

다속성효용함수를 이용한 사용후원전연료 정책대안 비교 연구
The Comparison of Alternatives for Nuclear Spent Fuel
Management Using Multi-Attribute Utility Function

양지원, 강창순

서울대학교
서울특별시 관악구 신림동 산56-1

요약

현재 발전소 내의 저장소에 임시로 보관되고 있는 사용후원전연료는 소내저장 용량을 초과하기 전에 시급히 다른 관리 방법을 모색할 필요가 있다. 특히 사용후원전연료 관리에 대한 정책은 경제적, 기술적, 사회적 측면의 영향을 받는 복잡한 문제이다. 따라서 국내 여건에 부합하는 정책 대안들과 이에 영향을 미치는 관련 인자들에 관하여 엄밀한 분석이 필요하다. 본 연구에서는 대중의 여론, 원자력 기술발전의 기여도, 외교문제 유발 가능성 등 정성적인 인자들을 포함한 사용후원전연료 관리 정책대안 선정에 영향을 미치는 관련 인자들을 분석하고 다속성효용함수 (MAU: Multi-Attribute Utility Function)와 AHP (Analytic Hierarchy Process)의 방법을 사용하여 각 정책 대안들을 비교하였다.

Abstract

It is necessary to find a solution immediately to nuclear spent fuel management that is temporarily stored in on-site spent fuel storage before the saturation of the storage. However the choice of alternative for nuclear spent fuel management consists of complex process that are affected by economic, technical and social factors. And it is not easy to quantify these factors; public opinion, probability of diplomatic problem and contribution to development of nuclear technology. Therefore the analysis of the affecting factors and assessment of alternatives are required. This study performed the comparison of the alternatives for nuclear spent fuel management using MAU (Multi-Attribute Utility Function) and AHP (Analytic Hierarchy Process).

1. 서론

가동되는 국내 원자력 발전소의 기수가 늘어남에 따라 누적되는 사용후원전연료에 대한 문제가 점차 심각하게 대두되고 있으며 이에 따른 사용후원전연료 관리 방법에 대한 논의도 활발히 이루어지고 있다. 현재 사용후원전연료에 대한 정책이 확정되지 않아 발전소 내의 저장소에 임시로 보관되고 있는 사용후원전연료에 대해서 소내저장 용량을 초과하기 전에 시급히 적절한 관리 방안을 모색할 필요가 있다. 소내 저장시설의 용량 확장은 한계가 있으

며 중간 저장시설의 건설, 영구처분장의 건설은 부지 확보 단계에서부터 수 차례 주민반대에 부딪혀 유보되었다. 이러한 여건에도 불구하고 에너지 안보, 경제성 등의 이유로 우리나라의 에너지 수급에 원자력 발전이 미치는 영향은 매우 커서 사용후원전연료의 관리를 포함한 장기적인 원전연료주기사업의 수립이 절실하다.

한편 사용후원전연료를 폐기물로 분류하여 최종 처분할 것인지 또는 재생 가능한 에너지원으로 분류하여 적절한 처리절차를 거쳐 다시 이용할지의 여부는 정책 결정에 영향을 미치는 여러 요인들을 고려해야만 하는 복잡한 문제이다. 사용후원전연료에 대한 정책은 경제적, 기술적, 사회적, 정치·외교적인 여러 측면을 고려하여 이루어지므로 국내 여건에서 도입 가능한 여러 대안들과 관련 요인들에 대한 엄밀한 분석이 필수적이라고 하겠다.

본 연구에서는 국내에서 검토되고 있는 사용후원전연료 정책에 대하여 정책 결정에 영향을 미치는 관련 인자들을 분석하였으며, 특히 대중의 여론 등 정성적인 인자들을 고려하여 다속성효용함수(MAU: Multi - Attribute Utility Function)^[40]와 AHP(Analytic Hierarchy Process)^[40]의 방법으로 대안들을 비교하였다.

2. 사용후원전연료 대안결정에 대한 영향 인자

사용후원전연료 대안 결정에 영향을 미치는 인자들은 경제성, 안전도, 대중의 여론, 기술발전의 기여도, 외교 문제 유발 가능성 등이다.^[1]

1) 경제성

최적 대안의 선정에 있어서 정책을 수행하는데 필요한 총 소요비용, 단위에너지 생산당 비용 등으로 표현되어진다. 따라서 각 대안들에 대하여 각각 이러한 방식으로 경제성 평가를 수행하여야 한다. 또한 사용후원전연료 정책들의 경제성 평가에는 할인율, 원전연료의 연소도, 재처리 연료나 재생형 연료의 평가가치 등 여러 측면이 고려된다.^[2]

2) 안전도^[3]

원자력 에너지는 그 특성상 방사선에 대한 안전성이 확보되어야만 한다. 특히 사용후원전연료는 고준위방사성폐기물(HLW)의 범주에 들어가는 고방사선원이므로 중저준위방사선원보다 장기적으로 작업종사자나 일반대중, 환경에 미치는 영향이 더 크기 때문에 더욱 엄밀히 평가되어야 한다. 따라서 이렇게 평가된 안전도가 대안들의 비교에 중요한 인자로 고려된다. 본 연구에서는 대중의 여론(대중의 위험인식)과 비교를 위하여 재처리 등에 관련한 해외에서의 안전도를 고려하지 않고 국내에서의 안전도만을 사용하였다.

3) 대중의 여론(인지위험도^[4])

원자력 에너지는 전세계적으로 부지인근 주민들과 환경단체 등 일반대중의 반대에 부딪혀 그 발전에 많은 어려움을 겪고 있으며, 높아진 일반대중의 정책참여 요구에 의하여 원자력 관련 정책의 수정·보류까지도 이루어 졌다. 앞으로도 대중의 여론은 원자력 정책의 결정에 있어서 더욱더 큰 영향을 미치는 인자로 작용할 것이 분명하다. 따라서 이제까지 주로 정책결정자나 전문가 집단에 의해 이루어지던 원자력 정책의 결정에 일반대중을 보다 적극적으로 참여시키는 방안을 고려해야할 시점에 이르렀다고 할 수 있다.

4) 기술발전예의 기여도

부존자원이 적은 국내 상황에서 에너지 수급의 안정은 국가의 자주성 확보, 사회 안정, 산업발전의 기초가 되는 중요한 문제이므로 장기간 동안 안정적으로 전력을 공급해주는 원자력 에너지는 단순한 비용-이득으로만 평가할 수 없는 전력 공급원이다. 이러한 이유로 정책 결정에 있어서도 장기적인 시각에서 원자력 기술의 발전에 어떠한 기여를 하는가를 고려해야 한다.

5) 외교 문제 유발 가능성

원자력 발전에 관련된 정책은 국내의 관심뿐만 아니라 외국의 언론이나 원자력 관련 국제 기구, 국제 환경단체, 학계 등의 관심의 대상이 된다. 또한 신기술의 도입이나 재처리 관련 정책, 해외 수송, 해외 재처리, 해외 처분 등은 국제 환경단체의 반발뿐만 아니라 관련 국가 국민들이 우리 나라에 대해 가지는 이미지에도 악영향을 끼치게 된다. 특히 플루토늄(Pu) 재고량은 국제적으로 민감한 문제로서 외교적인 문제를 가지고 올 가능성도 있다. 따라서 외교 문제 유발 가능성도 원자력 관련 정책 결정에 영향을 미치는 인자로서 고려되어야 한다.

3. 국내의 사용후원전연료 대안

국내의 여건상 도입 가능한 사용후원전연료 대안들은 다음의 6가지이다.^[2] 또한 각 대안별 특징은 다음과 같으며 표 1에 정리하였다.

1) 기존 발전소 부지에 증설하는 방안

발전소 부지 내에 기존 저장소와 동일형태의 저장소를 추가로 하나 증설하는 것으로 동일 부지에 동일형태의 저장소를 추가로 건설·운영하기 때문에 기존의 운영경험과 숙련된 인력을 이용 가능하며, 추가 건설비 외에 비용이 추가되지 않는다. 사용후원전연료의 수송, 관리에 따른 부담도 기존의 저장소와 거의 같다.

2) 부지간 수송 방안

저장용량이 부족한 저장소에서 비교적 여유가 있는 저장소로 수송하는 방법으로 추가의 건설부담이 없어 비용이 가장 절감된다. 그렇지만 사용후원전연료를 국내에서 육상/해상 수송을 해야하므로 수송·관리에 따른 부담이 크다. 또한 국내에서의 육상/해상 수송에 관련하여 일반대중의 반발이 예상된다.

3) 신규부지에 공동의 저장시설을 신축하는 방안

신규 부지에 여러 발전소 부지에서 발생하는 사용후원전연료를 수용하는 기존과 동일한 형태의 공동 저장시설을 신축하는 방법이다. 이 대안의 경우 새로운 부지 마련과 신규 저장시설의 건설비용이 필요하며 부지간 수송의 경우와 마찬가지로 국내에서의 육상/해상 수송의 문제도 포함되므로 일반대중의 반발이 예상된다. 그러나 기존의 운영 경험과 숙련된 인력을 이용 가능하다.

4) 해외에 영구처분하는 방안

사용후원전연료를 영구처분 의사가 있는 국가에 비용을 지불하고 영구처분하는 방안이다. 해외에 영구처분하는 방안은 국내의 관리·저장·처분에 따른 지속적인 비용 지출과 위험이 없으므로 국내 일반대중의 위험 인식에는 긍정적인 영향을 미칠 것이다. 그러나 사용후원전연료는 수용의사를 가진 국가에 지불해야 할 비용(1000\$/KgHM⁽²³⁾)이 많이 들며, 수용국가까지의 공해상을 통한 해외 수송이 필수적이므로 수용국가 국민들의 반발뿐 아니라 국제 환경단체, 해외 여론의 반발이 심할 것으로 예상된다. 또한 NSG(Nuclear Suppliers Group: 미국, 캐나다, 오스트레일리아)의 동의를 필요하므로 외교적인 문제의 가능성이 높다고 할 수 있다.

5) 해외 재처리 후 회수하는 방안

영국, 프랑스 등 재처리 설비를 갖춘 나라로 사용후원전연료를 수송하여 임시저장, 재처리의 과정을 거친다. 이를 통해 얻어진 MOX연료와 재처리폐기물은 다시 국내로 반입하여 MOX연료는 다시 연료로 이용하고 재처리폐기물만을 저장/처분하는 방안이다. 일본의 경우 99년 9월 프랑스에서 재처리한 MOX연료를 국내로 반입하였다. 이 대안은 국내에서 재처리 설비를 갖춘 나라까지의 사용후원전연료의 해외 수송과 재처리 후 MOX연료 및 재처리 폐기물의 국내로의 재수송이 필수적이므로 국제 환경단체 및 국내 여론의 반발이 심할 것으로 예상된다. 또한 NSG(Nuclear Suppliers Group: 미국, 캐나다, 오스트레일리아)의 동의를 필요하고 MOX연료내의 플루토늄(Pu)의 농도가 높기 때문에 수송의 과정에서 외교적인 문제의 가능성도 높다.

이와 같은 국내외 대중의 심한 반발, 가장 긴 해외수송거리, 이에 따른 수송·취급·저장의 문제, 위탁 재처리 비용, MOX연료의 불확실성, 외교문제 유발 가능성 등의 문제점을 가지고 있으나, 능동적인 사용후원전연료 처리 방안으로서 수송·재처리·MOX연료 이용 등과 관련된 기술 발전에 기여하고, 자원을 재활용 할 수 있으며 MOX연료의 연소로 플루토늄(Pu) 재고량을 감소시킬 수 있는 등의 장점도 가지고 있다.

6) 재성형 공장을 신축하는 방안

국내 CANDU 부지 내에 사용후원전연료를 DUPIC연료로 재성형하는 공장을 신축하여 사용후원전연료를 국내 수송한 후 재성형 공정을 거쳐 CANDU에 이용하는 방안이다. 경수로 부지에서 CANDU 부지로의 수송은 부지 외로의 수송으로 국내 수송비용, 사용후원전연료의 국내 수송·관리·재성형에 따른 위험부담 등의 단점과 플루토늄(Pu) 재고량 감축, 재성형 기술, DUPIC연료 이용 기술 등의 기술발전을 가져올 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 NSG(Nuclear Suppliers Group: 미국, 캐나다, 오스트레일리아)의 동의를 필요하므로 외교적인 문제의 가능성도 높다고 할 수 있다.

4. 다속성효용함수(MAU)와 AHP를 이용한 대안 비교

4.1 방법론

다속성효용함수는 정량화하기 어려운 정성적인 인자들을 상대적인 값으로 정량화하는 방법 중의 하나이다. 여러 대안에 대해 각각의 인자별 효용과 이를 합한 총효용을 구하며 인자별 효용함수값, 총효용, 인자간 중요도를 이용한 대안별, 인자별 비교 분석이 가능하다. 특히 새로운 인자를 추가하거나 세분화하기에 편리하다. 본 연구에서는 대중의 여론, 기술발전의 기여도, 외교문제 유발 가능성 등의 정성적인 인자들을 고려하기 위하여 다속성효용함수를 도입하였으며, 특히 전문가와 일반대중에 대한 설문을 통하여 다속성효용함수의 영향 인자별, 대안별 값을 구하였다.

또한 AHP는 전문가의 의견을 종합하는데 많이 쓰이는 방법으로 각 인자별 중요도를 구하기 위하여 도입하였다. AHP는 다속성효용함수에 비하여 보다 정확한 인자간 중요도 계산이 가능하지만 여러 인자를 고려하기에는 계산이 복잡하고, 새로운 인자의 추가나 인자를 세분화할 필요가 있을 때 확장성이 떨어진다.

본 논문에서는 다속성효용함수가 단순한 선형함수들의 합으로 이루어진다고 가정하였고 인자간 중요도 결정은 인자간 중요도에 대한 일관성 평가가 가능한 AHP를 사용하여 보완하였다. 이 두 가지 방법을 사용하여 전문가 설문에서 인자간 중요도, 기술발전의 기여도, 외교문제 유발 가능성의 효용함수값을 구하였고, 일반대중 설문에서 대중의 여론을 인지위험도(Perceived Risk)의 개념을 포함하는 세분화된 효용함수들의 합으로 구하였다.

4.2 경제성 효용함수

대안별 경제성 효용함수의 값은 현재의 연소도를 유지하는 경우, 5% 할인율로 계산한 2030년까지의 누적 비용이며 표 2, 그림 1에 나타내었다.^[2]

4.3 안전도 효용함수

대안별 안전도 효용함수의 값은 국내에 미치는 위험만을 고려하여 참고문헌 [2], [3]의 값을 이용하여 계산하였으며 부족한 안전도 평가 자료에 관하여는 표 4의 가정을 이용하여 추정하여 표 4, 그림 2에 나타내었다. 표 3에 나타난 자료의 값은 관련 작업들을 모두 포함하여 합산 정규화한 값들이다.^[3]

각 대안별로 국내에 미치는 위험은 다음과 같이 구분된다.^{[2],[3]}

- 1) 기존 발전소 부지에 증설: 사용후연료 저장소 건설
- 2) 부지간 수송: 국내 사용후연료 수송
- 3) 신규부지에 공동의 저장소: 사용후연료 저장소 건설, 국내 사용후연료 수송
- 4) 해외 영구처분: 해외로의 사용후연료 수송
- 5) 해외 재처리 후 회수: 해외로의 사용후연료 수송, 부지내 고준위폐기물 수송, 부지내 MOX연료 수송
- 6) 재생형 공장 신축: 국내 사용후연료 수송, 재생형공장 건설, 부지내 고준위폐기물 수송, 부지내 DUPIC연료 수송

4.4 기술발전예의 기여도 효용함수

대안별 기술발전예의 기여도 효용함수의 값은 전문가 설문을 통하여 구하였으며, 그림 3에 나타내었다.

4.5 외교문제 유발 가능성 효용함수

대안별 외교문제 유발 가능성 효용함수의 값은 전문가 설문을 통하여 구하였으며, 그림 4에 나타내었다.

4.6 대중의 여론 효용함수

각 대안별 대중의 여론 효용함수의 값은 일반대중 설문을 통하여 위험에 대해 느끼는 두려움의 크기, 위험의 불공평성, 줄이기 어려운 위험인지 여부, 다음 세대에 미치는 영향의 크기, 과학적으로 파악된 위험인지 여부, 위험의 단기적인 치명성, 대형사고 유발 가능성⁽⁴⁾ 등의 세부적인 효용함수의 값들을 구하여 그 총효용값으로 구하였다. 그 결과는 표 4, 그림 5에 나타내었다.

4.7 AHP를 이용한 영향 인자별 중요도 계산

사용후원전연료 정책대안 선정에 영향을 미치는 인자별 중요도는 표 5와 같다.

4.8 대안별 다속성효용함수의 값과 총효용

설문과 다속성효용함수를 이용한 대안에 따른 인자별 효용함수의 값은 표 7과 같다. 이들 효용함수의 값을 인자별 중요도에 따라 합한 총효용은 표 6, 그림 6과 같다.

5. 결론

전문가 설문의 결과 경제정보보다 안전도와 외교문제 유발 가능성의 중요도가 더욱 높았으며 대중의 여론도 높은 수준의 중요도를 갖는 것으로 나타났다. 이 결과를 이용하여 사용후원전연료 관리의 정책대안을 비교해본 결과 경제성만을 평가하였을 때와는 다른 대안 순위를 보여주었다. 가장 순위의 변화가 컸던 대안은 신규부지에 공동의 저장소를 신축하는 3번 대안이었다. 국내 육/해상 수송으로 인해 안전도와 대중의 여론에 관하여 낮은 효용함수값을 가지게된 이유로 경제성만 고려하였을 때와 비교하여 순위의 변동이 컸다. 또한 비용을 지불하고 해외에 영구처분하는 4번 대안의 가능성도 확인할 수 있었다. 여기에서 고려된 영향 인자 외에도 해당 국가의 현실을 반영하는 더 많은 인자들이 많을 것이다. 이런 인자들에 대한 좀 더 면밀한 검토, 국내에서 실질적으로 평가된 안전도 자료, 통계적으로 더 신뢰성이 높은 일반 대중 설문을 통하여 본 연구에서 수행된 비교 연구의 결과를 개선할 수 있을 것이다.

6. 참고문헌

- [1] KAERI: "국내 후행핵연료주기 수용성 증진을 위한 요인분석", 1994
- [2] 강정민 · Atsuyuki Suzuki: "System Analysis on Future Nuclear Fuel Cycle", University of Tokyo, 1999
- [3] NRC: "Regulatory Analysis Technical Evaluation Handbook", NUREG/BR-0184, 1990
- [4] Ambrose Goicoechea · Don R. Hansen · Lucien Duckstein: "Multiobjective Decision Analysis with Engineering And Business Application", John Wiley& Sons, 1982
- [5] Thomas L. Saaty: "The Analytic Hierarchy Process", McGraw-Hill, 1980
- [6] Richard C. Schwing · Walter A. Albers, Jr.: "Societal Risk Assessment: How Safe Is Safe Enough?", Plenum Press, 1980

<표 1:사용후원전연료 관리 정책대안들의 특징¹⁾>

대안	장점	단점	주)		
1. 기존부지에 증설	기존 저장의 경험	부지내 추가 건설비	1		
2. 부지간 수송	비용이 가장 적게 듭	국내에서 육, 해상 수송, 장기적인 대책이 아님	1		
3. 신규부지에 공동의 저장소	기존 저장의 경험	신규 부지 선정 필요, 신규부지에 추가 건설비	1		
4. 해외 영구처분	국내 처분 부담 없음	비용이 비교적 비싼편, 해외수송시 외교문제성		2	
5. 해외 재처리 후 회수	폐기물의 양이 줄어듦, 자원 재활용 가능	해외수송/회수시 외교문제성, 비용이 비교적 비싼편		2	3
6. 재생형공장 신축	폐기물의 양이 줄어듦, 자원 재활용 가능	공장신축 부지선정의 어려움, 국내에서 육, 해상 수송, 비용이 가장 많이 듭			3

*주) 1. 국내 수송/처리/저장하는 것, 2. 해외 수송/처리/처분하는 것, 3. 사용후원전연료를 재이용하는 것

<표 2: 2030년까지의 누적 추가비용²⁾ (연소도=43,000MWh/년, 5% 할인율, 1998 U.S \$/MWh)>

대안	5% 할인율		
	PWR	CANDU	Total
1. 기존부지에 증설	145	115	260
2. 부지간 수송	79	115	195
3. 신규부지에 공동의 저장소	198	139	337
4. 해외 영구처분	1070	115	1186
5. 해외 재처리 후 회수	1201	115	1316
6. 재생형공장 신축	95	2287	2382

<표 3: 위험도 자료(Normalized Risk)^[8], person-rem/GW-year>

MOX Refabrication	- 14 scenarios	1.2E-1
Fuel Reprocessing	- 20 scenarios	3.1E-2
Spent Fuel Storage	- 17 scenarios	1.8E-1
Transportation (30% by truck, 70% by rail)	Spent Fuel - 8 scenarios	1.6E-1
	HLW - 5 scenarios	4.2E-1
	Plutonium Oxide - 6 scenarios	6.6E-2

<표 4: 대안별 안전도^[8]와 대중의 여론(인지 위험도^[9])의 효용함수값>

대안 (안전도 순)	위험도	안전도 효용 함수값	인지위험도	대중의 여론 효용함수값
4. 해외 영구처분	0.032	1	0.205	1
1. 기존부지에 증설	0.18	0.652	0.245	0.872
5. 해외 재처리 후 회수	0.18	0.652	0.343	0.55
2. 부지간 수송	0.24	0.511	0.365	0.475
3. 신규부지에 공동의 저장소	0.42	0.0875	0.510	0
6. 재성형공장 신축	0.4572	0	0.461	0.16

*주) 위험도 계산에 사용된 가정

- 1) 국내에 미치는 위험만 고려
- 2) 국내의 수송은 미국 값의 위험도의 1.5배
- 인구 10만명당 교통사고 사망자수의 비=1:1.5 (미:15.8명, 한국:23.5명)
; Fatality Analysis Reporting System(FARS), U.S , 한국 도로교통안전공단
- 3) 부지내 수송은 국내 일반 수송 위험의 1/5로 가정^[9]
- 부지내이므로 기차 수송시 위험 제외, 트럭 수송시 사고시나리오 중 일부 제외.
- 4) 해외로의 수송은 국내의 발전소가 해안에 있으므로 부지내 결안시설을 가정하고 부지내 수송 위험으로 한정하여 일반 국내 수송 위험의 1/5로 가정
- 5) MOX연료 수송은 사용후원전연료 수송 위험의 2배라고 가정
(동일량의 MOX연료의 해외 수송비용:사용후원전연료의 해외 수송비용=2:1
; MOX연료:220\$/kgHM, 사용후원전연료:110\$/kgHM, 1992^[9])
- 6) DUPIC연료의 수송은 Plutonium Oxide 수송과 같은 위험이라 가정
- 7) DUPIC 재성형은 MOX 재성형과 같은 위험이라 가정

<표 5: AHP를 이용한 영향 인자별 중요도>

영향 인자	중요도
A) 경제성	0.167
B) 안전도	0.386
C) 기술발전에의 기여도	0.0905
D) 외교문제 유발 가능성	0.215
E) 대중의 여론	0.142

*주) $\lambda_{max}=5.0732$,

$$C.I.(Consistency Index)=(\lambda_{max}-n)/(n-1)=0.0183,$$

$$R.I.(Random Index)=1.12,$$

$$C.R.(Consistency Ratio)=C.I./R.I.=0.0163 <0.1$$

<표 6 :총효용함수값에 따른 대안 순위>

대안의 순위	총효용	사용후원전연료 정책대안
1	0.752	1. 기존부지에 증설
2	0.629	2. 부지간 수송
3	0.625	4. 해외 영구처분
4	0.464	5. 해외 재처리 후 회수
5	0.405	3. 신규부지에 공동의 저장소
6	0.149	6. 재성형공장 신축

<표 7: 각 처리대안별 영향인자의 효용함수값과 총효용>

1) 기존 발전소 부지에 증설

영향 인자	효용
A) 경제성	0.970
B) 안전도	0.652
C) 기술발전예의 기여도	0.00
D) 외교문제 유발 가능성	1.00
E) 대중의 여론	0.872
총효용	0.752

2) 부지간 수송

영향 인자	효용
A) 경제성	1.00
B) 안전도	0.511
C) 기술발전예의 기여도	0.00
D) 외교문제 유발 가능성	0.917
E) 대중의 여론	0.475
총효용	0.629

3) 신규부지에 공동의 저장소

영향 인자	효용
A) 경제성	0.935
B) 안전도	0.0875
C) 기술발전예의 기여도	0.194
D) 외교문제 유발 가능성	0.917
E) 대중의 여론	0.00
총효용	0.405

4) 해외 영구처분

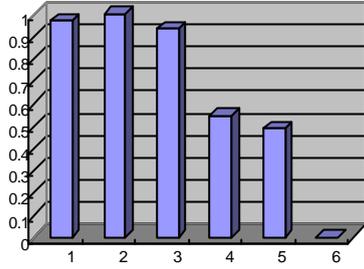
영향 인자	효용
A) 경제성	0.547
B) 안전도	1.00
C) 기술발전예의 기여도	0.0645
D) 외교문제 유발 가능성	0.00
E) 대중의 여론	1.00
총효용	0.625

5) 해외재처리 후 회수

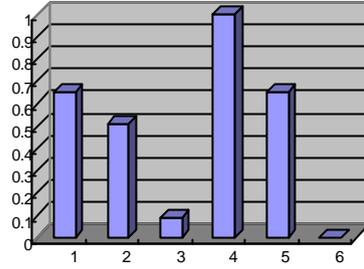
영향 인자	효용
A) 경제성	0.487
B) 안전도	0.652
C) 기술발전예의 기여도	0.323
D) 외교문제 유발 가능성	0.111
E) 대중의 여론	0.55
총효용	0.464

6) 재성형공장 신축

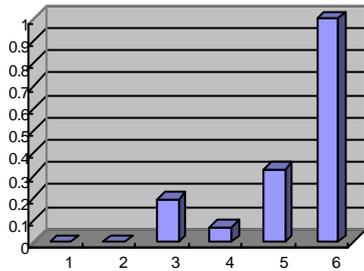
영향 인자	효용
A) 경제성	0.00
B) 안전도	0.00
C) 기술발전예의 기여도	1.00
D) 외교문제 유발 가능성	0.167
E) 대중의 여론	0.16
총효용	0.149



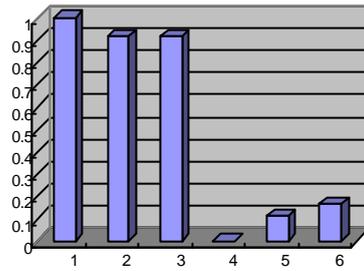
<그림 1: 대안별 경제성>



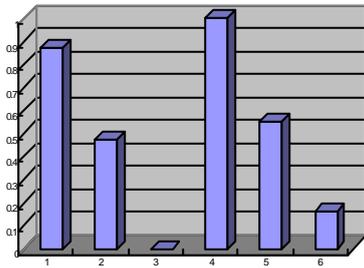
<그림 2: 대안별 안전도>



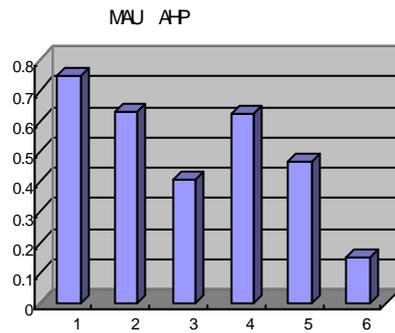
<그림 3: 대안별 기술발전 기여도>



<그림 4: 대안별 외교문제 유발 가능성>



<그림 5: 대안별 대중의 여론>



<그림 6: 대안별 다속성효용함수의 총효용>