

시스템 다이내믹스를 사용한 원자력발전산업 기술개발정책 지원모델 개발 연구

이용석^a, 정창현^a, 곽상만^b, 김도형^c
 a 서울대학교 원자핵공학과, ys028@plaza.snu.ac.kr
 b 아주대학교 에너지학과
 c (주) 시스템스

1. 서론

현재 국내 원자력 발전산업은 외국으로의 기술 수출을 시도하고 있을 정도로 국가 경쟁력을 갖고 있다는 것이 지배적이다. 원자력 발전기술의 해외 수출이나 연구개발 사업에서 가장 중요한 지표 중의 하나가 원자력 발전산업의 기술경쟁력이다. 이러한 기술경쟁력을 효과적으로 향상시키기 위한 정책지원모델을 개발하기 위해서는 연구비, 연구인력, 기술수준 등 기술관련 정책변수들의 상호 연관 관계와 연구개발과정 등에 대한 시간지연이 고려될 수 있어야 한다.

본 연구에서는 원자력 발전산업 내의 각종 변수들의 상호 영향 관계를 묘사할 수 있는 시스템 다이내믹스 방법을 이용하여 국내 원자력 발전산업의 전략수립 모형을 개발하였다.

2. 연구방법론

2.1 기술경쟁력 평가에서의 시스템 다이내믹스 방법 적용

일반적으로 기술수준과 기술경쟁력을 평가하는 방식은 연구비, 연구인력 수 등의 투입지표와 논문, 특허 수 또는 매출액 등의 산출지표를 사용하거나, 이들을 가중평균하여 단일지표로서 사용하기도 한다. 그러나 이러한 일반적인 방식은 투입지표와 산출지표를 독립적으로 보게 된다. 실제로는 투입지표와 산출지표는 시간지연을 포함한 인과관계를 나타낸다. 이러한 인과관계는 시스템 다이내믹스를 사용하면 그림 1 과 같이 모델링할 수 있다.

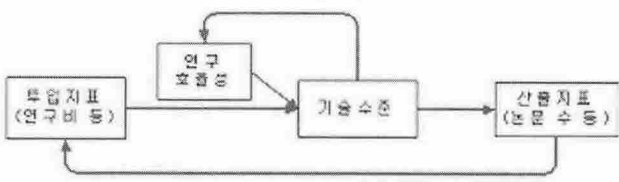


그림 1. 기술수준에 대한 인과지도

2.2 최종목적함수 정의

본 연구의 최종 목적은 기술경쟁력이라는 척도를 정하고 이를 단순히 측정하는 것이라기보다는 전력생산, 국산화 추진, 해외

수출 등 원자력 발전산업의 효율적인 추진을 위한 전략수립 지원모델을 개발하는 것이다. 따라서 기술경쟁력이라는 단일척도를 정의하고 이를 최종 목적함수로 사용하기보다는 최종 목적함수로 순편익 (Net Benefit)을 누적한 값을 사용하기로 하였다.

순편익이란 기술개발 등으로 인해 향후 기대되는 총편익에 비용을 뺀 값이다. 본 연구에서의 순편익은 원자력발전산업 기술개발로 인해 향후 기대되는 총편익에 비용을 뺀 값으로 정의하며, 총편익을 구성하는 요소는 1) 발전비용 감소분, 2) 국산화율 증가로 인한 수입액 감소분, 3) 해외시장점유율 증가로 인한 수출액 증가분으로 정의하였으며, 비용은 원자력 연구 개발비로 정의하였다.

2.3 주요인과지도

원자력 발전산업의 기술경쟁력을 평가하기 위한 전체적인 인과지도를 그림 2 에 나타내었다. 연구 및 원전사업으로 인하여 각 부문별 기술수준이 증가하고 이 기술수준에 의하여 타발전원 대비 경쟁력, 국산화율, 수출경쟁력이 증가한다. 이러한 인과지도는 피드백 구조를 가지는데, 예를 들면 원전사업비의 증가로 국산화된 사업규모가 증가하고 기술수준이 향상된다. 이로인해 경제성 경쟁력이 향상되어 타 발전원 대비 경쟁력이 향상되고 이는 신규원전 건설로 이어져 마지막으로 사업비가 다시 증가된다. 이와 같은 인과지도들을 도출한 후 이를 바탕으로 정량화 모델을 개발하였다.

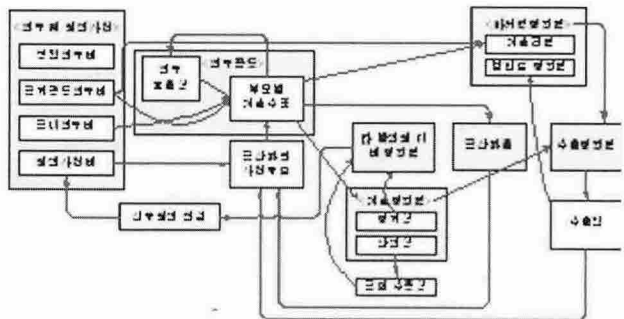


그림 2. 원자력 발전산업 기술경쟁력 주요인과지도

3. 입력자료 및 계산결과

정량화 모델에는 다양한 입력자료들이 포함되는데 예를 들면 원자력 발전 연구개발사업비는 입력변수로 처리하는 것을 원칙으로 하였으며, 기준시나리오에서 과기부 주도 중장기 연구는 중장기 연구개발 시작시점인 1992년부터 2006년까지의 연구비 실적 및 계획자료로 도출된 추세선(그림 3)을 사용하였다.

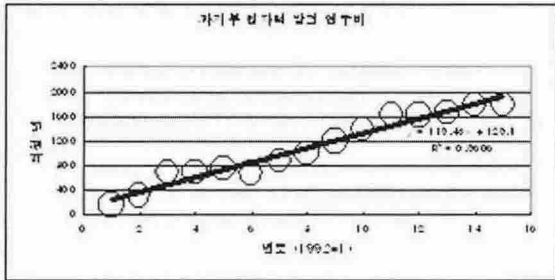


그림 3. 과기부 원자력 발전 연구비 추세선

기준시나리오에서의 계산 결과들 중 **순편의 누적(억원)**에 대한 것을 보면 그림 3 과 같다. **순편의 누적(억원)**을 보면 전반적으로 큰 비중을 차지하는 것은 **발전비용 감소 누적(억원)**으로 나타났다. 이는 직접적인 경제적 효과 측면에서는 국산화 또는 수출보다는 발전비용 감소가 훨씬 큰 영향을 미친다는 것을 의미한다.

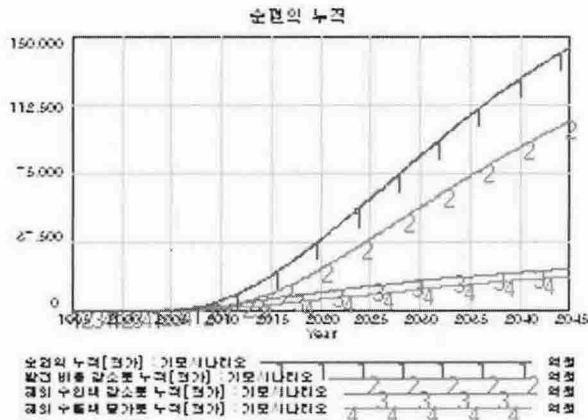


그림 4. 순편의 누적 분석 결과

원자력 발전분야의 연구비를 조정할 경우 **순편의 누적(억원)**에 미치는 영향을 알아보기 위하여 시나리오 분석을 수행하였으며 결과는 그림 4와 같다.

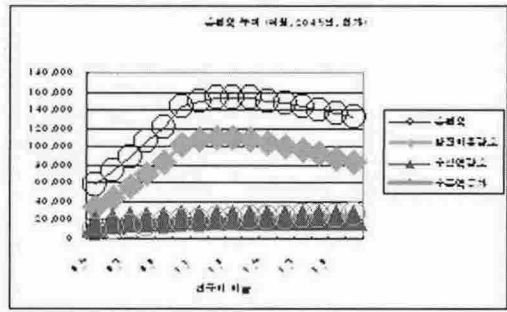


그림 5. 민감도 분석 결과 (연구비)

분석 결과 연구비를 기준시나리오보다 약 30% 정도 증가시키는 것이 현가 기준으로 순편의 최대가 되는 것으로 나타났다. 이는 수입액 감소, 수출액 증가분을 고려한 것으로, 이를 고려하지 않은 발전비용 감소분 측면에서만 보면 기준시나리오 대비 20%가 최적의 것으로 나타났다. 전체 순편의 측면에서 연구비를 30%보다 더 증가시킬 경우 경제적 이익이 오히려 감소하는 것은 원자력 발전산업 기술개발로 인한 발전원가 절감, 국산화, 수출 증대에 일정한 한계가 있기 때문이다. 반면 기준시나리오 대비 연구비를 감소시킬 경우에는 경제적 이익이 기준시나리오에 비해 매우 큰 폭으로 감소하므로, 최소한 기준시나리오 정도의 연구비 수준은 반드시 유지할 필요가 있는 것으로 나타났다.

4. 결론

본 연구에서 개발된 모델은 다양한 사람들의 의견을 종합하여 작성한 것이므로 논리적 면에서 상당한 타당성을 가질 것으로 판단된다. 본 모델에 들어간 기본 자료의 경우도 가능한 경우 대부분 실적자료를 사용하도록 하였기 때문에, 기준시나리오 분석 결과도 합리적인 범위에서도 도출되었다. 본 연구에서 개발된 모델을 사용하여 연구인력의 관리전략, 연구부문별 자원배분 최적화 전략 등의 시뮬레이션을 할 수 있다. 물론 이와 같은 다양한 시뮬레이션을 수행하기 위해서는 모델의 단순화, 검증 등을 통한 모델 개선의 필요성이 있으며, 향후 계속 보완해나갈 예정이다.

참고문헌

- [1] 곽상만 외, "원자력발전산업의 기술경쟁력 평가 모델 개발", 전력정책연구사업 최종보고서, 2004
- [2] 이용석 외, "원자력 발전산업의 기술경쟁력 평가 정성적 모델 개발", 2003, 한국시스템다이나믹학회 추계학술대회 논문
- [3] 곽상만 외, "한국원자력연구소의 국가 경제에 대한 기여도 분석", 2002
- [4] 곽상만 외, "하나로의 국가경제에 대한 기여도 분석", 2002