

원자력기금 원자력연구개발계정 적정 요율 재산정 연구

구효정* · 조홍종**

요 약

최근 탄소중립 기조 속에서 원자력 발전의 역할이 주목받고 있으며, 이에 따라 원자력 R&D에 대한 사회적 요구도 한층 높아지고 있는 상황이다. 현재 원자력 연구개발을 지원하기 위하여 원자력 기금 내에 원자력연구개발계정을 설치하여 운영하고 있는데, 한국수력원자력이 전전년도 원자력 발전량에 1.2원/kWh을 곱한 금액을 부담금으로 납부하고 있고 대부분이 이 부담금으로 운용되고 있다. 하지만 기금 설치 초기부터 현재까지 1.2원/kWh의 정액요율을 고수하고 있어 제반 환경 변화를 적절히 반영하지 못한다는 문제점을 가지고 있으며, 이에 따라 안정적인 연구개발 수행이 어려운 실정이다. 본 연구는 이 같은 문제의식을 바탕으로 원자력연구개발계정의 적정 요율을 재산정하는 것을 주요 목적으로 한다. 이를 위하여 다양한 원자력 발전량 시나리오, R&D 수요 증가율 시나리오를 구성하여 2036년 누적조성액을 기준으로 적자가 발생하지 않기 위한 적정 요율을 재산정하고자 한다. 분석 결과에 따르면, 현재의 요율 1.2원으로는 장기적으로 적자가 불가피하며, 2036년까지 매년 누적조성액에서 적자가 발생하지 않게 하기 위해서는 시나리오별로 1.45원 ~ 1.65원/kWh 수준의 요율이 필요한 것으로 분석되었다. 본 연구는 원자력연구개발계정 요율 인상에 대한 근거를 마련하는 것에 있어 도움이 될 것으로 판단된다.

주요 단어 : 원자력 R&D, 원자력기금 원자력연구개발계정, 부담금 요율
경제학문헌목록 주제분류 : G0, Q3, H6

* 단국대학교 국제학부 조교수(주저자) (e-mail: betterme@gmail.com)

** 단국대학교 경제학과 부교수(교신저자) (e-mail: hongcho@dankook.ac.kr)

I. 서 론

최근 국제적으로 탄소중립이 시대적 화두로 자리잡음에 따라 2020년 10월 국내에서도 2050년까지 탄소중립 달성을 선언하였다. 더 나아가 2021년 8월에는 탄소중립기본법이 국회 본회의를 통과하면서 한국은 세계에서 14번째로 탄소중립을 법제화한 국가가 되었다.¹⁾ 2050년까지 탄소중립 목표를 달성하기 위해서는 재생에너지 발전설비의 대대적인 확충이 필수적이다. 하지만 우리나라는 재생에너지 발전 여건이 다른 국가에 비해 상대적으로 불리하기 때문에 재생에너지 발전에만 의존할 경우 전력계통 신뢰도 문제와 더불어 ESS 설치 등으로 인한 막대한 비용문제가 발생할 수 있다. 그리고 이는 결과적으로 소비자의 전력요금 인상으로 귀결될 수 있다. 또한 수소와 같은 미래 친환경 에너지의 경우 기술개발과 함께 경제성을 갖추어 상용화되기까지는 여전히 많은 시간이 소요될 것으로 예상되고 있다.

따라서 탄소중립 목표 달성과 더불어 전력계통 신뢰도 확보, 안정적인 소비자 전력요금의 유지를 위해서는 무탄소 전원임과 동시에 발전 비용이 상대적으로 저렴한 원자력 발전의 역할 확대가 필수적이다. 하지만 원자력 발전의 경우 방사능 누출과 같은 사고 위험성, 원전 해체, 사용후 핵처리 등의 문제를 필연적으로 내포하고 있으며, 이를 해결하기 위해서는 선진 원자로 기술, 원전 해체 기술, 사용 후 핵처리 기술 등에 대한 지속적인 연구개발이 반드시 필요하다. 또한 원자력 R&D의 경우 발전부문의 효율성 및 안전성 증진 외에도 다양한 응용분야에서 부가가치를 발생시킬 수 있으며, 사회적으로 긍정적인 파급효과를 가질 수 있다. 따라서 원자력 연구개발은 사회적 편익의 측면을 고려하였을 때 공공부문을 중심으로 지속적으로 확대될 필요가 있다.

1) 주병국, 2022.01.05., “탄소중립 2050의 필수재인 탄소세 선진국 사례 통해 합리적 방안 찾아야”, 가스신문.

현재 원자력 연구개발과 관련하여 이를 효율적으로 지원하기 위하여 원자력기금 내에 원자력연구개발계정을 설치 및 운영하고 있다. 원자력연구개발계정은 원자력 발전 독점사업자인 한국수력원자력이 전전년도 원자력 발전량에 1.2원/kWh을 곱한 금액을 부담금으로 납부하도록 되어 있으며, 대부분이 한국수력원자력의 부담금으로 기금이 운용되고 있는 상황이다. 하지만 원자력연구개발계정의 경우 기금 설치 초기부터 현재까지 1.2원/kWh의 정액요율을 고수하고 있어 경제 상황 변화, 원자력 제반 환경 변화를 적절히 반영하지 못한다는 문제를 가지고 있으며, 발전량에만 전적으로 의존하기 때문에 정책에 따라 기금의 실질 수익의 변동성이 높아 일관성 있고 안정적인 원자력 연구개발을 수행하기 어려운 상황이다.

지금까지 이에 대한 인식을 바탕으로 지속적으로 문제제기가 이루어져 왔으며, 현행 부담금 요율을 인상시키고자 하는 시도가 몇 차례 있었으나 모두 무산되었다. 비용 혹은 효율성 등의 측면에서 원전이 장래에도 지속적으로 활용될 것으로 예상됨에도 불구하고 만일 사회적으로 요구되는 수준의 원자력 연구개발이 수행되지 않을 경우 원전에 대한 안전성 문제, 사용 후 핵연료 처리 문제, 주민 수용성 문제 등은 반복적으로 제기될 것이며, 궁극적으로 사회적인 갈등과 불안을 초래할 수 있을 것이다. 또한 장기적으로 원전수출, 원전해체, 사용 후 핵연료 처리, SMR, 우주 및 항공 분야에의 응용 등 국제적으로 신시장이 확대될 것으로 예상됨에 따라 이에 대한 선점 및 적절한 대응을 위해서라도 원자력 연구개발에 대한 투자는 지속적으로 확대될 필요가 있다. 이러한 점들을 종합적으로 고려하였을 때 현행 부담금 요율은 재검토되어야 한다.

본 연구는 최근의 이와 같은 문제의식을 바탕으로 원자력 연구개발계정의 적정 요율을 재산정하는 것을 주요 목적으로 하며, 이를 위하여 다양한 원자력 발전량 시나리오, R&D 수요 증가율 시나리오를 구성하여 분석을 수행한다. 구체적으로 제9차 전력수급기본계획, NDC 상향안, 원전 수명연장 등의 계획에 따른 2034년까지의 발전량을 시뮬레이션을 통해 예측하여 2036년까지의 기금 조성액을 전망한다. 다른 한편으로는 다양한 원자력 R&D 수요 시나리오를 구성하여 마찬가지로 2036년까지의 기금 지출액을 전망하여 최종적으로 2036년까지 누적조성액을 기준으로 적자

가 발생하지 않는 적정 요율을 산정하고자 한다. 결과적으로 본 연구는 원자력연구개발계정 요율 인상 근거를 마련하는 것에 있어 도움이 될 것으로 판단된다.

본 연구의 구성 및 방향성은 다음과 같다. 먼저 본론 1절에서는 원자력연구개발계정의 설치 배경과 연혁, 현황 등을 살펴본다. 그리고 2절에서는 원자력연구개발계정의 부담금 요율 및 부담주체의 적정성과 관련한 기존연구들을 간략하게 살펴보고 이에 대한 입장들을 검토한다. 3절에서는 원자력 발전량, 원자력 R&D 수요에 대한 다양한 시나리오를 구성하여 2036년까지의 기금 조성액 및 지출액을 전망한다. 이를 토대로 4절에서는 시나리오별로 적정요율을 산정하고 부담금 요율 상향 조정의 타당성을 검토한다.

Ⅱ. 본 론

1. 원자력연구개발계정의 개요 및 현황

서론에서 언급하였듯 현재 원자력 연구개발과 관련하여 이를 효율적으로 지원하기 위하여 원자력기금 내에 원자력연구개발계정을 설치 및 운영하고 있다. 원자력연구개발기금의 운용개시연도는 1997년이며, 요율산정의 기본원칙은 향후의 국가 원자력 연구개발 수요를 근거로 하여 조정하며 원자력 핵심기술 확보 및 원자력 기술 선진국에의 진입에 기여함을 목표로 한다. 기금의 사용은 원자력진흥종합계획에 따른 원자력연구개발사업의 수행에 주로 지출되며, 연구개발 기자재 및 장비지원 사업, 기타 원자력 연구개발 관련 사업에 지원하는 것을 원칙으로 한다.²⁾

원자력연구개발기금은 원자력진흥법 제13조 및 동 시행령 제14조에 따라 발전용 원자로운영자가 원자력연구개발사업에 들어가는 비용을 부담하기 위해서 해당 원자로를 운영하며 생산되는 전력량에 1.2원/kWh를 곱하여 계산된 금액을 부담하도

2) 김승수·송기동(2000)

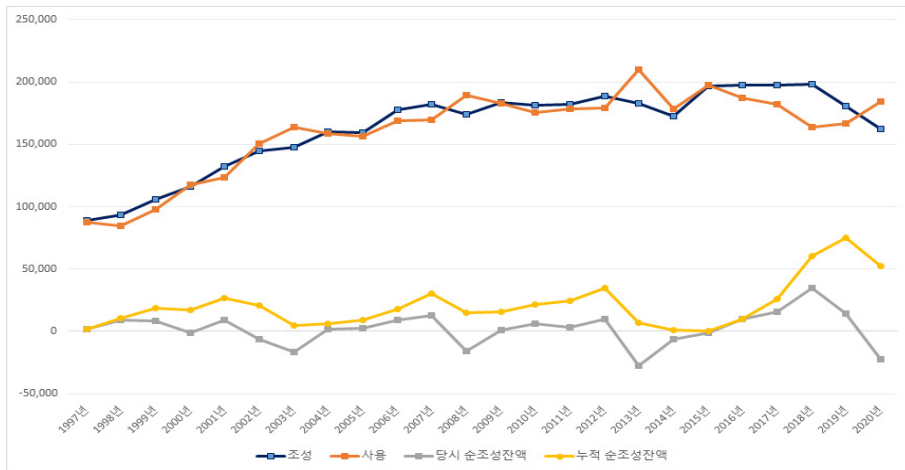
록 규정되어 있다.³⁾ 기금운용 개시연도인 1997년부터 2016년까지는 전년도 발전량을 기준으로 산정되었으나, 2017년 1월부터는 전전년도를 기준으로 계산되도록 산정기준이 변경되었다. 또한 3년 주기로 원자력 연구개발을 재검토하여 원자력분야에 대한 정부주도 연구개발사업의 확대가 바람직하거나 현행 연구사업비의 절감이 가능한 경우에 한해서만 기금징수 요율을 재조정하도록 하였다.

원자력연구개발기금의 요율을 조정하려는 논의가 과거 몇 차례 진행되었지만, 현재까지는 최초 시점의 설정 요율인 1.2원/kWh으로 유지되고 있다.⁴⁾ 그러나 최초 요율 산정시점과 비교하였을 때 현재 원자력과 관련한 전체적인 환경 등이 변화하여 요율산정의 재검토가 필요한 실정이다.

원자력기금 원자력연구개발계정의 규모를 조성금액과 사용금액으로 단순하게 살펴보면 [그림 1]과 같다.

[그림 1] 원자력기금 원자력연구개발계정 추이

단위: 백만 원



출처 : 한국연구재단(2022). “원자력기금 원자력연구개발계정 순조성 현황(2021.12.31. 현재 기준)”.
을 기반으로 저자 작성

3) 국가법령정보센터, “원자력 진흥법”, 법률 제18078호, 2021. 10. 21.

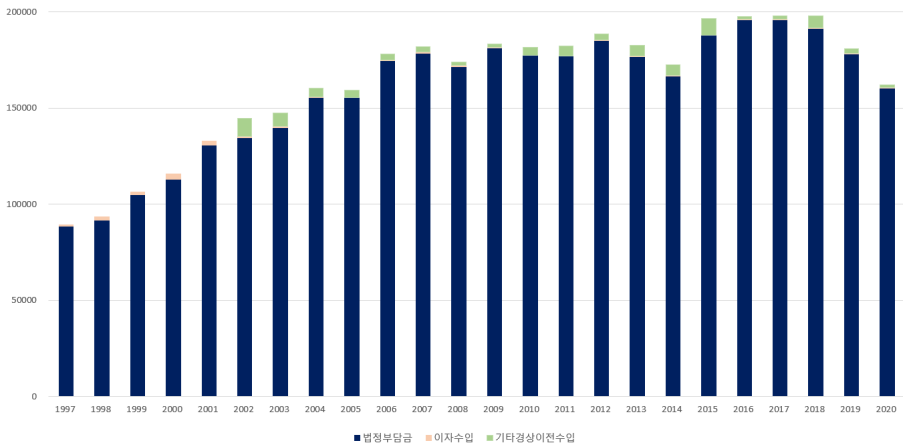
4) 이우람 외(2012)

원자력기금 원자력연구개발계정은 2020년까지 총 3조 9,066억 원을 조성하였으며, 약 3조 8,530억 원이 사용되었다. 2020년 기준 순조성액 누계는 약 527억 원 수준이다.

원자력연구개발계정은 법정부담금, 이자수입, 기타경상이전수입 세 가지로 구성되어 되며, 법정부담금은 원자로 운영자가 발전량에 따라 납부하는 금액이며, 기타경상이전수입은 보상료 수입 및 기금의 집행잔액으로 구성된다. 수입비중 추이를 보면 [그림 2]와 같다. 원자력연구개발계정의 조성의 97%는 법정부담금으로부터 이루어지며, 원자력 발전량에 따라 변동하는 구조이다.

[그림 2] 원자력연구개발계정 수입 비중 추이(1997년~2020년)

단위: 백만 원



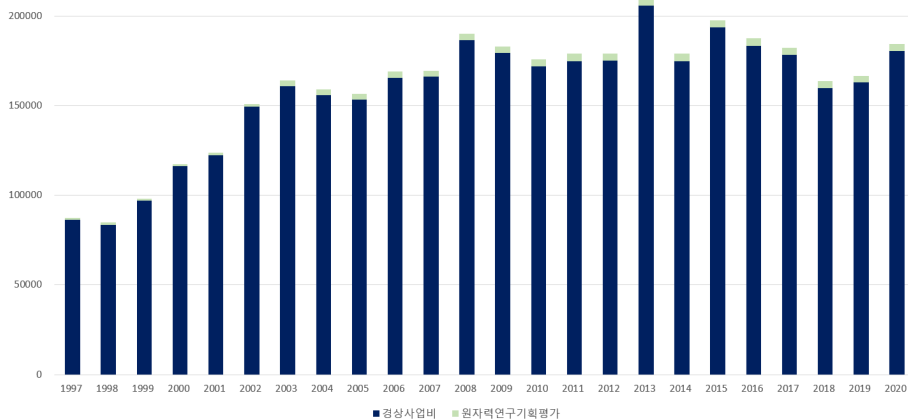
출처: 한국연구재단(2021)

한국연구재단에서 발표한 원자력연구개발계정의 지출 자료는 경상사업비(연구개발지원)와 원자력연구기획평가 두 가지로 구분되며, 원자력연구기획평가는 원자력 연구기획 및 평가관리와 정책연구에 지출되는 항목이다. 1997년부터 2020년까지의 원자력연구개발계정의 지출추이를 살펴보면 아래의 그림과 같다. 원자력연구개발계정의 지출은 1997년 872억 원으로 시작하여, 2013년에 2,100억 원으로 최고

점을 기록한다. 원자력연구개발계정에서 지원하고 있는 사업은 원자력기술, 원자력 안전, 전문인력 양성, 핵연료 처리, 원전 수출 등이 있다.

[그림 3] 원자력연구개발계정 지출 비중 추이(1997년~2020년)

단위: 백만 원



출처: 한국연구재단(2021)

2. 기존연구 검토

원자력연구개발기금 효율의 적정성 및 부담주체의 적절성에 관하여 검토한 연구로는 이우람 외(2012), 김시환 외(2014), 기획재정부(2021)을 제외하고는 찾기 어려운 상황이다. 본절에서는 간략하게 이 연구들을 중심으로 살펴보기로 한다.

먼저 기획재정부(2021)에 의하면 발전용 원자로운영자에게 원자로를 운전하여 생산된 전력량을 기준으로 부담금을 부과하는 것은 연구개발의 성과를 직접적으로 누릴 수 있는 사업자에게 부담금을 부과한다는 점에서 수익자부담원칙에 부합한다고 평가하고 있다. 원자력연구개발사업 비용부담금은 원자력연구개발계정으로 100% 배분되어 원자력연구개발사업비로 활용되기 때문에 목적, 부과대상, 용도 등이 일치된다는 점에서 원자력연구개발사업 비용부담금이 존치될 필요가 있다고 밝

히고 있다.

그러나 부담금이 설치된 이후 24년 동안 전력생산량뿐만 아니라 전력가격과 소비자 물가 등 요율의 적절성에 영향을 미치는 요인들이 꾸준히 변화해왔기 때문에 1.2 원/kWh라는 요율이 적절한지에 대해서는 검토할 필요가 있다고 밝혔다. 이전 정부의 원자력 발전 축소정책의 영향으로 부담금 징수액이 2018년부터 2020년까지 축소되어왔는데, 이러한 상황이 계속된다면 기금고갈이 발생할 가능성이 높고, 원자력의 안전한 사용과 환경과의 조화에 중점을 위하여 지속적으로 수행되어야 할 원자력연구개발사업을 이전과 같은 수준으로 유지하는 것이 어렵다고 지적하고 있다.

다음으로 이우람 외(2012)은 최초 요율 산정시점과 당시의 원자력 관련 제반 환경 등의 변화에도 불구하고 기금 요율에 대한 탄력적인 조정이 이루어지지 않아 연구개발 재원의 부족, 장기연구개발계획 실행의 차질 등의 문제가 지속될 것이라는 점을 지적하였으며, 제4차 원자력연구개발 5개년 계획에 따른 원자력 연구개발 수요에 근거하여 원자력연구개발기금의 적정요율을 산출하고 요율변동에 따른 사회적인 영향을 제시하고자 하였다.

해당연구는 한국수력원자력이 독점적 사업권을 통해 수혜를 얻고 있으며, 이와 유사한 전기통신사업자 연구개발부담금, 방송발전기금징수금이 존재하는 것을 근거로 원자력연구개발사업 비용부담금 징수 주체가 적절하다고 주장하고 있다. 또한 제4차 원자력연구개발 5개년 계획과 제5차 전력수급기본계획을 바탕으로 원자력연구개발기금의 요율 재산정이 필요함을 밝히고 있다. 또한 요율 증가에 따른 부담을 소비자에게 전가하는 것보다 한국수력원자력에겐 부담시키는 것이 사회적으로 더욱 편익이 높은 방향임을 주장하고 있다.

마지막으로 김시환 외(2014)는 먼저 원자력연구개발기금과 관련하여 기금부담 주체의 적절성을 검토하였다. 김시환 외(2014)의 입장을 요약하면 다음과 같다. 한국수력원자력은 발전회사들 중에서 하나로서 다른 발전회사들과 경쟁적인 관계에 있는 것에 반해, 한국전력공사는 전력수요에 있어 독점적인 지위에 있다. 그리고 한국전력공사는 한국수력원자력의 모회사이고 이와 더불어 현재의 정산단가는 시장에서 가격 메커니즘에 의해 결정되지 않으며 한국전력공사와 발전회사들 간의 수

의 배분과정에서 결정되고 있는 등 전력산업구조개편 이전과 재무적으로는 거의 동일한 구조를 갖고 있다. 원자력연구개발기금은 국가 원자력연구개발 재원의 안정적인 확보를 위해 설치되었기 때문에 발전회사들 중 하나인 한국수력원자력이 부담하는 것 보다는 한국수력원자력의 모회사이며 전력수요 독점자인 한국전력공사가 부담하는 것이 기금설치의 본연의 취지에 더 부합한다.

또한 해당연구에서는 전력시장을 전체적으로 볼 때 원자력발전사업자의 원자력연구개발기금의 부담은 오히려 감소하여 왔다는 점을 지적하며 원자력연구개발기금의 효율을 전기요금 인상율과 연계시켜서 결정하는 것이 합리적이며 또한 기금 부담자는 한국수력원자력보다는 한국전력공사가 되는 것이 보다 적합하다고 주장하였다. 이와 같이 한국수력원자력보다는 한국전력공사가 기금 부담자가 되어야 한다는 김시환 외(2014)의 입장은 한국수력원자력에 기금을 부과하는 것이 합당하다는 이우람 외(2012)과 기획재정부(2021)의 주장과는 상반된다.

3. 원자력연구개발계정 과부족 전망

1) 시나리오별 원자력 발전량 전망

본 연구는 원자력연구개발계정의 수익구조가 갖는 문제점을 정량적으로 밝히는 것을 주요 목적으로 한다. 이를 위한 첫 번째 단계로, 시나리오별 발전량 예측을 기반으로 원자력연구개발계정의 조성액 규모를 전망한다. 발전량 예측을 위해서 우리나라 전체 발전기 정보를 활용한 최적화 프로그램을 활용하였다.

시나리오를 구성하기 위하여 기본적으로 제9차 전력수급기본계획⁵⁾과 NDC 상향안⁶⁾을 참고하였다. 각각 2030년 원자력 발전 비중이 25%, 23.9%가 될 것으로 전망하고 있다. 이때 NDC 상향안의 경우에 비중은 제9차 전력수급계획에 비해 낮지만, 전체 발전량이 상향 조정되었기 때문에 전력수급계획에서보다 높은 발전량을 가질

5) 산업통상자원부(2020.12.28.). “제 9차 전력수급기본계획(2020~2034)”.

6) 관계부처합동(2021.10.18.). “2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안”.

것으로 예상된다. 하지만 두 계획 모두 2030년의 목표 발전량과 발전 비중을 제시하고 있으나, 2020년부터 2030년 사이의 값들을 제시하고 있지 않다는 한계점이 존재한다. 단순히 평균 변화율을 적용하여 중간 연도 값을 도출할 수도 있지만, 이 경우 발전기의 신규 건설 및 퇴출로 인한 발전량 변동을 고려하지 못한다는 문제점이 있을 수 있다. 따라서 본 연구에서는 발전기 정보와 신규 진입 및 퇴출 일정 등을 고려하여 제9차 전력수급기본계획 기반 시나리오, 원전 수명 연장 시나리오, NDC 상향안 기반 그리고 이용률 개선 및 신규건설, 수명연장 지체 시나리오의 총 4가지 시나리오로 구성하였다. 분석 기간은 2021년부터 2034년까지로 한다.

첫 번째 시나리오인 기본 시나리오는 제9차 전력수급기본계획의 내용을 바탕으로 발전량을 시뮬레이션한 것이다. 이 시나리오에는 전력수급계획에 따른 목표 수요, 신재생 및 기존 발전기 투입 일정, 1.93억 톤의 탄소배출 제약, 석탄 발전량 제약이 반영되어 있다. 두 번째 시나리오에서는 첫 번째 시나리오와 같은 전력 수요, 탄소배출 제약, 석탄 발전량 제약을 가정한다. 다만, 두 번째 시나리오에서는 기존 원전의 수명 연장 가능성을 고려하는 가정이 추가되었다. 세 번째 시나리오는 2021년 10월에 발표된 NDC 상향안의 내용을 기반으로 발전량을 시뮬레이션한 것이다. 앞선 시나리오보다 더 높은 전력 수요를 가정하고, 1.5억 톤으로 더욱 강화된 탄소 배출량 제약이 적용되었다는 차이점이 있다. 마지막으로 네 번째 시나리오는 두 번째 시나리오에서 2025년 이후 이용률이 약 5% 증가한 것으로 가정한다. 이는 새로운 정부의 에너지 정책 방향을 분석에 반영하기 위함이다. 시나리오2에서의 평균 이용률은 80%이므로, 5% 증가를 가정할 경우 약 85%~87% 정도의 이용률을 가정하게 되는 것이다. 또한 신규 원전 건설 혹은 노후 원전 수명연장 과정에서 행정상의 문제가 발생하여 지체될 가능성이 있다. 우선 건설이 중단되었던 신한울 3·4호기의 경우 환경영향 평가 재협의를 필요하며, 계속운전의 경우 설계수명 기간 만료일 이후 승인받고자 할 때 주기적 안전성 평가, 주요기기에 대한 수명평가 그리고 운영허가 이후 변화된 방사선 환경영향 등의 평가보고서를 제출해야 하기 때문에 긴 시간이 소요될 수 있다.⁷⁾ 이를 반영하기 위해 시나리오2에서의 설비 추가 계획을 모두 2년씩 미루

7) 이희선 외, 2017, “원자력발전소 해체 폐기물의 안전·안심관리 정책 방안”, 한국환경정책·평

는 방식을 채택하였다. <표 1>은 시나리오별 주요 가정을 정리한 것이다.

〈표 1〉 발전량 시나리오별 가정 요약

	시나리오1 (9차 수급계획 시나리오)	시나리오2 (원전 수명 연장)	시나리오 3 (NDC 상향안)	시나리오4 (이용률 개선 및 신규건설, 수명 연장 2년 지체)
수요	제9차 수급목표수요 (2030년 542.3TWh)	제9차 수급목표수요 (2030년 542.3TWh)	NDC 상향안 준용 (2030년 567.0TWh)	제9차 수급목표수요 (2030년 542.3TWh)
기준 발전기	제9차 수급계획 목표 시나리오 준용	제9차 수급계획 목표 시나리오 준용 + 경수로 원전에 대한 10년 수명 연장 및 신한울 #3,4 (COD '31년)	제9차 수급계획 목표 시나리오 준용	시나리오2와 같이 하되 수명 연장 혹은 신규 발전소 진입이 2년 지체된다고 가정
신재생 및 무탄소	제9차 수급계획 목표 시나리오 준용	제9차 수급계획 목표 시나리오 준용	NDC 상향안 준용 (2030년 신재생 에너지 발전량 185.2TWh, 암모니아 22.1 TWh)	-
계약	9차 기반 온실가스 배출량 제약 (2030년 1.93 억톤) + 석탄 발전량 제약	9차 기반 온실가스 배출량 제약 (2030년 1.93 억톤) + 석탄 발전량 제약	NDC 상향 온실가스 배출량 제약 (2030년 1.50억톤) +석탄 발전량 제약	-

자료 : 제9차 전력수급기본계획과 2030년 NDC 상향안을 참고하여 저자 작성

2) 시나리오별 기금 조성액 전망

앞서 소개한 4가지 시나리오에 대한 최적화 시뮬레이션을 통해 2022년부터 2034년까지의 원자력 발전량을 전망하였다. 먼저 부담금 수입을 도출하기 위해서는 발전량 예측치에 1.2원/kWh의 부담금을 곱해준다.⁸⁾ 그 후에는 기타경상이전수입과 기타자산이자수입의 도출이 필요한데, 이 경우 연도별 실적의 등락이 심한 수입이므

가 연구원.

8) 앞서 언급하였듯 전전년도 원자력 발전량에 1.2원/kWh을 곱하면 당해년도 부담금을 산정할 수 있다.

로 보수적인 접근이 필요하다. 따라서 한국연구재단이 공시한 2022년 원자력연구개발계정의 지출 계획액을 참고하여 그 수준이 유지됨을 가정한다. 즉 2022년의 기타 경상이전수입 42억 원과 기타자산이자수입 3억 원을 모든 시나리오에 일괄적용하는 방식을 채택한다. 또한 당해의 기금 조성액은 전전년도 원자력 발전량에 의해 결정되므로 전망 기간이 2036년까지 늘어나게 된다. 자세한 수치는 [그림 4]를 통해 확인할 수 있다.

[그림 4]는 발전량 시나리오에 따른 조성액 전망을 나타낸다. 시나리오 전망 결과 2036년을 기준으로 9차 전력수급기본계획 기반 시나리오의 조성액이 약 1,766억으로 가장 낮았고, NDC 상향안 시나리오는 약 1,810억으로 첫 번째 시나리오와의 차이가 크지 않았다. 원전 수명 연장 시나리오와 이용률 개선 및 신규건설, 수명연장 지체 시나리오의 경우 조성액이 약 2,432억 원, 2,614억원으로 다른 시나리오에 비해 약 30% 이상 높은 수치가 도출되었다. 과거 실적치와 비교했을 때도 다소 높은 수준임을 확인할 수 있다.

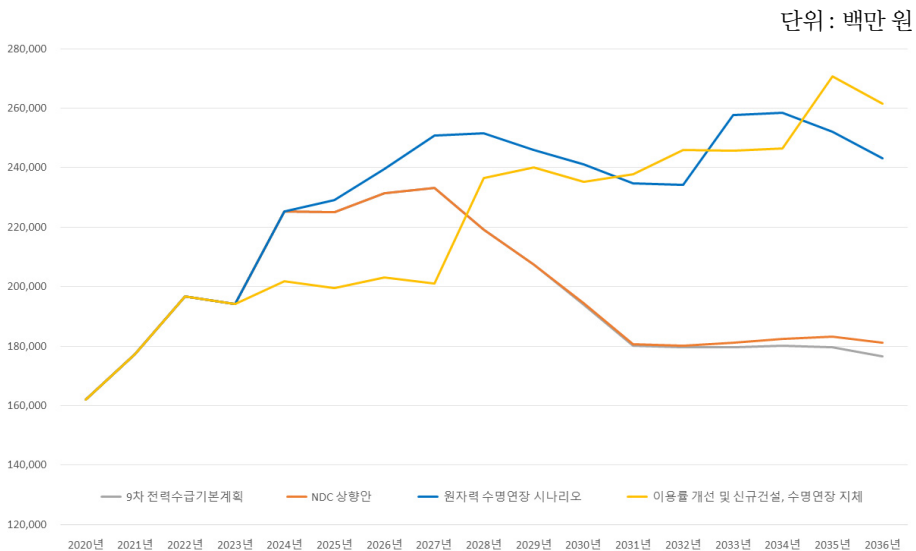
2023년까지의 수치는 2021년까지의 실적치를 사용하였기 때문에 모든 시나리오에서 같은 수준을 유지하다가 이후 2024년부터 차이가 발생하는 것을 확인할 수 있다. 이는 2024년에 신규 진입하는 신한울 1,2호기(2.8GW)에 의해 발생하는 차이이다. 네 번째 시나리오에서는 신규 건설 원전의 진입이 2년간 지체된다는 것을 가정하였기 때문에 이러한 차이가 발생하는 것이다. 또한 수명이 만료되는 발전기에 대한 수명연장 역시 지체됨으로써 2027년까지 가장 낮은 수준의 조성액을 보이게 된다. 이후 2025년부터는 두 번째 시나리오에서는 2023년에 수명이 다하는 고리 2호기(0.68GW)에 대한 수명연장을 시작으로 첫 번째, 세 번째 시나리오와 차이가 발생하기 시작한다.

2027년까지 가장 낮은 조성액을 보이는 네 번째 시나리오에서는 2026년부터 이용률 증가와 더불어 지체되었던 신규원전 진입 및 수명 연장이 이루어지면서 2028년부터 조성액 규모가 크게 증가하게 된다. 네 번째 시나리오는 최종적으로 가장 높은 수준의 조성액을 갖게 된다.

반면 9차 수급계획과 NDC 상향안 시나리오에서는 2027년에 약 2,334억 원으로

최고점을 기록한 뒤, 빠른 속도로 감소하는 것을 확인할 수 있다. 이는 노후 원전의 퇴출과 효율이 높고 유리한 도입 가격 구조를 가지는 신규 LNG 발전기의 진입으로 인한 효과로 해석할 수 있다. 일정시점 이후 NDC 상향안 시나리오가 9차 전력수급 기본계획 시나리오 보다 조성액 전망치가 높은 것은 NDC 상향안 시나리오에 더욱 높은 수준의 탄소배출량 제약과 높은 전력 수요 가정치 때문이다.

[그림 4] 시나리오별 조성액 전망 비교



3) 시나리오별 기금 지출액 전망

본 연구에서는 3가지 시나리오를 구분하여 2036년까지 연도별 원자력연구개발 기금을 통한 R&D 지출액을 전망한다. 후술하겠지만 3가지 시나리오를 구분하는 방식은 주로 탄소중립을 이행하는 과정에서 원전의 역할이 적극적인 것인지 혹은 제한적인 것인지 여부를 바탕으로 한다.

여기서 지출액 전망을 위한 선행적인 가정은 다음과 같다. 첫 번째로 국제핵융합 실험로공동개발사업(ITER 사업) 총액을 고정하고 전액 원자력연구개발계정에서 부담하는 것으로 가정한다. ITER 사업은 현재 전력기금과 원기금 및 일반회계에서

사업비를 분담하고 있으며, 원기금 및 일반회계에서는 2017년 이후로 원자력연구개발계정에서 전액 부담(2020년 472억원, 2021년 671억원, 2022년 659억원)하고 있는 상황이다.⁹⁾ 최근 원자력연구개발계정 법정부담금이 감소하고 있는 상황 속에서 ITER 부담금의 예산 비중이 2010년 8.5%에서 2022년 31.1%로 크게 증가하고 있기 때문에 관련 당국에서는 이에 대한 지출조정이 필요하다고 논의되고 있다. 하지만 실제 실현될 가능성에 대해서는 불확실함이 있기 때문에 본 연구에서는 원자력연구개발계정의 2023년 ITER 사업비 계획인 641억원 수준이 증가하지 않고 2036년까지 유지된다고 가정하며, 지속적으로 원자력연구개발계정에서 전액 부담하는 보수적인 경우를 가정하여 전망한다. 두 번째로는 2027년까지의 지출계획은 시나리오와 관련없이 한국연구재단에서 제공한 중기재정계획을 공통적으로 활용하며, 2028년부터 2036년까지는 본 연구에서 구성한 시나리오를 기반으로 전망한다.

앞선 가정들을 기반으로 본 연구에서의 지출액 전망 시나리오는 다음과 같다. 먼저 2012년부터 2020년까지 환경분야 R&D 투자금액의 연평균 성장률인 2.84%를 활용하여 원자력연구개발기금을 통한 관련 분야 R&D 수요가 2036까지 연평균 2.84%씩 성장하는 것을 ‘기본 시나리오’로 설정한다.¹⁰⁾ 최근 들어 한국을 포함한 주요국들에서 탄소중립을 선언함에 따라 온실가스 저감기술, 신재생에너지 관련 기술, 폐기물 재활용 기술 등 친환경 기술에 대한 R&D 수요가 증가하고 있는 상황이다. 이와 비슷한 추세로 원자력 분야에서도 R&D 수요가 기본적으로 증가한다고 가정한다. 이는 미래 원전 관련 기술개발보다는 고준위 폐기물 관리 및 처분 혹은 원전 안전성과 관련한 기술개발에 대다수 R&D 수요가 집중된다는 것을 반영한다. 따라서 이 시나리오는 대체로 적극적인 원전 사업의 확장보다는 관리에 중점을 두는 원전의 제한적인 역할을 일부 반영하는 시나리오이다.

다음으로 2012년부터 2021년까지 원자력연구개발계정 활용액의 연평균 성장률인 1.75%를 활용하여 2036까지 원자력연구개발계정을 통한 관련 분야 R&D 수요

9) 과학기술정보통신부, 2021.12., “2022년도 원자력연구개발사업 시행계획”, 과학기술정보통신부, 2020.12., “2021년도 원자력연구개발사업 시행계획”

10) 각 분야별 R&D 투자금액의 성장률 추이는 국가과학기술지식정보서비스(NTIS) 홈페이지를 참조하였다.

가 연평균 1.75%씩 성장하는 것을 ‘정체 시나리오’로 설정한다. 이 경우 원자력연구개발이 이전에 이미 충분히 진행되었고, 동시에 9차 전력수급기본계획 및 NDC 상향안을 바탕으로 원자력 발전량이 추후 감소한다는 것을 반영하여 원자력연구개발이 다소 정체될 것으로 가정한다. 이는 탄소중립을 이행하는 과정에서 원전의 비중이 감소함으로써 이에 맞춰 관련 R&D 수요가 정체될 것을 반영한다. 또한 원자력연구개발계정의 지출은 당해의 조성액 및 누적조성액의 규모에 따라 제한되어 왔기 때문에 실제 수요를 충족시키지 못했을 가능성이 존재한다. 따라서 정체 시나리오는 보수적인 수요 증가를 가정한다는 의미를 갖는다.

마지막으로 ‘확장 시나리오’는 2012년부터 2020년까지 에너지 및 자원분야 R&D 투자금액의 연평균 성장률인 5.01%를 활용하여 원자력연구개발계정을 통한 관련 분야 R&D 수요가 2036까지 연평균 5.01%씩 급격하게 성장하는 것을 가정한다. 이는 원자력 수출분야 증대, 소형원자로(SMR) 개발, 수소경제에서의 활용 등 다방면에서 원자력이 적극적으로 장래에 활용됨에 따라 R&D 수요가 크게 증가한다는 점을 반영한다. 미 에너지부(DOE) 원자력실의 R&D 예산은 2009년부터 2022년까지 14년동안 약 94% 성장하였는데, 연평균 성장률로는 약 5%에 가까운 수치이며, 또한 트럼프 행정부부터 현재까지 살펴보면 2017년부터 2022년까지 연평균 약 8% 성장하였다.¹¹⁾ 원자력 선도국인 미국에서 이 정도 수준으로 투자하고 있다는 점으로부터 미루어볼 때 수요 확장 시나리오도 충분히 납득가능한 시나리오라고 생각된다.

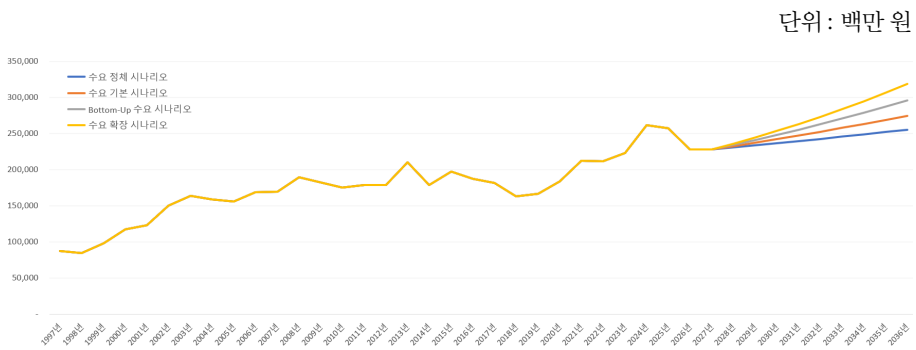
앞서 살펴본 3가지 지출 시나리오는 모두 지출액 총액에 서로 다른 3가지 성장률을 적용함으로써 2036년까지의 지출액 전망을 추정한 것이기 때문에 일종의 top-down 방식으로 생각할 수 있다. 부가적으로 본 연구에서는 3가지 지출 시나리오에 bottom-up 방식의 지출 시나리오를 추가한다. bottom-up 방식의 지출 시나리오의 경우 원자력연구개발계정에서 세부적으로 지출하고 있는 연구개발 항목들의 지출액 성장률 추이를 토대로 현실성이 있는 것으로 판단되는 수치를 도출하여 2036년까지의 원자력연구개발계정 지출액을 전망한다.

11) 조홍중, “원자력 R&D 재원 현황 및 개선방안 제언”, 에너지경제연구원 세계원전시장 인사이트, 2022.08.05.

본 연구에서는 원자력연구개발계정의 세부 항목들의 2021년 ~ 2022년 성장률의 평균값인 3.95%을 활용하여 Bottom-Up 방식의 시나리오를 추가한다. 그 이유는 2020년부터 원자력연구개발사업 신규분야들이 신설되기 시작하였으나 본격적으로 크게 확대된 시기는 2021년이였다. 그리고 2022년에도 계획대로 신규분야에 대한 투자가 확대되었다는 가정하에 2021년부터 2022년까지의 세부 사업들의 성장률 평균을 적용하는 것이 앞으로의 추세를 반영한다는 점에서 지출액을 예측하는 데에 있어 합당할 것으로 판단된다. 앞선 3가지 시나리오와 마찬가지로 Bottom-Up 수요 시나리오에서도 ITER 사업비용을 원자력연구개발계정에서 전액 부담하는 것으로 가정한다. 또한 2027년까지의 지출 계획은 한국연구재단에서 제공한 자료를 활용하며, ITER 사업은 2028년부터 2036년까지 641억원 수준에서 증가하지 않는다고 가정한다. 그리고 ITER 사업을 제외한 순수 원자력 R&D 투자만 매년 3.95%씩 증가한다고 가정한다.¹²⁾

[그림 5]는 4가지 수요 시나리오별 지출액 전망을 그래프로 그린 것이다. 앞서 언급하였듯 2027년까지는 한국연구재단에서 제공한 자료를 활용하였기에 2027년까지 모든 시나리오에서 지출액이 동일한 것으로 나타났으며, 성장률 차이에 의한 지출액 차이는 2028년부터 나타난다.

[그림 5] 4가지 수요 시나리오별 지출액 전망



12) Bottom-Up 수요 시나리오를 추정하기 위하여 과학기술정보통신부, 2021.12., “2022년도 원자력연구개발사업 시행계획”.을 참조하였다.

4) 시나리오별 순조성액 및 누적조성액 전망

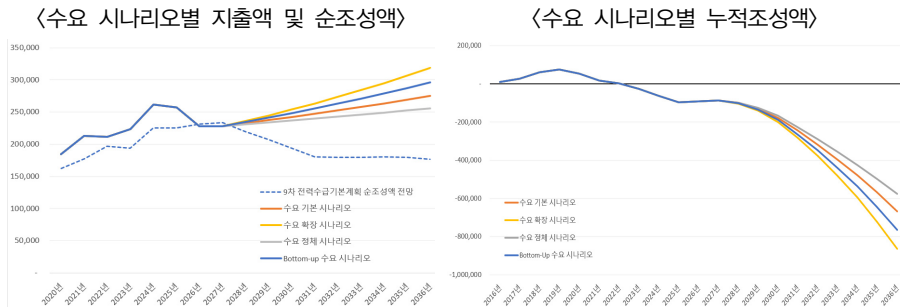
앞서 전망한 시나리오별 조성액과 수요(지출액)를 토대로 2036년까지의 순조성액과 누적조성액을 계산하였다. 순조성액은 조성액-수요(지출액)으로 계산하였으며, 누적조성액은 이전 연도의 누적조성액과 당해의 순 조성액을 더하여 계산하였다. 실제 지출은 당해의 조성액과 누적조성액 규모에 맞추어 계획 및 실행되어 역사적으로 누적조성액이 음(-)의 값을 가진 적이 한 번도 없지만, 해당 분석은 실제 사회적으로 요구되는 정부 지원 원자력 R&D 수요와 조성액의 차이를 살피는 것에 초점을 맞추고 있기 때문에 음(-)의 누적조성액을 허용하는 것으로 한다. 또한 지출액 시나리오에서 ITER 사업비용을 전액 원자력연구개발계정에서 부담하는 보수적인 경우를 기준으로 한다. 4가지 발전량 시나리오별로 4가지 수요 시나리오에 대한 순 조성액과 누적조성액을 다음의 그림으로 나타내었다.

우선 첫 번째로 9차 전력수급기본계획 수입 시나리오와 4가지 수요 시나리오의 조합에서는 모두 2023년부터 음(-)의 누적조성액이 나타날 것으로 전망되었으며 2036년까지 누적조성액 적자가 지속될 것으로 나타났다. 수요 확장 시나리오와의 조합에서는 2023년부터 적자가 발생하기 시작해 2036년에는 약 8,647억 원 규모의 누적조성액 적자가 발생할 것으로 나타났다. 기본 시나리오의 경우 2023년부터 적자가 발생하기 시작해 2036년에는 약 6,674억 원의 누적적자가 발생할 것으로 나타났다. 정체 시나리오에서도 마찬가지로 2023년부터 적자가 발생하기 시작해 2036년에는 약 5,766억 원 수준의 적자가 발생할 것으로 예측되었다. 마지막으로 Bottom-Up 수요 시나리오에서는 2023년부터 적자가 발생하기 시작하여 2036년에는 약 7,655억 원 규모의 적자가 발생할 것으로 예측되었다.

본 연구에서는 모든 수요 시나리오에서 R&D 수요가 2028년부터 매년 꾸준히 증가할 것을 가정하여 누적조성액의 적자 규모가 다소 과대추정 되었을 가능성이 존재하지만, 그럼에도 불구하고 보수적으로 상정한 정체 시나리오에서조차 음(-)의 누적조성액을 보이는 것은 현행 효율이 사회적으로 요구되는 원자력 분야 R&D 수요 수준을 충족하기에는 매우 낮다는 점을 시사한다.

[그림 6] 순 조성액 및 누적조성액 전망 : 9차 전력수급기본계획 시나리오

단위: 백만 원

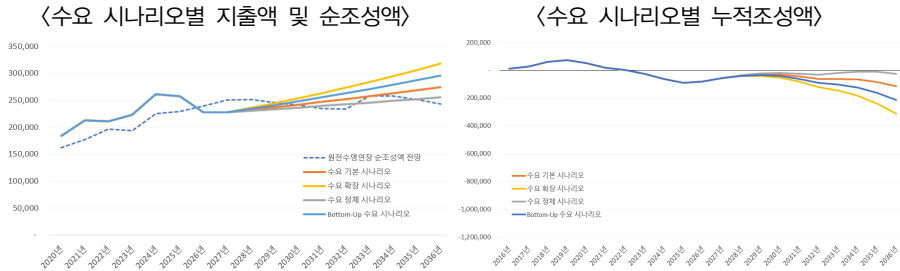


다음으로는 원전수명연장 시나리오와 각각의 수요 시나리오의 조합을 살펴본다. 9차 전력수급기본계획 시나리오에서와 마찬가지로 모든 수요 시나리오와의 조합에서 2023년부터 적자가 발생하기 시작하여 2036년까지 지속될 것으로 예상된다. 수요 기본 시나리오와의 조합에서는 2025년 약 913억 원, 2030년 약 300억 원, 2036년에 약 1,147억 원 수준의 적자가 발생할 것으로 전망된다. 확장 시나리오와의 조합에서는 2025년 약 913억 원, 2030년 약 525억 원, 2036년 약 3,120억 원 수준의 적자가 발생할 것으로 전망되었다. 수요 정책 시나리오에서는 2025년 약 913억 원, 2030년 약 190억 원, 2036년 약 239억 원 수준의 적자가 발생할 것으로 전망되었으며, 마지막으로 Bottom-Up 수요 시나리오에서는 2025년 약 913억 원, 2030년 약 414억 원, 2036년 약 2,128억 원 수준의 적자가 발생할 것으로 예측되었다. 이 시나리오에서는 원전의 수명연장으로 인하여 2024년부터 발전량이 크게 증대됨에 따라 2026년부터 부담금 수입이 증가하면서 적자폭이 일부 완화되는 모습을 보이지만 2031년부터 다시 적자가 심화되는 모습을 보인다.

다른 시나리오에 비해 조성액 규모가 30% 이상 큰 원전수명연장 시나리오에서조차 네 시나리오에서 모두 적자가 발생했다는 점에서 역시 현행 요율의 문제점을 지적할 수 있을 것으로 보인다. 또한 수요 정책 시나리오라는 보수적인 지출액 시나리오와 원전 수명연장 수입 시나리오라는 낙관적인 수입 시나리오 조합에서조차도 비록 다른 조합에 비하여 소폭이지만 누적조성액 적자가 지속된다는 결과가 도출되었다는 점에서 현행 구조에 대하여 재고할 필요가 있다고 생각된다.

[그림 7] 순 조성액 및 누적조성액 전망 : 원전수명연장 시나리오

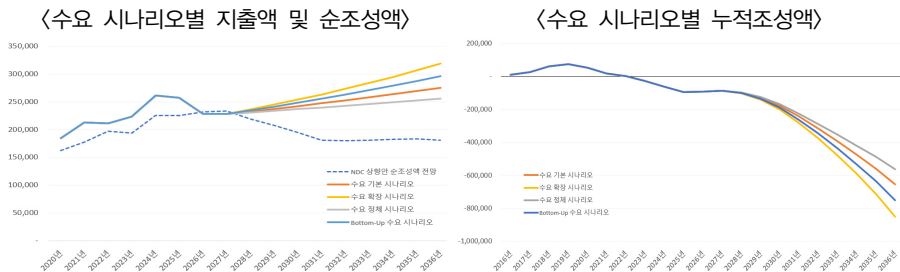
단위: 백만 원



세 번째로 NDC 상향안 시나리오와 4가지 수요 시나리오와의 조합은 9차 전력수급계획과 유사하게 나타났다. NDC 상향안은 9차 전력수급계획에 비하여 상대적으로 높은 전력 수요와 탄소배출제약을 가정하고 있기 때문에 원자력 발전량이 다소 높지만, 적자가 나타나기 시작하는 시기와 규모는 대체로 유사하다.

[그림 8] 순 조성액 및 누적조성액 전망 : NDC 상향안 시나리오

단위: 백만 원



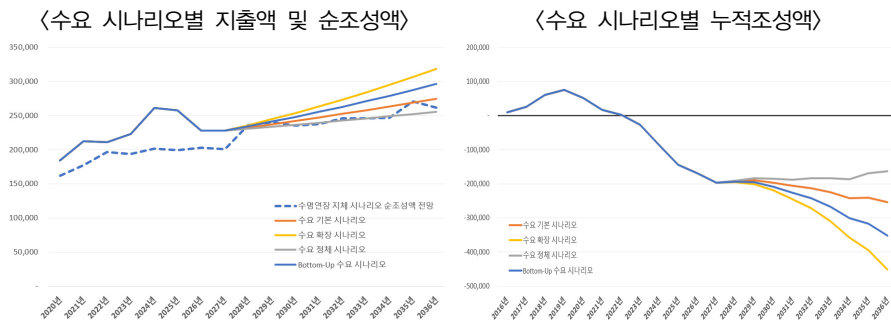
마지막으로 이용률 개선 및 원전 신규건설, 수명연장 지체 시나리오와 각각의 수요 시나리오의 조합을 살펴보도록 한다. 이 시나리오에서도 역시 2023년부터 적자가 발생하기 시작하여 2036년까지 지속될 것으로 예상된다. 정체 시나리오와의 조합의 경우 2025년 약 1,445억 원, 2030년 약 1,855억 원, 2036년 약 1,626억 원 수준

의 적자가 발생할 것으로 전망된다. 기본 시나리오의 경우 2025년 약 1,445억 원, 2030년 약 1,966억 원, 2036년 약 2,534억 원 수준의 적자가 발생할 것으로 전망되며, 확장 시나리오의 경우 2025년 약 1,445억 원, 2030년 약 2,190억 원, 2036년 약 4,507억 원 수준의 적자가 발생할 것으로 예측되었다. 마지막으로 Bottom-Up 수요 시나리오에서는 2025년 약 1,445억 원, 2030년 약 2,080억 원, 2036년 약 3,515억 원 수준의 적자가 발생할 것으로 전망되었다.

이 발전량 시나리오는 원전의 수명연장 및 신규건설이 지체되었기 때문에 2027년까지 부담금 수익이 다른 3가지 발전량 시나리오에 비하여 상대적으로 적지만 2028년부터 2036년까지는 발전량이 크게 증가함에 따라 2036년에는 다른 3가지 발전량 시나리오에 비하여 수익금이 가장 크다. 하지만 이 시나리오에서는 원전의 수명연장 및 신규건설 지체로 인하여 초기에 발전량이 크게 줄어든 부분이 적자폭을 단기적으로 급속도로 심화시킨다. 추후 발전량 증가에 따른 부담금 수익이 증가함에도 불구하고 초기에 급격한 적자 심화의 영향으로 2036년까지 적자는 완화되지 않는다.

[그림 9] 순 조성액 및 누적조성액 전망 : 수명연장 지체 시나리오

단위: 백만 원



지금까지 총 16가지(발전량 4가지 × 수요 4가지)의 시나리오를 구성하여 2036년까지의 순 조성액 및 누적조성액을 전망한 결과, 모든 시나리오에서 2023년부터 적자가 나타나기 시작하여 2036년까지 적자가 지속될 것이라는 것을 알 수 있었다. 이

와 같은 분석결과를 토대로 현행 원자력연구개발 사업비용 부담금의 요율이 사회적으로 요구되는 정부 지원 원자력 R&D 수요를 충족시키기에는 부족하다고 주장하기에 무리가 없다고 판단된다.

4. 원자력연구개발계정 요율 변경 분석

본절에서는 2036년을 기준으로 각각의 발전량 시나리오별로 4가지 수요 시나리오에서 누적조성액이 적자가 발생하지 않게 하기 위하여 현재 적용하여 유지할 필요가 있는 최소 요율을 도출한다. 이때 요율변경은 2023년까지는 전전년도 원자력 발전량 $\times$ 1.2원/kWh가 유지되며, 2024년부터 요율이 변경 및 적용되는 것으로 가정한다. 기본적으로 요율변경은 2024년부터 적용된다고 가정했기 때문에 모든 시나리오에서 2023년과 2024년에 누적조성액 적자가 발생하는 것은 불가피하다.

먼저 2036년까지 9차 전력수급기본계획 시나리오를 토대로 각 수요 시나리오에서 적자가 발생하지 않기 위하여 현재 요구되는 최소 요율을 살펴보면, 수요 정체 시나리오에서는 1.48원/kWh 이상, 수요 기본 시나리오에서는 1.52원/kWh 이상, 수요 확장 시나리오에서는 1.61원/kWh 이상이 필요한 것으로 나타났다. 마지막으로 Bottom-Up 수요 시나리오에서는 1.56원/kWh 이상이 요구되는 것으로 나타났다.

다음으로 2036년까지 원전수명연장 시나리오를 토대로 각 수요 시나리오에서 적자가 발생하지 않기 위하여 현재 요구되는 최소 요율을 살펴보면, 수요 정체 시나리오에서는 1.21원/kWh 이상으로 분석되었으나 1.21원을 적용할 경우 2023년과 2024년을 포함하여 2025년부터 2033년까지 누적조성액 적자가 지속되는 것으로 나타났다. 만일 2025년부터 2033년까지 누적조성액 적자를 해소하기 위해서는 최소한 1.45원/kWh이 필요한 것으로 나타났다. 다음으로 수요 기본 시나리오에서는 1.25원/kWh 이상이 필요한 것으로 나타났다. 이 경우도 마찬가지로 2023년과 2024년을 포함하여 2025년부터 2027년까지 누적조성액 적자가 지속되는 것으로 나타났으며, 이를 해소하기 위해서는 최소한 1.45원/kWh가 필요한 것으로 분석되었다. 수요 확장 시나리오에서는 1.33원/kWh 이상이 필요한 것으로 나타났으며, 2025년과

2026년에 나타나는 적자를 없애기 위해서는 최소한 1.45원/kWh가 필요한 것으로 분석되었다. 마지막으로 Bottom-Up 수요 시나리오에서는 1.29원/kWh 이상이 요구되는 것으로 나타났으며, 중간에 발생하는 적자를 없애기 위해서는 마찬가지로 최소한 1.45원/kWh가 필요한 것으로 나타났다.

세 번째로 2036년까지 NDC 상향안 시나리오를 토대로 각 수요 시나리오에서 적자가 발생하지 않기 위하여 현재 요구되는 최소 요율을 살펴보면, 수요 정체 시나리오에서는 1.47원/kWh 이상, 수요 기본 시나리오에서는 1.51원/kWh 이상, 수요 확장 시나리오에서는 1.6원/kWh 이상이 필요한 것으로 나타났다. 마지막으로 Bottom-Up 수요 시나리오에서는 1.56원/kWh 이상이 요구되는 것으로 나타났다. 한편, 중간에 일부 발생하는 적자를 해소하기 위해서는 모든 조합에서 최소한 1.46원/kWh 이상이 요구되는 것으로 나타났다.

마지막으로 2036년까지 이용률 개선 및 수명연장, 신규건설 지체 시나리오를 토대로 각 수요 시나리오에서 적자가 발생하지 않기 위하여 현재 요구되는 최소 요율을 살펴보면, 수요 정체 시나리오에서는 1.26원/kWh 이상, 수요 기본 시나리오에서는 1.31원/kWh 이상, 수요 확장 시나리오에서는 1.39원/kWh 이상이 필요한 것으로 나타났다. 마지막으로 Bottom-Up 수요 시나리오에서는 1.35원/kWh 이상이 요구되는 것으로 나타났다. 한편, 모든 시나리오에서 2023년과 2024년을 제외하고 2036년까지 모든 시기에 걸쳐 음(-)의 누적조성액이 발생하지 않게 하기 위한 최소요율을 찾을 경우 모든 조합에서 최소 1.65원/kWh가 요구되는 것으로 나타났다.

〈표 2〉 2036년 누적조성액 흑자 달성을 위한 시나리오별 최소 요구 요율

단위: 원/kWh

	수요 기본 시나리오	수요 확장 시나리오	수요 정체 시나리오	Bottom-Up 수요 시나리오
9차 전력수급기본계획	1.52	1.61	1.48	1.56
원전수명연장	1.25	1.33	1.21	1.29
NDC 상향안	1.51	1.6	1.47	1.56
이용률 개선 및 신규건설, 수명연장 지체	1.31	1.39	1.27	1.35

〈표 3〉 2023년, 2024년 제외 2036년까지 매년 누적조성액 흑자 달성을 위한
시나리오별 최소 요구 요율

단위: 원/kWh

	수요 기본 시나리오	수요 확장 시나리오	수요 정체 시나리오	Bottom-Up 수요 시나리오
9차 전력수급기본계획	1.52	1.61	1.5	1.56
원전수명연장	1.45			
NDC 상향안	1.51	1.6	1.47	1.56
이용률 개선 및 신규건설, 수명연장 지체	1.65			

분석한 결과를 종합적으로 살펴보면, 16가지 경우 모두에서 현재의 요율 1.2원/kWh로는 원자력 R&D 수요를 충족시키기에 충분하지 않다는 것을 알 수 있다. 수요 시나리오의 경우 불확실성이 매우 크기 때문에 수요 시나리오의 현실성에 대해서는 단언하기는 어렵다. 하지만 매우 보수적으로 추정한 수요 정체 시나리오에서조차 현재의 요율로는 부족하다는 결과가 도출되었다. 또한 낙관적인 발전량 시나리오인 원전수명연장 시나리오와 이용률 개선 및 원전 신규건설, 수명연장 지체 시나리오에서도 현재의 요율로는 부족하다는 결과가 도출되었다. 이러한 결과와 더불어 SMR, 해체시장 등 원전 관련 미래 신시장을 국가 차원에서 선도하기 위해서라도 기금요율 변경에 대한 당국의 적극적인 검토가 요구된다고 판단된다.

Ⅲ. 결 론

본 연구의 주요 목적은 원자력연구개발사업비용부담금 현행 요율의 구조 및 문제점을 살펴보고, 적정 요율 재산정 및 요율 인상에 대한 근거 마련에 있다. 이에 따라, 9차전력수급기본계획, NDC 상향안, 원전 수명연장 등의 계획을 바탕으로 2034년까지의 원자력 발전량을 시뮬레이션을 통해 예측하여 2036년까지의 기금 조성액을

전망하였으며, 또한 4가지 원자력 R&D 수요 시나리오를 구성하여 마찬가지로 2036년까지의 기금 지출액을 전망하였다. 이를 바탕으로 4가지 기금 조성액 및 4가지 지출액 시나리오 조합별로 2036년까지 누적조성액을 기준으로 적자가 발생하지 않기 위한 적정요율을 산정하였다.

본 연구의 주요 분석결과 및 시사점은 다음과 같다. 4가지 기금 조성액 시나리오와 4가지 지출액 시나리오를 종합하여 총 16가지 경우를 따져본 결과, 2036년까지의 순 조성액 및 누적조성액 전망에서 모든 시나리오에서 원자력연구개발계정이 부족하게 될 것이라는 결과를 도출할 수 있었다. 또한 모든 시나리오에서 2023년부터 적자가 나타나기 시작할 것으로 예측되었다. 이와 같은 분석결과를 토대로 현행 원자력연구개발 사업비용 부담금의 요율이 사회적으로 요구되는 정부 지원 원자력 R&D 수요를 충족시키기에는 부족하다는 것을 확인할 수 있었다.

다음으로 발전 시나리오를 기준으로 각 수요 시나리오별로 2036년까지 누적조성액에서 적자가 발생하지 않기 위하여 현재 요구되는 최소 요율을 산정하였다. 4가지 발전량 시나리오에 따라 수요 기본 시나리오에서는 1.25원~1.52원/kWh, 수요 확장 시나리오에서는 1.33원~1.61원/kWh의 요율이 요구되는 것으로 나타났다. 수요 정체 시나리오에서는 1.21원~1.48원/kWh, Bottom-Up 수요 시나리오에서는 1.29원~1.56원/kWh의 요율이 적정한 것으로 나타났다. 분석결과를 종합적으로 살펴보면, 16가지 경우 모두에서 현재의 요율 1.2원/kWh로는 원자력 R&D 수요를 충족시키기에 충분하지 않다는 것을 알 수 있었다. 수요 시나리오의 경우 불확실성이 매우 크기 때문에 수요 시나리오의 현실성에 대해서는 단언하기는 어렵지만 매우 보수적으로 추정한 수요 정체 시나리오에서조차 현재의 요율로는 부족하다는 결과가 도출되었다. 또한 낙관적인 발전량 시나리오인 원전수명연장 시나리오와 이용률 개선 및 원전 신규건설, 수명연장 지체 시나리오에서도 현재의 요율로는 부족하다는 결과가 도출되었다. 또한 2036년까지 매년 누적조성액에서 적자가 발생하지 않게 하기 위한 요율을 계산한 결과, 모든 수요 시나리오에서 1.45원 ~ 1.65원/kWh 수준의 요율이 필요한 것으로 분석되었다.

현재 에너지의 대부분을 수입에 의존하고 있는 우리나라는 시간이 지날수록 증가

하는 에너지 수요를 고려하여 에너지 안보 문제에 대비할 필요가 있다. 탄소중립 등의 이슈로 인하여 세계는 재생에너지의 비중을 늘리거나 원자력발전의 비중을 늘리는 방향으로 전원믹스를 변경하는 계획을 세우고 있다. 한국의 지리적 특성상 재생에너지의 발전비중을 급격하게 증가시키는 것은 어려운 일이며, 에너지의 안정적 수급 목표를 달성하기 위한 방안으로 LNG 발전이 주목을 받고 있지만 LNG는 전량 수입에 의존하고 있는 구조이다. 특히 최근 들어 코로나19의 영향과 탄소중립 이행해야 하는 상황에 직면하여 LNG의 수요와 공급이 불확실해져, LNG 가격은 점점 불안정해지고 있는 실정이다. 이러한 에너지 가격의 불확실성은 에너지 안보에 큰 위험을 초래하기 때문에, 타 연료에 대한 문제가 해결되기 전까지는 원자력 발전 분야에서도 활발한 연구개발이 이루어져 에너지 안보에 기여할 필요가 있다.

또한 원전과 관련하여 중요하게 고려해야 할 사항은 폐기물처리 및 방사능 유출로 인하여 발생하는 막대한 사회적 비용이다. 이미 2011년에 발생한 후쿠시마 원전사고와 현재도 행해지고 있는 오염수 처리 등의 여러 문제들 생각하면 그 비용은 헤아릴 수 없이 높다고 볼 수 있다. 국민경제의 후생측면을 고려하면, 사회적 비용을 줄이는 것이 중요하며, 이러한 목표를 달성하기 위해서는 원자력발전소의 사회적 비용과 관련한 연구개발이 중추적인 역할을 할 수 있다. 특히 원전 이용의 안전성을 높일 수 있는 기술과 사용 후 핵연료 처리기술 등이 계속하여 개발되는 것이 장기적인 측면에서 필수적이라고 할 것이다. 이러한 점에서 원자력연구개발은 원자력 발전비중의 증감에 상관없이 꼭 수행되어야 하는 것이라고 할 수 있다. 원전의 경우에는 원자력 발전비중이 낮아진다고 할지라도 에너지안보와 더불어 안전사고에 대한 사회적 비용을 줄이는 목표를 달성하기 위해 정부차원에서 연구개발에 적절한 투자가 이루어져야 한다. 따라서 원자력연구개발계정의 부담금 요율인상은 필수적이라고 할 수 있다.

본 연구를 마무리하기에 앞서 몇 가지 추가적인 지적사항을 제시하고자 한다. 본 연구에서는 수요를 추정하기 위하여 특정 시점부터 연구개발지출액에 시나리오별 고정 성장률을 적용하여 단조증가하는 방식을 채택하였다. 이는 예산제약을 고려하지 않고 사회적으로 요구되는 적정 수준의 원자력 R&D 비용이 어느 정도인가를 파

악 및 반영하기 위한 것이었으나 사실 한계점이 있는 방식임은 분명하다. 만일 본 연구에서 준용할 만한 원자력 R&D의 사회적, 경제적 편익에 대한 납득 가능한 정량적 수치가 존재하였다면 이러한 문제를 일정 부분 해소할 수 있었을 것이다. 하지만 원자력 R&D의 사회적 편익을 정량적으로 추정하는 연구를 찾기는 어려운 실정이다. 이는 사회적 편익을 정량적으로 추정하는 것 자체가 가지는 어려움 때문인데, 이를 해결하기 위해서는 해당 분야에 대한 활발한 후속연구가 반드시 필요하다. 또한 보다 정교한 방법론을 통해 원자력 R&D의 사회적 편익을 추정할 수 있다면, 원자력 R&D의 사회적 수요와 적정 지출액의 산정에 있어 정교한 논리를 마련하기에 용이할 수 있을 것이다.

접수일(2023년 2월 12일), 수정일(2023년 2월 28일), 게재확정일(2022년 2월 28일)

◎ 참 고 문 헌 ◎

- 과학기술정보통신부(2020.12.). “2021년도 원자력연구개발사업 시행계획”.
- 과학기술정보통신부(2021.12.). “2022년도 원자력연구개발사업 시행계획”.
- 관계부처합동(2021.10.18.). “2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안”.
- 국가과학기술지식정보서비스(NTIS) 홈페이지. <https://m.ntis.go.kr>.
- 국가법령정보센터(2021.10.). “원자력 진흥법”, 법률 제18078호.
- 기획재정부(2021.05.17.). “2021년 기금현황”.
- 김승수·송기동(2000). “원자력발전원가와 원자력연구개발기금”, 한국원자력학회. 2000 춘계학술발표회 논문집.
- 김시환·김대석·정기순·박세진(2014). 원자력연구개발기금 법정부담금 수입 산정방식 개선방안 연구. 서울: 한국기술경영연구원.
- 산업통상자원부(2020.12.28.). “제 9차 전력수급기본계획(2020~2034)”.
- 이우람·이진선·주홍주·오규철(2012). 원자력연구개발기금 효율의 적정성에 관한 연구. 서울: 삼일회계법인.
- 이희선·조공장·신경희·이소라·조지혜·이정민·주문술(2017). 원자력발전소 해체 폐기물의 안전·안심관리 정책 방안. 세종: 한국환경정책·평가연구원.
- 조홍중(2022). 원자력 R&D 재원 현황 및 개선방안 제언. 세계원전시장 인사이트. 울산: 에너지경제연구원.
- 주병국(2022). “탄소중립 2050의 필수재인 탄소세 선진국 사례 통해 합리적 방안 찾아야.” 가스신문. 1월 5일.
- 한국연구재단(2021). “원자력기금 원자력연구개발계정 자산운용지침”.
- 한국연구재단(2022). “원자력기금 원자력연구개발계정 순조성 현황(2021.12.31. 현재 기준)”. 한국연구재단 홈페이지.

ABSTRACT

A Study on the Re-estimate of the Nuclear Research
and Development Account in Nuclear Fund

Hyojung Koo* and Hong Chong Cho**

Recently, the role of nuclear power generation is drawing attention amid the Net Zero, and social demands for nuclear R&D are also increasing. In Korea, Nuclear R&D account is established and operated within the Nuclear Fund to support nuclear research and development. Korea Hydro & Nuclear Power pays 1.2 won/kWh times the amount of nuclear power generated in the 2 years ago as a levy, and most of them are operated with this levy. However, its rate of levy was fixed by 1.2 won since the fund was established from the beginning of its establishment to the present. So it has the problem that it cannot properly reflect all environmental changes, making it difficult to carry out stable R&D. Based on this awareness of the problem, this study aims to re-estimate the appropriate rate of levy. Various nuclear power generation scenarios and R&D demand growth rate scenarios are organized to re-estimate appropriate rates to prevent deficits from occurring based on the accumulated amount in 2036. According to the analysis results, deficits are inevitable at current rate in the long run, and a rate of 1.45 won to 1.65 won/kWh is required to prevent the deficit from occurring in the accumulated amount every year by 2036. This study is expected to be helpful in laying the groundwork for a rate increase in the nuclear R&D account.

Key Words : Nuclear Fund, Nuclear Research and Development Account, Levy rate

* Assistant Professor, Department of International Studies, Dankook University (First author),
betterme@gmail.com

** Associate Professor, Department of economics, Dankook University (Corresponding author),
hongcho@dankook.ac.kr