

현장 맞춤형 가속기 전문인력양성 및 활용체계의 고도화 방안 기획연구

목차

제1장 가속기 인력양성사업 개요	1
제1절 가속기 인력양성의 목적 및 필요성	
1. 인력양성사업의 목적	
2. 인력양성사업의 추진동기	
3. 인력양성사업의 고도화 필요성	
제2절 사업추진 근거 및 내용	
1. 대형가속기 법적 및 국가계획 내용	
제2장 사업의 연구내용 및 범위	6
1. 가속기 인력 관리	
2. 대학원 가속기 교육 전문화	
3. 취업연계 맞춤형 프로그램 운영	
4. 학연간 연수교육 육성	
5. 가속기 글로벌 인재 양성	
6. 가속기 인력양성 체계 고도화	
제3장 국내외 대형가속기 및 인력양성 현황	12
제1절 국내외 대형가속기 현황	
1. 국내 대형가속기 구축·운영 현황	
제2절 가속기 전문인력 현황	
1. 국내 대형가속기 전문인력 현황	
1.1. 포항방사광가속기	
1.2. 양성자가속기	
1.3. 중이온가속기	
1.4. 다목적방사광가속기	
제4장 가속기 인력양성 환경분석	16
제1절 가속기 전문인력 양성 정책현황	
1. 국내가속기 인력양성 정책현황	
제2절 가속기 전문인력 양성을 위한 가속기 환경	
1. 국내대형 가속기 기술 환경	
제3절 가속기 전문인력양성을 위한 가속기 대형 인프라 환경	
1. 국내가속기 대형 인프라 환경	
제4절 가속기 종합 환경분석	
제5장 인력양성 및 활용지원 고도화사업 추진계획	23
제1절 사업실적 분석('22-25)	
1. 인력양성사업 인력배출 및 실적분석	
2. 활용지원사업 인력배출 및 실적분석	

제2절	가속기인력 수요분석	
1.	가속기 전문인력 수요현황	
2.	전문인력현황 및 수요분석 결과	
제3절	사업 추진방향 및 전략	
1.	사업의 추진방향 도출	
2.	사업의 추진 전략	
제4절	인력양성 사업 범위 및 내용	
1.	인력양성 사업의 규모	
2.	맞춤형 정규교육 프로그램내용	
3.	장기 현장연수 프로그램(학위논문연계)	
4.	단기 현장실습 프로그램	
제5절	활용지원 사업 범위 및 내용	
1.	활용지원 사업의 개요	
2.	방사광가속기 활용지원 세부추진 내용	
3.	중이온가속기 활용지원 세부추진 내용	
4.	중이온가속기 활용지원 세부추진 내용	
제6절	고도화 사업의 인력양성 전략 및 취업연계	
1.	인력수급 전략	
2.	전문인력 고도화 양성방안	
3.	전문인력 양성 및 취업연계 활성화	
제6장	사업추진 및 운영계획	46
제1절	사업추진체계 및 운영체계	
1.	사업추진체계	
2.	사업운영체계	
제2절	연차별 사업 소요예산	
1.	가속기 인력양성 연차별 소요 예산	
2.	활용지원 연차별 소요예산	
제3절	소요예산 및 사업성과	
1.	내역별 소요예산	
2.	사업 성과지표	
제7장	기대성과 및 활용방안	51
제1절	기대성과	
1.	기술적 측면	
2.	사회적 측면	
3.	산업적 측면	
제2절	활용방안	
1.	전문인력활용	
2.	타사업과의 차별성 및 고도화	
3.	인력양성 사업연계활용	

제1장 가속기 인력양성사업 개요

제1절 가속기 인력양성의 목적 및 필요성

1. 인력양성사업의 목적

1) 사업의 개요

- 대학원 교육과정을 통해 가속기 원천 기술에 대한 교육과 석·박사 학위논문 연구를 가속기 핵심연구와 연계하여, 창의적인 문제 해결 능력을 갖춘 고급 연구 인력을 양성. 현장 경험과 학위 연구를 모두 갖춘 전문 인력이 국가 대형가속기의 구축·운영·성능 향상의 연구역량을 강화하는 **가속기 인력양성 프로그램**과 국내외 대형가속기연구소 중심의 현장실습 및 장기·단기 연수를 통해 가속기 및 빔라인의 구축·운영을 위한 실무 경험을 확보하기 위한 **활용지원 프로그램**으로 구성되는 **현장 맞춤형 가속기 전문인력 양성의 고도화 체계**를 확립
- 가속기 전문 교수를 확보한 대학의 가속기 및 빔라인 분야 대학원 정규 교과과정 체계에서 석·박사과정 대학원생 **가속기 교육 전문화** 및 연구 역량 강화를 통해 가속기 구축 및 운영에 필요한 가속기 및 빔라인 전문인력 양성
- 가속기 구축과 운영을 목표로 이론·실습 교육 및 학위논문 연구 지도를 수행하며 전문지식 습득과 연구역량을 키우고, **대형 가속기시설 중심의 실무형 현장연수를 통한 현장 밀착형 학·연간 연계**로 실전 및 문제해결 능력을 확보함으로써 국가 대형 가속기 구축 및 운영을 이끌어갈 핵심 전문인력을 지속 공급하는 가속기 전문인력 양성
- 대학과 대형가속기 연구소 간의 정기 교류회 및 워크숍을 시스템화하여 현장의 기술적 수요가 반영된 신규 공동 연구주제를 선제적으로 발굴하고, 이를 바탕으로 학생들이 연구소에 장기 체류하며 실습을 수행하도록 지원함으로써, 실제 거대 장비의 운용 및 문제해결 능력을 확보한 **현장 실무형 전문인력**으로 육성함
- 가속기 및 빔라인 분야의 신진 박사후 연구생의 가속기 연구소에 장기 연수 기회를 제공함으로써 현장 기술 및 실무를 습득하고 성능 향상 및 안정화를 통한 우수 연구성과 창출, 산학연계를 통해 국산화 기술개발 등에 기여할 수 있는 활용 지원 인력 양성함. 또한 **현행 포항·중이온가속기 등의 운영기관 중심 박사후연구원 채용지원을 양성자가속기, 한국새빛가속기 등으로 확대 지원함**

2) 현장 수요를 반영한 실무형 사업으로 추진

- 대학원 중심의 깊이 있는 교육과 가속기 연구소를 연계한 학위논문 지도로 대학원생 및 신진 연구자를 위한 실무 전문 교육을 기반으로 한 인력양성 프로그램을 운영함.
- 연구소는 대학원에 고도화된 연구 인프라와 피드백을 제공하고, 대학원은 연구소의 가속기 성능 향상 및 활용지원을 고도화할 핵심 인재를 공급하는 선순환 구조로 고급인력의 양성. 연구소의 연구원 퇴직 시 노하우가 신진 연구자에게 이어질 수 있도록, 퇴직 전에 박사후연구원 등을 선발·전수하고 채용으로 연계하는 선순환 체계 확립
- 본 사업의 핵심 사업 추진 분야는 대형가속기 운용, 가속기 설계·제작 기술, 빔라인 실험, 희귀동위원소·방사광 이용 연구등이며, 사업을 참여하는 석박사 과정 대학원생 및 포스닥은 가속기 연구소의 장기·단기 현장연수에 참여하여 연구역량 극대화를 이룸

2. 인력양성사업의 추진동기

- (대형가속기 구축·운영 전문인력의 공급) 국가적으로 방사광가속기, 중이온가속기, 양성자 가속기 등 국가 대형연구시설의 구축과 운영이 확대되고 있으나, 이를 전담하여 안정적으로 운영하고 고도화할 수 있는 석·박사급 실무 전문 인력의 공급이 부족한 상황임.
- 다목적 방사광가속기 구축·운영에 따른 인력 수요가 더욱 증가함으로써 인력 양성 고도화의 필요성이 대두되고 있음. 다목적 방사광가속기에 필요한 인력은 구축 및 운영단계에서 150명으로, '29년 구축 완료후에도 빔라인 증설이 20여년의 장기간 계속 진행됨에 따라 인력소요가 계속 요구됨
- 현장 맞춤형 전문인력 양성 및 글로벌 연구 네트워크 확충
 - 실무형 인력 공급 체계로 전환 : 가속기 전문 운영·구축 인력의 수급 불균형을 해소하기 위해 취업 연계형 실무 교육 과정을 확대하고, 기관간 인력 교류 규정 정비
 - 글로벌 협력 및 빔타임 교류 확대: 세계 최고 수준의 가속기연구시설과의 공동 연구 참여를 늘리고, 신진 연구자들의 해외 가속기 활용 지원 및 글로벌 연구 역량을 확보

3. 인력양성사업의 고도화 필요성

1) 고도화 양성 체계 추진 필요

- 가속기인력양성 사업은 대형가속기 구축·운영에 필요한 전문인력의 안정적 공급을 확보해 국가 과학기술 경쟁력과 연구성과 창출을 가속화하기 위한 필요성으로 제시함. 또한 대형가속기 활용 효율성 고도화 방안에서는 인력공급 부족·불균형 해소를 위해 인력양성 체계를 고도화할 필요가 강조되고 있음
- 가속기연구소 등 연구기관이 유사 전공인력을 채용 후 자체 기초·전문 교육을 통해 인력을 양성하는 경우 수년간의 장기간이 경과되어야 업무를 맡아서 수행 할수 있다. 이러한 교육 진행은 연구소내의 기존 인력의 연구수행에도 영향을 미치는 단점을 지니고 있으며 유사 전공자를 채용하는데도 매우 어려움을 겪고 있음을 토로하고 있음. 연구소내의 단발성 세미나나 일부 대학 중심의 교육만으로는 고도의 기술력이 집약된 가속기 현장에 즉시 투입될 실무형 인재를 양성하는 데 한계가 있지만은 가속기 전문인력양성에서 배출된 인력은 곧바로 연구소에서 업무를 수행하는 것이 가능함(가속기연구소장 및 사업단장의 코멘트).
- (가속기 전문인력 수요 급증) 국내는 3세대 방사광가속기, 4세대 선형 방사광가속기, 중이온가속기, 양성자가속기가 운영 중이며, 2029년 완공을 목표로 다목적 방사광가속기 구축이 추진중으로 사업이 성공적으로 완수되고, 건설 이후 안정적인 운영 궤도에 오르기 위해서는 체계적이고 실무적인 전문가 양성이 필수적임.
- (상생형 인력 양성 체계 확립 효과) 미스매치 해소: 연구소가 겪는 구인난과 실무 역량 부족 문제를 해결하고, 대학원생들은 졸업과 동시에 연구소에 곧바로 안착
- 대학 연합체(컨소시엄)를 중심으로 이론과 현장 실습(테스트베드 활용 등), 대학 간 학점 교류 등이 유기적으로 결합된 체계적인 교육 생태계를 지속적으로 조성하면서 본 사업이 추진을 하여 연구기관·산업계가 활용할 교육·현장실습·실무연계 프로그램을 구체화하여 국가 가속기 운영·활용 역량을 높여서 인력을 배출하는 것이 필요함
- 현장의 인력 수급 불균형을 해소하고, 지속 가능한 운영 기반을 다지기 위해 대학과 연계한 체계 확립 방안 제시 및 가속기 인력양성의 지속적인 전문인력 수급 해소를 위한 인력양성 체계 고도화 방안이 필요

2) 가속기 연구소와 학연 연계 인력양성

- 대학과 가속기 연구소 간 긴밀한 교류를 통해 현장의 기술적 난제를 공동 연구주제로 발굴하고, 학생들이 연구소에 장·단기 체류하며 실물 장치를 다루는 현장 교육을 통한 학·연 연계 실무 교육이 반드시 수반되어야 함
- 연구 전문인력 및 기술력 확보는 가속기 구축 단계에서는 설계·구축·시운전의 효율성을 높여 사업 지연을 줄이고, 예산·일정 관리의 핵심 역량으로 작용하며, 운영 단계에서는 안정적 운영을 위해 운영기관 간 협력체계와 인력양성 확대가 필요하며, 이를 통해 운영 성과와 활용도를 높일 수 있음

3) 가속기 현장에서 실무가 가능한 전문인력 양성

- 인력공급 부족·불균형을 해소하고, 실무인력의 공급을 실무교육 중심의 현장 맞춤형 체계로 전환할 필요가 제기되고 있음
- 대학을 중심으로 한 이론·실습 교육 및 학위논문 연구 지도를 통한 연구역량 확보 체계와 대형 가속기 시설 및 관련 실험 장치의 실전 경험 확보를 위한 현장실습 및 연수 프로그램을 최대한 활용하여 적재적소에 바로 투입되어 역량을 발휘할 수 있는 전문인력 양성 체계 확립 필요
- 다목적 방사광가속기 구축(‘22~ ‘29) 장치개발이 진행되어 감에 따라 실제 연구 성과를 창출할 이용자 커뮤니티와 빔라인 광학계·검출기 운영 전문 인력의 수요가 크게 증가하므로, 이에 발맞추어 인력 공급 비중을 점차 늘려가는 유연한 수급 체계가 필수적임
- 고에너지 선형가속기를 위한 선행 연구단계에 있는 중이온 가속기 및 양성자 가속기 경우, 가속 장치분야의 인력 양성을 우선적으로 하고, 활용 빔라인 운영에 필요한 인력양성으로 점차적인 증대가 필요

4) 현장 수요를 반영한 전문 교육 체계 필요

- 산·학·연 공동연구 및 기술개발 역량 강화
가속기 장치의 고도화와 산업체 기술 지원을 원활하게 수행하기 위해서는 대학의 교육에만 머무르지 않고, 연구소 및 산업 현장과 연계된 공동연구 기술개발 능력이 필수적임. 현장 테스트베드와 대형 연구시설 인프라를 교육과정에 직접 접목함으로써, 산업계가 즉시 필요로 하는 실질적인 연구개발 역량을 갖춘 인재를 길러내고자 함
- 장치 개발 및 설계를 위해서는 빔물리, 고주파(RF) 시스템, 초전도 장치, 전

자기식, 진공 시스템 등 가속기의 핵심 하드웨어를 설계하고 구현하는 공학적 역량이 필요하며, 해외 기술 의존도를 낮추고 국내 가속기 부품·장치 산업의 글로벌 경쟁력을 높이기 위해, 실무에 즉시 투입 가능한 엔지니어와 연구개발 인재의 지속적인 공급이 뒷받침되어야 함.

- 산업체 연계 강화 : 양성된 인력이 연구소뿐만 아니라 의료용 가속기(예: 암 치료용 양성자/중이온 가속기), 반도체 및 신소재 분석 등 가속기 관련 장치 산업체로 원활히 유입될 수 있는 고용 연계 생태계 구축이 중요

제2절 사업추진근거 및 내용

1. 대형가속기 법적 및 국가계획 내용

[표 1-1] 대형가속기 사업 관련 근거 및 내용

근거		내용
법적 근거 및 국가 계획	대형가속기 구축 및 지원에관한법률 (‘25.09)	- 안정적인 대형가속기 부지(국·공유지) 확보를 위한 국유·공유재산 특례 - 국가 및 지방자치단체는 대형가속기 운영기관등에 국유·공유재산을 대부하는 경우 그 기간을 최대 50년 주기로 갱신할 수 있으며, 대부분 국·공유지 위에 연구시설물을 축조하게 할 수 있다(법 제11조) - 안정적인 대형가속기 구축 및 지원을 위한 정책 추진 기반 마련 - 국가와 지방자치단체는 전문인력 양성·관리 등에 관한 시책을 수립·추진해야 하고, 과기정통부 장관은 전문인력 양성기관을 지정 및 비용을 지원(출연)할 수 있다(법 제6조)
	대형가속기 운영 체제 개선방안(안) (‘17.02)	- 과거의 운영 체제 개선: 공공성 및 거버넌스 개편 (포항 방사광가속기 중심 등) - 공적 관리 강화: 사립대학(포스텍)이 소유·운영하던 포항 방사광가속기의 운영 한계를 극복하기 위해 정부 지원 확대 및 공적 관리 체계로의 정비 필요성이 제기 - 통합 운영 및 협력: 방사광가속기, 양성자가속기, 중이온가속기 등 전국에 산발적으로 구축되는 대형가속기들을 아우르는 종합 연계·협력 시스템을 구축하고, 국가적 공동연구시설로서 투명성과 활용도를 높이고자 했음 - 최신 대형가속기 활용 효율성 고도화 방안 (AI·디지털 기반 전환) - 전략 분야 집중: 바이오(신약·단백질 구조), 반도체(미세소자 영향평가), 이차전지(실시간 내부 변화 분석) 등 국가전략기술 및 기초연구 선도에 직결되는 핵심 분야를 2년마다 발굴·업데이트 - 현장 중심 역량 강화 및 글로벌 협력 - 법·제도 및 인력 정비: 안정적인 운영을 위한 법적 기반을 다지고, 실무 가속기 전문인력의 공급 불균형을 해소하기 위해 취업 연계형 현장 맞춤형 교육 및 인력교류 체계를 도입
	대형가속기 장기 로드맵 및 운영전략(안) (‘20.03.24)	- 국가과학기술자문회의 운영위원회 (2020년 3월 24일) 원안 의결 (국가 가속기별 맞춤형 전략 수립) - 포항 3·4세대 및 다목적방사광가속기: 산업계 활용 확대 및 빔라인 지속 증설 - 경주 양성자가속기: 부품 테스트 및 우주·항공용 반도체 등 산업지원 역량 강화 - 대전 중이온가속기(RAON): 희귀동위원소 생산 및 글로벌 기초연구 거점 안착 - 부산 중입자가속기: 첨단 암 치료 및 방사선 의학 연구 지원
	제4차 기초연구진흥종합 계획 (‘18~’22)	- 가속기를 포함한 대형 연구시설·장비의 차질 없는 구축 및 활용 - 포항 방사광가속기(3·4세대)나 양성자가속기 등 당시 국가가 추진 중이던 대형 연구시설 및 가속기들을 차질 없이 구축하고, 기초과학 및 원천기술 연구의 글로벌 선도 환경을 조성하는 데 초점을 맞추었습니다 - 단순 구축에 그치지 않고, 국내외 연구자들이 공동으로 활용할 수 있는 관련 분야의 연구 허브로 육성

근거		내용
		• 효율적 관리와 종합사업관리(PM) 강화 - 막대한 예산이 투입되는 대형 연구장비 및 가속기 사업의 특성을 고려하여, 사업별 특성에 맞는 종합사업관리계획을 수립하고 구축·관리 체계를 강화하는 내용이 포함
	제6차 과학기술 기본계획 ('26~30)	• 대형 연구시설 고도화 및 성과 창출: 방사광가속기, 중이온가속기 등 국가가 구축한 대형 거대공공연구 인프라들이 첨단 소재, 바이오, 반도체 등 국가전략기술 연구의 원천 데이터와 실험을 뒷받침하도록 활용 효율성을 극대화 • 지역 신규 가속기 추진 연계: 예를 들어 계획 기간 내 구축이 추진되고 있는 다목적방사광가속기(한국새빛가속기,KLS 등)와 같은 지역 거점 대형 인프라 사업들이 지역 주도 성장(5급3특 체계) 및 산·학·연 협력 클러스터의 핵심 축으로 기능하도록 지원

제2장 연구의 내용 및 범위

1. (가속기 인력 관리)

국내 대형가속기 구축·운영·활용을 위한 가속기 분야별 전문 인력 수요 파악, 체계적인 실무교육 과정 지원 방향 및 정책 방안 제시

○ 대형 가속기시설 구축 및 운영을 위해서는 다양한 분야의 전문인력이 필요하며, 가속기 장치 분야 구축·운영과 빔활용을 위한 빔라인 구축·실험 지원에 필요한 연구 및 운영 지원 수요 인력을 파악하여 제시함.

○ 다목적 방사광가속기의 경우 ('22~29년) 구축이 진행되고 있어서 신규 구축에 필요한 전문인력 외에도 운영 인력의 확보가 필요한 상황이므로 이에 대한 수요 파악 수행

○ 중이온 가속기 구축사업은 1단계가 완료된 후 현재는 2단계를 위한 선형 연구가 진행되고 ('22~27)되고 있어 향후 전문인력 수급의 중요성이 더욱 부각되는 상황이므로 이에 대한 수요 파악 수행

2. (대학원 가속기 교육 전문화)

대학원 중심 가속기 및 빔라인 강의·실습 교육을 위해 가속기 연구 시설과 연계한 체계적인 정규 과정 교육 수행 및 학점 취득으로 실무 역량을 갖춘 우수 석·박사 가속기 전문인력 양성 방안 제시

- 대학과 연계한 선순환 구조 체계를 확립하여 장기 인력양성으로 지속적인 전문 인력 수급 대응을 위한 대학원 가속기 교육 과정을 제시함.
- 가속기 전문 교육 프로그램 수행
 - 가속기 정규 과정이 개설된 참여 대학에서 강의 진행
 - 가속기 및 빔라인 설계·구축·운전을 위한 실습 과목 및 심화 교과목 운영으로 참여 대학의 대학원생 수강
 - 가속기 연구 시설을 보유한 기관에서 가속기 현장실습 진행
- 가속기 교육·실습을 통한 석사/박사 학위 논문 연구지도 (방사광 가속기, 중이온 가속기, 양성자가속기) 및 컨소시엄 대학들의 공동운영위원회 운영으로 학생 관리함
 - 참여 학생 선별과 학위논문 연구 및 학생연구 수행 발표회 개최
- 대형가속기 시설과 가속기 교육과정 및 인프라로 대학 간 연계로 우수 인재를 확보하고, 체계적인 가속기 교과목 수립 및 기초 실험 수행, 실무현장 실습 교육 실시 및 산학연 협력 연구를 통한 연구역량 강화 교육 수행 방안 제시
- 가속기 분야 및 빔이용 분야의 대학 컨소시엄 인력양성 사업은 대학 간 학점 교류 및 심화교육 프로그램 (현장실습 등)을 통해 맞춤형 전문인력 양성은 물론, 가속기 개발 및 운영과 빔이용 연구 간의 정보교류가 가능케 함으로써 서로 win-win하며 발전할 수 있는 발판이 되는 실무역량 교육 과정을 포함
- 참여 대학간 컨소시엄 구축 및 협력 체계 강화 방안
 - 공동 운영 위원회 구축·운영
 - 참여 학생 선정, 지원, 졸업 논문 관리 체계 데이터 베이스 수립
 - 분야별 교과목 개설 및 학점 교류 체계 수립
 - 학점 교류 및 학생 파견 협약 체결
 - 교육 및 연구 교류 활성화를 통한 우수 학점 이수자에게 인센티브 제공
 - 교육 및 연구 교류 활성화를 통한 역량 강화 프로그램 개발
 - 단기 심화 교육을 위한 여름학교 개최
 - 가속기 현장실습 교육, 빔라인 현장 실습 교육
 - 대학원생 정기 세미나 및 워크샵 개최

○ 가속기 및 빔라인 기술별 이수 교과목 및 진출분야 (예시)

[가속기 기술별 이수 교과목 및 진출분야]

최종 진출 분야	가속기 기술	이수 교과목	가속기 진출 분야	
			가속기 종류	그룹명
선형 가속기	이온원 /전자총	이온원 및 전자총, 이온원실습	방사광/중이온/ 양성자 가속기	입사기
	고주파	RF 시스템, 고주파 공학, RF 회로설계, 전자회로특론	방사광/중이온/ 양성자 가속기	고주파
원형 가속기	빔진단	빔진단 및제어,빔진단장치실습 데이터처리및분석,신호처리이론, 센서신호처리이론	방사광/중이온/ 양성자 가속기	빔진단
	빔역학	가속기물리, 빔역학, 하전입자빔공학, 양자빔 공학	방사광/중이온/ 양성자 가속기	빔물리
	방사 광원	자유전자레이저	방사광 가속기	빔물리
	제 어	제어실습, 지능제어이론	방사광/중이온/ 양성자 가속기	제어
기반 장치	진 공	진공기술	방사광/중이온/ 양성자 가속기	진공
	전자석, 삽입장치	전자석 및 삽입장치, 전자석실습	방사광/중이온/ 양성자 가속기	전자석
기반 시설	방사선	방사선 계측특강, 방사선물리학, 방사선검출기	방사광/중이온/ 양성자 가속기	방사선
	저온 기술	저온기술, 극저온공학	방사광/중이온/ 양성자 가속기	시설

[빔라인 기술별 이수 교과목 및 진출분야]

최종 진출 분야		이수 교과목	빔라인 진출 분야	
			가속기 종류	그룹명
공통 기초		가속기물리학, 빔역학	방사광/중이온/ 양성자 가속기	빔라인
		가속기 설계 및 빔불안정성	방사광/중이온/ 양성자 가속기	빔라인
		방사광과학, 방사광과학과기술, 방사광과학특론	방사광 가속기	빔라인
	이미징 회절	X선 물리학, 침단X선 기법, 화학기기원리와분석, 나노물질진단기 술, 재료나노구조분석, 재료합성공학, 방사광재료과학 및 응용, 방사광활용자	방사광 가속기	빔라인

빔라인		성연구, 실험방사선생물학2,물리약학특론, 표면물리학,광학기론, 회절광학		
	분광	고체분광학, X-선 흡수분광학, 광전자분광학, 표면물리, 표면화학, 각분해광전자분광,방사광분광현미경, 방사광물성분석기법	방사광 가속기	빔라인
	결정	구조결정학특론, 구조기반신약개발, 물질구조 분석학, 구조생물학,X선 결정학, 결정구조 및 X선 회절, X선 회절과 분석구조, 거대분자X선결정학, 표면 구조 분석,고분자 소재, X선 구조분석,단백질물성	방사광 가속기	빔라인
	산란	재료분석법, 재료분석실험 기기분석특론, 응용전기화학특론	방사광 가속기	빔라인
	빔라인 시스템	빔라인광학계, 빔라인용진단장치, X선광학 및 빔라인설계, 빔라인광학계개론, 빔라인매니저 초청특강, 광학설계, 고급기하광학, 빔라인 진공장치, 빔라인 진단, DAQ	방사광/중이온/양성자 가속기	빔라인
입자 빔라인	중이온 양성자	레이저 및 원자물리학, 레이저광학, 중성자과학개론, 핵계측신호처리특론	중이온 가속기 양성자 가속기	빔라인
	하전 입자	의료영상개론,방사선치료물리학	의료용 가속기	빔라인

3. (취업연계 매칭형 프로그램 운영)

산·학 연계 가속기 교육과정 및 인턴십 등 현장 연구를 통한 매칭형 프로그램 개발에 의한 전문인력 양성 추진으로 가속기 연구기관 및 관련 산업체 채용 연계 방안 제시

- 다양한 분야의 기술이 융합되어 구성되는 가속기 대형연구시설은 국내 연구 인력 및 기술인력 양성과 더불어 산·학연 연계 장치 개발 및 국산화 기술 개발을 연계함으로써 가속기 구축과 유지 및 보수의 해외 의존도를 낮추고, 사업관리에서 고비용, 구축 지연, 운영 중단과 같은 위험 요소에 신속하게 대응할 수 있는 역량 확보를 위해 산·학 연계 교육 과정을 제시함
- 산업체와 협력을 위한 다양한 장치 개발, 시제품 제작, 데이터 측정 및 분석에 관한 맞춤형 협력 프로그램 개발로 전문인력 양성

- 국내 주요 가속기 산업체들의 강점 분야에 대한 산학 협력 및 연구를 통한 전문 인력 양성 방안 제시

	기업명	가속기 분야	소재지	산학 교육분야
1	다원시스	가속기 전원장치 전기장비 제조업	안산	가속기 시스템
2	비츠로 넥스텍	방사선 / 가속기 장치	안산	가속기 시스템
3	노티스	고속데이터 획득장치, 광계측기	안양	빔진단용 전자장비 검출기 신호처리장비
4	모비스	제어 시스템	서울	가속기 제어시스템
5	KAT	초전도 선재, 초전도 가속관	대전	초전도 가속관, 초전도 자석
6	네오시스 코리아	방사능 계측장비	대전	산학협력기술개발
7	비엠아이	방사선 측정기기 진공제품	대전	가속기/방사선기기 커플러/빔진단장치
8	아이티 에스	진공부품/기기	대전	빔진단기술개발
9	네오피온	진공장비 이온주입장치등	대전	진공시스템, 이온소스
10	에이치 엠티	MPS, MLCC IR 측정시스템	포항	제어 시스템
11	금룡테크	전자석	대구	전자석
12	한울	진공장비, 브레이징	청주	고진공장치
13	모션하이테크	진공장비, 광학장치 정밀구동장치	용인	진공-광학장치, 정밀구동장치

[표 2-1. 국내 주요 가속기 산업체 목록]

4. (학·연간 연구 프로그램 구축 및 연수교육 육성)

다목적 방사광가속기 구축 사업단, 중이온가속기 연구소 (2단계 고에너지 구간 구축 사업), 양성자가속기(2단계 고에너지 구간 구축사업) 및 가속기 연구시설과 학·연 장기 연수교육/ 연구 프로그램을 통한 전문인력 양성 방안 제시

- 대학을 중심으로 한 이론·실습 교육 및 학위 논문 연구 지도를 통한 연구역량 확보 체계와 대형 가속기 연구소의 시설 및 관련 실험 장치의 실전 경험 확보를 위한 현장 실습 및 연수 프로그램을 최대한 활용하여 적재 적소에 바로 투입되어 역량을 발휘할 수 있는 전문인력 양성 프로그램 제시
- 경주 양성자 가속기의 경우, 가속기 성능을 200MeV(현 100MeV)으로 고도화하기 위해 핵심 기술 선행연구(~ '28년)를 거쳐 구축사업 추진(' 29~ '33년) 예

정으로, 고출력(고에너지, 고전류) 양성자빔 진단 및 제어 연구, 고출력 고주파시스템연구, 200 MeV 고에너지가속관 연구 등의 핵심 분야에서 전문인력을 선행연구 단계에서부터 양성하기 위한 프로그램 제시

- 포항 3·4세대 방사광가속기의 경우, 노후 빔라인 성능개선(3세대 1기) 및 고수요 빔라인 증설(3세대 1기, 4세대 1기) 추진(‘~29년) 중으로, 활용 활성화를 위한 빔라인 자동화 및 운용 최적화(특히, AI/ML 적용)를 위한 전문 인력 확충 방안 제시
- 현재 2단계를 위한 연구 개발중인 중이온 가속기의 경우, 가장 시급한 분야인 초전도 가속기의 인력 양성을 우선적으로 하고, 가속기 및 활용 빔라인 운영에 필요한 인력 양성으로 확대하는 방안 제시
- 대학은 가속기 구축 및 운영에 필요한 가속기 시스템과 빔활용을 위한 빔라인 시스템에 필요한 이론 및 실습 교과목을 개설하여 교육하고, 대학원생 학위 논문 주제의 전문 분야에 집중된 연구 지도를 주도하고 연구소는 이들의 분야별 장기연수 실습을 통한 교육을 수행하는 프로그램 제시

5. (가속기 글로벌 인재 양성)

우수 대학원생 및 신진 박사후연구생의 국외 가속기 연구소 장·단기 연수로 선도기술 습득, 가속기 및 빔라인 성능향상, 국산화 기술 개발 및 대형가속기 구축 등에 기여할 수 있는 글로벌 인재 양성 방안 제시

- 가속기 인프라 및 교육 과정이 확보된 대학에서 대학원생 및 신진 연구자의 가속기 전문 교육을 바탕으로 한 인력양성 프로그램 운영으로 실무진과 간사로 구성된 운영 위원회를 통해 우수 인력 배출을 위한 지원 체계, 평가 시스템, 교육 시스템 등의 규정 및 절차, 교육 방향 등을 결정하고, 국내외 가속기 및 활용 전문가로 구성된 자문 위원회를 통해 연구개발 방향, 교육 실습 프로그램 등 최상의 인력 양성 체계 확립을 위한 방안 모색

6. (가속기 인력 양성체계 고도화)

우수학생 확보, 교육·실습, 현장 투입, 활용 등 전문 인력 양성의 선순환 체계 확립방안 제시 및 가속기 인력의 공급부족 해소를 위한 가속기 인력 양성체계 고도화 방안 제시

- 대학원 중심의 가속기 및 빔라인 분야의 이론·실습 교육·학위논문 연구지도를 통해 연구 역량을 강화하는 가속기 인력양성 프로그램과 대형 가속기 시설 및 가

속기연구소에서의 현장 실습 및 장기·단기 연수를 통해 가속기/빔라인의 구축·운전을 위한 실전 경험을 확보하기 위한 활용지원 프로그램으로 구성되는 가속기 전문인력 양성의 선순환 체계의 고도화 방안을 제시함

- 가속기 및 빔라인 관련 대학원의 정규 교과 과정 체계에서 석·박사과정 대학원생 및 우수 학부생 교육 및 연구 역량 강화를 통해 가속기 구축 및 운영에 필요한 가속기 설계 및 빔 역학, 전자석 및 삽입장치, 고주파 가속관 시스템, 빔 진단 및 제어 시스템, 진공, 광학 시스템, 빔라인 실험장치 등 분야별 전문 교육 수행
- 산학 연계 학위 논문 연구 지도를 통한 전문지식 습득과 연구 역량을 키우고, 가속기 산업체 중심의 장기·단기의 현장 실습으로 실전 및 문제 해결 능력을 확보함으로써 대형가속기 구축 및 운영에 필요한 전문 인력 양성의 고도화 방안 제시

제3장 국내 대형가속기 및 인력양성 현황

제1절 국내 대형가속기 현황

1. 국내 대형가속기 구축·운영 현황

[표 3-1] 국내 대형가속기 현황

가속기명	사양	활용 분야	종류
3세대 방사광가속기	3 GeV 전자	신소재 물성분석 물리학, 화학, 재료학 단백질 구조연구	원형가속기
4세대 방사광가속기	10 GeV 전자	단분자 단백질(비결정), 살아있는 세포 분석	선형가속기
4세대 방사광가속기	4 GeV 전자	신약개발, 바이오 소재, 차세대 배터리 우주항공소재, 양자기술	원형가속기
양성자가속기	100 MeV 양성자	암 치료 기술 개발, 동위원소 생산	선형가속기
중이온가속기 (‘21년 1단계구축 완료)	200 MeV/u	입자, 핵물리, 원자력, 물성 바이오, 의학	초전도 선형가속기
중입자가속기 (‘27년 구축완료)	430 MeV/u	의학연구, 암치료	싱크로트론

제2절 가속기 전문인력 현황

1. 국내 대형가속기 전문인력 현황

1) 포항 방사광가속기 (3세대, 4세대)

- 포항가속기연구소 전문인력 현황(’26년 6월 기준)

[표 3-2] 포항가속기 전문인력 현황(' 26년 6월 기준)

분야별 인력			현재 인원 (2026.06)	예상 소요 인원 (2028-2033)
합계			240	287
행정			37	41
가속장치 개발/운영	빔운영 제어 진단	박사	14	18
		석사	5	7
		학사 이하	22	25
		소계	41	50
	전자석 전기 전자	박사	4	5
		석사	1	2
		학사	3	4
		소계	8	11
	고주파 기계 진공 초전도	박사	10	11
		석사	10	11
		학사 이하	11	11
		소계	31	33
빔라인 개발/ 운영 /실험	실험 장치	박사	9	13
		석사	8	11
		학사 이하	19	25
		소계	36	49
	실험 및 지원	박사	64	78
		석사	2	3
		학사 이하	1	2
		소계	67	83
방사선 안전		박사	3	4
		석사	6	6
		학사 이하	11	10
		소계	20	20

2) 양성자가속기

○ 양성자과학연구단 전문인력 현황(' 26년 6월 기준)

[표 3-3] 양성자가속기 전문인력 현황(' 26년 6월 기준)

분야별 인력	현재 (2026.06) 인원	2028-2033 예상 소요 인원
합계	52	129

행정	행정		6	8
	기획		1	3
	시설		3	4
가속기 개발/운 영	가속기 및 빔라인 운영	박사	5	21
		석사	2	2
		학사	2	8
		소계	9	31
	기반 장치 운영	박사	3	23
		석사	3	3
		학사	2	2
		소계	8	28
	수요 기반 장치 기술 개발	박사	1	2
		석사	-	2
		학사	-	1
		소계	1	5
	연구 지원	박사	1	2
		석사	-	1
		학사	-	-
		소계	1	3
빔이용 시설 개발/ 운영 /연구	빔이용 시설 운영	박사	2	2
		석사	4	4
		학사	3	9
		소계	9	15
	R&D 연구및 과제 수행	박사	5	10
		석사	-	-
		학사	-	-
		소계	5	10
	성능 개선	박사	4	5
		석사	1	3
		학사	-	-
		소계	5	8
방사선 안전		박사	-	4
		석사	1	5
		학사	3	5
		소계	4	14

3) 중이온가속기

○ 중이온가속기 인력의 2/3가 가속장치와 실험장치 인력으로 구성

- 143명 중 93명(65%)가 가속장치와 실험장치 인력으로 구성
- 1단계 구축완료 후 운영단계로, 가속장치(가속기 개발) 및 빔라인(실험장치) 관련 인력이 61명으로 가장 많음

[표 3-4] 중이온가속기 전문인력 현황(' 26년 6월 기준)

분야별 인력			현재 인원(2026.06) (직무기준)	2028-2033 필요 인원(예상)
행정			27	35
시설			9	9
품질			4	4
가속 기개 발/ 운영	가속기개발	박사	12	12
		석사	7	7
		학사	4	4
		소계	23	23
	빔운영/ 제어/ 진단/ 자석	박사	13	18
		석사	4	4
		학사	1	2
		소계	18	24
	전기 전자 고주파	박사	1	2
		석사	2	2
		학사	0	0
		소계	3	4
	기계/ 진공/ 초전도	박사	3	5
		석사	5	5
		학사	3	42
		소계	11	52
빔라 인 개발/ 운영 /실험	실험 장치	박사	32	57
		석사	6	6
		학사	0	0
		소계	38	63
	실험 및 지원	박사	0	0
		석사	0	0
		학사	0	5
		소계	0	5
방사선 안전		박사	4	4
		석사	2	2
		학사	4	12
		소계	10	18
합계			143	237

4) 다목적방사광가속기

○ 다목적방사광가속기 전문인력 현황(' 26년 6월 기준)

[표 3-5] 다목적방사광가속기 전문인력 현황(' 26년 6월 기준)

분야별 인력			현재 인원(명) (2026.06)	2030 예상 소요 인원(명)
합계			119	150
경영진			2	2
사업운영			22	20
기반시설			11	23
PM			4	4
가속 장치	빔설계/ 운영	박사	4	15
		석사	1	
		학사이하	4	
		소계	9	
	가속기 전력 공학	박사	2	17
		석사	6	
		학사이하	6	
		소계	14	
	가속기 기계 공학	박사	6	15
		석사	5	
		학사이하	3	
		소계	14	
	방사선 안전	박사	3	5
		석사	1	
		학사이하	-	
		소계	4	
빔라인	빔라인 과학	박사	14	20
		석사	3	
		학사이하	3	
		소계	20	
	빔라인 장치	박사	3	18
		석사	1	
		학사이하	11	
		소계	15	
	데이터 분석/ 연구 지원	박사	1	11
		석사	1	
		학사이하	2	
		소계	4	

제4장 가속기인력양성 종합 환경 분석

제1절 가속기 전문인력 양성 정책현황

1. 국내가속기 인력양성 정책현황

1) 과학기술정보통신부의 가속기 인력양성사업 수행('22-27)

- 대형가속기 인력양성 정책은 대학 중심의 가속기 구축 및 활용 빔라인 분야의 이론·실습 교육 및 학위논문 연구지도를 통해 연구역량을 강화하는 가속기 인력양성 프로그램과 대형가속기시설 중심의 현장실습 및 장기·단기 연수를 통해 가속기 및 빔라인의 구축·운전을 위한 실전 경험을 확보하기 위한 활용지원 프로그램으로 구성되는 가속기 전문인력 양성의 선순환 체계를 확립

2) 대형가속기 관련 정책「대형가속기 구축 및 지원에 관한 법률(2025.09)」

- 국유·공유재산 특례 (안정적 부지 확보)

기존에 가속기마다 달랐던 토지 대부 근거를 일원화하고, 안정적인 운영 환경을 조성하기 위해 다양한 특례 마련.

- 정책 추진 체계 및 지원 근거

- 종합시책 및 실태조사: 정부는 대형가속기의 체계적 구축과 지원을 위한 종합시책을 수립·시행해야 하며, 이를 위한 실태조사 실시
- 재정 지원: 국가와 지자체는 원활한 사업 추진을 위해 운영기관 등에 출연금을 지원할 수 있으며, 목적 외 사용 시 이를 회수할 수 있는 규정 포함.

- 전문인력 양성 시책 수립

- 양성기관 지정: 과학기술정보통신부 장관은 전문인력 양성기관을 지정하고, 교육과정 운영에 필요한 경비를 지원할 수 있음. 이를 위해 양성기관은 적절한 교육 시설, 교수요원, 경비 조달 계획 등을 갖추어야 함

3) 대형가속기(방사광가속기, 양성자가속기, 중이온가속기 등)의 운영체제 및 활용 효율성을 높이기 위한 개선 방안은 크게 핵심 과학기술 중심 지원, AI·디지털 기반 운영 고도화, 현장 중심의 역량 강화 및 법·제도적 기반 정비를 중심으로 추진되고 있음

- AI·디지털 기반 가속기 운영 및 실험 체계로 전환

- AI·자동화 기반 장치 운전 최적화: 가속기 장치의 상태를 AI가 스스로 분석하여 최적의 빔 에너지와 운전 조건을 도출하고 자율 제어함으로써, 실험 오작동이나 연구 지연 요인을 최소화함.

- 연구데이터 공유 생태계 조성: 연구데이터 공개 및 공동 활용을 위한 가이드라인과 인프라를 마련하여, 바이오·소재 등 연계 분야의 연구 생산성을 극대화함

○ 현장 맞춤형 인력 양성 및 글로벌 협력 강화

- 실무 인력 교류 및 양성: 가속기 운영 및 빔라인 구축에 필요한 전문 인력의 수급 불균형을 해소하기 위해, 취업 연계형 실무 교육 체계를 도입하고 기관 간 인력 교류 규정 정비

제2절 가속기 전문인력 양성을 위한 가속기 환경

1. 국내가속기 기술환경

1) 차세대 가속기 기술 개요

○ 차세대 가속기의 핵심 개발 방향

- 초고휘도 및 저에미턴스: 전자빔의 품질을 극대화하여 나노미터 이하의 미세 세계를 정밀하게 투시할 수 있는 고품질의 빛(방사광·X선)을 생성.
- 디지털·AI 통합 운전: 빔의 상태를 실시간으로 제어하고 실험 데이터를 자동 분석하는 자율주행형 인프라로 전환

○ 주요 차세대 가속기 기술 및 종류

- 4세대 및 첨단 원형·선형 방사광가속기 개요: 기존 3세대 가속기보다 수백 배 이상 밝고 정밀한 X선을 발생시켜, 원자 수준의 구조 분석과 실시간 화학 반응 관찰이 가능한 장치

○ 차세대 가속기의 주요 활용 분야

- 반도체 및 차세대 소재: 미세 공정 한계를 극복하기 위한 나노 단위 회로 분석 및 신소재 원자 구조 규명
- 바이오 및 신약 개발: 바이오 패치, 단백질 결정학, 바이오 소각산란 등을 통한 생체 분자 구조 분석 및 신약 후보 물질 발굴

2) 차세대 가속기 기술 수준

- 우리나라 차세대가속기 분야의 기술수준은 70.0%, 기술격차는 7.5년으로 후발주자 그룹으로 구분됨

- 가속 장치 설계기술은 있지만 제작 및 운영기술이 부족하며, 적절한 인력 배분의 필요성이 제기됨

[표 4-1] 차세대 가속기 기술수준·격차 분석

국가	기술수준·격차			연구단계 역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	70	7.5	후발	보통	보통	유지
중국	80	4.0	추격	우수	우수	급상승
일본	90	2.0	선도	우수	우수	상승
EU	95	0.5	선도	탁월	우수	상승
미국	100	0.0	선도	탁월	탁월	상승

○ 차세대가속기 분야에서 필요한 국내역량의 우선순위로는 연구 인프라 구축과 전문 인력양성 및 인력 유치가 제시됨

- (인프라 구축) 최첨단 연구를 수행하기 위해서는 관련 인프라 구축이 필수적이며, 세계적인 성능이 유지되도록 지속적인 연구 개발 투자가 필요함
- (전문인력) 국내에서 가속기 분야의 전문 인력을 양성하기 위하여 가속기 분야와 관련된 대학과 연구소에 정부차원의 고도화 사업이 필요한 상황

○ 국내 가속기 기술 수준(70.0%) 및 판단 근거

- 한국은 포항가속기연구소를 중심으로 방사광가속기(PLS-II, PAL-XFEL)와 같은 선도적 시설을 구축·운영하며, 아시아 최초 XFEL을 성공적으로 완공
 - 최근 4세대 원형 방사광가속기 구축 사업이 추진되며, 정부의 정책적 지원과 투자도 점진적으로 확대되고 있음
- 저장링 등 전자가속기 측면은 기술수준이 추격형에 가까우나 중이온가속기 등 이온빔 측면에서는 후발그룹이며 우수인력 확보가 필요함. 구축사업 시작과 동시에 R&D 기술 개발이 병행되고 있어, 고도의 기술이 필요할수록 예산 초과 및 기간 연장이 불가피한 경우가 많고, 전반적인 기술은 발전하였어도 선도 국가의 기술발전을 추격하기에는 역부족인 경우가 많음

3) 국내 가속기 기술 동향 및 정책적 제언

[표 4-2] 국내 가속기 기술동향

국가	강점	내용
한국	- 대형 과제를 통한 적극적인 정부 지원 - 중이온가속기 1단계 구축, 4세대 선형 방사광가속기 구축, 4세대 원형 방사광 가속기 건설을 통해 가속기 시설 관련 투자와 연구가 상승하고 있음 - 전자 가속기, 전자석 등과 같은 일부 분야의 기술수준은 인정 받고 있음 - 가속기 인력양성 사업을 수행하고 있음 - 초전도 가속기 및 차세대가속기 구축 경험 있음	- 국내 산업인프라 및 산업체 기술수준이 공급의 한계로 인해 발전하기 힘든 구조임 - 구축 중심으로 기술개발이 이루어지고 있어 새로운 기술력 확보가 어려운 구조임 - 타 선진국처럼 구축사업과 별개로 꾸준한 R&D 사업을 바탕으로 한 기술개발, 인력확보가 시급함 - 사전 개발연구 및 철저한 준비없이 대규모 사업 추진 (예:중이온가속기) - 대형 연구시설 구축에 연구자들의 집중 토의 및 장기적인 로드맵 부재

※ 출처 : KISTEP 2024년 기술수준평가

[표 4-3] 국내 가속기 기술 향상을 위한 우선순위 및 정책적 제언

구분	국내협력 촉진	국제협력 촉진	인력양성 및 유치	인프라 구축	법·제도 개선	연구비 확대
우선순위	5위	4위	1위	3위	6위	2위
정책 적 제언	국내 협력 촉진	- 국내 가속기 개발 전문 인력은 턱없이 부족하는데 경험과 지식이 뿔뿔이 흩어져있어 새로운 사업에 도움을 줄수 없는 구조. 가속기 전반의 거버넌스나 협력 시스템을 구축해서라도 역량을 모을 수 있는 체계 마련 필요함 - 단순히 중복된 기술 개발을 반복하기보다, 기관별로 축적된 강점을 상호 보완적으로 결집하여 국가 차원의 전략적 로드맵 속에서 통합·협력하는 것이 필수적임				
	국제 협력 촉진	- 가속기 분야는 전 세계적으로 다양한 협력 프레임이 마련되어있고 거의 모든 핵심 기술이 누구에게나 열려져 있기 때문에 이런 시스템에서의 리더십 발휘는 문제 발견과 해결을 통해 다른 나라나 협력에 참여하는 주체들에 주는 도움, 핵심 기술제공, 인력 교류와 공동연구 등 협력 프레임 속의 적극적 참여임 - 국내 가속기 기술 분야는 핵심 전문 인력과 축적된 노하우가 상대적으로 부족하므로, 국제 공동연구·전문가 교류·공동 실험 프로그램 등 다양한 국제 협력 채널을 적극 확대할 필요 있음				
	인력 양성	- 핵심은 우수한 인력유치 및 양성이 가장 중요한 요소라고 판단함. 그리고 가속기 시설 구축기간중 대형 가속기 시설 구축 경험이 없는 리더쉽을 세우는 경우 많은 문제로 이어짐을 중이온가속기 구축에서 경험함 - 가속기 기술 경쟁력 강화를 위해서는 단순 교육 중심의 인력양성과제에서 벗어나 실질적 연구 프로젝트 참여와 현장 훈련을 통해 고급 전문인력을 양성하는 것이 절실함. 해외 우수 인재의 국내 유치를 위한 인센티브·연구 환경개선·국제 공동연구 연계 등 종합적 전략이 필요함				
	인프라 구축	- 새로운 수요에 부응하는 가속기 건설을 위해 새로운 조직을 만들기보다 기존 조직의 역량을 내재화, 수월성 확보와 확장 등 기존 시설 개선과 업그레이드 등을 통한 시설 성능 제고가 먼저 달성되어야 함 - 가속기 분야의 고급 인력 양성과 경쟁력 있는 연구 수행을 위해서는 단순한 교육 시설을 넘어 실험·검증·테스트베드·공동연구 공간 등 통합 인프라 구축이 필요함 - 대형 시설의 효과적인 운영을 위해서는 빔라인 증설, 지속적인 장치 성능 개선을 위한 R&D 서설 등이 반드시 수반되어야 함				

		- 인프라 구축 우선 순위는 과학자들의 치열한 토론으로 결정되어야 함, 미국은 10년 마다 과학자들이 1~2년간 심층 논의를 통해 장기적인 구축 순위를 결정함, 한국은 인프라 구축이 이해관계자들의 요구가 모두 반영되는 타협의 형태로 결정되어 왔음
		- 가속기 건설은 수요에 따라 기술 사양이 결정되는 대형구축사업이라 수요에서 구축과정이 출발하는 상향식전개가 필요함 이에 대한 법적 제도적 개선이 적극적으로 이뤄져야 함 - 국내 가속기 사업단의 국내 가속기 대학과의 연계 연구를 법제도로 의무화하는 것이 필요 - 가속기 기술 분야는 장기간의 연구개발과 대규모 투자가 필수적이므로, 단기 과제 중심의 지원만으로는 한계가 있음, 국가 차원의 지속적이고 체계적인 지원이 가능하도록 법·제도를 정비하고, 안정적 자원 확보와 규제 완화, 민관 협력 촉진 등을 포함한 종합적 제도 개선이 요구됨
	연구비 확대	- 기초·응용 단계 연구에 균형 있는 지원이 필요하다고 생각함 - 인프라 구축에는 상당한 비용이 투자가 됨, 국제 협력을 통해서 해결하기 힘들거나 국제협력이 어려운 경우에는 과감한 투자가 필요함 - 구축사업 중심의 투자에서 선행 R&D를 위한 정책적인 투자 정책이 필요하며 이를 통해 전문인력 양성을 동시에 기여할 것으로 판단됨 - 대형 시설의 구축 완료 후 추가 빔라인 증설, 장비 개선 등의 장치비 예산을 반영하지 않는 경향, 운영비 이외 장치비, 성능 개선을 위한 R&D 비용 등이 반영 필요

※ 출처 : KISTEP 2024년 기술수준평가

제3절 가속기 전문인력 양성을 위한 가속기 대형인프라 환경

1. 국내 대형가속기 인프라 환경

1) 국내 대형가속기 구축현황

[표 4-4] 국내 대형가속기 현황

가속기명	사양	활용 분야	현 황
3세대 방사광가속기	3 GeV 전자 원형가속기	신소재 물성분석 물리학, 화학, 재료학 단백질 구조연구	운영중
4세대 방사광가속기	10 GeV 전자 선형가속기	단분자 단백질(비결정), 살아있는 세포 분석	운영중
4세대 다목적방사광 가속기	4 GeV 전자 원형가속기	반도체·이차전지·신소재·바이오	구축중 ('29년 구축예정)
양성자가속기	100 MeV 양성자 선형가속기	암 치료 기술 개발, 동위원소 생산	운영중
중이온가속기	200 MeV/u 초전도선형가속기	입자, 핵물리, 원자력, 물성 바이오, 의학	운영중(1단계)
중입자가속기	430 MeV/u 싱크로트론	암치료	구축중 ('27년 구축예정)

제4절 가속기 종합환경분석

구분		현황	시사점
가속기 인력 양성 동향	국내	- 대형가속기 구축 및 지원에 관한 법률('25)으로 안정적인 대형가속기 구축및지원과 인력양성을 위한 정책추진 기반 마련. - 가속기 전문인력양성에 대한 프로그램이 과학기술정보통신부 주도하에 진행중 ('22-27) - 방사광가속기 정책은 「제4차 기초연구진흥종합계획(2018~2022)」 및 다목적방사광가속기 구축으로, 효율적 운영을 위한 활용 및 관리 강화 되는 추세 - 중이온가속기는 국제과학비즈니스벨트 내 구축되는 대형 연구장비이며 「국제과학비즈니스벨트 기본계획」을 바탕으로 가속기 구축 사업이 1단계 완료	① 국내의 경우 가속기 구축 운영 인력양성을 위한 사업을 지속적으로 수행함에 있어서 가속기 고도화 인력양성프로그램이 필요한 상황 ② 해외의 경우 가속기 인력양성을 대학과 국립가속기연구소가 상호 연계한 인력 양성을 적극 추진중임
	국외	- (미국) 국립가속기연구소와 대학과 연계를 통한 꾸준한 가속기 인력 양성으로 가속기 전문인력을 배출 - (일본) 문부과학성은 과학기술·학술 정책의 종합적 추진을 바탕으로, 보유하고 있는 가속기의 산·학·관 공동이용 촉진 및 성능향상·보완 등을 계획 - (중국) 고급인력 유지 및 양성으로 풍부한 인력의 확보로 가속기 인력 강국 전략을 꾸준히 추진중	
가속기 기술적 동향	국내	- 우리나라 차세대가속기 분야의 기술수준은 70.0% 기술격차는 7.5년으로 후발주자 그룹으로 구분	③ 해외 가속기기술 대비 국내 가속기 기술 수준은 70%수준으로 아직은 미흡한 상태 ④ 차세대가속기 기술 분야의 국내역량을 올리기 위해서는 가속기 인프라 구축과 전문 인력양성이 필요
	국외	- (중국) 여러 대형 가속기사업에 투자가 진행되고 있으며 가속기 시설 규모와 기술면에서 급성장 - (일본) 다양한 가속장치 개발 연구와 다양한 종류의 가속기 구축을 통해 산업체와 연계 기술 축적 - (EU) 다양한 가속기들 개발을 수행하면서 선제적 기술 보유 - (미국) 정부의 중장기적 투자를 통해 세계 최고 가속기 기술력 보유	
가속기 인프라 동향	국내	- 중이온, 방사광, 양성자 대형 가속기가 다양한 용도의 활용을 위해 구축 및 운영 사업이 진행중임	⑤ 국내경우 가속기 인프라를 구축 운영중임 ⑥ 해외는 국가과학기술 경쟁력 강화를 위한 대형가속기를 적극 구축·운영·개발 중
	국외	- 주요 해외 가속기 선진국은 다양한 대형 가속기에 선제적으로 개발하면서 기초연구를 선도하고 국제과학기술 경쟁력의 우위 확보에 적극적 투자중	
↓ 종합분석			
■ 국내 대형 가속기를 중심으로 가속기 구축 및 운영을 위한 사업이 지속적으로 진행되고 있어, 가속기가 구축된 후 유지/운영뿐만 아니라 국가 차원의 지원이 지속적으로 필요 ■ 국내에서는 가속기 분야의 전문인력을 양성하는 프로그램이 지속적으로 필요하며, 현장 실무인력을 육성할 수 있는 전문 교육 및 인프라 환경의 투자가 지속적으로 요구됨 ■ 결과적으로 가속기 현장 전문교육 강화 및 실무 교육 시스템을 갖추며, 가속기 구축 및 운영 전문인력의 양성을 위한 사업의 고도화가 매우 필요함			

제5장 인력양성및활용지원 고도화사업 추진계획

제1절 사업 실적 분석('22-25)

1. 인력양성사업 인력배출 및 실적 분석

■ 1,2 단계 ('22 ~ ' 25)에서 배출한 139명 졸업생중 123명 취업으로 약 88.4% 취업률을 보이고 있어 **취업률은 높으며**, 취업 미정자는 16명으로 이중 9명은 26년 2월 졸업자임.

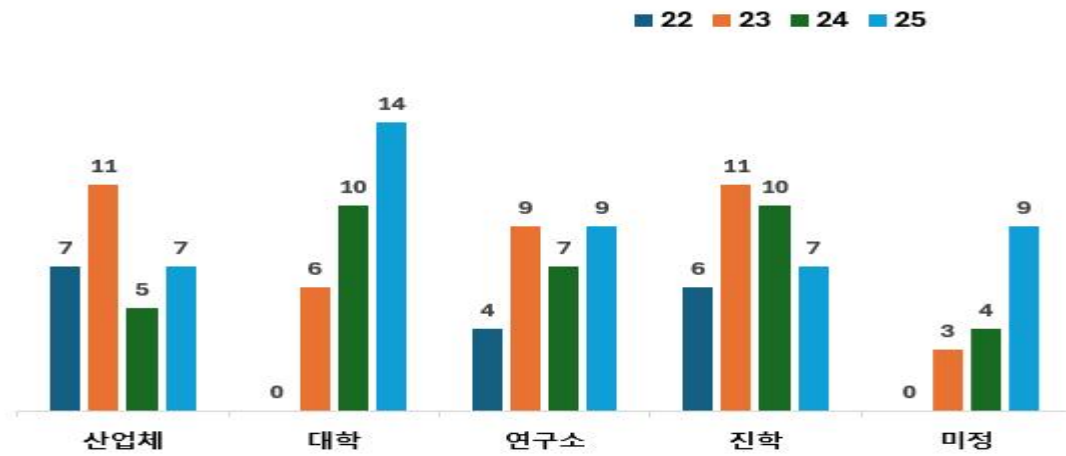
■ 대학, 연구소, 진학자는 93명으로 약 67%를 차지하고 있어서 연구분야 진출율이 높은 경향을 보이고 있음. **대형가속기 프로젝트에 취업한 졸업생들은 대부분 실무를 담당하고 있어** 재학시 가속기/빔라인 교육이 실제적인 가속기 구축 운영 능력 향상에 기여를 하고 있음.

■ 가속기 인력양성사업('22-' 27)의 129명의 석박사 배출 목표는 2단계 ('22-' 25) 에서 139명 배출로 달성을 하였음

■ 졸업생중 국외 연구소 및 대학으로 간 인원은 6명으로 전체 졸업생에서 작은 인원이지만 국외로 가는 포스닥 연구원도 추후 국내 가속기 관련 프로젝트 및 연구소등으로 취업 유도를 위해 취업 공고 사이트 및 안내등을 주관 대학 인력양성 홈페이지에 알림으로 제공하는 시스템을 마련하였음

■ 가속기 분야 전문인력 측면에서 얼마나 기여하였는지를 판단할 수 있는 분석 자료로는 박사 졸업생(57명)의 26년 2월 미정 졸업생(1명)을 제외하면 취업률은 98.2%이며 본인이 연구한 주제로 대학 및 연구소에서 지속적으로 연구를 수행하며 본인의 전공을 있는 졸업생은 49명 (86%)으로써 본 인력양성사업의 취지와 매우 잘 부합되고 있음. (본 사업과 다른 분야의 삼성/LG 같은 대기업 취업자는 박사 졸업생의 취업자중 극히 소수임(5명). 석사 졸업생은 박사과정 진학 및 산업체에 취업을 많이 하고 있음.

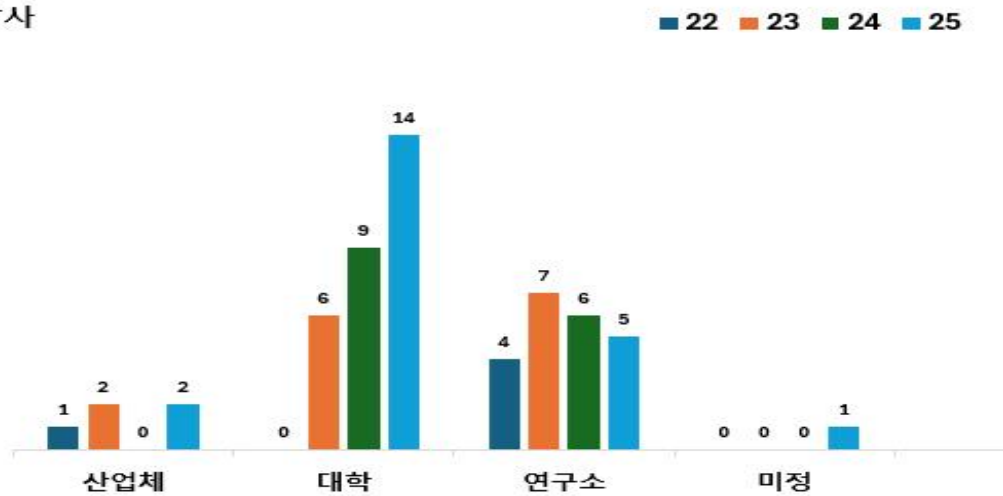
■ 년도별 (22년, 23년, 24년, 25년) 졸업생 및 취업 현황



[그림 5-1] 졸업생의 연도별 취업현황

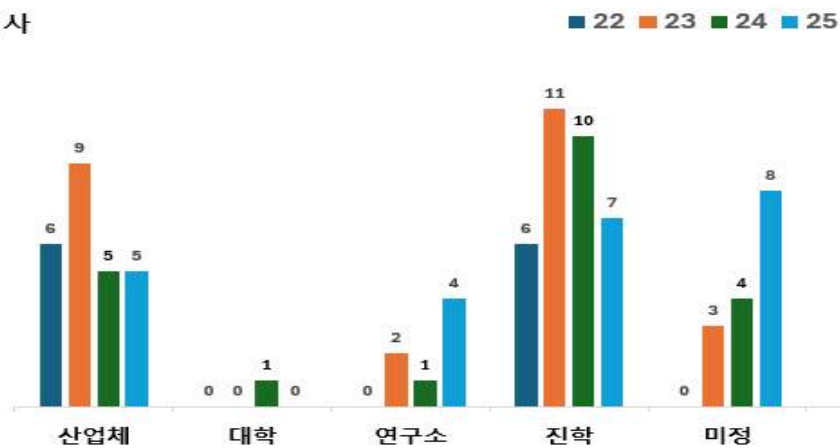
■ 년도별 (22년, 23년, 24년, 25년) 석사/박사별 졸업생 및 취업 현황

박사



[그림 5-2] 박사 졸업생의 연도별 취업현황

석사



[그림 5-3] 석사졸업생의 연도별 취업현황

■ 본 사업 진행으로 얻은 발전적 방향

- 가속기 구축·운영은 단순히 많은 인력과 비용을 투자한다고 그에 비례하여 성공적인 구축, 효율적인 운영이 확보되는 것이 아니라, 핵심 영역 연구전문가의 융합된 공동협력으로 시너지 효과를 발휘할 수 있는 인력 구성과 이를 수행할 인력 배출이 중요하므로 본 인력양성 사업에서는 가속기 및 빔라인 분야에서 단순한 강의 교육만이 아니라 실제적인 교육/연구를 통한 전문가 양성을 하고 있는 것이 특징임
- 국외 가속기 연구소에서 빔 실험을 통한 국제적인 연구 방향과 기술을 습득하여 참여 학생이 연구자 관점에서 지속적으로 발전할 수 있는 계기를 제공하고 있음. 가속기 구축 후에도 운영 및 업그레이드가 필요하므로 장기간 걸친 인력양성 사업으로써 체계적으로 진행되는 특징이 있음
- 국내 가속기 전문인력 현황을 구체적으로 파악하여 전문인력 양성방안과 교육훈련 프로그램을 진행하고 있음. 가속기 인력양성은 대학 중심의 가속기 구축 및 빔라인 분야의 이론·실습 교육과 학위논문 연구 지도를 통한 연구역량을 배양하고, 가속기/빔라인의 구축·운영 투입 전에 실전 경험을 확보하고자 하며, 궁극적으로 가속기 구축·운영단계에 투입되어 역량을 발휘할 수 있는 전문인력 양성의 선순환 체계 확립의 차별성이 있음.
- 가속기 분야 특성상 연구개발 단계에서부터 가속기 사업단과 연계하여 학위과정에 대한 다양한 연구주제를 제공하고, 실험과 실무중심 교육 훈련을 실시하여 경험과 전문성을 갖춘 인적자원을 육성함으로써 연구와 기술개발능력을 향상시키는 교육/연구를 진행하고 있음. 특히 다목적 방사광가속기, 중이온가속기의 가속기 및 빔라인 구축·운영 인력을 양성하는데 본 사업의 주 목표가 있음
- 대학은 가속기 구축·운영에 필요한 가속기 시스템과 빔활용을 위한 빔라인 시스템에 필요한 이론 및 실습 교과목을 개설하여 교육하고, 전문분야에 집중된 연구 지도를 하는 교육으로 진행되고 있음. 이러한 교육을 통해 방사광가속기, 중이온가속기등으로 채용이 현재 이루어지고 있음.

2. 활용지원사업 인력배출 및 실적 분석

- 포항 가속기연구소에서 (‘22-’ 26년 9월) 년 인원 60명의 포스닥 채용 (2년간 지원자 포함 34명) 중이 있었으며 포스닥 종료후 포항가속기연구소

의 정규직 연구원으로 채용된 인원은 13명으로 채용으로 이어지는 선순환 체계성은 높음

- 포스닥 종료후 채용 분야는 가속장치 2명, 빔라인실험장치 11명으로 실험 장치분야의 인력보강에 기여를 하고 있음

[표 5-1] 포항가속기연구소 활용지원 실적

연도	포스닥 지원 인원수(명)		구분	포스닥시 업무 분야 (가속기, 빔라인)	포스닥 종료후 채용처
		신규 채용			
2022	8	8	신규	경X선 산란	PAL
			신규	빔물리	고려대(세종)
			신규	MX	경북대
			신규	플라즈마 물리	포스텍
			신규	빔물리	PAL
			신규	X-선 분광학	DESY
			신규	전자빔 모듈레이션 레이저	PAL
			신규	검출기 장치개발	PAL
2023	15	10	기존	경X선 산란	PAL
			기존	MX	경북대
			기존	X-선 분광학	DESY
			기존	전자빔 모듈레이션 레이저	PAL
			기존	검출기 장치개발	PAL
			신규	펨토초 X-ray Scattering(FXS)	PAL
			신규	빔물리	PAL
			신규	빔물리	PAL
			신규	빔라인 활용	PAL
			신규	결맞음 X선 이미징	PAL
			신규	펨토초 연X선 공명 산란	PAL
			신규	각도 분해 광전자 분광학	PAL
			신규	광전자 분광학	PAL
			신규	fs-THz	KBSI
			신규	X-선 단결정 결정학	PAL

2024	14	4	기존	검출기 장치개발	PAL
			기존	펄초 X-ray Scattering(FXS)	PAL
			기존	빔물리	PAL
			기존	빔물리	PAL
			기존	빔라인 활용	PAL
			기존	결맞음 X선 이미징	PAL
			기존	펄초 연X선 공명 산란	PAL
			기존	각도 분해 광전자 분광학	PAL
			기존	광전자 분광학	PAL
			기존	X-선 단결정 결정학	PAL
			신규	방사광 응용	삼성전자
			신규	경X-선 산란	삼성전자
			신규	선형가속기	PAL
			신규	전자석 개발 지원	(과약 불가)
2025	11	7	기존	X-선 단결정 결정학	PAL
			기존	방사광 응용	삼성전자
			기존	전자석 개발 지원	(과약 불가)
			기존	결맞음 X선 이미징	PAL
			신규	MX	(현재 지원프로그램 진행중)
			신규	연X-선 Microscopy	AICT
			신규	결맞는 회절 이미징	(현재 지원프로그램 진행중)
			신규	광전자 분광법	(과약 불가)
			신규	XRD	KBSI
			신규	XRD	(현재 지원프로그램 진행중)
			신규	빔진단	(현재 지원프로그램 진행중)
2026	12	5	기존	MX	(현재 지원프로그램 진행중)
			기존	연X-선 Microscopy	AICT
			기존	결맞는 회절 이미징	(현재 지원프로그램 진행중)
			기존	광전자 분광법	(과약 불가)
			기존	XRD	KBSI
			기존	XRD	(현재 지원프로그램 진행중)
			기존	빔진단	(현재 지원프로그램 진행중)
			신규	XAFS	(현재 지원프로그램 진행중)
			신규	광전자분광	(현재 지원프로그램 진행중)
			신규	X-선 회절	(현재 지원프로그램 진행중)
			신규	EUV 가속기 빔라인 실험	삼성전기
			신규	SAXS	(현재 지원프로그램 진행중)

■ 중이온 가속기연구소에서 ('22-' 26년 9월) 년 인원 11명의 포스닥 채용 (3년간 채용자 1명, 2년간 채용자 3명, 1년간 채용자 2명)이 있었으며 포스닥 종료

후 연구소의 정규직 연구원으로 채용된 인원은 5명으로 채용으로 이어지는 선순환 체계성은 높음

■ 포스닥 종료후 채용 분야는 가속장치 1명, 실험장치 3명, 방사선 1명으로 실험장치분야의 인력보강에 기여를 하고 있음

[표 5-2] 중이온가속기연구소 활용지원실적

년도	포스닥 채용 인원수	신규 채용 인원	포스닥 시 업무 분야 (가속기, 빔라인)	포스닥 종료후 채용처	비 고
2022	1	1	실험장치(EBIS)	-	
2023	2	1	실험장치(EBIS)	중이온가속기연구소	‘23.10.16.자 정규직원 임용
			실험장치(MMS)	-	
2024	3	2	실험장치(NDPS)	-	
			가속기(빔 진단)	-	
			실험장치(KoBRA)	중이온가속기연구소	‘24.7.16.자 정규직원 임용
2025	4	2	가속기(빔 진단)	중이온가속기연구소	‘25.3.1.자 정규직원 임용
			실험장치(NDPS, KoBRA)	중이온가속기연구소	‘25.3.1.자 정규직원 임용
			방사선계측시스템	중이온가속기연구소	‘25.9.1.자 정규직원 임용
			실험장치(RI생성장치)	-	
2026	1	0	실험장치(RI생성장치)	-	활용 중

제2절 가속기인력 수요분석

1. 가속기 전문 인력 수요 현황

2. 전문인력 현황 및 수요 분석 결과

- 포항 방사광가속기의 미래 수요 인력은 가속장치 개발/운영등 14명, 빔라인 개발/운영/실험등 분야 29명이 필요하며 (포항가속기연구소 제공)이 중 60% 가량의 (약 25명) 신진인력을 양성하여 구축 완료 및 안정적인 운영에 필요한 인력을 확보하고자 함.
- 중이온 가속기의 미래 수요 인력은 가속장치 개발/운영 분야등 56명, 빔라인 개발/운영/실험 분야등 30명 (중이온가속기연구소 제공)으로, 이들 신규 수요 중 약 60% (약 52명)를 본 사업에서 양성하여, 구축 및 안정적인 운영에 필요한 인력을 확보하고자 함
- 양성자 가속기의 미래 수요인력은 가속장치 개발/운영 분야등 58명, 빔라인 개발/운영/연구 분야등 14명 (양성자과학연구단 제공)으로, 이들 신규 수요 중 약 60% (약 43명)를 본 사업에서 양성하여, 구축 및 안정적인 운영에 필요한 인력을 확보하고자 함
- 다목적 방사광 가속기의 미래 수요인력은 가속장치 개발/운영 분야등 23명, 빔라인 개발/운영/연구 분야등 10명 (다목적 방사광가속기사업단 제공)으로, 이들 신규 수요 중 약 60% (약 19명)를 본 사업에서 양성하여, 구축 및 안정적인 운영에 필요한 인력을 확보하고자 함
- 따라서 방사광, 중이온, 양성자 가속기의 수요인력은 234명으로 (가속장치 141명, 빔라인 93명으로 가속장치:빔라인 수요는 약 6:4 가량임)으로 본 인력 양성사업에서 이중 60% 가량인 140명의 석·박사 인력을 배출하고자 함
- 가속기 인력양성 사업을 통하여 배출될 석사 및 박사학위 졸업생은 총 140명, 석사과정으로 입학한 대학원생 중 일부는 박사과정으로 진학하여 박사학위를 취득한 경우도 포함
- 현재 국내 가속기 전문인력 현황을 살펴보면 연구원 및 기술원이 약 460여명으로 (행정인력 제외) 파악되었다. 분야별로 살펴보면, 가속 장치 구축 분야 뿐만 아니라, 구축된 시설의 이용을 효율적으로 활용하기 위한 빔라인 및 실험 장치지원 운영 인력도 향후 많이 필요한 것으로 나타났다.

구 분	방사광 가속기 분야	중이온 가속기분야	양성자 가속기 분야	인원(명)
가속장치분야	37	56	58	141
빔라인분야	39	30	14	93
인원(명)	76	86	72	234

[표 5-1: 가속기 분야별 수요 인원]

* 향후 소요 인력이며 이 중 60%를 본 사업의 가속기인력양성 인원(140명)으로 산정

제3절 사업추진 방향 및 내용

1. 사업의 추진방향 도출

○ 가속기 인력 수요 현황과 현장의 수요를 구체적으로 파악하여, 실효성 있는 맞춤형 교육훈련 프로그램을 개발하는 데 목적이 있다. 특히 인력의 전문성과 현장 투입 효율성을 극대화하기 위해, 양성 트랙을 ‘가속장치 전문분야’와 ‘빔라인 전문분야’로 이원화(Two-track)하여 세부 전공별 맞춤형 양성 체계를 구축하고자 한다. 대학은 이론 교육과 학위논문 지도를 통해 핵심 연구 역량을 배양하고, 가속기 연구소는 현장 실습 및 연수 프로그램을 제공하여 대학원 학위과정 중 실전 경험을 축적할 수 있도록 지원한다. 결과적으로 연구개발 초기 단계부터 가속기연구소와 대학이 긴밀히 연계된 다양한 진로 경로를 제공하고, 특화된 실무 중심 교육을 실시함으로써, 수료자가 즉각적으로 각 가속기 연구소 현장의 적재적소(가속장치 개발·운영 및 빔라인 구축·운영)에 투입되는 가속기 전문인력 양성의 선순환 생태계’를 확립하는 것이 본 사업의 최종 추진 방향이다

■ 맞춤형 진로 비전 제시 및 우수 인력 유입 체계 구축

전문인력 양성에 있어 가장 근본적인 과제는 우수 이공계 인력의 가속기 분야 유입이다. 이를 위해 인턴십, 연수지원 제도를 확충하는 한편, 양성된 인력이 장비 구축부터 운영, 성능 향상에 이르는 전주기적 과정에서 명확한 비전과 취업 진로를 가질 수 있도록 실효성 있는 경력 개발 지원 프로그램이 수립되어야 한다.

■ 이원화 트랙(Two-track) 기반 융합과학기술 교육 인프라 지원

가속기 설계 및 구축은 물리학과 첨단 공학 기술이 결합된 대표적인 학제 간 융합 분야이다. 따라서 ‘가속장치 분야’와 ‘빔라인 분야’로 세분화된 양성 트랙별 특성에 맞춰 융합 교육에 필요한 특화 교육 기자재 및 실습 환경을 구축할 수 있도록 정책적 지원이 요구된다. 대학은 이를 바탕으로 기초과학과 공학 기술을 아우르는 융합형 교육 프로그램을 적극 추진해야 한다.

■ 대형 가속기 연구소 연계 기반의 현장 실무 훈련 체계화

포항·청주(광원 빔라인) 및 경주·대전(입자 빔라인) 등 실제 대형 가속기 인프라를 보유한 기관과의 협력을 통해 학·연 전문인력 실무훈련, 연·산 기술전문인력 교육훈련 등 현장 밀착형 통합 실무 교육이 이루어질 수 있도록

주관 교육 기관에 대한 지원을 강화해야 한다.

■ 세부 직무별 수요 예측 및 맞춤형 인력 수급 D/B 구축

대형 국가 사업의 단계별 추진 일정에 맞추어 매년 필요한 인력을 적재적소에 활용하는 것이 매우 중요하다. 이를 위해 가속장치 및 빔라인(광원/입자) 등 세부 분야별 인력 현황과 적정 수요를 정밀하게 파악하고, 체계적인 수급 전망 D/B를 구축하여 데이터에 기반한 효율적인 인력 관리가 이루어지도록 제도적으로 뒷받침해야 함

○ 가속기 구축 및 운영 전문인력 양성 지원 방향

■ 산·학·연 협력 및 수요 기반 인프라 구축

국가 대형가속기 연구진·대학 교류회 개최: 국가 대형가속기 실무 연구진과 대학이 함께하는 교류회를 통해 신규 연구 주제를 발굴하고 실질적인 공동 연구 기회 창출

■ 현장 밀착형 및 글로벌 실무 역량 강화

현장 상주형 실무 프로젝트: 대학원생들이 국내 주요 가속기(방사광·양성자·중이온가속기 등) 현장에 직접 상주하며 실전 구축 및 운영 프로젝트를 수행하는 몰입형 프로그램 진행

2. 사업의 추진전략

○ 향후의 인력 양성은 가속기시설의 구축과 운영에 즉시 투입 가능한 '현장 실무형 인재' 배출 필요

- 체계적인 실험·실습 중심 교육과정에 기반한 석사, 박사급의 전문인력 확보가 시급하며, 장기적으로는 전문인력 양성의 선순환 구조 확립을 통해 체계적인 인력 수급 필요 : 방사광가속기, 중이온가속기 등 실제 연구 현장의 장비와 대학 내 가속기 테스트베드를 연계한 실무 실습을 의무화함

○ (전문인력 양성의 선순환 체계 확립)

- 인력양성사업은 단순한 교육 지원을 넘어, 우수 인재의 유입부터 교육·훈련, 현장 투입, 그리고 채용으로 이어지는 지속 가능하고 완결된 '선순환 생태계'를 구축하는 것을 최종 목표로 함.
- 대학의 체계적인 정규 교과목 및 기초 실험 --> 가속기 연구소의 현장실습 및 상주 프로그램 --> 산·학·연 협력 연구를 통한 실전 연구역량 강화의

단계별 육성 체계 가동으로 체계적인 역량 강화

- (연구소 연계 기반 현장실무 인재 양성) 대학 강의실 중심의 제한적인 인프라 환경을 극복하기 위해, 실제 운영 중인 대형 가속기를 보유한 연구소와의 유기적이고 상시적인 연계 체계를 구축하여 현장 밀착형 실무 교육을 실현하는 것이 필수적임

- (산학연 연계) 산학연 연계 강화를 통한 가속기 기술 자립

대형 가속기 시설은 첨단 기술이 집약된 거대 복합 시스템으로, 해외 의존도를 낮추고 기술 주권을 확보하는 것이 국가적 과제며 산·학·연의 유기적인 연계를 통해 구축부터 운영·유지보수까지의 전 과정을 내재화함으로써, 고비용 구조를 개선하고 운영의 안정성을 극대화함

- (주요 가속기사업별 시기·수요 맞춤형 인력 양성 전략)

- 다목적 방사광가속기 (구축 기간: 2022년~2029년)

- 단계별 맞춤형 인력 공급 로드맵:

- : 전반기(구축단계): 빔을 안정적으로 만들어내고 가속하는 ‘가속장치 구축 분야’의 전문 인력 양성에 우선순위를 두고 집중 공급

- : 후반기(운영단계): 가속된 빔을 이용해 첨단 실험을 수행하고 데이터를 분석하는 ‘빔라인 분야의 전문 인력 양성 비중을 점진적으로 확대

- 중이온 및 양성자가속기 (현재 2단계 선행연구 진행 중)

- 현재 진행 중인 2단계 선행연구와 연계하여, 현장에서 가장 시급하게 요구되는 핵심 기술 분야의 인력 양성을 최우선 과제로 삼아 투입

제4절 인력양성사업의 범위 및 내용

1) 인력양성 사업의 규모

- 대학원-연구소 연계형 전문인력 양성 체계 확립 : 대학원이 지닌 ‘심층적 이론·학위 연구 역량’과 가속기연구소가 지닌 ‘거대 인프라 기반의 실전 현장 경험’을 하나의 유기적인 파이프라인으로 결합하며 이를 통해 학위 취득과 동시에 현업 투입이 가능한 완성형 인재 배출

- 가속기연구소 및 대학간 정기적인 교류 워크숍을 개최하여 현장의 기술적 난제와 수요가 반영된 신규 융합 연구주제를 지속적으로 발굴함. 이를 바탕으로 산·학·연 공동연구 기반의 학위논문 지도를 위한 환경을 마련하고, 학생

들이 연구소에 장기 체류하며 실제 대형 장비를 운용하는 현장 밀착형 실습을 병행하여 실전 문제해결 능력을 극대화함

- 연구소 체류형 실무 교육을 통해 양성된 인력이 가속기 운영 및 빔라인 시설의 전담 인력으로 확실하게 취업될 수 있도록 연계하여, 결과적으로 가속기 분야로 우수 인재가 지속 유입되는 선순환 구조를 구축함
- 대학 연계 인력양성은 대학원 학위과정과 국내 대형가속기 연구소의 현장 수요를 연계하여, 학생이 실제 가속기 구축·운영·활용 연구에 참여하면서 학위논문과 실전 경험을 동시에 확보하도록 하는 장기·단기 연수 프로그램으로 운영한다.
- 장기 현장연수는 석사과정 3~6개월 이상, 박사과정 1년 이상을 권장하며, 단기 현장실습은 회당 1주 과정으로 연 2회 운영한다.
- 지원 분야는 가속장치, 빔라인, 활용연구, 방사선안전, 산업체 지원 및 데이터·AI 분야로 구분하되, 참여 연구소별 장치와 운영 특성을 반영한다.

구분	규모 및 운영 기준	비 고
참여 연구소	포항가속기, 중이온가속기, 양성자가속기, 다목적방사광가속기 4개 기관	
참여 대학	15개 내외	
참여 대학원생	100명/년	
석·박사 배출	석사 50명, 박사 90명, 총 140명	
장기 현장연수	석사 3~6개월 이상, 박사 1년 이상 권장	
단기 현장실습	연 2회 이상, 회당 1주	
공동연구 세미나	연 5회 이상	
활용지원 연계	박사 배출자의 50% 이상 연계 목표	

[표 5-5: 인력양성 규모 및 내용]

	'28	'29	'30	'31	'32	'33	합 계
참여 학생	100	100	100	100	100	100	600
석사 배출	4	10	10	10	9	7	50
박사 배출	12	16	16	17	16	13	90
배출 합계	16	26	26	27	25	20	140

[표 5-6: 연차별 참여학생 및 배출 인력 목표]

연차별	소요 인원	'28	'29	'30	'31	'32	'33	합계
포항 가속기	석사		1	1	1	1	1	5
	박사	2	2	2	2	2	1	11
	소계	2	3	3	3	3	2	16
포항 빔라인	석사			1	1	1		3
	박사	1	1	1	1	1	1	6
	소계	1	1	2	2	2	1	9
중이온 가속기	석사	1	3	2	2	2	2	12
	박사	3	3	3	4	4	4	21
	소계	4	6	5	6	6	6	33
중이온 빔라인	석사	1	1	1	1	1	2	7
	박사	2	2	2	2	2	2	12
	소계	3	3	3	3	3	4	18
양성자 가속기	석사	1	2	2	2	2	1	10
	박사	2	3	3	3	3	3	17
	소계	3	5	5	5	5	4	27
양성자 빔라인	석사	1	1	1	1	1	1	6
	박사	1	2	2	2	2	1	10
	소계	2	3	3	3	3	2	16
다목적 가속기	석사		1	1	1			3
	박사	1	2	2	2	1		8
	소계	1	3	3	3	1		11
다목적 빔라인	석사		1	1	1	1		4
	박사		1	1	1	1	1	5
	소계		2	2	2	2	1	9
합계	석사	4	10	10	10	9	7	50
	박사	12	16	16	17	16	13	90
	합계	16	26	26	27	25	20	140

[표 5-7: 가속기별 연차 석·박사 수요 예상인원]

2) 맞춤형 정규 전문 교육 프로그램 내용

○ (세부 분야별 맞춤형 교육과정)

- 가속기설계 : 빔궤도 계산, 빔안정성 분석 및 최적화 설계 역량 배양
- 빔진단 및 제어 시스템 : 빔의 전류, 위치, 크기 등을 실시간으로 측정하고 제어하는 초정밀 계측 및 소프트웨어 제어 기술 숙달
- 진공 및 광학 시스템 : 극고진공 환경 구축 및 X선·적외선 등 방사광을 시료까지 손실 없이 유도·집광하는 광학계 설계 역량 확보
- 실험장치 및 응용 기술: 빔라인별 검출기, 시료 환경 장치 구축 및 이를 활용한 실험 데이터 획득·분석 실무 교육 수행

○ (대학에서 가속기 및 빔라인 과목 개설) : 가속기 및 빔라인 설계·구축·운영을 위한 실습 과목 및 심화 교과목 운영으로 참여대학의 대학원생 수강

교육분야	학과목 (3학점/과목)	교육 내용
가속기	가속기 물리학 1	가속기의 역사, 원리, 종류 및 특성, 가속기의 활용, 기초빔물리
	가속기 물리학 2	하전입자의 고주파 가속, 빔의 전자기장 해석 및 빔의 동역학
	빔 역학 1	선형 빔광학, 빔 불안정성
	빔 역학 2	비선형 빔광학, 빔발생, 빔인출
	진공 기술	가스 분자역학, 가스-표면 상호작용, 진공장비용 물질, 진공의 측정
	RF 시스템	가속공동, 고주파 전파의 특성, 발생, 제어 및 도파, 고출력 RF 장치 설계
	전자석 및 언듈레이터	2극, 4극, 6극자석 및 언듈레이터설계, 자석전원장치, 자장측정
	초전도 저온 기술	헬륨 액화/냉동기술의 원리 및 설계, 저온유지장치의 설계, 초전도 장치 응용
	빔진단 및 제어	빔 계측 방법 및 장치, 가속기제어 시스템 설계, 타이밍 시스템, 제어 소프트웨어
	초전도 가속관	중이온 가속기 및 방사광 가속기의 가속관 연구
	방사선 검출기	물질 내에서 입자의 반응, 각종 검출기의 원리 및 응용, 검출기 신호처리
	데이터 처리 및 분석	데이터 분석 방법, 통계 및 확률, 통계 오차 및 실험 오차
	선형가속기	선형가속기 설계
	원형가속기	부스터링 및 저장링 설계
	입사기	기초 플라즈마 물리, 전자빔 발생장치, 양성자 및 중이온 빔 발생장치
빔라인	방사광과학	다른 다양한 분석법과 비교하면서 방사광을 이용한 분석법의 특징 및 임팩트 있는 방사광 활용을 위한 기초학습
	X선 결정학	결정에 의한 산란 회절 현상 및 응용
	X선 분광학	X선 흡수 및 형광 X선 발광을 이용한 연구
	X선 산란개론	X선의 산란, 위상, 굴절, 전파 등을 이용해 물질 내부를 가시화를 위한 원리 및 응용
	빔라인광학계	빔라인 빔광학계 설계
	빔라인 진단장치	빔라인 진단 장치 설계 및 운용
실습	빔라인장치.제어실습	빔라인 구성품 및 제어 운용
	이온원 실습	전자총 및 중이온 이온원 장치 운용 실습
	RF 시스템 실습	고주파 시스템 운용 실습
	전자석 자장측정 실습	전자석의 자기장 측정 실습
	진공 장치 실습	고진공 장치 운용 실습
	소형 가속기 운전실습	소형 가속기 종합 운전 실습

[표 5-8 : 가속기 교육 및 실습 교과목 개설]

○ (대학에서 가속기 및 빔라인 현장실습 개최)

- 가속기 테스트 베드를 활용한 현장 실습 (1주) 진행

구분 (방사광, 중이온, 양성자 가속기)		'28	'29	'30	'31	'32	'33	합계
현장 실습	빔 진단 시스템	6	6	6	6	6	6	36
	빔 물리	6	6	6	6	6	6	36
	고주파 시스템	6	6	6	6	6	6	36
	빔광학계 설계	6	6	6	6	6	6	36
	초전도 가속관	6	6	6	6	6	6	36
	제어 시스템	6	6	6	6	6	6	36
소계		42	42	42	42	42	42	252

○ (대학에서 여름학교 (스쿨) 개최)

- 대학에서 가속기 및 빔라인 분야 여름학교(스쿨) 개최
가속기 스쿨(1주) 및 빔라인 스쿨 (1주)중 참여 1회 (참여학생 선택)

구분 (방사광, 중이온, 양성자 가속기)			'28	'29	'30	'31	'32	'33	합계
스쿨	가속기 스쿨 (1주)	빔 진단장치	10	10	10	10	10	10	60
		빔물리	10	10	10	10	10	10	60
		고주파시스템	10	10	10	10	10	10	60
		제어시스템	10	10	10	10	10	10	60
	빔라인 스쿨 (1주)	빔라인 장치	10	10	10	10	10	10	60
		빔라인 설계	10	10	10	10	10	10	60
		빔라인 운영	10	10	10	10	10	10	60
		빔라인 데이터분석	10	10	10	10	10	10	60
소계			80	80	80	80	80	80	480

3) 장기 현장연수 프로그램 (학위논문 연계)

- 가속기 교육·실습을 통한 석사/박사 학위 논문 연구지도 (방사광 가속기, 중이온 가속기, 양성자 가속기)로 전문 인력 배출
- 세부 추진내용
 - 가속장치 구축·운영연수 (연구소)
 - 분야: 빔물리·빔동역학, 이온원·전자총, RF·고주파, 초전도·극저온, 자석·전원, 진공·정밀기계, 빔진단·계측, 제어·DAQ·인터록

- 대상: 석사·박사·석박사통합과정 학생, 박사수료생
- 운영: 석사과정은 3개월 이상, 박사과정은 1년 이상 권장

■ 빔라인 설계·운영 연수 (연구소)

- 빔라인별로 대학원생과 연구소 멘토를 매칭하여 설계, 정렬, 운전, 이용자 실험지원, 데이터 획득 및 분석을 수행한다.
- 분야 : 방사광 빔라인, KoBRA·NDPS 등 중이온빔 활용 빔라인, 양성자·중성자 활용시설, 이온빔·분석장비
- 대상: 석사·박사·석박사통합과정 학생, 박사수료생
- 운영: 석사과정은 3개월 이상, 박사과정은 1년 이상 권장

■ 빔라인 실험 연수 (연구소)

- 가속기 기반 실험의 잠재이용자를 육성하고 실제 연구과제로 참여하여 실험기획부터 결과 도출까지 전 과정을 수행한다.
- 분야: XRD, SAXS, XAFS, Imaging, PES, AP-XPS, 핵물리·응용연구, 재료·반도체·우주부품 조사시험
- 대상: 석사·박사·석박사통합과정 학생, 박사수료생
- 운영: 석사과정은 3개월 이상, 박사과정은 1년 이상 권장

■ 빔라인·실험장치개발 연수 (연구소)

- 분야 : 광학설계, 검출기·센서, 시료환경, 제어·DAQ, 인터록, 유틸리티, 정밀기계
- 대상: 석사·박사·석박사통합과정 학생, 박사수료생
- 운영: 석사과정은 3개월 이상, 박사과정은 1년 이상 권장

■ 방사선 안전 및 산업체 연수 (연구소, 산업체)

- 가속기는 방사선 발생장치로, 방사선안전 분야 관리자 및 관련 업무를 수행할 전문인력 필요
- 분야 : 방사선 계측, 차폐, 선량평가, 안전해석, 기업 시료분석, 기술상담, 분석 프로토콜 표준화

○ 참여 연구소별 현장실습분야

- 포항가속기 : 저장링 및 선형가속기 운전, PAL-XFEL 기반 X-선 실험, 방사광 빔라인 운영, X-선 광학계·삽입장치·검출기·시료환경 장치,

XRD · SAXS · XAFS · Imaging · PES · AP-XPS, 데이터 분석 및 자동화

- 중이온 가속기 : ECR 이온원, RFQ, 초전도 선형가속기, RF 시스템, 초전도 가속관 · 극저온 시스템, 빔진단 · 빔제어, EPICS 기반 제어, SCL3 운전 및 SCL2 개발연구, KoBRA · NDPS 빔라인, 희귀동위원소빔 활용연구
- 양성자가속기 : 가속기 운전, 중성자 · 방사선 조사시설 활용, 방사선 계측 · 차폐 · 선량평가 · 안전해석, 표적 및 방사선 영향평가, 반도체 · 우주부품 · 재료 조사시험, 산업체 방사선 이용
- 다목적방사광가속기 : 첨단 분석장비 운용, 이온빔 기반 분석, 방사광 연계 분석, XPS · TEM · FIB · 질량분석 · 표면분석, 산업체 시료 분석, 분석 프로토콜 표준화, 다목적 방사광가속기 활용지원

○ (가속기세부장치-참여전공 연계)

장치·분야	참여 전공 분야	주요 교육·연구 내용
빔물리·빔동역학	물리, 원자핵, 가속기과학	빔 수송, 에미턴스, 궤도해석, 시운전 해석
이온원·전자총	물리, 전기전자, 플라즈마	ECR 이온원, 전자총, 플라즈마, 빔 인출
RF·고주파	전기전자, 전파, 물리	RFQ, LLRF, 고주파 증폭기, RF 제어
초전도·극저온	기계, 재료, 물리	초전도 공동, cryomodule, 냉각, 열해석
자석·전원	전기, 전력전자, 기계, 재료	dipole, quadrupole, 전원 안정화, 자장 측정
진공·정밀기계	기계, 재료, 화학공학	초고진공, 정밀정렬, 열변형, 표면처리
빔진단·계측	전기전자, 물리, 제어계측	BPM, Faraday cup, profile monitor
제어·DAQ·인터록	컴퓨터, 전기전자, 제어계측	EPICS, DAQ, MPS, 인터록, 자동화, timing
빔라인 광학	물리, 광공학, 재료	X-선 광학, monochromator, mirror, focusing
검출기·센서	물리, 전자, 반도체	X-선·입자검출기, timing detector
데이터·AI	컴퓨터, 데이터사이언스, AI	빔 데이터 분석, 자동 피팅, AI 기반 운전

○ 연구소-대학 연계 내용

- 대형가속기와 대학원 컨소시엄
 - PAL, IBS, KAERI, KBSI를 핵심 연구소로 하고 대학이 참여
 - 대학별 특화분야를 장치별로 분담
 - 공동 교과목 · 공동세미나 · 공동지도 체계 운영
- 장치 책임교수-연구소 멘토 공동지도제
 - 현장성과를 학위논문 및 기술보고서로 연계
- 연구소 레지던시형 박사과정
 - 박사과정 학생을 연구소에 장기 파견
 - 운전로그 분석, 성능평가, 빔실험 및 데이터 분석 참여

- 가속기 및 빔라인 스쿨 개최시 연계
 - 연 2회, 회당 1주
 - 가속기분야: 빔물리·빔진단·제어·초전도·RF 등
 - 빔라인분야: 빔라인장치·빔라인운영 등
- 산업체 연계 연구
 - RF 전원, 진공부품, 검출기, 제어시스템, 방사선 계측기 등 주제 발굴
 - 연구소 현장수요와 기업 기술수요를 결합

4) 단기현장실습 프로그램

- 대학원생 단기현장실습 세부내용
 - 단기 현장실습 수료 인원 : 40명/년 (2회/년, 연구소에서 개최)
 - 예상 단기 현장연수 인원 (연 2회, 1주간/회)

구분 (방사광, 중이온, 양성자 가속기)			'28	'29	'30	'31	'32	'33	합계
단기 현장 실습	빔 진단·제어	가 속 기	5	5	5	5	5	5	30
	빔 물리		5	5	5	5	5	5	30
	고주파 시스템		5	5	5	5	5	5	30
	이온원 및 가속장치		5	5	5	5	5	5	30
	초전도 가속관		5	5	5	5	5	5	30
	방사광 빔라인	빔 라 인	5	5	5	5	5	5	30
	중이온 빔라인		5	5	5	5	5	5	30
	양성자 빔라인		5	5	5	5	5	5	30
	소계			40	40	40	40	40	40

제5절 활용지원사업의 범위 및 내용

1) 활용지원사업 개요

- 현행 포항가속기연구소 및 중이온가속기의 운영기관 중심에서 박사후연구원 채용 사업 지원을 양성자가속기 및 한국새빛가속기로 확대 운영 함
- 운영 중인 가속기연구소를 중심으로 현장에서의 다양한 실습 프로그램을 통해

가속기 운영 및 활용분야 전문인력 양성

- 가속장치, 빔라인 운영, 장치개발, 산업체 지원인력 등 각 분야별 장기 프로그램을 계획, 수료생을 배출함으로써 실질적인 가속기 분야 전문인력 양성

○ 기간 : 1년 단위로 3년까지 가능

- 가속기연구소에서 1년 단위의 운영 계획을 바탕으로 운영하며, 프로그램의 목적 및 효용성에 부합하도록 전주기를 포함한 프로그램 운영 기간을 설정함
- 박사후 연구원과 연구소에서 퇴직자와의 연계 업무로 퇴직자의 노하우 기술 습득 및 전수 계승

○ 활용지원 인력규모 및 내용

- 활용지원사업은 가속기 인력양성 사업의 연계로 운영하며, 배출된 박사 인력을 연구소의 가속장치·빔라인 운영, 이용자 지원·산업체 기술 지원 수요와 매칭
- 연차별 활용지원 인원

구분		‘28	‘29	‘30	‘31	‘32	‘33	합계	전문인력양성
박사후 연구원	방사광가속기	12	12	12	12	12	12	72	72
	중이온가속기	5	5	5	5	5	5	30	30
	양성자가속기	5	5	5	5	5	5	30	30
소계		22	22	22	22	22	22	132	132

○ 세부추진내용

■ 박사후연구원 활용지원

- 대상 : 인력양성사업 배출 박사 또는 가속기/빔라인 관련 박사학위 취득 후 5년 이내 연구자
- 지원기간 : 최대 3년
- 주요역할 : 퇴직자와 공동연구, 장치개발, 빔라인 운영, 이용자 실험지원

■ 운영절차

단계	주요 내용	세부 내용
1단계	연구소별 수요	장치·빔라인·활용연구·산업체 지원 분야별 필요 인력 규모 산정
2단계	배출인력 DB 구축	학위논문, 연구분야, 현장연수, 기술역량, 진로희망 관리
3단계	연구소-인력 매칭	연구소 직무수요와 배출인력 전문분야 비교

4단계	공개 선발	직무 적합성, 연구역량, 정착 가능성 평가
5단계	연구소 연구인력	가속장치, 빔라인, 활용연구, 방사선안전, 산업체지원 부서 배치
6단계	성과평가·후속연계	우수인력의 장기채용, 후속사업 및 전문운영직 연계

2) 방사광가속기 활용지원 세부추진 내용

■ 활용지원 인력 규모 및 내용

- 방사광가속기 분야 활용지원은 운영 중에 있는 시설 및 다목적 방사광가속기를 중심으로 1년 단위의 장기 연수 프로그램으로 진행

■ 예상 활용지원 참여 인원

- 박사급연구원 : 가속장치인력 및 빔라인인력 년 12여명

구분		'28	'29	'30	'31	'32	'33	합계	전문인 력양성
박사 후 연구 원	가속장치 (구축·운영)	3	3	3	2	2	2	15	15
	빔라인 운영 인력 (설계 및 운영지원)	4	4	4	4	4	4	24	24
	빔라인 활용 인력	2	2	2	2	2	2	12	12
	빔라인 장치 인력	3	3	3	4	4	4	21	21
소계		12	12	12	12	12	12	72	72

○ 세부 추진 내용

- (가속장치 구축·운영연수): 가속장치 분야들 중에서 희망분야 전문인력 양성 프로그램 수료
 - 분야 : 빔물리, 빔진단제어, 선형가속기/고주파, 기계진공, 전기전자
- (빔라인 운영 연수) : 방사광가속기 빔라인 설계 및 운영지원 전문인력 양성 프로그램 수료
 - 4GSR 관련한 구축계획 빔라인은 유사 구성 내용에 따라 빔라인별 포스닥의 형태로 장기간 현장실습교육을 운영.
- (빔라인 장치 연수):
 - 각종 빔라인 구축에 필요한 장치개발을 전문으로 하는 인력 양성, 빔라인 구축

후 유지보수·성능향상 등의 업무에 집중

- 분야 : 빔라인 장치설계, 광학설계, 제어/DAQ, Interlock, Utility 등

3) 중이온가속기 활용분야 세부추진 내용

○ 중이온가속기 분야 활용지원 인력 규모 및 내용

- 참여 분야는 ECR 이온원, RF 시스템, 빔진단/제어 시스템, SCL3 시운전, SCL2 개발연구, KoBRA 빔라인 등이 있음

○ 세부 추진 내용

■ 중이온 가속장치 인력양성: 중이온가속장치 구축 및 시운전 분야

- 분야 : ECR 이온원, RF 시스템, 빔진단/제어 시스템, SCL3 운전, SCL2 개발

■ 중이온 빔라인 구축·운영 인력양성: 활용빔라인 운영지원 분야

- 분야 : KObra, NDPS, EBIS, CLS 등 활용 빔라인 운영

○ 연차별 활용지원 참여인원

구분		'28	'29	'30	'31	'32	'33	합계	전문인력양성
박사 후연 구원	중이온가속장치인력 (구축 및 운영)	3	3	3	2	2	2	15	15
	중이온빔라인인력 (구축 및 운영)	2	2	2	3	3	3	15	15
소계		5	5	5	5	5	5	30	30

4) 양성자가속기 활용지원분야 세부추진 내용

○ 활용지원 인력 규모 및 내용

- 양성자가속기 분야 활용지원은 운영 및 선행연구 중에 있는 분야에 우선적으로 참여하는 프로그램으로 실전 경험 확보
- 박사급연구원 : 가속장치인력 및 빔라인인력 년 5여명

○ 세부 추진 내용

■ 양성자 가속장치 인력양성: 양성자가속장치 구축 및 시운전 분야

- 분야 : 이온원, RF 시스템, 빔진단/제어 시스템, 저에너지 빔라인 고에너지 빔라인 등이 있음

■ 양성자 빔라인 구축·운영 인력양성: 활용빔라인 운영지원 분야

- 분야 : 저에너지 및 고에너지 빔라인등 활용 빔라인 운영

○ 연차별 활용지원 참여인원

구분		'28	'29	'30	'31	'32	'33	합계	전문인력양성
박사 후연 구원	양성자가속장치인력 (구축 및 운영)	3	3	3	2	2	2	15	15
	양성자빔라인인력 (구축 및 운영)	2	2	2	3	3	3	15	15
소계		5	5	5	5	5	5	30	30

제6절 고도화 사업의 인력양성 전략 및 취업연계

1. 인력수급 전략

○ 분야별 및 단계별 인력 수급 전략

- 분야 구분: '가속장치 전문분야(물리, 기계, 진공, 제어 등)'와 '빔라인 전문 분야(빔 활용 및 실험 지원)'로 구분하여 수요 대응
- 단계별 전략:
 - 구축 단계: 연구개발 수요가 큰 박사급 및 고급 석사 인력을 집중 배치하여 고난도 기술 문제 해결 및 시설 구축 완수
 - 운영 단계: 안정적인 시설 가동을 위해 유지·보수 및 빔라인 실험 지원 등 현장 실무가 가능한 운영 전문인력 수급 강화

○ 선순환 인력 수급

- 우수인력 선발 및 지원: 대학원생 대상 사업비 지원을 통해 우수한 신진 연구인력을 선제적으로 확보
- 맞춤형 교육 및 실습: 대학의 이론 교육과 연구소의 실습 프로그램을 결합하여 현장 투입 가능한 즉시 전력화

○ 단계별 목표

- 단기: 기존 가속기(포항 등) 운영 인력의 안정적 수급 및 신규 프로젝트 (다목적 방사광가속기 등) 구축 전문인력 확보
- 중장기: 중이온·양성자 가속기 2단계 사업 등 국가 대형 가속기 사업의 안정적 운영을 위한 인력풀의 지속적인 확대 및 글로벌 역량을 갖춘 전문인력 배출

2. 전문인력 고도화 양성 방안

○ 다각적 인력 양성 체계 구축 (교육·연구·현장)

- 대학원 중심의 전문교육: 가속기 및 빔라인 전공이 기확보된 대학을 주관대학으로 지정·운영하여 고품질의 이론 교육 및 실습 수행. 참여 대학 간 교육과정 및 실습 프로그램을 상호 교류하여 인력양성 기회 확장
- 연구소 중심의 학·연 연계: 포항, 양성자, 중이온, 다목적 방사광가속기 등 주요 연구소와의 정책적 연계를 통해 석·박사 대학원생과 연구원간 협력 체계 마련 및 현장 연수 활성화
- 산업계 실무 경험 축적: 국내 가속기 구축 프로젝트에 산업계가 참여하도록 유도하여 첨단 선진 기술을 확보하고, 산업화에 기여할 수 있는 실무 기술 인력 양성

○ 대학원 교육과정 체계화 및 특화 분야 확대

- 가속기·빔라인 전공을 갖춘 주관대학 중심의 정규 교육과정 운영 (물리, 전기·전자, 기계, 진공, 제어 등 다학제 융합).
- 국내 취약 분야인 광학계, 검출기 등 빔 활용 핵심 기술에 대한 전문 커리큘럼 도입.

○ 현장 맞춤형 교육 수행 강화

국내에서는 3세대 방사광가속기, 4세대 선형 방사광가속기, 중이온가속기, 양성자가속기를 성공적으로 운영 중이며, 나아가 오는 2029년 준공을 목표로 다목적 방사광가속기 구축을 추진하고 있다. 이를 위한 실효성 있는 인력양성 체계는 대학에서의 심도 있는 가속기 전문교육 프로그램과 가속기 관련 연구소 및 사업단 간의 긴밀한 연계를 통해, 현장 맞춤형 업무 수행 능력을 실질적으로 함양하는 방향으로 구축되어야 한다.

○ 현장 연수 강화

- 국가 대형 연구시설(포항방사광, 양성자, 중이온, 다목적 방사광가속기 등)에서의 실전 구축·운영 경험 축적.
- 대학 내 소형 가속기 테스트 베드를 활용한 이론·실습 병행 교육

고도화 인력양성 방안	내용 및 지원 사항
대학원 교육 고도화 및 우수 인재지원	- 대학에서의 가속기/빔라인 교육 및 실습 교육 제공, 실험 교육 기자재 구축 지원 - 우수한 대학원생 선발과 사업비 지원 강화
실습 체계화	- 참여 대학 간 가속기 관련 교육과정 및 실습 프로그램을 상호 교류하여 인력양성 기회 확장
연구소-대학간 협력 체제 강화	- 가속기연구소와 대학간 연구 네트워크 구축으로 대학원생의 가속기 구축 및 운영 실무 전문인력으로 성장
연구소 활용 지원 강화	- 박사후 연구원을 위한 프로그램 지원 - 인력양성 참여 프로그램 수료한 박사후 연구원의 연구역량 제고 프로그램 지원
국제교류협력 강화	- 국제가속기학교, 국제학술회의 해외참가 지원 - 해외 연구소 장·단기 파견 및 프로그램 지원

[표 5-12 : 인력양성 고도화 내용 및 지원]

3. 전문인력 양성 및 취업연계 활성화

1) 인력양성 및 취업의 방향

- 실무 중심의 기술 전수: 가속기 분야의 신산업 육성과 고용 창출을 위해
서는 대학의 전문 교육·실습과 가속기 구축·운영 사업 직접 참여가 결합
된 현장 밀착형 인력양성 프로그램 운영이 가장 효과적임
- 시너지 창출형 통합 교육: 가속기 설계 시 이용 기술에 대한 이해가 효율
적인 방안 도출에 핵심적이므로, 가속기 분야와 빔라인 분야를 병행 운영
하여 복합적 시너지를 극대화하는 교육 프로그램 개발 필요

2) 취업연계 및 선순환 생태계 구축

- 진로 다각화 및 커리어 경로 제공:
 - 연구직 진출: 우수 석·박사 졸업생의 가속기 연구소 채용 활성화
 - 산업체 진출: 가속기 관련 산업체와의 산학 프로젝트 연계 및 맞춤형
인력 공급으로 기술 기업 경쟁력 강화.
- 산학연 협력 생태계 조성:
 - 참여대학-연구소-산업체간 채용정보 상시공유 및 맞춤형 고용창출 유도.

3) 산학연 협력을 통한 기술 선도 및 고용 창출

- 기술 패러다임의 전환: 국산화 기술 개발 등 기존의 추격형 기술 개발에서 세

계를 이끄는 선도형 기술 개발으로 도약하기 위해서는 산업적 인프라 수준의 동반 성장이 필수적임

- 산업체 기술력 제고: 장기적인 전문 인력 양성은 단순한 인재 공급을 넘어, 산업체의 전반적인 기술 수준을 끌어올리는 핵심 동력으로 작용함

제6장 사업추진 및 운영 계획

제1절 사업추진체계 및 운영체계

1. 사업추진체계

- (추진체계도)



- (기간 및 예산)

- 사업기간 : '28~33 (총 6년)
- 소요예산 : 총 265 억원/6년 (연간 약 44억원)
 - 가속기 인력양성 : 190 억원/6년 (연간 약 31.6억원)
 - 활용지원 : 75 억원/6년 (연간 약 12.5억원)

2. 사업 운영체계

- 교육 및 실습 시스템

- 현장 밀착형 교육: 가속기연구소 인프라를 직접 활용한 실험·실습 및 현장 중심 프로그램 운영

○ (주관대학)

- 역할 : 다수의 참여 대학(컨소시엄)들과 긴밀히 협력하여 전체 가속기 인력 양성 사업의 총괄적인 운영과 행정·성과 관리를 담당
- 협력적 거버넌스
 - 여름학교 (가속기 스쿨)주관 개최하여 전문 강사진 심화 강의 개설
 - 테스트 교육시설을 활용한 대학의 단기 현장실습 교육 수행

○ (참여대학)

- 가속기 강의, 실습과목 및 빔라인 이용 관련 교과목은 참여 대학별 개설
 - 대학별 강의 개설 및 학점 교류 수행

○ (참여학생)

- 학점 취득
 - 참여대학 및 주관대학에서 개설된 교과목 수강
 - 대학간 학점교류 : 석사과정 6학점, 박사과정 12학점까지 교류 취득 가능
- 스쿨 및 연수참여 등
 - 매년 가속기 여름학교 참가 및 연구 발표회를 통해 연구 진도 발표
 - 가속기 연구소의 현장 연수 및 실습 참여기회 부여

○ (운영위원회)

- 구성 : 참여대학의 대표 교수진들로 구성
- 역할 (사업 운영의 전반적인 의사 결정 수행)
 - 참여 학생의 졸업논문 공동 심사
 - 매학기 연구 발표회를 통해 참여학생 연구수행 진도 심사

○ (자문위원회)

- 구성 : 가속장치, 빔라인 활용분야의 전문가들로 구성
- 역할 (교육 및 실습의 전반적인 방향 자문)

○ (가속기 연구소)

- 학연 연계를 통해 구축 및 운영과 관련된 현장지식 교육
- 참여학생의 가속기 구축·운영 연구참여 기회 제공

○ (산업체)

■ 산업체 수요 기반의 맞춤형 교육 및 커리큘럼 피드백

- 산업계 요구 반영: 가속기 부품 제작, 초전도·진공·제어 기술, 소부장(소재·부품·장비) 및 하이테크 산업에서 요구하는 실무 기술 스펙을 교육 과정에 반영하도록 의견 제시
- 자문 참여: 자문위원회 등에 산업계 전문가가 참여하여, 졸업생들이 산업 현장에서 즉시 활용할 수 있는 역량을 갖추 수 있도록 교육·실습 방향 가이드라인 제공

■ 산·학·연 연계 현장 실습 및 인턴십 제공

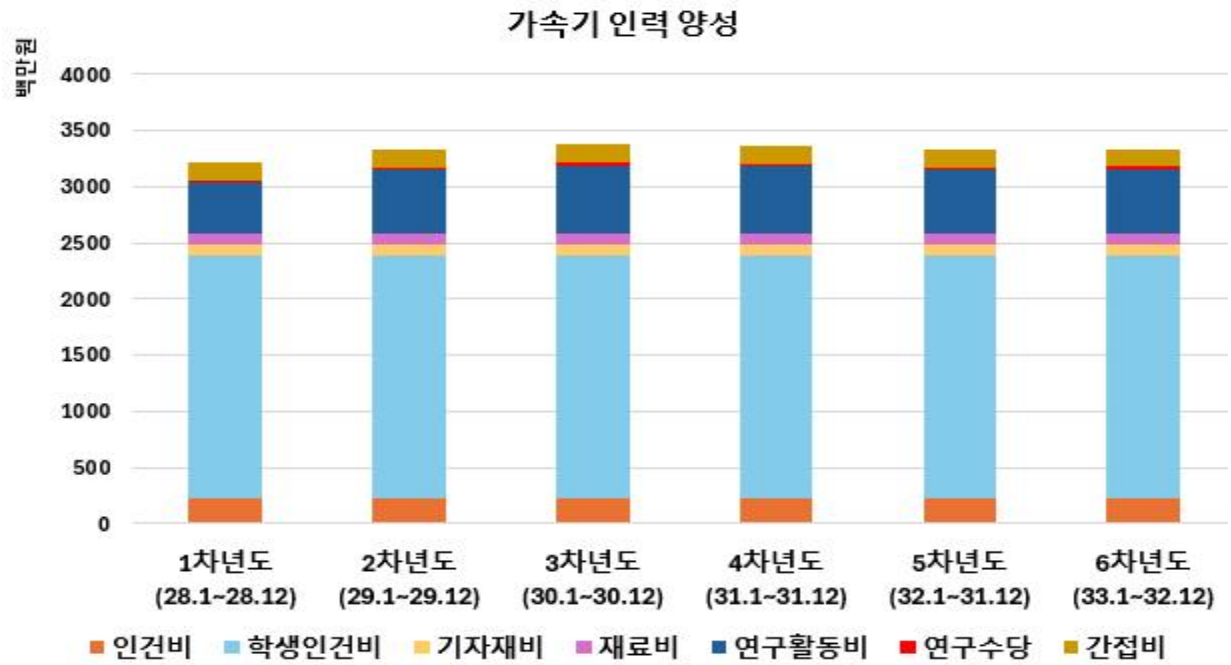
- 산업체 현장 연수: 대학과 연구소 중심의 실습뿐만 아니라, 가속기 관련 산업체에서의 인턴십 및 현장 실습 기회 제공(예시 : 전자석 측정등)
- 실전 기술 취득: 가속기 부품 설계, 제작 공정, 유지보수 등 산업 현장의 생생한 기술 노하우 습득 지원 (예시 : 초전도 가속장치등)

참여 대학 연계 컨소시엄

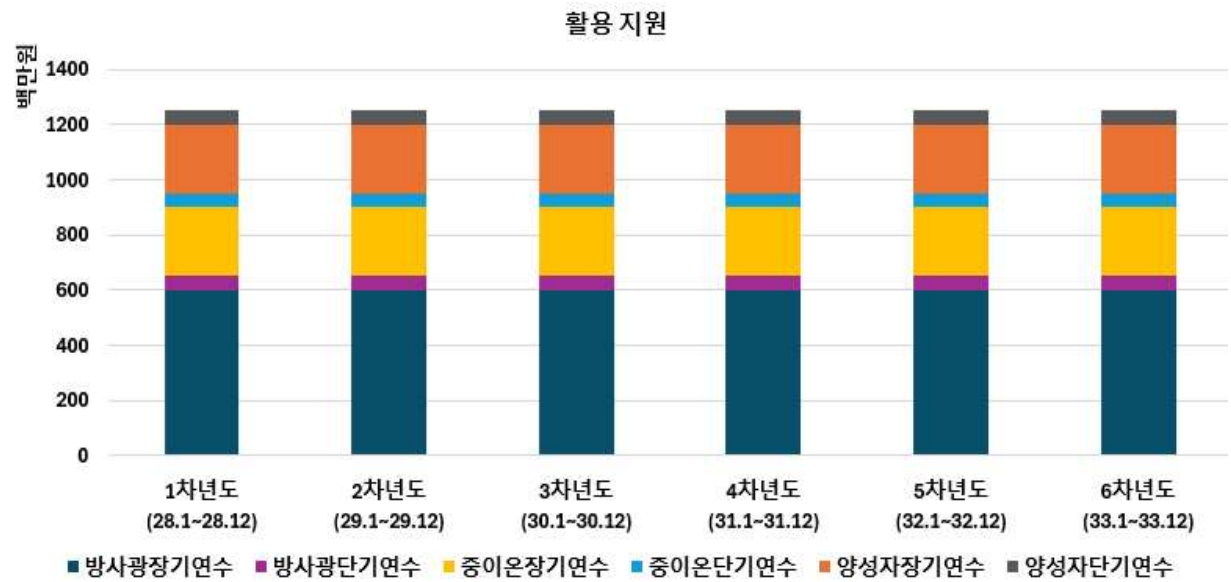


제2절 연차별 사업 소요예산

1. 가속기 인력양성 연차별 소요예산



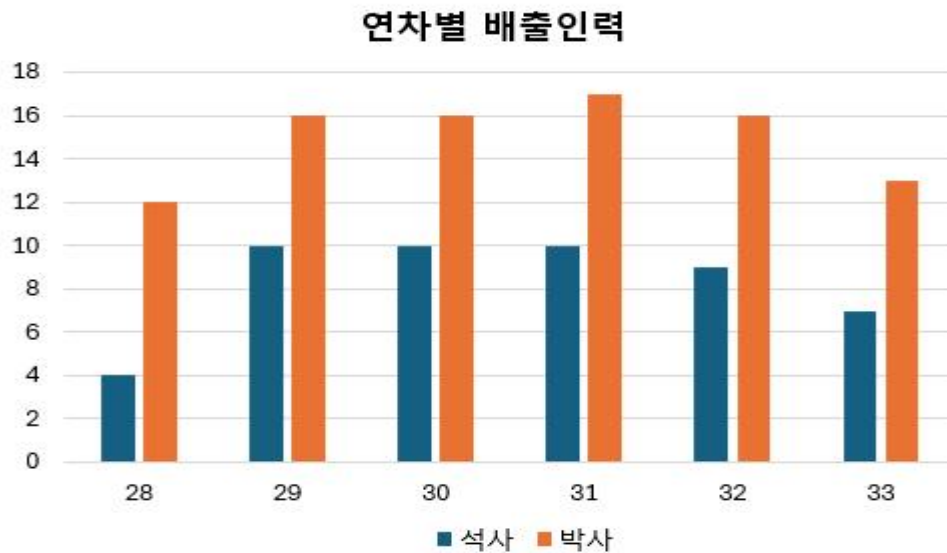
2. 활용지원 연차별 소요예산



3. 사업성과 지표

○ 배출인력양성 : 석사 50명, 박사 : 90명 (총 140명)

연차별 배출인원		2028	2029	2030	2031	2032	2033	합계
포항 가속기	석사		1	1	1	1	1	5
	박사	2	2	2	2	2	1	11
	소계	2	3	3	3	3	2	16
포항 빔라인	석사			1	1	1		3
	박사	1	1	1	1	1	1	6
	소계	1	1	2	2	2	1	9
중이온 가속기	석사	1	3	2	2	2	2	12
	박사	3	3	3	4	4	4	21
	소계	4	6	5	6	6	6	33
중이온 빔라인	석사	1	1	1	1	1	2	7
	박사	2	2	2	2	2	2	12
	소계	3	3	3	3	3	4	19
양성자 가속기	석사	1	2	2	2	2	1	10
	박사	2	3	3	3	3	3	17
	소계	3	5	5	5	5	4	27
양성자 빔라인	석사	1	1	1	1	1	1	6
	박사	1	2	2	2	2	1	10
	소계	2	3	3	3	3	2	16
다목적 가속기	석사		1	1	1			3
	박사	1	2	2	2	1		8
	소계	1	3	3	3	1		11
다목적 빔라인	석사		1	1	1	1		4
	박사		1	1	1	1	1	5
	소계		2	2	2	2	1	9
합계	석사	4	10	10	10	9	7	50
	박사	12	16	16	17	16	13	90
	합계	16	26	26	27	25	20	140



○ 배출인력 및 진출전망

- 주요 역할: 대형 가속기시설의 안정적 운전·제어, 차세대 빔라인 구축, 첨단 과학 기술 연구 수행의 주축 담당
- 방사광, 중이온 및 양성자 가속기의 수요인력은 각각 76명, 86명 및 72명으로 총 234명 (가속장치 141명, 빔라인 93명으로 가속장치:빔라인 수요는 약 6:4 정도임)이며 본 인력양성사업에서 이중 60% 가량인 140명의 석·박사 인력을 배출하고자 함
- 본 사업에서 양성된 석박사 140명의 수요는 다목적방사광 가속기 (약 20명), 포항 가속기 (약 25명), 중이온 가속기 (약 52명), 양성자 가속기 (약 43명) 으로 전망

제7장 기대성과 및 활용방안

제1절 기대성과

1. 기술적 측면

1) 대형가속기 구축 및 운영 전문가 배출

○ 증가하는 가속기 인력 수요 대비 및 공급 공백 최소화

- 연구시설 연계: 현재 활발히 운영 중인 대형가속기(포항방사광가속기, 중이온 가속기 등)와 향후 구축을 앞둔 다목적 방사광가속기 등 국가 주요 거대연구 시설을 아우르는 대규모 전문 인력 양성 추진

- 인력 수급 안정화: 연구시설 확대에 따라 증가하는 현장 실무 인력 수요를 충족시켜, 인력 부족으로 인한 연구 차질 및 운영 공백을 원천적으로 방지

○ 연구세대간 연속성 형성 및 과학기술 도약

- 신진인력 양성 및 경력을 갖춘 세대와의 연계를 통해 성공적인 세대교체를 이루어 축적된 가속기 기술과 운영 노하우의 단절을 막고, 국가 과학기술 발전의 지속성과 안정적인 도약 기반 형성

2) 가속기 수명 주기에 맞춘 전략적 맞춤형 인력양성

- 구축 단계: 가속장치 설계, 초전도·고진공·제어 기술 등 ‘가속장치 분야’ 인력을 우선적으로 집중 양성하여 차질 없는 시설 구축 도모

- 운영 단계: 빔라인 구축 및 방사광·입자빔을 활용한 연구를 전담할 ‘활용 분야’ 인력을 우선적으로 양성하여 연구시설의 운영 효율성 및 활용 극대화

2. 사회적 측면

1) 전문인력 고용 창출 및 선순환 체계 구축

- 고급 일자리 제공: 가속기 인력양성 사업을 통해 약 100명 이상의 고급 전문인력 일자리를 직접적으로 창출하고 제공

2) 우수인력 배출 및 유치

- 전문적인 대학원 교육, 세계적 수준의 대형 연구소 실습, 그리고 안정적인 채용 연계 이점을 제공함으로써 우수 인재의 유치

3. 산업적 측면

1) 산학연 연계를 통한 산업계 활성화

- 가속기 장치 국산화 역량 확보: 가속기 시스템(초전도, 고진공, 고주파, 정밀 제어 등) 설계를 이해하는 고급 인재가 배출됨에 따라, 그동안 해외 의존도가 높았던 거대과학 장비 부품 및 측정 장비의 국내 제작·국산화 기반 마련

2) 산업체 활용지원 인력양성을 통한 산업체 경쟁력 강화

- 산업체의 방사광가속기 활용도 제고 및 진입 장벽 해소

- 전문 분석·지원 인력의 산업계 전진 배치: 방사광가속기의 복잡한 빔라인 분석 원리와 데이터를 능숙하게 다루는 전문 인력이 산업 현장(기업 부설 연구

소 등)에 유입되거나 연계되어, 민간 기업이 겪던 기술적 진입 장벽을 해소

제2절 활용방안

1. 전문인력 활용

1) 대형가속기 및 활용분야에 맞춤형 전문인력으로 활용

- 국가 연구기관 및 대형 연구시설: 방사광가속기, 중이온가속기, 양성자가속기 등 국내 핵심 가속기 시설의 전담 연구원 및 기술원으로 배치되어, 연구시설의 안정적 가동과 성능 고도화를 주도

2) 정부 및 전문기관 중심의 체계적 사업 관리

- 사업관리 전문기관 운영: 풍부한 R&D 사업 관리 노하우를 갖춘 전담 전문기관에서 진도 점검, 예산 집행 관리, 성과 평가 및 모니터링 수행

2. 타사업과의 차별성 및 고도화

○ 특화된 대규모 전문인력 양성

- 고도의 복합 시스템인 '대형가속기' 장치 설계부터 빔 활용에 이르는 전 주기를 아우르는 대규모 특화 인력을 체계적으로 공급

○ 국가 거대연구시설의 고도화 견인

- 배출된 인력들이 가속기연구소 및 산업체로 진출하여 국가적 차원에서 운영·구축 중인 거대과학 시설(방사광가속기, 중이온가속기, 양성자가속기 등)의 성능 향상과 안정적 운영을 뒷받침하는 핵심 동력으로 활약하게 됨

3. 인력양성 사업연계 활용

1) 연구기관별 중장기 충원 계획과 실무 인력의 적재적소 공급

- 운영기관별 맞춤형 연계: 국내 주요 대형가속기 운영·구축 기관의 향후 수년간의 퇴직, 신규 채용, 시설 확장에 따른 인력 충원 수요 예측치를 사업에 직접 반영하여 인력을 배출함

- 공백 없는 현장 투입: 교육 수료와 동시에 현장 실무에 바로 투입될 수 있는

전문 인력을 공급함으로써, 연구기관의 인력 수급 불균형을 해소하고 가속기 운영의 연속성을 확보

2) 전문 분야별 실무 과정 개발 및 현장실습 다양화

○ 세분화된 맞춤형 실무 과정 교육

- 가속기 장치(초전도, 고주파, 진공, 제어 등)와 빔 활용(방사광 분석, 데이터 처리 등) 등 세부 전문 분야별로 특화된 단기 교육 및 기법강좌 교육

○ 현장실습 프로그램의 다양화

- 실제 대형가속기 시설과 연계한 현장 중심의 실습 과정을 다채롭게 구성하여, 참여 인력이 현장의 다양한 기술적 변수와 노하우를 체득할 수 있도록 지원