

대형연구시설 정책의 시기별 평가: 3세대 방사광가속기를 중심으로

윤수진*

<목 차>

- I. 서론
- II. 이론적 고찰
- III. 방사광가속기 구축 및 운영 정책의 시기별 평가
- IV. 결론 및 연구의 함의

국문초록 : 3세대 방사광가속기는 기초 및 응용과학분야의 최첨단연구에 활용하여 우리나라 기초과학 연구의 활성화에 기여한다는 목적으로 운영되고 있으며, 그 구축 및 운영을 위해 2016년까지 30년에 가까운 기간 동안 총 7,879억 원 가량이 투입된 거대연구시설이다. 3세대 방사광가속기 정책과 관련하여 가속기의 필요성이나 효과성에 대해 다양한 평가가 있어 왔지만 대체로 현재 시점의 성공적 결과를 강조하며 향후 정부의 지속적 지원 필요성을 피력하거나 정책적 개선방안을 포괄적인 차원에서 제시하는 연구들이 주를 이루며, 이 사업이 시기별로 어떠한 정책적 평가를 받았는지 살펴보고 그 결과가 어디에서 기인하는지 체계적으로 분석한 연구는 전무하다. 본 연구에서는 3세대 방사광가속기 사업을 시기별로 구분하여 평가하되, 분석기준으로 정책활동의 다섯 가지 기준을 고려하였다. 장기간 진행되는 대형연구시설 정책을 시기별로 나누어 살펴봄으로써 방사광가속기 및 유사 대형연구시설의 구축과 운영에 있어서 요구되는 정책활동의 원리와 관련된 정책적 시사점을 제시하고자 하였다.

주제어 : 정부연구개발사업 평가, 과학기술정책 평가, 대형연구시설, 방사광가속기

* 한국과학기술기획평가원 부연구위원 (yun@kistep.re.kr)

Policy Evaluation of the Large-scale Research Facility by Period: Focusing on PSL-II Accelerator

Sujin Yun

Abstract : PSL-II Accelerator is a large-scale research facility located in Pohang, which was established in 1988 and operated since 1995. It is a program to be promoted to contribute to basic science research in Korea by applying it to cutting-edge research in the field of basic and applied science. It is estimated that around KRW 787.9 billion was invested for construction and operation in the near-30-year period until 2016. Although there have been various evaluations of the need, importance and effectiveness of accelerator in relation to the accelerator policy, most of them emphasize the successful outcome of the present time and suggest the government's need for sustained support in the future or suggest policy implications for improving the policy in a comprehensive manner. And there was no systematic analysis of the results on a comprehensive review or the various policy evaluations of the accelerator policy. In this study, three stages of PSL-II accelerator program were evaluated, and five main criteria of policy activity were considered. The purpose of this study is to suggest the policy implications related to the principles of policy activity which is essential in construction and operation of similar large-scale research facilities in addition to PSL-II accelerator.

Key Words : R&D program evaluation, Science and technology policy evaluation,
Large-scale research facility, Accelerator

I. 서론

정부 연구개발 예산 중 기초연구 진흥과 기반구축을 위한 투자의 대표적인 예로 초대형 연구시설¹⁾에 대한 투자를 들 수 있다. 초대형 연구시설은 정부가 주도적으로 구축·운영하는 국가연구개발의 필수적인 기반시설로 대형가속기가 가장 대표적인 예이다. 현재 활용되고 있는 대형가속기는 3세대²⁾ 방사광가속기와 양성자가속기이고, 4세대 방사광가속기는 2017년 현재 시범운영 중으로 하반기부터 본격 활용 예정이며, 중이온가속기는 2021년까지 구축완료를 목표로 현재 개발되고 있다. 우리나라 대형가속기의 구체적 추진현황은 <표 1>에서 나타내는 바와 같으며, 그중 3세대 방사광가속기가 우리나라에서 최초로 구축되었다.

3세대 방사광가속기는 1988년 방사광가속기 건설본부 발족을 시작으로 구축되고 1995년부터 운영되어 온 포항에 위치한 거대연구시설로, 전자가 자기장을 빠른 속도로 지날 때 발생하는 빛의 다양한 스펙트럼을 이용해 물질을 관찰하고 물질 내부를 분석하는 실험장치이다.(포항가속기연구소, 2013) 3세대 방사광가속기 사업은 ‘기초 및 응용과학분야의 최첨단연구에 이용되는 방사광가속기를 범국가적 공동연구 시설로 활용하여 우리나라 기초 과학연구의 활성화에 기여’한다는 목적으로 추진되는 사업으로, 그 구축을 위해 1,500억 원(정부 596억 원, 포스코 864억 원, 기타 40억 원), 성능향상 및 운영을 위해 2016년까지 약 6,379억 원(정부 5,632억 원)이 투자되어 지금까지 30년에 가까운 기간 동안 총 7,879억 원(정부 6,228억 원) 가량이 투입된 대규모 사업이다.(미래창조과학부, 2017a) 3세대 방사광가속기는 현재 물리, 화학, 생물학 등의 기초과학뿐만 아니라 재료공학, 화학공업, 의학, 제약 등과 같은 다양한 응용과학 분야에서도 물질의 개발 및 정밀한 분석을 위해 활용되어 연간 5,000여명 이상의 연구자가 이용하고, 이 시설을 활용한 결과를 통해 수준 높은 연구성과가 도출되고 있다. 최근 발표된 설문조사 결과에 의하면 방사광가속기의 운영이 기초과학의 발전에 크게 기여한다는 과학자들의 의견이 상당히 높게 나타나 3세대 방사광가속기의 중요성과 효과성이 긍정적으로 평가되고 있음을 알 수 있다.(윤수진·신애리·문관식, 2017) 또한 3

- 1) 정부지원 연구시설은 구축금액별로 구분되며, 초대형 연구시설은 500억 원 이상의 구축금액이 투입된 시설을 의미한다.(미래창조과학부, 2015)
- 2) 방사광(Synchrotron Radiation)의 특성을 기준으로 1세대, 2세대, 3세대, 4세대 등의 이름을 붙인다. 1세대는 입자물리용 싱크로트론 전자가속기에서 부산물로 발생하는 방사광을 이용한 시대(대략 1950~60년대)이고, 2세대는 본격적인 방사광 전용 가속기로 대략 1970~80년대의 기술수준으로 구축되었다. 1990년대 준공된 포항 방사광가속기는 3세대 방사광가속기로 당시 세계 5번째로 구축되었다.(포항가속기연구소, 2013)

세대 방사광가속기의 과학기술적 성과를 바탕으로 4세대 방사광가속기³⁾ 사업 추진 필요성이 제기되어 추진되었고, 작년에 구축이 완료되어 올해부터 본격 운영을 앞두고 있다.

3세대 방사광가속기 사업은 그 구축과 운영에 30년 가까운 시간이 소요된 장기 정책으로, 각 시기별로 가속기의 필요성이나 중요성, 효과성에 대해 다양한 평가가 있어왔다. 현재 시점의 성공적 결과를 강조하며 향후 정부의 지속적 지원 필요성을 피력하는 자료나 정책적 개선방안을 포괄적인 차원에서 제시하는 연구들은 많지만(윤수진·신애리·문관식(2017), 조현대(2013), 조만형·박종우·이형진(2014) 등), 3세대 방사광가속기 사업이 시기별로 어떠한 다양한 정책적 평가를 받았는지 포괄적으로 살펴보고 그 결과의 원인이 어디에서 기인하는지 체계적으로 분석한 연구는 전무한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 3세대 방사광가속기 사업을 시기별로 구분하여 그 결과에 대해 살펴보고, 분석 기준으로 정책활동의 다섯 가지 주요 기준을 고려하고자 한다. 본 연구 결과를 바탕으로 3세대 방사광가속기를 둘러싼 어떠한 측면이 정책결과에 중요한 영향을 미쳤는지, 혹은 부족하였는지를 살펴보고 향후 대형연구시설의 구축과 운영에 있어서 필수적으로 요구되는 정책활동의 원리와 관련된 정책적 시사점을 제시할 수 있을 것이다.

<표 1> 우리나라 대형가속기 추진현황

구분	주요성능	활용분야	추진주체	구축기간	비 고
3세대 방사광 가속기	○회전시 발생 방사광 이용 ○가속입자: 전자 (3.0GeV)	물질의 정적 구조 분석	포항공대 (포항가속기연구소)	'88~'94 성능향상 '09~'11	운영중 ('95~)
4세대 방사광 가속기	○1천조분의 1초 광원 발생 ○3세대에 비해 100억 배 밝기 ○가속입자: 전자 (10GeV)	물질의 동적 현상 관측, 3차원 분석	포항공대 (포항가속기연구소)	'11~'15	시운전중 ('16)
양성자 가속기	○가속입자: 양성자 ○에너지: 100MeV, 20MeV	물질을 변화, 중성자 생산	한국원자력연구원 (양성자가속기연구센터)	'02~'12	운영중 ('13~)
중이온 가속기	○헬륨, 탄소, 우라늄이온 등 가속 ○다양한 희귀동위원소 빔 제공 ○에너지: 200MeV/u(우라늄) ○빔출력: 400kW	핵물리, 응용과학 등 기초연구 분야	기초과학연구원 (중이온가속기사업단)	'11~'21	구축중
중입자 가속기	○탄소 등 무거운 원소의 원자를 가속시켜 암세포에 쏘이는 장치 ○가속입자: 탄소핵 (400MeV)	의학분야	원자력의학원 (중입자가속기사업단)	'10~'17 (기간 변경예정)	구축중

출처: 미래창조과학부 (2014, 2016b, 2017) 자료를 종합하여 정리

3) 4세대 방사광가속기는 자유전자 레이저라고도 불리며, 가속된 전자빔을 삽입장치로 이루어진 직선형의 레이저 발생장치를 통과시켜 3세대보다 더 강하고 결맞음 특성을 가진 엑스선을 방출하는 가속기이다.(김문경 외, 2012)

II. 이론적 고찰

1. 정책결과의 다양한 측면과 분석의 기준

정책의 성공여부를 측정할 수 있는가에 대해서는 다양한 논의들이 존재하지만, 정책의 성공 혹은 실패를 명확히 판단할 수 있는 고정적인 기준을 도출하기는 어려우며 다양한 변수들을 고려해야 하는 만큼 복잡성이 존재한다.(Kerr(1976), Ingram & Mann(1980), Nagel(1980), Bovens et al.(2001)) Marsh & McConnell(2010)은 정책 성공을 평가하기 위한 분석프레임으로 과정(Process), 프로그램(Programmatic), 그리고 정치(Political)적 차원을 제시하여 정책의 결과를 평가할 수 있다고 논의하였다. 과정적 측면은 이슈가 발생하고 형성되며 대안을 탐색하고 의사결정이 이루어지는 정책결정 단계로, 이 과정에서의 정책 성공을 평가하기 위해서는 정책형성 과정에서의 합법성, 의회의 통과와 정치적 지속가능성, 혁신이나 영향력 등을 지표로 고려할 필요가 있다. 프로그램 차원의 분석은 증거기반 정책결정에서 정책의 성공과 동의어로 여겨지기도 하는 측면으로, 운영상의 지표와 자원 활용, 결과 지표 등을 활용하여 평가할 수 있으며, 이해관계자 및 정책목표 집단 간의 관계를 고려하기도 한다. 정치적 차원의 분석에서는 정부와 여당의 관점에서 선거나 명성에 도움을 주는 경우를 긍정적으로 평가할 수 있고, 주요 지표로 정부 지지를 들 수 있다. 그들은 이러한 세 가지 분석의 측면 외에도 이해관계자나 시공간적 특성, 문화 및 정치적 요소 등에 따라서도 성공여부가 달라질 수 있다고 논의하였다. 또한 정책의 결과도 완전한 성공 혹은 완전한 실패로 구분되는 이분법적으로 평가되는 것이 아니라 더 성공적이거나 덜 성공적인 스펙트럼의 연속선상에 위치할 수 있다는 점을 강조하였다.

McConnell(2010)은 이 논의를 발전시켜 앞서 제시된 과정, 프로그램, 정치적 측면의 분석 프레임을 활용한 평가에 따라 정책 결과의 스펙트럼을 다섯 단계로 나누어 제시하였다. 첫 번째는 성공(Success)의 범주로, 정부가 설정한 정책목표를 달성하고 보편적 지지를 받으며 반대여론이 없거나 관련된 정치적 갈등이 낮은 경우를 의미한다. 이 경우에는 과정에서의 정당성과 합법성이 보장되고 프로그램 측면에서 의도한 결과 및 목표의 달성을 이루어내며, 정치적으로도 중대한 이익을 얻는 것이 가능하다. 두 번째로 회복탄력적 성공(Resilient Success)은 반대와 결점이 일부 존재하지만 회복 가능한 수준으로 정책지지의 정도가 큰 경우를 의미하며, 과정에서의 작은 결함이 있지만 정책이 성공적으로 달성된 경우나 프로그램 차원에서 다소 문제가 있으나 정책이 지속적으로

진행되는 경우 등을 고려할 수 있다. 세 번째 갈등이 있는 성공(Conflicted Success)은 정책의 목표달성이 부분적으로 이루어지거나 예상보다 낮은 결과물을 얻는 동시에 정책 반대자가 예상외의 긍정적 결과물을 얻는 경우로, 과정측면에서 정책이 통과되었지만 중대한 수정이나 철회가 동반된 경우나 프로그램 차원에서 의도한 성공이 없이 갈등을 일으키는 경우, 정치적 차원에서 갈등이 드러나 반대가 예상외로 많은 경우 등을 들 수 있다. 네 번째로 불안정한 성공(Precarious Success)은 실패와의 경계선상에 위치한 경우로 작은 성취가 있지만 반대의 정도가 심하고, 지지자들도 정책방향에 의문을 제기하는 상황을 예로 들 수 있다. 이 경우는 정책이 실패하기 전에 일시적으로 거치는 단계로 존재하기도 하며, 정책의 지속적 수행에 대한 편익이 비용보다 작은 경우를 의미한다. 마지막으로 실패(Failure) 단계는 성공의 반대 이미지라고 할 수 있는데, 설정한 목표 달성에 실패하고 반대의 정도가 극심하며 지지자가 부재한 상황을 의미한다. 과정 차원에서 의도한 정책이 결정되지 못하고, 프로그램 차원에서 의도한 목적을 달성하지 못하며, 정치적으로 지지의 하락과 정당의 입지가 위협받는 경우 등을 포함할 수 있다. 이러한 틀을 제시함으로써 McConnell(2010)은 정책의 결과가 다양한 스펙트럼 상에 존재할 수 있음을 보였으며, 동시에 과정적 측면, 프로그램적 측면, 정치적 측면을 구분하여 고려함으로써 개별 측면의 성공과 실패가 동시에 나타날 수 있는 복잡성을 지닐 수 있다고 논의하였다. 즉, 과정의 성공을 이루어냈으나 프로그램이 실패한 경우, 프로그램이 실패하였으나 정치적 성공을 이끌어 낸 경우, 프로그램은 성공하였으나 정치적으로 실패한 경우 등 다양한 가능성이 현실에서 발생할 수 있다는 점을 강조하였다.

Nakamura and Smallwood(1980)는 성공적인 정책집행의 판단기준을 정책목표의 달성도(policy goal attainment), 능률성(efficiency), 정책지지 및 관련 집단의 만족도(constituency satisfaction), 정책수혜집단의 요구대응성(clientele responsiveness), 체제유지(system maintenance)의 다섯 가지로 나누어 설명하였다. ‘정책목표의 달성도’는 정책집행의 결과로 목표를 얼마나 달성하였는가 하는 효과성을 의미하는 것이고, ‘능률성’은 정책효과 극대화 및 비용 최소화를 추구하는 개념으로 이해될 수 있다. ‘정책지지 및 관련 집단의 만족도’는 정책집행에 의해 이익이나 손해를 보는 다양한 집단의 만족도를 고려하여 집단 간의 갈등을 조절하고 지지를 이끌어내는 것에 초점을 맞춘 개념이며, ‘정책수혜집단의 요구대응성’은 정책수혜집단의 만족도를 중점적으로 고려하여 고객의 요구를 충족시키기 위해 정책의 적응성과 유연성, 편의성 등에 초점을 맞추는 개념이다. 마지막으로 ‘체제유지’는 정책의 집행이 국가체제나 정부 및 집행기관의 유지와 발전에 얼마나 기여하는지를 중점적으로 살펴보는 기준이라 할 수 있다. 이러한 다섯 가지 기준

은 앞서 논의한 과정, 프로그램, 정치적 차원의 분석프레임이 갖는 세부내용과도 어느 정도 유사한 내용을 담고 있는 것을 확인할 수 있다.

정정길(2003)의 경우에는 정책의 성공이나 실패의 기준에 대해 구체적으로 논의하지는 않았지만, 행정의 분석틀을 제시하면서 정책활동⁴⁾의 주요 기준이 되는 행정이념으로 능률성과 민주성을 강조하였다. 넓은 의미에서의 능률성은 세부범위로 능률성과 효과성을 포괄하는 개념으로, 우선 능률성은 동일한 비용을 들였을 때 정책목표를 더 많이 달성할 수 있는 것을 추구하는 효율의 의미를 지닌다. 효과성은 목표달성의 정도를 의미하는데, 단순히 산출에 대한 판단을 넘어 정책의 결과가 가져오는 효과로, 직접적 효과뿐 아니라 의도된 효과에서 파급되는 효과도 포함될 수 있다. 넓은 의미에서의 민주성은 세부적으로 공평성, 민주성, 합법성을 포괄하는 개념으로, 우선 공평성(형평성)은 수평적 공평성, 수직적 공평성, 혹은 정책결정 기준상의 공평성, 조직내부 관리상의 공평성, 결과의 평등, 기회의 평등 등으로 다양하게 구분이 가능하나, 본 연구에서 다룰 수 있는 부분과 연관된 개념으로는 정책결정 기준상의 공평성을 들 수 있을 것이다. 이는 정책의 결정이나 집행과정에서 의사결정시 지역, 이해집단, 혹은 사회계층 등 다양한 그룹들 간의 형평성을 고려하는 것을 의미한다. 민주성도 다양한 측면에서 고려될 수 있는데 대표적으로 간접민주주의 원리에 입각한 정치적 책임을 견지하는 것, 고객중심주의적 시각에서 대응성을 제고하여 국민의 요구를 반영하는 것, 그리고 시민참여의 방식 등을 통해 일반시민을 의사결정 과정에 참여하도록 함으로써 직접민주주의의 원리를 추구하는 것 등이 제시될 수 있다. 마지막으로 합법성은 법치행정의 원리로 이해될 수 있으며 국민의 기본권 보장, 국민의 피해 구제, 행정의 안정성과 예측가능성을 확보하기 위해 추구된다. 정책결정 및 집행과정에서의 합법성은 절차적·구조적 측면에 초점을 맞추어 고려될 수 있는데, 이것이 과도할 경우에는 절차제일주의나 형식주의에 빠질 수 있다는 비판이 존재하기도 한다. 지금까지 논의한 다섯 가지 기준은 상호보완적이거나 상호간 배치되는 가치도 지니고 있으므로, 어떤 정책을 검토할 때 한두 가지의 기준만 고려하는 것은 부적절할 수 있다. 예를 들어 능률성에서 경제적 가치를 중요하게 고려할 경우 민주성, 합법성, 공평성의 기준을 간과할 수 있는 위험이 있으며, 정책의 목적달성에 치중한 나머지 효과성만을 기준으로 판단할 경우 비용을 감안하지 못하여 부담이 커지는 위험이 발생할 수 있다. 즉, 정책결정 및 집행과정에서의 의사결정에서 각각의 기준을 균형적으로 적용하는 것이 중요할 것이다.

4) 정정길(2003)에서는 '정책활동'과 '행정활동'의 단어를 혼용하였으며, 행정활동을 정책결정과 집행을 포괄하는 개념으로 사용하였다.

Marsh & McConnell(2010)이 과정, 프로그램, 정치적인 프레임으로 구분하여 정책분석을 수행할 수 있다고 제시하였고, Nakamura and Smallwood(1980)에서는 비슷한 내용에 대해 정책집행 과정의 판단기준을 다섯 가지로 나누어 논의하였다면, 정정길(2003)에서는 과정과 프로그램 단계의 경계를 넘나드는 전반적 정책활동의 기준으로 민주성과 능률성의 개념을 제시하였다고 이해될 수 있다. 이를 Marsh & McConnell(2010)이 제시한 프레임에 적용해보면, 우선 과정(Process) 차원에서 살펴볼 때 정책이 형성되고 결정되는 과정에서 고려되어야 하는 법적 요소 및 의회통과와 같은 절차들은 합법성과 민주성에 해당하는 기준으로 이해될 수 있다. 이때 정치적 지지를 얻기 위해 다양한 이해관계자를 고려하는 것도 민주성과 공평성 등의 기준으로 포함될 수 있다. 프로그램(Programmatic) 차원에서도 정책집행이 규정된 절차와 조직구조에 따라 합법성을 견지하는 것은 중요한 판단기준이 될 수 있다. 또한 정책 집행과정에서도 이해관계자 혹은 고객의 요구에 대응하는 민주성을 정책활동의 기준으로 고려해야 할 것이다. 효과성과 능률성 또한 정책의 형성 및 결정과정과 집행과정 모두에서 고려될 수 있는 기준으로, 정책 형성 및 결정과정, 즉 과정(Process)의 차원에서 대상 정책의 목적달성 가능성 및 공익에 미치는 영향을 고려(효과성)함과 동시에, 예상되는 비용에 비해 큰 편익을 얻을 수 있는 정책인지 여부(능률성)를 고려해야 한다. 프로그램(Programmatic) 차원, 즉 정책집행 및 결과의 측면에서도 해당 정책이 의도된 목적을 달성했는지를 판단하는 효과성과 자원 이용의 효율성 등을 평가하는 능률성을 중요한 기준으로 동시에 고려해야 하는 것이다. 따라서 과정 및 프로그램의 측면에서 Marsh & McConnell(2010)이 제시한 기준은 정정길(2003)이 제시한 정책활동의 기준에 대응이 가능하다고 할 수 있다.

Marsh & McConnell(2010)에서 제시한 정치적 측면의 분석은 정책결정 및 집행의 결과로 나타나는 종속변수 적인 성격을 가진다고 할 수 있다. 정정길(2003)에서도 정치적인 측면을 강조한 부분이 있지만 이는 정책활동 단계의 민주성 확보 차원에서 이해될 수 있는 것으로 McConnell(2010)의 그것과는 다른 성격을 지닌다고 할 수 있다.

2. 시기별 평가를 위한 분석의 틀

본 연구에서는 약 30년간 진행되어 온 3세대 방사광가속기 정책을 시기별로 구분하여 정정길(2003)에서 제시한 능률성과 민주성을 기준으로 분석하고자 하고, 분석결과를 바탕으로 한 시기별 성공여부를 McConnell(2010)에서 제시한 정책성공 및 실패의 다섯 가지 스펙트럼으로 구분하여 제시하고자 한다. 이때의 능률성과 민주성은 과정의 차원과

프로그램 차원에서 제시한 분석요소들을 모두 포함하는 기준으로 이해될 수 있다. 국가적으로 이슈가 되는 특정 정책 이외에 수많은 정책활동이 모두 정치적 영향을 크게 미친다고 할 만한 충분한 근거가 없고, 특히 본 연구에서 분석대상으로 삼은 과학기술 정책의 경우 정치적 영향력을 특히 가늠하기 어려운 부분이 있으므로 여기서 정치적 측면의 분석틀은 다루지 않는 것이 적절하다고 판단된다.

즉, 본 연구에서는 3세대 방사광가속기의 정책 결정 및 집행을 세 시기로 구분하고, 각 시기별 정책의 성공 및 실패여부를 능률성과 민주성을 기준으로 판단하고자 하며, 구체적으로 고려해야 할 판단기준은 앞서 논의한 Marsh & McConnell(2010)과 정정길(2003)의 논의를 고려하여 요약한 다음의 <표 2>와 같이 정리하였다.

<표 2> 연구의 틀

시기 구분	분석기준	분석의 내용	분석결과
1시기 방사광가속기 구축 및 초기 운영 단계	능률성	정책대안을 고려함에 있어 능률성을 검토하였는지 여부	1. 성공 2. 회복탄력적 성공 3. 갈등이 있는 성공 4. 불안정한 성공 5. 실패
	효과성	정책대안을 고려함에 있어 효과성을 검토하였는지 여부	
	공평성	다양한 이해관계자를 고려하거나 정책의 형평성이 확보되었는지 여부	
	민주성	정책결정 과정에서 다수의 공감대와 지지를 획득하였는지 여부	
	합법성	정책형성 과정에서 법적 절차 등 합법성을 확보하였는지 여부	
2시기 방사광가속기 본격 운영 및 확장 단계	능률성	정책의 집행과정에서 관리적 노력 등이 능률성을 제고하였는지 여부	1. 성공 2. 회복탄력적 성공 3. 갈등이 있는 성공 4. 불안정한 성공 5. 실패
	효과성	정책집행의 중간결과를 고려할 때 정책효과가 증가하였는지 여부	
	공평성	정책의 집행 과정에서 공평성 문제가 해소되었는지 여부	
	민주성	정책집행 과정에서 민주적 절차를 활용하거나 다수의 공감대와 지지를 획득하였는지 여부	
	합법성	정책집행 과정에서 합법성을 확보하거나 기존의 합법성 문제를 해소하였는지 여부	
3시기 방사광가속기 운영 안정화 단계	능률성	정책의 집행과정에서 관리적 노력 등이 능률성을 제고하였는지 여부	1. 성공 2. 회복탄력적 성공 3. 갈등이 있는 성공 4. 불안정한 성공 5. 실패
	효과성	최근까지의 성과를 고려했을 때 정책효과가 증가하고 정책목표를 달성하였는지 여부	
	공평성	현재의 정책집행 과정에서 공평성 문제가 해소되거나 다양한 관점의 형평성이 확보되었는지 여부	
	민주성	현재의 정책집행 과정에서 민주적 절차를 활용하거나 다수의 공감대와 지지를 획득하였는지 여부	
	합법성	현재의 정책집행 과정에서 합법성을 확보하거나 기존의 합법성 문제를 해소하였는지 여부	

3. 방사광가속기 개요 및 구축·운영 현황

3.1 3세대 방사광가속기의 개념 및 원리

가속기(Accelerator 또는 Particle Accelerator)는 일반적으로 원자핵이나 소립자와 같이 작은 입자의 내부구조 등을 밝히기 위하여 원자핵 또는 기본입자를 가속·충돌시키는 장치로, 양성자, 전자, 이온 등의 전기를 띤 입자를 강력한 전기장을 사용하여 빛의 속도에 가깝게 가속하면 빛의 속도에 근접한 입자가 고에너지 X-선을 비롯한 고성능의 빛을 발생시키며 물질을 투과하거나 물질 내부에 변화를 일으키게 되는 원리로 작동된다. 가속기는 가속입자의 종류와 가속시키는 방법에 따라 구분되는데, 가속입자에 따라서는 전자(방사광)가속기, 양성자가속기, 중이온가속기 등으로 구분되고, 가속형태에 따라서는 선형가속기와 원형가속기로 구분된다. 이 중 3세대 방사광가속기는 전자를 빛의 속도에 가깝게 가속시키고 원형가속의 원리를 이용해 회전할 때 발생하는 자외선, X선 등 넓은 영역의 고속도, 고휘도의 빛을 전자석을 이용해 얻을 수 있는 장치이다. 방사광은 빛의 속도로 가속된 전자가 방향을 바꿀 때 접선 방향으로 방출하는 빛으로 강한 엑스선을 방출함으로써 물질의 근원적 구조를 규명하는 연구에 필수적으로 활용된다.(김문경 외, 2012) 활용되는 연구분야는 기초과학 분야 이외에도 생명공학, 재료과학, 환경과학, 산업응용, 의학분야 등 다양하다.(포항가속기연구소 홈페이지)

3.2 3세대 방사광가속기의 구축 및 운영 현황

3세대 방사광가속기는 1988년 건설본부 발족을 시작으로 구축되고 1995년부터 운영되어 온 초대형 연구장비로, 구축에 정부 출연금 596억 원, 포스코(구 포항제철) 출연금 864억 원, 이자 수입 등 기타 40억 원을 포함하여 총 1,500억 원이 투입되었다. 이후 1995년부터 가속기 운영과 성능향상 등을 위해 2016년까지 약 6,379억 원(정부 5,632억 원)이 추가로 투입되었으며, 향후에도 매년 300억 원 이상의 운영비(2017년도 예산 기준 348억 원)가 지속적으로 투입될 예정이다. 매년 운영비 중 인건비가 약 34.8%, 가속장치 운영이 13.5%, 빔라인 운영 및 증설이 26.3%, 기반시설 및 경상운영비가 25.4% 정도를 차지한다.⁵⁾

5) 각 항목별 예산비중은 예산요구서(미래창조과학부, 2017)에서 3세대 방사광가속기 전체 운영비 중 항목별 소요내역 비율로 계산하였다. 2017년도 예산 기준으로 3세대 방사광가속기 운영비

3세대 방사광가속기는 2017년 6월 현재 기준으로 포항공대의 부설연구소인 포항가속기연구소에서 운영·관리하고 있으며, 예산은 「방사광가속기 공동이용 연구지원 사업⁶⁾」의 내역사업을 통해 지원되고 있다. 현재 총 34개의 빔라인을 운영하고 있으며, 연간 5,000여명이 활용하고 있다.(미래창조과학부, 2017) 연구자의 가속기 이용을 위한 이용계획 검토 및 실험제안서 심사 등은 사단법인 한국방사광이용자협회에서 담당하고 있다.

3.3 3세대 방사광가속기 사업의 평가를 위한 논의

정부연구개발사업에 대한 대표적인 평가는 「과학기술기본법」과 「국가연구개발사업 등의 성과평가 및 성과관리에 관한 법률」(이하 성과평가법)에 따라 추진되는 특정평가와 상위평가를 들 수 있다. 특정평가는 일부 사업을 대상⁷⁾으로 사업목적의 적절성 및 추진의 필요성, 추진체계 및 관리의 적절성, 성과분석(효과성, 효율성, 파급효과 등) 등 사업의 특성을 고려한 다양한 요소를 심층적으로 분석·판단하고 구체적인 사업 개선방향이냐 시사점을 도출하는 것을 주요 내용으로 하는 평가이다. 상위평가는 매년 전체 연구개발사업의 50% 수준(사업 수 기준)에서 사업을 선정하여 자체성과평가에서 사용된 성과목표 및 성과지표의 적절성과 자체성과평가의 절차 및 방법의 객관성·공정성 등을 판단하는 평가이다.(미래창조과학부, 2016a) 즉, 미리 설정된 성과목표 및 지표를 기준으로 수행되는 평가로, 평가결과에 따라 사업추진 내용에 대한 시정조치가 요구되거나 예산편성에 적용되는 등의 영향력을 가진다. 이러한 평가들은 사업의 구체적 내용에 초점을 맞추어 기술적·경제적 성과를 중심으로 검토하며, 사업을 둘러싼 정치·사회적 배경이나 파급효과, 거버넌스 및 관리적 개선방향 등에 대한 고려는 부재한 특성을 가진다.

본 연구에서는 정책관리의 측면에서 시사점을 도출하기 위해 사업내용 자체에 국한된 평가보다는 정책으로서의 사업이 형성되고 집행되는 전체적 맥락을 대상으로 살펴보고자 하며, 사업자체의 능률성 및 효과성뿐만 아니라 사업의 원활한 추진여부와 법적 갈등, 이해관계자 간 갈등관계, 기타 성과 등을 포괄적으로 고려하고자 하고, 이를 위해 앞서

는 34,753백만원, 인건비 12,104백만원, 가속장치 운영 4,684백만원, 빔라인 운영 6,629백만원, 빔라인 증설 2,517백만원, 기반시설 운영 7,212백만원, 경상운영비 1,607백만원이다.
 6) 방사광가속기 공동이용 연구지원 사업은 3세대 방사광가속기 운영비, 4세대 가속기 운영비, 가속기 핵심기술개발 등 3개의 내역사업으로 구성되어 있다.
 7) 성과평가법 제7조에 따라 특정평가의 대상사업은 장기간 대규모의 예산이 투입되는 사업, 사업간 중복조정 또는 연계가 필요한 사업, 다수 중앙행정기관이 공동으로 추진하는 사업, 국가적·사회적 현안으로 대두된 사업, 그밖에 미래창조과학부장관이 특정평가를 실시할 필요가 있다고 인정하는 사업 중에 선정된다.

제시한 <표 2>의 프레임을 활용하고자 한다.

방사광가속기 사업은 수행된 지 30년 가까이 되는 장기사업으로, 사업의 평가가 시간이 지남에 따라 변화할 수 있음을 고려하여 시기별 평가를 수행하고자 한다. 시기별 평가를 위해 3세대 방사광가속기 사업을 크게 세 가지 시기로 구분하고자 한다. 첫 번째 시기는 초기단계로 방사광가속기의 구축 및 초기 운영 단계이다. 1988년 구축이 시작되고 1994년 구축 완료, 이후 1996년까지 시범운영 및 본격 운영이 시작되는 시기로 3세대 방사광가속기의 구축과 초기운영 단계에서 갈등이 촉발되고 심화되는 특징을 지닌 시기라고 할 수 있다. 두 번째 시기는 중기에 해당하는 방사광가속기의 본격 운영 및 확장 단계로 1997년부터 성능향상 사업이 마무리되는 2011년까지를 기준으로 살펴보고자 한다. 마지막 시기는 2012년부터 현재까지의 최근 시기로, 방사광가속기의 운영이 안정화되고 향상된 성능을 기반으로 이용자의 지속적 확대와 안정된 연구가 가능해진 시기로 구분하고자 한다.

Ⅲ. 방사광가속기 구축 및 운영 정책의 시기별 평가

1. 초기(1988년~1996년): 방사광가속기 구축 및 초기 운영 단계

1.1 주요 추진내용 및 특징

포항 방사광가속기는 1988년 방사광가속기추진본부의 발족으로 추진되었는데, 포항제철 이사회가 방사광가속기 건설을 결정하고 예산을 배정함으로써 포항제철 내의 조직으로 구성되었다. 구축 초반에 구체적 예산내역을 재작성하는 단계에서 당초 계획했던 예산인 739억 원의 두 배 정도인 1,400억원이 소요될 것으로 예상됨에 따라 당시 포항공대 김호길 학장은 정부에 부족한 예산의 지원을 요청하였다. 그러나 수도권이 아닌 포항에 방사광가속기를 건설하는 것에 대해 국내 과학계의 반대여론이 존재했던 상황이었으므로 당시 과학기술 주무부처인 과학기술처 및 청와대 관계자의 답변은 부정적이었다. 이에 따라 1989년 방사광가속기 건설을 정부의 지원방침이 확정될 때까지 보류하는 결정이 내려지게 되었다.⁸⁾

8) 포항가속기연구소(2013)와 박형준 외(2011)의 내용을 정리하여 재구성

이후 정부지원 방안에 대한 일련의 논의를 거쳐 약 600억 원의 정부 지원이 결정되었고, 1990년에 과기처 차관을 위원장으로 하는 ‘가속기 개발위원회’를 구성하고 이 법적근거로 과학기술처 훈령 제291호를 발령하였으며, 이에 따라 건설 주체도 포항제철에서 포항가속기 연구소로 이관하게 되었다. 포항제철에서 출연된 금액은 건물공사 및 인건비로 집행하고 정부 예산은 가속기 본체에 사용하는 것으로 방침이 결정되었다. 이에 따라 3세대 방사광가속기는 사립대의 부설연구소가 관리하는 동시에 국가 공동연구시설로서의 위상을 갖게 되었다.(박형준 외, 2011) 1994년 구축완료 후 1995년 운영이 시작될 당시 3세대 방사광가속기의 빔라인은 2개로, 연간 이용인원은 78명, 실험실적은 18건에 불과했다. 1996년에는 빔라인 4기가 추가로 구축되면서 연간 이용인원이 283명, 실험실적은 69건으로 증가하였다.

1.2 분석 및 평가결과

3세대 방사광가속기는 1988년 포항제철이 단독으로 구축을 시작하였으나, 사실 1987년부터 포항공과대학교와 과학기술처 간 방사광가속기의 구축과 관련된 협의가 있었던 것으로 알려져 있다. 결과적으로 무산되었지만 그 당시는 대덕 연구단지에 방사광가속기를 건설하는 것으로 협의가 진행되고 있었던 것으로 조사된다.(박형준 외, 2011) 그러나 결론적으로 정부지원 없이 포항공과대학의 부지에 사적재산으로 방사광가속기가 구축되기 시작했고, 결국 비용문제로 인해 사업이 중단되는 사태에 이르게 되었다. 포항의 가속기 구축 관계자들이 다시 정부지원의 필요성을 적극 피력하여 결국 지원이 확정되었으나, 이미 부지확보와 초기 구축계획이 수립되었고 사업도 어느 정도 진행된 상황이었으므로, 구축지역의 재변경은 이루어지지 않은 것으로 판단된다. 이러한 일련의 과정에서 정부는 정책을 결정하고 그에 따른 적정한 예산을 배분하는 일상적이고 규정된 절차를 따르지 않고, 사기업과 사립대학이 독자적으로 추진하는 사업에 정부가 뒤늦게 지원을 하게 되는 절차적 문제점을 야기하게 되었다.

또한 정부가 지원하는 대형연구시설이 당시 연구개발특구인 대덕연구단지에 지어져 다수의 연구자들이 활용하도록 제공되지 않고, 대다수 연구자의 접근성이 떨어지는 포항에 구축된다는 사실은 가속기 활용 예정자들을 중심으로 한 연구자들의 반대를 불러일으키기에 충분한 것으로 보인다. 지역적 고려에 더하여 사립대학의 시설에 정부가 별도의 지원을 한다는 인식은 대학지원에 대한 형평성 문제도 야기한 것으로 알려져 있다. 뿐만 아니라 방사광가속기는 당시만 해도 물리학자만을 위한 시설로 인식되었기 때문에

물리학에 대한 과도한 집중지원이라는 비판이 있었다. 실제 이러한 비판으로 인해 1989년 협의 당시 가속기 구축을 위한 기금안은 절반이나 축소되기도 하였다.⁹⁾ 이러한 상황으로 미루어봤을 때 당시 과학기술계에서 특정 학문분야를 중점적으로 지원하는 데에 대한 타 분야 이해관계자들의 반발이 심했다는 것을 짐작할 수 있다.(박형준 외, 2011)

1995년 가속기가 구축되고 난 이후 당시 2기에 불과했던 빔라인의 규모와 가속기 활용도에 대한 국내연구자들의 인지 및 경험부족으로 인해 가속기 이용자가 연간 100명에도 미치지 못하였다. 이듬해 빔라인이 추가 구축되면서 이용자가 다소 늘었지만 당시 1,500억원이라는 막대한 금액을 투입한 시설의 활용도라고 생각되기에는 미미한 수준이었다. 따라서 소수가 활용하는 시설에 대한 과도한 지원이라는 인식과, 가속기와 관련 없는 과학기술 분야 연구자의 박탈감, 그리고 사립대학에 대한 특혜지원 관련 논란이 운영이 시작된 이후에도 식지 않았다.

결론적으로 3세대 방사광가속기 초기단계에서 정책결정 과정은 기술적 성공 가능성의 측면을 차치하더라도 구축부지의 접근성으로 인한 연구자의 활용도 등을 고려했을 때 사업의 능률성과 효과성이 매우 낮은 결정이었다고 할 수 있다. 또한 가속기 구축을 위해 다양한 이해관계자의 의견을 수렴하는 절차가 생략되어 있었던 만큼 민주적이지 않은 정책결정이었고, 특정 학문분야에 대한 중점지원과 사립대학 시설구축에 대한 지원 등으로 인해 특혜 논란이 있었던 만큼 형평성이 만족되지 않았다. 마지막으로 이 정책은 사립대학이 단독으로 추진하던 사업 중간에 정부지원이 시작된 사례로, 체계적 사업추진 과정에서 요구되는 규정 및 절차를 거치지 않았고, 사립대학에 정부가 기관 운영비를 지원하는 형태를 취할 수 없었기 때문에 사업비 형식¹⁰⁾으로 지원하는 기형적인 형태를 유지하는 등 합법성에도 문제제기가 될 수 있다.

종합적으로 판단했을 때 초기단계는 국내 기술로 방사광가속기를 구축한 기본적 성과가 있었으나 반대의 정도가 심하고 정책방향에 의문을 제기하는 목소리가 상당했다는 점, 그리고 당시 사업의 지속적 수행으로 인한 편익이 비용보다 결코 크다고 할 수 없었다는 점 등을 고려하여 ‘불안정한 성공’으로 평가될 수 있다. 불안정한 성공은 실패와의 경계선상에 있는 만큼 실패와 유사하지만, 초대형연구시설의 특성상 사업기간이 수십 년

9) 1989년 8월 방사광가속기 구축지원 기금 확보를 위한 정부와의 협의에서 가속기를 위해 100억 원을 지원한다는 방안이 제시되었으나, 가속기와 이해관계가 없는 참석자들의 항의로 결국 그 절반수준인 50억 원의 지원규모로 결정이 났다. 이후 구체적 지원금액은 경제기획원의 예산조정 작업을 통해 결정된 것으로 파악된다.(포항가속기연구소, 2013)

10) 운영비 지원이 아닌 사업비의 형식을 취했으나, 실제 내역은 운영비에 해당하는 인건비와 경상 경비 등의 항목을 포함하는 등 사업추진 내용과 추진체계 간의 적합성이 낮았다고 할 수 있다.

이상 지속될 것이라는 점과, 국내 기술로 가속기 구축을 완성한 기술적 성과가 연구개발 역량으로 축적되었다는 점을 고려했을 때 완전한 실패라고 보기에는 무리가 있다.

2. 중기(1997년~2011년): 방사광가속기 본격 운영 및 확장 단계

2.1 주요 추진내용 및 특징

1997년부터 2011년까지는 방사광가속기의 빔라인 확장과 동시에 이용자가 지속적으로 증가한 시기로, 가속기를 활용한 결과를 바탕으로 한 성과도출도 증가하는 특징을 나타낸다. <표 3>에서 확인할 수 있는 바와 같이 빔라인은 1995년부터 2010년까지 평균적으로 1년에 2기씩 확대되어 2010년에 32기에 이르렀고, 가속기를 활용한 실험인원은 1995년 78명에서 연평균 28%씩 증가하여 2010년에는 3,199명에 달하게 되었다. 가속기를 활용한 연구결과를 바탕으로 작성된 성과 중 SCI 논문 수도 급격하게 증가하였고, 논문의 질적수준 지표로 많이 활용되는 임팩트팩터(I.F.)도 꾸준히 상승하여, 시설활용을 바탕으로 한 연구성과의 양적수준뿐만 아니라 질적수준의 향상도 함께 이루어졌음을 알 수 있다.

<표 3> 방사광가속기 빔라인 현황, 연도별 활용 실적 및 성과 (1995~2011)

구분	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11
빔라인	2	6	8	10	13	14	17	19	23	24	27	27	27	28	30	32	32
실험수행	18	69	139	130	156	237	270	310	382	489	648	711	837	817	989	1,016	213
실험인원	78	283	577	646	659	883	1,071	1,197	1,321	1,466	1,957	2,138	2,553	2,425	2,881	3,199	522
SCI 논문수	-	3	14	48	77	64	112	145	163	179	188	256	326	390	385	407	451
편당 I.F.	-	2.6	1.8	2.6	2.5	2.4	2.5	3.1	3.2	3.1	3.5	3.4	3.6	3.8	3.7	3.3	3.8

출처: 포항가속기연구소 홈페이지

* '11년의 경우 성능향상 사업으로 미가동함에 따라 해외가속기 빔타임 지원실적임

이와 더불어 가속기를 활용한 연구사례, 해외사례 비교, 관련 정책연구, 성과발표 등 다양한 자료의 발간은 가속기 시설의 운영 및 지원 필요성을 강조하고 공감대를 형성하는 역할을 하였다고 볼 수 있다. 국가과학기술정보센터 자료의 분석결과, 정부연구개발사업 보고서 및 공공기관 등 정부 기관에서 발간한 가속기 관련 보고서는 <표 4>와 같이 2002년부터 급격하게 늘어나는 경향을 나타내었는데, 이는 가속기 운영 지원에 대한 정책적 필요성과 가속기 활용도의 제고를 위한 노력의 일환으로 나타난 경향으로 볼 수 있다.

<표 4> 가속기 관련 보고서 발간 추이 (1995~2011)

(단위: 권)

'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11
1	4	9	10	2	2	9	14	18	36	52	26	30	26	24	27	33

출처: 국가과학기술정보센터 홈페이지

한국방사광이용자협회도 이러한 활동의 일환으로 가속기 이용계획의 검토, 실험제안서 심사, 실험장치 건설 협력 등의 사업뿐만 아니라 방사광 이용자 학술발표회, 국제심포지움, 방사광이용 튜토리얼 등의 활동을 지속적이고 활발히 수행함으로써 가속기 활용의 확대에 기여한 것으로 평가할 수 있다.

이용자 확대를 위한 지속적인 자료발간과 학술활동 및 지원행사 이외에도 포항가속기연구소의 운영 및 연구소장의 선정과 관련하여 이용자 중심의 운영과 효율적 운영을 위한 노력이 주요한 기준으로 고려된 것도 발견할 수 있다. 대표적으로 5대 소장(2000년~2004년)의 경우 방사광가속기 이용자의 성과에 중점을 둔 경영전략을 추진한 것으로 주목받고 있다. 또한 세계적 수준의 학술대회인 국제방사광기기학회(SRI-2006)를 유치함으로써 국내 가속기 활용의 촉진뿐 아니라 관련 국제공동연구의 활성화, 국제 협력체계 구축 등의 성과도 얻게 되었다 할 수 있다.(포항가속기연구소, 2013)

2007년에는 포항가속기연구소 내에 산업기술지원센터를 설립하여 가속기연구소가 보유하고 있는 분석공학, 설계, 제작, 시험기술 등을 산업체가 당면한 기술적 문제를 해결하는 데 활용하고 이전함으로써 국가 산업기술 발전에 기여하고자 하였다. 산업기술지원센터는 방사광가속기를 건설하고 운영하는 과정에서 획득한 초고진공기술, 초정밀 전자석 제작 및 측정기술, 계측 제어기술, 초고주파기술 등과 같은 핵심 산업기술을 산업체와 학계, 그리고 연구계에 제공함으로써 기술적 파급효과를 확대하고자 하였고, 그 결과 가속기 관련 국내 기술이 핵 융합장치, 양성자가속기, 의료용 가속장치 등의 건설에 활용되었을 뿐 아니라 포스코의 공해방지시설, 풍력을 이용한 대체에너지 시설개발 등 대형 산업기술 개발에도 폭넓게 활용되는 성과를 가져왔다.(포항가속기연구소, 2013: 286)

운영구조와 관련해서 이 시기는 거버넌스 개편의 필요성이 제기되기 시작하고 관련 움직임이 본격화된 기간이다. 국가 공공연구시설로서 정부의 재정지원 필요성에 대한 공감대 확산, 정부의 지원체계에 대한 구조적 문제와 방사광가속기에 대한 정부의 의사결정 권한상의 한계¹¹⁾ 등이 지적되면서 거버넌스에서 야기되는 모순점들이 논의되었고,

11) 가속기 연구시설이 범국가적 공동이용시설로 활용되고 있으나 정부의 권한은 사업계획 승인 과 평가 등 사업추진과 관련된 분야에 제한되어 가속기 시설의 운영에 대한 관리감독의 한계

교과부가 주관하는 가속기 지배구조 개선 실무협의회(2008.6)가 개최되는 등 문제점들에 대한 개선 필요성이 주목받기 시작하였다. 이와 더불어 방사광가속기 운영을 위해 포스코가 1996년 출연한 기금 200억원이 2010년에 완전히 소진됨에 따라 기금전입금 수입이 발생하기 어려운 상황이 되었고, 전적으로 방사광가속기 운영은 정부연구개발사업을 통한 예산지원에 의존할 수밖에 없게 되었다. 이에 따라 운영주체인 포항공대 이사회에서도 국가 기부채납을 의결(2010년 4월)¹²⁾함으로써 기부채납에 대한 공식적인 의사를 표시하였고 관련 사항이 정책의제로 등장하게 되었다. 포항공대의 의결에도 불구하고 정부 차원에서 거버넌스 개편이 즉각 받아들여진 것은 아니었으나, 논의를 촉발하게 된 계기가 되었다. 이는 방사광가속기의 정부지원과 관련된 구조적 문제를 해결하고자 하는 노력이 시작된 것으로 볼 수 있다.

기술적 측면에서는 초기 설계 및 예산상의 한계 등으로 방사광 품질이 그리 높은 편이 아니었던 상황에서, 연구자들의 연구분야가 확대되고 특히 바이오, 나노 관련 연구비중이 더욱 커지면서 기존의 방사광으로는 제공할 수 없는 고휘도의 방사광에 대한 요구가 증가하기 시작하였다. 이에 따라 강X-선 등 전 영역에 걸쳐 고휘도의 방사광을 제공하는 신개념의 방사광가속기로의 성능향상 필요성이 제기되었으며 이에 따라 2009년부터 2011년까지 3년 동안 성능향상 사업이 진행¹³⁾되었다. 성능향상 사업은 총 1,000억원의 정부지원금이 투입된 사업으로, 2009년은 설계, 제작 및 구매 단계이고 2010년은 제작 및 구매와 시험단계로 기존의 방사광가속기의 운영과 동시에 진행되었으나, 2011년은 장치철거 및 설치와 시운전 단계로 기존의 시설운영을 중단하고 실제 성능향상된 장치를 구축하고 시운전을 완료함으로써, 2012년부터 본격적인 재운영에 들어가게 되었다.

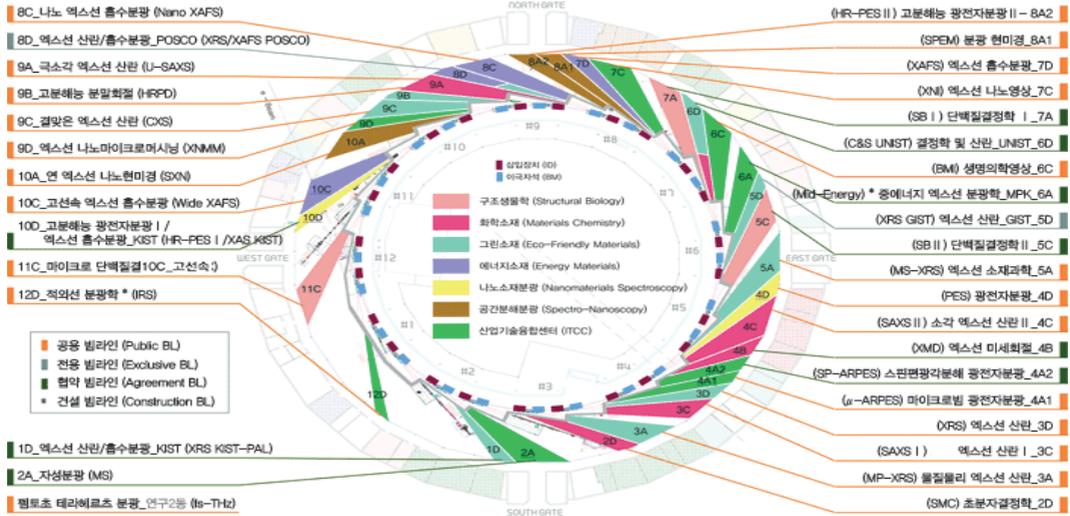
가 지적된다는 의견이 있었다.(박형준 외, 2011)

12) 2010년 4월 포항공대 이사회에서는 만장일치로 3세대 방사광가속기의 기부채납을 의결하였는데, 기부채납의 대상은 가속기 시설(건물 45,496㎡(13,760평)와 선형가속기 등 기계장치, 집기비품 등 고정자산을 포함), 운영인력(현원 133명), 부지 무상임대로 구성되어 있으며, 교과부의 승인을 전제로 2011년 1월 1일부로 시행하는 것을 내용으로 하고 있다.

13) 방사광가속기의 성능향상에 대한 주요 설비의 개선목표로는 전자 빔 에너지의 증가(2.5GeV에서 3.0GeV), 저장링의 빔 전류 증가(200mA에서 400mA), 에미턴스 감소(18.9nm·rad에서 5.8nm·rad) 등이 있었고, 이를 통해 방사광가속기의 빔이 수백 배에서 수만 배로 강해진 휘도의 빔을 좀 더 작은 크기로 공급하게 되는 데 기여할 것이라는 계획이었다.(포항가속기연구소, 2013: 175-176)

2.2 분석 및 평가결과

3세대 방사광가속기는 원형가속기로, <그림 1>과 같이 원의 접선방향으로 방출되는 방사광을 활용하기 때문에 이를 위한 빔라인의 개수가 활용 최대규모에 직접적인 영향을 미칠 수 있다. 빔라인의 확장에도 상당한 예산¹⁴⁾이 투입되기 때문에 구축 및 운영전략을 선택함에 있어 국내의 상황과 활용가능성을 고려하여 신중한 결정이 필요하다. 선택과 집중을 통해 일부 빔라인만 구축·운영하는 전략을 수립하거나, 혹은 활용분야의 확대 가능성을 고려하고 다양한 수요에 대응하기 위하여 빔라인의 규모를 증가하는 전략을 수립할 수 있는데, 이때 가속기라는 초대형연구시설의 특성상 매몰비용이 높다는 점을 고려할 필요가 있다. 매몰비용을 고려했을 때 활용이 증가할수록 사업의 효율성이 높아지는 것이 당연한 결과이므로 빔라인의 확장이 합리적인 전략일수도 있지만, 빔라인을 확장하였음에도 불구하고 활용도가 그에 상응하게 증가하지 않는다면 추가적인 예산 낭비에 불과하므로 정책 능률성에 심각한 문제를 야기하게 되는 결과가 되었을 것이다. 우리나라의 경우 빔라인을 확장하는 전략을 추진하였는데, 단순 확장에 그치지 않고 앞서 논의한 바와 같이 이용 활성화와 성과 증대를 위한 다양한 노력을 동시에 기울여 가속기의 활용도를 높이는 데 성공한 것으로 판단할 수 있다.



출처: 포항가속기연구소 홈페이지 (2017년 6월 기준)

<그림 1> 3세대 방사광가속기 빔라인맵

14) 방사광가속기 관계자 인터뷰(2017.4)에 의하면 빔라인 증설비용은 추출되는 방사광의 특성에 따라 차이가 있지만 평균 40억 정도 소요되는 것으로 추정된다.

이러한 맥락에서 성능향상 사업을 추진한 것 또한 미래의 수요증대를 예측한 전략의 일환으로 볼 수 있다. 또한 가속기 구축 및 운영을 위해 개발되거나 활용된 기술을 산업체와 학계, 연구계가 사용할 수 있도록 적극적으로 이전·확산함으로써 가속기에 국한된 성과뿐 아니라, 유관분야의 기술개발에 기여하는 긍정적이고 부가적인 파급효과를 이끌어낸 성과도 인정할 만하다.

이 시기에는 정부의 지원구조와 관련된 문제 해결과 거버넌스 개편을 위한 논의가 시작되고 포항공대의 기부채납이 의결되었으나, 이를 위해서는 법령개정이 필요할 뿐 아니라 새롭게 구성되는 거버넌스에 대한 합의가 마련되지 않아 관련 개편은 이루어지지 않았다. 그러나 문제를 인식하고 해결을 위한 노력이 시작되었다는 의의를 찾을 수 있다.

결론적으로 두 번째 시기는 빔라인의 확장과 더불어 활용도 제고를 위한 다양한 노력으로 인한 이용자 증가로 가속기 정책의 능률성이 비약적으로 증가하는 단계로 볼 수 있다. 이와 더불어 성과의 양과 질이 확대되어 효과성과 효율성이 동시에 증가하였고, 산업기술지원센터의 설립을 통한 기술의 이전 및 확산은 가속기에 국한되지 않은 분야의 연구개발에 긍정적 파급효과를 가져옴으로써 부가적 효과성을 도출했다고도 할 수 있다. 관련 보고서의 적극적 발간을 통한 성공사례의 공유와 정부 지원 필요성에 대한 공감대 확산, 그리고 이용자 중심의 경영원리 등은 이용자 확대로 이어져 능률성 제고에도 기여하였지만, 이용자와의 소통채널 확대와 정책 집행에 대한 지지도 제고에도 기여함으로써 정책의 민주성이 확장되는 측면도 있다. 또한 가속기의 다양한 활용도에 대한 인식이 확대되면서 특정 기술분야에 특화된 지원이라는 편견이 해소되었고, 이에 따라 공평성에 대한 문제제기가 줄어들게 되었다. 다만, 사립대학에 대한 지원이라는 구조적 한계는 여전히 개선되지 못하여 공평성 문제가 지속되었고, 가속기 운영에 대한 사업비 형식의 지원구조는 정부의 사업집행 관련 규정 및 절차와의 정합성이 부족하여 합법성 문제도 해결되지 못하였다.

종합적으로 판단했을 때 중기단계는 일부 해결되지 못한 공평성과 합법성의 문제가 제기될 수 있으나, 초기단계의 문제점들이 다양한 노력을 통해 해소되고 반대의 목소리가 줄어들었다는 점, 매몰비용이 큰 특성을 고려하였을 때 사업의 지속적 추진으로 인한 편익이 비용에 비해 더욱 커질 것으로 예상된다라는 점, 그리고 정책목표를 상당한 수준으로 달성하고 있는 점 등을 고려하여 ‘회복탄력적 성공’으로 평가될 수 있다.

3. 최근(2012년~2017년): 방사광가속기 운영 안정화 단계

3.1 주요 추진내용 및 특징

성능향상 사업과 빔라인 확장이 거의 마무리된 최근 시기는 향상된 성능을 바탕으로 2016년도 기준 31개의 빔라인을 대상으로, 1,363개의 과제 수행, 5,248명의 연구자가 방사광가속기를 활용하는 수준에 이르렀다.(미래창조과학부, 2017) 비슷한 빔라인 규모지만 2010년 대비 이용자가 2,000여명이 더 증가한 수치로 활용도가 크게 증가한 것을 확인할 수 있다. 3세대 방사광가속기의 연구 활용도에 대한 연구자의 인지와 가속기의 필요성에 대한 공감대가 확산됨에 따라, 3세대 방사광가속기를 넘어서는 기능을 가진 4세대 방사광가속기의 구축 필요성도 제기되어 2015년 포항에 구축이 완료되었다. 4세대 방사광가속기는 3세대와는 달리 처음부터 정부주도로 추진된 사업이나, 3세대 방사광가속기와의 성과연계와 기술적 필요성, 공동운영 등을 위해 포항공대의 부지 및 기반시설을 활용하고 있다.

<표 5> 방사광가속기 빔라인 현황, 연도별 활용 실적 및 성과 (2012~2016)

구분	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년
빔라인	32	32	30*	31	31
실험수행	829	1,046	1,179	1,241	1,363
실험인원	2,860	3,613	4,020	4,640	5,248
SCI 논문수	293	353	551	451	487
편당 I.F.	3.9	4.4	4.2	5.8	6.2

출처: 포항가속기연구소 홈페이지, 미래창조과학부(2017), 국가과학기술심의회(2017)를 종합하여 구성
* 2013년에 빔라인 2기 운영 중지: 11B(극자외선 석판인쇄) 빔라인이 전용기관(한양대)의 사용 종료로 중지되고, 6D(엑스선 영상) 빔라인은 협약 포트(UNIST-PAL)로 전환 구축하여 2015년에 운영 개시

3세대 방사광가속기를 둘러싼 거버넌스와 관련하여, 사립대학의 소유시설인 만큼 정부는 최소 운영비만 지원하고, 포항공대의 한정된 인력 및 예산으로 인해 우수성과 창출 등 장기발전에 문제가 있다는 점과, 특정 사립대에 대한 정부예산 지원에 대해 지속적인 문제제기(국회 2011년 예산심의, 2016년 국정감사 등)가 있었던 점, 그리고 공공시설의 성격을 가짐에도 불구하고 민간 소유로 인해 공적관리에 한계가 있었던 점 등을 개선하기 위해 국가과학기술심의회는 2017년 2월에 「대형가속기 운영체제 개선방안」을 발표하

였다. 대형가속기 운영체제 개선방안은 대형가속기의 연계협력 시스템 구축을 통한 운영 효율화, 방사광가속기의 운영체제 개편을 통한 공적관리 강화, 방사광가속기 운영 개선을 통한 이용자 지원 향상, 4세대 가속기의 국가 전략적 활용을 통한 우수성과 창출을 주요 내용으로 하고 있다. 그중 특히 3세대 방사광가속기의 거버넌스와 관련된 내용이 가장 중요한 부분으로, 기부채납 및 위탁운영 등을 통한 공적관리 강화와 가속기 운영위원회 및 연구소장의 기능 강화, 가속기 운영조직에 대한 경영평가 추진, 이용자 의견 수렴 체계 강화 등을 추진하는 계획을 담고 있다. 또한 이용자를 위한 서비스의 질 향상을 위해 가속기 운영조직 및 이용자 지원 체계의 개선, 빔라인 확충 및 안정적 실험환경 조성, 우수성과 창출 및 산업적 활용 확대의 내용도 포함한다. 가속기 소유권의 기부채납을 통한 국유재산 편입은 부지(무상임대)외의 여타 자산을 대상으로 하며, 공모를 통해 전문기관에 위탁하여 투명성과 효율성을 확보하고자 하되, 안정적 운영을 위해 기존 운영인력의 고용승계를 전제하고 있다. 그리고 방사광가속기의 운영과 공동 활용에 대한 법적근거를 마련하여 공공시설로서의 안정적 운영과 발전을 도모한다는 내용을 포함한다.

현재 2018년도의 추진계획 상으로는 미래창조과학부가 직접관리하고, 평가 및 정밀정산은 한국연구재단이, 주관기관은 포항공대 부설 포항가속기연구소로 계획되어 있다.(2018년도 예산요구서) 그러나 주관기관은 아직 확정된 단계가 아니며 2017년 하반기 기부채납 이후 예정되어 있는 주관연구기관 공모결과에 따라 최종 결정될 것이다.

3.2 분석 및 평가결과

3세대 방사광가속기는 성능향상 사업 이전에 이용자 증가추세가 서서히 둔화되며 활용규모가 유지되는 경향을 나타내고 있었다. 정부와 포항가속기 연구소는 이에 안주하고 시설을 그대로 유지하는 대신, 연구 환경의 변화와 다양한 수요에 대한 대응, 연구의 질 제고와 우수성과 창출 등을 위해 성능향상을 추진함으로써 가속기의 질적 수준을 높였다고 할 수 있다. 결과적으로 이전의 활용도 증가추세보다 가파르게 이용자 규모가 확대되는 결과로 연결되었다고 할 수 있다. 그리고 현재 5,000명 이상의 연구자가 활용하고 있는 상황을 고려할 때, 자국에 이러한 초대형 연구시설이 없었다면 혜택을 받을 수 없었던 연구자가, 자국 내 연구시설 구축으로 인해 기회를 누릴 수 있고 관련 연구의 발전이 가능하다는 긍정적 평가가 가능할 수 있다.

기존에는 방사광가속기의 구축 및 활용에 대한 법적근거가 부족하여 정부의 안정적 지원과 관련 계획 마련 등이 체계적으로 추진되지 못한 상황이었으나, 지속적으로 지적되어

오던 거버넌스의 문제점에 대한 부분이 2017년 국가과학기술심의회에서 심의·의결된 「대형가속기 운영체제 개선방안」을 통해 개선이 확정되었다. 방사광가속기 구축이후 28년만인 2017년에 드디어 오래된 법적·구조적 문제가 해결되는 것인데, 이는 단순히 한 번의 안건 의결로 해결된 것이라고는 볼 수 없다. 오히려 이는 지원체계 상의 문제점 공유, 개선 방향에 대한 논의, 관계자들 간의 합의, 법적근거 마련을 위한 노력 등 긴 시간에 걸친 논의와 고민, 정책연구 등을 수행한 결과를 바탕으로 얻은 결론이라 할 수 있다.

결론적으로 최근 단계의 3세대 방사광가속기 사업은 성능향상 사업으로 인해 연구의 질 제고와 우수성과 창출이 가능해진 만큼 효과성이 증대되고, 이용자가 이전보다 더욱 큰 수준으로 증가하여 능률성도 제고되었다고 평가될 수 있다. 가속기 사업의 능률성과 효과성에 대한 긍정적 평가가 없었다면 4세대 방사광가속기의 구축 필요성이 제기되는 일도 없었을 것이다. 그리고 오랫동안 해결되지 않았던 공평성과 합법성 문제도 거버넌스 개편이 최근 확정됨에 따라 해소되었다고 할 수 있다. 문제를 해결하는 과정에서 다수의 정책연구가 수행되고 협의가 이루어진 점에서 민주성의 기준도 만족된 것으로 평가할 수 있을 것이다.

이를 바탕으로 최근단계는 정부가 의도한 결과 및 정책목표를 달성하고 보편적 지지를 받으며, 반대여론이 없거나 관련 갈등이 낮은 경우이고, 정책내용의 효과성과 능률성 기준을 만족할 뿐 아니라 집행과정에서 합법성과 공평성 측면의 문제가 해소되고 민주성의 기준도 만족하는 점을 고려할 때 ‘성공’으로 평가될 수 있다.

IV. 결론 및 연구의 함의

1. 연구결과의 요약 및 의의

본 연구는 과학기술분야에 대한 기존의 정책평가가 정책의 내용과 직접적 결과에 국한되어 효율성과 효과성 중심으로 수행되어 온 범위의 한계를 벗어나 정책활동의 다양한 요소에 대해 검토하고자 하였다. 이를 위해 3세대 방사광가속기 정책을 시기별로 구분하여 평가하되 분석기준으로 정책활동의 다섯 가지 주요 기준인 능률성, 효과성, 공평성, 민주성, 합법성을 활용함으로써 정책활동에 대한 관리적 시사점을 도출하고자 하였다. 주요 평가 내용 및 결과를 정리하면 다음의 표와 같다.

<표 6> 시기별 분석 및 평가결과 요약

시기구분	분 석					평가결과
	능률성	효과성	공평성	민주성	합법성	
1시기(1988~1996년)	×	×	×	×	×	불안정한 성공 (Precarious Success)
	×	×	×	×	×	
2시기(1997~2011년)	△	△	△	○	×	회복탄력적 성공 (Resilient Success)
	△	△	△	○	×	
3시기(2012~2017년)	○	○	○	○	○	성공 (Success)
	○	○	○	○	○	

※ ○: 만족, △: 일부 만족, ×: 불만족

3세대 방사광가속기 사업의 첫 번째 단계인 초기단계는 가속기 구축부지 선정의 문제점과, 막대한 예산 투입에 비해 이용자 규모의 예상수준이 낮았던 점 등을 고려할 때 정책결정 과정의 효과성과 능률성이 결여되어 있었다고 할 수 있다. 또한 다양한 학문분야 및 이해관계자 간의 협의나 의견수렴 절차가 부족한 것으로 인한 민주성의 문제, 특정 학문분야를 중심으로 한 시설인 동시에 특정 사립대학이 추진하는 시설구축 사업에 막대한 정부 예산을 지원하게 되어 발생한 공평성의 문제, 그리고 정부의 사업추진과 예산 지원 결정과정에서 제기될 수 있는 절차적 정당성이 부족하여 발생한 합법성의 문제 등이 제기되었다. 이를 바탕으로 초기단계는 실패에 가깝다고 할 수 있는 불안정한 성공으로 평가될 수 있다. 가속기 구축으로 달성할 수 있는 기술적·경제적 목표를 중심으로 판단하는 일반적인 연구개발사업 평가와 달리 정책활동의 기준을 중심으로 살펴본 결과, 3세대 방사광가속기의 초기단계는 예상 이용자 규모의 낮은 수준이나 기술적 불확실성 이외에도, 절차적 문제나 민주적 측면의 노력 부재가 실패에 가까운 정책 평가결과에 큰 영향을 미쳤음을 알 수 있다.

두 번째 시기인 중기 단계는 범라인의 확장과 더불어 성과 및 활용사례 공개, 다양한 정책보고서 발간, 방사광이용자협회 등을 활용한 이용자 확대 노력, 이용자 중심의 연구소 경영원리 등으로 인해 이용자가 비약적으로 늘어나 활용도가 높아진 특징을 지닌 시기이니만큼 정책의 능률성이 높아졌다고 할 수 있다. 또한 연구성과 확대와 산업기술지원센터의 설치 등을 통해 기술의 이전 및 확산으로 인해 정책의 활용범위와 경제적 파급효과를 높임으로써 정책의 효과성도 제고되었다. 이용자 중심의 경영과 소통채널 확대 등은 기존에 부족했던 민주성이 확장되는 결과를 가져왔고, 활용 연구분야가 다양해지면서 공평성에 대한 문제제기도 줄어들었다. 특정 사립대학에 대한 정부지원이라는 공평성 관련 문제가 해결되지 않았고 절차적 정당성 문제가 해소되지 않아 합법성 문제가 여전히

히 잔존하지만, 문제를 인식하고 해결을 위해 다양한 논의가 촉발되는 시기이기도 하였다. 따라서 이 시기는 일부 해결되어야 할 문제가 남아있긴 하지만, 초기단계의 심각한 문제점들을 다양한 노력을 통해 극복함으로써 정책의 지속에 긍정적 영향을 미친것 등을 고려하여 회복탄력적 성공으로 평가될 수 있다.

마지막 최근 단계는 성능향상 사업을 통해 높아진 가속기 성능을 바탕으로 이용자 규모와 성과가 더욱 확대됨으로써 능률성과 효과성이 증가된 시기이다. 그리고 오랜 기간 지적되어 오던 가속기 운영과 관련된 거버넌스의 문제점이 해소되고 3세대 방사광가속기가 국가재산으로 최종 귀속되는 것이 확정됨에 따라 합법성과 공평성 문제가 해결되었다. 거버넌스 문제를 해결하는 과정에서 장기간의 논의와 이해관계자들 간의 협의가 지속되어온 만큼 이 과정에서 민주성의 기준도 만족되었다 할 수 있다. 종합적으로 이 시기의 정책은 정책의 지속에 대해 보편적 지지를 받는 것을 고려하여 성공으로 평가될 수 있다.

본 연구는 전술한 바와 같이 기존의 정부연구개발사업 평가의 틀에서 벗어나 정책평가 결과의 다양한 스펙트럼에서 고려될 수 있는 분석 요소 및 틀을 기본으로, 정책활동의 주요 기준을 중심으로 정책결정 및 집행과정을 검토함으로써 정책활동의 관리적 시사점을 도출하고자 하였다. 본 연구결과는 3세대 방사광가속기를 둘러싼 어떠한 측면이 시기별 정책결과에 중요한 영향을 미쳤는지, 그리고 부족하였는지를 살펴봄으로써 향후 가속기 운영·관리에 있어서도 적용가능한 시사점을 주고 있다. 또한 본 연구결과를 통해 제시되는 정책적 시사점은 향후 정부가 유사한 초대형연구시설의 구축 및 운영과 관련된 정책을 수립하고 집행하는 과정에서 고려되어야 하는 정책기준을 설정할 때 중요한 참고자료로서의 기능을 할 수 있을 것이다.

2. 연구의 한계 및 후속 연구

3세대 방사광가속기 정책의 시기별 평가에 있어 지적될 수 있는 한계로는, 가속기와 같은 초대형연구시설의 구축은 초기 매몰비용이 큰 특성을 갖기 때문에 사업초기에 정책 능률성에 대한 문제가 당연하듯 제기될 수밖에 없다는 점을 들 수 있다. 현재 구축되고 있는 중이온 가속기 정책의 경우를 살펴보다도 투입되는 예산 규모가 막대한데 비해 이용자 규모 및 활용도 제고를 위한 계획이 부재한 점에 대해 날카로운 비판이 제기되고 있는 상황이다. 그러나 본 연구에서 주목하고자 하는 점은 초기에 방사광가속기 정책의 능률성이 왜 낮았는

가 하는 것이 아니라 능률성과 관련된 문제 이외에 어떠한 점들이 초대형연구시설 초기의 부정적 시각과 정책의 지속적 수행에 대한 의문에 영향을 미치는지 살펴보고, 그리고 이후 어떠한 노력을 통해 해소되어 왔는지를 살펴보는 데 있다고 할 수 있다.

또한 매몰비용이 큰 특성을 가진 사업은 시간이 지나면서 자연스럽게 능률성의 문제가 해소될 수밖에 없다는 지적이 있을 수 있다. 그러나 3세대 방사광가속기 정책의 경우 초기단계의 시설을 유지하며 이용자에게 단순히 제공하는 것에 그치지 않고 빔라인 확장 및 성능향상 등을 통해 수용규모 및 적용 연구분야의 확대를 꾀하는 동시에 다양한 관리적 노력을 통해 빠른 시기에 최대 활용수준을 달성했다는 점, 관련 기술개발을 지속적으로 수행하고 그로부터 발생한 기술적 성과를 적극적으로 확산함으로써 부가적 파급효과를 이끌어 내고 있다는 점 등을 고려할 때 단순히 시간의 흐름에 따라 능률성의 문제가 자연스럽게 해소되었다고 할 수는 없다.

다른 한 편으로 효과성과 능률성을 판단하는 데 있어 질적평가가 이루어졌다는 점에서 본 연구의 한계가 지적될 수 있다. 그러나 초기단계에서 투입대비 성과와 사업추진의 결과를 판단하는 데 있어 활용될 수 있는 계량적 자료가 한정적인데다, 당시의 사업추진이 비용편익 분석 등에 기반을 둔 것이 아니라 CEO의 리더십에 의해 주도적으로 추진된 특징이 있다는 점을 고려할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서의 평가기준은 계량적 기준을 적용하였다기보다는 연구자와 관계자의 판단에 기인한 부분이 크며, 이로 인해 판단의 객관성이 충분치 않다는 지적이 있을 수 있는데 이는 질적 연구의 특성이자 한계라 할 수 있다.

다음으로 본 연구의 한계는 방사광가속기 정책과 비교될 수 있을만한 장기간 유지되어 온 초대형연구시설의 사례가 국내에 없어 능률성과 효과성에 대한 비교 검토가 어렵다는 점에 있다. 정책의 보다 객관적인 평가를 위해서는 비슷한 시설의 구축 및 운영 정책과 비교분석하는 것이 필요하므로, 후속연구로 유사한 사례와 비교평가를 수행하게 되면 본 연구를 의미 있게 보완할 수 있는 자료가 될 것이라 생각된다. 특히 미국이나 일본은 우리나라처럼 방사광가속기를 장기간 운영해 온 국가이므로, 국가별 정책결정 및 집행과정을 비교함으로써 상대적 평가결과를 도출하거나, 국가별 차별성에 대해 살펴보는 연구도 매우 흥미로울 것으로 예상된다.¹⁵⁾

15) 방사광가속기의 예산, 운영인력 및 활용도 측면에서 주요국과의 비교를 수행한 연구(윤수진·신애리·문관식, 2017)는 있으나 정책적 측면에서 비교연구를 수행한 사례는 찾아보기 어려우므로 관련 연구가 후속연구로서의 의의가 있을 것이다.

참고문헌

(1) 국내문헌

- 김문경 외 (2012), “방사광가속기 소개”, 『대한전기학회지: 전기의 세계』, 61-10, pp. 11-16.
- 노도영 (2013), 『국가 가속기 운영현황 및 효율화 방안』, 한국과학기술기획평가원 내부자료.
- 미래창조과학부 (2015), 『2014 국가대형연구시설 실태조사 보고서』.
- 미래창조과학부 (2016a), 『2016년도 국가연구개발사업 상위평가보고서』.
- 박형준 외 (2011), 『방사광가속기의 관리 및 운영 효율화 방안 연구』, 교육과학기술부 2011-11.
- 윤수진·신애리·문관식 (2017), “대형가속기 현황분석 및 실증연구를 통한 핵심이슈 발굴”, 황지호 편, 『미래사회 대응 기술혁신 아젠다 발굴 및 R&D 투자전략 수립』, 한국과학기술기획평가원 연구보고 2017-53, 별권 8.
- 정정길 (2003), 『행정학의 새로운 이해』, 대명출판사.
- 조만형·박종우·이형진 (2014), “국가 연구시설장비의 효율적 관리를 위한 법제화 방안”, 『과학기술법연구』, 20-1, pp. 497-530.
- 조현대 외 (2013), 『국가대형연구시설의 체계적 구축 및 관리효율화를 위한 실태분석 및 정책제언』, 과학기술정책연구원 조사연구 2013-04.
- 포항가속기연구소 (2013), 『빛으로 인류의 미래를 쏘다, 포항가속기연구소 25년사 1988~2013』.

(2) 국내 기타 자료 (정부계획, 홈페이지 등)

- 국가과학기술심의회 (2017), 『대형가속기 운영체제 개선방안: 포항 방사광가속기 중심』, 국가과학기술심의회 운영위원회, 2017. 2. 28.
- 미래창조과학부 (2014), 미래창조과학부 2015년도 예산요구서.
- 미래창조과학부 (2016b), 미래창조과학부 2017년도 예산요구서.
- 미래창조과학부 (2017), 미래창조과학부 2018년도 예산요구서.
- 포항가속기연구소 홈페이지, <http://pal.postech.ac.kr/>
- 학교법인 포항공과대학교 (2010), 『2010학년도 제1회 이사회 회의록』, 2010. 4. 15.
- 한국방사광이용자협회 홈페이지, <http://kosua.postech.ac.kr/>
- 국가과학기술정보센터 홈페이지, <http://www.ndsl.kr/>

(3) 국외문헌

- Bovens, M., P. t'Hart, and B.G. Peters (eds.) (2001), *Success and Failure in Public Governance: A Comparative Analysis*, Cheltenham, Edward Elgar.
- Nakamura, Robert and Frank Smallwood (1980), *The Politics of Policy Implementation*, New

York, St. Martin's Press.

Ingram H.M., and D.E. Mann (eds.) (1980), *Why Policies Succeed of Fail*, Beverly Hills, CA, Sage.

Kerr D.H. (1976), "The Logic of "Policy" and Successful Policies", *Policy Sciences*, Vol. 7, No. 3, pp. 351-363.

Marsh, D., & McConnell, A. (2010), "Towards a Framework for Establishing Policy Success", *Public Administration*, Vol. 88, No. 2, pp. 564-583.

McConnell, A. (2010), "Policy Success, Policy Failure And grey Areas In-between", *Journal of Public Policy*, Vol. 30, No. 3, pp. 345-362.

Nagel S. (1980), "Series editor's Introduction", in H.M. Ingram and D.E. Mann (eds.), *Why Policies Succeed of Fail*, Beverly Hills, CA, Sage, pp. 7-10.

□ 투고일: 2017. 10. 17 / 수정일: 2017. 11. 06 / 게재확정일: 2017. 11. 29