

KISTEP 수요포럼 포커스

(제135회) 대형연구시설장비에서 과학적 협력과 합의:
다목적 방사광 가속기를 중심으로

1. 논의 배경

- 수요포럼은 다양한 과학기술 분야에 대한 현황분석 및 문제점 진단을 통해 대응방안을 모색하고자 진행되며 이번 포럼은 대형연구시설을 주제로 논의
- 대형연구시설은 원자력, 핵융합, 가속기, IT, 우주, 해양 등 거대과학기술 분야를 획기적으로 발전시킬 수 있는 기반으로, 기초과학 및 산업기술 진보 및 경쟁력 제고를 위한 핵심요소임
 - 체계적으로 구축된 첨단 대형연구시설은 사회 현안 및 기존 기술에 대한 근본적이고 혁신적인 해결방안 제시를 가능케 하며, 새로운 과학기술의 발전을 견인
 - 대형연구시설의 구축을 통해 국내 고급인력의 유출 방지 및 해외 고급인력의 효과적인 유치·활용이 가능하며, 국내·외 공동연구의 핵심가치 창출 가능
 - 가속기를 이용한 T. Maskawa(일본, 2008년) 외 49명, NMR(핵자기공명) 등 고자기장 환경을 이용하여 R. Emst(스위스, 2003년) 외 33명이 노벨상 수상
- 범국가적 차원에서 대형연구시설에 대한 투자 수요가 증가됨에 따라, 보다 체계적이고 전략적인 대형연구시설 선정·구축·운영이 필요함
 - 과학기술의 대형·첨단·융복합화에 따라 철저한 사전기획에 의한 대형연구시설의 우선순위 선정 및 구축의 필요성 대두

- 미국 페르미국립가속기연구소(Fermilab)의 테바트론(Tevatron) 조기 퇴역 사례를 통해 대형연구시설의 사전기획의 중요성 확인됨
 - 세계적 연구성과를 창출할 수 있는 대형연구시설의 중요성이 부각됨에 따라, 국가차원의 적극적이고 체계화된 대형연구시설의 확충, 운영, 관리 등의 선진화 노력 필요
 - 국내를 비롯한 미국, EU, 중국, 일본 등 주요국가들은 과학기술 환경 및 연구수요 변화에 따른 대형연구시설 로드맵을 주기적으로 수정·보완하여 전략적으로 투자 기반 마련
- 국가 대형연구시설 구축사업의 합리적 기획 및 체계적 관리 방안이 필요함에도 불구하고 관련된 국내 사례가 부족
- 우리나라에서는 대형연구시설 구축로드맵(국가대형연구시설구축지도)을 수립하여 예산, 운영인력 및 연구수요 등을 종합 검토하고 투자 우선순위 및 구축 시기를 제시하고 있으나, 실질적으로 활용하기 위해서는 제도적 보완 필요
 - 대형연구시설의 기술적 난이도가 증가하고 대형화로 인한 복잡성이 증대됨에 따라, 합리적인 기획을 통한 착수과정의 중요성과 체계적이고 효율적인 관리방법 및 관리체계의 필요성이 증대
 - 대형연구시설사업의 전문적·합리적 의사결정체계 마련을 통한 최적화된 의사결정의 성공사례 필요
- 본 수요포럼을 통해 최근 대형연구시설인 다목적 방사광가속기 구축과정에서 제기되었던 쟁점·이슈들을 해결하기 위한 과학계의 심층 검토과정과 계획수립 과정에서의 합의 및 협력 사례를 소개하고, 대형연구시설을 체계적으로 기획·구축·운영하기 위한 정책·제도 개선 방향 모색

2. 현황 및 이슈

- 대형연구시설 구축사업 규모의 대형화로 인해 각 요소기술이 세분화되고, 이와 더불어 관리의 복잡성이 증대
 - 신기술 개발 및 과학기술의 발전으로 대형연구시설은 점차 대형화되어 가고 있으며, 기술적 복잡성의 증가로 공동 프로젝트를 통해 추진하는 사례 증가
 - (프랑스)국제핵융합로공동실험로(ITER) 구축사업, (칠레)거대마젤란망원경(GMT) 구축사업 등이 대표적 글로벌 공동 프로젝트 사례
- 일본 수출규제, 코로나19 등 국가적 현안 해결을 위한 정부 정책 수립·발표를 통해 추진 예정인 다목적 방사광가속기와 기구축된 5기의 대형가속기 등 대형연구시설의 구축·운영 과정 고찰 필요
 - 소재·부품·장비 연구개발 투자전략 및 혁신대책('19. 8.), 대형가속기 장기로드맵 및 운영 전략('20. 3.) 등 정책을 통해 산업지원 다목적 방사광가속기 구축 추진 예정
 - 기구축된 5기의 대형가속기는 기초과학 및 응용과학, 산업계 등 다양한 분야에서의 활용 목적으로 구축 또는 운영 중
 - 3세대 방사광가속기, 4세대 방사광가속기(XFEL), 양성자가속기, 중이온가속기('21년 구축 예정), 의료용중입자가속기('23년 구축 예정)
 - 가속기 분야 정부 R&D 투자액은 최근 5년간('15~'19년) 연평균 8.7% 증가
 - 중이온가속기와 중입자가속기의 구축과정에서 여러 가지 문제점들이 제기되면서, 대형연구시설에 대한 충분한 사전기획 및 구축방안 개선 필요성 대두
- 다목적 방사광가속기는 국내 최초로 구축과정에서 과학계의 합의와 협력을 이끌어 낸 성공적인 사례로, 이를 계기로 향후 대형연구시설 구축제도 개선 필요

○ 다목적 방사광가속기 빔라인 추진 경과

- 대형가속기 장기로드맵 및 운영전략('20. 3. 24., 과기자문회의 심의회)에서 다목적 방사광가속기 추진 근거 마련
- 해외가속기 선도빔라인 활용 실태조사('20. 2월) 및 전문기관 빔라인 기술 검토('20. 2월~4월)
- 일부 분과별 자체 수요조사('20. 2월), 방사광이용자협회 수요조사('20. 4월), 분과별 검토('20. 2월)
- 빔라인 다목적 방사광가속기 개념연구심의회 상정 및 예타기획보고서(10기 빔라인 반영·제출('20. 4월 말~5. 14.))
- 예타조사진, 10기 빔라인 위원회 검토(자문위, 기술자문위 '20. 7월~11월)
- 다목적 방사광가속기 빔라인 10기 현황소개(방사광이용자협회, 온라인, '20. 10. 22.)
- 다목적 방사광가속기 국제 자문회의('20. 9. 22.) 결과 접수('20. 11월 초)
- 다목적 방사광가속기 빔라인 10기 현황소개(방사광이용자협회 정기총회, '20. 11. 20.)
- 예타조사진, 10개 빔라인 문의 사항 제시('20. 12월)
- 다목적 방사광가속기 빔라인 기술검토위원회('20. 12월~'21. 1월)

○ 다목적 방사광가속기 빔라인 기술검토위원회 검토를 통한 과학적 합의

- (빔라인 운영 효율화) “산업 전용 빔라인” → “산업 우선 지원 빔라인”으로 변경하고 필요에 따라 선도적 기초, 원천 연구 빔라인 7기에서도 산업체 지원이 가능토록 지원 필요
- (산업 우선지원 빔라인) 산업체에서 필요한 High throughput 기술 위주로, 각 빔라인당 에너지 영역 대에 맞는 적합한 실험 기법으로 주요 사양 선정, 특정 소재에 따라 플랫폼 형태의 빔라인을 건설하는 것에 비해, 예산 절감 및 빔라인 운영의 효율성 고려하여 에너지 영역대에 따라 빔

라인별 역할 분담 고려

- (부적합 빔라인 교체) 부적합 판단된 10번 빔라인은 4GSR 특성에 부합하는 나노프로브 빔라인(4GSR의 광원 특성을 활용) 교체
- (실험기법 단일화) 빔라인 당 집중 기술(단일 목적)로 우선 선정
- (4GSR특성과 PLS-II 차별성 반영) 4GSR의 특성을 살리고 PLS-II와 비교하여 불가능하였던 실험 기법, 실험 영역, 분해능이 가능토록 선정
- (가속기 안정적 운전 요소 반영) 초기 방사광가속기의 안정적인 운전을 통해, 성능검증 및 개발이 필요한 Wiggler 빔라인 변경·제외
- (기타) 2개(9번, 10번 빔라인)의 롱빔라인 제안, 예산 타당성을 위하여 필수 고려 사항인 필수 부품 등 명시
- (검토결과) ‘다목적 방사광가속기’의 4GSR로서의 사양을 최적화하고 PLS-II와 비교하여 불가능하였던 실험 기법, 실험 영역, 분해능 등이 가능하도록 광원 특성을 극대화한 10기 빔라인 선정

3. 정책 제언

- (이용자 의견수렴) 대형연구시설의 기획부터 구축단계까지 이용자의 요구사항이 반영될 수 있도록 이용자들의 직접적인 참여와 의견수렴 필수
 - 다목적 방사광가속기는 이용자시설(User Facility)로 이용자들의 요구사항이 반영될 수 있도록 충분한 의견수렴이 필수이며, 제작 및 설치 등 본격적인 구축단계에서도 steering committee를 구성하여 이용자의 적극적인 참여 필요
 - 건설의 경우도 space program을 확정하는 단계에서 이용자의 needs가 충분히 반영될 수 있도록 건축자문위원회 등에 이용자를 포함하는 것이 필요
- (구축·활용 방안 고도화) 국가 과학기술이나 산업의 달라진 위상에 맞게 향후 대형 연구시설장비 구축·활용 고도화 방안 모색 필요
 - 대형연구시설마다 구축목적이 다르더라도 대형연구시설들의 유사성을 기반으로 한 구축·활용 제도 개선 필요
 - 다목적방사광가속기 사례를 통해 기존과는 다르게 기초연구 지원과 산업계 지원을 목표로 대형 연구시설장비 구축계획이 마련되었으나, 방식은 기존과 동일
 - 산업계 활용을 담보하기 위해 단순히 산업계 수요를 반영하여 필요한 장비·시설을 구축하는 것도 중요하지만, 구축단계부터 산업계 관심과 투자를 이끌어낼 수 있는 방안 모색 필요
- (인력 양성) 방사광가속기 건설 및 활용 인력양성 사업의 다양화 필요
 - 방사광가속기 건설 인력양성뿐만 아니라 방사광가속기 활용 극대화를 위해서는 빔라인 사이언티스트 인력양성 필수
 - PAL-II의 경우, 각 빔라인당 빔라인 사이언티스트가 절대적으로 부족한 상황
- (국민적 지지) 대형연구시설 구축사업의 성공을 위해 예산 확보 및 투자를 위한 국민적 지지 필요

- 대형연구시설은 단기간 대규모의 국가예산이 투입되므로, 예산 투입의 우선순위에 대한 국민적 공감대 필요
- 저성장, 인구감소 등의 재정과 사회 환경 변화를 감안한 대국민 의견 수렴 및 전달 등의 쌍방향 거버넌스 필수
- (과학계의 합의) 대형연구시설에 대한 중장기 계획 수립 시, 폭넓은 기술적인 검토 및 과학기술계 의견수렴 과정 필요
 - 대형연구시설 구축계획은 정부R&D 투자 및 예산 배분 과정상에서의 중대한 이슈로, 과학기술계 전반의 의견수렴 과정 및 합의가 중요
 - 대형연구시설은 기초연구 기반 인프라로, 대형연구시설 구축(과거 방사광 가속기, 중이온가속기, 중입자가속기 등)은 기초기반분야 정부 R&D 투자 및 예산 배분 과정상에서 주기적으로 이슈화
 - 기초연구 분야의 연구자들 사이에서조차 대형연구시설 구축에 대해 의견 차이와 갈등구조*가 존재
 - * 연구자 주도의 기초연구 투자 확대 VS 대형 연구장비 시설 구축
 - 재원확보, 구축 우선순위 등 측면에서 갈등 구조를 생성하지 않도록 과학기술계 내에서 보다 구체적인 논의와 합의과정 절차 고려가 필요