

---

# 미 국립과학재단(NSF) 10 Big Ideas

---

2019. 12.

# 목 차

I. 개요 .....	3
II. 연구 아이디어	
1. 인간과 기술 협업의 미래 .....	7
2. 데이터 혁명의 활용 .....	13
3. 새로운 북극 탐사 .....	13
4. 양자 혁명 .....	13
5. 생명의 법칙 이해 .....	13
6. 우주 연구를 위한 새로운 방법 .....	13
III. 정책 및 제도 아이디어	
1. 융합연구 발전 .....	14
2. 과학 연구 참여의 촉진 .....	14
3. 중규모 연구 인프라 .....	16
4. 장기 연구 프로그램 .....	24
IV. 결론	
<b>[부록: NSF FY2020 예산에 대한 의회 신청 보고서 요약]</b>	

본 보고서의 모든 내용은 미국 국립과학재단(NSF, National Science Foundation) 및 NSF의 이사회(National Science Board) 등이 작성한 첨부참고자료 및 NSF 웹페이지 내용을 요약, 발췌 및 인용을 하여 작성하였음을 알려드립니다.

## I. 개요

- 미 국립과학재단(NSF)는 2017년도부터 선구적이고 모험적인 연구의 장기적 지원을 통하여 미래 과학기술의 기반 구축을 위한 10대 빅아이디어(Big Ideas) 사업을 시행하고 있음.
- NSF는 향후 수십 년 동안의 장기적인 연구 의제로서 미래 세대가 과학 및 공학 연구의 혜택을 계속 누릴 수 있도록 하는 과제들을 모색하고 있음.
- 10대 빅아이디어 사업을 위하여 NSF는 기관의 고유 역량 활용에 초점을 맞추고 있음.
  - 발견, 발명 및 혁신의 기초가 되는 기초연구에 대한 관심과 투자를 촉진
  - NSF의 광범위한 투자 포트폴리오에 적합한 일련의 최첨단 연구 의제 및 프로세스를 정의
  - 기업, 민간 재단, 다른 기관, 과학계 사회 및 대학들과의 협력
- 10대 빅아이디어는 연구 아이디어 6개, 정책 및 제도 아이디어 4개로 구성되었음.

### 구분

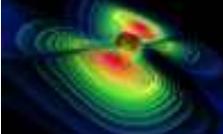
### 내용

- |            |   |
|------------|---|
| 연구<br>아이디어 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인간과 기술 협업의 미래(Future of Work at the Human-Technology Frontier)<br/>데이터 혁명의 활용(Harnessing the Data Revolution)</li> <li>○ 새로운 북극 탐사(Navigating the New Arctic)</li> <li>○ 양자 혁명(Quantum Leap)</li> <li>○ 생명의 법칙 이해(Understanding the Rules of Life)</li> <li>○ 우주 연구를 위한 새로운 방법(Windows on the Universe)</li> </ul> |
|------------|---|

- |                 |  |
|-----------------|--|
| 정책 및 제도<br>아이디어 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 융합연구 발전(Growing Convergence Research)</li> <li>○ 과학 연구 참여의 촉진(NSF INCLUDES)</li> <li>○ 중규모 연구 인프라(Mid-scale Research Infrastructure)</li> <li>○ 장기 연구 프로그램(NSF 2026)</li> </ul> |
|-----------------|--|

- 이러한 아이디어들에 대한 투자는 미국 연구의 경계를 넓히고, 세계가 직면한 가장 시급한 문제를 해결하며, 새로운 발견으로 이어질 혁신적인 접근 방식을 제공할 것임.

<표> 10 Big Ideas 주요 내용

구분	주제	주요 내용
	<b>인간과 기술 협업의 미래</b> Future of Work at the Human-Technology Frontier	<b>날마다 진화하는 기술을 인류의 파트너로 상징, 궁극적으로 인간 수행능력 향상 및 사회-기술적 풍토 조명</b>
	<b>데이터 혁명의 활용</b> Harnessing the Data Revolution	빅데이터, 머신러닝, 실시간 센서 및 정보 처리 기술 등을 활용하여 21세기형 선진 인력 양성
	<b>새로운 북극 탐사</b> Navigating the New Arctic	북극 전역에 설치되어 있는 정보수집 네트워크 감시를 통해 생물학, 물리학, 화학, 그리고 사회학적 시사점 도출
	<b>양자 혁명</b> Quantum Leap	선진 양자역학 연구 방법론을 적용해 신세대 센싱, 컴퓨팅, 모델링 기술 발명
	<b>생명의 법칙 이해</b> Understanding the Rules of Life	유전자와 환경의 영향을 받는 유기체 표현형에 대한 심층 연구를 통한 자연 및 생물 질서 발견
	<b>우주 연구를 위한 새로운 방법</b> Windows on the Universe	새로이 발명되는 관찰 기술 및 측정 장비를 기반으로 자연섭리와 물질의 성질 파악
	<b>융합연구 발전</b> Growing Convergence Research	<b>개인의 도전적 연구문제 도출 역량 강화 및 연구자 간 수평적 협업 독려</b>
	<b>과학 연구 참여의 촉진</b> NSF INCLUDES	교육 및 진로경로 개선을 통해 과학과 기술 분야 인력 동원 다변화
	<b>중규모 연구 인프라</b> Mid-scale Research Infrastructure	중규모 연구소 연구자금 접근성 향상과 연구 환경 및 기반 증진
	<b>장기 연구 프로그램</b> NSF 2026	미국 독립 250주년을 기념하는 2026년까지 도전적이고 광활한 연구주제 탐구 및 모색

\*사진 출처: NSF

## ○ 추진 경과

일정	주요 내용
2016. 5	○ NSF 과학위원회(NSB: National Science Board) 10대 빅아이디어 제안
2016. 10~11	○각 아이디어별 실무그룹 구성, 일부 아이디어 부문별 관련 연구 지원 공고
2016. 11	○융합연구 실무그룹 구성: NSF의 융합특성 정의 및 적합한 평가 기준 마련, 10대 빅아이디어 융합연구 촉진을 위한 DCL 초안 작업, 연구제안서 평가 ※DCL: Dear Colleague Letter (법적구속력은 없으나 의회의 관심을 촉구하기 위한 노력의 일환으로 동료의원에게 보내는 서한)
2017. 4	○융합연구 DCL 발송 ※데이터 혁명의 활용, 새로운 북극 탐사, 양자 혁명, 인간과 기술 협업의 미래 등 총 4가지 빅아이디어 소개
2017. 5	○융합연구 제안서 접수 완료
2017. 7	○첫 융합연구 추진 및 평가 기준 마련 ※평가 기준: 융합적 접근의 필요성, 융합연구의 용이성, 지식·도구·생각 방식의 통합 가능성, 차세대 연구자와의 관련성 등
2017. 8	○아이디어별 첫 융합연구 주제 발표 및 주제별 연구 제안서 모집 공고
2017. 8~	○아이디어별 지원 사업 추진 개시
2018~	○10대 빅아이디어 사업 2단계 추진: 아이디어별 지원 사업 진행, 평가 과정 보완, 연구모델 차별화, 연구 커뮤니티 확대 등
2019~	○10대 빅아이디어 사업 3단계 추진: 아이디어별 지원 사업 진행, 지속 가능한 연구 프로그램 개발, 차세대 연구자 양성, 포트폴리오 분석 및 추진과정 평가

## II. 연구 아이디어

### 1. 인간과 기술 협업의 미래(Future of Work at the Human-Technology Frontier, FW-HTF)

#### 1) 목적

- FW-HTF 아이디어의 목적은 변화하는 기술 환경의 이점을 극대화하고, 위험을 최소화하며 생산성과 혁신 역량 향상을 위한 인력의 지원을 촉진하여 과학 및 공학 분야의 새로운 지식 및 발전의 기반을 마련하는 것임.
- 인간-기술 협업에 대한 이해 및 구축: 새로운 기술이 일자리, 직장, 조직, 사회에 어떻게 영향을 미치는지, 그리고 이러한 기술들이 어떻게 국가 생산성, 일자리 기회, 그리고 근로자 만족도를 증가시키기 위하여 설계되고 건설될 수 있는지 규명함.
- 인간의 성과를 향상시키기 위한 새로운 기술 설계 및 개발: 인간의 신체적, 정신적 능력을 향상시킴으로써 새로운 기술은 새로운 직업 기회를 제공할 수 있음.
  - 인공지능(AI) 기반 실시간 적응형 신체 및 인지 보조 도구를 사용하면 장애인의 기회를 늘리고 모든 개인의 능력을 향상시킬 수 있음.
- 사회적 기술 지형 발전: 기술의 발전은 기업과 조직들을 변화시킬 전망인데, 이러한 변화의 이점과 위험을 명확히 하고 새로운 기술과 소프트웨어의 인간 가치를 기반으로 하는 설계를 지원하고 있음.
- 기술을 통한 평생학습의 촉진: 새로운 AI 기반 접근법을 포함한 훈련 설계는 근로자들이 새로운 기술을 이용하여 작업하는 데 필요한 기술 훈련과 재충전을 지원하고, 근로자들이 변화하는 취업 환경에 적응할 기회를 제공하고 있음.
  - 이러한 새로운 훈련 시스템 개발은 사이버 학습 시스템 연구와 업무 성과 및 관리를 위한 훈련의 통합을 통해 가능할 것임.

#### 2) 예산 및 주요 사업

- 2018년도 이 분야 예산 투자 실행 금액은 총 1억 5,995만 달러이었으며, 2020년도에는 1억 4,430만 달러의 예산안을 제출했음.

- 2020년도 FW-HTF 활동을 위한 예산 투자는 인간과 기술의 상호작용, 인간과 인공지능 협업, 생산성과 혁신에 대한 이해, 작업 현장 학습 등 지원을 위한 2018년도 및 2019년도 예산안을 바탕으로 하고 있음.
- NSF 융합 액셀러레이터(NSF C-Accel) 내 FW-HTF 트랙
  - 최첨단 기술 및 기초 연구를 지원하며 학계 및 학계 외부 이해관계자 간의 협력을 통한 발전을 장려하는 등 연구 지원 방법의 변화를 모색하고 있음.
  - 이 트랙은 미국 경제를 강화하고, 근로자 성과와 직업 만족도를 향상시키며, 평생 학습을 촉진하는 것을 목표로 하고 있음.
  - 지원 프로젝트에는 미래의 직업과 근로자를 연결시키고 학습과 생산성에 대한 가설을 검증할 수 있는 환경 개발 노력이 포함됨.
- NSF는 최근까지 FW-HTF 빅 아이디어와 C-Accel의 FW-HTF 트랙을 위한 토대를 마련했으며, 기존 프로그램의 지속적인 투자를 관리하고 있음.

### 3) 대표 사례

- 미국 예일대 연구팀은 NSF의 지원을 받아 인간과 로봇의 협업을 통하여 세계적인 과제인 자원 재활용의 효율과 수익성 향상 방법을 연구하고 있음.
  - 연구팀은 또한 새로운 자동화 시스템에 따른 인간을 위한 일자리 창출 가능성 연구도 병행하고 있음.
- 이 프로젝트는 NSF로부터 총 250만달러 이상의 자금을 지원받았으며, 급속한 사회적, 기술적 변화 속에서 일자리 및 근로자의 미래에 관한 과제를 연구하고 있음.
- 연구팀은 처리가 어려운 쓰레기들을 작업자의 수작업이 아닌 로봇 자동화 시스템을 이용하여 분류함으로써 이 과정의 효율성을 향상시키는 방법을 개발했음.
  - 이 프로젝트의 핵심 목표는 기존 근로자를 로봇이 대체하는 것보다 생산적이고 효율적인 인력 배치 방법을 모색하는 것임.
- 미국의 폐기물 재활용 산업은 연간 약 1170억 달러의 경제 활동과 53만 개 이상의 일자리를 담당하고 있으며, 근로자 중 다수는 자원 재활용 시설(MRF)에서 일하고 있음.
  - 연구팀은 MRF 운영자들과 협력해 개체 감지, 조작 및 인간-로봇 상호작용의 발전 등 새로운 기술의 통합을 통한 분류 과정 개선 방법을 연구하고 있음.

- 또한 연구팀은 쓰레기 분류 작업 과정에서의 병목현상을 줄이고, 높은 가치를 지닌 목표 재료를 생산하며, 전체 공정의 효율상 향상을 위한 경제적 분석도 실시하고 있음.

4) 공고 완료 및 신청접수 중인 연구과제 목록

과제명	연구기간	예산 (만불)	NSF 담당자	이메일 주소
Collaborative: Workshop on Convergence Research about Multimodal Human Learning Data during Human Machine Interactions - North Carolina State University, Vanderbilt University	1년 (2017.09-2018.08)	10	Jordan M. Berg (ENG/CMMI)	jberg@nsf.gov
Future Workforce Implications of Autonomous Trucks: Workshop on the Sociotechnical Research Challenges, Benefits, and Opportunities	1년 (2017.09-2018.08)	9.4	Meghan Houghton (CISE/IIS)	fwhtf-contacts@nsf.gov
A Workshop Shaping Research on Human-Technology Partnerships to Enhance STEM Workforce Engagement	1년 (2017.09-2018.08)	9.8	Steven J. Breckler (BCS)	
From Making to Micro-Manufacture: Reimagining Work Beyond Mass Production	1년 (2017.09-2018.08)	10	Alexandra Medina-Borja (DUE/Her)	fwhtf-contacts@nsf.gov
Workshop on Converging Human and Technological Perspectives in Crowdsourcing Research	1년 3개월 (2017.09-2018.12)	4.9	Meghan Houghton (CISE/IIS)	fwhtf-contacts@nsf.gov
Making "The Future of Work" Work: A Convergence Workshop on Experiments in Tech Work-Maker Culture, Coworking, Cooperatives, Entrepreneurship & Digital Labor	3년 (2017.09-2020.08)	9.9	Alexandra Medina-Borja (DUE/Her)	fwhtf-contacts@nsf.gov
A Research Coordination Network to Converge Research on the Socio-Technological Landscape of Work in the Age of Increased Automation	5년 3개월 (2017.09-2022.12)	50	Meghan Houghton (CISE/IIS)	fwhtf-contacts@nsf.gov
RCN: Enhancing small and mid-level farm viability through a systems-based research network: Linking technology and sustainable development and practice	5년 (2017.09-2022.8)	51	Jordan M. Berg(ENG/CMMI)	jberg@nsf.gov
Future of Work at the Human-Technology Frontier: Core Research (FW-HTF)	접수중 1년-4년	총 3000 (30건)	Jordan Berg(ENG/CMMI)	fwhtf-contacts@nsf.gov

## 2. 데이터 혁명의 활용(Harnessing the Data Revolution, HDR)

### 1) 목적

- HDR 빅아이디어는 과학과 공학에서 새로운 형태의 데이터 기반 발견을 가능하게 하는 것이 목적임.
  - 데이터 생성에서부터 분석, 시뮬레이션 및 최종 발견까지의 순환 과정 완결을 위한 데이터 과학 및 공학 연구를 지원하고 있으며, 그것의 달성을 위하여 각 실행 목표를 설정하고 있음.
- 데이터 과학을 위한 알고리즘 및 시스템: 데이터 기반 과학 및 공학 뿐 아니라 데이터 과학을 위한 새로운 알고리즘 및 시스템의 개발 및 사용을 지원함.
- 데이터 집약적 과학 및 공학: 다양한 데이터 소스를 활용하고 데이터 생성, 수집, 모델링 및 분석을 위한 새로운 방법론, 기술 및 인프라를 적용하는 데이터 집약적 연구를 통해 이공계 여러 분야의 발전을 촉진함.
- 데이터 사이버 인프라: 과학 및 공학의 다양한 영역에서 데이터 기반 연구 및 발견을 지원할 수 있는 강력하고 신뢰할 수 있으며 성능이 뛰어난 데이터 사이버 인프라 및 서비스의 개발을 촉진함.
- 교육 및 인력개발 : 데이터 과학 교육에서의 개발 및 조정 활동, 지식의 이전, 과학 및 사회 서비스에서 지역, 주, 국가 및 국제 수준에서 데이터의 능력을 활용함.
- 위 각 실행 목표들은 데이터 과학이라는 분야의 본질적으로 다원적인 성격을 극대화 하는 방향으로 설정됐음.
  - 이를 통해 과학과 공학에서 데이터 집약적인 문제를 해결하기 위해 적용될 이론적, 기술적, 윤리적 프레임워크를 확립하고 사회에 영향을 미치는 데이터 중심의 의사 결정에 기여할 수 있을 것임.

### 2) 예산 및 주요 사업

- 2018년도 이 분야 예산 투자 실행 금액은 총 1억 6,962만 달러였으며, 2020년도에는 1억 4,724만 달러의 예산안을 제출했음.

- 데이터 과학의 기반: HDR 데이터 과학 원리의 학제적 연구(TRIPODS) 프로그램에서는 전기공학, 수학, 통계학 및 이론 컴퓨터 과학 분야의 통합 연구 및 훈련을 통해 데이터 과학의 이론적 기반 개발을 위한 협력을 진행하고 있음.
  - TRIPODS 1단계에서는 소규모의 협력적인 데이터 과학 기관의 개발을 지원하며, 2 단계에서는 이러한 소규모 기관 중 가장 성공적인 기관이 대규모 데이터 과학 기관으로 범위와 영향을 확대할 수 있도록 지원함.
  
- 데이터 집약적 과학 및 공학 연구: HDR 데이터 집약적 과학 및 공학 연구(DIRSE) 프로그램에서는 HDR TRIPODS 기관을 보조하고, 다양한 데이터 소스를 활용하며, 중요한 국가적 문제 해결에 필요한 데이터 관리 및 분석을 위한 새로운 알고리즘, 방법론, 시스템, 기술 및 인프라를 개발하고 있음.
  - 이들 기관은 개념화부터 융합에 이르는 2단계 과정을 통해 개발됨.
  - 상호관련 기관의 포트폴리오를 만들어, 데이터 집약적인 이공계 분야의 발견과 혁신 가속화를 것을 목표로 하고 있음.
  
- 교육 및 인력 개발: HDR에서는 Data Science Corps 프로그램을 통해 데이터 과학 교육과 인력 개발 지원을 계속하고 있음.
  - 이 프로그램은 데이터 과학자와 데이터 과학 전공 학생에게 여러 가지 학습 환경에서 실용적인 경험, 새로운 기술 및 교육 기회를 제공하고 있음.
  - 또한 데이터 사용능력을 촉진하고 다양한 지역사회의 기존 인력들에게 데이터 과학에 관한 기본 교육을 제공하기 위해 노력하고 있음.

### 3) 대표 사례

- 미국 텍사스대 오스틴은 NSF의 HDR TRIPODS 프로그램을 통해 새로운 데이터 과학 기반 연구소 설립을 위한 자금 150만달러를 지원받았음.
  - 이 연구소는 여러 대학 및 학과에서 AI와 데이터 과학 분야의 기초 연구를 조정하고, 대규모 워크숍과 세미나 시리즈를 개최하며, 인공지능과 머신러닝 분야에서 다수의 대학원 및 박사후과정생을 지원할 예정임.
  
- 이 사업은 대학 내 컴퓨터과학, 전기 및 컴퓨터공학, 통계 및 데이터과학, 수학 등 4개 분야 교수들이 참여하고 있음.
  - TRIPODS 연구소는 각 분야 전문가들이 협력하는 일련의 공동 이니셔티브를 통해 대학의 전문성 집중화에 도움이 될 전망이다.

- 이 대학 연구팀은 머신러닝 분야에서 딥러닝 알고리즘 이론 개발, 머신러닝의 정밀성 향상, 응용 프로그램의 개선 등에 집중할 예정입니다.

○ 이 프로그램은 NSF HDR 사업의 일환으로, 대규모 인공지능 및 머신러닝 연구소 건립을 위한 전국 단위 지원 과정의 첫 단계입니다.

- TRIPODS 참여 교수진은 텍사스 첨단 컴퓨팅 센터(TACC)의 슈퍼컴퓨터를 규모에 맞는 알고리즘을 구축하기 위해 활용할 것입니다.
- 새로운 연구소는 학부생들, 특히 여성과 소수민족들을 연구에 참여시키고, 학부 머신러닝 및 데이터 과학 클럽을 지원하며, 새로운 머신러닝 포트폴리오 프로그램에 기여할 것으로 기대됩니다.

#### 4) 공고 완료 및 신청접수 중인 연구과제 목록

과제명	연구기간	예산 (만불)	NSF 담당자	이메일 주소
TRIPODS: Foundations of Model Driven Discovery from Massive Data	3년 (2017.09-2020.08)	148	Christopher Stark (CCF/CISE)	cstark@nsf.gov
TRIPODS: Data Science for Improved Decision-Making: Learning in the Context of Uncertainty, Causality, Privacy, and Network Structures	3년 (2017.10-2020.09)	150	A. Funda Ergun (CCF/CISE)	
TRIPODS: Institute for Foundations of Data Science	3년 (2017.09-2020.08)	150	Huixia Wang(CCF/CISE)	
Convergence HDR: Social Science Insights for 21st Century Data Science Education (SSI)	3년 (2017.10-2020.09)	100	Sylvia Spengler(II S/CISE)	
Harnessing the Data Revolution (HDR): Data Science Corps (DSC)	3년 (2019.02 마감)	총 1000 (8-11건)	Aidong Zhang(II S/CISE)	azhang@nsf.gov
Harnessing the Data Revolution (HDR): Institutes for Data-Intensive Research in Science and Engineering - Ideas Labs (I-Dirse-IL)	2년 (2019.06 마감)	총 2000 (10-15건)	Nandini Kannan(MPS/DMS)	nakannan@nsf.gov
Harnessing the Data Revolution (HDR): Institutes for Data-Intensive Research in Science and Engineering - Frameworks (I-Dirse-FW)	2년 (2019. 05 마감)	총 2100 (8-10건)	Nandini Kannan(MPS/DMS)	nakannan@nsf.gov
Harnessing the Data Revolution (HDR): Transdisciplinary Research in Principles of Data Science Phase I	3년 (2019.05 마감)	총 2200 (14-20건)	Tracy Kimbrel	tkimbrel@nsf.gov

### 3. 새로운 북극 탐사(Navigating the New Arctic, NNA)

#### 1) 목적

- NNA 빅아이디어는 사회, 자연, 환경, 컴퓨팅 및 정보과학 및 공학 전반에 걸친 북극 관측 네트워크 및 기초 융합 연구 지원을 목적으로 하고 있음.
  - NNA 투자는 북극에 접한 국가로서 미국의 경제, 안보, 회복력 등에 관한 결정에 필요한 연구 가속화에 도움이 될 것임.
- NNA는 인구통계학적 변화, 삶의 방식 변화, 전통적인 생태학 및 기타 지식 등 진행 중인 사회 변화에 대한 이해를 증진시키는 연구 활동을 지원하고 있음.
  - 사회, 경제 및 거버넌스 시스템이 서비스 제공 및 자원 접근과 같은 기반구조와 어떻게 상호 작용하는지 더 잘 이해하기 위해 북극의 변화에 영향을 받는 지역사회에 대한 경제적, 문화적, 사회적 영향 조사를 통해 경제 활동에서 나타날 가능성이 있는 사회적 변화를 예측하는 데 도움이 될 수 있음.
- NNA는 NSF의 STEM(과학, 기술, 공학, 수학) 투자 및 NSF INCLUDES 빅 아이디어를 바탕으로 NNA 과학의 활용 및 STEM 활동에 대한 교육과 대중의 참여 확대를 위한 노력을 포함하고 있음.
  - NSF는 2023년도까지 NNA 투자를 시행할 계획임.
- NNA의 주요 활동 분야는 다음과 같이 세 가지로 분류할 수 있음.
  - 혁신적이고 최적화된 관측 인프라를 활용해 북극의 변화와 해당 지역 및 지구적 효과에 대한 이해 개선, 기본 프로세스에 대한 이해의 진전 및 자연 환경, 사회 시스템 간의 상호작용에 대한 새로운 접근 방법.
  - 북극의 자연 및 구축된 환경과 사회 시스템의 교차점에서 생산적인 연구를 수행하기 위한 다양하고 통합적이며 입지가 좋은 새로운 연구 커뮤니티.
  - 미국의 안보 및 경제 개발을 위한 북극의 중요성 인식 제고 및 북극 지역의 지속 가능성을 위한 연구.

#### 2) 예산 및 주요 사업

- 2018년도 이 분야 예산 투자 실행 금액은 총 2,367만 달러였으며, 2020년도에는 4,300만 달러의 예산안을 제출했음.

- NSF는 2017년도 융합연구발전(GCR) 빅 아이디어를 위한 Dear Colleague Letter(DCL)에서 NNA를 포함한 4개 분야에서 융합적 예산 투자 접근 방식을 제안한 바 있음.
  - 당시 NSF는 북극 관측 시스템을 향상시키기 위한 연구 조정 네트워크 (RCN), 워크숍 및 관련 활동에 대한 제안을 요청했음.
- 2018년도에는 NNA 관련 연구 촉진을 위한 DCL을 통해 연구 조정 네트워크 (RCN), 워크숍 및 관련 활동에 대한 제안을 NSF의 극지 연구 프로그램국(OPP)에 제출하도록 요청했음.
  - NSF는 2017, 2018년도 DCL 및 관련 기회에 따라 25개의 새로운 지원 대상 프로젝트를 선정했음.
- NSF는 2019년도 새로운 NNA 제안 요청을 발표하며, 융합 연구팀 개발을 위한 연구 지원 및 기획 지원 대상 25개 프로젝트를 선정했음.
- 2020년도 NSF의 NNA 활동은 2017년도부터 2019년도의 결과를 바탕으로 개발할 우선순위 영역의 발전을 가능하게 하는 데 초점을 맞출 예정임.
  - 2019년도 NNA는 관측 기술의 발전 및 사회/건축/자연 환경 시스템 과학의 융합에 초점을 맞춘 바 있음.

### 3) 대표 사례

- 미국 다트머스대 연구팀은 NSF로부터 4년 동안 260만달러의 NNA 빅 아이디어 지원 받아 북극 지역 거주자들과 함께 지역 탄력성과 지속 가능성 강화를 위한 연구를 진행하고 있음.
  - 그린란드 북부의 카아나크(Kaanaaq) 지역에서 진행 중인 이 프로젝트는 중위도 지역을 포함해 기후 위기의 영향에 직면한 다른 지역들에도 도움이 될 수 있는 지속 가능한 기술 솔루션 개발을 목표로 하고 있음.
- 해당 지역의 환경으로 인해 수력발전 등 지속 가능한 에너지의 개발과 이용이 어려운 상황에서 이 프로젝트는 해빙기에 사냥과 낚시로 생계를 이어가는 대다수 주민이 디젤 등 화석연료에 대한 의존도를 감소시킬 수 있을 것으로 기대됨.
- 연구팀은 에너지 수요에 수반하는 경제적 문제를 해결하고 보다 지속 가능한 사회를 촉진하는 데 도움을 줄 수 있는 미래의 계획을 위해서는 환경의 변화와 인간 활동 사이의 복잡한 관계를 이해할 수 있어야 한다고 강조했다.

#### 4) 공고 완료 및 신청접수 중인 연구과제 목록

과제명	연구기간	예산 (만불)	NSF 담당자	이메일
Navigating the New Arctic - Understanding Future Systems of Transportation in Arctic Regions, a Workshop Proposal	2년 (2017.10-2019.09)	9.9	Gregory Anderson( OPP/GEO)	
Adaptive Capacity and Resilience in the New Arctic: Identifying Pathways to Equitable, Desirable Outcomes for People and Nature Through Convergence	2년 (2018.01-2019.12)	10	Gregory Anderson( OPP/GEO)	
Preparing for a Northwest Passage, a Workshop on the Role of New England in Navigating the New Arctic	1년 (2017.12-2018.11)	4.2	Gregory Anderson( OPP/GEO)	
Networking Indigenous Arctic and U.S. Southwest Communities on Knowledge Co-Production in Data Sciences	4년 (2017.09-2021.08)	50	Roberto Delgado(O PP/GEO)	
Coordinate a Transdisciplinary Research Network to Identify Challenges of and Solutions to Permafrost Coastal Erosion and its Socioecological Impacts in the Arctic	4년(2018.01-2021.12)	50	Gregory Anderson( OPP/GEO)	
Arctic Network for Coastal Community Hazards, Observations, and Integrated Research	4년 2018.07-2022.06)	50	Gregory Anderson( OPP/GEO)	
Navigating the New Arctic (NNA)	1년-5년(2019년 3월 마감)	총 3000 (25건)	NNA Working Group	nna@nsf.gov

#### 4. 양자 혁명(Quantum Leap, QL)

##### 1) 목적

- QL 빅아이디어는 원자 및 아원자(subatomic) 수준에서 입자의 행동을 관찰, 조작 및 제어하기 위해 양자 세계에 대한 기존 지식을 구축하고 확장시키는 것을 목적으로 하고 있음.
- 자연 발생 양자 시스템과 공학 양자 시스템 모두에서 발견을 가능하게 하고 감지, 정보 처리, 통신 및 컴퓨팅을 위한 차세대 양자 기술과 장치를 개발하고 있음.

- NSF는 아원자 수준의 양자 현상이 거시적으로 어떻게 나타나는지에 대한 근본적인 이해 증진을 위한 플랫폼을 구상하고 있음.
  - 이러한 발견들은 새로운 특성화 및 제어 방법 개발, 예측 및 모델링 기능 강화, 새로운 컴퓨팅 및 네트워킹 패러다임으로 이어질 전망이다.
- 다양한 과학 분야의 전문지식과 실험, 연산 능력 및 이론의 결합을 통한 학제적 접근 방식은 양자 과학의 발전을 촉진할 것임.
  - 학제간 접근 방식은 양자 연구의 책임 있는 수행에 필요한 지식과 기술을 파악해 양자과학의 근본적인 발전에 도움이 될 수 있음.
  - 양자 개념의 학습과 교육에 관한 연구는 미래 양자과학 인력의 성장에 기여할 것임.
- QL의 주요 활동 분야는 다음과 같이 세 가지로 분류할 수 있음.
  - 양자 상태의 얽힘(entanglement)과 결맞음(coherence)에 대한 시간, 거리 및 규모의 기본적인 제한을 이해.
  - 돌발 행동, 복잡성, 양자의 고전적 경계, 이론적 기초 등 자연 발생 및 공학적 양자 시스템의 양자 현상으로부터 학습.
  - 과학 및 공학계가 고전적인 기능을 능가하는 양자 발견, 장치, 시스템 및 기술을 구현하도록 유도.

## 2) 예산 및 주요 사업

- 2018년도 이 분야 예산 투자 실행 금액은 총 9,037만 달러였으며, 2020년도에는 6,600만 달러의 예산안을 제출했음.
- 2020년도 QL 활동은 우선순위 영역에서의 발전을 가능하게 하고, NSF QL 커뮤니티를 지속시키며, 2018년도 및 2019년도 활동의 결과를 바탕으로 필요에 따라 내용을 조정하는 것에 초점을 맞추고 있음.
  - 2020년도에는 특히 양자 컴퓨팅 및 통신에 국한되지 않는 양자정보과학(QIS) 분야의 중요한 과제를 해결하기 위한 노력에 중점을 둘 계획임.
- 2018년도 시험 운영을 시작했던 양자 아이디어 인큐베이터는 전환적 발전을 위한 양자 아이디어 인큐베이터(QII-TAQS) 사업을 통해 2019년도 정식 출범했음.
  - QII-TAQS를 통해 2020년도에 지속적으로 자금을 지원받을 양자 장치, 시스템 및 애플리케이션의 기능 시연 등을 위한 협력 체제를 마련했음.

- 연구소 규모의 양자과학 연구 활동을 위해 2019년도 출범한 퀀텀리프 챌린지 연구소 (QLCI)는 2020년도에도 계속 활동을 발전시킬 계획임.
- 이 연구소는 양자 통신, 양자 컴퓨팅, 양자 감지 및 양자 시뮬레이션에서 근본적인 규모 문제 해결에 필요한 과제를 식별하고 해결할 것임.

### 3) 대표 사례

- 미국 뉴욕 스토니브룩대(SBU)는 NSF의 QLCI 프로그램을 통해 12개월 동안 약 15만 달러의 지원을 받아 양자정보과학 분야 리더십 유지를 위한 연구를 진행하고 있음.
- 이 대학 물리천문학과 연구팀과 브룩헤이븐 국립연구소(BNL)의 협력 연구에서는 양자 알고리즘과 프로그래밍, 양자 통신과 장거리 네트워크, 양자 컴퓨팅을 위한 양자 물질과 장치 등을 연구하고 있음.
- 특히 양자 통신과 네트워크와 관련된 SBU/BNL 연구 협력의 확대에 초점을 맞추고 있음.
- SBU 뿐 아니라 같은 뉴욕주의 버펄로대(UB) 또한 양자 소재와 장치에 초점을 맞춘 연구 제안서를 통해 NSF의 QL 빅 아이디어 지원을 받을 예정임.
- SBU 연구팀 중 네 명의 박사는 UB의 연구에 공동 연구책임자 또는 선임 연구원으로 참여하고 있음.
- 이러한 연구 협력의 전반적인 목표는 분산 양자 시스템과 관련된 연구의 거점 역할을 할 양자센터 구축, 양자 물질에 의해 강화된 양자 장치, 관련 문제의 과학적 해결 방법 개발 등임.

### 4) 공고 완료 및 신청접수 중인 연구과제 목록

과제명	연구기간	예산 (만불)	NSF 담당자	이메일
Collaborative: NSF/DOE Quantum Science Summer School - Massachusetts Institute of Technology, Johns Hopkins University, Cornell University, Pennsylvania State University	4년(2017.06-2021.05)	19	Tomasz Durakiewicz (DMR/MPS)	
Workshop Series: Cross-Sector Connections in Quantum Leap	4년(2017.09-2021.08)	250	Tomasz Durakiewicz (DMR/MPS)	
Workshop on Quantum Elements of Secure Communication	3년(2017.09-2020.08)	100	Tomasz Durakiewicz (DMR/MPS)	

Enabling Quantum Leap: Quantum Idea Incubator for Transformational Advances in Quantum Systems (QII - TAQS)	3년-5년(2019년 5월 마감)	총 2600 (18-20건)	Tania M. Paskova(O MA/MPS)	
Quantum Leap Challenge Institutes (QLCI)	1년-5년 (접수중)	총 9400 (1-18건)	Quantum Leap Challenge Institutes	QLCI@nsf.gov

## 5. 생명의 법칙 이해(Understanding the Rules of Life, URoL)

### 1) 목적

- URoL 빅아이디어는 지구 전체에서 볼 수 있는 생물학적 시스템이 사용하는 진화 솔루션의 다양성을 예측할 수 있도록 과학, 공학, 기술의 융합에서 새로운 패러다임을 만드는 것을 목표로 하고 있음.
  - URoL은 또한 이러한 규칙 및 이론을 사용할 수 있는 차세대 연구자들을 훈련시키는 것을 목적으로 하고 있으며, 이는 생물학적 시스템의 행동을 예측할 뿐만 아니라 인류에게 이익이 되는 생물학적 시스템을 설계하기 위한 것임.
- 위 목적의 달성을 위해 다음 세 가지 수준에서 강력하고 탄력적이며 적용 가능한 규칙을 발견할 수 있는 과학, 공학 및 기술의 융합을 지원하고 있음.
  - 세포 및 세포 시스템
  - 다세포 유기체 및 의존성 미생물의 연관성
  - 사회적, 생태학적, 인구 역학을 포함하는 유기체와 종의 복잡한 네트워크
- 생물학적 시스템을 통제하는 규모 불변성 규칙의 발견을 지원함.
  - 이러한 이론들은 생물학이 모든 규모에서 살아있는 시스템의 본질적인 문제를 해결하기 위해 생성하고 사용하는 다양한 솔루션의 존재를 설명하고 있음.
  - 보편적이고 규모가 변하지 않는 이러한 규칙은 인간의 건강과 안전을 개선하는 데 도움이 될 수 있음.
- 생명체의 새로운 속성을 다루는 연구의 융합적 특성은 과학을 발전시키기 위해 피드백을 제공하는 기술 혁신을 자극하고 있음.
  - 여기에는 분자, 계층 및 세포 검사 및 조작에 있어 새롭고 개선된 기술의 개발, 나노·거시·공간 및 시간 수준에서 새로운 센서 및 관찰 능력, 발견 및 연구 결과 공유를 지원하는 향상된 기능의 사이버 인프라, 머신러닝과 같은 데이터 분석을 위한 새로운 접근법 등이 포함됨.

- URoL은 또한 공식 및 비공식 학습 환경에서 전국의 다양한 지역사회를 대상으로 과학 문맹 퇴치 노력을 확대 할 수 있는 풍부한 기회를 제공하고 있음.
- URoL의 연구 네트워크는 빅아이디어 목표 달성을 위해 노력하는 연구자 그룹을 지속적으로 지원하기 위한 메커니즘을 제공하고 있음.

## 2) 예산 및 주요 사업

- 2018년도 이 분야 예산 투자 실행 금액은 총 1억 1,818만 달러였으며, 2020년도에는 1억 1,500만 달러의 예산안을 제출했음.
- NSF는 2018년도에 URoL 촉진 활동의 기회를 알리기 위한 많은 DCL을 발표했으며, 2019년도에는 이러한 활동을 기반으로 두 가지 지원 프로젝트 분야를 설정했음,
  - 생명의 법칙 이해: 합성세포, 아이디어랩 활동
  - 생명의 법칙 이해: 후생유전학
- 2020년도 활동은 2019년도에 이루어진 투자를 기반으로 이루어지며, 다음 주제의 제안 요청이 추가될 예정임.
  - 연구자, 기술 개발자 및 교육자 네트워크를 지원
  - 상호작용 법칙의 설명을 위한 연구
  - 생물학적 시스템을 지배하는 규모 불변성 법칙의 발견을 위한 융합적 접근 방법

## 3) 대표 사례

- NSF는 URoL 지원의 일환으로 아이디어랩(Ideas Labs) 프로그램을 통해 합성세포 및 후생유전학 연구 지원에 3,600만 달러 이상을 투자하고 있음.
- 미국 미시건주립대(MSU)-에너지부 식물연구소와 생화학 및 분자생물학부는 다양한 분야의 과학자들과 협력하는 아이디어랩을 주도하고 있음.
  - 여기에는 MSU 외에 펜실베이니아주립대, 델라웨어대, 미네소타대, 애리조나주립대, 캘리포니아 산타바바라대 등의 화학, 생물학, 물리학 연구자들이 참여하고 있음.
- 연구팀은 다양한 학문 분야의 지식을 블록화하는 방식으로 지방질이 변형 없는 무지방(fat-free) 합성세포를 개발하고 있음.
  - 연구팀은 아이디어랩과 같은 연구자 그룹이 없었다면 이러한 과제에 도전할 생각을 하지 못했을 것이라고 밝혔음.

#### 4) 공고 완료 및 신청접수 중인 연구과제 목록

과제명	연구기간	예산	NSF 담당자	이메일
RCN: Cross-Scale Processes Impacting Biodiversity	5년(2017.09-2022.08)	50	Simon Malcomber (DEB/BIO)	smalcomb@nsf.gov
RCN for Exploration of Life's Origins	5년(2017.09-2022.08)	50	Arcady Mushegian (DEB/BIO)	
Understanding the Rules of Life: Building a Synthetic Cell	계속 지원 (2019년 5월 마감)	총 1000 (4건-6건)	Charles Cunningham (BIO/EF)	chacunni@nsf.gov
Understanding the Rules of Life: Epigenetics	계속 지원 (2019년 2월 마감)	총 1500-1800 (6건-12건)	Mitra Basu(BIO/EF)	epigen@nsf.gov
Understanding the Rules of Life: Microbiome Theory and Mechanisms	계속 지원 (2020년 2월 마감)	총 1200-1500 (6건-12건)	Catalina Achim(MP S)	microbiome@nsf.gov
Understanding the Rules of Life: Epigenetics	계속 지원 (2020년 6월 마감)	총 1200-1500 (5건-10건)	Mitra Basu(BIO/EF)	epigen@nsf.gov

#### 6. 우주 연구를 위한 새로운 방법(Windows on the Universe, WoU)

##### 1) 목적

- WoU 빅아이디어는 전자기 복사, 고에너지 천체물리학 입자, 중력파 등 우주의 정보를 제공하는 세 가지 메신저들의 시너지 및 상호운용성을 가속화해 이들을 복합적으로 이용하는 멀티메신저 천체물리학 연구 실현을 목적으로 하고 있음.
- 수천 년 동안 인류는 전자기 스펙트럼의 광학부분을 통해 우주를 관측해왔으며, 지난 반세기 동안 이 범위는 전파에서 X선 및 감마선에 이르는 전체 스펙트럼에서 전자기 복사선을 관측하는 수준으로 확장됐음.
  - 지난 20년 동안 건설되고 운영된 관측소들은 중성미자와 우주광선과 같은 고에너지 입자를 관측하는 수준으로 발전했음.

- NSF는 최근 레이저 간섭계 중력과 관측기(LIGO)를 통해 중력과 관측에 성공했는데, 이는 새로운 멀티메신저 천체물리학 연구의 새로운 시대를 예고하는 것으로 평가되고 있음.
- 우주에 대한 통합된 멀티메신저 천체 물리적 탐험을 실현하기 위한 능력을 구축하고 세 가지 메신저들의 시너지 및 상호운용성을 가속화하기 위한 주요 과제들은 다음과 같음.
  - 과학계 내에서 이론, 계산 및 관측 활동 강화 및 가속화: 세 가지 메신저 분야에 대한 관측 및 분석 능력 구축을 위한 과학계 내의 노력 지원 및 각 메신저 분야 사이 상호운용성 및 새로운 패러다임에 숙련된 인력 개발
  - 전용 중규모 실험 시설 및 장비 구축: 연구 인프라 지원을 위한 중규모 프로젝트 수준의 실험 및 계측 시설과 장비 제공
  - 현재 시설 검토 및 차세대 관측소 개발: 현재 운영 시설 이용 극대화 및 차세대 관측소 개발 계획 지원

## 2) 예산 및 주요 사업

- 2018년도 이 분야 예산 투자 실행 금액은 총 2,466만 달러였으며, 2020년도에는 5,450만 달러의 예산안을 제출했음.
- 현재까지의 WoU 투자는 여러 건의 중요한 발견으로 이어지며, 멀티메신저 천체 물리학 시대의 본격화를 예고했음.
  - 중력파와 전자기 복사선의 우연한 검출을 통해 이항 중성자 항성계의 병합 현상을 확인했으며, 아인슈타인의 일반 상대성이론을 확인했고, 중원소의 기원에 대한 비판적 정보를 규명하기도 했음.
- 10년 동안 지속적인 시행을 계획 중인 WoU는 개인 및 대규모 연구에 대한 선행 투자를 기반으로 하고 있음.
  - 여기에는 현재 운영 중인 IceCube(고에너지 중성미자 검출용)와 LIGO(중력파 검출용)와 향후 실험을 위한 개발 노력을 모두 포함하고 있음.
- Windows on the Universe: 멀티메신저 천체물리학의 시대(WoU-MMA) 프로그램에는 NSF의 수학물리과학국(MPS), 극지프로그램국(OPP), 지구과학국(GEO) 등이 공동 참여하고 있음.
  - MPS의 경우 천문학, 입자 천체물리학, 중력물리학 분야 예산을, OPP는 남극 천체물리학 및 지구과학 프로그램 예산을 지원할 예정임.

### 3) 대표 사례

- NSF WoU 지원을 받는 레이저 간섭계 중력파 관측기(LIGO) 연구팀은 24시간 내내 중력파의 지구 통과를 관측한 결과 파동이 지나간 후에도 그것을 추적하는 데 도움이 될 수 있는 많은 “기억“을 남긴다는 사실을 발견했음.
  - 물리학자들은 중력파가 그들의 경로를 따라 있는 입자에 기억을 남긴다는 것을 오래 전부터 알고 있었고, 그러한 기억 다섯 가지를 확인한 바 있음.
  - 이번 연구에서 연구팀은 중력파 통과에 따른 세 가지 흔적인 “영구적인 중력파 관측 장치“(persistent gravitational wave observables)를 발견했는데, 이는 언젠가 우주를 통과하는 파장을 식별하는 데 도움을 줄 수 있을 전망이다.
- 연구팀은 새로 관찰할 수 있는 각각의 방법은 일반 상대성 이론을 확인하는 다른 방법을 제공하고 중력파의 본질적 특성에 대한 통찰력을 제공한다고 밝혔음.
  - 또한 연구팀은 이러한 특성들이 빅뱅으로부터 남겨진 방사선인 우주 마이크로파의 배경에서 정보를 추출하는 데 도움을 줄 수 있을 것으로 예상했음.
- 연구팀은 평탄한 지역에서 중력파가 폭발하는 것을 경험하는 세 개의 관측 가능한 것을 발견했는데, 각 관측 대상은 검출기에 의해 측정될 수 있는 방식으로 연구자에 의해 정의됨.
  - 연구팀은 중력파와 관련한 새로운 것들을 앞으로도 더 많이 보게 될 것이며, LIGO와는 또 다른 중력파 탐지기를 우주에 배치할 계획도 있다고 전했다.

## III. 정책 및 제도 아이디어

### 1. 융합연구 발전(Growing Convergence Research, GCR)

#### 1) 목적

- GCR 빅아이디어는 미국의 연구 커뮤니티가 다양한 과학 및 공학 분야를 활용함으로써 극도로 도전적이고 복잡한 문제를 해결하기 위한 새로운 연구 전략을 개발하는 것을 목적으로 하고 있음.
  - 그것을 위해 GCR 연구의 과제는 심층적인 과학적 질문이나 시급한 사회적 요구를 바탕으로 학제적 관점의 통합을 요구하고 있음.

- 오늘날 혁신과 발견을 촉진하기 위해서는 광범위한 지식 분야의 아이디어, 접근법, 도구 및 기술의 융합을 필요로 하고 있음.
  - 연구 생태계 융합의 중요성을 강조하는 여러 보고서들에서는 대형 과제의 해결을 위한 과학 및 공학 분야들의 융합적인 접근과 연구 협력을 강조하고 있음.
  - 또한 이 보고서들은 융합적 접근의 혜택 실현을 위한 연방정부 기금의 역할을 강조하며, 연방정부 기관들이 융합적 연구 지원 메커니즘을 확대하는 것이 필요하다고 지적하고 있음.

- 융합 연구 발전을 위한 GCR 빅아이디어의 주요 목표는 다음과 같음.
  - 기존 학문 분야들 사이의 교차 지점에 있는 연구 문제에 대한 효과적인 융합적 접근 방식 개발 촉진
  - 융합적 연구 제안의 장점을 보다 효과적으로 평가할 수 있는 NSF의 평가 프로세스 개선

## 2) 예산 및 주요 사업

- 2018년도 이 분야 예산 투자 실행 금액은 총 500만 달러였으며, 2020년도에는 1,600만 달러의 예산안을 제출했음.
- NSF는 GCR 프로그램을 통해 차세대 융합 연구인력을 양성하고 새로운 연구과제에 신속하게 대응할 수 있도록 함으로써 미국 과학 및 공학계의 글로벌 경쟁력을 강화시키고 있음.
  - 융합 연구를 지원하기 위해 NSF는 진정한 통합 연구의 평가를 방해하는 문제들을 해결함으로써 평가 프로세스를 강화할 것임.
- GCR의 새로운 융합 연구 과제들에 대한 전략적 투자는 새로운 분야의 조사 개발, 중요한 사회적 과제를 해결하기 위한 해결책이나 기술을 개발하는 데 필요한 지식의 발견, 그리고 새로운 세대 융합 연구자들의 훈련을 지원하는 것에 초점을 맞추고 있음.
- 역량 구축 활동: GCR 예산의 일부는 워크숍, 아이디어랩, 연구 조정 네트워크(RCN)와 같은 역량 강화 활동에 투자하고 있음.

- 역량 구축의 목표는 미국 내 대학, 기업, 연방 연구소, 비영리 연구 단체, 그리고 국제 연구 커뮤니티와 같은 다른 부문들 간의 새로운 파트너십을 육성하고, 융합 연구에 참여자의 다양성을 확대하는 것임.
- 프로젝트 탐사 지원금: NSF는 연구팀이 효과적으로 협업할 수 있는 능력을 입증하고, 분야 간의 차이를 해결하며, 개념 모델, 도구, 방법론 및 인프라를 통합하는 과정을 통해 융합 연구를 발전시킬 수 있도록 탐사 지원금을 제공하고 있음.
- 평가 프로세스 강화: 융합 연구 프로젝트의 평가에는 강화된 평가 프로세스를 적용하는데, 이를 위해 NSF는 데이터마이닝 도구와 프로그램 담당 직원의 능력을 향상시키고, 기관 내 다양한 인력들이 평가자로 참여할 것을 권고하고 있음.

### 3) 대표 사례

- NSF는 2019년도 9월, 빅데이터를 이용한 근로자 삶의 질 향상을 위한 포춘 500대 기업들과의 민관 협력 기반 마련 및 학제적 연구 촉진 등을 목적으로 하는 융합형 액셀러레이터 파일럿 프로그램을 출범시켰음.
  - 43개 프로젝트에 총 3,900만 달러를 지원하는 이 프로그램은 기업, 정부, 비영리 단체 및 기타 부문과의 광범위한 파트너십을 통해 기초과학 연구를 지원하기 위한 NSF의 노력을 확대하기 위한 것임.
- 융합형 액셀러레이터의 첫 지원 대상으로는 고용주와 근로자를 연결시키기 위해 인공지능 도구를 이용하는 방법을 개발함으로써 인력을 교육하는 대학과 그들을 고용할 기업들이 함께 미국의 노동력을 향상시킬 수 있는 프로젝트들을 선정했음.
- 이 프로그램의 핵심 목표는 과학 기술 혁신과 응용 분야 전반에 걸쳐 다양한 전문성을 가진 연구자들과 파트너들을 한데 모으는 것으로, 혁신이 발전할 수 있는 환경을 조성하는 것임.
- 융합형 액셀러레이터 프로그램은 다음 세 영역에 초점을 맞추고 있음.
  - 개방된 지식 네트워크: 네트워크의 데이터셋을 식별, 수집, 통합하는 도구 개발, 제조, 도시 기반시설, 지질학, 생물 의학 등과 같은 특정 과제 해결 위한 개방된 지식 네트워크 구축 등
  - 인공지능과 미래 일자리: 인공지능을 이용해 근로자와 미래의 일자리를 연결시키는 방법 개발, 인공지능 예측 도구와 성인 학습 위한 교육 기술

- 국가 인재 생태계: 인공지능, 데이터 과학 등 인재와 고용주 연결 위한 혁신적 방법 개발

4) 공고 완료 및 신청접수 중인 연구과제 목록

과제명	연구기간	예산 (만불)	NSF 담당자	이메일
Growing Convergence Research (GCR)	3-5년 (2020년 2월 마감)	총 1200 (10건)	Dragana Brzakovic	dbrzakov@ nsf.gov

2. 과학 연구 참여의 촉진(NSF INCLUDES)

1) 목적

- NSF INCLUDES 빅아이디어는 국가의 다양성을 반영하는 재능 있고 혁신적이며 유능한 STEM 인력 개발을 목적으로 하고 있음.
  - 미국이 STEM 혁신과 발견에서 세계적인 선두주자로 남아있기 위해서는 미래의 STEM 전문가가 될 수 있는 모든 분야의 인재를 파악하고 개발해야 한다는 인식을 바탕으로 하고 있음.
- 위 목적의 달성을 위해 NSF INCLUDES는 다음과 같이 세 가지 실행 목표를 설정했음.
  - STEM 연구의 참여 확대: STEM 연구 참여 확대를 위해 연구 기반을 통합 및 구축하고 검증된 효과적 실천 방법의 확산과 적용을 촉진.
  - 목표와 목적의 공유: 특정 STEM 분야의 목표와 목적을 포함하는 공유된 목표와 목적에 따른 지원을 통해 STEM 학습 및 인력 양성 기회를 확대.
  - NSF INCLUDES 국가 네트워크: NSF INCLUDES 국가 네트워크의 일부로서, 이해관계들과의 협력 및 네트워크 지원
- NSF INCLUDES의 가장 중요한 목표는 STEM 교육과 인력 개발의 혁신적인 변화를 위해 뚜렷한 영향을 미치는 것임.
  - 그것을 위해 NSF는 NSF INCLUDES 설계 및 개발 론칭 파일럿, NSF INCLUDES 조정 허브 등 일련의 프로젝트에 자금을 지원하고 있음.

- NSF INCLUDES 투자는 NSF INCLUDES 국가 네트워크 등의 추진으로 국가적 주요 과제인 다양성을 포함한 여러 문제들의 해결을 위한 NSF의 전략에 기여할 중요한 지식을 제공할 것임.

## 2) 예산 및 주요 사업

- 2018년도 이 분야 예산 투자 실행 금액은 총 1,795만 달러였으며, 2020년도에는 2,000만 달러의 예산안을 제출했음.

### ○ STEM 연구의 참여 확대

- NSF INCLUDES는 NSF INCLUDES 얼라이언스 및 기존 NSF 참여 포트폴리오들을 통해 참여 확대 프로젝트 및 관련 연구를 계속할 예정임.
- NSF INCLUDES는 NSF INCLUDES 국가 네트워크 및 NSF의 기존 참여 확대 포트폴리오들에서 혁신적이고 협력적인 참여 확대 사례의 활용을 확대하기 위한 검증된 전략의 보급과 적용을 지원할 것임.

### ○ 목표와 목적의 공유

- NSF는 NSF INCLUDES 국가 네트워크를 통해 2018년도부터 처음으로 평가, 소통, 상호강화 활동 시스템의 구현을 감독하기 위한 자금을 지원하기 시작했다.
- NSF는 NSF INCLUDES 국립 네트워크에 대한 종합적인 평가, 모니터링 및 피드백 프레임워크를 개발하고 있음.

### ○ NSF INCLUDES 국가 네트워크

- NSF는 특정 목표의 해결에 중점을 두고 있는 5년 간의 중앙 규모 프로젝트인 NSF INCLUDES Alliance를 지원할 것이며, NSF INCLUDES Alliance는 NSF의 참여 확대

투자를 촉진하기 위해 기존의 설계 및 개발 론치 파일럿, 프로그램, 인력, 조직, 기술 및 기관을 활용할 것임.

- NSF는 정기적으로 NSF INCLUDES 론치 파일럿, Alliance 및 조정 허브의 주요 조사관을 소집해 참여 확대를 위한 과제, 제안된 전략, 확장 메커니즘 및 프로젝트의 지속의 타당성에 관해 논의하고 있음.

### 3) 대표 사례

- NSF는 2017년 9월 STEM 분야 발견 및 혁신에서 미국의 리더십 유지를 위해 NSF INCLUDES 프로그램 지원 대상 27개 프로젝트를 선정했음.
  - 2년 동안 각 30만 달러를 지원하는 프로젝트들은 광범위한 과제들을 통해 민관 협력 파트너들과 새로운 변화를 위한 방법을 개발하고 있음.
- NSF INCLUDES의 주요 특징은 지속되는 문제들에 대한 선구적인 해결책을 도출하기 위해 다양한 협력자를 통합하는 데 초점을 맞추고 있다는 것으로, 이러한 파일럿 프로젝트는 STEM 참여 확대를 통한 미래의 혁신을 촉진할 것임.
- NSF INCLUDES는 여성, 장애인, 아프리카계 미국인, 히스패닉계, 아메리칸 인디언, 알래스카 원주민, 하와이 원주민, 태평양 원주민, 시골지역 주민 및 사회경제적 어려움에 직면한 사람들을 포함한 집단들 사이에서 STEM 참여를 확대하기 위한 협력 사업에 투자하고 있음.
  - 여기에는 민간 기업, 자선단체, 비영리단체, 고등교육기관, 초중고등학교, 연방기관 및 과학단체, 그리고 STEM에 대한 관심과 열정을 가진 기타 조직의 파트너들이 참여하고 있음.

### 4) 공고 완료 및 신청접수 중인 연구과제 목록

과제명	연구기간	예산 (만불)	NSF 담당자	이메일
Inclusion Across the Nation of Communities of Learners of Underrepresented Discoverers in Engineering and Science (NSF INCLUDES) - NSF INCLUDES Planning Grants	계속 지원 (2020년 7월 마감)	총 100-300(20건-30건)	NSF INCLUDES	nsfincludes@nsf.gov

## 3. 중규모 연구 인프라(Mid-scale Research Infrastructure, Mid-scale RI)

### 1) 목적

- Mid-scale RI 빅아이디어는 혁신적인 연구 지원을 위한 현대적인 연구 인프라에 대한 과학계의 수요 충족을 목적으로 하고 있음.

- 중규모라는 용어는 주요 연구 도구 프로그램(MRI)의 현재 법정 상한액 600만 달러 또는 900만 달러와 주요 연구 장비 및 시설 건설(MREFC) 계정 자격 조건의 현재 최저한도 7000만 달러 사이의 프로젝트를 의미함.
- Mid-scale RI는 실험 연구 역량 향상을 위해 첨단 인프라의 개발, 설계, 시공, 활용을 위한 신진 연구자를 양성하는 동시에 새로운 인프라를 이용해 개별 과학기술 연구 분야를 변혁시키는 목표를 가지고 있음.
- 이러한 인프라의 과학적 중요성은 미국 기술혁신 및 경쟁력법(AICA)에 반영되어 있으며, 이 법은 NSF에 “재단이 지원하는 모든 분야에 걸쳐 중 규모 프로젝트를 위해 현재와 수요를 평가하라”고 지시했음.
- NSF는 중규모 연구 인프라가 MREFC 계정 내에서 자금을 지원하는 대규모 프로젝트보다 짧은 시간 내에 과학적으로 발전할 수 있는 핵심 요소이며, 이에 대한 투자는 글로벌 파트너와 경쟁국들 사이에서 미국의 위상을 유지하는 데 도움이 될 수 있다고 강조하고 있음.

2) 예산 및 주요 사업

- 2019년도에 추가된 Mid-scale RI 의 2018년도 예산 투자 실행 금액은 없었으며, 2020년도에는 7,500만 달러의 예산안을 제출했음.
- 2020년도 Mid-scale RI 요청 예산 7,500만 달러는 Mid-scale RI (3000만달러) 및 Mid-scale I-2(4,500만 달러) 두 개의 별도 프로그램으로 구성됐음.
  - RI-1은 R&RA 계정을 통해, 중간 규모 RI-2는 MREFC 계정을 통해 자금을 조달할 예정임.

<그림> Mid-scale 연구 인프라 예산 구성



- Mid-scale RI 예산 투자는 다음 세 가지 목표로 이루어짐.
  - 첨단 중규모 연구 인프라에 활용 기회 제공
  - 국가적 연구 역량을 크게 발전시킬 수 있는 잠재력 높은 과학 및 공학 연구 인프라의 신속한 개발 및 구현
  - 첨단 인프라의 개발, 설계, 시공, 활용을 위한 신진 연구자를 양성

### 3) 대표 사례

- 미 국립과학위원회(NSB)는 2019년도 10월 사이버 인프라를 포함한 중규모 연구 인프라를 위한 미 국립과학재단(NSF)의 투자 현황을 조사한 보고서를 발간했음.
  - 이 보고서에서는 중규모의 연구 인프라 시설이 MREFC 계정으로 자금을 지원받는 대규모 프로젝트에 비해 단기간에 과학의 발전을 가능하게 하는 핵심 요소임을 확인했음.
- 중규모의 연구 인프라는 새로운 혁신적인 대형 시설의 기반을 제공 할 수 있으며, 그 과정에서 초기 경력자의 개발, 최첨단 인프라의 설계, 건설 및 효과적인 사용을 가능하게 할 수 있음.
- 사이버 인프라는 오늘날의 과학 및 공학 분야에서 널리 활용 중인 빅데이터를 수집, 처리 및 보급하는 문제를 해결하는 열쇠이며, 중간 규모의 인프라에 대한 투자는 글로벌 파트너 및 경쟁국들 사이에서 미국의 위상 유지에도 도움이 될 수 있음.
- 이 보고서에서 확인된 중요한 사항은 중규모 연구 인프라 프로젝트가 NSF에서 중요한 부분이 아니라는 것인데, MRI 및 MREFC에 비해 대부분의 중간 규모 연구 인프라(1,000만~7,000만 달러)와 관련해서는 명확한 경로가 존재하지 않았음.
- 보고서는 다음과 같은 권고 사항들을 제시했음.
  - NSF는 중규모의 연구 인프라에 대한 장기적인 기관 차원의 공약으로서 중규모 연구 인프라 빅 아이디어를 지원하고 유지해야 함.
  - NSF는 주요 연구 장비 및 시설 건설 계정을 가능한 자금 조달 메커니즘으로 사용할 수 있는 가능성을 조사해야 함.
  - NSB와 NSF는 기존 인프라 감독 및 관리 구조를 검토하여 중규모 범위의 투자에 적절한지 여부를 확인해야 함.
  - NSF는 NSB와 협력하여 중규모 연구 인프라에 대한 수요의 전 범위를 결정하고 평가 및 평가 프로그램 개발을 통해 해당 기관의 프로그램 및 프로세스가 수요를 충족시킬 수 있도록 보장하는 방안을 모색해야 함.

#### 4) 공고 완료 및 신청접수 중인 연구과제 목록

과제명	연구기간	예산 (만불)	NSF 담당자	이메일
Mid-scale Research Infrastructure-1 (Mid-scale RI-1)	계속 지원 (2019년 5월 마감)	총 6000 (3건-10건)	Randy L. Phelps(OIA)	rphelps@n sf.gov
Mid-scale Research Infrastructure-2 (Mid-scale RI-2)	계속 지원 (2019년 8월 마감)	총 15000 (4건-6건)	Brian Midson(GEO)	bmidson@ nsf.gov

#### 4. 장기 연구 프로그램(NSF 2026)

##### 1) 목적

- NSF 2026 빅아이디어는 미국 건국 250주년을 앞두고 STEM과 STEM 교육의 기초적이고 획기적인 발견과 혁신의 발판을 마련하는 새로운 활동을 육성하고 지원하는 것을 목적으로 하고 있음.
- NSF 2026의 전체적인 목표는 장기(10년 이상) 연구 과제를 식별하고, 미래 지향적인 기관의 이니셔티브를 체계적으로 파악한 후 그러한 연구에 자금을 지원하는 메커니즘을 제공하는 것임.
  - 장기적 지원이 필요한 과제를 식별하기 위해 다양한 STEM 연구 및 교육 이해 당사자와 일반 대중을 참여시키고 있음.
- NSF 2026은 2018년도 첫 번째 NSF 2026 아이디어 머신 프로그램을 시작했음.
  - 2019년도까지 진행되는 아이디어 머신은 과학, 공학 및 STEM 교육 분야의 광범위한 이해관계자들을 대상으로 미래를 위한 장기 투자가 필요한 과제들에 대한 아이디어를 모으기 위한 것임.
- 미국의 건국 250주년을 기념해 프로그램의 명칭을 NSF 2026으로 정했지만 2026년을 훨씬 넘는 장기 투자 전략 개발에 기여할 것으로 기대하고 있음.
  - 이러한 활동을 통해 향후 10년 이상 미국의 과학 리더십 유지를 위한 미래지향적 아이디어를 도출하고 연구자를 지원하는 최선의 방안을 모색할 것임.

- NSF 2026은 다음과 같은 목표에 따라 사업을 추진하고 있음.
  - NSF 2026 아이디어 머신에서 모은 성공적 아이디어를 탐구함으로써 재단의 주요 장기 투자 분야 포트폴리오를 지속적으로 발전시킴.
  - 아이디어 머신, 아이디어 랩스 및 기타 형태의 지원 프로그램을 통해 한커뮤니티의 참여를 확대시키기 위한 메커니즘을 개발 및 발전시킴.

## 2) 예산 및 주요 사업

- 2018년도에 시작된 NSF 2026의 2018년도 예산 투자 실행 금액은 없었으며, 2020년도에는 650만 달러의 예산안을 제출했음.
- NSF 2026 아이디어 머신 선정 아이디어를 탐구하기 위한 준비
  - 2018, 2019년도 아이디어 머신에서 선정된 아이디어들을 중심으로 이루어지는 워크숍, 연구 조정 네트워크(RCN), 탐사 연구 초기 지원(EARly-concept Grants for Discoratory Research, EAGER)에 550만 달러를 투자할 예정임.
  - 이렇게 준비된 아이디어들은 NSF의 기존 프로그램 또는 2021년도 시작될 새로운 NSF 2026 프로그램에서 실행 가능한 연구 주제가 될 수 있음.
- 아이디어의 분석, 평가, 구현
  - NSF의 장기 연구 포트폴리오 평가, NSF 2026 아이디어 머신 및 NSF가 미래의 장기 이니셔티브를 계획하고 개발하기 위해 사용하는 기타 프로세스에 대한 평가 및 구현 등에 100만 달러를 투자할 예정임.
  - 이 평가에서는 첫 번째 아이디어 머신의 성공을 평가하고, 설계부터 실행 과정에서의 개선 사항을 파악하며, 미래의 투자 우선순위를 식별하기 위한 추가 절차의 구현을 지원할 것임.

## 3) 대표 사례

- NSF 2026 아이디어 머신에는 2018년 가을 미 전역에서 총 801명이 아이디어를 응모했는데, 이들이 제출한 비디오 프레젠테이션 심사를 통해 33명의 준결선 진출자를 선정했고, 외부 전문가들의 평가를 통해 4명의 수상자를 선정할 예정임.
  - 준결선 진출자들에게는 상금이 각 1,000달러, 최종 수상자들에게는 각 2만 6,000달러가 수여됨.

- 대부분 대학 교수 및 전문 연구자들로 구성된 NSF 2026 아이디어 머신 최종 경쟁자들 중에는 콘라드 고메즈 헤일바흐라는 15세 소년이 포함됐는데, 이 소년은 인공지능을 이용해 게이머와 연구자들을 연결시키는 비디오 게임 아이디어를 개발했음.
  - 그는 게이머들의 창의성은 과학자들이 실제 문제 해결을 위한 아이디어를 훨씬 더 쉽게 알아낼 수 있도록 도울 수 있는 잠재력을 가지고 있다고 자신의 아이디어를 설명했다.
- 스콧 밴타 컬럼비아대 화학공학과 교수는 분자 수준에서 생물학적 과정을 모방한 바이오 연료를 만드는 새로운 방법을 제안했음.
  - 그는 새로운 공정을 이용하면 현재의 화석연료에 비해 낭비되는 에너지를 현저히 감소시킬 수 있지만 이를 위해서는 엄청난 양의 기초연구가 필요할 것이라고 지적했다.
- 어바인 캘리포니아 대학교에서 인지과학을 전공하는 학생인 카리슈마 무스쿠마르는 기술에 대해 부정적인 대중문화의 고정관념을 공감능력에 인공지능 기술을 이용해 변화시키는 아이디어를 연구하고 있음.

#### IV. 결론

- NSF는 과학 및 공학 분야의 최전선에서 미래 장기적 투자를 위한 영역을 식별하는 과감한 아이디어인 10가지 빅아이디어에 대한 지원을 계속하고 있음.
- 빅아이디어 중 6개는 연구에 초점을 맞추며, 기초연구에 대한 초기 투자를 담당하고 있으며, 4개의 빅아이디어는 정책과 제도에 초점을 맞추고 있는데, 이 과정에서 NSF는 최고의 연구를 찾고 국가 과학기술계의 참여를 확대하기 위해 변화를 모색하고 있음.
- 인간과 기술 협업의 미래(FW-HTF) 아이디어는 변화하는 기술 환경의 이점을 극대화하고, 위험을 최소화하며 생산성과 혁신 역량 향상을 위한 인력의 지원을 촉진해 과학 및 공학 분야의 새로운 지식 및 발전의 기반을 마련하고 있음.
- 데이터 혁명의 활용(HDR) 아이디어는 과학과 공학에서 새로운 형태의 데이터 기반 발견을 가능하게 함으로써 데이터 과학이라는 분야의 본질적으로 다원적인 성격을 극대화하고 있음.

- 새로운 북극 탐사(NNA) 아이디어를 위한 투자는 북극에 접한 국가로서 미국의 경제, 안보, 회복력 등에 관한 결정에 필요한 연구 가속화에 도움이 될 전망이다.
- 양자 혁명(QL) 아이디어는 양자 세계에 대한 기존 지식을 구축하고 확장시키는 것을 목적으로 양자 컴퓨팅 및 통신에 국한되지 않는 양자정보과학(QIS) 분야의 중요한 과제를 해결하기 위한 노력에 중점을 둘 계획임.
- 생명의 법칙 이해(URoL) 아이디어는 생물학적 시스템을 통제하는 규모 불변성 규칙의 발견을 지원하고 있으며, 생명체의 새로운 속성을 다루는 연구의 융합적 특성은 과학을 발전시키기 위한 기술 혁신을 자극하고 있음.
- 우주 연구를 위한 새로운 방법(WoU) 아이디어에서는 최근 레이저 간섭계 중력과 관측기(LIGO)를 통해 중력과 관측에 성공했는데, 이는 새로운 멀티메신저 천체물리학 연구의 새로운 시대를 예고하는 것으로 평가되고 있음.
- 융합연구 발전(GCR) 프로그램을 통해 NSF는 차세대 융합 연구인력을 양성하고 새로운 연구과제에 신속하게 대응할 수 있도록 함으로써 미국 과학 및 공학계의 글로벌 경쟁력을 강화시키고 있음.
- 과학 연구 참여의 촉진(NSF INCLUDES) 프로그램은 STEM 교육과 인력 개발의 혁신적인 변화를 목적으로 국가적 주요 과제인 다양성을 포함한 문제들의 해결을 위한 NSF의 전략에 기여 할 중요한 지식을 제공할 것임.
- 중규모 연구 인프라(Mid-scale RI) 예산 투자와 관련해 NSF는 중규모의 연구 인프라에 대한 장기적인 기관 차원의 공약으로서 중규모 연구 인프라 빅 아이디어를 지원하고 유지하는 것에 초점을 맞추고 있음.
- NSF는 장기 연구 프로그램(NSF 2026)을 통해 STEM과 STEM 교육의 기초적이고 획기적인 발견과 혁신의 발판을 마련하는 새로운 활동을 육성하고 지원하고 있음.

## [부록 : NSF FY2020 예산에 대한 의회 신청 보고서 요약]

- 미 국립과학재단(NSF) 예산의 93%는 연구 및 과학, 기술, 공학, 수학(STEM) 교육을 직접 지원하고 있으며, 이 중 77%는 미국 내 대학들에서 지원이 이루어지고 있음.

[표. NSF 2020년도 예산안]

(단위: 백만달러)

계 정	2018 실행	2019 승인	2020 요청	2018 대비 증감	
				금액	비율
연구 및 연구 활동	\$6,380	\$6,520	\$5,663	-\$717	-11%
교육 및 인적 자원	\$904	\$910	\$823	-\$80	-9%
주요 연구 장비 및 시설 건설	\$186	\$296	\$223	\$37	20%
기관 운영 및 지원 관리	\$329	\$330	\$337	\$8	3%
국가과학위원회(NSB)	\$4	\$4	\$4	*	-5%
Office of Inspector General	\$15	\$15	\$15	*	2%
총 액	\$7,818	\$8,075	\$7,066	-\$752	-10%

### ○ 2020년도 예산 주요 사항

- 71억 달러의 예산으로 약 8000건의 새로운 연구 지원 시행
- 인간 지식에 기여하고 과학 및 공학의 모든 분야에 걸쳐 혁신을 촉진하는 데 필요한 과학적 이해를 제공하는 기초연구 지원 노력 지속
- 양자정보과학을 위한 과학 및 공학 기반에 1억600만달러 투자
- 초정밀 전자공학, 반도체 이해와 응용, 대형 강입자 충돌기 업그레이드 등을 위한 투자
- NSF 자체 시설 및 남극 인프라 현대화 사업, 주요 연구 시설 건설 프로젝트 투자
- CyberCorps 등 미래 지향적 인력 양성 투자, 고급 기술 교육 및 기타 교육 프로그램 지원

### ○ NSF 10대 빅아이디어: NSF는 미래 세대가 과학 및 공학 연구의 혜택을 계속 누릴 수 있도록 하는 10대 빅아이디어 사업을 2017년도부터 지속적으로 시행하고 있음.

- 10대 빅아이디어는 연구 아이디어 6개, 정책 및 제도 아이디어 4개로 구성되었음.

- 연구 아이디어: 인간과 기술 협업의 미래(Future of Work at the Human-Technology Frontier), 데이터 혁명의 활용(Harnessing the Data Revolution), 새로운 북극 탐사(Navigating the New Arctic), 양자 혁명(Quantum Leap), 생명의 법칙 이해(Understanding the Rules of Life), 우주 연구를 위한 새로운 방법(Windows on the Universe)
  - 정책 및 제도 아이디어: 융합연구 발전(Growing Convergence Research), 과학 연구 참여의 촉진(NSF INCLUDES), 중규모 연구 인프라(Mid-scale Research Infrastructure), 장기 연구 프로그램(NSF 2026)
- 연구의 성과: NSF는 기초연구와 우리의 미래를 변화시키는 발견을 위한 투자를 통해 중요한 성과를 창출하고 있음.
- 혁신과 일자리 창출
  - 쉐어포인트, 구글, 아이폰, 3D 프린팅, 자율주행차와 같은 기업들의 기술을 통해 미국 경제에 수십억 달러의 경제적 효과
  - 자연재해 대응 능력 향상
  - 미국의 글로벌 리더 위치 유지를 위한 경쟁력
- 2020년도 성과 목표: NSF는 2020년도 다음과 같이 7개 성과 목표를 설정하고 목표 달성을 위한 과정을 전략적으로 감독하고 있음.
- NSF 전반에 걸친 주요 프로그램 투자 구현 확인
  - 주요 연구 시설 및 인프라 투자 확인
  - 지원 신청자에게 6개월 이내 결과 통보 가능한 시기 적절한 연구 제안 평가
  - 연구 제안 평가 품질 향상
  - 참여 문화 조성
  - 직원 역량에 맞는 직무 요구 사항 조정
  - 성과 평가 프로세스를 지원하는 IT 시스템 및 기능과의 사용자 상호 작용을 간소화 하고 단순화

본 보고서의 모든 내용은 미국 국립과학재단(NSF, National Science Foundation) 및 NSF의 이사회(National Science Board) 등이 작성한 아래의 참고자료 및 NSF 웹페이지 내용을 요약, 발췌 및 인용을 하여 작성하였음을 알려드립니다.

## 참고자료

1. <https://www.nsf.gov/about/budget/fy2020/pdf/fy2020budget.pdf>
2. <https://www.aip.org/fyi/2019/fy20-budget-request-national-science-foundation>
3. <https://www.sciencemag.org/news/2019/04/novel-nsf-initiative-seeks-nimble-scientists-create-better-to-ols-tackle-societal>
4. <https://environment.yale.edu/news/article/nsf-future-of-work-grant-helps-yale-researchers-study-human-robot-recycling-collaboration>
5. <https://phys.org/news/2019-05-gravitational-physicists.html>
6. [https://www.nsf.gov/news/news\\_summ.jsp?cntn\\_id=299179&org=NSF&from=news](https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=299179&org=NSF&from=news)
7. <https://cns.utexas.edu/news/ut-austin-launches-institute-to-harness-the-data-revolution>
8. [https://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2019-11/tsoe-dep111219.php](https://www.eurekalert.org/pub_releases/2019-11/tsoe-dep111219.php)
9. <https://www.nsf.gov/nsb/publications/2018/NSB-2018-40-Midscale-Research-Infrastructure-Report-to-Congress-Oct2018.pdf>
10. <https://msutoday.msu.edu/news/2019/unlikely-gathering-of-scientists-generates-extraordinary-research-team-to-create-the-fat-free-cell/>
11. [https://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2019-09/uop-coa092519.php](https://www.eurekalert.org/pub_releases/2019-09/uop-coa092519.php)
12. [https://www.nsf.gov/news/news\\_summ.jsp?cntn\\_id=243055&org=NSF&from=news](https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=243055&org=NSF&from=news)
13. [https://www.nsf.gov/news/special\\_reports/nsf2026ideamachine/index.jsp](https://www.nsf.gov/news/special_reports/nsf2026ideamachine/index.jsp)
14. <https://news.stonybrook.edu/facultystaff/sbu-receives-nsf-funding-to-help-establish-us-as-leader-in-quantum-information-science/>
15. <https://www.sciencemag.org/news/2019/06/what-big-ideas-will-shape-us-science-over-next-decade-here-are-some-contenders>