

US-CHINA WATCHING



아주대 미중정책연구소
US-China Policy Institute
亞洲大 中美政策研究所

2023. 12. 22 <제48호>

미국의 핵심기술 전략과 미중 과학기술 경쟁이 한국에 주는 함의

장기현 (아주대 미중정책연구소 연구원)
김흥규 (아주대 미중정책연구소 소장)

정책 제언

한국의 과학기술 전략은 국제공동연구와 자체적 기초연구역량 강화 간의 균형을 찾는 방향으로 재조정되어야 함

- 역사적 사례를 보면 국가들은 기술탈취, 기술이전, 기술제휴, 국제공동연구, 자체적 기초연구 등을 혼합하며 과학기술 역량을 증대시켜 과학기술 강국을 이룩했음.
- 국제적 협업을 통한 첨단기술에 대한 접근과 동시에, 자체 연구 역량 구축을 통해 장기적인 기술 자립을 목표로 해야 함. 이는 한국이 세계 과학기술 커뮤니티에서 중추적인 역할을 수행하면서 독자적인 혁신 능력을 발전시키는 데 필수적.

선택과 집중할 기술 영역의 중심에 AI를 두어야 함. 향후 AI의 성능을 좌우할 AI 반도체에 대한 자체적 기초연구에 국가역량을 집중해야 함

- 중국에 대한 미국의 고급 AI칩과 관련 설계 소프트웨어에 대한 수출 통제 조치는 AI의 성능이 컴퓨팅 능력에 크게 의존하기 때문임.
- 따라서 AI 알고리즘의 실행 속도 및 효율성을 증대시킬 AI 반도체 기술의 혁신과 생산 공정 개선에 대한 연구를 강화해야 함.
- 미국과 중국이 필요로 할 AI 반도체를 우리의 자체 기술력으로 생산할 수 있다면, 새로운 국제질서에서 주요 축을 담당할 수 있음.

실패공유협약체를 설립해야 함. 기존 과학 강국들과의 기초연구 실패 결과를 공유하여, 핵심 기술 획득 비용을 낮추는 구조를 구축해야 함

- 핵심 기술은 많은 실패를 통해 획득할 수 있음. 따라서 핵심 기술을 획득을 위한 연구비 지출 규모는 막대함.
- 연구비 지출 측면에서 미중 양극체제가 심화되는 현상은 필연적으로 나머지 국가들이 미국 혹은 중국에 의존하게 되는 구조를 고착시킴.
- 기존 과학 강국인 영국, 프랑스, 독일, 일본은 핵심기술을 타국에 의존할 때, 국제적 위상의 변화를 감당해야 함을 이미 경험하였고, 독립적인 기초연구 및 과학 협력을 통해 핵심 기술 획득 비용을 분담하려 함.
- 국제적인 실패공유협약체의 구축은 연구자들에게 광범위한 실패 사례들을 통한 학습 기회를 제공하고, 이를 통해 더 빠르고 효율적인 연구 개발이 가능함.

국가안보전략 설정 과정에 과학기술자가 참여해야 함. 과학기술 수석 신설과 함께, 국가안보실 내 과학기술 안보국을 신설해야 함

- 각국의 기술혁신 정도에 따라 국제정세가 변동할 것임. 기술혁신이 가져올 효과와 과학기술 강국들의 기술이전 및 기술제휴가 미치는 파급력은 과학기술 전문가 외에는 예측하기 어려움.
- 기술혁신 및 과학기술협력 관계가 가져올 대외 정세의 변화를 기민하게 읽어내는 외교안보정책이 절실한 상황.
- 과학기술 전문가들의 국가안보전략 수립 과정 참여는 기술 발전의 방향성과 그에 따른 잠재적 위험 및 기회에 대한 심층적인 이해를 제공하여, 이에 대응하는 국가 정책의 효과성을 증대시킬 것임.
- 국가안보실은 과학기술, 외교, 안보, 경제, 산업 분야의 전문가들과 두루 긴밀히 협력하면서, 거시적이고 통합적인 전략조정을 할 수 있는 역량을 갖춰야 함.

국가안보전략 설정 과정에 과학기술자가 참여해야 함. 과학기술 수석 신설과 함께, 국가안보실 내 과학기술 안보국을 신설해야 함

1. 핵심 기술의 정의와 그 중요성

핵심 기술 및 신흥 기술(Critical and Emerging Technology, CET)은 미국의 국가 안보와 경제적 번영에 필수적인 첨단기술의 핵심 범주로 정의됨¹⁾

- CET의 개념은 단순히 기술적 우위를 넘어서 국제적 영향력과 국가 안보에까지 연결됨.
- 이는 국가 간의 전략적 경쟁에 있어 중요한 변수로 작용하며, CET를 선점하는 국가는 국제질서의 변화와 새로운 국제질서 구축에 결정적인 역할을 할 수 있음.

역사적 관점에서 볼 때, 산업혁명에서 시작된 기술의 발전은 국제 체제에 큰 변화를 가져왔음

- 증기기관, 전기, 내연기관과 같은 발명품들은 경제적, 사회적 구조를 재편성하고 새로운 세계 질서의 형성에 기여함.
- 현재의 CET 또한 이러한 역사적 사례와 유사한 경로를 따르며, 미래 세계의 구조와 균형에 영향을 미칠 것으로 예상됨.

〈시기별 핵심 및 신흥기술 분류〉

| 기간 | 콘트라티에프 파동 | 장주기론 | 핵심기술 | 신흥기술 |
|-------------|--------------------------|-----------------|--------------|-------------|
| 1780 ~ 1840 | 첫 번째 파동 (증기기관 & 직물산업) | British 1 Cycle | 증기기관 | 철도 |
| 1840 ~ 1880 | 두 번째 파동 (철도 & 강철) | British 2 Cycle | 운송수단 | 전기 |
| 1880 ~ 1940 | 세 번째 파동 (전기 & 화학) | 전이 과정 | 발전기 | 자동차, 항공 |
| 1940 ~ 1970 | 네 번째 파동 (자동차 & 원자력) | USA Cycle | 항공우주, 원자력 | 컴퓨터 |
| 1970 ~ 현재 | 다섯 번째 파동 (ICT) | USA Cycle | 컴퓨터 | 인터넷, 모바일 |
| 현재 ~ ? | 여섯 번째 파동 (?) | ? | AI | ? |

자료 : 콘트라티에프²⁾ 파동 콘트라티에프 파동³⁾

따라서, CET에 대한 정확한 이해와 이를 통한 전략적 대응은 미국뿐만 아니라 전 세계 각국의 중대한 과제임. 이는 국가 안보, 경제 발전, 그리고 국제적 영향력 확보의 관점에서 매우 중요함

2. 미국의 핵심 기술 확보 과정과 전략

핵심 기술 획득의 핵심은 기술적 돌파구(Technological Breakthrough)의 마련임. 이는 국가 차원에서 전략적 계획과 투자가 필요한 과제임

- 핵심 기술은 기존의 패러다임을 파괴하는 기술이기 때문에, 핵심기술을 획득하려는 국가는 필연적으로 난관에 부딪히게 됨. 즉, 어떠한 연구를 진행해야 기술적 돌파구를 마련할 수 있는지 알 수 없음.

미국은 제2차 세계대전 시기, 핵심 기술의 확보전략을 실행하였음. 이 전략은 기초연구의 중요성을 인식하고, 이를 응용연구와 실전 배치로 신속하게 연결하는 방식으로 진행됨

- 이 시기, 핵물리학과 양자역학이 급속도로 발전하며 새로운 과학적 발견들이 이루어짐. 이러한 발전은 유럽 국가들이 주도하였으며, 영국과 독일은 독자적인 핵무기 개발 프로젝트를 진행함.
- 미국은 초기에 이러한 핵무기 개발의 가능성을 충분히 인식하지 못했으나, 영국으로부터의 정보 제공을 계기로 핵무기 개발 프로젝트인 맨해튼 프로젝트를 시작함. 이러한 정보 공유는 미국이 막대한 예산과 자원을 동원하여 핵기술에서의 중요한 기술적 돌파구를 마련하는 초석이었음.

1) White House. "National Strategy for Critical and Emerging Technologies." 2020.

2) 콘트라티에프 파동(K-Waves)은 약 50-60년 주기의 경제 사이클로, 기술혁신과 경제 번영의 장기적 변화를 설명한다. 콘트라티에프 파동 관점에 따라 최근의 경제 사이클까지 분석한 연구는 다음을 참조. Thompson, William R. "K-Waves, Technological Clustering, and Some of Its Implications." Kondratieff Waves Yearbook. 2014. p. 167.

3) 모델스키의 장주기론(Long Cycle Theory)은 기술혁신, 경제적 지배력, 전쟁주기, 세계적 리더십의 관계를 설명하는 이론이다. 장주기(Long Cycle)는 약 100년 동안 지속되며 이 기간이 끝나면 세계 최강국의 명칭이 바뀐다. 장주기론 관점에 따른 최근의 연구는 다음을 참조. Modelski, George, and William R. Thompson. "Introduction." Leading Sectors and World Powers: The Coevolution of Global Politics and Economics, Univ of South Carolina Press. 1996. p. 8.

미국은 동시다발적 연구 및 실패를 통한 학습으로 핵기술에서의 중요한 기술적 돌파구를 얻고, 원자폭탄이란 핵심 기술을 선점함

- 이를 위해 조직된 OSRD(Office of Scientific Research and Development)는 동시다발적인 연구와 실험을 통해 다양한 기술적 접근 방식을 시도함. 이 과정에서 미국은 기체확산법, 전자기 분리법, 원심분리법, 흑연로, 중수로 등 다양한 방법으로 핵물질을 확보함.
- 오펜하이머는 포신형 설계와 내파형 설계를 모두 진행했고, 대안계획인 내파형 설계 연구는 플루토늄 폭탄 개발에 결정적인 역할을 함.

핵심 기술에 대한 정보는 국제공동연구에 참여한 국가 간에도 공유되지 않는 독점적 성격을 가짐

- 1949년 소련의 원자폭탄 실험 성공 이후, 핵기술에 대한 정보 보호를 위해 미국은 1954년 Atomic Energy Act 등의 강력한 법률과 정책을 마련하여 핵심기술 정보의 유출을 방지함.
- 1943년 퀘벡회담 등으로 루즈벨트와의 정보공유 협정을 맺은 영국조차 Atomic Energy Act에 의해 제한을 받아, 공동연구에서 얻은 핵기술 정보에 완전히 접근할 수 없었음.

미국은 제2차 세계대전 이후 핵기술 확보전략을 정립하였음. 정립된 전략은 기초연구를 통한 과학적 자본(Scientific Capital)을 기반으로 핵기술을 지속적으로 선점하여 과학기술 분야의 글로벌 리더십을 확립하는 것임

- 2차 대전 당시 OSRD 국장이었던 버네바 부시(Vannevar)는 전시 과학기술 동원의 경험을 바탕으로 평화 시기에도 기초연구와 과학교육의 지원을 주장하는 "Science, the Endless Frontier" 보고서를 작성. 핵심내용은 4가지로 제시됨.
 - ① 과학기술 발전 및 기술적 우위는 군사력, 경제력, 공중 보건 및 국민 복지에 영향을 미치는 것으로 국가 안보와 직결됨.
 - ② 기초연구는 핵심 기술 및 신기술 개발의 필수 전제조건이며, 과학적 자본 축적의 바탕이 됨.
 - ③ 기초연구를 무시하는 사회의 산업 발전은 결국 정체될 것이며, 기초과학 지식을 타국에 의존하는 국가는 경쟁력을 잃게 될 것임.
 - ④ 따라서, 기존 관념으로부터 자유로운 연구를 수행할 수 있는 기초연구센터가 설립되어야 하며, 연방정부는 과학자들의 자유로운 탐구를 보장하여 국가의 과학연구 품질과 국가 경쟁력을 강화시켜야 함.
- 미국은 부시의 전략적 제안을 수용하여 기초연구의 중요성을 인식하고 국립과학재단(National Science Foundation, NSF)을 설립함.
- 2차 대전 이후, 과학적 자본이 증대된 미국은 노벨상 수상자 수에서 유럽을 추월함으로써 과학기술 분야에서의 글로벌 리더십을 확립함.
- 냉전기 미국은 당시 핵심 기술이었던 집적회로(IC)를 개발하기 위한 원천기술을 갖추게 되었으며, 이는 21세기 미국이 패권 국가로 부상할 수 있었던 배경이 됨.

3. 인공지능(AI)의 전략적 중요성과 발전

인공지능(AI)은 현재 기술혁신의 전면에 서 있는 핵심 기술로, 다양한 분야에서 혁신을 촉진하며 기술 발전의 새로운 장을 여는 데 기여하고 있음

- 이는 과학기술 발전의 여섯 번째 큰 파동으로 볼 수 있으며, AI 기술의 발전은 국가 안보, 경제, 사회에 광범위한 영향을 미칠 것으로 예상됨.
- AI 기술의 발전은 다양한 분야에서 이미 중요한 역할을 하고 있음. 모더나의 mRNA 백신 개발, ChatGPT와 같은 고급 언어 처리 시스템은 AI의 발전이 어떻게 실제 세계의 문제 해결에 기여할 수 있는지 보여주는 사례임.
- 이러한 사례들은 AI가 단순한 기술적 진보를 넘어서 사회적, 경제적 변화를 촉진할 수 있는 잠재력을 가지고 있음을 시사.

AI의 발전은 진화적인 단계를 거치며, 각 단계는 기술의 복잡성과 능력의 깊이 등에 있어서 중요한 격차가 존재함

- 초기의 인공 좁은 지능(Artificial Narrow Intelligence, ANI)에서 시작하여, 보다 발전된 형태인 인공 일반 지능(Artificial General Intelligence, AGI)에 이르고, 궁극적으로는 인간의 지능을 뛰어넘는 인공 초지능(Artificial Super Intelligence, ASI) 단계까지 예상됨.
- 이러한 발전 단계는 AI 기술이 인류의 삶과 활동에 미치는 영향의 깊이와 범위가 점차 확대되고 있음을 의미함.

AI 기술의 전략적 중요성은 단순히 기술적 우위를 넘어서, 국가 안보, 국제 정치 및 경제에서의 영향력 확대로 이어짐. 이에 따라 미국은 AI 기술의 발전에 대한 전략적 중점을 두고 있으며, 이 분야에서의 리더십을 유지하고자 하는 전략적 노력을 강화하고 있음

- 2021년에 발표된 인공지능국가안보위원회(NSCAI)의 종합보고서는 중국과의 인공지능 및 연관 첨단산업 패권 경쟁에서 승리하기 위한 국가 역량의 총동원을 촉구함. 보고서는 대통령실 내 “기술경쟁력위원회(Technology Competitiveness Committee, TTC)” 신설, “국립기술재단(National Technology Foundation)” 설립, 제2의 국방교육법(National Defense Educational Act) 및 국가안보이민법(National Security Civilian Act) 제정 등을 권고함.

4. 미중 핵심 기술 경쟁 및 대중 전략

미국의 트럼프 행정부는 2020년 핵심 및 신흥 기술에 대한 국가안보전략⁴⁾을 발표함으로써 과학기술이 국가 안보와 직결된다는 점을 강조함

- 이 전략은 국가 안보에 중대한 영향을 미치는 기술 20가지를 선정하고, 이들 분야에서의 기술적 우위를 보호하며 세계적 리더십을 유지하겠다는 미국의 의지를 명확히 함.
- 바이든 행정부는 2022년에 핵심 및 신흥 기술 목록을 19가지로 업데이트⁵⁾하여, 전략적 중점을 재조정함. 이는 급변하는 국제 기술 환경에 대응하기 위한 미국의 적응성과 유연성을 보여줌.

미국은 중국의 기술 탈취와 불공정한 경쟁에 대응하고, 자신의 기술적 우위와 국가 안보를 보호하기 위해 다양한 조치를 취하는 중임

- 트럼프 행정부 시기 미국 정부와 의회는 화웨이와 같은 중국의 첨단기술 기업들에 대한 제재와 투자 제한을 강화하는 등 강압적인 디커플링 조치에 집중하였음. 바이든 행정부 시기에 미국의 정책결정자들은 2021년 미국 혁신 경쟁법(USICA), 2022년 미국 경쟁법(America COMPETES Act of 2022)의 의회 통과 등 미국 내 개발에 초점을 맞추었음. 두 법안 모두 미국 기술의 자체 개발에 초점을 맞추고 있으며, 국내 공급망 강화, 첨단기술 연구 개발 및 과학연구를 위한 자금 지원 증가, 미국의 경쟁력 제고를 목표로 함.⁶⁾
- 2022년 미국의 수출 통제 조치에는 미국 기업이 고급 AI 칩과 관련 설계 소프트웨어를 수출하는 것을 금지하는 내용이 포함됨. 미국 NVIDIA와 AMD 두 회사가 이 시장에서 거의 독점하고 있기 때문에, 향후 중국은 '탈미국화' 설계 소프트웨어에 의존해야 하며, 성숙한 공정을 갖춘 고급 AI 칩을 생산하거나, 통제 대상이 아닌 하위 수준의 AI 칩을 개발 기반으로 사용할 수 있어야 함. 이 두 가지 모두 개발 지연의 원인이 될 수 있음.⁷⁾

바이든 행정부는 2022년에 핵심 및 신흥 기술 목록을 19가지로 업데이트하여, 전략적 중점을 재조정함. 이는 급변하는 국제 기술 환경에 대응하기 위한 미국의 적응성과 유연성을 보여줌.

4) White House. “National Strategy for Critical and Emerging Technologies.” 2020.

5) White House. “Critical and Emerging Technologies List Update.” 2022.

6) 孫國祥, “美「中」戰略競爭前沿之進展:技術地緣政治.” 『中共研究雜誌社』, 2023.

7) 李淳, “美國高科技管制政策對中國大陸經濟的影響:以半導體為例.” 『中共研究雜誌社』, 2023.

발행처 아주대 미-중정책연구소

발행인 김흥규

편집인 서대욱

주소 경기도 수원시 영통구
월드컵로 206 아주대학교
울곡관 527-2호
아주대 미-중정책연구소

전화 031-219-3861

홈페이지 <http://ucpi.ajou.ac.kr>

US-China Watching은 미국과 중국의 외교·안보 분야를 전문영역으로 하여 최신 현안을 분석하는 자료입니다.