

논문제목	국문제목: 대형연구시설 기반 산업플랫폼 구축을 통한 혁신클러스터 육성 방안에 대한 연구: 방사광가속기 산업플랫폼 사례 분석을 중심으로		
	영문제목: A Study on the Development of Innovative Cluster Based on Large Research Facilities Industrial Platform : Focusing on the Case Analysis of the Radiation Accelerator Industrial Platform		
원고의 종류	이론연구(0)현장연구()	심사의 종류	일반(0)지급()

대형연구시설 기반 산업플랫폼 구축을 통한
혁신클러스터 육성 방안에 대한 연구:
방사광가속기 산업플랫폼 사례 분석을 중심으로

A Study on the Development of Innovative Cluster Based on Large
Research Facilities Industrial Platform : Focusing on the Case Analysis
of the Radiation Accelerator Industrial Platform

목 차

- | | |
|------------------|-----------------|
| I. 서론 | IV. 연구결과 |
| II. 이론적 배경 | V. 결론 및 정책적 시사점 |
| III. 연구방법 및 연구모형 | |

국 문 요 약

대형연구시설은 국가차원의 과학기술 정책 및 투자전략 차원에서 매우 중요한 인프라이며, 과학기술분야의 하부구조 중 가장 영향을 미치는 부분 중 하나이다. 세계 각국은 대형연구시설 구축을 통해 기초연구 뿐만 아니라 산업지원을 위한 핵심적 원천 기술 개발, 응용기술 개발까지 폭넓은 R&D기반 역량을 갖추어나가고 있다. 최근 우리나라는 글로벌 무역전쟁 및 경제환경 변화 대응을 위해 방사광가속기와 같은 대형연구시설을 구축하기로 확정되었다. 이러한 대형연구시설은 지역을 기반으로 많은 혁신주체가 서로 영향을 미치며, 산업발전에 큰 파급효과를 끼치게 된다. 혁신클러스터는 지역혁신 기반 산업발전을 살펴볼 수 있는 대표적 이론 중 하나이다. 본 연구에서는 클러스터 내 혁신주체들의 역량 및 상호작용 등 혁신의 실제적 작동요인을 살펴보기 위해 ‘산업플랫폼’ 이론을 적용하여 영국과 대만의 성공사례를 비교분석하였다.

본 연구는 다음과 같은 정책적 시사점을 얻었다. 첫째, 대형연구시설을 활용할 수 있는 제도적 여건 마련을 위해 소규모 클러스터 연계 및 산업화 기반 전주기 지원정책을 마련할 수 있어야 한다. 둘째, 혁신주체별 차별화된 역할 및 지역산업 형성을 위한 플랫폼별 역할을 수립·지원해야 한다. 셋째, 대형연구시설을 활용하여 핵심적 기술개발, 기술지도, 국제협력, 인력양성 등 산·학·연 협력모델을 발굴·적용해야 한다. 넷째, 지역 혁신주체들의 거버넌스 조정 및 플랫폼 주체들의 역량을 지원할 수 있는 선별적 정책지원이 필요하다. 다섯째, 대표적 혁신앵커 발굴 및 세계적 혁신주체들의 클러스터 유입정책이 필요하다.

핵심어 : 대형연구시설, 혁신클러스터, 산업플랫폼, 방사광가속기

ABSTRACT

Large research facilities are very important infrastructure for science and technology policies and investment strategies at the national level, and are one of the most influential factors among the infrastructures of science and technology. Countries around the world are equipped with a wide range of R&D-based capabilities, from basic research to developing core source technologies and application technologies for industrial support through the establishment of large research facilities. Recently, Korea has decided to build a large research facility such as a radiation accelerator to respond to the global trade war and changes in the global economic environment. These large research facilities have a great ripple effect on industrial development, with many innovative actors influencing each other based on the region. The innovation cluster is one of the representative theories that can examine regional innovation-based industrial development. In this study, cases were compared and analyzed by applying the 'industrial platform' theory to examine the actual operating factors of innovation, such as the capabilities and interactions of innovators in the cluster.

This study obtained several policy implications. First, in order to prepare institutional conditions to utilize large research facilities, small cluster linkage and industrialization-based support policies should be prepared. Second, it is necessary to establish and support differentiated roles for each innovative entity and roles for each platform to form local industries. Third, large research facilities should be used to discover and apply industry-academic cooperation models such as core technology development, technology guidance, international cooperation, and manpower training. Fourth, selective policy support is needed to coordinate the governance of local innovation actors and support the capabilities of platform actors. Fifth, it is necessary to find representative innovation anchors and to introduce cluster inflow policies from global innovation actors.

Key Words : Large Research Facilities, Industry Platform, Radiant Accelerator, Innovation Cluster

I. 서론

과학기술은 우리 삶에 있어서 매우 중요한 도구이며, 국가경쟁력과 지역혁신 등에 큰 영향을 끼쳐왔다. 과학과 기술의 혁신을 위한 연구자들의 지속적인 연구개발은 기술혁신과 산업발전을 이루어왔고, 과학기술 발전에 따라 각국은 산업발전의 성과도 이루어 왔지만 경제발전의 격차 및 삶의 질적·양적 수준의 차이를 낳기도 하였다(Dosi, 1982; Solow, 1957). 그러나 최근 국가·사회문제가 갈수록 커져가고, 과학기술의 역할이 더욱 중요해지면서 연구시설·장비의 기반역할 또한 매우 중요해졌다. 특히 대형연구시설은 기초연구에서부터 응용기술, 산업기반의 다양한 원천기술개발 및 지원까지 폭넓은 연구개발의 기반을 제공할 수 있다. 최근 무역전쟁이 심화됨에 따라 주요 각국에서는 소재·부품·장비 기술자원화를 위해 정부차원의 R&D 강화에 나섰다, 우리나라 또한 해당 이슈에 대한 일본 등에 대한 만성적 대외의존을 탈피하기 위해 다목적방사광가속기 구축을 결정하고 예비타당성 조사를 거쳐('21.4.30), 충청북도 오창에 시설이 들어서는 것이 확정되었다. 방사광가속기의 경우, COVID-19 확산과 같은 국가·사회문제 해결을 위해 신약개발에 핵심적 역할을 하기도 하였고, 타미플루 개발과 같은 성과를 거두기도 하였다. 이외에도 핵융합 시설, 우주항공시설, 원자력 시설 등 대형연구시설은 산업발전과 국민 삶 증진에 많은 영향을 끼치는 도구가 될 뿐만 아니라 미래유망 산업분야 핵심원천기술 확보 및 국가경쟁력을 위한 핵심적 역할을 할 수 있다. 각국에서는 이러한 대형연구시설은 지역, 국가차원에서 거대한 예산과 인력을 투입하여 장기간동안 구축하고, 운영하게 된다. 그럼에도 불구하고, 대형연구시설을 둘러싸고 있는 혁신주체 영향 및 사회경제적 파급효과, 산업과의 연계 효과성 등에 대한 연구는 아직까지 미비한 실정이다.

본 연구에서는 대형연구시설 중심 혁신클러스터 사례에 대해서 살펴보기 위해서 방사광가속기 사례를 중심으로 혁신클러스터 육성방안에 대해서 살펴보고자 한다. 대형연구시설의 전략적 활용 및 관련 정책개발을 통해 국가 고유의 선도적 R&D 시스템을 구축하고, 산업발전으로까지 정착시킬 수 있는 혁신클러스터 차원의 체계적 육성방안이 필요할 것이다.

II. 이론적 배경

1. 대형연구시설 및 산업발전

1) 대형연구시설 개요 및 산업발전

대형연구시설(Large Research Facilities)은 거대과학 기반의 대규모 예산이 투입되

는 가속기, 핵융합, 우주 및 항공시설, 원자력 등의 연구인프라를 뜻한다(NFEC, 2016; 국가과학기술위원회, 2011), 기술적 복잡성이나 위험도, 중장기적 사업기간이 소요되는 대형연구시설은 50억 이상의 구축비용이 소요되는 대형연구시설·장비로 분류되는데(NFEC, 2016), 연구개발의 질적 수준이나 연구성과의 상용화, 원천기술 개발 및 첨단산업발전에도 핵심적 역할을 하는 국가적 차원의 경쟁적 도구이다(Stephan, 2012). 특히 4차 산업혁명 시대가 도래하게 되면서 대형연구시설은 선진국에서도 선도적인 정책지원 및 집중적 투자를 하고 있다. 최근, 무역전쟁이 심화됨에 따라 소재·부품·장비에 대한 기술자원화를 위해 각국은 만성적 대외의존성 산업을 탈피하기 위해 대형연구시설에 대한 투자 또한 늘리고 있다. 전술한 바와 같이, 대표적인 사례라고 할 수 있는 방사광가속기¹⁾는 노벨상 수상에도 많이 기여한 대형연구시설인데, 최근 COVID-19 백신 개발 및 반도체 불순물 검사 정밀도 향상 등 국가 차원의 최전방의 연구수요가 있는 곳에 활용되는 첨단연구시설이며, 원천기술개발 및 산업발전에 모두 활용되는 대형연구시설이다. 또한 최근에 우리나라 자체기술개발로 만든 발사체 누리호의 경우에도 우주산업발전에 큰 영향을 끼치며, 미래산업의 기반을 만든 성공사례이다. 누리호 발사 성공은 많은 대중까지 관심을 가진 사례인데, 엔진 및 추진기술, 유도제어·전자, 열·공력, 발사대 및 시험설비 구축 등은 관련 산업 및 기술혁신에 큰 영향을 끼칠 수 있으며, 인공지능 및 빅데이터, 사물인터넷 등의 기술과 연계하여 연계사업 파급효과가 크다고 할 수 있다.

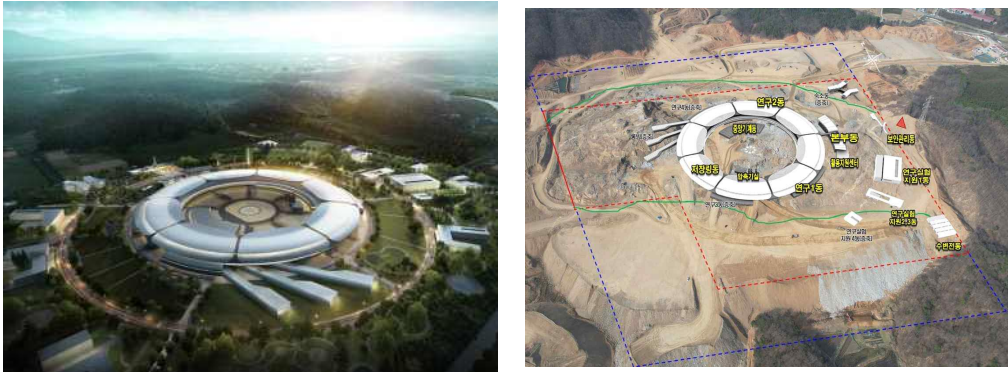
이러한 대형연구시설은 구축단계에서부터 수많은 인력, 자원, 산·학·연 기관들의 참여, 공동연구 및 기술개발 등이 함께 이루어지는 종합적 거대사업으로 기획단계부터 산업화에 대한 효과를 기대하기도 한다. NFEC(2011)은 이러한 대형연구시설이 국가 기간산업의 기술 고도화, 신산업 창출을 위한 핵심기술개발, 글로벌 이슈 대응 R&D 추진, 국가주도기술 핵심기술역량 확보 등에 큰 영향을 끼칠 수 있으며, 국가의 과학기술 인프라 및 대형연구시설 집중적 투자 및 전략적 확충이 중요한 정책과제임을 언급했다. 나아가 대형연구시설은 국가·사회 문제해결을 위해 범국가차원의 국제협력을 추진하는 발판이 되며, 고급인력에 대한 고용창출, 과학기술계 뿐만 아니라 일반 대중을 포함한 과학문화의 도구로서의 핵심적 역할을 포함한 다양한 부가가치를 가질 수 있다(NFEC, 2012).

2) 방사광가속기 개요 및 산업활용

앞서 언급한 바와 같이, 방사광가속기는 미래 첨단산업 핵심기술 확보를 위해 전략적 자산이며, 주요 선진국에서는 상당히 적극적인 투자로 고성능 방사광가속기 시설을 운영하고 있다. 우리나라는 최근 일본과 무역분쟁을 겪게 되면서 「소재·부품·장비 연구개발 투자전략 및 혁신대책(2019, 관계부처 합동)」을 마련하였고, 실행

1) 방사광가속기는 전자를 빛의 속도로 가속시켜서 생기는 방사광을 활용하여 거대과학 기반의 연구인프라로서, 인공빛을 통해 첨단소재 물성변화나 신약개발을 위한 단백질 구조를 밝히는 등 기초원천기술개발부터 산업발전까지 다양하게 활용되는 초대형연구시설임

의 일환으로 방사광가속기 구축을 긴급하게 결정하게 되었다. 해당 사업은 지난 2021년 5월에 예비타당성 조사를 통과하게 되면서 충청북도 오창에 부지를 정하고, 주관기관으로 지정된 한국기초과학지원연구원(KBSI)을 중심으로 과기정통부와 충북도 주관으로 사업을 시작하게 되었다. 총사업비는 1조 454억이며, 사업기간은 2021년 7월부터 2027년 12월까지로 약 6년의 기간에 걸쳐 54만㎡ 규모의 부지에 가속기가 들어서게 된다.



(그림 1) 다목적방사광가속기 조감도 및 부지 배치도(안)(설계 진행 중)

방사광가속기는 나노, 반도체, 의약품, 에너지·환경소재, 그 밖의 첨단소재 산업 등 다양한 분야에 활용될 수 있다(허진아, 20201). 일본의 도요타는 SPring-8이라는 방사광가속기를 활용하여 전기차 성능을 15% 향상시켰고, 스미토모사는 타이어의 에너지 효율과 접지력을 향상시켜 자동차 산업에 기여했다. 영국의 롤스로이드는 Diamond라는 방사광가속기를 활용하여 보잉787 비행기 엔진 플레이트 내구성을 향상시켰고, 스위스의 로슈, 노바티스 등 세계적 거대 신약기업들이 유럽의 ESRF의 방사광가속기를 활용하여 단백질 구조분석을 통한 신약개발에 유의미한 결과를 내기도 하였다. 그 뿐만 아니라 최근 가장 인류에게 영향을 미쳤던 세계적 감염병 코로나-19 등 신약개발에 대한 기술적으로도 상당히 큰 영향을 미쳤다.

<표 1>와 같이 해외 주요국들은 방사광가속기를 활용하여 산업체 지원 및 관련 산업을 활성화시키기 위해 지역 차원에서 클러스터를 형성하여 대형연구시설 활용을 극대화시키는 다양한 정책을 운영해오고 있다. 유럽, 일본은 방사광가속기를 중심으로 연구단지를 조성하고, 관련 산업체를 연계하는 다양한 프로그램과 정책지원을 해오고 있으며, 일본의 경우 산업체 전용 방사광가속기(New SUBARU, Aichi synchrotron)를 통한 산업체의 이용자 활용 비율이 60%를 상회하는 등 연구 뿐만 아니라 산업발전에도 크게 기여하고 있다. 더불어 일본에서는 해당 국가의 모든 방사광가속기를 연합하여 산업적 활용도 향상시키는 제도를 도입하여 효과적인 이용자 지원을 통한 산업체 활용 활성화에 기여하고 있다.

〈표 1〉 해외 방사광 가속기의 산업 이용 활성화 정책

추진 방안	세부 내용	
연구 집약형 연구단지 조성	유럽	프랑스(ESRF) : 그로노블 Giant 비즈니스 타운 영국(Diamond) : Harwell Oxford Campus 스페인(ALBA) : 바르셀로나 가속기 공원 이탈리아(Elettra) : 아레아(AREA) 과학 공원 스웨덴 (MAX IV) : 스칸디나비아 과학 마을
	일본	광과학기술특수(SPring-8, 효고현)
	대만	NSRRC : 신주과학산업단지
산업체 전용 방사광 건설	일본	New SUBARU Aichi Synchrotron
산업체 이용 활성화제도 마련	유럽	범유럽 이용자지원 컨소시엄(CALIPSOplus) 기술지원 및 협력 프로그램(Horizon 2020)
	일본	산업계 이용 촉진법 개정(1994) 산업체 이용자 보고회 운영(효고현)
	호주	NSW industry access scheme (AS)

참고: 최종순 외(2021)

2. 혁신클러스터와 산업플랫폼

하지만 대형연구시설이 이러한 혁신주체들과 연계되어 발생한 혁신성과 및 산업 발전에 대한 사례나 개념에 대해서 아직 논의된 바가 전무하다. 전술한 바와 같이, 성공적인 혁신클러스터 사례에서는 대형연구시설을 활용한 사례가 상당히 많다. 본 연구에서는 이러한 대형연구시설 중심의 혁신클러스터에 대한 논의를 위해서 산업 플랫폼과 트리플 헬릭스에 대한 이론적 배경을 살펴보고자 한다.

1) 혁신클러스터와 트리플 헬릭스(triple helix)

대형연구시설은 다양한 혁신주체들의 참여와 네트워크를 통해서 연구개발 및 산업발전까지 아우르는 경쟁력 있는 도구로써, 지역 및 국가에 투자해 구축·운영하는 것은 매우 중요한 일이다(손현 외, 2021; 조형례 외, 2019).. 지역 내 혁신주체들과의 관계를 알고 대형연구시설 구축이 지역 기반의 역량을 구축하는데 있어서 더욱 중요한 역할을 할 수 있다. 지역의 혁신역량을 구축하고, 혁신주체들의 역할 및 구조에 대해 오래전부터 논의된 바 있는 지역혁신체제는 ‘지역의 기업, 연구기관, 대학, 공공기관 등의 혁신주체들이 지역의 제도적 환경을 통해 체계적으로 상호작용 및 학습하는 체계’를 뜻한다(Chung, 2002, Cooke et al., 2007; 임종빈 외, 2012). 이러한 지역혁신체제 작동하는 유효한 정책 수단으로는 ‘혁신클러스터(Innovative Cluster)를 들 수 있다(Cooke, 2008; OECD, 2001). 혁신클러스터는 혁신과 관련된 대학, 기업, 공공연구기관, 협회 등의 주체들이 특정 지역에 밀집되어 서로 연계되어 혁신성과

를 낳게 되는 지역을 뜻하며, 지역 내 혁신주체들의 체계적 상호학습 및 네트워크를 바탕으로 혁신경쟁 차원에서 우위를 가짐으로써 부가가치 창출 능력이 뛰어난 지역을 말한다(임덕순, 2002; Chung, 2002).

혁신생태계에 대한 논의 중 대표적인 이론이 ‘트리플 헬릭스(triple helix)’ 모델이다. (Etzkoxitz & Leydesdorff, 1995, 2000). 이 이론은 과학의 이론 중 삼중 나선에 대한 것을 혁신생태계에 적용하여 살펴본 것으로, 정부·기업·대학의 대표적 혁신주체들에게 집적화된 지식을 바탕으로 협력체계를 이루는 방법론을 설명하며, 지역혁신생태계의 혁신적 이론 중 하나이다. 각 혁신주체들의 제도적 경계를 넘어서 지식기반의 상호교류 및 작용형태 등을 살펴보고 지식공간, 합의공간, 혁신공간 구성 필요성에 대해서 제시하였다. Etzkoxitz(2018)는 최근에 트리플 헬릭스의 장(field)이론에 대해서 논의하였는데, 세 혁신주체들의 행동변화에 따라 경험적 실증결과를 제시하는 내용이다. 세 혁신주체의 협력강도에 따라 차별화된 성과가 있으면서 각 혁신주체들의 독립성도 동시에 살펴볼 수 있는 등 각 혁신주체의 개별역량 구축과 시너지에 대해서 주장하였다. 트리플 헬릭스 이론을 통해 혁신주체들의 경쟁 또는 협력관계는 지역 내 혁신역량을 키우는 것에 도움이 되며, 유기적 협력체계를 갖추는 것이 지속적 경쟁우위의 핵심적 요인인 점을 살펴볼 수 있다.

2) 산업플랫폼

Cooke(2012)은 지역혁신체제 및 혁신클러스터 정책적 모호성 및 실증적 한계를 극복하기 위해 플랫폼에 대한 개념 적용 필요성을 제시하였다. 최근 4차 산업명이 대두되면서 두 가지 이상의 산업이 동시에, 또는 순차적으로 혁신을 이루는 경우가 많다. 지역 내 혁신주체들의 상호학습 및 관계, 네트워크 등을 살펴보고 실제적 정책제시를 하기 위해서는 ‘산업플랫폼(industry platform)²⁾을 적용하여 분석해보는 것이 필요하다(조형례 외, 2018; 정선양·조형례 외, 2013; Gawer, 2009). 조형례 외(2018)에 따르면, 산업플랫폼에서는 제도적 작동요인을 통해서 지속적 성장이 가능한 산업기반이 형성되는데, 산업플랫폼은 1) 다면시장, 2) 네트워크 효과, 3) 플랫폼 리더의 특징을 가지고 차별화된 가치를 창출할 수 있다고 제시한다. 산업플랫폼을 구성하는 혁신주체는 플랫폼 제공자, 플랫폼 사용자, 플랫폼 보완자, 플랫폼 스폰서로 볼 수 있다(Boudreau & Hagiu, 2009; Eisenmann et al., 2008; 최병삼, 2011, 2012). 플랫폼 제공자는 핵심 플랫폼을 보유·제공하고, 둘 이상의 수요자를 대상으로 보완재를 제공할 수 있는 참여자이며, 플랫폼 스폰서는 사용자의 재산권 권리 보장 및 기술개발 지원, 재원 지원 등의 역할을 하는 참여자이다. 플랫폼 보완자는 간접적인 서비스나 재화 및 가치를 사용자에게 줄 수 있는 참여자를 말한다. 제도적 요인은 규제 및 보조금, 세제 혜택 등이 해당되고, 인력이나 정보, 기술 등의 이동을 포함

2) 플랫폼은 수요와 공급을 이어주는 네트워크 경제 창출의 핵심 장(場)이며, 시장 조정 및 공통적 협력의 물 등을 만들고 운영하는 가치사슬의 핵심적 기능이 담긴 내용을 포함하고 있다(Boudreau & Hagiu, 2009; Eisenmann et al., 2008; 최병삼, 2011, 2012).

하여 가치이동을 토대로 산업플랫폼이 작동된다. 본 연구에서는 대형연구시설 기반 혁신클러스터를 살펴보기 위해 산업플랫폼 개념 적용을 통해 혁신주체 역할 및 역량을 살펴보고, 클러스터 내에서 발생하는 네트워크 역량 및 상호작용 등에 대해서 알아볼 것이다.

III. 연구방법 및 연구모형

그간 혁신클러스터 육성 방안에 대한 연구는 많이 진행되어 왔지만 대형연구시설을 중심으로 혁신클러스터를 다룬 연구는 전무하다고 볼 수 있다. 본 연구는 대형연구시설을 중심으로 혁신클러스터를 성공시키기 위한 방안을 연구하기 위해 산업플랫폼이라는 혁신주체 역할 정립 및 네트워크 중심의 개념을 적용하여 사례 비교 분석을 통한 정책적 시사점을 도출하고자 한다. 진술한 바와 같이, 산업플랫폼은 혁신클러스터에 대한 실제적 작동요소 및 혁신주체의 역할 구분 및 역량 분석, 제도적 요소 및 정보자원기술 등이 어떻게 작용하는지 구체적으로 살펴볼 필요가 있다. 본 연구에서는 앞서 살펴본 선행연구를 토대로 크게 네 가지 분석요소로 구성된 분석프레임워크 토대로 사례를 비교분석하고자 한다.

<표 2> 분석프레임워크

분석 단위		주요 내용	주요 문헌
제도적 지원 및 거버넌스		·국가/지역 차원의 제도적 지원, 정책 ·국가/지역 고유의 산업정책 방향 및 국가 전략 특화패턴, 고유 기술 및 제도	조형례 외(2018,), 임종빈 외(2012), Chung(2002), Cooke et al(2007), OECD(2001)
산업 플랫폼 역량	혁신주체 역할 및 역량	·클러스터 내 혁신주체들에 대한 역할 정립, 산업플랫폼 관점에서의 역량 접근 : 플랫폼 제공자, 플랫폼 보완자 플랫폼 사용자, 플랫폼 스폰서	조형례 외(2018,), Gawer & Cusumano(2009), Boudreau & Hagiu(2009), Gawer(2009), Etkoxitz & Leydesdorff(1995, 2000), Etkoxitz(2008), Eisenmann et al(2008)
	촉진요소 및 네트워크 역량	·산업 내 기술혁신, 상용화를 위한 기업 및 혁신주체 간 네트워크 방식 ·지역 내 특정한 제도적 집합, 혁신역량, 산·학·연 협력 형태 등 ·특정 산업 및 지역의 특화패턴, 혁신역량 및 지식확산/ 특정 지역에서 전개되는 기업활동의 상호작용, 협력, 경쟁파악	조형례 외(2018,), Pisano & Teece(1994), Tidd, & Pavitt(2005), Etkoxitz & Leydesdorff, 1995, 2000, Eisenmann et al(2008)

먼저 각 사례에 대한 혁신클러스터 개요 및 현황을 살펴보고 제도적 지원 및 거버넌스 등에 대해 살펴보도록 한다. 그리고 산업플랫폼을 적용한 혁신주체 역량 및

역할을 중심으로 혁신생태계 특징에 대해 살펴보도록 한다. 이를 바탕으로 해당 사례의 혁신클러스터 네트워크 역량 및 촉진요소에 대해 살펴본다. 본 연구는 크게 다음과 같은 연구문제를 가지고 접근하도록 한다. 먼저, 과학기술 기반의 혁신도시 또는 지역에서의 산업을 촉발시키는 혁신클러스터의 제도적 지원 및 특징은 무엇인지에 대해 알아볼 것이다. 둘째, 혁신클러스터 성공을 위한 산업플랫폼의 내용은 무엇이며, 사례에서 찾을 수 있는 핵심역량 및 촉진요소가 무엇인가에 대해서 알아보도록 한다. 셋째, 대형연구시설 중심의 혁신클러스터 성공사례에서 찾아볼 수 있는 정책적 시사점과 우리나라에 적용할 주안점은 무엇인가에 대해서 알아볼 것이다.

IV. 연구결과

1. 영국 Hawell 혁신클러스터

1) 혁신클러스터 개요 및 제도적 지원 현황

영국 Harwell Science and Innovation Campus는 유럽에서 가장 뛰어난 과학 및 혁신 캠퍼스 중 하나이며, 세계적으로 광범위한 R&D 교류를 시도하는 혁신클러스터의 대표적 사례이다. 영국 옥스퍼드에 위치한 Harwell은 공공부문과 민간부문 혁신이 조화롭게 혁신에 참여하는 성공적 사례로서, 약 4,500명의 연구자들 및 150여 개의 기관이 상주하며, 클러스터의 핵심적 시설인 방사광가속기(Diamond), 레이저 연구시설, 비즈니스 센터, 의학연구청 등이 자리잡고 있다. Harwell은 캠퍼스 내에 3개의 핵심 분야인 방사광가속기(Diamond) 시설, 우주클러스터, 에너지 클러스터, 헬스케어 클러스터 등 3개의 핵심적 클러스터를 보유하고 있다.

영국 Harwell 클러스터는 영국 과학기술 정책적 지원, 자금 지원을 통해 혁신적 성과를 도출해오고 있는데, 그 중심에는 영국의 과학기술위원회STFC(Science & Technology Facilities Council, 이하 STFC)가 있다. STFC³⁾에서는 대형연구시설을 활용할 수 있도록 연구, 혁신, 기술교육, 국제교육 등 다양한 방면에서 자금지원을 하며 물리, 생명과학, 우주 등 첨단기술분야의 혁신을 전폭적으로 지원하고 있다. 유럽, 미국 등 주요 선진국의 약 50여개 이상의 대학 및 연구기관 근무자들에게 연구비를 지원하고, 학생들에게도 지원을 강화하여 많은 인재를 육성하며, 기업과의 연계성을 통해 취업까지 연결하는 정책을 지원하고 있다. STFC에서는 대형연구시설을 활용할 수 있도록 연구, 혁신, 기술교육, 국제교육 등 다양한 방면에서 자금지원을 하며 물리, 생명과학, 우주 등 첨단기술분야의 혁신을 전폭적으로 지원하고 있

3) 영국 경제 및 산업발전을 위해 과학적 지식을 지원하는 대표적 조직으로 천문학, 입자 물리학, 핵 물리학 및 우주 과학 분야의 대학 기반 연구, 혁신 및 기술 개발을 지원한다.

다. 유럽, 미국 등 주요 선진국의 약 50여개 이상의 대학 및 연구기관 근무자들에게 연구비를 지원하고, 학생들에게도 지원을 강화하여 많은 인재를 육성하며, 기업과의 연계를 통해 취업까지 연결하는 정책을 지원하고 있다.

<표 3> 영국 Harwell 클러스터 현황

구분	우주 클러스터	에너지 클러스터	헬스케어 클러스터
주요 내용	• 105개 조직, 약 1100명 직원 • 20억 파운드 이상 인프라 보유 • 유럽 우주관련 스타트업 및 기업 지원·협업	• 1100명 직원, 57개 기관 • 영국 친환경 에너지 R&D허브 • 중소기업 협업, 새로운 투자 유치, 분야별 인력교류 지원	• 100명 이상 의료전문가 보유 • 가속기 활용 세포, 생물, 재료 연구 수행 • 물리·생명과학 글로벌 허브

출처 : <https://www.harwellcampus.com>

영국은 STFC를 통해서 특히 국가·사회 문제해결을 위한 과학기술 역할을 강조하며, 영국 Harwell 클러스터의 혁신주체들의 네트워크 및 파트너십을 위해 다양한 정책적 지원을 수행하며, 클러스터 간 협력과 새로운 기술혁신에 대한 투자를 적극적으로 지원한다. 영국정부의 비즈니스, 에너지 및 산업전략부(BEIS)로부터 과학 예산을 통해 자금을 지원받고 있으며, "영국과 국민의 이익을 위한 지식, 기술, 시설 및 자원의 영향을 극대화하는 것"을 목표로 하고 있다. 매년 약 5억만 파운드 이상 예산을 집행하며, 국제적인 과학기술 교류 및 국제협력의 플랫폼이 되고 있다. 특히, 혁신주체들의 네트워크는 매우 중요한 요소인데, Harwell의 스타트업 인큐베이터 프로그램, 현재 우주 클러스터를 넘어 확장되는 가속기 이니셔티브, 영국의 과학 기술 시설 위원회(STFC)가 자금을 지원하며 이러한 혁신네트워크 구축 및 운영에 큰 도움을 주고 있다.



(그림 1) Harwell 캠퍼스 전경

영국정부는 클러스터 혁신전략을 수립하고, 하웰클러스타와 같은 성공사례 지원

을 위해 각종 정책을 지원해주고 있다. 영국의 클러스터 정책운영위원회는 중앙정부, 지방정부, 지방정부 발전기구(Regional Development Agency), 산업계 등의 전문가가 참여하여 적절한 정책방안을 개발·지원해주고 있다. 특히, 산·학·연 연계를 통한 지역 내 활동을 위해 RSA((Regional Selective Assistance)제도를 도입하여 각종 인센티브, 혜택 등을 지원해주고 있다.

2) 방사광가속기 산업플랫폼 역량 및 시사점

영국 Hawell 혁신클러스터 성공적 요인을 살펴보기 위해 방사광가속기 산업플랫폼 차원에서 살펴보도록 한다. 먼저, Hawell 클러스터는 앞서 언급한 바와 같이 우주항공, 에너지, 헬스케어, 최근에는 양자분야까지 전문적인 소규모 클러스터를 강화하여 서로 간의 시너지를 낼도록 하는 체계를 가지고 있다. 연구, 혁신, 사업화의 노하우를 보유하고 있는 약 200여개의 조직이 있으며, 약 30억 파운드의 공공부문 투자를 통해 유럽 우주국 (European Space Agency), 로잘린드 프랭클린 연구소(Rosalind Franklin Institute), 패러데이 연구소(Faraday Institution) 등 주요 핵심 앵커를 중심으로 산·학·연 협력 및 혁신성과 창출을 위한 다양한 정책을 수행하고 있다. 본 연구에서는 영국 Hawell 혁신클러스터의 방사광가속기 산업플랫폼의 주요 혁신주체 역량과 네트워크 역량, 성공요인에 대해서 살펴보려고 한다.

플랫폼 제공자는 방사광가속기 시설인 DiamondⅡ⁴⁾ 및 ‘하웰과학혁신캠퍼스(Harwell Science and Innovation Campus)’이다. 2007년 구축된 영국 최대 규모의 방사광가속기 다이아몬드는 둘레 약 562m 규모, 전자 3GeV의 에너지로 가속시켜 태양광보다 100억배 밝은 X선을 만들어내는 원형 방사광가속기 시설로 물질구조를 기존 현미경보다 1만배 이상 세밀하고 정확하게 볼 수 있어 바이러스 연구, 신약개발⁵⁾ 등에 매우 유용하다. 32개의 빔라인을 운영하고 있는 이 시설은 실제 다이아몬드 시설은 신종 코로나19 백신인 ‘아스트라제네카’ 개발을 위한 바이러스 구조분석 및 효과측정에도 핵심적 역할을 하는 등 세계적으로 잘 알려진 시설이다. 이 시설의 핵심기술은 회절(X선 회절, 분자X선 결정학 등), 분광학(X선 흡수 분광법, X선 광전자 분광법, 등), 산란(단백질 SAXS 등), 이미징(X-ray 이미징, 극저온전자현미경 등)이며, 신약개발, 우주·항공, 에너지, 촉매 등 광범위한 산업지원이 가능하다.

플랫폼 보완자 I 은 유럽 우주국 (European Space Agency), 로잘린드 프랭클린 연구소(Rosalind Franklin Institute), 패러데이 연구소(Faraday Institution)이며, 이 연구소 및 정부기관들은 공공부문의 역할을 확대하여 아이디어를 모으고, 확산시키며 혁신성과를 이루기 위한 지원에 적극적인 역할을 하며 소통하고 있다. 특히, 하웰과학혁신캠퍼스(Harwell Science and Innovation Campus) 내 공간을 활용하여

4) 글로벌 과학기술컨설팅업체 ‘테크노폴리스그룹’이 2021년 발표한 보고서에 따르면 영국 방사광가속기 ‘다이아몬드(Diamond)’는 약 18억파운드(한화 2조9,568억원)의 경제 효과를 창출한 것으로 집계됐다.

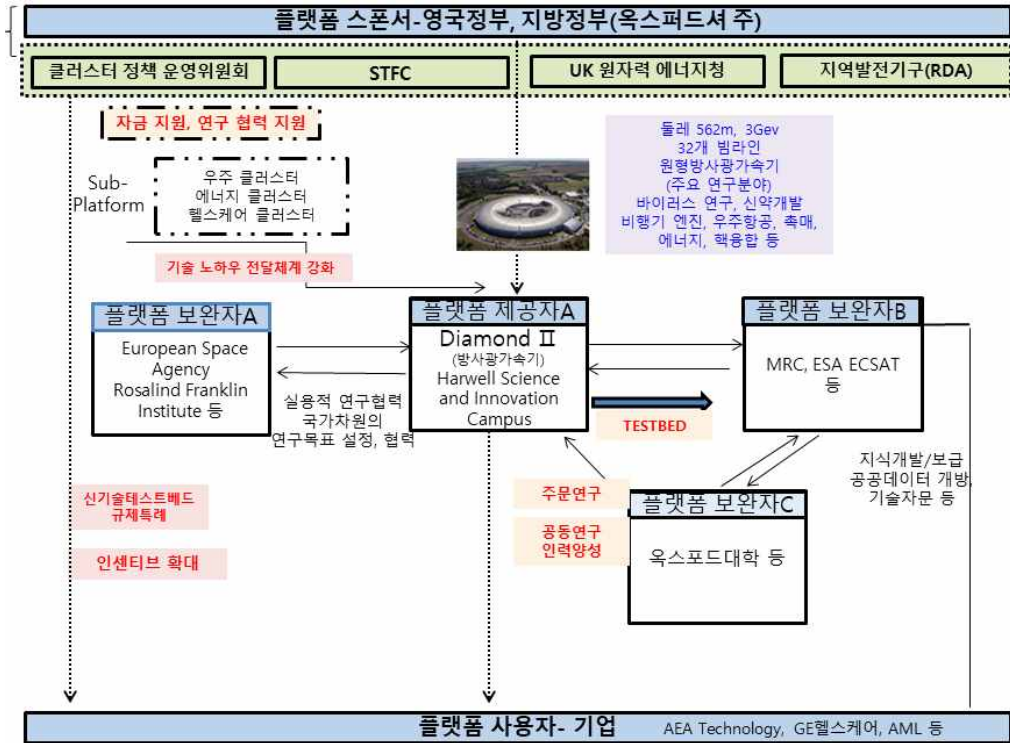
5) 실제로 2018년 기준 다이아몬드가 밝혀낸 단백질 구조는 유럽 전체 연구의 34%를 차지한다. 플라스틱 분해 효소부터 구제역 바이러스에 대한 새로운 합성 백신까지 28개의 사례 연구 개발에 성공했다.

다수의 테스트베드를 설치·운영하고, 혁신생태계 작동을 위한 도전을 끊임없이 하고 있다. 플랫폼 보완자Ⅱ로는 Public Health England, Satellite Applications Catapult, European Space Agency(ESA ECSAT), Medical Research Council(MRC) 등이 있다. 이 기관들은 좀 더 구체적인 목표를 가지고 지식과 기술개발·보급에 앞장서고 있으며, 국민 삶의 질 개선을 위한 실용적 연구지원을 강화하고 있다. 연구개발의 혜택이 실제 시민들에게 체감될 수 있도록 공공데이터 개방이나 정부나 지자체에 실제적인 조언자문과 정책수립에 역할을 하고 있다. 플랫폼 보완자Ⅲ는 옥스퍼드대 등으로 인력육성 및 공급, 하웰캠퍼스 지원 및 국제협력 및 공동연구를 위한 역할을 수행하고 있다. 플랫폼 사용자는 AEA Technology, GE헬스케어, AML 등 하이테크 기반 기업들과 플랫폼 보완자로 제시된 공공연구소 및 대학들에 해당한다. 서비스 제공기관인 하웰 이노베이션 센터, Capita Health 솔루션, 하웰 선량계 회사 등도 해당된다. 플랫폼 스폰서는 과학기술장비위원회(STFC: Science and Technology Facilities Council), 영국 원자력 에너지청(UK Atomic Energy Authority)가 제도적 지원, 자금 지원, 거버넌스 조정 등의 역할을 수행하면서 혁신창출의 기반을 만들어 주고 있다.

Hawell 클러스터 방사광가속기 산업플랫폼은 앞서 언급한 바와 같이 첨단기술 분야의 클러스터들의 협력을 전제로 하고 있으며, 국가사회 문제 해결 및 명확한 목표를 이루기 위한 연구협력과 실용화에 적극적인 투자를 한다. 방사광가속기를 활용한 결과, 코로나19에 대응할 수 있는 백신개발이나 우주항공 분야 개척, 에너지 문제 해결, 안보문제 해결 등 다양한 국제사회 문제에 적극적인 과학기술 역할을 지지하며, 해당 방향의 연구펀딩과 연구협력 지원을 강화해오고 있다. 영국 정부는 2억6300만 파운드(약 4800억 원)를 투입해 '다이아몬드'를 구축한 뒤, 이후 5년간 1억2000만 파운드(약 2170억 원)를 추가로 투입해 빔라인을 18개로 늘렸으며 2017년에는 빔라인을 총 32개까지 늘렸다. 이러한 대형연구시설 중심으로 클러스터 효과를 극대화하고 있으며, 노벨상 수상에도 큰 기여를 하는 등 많은 영향을 끼치고 있다. 2018년 기준 다이아몬드 가속기를 활용한 연구 중 특히 출원은 총 202억 파운드(약 31조 8620억 원)에 이르며, 획기적인 생명공학 연구성과들이 배출되었다.

Hawell 클러스터의 방사광가속기 산업플랫폼 사례를 볼 때, Diamond와 같은 대형연구시설은 국가차원에서 혁신적 연구개발 성과 및 혁신클러스터를 작동시키는 플랫폼 제공자로서의 역할을 충분하게 수행하고 있다고 볼 수 있다. 대학이나 공공연구소, 실증센터 등과 연계하여 발빠른 상용화가 가능하도록 제도적 지원을 하며, 국가·사회 문제해결을 위한 명확한 목표를 가지고 연구개발을 하는 성공적 사례라고 볼 수 있다. 또한 Hawell 클러스터 산업플랫폼에서는 예를 들어 '모래놀이 상자(Sand pit)'프로젝트와 같은 시험적 다수의 프로젝트를 지원하고, 창의적 아이디어를 융합하여 새로운 결과를 내는 연구들을 장려한다. 또한 공공부문과 민간부문의 역할 경계를 허물고 기술이전, 사업화에 대한 인센티브와 경쟁체제를 구축해 활발한

혁신을 이루고 있다. 이러한 혁신역량들이 집적화되어 지속적인 혁신성고가 도출되고 있는 것을 볼 수 있다.



(그림 2) 영국 방사광가속기 산업플랫폼

2. 대만 신주과학산업단지

1) 혁신클러스터 개요 및 제도적 지원 현황

대만 신주과학산업단지는 세계적 반도체 산업단지로서 대표적인 혁신클러스터 성공사례 중 하나이다. 대만은 반도체 산업에 있어서 세계 반도체 파운드리(foundry) 매출액의 약 80% 가까이 차지하며, 반도체 패키징 및 테스트 매출액은 약 60% 가까이 차지하는 등 가장 큰 영향을 미치고 있다. 신주과학단지는 아시아의 대표적 실리콘밸리라고도 불리며, 반도체 및 컴퓨터, 광전자 및 통신, 정밀기기 등 대표적 산업들을 중심으로 글로벌 기업들이 집적되어 있고, 혁신기업들이 지속적으로 유입되는 혁신성장의 거점으로서 역할을 하고 있다. 이러한 환경적 요인들로 인해 신주과학산업단지 내 석·박사 학위소지자가 약 5,000명 정도 근무하는 등 고급인재가 끊임없이 유입되고 있고, R&D에서부터 생산·제조·상용화까지 전주기적 지원시스템과 정책지원이 있는 최적화된 혁신클러스터의 모습을 띄고 있다.

대만 정부에서는 명확한 클러스터 전략개발을 바탕으로 신주과학산업단지 관리국을 신설하고, 산학협력 및 인재육성, 입주기업 지원을 위한 자금지원과 전주기적 지

원책을 마련하여 R&D투자에 대한 전략적 집중을 시도하였다. 특히 기업설립, 외국인 투자유치를 위한 규제완화, 외국인 근로허가 등 뿐만 아니라 조세감면, 연구개발 보조금 지원, 해외과학자 유치를 위한 정주여건 마련 등 다양한 지원책을 마련하였다.



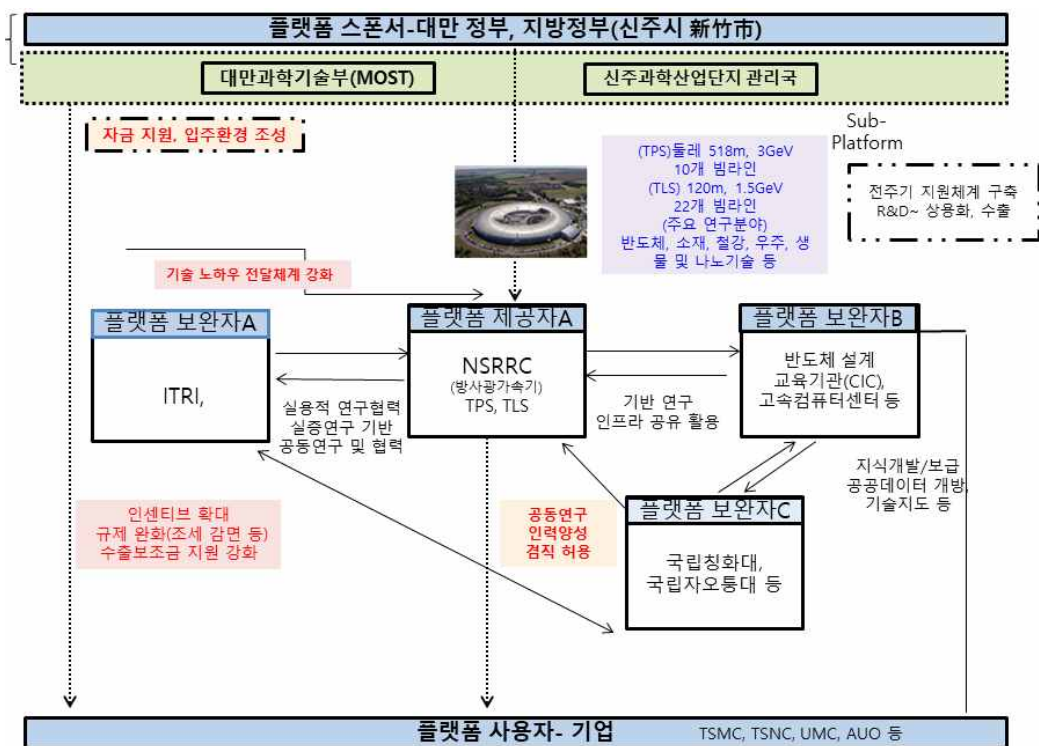
(그림 3) 신주과학산업단지 및 TSMC 현황

출처 : 동아일보(2022)

2) 방사광가속기 산업플랫폼 역량 및 시사점

대만 신주과학산업단지의 성공적 요인을 살펴보기 위해 산업플랫폼 차원에서 살펴본다면 혁신주체 역량 및 촉진요소, 대표 앵커 및 성과에 대해서 살펴보도록 한다. 방사광가속기 산업플랫폼의 플랫폼 제공자는 국립 싱크로트론 방사선 연구 센터(National Synchrotron Radiation Research Center, NSRRC)로 대만 과학기술부(MOST) 자금지원을 통해 TLS(Taiwan Light Source)와 TPS(Taiwan Photon Source)라는 두 개의 싱크로트론 광원을 운영하고 있다. TLS는 빔 에너지 1.5GeV, 둘레 120m이며, 22개의 빔라인 및 55개의 실험 스테이션 작동을 지원하고 있고, TPS는 3Gev, 둘레 518m이며, 10개의 빔라인을 운영하고 있다. TLS와 TPS 광원은 하드X선까지 커버하고 있으며, 고강도, 연속 스펙트럼, 높은 수준의 시간분해능이 가능한 광원이다. 이러한 가속기를 운영을 통해 반도체와 태양전지, 촉매, 석유, 철강, 화학 및 약물 등 폭넓은 산업 활용 분야를 지원하고 있다. 플랫폼 보완자Ⅰ은 국립칭화대학, 산업기술연구소(ITRI), 국립 자오통 대학 등이 있다. NSRRC가 수행하는 새로운 재료발견, 복잡한 유기 이해, 우주에 대한 새로운 연구, 생물학 및 나노기술을 통한 신약개발 및 신물질 개발 등 다양한 최첨단 연구지원을 공동연구 및 연구협력 등을 통한 지원을 하고 있다. 플랫폼 보완자Ⅱ는 인력양성을 위해 반도체 설계 교육기관(CIC : National Chip Implementation Center), 국립 스페이스프로그램 오피스, 고속컴퓨터센터 등 국립연구소들과 정밀기기센터, 칩실험센

터 등이며, 이들은 직접적인 R&D지원보다 보다 중장기적이며, 효과성있는 혁신을 추진하는 혁신주체들이라고 할 수 있다. 플랫폼 보완자 III는 국립청화대, 국립자오통대 등으로 인력육성 및 공급, 기초연구 및 공동연구 리더십 역할 등을 수행한다. 플랫폼 사용자는 TSMC와 같은 세계적 기업이 대표적 앵커이며, 신주과학산업단지 내 대만의 국내외 기업들에 해당한다. 특히, 방사광가속기를 활용하여 일본의 수출 규제를 대응하기 위해 소재개발 관련 DUV(심자외선) LDR(광의존 저항기, Light Dependent Resistor), 코팅전구(前驅) 소재, 웨이퍼 기판 소재, 웨이퍼 보호소재 등의 개발 업체들이 주 사용자이며, 신주과학산업단지 내 입주해있는 IC 주조 공장 공급업체인 TSNC, TFT-LCD 제조업체인 UMC, 휴대전화 칩셋 제조업체 AUO 등의 IT업체, 반도체, 광전자, 정보통신 기업들이 해당된다. 플랫폼 스폰서는 정부 및 지자체이며, 앞서 언급한 바와 같이 정부차원의 클러스터 전략개발, 외국기술·자본 유치를 위한 조세감면 및 수출보조금, 연구개발지 지원정책 등이 해당되며, 고급인력 유입 및 공급을 위한 자금지원 및 산·학·연 협력정책 등이 해당된다.



(그림 4) 대만 방사광가속기 산업플랫폼

신주과학산업단지 방사광가속기 산업플랫폼 특징은 긴밀한 산·학·연 협력을 통해서 기업 수요 중심의 R&D기획, 상용화까지의 체계적 정책 및 자금 지원이 가능한 시스템을 갖추고 있으며, 인력공급 및 기술지도 등 보이지 않는 기술·정보·노하우 등의

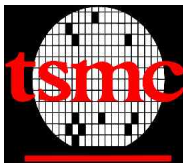
전달이 되는 혁신클러스터 내부적 역량을 보유하고 있는 점을 들 수 있다. 방사광가속기 TLS와 TPS를 기반으로 반도체, 신약개발 등 국가 기간산업을 위한 핵심기술 지원이 가능하게 지원하며, TSMC 등과 같은 선도기업을 중심으로 기술이전 및 연구개발에 대한 성과와 피드백이 선순환되는 점을 꼽을 수 있다. 정부 차원에서 R&D 투자의 전략적 집중과 대표적 혁신주체 앵커의 역할을 중심으로 확실한 인센티브와 규제완화를 실시한 것이 특효약이라고 할 수 있다. 더불어, 대만 특유의 중소기업 중심의 촘촘하고 유연한 분업구조 및 협력구조 생태계 마련을 위한 제도적 지원, 산·학·연간 겸직 허용을 통한 유연한 인력구조 등이 강점이라고 할 수 있다.

대만의 사례에서 볼 수 있듯이, 방사광가속기와 같은 대형연구시설은 혁신클러스터 생태계 내에서 핵심기술의 공급과 인력유입, 국제협력과 국가·사회 문제 중심의 연구목적 고도화, 공동연구 및 협력연구의 리더의 역할을 할 수 있다. 무엇보다 반도체, 신약개발, 신소재 개발 등의 산업목적의 전초기지 역할을 수행할 수 있고, 핵심적 기술난제 및 중소기업의 기술지도 등의 기반을 제공해주는 역할을 할 수 있다. 방사광가속기와 같은 대형연구시설이 지역에 들어서는 것은 산·학·연 협력의 플랫폼 역할과 새로운 산업형성에 큰 도움을 줄 수 있는 것이다.

아래의 <표 4>는 영국과 대만 사례를 비교분석한 결과이다. 제도적 지원 및 거버넌스 측면을 보았을 때, 영국 하웰 클러스터는 3개의 별도 클러스터가 상호작용하며, 방사광가속기 활용을 극대화시키고 있는 것을 볼 수 있다. 특히, STFC라는 거버넌스 핵심 거점이 있어서 자금 지원 및 연구협력을 위한 조정역할과 파트너십을 위한 플랫폼 역할을 제대로 하고 있음을 볼 수 있다. 대만은 정부가 관리국 신설 및 관련 제도적 여건을 촘촘히 마련하여 인력양성, 중소기업 지원, 입주기업 지원, 해외기업 유치 및 정주여건 마련 등 전주기적 제도지원을 면밀히 실행하고 있는 것을 볼 수 있었다. 산업플랫폼 역량 측면에서는 방사광가속기 시설이 제공해주는 플랫폼 역할을 중심으로 혁신기술 개발 및 상용화에 경쟁우위를 가지고 혁신클러스터 역동성에 힘을 더해주고 있음을 볼 수 있었다. 대만의 경우, 산업단지 관리국을 두어 클러스터 정책지원에 세부적인 정책과 자금지원이 있었고, 영국의 경우 SFTC를 통해 글로벌 차원의 연구협력 및 클러스터 간 연계·협력에 더 힘을 실어주고 있었다. 플랫폼 보완자는 대학, 공공기관, 공공연구소 등이 주로 혁신의 실증화, 상용화, 확산 등에 각각의 목적에 맞게 역할을 하고 있다. 영국의 경우 바이오의료 분야에 특화된 보완자들의 역할로 인해 아사트라제네거 등 신약개발의 혁신적 성과를 낳게 되어쥬, 대만의 경우 반도체산업에 특화된 보완자들로 인해 혁신의 선순환을 이루고 있었다. 두 사례 모두 긴밀한 산·학·연 협력을 전제로 특화산업에 대한 맞춤형 정책지원을 강화하고 있으며, 방사광가속기와 같은 대형연구시설 운영을 중심으로 공동연구 및 국제협력 등에 좋은 기회요소를 많이 가지고 있다. 두 사례의 방사광가속기 시설은 산업지원이 가능한 빔라인 운영을 통해 기업지원에 특화된 분석지원 역량을 갖추고 있었으며, 우수한 인력 유입을 위한 연구환경, 정주여건 등을 잘 갖

추고 있었다.

<표 4> 영국, 대만 사례 비교분석

구분	영국 하웰 혁신 클러스터	대만 신주과학단지 중소기업, 앵커
제도적 지원 및 거버넌스	·우주클러스터, 에너지 클러스터, 헬스케어 클러스터와 연계 협력 ·STFC를 통해 자금 지원, 혁신주체들 네트워크 및 파트너십 ·영국 BEIS(비즈니스, 에너지 및 산업전략부)로부터 재원 조달, 매년 5만 파운드 이상 예산 집행 ·국제교류 및 국가사회 문제해결 등에 연구비 집중 지원 ·RDA, RSA 등을 통한 지역 클러스터 전략 개발 및 인센티브, 지역 맞춤 정책지원	·정부의 명확한 클러스터 전략수립 ·신주과학산업단지 관리국 신설 ·산학협력 및 인재육성, 입주기업 지원을 위한 정책자금 투입 ·입주기업 전주기적 지원 위한 조세감면, 세제 혜택 등에 대한 제도적 지원 강화 ·해외 유치과학자 위한 정주여건 마련 ·외국인 근로허가 및 투자유치 규제 완화
혁신주체 역량	플랫폼 제공자: Diamond, 하웰과학혁신캠퍼스 플랫폼 스폰서: STFC, UK 원자력 에너지청 플랫폼 보완자 I: ESA, RFI, FI 등 플랫폼 보완자 II: MRC, ESA ECSAT 등 플랫폼 보완자 III: 옥스퍼드대학 등 플랫폼 사용자: AEA Technology, GE헬스케어, AML, 모더나, 아스트라제네카 등 < Diamond, 아스트라제네카 >  	플랫폼 제공자: NSRRC(TLS, TPS) 플랫폼 스폰서: 대만 정부, 신주단지 관리국 플랫폼 보완자 I: ITRI 등 플랫폼 보완자 II: CIC, 고속컴퓨터센터 등 플랫폼 보완자 III: 국립청화대학 등 플랫폼 사용자: TSMC, 반도체·소재 입주기업 등 < TPS, >  
촉진요소 및 네트워크 역량	·첨단기술 클러스터 간 협력 통해 노하우·기술 공유 강화, 시너지 낚는 지원체계 구축 ·가속기 활용한 특화된 연구개발 지원, 보조금 및 시설 증대 예산 투입 강화(빔라인 등) ·캠퍼스 내 테스트베드 확충, 실증연구 강화 ·국가사회 문제해결 위한 공동연구, 국제협력 강화 → 노벨상 수상 및 획기적 연구성과 기여 ·시험적 프로젝트 지원, 공공부문과 민간부문 역할 경계 약화 → 경쟁체제, 인센티브 체계 시스템 강화 ·실용적 연구협력 강화, 구체적 목표를 가지고 연구개발, 상용화 지원체계 구축, 공공데이터 개방 및 국제사회 문제 도전적 과제 발굴 등	·긴밀한 산·학·연 협력체제 구축 ·가속기 활용한 핵심기술 개발 지원, 수출규제 대응 위한 연구시설 증대, 가속기 중심 공동 연구 및 협력 강화 ·기업수요 기반 R&D 집중 투자 ·클러스터 전략개발에 의한 전략적 정책지원 강화(인력, 자본, 입주기업 지원, 세제혜택 등) ·외국기술자본 유치를 위한 조세감면, 수출보조금, 연구개발 지원책 강화 ·고급인력 유입을 위한 인력계획 및 자금지원 ·입주기업 위한 전주기 지원체계 구축(R&D 기획~상용화, 수출),

V. 정책 및 결론제언

본 연구는 그간 다루어지지 않은 대형연구시설 중심 혁신클러스터 성공사례에 대해서 살펴보고, 혁신주체들의 역동성 및 역량을 기반으로 하는 산업플랫폼 관점에서 좀 더 세부적인 클러스터 육성방안에 대해 살펴보았다. 영국과 대만의 클러스터 사례 모두 바이오의료 산업, 반도체 산업 등에서 세계적인 성과를 내고 있는 곳이다. 이러한 사례를 살펴봄으로 혁신클러스터의 성과를 낳는 요인 및 혁신주체들의 역할 정립, 클러스터 전략개발 등에 대한 새로운 시사점을 얻을 수 있었으며, 다음과 같이 몇 가지 정책적 시사점을 정리해보고자 한다.

첫째, 혁신클러스터에 대한 전략개발 및 맞춤형 제도적 지원이 필요하다. 혁신클러스터의 각 혁신주체들의 역량은 혁신성과를 어이질 수 있어야 하는데, 성과단계에 있는 기업에게 다양한 기술지원을 제공할 수 있는 대형연구시설 중심의 패키지 활용플랫폼을 구축·운영해야 한다. 혁신주체들의 역량이 결집될 수 있도록 클러스터 간 연계와 협력을 설계하고, 중앙정부와 지방정부, 민간기업이 매칭하여 사업계획, 제조 지원, 금융 패키지 등 전주기적 서비스를 지원할 수 있는 제도적 패키지 지원을 활성화해야 한다. 본 연구의 사례와 같은 방사광가속기와 같은 시설이 지역에 입지해있는 것은 매우 큰 경쟁요인이라고 할 수 있는데, 이를 활용해 글로벌 수준의 연구경쟁력 및 기술사업화의 핵심적 경쟁우위를 가질 수 있기 때문에 지역차원에서의 맞춤형 정책개발이 중요할 것이다.

둘째, 클러스터 내 산업플랫폼 구성 및 역할 정립이 필요하다. 본 연구의 사례에서 볼 수 있듯이 플랫폼 제공자, 보완자, 사용자의 역할에 따라 협력의 종류나 방향 등이 달라질 수 있다. 영국의 경우, 혁신주체 간 네트워크 및 파트너십이 강화되면서 헬스케어나 우주산업, 에너지 산업부문에 세계적 혁신거점이 되어가고 있다. 공공기관 및 연구소들은 테스트베드 역할 및 실증연구의 역할에 경쟁력을 가지고 있고, 공공부문과 민간부문의 역할 경계를 일부 무너뜨리면서 경쟁체제, 협력관계에 대한 긴밀한 전략을 가지고 움직이고 있다. 대만의 경우에도 입주기업에 대한 전주기 지원체제를 가지고 각종 제도적 지원을 통해 혁신성과를 빠르게 가져올 수 있도록 전략적 집중을 하고 있었다. 특히, 해외기술 및 인력 유치를 위해 각종 혜택을 주고, 기업 수요에 특화된 R&D에 집중적 투자를 하고 있었다. 이러한 긴밀한 협력관계들은 연구의 질을 높이고, 혁신의 역동성을 강화시켜 빠른 성과를 낼 수 있게 된다. 특히, 방사광가속기와 같은 플랫폼 제공자를 중심으로 산업계와 연결되는 지원책들은 핵심적 성공요소 중 하나인 점이다.

셋째, 클러스터 내 혁신성과 촉진요인 발굴 및 네트워크 역량 구축이 중요하다. 사례에서 볼 수 있듯이, 각 클러스터의 산업적 경쟁우위 모습에 따라 혁신성과 촉진요인들을 잘 설계해야 하는 점을 볼 수 있다. 산·학·연 혁신주체들은 서로 다른

규범과 논리, 목적을 가지고 있기 때문에 다른 조직의 각 분야 연구자들과의 네트워킹과 과학자와 엔지니어의 협력, 대형연구시설 중심의 집단적 학습이 가능한 R&D플랫폼을 구축 지원해주어야 할 것이다. 또한, 대형연구시설에 단기, 또는 중장기로 파견되어 빔라인 실험 및 분석에 학습효과를 증대시키는 협의회 역할을 만들고, 기술지원 및 기술지도의 질을 상승시키기 위한 실험장비 개발 및 증축도 필요할 것이다. 더불어, 산·학·연 겸직제도 및 파트너십 확대를 위해 정부, 지자체, 민간 기업, 대학이 긴밀히 협력해서 규제 완화 및 인센티브 제공 등의 강화가 필요할 것이다.

넷째, 지역 혁신주체들의 거버넌스 정립 및 스몰 클러스터 구축 연계 협력이 강화되어야 할 것이다. 대만사례의 경우에는 관리국이 실무적 거버넌스 정립 역할을 충실히 수행하고 있고, 영국사례의 경우에는 STFC가 그 역할을 하고 있었다. 그리고 영국 사례와 같이 몇 개의 클러스터들이 연계될 수 있도록 지원하고, 중소기업들이 가속기 시설을 활용하고, 공동연구 및 기술지원 받을 수 있는 활로를 지원해야 한다. 경쟁력 있는 기업을 대상으로 지자체와 일정 기간 계약을 통해 자금 지원을 해주고, 정부 및 지자체에서는 전략적 연구개발 및 상용화 분야를 발굴 지정하여 집중적 투자를 할 필요도 있다.

다섯째, 대표적 혁신 앵커 발굴 및 세계적 혁신주체들의 클러스터 유입 촉진에 필요하다. 두 사례 모두 세계적 기업을 보유하고 있으며, 혁신클러스터의 중심적 역할, 혁신성고를 내는 핵심적 앵커의 역할이 정립되어 있다. 과학기반의 혁신클러스터는 연구기능과 산업기능의 협업에 의해서 구현됨으로 이를 연결하는 플랫폼 구축이 필요한데, 다양한 인센티브와 제도적 지원이 뒤따라야 한다. 지속가능한 혁신클러스터 조성은 연구개발의 성과가 상용화되기 용이하고, 연구자와 기업, 중개자들이 서로 네트워킹하고 상호작용할 수 있는 입지적 조건, 공간적 조성 등이 필요하다.

여섯째, 두 사례 모두 글로벌 차원의 클러스터를 구축하고, 세계적 혁신성고를 도출하였다. 그래서 우리나라의 클러스터 전략개발 및 정책수립 시, 대형연구시설 중심 국가사회문제 해결을 위한 공동연구, 국제협력을 강화하여 해외연구자의 국내 유입, 해외기술 노하우 이전 및 학습, 기술난제 극복 및 빠른 상용화를 통해 국민 삶의 질 개선이 가능하도록 연구개발 및 사업화의 고도화된 목표가 필요할 것이다.

본 연구에서는 이러한 정책적 시사점을 도출하였지만, 사례 분석이라는 연구의 한계가 있어 이러한 혁신성고에 대한 실증적 검증과 우리나라의 사례와 비교하여 현장에 바로 적용할 수 있는 실현가능한 정책에 관한 연구가 추가로 필요하다. 그럼에도 불구하고, 대형연구시설 기반의 혁신클러스터와 클러스터가 작동하게 되는 산업플랫폼에 대한 적용을 성공사례 중심으로 분석하고 정책적 시사점을 제기한 부분에 의의가 있다고 사료된다.

참고문헌

- 관계부처 합동 (2019), 「소재·부품·장비 연구개발 투자전략 및 혁신대책」, 2019.
- 국가과학기술위원회 (2012), 「국가대형연구시설총람」.
- 국가과학기술자문회 (2020), 「대형가속기 장기로드맵 및 운영전략(안)」, 2020.3.24.
- 손현·김건희 외 (2021), “연구인프라 활용·육성에 관한 법제 연구: 방사광 가속기를 중심으로”, 「현안분석 21-18」, 한국법제연구원, 한국기초과학지원연구원.
- 임덕순 (2002), “인도소프트웨어 산업의 혁신클러스터 형성과정 : 개발인가, 진화인가?”, 「기술혁신학회지」, 5(2): 167-188.
- 임종빈·조형례·정선양, 2012, “혁신 클러스터 구축을 위한 정책방향 설정에 관한 연구 : 관교테크노밸리를 중심으로” 「기술혁신학회지」, 15(15): .675-699.
- 임종인 외 (2015), 「산업단지 클러스터의 성과와 과제」, 한국산업단지공단 산업입지 연구소.
- 정선양·조형례·최진호 (2013), “전기자동차의 산업플랫폼에 대한 연구”, 「기술혁신학회지」, 16(2).
- 조형례·정선양(2018), 전기자동차 혁신클러스터의 역동적 역량에 대한 연구: 미국, 덴마크의 산업플랫폼 분석을 중심으로, 혁신클러스터연구, 8(1): 1-27.
- 조형례·정선양 (2019), “지역 연구인프라 혁신플랫폼 구축을 통한 지역산업 활성화에 대한 연구: 충북 바이오클러스터 사례 중심으로”, 기술경영경제학회·한국기술혁신학회·혁신클러스터학회 춘계공동학술대회.
- 조형례 (2021), “다목적방사광가속기 기반 충북 신산업 육성정책 연구”, 1st International Conference on Multipurpose Synchrotron Radiation Source (ICMSRS 2021), 한국기초과학지원연구원.
- 최병삼 (2011), “플랫폼의 일반적 정의가 기업의 경제적, 전략적 의사결정에 미치는 효과에 대한 연구”, 「상업교육연구」, 25(3).
- 최병삼 (2012), “가치창출 틀 플랫폼, 다원화 혁명 이끈다”, 『DBR: Platform Leadership』, 2(103).
- 최종순 외 (2021), 「다목적방사광가속기 기반 충북 신산업 육성 종합계획」, 충청북도.
- 함선영 (2020), , 방사광가속기, 「KISTEP 기술동향브리프」, 2020-07호, KISTEP.
- 허진아 (2021), “방사광가속기 국내외 현황 및 활용 활성화 방안: 바이오분야를 중심으로”, 「충북 FOCUS」, 충북연구원.
- NFEC (2011), “대형연구시설의 중요성 및 이슈”, 「Polissue 제4호」, 국가연구설장비 진흥센터.
- NFEC (2012), “대형연구시설의 역할과 부가가치”, 「PRISM 제9호」, 국가연구설장비 진흥센터.

NFEC (2016), 「국가연구개발시설장비의 관리 등에 관한 매뉴얼」, 미래창조과학부.

- Boudreau, K. J. and Hagiu, A. (2009), "Platform Rules Multi-Sided Platforms as Regulators", *Working Paper 09-061*, Harvard Business School.
- Chung, S. (2002), "Building a National Innovation System through Regional Innovation System", *Technovation*, 22: 485-491.
- Cooke, P. (2008), "Regional Innovation System, Clean Technology & Jacobian Cluster-Platform Policies", *Regional Science Policy & Practice*, November, 1(1): 23-45.
- Cooke, P. (2012), From Clusters to Platform Policies in Regional Development, *European Planning Studies*, 20(8): 1415-1424.
- Cooke, P., P. Boekholt, and F. Tdtling, (2007), *Regional Knowledge Economies: Markets, Clusters and Innovation*, Edward Elgar.
- Dosi, G. (1982), "Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change", *Research Policy*, 11(3):147-162.
- Eisenmann, T. R, Parker, G. and van Alstyne, M. (2008), "Opening Platforms: How, When and Why", *Working Paper 09-030*, Harvard Business School, August.
- Etzkowitz, H. and Leydesdorff, L. (1995), The Triple Helix-University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge-Based Economic Development, *EASST Review*, 14, 14-19.
- Etzkowitz, H. and Leydesdorff, L. (2000). The Dynamics of Innovation: From National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations, *Research Policy*, 29(2), 109-123.
- Etzkowitz, H. (2018) *The Triple Helix: University - Industry - Government Innovation in Action*, Routledge; New York.
- Gawer, A. (2009), "Platform Dynamics and Strategies: From Products to Services", in: Gawer, A., Ed., *Platforms, Markets and Innovation*, Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- NSRRC (2017), *Synchrotron Light Source*, Annual Report.
- NSRRC (2022), *Facts and Figures*, NSRRC ACTIVITY REPORT.
- OECD (1999), *Boosting Innovation : The Cluster Approach*, Paris: OECD.
- OECD (2001), *Innovation Clusters : Driver's of National Innovation Systems*, Paris: OECD.
- Solow, R. M. (1957), "Technical Change and the Aggregate Production Function", *The Review of Economics and Statistics*, 39(3): 312-320.
- Stephan (2012), *How Economics Shapes Science*, Harvard University Press, 안윤희 옮김, 『경제학은 어떻게 과학을 움직이는가』, 글항아리.

(기사)

광주일보 (2022), “대만 신주단지(하) 대만 실리콘밸리의 새 도전 세계 R&D 거점을 꿈꾸다”, (2022.4.25.).

동아일보(2022), “TSMC 키운 대만, 국가 지켜주는 건 美무기 아닌 반도체”, (2022.10.11.).

<http://www.kwangju.co.kr/article.php?aid=1461510000575593237>

<https://www.sankyungtoday.com/news/articleView.html?idxno=43002>

<https://www.scieng.manchester.ac.uk/tomorrowlabs/welcome/the-university-of-manchester-at-harwell>

www.sipa.gow.tw