

한국원자력연구소 원자로계통설계 기술자립의 국가경제 파급효과 분석

Spillover Effects of KAERI's Technology Self-reliance in NSSS Design
on the National Economy

문기환*, 정기호**, 이만기***

〈목 차〉

I. 서론	IV. 주요 분석결과
II. 분석 방법론	V. 요약 및 결론
III. 부문별 경제적 파급효과 분석 방법	참고문헌

Abstract

The economic spillover effect from technology self-reliance of NSSS(nuclear steam supply system) by Korea Atomic Energy Research Institute was evaluated. Both production spillover effect and value added spillover effect were estimated by using Input-Output table.

The production spillover effect from technology self-reliance of NSSS was estimated as 135 trillion Won during 1986-2015, while the value added spillover effect was 69 trillion Won during the same period. Besides, it was found that the technology self-reliance made great contribution to unquantifiable economic benefits such as enhancement of overall nuclear technology level, improvement of the role in international nuclear society, and improved potential to nuclear technology export.

Key words : Korea Atomic Energy Research Institute, Korean Standard Nuclear Power, National Economy, Spillover Effect, Input-Output Table

* 한국원자력연구소 정책연구부 책임연구원, Email: mkh@kaeri.re.kr
** 경북대학교 경제통상학부 교수, Email: khjeong@mail.knu.ac.kr
*** 한국원자력연구소 정책연구부 경제분석실장, Email: mklee@kaeri.re.kr

I. 서론

우리나라 원자력부문은 발전부문 뿐만 아니라 방사선의학, 농학, 식품, 생명, 산업 등과 같은 광범위한 비발전부문을 포함하고 있어서 국가경제 및 국민복지 증진에 중요한 몫을 차지하고 있다. 발전부문만 보더라도, 원자력은 국내 총 발전량의 40% 이상을 담당하여 2000년 기준으로 유연탄발전 대비 1조 673억 그리고 LNG발전 대비 6조 3,514억원의 에너지수입 절감효과가 있으며, 표준화 및 기술자립계획 추진을 통하여 한국표준형원전을 개발하여 전력 공급 및 가격 안정화에 크게 기여하였고, 또한 유연탄발전 대비 2,878만 탄소톤의 이산화탄소 배출 저감효과를 거두어 우리나라의 기후변화협약 대응에 기여하는 등 국민경제에서 중요한 위치를 차지하고 있다.

한국원자력연구소는 원자력산업의 연구개발을 담당하는 국내유일의 국가원자력 종합전문 연구기관으로서 원자력의 발전 및 비발전, 기초·기본기술, 정책 분야 등의 다양한 연구를 통해 국가 원자력 경쟁력 강화에 크게 기여를 해왔다. 앞으로도 원자력산업의 성장과 경쟁력 강화를 통해 국가경제 및 국민의 복지 증진에 지속적으로 기여하기 위해서는, 동 산업의 대부분의 연구개발사업을 담당하고 있는 한국원자력연구소의 연구개발투자가 국가경제에 기여하는 경제적 파급효과를 분석하여 원자력에 대한 국민적 인식 제고와 연구개발을 위한 확고한 지원 정책이 이루어지도록 활용할 필요가 있다.

이를 위해 본 연구에서는 한국원자력연구소에 의한 한국표준형원전의 원자로계통설계 기술자립이 국민경제에 미치는 경제적 파급효과를 원전의 건설과 운전 그리고 무형부문으로 나누어 분석하고 전망하였다. 분석과 전망을 위해 사용된 방법은 국내외 학계에서 연구개발의 파급효과 연구에 주로 채택되고 있는 산업연관분석이다. 동 분석방법은, 연구개발이 주로 영향을 미치는 산업에 대한 직접적 파급효과뿐만 아니라 산업간 상호의존관계를 통해 유발되는 다른 산업들에 대한 간접적 파급효과도 분석할 수 있는 장점을 갖고 있다.

II. 분석방법론

1. 연구개발투자 파급효과 분석 접근법의 범위

연구개발투자의 파급효과 분석은 두 가지 관점에서 접근할 수 있다. 첫 번째는 연구개발 투자를 노동이나 자본과 같은 본원적 생산요소처럼 부가가치 혹은 생산비용을 변화시킬 수 있는 요소로 간주하는 것이고 두 번째는 소비, 투자, 수출처럼 최종재에 대한 지출로 간주하는 것이다. 전자의 관점에 따른 접근에서는, 본원적 생산요소 혹은 부가가치의 외생적 변화의 파급효과를 분석하는 방법을 활용하기 때문에 부가가치 부문을 외생화할 수 있는 산업연관모형을 활용해야 한다. 반면에 후자의 관점에 따른 접근에서는, 최종수요의 외생적 변화의 파급효과를 분석하는 방법을 활용하기 때문에 최종수요 부문을 외생화할 수 있는 산업연관모형을 활용해야 한다.

본원적 생산요소 혹은 부가가치 부문을 외생화하는 산업연관모형을 공급유도형이라 하며, 산출계수(output coefficient)로부터 얻어지는 전방승수(forward multiplier)를 활용한다. 반면에 최종수요를 외생화하는 산업연관모형은 수요유도형이라 하며 전통적인 레온티에프 산업연관모형이 바로 그것으로서 투입계수(input coefficients)로부터 얻어지는 레온티에프 역행렬을 활용한다.

본 연구는 한국표준형원전의 건설 및 운전에 대한 한국원자력연구소 기여부분의 파급효과는 수요유도형 산업연관분석모형을 활용하여 분석하였다.¹⁾

2. 산업연관표 유형의 범위

산업연관표는 수입의 취급방식에 따라 경쟁수입형과 비경쟁수입형으로 구분된다. 전자는 동종의 재화일 경우 국산품과 수입품의 구분 없이 각 수요부문에 일괄 기록하여 작성하는 표이며, 후자는 국산품과 수입품을 구분하여 작성하는 표이다.

1) 홍동표·정시연(1998)는 R&D파급효과로서 후방승수를 채택하여 분석한 바 있다.

전방승수와 후방승수의 기초개념으로서 전방연쇄효과와 후방연쇄효과가 있으며 이들 개념에 대한 보다 자세한 설명은 Jones(1976)를 참조함.

비경쟁수입형표는 최종수요의 변동에 따른 생산과급효과를 국산품에 대한 효과(국내생산 유발효과)와 수입에 의해 해외로 누출되는 부분(수입유발효과)으로 분리하여 파악할 수 있는 장점이 있는 반면에, 하나의 산업부문 내에서도 경제여건에 따라 동종 품목의 국산품과 수입품의 투입구성이 가변적일 수 있으므로 국산 및 수입 투입계수가 안정적이라고 보기 어렵다는 단점이 있다. 이와 반대로 경쟁수입형표는 최종수요 변화의 생산과급효과를 국내생산유발효과와 수입유발효과로 분리할 수 없는 단점이 있는 반면에, 비경쟁수입형표에 비해 상대적으로 투입계수가 안정적인 장점이 있다.

한국은행에서 발표하는 산업연관표 자료에서 경쟁수입형표는 생산자가격평가표에 해당하며 비경쟁수입형표는 국산거래표와 수입거래표에 해당한다. 생산자가격평가표에서는 중간재 수요와 최종재수요가 국산과 수입의 구분 없이 합으로 표기되고 있으나 국산거래표와 수입거래표에서는 각각 국산과 수입으로 구분되어 표기된다. 다만 부가가치는 국산과 수입의 구분 없이 합의 값만 제공된다.

부가가치 행렬의 경우 국산과 수입의 합만이 제공되기 때문에, 연구개발투자를 부가가치의 변동 사항으로 보고 공급유도형 산업연관모형을 이용하려면 경쟁수입형표만을 이용해야 한다. 반면에 연구개발투자를 최종재 지출의 변동사항으로 보고 수요유도형 산업연관모형을 이용하려면 경쟁수입형표와 비경쟁수입형표 모두를 이용할 수 있다.

본 연구는, 한국표준형원전의 건설 및 운전에 대한 한국원자력연구소 기여부분의 파급효과 분석을 위해 산업연관표는 비경쟁수입형을 이용하여 분석하였다.

Ⅲ. 부문별 경제적 파급효과 분석 방법

1. 원전 건설, 운전 및 무형부문의 분석 방법

한국원자력연구소의 원자로계통설계 기술자립이 한국표준형원전의 국산화 기여를 통해 국민경제에 미치는 경제적 파급효과를 분석하기 위해 산업연관표는 비경쟁수입형, 수요유도형 산업연관모형 및 후방연쇄효과 접근법을 택하였다.

본 연구에서 한국원자력연구소에 의한 원자로계통설계 기술자립이 한국표준형원전의 국산화에 대해 기여함으로써 가져오는 경제적 파급효과는, <표 1>과 같이 원전의 건설부문,

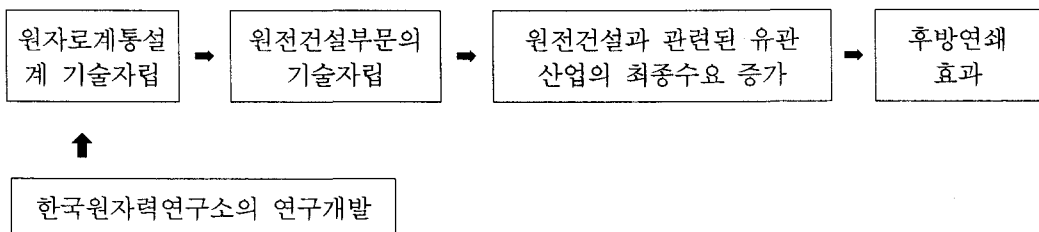
운전부문 그리고 무형적인 부문 등 세 가지 경로를 통한 파급효과와 함으로 계산하였다.²⁾

<표 1> 한국원자력연구소 원자로계통설계 기술자립의 파급효과

	한국표준형원전 국산화 기여의 세부 내용	직접효과	전체 파급효과
원전건설 부문	- 원전건설 기술 자립	관련 산업부문 최종수요* 한국원자력연구소 기여율	①수요유도형 산업연관모형의 후방연쇄효과
원전운전 부문	- 엔지니어링서비스 기술 자립	원자력발전부문 생산액* 한국원자력연구소 기여율	②생산의 외생적 변동에 의한 후방연쇄효과
무형적인 부문	- 국내 원자력 기반기술 개발 - 국제원자력기구에서의 국가 위상 - 국제원자력시장에서의 기술수출		③ = (①+②)*(무형부문의 상대적 비중)
총 합계			① + ② + ③

먼저 원전건설부문 기술은, 설비 공급(CD/ES), 핵연료 및 초기노심 설계 (Fuel/ICD), 2차 계통설계 및 보조기기 부분(AE/BOP) 등 원전건설의 주요 분야를 통해 한국원자력연구소의 원자로계통설계 기술자립으로부터 영향을 받는다. 그리고 이러한 건설부문의 기술자립은 원전을 건설할 때 다양한 지출항목의 국산화 비율을 제고시킴으로써 관련 산업의 최종수요를 증가시키게 되고, 이러한 각 산업의 최종수요 증가는 후방연쇄효과를 통해 경제 전반에 걸쳐 파급효과를 가져온다. <그림 1>은 원전 건설부문의 후방연쇄효과 전파과정을 나타낸다.

<그림 1> 원전 건설 부문의 후방연쇄효과 전파과정 예시도



본 연구에서 이러한 원전건설부문을 통한 경제적 파급효과를 계산하는 과정은 다음과 같다.

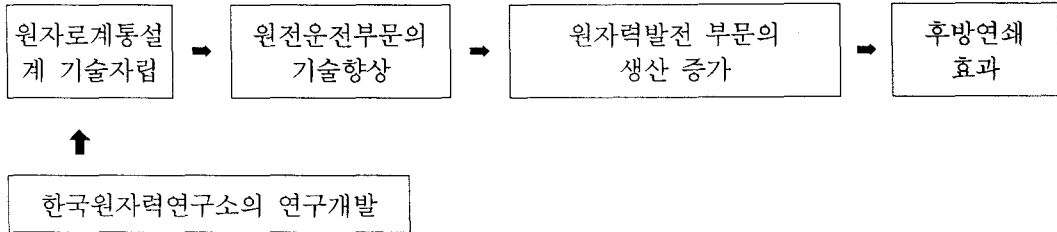
²⁾ 파급경로를 세 부문으로 분류한 것과 각 부문 내 세부내용의 설정은, 한국원자력연구소 및 한국전력기술주식회사(KOPEC) 전문가들의 자문을 참조하였음.

- [1] 모든 한국표준형원전(KSNP)의 건설비 구성 항목을 파악하고 각 항목을 산업연관표 상의 산업분류와 연계시킴. 원전의 건설부문 관련 산업은 다음과 같이 7개 산업으로 구분됨:
- ① 무기화학제품, ② 일반기계 및 장비, ③ 전기 및 계측장비, ④ 기타제조,
⑤ 전력시설건설, ⑥ 금융 및 보험, ⑦ 사업서비스
- [2] 각 KSNP형 원전의 연도별 건설비용(지출)을 단계[1]의 산업분류에 따라 재구성하여, KSNP형 원전의 건설부문에 대한 연도별 관련 산업별 지출 일정을 파악함.
- [3] 전문가 설문조사를 통해 KSNP형 원전의 건설부문 기술자립에 대한 한국원자력연구소의 기여도를 파악함.(차세대 1.2호기는 신월성 1.2호기 값 적용)
- [4] 단계[2]의 연도별 관련 산업별 지출에 단계[3]의 기여도를 곱하여, 원전건설부문에서의 관련 산업별 지출액 중 한국원자력연구소의 기여액을 연도별로 산출함.
- [5] 1986년~2015년 기간 동안 연도별 산업연관표의 투입계수행렬을 작성함. 이때 미발표 연도와 미래 연도에 대한 투입계수행렬의 추정 및 예측은 RAS 기법을 이용함.
- [6] 단계[5]의 투입계수행렬에 기반을 둔 수요유도형 산업연관모형에 단계[4]의 값을 입력하여 연도별로 생산 및 부가가치 파급효과를 분석함.
- [7] 단계[6]의 연도별 파급효과를 2000년 기준의 현재가치로 환산한 다음 합산함. 이때 현재가치로 할인하는데 사용되는 할인율은 2003년까지는 한국은행 고시 해당연도 3년만기 회사채 수익률을 이용하였으며 2004년부터는 OECD 국가의 경제성분석에서 기준값으로 이용되고 있는 모두 5%의 할인율을 적용하였고, 자료가 없는 1986년에 대해서는 1987년의 할인율을 적용하였음.³⁾

다음으로 원전운전부문은 주로 엔지니어링서비스 기술 향상에 의해 파급효과가 결정되며, 이는 한국원자력연구소의 원자로계통설계 기술자립으로부터 영향을 받는데, 이러한 국내 가동원전의 운전 및 유지 분야의 기술 향상은 원자력발전 부문의 생산을 증가시킴으로써 관련 산업의 생산에 파급효과를 가져온다. <그림 2>는 원전 운전 부문의 후방연쇄효과 과정을 나타낸다.

3) 회사채수익률로 할인율을 적용하여 경제적 파급효과를 현재가치로 환산하는 것은, 산업기술연구회(2003)가 ETRI 연구성과의 경제적 효과를 분석하는 과정에서 채택된 방법을 참조하였음.

<그림 2> 원전 운전 부문의 후방연쇄효과 전파과정 예시도



본 연구에서 이러한 원전운전부문을 통한 경제적 파급효과를 계산하는 과정은 다음과 같다.

- [1] 전원계획을 참조하여 1994년~2015년 기간동안의 연도별 KSNP의 산출액을 다음 공식에 의해 계산. 전원계획에 따른 발전소별 발전량 자료와 종합손실률 및 판매단가 자료는 한국수력원자력(주)로부터 입수하였음. 단 입수된 원래 자료에는 판매단가 수치가 2004년 이후에 불변으로 되어 있었으나, 1994~2003기간 중 판매단가가 감소한 해인 1999년과 2002년을 제외한 나머지 해의 평균 판매단가 증가율인 3.58%로 증가하도록 조정하였음.

$$\text{발전소별 산출액} = \text{발전소별 발전량} * (1 - \text{종합손실률}) * \text{판매단가}$$

- 2004년 이후 종합손실률 수치는 2003년 수치를 적용함.

- [2] 전문가 설문조사를 통해 KSNP형 원전의 운전부문 기술향상에 대한 한국원자력연구소의 기여도를 파악함.(차세대 1:2호기는 신월성 1:2호기 값 적용)
- [3] 단계[1]의 연도별 KSNP형 원전의 산출액에 단계[2]의 기여도를 곱하여, 원자력발전부문의 산출액 중 한국원자력연구소의 기여 산출액을 파악함.
- [4] 전문가 설문조사를 통해 KSNP형 원전에 비교했을 때 KSNP형 이외 원전의 운전부문 기술향상에 대한 한국원자력연구소의 상대적인 기여도를 파악함. 이때 고려되는 KSNP 이외 원전은 다음과 같음.
 - Westinghouse형 6기 원전: 고리 1,2,3,4, 영광 1,2
 - Framatome형 2기 원전: 울진1,2
- [5] KSNP 이외 원전의 산출액에 단계[4]의 상대적 기여도를 곱한 다음, 얻어진 결과를 단계[3]의 KSNP형 원전에 대한 기여 산출액에 가산함.

[6] 원자력발전부문의 산출액을 외생부문으로 처리한 산업연관 파급효과분석 모형에 단계 [5]의 값을 입력하여 파급효과를 분석함.

[7] 단계[6]의 연도별 파급효과를 2000년 기준 현재가치로 합산함. 이때 현재가치로 할인 하는데 사용되는 할인율은 2003년까지는 한국은행 고시 해당연도 3년만기 회사채 수익률을 이용하였으며 2004년부터는 모두 5%의 할인율을 적용하였고, 자료가 없는 1986년에 대해서는 1987년의 할인율을 적용하였음.

위의 [6]단계를 분석하기 위해서는 내생부문인 원자력발전부문을 외생부문으로 취급하여 산출액의 파급효과를 분석하는 방법이 필요하다. 원자력발전부문을 포함하여 4개 부문만이 있다고 가정할 경우 국산품에 대한 균형식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{bmatrix} a_{11}^d & a_{12}^d & a_{13}^d \\ a_{21}^d & a_{22}^d & a_{23}^d \\ a_{31}^d & a_{32}^d & a_{33}^d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{1g}^d \\ a_{2g}^d \\ a_{3g}^d \end{bmatrix} X_g + \begin{bmatrix} F_1^d \\ F_2^d \\ F_3^d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}$$

혹은,

$$A_d X + A_d^g X_g + F_d = X$$

단, A_d : 원자력발전부문의 행과 열이 제거된 국산투입계수행렬

A_d^g : 국산투입계수행렬의 원자력발전부문 열 중 원자력발전부문이 제거된 벡터

X_g : 원자력발전부문의 산출액

산출액 벡터 X 를 중심으로 정리하면,

$$X = (I - A_d)^{-1} (A_d^g X_g + F_d)$$

최종수요가 0이라면 위 식은 다음과 같이 다시 쓸 수 있다.

$$X = (I - A_d)^{-1} A_d^g X_g$$

위 식은 외생화 된 원자력발전부문의 산출액이 X_g 일 때 이로부터 파생된 중간재 수요 $A_d^g X_g$ 가 유발하는 간접 생산파급효과를 계산해주며, 외생화 된 원자력발전부문 산출액 X_g 의 계산은 위에서 논의된 원전운전부문을 통한 경제적 파급효과의 계산과정 중 [5단

계]의 값에 해당한다. 따라서 간접 생산과급효과 외에 직접 과급효과를 추가로 계산해줄 필요가 있으며, 실제 분석에서는 직접 과급효과 계산과정과 간접 과급효과 계산과정에서 몇 가지 추가적인 조정이 필요하다.

1) 간접 과급효과를 위한 조정과정 : 원자력연구소의 기여율 설문조사에서 발전부문과 관련된 질문내용은, “원자력연구소에 의한 원자력계통설계 기술자립이 국내 KSNP형 가동원전의 엔지니어링서비스 기술향상에 얼마만큼의 기여를 했는가”이다. 그런데 이러한 가동원전의 엔지니어링서비스 기술향상이 원자력발전부문의 모든 중간재투입에 영향을 미치지 않을 것이다. 이에 따라 본 연구에서는 원자력발전부문 중 중간재투입에 특히 영향을 받는 부문을 건설부문에서 고려되었던 7개 산업을 기본으로 하되 그 중에서 기타제조 산업과 전력시설건설 산업을 무기화학제품, 제1차금속, 그리고 전력 외 건설 산업으로 대체하여, 최종적으로 다음과 같이 7개 산업을 원전 운전부문 관련 산업으로 정의하였다:

- ① 무기화학제품, ② 제1차금속, ③ 일반기계 및 장비, ④ 전기 및 계측장비,
- ⑤ 전력 외 건설, ⑥ 금융 및 보험, ⑦ 사업서비스

다음으로 간접 생산과급효과를 계산할 때, 국산투입계수행렬의 원자력발전부문 열 중 원자력발전부문이 제거된 벡터인 \underline{A}_d^g 에서 위의 7개 산업 이외의 다른 산업들에 대한 항들은 모두 0으로 놓는다. 이것은 가동원전의 엔지니어링서비스 기술향상이 원자력발전부문의 모든 중간재투입에 영향을 미치지 않고 단지 원전 운전부문 관련 산업에만 영향을 미친다는 가정을 반영한 것이다. 따라서 간접 생산과급효과는 다음과 같이 계산된다:

$$\underline{X} = (\underline{I} - \underline{A}_d)^{-1} \underline{A}_{d*}^g \underline{X}_g$$

단, \underline{A}_{d*}^g : \underline{A}_d^g 에서 위의 7개 산업 이외의 다른 산업들에 대한 항들은 모두 0으로 설정된 벡터

한편, 부가가치 과급효과는 다음과 같이 계산 된다:

$$\underline{V} = \hat{\underline{A}}^v (\underline{I} - \underline{A}_d)^{-1} \underline{A}_{d*}^g \underline{X}_g$$

단, $\hat{\underline{A}}^v$: 부가가치계수벡터인 \underline{A}^v 을 대각항으로 갖는 대각행렬 (n*n)

2) 직접 과급효과를 위한 조정과정 : 간접 과급효과를 조정하는 과정에서 채택된 가정을 직접 과급효과에 적용한다면, 생산 및 부가가치의 직접 과급효과는 다음과 같이 계산

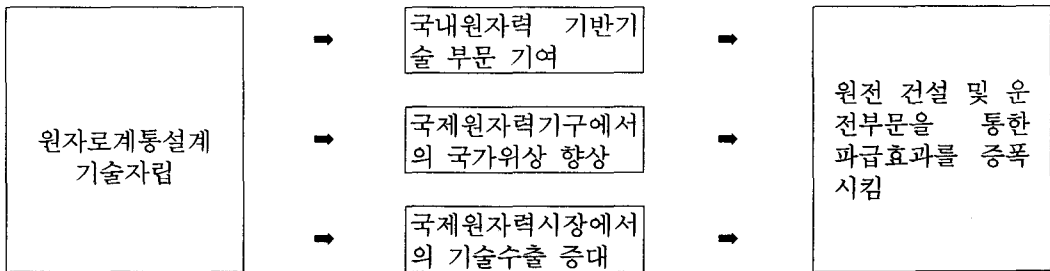
될 수 있다:

직접 생산파급효과: $X_g * \text{중간투입 중 운전부문과 관련된 7개 산업이 차지하는 비중}$

직접 부가가치 파급효과: $\hat{A}^v X_g * \text{중간투입 중 운전부문과 관련된 7개 산업이 차지하는 비중}$

마지막으로 무형적인 부문에서의 파급효과와 관련하여, 우리나라의 원자로계통설계 기술자립은 [1] 응용기술개발, 원천기술개발 등 R&D분야의 국내 원자력 기반기술 개발에 기여하고, [2] 국제원자력기구에서 우리나라에 대한 기술수준 신뢰향상 및 국제적 지위 향상에 기여하며, [3] 국제원자력시장에 우리나라의 기술 수출 및 수주활동에 기여함으로써, 앞서의 건설 및 운전 부문에서와 같이 가시적인 효과 이외에도 무형적인 경제적 파급효과를 가져온다. <그림 3>은 무형적 경제파급효과 과정을 나타낸다.

<그림 3> 무형적 경제파급효과 예시도



본 연구에서 이러한 무형적인 경로를 경제적 파급효과를 계산하는 과정은 다음과 같다.

- [1] 전문가 설문조사를 통해, KSNP형 원전의 건설 및 운전부문에 대한 한국원자력연구소의 기여도와 비교했을 때 세 가지 무형적인 경로에 대한 상대적인 기여도를 파악함.
- [2] KSNP형 원전의 건설 및 운전부문을 통한 파급효과의 총합에 단계[1]의 상대적 기여도를 곱하여 세 가지 무형적인 경로의 각각의 파급효과를 계산함.

2. 전문가 설문조사 과정

본 연구에서는 우리나라 원자로계통설계의 기술자립에 깊이 관여를 한 전문가들을 대상으로 설문조사를 함으로써, 원전건설 및 운전 부문의 기술자립과 향상에 대한 한국원자력연구

소의 기여도를 추정하고, 또한 건설 및 운전부문에 비교한 무형적 부문에서의 상대적 기여도를 추정하여 위에서 언급한 세 가지 경로를 통한 파급효과를 분석하였다.⁴⁾

설문조사문항은, 연구진에 의한 예비 작성 ⇒ 한국원자력연구소 내부 전문가들에 의한 문항 내용 조정 ⇒ 한국전력기술주식회사(KOPEC) 내부 전문가들(2人)에 대한 예비 조사와 자문을 통한 설문문항 재조정 등 3단계의 과정을 거쳐 최종적으로 확정되었다. 설문조사는 원자로계통설계의 기술자립에 깊이 관여를 하였던 Focus Group(9人)에 대해 1차로 실시하고, 개인별 견해차를 좁히기 위해 응답결과를 종합하여 Focus Group에 제시하여 재차 설문조사를 실시하는 Delphi방식을 채택하였다.

한편 각 KSNP형 원전에 대한 기여율을 조사하는 설문문항은, 울진3,4호기에 대해서는 직접적인 기여율을 질문하였지만 울진3,4호기 이외의 발전소에 대해서는 울진3,4호기에 대한 기여율을 100으로 봤을 때의 상대적인 기여율을 질문하였다. 따라서 울진3,4호기 이외의 발전소에 대한 응답결과는 바로 사용되지 못하고 절대적 기여율로 변환된 다음 사용되어야 하는데, 본 연구에서는 다음과 같이 변환과정을 채택하였다:

$$Y2 = X + (1-X)*(Y1-1)$$

단, Y2 = 울진3,4호기 이외의 발전소에 대한 최종적인 기여율

X = 울진3,4호기에 대한 기여율 응답결과

Y1 = 울진3,4호기 이외의 발전소에 대한 기여율 응답결과

위에서 (1-X)는 울진3,4호기에서의 미기술자립 부분으로 해석될 수 있고, (Y1-1)은 다른 발전소에서 추가로 가능한 기술자립 부분으로 해석될 수 있다.

IV. 주요 분석결과

1. 건설부문 파급효과 분석결과

한국원자력연구소 연구개발에 의한 원자로계통설계 기술자립이 한국표준형원전의 국산화에 대해 기여함으로써 가져오는 경제적 파급효과 가운데 원전의 건설부문 경로를 통한 생산 파급효과를 2003년 기준 현재가치로 나타낸 결과는 <표 2>와 같다.

⁴⁾ 설문지와 설문 응답 결과는 부록에 수록하였다.

<표 2> 원전 건설부문의 파급효과

(단위 : 백만원)

연도	건설부문 유발효과	
	생산	부가가치
1986	137,194	52,050
1987	200,244	76,247
1988	440,478	167,929
1989	366,406	139,535
1990	552,940	208,859
1991	704,809	270,716
1992	586,660	228,688
1993	390,447	153,829
1994	226,157	95,213
1995	504,906	220,927
1996	806,995	355,350
1997	1,768,671	743,546
1998	1,806,579	794,204
1999	2,373,524	1,032,545
2000	2,205,181	975,957
2001	2,318,494	985,642
2002	2,117,449	877,340
2003	2,091,663	852,619
2003년 기준 현재가치 합계	46,756,310	19,041,325
2004	1,784,861	687,081
2005	3,275,844	1,207,893
2006	4,618,176	1,691,442
2007	4,841,752	1,830,858
2008	3,716,768	1,525,618
2009	2,920,803	1,180,145
2010	3,286,790	1,218,578
2011	2,526,815	965,046
2012	1,520,888	636,467
2013	1,013,857	441,864
2014	472,029	195,786
2015	374,607	145,441
2003년 기준 현재가치 합계	23,869,050	9,189,544
2003년 기준 현재가치 합계(1986~2015)	70,625,360	28,230,869

이 표에서 보는 바와 같이 1986~2003 기간 동안의 실적은 46조 7,563억원이며 2004~2015년 기간동안의 전망은 23조 8,690억원이고 분석기간인 1986~2015년 기간동안 실적과 전망을 합산하면 2003년 현재가 기준 70조 6,254억원으로 나타났다. 한편, 원전 건설부문 경로를 통한 부가가치 파급효과의 2003년 기준 현재가치는, 1986~2003 기간 동안의 실적은 19조 413억원이며 2004~2015년 기간 동안의 전망은 9조 1,895억원이고 분석기간인 1986~2015년 기간

동안 실적과 전망을 합산하면 2003년 현재가 기준 28조 2,309억원으로 나타났다.

2. 운전부문 파급효과 분석결과

한국원자력연구소 연구개발에 의한 원자로계통설계 기술자립이 한국표준형원전의 국산화에 대해 기여함으로써 가져오는 경제적 파급효과 가운데 원전의 운전부문 경로를 통한 생산 파급효과의 직간접 합계를 2003년 기준 현재가치로 나타내면 <표 3>과 같다.

<표 3> 원전 운전부문의 생산파급효과

(단위 : 백만원)

연도	생산 파급효과			
	직접	간접	직간접 합계	
실적 (1994~2003)	1994	138,641	53,501	192,143
	1995	633,046	273,739	906,785
	1996	742,467	307,319	1,049,786
	1997	770,179	306,651	1,076,830
	1998	981,801	377,856	1,359,658
	1999	1,103,855	412,648	1,516,502
	2000	1,527,581	598,322	2,125,903
	2001	1,674,288	639,249	2,313,537
	2002	1,740,105	651,480	2,391,586
	2003	1,983,621	733,456	2,717,077
2003년 기준 현재가치 합계		16,757,762	6,544,930	23,302,692
전망 (2004~2015)	2004	2,048,279	755,493	2,803,771
	2005	2,300,623	848,568	3,149,191
	2006	2,441,670	900,592	3,342,263
	2007	2,515,957	950,462	3,466,419
	2008	2,688,616	1,015,688	3,704,304
	2009	3,078,137	1,162,839	4,240,977
	2010	3,640,648	137,5341	5,015,989
	2011	4,196,622	1,585,374	5,781,996
	2012	4,504,755	1,701,778	6,206,533
	2013	4,628,858	1,748,661	6,377,519
	2014	4,999,703	1,888,756	6,888,459
	2015	5,545,353	2,094,889	7,640,242
	2003년 기준 현재가치 합계		29,804,503	11,204,463
2003년 기준 현재가치 합계 (1994~2015)		46,562,265	17,749,393	64,311,658

이 표에서 보는 바와 같이 1994~2003 기간 동안의 실적은 23조 3,027억원이며 2004~2015년 기간동안의 전망은 41조 90억원이고 분석기간인 1994~2015년 기간동안 실적과 전망을 합산하면 2003년 현재가 기준 64조 3,117억원으로 나타났다.

한편, 원전의 운전부문 경로를 통한 부가가치 파급효과의 직간접 합계를 2003년 기준 현재가치로 나타내면 <표 4>와 같다. 1994~2003 기간동안의 실적은 14조 6,810억원이며 2004~2015년 기간동안의 전망은 25조 7,404억원이고 분석기간인 1994~2015년 기간동안 실적과 전망을 합산하면 2003년 현재가 기준 40조 4,215억원으로 나타났다.

<표 4> 원전 운전부문 부가가치 파급효과

(단위 : 백만원)

연도		부가가치 파급효과		
		직접	간접	직간접 합계
실적 (1994~2003)	1994	100,744	21,573	122,317
	1995	451,556	108,383	559,939
	1996	535,424	118,995	654,420
	1997	560,715	115,613	676,328
	1998	720,700	138,080	858,780
	1999	816,069	145,445	961,514
	2000	1,136,199	206,397	1,342,596
	2001	1,254,520	211,439	1,465,959
	2002	1,312,141	205,089	1,517,230
	2003	1,503,916	217,749	1,721,665
	2003년 기준 현재가치 합계		12,371,979	2,309,070
전망 (2004~2015)	2004	1,560,093	208,887	1,768,980
	2005	1,752,294	234,622	1,986,916
	2006	1,859,724	249,006	2,108,730
	2007	1,916,305	256,582	2,172,887
	2008	2,047,812	274,190	2,322,002
	2009	2,344,495	313,914	2,658,410
	2010	2,772,938	371,280	3,144,218
	2011	3,196,401	427,979	3,624,381
	2012	3,431,094	459,403	3,890,497
	2013	3,525,618	472,060	3,997,678
	2014	3,808,076	509,879	4,317,955
2015	4,223,677	565,526	4,789,202	
2003년 기준 현재가치 합계		22,700,912	3,039,519	25,740,431
2003년 기준 현재가치 합계 (1994~2015)		35,072,891	5,348,590	40,421,481

3. 건설 및 운전부문 파급효과의 GDP 대비 분석결과

한국원자력연구소 연구개발이 원전의 건설 및 운전부문을 통해 국가경제의 부가가치에 기여한 파급효과의 크기를 국내총생산(GDP)과 비교한 결과는 <표 5>와 같다. 건설부문은 대체로 GDP 대비 0.03%~0.20%의 비중을 차지하는 것으로 나타났고, 운전부문은 GDP 대비 0.04%~0.24%의 비중을 차지하는 것으로 나타났으며, 건설부문과 운전부문을 합한 부가가치는 GDP 대비 0.07~0.44%를 차지하는 것으로 나타났다. 건설부문과 운전부문을 비교하면, 대체로 운전부문의 부가가치 기여가 건설부문보다 큰 것으로 나타났다. 1994년~2003년 기간동안 건설부문 부가가치 파급효과의 GDP 대비 비중은 1999년을 피크로 하여 이후 감소하는 추세에 있으나, 운전부문 부가가치 파급효과의 GDP 대비 비중은 계속 증가하는 추세에 있는 것으로 나타났다. 건설부문과 운전부문의 부가가치 파급효과의 합계의 GDP 대비 비중은 건설부문의 뚜렷한 추세로 2000년을 피크로 하여 이후 약간 감소하는 추세를 나타내고 있다.

<표 5> 건설 및 운전부문 부가가치의 GDP 비중

(단위 : 백만원, %)

년도	GDP	건설 및 운전부문 부가가치		
		건설부문	운전부문	건설+운전
1994	323,407,000	95,213 (0.03)	122,317 (0.04)	217,530 (0.07)
1995	398,838,000	220,927 (0.06)	559,939 (0.14)	780,866 (0.20)
1996	448,596,000	355,350 (0.08)	654,420 (0.15)	1,009,770 (0.23)
1997	491,135,000	743,546 (0.15)	676,328 (0.14)	1,419,874 (0.29)
1998	484,103,000	794,204 (0.16)	858,780 (0.18)	1,652,983 (0.34)
1999	529,500,000	1,032,545 (0.20)	961,514 (0.18)	1,994,059 (0.38)
2000	578,665,000	975,957 (0.17)	1,342,596 (0.23)	2,318,553 (0.40)
2001	622,123,000	985,642 (0.16)	1,465,959 (0.24)	2,451,601 (0.39)
2002	684,264,000	877,340 (0.13)	1,517,230 (0.22)	2,394,571 (0.35)
2003	721,346,000	852,619 (0.12)	1,721,665 (0.24)	2,574,283 (0.36)

4. 무형부문 파급효과 분석결과

한국원자력연구소 연구개발이 [1] 응용기술개발, 원천기술개발 등 R&D분야의 국내 원자력 기반기술 개발 기여, [2] 국제원자력기구에서 우리나라에 대한 기술수준 신뢰향상 및 국제적 지위 향상 기여, [3] 국제원자력시장에서 우리나라의 기술 수출 및 수주활동 기여 등의 무형적인 경로를 통해 유발한 경제적 파급효과 가운데 생산파급효과를 2003년 기준 현재가치로 나타내면 <표 6>과 같다. 1986~2003 기간 동안의 실적은 [1]의 국내 원자력 기반기술 개발 기여 부문이 53조 3,149억원이며 [2]의 국가위상 향상 기여 부문이 57조 7,987억원 그리고 [3]의 기술수출 기여 부문이 46조 5,191억원으로서 이 세 부문을 모두 합한 1986~2003 기간 무형부문 생산 파급효과의 현재가치는 157조 6,328억원으로 나타났다.

2004~2015년 기간 동안의 전망은 [1]의 국내 원자력 기반기술 개발 기여 부문에서 49조 3,722억원이며 [2]의 국가위상 향상 기여 부문에서 53조 5,244억원 그리고 [3]의 기술수출 기여 부문에서 43조 790억원으로서 이 세 부문을 모두 합한 2004~2015 기간 무형부문 생산 파급효과의 현재가치는 145조 9,755억원으로 나타났다.

그리고 1986~2015 기간 동안 실적과 전망의 현재가치를 합산한 결과, [1]의 국내 원자력 기반기술 개발 기여 부문에서 102조 6,871억원이며 [2]의 국가위상 향상 기여 부문에서 111조 3,230억원 그리고 [3]의 기술수출 기여 부문에서 89조 5,982억원으로서 이 세 부문을 모두 합한 1994~2015 기간 무형부문 생산 파급효과의 현재가치는 303조 6,083억원으로 나타났다.

<표 6> 원전 무형부문 생산 파급효과

(단위 : 백만원)

2003년 기준 현재가치 합계	무형부문 생산 파급효과			
	기본기술 부문	국가위상 부문	기술수출 부문	무형부문 총합
1986~2003	53,314,901	57,798,677	46,519,177	157,632,750
2004~2015	49,372,170	53,524,363	43,079,003	145,975,540
1986~2015	102,687,070	111,323,040	89,598,180	303,608,290

한편, 부가가치 파급효과를 2003년 기준 현재가치로 나타내면 <표 7>과 같다. 1986~2003 기간 동안의 실적은 [1]의 국내 원자력 기반기술 개발 기여 부문이 25조 6,627억원이며 [2]

의 국가위상 향상 기여 부문이 27조 8,210억원 그리고 [3]의 기술수출 기여 부문이 22조 3,917억원으로서 이 세 부문을 모두 합한 1986~2003 기간 무형부문 부가가치 파급효과의 현재가치는 75조 8,753억원으로 나타났다.

2004~2015년 기간 동안의 전망은 [1]의 국내 원자력 기반기술 개발 기여 부문에서 26조 5,817억원이며 [2]의 국가위상 향상 기여 부문에서 28조 8,172억원 그리고 [3]의 기술수출 기여 부문에서 23조 1,935억원으로서 이 세 부문을 모두 합한 2004~2015 기간 무형부문 부가가치 파급효과의 현재가치는 78조 5,924억원으로 나타났다.

그리고 1986~2015 기간 동안 실적과 전망의 현재가치를 합산한 결과, [1]의 국내 원자력 기반기술 개발 기여 부문에서 52조 2,444억원이며 [2]의 국가위상 향상 기여 부문에서 56조 6,382억원 그리고 [3]의 기술수출 기여 부문에서 45조 5,851억원으로서 이 세 부문을 모두 합한 1986~2015 기간 무형부문 부가가치 파급효과의 현재가치는 154조 4,678억원으로 나타났다.

<표 7> 원전 무형부문 부가가치 파급효과 (단위 : 백만원)

2003년 기준 현재가치 합계	무형부문 부가가치 파급효과			
	기반기술 부문	국가위상 부문	기술수출 부문	무형부문 총합
1986~2003	25,662,727	27,820,959	22,391,657	75,875,344
2004~2015	26,581,711	28,817,229	23,193,503	78,592,443
1986~2015	52,244,438	56,638,189	45,585,160	154,467,790

5. 총 파급효과 분석결과

한국원자력연구소에 의한 원자로계통설계 기술자립이 한국표준형원전의 국산화에 대해 기여함으로써 가져오는 경제적 파급효과는, 원전의 건설부문, 운전부문 그리고 무형적인 부문 등 세 가지 경로를 통한 파급효과의 합으로 계산된다. 먼저 생산 파급효과를 보면, <표 8>에서 보는 바와 같이 실적(1986~2003)은 227조 6,918억원, 전망(2004~2015)은 210조 8,536억원, 그리고 전체 부문의 총 생산 유발효과 합계는 438조 5,453억원으로 분석되었다.

<표 8> 한국원자력연구소 연구개발의 국가경제 생산 파급효과

(단위 : 백만원)

2003년 기준 현재가치 합계		국가경제 생산 파급효과			
		원전 건설 부문 (A)	원전 운전 부문 (B)	무형 부문 (C)	총 합 (A)+(B)+(C)
실적	1986~2003	46,756,310	23,302,692	157,632,750	227,691,752
전망	2004~2015	23,869,050	41,008,966	145,975,540	210,853,556
계	1986~2015	70,625,360	64,311,658	303,608,290	438,545,308

그리고 부가가치 파급효과는 <표 9>와 같이, 실적(1986~2003)은 109조 5,977억원, 전망(2004~2015)은 113조 5,224억원, 그리고 전체 부문 총 부가가치 유발효과는 223조 1,201억원으로 분석되었다.

<표 9> 한국원자력연구소 연구개발의 국가경제 부가가치 파급효과

(단위 : 백만원)

2003년 기준 현재가치 합계		국가경제 부가가치 파급효과			
		원전 건설 부문 (A)	원전 운전 부문 (B)	무형 부문 (C)	총 합 (A)+(B)+(C)
실적	1986~2003	19,041,325	14,681,049	75,875,344	109,597,718
전망	2004~2015	9,189,544	25,740,431	78,592,443	113,522,418
계	1986~2015	28,230,869	40,421,481	154,467,790	223,120,140

V. 요약 및 결론

본 연구는 한국원자력연구소의 원자로계통설계 기술자립이 한국표준형원전의 국산화에 대한 기여를 통해 국민경제에 미치는 경제적 파급효과를 산업연관분석 방법을 이용하여 원전의 건설과 운전 그리고 무형부문으로 나누어 분석하였다. 분석대상인 한국표준형원전에

는, 영광 34호기, 울진 34호기, 영광 5·6호기, 울진 5·6호기, 신고리 1·2호기, 신고리 3·4호기, 신월성 1·2호기, 차세대 1·2호기 등이 포함되었다. 건설부문의 분석은 1986년~2015년의 기간을 대상으로 하고 운전부문의 분석은 1994년~2015년의 기간을 대상으로 그리고 무형부문의 분석은 1986년~2015년의 기간을 대상으로 분석하였으며, 전망은 제 1차 전원계획에 의한 원전 건설계획을 참조하였다.

분석결과, 한국원자력연구소에 의한 원자로계통설계 기술자립이 한국표준형원전의 국산화에 대해 기여함으로써 가져오는 경제적 파급효과 중 무형의 효과를 제외한 건설과 운전의 유형부문에 미친 생산 파급효과는 135조원, 부가가치 파급효과는 69조원으로 나타났다. 이는 우리나라 GDP 대비 연간 약 0.3%~0.4%에 달하는 상당한 수준의 부가가치 창출을 유발하는 등 국민경제에 미치는 효과가 크다. 이 외에도 한국표준형원전의 국산화가 가져오는 국내 원자력 기반기술 제고, 국제원자력기구에서의 국가위상 향상, 국제원자력시장에서의 기술수출 증대 기여 등과 같은 무형의 효과도 유형의 효과 못지않게 큰 것으로 분석되었다.

이와 같은 결과는 원자력 부문에 대한 연구개발 투자의 생산성이 높음을 의미한다고 볼 수 있기 때문에 원자력 부문의 연구개발 투자가 지속적으로 확대될 필요성이 있음을 시사해 준다.

참고문헌

- 산업기술연구회(2003), 「산업기술연구회 소관 출연기관 연구성과의 경제적 효과 분석(I)」.
- 신태영·박병무(1998), 「거시계량경제모형을 이용한 연구개발 투자의 정책효과 분석」, 과학기술정책관리연구소.
- 윤충한·권남훈·심형민·이상오·배찬권(2000), 「정보통신 연구사업의 국가경제도에 대한 파급효과 및 기여도 분석」, 정보통신정책연구원 연구보고.
- 윤충한·장화탁(2000), 「정보통신 연구개발투자의 경제적 효과 연구」, 정보통신연구원 정책연구.
- 한국원자력연구소(2002), 「원자력산업의 경제적 파급효과 분석에 대한 연구」, KAERI/CM-000/2001.
- 한국원자력연구소(2001), 「한국원자력연구소의 국가 경제에 대한 기여도 분석」, KAERI/CM-586/2001.
- 한국은행(2004), 「산업연관분석해설」.
- 홍동표·정시연(1998), 「산업연관 분석을 이용한 정보통신산업의 국민경제 기여도 분석(1985 ~ 1995)」, 정보통신정책 ISSUE 10권 12호.
- Bernstein, J. I. (1988), "Costs of production, intra-and interindustry R&D spillovers : Canadian evidence," *Canadian Journal of Economics*, pp.325~347
- _____ (1997), "Interindustry R&D Spillovers for Electrical and Electronic Products : The Canadian Case," *Economic System Research*, Vol.9, pp.111~125
- Griliches, Z. (1979), "Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth," *Bell Journal of Economics*, Vol.10, No.1, pp.92~116
- _____ (1992), "The search for R&D spillovers," *Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 94, pp. 29~47.
- _____ (1999), *R&D and Productivity: The Econometric Evidence*, Chicago Press
- Griliches, Z. and F.R. Lichtenberg (1984), "Interindustry technology flows and productivity growth: a reexamination," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 66, pp. 324-329.
- Henriques, I. (1990), "Cooperative and noncooperative R&D in duopoly with spillovers :

- Comment,” *American Economic Review*, 8(3), pp.638~640
- Lach, S. and R. Rob (1992), “R&D, investment and industry Dynamics,” NBER Working Paper, No.4060
- Lach, S. and M. Schankerman (1989), “Dynamics of R&D and investment in the scientific sector,” *Journal of Political Economy*, Vol.97, pp.881~904.
- Los, B. (1999), *The impact of research & development on economic growth and structural change*, Ph.D. Thesis, University of Twente, the Netherlands.
- Papaconstantinou, G., N. Sakurai and A. Wyckoff (1998), “Domestic and international product-embodied R&D diffusion,” *Research Policy*, Vol. 27, pp. 301-314.
- Sakurai, N., G.Papaconstantinou and E. Ioannidis (1997), “Impact of R&D and technology diffusion on productivity growth: empirical evidence for 10 OECD countries,” *Economic Systems Research*, Vol. 9, pp. 81-109.
- Scherer, F. M. (1982), “Interindustry technology flows and productivity growth,” *Review of Economics and Statistics*, Vol.64, pp.627~634
- Verspagen, B. (1997), “Measuring intersectoral technology spillovers: estimates from the European and US patent office databases,” *Economic Systems Research*, Vol. 9, pp. 47-64.

[부록]

1. 전문가 설문조사

(1) 설문문항

1. 우리나라의 원자로계통설계 기술자립이 국내 원전건설 부문에 미치는 영향 조사

1.1 원자로계통설계 기술자립이 울진 3, 4호기 건설 분야의 기술 자립에 어느 정도 기여하였다고 생각하십니까? (%)

[최대 기여도 수준 = 100%]

※ 영향을 받는 원전건설의 주요 분야는 다음과 같습니다.

- 원자로 설비 공급 (CD/ES)
- 핵연료 및 초기노심 설계 (Fuel/ICD)
- 2차 계통설계 및 보조기기 부분 (AE/BOP)

1.2 원자로계통설계 기술자립이 울진 3,4호기 건설 분야의 기술 자립에 미친 기여도를 100으로 보았을 때, 다른 KSNP형 원전건설의 기술 자립에 대한 기여도는 어느 정도라고 생각하십니까?

KSNP	영광 3,4	울진 3,4	영광 5,6	울진 5,6	신고리 1,2	신월성 1,2
기여도 (%)		100				

2. 원자로계통설계 기술자립이 국내 가동 원전의 운전·유지 과정에서의 엔지니어링 서비스 부문에 미치는 영향 조사

2.1 원자로계통설계 기술자립이 국내 KSNP형 가동원전인 울진 3,4 호기의 엔지니어링서비스 기술 향상에 어느 정도 기여하였다고 생각하십니까?

(%)

[최대 기여도 기준 = 100%]

2.2 원자로계통설계 기술자립이 올진 3,4호기의 운전기술(엔지니어링 서비스) 향상에 미친 기여도를 100으로 보았을 때, 다른 KSNP형 가동 원전의 운전기술(엔지니어링 서비스) 향상에 어느 정도 기여하였다고 생각하십니까?

KSNP	영광 3,4	올진 3,4	영광 5,6	올진 5,6	신고리 1,2	신월성 1,2
기여도 (%)		100				

2.3 원자로계통설계 기술자립에 의한 국내 KSNP형 가동원전의 운전기술 향상 기여도를 100으로 보았을 때, KSNP형 가동원전 이외의 Westinghouse형 가동원전(6기), Framatome형 가동원전(2기)의 운전기술 향상에 대한 상대적 기여도는 어느 정도라고 생각하십니까?
(%)

[최대 기여도 기준 = 100%]

3. 원자로계통설계 기술자립이 KSNP 건설 및 운전 이외 부문에 미치는 영향 조사

※ 원자로계통설계 기술자립이 한국표준형원전의 건설 및 운전 부문에 미친 기여도를 100으로 보았을 때, 다음 부문에 대한 상대적 기여도는 어느 정도 된다고 생각하십니까?

3.1 [국내원자력 기반기술 부문]

원자로계통설계 기술자립이 응용기술개발, 원천기술개발 등 R&D 분야의 국내 원자력 기반기술 개발에 미친 기여도(%)

3.2 [국제원자력기구에서의 국가 위상 부문]

KSNP 기술자립이 국제원자력기구에서 우리나라에 대한 기술수준 신뢰 향상 및 국제적 지위 향상에 미친 기여도 [예 : IAEA, OECD 등] (%)

3.3 [국제원자력시장에서의 기술수출 부문]

KSNP 기술자립이 국제원자력시장에서 우리나라의 기술 수출 및 수주 활동에 미친 기여도 (%)

(2) 설문결과

(1.1) 울진 3, 4호기 건설 분야의 기술 자립에 대한 원자로계통설계 기술자립의 기여도 [최대 기여도 수준 = 100%]

(1.2) 원자로계통설계 기술자립이 울진 3,4호기 건설 분야의 기술 자립에 미친 기여도를 100으로 보았을 때, 다른 KSNP형 원전건설의 기술 자립에 대한 기여도

[1차 설문조사 결과]

문항	응답자	A	B	C	D	E	F	G	H	I	평균
1.1		70	90	90	70	95	90	90	80	60	81.7
1.2	영광3.4	70	80	70	80	80	95	70	80		78.1
	울진3.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.0
	영광5.6	120	110	110	105	120	101	100	105	90	106.8
	울진5.6	140	115	130	110	130	102	100	110	95	114.7
	신고리1,2	160	120	135	120	150	103	90	130	100	123.1
	신월성1,2	180	120	135	120	150	104	90	130	100	125.4

[2차 설문조사 결과]

문항	응답자	A	B	C	D	E	F	G	H	I	평균
1.1		70	80	80	75	90	90	85	80	75	80.6
1.2	영광3.4	70	80	80	80	80	95	70	75	70	77.8
	울진3.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.0
	영광5.6	110	110	110	105	120	105	105	110	110	109.4
	울진5.6	120	113	120	110	130	105	110	120	110	115.3
	신고리1,2	130	115	125	120	140	110	120	130	120	123.3
	신월성1,2	130	115	125	120	140	110	120	130	120	123.3

[종합(개인평균)]

문항	응답자	A	B	C	D	E	F	G	H	I	평균
1.1		70	85	85	73	93	90	88	80	68	81.1
1.2	영광3.4	70	80	75	80	80	95	70	78	70	77.5
	울진3.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.0
	영광5.6	115	110	110	105	120	103	103	108	100	108.1
	울진5.6	130	114	125	110	130	104	105	115	103	115.0
	신고리1,2	145	118	130	120	145	107	105	130	110	123.2
	신월성1,2	155	118	130	120	145	107	105	130	110	124.4

(2.1) 국내 KSNP형 가동원전인 울진 3,4 호기의 엔지니어링서비스 기술 향상에 대한 원자로 계통설계 기술자립의 기여도 [최대 기여도 기준 = 100%]

- (2.2) 원자로계통설계 기술자립이 올진 3,4호기의 운전기술(엔지니어링 서비스) 향상에 미친 기여도를 100으로 보았을 때, 다른 KSNP형 가동 원전의 운전기술(엔지니어링 서비스) 향상에 대한 기여도
- (2.3) 원자로계통설계 기술자립에 의한 국내 KSNP형 가동원전의 운전기술 향상 기여도를 100으로 보았을 때, KSNP형 가동원전 이외의 Westing-house형 가동원전(6기), Framatome형 가동원전(2기)의 운전기술 향상에 대한 상대적 기여도 [최대 기여도 기준 = 100%]

[1차 설문조사 결과]

문항	응답자	A	B	C	D	E	F	G	H	I	평균
2.1		70	80	80	80	95	80	80	80	80	80.6
2.2	영광3,4	100	70	60	80	110	90	70	100		85.0
	울진3,4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.0
	영광5,6	120	110	110	110	110	110	100	100	85	106.1
	울진5,6	140	112	130	120	120	110	100	110	90	114.7
	신고리1,2	160	113	135	130	120	120	90	120	95	120.3
	신월성1,2	180	113	135	130	120	120	90	120	95	122.6
2.3		50	70	60	70	70	50	70	70	70	64.4

[2차 설문조사 결과]

문항	응답자	A	B	C	D	E	F	G	H	I	평균
2.1		80	80	80	80	90	80	80	80	90	82.2
2.2	영광3,4	80	80	80	80	95	80	80	100	90	85.0
	울진3,4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.0
	영광5,6	110	110	110	110	110	105	105	100	105	107.2
	울진5,6	120	113	120	115	120	105	110	110	110	113.7
	신고리1,2	130	115	125	120	130	110	120	120	120	121.1
	신월성1,2	130	115	125	120	130	110	120	120	120	121.1
2.3		50	70	70	70	70	50	70	70	70	65.6

[종합(개인평균)]

문항	응답자	A	B	C	D	E	F	G	H	I	평균
2.1		75	80	80	80	93	80	80	80	85	81.4
2.2	영광3,4	90	75	70	80	9103	85	75	100	90	85.3
	울진3,4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.0
	영광5,6	115	110	110	110	110	108	103	100	95	106.7
	울진5,6	130	113	125	118	120	108	105	110	100	114.2
	신고리1,2	145	114	130	125	125	115	105	120	108	120.7
	신월성1,2	155	114	130	125	125	115	105	120	108	121.8
2.3		50	70	65	70	70	50	70	70	70	65.0

※ 원자로계통설계 기술자립이 한국표준형원전의 건설 및 운전 부문에 미친 기여도를 100으로 보았을 때, 다음 부문에 대한 상대적 기여도

(3.1) [국내원자력 기반기술 부문]

원자로계통설계 기술자립이 응용기술개발, 원천기술개발 등 R&D 분야의 국내 원자력 기반기술 개발에 미친 기여도

(3.2) [국제원자력기구에서의 국가 위상 부문]

KSNP 기술자립이 국제원자력기구에서 우리나라에 대한 기술수준 신뢰 향상 및 국제적 지위 향상에 미친 기여도 [예 : IAEA, OECD 등]

(3.3) [국제원자력시장에서의 기술수출 부문]

KSNP 기술자립이 국제원자력시장에서 우리나라의 기술 수출 및 수주 활동에 미친 기여도

[1차 설문조사 결과]

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	평균
3.1	70	80	80	80	90	80	80	70	70	77.8
3.2	50	80	90	90	100	70	90	90	70	81.1
3.3	30	70	90	60	110	50	90	70	30	66.7

[2차 설문조사 결과]

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	평균
3.1	70	80	80	80	80	60	80	70	70	74.4
3.2	80	80	80	85	90	90	90	80	80	83.9
3.3	40	75	80	60	90	60	60	80	50	66.1

[종합(개인평균)]

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	평균
3.1	70	80	80	80	85	70	80	70	70	76.1
3.2	65	80	85	88	95	80	90	85	75	82.5
3.3	35	73	85	60	100	55	75	75	40	66.4