

대구-경북 권역별 싸이클로트론 연구소 구축 사업



이 재 태
경북대학교 의과대학
핵의학실

1. 대구-경북권역 싸이클로트론 연구소 설립의 필요성과 설립배경

20세기 후반기 이후, 과학의 발전은 의학, 생명공학 등 인간의 수명을 연장하고 삶의 질을 개선하는 데 목표를 두고 진행된 연구들이 선도하여왔다. 이러한 의학 및 생명공학 분야의 발전은 기초과학의 연구성과에 바탕을 두고 있으나, 끊임없이 기초과학 지식을 실제 임상에 응용하고자 노력해온 임상의학의 발전의 결과이며, 국민들은 첨단의학 기술을 통하여 그 결과를 직접적으로 혜택받게 된다.

양전자방출 단층촬영 (Positron Emission Tomography; PET)은 원자력의 비발전 이용분야에서 가장 잘 알려진 첨단 의학기술이며 악성종양, 심장질환, 뇌질환 등 고도화 된 현대사회에서도 정복이 어려운 만성 질환을 정복하기 위하여 반드시 필요한 첨단의료 기술이라고 할 수 있다. PET을 위하여는 F-18을 포함한 단반감기 방사성핵종을 생성하는 싸이클로트론의 설치가 필요하며, 반감기가

110분이내인 짧은 PET용 방사성핵종의 물리적 특성상 싸이클로트론은 PET이 가동될 의료기관에서 적어도 2시간 이내의 위치에 설치되어야 한다.

2002년까지도 국내에는 원자력병원에 2대, 서울대학교병원, 삼성서울병원, 서울아산병원, 국립암 센터 등에 각 1대씩 서울과 수도권 지역의 지역에서만 총 6대의 싸이클로트론이 가동되어 수도권에 위치한 병원에 의료용 단반감기 핵종 표지 방사성의약품을 공급하고 있었다. 그러나 미국을 비롯한 선진국에서 PET검사의 유용성이 널리 인정받게 되고 국가보험제도에서 촬영비를 인정해 주기 시작한 후 전세계적으로 PET센터가 설치되는 의료기관이 폭발적으로 증가하였고 3-4시간 이내의 거리에 위치한 PET영상용 단반감기 방사성의약품을 공급하는 상업용 싸이클로트론 분배센터도 성황리에 영업하고 있다.

안정된 PET 센터에는 싸이클로트론의 설치가 요구되나, 국민소득 \$10,000인 우리나라의 환자의 의료비 부담능력이 첨단 진단용

동향

[동 양]

영상기기인 PET촬영을 제한하게 하며, 특히 현재의 우리나라 의료수가 체계로는 PET와 싸이클로트론의 구입비와 설치비를 감안할 경우 이를 이용한 의료행위는 경제적인 면에서 이윤을 내기가 거의 불가능하므로 사이클로트론을 구매할 수 있는 경제력이 없는 지역에는 국가적으로 사이클로트론을 설치하여 주거나, 사이클로트론 설치하는데 경제적인 지원을 하는 것이 절실하게 요구되어왔다. 이러한 정책은 국토의 균형발전을 계획하는 정부방침에도 부합할 뿐만 아니라, 어려운 경제사정과 힘들고 불편한 육체상태인 악성종양, 뇌질환 및 심장질환 등을 가진 환자들이 적절한 치료를 선택하기위하여 서울을 왕복하여야 하는 극심한 불편함을 해결하는데 직접적이고 실질적인 해결방법이 된다. 특히 원자력발전소는 4개 모두가 영호남 지역에 위치하고 있으나, 원자력발전의 혜택이나, 발전수입의 과실금으로 조성된 원자력기금의 대부분은 서울지역에서 사용되고 있는 만큼, 원자력발전소가 위치한 광역 지방자치단체에 원자력의 평화적 이용으로 가장 잘 알려진 PET와 싸이클로트론 센터가 설립될 수 있도록 지원하는 것은 원전이 위치한 지역주민의 복리 증진에도 도움이 될 것이다. 대구-경북지역은 우리나라 전체의 30%인 1330만 명의 국민이 거주하고 있는 영남권의 중북부에 위치하고 있는 인구 550만을 포함하는 광범위한 권역이다. 특히 이 지역에는 월성과 울진 두 곳에 원자력발전소가 가동이 되고 있어, 본 권역은 어느 지역보다도 원자력에 대한 애증이 교차하는 곳으로서 원자력의 비발전적 이용에 관한 권역별 싸이클로트론 연구소의 설립과 지역민에 대한 직접적인 지원은

여러 면에서 부가적인 이익이 있을 것이다.

경상북도 남부에 위치한 대구는 지리적으로 영남의 중심에 위치하고 있고 경부고속전철이 운행되지 않은 현재에도 구미, 김천, 안동, 경주 등이 1시간이내의 거리, 부산, 마산, 대전, 울산이 1시간 30분 이내에 도달할 수 있어 단밤감기 방사성의약품 생산시설이 가동된다면 가장 효과적으로 이러한 인접 지역에 공급할 수 있는 지리적인 우월성이 있다. 또한 대구 경북 권역에는 경북대, 영남대, 계명대, 포항공대, 한동대, 금오공대, 대구보건과학대학 등을 포함한 수많은 교육기관이 위치하고 있어, 지속적으로 의학, 원자력, 방사선 전공 인력들이 양성되고 있다. 이러한 전문인력의 양성을 위한 교육과 교육 후 실무수련을 위하여 원자력의학 및 원자력공학 실습기관이 절실히 요구된다. 또한 핵의학 기사, 방사선사, 간호사, 임상병리사 등을 대상으로 한 원자력 교육의 장을 개설하는 것 또한 필요한 상태이다.

금번 대구-경북의 권역별 싸이클로트론 연구소가 설치되도록 선정된 경북대학교병원은 개원 95주년을 맞은 우리나라의 대표적인 3차 종합의료기관으로서 대구-경북지역주민의 건강증진과 의학교육, 생명공학 연구에 괄목한 업적을 보유하고 있다. 경북대학교병원은 생체분자공학 지역협력연구소, 생명의학연구소 등의 연구소를 설치하여 의학 및 생명공학 연구를 선도적으로 수행하여 왔으며, 근골격계 유전체연구소와 유전자은행등은 향후 분자영상의학 연구에도 도움이 될 것이다. 특히 원자력발전소의 환경영향 평가에 많은 업적을 가지고 있는 경북대학교 방사선 과학연구소의 기반연구 성과는 권역별 사이



클로트론연구소의 연구역량 증대에 도움이 될 것이며, 물리 및 방사선, 원자력 연구 관련 요원의 양성, 교육에도 많은 도움을 줄 것이다.

경북대학교병원은 대구광역시 중심부인 중구에 위치한, 광역응급의료센터를 포함한, 1000병상 규모이며, 1993년에 공사화로 법 인화한 이후 의료장비의 도입과 새로운 의료 기술 확충의 일환으로 1997년 후반기에 본 병원에 PET센터를 설립할 예정이었으나, IMF사태 등의 국가경제적인 변수로 환율이 상승하고 국민경제가 위축되는 어려움으로 보류된 바 있었다. 2002년도 현재 우리나라는 국민소득 1만불 시대에 다시 진입하여, 국민들의 건강증진 및 의료복지에 대한 관심이 고조되고 있으며, 정치, 경제적으로도 지방분권화의 시대적 요구에 부응할 필요가 있으므로, 본 병원은 2003년도에 PET/CT를 구비한 첨단 PET 센터를 개원할 예정으로 있다. 대구시내의 중심부에 위치한 경북대학교병원에 권역별 싸이클로트론 연구소가 설립된다면, 본 병원에서 10분 이내의 거리에 대구시내 1000병상 규모의 계명의대동산의료원, 영남대의료원, 700병상 규모의 대구가톨릭대학병원과 파티마병원등에 단반감기 방사성의약품을 공급할 수 있어 이들 의료기관에 PET영상이 가능하도록 할 것이다. 또한 울산, 부산, 대전, 포항/경주, 구미/김천, 안동 등에도 2시간 이내에 F-18 표지 방사성의약품을 분배할 수 있어 이들 지역의 PET 센터 건립과 운영지원에도 직접적인 도움이 될 것이다. 경북대학교 병원은 암전문 및 노인성 질환을 중점적으로 진료하기 위하여 본 캠퍼스에서 15km 정도에 위치한 칠곡에 부

지를 확보하고 제 2 의료원 캠퍼스를 건립할 예정으로 있으므로 향후 PET용 방사성의약품의 수요가 더욱 늘어날 것이다.

권역별 싸이클로트론 연구소를 운영할 주체인 경북대학교병원의 핵의학과는 1961년 개원한 이후, 혈액종양학과, 심장병학과를 연계한 기초 및 임상연구를 수행하여 왔으며, 핵의학과 소속 교수들은 해외연수를 통하여 PET과 관련된 기초 및 첨단 의학 연구를 이미 경험한 바 있고, 병원내에 학문적으로 검증된 의공학과 및 의료정보학과 교수진들이 함께 연구 활동을 하고 있어 권역별 싸이클로트론 연구소를 성공적으로 운영할 수 있는 인적자원을 갖추었다고 할 수 있다. 향후 싸이클로트론과 PET과 부대 의료 지원 장비를 보수 유지할 수 있는 인원을 보충하여 권역에 위치한 싸이클로트론 연구소 뿐만 아니라 새로이 들어서게 될 지역내 PET 센터의 지원에도 노력할 것이다.

금번 경북대학교병원은 과학기술부가 공모한 권역별 싸이클로트론 연구소 사업에 공모하여 선정이 된후, 경북대학교와 경북대학교병원은 싸이클로트론 설치를 위한 새로운 건물의 신축을 비롯한 권역별 싸이클로트론 연구소 설립에 필요한 인적 및 물적으로 최대한의 지원을 할 예정이다.

3.2.2 권역별 싸이클로트론 연구소

본 싸이클로트론 연구소는 싸이클로트론 및 관련 부대 장치를 개발하고 설치하여 권역내 PET영상용 단반감기 방사성의약품을 생산·보급하는 것을 주된 목표로 하고, 대구/경북권역의 의학, 핵의학 및 원자력관련 전

문 인력양성을 위한 교육 및 방사선/원자력 연구를 지원하며, 대구/경북권역 도시의 대학병원 및 종합병원에 PET센터를 설립할 수 있는 기술지원 뿐만 아니라, 필요에 따라서는 대구/경북에 인접한 부산, 경남, 충남, 충북 등에도 F-18을 중심으로 한 PET영상용 단반감기 방사성의약품을 보급할 수 있는 체계적인 전달체계를 구축함에 부수적인 목적을 두고 있다. 과학기술부 지정 대구-경북 권역별 사이클로트론 연구소는 원자력의학원이 개발한 KIRAMIS 13 MeV 사이클로트론과 임상에서 많이 이용되는 방사성의약품 F-18 FDG 자동합성장치를 설치하여, 대구-경북 내 의료기관에 F-18 FDG 분배할 수 있는 체계를 확립하는 것을 과업으로 판단하고 있다. 이를 위하여 사이클로트론의 유지 및 보수 체계를 갖추어 권역내 의료기관에서 항시 PET영상촬영이 가능하도록 지원할 것이다. 의학적인 이용에 관한 세부내용으로는 새로운 양전자 방출 방사성의약품 합성 표지 연구, 유전자 영상 등 분자 핵의학 기술 개발 등의 과제를 수행할 예정으로 있다.

본 사이클로트론은 핵의학 및 방사선 관련 의학과, 원자력공학과, 물리학과, 화학과, 약학과, 컴퓨터공학과, 전자공학과, 통계학과, 생명과학과 등의 관련학과 학부생 및 대학원생에 대한 실습교육장으로 활용될 수 있도록 개방할 것이며, 이러한 주관기관/위탁기관의 협력 하에 원자력·방사선 의학 분야 및 사이클로트론 관련 분야의 연구인력을 양성하는데 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 권역별 사이클로트론 연구소는 PET센터와 더불어 첨단 원자력 의학의 홍보관으로도 활용될 수 있을 것이다.

3. 대구-경북 권역 사이클로트론 연구소의 기능

권역별 사이클로트론 연구소는 아래와 같은 기능을 수행할 예정이다.

1. 원자력 의학원이 개발하고 있는 KIRAMIS13 사이클로트론을 설치하고 이를 이용한 원자력·방사선의 의학적인 이용기술을 개발하고, 단반감기 방사성의약품을 권역내 의료기관에 안정적으로 공급
2. 대구-경북 권역내 교육기관, 연구기관, 의료기관 등을 대상으로 사이클로트론 및 관련 기초 방사선기술 (Radiation Technology) 및 원자력 분야의 연구 및 실습을 지원
3. 권역 내 대학 및 연구소, 산업체의 관련 연구진과 사이클로트론 응용 등 관련 연구개발을 수행
4. 핵의학·원자력·방사선 의학 분야 교육 및 전문인력 양성
5. F-18 FDG 판매수의 과실금 발생시 원자력관련 연구와 저소득 주민과 원자력 발전소 인근 주민의 PET영상촬영 지원 및 악성종양의 조기 검진 등 의료지원 사업 수행

4. 대구-경북 권역 사이클로트론 연구소의 설립 준비 현황

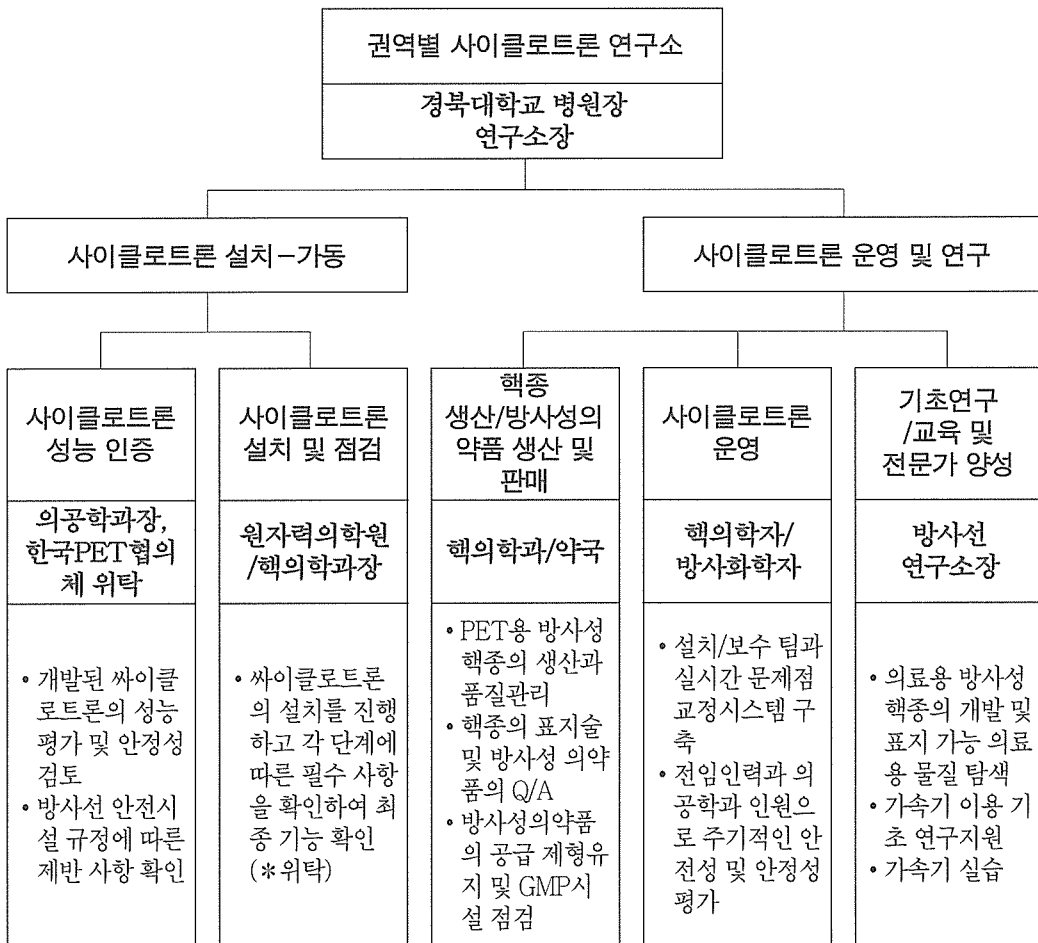
경북대학교병원은 금번 권역별 사이클로트론 연구소에 선정됨에 따라, 기획조정실, 시설과, 진료처가 중심이 되어 연구소의 조기설립을 위하여 사이클로트론의 설치, 인허



가, 안전성 확보, 가동 및 성능평가에 관한 실무적인 일을 추진하고 있으며, 경북대학교병원 핵의학과, 의공학과, 경북대학교 물리학과 및 방사선과학연구소, 약제부가 중심이 되어 싸이클로트론 생산용 방사성의약품의 생산과 판매시설을 완비하고 체계적인 공급 체계를 완성하기 위한 준비를 하고 있다.

본 연구소는 경북대학교병원 내 기존 1층 건물을 부분 철거한 후 총건평 300평의 지하 1층 지상 3층 건물을 신축하여 지하 1층과 지상 1층의 일부분을 사용할 예정이다. 이를 위

하여 병원재배치 위원회와 장비도입심의회의 검토를 거쳐 설계를 완성중에 있으며 11월 중 건물을 착공하여 2004년 초에 완성하여 2004년 5월 1일 권역별 사이클로트론 연구소 및 PET 센터 개소식을 거행할 예정에 있다. 동시에 PET기기의 도입이 결정되어 계약 단계에 있으며, 싸이클로트론의 운영을 위한 민간기업과의 기술협약도 예정하고 있다. PET기기는 싸이클로트론의 안정적인 가동이 선행되어야 하는 만큼, 경북대병원에서는 대구-경북 의료기관에 단반감기 방사성



[동 향]

의약품의 공급 예비능을 구비하기 위하여 KIRAMIS-13 기기 외에도 제 2의 기기의 도입도 계획 중에 있다.

사이클로트론 연구소 및 PET 센터를 설립하기 위하여 본 병원은 2003년부터 3년간 총 60억원에 상당하는 대응투자를 예정하고 있다. PET/CT 구입비 30억원과 건물신축 및 방사선 안전관리비 10억원, 방사성의약품제조용 및 사이클로트론 부속장비 구입비를 약 10억원 정도로 예상하며 인건비 및 기타 예비비로 10억원의 예산을 책정하였다. 이 기간 중 FDG 판매수입금은 약 1 억원 정도로 예상하고 있으며 3차년도 부터는 FDG 판매 수익금을 재료비로 이용하며 1 억원 이상의 과실금 발생시에는 원자력 교육이나 홍보를 위하여 재투자할 계획을 마련하고 있다.

경북대병원은 권역별 사이클로트론 연구소의 설립을 위하여 아래와 같은 건립위원회를 발족한 바 있다.

연구소 운영위원회

일반적인 운영계획은 사이클로트론 연구소 내에 위원장, 핵의학과 및 의용공학과 교수, 방사선 안전관리책임자, 진료처, 기획조정실, 방사선연구소 소속 연구자를 중심으로 “운영위원회”를 구성하여 연구소의 중요한 운영 사항과 동위원소의 생산, 환자진료의 이용, 사이클로트론 응용연구의 최적화에 노력할 것이며, 방사선 안전관리를 위하여 “방사선 안전관리자”의 감독하에 안전관리 규정을 제정하고 전체적인 안전관리를 통하여 연구진 및 의료진의 안전과 환경관리를 감시할 것이다.

본 연구소의 인적구성은 경북대학교병원의 핵의학 전문의 3명, 전공의 2명, 박사급 연구원 1명, 석사급 연구원 1명과 의용공학과 의 전임교수 2명, 연구원 2명이 주된 운영인력으로 참여할 것이다. 사이클로트론의 실제 가동 및 유지 보수를 위하여, 원자력의학원 연구진과 유기적인 협력체계를 유지하며 기존의 핵의학기기 보수인력 1명 외에 사이클로트론 전담 운영 인력을 1명 채용하며, 권역내 의료기관에 방사성의약품을 판매/공급하기 위하여 전임 약사와 감독자면허 소지자를 선임할 예정이다. 또한 동시에 설립될 PET 센터의 운영요원인 방사선사와 행정직원을 채용할 것이며, 향후 박사급 방사화학자를 1인 채용하여 방사성의약품의 개발 및 연구에도 능동적으로 참여할 예정이다. 또한 방사선연구소를 중심으로 물리, 전자공학, 컴퓨터 공학 및 화학 전공 교수들도 가속기를 이용한 연구에 참여할 예정으로 있다. 연구소의 구조는 아래와 같다.(표1 참조)

2003년에 시작되는 1차 년도에는 13 MeV 사이클로트론의 개발 및 설치에 주안점을 두고 있으며, 이를 위하여 방사선 차폐 시설과 건물의 건설작업과 함께 KIRAMIS-13 사이클로트론의 성능평가 작업을 병행할 예정이다. 특히 FDG 생산시설을 설치하고, FDG를 대량생산하여 권역내 의료기관에 분배할 수 있도록 건물 준공에 즈음하여 사이클로트론과 방사성의약품 생산시설에 대한 방사성 안전 인허가와 방사성의약품의 GMP생산 시설에 대한 허가를 획득하고자 한다. 1차년도의 운영으로 “no-how”가 축적되면 2004년부터 시작될 예정인 2차-3차 권역별연구소를 지원하기 위한 사이클로트론의 지속적인

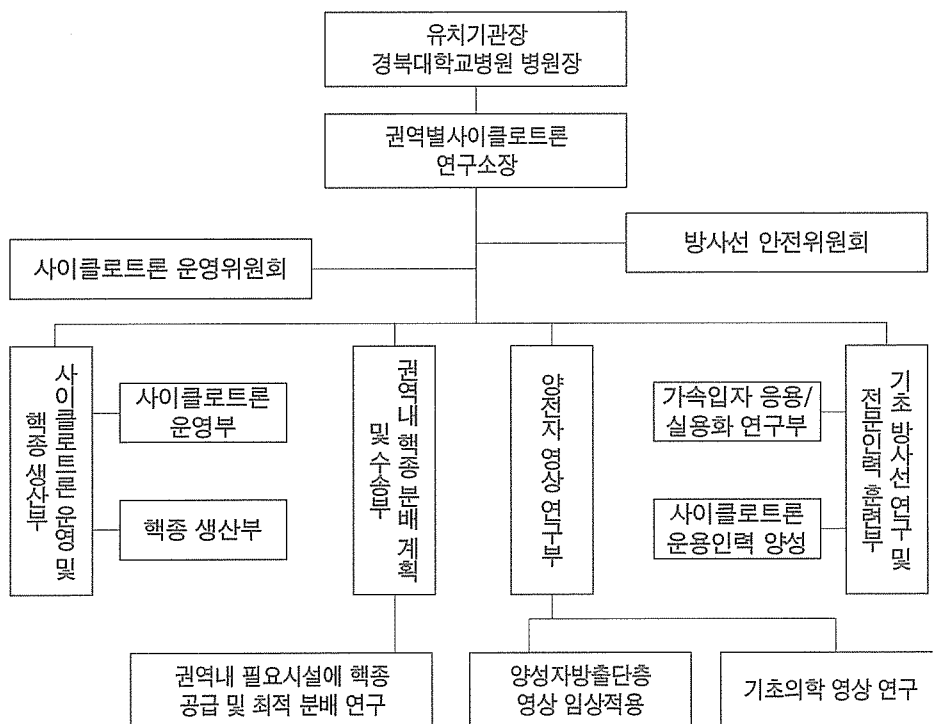


표 1. 연구소의 구조

성능개선 및 차세대 방사성의약품 연구 개발에도 노력할 예정이다.

2차년도인 2004년부터는 권역 내 F-18 FDG 분배 체계를 확립하여 직접 임상에 이용이 될 수 있도록 하며, 한편으로는 양성자빔을 이용한 나노기술, 생명공학기술, 전자정보기술, 감성기술, entertainment 기술, 의료, 국방 등 다양한 분야에서 첨단연구를 수행할 수 있는 매우 유용한 도구로 이용하며, 특히 기술적으로 제한적이기는 하나 13Mev에너지 가속기를 이용하여 표면특성 연구, 유전자 연구, 중성자를 이용한 생체 유사 박막의 나노구조 연구 등과 같은 첨단 연

구를 연구를 수행할 수 있도록 개방할 것이다. 뿐만 아니라 원자력공학과, 물리학과, 화학과, 재료공학과, 금속공학, 전자공학, 고분자공학, 유전공학, 의학, 약학과 등의 학문분야에서 연구를 수행하는 대학원생들의 연구 및 실습교육을 지원하고, 대구-경북 권역의 대학생들에게 교과 과정 중에 견학을 통한 교육 및 실습을 할 수 있는 프로그램을 개발하여 원자력·방사선 의학 분야 및 사이클로트론 관련 분야의 연구인력 양성에도 이바지 할 것이다.



권역별 사이클로트론 연구소 사업의 필요성

과학기술부가 의욕을 가지고 추진 중인 권역별 사이클로트론연구소 사업은 핵과학 기술을 의료 보건의에 활용할 수 있고, 핵과학과 원자력 기술을 평화적으로 이용하는 가장 대표적인 정책과제가 될 것이며 이러한 능동적인 국가정책은 원자력에 관한 국민의 여론을 순화시킬 것이다. 또한 과학 기술이 인류의 복리 증진에 어떻게 접목될 수 있는가를 보여주는 실례가 될 원자력 및 원자력의학의 홍보 관 역할도 수행할 것이다. 전국에 광역시, 도단위로 사이클로트론 연구소를 구축하는 본 사업은 고비용 의료시설의 서울 지역 집중에 따른 지역 주민 첨단 원자력의 불균등 특혜를 권역별 사이클로트론 센터를 구축함으로써 국토의 균형있는 발전에 도움이 될 것이며, 특히 본 연구소가 위치한 대구-경북지역 주민들도 첨단 원자력 의료기술의 혜택을 받을 수 있게 될 것이다. 양전자방출단층촬영(PET)에 의한 암, 중추신경계 질환의 조기 진단 기술은 국민들에게 원자력과 방사선의 첨단기술로 잘 알려져 있어 수요가 많고 이에 따른 새로운 시장을 개척될 수 있을 것이다.

2003년 현재에도 사이클로트론은 모두 수입에 의존하고 있고 기기 도입비는 물론이고 유지보수비도 전액 해외로 유출되고 있다. 기술 선진국에 지불하는 높은 기술료는 본 정책과제가 수행된 후에는 국산화된 기술로 대체되므로 국가 경제적으로도 많은 도움이 될 것이다. 기술은 집약적인 고 부가가치 산업이므로 전자석 기술·플라즈마 발생기술, 초정밀 다극자석 개발기술, 고 진공 기술, 고주파 발생기술등 차세대 에너지원 개발 기술및 신소재 개발에 크게 기여할 것으로 예상된다. 실제 2003년 권역별 사이클로트론 연구소 사업과제가 공고된 이후, 외국계 가속기 생산회사들은 기기 가격을 파격적인 가격으로 할인하기 시작하는 등 실질적이고 가시적인 변화가 나타나고 있고, 이에 힘입어 전국적으로 사이클로트론과 PET기기의 설치가 가속화되고 있다.

본 연구소의 성공적인 운영은 향후 국산 사이클로트론이 임상진료가 이루어지는 의료현장에 직접 도입될 수 있는 기반을 마련할 것이며, 외국 수출을 위한 외국 바이어 및 핵공학 및 핵의학자의 시찰, 견학 장소로 활용할 수 있을 것이다. **KRIA**