 분야·항목별 검토결과

대분류	중분류	건설 교통	우주 항공	해양	재난 안전	합계
1. 사업추진 근거 및 원동력	1-1. 국가계획과의 정합성	7.3	7.6	7.0	6.9	28.8
	1-2. 사업의 시급성	6.0	6.4	6.3	6.8	25.5
	1-3. 사업의 공공성	7.0	7.9	7.1	7.7	29.7
2. 사업 목적 및 내용	2-1. 사업목적의 적절성	6.7	7.2	6.9	6.8	27.6
	2-2. 사업목표의 명확성 및 달성가능성	6.3	7.0	6.5	6.1	25.9
	2-3. 사업내용의 참신성 및 구성의 적절성	6.0	6.1	5.8	5.4	23.4
	2-4. 연구방법의 참신성 및 적절성	5.6	5.7	5.8	5.1	22.2
	2-5. 사업 간 차별성 및 연계 가능성	5.9	6.3	5.6	5.0	22.8
3. 예산 규모 및 항목 배분	3-1. 요구 규모의 적절성	5.8	5.9	5.9	5.5	23.1
	3-2. 예산 항목의 적절성	5.8	5.8	5.6	5.4	22.6
4. 수행주체 및 방식	4-1. 수행주체의 적절성	6.6	6.8	6.5	6.0	25.9
	4-2. 수행인프라의 적절성	6.4	6.9	6.4	6.0	25.6
	4-3. 수행기간의 적절성	6.0	6.1	5.9	6.1	24.1
5. 사업의 성과 및 파급효과	5-1. 성과지표 기반 연구성과 여부	5.8	5.8	5.3	4.4	21.2
	5-2. 연구성과의 파급효과 여부	6.3	6.3	5.6	4.8	22.9
6. 사업 관리	6-1. 지적사항 조치여부	5.3	5.2	5.3	5.2	20.9
	6-2. 관리계획의 구체성	5.2	5.3	4.9	4.5	19.8
합계		104.0	108.2	102.4	97.4	

### 3. 공공우주 분야 최적화 시뮬레이션

■ 최적화 시뮬레이션에서 유전알고리즘의 진화과정을 적합도 값 증가를 통해 검증

- 초기 난수로 구성된 개체의 적합도 값(평균 0.2 미만)은 진화가 진행될수록 증가하여 최고점 0.8까지 도달함으로써 시뮬레이션이 적절하게 진행됨



[그림 3] 유전알고리즘 적합도

■ 검토항목 총합을 고려한 최적화와 특정항목(‘5-2. 연구성과의 파급효과 여부’)이 적용된 최적화를 비교하여 필요시 특정항목을 선택하여 예산배분 할 수 있음을 시현함

- 총점 대비 5-2(연구성과의 파급효과 여부) 항목의 점수가 높거나 낮은 사업은 두 경우 모두 최적화 결과의 차이가 매우 높은 것으로 나타남
- 특히 총점을 고려하였을 때는 예산 감소 양상을 보이는 반면 5-2 항목을 고려하였을 때 예산 증가를 보인 사업이 일부 존재하였는데, 해당 사업들의 총점은 상대적으로 낮았으나 5-2 항목의 점수는 높은 것으로 확인됨

※ 국토부 기술촉진 및 기술사업화 관련 사업, 해수부 해양자원 관련 사업 등

■ 부처 지출한도 유무에 따른 예산배분·조정 최적화 결과는 매우 상이하게 나타나며, 부처별 칸막이의 영향이 큰 것으로 분석됨

- 공공우주 분야 5개 부처의 지출한도를 고려하여 차년도 최적 예산배분(안) 도출 시 부처별 합계가 전년도와 동일하도록 설정하는 경우와 해당 제약이 없는 경우를 비교한 결과, 각 부처별 예산 지출한도 고려 여부의 차이는 매우 큰 것으로 나타남

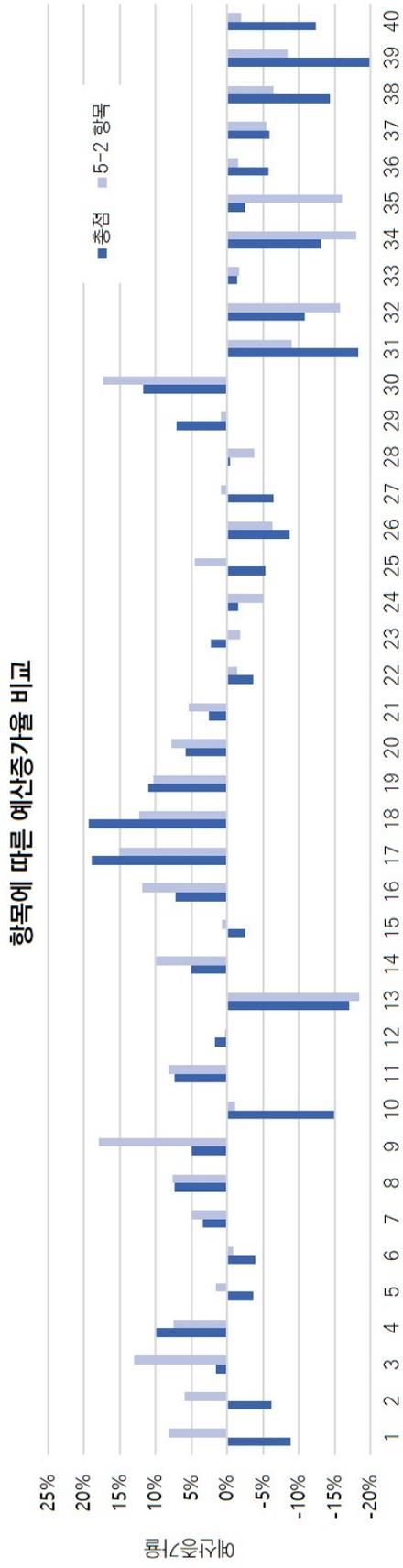
〈표 6〉 부처별 각 기술분야 해당 사업 개수(2017년 기준)

부처(2017년 기준)	건설·교통	우주·항공	해양	재난·안전
국토교통부	10	1		
미래창조과학부		8	1	2
산업통상자원부		3		1
해양수산부			8	
국민안전처				5

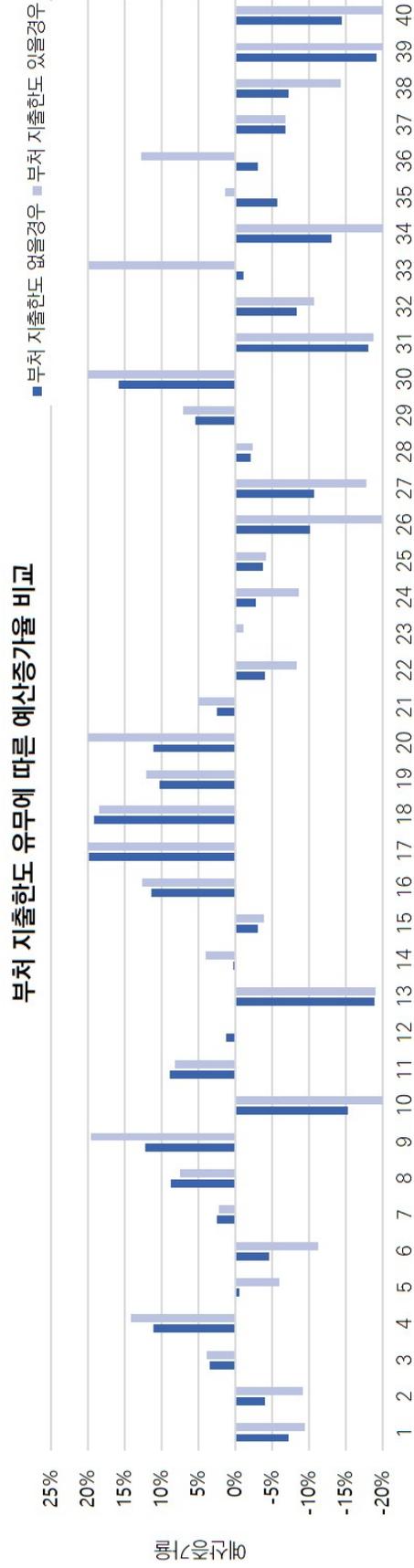
- 국가 정책 반영 및 목표 달성을 위해서는 정부 R&D사업을 부처별 칸막이 없이 예산배분·조정해야 할 필요가 있는 것으로 보임
  - 가장 큰 변화를 도출한 분야는 재난·안전 분야로, 예산 지출한도가 있는 경우는 해당 분야 모든 사업이 예산 감소가 필요한 것으로 보이나, 부처별 지출한도가 있는 경우 일부 사업의 예산 증가안이 도출됨
    - ※ 국민안전처(2017년 기준) 소방, 해양구조, 재난관리 관련 일부 사업 등
  - 그 외에도 타 분야 사업들을 동시에 비교하는 경우보다 동 분야 내 비교 시 상대적으로 검토 점수 차가 큰 경우, 배분안의 차이가 크게 나타남

■ 2017년 정부 R&D사업 예산배분 결과, 유전알고리즘을 활용하여 도출한 최적(안) 대비 급격한 예산 증가 및 감소를 보이는 사업이 일부 존재하였으며, 이는 다음과 같이 분석됨

- (증가) 예비타당성 조사를 통과하여 다부처가 속도를 맞추어 진행해야하는 사업의 경우, 자율자동차 상용화 적기 달성 등 국가 정책상 시급성이 높은 과제를 포함하는 경우, 재난안전 등 현안 해결형 사업의 경우 등임
  - ※ 국토부 주거·공간정보·교통 관련 사업, 미래부(2017년 기준) 달·위성 관련 사업, 해수부 극지 관련 사업, 국민안전처(2017년 기준) 해양오염·해양경비 관련 사업 등
- (감소) 장기계속사업 일몰제 도입에 따라 2016년에 일몰되어 신규과제가 추진되지 못하고 부처에서 예산요구를 작게 한 경우, 사업종료시점이 도달함에 따라 사업 규모가 축소되는 경우, 추진 일정 연기로 인해 필수 소요예산만 반영된 경우 등임
  - ※ 국토부 물 관련 사업, 해수부 해양자원 관련 사업, 미래부(2017년 기준) 사회문제, 위성, 발사체 관련 사업 등



[그림 4] 예산증가율 비교(총점 : 5-2항목)



[그림 5] 예산증가율 비교(부처 지출한도 무 : 부처 지출한도 유)

## IV 결론 및 시사점

- 본고에서는 정부 R&D 예산의 전략적 배분을 위해 계량적 최적화 방법론인 유전알고리즘의 적용 가능성을 살펴봄
  - ‘최적화’란 당면한 문제의 구조가 복잡하여 직관적인 판단이 어려운 경우 가장 좋은 해답을 도출하는 과정으로, 시스템 경계 설정, 성능판단 기준 마련, 독립변수 선택, 시스템 모델링 구축이라는 최소한의 요구조건을 만족해야 함
  - 유전알고리즘은 진화의 개념을 도입한 최적화 방법론으로, 알고리즘의 단순성과 일반성으로 인해 복잡한 문제도 최적해를 비교적 용이하게 도출할 수 있는 장점이 있음
- 정부 R&D사업의 검토결과를 정량화 할 수 있는 검토항목을 도출하고, 그 결과가 예산증감에 반영되는 유전알고리즘 최적화 시스템을 설계함
  - 정부 R&D 예산배분·조정 시 사업 검토를 위한 상세 매뉴얼이 부재하므로, 본 연구를 통해 6개의 대분류와 17개의 중분류, 그리고 해당하는 상세 내용으로 구성된 ‘예산배분·조정을 위한 사업 검토항목(안)’을 도출함
    - ※ 계층화 분석과정(AHP) 결과, 해당 항목 중에서는 ‘연구성과의 파급효과 여부’의 중요도가 가장 높은 것으로 집계됨
  - 공공우주 분야의 사업은 ‘1. 사업추진 근거 및 원동력’에서 가장 높은 점수를 받았으며, 이는 분야의 특성 상 국가계획과의 정합성과 사업의 시급성·공공성이 높기 때문인 것으로 판단됨. 하지만, ‘6. 사업 관리’에서 가장 낮은 점수를 받았으므로 향후 지적사항 반영여부와 관리계획의 구체성에 대해 개선이 시급한 것으로 보임
  - 차년도 예산배분 최적화 시스템 설계 시 우수 사업은 차년도에 예산이 증가하고, 미흡한 사업은 예산이 감소되도록 설정하고, 차년도 사업예산 총합의 증감이 당해연도 대비 3% 내를 유지하도록 제한함
    - 공공우주 분야 시뮬레이션 결과 사업별 검토결과에 기반한 차년도 사업예산배분(안)이 도출되었고, 특정항목을 선택하여 전략적으로 예산을 배분할 수 있었음

- 국가 정책목표를 효과적으로 달성하기 위해서는 부처별·사업별 예산배분·조정에서 탈피하여 이슈 또는 분야별 지출한도 설정 및 예산배분·조정이 요구됨
  - 공공우주 분야에 시범 적용한 결과, 사업 검토 항목의 선택과 부처 지출한도 적용 여부에 따라 최적 예산배분안의 차이가 큰 것으로 드러남
    - 가장 큰 변화를 도출한 분야는 재난·안전 분야로, 예산 지출한도가 있는 경우는 해당 분야 모든 사업이 예산 감소가 필요한 것으로 보이나, 부처별 지출한도가 있는 경우 일부 사업의 예산 증가를 보임
  - 따라서, 국가 차원에서의 정책 반영 및 목적 달성을 위해서는 정부 R&D사업을 부처별 칸막이 없이 예산배분·조정해야 할 필요가 있는 것으로 사료됨
- 정부 R&D 예산의 전략적 배분에 대한 요구가 계속되고 있으므로, 데이터의 체계적인 축적과 최적화 방법론에 대한 계속된 연구가 필요
  - 정부 R&D사업의 투자 우선순위 설정 및 예산배분·조정과 관련하여 데이터의 체계적인 축적과 질적 관리를 통해 의사결정을 위한 기초자료와 근거를 확보해야 함
    - ※ 예를 들어, 사업별 검토결과, 요구예산, 배분예산 등을 연도별로 축적하여 향후 근거로 활용
  - 데이터 기반의 계량학적 최적화 방법론 연구를 고도화하여 전문가의 의견을 객관화하고 예산을 체계적으로 배분하기 위한 역량 강화 필요

#### 〈 최적화 방법론 고도화를 위한 향후 과제 〉

- (예산배분·조정 검토항목 개선) 혁신성장 선도사업, 국가전략프로젝트 등 범부처적으로 계획되는 사업의 우선순위를 반영하고, 장기계속사업 일몰제 도입 등 제도적 변화 고려
- (최적화 적용방법 개선) 주요정책·핵심기술 관련 투자계획과 부처의지가 추가 반영되는 방식으로 개선하고 예산규모 적절성 여부를 검토하는 리스크 분석단계를 도입
- (최적화시뮬레이션 시스템 구축) 예산 결정권자가 예산배분·조정안 심의 시 기초자료로 활용하기 위해, 사용자의 편의성을 고려한 시스템 구축 필요

## 참 고 문 헌

- Bilbao-Osorio, B. (2008), “Assessing the socio-economic impacts of public R&D”, OECD Workshop.
- Fogel, David. B. (2000), 『Evolutionary computation: Principles and practice for signal processing』, SPIE Publications.
- Goldberg, David E. (1989), 『Genetic Algorithm』, Addison-Wesley Professional.
- Hartle, D. L. et al (1989), 『Principles of population genetics』, Sinauer Associates Inc.
- Holland, John H. (1975), 『Adaptation in Natural and Artificial System』, MIT Press.
- Hsu, Y.-G. et al. (2003) “Fuzzy multiple criteria selection of government -sponsored frontier technology R&D projects”, *R&D Management*, 33(5), pp.539~551.
- Rao, Singiresu S. (2009), 『Engineering optimization: theory and practice』, Wiley.
- Saaty, Thomas L. (1980), 『The analytic hierarchy process』, McGraw-Hill.
- 과학기술정보통신부, 한국과학기술기획평가원 (2017), 「국가연구개발사업 예산배분·조정 등의 운영지침(안)」.
- 안승구 외 (2017), 「정부연구개발예산 현황분석」, 한국과학기술기획평가원.
- 정환목 (1999), 『지능정보시스템 원론』, 21세기사.
- 진강규 (2002), 『유전알고리즘과 그 응용』, 교우사.
- 과학기술정보통신부, 한국과학기술기획평가원 (2017), 「국가연구개발사업 조사분석 보고서」, 한국과학기술기획평가원.
- 국가과학기술심의회 ([http://www.nstc.go.kr/c4/sub3\\_3.jsp](http://www.nstc.go.kr/c4/sub3_3.jsp))

## KISTEP Issue Weekly · Issue Paper 발간 현황

발간호	제 목	저자 및 소속
이슈 위클리 2018-21 (통권 제239호)	사람 중심의 스마트 사회 구현을 위한 2018년 10대 미래유망기술 선정	권소영 (KISTEP)
2018-20 (통권 제238호)	우주개발 활용성과 제고를 위한 수요 중심의 정부R&D 투자전략 제언	이재민, 시새롬 (KISTEP)
2018-19 (통권 제237호)	한 눈에 살펴보는 과학기술 최신 입법 동향과 과제	박소영 (KISTEP)
2018-18 (통권 제236호)	한국 기업의 연구개발 회임기간 현황 및 정부 지원제도 효과 분석	정정규, 서재인 (KISTEP)
2018-17 (통권 제235호)	과학기술을 활용한 남북 및 다자 간 협력방안 제안	이승규, 남궁희진 (KISTEP)
2018-16 (통권 제234호)	2017년도 국가 과학기술 현황 종합 인식조사 결과와 향후 발전 과제	김승태, 김민지, 지수영, 임성민 (KISTEP)
2018-15 (통권 제233호)	국가별 환경비교를 통한 바이오 인공장기 관련 정책방향 설정	안지현, 안상진 (KISTEP)
2018-14 (통권 제232호)	국가혁신체제 관점의 과학기술 분야 정책 추진 우선순위 제안	김윤종 (KISTEP)
2018-13 (통권 제231호)	지역산업연관표를 활용한 연구개발투자의 지역별 파급효과	홍찬영 (KISTEP)
2018-12 (통권 제230호)	정부 R&D예산 편성의 전략성 제고를 위한 혁신 과제	박석종, 강문상 (KISTEP)
2018-11 (통권 제229호)	전환 이후의 출연(연) 비정규 연구인력 정책	김승태 (KISTEP)
2018-10 (통권 제228호)	정부 에너지 정책변화에 따른 전력 분야 R&D 투자방향	김기봉, 정혜경 (KISTEP)
2018-09 (통권 제227호)	4차 산업혁명시대 대응을 위한 국방R&D 추진 전략	박민선, 이경재 (KISTEP)
2018-08 (통권 제226호)	기술기반 창업 활성화 지원정책의 현재와 시사점	신동평, 배용국, 손석호 (KISTEP)
2018-07 (통권 제225호)	과학기술 혁신정책을 위한 헌법 개정 논의와 과제	이재훈 (KISTEP)
2018-06 (통권 제224호)	창의성과 자율성 중심의 국가연구개발 성과평가 혁신 방향	고용수 (KISTEP)
2018-05 (통권 제223호)	신종 감염병에 대한 과학기술적 대응 방안	김주원, 홍미영 (KISTEP)
2018-04 (통권 제222호)	게임체인저형 성장동력 육성 전략	한종민 (KISTEP)

발간호	제 목	저자 및 소속
2018-03 (통권 제221호)	R&D 예비타당성조사 현안 및 중장기 발전 방안	조성호, 김용정 (KISTEP)
2018-02 (통권 제220호)	과학기술기반 미세먼지 대응 전략 점검: 산업기술 경쟁력 분석	안상진 (KISTEP)
2018-01 (통권 제219호)	국내 스마트제조 정책 지원 현황 및 개선방안	구본진, 이종선, 이미화, 손석호 (KISTEP)
2017-12 (통권 제218호)	국가연구개발정보를 활용한 사업화성과의 연계구조 분석	홍슬기 (KISTEP)
2017-11 (통권 제217호)	인공지능 혁신 토대 마련을 위한 책임법제 진단 및 정책 제언	박소영 (KISTEP)
2017-10 (통권 제216호)	4차 산업혁명 대응을 위한 정부 R&D사업의 전략적 투자 포트폴리오 구축 방안	조재혁, 나영식 (KISTEP)
2017-09 (통권 제215호)	지방분권화에 따른 자기주도형 지역 R&D 혁신체제 구축 방안	김성진 (KISTEP)
2017-08 (통권 제214호)	연구성과평가의 새로운 대안 지표 altmetrics : 주요 내용과 활용방안	이현익 (KISTEP)
2017-07 (통권 제213호)	신입 과학기술 인력의 창의성 및 핵심 직무역량 수준 진단과 시사점	김진용 (KISTEP)
2017-06 (통권 제212호)	바이오경제로의 이행을 위한 화이트바이오 산업 육성 정책 제언	유거승 (KISTEP), 박철환 (광운대학교), 박경문 (홍익대학교)
2017-05 (통권 제211호)	자율과 책무를 바탕으로 한 출연연 발전방향 제언	박소희, 안소희, 이재훈, 정의진, 정지훈 (KISTEP)
2017-04 (통권 제210호)	4차 산업혁명 주도기술 기반 국내 스타트업의 현황 및 육성 방안	조길수 (KISTEP)
2017-03 (통권 제209호)	신정부의 기초연구 투자를 위한 정책제언	신애리, 윤수진 (KISTEP)
2017-02 (통권 제208호)	연구자 중심 R&D 제도혁신 방향과 과제	이재훈, 이나래 (KISTEP)
2017-01 (통권 제207호)	문재인 정부 과학기술 혁신정책 목표 달성을 위한 20대 정책과제	KISTEP
이슈 페이지 통권 제206호	비즈니스 모델 혁신 관점의 미래성장동력 플래그십 프로젝트 사업 성과 분석	김수연, 임성민(KISTEP), 정욱(동국대학교), 양혜영(KISTI)
통권 제205호	자율주행자동차 활성화를 위한 법제 개선방안 및 입법(안) 제언	강선준(한국과학기술연구원/ 과학기술연합대학원대학교), 김민지(한국기술벤처재단)

발간호	제 목	저자 및 소속
통권 제204호	기업이 바라본 미래 과학기술인재상 변화 및 시사점	이정재, 서은영, 이원홍, 황덕규 (KISTEP)
통권 제203호	핀테크 스타트업 활성화를 위한 중소기업 창업지원 법령 분석 및 제언	이재훈 (KISTEP)
통권 제202호	블록체인 생태계 분석과 시사점	김성준 (㈜씨앤엘컨설팅)
통권 제201호	과학기술혁신 추동을 위한 정부의 산업기술 R&D 투자 효율화 방향 탐색	고윤미 (KISTEP)
통권 제200호	4차 산업혁명 대응을 위한 스마트 공장 R&D 현황 및 시사점	김선재 (KISTEP)
통권 제199호	문재인 정부의 과학기술정책 핵심철학과 과제	이장재 (KISTEP)
통권 제198호	차년도 정부연구개발 투자방향의 기술분야 투자전략 수립 방법 고도화	황기하, 정미진 (KISTEP)
통권 제197호	4차 산업혁명 대응을 위한 주요 과학기술 혁신정책과제	손병호, 최동혁, 김진하 (KISTEP)
통권 제196호	대기오염을 유발하는 전기차의 역설: 전기차 보급 및 전력수급 정책의 고려사항	안상진 (KISTEP)
통권 제195호	4차 산업혁명과 일자리 변화에 대한 국내 산업계의 인식과 전망	이승규 (KISTEP)
통권 제194호	KISTEP이 바라본 지속가능한 발전을 위한 공해·오염 대응 10대 미래 유망기술	박종화 (KISTEP)
통권 제193호	중국 13차 5개년 국가 과학기술혁신 계획 변화와 시사점	서행아 (KISTEP)
통권 제192호	과학기술혁신을 통한 고령사회 대응 정책 방향 - 일본 사례를 중심으로	정의진, 오현환 (KISTEP)
통권 제191호	'고용 있는 성장'을 위한 부품·소재 산업 혁신생태계 활성화 방안	최동혁, 손병호 (KISTEP)
통권 제190호	에너지부문 R&D 투자 변화요인 분석 : 주요국 사례 비교	장한수, 이경재 (KISTEP)
통권 제189호	지속가능한 우주탐사를 위한 연구개발(R&D) 정책 방향	이재민 (KISTEP), 신민수 (한국천문연구원)
통권 제188호	바이오안보(Biosecurity)의 부상과 과학기술 정책방향 - 보건안보와 식량 안보를 중심으로	한성구 (KISTEP), 장승동 (농림수산식품기술기획평가원), 김현철 (한국보건산업진흥원)

한국과학기술기획평가원 홈페이지([www.kistep.re.kr](http://www.kistep.re.kr))에서 원문을 다운받으실 수 있습니다.



## 필자 소개

▶ 송 화 연

- 한국과학기술기획평가원 거대공공사업센터 연구위원
- 공학박사
- T. 02-589-6119 / E. hsong@kistep.re.kr

---

## KISTEP ISSUE WEEKLY 2018-22 (통권 제240호)

---

|| 발행일 || 2018년 6월 5일

|| 발행처 || 한국과학기술기획평가원 전략연구실  
서울시 서초구 마방로 68 동원산업빌딩 9~12층  
T. 02-589-6110 / F. 02-589-2222  
<http://www.kistep.re.kr>

|| 인쇄처 || 나모기획(T. 02-503-5454)

---

# KISTEP Issue Weekly