

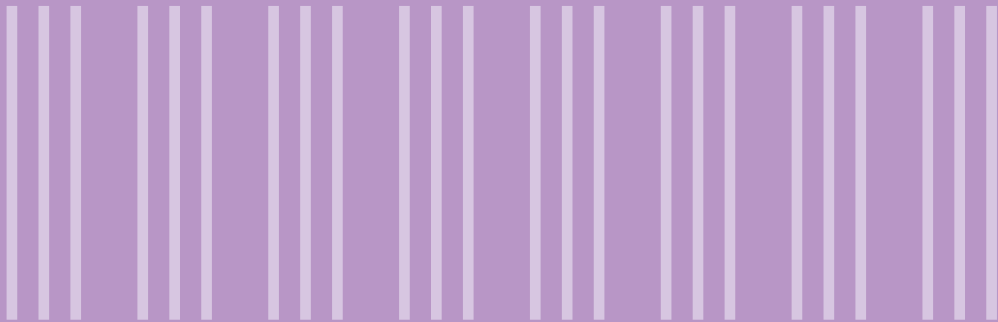
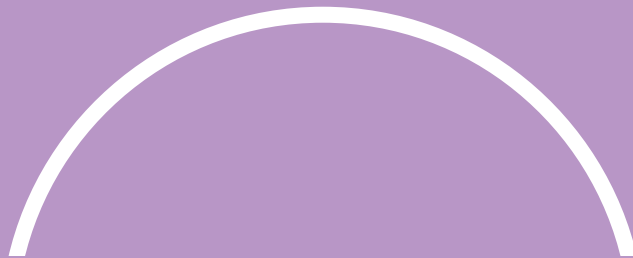


2023.12.31.

국회미래연구원 | 국회미래의제 | 23-18호

기술혁신과 글로벌 리더십 변화

- 역사적 고찰과 미중 신기술 경쟁 분석



차정미, 김대륜, 전준



국회미래연구원
NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

기술혁신과 글로벌 리더십 변화

- 역사적 고찰과 미중 신기술 경쟁 분석

차정미 부연구위원(국제전략연구센터장)

김대륜 교수(대구경북과학기술원)

전 준 교수(충남대학교)

요약

- 서론
 - 기술혁신과 패권의 이동
 - 신기술 디지털 기술-미래 생태기술 단계의 미중 경쟁
 - 결론 : 기술문명단계의 변화와 미중 경쟁, 한국에의 함의
- 참고문헌

요약

■ 기술혁신과 글로벌 패권의 이동 : 역사적 고찰

- 과거 패권변동의 역사는 기술혁신이 글로벌 리더십 변화의 중요 요소임을 보여줌
 - 기존 기술 우위에 안주하는 ‘패권의 관성’이 쇠락의 요인이 되기도 하고, 새로운 기술혁신에 대한 과감한 투자와 산업화가 패권으로의 부상을 뒷받침하기도 함
- 2, 3차 산업혁명을 거치며 기술혁신과 산업화를 주도했던 미국이 한 세기 넘게 패권의 지위를 유지하는 동안 여러 차례 ‘패권 위기’ 담론 부상
 - 인공지능 등 신기술의 부상과 중국의 도전은 다시 한번 미국의 패권 위기 담론을 불러옴

■ 기술문명 단계와 미중 패권경쟁 : 신기술(정보통신기술) 단계의 심화와 미래 생태기술 단계의 부상

- 본 연구는 루이스 면포드의 기술문명단계 구분을 근거로 오늘날 미중 기술경쟁 시대를 신기술(정보통신기술)단계의 심화와 미래 생태기술 단계의 부상으로 규정하고, 호주전략정책연구원(ASPI)의 데이터를 근거로 미중 신기술 경쟁을 분석함

■ 한국의 전략과 과제

- 신기술의 부상과 미중 기술패권경쟁 시대 한국의 전략은, 어떤 전략과 제도, 구체적인 정책이 지속적인 혁신에 도움이 되는가라는 문제에서 출발해야 함
 - 패권의 역사는 과거 부흥을 가져다 준 과학기술 성취에 안주할 경우 도태될 수 있다는 ‘패권 관성의 함정’ 보여줌. 과거 기술혁신과 패권 흥망의 역사 속에서 오늘날 한국이 직면한 도전과 위기 성찰 필요
 - 한국 또한 과거 성장의 기반이 된 기술분야에서 미래에도 경쟁력을 확보할 수 있는지, 기존의 부를 가져다 주었던 기술에 정체되어 미래 혁신 경쟁력의 도태와 위상의 하락을 초래할 위험은 없는지, 그리고 미래 성장을 주도할 새로운 기술과 산업혁신에 과감한 투자를 하고 있는지 등을 성찰해야 함
- 세계는 그 어느 때보다도 개발도상국과 중견국 사이의 기술 격차가 급격히 줄어들고 선진국과 중견국의 기술격차는 상대적으로 더 커지는 추세에 있음
 - 한국이 다양한 분야에 걸친 초격차를 달성하기 위해서는 선도기술에 대한 장기적이고 과감한 투자가 필요

- 역사적으로 기술혁신은 패권의 이동과 밀접히 연계. 오늘날 세계질서 전환기 미중 전략경쟁 또한 미래 패권을 결정하는 요소로 핵심신흥기술(critical and emerging technologies) 강조
- 미중 양국 모두 향후 10년을 미래 글로벌 리더십 경쟁의 관건기로 인식
 - 2017년 미국 국가안보전략보고서는 오랜 기간 미국의 패권은 첨단기술 우위를 기반으로 하였고, 첨단기술 우위의 상실은 곧 패권의 상실로 이어질 것이라고 우려. 2022년 국가안보전략보고서는 향후 10년을 미래 글로벌 리더십 경쟁의 결정적 시기라고 강조하고 첨단기술 주도 중요성 강조
 - 중국 또한 오늘날을 100년간 본 적 없는 대변혁의 시기로 규정하고, 파괴적 기술혁신이 중국의 강대국화에 핵심 동력이 될 것이고 향후 10년이 관건적 시기라고 강조
 - 이렇듯 미중 양국 모두 향후 10년을 미래 글로벌 리더십 경쟁의 관건적 시기라고 강조하고 있으며, 핵심신흥기술을 중심으로 한 패권경쟁 양상 본격화
- 본 연구는 기술혁신과 패권이동의 역사, 그리고 루이스 뎀포드(Lewis Mumford)가 구분한 기술문명 단계의 논의를 토대로 오늘날 미중 기술경쟁을 분석하고 전망함
 - 기술혁신과 연계된 글로벌 패권 이동의 역사를 고찰하고, 오늘날 미중 기술경쟁과 국제질서 변화를 바라보는 역사적 맥락과 시사점 제시
 - 오늘날 기술문명 단계를 ‘신기술(정보통신기술) 단계의 심화와 미래 생태기술 단계의 부상’ 시기로 규정하고, 미중 기술패권 경쟁을 인공지능, 로봇 등 신흥디지털 기술과 바이오, 녹색기술 등 생태기술을 중심으로 분석함
 - 결론에서 기술혁신과 패권변화의 역사, 기술문명 단계와 미중기술경쟁 분석을 토대로 세계질서 전환기 한국이 직면한 도전과 위기를 평가하고 전략적 시사점을 도출함

1. 기술혁신과 패권이동의 역사

- 19세기 중반 영국, 20세기 중반 이후 미국의 압도적 경제력은 지속적인 기술혁신에 기반. 글로벌 패권 이동과 질서 전환은 기술혁신과 밀접히 연계

1) 기술혁신과 1차 산업혁명, 영국의 부상

- 영국은 1차 산업혁명 시기 증기기관 등 여러 부문에서 새로운 기계와 혁신 창출
 - 산업혁명 결과 영국은 1850년 세계 총인구의 1.8%도 안 되는 인구로 세계 석탄 산출의 2/3, 면직물과 철의 1/2을 생산할 정도로 막대한 생산력 보유. 1870년 무렵 영국과 영 제국의 국내총생산은 세계 전체의 24% 차지
- 영국의 산업혁명은 면직물업과 제철업, 화학 공업 등 분야의 기술혁신이 주도
 - 1700년에서 1850년 사이에 출원된 직물업 관련 특허 숫자가 2,330건에 이르렀고, 제철업 혁신으로 18세기 전반에 스웨덴이나 프랑스의 3분의 1에 불과했던 영국 제철업이 1860년에는 프랑스의 6배, 스웨덴의 25배로 빠르게 성장
- 새로운 기술의 출현과 성장에는 기술혁신 문화와 제도도 중요한 동력으로 작용. 17세기 과학혁명과 18세기 계몽주의의 역할
 - 프랜시스 베이컨(Francis Bacon)에서 왕립협회(Royal Society)로 이어지는 과학혁명 전통에 따라 경험적인 관찰과 실험에 바탕한 과학적 발견과 이를 실생활에 적용 노력
 - 더 중요한 것은 이런 노력에서 비롯한 지식과 정보를 광범위하게 확산시킨 문화와 제도. 1696년 인쇄물 검열 제도가 사라지면서 18세기 영국에서는 많은 양의 인쇄물이 생산되었고, 저렴한 입장료를 내면 누구든지 최신 인쇄물을 볼 수 있던 커피하우스가 등장하고, 자생적인 각종 클럽이나 협회, 도서관이 결성되면서 정보에 대한 접근이 용이해짐
- 기술혁신을 촉진한 명예혁명과 의회의 역할
 - 명예혁명 이후 자리 잡은 제도, 경제활동의 규칙이 기술혁신 촉진. 특히 의회의 역할은 영국이 유럽에서 패권을 차지하는 중요한 토대가 되었음

- 명예혁명 직후 의회가 제정한 권리장전(Bill of Rights)으로 국민의 재산권과 자유로운 경제활동 보장, 18세기 영국 경제의 약진을 이끄는 원동력으로 작용
- 의회는 부가가치를 창출하는 데 가장 중요한 제조업을 육성하기 위해 다른 나라 제조업과의 경쟁으로부터 국내 시장 보호 노력. 18세기 영국은 일종의 개발국가(developmental state)처럼 국내 교역에 관한 수많은 규제를 풀어나가는 반면 해외 무역에 관해서는 강력한 보호주의 고수
- 의회는 어떤 규제를 어떻게 해소하고, 어떤 부문을 구체적으로 어떻게 보호할 것인지 자의적으로 결정하지 않았고, 수많은 상공업 이익집단이 청원 등의 형식으로 의회에 입법을 요청하고, 의회와 이익집단 사이의 소통과 구체적인 정책을 결정해나가는 과정 존재

2) 신형 기술 및 산업 혁신에 기반한 미국의 부상과 영국의 쇠락

- 1880년대 영국은 직물업이나 철, 기계, 석탄 같은 1차 산업혁명을 이끈 부문에서 여전히 선두 유지, 해외투자로 막대한 이익을 거두고 있었으나, 미국과 독일이 몇몇 새로운 산업 분야를 개척하면서 기술혁신 주도
 - 강철, 화학, 전기·전자, 자동차, 석유 등 대규모 설비투자를 바탕으로 규모의 경제를 창출하는 새로운 혁신으로 2차산업혁명 부상
 - 미국은 1880년대에 영국 경제규모 추월, 1차 세계대전 직전 영국 경제규모의 두 배 이상 급성장. 경제력을 바탕으로 미국은 두 번의 세계대전에 참전, 패권 부상
- 미국과 독일이 새로운 산업에 집중한 반면 영국은 여전히 1차 산업혁명의 성과에 의지
 - 19세기 말 영국 제조업 수출 가운데 전통 산업 부문이 60퍼센트 이상
 - 미국에서 근대적 ‘대기업’이 발전하고 있을 때 영국은 여전히 소규모 가족기업 중심
 - 과학의 성과를 새로운 기술로 전환하려는 대학과 기업 사이의 ‘산학협력’이 활발하게 일어나던 때에 영국 대학은 여전히 인문학 교육 중심의 관료 배출에 주력
 - 19세기 말까지도 영국의 통치권력은 귀족계급에 집중. 제조업보다 금융업에서 부를 축적하려는 ‘신사 자본가(gentleman capitalist)’들 존재, 제조업 기술혁신에는 무관심
- 미국은 새로운 기술혁신과 제조업 혁신, 산학협력 등의 연구생태계 혁신으로 생산력 급속히 향상
 - 기술혁신으로 미국의 산업생산지수는 1850년 200에서 1910년 1800으로 9배 성장, 영국을 제치고 세계 제1의 산업국가로 부상

- 미국 내수시장은 유통혁신 초래, 소규모 기업 중심 생산에서 대량생산체제 중심으로 재편.
 - 앤드루 카네기(Andrew Carnegie)의 제철소가 대표적 사례로, 1856년 영국 금속학자 베세머(Henry Bessemer)가 강철 대량생산 기술을 발명했으나, 실제 이 기술을 적용한 것은 영국이 아니라 카네기였음. 이로 인해 1900년 미국의 철강업계는 세계생산의 60% 차지
- 국가정책의 역할 또한 미국 경제의 비약적 성장에 중요한 요소
 - 남북전쟁이 끝나기도 전에 이민법(1864)을 제정하여 노동력 부족을 해소하였고, 1872년 광업 기본법을 제정해 국유지를 개방하여 천연자원 개발 촉진
 - 높은 관세를 유지하여 미국 산업을 보호하고, 철도 등 미국 시장을 통합하는 인프라 확대. 철도건설 운영기업에게 철도 부지 무상제공과 자금지원
- 전쟁 시기 막대한 연구개발 투자와 정부의 적극적 지원. 기술혁신에 기반한 고도 성장
 - 기업이 주도했던 연구개발에 정부가 본격적으로 관여하기 시작, 기업과 대학 사이 산학협력 본격화
 - 핵무기 개발 프로젝트인 맨해튼 계획(Manhattan Project)에 연인원 13만명과 20억 달러가 넘는 예산을 투입하는 등 연구개발 지출이 1940년 8천만 달러 수준에서 1945년 13억 달러로 크게 증대
 - 1941년 과학연구개발국 설립, 수많은 프로젝트를 여러 대학과 기업에 배분하고 연구비 지원
 - 전쟁 시기 다양한 과학프로젝트로 많은 신상품을 내놓을 수 있는 원천기술 확보. 전쟁 기간에 발명된 진공관이나 텔레비전 기술은 전후에 곧바로 상업화되었고, 컴퓨터나 레이더, 헬리콥터, 로켓 같은 발명품이나 기술도 모두 전시에 개발되어 전후에 널리 활용
- 1980년대 서유럽과 일본의 도전, 그리고 미국의 재혁신
 - 서유럽과 일본의 성장 속도가 미국의 두 세 배에 달하면서 미국 제조업 위협
 - 정보기술 부문조차 일본이 추격할 수 있다는 우려가 부상하면서 미국은 철강이나 직물업 처럼 이미 일본, 독일에게 선두를 내준 사양 산업을 구제하는 대신 첨단 산업 육성 우선
 - 첨단 산업 기업가에게는 보조금과 유인책을 제공하고, 첨단산업 역량을 갖추도록 미국 노동자를 재교육하는 데 주력
 - 1970년대 중반 실리콘밸리에서 소규모로 시작한 마이크로소프트, 애플, HP, 인텔 등이 다양한 규제 철폐 속에서 급속히 성장

3) 기술혁신 경쟁과 패권이동의 역사, 그리고 미중경쟁

- 기술혁신과 패권이동의 역사는 경쟁국이 갖지 못한 기술적 우위를 선점하거나, 게임의 룰을 바꾸는 새로운 기술의 발달이 패권경쟁의 승패를 좌우할 수 있음을 보여주고 있음
 - 영국의 증기기관은 에너지 순환의 메커니즘을 혁신하는 기술이었고, 생산력 경쟁에서 압도적인 우위를 차지할 수 있도록 만들었음
 - 미국은 생산력 지배 시장 질서를 과학기술 연구에 토대한 혁신산품 중심의 시장으로 재편하고, 산학협력과 연구중심 대학 등으로 기술혁신 주도
- 패권국이 스스로 패권을 확보하게 된 기술과 체제에 머무르고 새로운 기술분야에 공격적으로 나서지 않으면 상대적 쇠락을 경험하게 된다는 ‘관성의 위기’를 보여주고 있음
 - 영국이 우위를 점하고 있던 기술혁신 분야가 쇠퇴하고, 새로운 기술혁신이 부상하기 시작하였음에도 불구하고, 영국은 기존 기술과 산업에 정체
 - 1800년대 후반 영국 베세머의 발명을 실제 적용한 미국 앤드류 카네기의 사례, 그리고 1980년대 일본의 도전에 대응한 미국의 보호무역주의와 실리콘밸리 혁신사례는 패권유지를 위한 혁신의 필요성을 보여줌
 - 선도기술을 주도하면서 패권의 지위를 확보한 국가가 새로운 기술 부상에 투자하지 않고 기존의 지배기술에 머무를 경우, 패권은 그 정체와 관성으로 쇠락을 경험할 수 있음
- 새롭게 부상하는 도전국은 대체로 기존 패권이 지배하고 있는 기술분야가 아닌 새롭게 부상하는 기술 혁신에 투자하면서 미래 성장 주도
 - 1800년대 후반 미국은 영국이 구축한 기술패권 구도 안에서 영국과의 차별화가 생존 전략. 영국의 영향력이 미미한 신산업 분야 적극 투자로 성장
 - 1800년대 후반 미국과 독일의 새로운 산업 투자와, 1980년대 미국이 추격당한 사양산업이 아닌 새로운 첨단기술에 주력한 사례 등은 신흥기술과 신흥산업에 기반한 패권 부상과 유지를 보여줌
- 오늘날 미중 양국간의 미래 글로벌 리더십 경쟁 또한 신흥기술, 신흥산업 혁신과 연계
 - 2, 3차 산업혁명을 거치며 기술혁신과 산업화를 주도했던 미국이 한세기 넘게 글로벌 패권의 지위를 유지하는 동안 여러차례 ‘패권 위기’ 담론 제기
 - 21세기 중국의 부상은 다시 미국으로 하여금 패권위기 인식 강화. 첨단기술 혁신 투자 및 첨단제조업 지원 확대, 그리고 중국에 대한 첨단기술 수출통제 강화로 이어지고 있음
 - 본 연구는 과연 미중 경쟁이 과거 역사에서 보듯 신흥기술 주도권과 연계된 패권이동의 양상을 보이게 될 것인지, 아니면 패권유지의 혁신기가 될 것인지를 고찰함

2. 기술문명 단계와 미중 기술패권 경쟁

1) 기술문명 단계의 진화

■ 원시적기술-구기술(복잡한 도구와 에너지)-신기술(정보통신기술)-(미래)생태기술

■ 루이스 뎀포드(Lewis Mumford)는 인류 문명의 역사를 기술의 발달 단계에 맞추어 구분할 수 있다고 주장하고, 기술문명을 몇 단계의 선형 진보 단계로 제시¹⁾

■ 원시적 기술단계(Eotechnic phase)

○ 불의 발견, 불을 사용하기 위한 석탄과 목재를 활용하는 법을 터득하는 단계. 이는 대부분의 인류 문명에서 보편적으로 발생해 왔던 단계로서, 사실상 최소한의 생존과 에너지 축적 및 응용을 위한 경험적 기술 기반

■ 구(舊)기술 단계(Paleotechnic phase)

○ 구기술 단계의 핵심은 증기기관 등 에너지원 사이의 유동적인 전환 기술. 이러한 구기술 단계를 가장 먼저 달성해 낸 영국이 18세기와 19세기에 걸쳐 패권국가로 부상

■ 신기술 단계(Neotechnic phase)

○ 냉장기술, 전화기, 전기 등 새로운 발명품이 인간의 생활을 윤택하게 만드는 1930년대 이후의 시기 신기술 단계는 한 두가지의 거대 기술이 아닌, 과학기술 지식과 연계되고 과학기술과 자본주의가 결합한 다양한 '발명품의 시대', '과학자의 시대(Age of men of science)'

■ 미래 생태기술 단계

○ 뎀포드는 곧이어 신기술 단계를 대체할 미래 기술의 시대가 올 것이라고 전망. 그 미래 기술문명은 생태기술이나 원자기술이 주도할 수 있다고 전망

○ 신기술 단계에서 과학기술이 자본주의 시장과 결합하였듯, 미래기술 단계는 새로운 사회적 문제, 즉 환경의 문제와 연계된 과학기술이 주도할 것이라고 예측

1) L. Mumford (2010). *Technics and Civilization*. (University of Chicago Press).

2) 미중 패권경쟁의 기술문명단계

: 신기술(정보통신기술) 단계의 심화와 미래 생태기술 단계의 부상

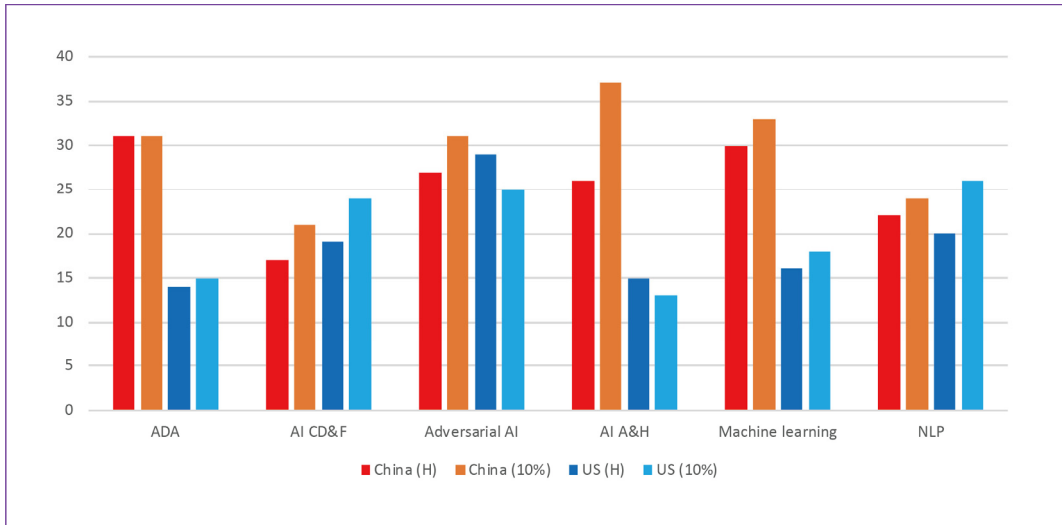
- 본 연구는 머포드가 제시한 기술 문명 단계를 근거로 오늘날 미중 기술경쟁 시대를 <신기술 문명단계의 심화와 미래 생태기술 단계의 부상> 시대로 규정
 - 미중 기술 패권경쟁이 인공지능, 녹색 기술 등 디지털 기술과 생태기술에 집중
 - 중국은 인공지능 주도는 물론 생태문명의 시대를 강조하면서 인간과 자연이 조화하는 녹색발전, 녹색기술 주도 주력
- 본 연구는 세계 주요국가들이 디지털 전환과 녹색 전환을 위해 새로운 디지털 기술과 녹색기술 투자를 적극 확대하는 환경 속에서 미중 기술 패권경쟁을 신흥디지털 기술과 생태환경기술 중심으로 분석

- 본 장은 오늘날 기술문명 단계를 <신기술 단계의 심화와 미래 생태기술 단계의 부상> 시기로 규정하고, 인공지능 등 신흥 디지털 기술과 바이오, 녹색 기술 등 생태기술을 중심으로 미중 경쟁의 추세를 분석
 - 새로운 기술혁신의 핵심분야인 디지털 분야와 생태기술 분야에서 패권국 미국의 첨단기술 우위가 유지될 것인지, 아니면 중국이 공격적 기술혁신으로 미국의 패권적 지위에 도전 하면서 미래 경제성장을 주도할 수 있을 지를 중심으로 고찰
- 호주전략정책연구원(Australian Strategic Policy Institute, ASPI)의 핵심기술 추적 분석 (critical technology tracker) 데이터를 활용하여, 신흥기술 분야 '연구논문(Research Contribution)' 과 '인재 흐름(Flow of Human Talent)' 두 가지 데이터에 기반하여 고찰
 - 신흥 디지털 기술과 생태기술 분야로 인공지능, 로봇우주, 바이오, 에너지 환경 등 4분야 기술 경쟁 추이 분석
 - 연구논문 비교는 논문수와 인용수에 기반한 (a) H-지수와 (b) 가장 많이 인용된 논문의 상위 10%의 두 지표를 보고, 인재흐름 비교는 인용수 상위 10%의 연구자를 대상으로 출신 학부, 대학원, 고용국으로 구분하여 고찰

1. 연구논문 데이터에 근거한 미중 기술경쟁 비교

- 인공지능 분야 6개 핵심기술 미중 경쟁
 - 첨단 데이터 분석(Advanced data analytics, ADA) 기술, 고급 집적 회로 설계 및 제작 (Advanced integrated circuit design and fabrication, AI CD&F), 적대적 AI (Adversarial AI), AI 알고리즘/하드웨어 가속기(Artificial intelligence algorithms and hardware accelerators, AI A&H), 머신러닝(Machine learning), 자연어 처리 (Natural language processing, NLP)

[그림 1] 미중 인공지능 핵심기술 연구 논문 경쟁력 비교(H 지수와 인용상위 10% 논문)²⁾



○ 미중 인공지능 기술 경쟁의 추이

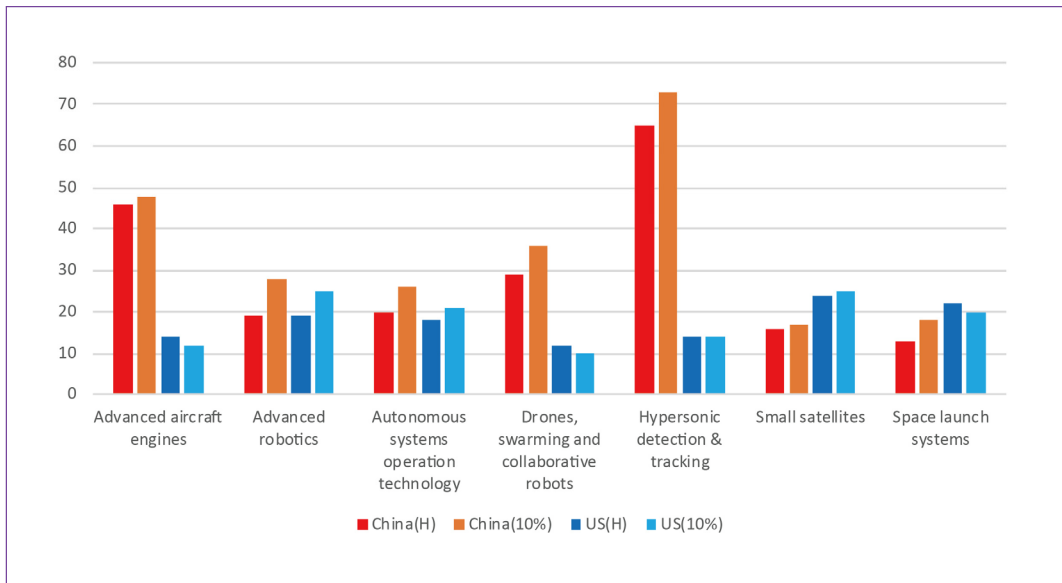
- 고급집적회로 설계, 자연어처리기술을 제외하고 전 분야에서 중국이 가장 많이 인용된 논문의 상위 10%에서 미국보다 우위. H지수는 고급집적회로와 적대적 AI를 제외하고 중국이 미국보다 우위
- 특히, 첨단데이터 분석, AI알고리즘/하드웨어가속기, 머신러닝 기술분야에서 중국이 큰 차이로 미국을 앞서고 있음

■ 교통, 로봇, 우주(Transportation, Robotics and Space) 7개 핵심기술 미중 경쟁

- 첨단 항공엔진(Advanced aircraft engines), 첨단로봇(Advanced robotics), 자율체계 운영기술(Autonomous systems operation technology), 드론, 스웜밍 및 협동로봇 (Drones, swarming and collaborative robots), 초음속 탐지추적(Hypersonic detection & tracking), 소위성(Small satellites), 우주발사체(Space launch systems)

2) ASPI의 "Critical Technology Tracker,"의 데이터를 활용 저자 작성.
<https://techtracker.aspi.org.au/tech/all/?c1=cn&c2=us> (검색일: 2023.12.30.)

[그림 2] 교통, 로봇, 우주 7개 핵심기술 미중 경쟁(H 지수와 인용상위 10% 논문)³⁾



○ 로봇, 우주분야 미중 기술경쟁 추이

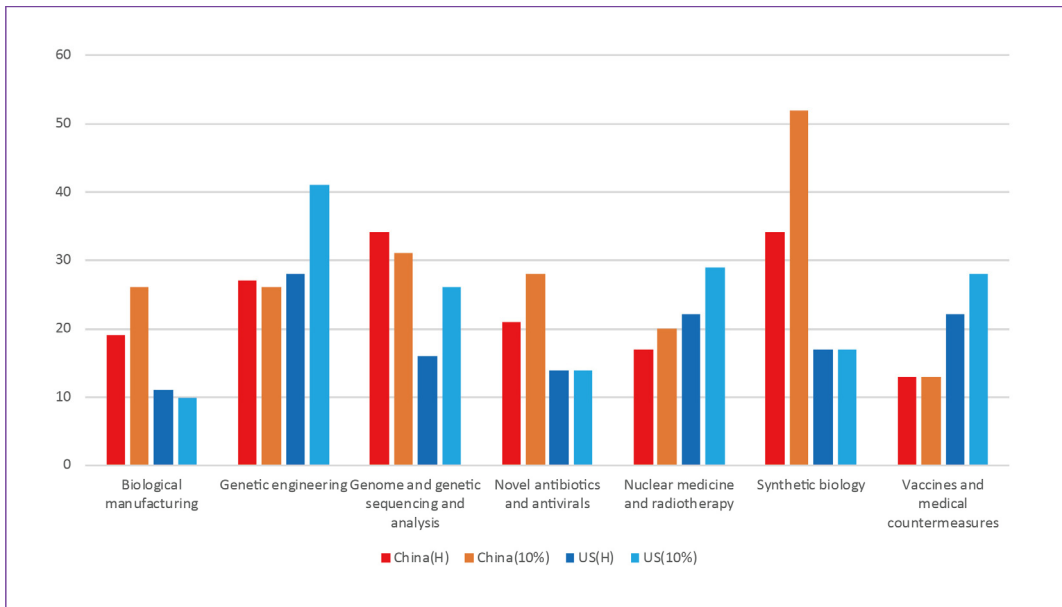
- 소위성, 우주발사체를 제외한 전 분야에서 중국이 미국에 우위
- 특히, 초음속 탐지추적기술, 드론 및 협동로봇기술, 첨단 항공엔진기술 등에서 중국이 큰 격차로 우위를 나타냄. 연구실적 규모 뿐만 아니라 피인용 측면에서도 중국이 큰 격차의 우위 보임

■ 바이오기술, 유전기술, 백신(Biotechnology, Gene Technologies & Vaccines) 분야 7개 핵심기술 미중 경쟁

- 바이오제조(Biological manufacturing), 유전자공학(Genetic engineering), 계놈 및 유전자서열분석(Genome and genetic sequencing and analysis), 새로운 항생제 및 항바이러스제(Novel antibiotics and antivirals), 핵의학 및 방사선치료(Nuclear medicine and radiotherapy), 합성생물학(Synthetic biology), 백신/의료대응(Vaccines and medical countermeasures)

3) ASPI의 "Critical Technology Tracker," 데이터를 활용하여 저자 작성(2023.12.30.)
<https://techtracker.aspi.org.au/tech/all/?c1=cn&c2=us>

[그림 3] 바이오 및 유전, 백신기술 미중 경쟁(H 지수와 인용상위 10% 논문)⁴⁾



○ 바이오 기술, 유전기술 분야 미중 기술경쟁 추이

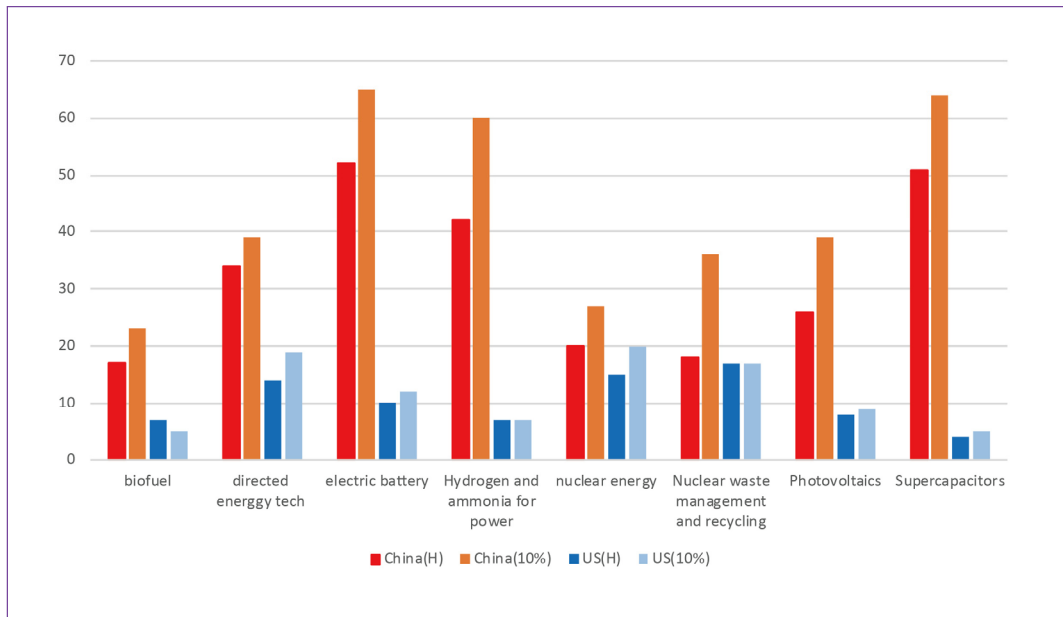
- 유전자공학, 핵의학, 백신 분야에서 미국이 우위. 바이오제조, 계놈 및 유전자 서열분석, 새로운 항생제 및 항바이러스, 합성생물학 분야에서 중국이 우위를 나타냄
- 특히, 합성생물학 분야에서 중국이 H지수와 인용상위 10% 논문 모두 큰 격차로 우위를 나타냄. 중국이 바이오 신형기술분야 혁신에 집중하고 있음을 보여줌

■ 에너지 환경 분야 8개 핵심기술 미중 경쟁

- 바이오연료(biofuel), 지향성 에너지 기술(directed energy tech), 전기 배터리, 전력용 수소 및 암모니아(Hydrogen and ammonia for power, HAP), 원자력 에너지(nuclear energy), 핵 폐기물 관리 및 재활용(Nuclear waste management and recycling, NWMR), 광전지(photovoltaics), 슈퍼커패시터(supercapacitors)

4) ASPI의 "Critical Technology Tracker," 데이터를 활용하여 저자 작성(2023.12.30.)
<https://techtracker.aspi.org.au/tech/all/?c1=cn&c2=us>

[그림 4] 에너지 환경기술 미중 연구논문 경쟁력 비교(H 지수와 인용상위 10% 논문)⁵⁾



○ 미중 에너지 환경 분야 미중 기술경쟁 추이

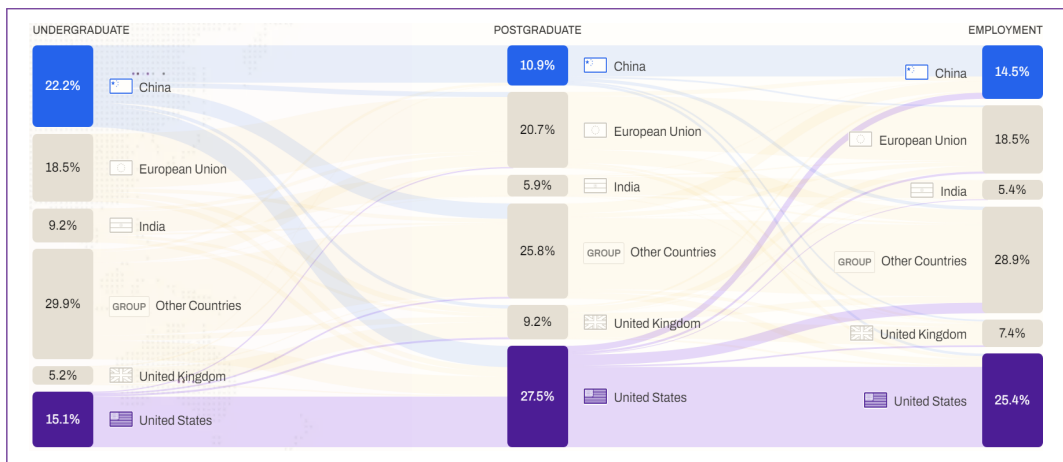
- 에너지 환경분야는 8개 핵심기술 전분야에서 H지수와 상위 인용 10% 논문에서 모두 중국이 미국에 대해 큰 격차로 우위를 보임
- 특히 전기배터리, 수소, 수퍼커패시터 등에서 중국이 글로벌 인용상위 10% 논문의 60% 넘게 점유. 에너지 환경 분야 신기술 혁신 주도 의지 보여줌

5) ASPI의 "Critical Technology Tracker," 데이터를 활용하여 저자 작성(2023.12.30.)
<https://techtracker.aspi.org.au/tech/all/?c1=cn&c2=us>

2. 인재흐름(The Flow of top talent) 데이터에 근거한 미중 핵심기술 경쟁력 비교

- 디지털과 생태환경 기술 분야에서 상위 10%의 인재(논문 피인용수 상위 10%)들의 출신학부, 대학원, 취업 국가를 분석하여 인재흐름을 고찰
 - 신형기술 분야 중 중국이 연구실적에서 지배적 우위를 보였던 4개의 분야-첨단데이터 기술, AI 알고리즘, 합성생물학, 전기배터리-를 중심으로 인재 흐름 추적
- 신형기술 분야 인재흐름에 근거한 미중 기술경쟁
 - 대학 학부는 신형기술 전 분야에서 중국이 가장 많은 졸업생 배출
 - 대학원은 전기배터리를 제외하고는 모두 미국이 상위 인재 배출 가장 많음
 - 실제 대학원을 나온 상위 10%의 인재들이 가장 많이 일하는 곳은 미국이나, AI알고리즘, 합성생물학, 전기배터리 등 일부 신형기술 분야는 중국에서 일하는 인재들이 가장 많은 분야임 (아래 그림 5-8 참조)

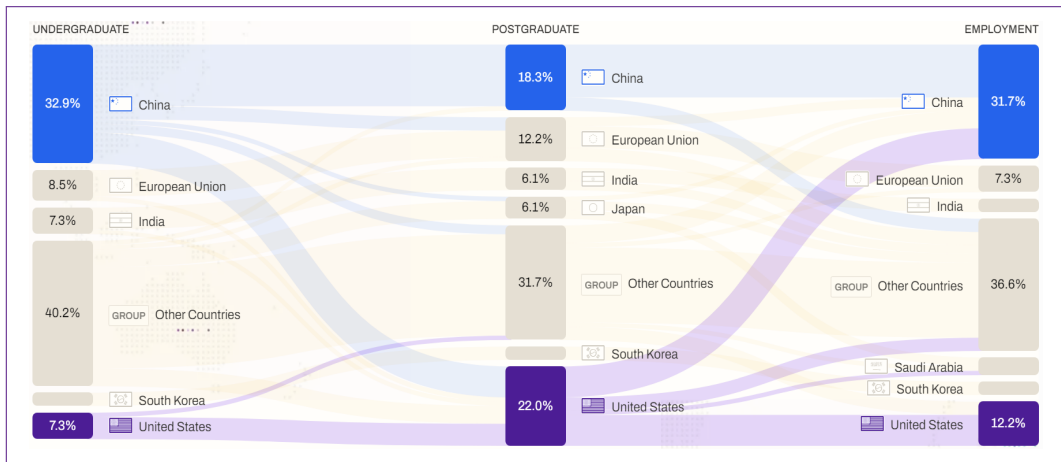
[그림 5] 첨단 데이터 분석(Advanced data analytics) 인재 흐름(상위 10%)⁶⁾



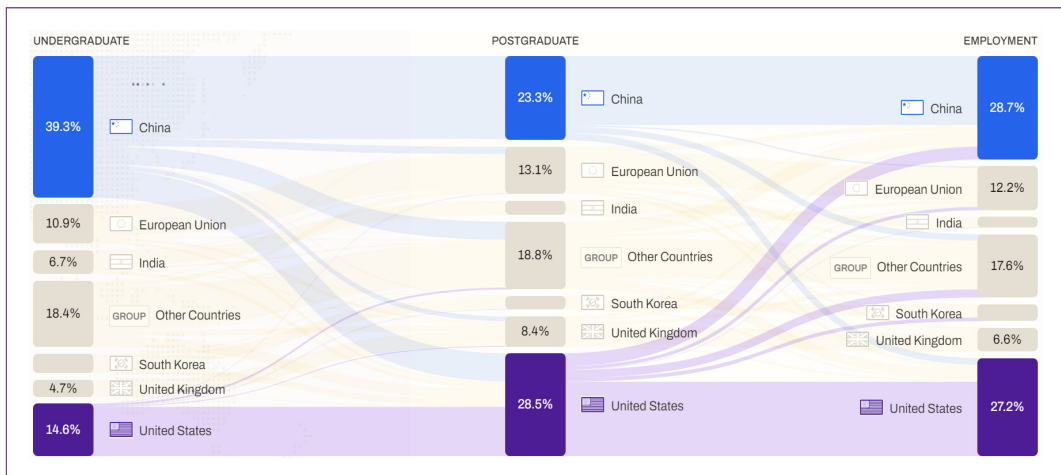
6) ASPI, "Critical Technology Tracker," 2023.12.30.

<https://techtracker.aspi.org.au/tech/advanced-data-analytics/?c1=cn&c2=us>

[그림 6] AI 알고리즘, 하드웨어 가속기 인재 흐름(상위 10%)⁷⁾



[그림 7] 합성생물학 분야 기술 인재흐름 (상위 10%)⁸⁾



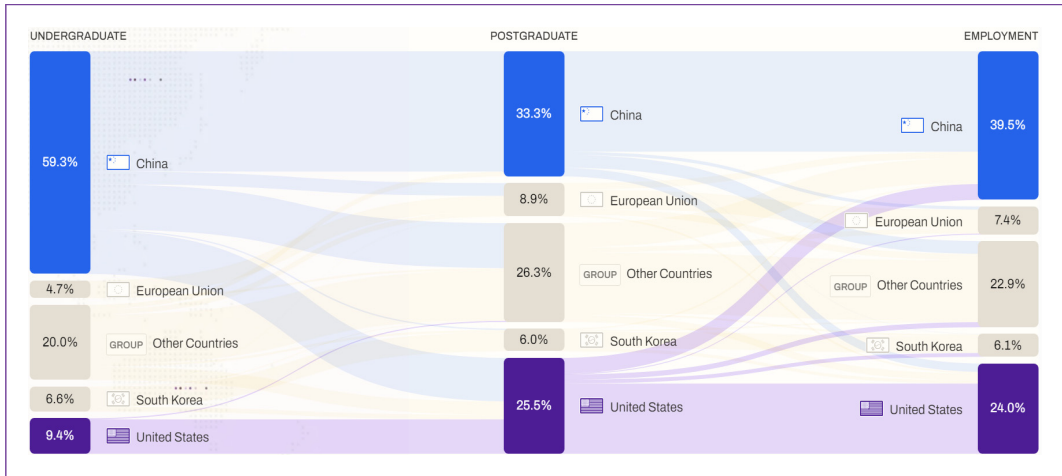
7) ASPI, "Critical Technology Tracker," 2023.12.30.

<https://techtracker.aspi.org.au/tech/artificial-intelligence-algorithms-and-hardware-accelerators/?c1=cn&c2=us>

8) ASPI, "Critical Technology Tracker," 2023.12.30.

<https://techtracker.aspi.org.au/tech/synthetic-biology/?c1=cn&c2=us>

[그림 8] 전기배터리 분야 기술 인재 흐름(상위 10%)⁹⁾



- 종합적으로 연구실적 부분에서 중국이 디지털분야와 생태환경분야 신형기술 다수 분야에서 우위를 보이고 있으며, 상위 인재 부분에서도 미국과의 격차를 급격히 좁히고 있음을 볼 수 있음
 - 호주 전략정책연구원(ASPI)이 분석한 44개 신형기술 중 37개 기술에서 중국이 선두를 보이고 있으며, 일부에서는 2위보다 5배 이상 많은 영향력 있는 연구를 생산. 인재부분에서도 상위 10% 인재 중 다수가 중국 학부 출신.¹⁰⁾
 - 미국 등 해외 대학원을 거쳐 중국으로 들어가는 인재들도 다수임. 대학원 인재경쟁은 미국이 여전히 다수분야에서 우위에 있으나 이후 취업측면에서는 미중간 인재 경쟁이 심화되는 추세에 있음
 - 정보통신기술 단계가 심화되고 미래 생태기술 단계가 부상하는 시기, 중국은 신형기술 분야 전반에서 연구 규모와 인재 배출 규모 급격히 성장. 특히 미래 생태환경기술 분야에서 중국은 큰 격차로 우위를 보이고 있음
 - 다만, 미국이 혁신투자와 대중 견제를 확대하면서 핵심신형기술 주도권을 잃지 않기 위한 산업전략과 외교전략을 확대하는 상황에서 경쟁 추세 변화 가능성
 - 미중 양국이 강조하듯 핵심 신형기술 분야 미중 경쟁이 심화되면서 향후 10년이 글로벌 리더십 경쟁의 관건적 시기가 될 것으로 전망

9) ASPI, "Critical Technology Tracker," 2023.12.30.

<https://techtracker.aspi.org.au/tech/electric-batteries/?c1=cn&c2=us>

10) 호주 ASPI는 8개 분야 44개 핵심신형기술에 대해 지난 5년간 가장 많이 인용된 상위 10% 연구간행물을 분석, 학부, 대학원, 취업 등 다양한 직업 단계에서 국가 간 연구자 흐름에 대한 데이터를 수집. 44개 기술 전반의 미중 기술경쟁과 연구 인재를 확보 경쟁을 분석함.

1. 종합분석 및 시사점

- 기술혁신과 패권의 변화에 대한 역사적 논의는 패권국이 스스로 패권을 확보하게 된 기술과 체제에 머무르고 새로운 기술분야에 공격적으로 나서지 않는 경우 상대적 쇠락의 시기에 접어든다는 ‘관성의 위기’를 보여준 바 있음
- 21세기 중국의 급속한 부상 속에서 미국은 스스로 미국의 상대적 쇠락과 패권 상실의 가능성을 경고하고 있음. 미국은 패권유지의 핵심 요소로 첨단기술 우위의 유지를 강조
 - 첨단기술 우위 유지를 위해 신기술 분야 투자를 폭발적으로 증대시키면서 한편으로 글로벌 자유무역주의의 기조를 보호무역주의로 전환
 - 도전국의 첨단기술 우위를 억지하기 위한 기술통제와 이를 위한 동맹 규합
- 중국은 이러한 패권국의 대응에 더욱 첨단기술 자립자강의 구호를 내세우면서 기술혁신 투자를 급격히 늘리고, 새로운 시장을 개척하기 위한 공격적 글로벌 확산전략을 추구
- 과거 기술혁신과 패권변화의 역사가 보여주듯 패권의 흥망은 누가 새로운 기술혁신을 주도하면서 그 시대의 기술혁신 단계에 부합하는 산업과 사회문화체제를 창조해 가느냐에 달려 있음
 - 본 연구는 오늘날 기술문명단계를 신기술 문명단계의 심화와 미래생태기술 단계의 부상이라는 관점에서 과연 미중 양국간의 첨예화되는 기술경쟁의 승자는 누가 될 것인가 라는 질문을 가지고 신기술디지털기술과 생태환경기술을 중심으로 미중 기술패권경쟁 고찰
- ASPI의 데이터 추적 결과는 연구논문 경쟁력 부분에서 대체로 중국의 혁신가속화의 추세를 보여줌. 인재흐름의 측면에서도 여전히 미국의 인재경쟁력이 우위에 있으나 중국의 추격이 가속화되고 있음을 보여줌
 - 종합적으로 볼 때 중국이 신기술 분야에 폭발적 기술혁신 투자를 확대해 가는 상황에서 연구논문 실적에서도 양적 우위를 보이고 있으나, 인재흐름에서 보여지듯 연구와 산업의 연계 그리고 고도화라는 질적 측면에서는 미국 기술혁신 역량 지속 가능성을 보여줌. 다만, AI알고리즘, 합성생물학, 전기배터리 등 일부 신기술분야에서 중국이 인재흡수를 확대하면서 우위를 확보해 가면서 인재 경쟁 또한 가속화
 - 최근 미중 경쟁 속에서 인재 흐름 또한 일정한 제약을 받는 상황에서 향후 추세 변화 지속 관찰 필요

2. 한국의 전략과 과제

- 강대국간 신기술 혁신경쟁의 첨예화 속에서, 글로벌 질서 변화의 격동기 속에서 한국은 어떻게 기술강국으로서의 위상을 지속 제고하고 이를 통해 글로벌 위상과 영향력을 지속 확보해 갈 수 있을까? 미중 양국 모두 기술혁신에 국가의 안보와 생존을 걸고 산업전략과 외교전략을 구체화하는 상황에서 한국의 기술혁신 전략과 외교전략은 무엇이어야 할까? 기술혁신과 패권변화의 역사가 보여주듯 그리고 최근 녹색전환과 디지털 전환의 트렌드와 미중 간의 기술경쟁 외교경쟁이 말해주듯 결국은 기술혁신 역량과 기술외교 역량이 국제질서 전환기 국가의 미래에 관건적 요소라고 할 수 있음
- 지금까지 살펴본 바에 의하면 과학기술력은 패권의 부상과 유지, 그리고 몰락에 결정적인 역할을 했다는 것을 알 수 있음. 파괴적 기술혁신과 강대국 경쟁이 심화되는 오늘날 세계 국가들은 미래 기술 선도를 위한 기술혁신 전략과 기술외교 전략을 구체화하고 있음
 - 오늘날 국제질서는 새로운 기술혁신 경쟁이 부상하면서 이를 주도하느냐 아니냐, 또한 기술 제도 교육 사회 문화 등 다양한 측면에서 새로운 시대에 부합하는 혁신경쟁력을 갖추느냐에 따라 미래 국가의 성쇠(盛衰)가 좌우될 수 있는 결정적 전환기에 있다고 할 수 있음.
- 디지털 기술의 심화와 미래 생태기술의 부상이라는 기술문명단계의 전환, 그리고 글로벌 리더십을 둘러싼 패권경쟁이 심화되는 국제질서 전환기 한국의 미래 전략은 무엇이어야 하는가? 아래 두 가지 질문을 중심으로 중장기 미래전략의 탐색을 시작해야 함
 - 첫째, 미국과 중국 사이의 기술 패권경쟁으로 대표되는, 초강대국 사이의 기술혁신 경쟁이 심화되는 시대에, 한국의 전략적 위치성은 어떻게 설정되어야 하는가? 둘째, 1950년대 세계경제 100위권에서 10위권으로 도약한 한국 경제를 뒷받침했던 기술혁신 경쟁력은 지속 가능한가? 인공지능 등 새로운 기술혁신의 부상과 보호무역과 기술주권주의가 강화되는 등 급속한 환경 변화 속에서 한국은 시대에 부합하는 혁신경쟁력을 갖추고 있는가? 한국은 어떻게 관성의 위기에 빠지지 않고 과학기술 경쟁력을 제고할 수 있을 것인가? 이 두 질문은 미중 기술패권경쟁 심화와 파괴적 기술혁신의 추세 속에서 한국은 어떤 전략을 펼치며 혁신 거점으로서의 비교우위를 차지할 수 있을 것인가에 대한 질문임
 - 패권의 역사를 살펴보면, 특정 국가에게 부흥을 가져다 준 과학기술 중점분야에 안주하는 경우 머지않아 패권을 잃고 도태되는 사례들을 목격할 수 있었음. 한국이 개발도상국에서 선진국으로 도약한 역사의 토대는 반도체와 같은 기술혁신과 산업화, 그리고 자유무역 질서에서의 글로벌 시장진출이었다고 할 수 있음. 미중 기술경쟁의 시대 한국의 과거 성장을 주도해왔던 중점 기술분야가 과연 미래에도 지속적인 경쟁력을 갖추고 있는 것인지, 그리고

혹시 파괴적 기술혁신이 도래하는 시기에 기존의 부를 가져다 주었던 기술분야 에서의 정체가 미래 경쟁력의 도태와 위상의 하락을 초래할 위험은 없는지, 과거 기술혁신과 패권 흥망의 역사 속에서 오늘 한국이 직면한 도전과 위기를 성찰해야 할 때임

- 파괴적 기술의 부상과 이를 둘러싼 강대국 경쟁의 심화 속에서 향후 10년은 한국의 위상과 경쟁력에도 관건적 시기임. 성공적으로 다양한 분야에 걸친 초격차를 달성해 낼 수 있을 것인지의 여부는 미중 경쟁이 심화될 향후 10년에 달려 있음. 기술혁신과 국제질서 전환에 대한 시대적 통찰과 거시적, 종합적, 중장기적 관점의 전략을 토대로 미래 선도기술에 대한 장기적이고 과감한 투자와 혁신이 필요한 시기임

참고문헌

차정미. “국제질서 리더십 변화의 장주기론과 중국의 강대국화 전략: 기술혁신과 기술동맹 경쟁을 중심으로.” 『한국정치학회보』 55권 5호 (2021).

차정미. “트리플 트랜지션(Triple Transition)-디지털 전환, 녹색 전환, 그리고 국제질서 전환.” 『국회미래연구원 국가미래전략』 Insight 제77호 (2023).

차정미 외. “세계질서 변화와 주요국의 대전략 - 미래질서 전망과 한국 중장기 외교전략에의 함의.” 『국회미래연구원 연구보고서』 22-13호 (2022).

ASPI, “Critical Technology Tracker,” 2023.12.30.

Allison, Graham, Kevin Klyman, Karina Barbesino, and Hugo Yen. “The Great Tech Rivalry: China vs the U.S.” Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School, 2021.12.

Mumford, Lewis. Technics and Civilization. University of Chicago Press, 2010.

기술혁신과 글로벌 리더십 변화
- 역사적 고찰과 미중 신기술 경쟁 분석

인 쇄 2023년 12월 26일

발 행 2023년 12월 31일

발 행 인 김현곤

발 행 처 국회미래연구원

주 소 서울시 영등포구 의사당대로 1

전 화 02-786-2190

팩 스 02-786-3977

홈페이지 www.nafi.re.kr

인 쇄 처 (주)명진씨앤피(02-2164-3000)

©2023 국회미래연구원

ISSN 2983-4392

이 자료는 국회미래연구원 홈페이지(www.nafi.re.kr) 및
열린국회정보(open.assembly.go.kr)에서 확인하실 수 있습니다.

