ISSN 2734-1437(오프라인)
ISSN 2765-1851(온 라 인)

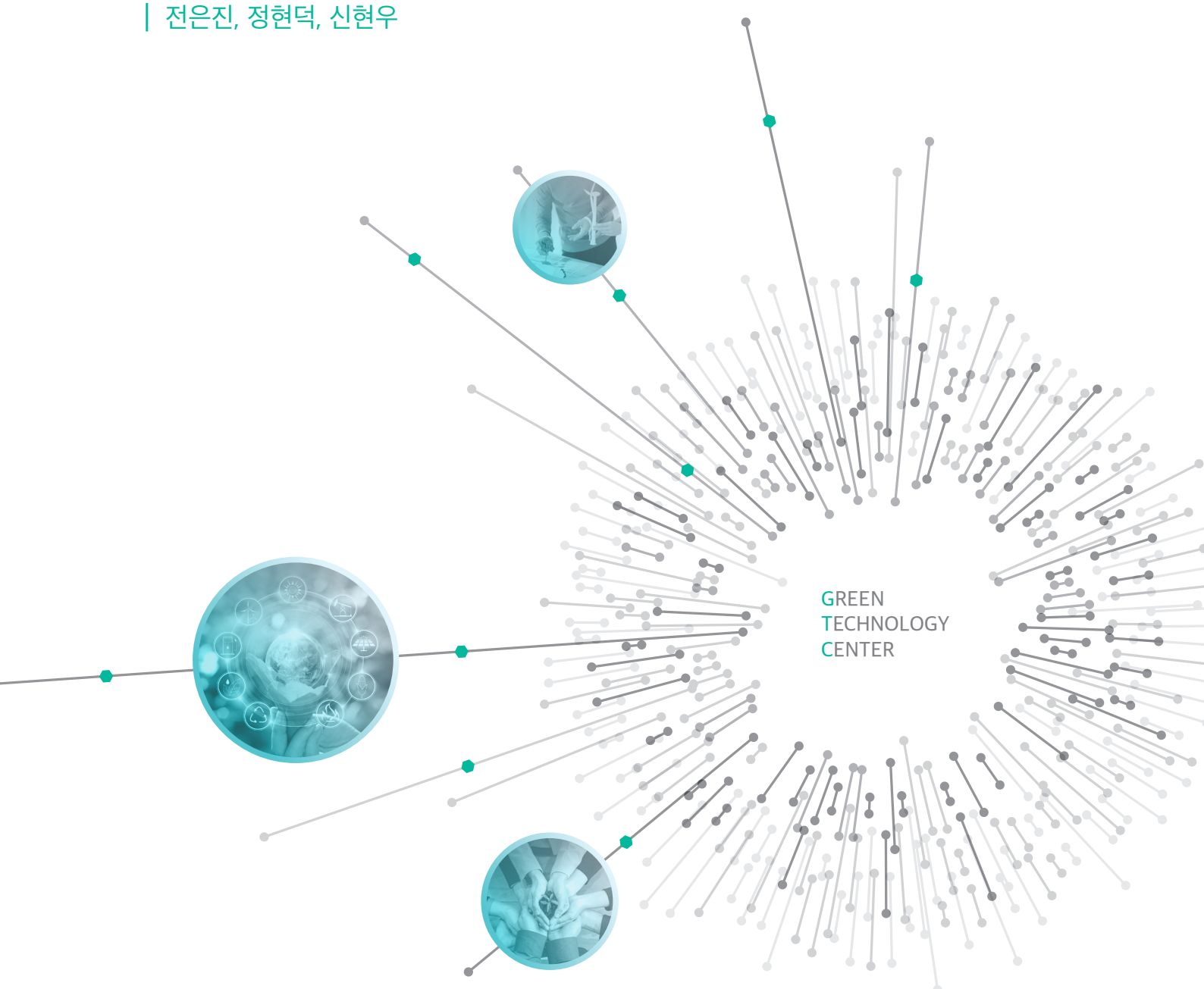
GTC FOCUS

2020
Vol.1 No.2

전환적 혁신정책 수립을 위한 방법론 제안

: 기후변화 난제해결을 위한 기술트리

전은진, 정현덕, 신현우



GTC 녹색기술센터
GREEN TECHNOLOGY CENTER

ISSN 2734-1437(오프라인)
ISSN 2765-1851(온 라 인)

GTC FOCUS

2020
Vol.1 No.2

전환적 혁신정책 수립을 위한 방법론 제안

: 기후변화 난제해결을 위한 기술트리

전은진, 정현덕, 신현우

GTC 녹색기술센터
GREEN TECHNOLOGY CENTER

전환적 혁신정책 수립을 위한 방법론 제안

– 기후변화 난제해결을 위한 기술트리

| 전은진, 정현덕, 신현우

| 키워드 전환적 혁신정책, 임무지향적 혁신정책, 난제별 기술트리, 기후변화, 식량 부족

1 연구의 개요 p. 1~2

2 임무지향적 혁신정책에 관한 검토 p. 3~9

3 신규방법론 제안 및 활용 p. 10~14

4 시범 적용 p. 15~19

5 결론 p. 20~21

참고문헌 p.22~23

요 약

1. 연구의 개요

- 기후변화·빈부격차 등 기존의 사회 시스템으로는 극복하기 어려운 난제(wicked problem)가 대두되면서, 이를 극복할 수 있는 새로운 시스템 구축을 모색하는 움직임이 부상
  - 기술의 발전, 자본주의의 발달 등으로 현대사회는 인류역사상 전례없는 풍요를 누렸으나, 이에 대한 반작용으로서 기후변화, 빈부격차 등 난제에 직면
  - 난제는 기본적으로 지속성, 복잡성, 난이도등의 속성을 가지고 있어, 단일 기술·부문 차원의 접근으로는 대응하기 어려운 것으로 평가
- 주요국별로 새로운 도전에 초점을 두어 종래의 임무지향적 혁신정책을 개선하는 형태로, 난제 해결을 목적으로 한 도전적 연구개발을 활발히 추진
  - 복잡 다단한 문제에 대처하기 위해 학문·기술간 장벽을 돌파한 융·복합 연구를 활성화하여 파괴적 혁신을 도모하기 위한 연구개발을 과감히 추진
    ※ (영국) 산업전략도전기금(Industrial Strategy Challenge Fund)/(독일) 에너지전환을 위한 코페르니쿠스 프로젝트(Kopernikus Projekte für die Energiewende)/(일본) 문샷형연구개발제도 등
- 현존 기술의 개량·개선이 아닌 완전히 새로운 방향으로의 접근 방향을 발굴하기 위해서는 기존의 기술혁신정책 수립 과정에서 활용된 방법론들의 단점을 극복할 수 있는 새로운 기획 방법론 필요
  - 우리나라에서도 시스템 전환을 맞아 임무지향적 혁신정책 도입을 검토하는 시점임을 감안하여, 임무지향적 정책 수립을 효율적으로 지원하고 새로운 접근방식을 도출할 수 있는 기술혁신정책 기획 방법론 구성 및 제안 추진

2. 임무지향적 혁신정책에 관한 검토

- 종래의 임무지향적 혁신정책은 아폴로 계획의 유인 달착륙선 개발 등과 같이 야심찬 기술적 목표를 해결하기 위한 목표로 국가·전문가 집단에 의해 하향식(Top-down) 형식으로 결정
  - 전형적인 기술추동(Tech-push) 방식의 정책으로 국가-전문가 위주로 연구개발 기획-추진-평가가 시행되어 일반 시민들은 수동적인 수혜자 혹은 관전자*의 위치를 차지
    * 달착륙선 등 일반 국민의 삶과 밀접하지 않은 첨단기술 개발의 경우

◆ 최근 시스템 전환 담론 하에서의 임무지향적 혁신정책은 책임있는 연구 및 혁신(Responsible Research and Innovation;RRI) 등의 개념을 수용하여 거버넌스 변화 등 종래의 임무지향적 혁신정책보다 다양한 측면에서의 발전된 모습을 보이고 있음

– 종래의 정책이 기술 난제 해결을 목표로 설정하였다면, 최근의 임무지향적 혁신정책은 난제 해결을 목표로 설정하여 다수 이해관계자의 폭넓은 참여를 통해 문제를 구체적으로 파악하려는 노력을 가미

※ 다양한 분야의 참여자들의 집단지성을 활용함으로서 새로운 해결방안을 모색하기에도 용이

– 중점기술분야를 선정·육성하는 기존 정책과는 달리 해결해야할 문제 및 방향성을 선택·집중하는 전략을 취하는 특성상, 문제해결을 위해 융·복합 연구가 자연스레 촉발될 수 있는 기반을 조성

◆ EU, 독일, 영국, 일본 및 우리나라의 혁신정책을 비교·분석하여 아래와 같은 특성에 부합될 수 있는 혁신정책수립에 필요한 사항 도출

– (도전성의 확보) 완전히 새로운 혁신 영역 및 해결방안을 모색·창출할 수 있는지 여부

– (수요지향성의 확보) 국민의 수요를 충분히 반영할 수 있는지 여부

– (연계가능성의 확보) “임무”를 중심으로 하위에 서로 다른 요소들을 논리적으로 연계하여 표현하고, “임무”를 중심으로 관련 기술 등 해결책을 통합할 수 있는지 여부

3. 신규방법론 제안 및 활용

◆ 사회적 도전과제에 대응하기 위한 임무지향적 혁신정책을 수립에 앞서, 우선 대상 난제의 속성 및 범위 등에 대해서 최대한 명확히 한 후 이에 대한 대응방안 구체화를 진행해야할 필요

– 우리나라에서는 정책 수립 과정에서의 참여주체의 다양성을 도전목표 및 임무의 설정 과정에서 주로 활용하고 있으며. 구체화 과정은 전문가 및 관련 정책연구자에게 의존하는 경향이 강함

※ 아이디어 공모, 예술/인문분야와의 연계, 전문가 협의체 등의 방법 활용, 키워드 네트워크 분석

– 일본신에너지·산업기술종합개발기구(NEDO)에서는 특정 사회과제를 시작점으로 기술트리를 작성하는 방식(社会課題起点の技術ツリー図)으로 학문/기술간 장벽 돌파를 새로이 시도('19)

◆ 2장에서 제시된 임무혁신정책 관련 방법론의 대응방향에 따라 상기 방법론별로 장·단점을 검토한 결과, NEDO의 사회문제기점 기술트리가 가장 많은 장점을 보유한 것으로 평가

〈임무지향적 정책 특성에 비추어본 방법론별 유용성 평가(GTC)〉

임무지향적 정책 특성		아이디어 공모	예술, 인문·사회 연계	키워드 네트워크 분석	전문가 협의체	사회과제기점 기술트리
1. 도전성	완전히 새로운 영역 발굴에 적합한가?	O	O	O	O	O
	기존 해결책의 혁신적 활용 방안을 모색할 수 있는가?	△	x	△	△	O
2. 수요 지향성	국민의 수요를 지속적으로 반영가능한가?	x	x	△*	△*	△*
3. 연계 가능성	분야간 연계를 논리적으로 파악하기 용이한가?	x	△	△	△	O
	기술 통합, 기술융·복합 영역 도출이 가능한가?	△	△	△	△	△

※수정 및 운영 주기에 따라 유용도가 상이(○ : 유용, △ : 보통, x : 미흡)

- NEDO의 방법론 중 단점으로 나타난 누락이슈가 발생할 가능성 및 융·복합 영역을 도출하기 어려운 한계점 등 단점을 보완

  –누락 이슈가 발생할 가능성을 최소화하기 위해 기술트리 분기 설정시 문헌조사 결과를 참고하였으며, 내부 연구진 이외 분야 전문가 워킹그룹(15인) 검토를 병행하여 보강

- 융·복합 영역 도출을 위해 기술트리를 질료로 활용하여 발췌·이동 및 조합을 통해 새로운 융·복합 영역을 창출하기 위한 수단으로의 활용 제안

  ※ 기술트리의 형태로 문제 및 해결책간 논리적 연계가 파악하기 용이한 상태이므로 기술트리 내 비슷한 문제/장소에 대응하기 위한 해결책들을 발췌하여 새로운 영역을 재구성하도록 유도 가능

4. 시범적용

- 기후변화 난제 관련 세부 이슈 중 식량부족 문제를 대상으로 임무지향적 기술트리 구성

  –(1단계) IPCC, UNFCCC, EPA 등에서 논의되고 있는 기후변화 문제 관련 이슈를 조망하여 식량부족·물부족·에너지부족 등 3대 이슈(안) 선정

  –(2단계) '식량부족이 해결된 사회'를 궁극적인 목표로 규정하고 이를 달성하기 위한 접근 방향을 연역적으로 도출

  –(3단계) 임무지향적 정책에서의 '임무(Mission)'은 문제를 해결하기 위한 해결책임을 감안하여, 상위 해결책을 달성하기 위해 필요한 하위 해결책을 검토하여 상세화

  –(4단계) 식량 부족 분야 내부 기술트리를 검토하여 1차적 기준을 통해 융·복합이 가능한 영역을 검토

- 기술트리 구체화 후, 이해관계자별 응용 가능성을 아래와 같이 검토

  –[정책결정자] 개별 미션 조감 및 총괄 조정을 위한 부처별 소관 영역 및 연계 현황 검토에 활용

  ※ 정부조직법상 부·청 및 관련기관의 미션 영역을 기관별로 기술트리에 표기함으로서 기관별 중점 영역 및 유관 분야 기관과의 연계협력 가능성 검토

  –[기술전문가] 타 이슈와의 연계·협력 및 융·복합 방향 검토

※ 서로 다른 분야간 기술트리를 검토하여 타 기술 분야간 연계·협력의 가능성 검토

–[일반 시민] 집단지성으로 새로운 융·복합 영역 도출 제안

※ "foldit"처럼 일반시민들도 기술트리의 각 부분을 발췌·이동·재구성 후 스토리텔링을 통해 타당성 및 사업성 있는 것으로 추정되는 융·복합 영역을 제안할 수 있는 재료로 활용 가능

5. 결론

◆ 주요국별로 사회적 도전과제 대응을 위한 새로운 대처 방안으로서 임무지향적 혁신정책을 주요 원칙으로 반영하고 있으며, 정책 패러다임 변화에 맞춰 새로운 접근 방식의 혁신적 연구개발을 과감히 추진하는 경향

◆ 이에 따라, 현행 방법론 중 난제 관련 이슈 전체를 조망하기 가장 용이하고 세부 이슈별 연관관계 및 해결책 구성을파악하기 쉬운 NEDO의 사회문제기점 기술트리의 연역적 방법론을 기반으로 임무지향적 혁신정책에 부합되도록 단점을 보완한 「임무지향적 기술트리」 작성 및 시범 적용 수행

※ 기술 성능 매칭에 주안점을 둔 기존 기술트리와는 달리 문제 관련 해결책을 모두 포괄하는 방식으로 구성

–기존의 방식에 얽매이지 않는 자유로운 연상에 기반한 연역적 접근방식을 근간으로 새로운 접근방식 및 영역 도출하고 기술트리의 각 부분을 발췌하여 다른 기술과의 연계를 검토하는 등 융·복합 검토 방안을 제안

※ 식량 분야에서 세포농업 등 혁신영역 도출하고, 바이오매스를 활용한 수소생산, 태양광을 활용한 용수 공급 등의 융·복합 기술 모델 제시

◆ 작성된 기술트리의 추가적인 정책 응용가능성을 정책적 이해관계자 단위로 검토

–[정책결정자] 도전과제 관련 전 분야를 조감하고 세부 기술간 연계를 검토하여 정책의 총괄 조정에 활용 가능

※ 연구개발 및 정책 추진 현황을 조망하여 세포농업, 인공적인 영양분 합성 등 공백추정 영역 도출

–[일반 시민] 문제-해결책간 논리적 연관성을 보다 이해하기 쉽게 표현된 기술트리의 일부를 발췌· 재구성하여 타당성 및 사업성에 대한 스토리 텔링을 가미한 새로운 융·복합 영역을 제안 가능(수동적 역할→적극적 역할 수행으로 전환)

※ foldit 프로그램의 경우와 같이, 기존 수단의 조합·재구성을 통한 융·복합 분야 도출에 있어서는 집단지성의 활용이 효율적이므로, 분야별 기술트리 정비 후 웹에서의 기술트리 조작 프로그램 적용 및 일반시민 대상 공모전 등을 통해 참여를 촉진할 필요

–[기술전문가] 전문 분야 이외의 영역에 대한 이해도 제고를 바탕으로 적극적으로 타 기술 분야와의 연계를 통한 새로운 융·복합 기술 모델 검토 가능

※ 물-에너지 기술트리 분야를 연계하여 연계 융·복합 기술 모델 등을 도출

◆ 본 연구에서 임무지향적 기술트리를 작성·적용하였으나, 기후변화 관련 세부 이슈 중 식량, 물, 에너지 분야 등 3개 분야에 중점을 두어 연구를 수행한 한계가 존재

–향후 타 기후변화 관련 이슈에 대한 기술트리 상세화 및 이해관계자별 니즈 실제 적용을 통해 실효성을 강화할 필요

1

연구의 개요

1.1 배경

◆ 기존의 혁신정책은 원천기술 확보를 통한 경제성장 및 국가 경쟁력 강화에 주안점을 두어 추진

–원천기술 확보를 위해 여러 가지 형태의 연구개발 프로젝트들이 수행되었으며, 아폴로 계획[1] 등 새로운 도전에 중점을 둔 임무지향적 혁신정책(Mission-oriented policy) 개념 등장

※ 임무지향적 연구(Mission-oriented research)는 아폴로계획과 같이 극도로 어려운 목표를 설정하고 하향식(Top-down) 방식으로 이를 달성하기 위한 구체적인 기술개발을 기획·추진하는 연구로, 아폴로계획 성공 이후 문샷형 연구(Moonshot Research)로도 지칭

◆ 기후변화·빈부격차 등 기존의 사회 시스템으로는 극복하기 어려운 난제(wicked problem)가 대두되면서, 이를 극복할 수 있는 새로운 시스템 구축을 모색하는 움직임이 부상

–난제는 기본적으로 지속성, 복잡성, 난이도[2]등의 속성을 가지고 있어, 단일 기술·부문 차원의 접근으로는 대응하기 어려운 것으로 평가

※ 지속성 : 오래되고 반복적으로 계속되는 정도
복잡성 : 인과관계의 복잡성, 이해관계자의 복잡성
난이도 : 원인 규명 및 해결 방법론 적용이 어려운 정도

–이에 따라, 사회 시스템을 구성하는 각 부문별 연계·협력을 통해 새로운 방식으로 시스템을 변혁할 수 있는 방안을 모색하는 움직임이 대두 되고 있는 상황

◆ 최근 혁신정책 차원에서도 효율적인 시스템 전환 방향을 모색하는 전환적 혁신정책 (Transformative Innovation Policy)에 대한 담론이 전세계적으로 확산 일로

–개별 기술의 확보가 아닌 시스템 전체의 혁신[3]을 목표로 하는 특성상, 연관 분야의 기술전문가 뿐만 아니라 수요자인 일반시민까지 참여를 확대하는 경향

※ 다양한 이해관계자이자 혁신주체가 참여함으로서 다양한 관점에서 난제를 파악하여 그 복잡성을 최대한 규명하는 동시에, 정책수립단계에서부터 참여함으로서 정책의 수용성을 확보하기 위한 의도

1) 1970년까지 유인 달착륙 성공을 목표로 시행된 계획으로, 당시 가열되던 소련과의 우주 탐사 경쟁에서의 승리를 통해 미국의 국가적 위상 강화를 도모하려는 정치적 목적도 함께 존재하였음

2) 최종화 외 (2019), 국가 난제 해결을 위한 과학기술 관점의 경제·사회 시스템 혁신전략 연구, 과학기술정책연구원.

3) Mission Innovation Secretariat (2019), Mission Innovation beyond 2020 : Challenges and opprtunities(p. 3).

- 주요국에서는 위와 같은 담론을 바탕으로 종래의 임무지향적 혁신정책을 발전시켜, 난제 대응을 목적으로 한 도전적 연구개발을 활발히 추진 중
  - 학문·기술간 장벽을 돌파한 융·복합 연구를 활성화함으로써 파괴적 혁신을 도모하는 연구개발을 과감히 추진 중
    ※ (영국) 산업전략도전기금(Industrial Strategy Challenge Fund)/(독일) 에너지전환을 위한 코페르니쿠스 프로젝트(Kopernikus Projekte für die Energiewende)/(일본) 문샷형연구개발제도 등

- 기존 기술의 발전 경로를 넘어선 완전히 새로운 방향으로의 돌파구를 발굴하기 위해 이에 최적화된 새로운 기획 방법론 필요
  - 기존에 주로 활용되었던 논문·특허 분석에 기반한 연구개발동향 분석 및 미래예측은 기존 기술의 연장선상에서의 발전전략을 모색하기에 용이하나 비연속적 상황 대응에는 한계
    ※ 성과정보의 특성상, 새로운 R&D 트렌드와 시간차 발생도 불가피

1.2 목적 및 방법론

- (목적) 우리나라에서도 임무지향적 R&D 등이 도입되는 시점임을 감안하여, 임무지향적 정책에 특화된 정책기획 방법론 구성 및 제안

- (방법론) 임무지향적 기술혁신정책의 본질적인 특성을 도출하고, 현행 방법론을 비교·분석하여 방법론 제안
  - 국내외 임무지향적 혁신정책 수립 과정에서 활용되고 있는 방법론을 검토한 후 장·단점 분석
  - 임무지향적 정책에 가장 부합되는 최적 방법론을 선정하고 해당 단점을 보완할 수 있는 방안 모색
  - 문제선정 – 이슈 세분화 – 기술트리 구성 – 분야간 연계를 통한 기술간 융·복합 모델 작성 등 전단계에 걸쳐 시범적용함으로서 유용성을 검토하고 다른 용도로의 확장 가능성을 함께 점검

- (추진체계) 외부 전문가의 참여(총 15인) 하에 새로운 방법론의 구체화 및 유용성에 대한 검토 병행

2

임무지향적 혁신정책에 관한 검토

2.1 임무지향적 혁신정책의 변천

- 종래의 임무지향적 혁신정책은 아폴로 계획의 유인 달착륙선 개발 등과 같이 야심찬 기술적 목표를 해결하기 위한 목표로 국가·전문가 집단에 의해 하향식(Top-down) 형식으로 결정
  - 전형적인 기술추동(Tech-push) 방식의 정책으로 국가-전문가 위주로 연구개발 기획-추진-평가가 시행되어 일반 시민들은 수동적인 역할을 수행

- 최근 시스템 전환 담론 하에서의 '임무지향적 혁신정책은 책임있는 연구 및 혁신(Responsible Research and Innovation;RRI)' 등의 개념을 수용하여 거버넌스 변화 등 종래의 임무지향적 혁신정책보다 다양한 측면에서의 발전된 모습을 보이고 있음
  - 종래의 정책이 기술 난제 해결을 목표로 설정하였다면, 최근의 임무지향적 혁신정책은 사회가 직면한 난제 해결을 목표로 설정하여 다수 이해관계자의 폭넓은 참여를 통해 문제를 구체적으로 파악 하려는 노력을 가미
    ※ 다양한 분야의 참여자들의 집단지성을 활용함으로서 새로운 해결방안을 모색하기에도 용이
  - 다양한 이해관계자 참여를 통해 연구개발의 수요지향성을 강화함으로서 정책적 수용성을 높이는 효과를 함께 확보

- 임무(Mission)는 도전과제(Challenge)*를 해결하기 위해 검증가능한 결과를 창출하는 일련의 행동(해결책)으로써 설정되며, Mazzucato(2018a)는 임무 설정과 관련 하여 아래와 같은 사항을 고려할 필요성이 있음을 역설[4)]
  * 추구하고자 하는 보다 넓은 사회적 문제 목표로, 기후변화 대응 등 난제를 포괄
  - 종래의 임무지향적 정책과 마찬가지로 야심찬 목표설정을 요구하는 것은 동일하나, 이에 사회적 유용성을 가지면서 현실적일 것을 함께 요구

4) Mazzucato, Mariana. (2018a). Mission-oriented innovation policies: Challenges and opportunities. Industrial and Corporate Change. 27. 803-815.

[임무 설정을 위한 5가지 기준]

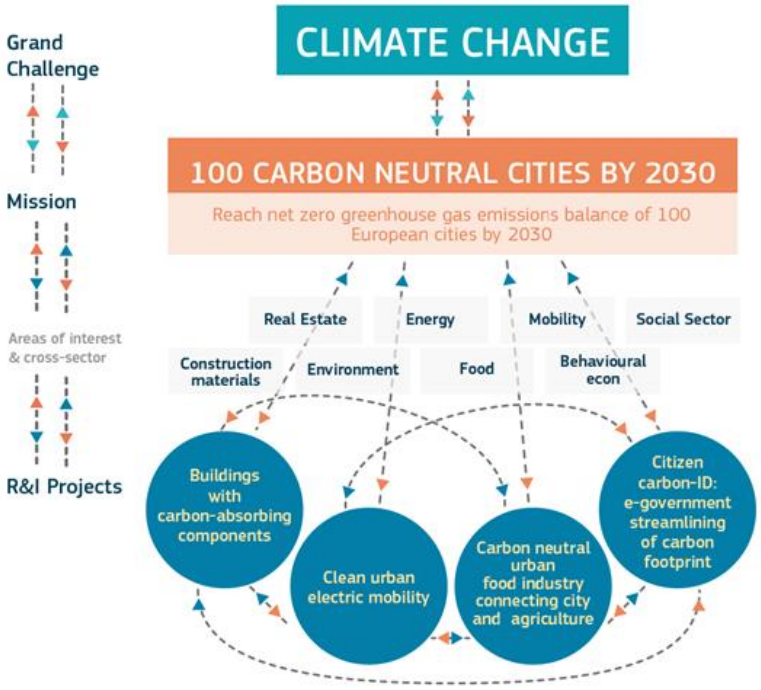
1. 폭넓은 사회적 유용성이 있으면서 선명하고 영감을 주는 내용일 것
2. 선명한 방향성 : 목적설정, 측정가능성, 시간제한을 둘 것
3. 야심차지만 현실적인 연구·혁신 행동일 것
4. 학문간, 부문간, 행위주제간 혁신일 것
5. 다면적이며 상향식(bottom-up) 해결책일 것

※ 출처: Mazzucato(2018a)

◆ 단일 부문·분야를 임무로 설정하는 것을 지양하도록 하여, 특정 미션 하에서의 연구혁신 프로젝트들이 다수 부문/이해관계자의 참여 하에 통합적인 문제 해결 방안을 모색할 수 있도록 구성

–중점기술분야를 선정·육성하는 기존 정책과는 달리 해결해야할 문제 및 방향성을 선택·집중하는 전략을 취하는 특성상, 문제해결을 위해 융·복합 연구가 자연스레 촉발될 수 있는 동기를 부여[5)]

[그림 1] '2030년까지 100개의 탄소중립 도시' 미션을 위한 미션 로드맵



※ 출처: Mazzucato(2018b)

5) 우리나라에서는 융·복합 연구 활성화를 위해 '국가 융합기술발전 기본계획'을 수립하고 해당 계획에 근거하여 융·복합 연구에 특화된 연구개발사업을 수행하고 있는데, 전세계적으로 기술의 융·복합의 중요성을 인지하고 있음에도 불구하고 주요국에서는 우리나라와 같이 융·복합 연구를 표제로 한 별도의 기술정책 및 연구개발사업을 운영하고 있지 않는 점에 대해서는 추후 심도있게 고찰할 필요성이 있음.

2.2 국내외에서의 임무지향적 혁신정책 도입 현황

◆ (EU) 제9차 프레임워크 프로그램(FP)인 'Horizon Europe'의 핵심 원리를 '임무지향적 혁신정책(Mission-oriented Innovation Policy)'으로 설정

–미션을 '다루기 어려운 문제를 정복하기 위한 대규모 시도'로 정의하고 혁신성 뿐만 아니라 사회경제적인 차원의 필요성을 충족함으로서 궁극적으로 문제해결을 도모[6)]

–야심찬 목표를 설정하고 관련 이해관계자 뿐만 아니라 일반 시민까지 참여할 기회를 확대하는 방안을 모색

◆ (영국) 테레사 메이 내각은 고령화 사회, 미래의 교통수단, 청정성장 및 AI·DATA를 4대 도전과제로 설정한 '산업전략(Industrial Strategy)' 수립('17)

–동 계획의 일환으로 R&D 투자기금인 산업전략도전기금(Industrial Strategy Challenge Fund)를 조성하여 혁신적 연구개발 프로젝트 지원

※ 산업전략에서 설정한 4대 도전과제를 지원대상으로 하며 4년간 47억 파운드 투자 예정[7)]

[표 1] 영국 Industrial Strategy Challenge Fund의 신규 지원 내역('20.7)

연번	프로젝트명	수행기관	예산 (단위 : £)	개발 내용
1	REACT-FIRST	Deep Branch Biotechnology	2,000,000	- 발전소에서 배출된 CO_2를 단백질로 전환하여 동물 사료로 활용 ※ 경작지, 물 불필요
2	Autonomous Growing System	Optimal Labs	2,000,000	- 작물 종류에 관계없이 적용가능한 온실 자동 제어* 기술 * 기후, 관개, 조명 등
3	Robot Highways	Saga Robotics	2,500,000	- 과일 수확 및 포장, 병충해 방지 등 에너지집약적 농업 활동을 로봇 및 자동화 기술로 대체
4	Production at the Point of Consumption	Evogro	850,000	- 새로운 소비시장을 위한 차세대 자동 생육 시스템
5	InFarm2.x	InFarm	3,000,000	- 가스센서, 카메라 등을 사용한 작물 생육 패턴을 파악하여 수직농장에서의 최적 생육 조건을 판별 ※ 수직농장에서 재배가능한 작물 종류 확대 가능
6	AGRI-SATT	Feed Algae	4,000,000	- 식량생산을 위한 해수 활용 조류 양식 시스템 ※ 위성정보와 생장 시스템을 연동하여 자동 생산 구현 및 식품 영양 품질 향상
7	GelPonic	AEH Innovative Hydrogel	1,000,000	- 수분을 보유하면서 병원체를 여과하는 새로운 생장 물질 ※ 수직농장 원격 모니터링을 위한 그래핀 베이스 IoT기기 개발포함
8	REMEDY	Quality Milk Management Services	1,700,000	- 낙농업자의 농장 생산성 관리를 보조하기 위한 실시간 추적 기술 ※ 암소 행동 패턴/영양 수급 등을 추적하는 웨어러블 기기 개발 등 포함
9	TUBERSCAN-DEMO	B-hive	2,000,000	- 감자크기 측정 등을 통해 선별적 수확 및 자원투입/작물 생산성 최적화를 가능케 하는 혁신적 데모 시스템 개발

※ 출처: BEIS·DEFRA(2020)

6) KIAT (2019), Horizon Europe(2021-2027), KIAT Issue paper, 2019년 9월 발간.

7) 출처 : https://www.gov.uk/government/collections/industrial-strategy-challenge-fund-joint-research-and-innovation

–최근 과학기술위원회(Council for Science and Technology)는 영국 총리에게 문샷 연구를 수립·추진하는 과정에서 지켜야할 7대 원칙 등을 명시한 자문서한을 송부

[문샷의 정의 및 원칙 요약]

▸ [정의] 매우 야심찬 국내·국제적 목표로, 다양한 과학적·공학적·기술적 돌파구를 통해 파괴적 혁신 혹은 해결책을 창출

※ 다수 분야 및 복수 이해관계자에 의한 사업이되, 폭넓게 협력하여 전체적으로 단일 목표를 향해 대응해나가야 함

▸ [7대 원칙]

① 학계·산업연구를 활성화하여 일반시민·학계·산업계를 자극·환기
② 일반시민이 공명할 수 있는 사회 중요과제에 관여하여 해결을 지원
③ 기존 활동, 목표에 대한 대응을 단순히 강화하는 것이 아니라 획기적으로 변혁
④ 기초과학이 중대한 돌파구를 마련할 수 있는 영역에 초점
⑤ 달성에 필요한 명확한 시간제한과 지표 등을 제시
⑥ 영국이 우위를 점할 수 있는 영역을 활용하여 국제무대에서 영국의 능력을 입증
⑦ 과학기술적 진전이 다른 영역에 적용되고 그 자체가 이익을 가져올 것으로 기대되는 중요한 부가가치 창출

※ 출처: Council for Science and Technology(2020)

◆ (독일) 하이테크전략 2025(Hightech Strategie 2025)[8]에서는 사회적 도전 (Gesellschaftliche Herausforderungen) 영역 내 '건강과 보건', '지속가능성·에너지 및 기후', '수송', '도시와 토지', '안보', '경제 및 노동 4.0'을 세부 과제로 설정

–세부과제로 임무를 별도로 설정하고 있으며 지속가능성·에너지 및 기후 분야에는 환경으로 유입되는 플라스틱 유입량의 근본적인 감소, 산업에서의 광범위한 온실가스 중립, 순환 속에서의 지속가능한 경제, 생물다양성 보존 등을 '우리들의 임무(unsere Mission)'로 제시

–'지속가능성·에너지 및 기후' 분야 소관 이니셔티브인 에너지연구프로그램(7. Energieforschungsprogramm)의 일환으로 추진되고 있는 '에너지전환을 위한 코페르니쿠스 프로젝트' 2단계 프로젝트로 Ariadne[9] 신규 출범('20~)[10]

※ 파리협정상의 목표를 달성하기 위한 정책적 수단 마련의 필요성에 고려하여 출범한 프로젝트로, 에너지전환 관련 행위주체와 함께 적절한 정책수단 선별, 에너지전환 및 주민수용성 증진 전략 조사 등을 수행함[11]

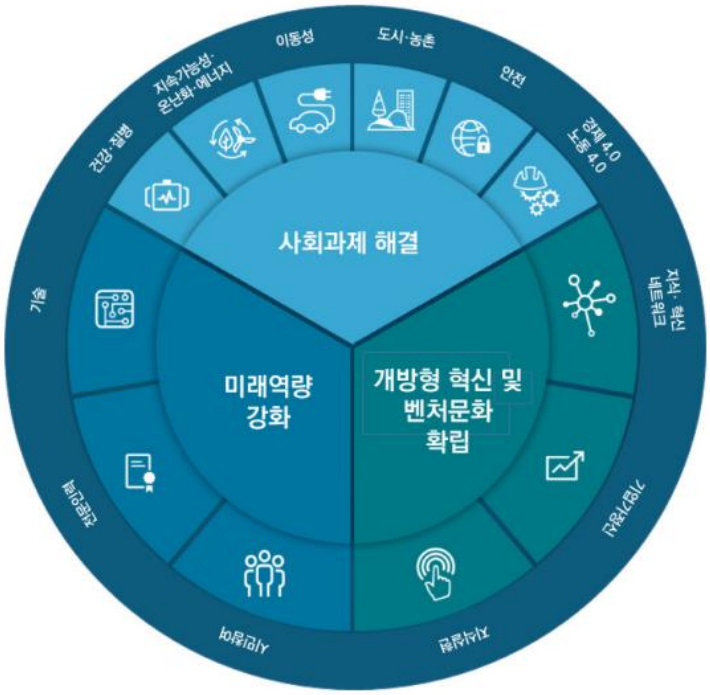
8) Bundesministerium für Bildung und Forschung(2018), Forschung und Innovation für die Menschen : Die Hightech-Strategie 2025, Berlin: BMBF.

9) 정식명칭은 '아리아드네-독일의 에너지전환을 형성하기 위한 증거기반 평가(Ariadne – Evidenzbasiertes Assessment für die Gestaltung der deutschen Energiewende)'. 아리아드네는 그리스 신화에서 아테네의 영웅 테세우스가 크레타 미궁 속 미노타우루스를 퇴치한 후 미궁을 헤매지 않고 탈출할 수 있도록 실타래를 건네 준 지혜로 유명한 크레타 왕녀의 이름임.

10) 출처 : Kopernikus-Projekt Ariadne 홈페이지(https://www.kopernikus-projekte.de/projekte/ariadne).

11) 프로젝트 수행 과정에서의 발견과 연구결과는 지속적으로 수집하는 것을 원칙으로 함

[그림 2] 하이테크 전략 2025의 3대 실행분야 및 과제



※ 출처: KIAT(2018)[12]

◆ (일본) 지속가능발전목표(SDGs) 달성, 고령화 사회 대응 등 미래사회의 모습을 변혁하여 세계를 선도하는 도전적 연구개발을 위한 문샷형 연구개발제도 도입

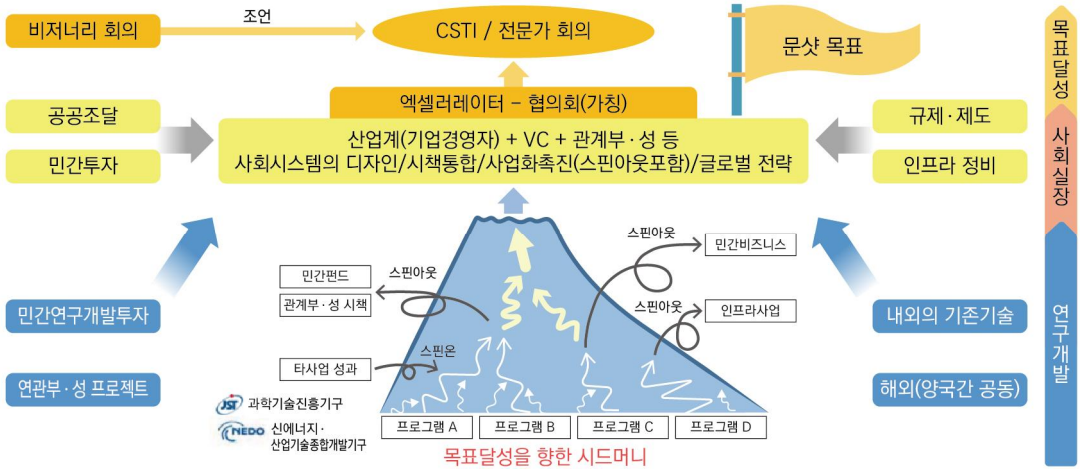
– ‘비저너리(Visionary) 회의’에서 일반인 대상 아이디어 공모·리더 연구자들의 의견청취 등을 기반으로 하여 많은 사람들을 매료시킬 수 있는 야심찬 문샷 목표를 설정[13]

※ ’20년 7월까지 ①인간이 신체·뇌·시간의 제약으로부터 해결된 사회 실현, ②매우 초기에 질환 예측/예방가능한 사회 실현, ③ AI·로봇의 공진화에 의해 스스로 학습·행동하고 인간과 공생하는 로봇 실현, ④지구환경재생을 향한 지속가능한 자원순환 실현, ⑤미이용 생물기능 등을 최대한 활용함으로써 지구규모로 낭비·부족없는 지속적 식량공급산업 창출, ⑥ 경제·산업·안전보장을 비약적으로 발전시키는 내성형 범용 양자컴퓨터 실현, ⑦ 주요질환을 예방·극복하여 100세까지 건강불안없이 인생을 즐기기 위한 지속가능한 의료·돌봄 시스템 실현을 설정

12) KIAT (2018). 독일의 「사람을 위한 연구와 혁신 – 하이테크전략 2025」. 한국산업기술진흥원 산업기술정책브리프. 2018년 12월.

13) 内閣府特命担当大臣（科学技術政策）(2019). ムーンショット型研究開発制度の検討状況について，総合科学技術・イノベーション会議（第４４回）配布資料2，令和元年５月.

[그림 3] 일본의 문샷형 연구개발제도 추진체계



※ 출처: CSTP(2019)

◆ (한국) 범부처 혁신도전 프로젝트 등 난제 해결을 위한 도전적 연구개발사업을 새로이 출범[14)]

– 범부처 혁신도전 프로젝트는 국민의 행복과 삶의 질 등과 관련된 과학·기술 분야의 난제를 선제적으로 해결하기 위해 명확한 임무를 설정하는 혁신적·도전적 R&D 사업에 해당[15)]

※ 민·관 합동위원회를 통해 차년도 연구테마, 기획 내용, 후속사업 추진 방향 등을 논의하며, 추진단장 주도로 전체 프로젝트 진행상황 관리, 대외협력 총괄 및 제도 개선사항 등의 해결방안 제시

– 이외 알키미스트 프로젝트(산업부), 과학난제 도전 융합연구사업(과기부) 등 부처별로 난제를 해결하기 위한 혁신 R&D 사업 운영 중

※ 두 사업 모두 소관부처의 관할에 부합되도록 각각 산업난제·과학난제로 지칭하는 목표를 설정하였으나, 연구자 커뮤니티와의 소통을 강조하고 다양한 분야의 전문가 그룹으로 구성된 추진위원회를 운영한다는 공통 분모가 존재

2.3 시사점

◆ 임무지향적 혁신정책 원칙을 채택하여 도전적인 목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 노력을 경주하는 경향은 공통적으로 나타나고 있으나, 목표 설정 범위에 대해서는 국가별로 다소 차이가 존재

– EU, 영국, 독일 등 유럽권 및 일본의 경우에는 사회적 도전과제(societal challenge)을 도출하고, 이에 대응하기 위한 임무지향적 혁신정책을 기본적인 정책 수립 원칙으로 설정

– 우리나라의 경우에는 상대적으로 사회적 도전과제보다 과학·산업난제에 보다 중점을 두는 경향

14) 우리나라에서도 사회적 문제에 중점을 둔 과학기술 기반 국민생활문제 해결 종합계획 등이 추진 중이나, 동계획 등에서 다루는 "사회적 문제"는 연구개발 과정에서 국민의 생활수요를 반영하여 과학기술이 사회적 가치 실현에 기여하도록 할 것을 주장하는 "책임있는 연구 및 혁신(RRI)"를 이론적 배경으로 하고 있음. "사회적 도전과제" 해결을 위해 새로운 혁신방향을 모색하는 최근의 임무지향적 정책은 도전성에 중점을 두었던 임무지향적 정책을 근간으로 하여 RRI 등의 개념을 도입했다는 차이점이 있음. 즉, 사회문제해결형 R&D에서의 사회적 문제는 수요지향성에 중점을 두고, 임무지향적 혁신정책에서의 사회적 도전과제는 도전성과 수요지향성을 모두 지향함.

15) 한국과학기술기획평가원(2020), 2020년 혁신도전 프로젝트 사업 연구기획과제 공모 붙임 3. 혁신도전 프로젝트 소개 자료, 2020년 8월 10일 게시.

◆ 새로운 임무지향적 정책에서는 도전성과 수요지향성을 주요 특성으로 보고 있으나, 우리나라에서는 도전성만이 강조되고 있는 상태

– 우리나라는 과학·산업난제 해결을 강조하는 특성상 연구자 커뮤니티와 전문가로 구성된 위원회가 중심이 되며 일반 시민의 참여는 아이디어 제안을 제시하는 소극적인 역할을 수행하는 선에서 그치고 있어 새로운 관점의 유입 경로가 한정

◆ 또한, 주요국들은 우리나라와는 다르게 기술 융·복합을 명분으로 한 별도의 정책·전략 및 사업 추진을 강조하지 않는 차이점이 존재

– "임무"를 하나의 플랫폼으로 하는 기술의 통합(integration)을 강조함으로서 자연스럽게 서로 다른 분야/혁신주체간 교류를 촉진

◆ 따라서, 임무지향적 정책 수립 과정에 활용할 새로운 방법론은 다음과 같은 사항을 고려할 필요성이 있음

– (도전성의 확보) 완전히 새로운 혁신 영역 및 해결방안을 모색·창출할 수 있는지 여부

※ 완전히 새로운 영역/아이디어의 창출 뿐만 아니라 기존 수단의 재구성을 통한 새로운 가치 창출 역시 혁신의 범위에 포함[16)]

– (수요지향성의 확보) 국민의 수요를 충분히 반영할 수 있는지 여부

– (기술통합의 가능성) "임무"를 중심으로 하위에 서로 다른 요소들을 논리적으로 연계하여 표현하고, "임무"를 중심으로 관련 기술 등 해결책을 통합할 수 있는지 여부

16) Manifesto for Transformative Social Innovation(https://tsimanifesto.org)

3

신규방법론 제안 및 활용

3.1 임무지향적 혁신정책 수립과정에서 활용되는 방법론 검토

- 사회적 도전과제에 대응하기 위한 임무지향적 혁신정책을 수립에 앞서, 우선 대상 난제의 속성 및 범위 등에 대해서 최대한 명확히 한 후 이에 대한 대응방안 구체화를 진행해야할 필요
  - –우리나라에서는 임무지향적 정책 수립 과정에서 난제와 유사한 사회적 도전과제(wicked problem)보다는 상대적으로 용이(tame problem)[17]한 과학·산업난제에 초점을 두고 있어 난제의 구체화(경제사회적 접근 포함)에 대한 내용은 정책 결정 단계에서 크게 논의되지 않는 경향
  - –아직까지 대상 분야 선정 및 대응 방안 구체화를 위해 별도로 정립된 방법론은 없으며, 국외에서도 이슈 특성에 따라 기존의 컨설팅 툴 및 미래연구 방법론 툴을 차용하는 경우가 대다수[18]

- 우리나라에서는 정책 수립 과정에서의 참여주체의 다양성을 도전목표 및 임무의 설정 과정에서 주로 활용하고 있으며. 구체화 과정은 전문가 및 관련 정책연구자에게 의존하는 경향이 강함
  - –(아이디어 공모) 목표 및 연구개발 테마 설정과정에서 일반인에게 주제를 공모하는 방식으로 진행되며, 기술수요조사의 형태로도 진행
    ※ 임무지향적 기획 전반에 걸쳐 활용
  - –(예술·인문분야와의 연계) 완전히 새로운 방식의 연구개발 접근을 위해서 SF 작가, 미래학·사회학 관련 전문가의 상상력을 활용하여 공상의 미래사회를 그리게 한 후 그에 필요한 기술을 구체화하는 방식으로 연구개발 기획
    ※ 우리나라의 알키미스트 프로젝트 기획과정에서 적용된 바 있음
  - –(전문가 협의체) 관련 전문가를 중심으로 R&D 사업 기획·추진 관련 협의체를 구성하여 난제의 특정 및 구체화 작업 수행
    ※ 과학난제 도전 융합연구사업에서 주로 활용

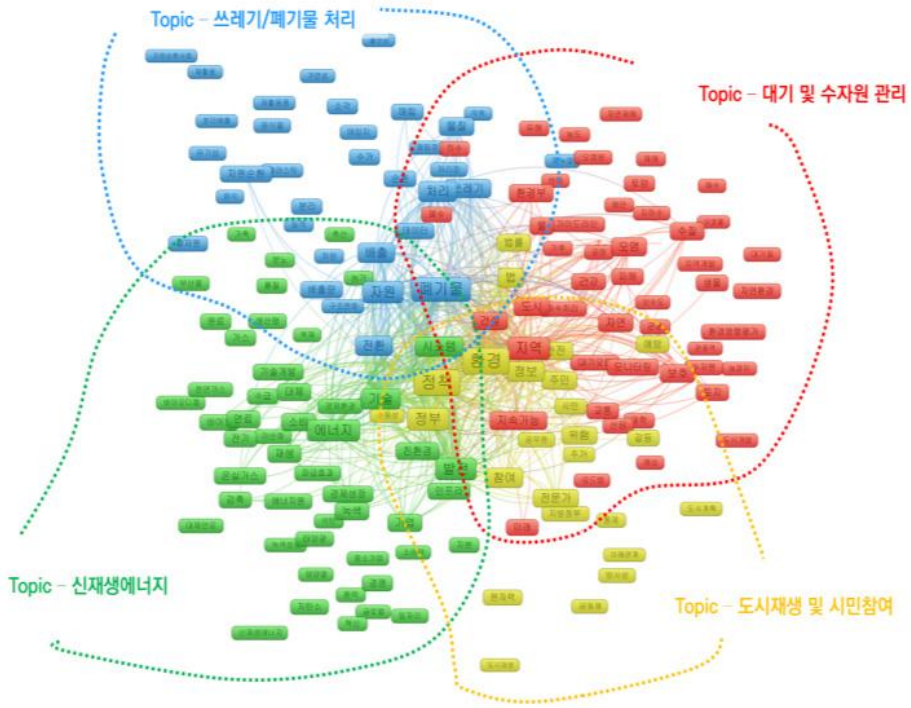
17) 문제 자체는 기술적으로 매우 복잡할 수 있으나, 문제가 정확히 정의되고 해결책역시 세심하게 정의되거나 작동되는 문제를 지칭(※ 출처 : Brigg(2018), Tackling wicked problems : A public policy perspective, Australian Public Service)

18) 최종화 외 (2019). 국가 난제 해결을 위한 과학기술 관점의 경제·사회 시스템 혁신전략 연구. 과학기술정책연구원.

–(키워드 네트워크 분석) SNS, 서지정보, 뉴스 등으로부터 키워드를 추출하여 키워드간의 연관성을 파악하여 토픽 도출

※ 국내에서는 과학기술정책연구원(STEPI)에서 국가 난제 지형도 작성 등 사회적 난제에 초점을 둔 혁신정책 수립 관련 연구를 수행하고 있으며, 해당 연구의 일환으로 뉴스 데이터, 국가정책연구포털(NKIS) 상의 연구보고서 서지정보로부터 도출한 키워드 네트워크 분석을 수행(그림 4 참조)

[그림 4] 환경-정책연구지형도



※ 출처: 최종화 외(2019)

◆ 한편, 일본신에너지·산업기술종합개발기구(NEDO)에서는 특정 사회과제를 시작점으로 기술트리를 작성하는 방식(社会課題起点の技術ツリー図)으로 학문/기술간 장벽 돌파를 시도('19)[19]

※ 기존 기술기획방법론에서 활용된 기술트리는 시장의 니즈와 기대되는 성능을 예측하고 실현하는 기술방식을 연구하기 위한 방법론[20]으로 개발할 기술의 기능과 성능 구체화에 주안점을 두고 있는 반면, NEDO의 기술트리는 사회문제에서부터 시작하여 그에 대한 해결책을 구체화하는 차이점이 있음

–문제에서부터 해결책을 연계해가는 연역적 방법을 활용한 미래역산(backcasting) 방식과 자료를 활용한 미래예측(forecasting) 방식을 연계한 올캐스트(allcasting) 방식으로 진행

※ 연역적 방법을 활용함으로서 기존의 틀에 얽매이지 않고 완전히 새로운 접근 방식인 "식량을 섭취하지 않고 살아간다"라는 이슈를 고안해내고 이에 필요한 기술들을 도출

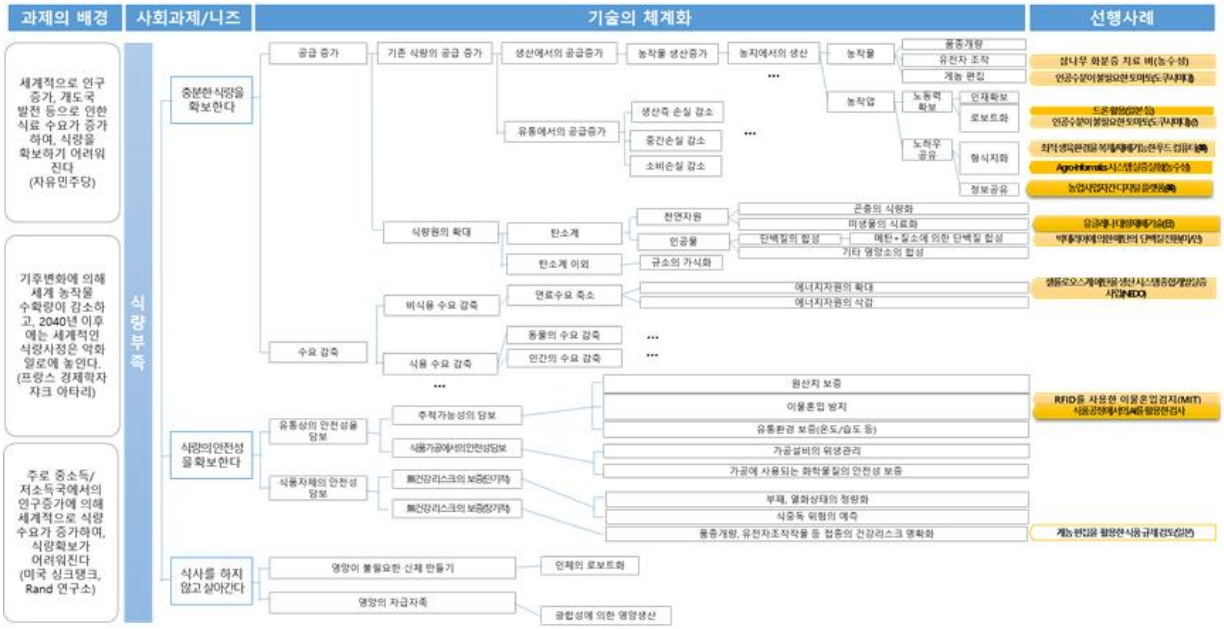
–문제해결책으로서 R&D 뿐만 아니라 법/정책, 노하우 등을 망라하여 문제를 포괄적으로 조망하였으며, 기술트리 최하단에 선행사례 부분을 추가하여 현재 관련하여 진행되고 있는 프로젝트를 참조할 수 있는 구조로 구성

※ 아울러, 해당 기술트리는 기술기획 및 이해관계자의 커뮤니케이션 툴로도 사용할 수 있음을 명시하고 있어, 서로 이해 수준이 다른 참여자들 간의 정보 간격을 좁히기 위한 시도의 일환으로 보임

19) 출처 : NEDO 홈페이지(https://www.nedo.go.jp/activities/tsc_tech_tree.html)

20) 류영수 (2006), 주요 R&D 프로그램의 전략적 기획과정 및 활용기법 개발연구(Ⅱ), 한국과학기술기획평가원

[그림 5] NEDO의 '10대 사회과제기점 기술트리도('19)' 중 식량부족 부문



※ 출처: NEDO(2019) 식량부족 부문 트리의 주요부분을 발췌하여 번역

◆ 방법론별로 새로운 아이디어의 도입 가능성, 수요지향성 및 연계성 관점에서의 유용성을 평가하면 아래와 같음

–(아이디어 공모) 새로운 아이디어는 유입될 수 있으나, 도전목표 및 임무 발굴 과정에서 단발적 의견 수렴이 진행되는 형태로 그 이후에서의 다양한 의견 수렴 기회는 적은 편

–(예술·인문사회와의 연계) 기존의 경로 답습에서 벗어나 완전히 새로운 방식의 접근을 모색하기에는 용이한 방식이나, 목표 설정 이후 기술적 실행방안 구체화 과정에서의 기여 방안은 모호

※ 새로운 방식의 접근인 특성상 난제 관련 해결책을 모두 망라하는 것으로 보기 어려움

–(키워드 네트워크 분석) 정량적인 방법으로 난제 관련 주요 키워드를 도출하여 이슈 조감 및 신규 영역 관련 주제 발굴이 가능하지만, 기반을 두는 정보에 따라 공백영역이 발생할 가능성

※ SNS 기반 : 시민사회의 수요 및 현안 이슈 도출에는 적절하나 중장기 이슈 도출에는 한계/ 정책연구보고서 등 서지 정보 기반 : 장기적 정책 이슈 도출에는 적절하나 시민사회의 수요 및 현안 이슈 도출의 반영에는 다소 한계

※ 키워드간 연계 역시 문제점–해결책의 연계가 아니며, 분야의 논리적 연계성 역시 파악하기 어려움

–(전문가 협의체) 기술 난제의 구체화 부분에 대해서는 신속하고도 합리적인 의사결정이 가능하지만, 사회적 난제의 정의·구체화 및 다양한 참여주체간 숙의가 개입할 여지는 다소 제한적

※ 전문가적 식견으로 유망 융·복합 분야의 특정은 가능하나, 다양한 분야가 얽힌 임무의 설정 및 관련 기술통합은 다양한 참여주체의 참여가 필수적

–(사회과제기점 기술트리) 연역적 방법을 통해 기존 틀에 얽매이지 않는 새로운 접근방식을 고안할 수 있으며, 다양한 이해관계자들이 문제–해결수단간 논리적 연계를 이해하기 용이

※ 그러나, 연역적 방법을 주로 활용하는 특성상 누락되는 이슈 및 해결책 등이 발생할 가능성이 있음

◆ 기존 수단의 혁신적 활용 방안 검토 기능 관점에서 살펴보면, 사회과제 기점 기술트리 이외에는 아래와 같은 한계를 가지고 있음

–아이디어 공모, 예술·인문간 연계, 전문가 협의체는 기존의 틀을 벗어난 새로운 아이디어 발굴에는 적합할 수 있으나, 기존 활용 수단의 유용성 검토 및 재구성·연계를 통한 새로운 가치 창출 모색에 관한 논의는 미약한 수준

※ 단 아이디어 공모, 전문가 협의체는 아젠다 설정 방향에 따라 일정 범위 포괄할 수 있음

–키워드 네트워크 분석의 경우 서지정보 등 기존정보를 활용하고 있기 때문에 기존에 활용된 정책수단 관련 키워드가 도출될 수는 있으나, 키워드만으로는 정책수단의 구체적인 내용 및 활용도에 대해서 파악하기 어려움

–사회과제기점 기술트리는 기존의 경로에 의존하지 않는 연역적 발상으로 관련 해결책을 집대성하므로, 완전히 새로운 주제 발굴 뿐만 아니라 기존 해결책에 관한 재검토도 용이

※ 특히 분기점 밑의 하위 세부기술군을 특정 해결책을 지원하기 위한 기술의 통합으로 가정 가능

[표 2] 임무지향적 정책 특성에 비추어본 방법론별 유용성 평가(GTC)

임무지향적 정책 특성		아이디어 공모	예술, 인문·사회 연계	키워드 네트워크 분석	전문가 협의체	사회과제기점 기술트리
1. 도전성	완전히 새로운 영역 발굴에 적합한가?	O	O	O	O	O
	기존 해결책의 혁신적 활용 방안을 모색할 수 있는가?	△	x	△	△	O
2. 수요 지향성	국민의 수요를 지속적으로 반영가능한가?	x	x	△*	△*	△*
3. 연계 가능성	분야간 연계를 논리적으로 파악하기 용이한가?	x	△	△	△	O
	기술 통합, 기술융·복합 영역 도출이 가능한가?	△	△	△	△	△

* 수정 및 운영 주기에 따라 유용도가 상이(○ : 유용, △ : 보통, x : 미흡)

3.2 신규 방법론의 구성

◆ 시스템 전환이 개별 기술·부문이 아닌 시스템 전체 차원에서의 접근이 필요한 점을 감안할 때, 사회적 도전과제와 관련된 제반 사항(장기적·단기적 수단 포함)들을 조감할 수 있는 수단이 필요함

–아이디어 공모, 전문가 협의체의 경우 일부 이슈에 대해서만 다룰 수 있는 한계가 있음

◆ 최근 기술혁신 과정에서 기술통합 및 융·복합의 중요성이 지속적으로 확대되고 있는 점을 감안하여, 해당 영역을 보다 구체적으로 도출하기 위한 수단 마련이 요구됨

–키워드 네트워크 분석 방법은 키워드 중심으로 연결성을 파악하는 특성상 구체적인 융·복합 영역을 발굴하기 어려우며, 예술·인문간 연계는 그 자체로는 다학제적이나 그 추상성으로 인해 융·복합으로 창출될 정책 수단을 구체적·체계적으로 발굴하기에는 다소 한계가 있음

–사회문제기점 트리의 경우 상위 해결책을 구현하기 위한 하위 기술군을 도출하는 형식으로 구성되므로, 문제해결을 위한 임무 중심으로 기술 등 하위 해결책들을 통합하는 임무지향적 정책 수립 과정과 유사

※ 단, 선형으로 발산하는 특성상 기술트리 말단은 개별 기술 위주로 구성되므로, 융·복합 기술 영역을 도출하기 위해서는 별도의 조치가 필요

◆ 방법론 중 NEDO의 사회문제기점 기술트리가 아래와 같은 측면에서 가장 장점이 많은 것으로 판단됨

–(도전성 측면) 연역적 방법을 사용하는 특성으로 인해 기존의 틀에 존재하지 않는 과감한 발상의 접근방식 고안이 가능하면서, 기술트리 세분화를 통해 기존 수단(기술, 법·제도, 노하우 등)을 모두 포괄하므로 기술적 혁신과 비기술적 혁신 방안과의 시너지 창출가능

–(수요지향성) 기술 뿐만 아니라 법·정책 및 노하우를 포괄하고 있어 기술·정책 수요의 의견이 반영되기 쉬운 구조

–(연계성) 임무의 세부 이슈 포괄 범위* 및 상호간의 논리적 연계성 파악이 용이

* 기술트리의 문제-해결책-하위해결책으로 이어지는 구조는 임무지향적 혁신정책에서 "문제-임무-R&I"로 이어지는 구조와 유사하므로 수립대상 정책의 위상(기본계획, 실행전략 등) 및 범위를 기술트리와 비교·대조하여 임무 및 해결책 후보군 도출에 참고하기 용이한 측면이 존재

※ 다른 방법론보다 문제-해결책 등 기술트리 세부 요소에 관한 논리적 연계성을 파악하기 용이하므로, 일반시민 및 연관 전문가들로서도 해결책의 용처를 쉽게 파악하여 응용하기 쉬운 강점이 있음

◆ NEDO의 방법론 중 누락이슈가 발생할 가능성 및 융·복합 영역을 도출하기 어려운 한계점*등 단점을 아래와 같이 보완하여 「임무지향적 기술트리」 작성 방법론 도출하고 시범 적용을 통해 방법론의 적절성 등을 검토

* 기술트리는 발산형이므로 하위 구조로 갈수록 개별 기술들이 등장하여 융·복합 영역을 도출하기에는 한계가 존재

–누락 이슈가 발생할 가능성을 최소화하기 위해 기술트리 분기 설정시 문헌조사 결과를 참고하였으며, 내부 연구진 이외 분야 전문가(15인) 검토를 병행하여 보강

–융·복합 영역 도출을 위해 기술트리 자체를 융·복합 영역을 검토하기 위한 질료로 활용하여 발췌·이동 및 조합을 통해 새로운 융·복합 영역을 창출하기 위한 수단으로의 활용 제안

※ 기술트리의 형태로 문제 및 해결책간 논리적 연계가 파악하기 용이한 상태이므로 기술트리 내 비슷한 문제/장소에 대응하기 위한 해결책들을 발췌하여 새로운 영역을 재구성하도록 유도 가능

4

시범 적용

4.1 시범 적용[21)]

◆ (1단계) IPCC, UNFCCC, EPA 등에서 논의되고 있는 기후변화 문제 관련 이슈를 조망하여 식량부족·물부족·에너지부족 등 3대 이슈(안) 선정

–동 연구에서는 이 중 식량부족 이슈 관련 기술트리 설정 과정을 중심으로 상술

[그림 6] 기후변화 관련 주요 이슈 키워드 선정

자료명	기후변화 관련 Keyword
IPCC (Global warming of 1.5℃), 2018 (ARS), 2014	**강수량증가**, 극한기온온난화, **가뭄증가**, 해수면상승, 종 다양성감소, 해양 온도 상승, 건강, **식량안보**, 인류안보, 경제성장
EPA (Climate Change Impads – Climate Change Impads by Sector), 2018	해수면상승, 사막화, 강우패턴 변화, 빙하감소, 가뭄심화, **식량안보**, **농산물 생산저하**, 생물종 감소, **에너지수요증가**, 사회변화, 교통분야, **수자원분야**, 건강영향
SDGs (Sustainable Development Goals), 2019	빈곤감소, **기아종식(지속가능한 농업강화)**, **물 관리**, **에너지 친환경적 생산 및 소비**, 도시와 주거지, 생산소비, 해양생태계보전
TNA (Technical Needs Assessment) 2018. 04 기준	**재생에너지**, **에너지수요**, **농업 & 축산**, **물**, 산림 & 육상, 해양 & 수산 & 연안, 기후변화 모니터링, 비재생 **에너지**

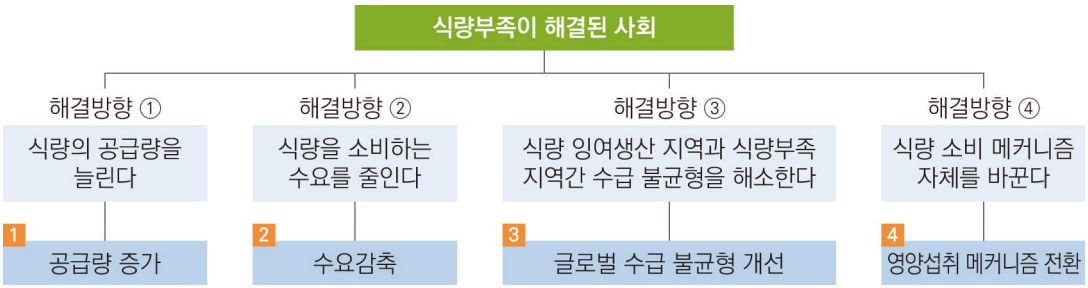
◆ (2단계) '식량부족이 해결된 사회'를 궁극적인 목표로 규정하고 이를 달성하기 위한 접근 방향을 연역적으로 도출

–식량 부족을 해결하기 위해, ① 식량의 공급량을 늘리고, ② 식량 수요를 감축하고, ③ 식량 잉여생산지역과 식량부족지역간의 불균형 해소하고, ④ 아예 인체 내부의 영양섭취 메커니즘을 전환함으로서 식량부족 문제 완화에 기여하는 경로를 도출

※ 내부 연구진 검토 결과를 1차적으로 문헌조사로 도출된 경로의 타당성을 검토한 후, 전문가 워킹그룹 운영을 통해 누락 및 논리가 미흡한 접근 방식이 없는지 검토

21) 아직 연구가 진행 중인 사항으로 최종 수정·보완 과정에서 기술트리 세부 사항은 조정될 수 있음.

[그림 7] (예시) 식량부족 이슈 기술트리 분기점 1단계



◆ (3단계) 임무지향적 정책에서의 '임무(Mission)'는 문제를 해결하기 위한 해결책임을 감안하여, 상위 해결책을 달성하기 위해 필요한 하위 해결책을 상세화

※ 추후 NTIS 등 기술 관련 정보와의 연계가 용이하도록 분기점 끝에는 기술적 해결책이 등장하도록 세분화(순수한 정책적 이슈는 제외)

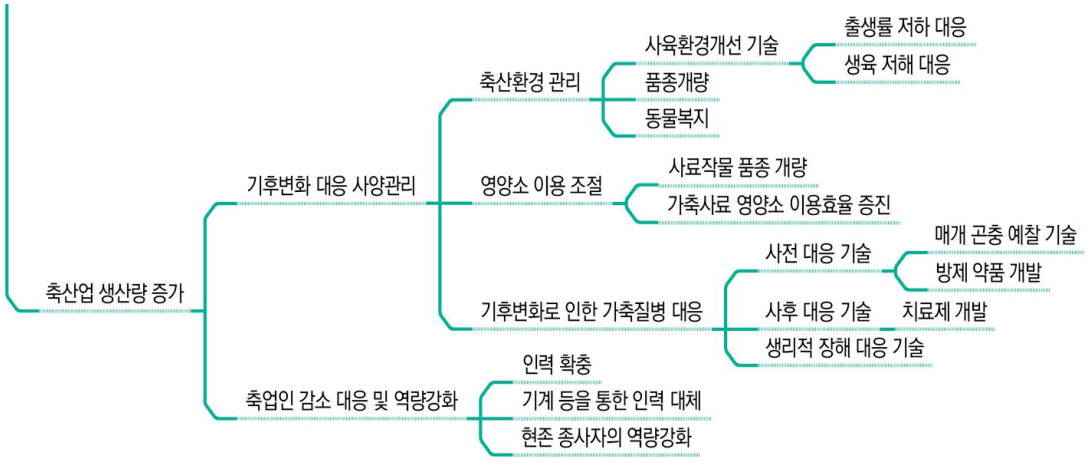
–기술에만 한정하지 않고 연관 법·정책, 노하우 등까지 포함할 수 있도록 구성

※ 축산업 생산량 증가 부문에서도 기후변화 대응 사양관리 기술군 이외 축업인 감소 대응 및 역량 강화와 같은 정책 의제를 하위 해결책으로 포괄

–동 단계에서는 경제적 타당성, 기술의 실현가능성, 개발까지의 소요 시간 등은 차지 하고 모든 해결책을 망라하는 방향으로 작성

※ 신규 융·복합 영역 발굴은 기술트리 발췌-재구성을 통해 진행할 예정이므로 해당 단계에서 기술트리 내에서 "융·복합" 표제의 분기점 생성은 지양

[그림 8] (예시) 식량부족 이슈 내 축산업 생산량 증가 관련 트리

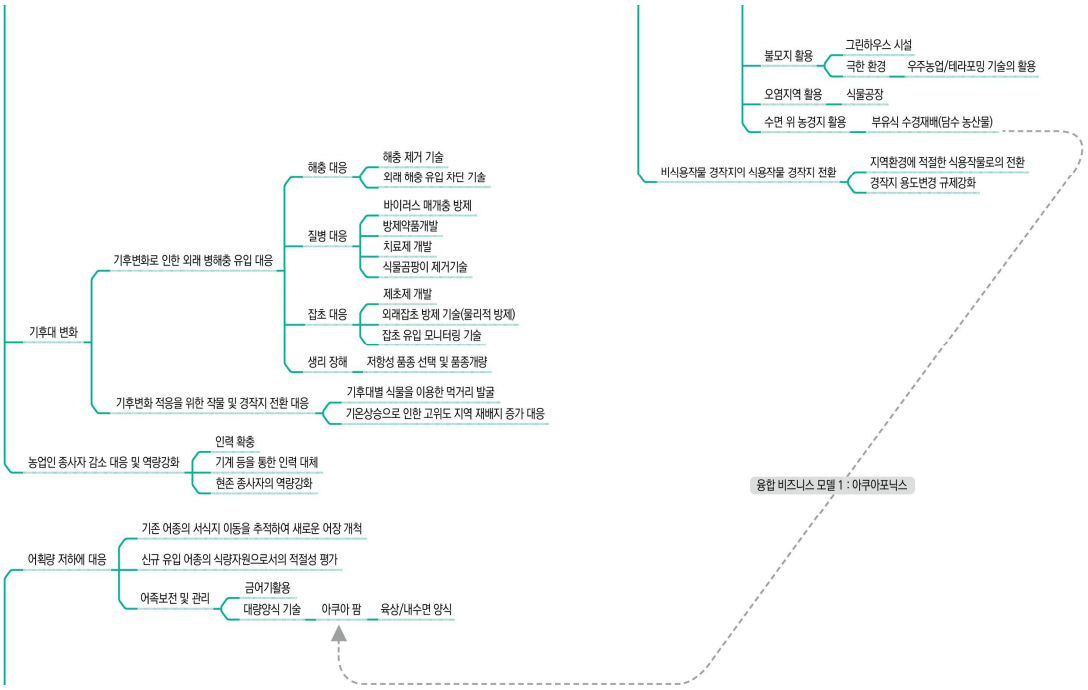


◆ (4단계) 식량 부족 분야 내부 기술트리를 검토하여 1차적 기준을 통해 융·복합이 가능한 영역을 검토

※ XMind 프로그램을 이용하여 유사 분야에 대한 기술트리를 연계·조합

–(예시) 해수면/담수면 지대의 경우에는 부유식 수경재배와 아쿠아 팜을 복합한 융·복합 모델인 '아쿠아 포닉스(Aqua ponics)' 고려 가능

[그림 9] 융·복합 모델 검토 예시



4.2 이해관계자별 응용 가능성 검토[22)]

◆ [정책결정자] R&D를 포함한 정책수단 총괄 조정을 위한 부처별 소관 영역 및 연계 현황 검토 등에 활용 가능

– 정부조직법상 부·청 및 관련기관의 미션 영역을 기관별로 기술트리에 표기함으로서 기관별 중점 영역 및 유관 분야 기관과의 연계협력 분야 발굴에 활용가능

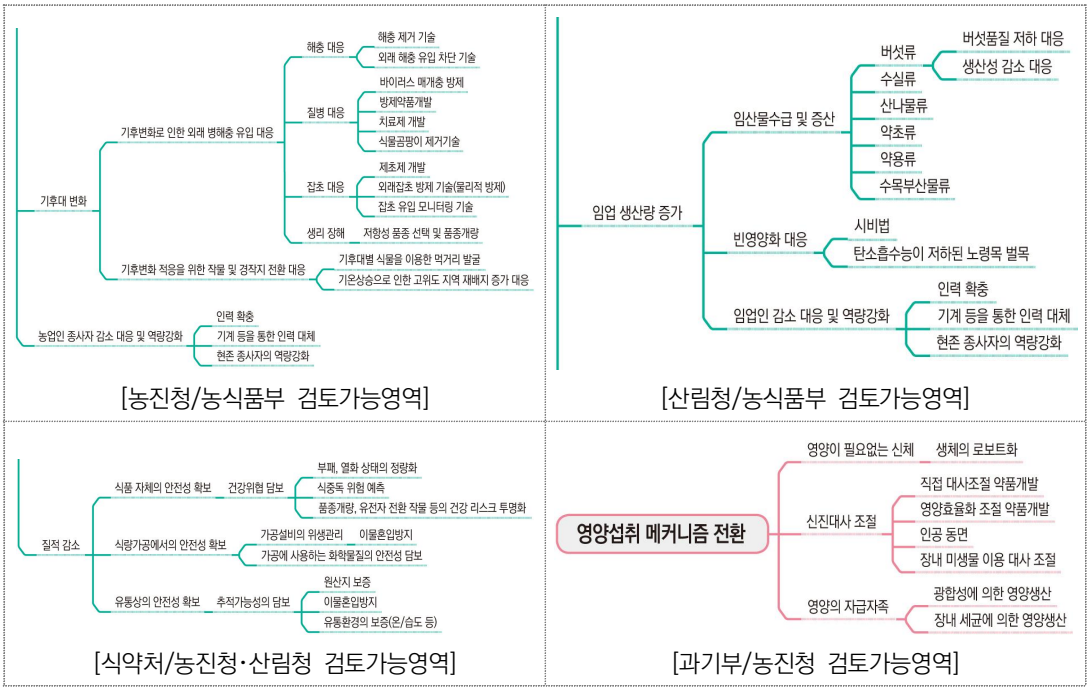
– 기술트리 말단 세부 기술을 NTIS 프로젝트와 매칭함으로서 기술트리 내 부처 소관 영역을 표시하여 공백 영역 유무 검토에 활용할 수 있는 것으로 판단됨

※ 식량 부족 부문의 기술트리 내 검토 결과, 새로운 먹거리 발굴 분야에서 곤충/미생물을 제외한 분야(인공적인 영양성분 합성, 세포농업, 폐·부산물의 식량자원 재활용 등의 공백추정영역 1차 발굴[23)]

22) 동 절은 GTC 연구진의 의견에 대한 외부전문가(전문가 워킹그룹) 의견을 종합하여 작성

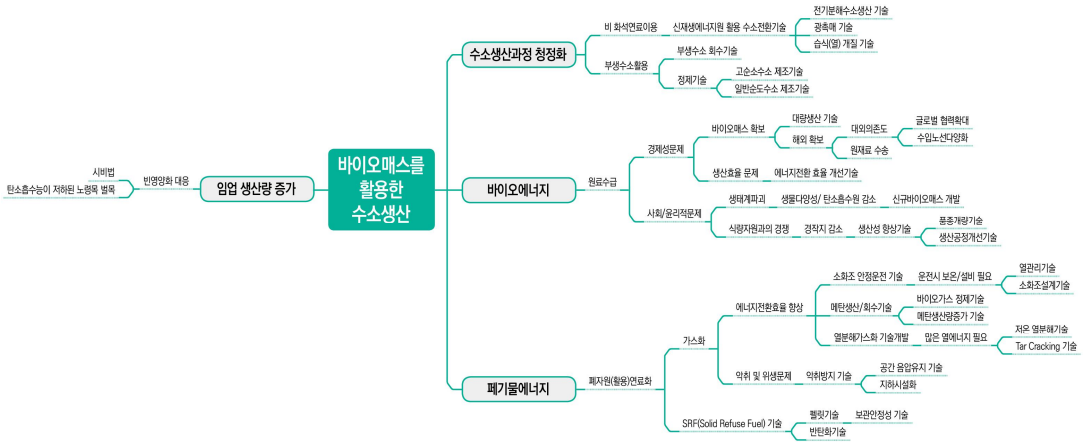
23) 민·관 역할분담, 신규 출현 분야, 기술수명주기(TLC) 등의 사유를 종합하여 공백영역 여부를 최종 판단할 필요

[그림 10] 식량 부족 트리 내 부처별 소관영역 검토 방안(예시)

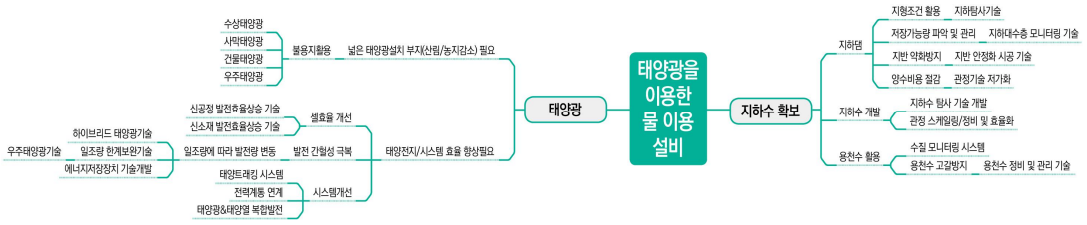


- [기술전문가] 타 이슈와의 연계·협력 및 융·복합 방향 검토
  - –서로 다른 분야간 기술트리를 검토하여 타 기술 분야간 연계·협력의 가능성 검토
  - –본 연구에서는 함께 진행 중인 물부족, 에너지 부족 난제 기술트리가 완성된 후 시간적/공간적 공통점 등을 기준으로 식량-에너지, 에너지-물 연계 융·복합 모델을 도출
  - –기술트리상의 세부기술군을 파악함으로서 해당 기술모델 구현시 필요한 기술군들을 체크리스트로서 활용가능

[그림 11] 식량-에너지, 에너지 물 연계 융·복합 모델 도출 예시



[바이오매스를 활용한 수소 생산]



[태양광을 이용한 용수 공급]

◆ [일반 시민] 집단지성으로 새로운 융·복합 영역 도출 제안

–동 연구에서는 연구진 및 전문가 워킹그룹을 통해 기술트리의 일부를 연계함으로서 융·복합 모델을 도출

–"foldit"처럼 일반시민들도 기술트리의 각 부분을 발췌·이동·재구성 후 스토리텔링을 통해 타당성 및 사업성 있는 것으로 추정되는 융·복합 영역을 제안할 수 있는 수단으로 활용 가능

※ 보다 많은 참여자를 모을 수 있도록 인터페이스 구축 및 공모전 등 동기 부여 방안 검토

[foldit 개요[24])]

▸ 아미노산을 회전시키고 구부리면서 단백질 분자 구조를 구성하는 내용의 게임

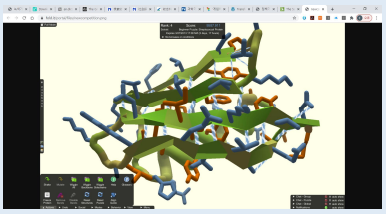
※ 단백질 연구를 게임화 하기 위해 개발('08)

- 현재까지 HIV의 단백질 구조 규명 등 다수 성과 거양

▸ 최근에는 완전히 새로운 기능을 내는 인공 단백질 설계를 위해 foldit을 개조한 결과, 342명의 게이머*들에 의해 이 세상에 없던 56개의 신규 단백질 발굴

* 65세 이상 노인 비중 9.5%, 고졸 게이머 비중 24.6% 등 다양한 연령대와 학력의 게이머 참여

▸ foldit 개발자측은 "우리는 폴드잇 게이머에게 이론을 가르치지 않고 다만 게임코드를 수정했다"라고 표현



[foldit 화면]

※ 출처: 동아 사이언스(2019)

24) 조승한 (2019), "'게임의 긍정적 힘' 324명의 게이머가 세상에 없던 단백질 56개를 창조했다". 동아사이언스. 2019년 6월 6일 게재.

5

결론

5.1 결론

- 주요국별로 사회적 도전과제 대응을 위한 새로운 대처 방안으로서 임무지향적 혁신정책을 주요 원칙으로 반영하고 있으며, 정책 패러다임 변화에 맞춰 새로운 접근 방식의 혁신적 연구개발을 과감히 추진 중
  - 기존의 논문·특허 중심의 연구개발 동향 분석 및 미래예측으로는 완전히 새로운 방식의 접근에 한계가 있으므로 혁신적 연구개발을 발굴·지원하기 위해 새로운 방법론이 필요한 상황

- 이에 따라, 현행 방법론 중 가장 난제 관련 이슈 전체를 조망하기 용이하고 세부 이슈별 연관관계 및 해결책 구성을 파악하기 쉬운 NEDO의 사회문제기점 기술트리의 연역적 방법론을 개량하고 융·복합 영역 도출 기능을 부가한 「임무지향적 기술트리」 구성 및 시범 적용 수행
  ※ 기술 성능 매칭에 주안점을 둔 기존 기술트리와는 달리 문제 관련 해결책을 모두 포괄하는 방식으로 구성
  - 기존의 방식에 얽매이지 않는 자유로운 연상에 기반한 연역적 접근방식을 근간으로 새로운 접근방식 및 영역 도출
    ※ 식량 분야에서 세포농업 등 혁신영역 도출
  - 선형적으로 발산하는 구조상 융·복합 기술을 도출하기 어려운 단점을 보완하기 위해, 기술트리의 각 부분을 발췌하여 다른 기술과의 연계를 검토하는 등 융·복합 검토 방안을 설계
    ※ 바이오매스를 활용한 수소생산, 태양광을 활용한 용수 공급 등의 융·복합 기술 모델 제시

- 작성된 기술트리의 추가적인 정책 응용가능성을 정책적 이해관계자 단위로 검토
  - [정책결정자] 도전과제 관련 전 분야를 조감하고 세부 기술간 연계를 검토하여 정책의 총괄 조정에 활용 가능
    ※ 연구개발 및 정책 추진 현황을 조망하여 세포농업, 인공적인 영양분 합성 등 공백추정 영역 도출
  - [일반 시민] 문제-해결책간 논리적 연관성을 보다 이해하기 쉽게 표현된 기술트리의 일부를 발췌·재구성하여 타당성 및 사업성에 대한 스토리 텔링을 가미한 새로운 융·복합 영역을 제안 가능(수동적 역할→적극적 역할 수행으로 전환)

※ foldit 프로그램의 경우와 같이, 기존 수단의 조합·재구성을 통한 융·복합 분야 도출에 있어서는 집단지성의 활용이 효율적이므로, 분야별 기술트리 정비 후 웹에서의 기술트리 조작 프로그램 적용 및 일반시민 대상 공모전 등을 통해 참여를 촉진하는 방안을 검토할 필요

– [기술전문가] 전문 분야 이외의 영역에 대한 이해도 제고를 바탕으로 적극적으로 타 기술 분야와의 연계를 통한 새로운 융·복합 기술 모델 검토 가능

※ 물-에너지 기술트리 분야를 연계하여 연계 융·복합 기술 모델 등을 도출

◆ 본 연구에서 임무지향적 기술트리를 작성·적용하였으나, 기후변화 관련 세부 이슈 중 식량, 물, 에너지 분야 등 3개 분야에 중점을 두어 연구를 수행한 한계가 존재

– 다양한 융·복합 모델 발굴을 위해서는 보다 다양한 이슈별 기술트리를 작성하여 연계 가능성을 검토할 필요

◆ 아울러, 부처간 소관 및 공백 영역 도출을 위해서는 기술트리 전체를 NTIS 과제 DB상의 과제와 연계하여 실효성을 강화할 필요

– 기술트리 내 세부기술과 과제 정보가 연계될 경우, 부처별 소관 사업별 분포를 조감가능하여 정책 총괄 조정에 보다 활용도가 높아질 것으로 보임

참고문헌

- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2018), Forschung und Innovation für die Menschen : Die Hightech-Strategie 2025, Berlin: BMBF.
- Brigg (2018), Tackling wicked problems : A public policy perspective, Australian Public Service.
- Council of Science and Technology (2020), Principles for science and technology moon-shots: letter from Council for Science & Technology to Prime Minister.
- KIAT (2019), Horizon Europe(2021-2027), KIAT Issue paper, 2019년 9월 발간.
- Mazzucato, Mariana. (2018a). Mission-oriented innovation policies: Challenges and opportunities. Industrial and Corporate Change. 27. 803-815.
- Mazzucato, Mariana. (2018b), Mission-Oriented Research & Innovation in the European Union -A problem-solving approach to fuel innovation-led growth -, European Commission, Brussels.
- Mission Innovation Secretariat (2019), Mission Innovation beyond 2020 : Challenges and opprtunities(p. 3).
- 内閣府特命担当大臣（科学技術政策）(2019). ムーンショット型研究開発制度の検討状況について, 総合科学技術・イノベーション会議（第４４回）配布資料2, 令和元年５月.
- 박희제·성지은 (2018), 사회에 책임지는 연구혁신(RRI) 연구의 배경과 동향, 과학기술학연구 제18권 제3호 (p.103).
- 송위진 외 (2019), 사회·기술시스템 전환전략 연구사업(5차년도) 보고서, 과학기술정책연구원 정책자료(p. 114)
- 최종화 외 (2019). 국가 난제 해결을 위한 과학기술 관점의 경제·사회 시스템 혁신전략 연구. 과학기술정책연구원.
- 산업통상자원부 (2019), 산업계 최대의 난제에 도전하는 '알키미스트(Alchemist) 프로젝트' 본격 착수, 2020년 3월 26일 공개 보도자료.
- 한국산업기술진흥원 (2018). 독일의「사람을 위한 연구와 혁신 – 하이테크전략 20205」. 한국산업기술진흥원 산업기술정책브리프. 2018년 12월.
- 한국산업기술진흥원 (2019), Horizon Europe(2021-2027), KIAT Issue paper, 2019년 9월.
- 한국과학기술기획평가원 (2020), 2020년 혁신도전 프로젝트 사업 연구기획과제 공모 붙임 3. 혁신도전 프로젝트 소개 자료, 2020년 8월 10일 게시.

- Gov.UK
  - https://www.gov.uk/government/collections/industrial-strategy-challenge-fund-joint-research-and-innovation
  - https://www.gov.uk/government/news/tech-that-turns-co2-into-animal-feed-gets-funding-boost
- Kopernikus-Projekt Ariadne 홈페이지 : https://www.kopernikus-projekte.de/projekte/ariadne
- 일본 NEDO 홈페이지 : https://www.nedo.go.jp/activities/tsc_tech_tree.html)
- Manifesto for Transformative Social Innovation : https://tsimanifesto.org
- 한국연구재단 홈페이지 : http://nrf.re.kr/biz/info/info/view?menu_no=378&biz_no=455

본 내용은 2020년 녹색기술센터(GTC)의 주요사업 (「문제해결형 융복합 녹색·기후기술 도출 및 적용을 위한 전략연구」)의 일환으로 분석 중인 내용을 요약·정리한 것입니다.

집 필 진

전은진 honeysuckle@gtck.re.kr
녹색기술센터 기술총괄부 선임연구원

정현덕 kate5684@gtck.re.kr
녹색기술센터 기술총괄부 연구원

신현우 hwshin@gtck.re.kr
녹색기술센터 기술총괄부 책임연구원

2020 Vol.1 No.2

GTC FOCUS

발 행 인 정병기
발 행 일 2020년 12월 30일
발 행 처 녹색기술센터
주 소 04554 서울특별시 중구 퇴계로173
남산스퀘어 빌딩 17층
전 화 02.3393.3961
팩 스 02.3393.3919~20
홈페이지 http://www.gtck.re.kr
I S S N 2734-1437(오프라인)
2765-1851(온 라 인)
디 자 인 **리드릭** 02.2269.1919

GTC
FOCUS

GTC 녹색기술센터
GREEN TECHNOLOGY CENTER

04554 서울특별시 중구 퇴계로173
남산스퀘어 빌딩 17층
Tel. 02.3393.3900
Fax. 02.3393.3919~20
www.gtck.re.kr

GTC FOCUS는 기관에서 수행하는 기술정책 , 국제협력 연구내용과 관련하여 심도있는 조사·분석에 의한 연구결과를 제시하고 정책적 시사점을 제공

* 본 GTC FOCUS의 내용은 필자의 개인적 견해이며, 센터의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다.