기술혁신학회지 제14권 1호
2011년 3월 pp.40~59

대형광학망원경 개발사업의 경제적 효과 분석 연구

A Study on the Economic Effects of Korean Large Telescope Project

유승훈(Seung-Hoon Yoo)*, 이주석(Joo- Suk Lee)**, 박수동(Su-Dong Park)***

목 차

Ⅰ. 서론
Ⅱ. 대형광학망원경사업의 개요
Ⅲ. 대형광학망원경사업의 편익추정
Ⅳ. WTP 모형
Ⅴ. 실증분석 결과
Ⅵ. 결론

국 문 요 약

우리나라 정부는 천문학 분야의 연구수준 향상을 위하여 대형광학망원경 개발사업을 추진 중이다. 그러나 대형광학망원경사업에는 막대한 예산이 소요되므로, 대형광망원경사업의 경제적 효과를 정량적으로 분석한 후 사업의 경제적 타당성 여부를 평가해야 한다. 이에 본 연구는 CVM을 활용하여 엄밀한 경제이론에 근거하여 대형광학망원경사업의 편익을 정량적으로 규명하고자 하였다. 분석 결과대형광학망원경사업을 위한 연간 가구당 평균 지불의사액의 하한값이 1,416원으로 나타났다. 이를 전국의 전체 가구로 환산한 대형광학망원경사업의 경제적 편익은 연간 240.8억원에 이르는 것으로 나타났다. 이러한 분석결과는 대형광학망원경사업과 같은 대규모 과학기술 관련 투자사업의 타당성 평가를 위한 경제적 기초자료로 활용될 수 있다.

핵심어 : 대형광학망원경사업, 조건부 가치측정법, 경제적 편익

※ 논문접수일: 2010.12.8, 수정일: 2011.3.18, 게재확정일: 2011.3.28
* 서울과학기술대학교 에너지환경대학원 에너지정책학과 교수, shyoo@seoultech.ac.kr, 02-970-6802, 제1저자
** 호서대학교 사회과학대학 해외개발학과 조교수, leejoosuk@hoseo.edu, 041-560-8346, 교신저자
*** 한국과학기술기획평가원 정책기획실 부연구위원, triznik@kistep.re.kr, 031-379-0612

ABSTRACT

Korean government is driving the large telescope development project to improve the level of astronomical research. The objective of this study is to assess the economic effects of Korean large telescope project by employing a contingent valuation method (CVM) to provide policy-makers with useful and responsible information. According to estimating results, annually willingness to pay per household is 1,416 Korean Won. Consequently, the annual benefit of large telescope project is about 240.8 billion Korean won. This result contributes to provide policy makers with the quantitative information and for economic feasibility.

Key Words : Korean large telescope project, Contingent valuation method, Economic benefit

I. 서 론

21세기 초 천문우주과학 분야의 주요 이슈는 우주의 생성 기원과 구조, 은하의 형성과 진화, 외계 행성과 생명체에 관한 것이다. 이러한 연구를 수행하려면 우주의 끝에 이를 정도로 멀리 떨어진 어두운 은하를 관측할 수 있어야 하고, 은하계 내의 많은 별을 동시에 관측할 수 있어야 한다. 천문학 분야의 연구성과는 연구자의 역량보다는 관측장비의 성능에 의해서 좌우된다고 할 수 있다. 미국, 유럽 등을 비롯한 선진국들은 천문우주분야에서 앞서 나가기 위해 대형 지상 광학망원경과 우주망원경 등의 개발에 적극적으로 나서고 있다. 이러한 대형 관측장비의 건설은 최첨단 기술을 필요로 할 뿐만 아니라 많은 비용이 들기 때문에 이들의 보유 여부는 한 국가의 과학문화수준, 나아가 국력의 척도가 되기도 한다.

국제천문연맹(International Astronomical Union, IAU)의 통계에 따르면 2006년 5월 현재 62개국의 박사급 천문학자 8,869명이 회원으로 등록되어 있으며, 이중 우리나라의 회원수는 67명으로서, 다른 나라에 비해 회원 수가 상대적으로 적다고 볼 수 있다. 한국 천문학계의 연구논문 수준 역시 몇몇 분야를 제외하면 전반적으로 낮은 것으로 나타났다. 미국 태평양 천문학회지(PASP)가 천문학의 각 분야를 망라하여 2004년에 선정한 4,500개의 주요 논문 가운데 한국인이 쓴 논문이 차지하는 비중은 0.35%에 불과하다. 이와 같이 양적 측면에서 한국 천문학계의 연구성과가 부족한 이유는 천문학 연구는 실험 및 관측 의존도가 높기 때문이다. 실제로 일본의 경우 망원경이 300개가 넘지만 우리나라의 망원경은 40개 내외에 불과하여 천문학 연구에 한계가 있다. 특히 천문학 연구의 필수적인 대형광학망원경의 경우 선진국에서는 1990년대에 이미 8~10m급 대형광학망원경을 개발하여 운영하고 있는 반면 우리나라의 경우 아직까지 독자적으로 개발하여 운영중인 대형광학망원경이 없다. 현재 우리나라가 외국에서 도입하여 운영 중인 망원경은 소백산 천문대(1978년 완공)의 61cm 망원경과 보현산 천문대(1996년 완공)의 1.8m 망원경, 미국 아리조나주 레몬산 천문대(2001년 완공)의 1m 망원경 등에 불과하다(과학기술부·한국천문연구원, 2006).

이에 정부에서는 1990년대 중반부터 꾸준히 대형광학망원경 건설계획을 논의해 왔으며, 교육과학기술부와 한국천문연구원은 멕시코의 San Pedro Martir 지역에 2016년 완공을 목표로 6.5m급의 대형광학망원경을 건설 중이다.

대형광학망원경사업에는 막대한 예산이 소요되므로, 대형광학망원경사업의 경제성 분석을 필수적이다. 그러나 대형광학망원경사업과 같은 연구개발사업의 다양한 편익은 그 가치가 명시적으로 평가되지 못하고 있는 실정이다. 본 연구의 대상이 되고 있는 대형광학망원경사업의 경우, 언뜻 보아 가치가 잘 정의되지 않으며, 가치를 정의한다 하더라도 어떻게 가치를 측정할 것인지에 대해 선뜻 답을 내리기가 쉽지 않다. 이것은 대형광학망원경사업이 시장에서 거래가 되고 있는 재화가 아니며, 특히 일반 국민들의 입장에서는 대형광학망원경사업의 혜택이 매우

추상적이기 때문이다. 이러한 재화를 포괄적으로 정의할 때 통상 비시장재화(non-market)라 하는데, 이것은 해당 재화가 시장에서 거래되고 있지 않으며, 또한 거래되기도 어려운 측면을 반영하고 있다. 경제학자들은 지난 수 십 년 동안 이러한 비시장재화의 가치를 추정하기 위하여 많은 고민과 연구를 해 왔으며, 1990년대에 이후에 비시장재화 가치추정 방법론은 어느 정도 정립되면서 비약적인 발전을 해 오고 있다. 이와 같이 시장가격이 존재하지 않는 시설이나 서비스의 가치추정을 위해서 여행비용 평가법(travel cost model), 헤도닉 가격기법(hedonic price model) 그리고 조건부 가치측정법(CVM, contingent valuation method) 등 다양한 가치측정방법론들이 사용되어 왔다. 특히 CVM은 공공재나 서비스와 같은 비시장재화의 경제적 가치를 측정하는 방법으로 널리 사용되고 있다(Mitchell and Carson, 1989).

이에 본 연구에서는 CVM을 활용하여 대형광학망원경사업의 정량적 가치를 산정하고자 한다. 이러한 연구결과는 정책결정자들에게 향후 공공의 이익에 부합하는 연구개발사업에 유용한 정보를 제공해 줄 것으로 기대된다.[1)]

본 연구의 이후 내용은 다음과 같이 구성된다. 먼저 제II장에서는 대형광학망원경사업에 대해 살펴본다. 제III장에서는 대형광학망원경사업의 편익산정을 위한 분석 방법론에 대해 검토하며 제IV장에서는 편익산정과 관련된 추정방법을 제시한다. 제V장에서는 대형광학망원경사업에 대한 소비자 측면 편익분석 결과를 제시한다. 마지막으로 제VI장은 연구의 결론으로서 경제성 분석 결과와 이의 시사점에 대해 논의할 것이다.

II. 대형광학망원경사업의 개요

현재 21세기 천문우주과학의 핵심 연구주제에 도전하고자 하는 노력은 세계적으로 선진국들과 일부 중진국들 사이에서 경쟁적으로 벌어지고 있다. 이러한 노력들은 첨단 대형광학망원경의 확보경쟁에서 잘 나타나고 있는 것이 현실이다. 미국은 10m급의 광학망원경을 운영 중이고, 일본은 8m급의 광학망원경을 보유하고 있다. 우리나라도 이러한 세계적인 연구추세에 동참하고 한국 천문우주과학 연구의 인적, 물적 인프라를 향상시키기 위하여 수년 전부터 한국천문연구원 주도로 대형광학망원경 건설계획을 추진하여 왔다.

1990년대 중반부터 꾸준히 계속되어 온 대형광학망원경 건설계획은 그동안 기획의 내용이 바뀌기도 하고 사업시행 직전 단계에서 경제위기로 인해 좌절되는 등 우여곡절을 겪어 왔다.

1) 대형광학망원경사업은 2006년 기획재정부의 예비타당성조사를 통하여 경제성분석을 시행하였으며, 이를 위한 편익산정은 본 논문에서 제시한 CVM을 적용하였다.

2004년과 2005년에 한국천문연구원에서 수행한 「대형광학망원경 건설을 위한 기획연구」와 「초대형망원경 사전조사연구」에서 6.5m급의 망원경 2기를 멕시코의 San Pedro Martir 사이트에 건설하는 프로젝트가 우리나라의 경제적, 학문적 실정에 가장 적합하다는 결론을 바탕으로 동 사업을 추진하게 되었다.

대형광학망원경개발사업의 목표는 크게 2가지로 구분할 수 있다. 첫 번째 목표는 멕시코의 San Pedro Martir 에 6.5m급 대형광학망원경 2기(1호기 : 범용망원경, 2호기 : 광시야망원경)를 개발하여 설치하고, 적응광학시스템과 광시야 다천체 분광기 등의 특화된 첨단 관측기기를 개발하는 것이다. 두 번째 목표는 대형광학망원경 관련 설계 및 성능검사 기술, 대형 정밀구조물 가공 및 구동 기술, 그리고 적응광학, 능동광학, 레이저 인공별 기술 등을 확보하는 것이다. 동 사업은 한국, 미국, 멕시코, 영국이 국제 컨소시움을 구성하여 추진하는 사업으로서 총 사업비 1,600억원 중에서 한국은 50%인 800억원을 투자한다. 사업기간은 2007년부터 2016년까지 총 10년으로 계획되어 있다.

현재 전세계에서 운영되고 있는 대형망원경들은 개발에 필요한 대규모 비용과 운영비 분담, 국제 학술교류 협력증진 차원에서 국제 컨소시움을 구성하여 지분참여 형식으로 건설되어 운영되고 있다. 현재 국제 컨소시움을 구성하여 대형망원경 개발사업을 추진하는 것은 거의 필수사항으로 받아들여지고 있으며 참여 지분에 상응하는 권리분배로 각 기관이나 국가의 지분에 맞는 사용시간과 운영권의 지분확보가 명확히 정의되어 있다. 동 사업은 한국천문연구원 등으로 구성된 한국 컨소시움과 멕시코 컨소시움, 아리조나대학과 프린스턴대학 등으로 구성된 미국 컨소시움, 더램대학으로 구성된 영국 컨소시움으로 구성되어 있다.

한국 컨소시움은 과학기술부가 주관하고 한국천문연구원이 주 실행기관으로서 망원경 및 관측기기 제작을 총괄 감독하고, 산업체는 구동부 및 마운트의 제작과 고정밀 모터제어계 구축을 담당한다. 표준과학연구원을 비롯한 출연연구소는 기업체에서 하기 어려운 부경 광학계 제작이나 초정밀 광기계 개발, 초저온 냉각계 제작 등에 참여하며, 천문학 관련 대학의 경우 관측기기의 과학적 요구조건 수립과 개념 설계, 그리고 소프트웨어 분야인 대용량 자료처리시스템 구축 등에 참여하고 있다.

III. 대형광학망원경사업의 편익추정

1. 편익추정의 범위

대형광학망원경개발사업의 경우 편익을 크게 소비자 관점과 생산자 관점으로 구분할 수 있

다. 첫째, 생산자 관점에서 본다면 대형광학망원경개발사업의 과정에서 그리고 최종 결과물에서 나타나는 해당 산업 및 관련 산업의 부가가치 유발효과가 있다. 예를 들어, 대형광학망원경의 제작과정에서 능동광학 기술, 적응광학 기술, 레이저 인공별 기술, 적외선 및 광학 CCD 관련 기술이 발전되고 이로 인해 상업적 가치, 즉 부가가치가 발생한다면 이것을 대형광학망원경개발사업의 편익으로 볼 수 있다. 둘째, 대형광학망원경개발사업의 혜택에 대한 시각을 일반 국민으로 확대해보면, 이 사업으로 인해 국민들은 자긍심을 느끼고 천문학의 발전에 대해 만족을 느껴 이로 인해 국민후생은 증가할 수 있으므로 이 효과도 이 사업의 편익으로 포함된다. 이것은 국민적 자부심을 제공하는 올림픽 금메달이나 비록 방문할 가능성은 없지만 유물들이 잘 보존 및 관리되는 것만으로 만족을 느끼게 하는 박물관 신축의 사례와도 유사한 효용을 국민들에게 제공할 수 있다.

본 연구에서는 두 번째 범주만을 연구대상으로 삼는다. 그 이유는 다음과 같다. 첫째, 기술개발에는 상당한 불확실성이 따르므로 그 효과를 미리 예측하기 어려우며, 예측을 한다고 하더라고 해당 산업의 국내 발전이 아직 미미하여 효과를 예측할 만한 기초자료를 확보하기가 어렵다. 둘째, 소비자 측면의 편익만을 추정하여 경제성 분석을 했는데 경제성을 확보된다면 공급자 측면의 편익 추정은 큰 의미가 없을 수 있다. 따라서 첫 번째 범주는 정성적 수준에서 다루고 실제 편익을 추정하는 것은 두 번째 범주에 국한하는 전략을 취할 것이다.

2. 편익추정의 원칙: 지불의사액

본 조사의 대상이 되고 있는 대형광학망원경개발사업의 경우, 언뜻 보아 가치가 잘 정의되지 않으며, 가치를 정의한다 하더라도 어떻게 가치를 측정할 것인지에 대해 선뜻 답을 내리기가 쉽지 않다. 이것은 대형광학망원경개발사업의 혜택이 한국 천문학 발전의 획기적 전기 마련, 국가과학 이미지 제고를 통한 국가경쟁력 상승에의 기여 및 국민의 자긍심 고취 등 추상적이기 때문이다. 아울러 대형광학망원경의 입지 자체도 국내가 아닌 멕시코이기 때문에 사업 수혜자의 범위가 크게 제약적이다. 즉 사업 수혜자의 범위를 대형광학망원경을 이용할 천문학자로 국한해야 하는지 아니면 국가적 사업이란 관점에서 수혜자를 국민 전체로 봐야 할지에 대해 의문이 발생한다.

이렇게 사업의 효과가 추상적이며 사업의 수혜자가 일반 국민인 것 같지만 대다수의 국민들이 직접적으로 이용할 가능성은 없는 재화에 대해서는 특별히 고안된 방법론을 적용하여 가치나 편익을 추정할 수밖에 없다. 이러한 비시장재화의 공급으로 인해 발생하는 가치 또는 편익을 추정하는 데 있어서의 기본원칙은 해당 재화를 공급받기 위한 소비자의 지불의사액(willingness to pay, WTP)을 추정하는 것이다(Brent, 1995). WTP란 사람들이 특정 공공재나 비시장재화를 공급받기 위해 또는 특정 공공재나 비시장재화의 공급 지장을 피하기 위해

지불할 의사가 있는 최대금액을 의미한다. 즉 일정한 소득 하에서 다른 재화에 대한 소비지출을 줄이고 그 만큼 특정 재화의 소비를 위해 지출하고자 한다면 이 금액만큼을 편익으로 보는 것이다. 이러한 WTP의 개념은 편익을 추정하는 데 있어 직관적이며 현대 후생경제학의 기본 이론에 부합하기에 편익 추정의 기본 원칙이 되고 있다. 따라서 국·내외의 많은 연구들이 이에 근거하여 환경재나 서비스 뿐만 아니라 유·무형의 문화자산과 공공재화 및 공공서비스의 가치를 산정하고 있으며, 한국개발연구원의 예비타당성조사의 지침에서도 문화재나 과학시설 등 비정형사업의 편익산정방법으로 CVM 등 WTP를 도출하는 비시장재화의 가치측정법이 적절함을 제시하고 있다(박현 외, 2004).

3. 연구방법론

현재까지 개발되고 응용되어 온 비시장재화의 가치측정 연구방법론 중 가장 널리 사용되면서 공감을 얻고 있는 것이 CVM이다. CVM은 응답자들로부터 대상재화나 서비스와 관련된 최대의 WTP를 도출하여 이를 통해 대상재화나 서비스의 편익을 직접적으로 이끌어내는 가치측정방법이다(Mitchell and Carson, 1989). 사람들에게 친숙하지 않은 비시장재화에 대한 CVM의 WTP 추정치가 얼마나 정확한가라는 문제에 대해 여러 실증연구가 이루어졌는데, CVM으로부터 얻게 되는 응답은 대체적으로 믿을 만하다는 결론을 얻었다(Loomis, 1990; Bjornstad and Kahn, 1996). CVM 결과의 정확성은 설문조사에 포함된 정보와 설문조사 시행의 정확성에 부분적으로 근거하고 있는 것이다. 이렇게 CVM은 그 타당성과 정확성이 입증되어 각종 문헌에서 자주 등장하고 있다. 특히 노벨 경제학상 수상자인 K. Arrow 및 R. Solow 등으로 구성된 패널은 1993년 미국 대기해양청에 제출한 보고서를 통해 CVM이 법정에서 사용될 수 있을 만큼 충분히 믿을만한 편익 추정치를 제공한다고 결론을 내렸다. 다만 보다 엄밀한 추정치를 얻기 위해서는 동 보고서에서 제시한 가이드라인을 지켜야 한다는 단서를 달았다. 이렇게 CVM은 학문적 영역에서뿐만 아니라 소송 등의 법적 영역, 주요 정부 부서, 국제기구(World Bank, Asian Development Bank, Inter - American Development Bank, OECD 등)에서 광범위하게 활용되고 있다.

CVM의 적용은 5단계를 거치게 된다. 먼저 1단계에서 연구대상 재화를 설정한다. 2단계에서는 설정된 재화에 대해 전달하고자 하는 내용을 정확하게 전달하면서 응답자들이 이해하기 쉽도록 묘사할 수 있는 시나리오를 작성한다. 3단계에서는 CVM의 운용에서 예상될 수 있는 여러 가지 편의를 방지할 수 있도록 설문지를 보완하는 단계이다. 4단계는 직접 현장에 나가 설문을 시행하는 단계로 충분히 교육받은 설문조사원의 역할이 강조된다. 마지막으로 5단계에서는 설문으로부터 얻어진 자료를 취합·분석하여 필요한 정보를 이끌어내게 된다.

1) 지불수단 선택

조건부 시장의 설정에 있어서 중요한 역할을 하는 것은 응답자가 밝히고자 하는 지불의사를 쉽게 표현할 수 있도록 지불수단을 제시하는 것이다. 현실성 있는 지불수단이 되도록 시장을 설정하는 것은 응답자가 진정한 가치를 밝힐 수 있도록 유도한다는 점, 가상적 상황을 좀 더 현실화시킨다는 점, 또 의향과 행동간의 관계를 밀접하게 할 수 있다는 점에서 중요하다. 특정한 지불수단을 결정할 때는 우선, 평가하고자 하는 재화와의 관련 정도, 둘째, 응답자의 결정을 단순화할 수 있는 정도, 셋째, 여러 가지 편의를 제거할 수 있는 정도를 기준으로 삼게 된다. 즉, 평가하려는 대상과 관련하여 현실성이 있으며 사실과 부합하는 수단을 선택해야 한다는 것이다.

본 연구에서는 평가하고자 하는 대형광학망원경개발사업의 시행을 위한 재원확보 차원과 응답자의 친숙성을 종합적으로 고려하여 소득세를 지불수단으로 하였다. 많은 CVM 실증연구들이 소득세를 지불수단으로 사용하고 있다. 또한 Arrow et al.(1993)의 지침대로 응답된 WTP에 대한 지불로 다른 재화에 대한 지출을 줄여야함을 응답자에게 인식시켰다.

한편 지불원칙 및 지불기간은 가구당 1년에 1회 향후 10년 동안 부담하는 것으로 하였으며 설문조사원들은 이 점을 응답자에게 강조하였다. 또한 가구의 소득은 제한되어 있으며 그 소득은 여러 용도로 지출되어야 한다는 사실과 정부가 해야 할 사업은 대형광학망원경개발사업 외에도 많다는 사실을 고려하면서 WTP 질문에 대답할 것을 명시적으로 요청하였다. [그림 1]은 이와 관련된 설문지 지문이다.

대형광학망원경개발사업은 다음과 같은 효과를 가지게 됩니다. ① 한국 천문학의 선진화에 기여함으로써 세계를 선도할 수 있는 연구그룹을 만들 수 있습니다. 대형광학망원경 이용을 통해 관측된 정보를 연구에 직접 이용함으로써 Science, Nature와 같은 세계 최고 수준의 학술지에 논문을 발표할 수 있을 것입니다. ② 최첨단 광기계 기술을 확보하게 됨으로써 차세대 30 - 50m급 초대형망원경 사업에 참여할 수 있는 기반을 확보함과 동시에 적외선 카메라와 적응광학 관련 기술을 국방에 응용할 수 있게 됩니다. ③ 국내 천문학이 국제적인 수준의 연구경쟁력을 확보하고 연구기반을 구축함으로써 국가 이미지 제고 및 국민의 자긍심 고취에 기여하게 됩니다.

이러한 대형광학망원경개발사업을 시행하기 위해서는 많은 비용이 소요되며, 이 비용 중 일부는 각종 세금으로 충당될 수 있습니다. 만약 많은 사람들이 그 비용을 지불하지 않는다면 대형광학망원경개발사업의 추진은 어렵습니다. 반면 많은 사람들이 그 비용을 지불하는데 동의한다면 대형광학망원경은 원만하게 추진될 수 있습니다. 이제 이를 위해 귀하가 대형광학망원경개발사업을 위해 얼마나 지불하실 의사가 있는지를 알고자 합니다.

만약 귀하가 지불에 동의하신다면 그 금액은 향후 10년 간 귀하의 가구가 추가적으로 부담해야하는 소득세를 통해 충당하게 됩니다. 귀하 가구의 소득은 제한되어 있고 그 소득은 여러 용도로 지출되어야 한다는 사실과 정부가 해야 할 사업은 대형광학망원경사업 외에도 많다는 사실을 고려하신 후 다음 질문에 신중하게 대답하여 주시길 부탁드립니다.

(그림 1) 설문지에서 재화를 묘사하고 지불수단을 제시하는 부분

2) 지불의사 유도방법 및 제시금액 선택

본 연구에서는 현실시장에서 소비자들의 행동을 결정하는 유형과 국민투표에서 투표하는 유형 및 유사한 양분선택형 질문법으로 지불의사를 유도한다. 양분선택형 질문은 단 1회에 걸쳐서 미리 설정된 금액을 "공공재 공급의 대가로 지불할 용의가 있는가"라고 물어보면, 응답자가 '예/아니오'로 한번만 대답하는 방식이다. 이 때 예상되는 평균 지불의사액에 의거하여 설문하고자 하는 금액들이 결정되며, 이들 중 임의로 한 가지 금액을 각 응답자에게 제시한다. 다만 각 금액들은 비슷한 수의 응답자들에게 배당된다. 응답자는 제시된 금액이 본인의 지불의사액보다 같거나 작으면 '예'라고 대답하고, 높으면 '아니오'라고 대답하게 된다. 이렇게 얻어진 자료를 이용하여 제시된 금액과 '예'라고 대답한 응답자의 비율을 분석함으로써 평균 지불의사를 측정하게 된다.

제시금액은 최종적으로 얻고자 하는 WTP의 평균값에 민감한 영향을 미칠 수 있으므로 세심한 주의를 기울여 결정되어야 한다. 본 연구에서는 무작위 추출된 30명을 대상으로 한 사전 설문조사를 통해 제시금액의 범위를 결정하였다. 통상 사전 설문조사는 개방형 질문을 통해 응답자들이 직접 WTP를 적시하고 이렇게 도출된 자료들 중 극빈치(outlier)를 제외하고 제시금액을 정하게 된다. 이를 통하여 도출된 제시금액은 1,000원, 2,000원, 3,000원, 4,000원, 6,000원, 8,000원, 10,000원, 13,000원, 16,000원, 20,000원의 총 10개이다. 전체 응답자를 무작위로 10개 그룹으로 분류하여 제시금액을 고르게 할당하였다. 즉 총 800명의 응답자를 80명씩 10개 그룹으로 분할한 다음, 각각의 그룹에 대해 10개의 금액을 배정하였다. 첫 번째 제시금액에 대해 "예"라고 응답한 응답자에 대해서는 첫 번째 제시금액의 2배에 해당하는 금액을 제시하고, "아니오"라고 응답한 응답자에게는 첫 번째 제시금액의 $\frac{1}{2}$배에 해당하는 금액을 제시하였다.

3) 설문방법 선택 및 표본 설계

설문방법은 개별면접설문, 전화설문, 우편설문 등이 있다. 대형광학망원경개발사업의 경제적 편익 추정의 경우 몇몇 복잡한 내용이 포함되어 있기 때문에 비용이 많이 소요된다는 단점이 있지만 응답자가 충분히 이해할 수 있도록 하기 위하여 일대일 개별면접 설문을 실시하였다.

설문조사는 수도권 지역에 대해 2006년 5월 중순부터 6월 중순까지 한국과학기술기획평가원, 호서대학교, 동서리서치 동서조사연구소의 공동주관으로 실시되었다. 표본추출 및 면접조사는 조사전문기관인 (주)동서리서치에 의뢰하였다. 책임있는 가구의 의견에 대한 정보를 도출하기 위해 조사대상은 만 20세 이상 65세 이하의 세대주 또는 주부로 한정하였다. 설문조사 대상지역은 서울시, 인천시, 경기도의 수도권 지역으로 한정하였다. 이것은 설문조사 예산상

전국을 대상으로 하기에는 문제가 있으며, 수도권은 인구의 절반 가량이 살고 있는 곳이라 수도권만 대상으로 하더라도 어느 정도의 대표성을 확보하고 있다고 볼 수 있다. 각 지역의 전체 인구를 대상으로 임의표본을 도출하기 위해 각 지역 내의 인구구성비를 고려하여 각 나이의 비율에 맞게 표본 수를 할당하였다. 그리고 설문단위는 개인이 아닌 가구로 하여, 무작위 추출된 총 800 가구의 설문결과를 얻을 수 있었다. 총 800개의 응답가구 중 지역별 표본의 분포를 살펴보면, 서울시는 419 가구, 인천시는 102 가구, 경기도는 279가구였다. 한편 표본의 수는 분석결과의 신뢰성과 밀접한 관련을 갖고 있다. 즉, 선택된 표본이 모집단을 대표할 수 있는가와 관련된 문제이다. 그러나 현대 통계학과 조사방법론에 근거한 과학적인 표본추출법의 획기적인 발전에 힘입어 미국의 경우에는 100명 정도의 표본이면 대통령 선거결과를 거의 정확하게 예측할 수 있게 되었다. 또한 김희경(1995)에 따르면 일반적으로 전체 모집단이 100만 이상일 때 400명 정도의 표본만으로 전체의 의견을 거의 정확하게 알아낼 수 있는 것으로 나타났다.

IV. WTP 모형

본 연구에서 적용하는 CVM은 효용격차모형에 기반한다. 효용격차모형은 다음과 같은 절차를 따르고 있다. 우선 제시된 금액에 대해 지불의사가 있는 지 여부를 묻는 질문에 대한 응답을 모형화 한다. 즉, '예' 또는 '아니오'의 이산응답을 모형화한 후 최우추정법을 통해 관련된 모수들을 추정한다. 다음 단계로 분포의 성격과 평균값 또는 중앙값의 정의를 이용하여 WTP의 평균값 또는 중앙값을 계산한다.

응답자가 자신의 효용함수를 정확하게 알고, 주어진 화폐소득(m)과 개인의 특성벡터(S)에 근거하여 비시장재화의 상태(j)에 대해 느끼는 효용은 다음과 같은 간접효용함수 u로 표현될 수 있다.

$$u = u(j, m; S), \quad j = 0.1 \tag{1}$$

여기서, $j = 0$는 비시장재화를 이용할 수 없는 또는 비시장재화가 공급되지 않는 상태를 의미하며 $j = 1$는 비시장재화를 이용할 수 있는 또는 비시장재화가 공급되는 상태를 의미한다. 그런데 연구자에게는 응답자가 측정대상 비시장재화의 상태 변화를 선택 또는 거부하는 데 있어 관측이 불가능한 부분이 존재한다. 따라서 간접효용함수는 다음과 같이 관측 가능한 확정적인 부분 $v(j, m; S)$과 관측 불가능한 확률적 부분 ϵ_j로 구성된다.

$$u(j,m;S) = v(j,m;S) + \epsilon_j \tag{2}$$

간접효용함수에 영향을 미치는 확률적 성분인 ϵ_j는 j에 상관없이 독립적이면서 동일한 분포를 갖는(independently and identically distributed) 확률변수로 평균은 0이다. 각 개인이 효용을 최대화한다고 가정하자. 그렇다면 각 개인은 다음의 조건을 만족할 때, "당신은 비시장재화의 이용을 위해 또는 비시장재화의 공급받기 위해 A원을 지불할 의사가 있습니까?"란 질문에 대해 "예"라고 대답하면서 A원을 기꺼이 지불함으로써 효용을 최대화한다.

$$v(1,m-A;S) + \epsilon_1 \geq v(0,m;S) + \epsilon_0 \tag{3}$$

또는, $v(1,m-A;S) - v(0,m;S) \geqq \epsilon_0 - \epsilon_1$ (3')

이제 효용의 격차와 오차항의 격차를 다음과 같이 정의한다.

$$\Delta v(A) \equiv v(1,m-A;S) - v(0,m;S),\ \eta \equiv \epsilon_0 - \epsilon_1$$

그렇다면 "예"라고 응답할 확률은 다음과 같이 표현된다.

$$\Pr\{\text{응답이 "예"}\} = \Pr\{\Delta v(A) \geq \eta\} \equiv F_\eta[\Delta v(A)] \tag{4}$$

여기서 $F_\eta(\cdot)$는 η의 누적분포함수(cdf, cumulative distribution function)이다. "예"란 응답은 $\Delta v \geq 0$일 때 관측되며, "아니오"란 응답은 $\Delta v < 0$일 때 관측된다. 지금부터 C로 표기할 WTP는 확률변수로서 이의 cdf는 $G_C(A)$로 정의된다. 한편 식 (4)는 다음과 같이 다르게 표현될 수 있다.

$$\Pr\{\text{응답이 "예"}\} = \Pr\{C \geqq A\} \equiv 1 - G_C(A) \tag{5}$$

따라서 식 (4)와 식 (5)를 비교하면 다음의 관계식을 구할 수 있다.

$$1 - G_C(A) \equiv F_\eta[\Delta v(A)] \tag{6}$$

이 결과는 이산반응모형 (4)를 적합시키는 것이 곧 WTP의 분포함수인 $G_C(\cdot)$의 모수를 추정하는 것으로 해석될 수 있다는 점을 시사한다. 이 때 C는 $j=0$ 상태에서 $j=1$의 상태로 변화하기 위한 WTP이다. C가 음의 값도 가질 수 있을 때의 평균(C^+)은 흔히 다음과 같이 계산된다.

$$C^{+} = E(C) = \int_{0}^{\infty} [1 - G_C(A)]\, dA - \int_{-\infty}^{0} G_C(A)\, dA \tag{7}$$

주어진 대형광학망원경개발사업에 대해 i번째 응답자는 첫 번째 제시금액(A_i)을 지불할 지 여부에 대해 "예" 또는 "아니오"로 응답한다. "예"라고 응답한 응답자에게 제시되는 두 번째 금액과 "아니오"라고 응답한 응답자에게 제시되는 두 번째 금액은 각각 A_i^H 및 A_i^L로 표시한다. 아울러 WTP 질문에 대한 응답을 간단하게 나타내기 위해 다음과 같이 몇 가지 변수를 더 정의한다.

$$\begin{cases} I_i^{YY} = 1(i\text{번째 응답자의 응답이 "예 - 예"}) \\ I_i^{YN} = 1(i\text{번째 응답자의 응답이 "예 - 아니오"}) \\ I_i^{NY} = 1(i\text{번째 응답자의 응답이 "아니오 - 예"}) \\ I_i^{NN} = 1(i\text{번째 응답자의 응답이 "아니오 - 아니오"}) \end{cases} \tag{8}$$

여기서 $1(\cdot)$은 인디케이터함수(indicator function)로서 괄호 안의 조건이 만족되면 1의 값을 취하고 만족되지 않으면 0의 값을 갖는다. 예를 들어, I_i^{YY}는 i번째 응답자의 응답이 "예 - 예"이면 1이고, 아니면 0의 값을 취한다.

이제 효용극대화를 추구하는 응답자 N명의 표본을 가정할 경우 i번째 응답자의 응답결과를 구분하여 다음과 같이 로그-우도함수를 구성할 수 있다.

$$\ln L = \sum_{i=1}^{N} \left\{ \begin{array}{l} I_i^{YY} \ln [1 - G_C(A_i^H)] + I_i^{YN} \ln [G_C(A_i^H) - G_C(A_i)] \\ + I_i^{NY} \ln [G_C(A_i) - G_C(A_i^L)] + I_i^{NN} \ln G_C(A_i^L) \end{array} \right\} \tag{9}$$

통상적인 관례에 따라, $F_\eta(\cdot)$를 로지스틱(logistic) cdf로 정형화하고 이것을 $\Delta = a - bA$와 결합하면 WTP의 cdf는 다음의 형태를 취하게 된다.

$$G_C(A) = [1 + \exp(a - bA)]^{-1} \tag{10}$$

이제 식 (10)를 이용하고 식 (7)에 근거하여 WTP의 평균값을 다음과 같이 구할 수 있다.

$$C^{+} = a/b \tag{11}$$

지금까지는 WTP 모형을 둘러싼 중요한 논의와 일반적인 WTP 모형에 대해 설명하였다. 이제는 대형광학망원경개발사업에 국한된 WTP의 성격에 대해 검토해 볼 필요가 있다. 사실 대

형광학망원경은 일반 국민들에게 생소한 재화이며, 대형광학망원경개발사업의 시행을 위해 본인의 소비를 일부러 줄여 이 금액만큼을 지불한다는 것에 대해 거절의 의사를 가지고 있는 사람들이 적지 않을 것이다. 따라서 이러한 경우에 적용이 가능한 모형의 개발이 필요하며, 이 모형에 투입되어야 할 자료를 확보할 수 있도록 설문지도 적절하게 보완될 필요가 있다.

이와 관련하여, 본 연구에서 사용한 설문지에는 단 1원의 지불의사가 있는지 없는지를 물어보는 질문도 포함되어 있다. 제시금액에 대한 두 번의 질문에서 "아니오-아니오"라고 응답한 응답자에게는 동 사업에 대한 지불의사가 전혀 없는지에 대한 질문을 하였다. 이 질문에 대해 "지불할 의사가 있다"고 응답한다면 양의 WTP를 가지며, "지불할 의사가 없다"고 응답한다면 영의 WTP를 가질 것이다.

사전적인 예상대로, 조사대상 800 가구의 61.6%에 해당하는 493 가구는 대형광학망원경개발사업에 대해 지불의사가 전혀 없다는 의견을 밝혔다. 이러한 상황은 WTP에 관한 서베이 자료에서 흔히 관측된다(Yoo et al., 2001).

영의 값을 가진 WTP 자료의 분석을 위해서는 다수의 가구들이 대형 광학망원경 사업에 대해 전혀 지불할 의사가 없다는 사실을 고려해야만 한다. 다시 말해서, WTP의 분포는 영의 값을 갖는 응답자 그룹과 양의 WTP를 갖는 응답자 그룹으로 양분되는 것이다. 만약 영의 WTP 응답을 무시하고 분석을 한다면 적지 않은 오류를 범하게 된다. 통상 양의 값만 가지는 경제변수의 경우는 양의 영역에서만 정의되는 분포를 이용하여 분석하면 되지만, WTP 자료와 같이 영의 값과 양의 값을 함께 가질 수 있는 경제변수의 경우에는 정형화에 있어서 어려움이 존재한다.

이러한 영의 WTP 자료를 처리하기 위해 널리 이용되는 모형은 Kriström(1997)이 제안한 스파이크 모형(spike model)이다. 그런데 스파이크 모형은 애초 단일경계 자료에 맞추어 개발되어 이중경계 자료에 맞도록 적절한 조정을 해야 한다. 특히 Yoo and Kwak(2002)은 이중경계 자료에 적합한 스파이크 모형을 제안하였는데, 그 유용성이 입증되어 실증연구에서 널리 적용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 이 모형을 이용하고자 한다.

이제 스파이크 모형에 대해 정형화하겠다. 식 (9)의 마지막 부분에 있는 "아니오-아니오"의 응답은 0의 WTP와 두 번째 제시금액(A^L)보다 작은 양의 WTP로 구분되므로, I_i^{NN}은 다시 I_i^{NNY}와 I_i^{NNN}로 세분화된다.

$$\begin{cases} I_i^{NNY} = 1(i\text{번째 응답자의 응답이 "아니오-아니오-예"}) \\ I_i^{NNN} = 1(i\text{번째 응답자의 응답이 "아니오-아니오-아니오"}) \end{cases} \tag{12}$$

앞에서와 마찬가지로, WTP의 누적분포함수를 $G_C(\cdot;\theta)$라 하고 이를 로지스틱(logistic) 함수로 가정하여 스파이크 모형을 구성하면 평균값 WTP를 추정할 수 있다. 스파이크 모형에

있어서, $\theta=(a,b)$일 때 WTP의 누적분포함수는 식 (13)과 같이 정의된다.

$$G_C(A;\theta)=\begin{cases}[1+\exp(a-bA)]^{-1} & \text{if } A>0\\ [1+\exp(a)]^{-1} & \text{if } A=0\\ 0 & \text{if } A<0\end{cases} \tag{13}$$

이 모형에 대한 로그우도함수(log - likelihood function)는 다음과 같다.

$$\begin{aligned}\ln L=\sum_{i=1}^{N}\ln\{&I_i^{YY}\left[1-G_C(A_i^H;\theta)\right]\\&+I_i^{YN}\left[G_C(A_i^H;\theta))-G_C(A_i;\theta))\right]\\&+I_i^{NY}\left[G_C(A_i;\theta))-G_C(A_i^L;\theta))\right]\\&+I_i^{NNY}\left[G_C(A_i^L;\theta))-G_C(0;\theta)\right]+I_i^{NNN}\ln\left[G_C(0;\theta)\right]\}\end{aligned} \tag{14}$$

이 때 스파이크는 $1/\ln[1+\exp(a)]$로 정의되며 표본에서 영의 WTP를 갖는 응답자의 비중을 의미한다. 한편 평균값 WTP는 다음과 같이 추정된다.

$$\overline{WTP}=(1/b)\ln[1+\exp(a)] \tag{15}$$

V. 실증분석 결과

1. 배경질문에 대한 분석 결과

설문조사시 응답자들을 가상시장으로 몰입시키기 위해, 대형광학망원경과 관련하여 8개의 배경 질문을 하였다. 이에 대한 분석결과는 〈표 1〉에 요약되어 있다.

보현산천문대에 대한 인지도(18.8%)보다는 소백산천문대에 대한 인지도(28.6%)가 더 높았으며 대형광학망원경에 대한 인지도(22.8%)는 대략 이 둘의 중간 정도 수준이다. 전국에 위치한 다양한 천문대를 직접 방문해 본 응답자는 전체의 5%에 불과하여 시민천문대가 좀 더 활성화될 필요가 있음을 시사한다. 천문 관련 동아리나 동호회 활동을 한 경험이 있는 응답자는 전체의 0.6%에 불과하여 대다수의 시민들에게 있어서 천문은 생소한 것임을 알 수 있다. 하지만 천체망원경으로 직접 우주를 관측한 비율은 7.8%로 이보다는 다소 높으며, 가장 대표적인 별이라 할 수 있는 북두칠성을 직접 찾을 수 있는 비율은 전체의 66.0%에 달한다.

〈표 1〉 배경질문에 대한 분석 결과

질문 내용	구 분	있다	없다	계
대형광학망원경에 대해 들어본 적이 있습니까?	명 수	182	618	800
	백분율(%)	22.8	77.2	100.0
경북 영천시에 위치한 보현산천문대를 알고 계십니까?	명 수	150	650	800
	백분율(%)	18.8	81.2	100.0
소백산국립공원 내에 위치한 소백산천문대를 알고 계십니까?	명 수	229	571	800
	백분율(%)	28.6	71.4	100.0
천문대를 직접 방문해 본 적이 있습니까?	명 수	40	760	800
	백분율(%)	5.0	95.0	100.0
천문 관련 동아리 활동이나 동호회 활동을 한 적이 있습니까?	명 수	5	795	800
	백분율(%)	0.6	99.4	100.0
초중고교의 절반 가량이 천체망원경을 보유하고 있음을 알고 있습니까?	명 수	184	616	800
	백분율(%)	23.0	77.0	100.0
천체망원경을 이용하여 직접 우주를 관측한 적이 있습니까?	명 수	62	738	800
	백분율(%)	7.8	92.2	100.0
맑은 밤하늘을 보고 북두칠성 별자리를 찾을 수 있습니까?	명 수	528	272	800
	백분율(%)	66.0	34.0	100.0

2. 자료

WTP 질문에 대한 응답의 분포는 〈표 2〉에 제시되어 있다. 스파이크 모형을 운용할 수 있

〈표 2〉 WTP 응답의 분포

첫 번째 제시금액	표본 크기	응답유형별 응답자수 (%)				
		"예 - 예"	"예 - 아니오"	"아니오 - 예"	"아니오 - 아니오 - 예"	"아니오 - 아니오 - 아니오"
1,000원	80	19	20	13	1	28
2,000원	80	4	27	18	2	27
3,000원	80	2	8	22	6	43
4,000원	80	4	7	13	9	49
6,000원	80	1	5	3	16	54
8,000원	80	2	5	6	8	62
10,000원	80	0	3	7	18	51
13,000원	80	0	3	3	13	61
16,000원	80	0	2	5	18	53
20,000원	80	1	2	2	9	66
계	800	33	82	92	100	493

주) 두 번째 제시금액은 첫 번째 제시금액에 대한 응답이 "예"이면 첫 번째 제시금액의 2배이며, "아니오"이면 첫 번째 제시금액의 절반이다.

도록 응답유형을 "예 - 예", "예 - 아니오", "아니오 - 예", "아니오 - 아니오 - 예", "아니오 - 아니오 - 아니오"의 5개로 구분하였다. 전체의 61.6%에 해당하는 493 가구는 대형망원경 사업을 위해 단 1원도 지불할 의사가 없다고 응답하였다.

3. 평균값 WTP의 추정 결과

스파이크 모형의 추정결과와 식 (15)를 이용하여 구한 평균값 WTP의 추정결과는 〈표 3〉에 제시되어 있다. 평균값 WTP는 연 가구당 1,579원으로 계산되었으며, 델타법(delta method)을 적용하여 추정된 이 값에 대한 표준오차는 103.2이다. 따라서 t-값은 15.30으로 계산되므로, 추정된 평균 WTP는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하다.

〈표 3〉 평균값 WTP의 추정결과

구 분	추정결과
평균 WTP(매년 가구당)	1,579원
- 표준오차	103.2
- t-값	15.30#
- 95% 신뢰구간	[1,416.0 - 1,752.6]
- 99% 신뢰구간	[1,392.9 - 1,792.1]

주) 평균 WTP의 표준오차는 델타법(delta method)을 이용하여 계산되었다. 평균 WTP의 신뢰구간은 Krinsky and Robb(1986)에 제시된 몬테칼로 모의실험 기법을 이용하여 계산하되 재표본추출의 횟수는 5,000회로 하였다. #는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의함을 나타낸다.

4. 모집단으로의 확장

CVM 연구를 수행하는 중요한 목적 중에 하나는 표본정보를 이용하여 모집단 전체의 편익을 추정하는 것이며, 본 연구의 목적도 이와 같다. 즉 800가구라는 표본에 대해 도출된 정보를 활용하여 대한민국이라는 모집단 전체로 확장하는 작업이 마지막 단계로 요구된다. 이 과정에서 따져봐야 할 중요한 사항은 과연 표본이 모집단을 제대로 반영하고 있는지 여부이다. 앞서 언급하였듯이, 본 연구에서는 상당한 예산이 소요됨에도 불구하고 국내 유수의 전문조사기관에 의뢰하여 과학적인 표본추출 및 조사를 하고자 하였다. 아울러 설문대상자도 가구 내에서 책임있는 의사결정을 할 수 있는 만 20세 이상 65세 이하의 세대주 또는 주부만으로 한정하였다. 표본도 우리나라 인구의 절반 가량이 거주하고 있는 수도권을 대상으로 하였다. 따라서 우리나라 전체 가구, 적어도 수도권 전체 가구의 의견을 잘 반영하고 있으며, 가상시장을

이용했다 하더라도 책임있는 정보를 도출했다고 볼 수 있다. 따라서 표본의 정보를 모집단으로 확장하는 데 별 무리가 없어 보인다.

첫째, 이중경계 모형으로부터 얻은 WTP의 평균값인 연 가구당 1,579원을 그대로 이용할지 여부이다. 이론적인 관점에서 볼 때, 다른 편익 추정기법에 비해 CVM은 편익의 정확한 값을 구할 수 있지만, 실증적으로 보면 통상 편익의 상한값을 구하는 것으로 인식되고 있다. 아울러 WTP를 계산하는 과정에서 여러 가지 불확실성이 개입되어 있다. 따라서 편익을 보수적으로 추정하는 것이 부정확한 판단을 내릴 가능성을 줄일 수 있다. 이런 관점에서 본 연구에서는 평균값 WTP 추정치를 이용하는 대신에 보수적 관점에서 95% 신뢰구간의 하한값을 이용하고자 한다.

둘째, 수도권에 추정된 값을 수도권 외 13개 광역지방자치단체로 편익이전(benefit transfer)을 해야 하는데, 이때 널리 사용되는 방법은 소득에 대해 조정을 해 주는 것이다. 하지만 현재 정부에서는 행정구역별 가구당 소득자료를 공개하지 않고 있다. 가구당 지역내총생산의 이용도 고려해 볼 수 있지만, 우리나라의 지역내총생산은 행정구역별 소득수준을 제대로 반영하지 못하는 것으로 알려져 있다. 따라서 광역 지방자치단체별 소득수준의 차이를 반영할 수 있는 다른 지표를 찾아야 한다. 이때 한 가지 대안은 민간소비지출 자료를 이용하는 것이다. 박현 외(2004)에서도 민간소비지출을 이용하는 것이 가장 현실적이고 합리적임을 지적한 바 있다.

경제적 편익의 분석결과는 〈표 4〉에 제시되어 있다. 대형광학망원경개발사업의 경제적 편익은 연간 240.8억원에 달한다.

〈표 4〉 대형광학망원경개발사업의 경제적 편익

(단위 : 억원)

대 상 지 역	가구당 WTP (원/년)	세대수	연간 경제적 편익
서울, 인천, 경기	1,416	8,715,596	123.4
나머지 13개 지자체	1,284	9,141,915	117.4
전국 합계	-	17,857,511	240.8

한편 이러한 분석결과를 바탕으로 한국개발연구원에서 적용하고 있는 경제성 분석 기준에 근거하여 대형광학망원경사업의 경제성을 분석할 수 있다. 편익의 경우, 2006년을 기준으로 할인율은 6.5%를 가정하고 향후 10년간 경제적 편익이 발생한다고 가정하면, 대형광학망원경사업의 편익은 2006년을 기준으로 1,731억원에 달한다. 분석된 편익결과를 활용하여 사업계획서에서 제시한 대로, 우리나라의 지분을 50%, 총사업비에서 운영비가 차지하는 비중을 10%로 가정할 경우 편익-비용비율이 1.08로 나타났으며, 우리나라의 지분을 30%, 총사업비에서 운영

비가 차지하는 비중을 5%로 가정할 경우 편익-비용비율은 2.36에 달할 것으로 나타났다.

VI. 결 론

대형광학망원경사업에는 막대한 예산이 소요되므로, 대형광망원경사업의 경제적 효과를 정량적으로 분석한 후 사업의 경제적 타당성 여부를 평가해야 한다. 그러나 대형광학망원경사업과 같은 연구개발사업의 다양한 편익은 그 가치가 명시적으로 평가되지 못하고 있는 실정이다. 이에 본 연구는 대형광학망원경사업과 같은 연구개발사업의 시행여부가 국가 전체적인 관점에서 소모적인 논쟁이 되지 않도록, 과학적이고 체계적인 대형광학망원경사업의 경제적 효과 평가가 필요하다. 이를 위해서는, 엄밀한 경제이론에 근거하여 대형광학망원경사업의 경제적 효과를 정량적으로 규명하고 과학적으로 추정할 필요가 있다. 이러한 배경 하에서 본 연구에서는 CVM을 이용하여 대형광학망원경사업의 경제적 효과를 추정하고자 하였다.

본 연구는 학술적 측면에서 보면 WTP를 보다 엄밀하게 처리하기 위해 스파이크 모형을 활용하였다. CVM을 이용하여 분석한 결과 대형광학망원경개발사업을 위한 연간 가구당 평균 WTP의 하한값이 서울, 인천, 경기지역의 경우 1,416원으로 나타났다. 이를 전국적으로 환산한 결과 대형광학망원경개발사업의 경제적 가치는 연간 240.8억원에 이르는 것으로 나타났다. 또한 이를 편익발생기간 10년, 할인율 6.5%로 가정할 경우, 편익-비용비율은 우리나라의 참여율과 사업비 대비 운영비의 비중에 따라 최소 1.08에서 최대 2.36으로 편익이 비용보다 큰 것으로 나타났다.

본 연구의 결과는 다양한 부분에서 활용이 가능하다. 첫째, 대형광학망원경사업과 같은 유사 사업의 정책 수립의 참고자료로 활용될 수 있다. 예를 들어, 대형광학망원경사업과 같은 연구개발사업 지원의 근거 확보, 향후 대형광학망원경사업과 같은 연구개발사업 관련 투자정책에 대한 기초자료 제공, 대형광학망원경사업과 같은 연구개발사업 평가시 고려되어야 할 일반적인 원칙설정으로 현재 또는 차후에 시행될 사업의 적절성에 대한 판단근거 마련, 대형광학망원경사업과 같은 연구개발사업을 위한 적정 투자수준 산정, 외국의 선진화된 경제적 편익산정 방법론 취득, 경제이론에 근거하여 대형광학망원경사업과 같은 연구개발사업의 경제적 편익을 분석하는 새로운 방식 도입 등에 기여할 수 있다. 둘째, 우리나라 대형광학망원경사업의 위상정립 및 향후 전망수립에 활용할 수 있다. 셋째, 대형광학망원경사업과 같은 연구개발사업의 중요성에 대한 국민적 이해 제고 자료로 활용할 수 있다. 넷째, 대형광학망원경사업의 경제적 편익에 대한 정성적 측면뿐만 아니라 보다 엄밀한 경제이론적 틀을 갖춘 정량적인 연구 방법론과 연구 결과를 제시함으로써 향후 대형광학망원경사업과 같은 유사 분야 전반에 대한 정책적 토론의 수준을 높일 수 있다.

참고문헌

과학기술부·한국천문연구원 (2006), 「대형광학망원경개발사업 연구계획서」.

김희경 (1995), 「광고와 마케팅 조사는 이렇게 한다」, 정보여행.

박수동 외 (2006), 「국가연구개발사업의 사전타당성조사 수행을 위한 방법론 개발에 관한 연구」, 한국과학기술기획평가원.

박현, 유경준, 곽승준, (2004), 「문화시설의 가치추정 연구」, 연구보고서 2004-15, 한국개발연구원.

Arrow, K., R. Solow, P. R. Portney, E. E. Leamer, R. Radner and H. Schuman. (1993), "Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation", *Federal Register* Vol. 58, pp. 4601-4614.

Bjornstad, D. J. and J. R. Kahn. (1996). *The Contingent Valuation of Environmental Resources : Methodological Issues and Research Needs*, Edward Elgar.

Brent, R. J. (1995). *Applied Cost-Benefit Analysis*, Cheltenham : Edward Elgar.

Cameron, T. A. and D. James. (1987), "Efficient estimation methods for closed-ended contingent valuation surveys", *Review of Economics and Statistics* Vol. 69, pp. 69-276.

Hanemann, W. M. (1984). "Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses", *American Journal of Agricultural Economics* Vol. 66, pp. 332-341.

Hanemann, W. M. and B. J. Kanninen. (1999) "The statistical analysis of discrete-response CV data", in I. J. Bateman and K. E. Willis, ed., *Valuing Environmental Preferences : Theory and Practice of the Contingent Valuation Method in the US, EU, and Developing Countries*, Oxford : Oxford University Press.

Hanemann, W. M., J. B. Loomis, and B. J. Kaninnen. (1991) "Statistical efficiency of double-bounded dichotomous choice contingent valuation", *American Journal of Agricultural Economics* Vol. 73, pp. 1255-1263.

Krinsky, I. and A. L. Robb. (1986) "On approximating the statistical properties of elasticities", *Review of Economics and Statistics* Vol. 68, pp. 715-719.

Kriström, B. (1997) "Spike models in contingent valuation", *American Journal of Agricultural Economics* Vol. 79, pp. 1013-1023.

Mitchell, R. C. and R. T. Carson. (1989) *Using Surveys to Value Public Goods : The Contingent Valuation Method*, Washington, D.C. : Resources for the Future.

Yoo, S. -H. and S. -J. Kwak. (2002) Using a spike model to deal with zero response data from double bounded dichotomous choice contingent valuation surveys",

Applied Economics Letters Vol. 9, pp. 929-932.

Yoo, S. -H., S. -J. Kwak, and T. -Y. Kim. (2001) "Modeling Willingness to Pay Responses from Dichotomous Choice Contingent Valuation Surveys with Zero Observations", *Applied Economics* Vol. 33(4), pp. 523-529.

유승훈

서울대학교 기술경영경제정책 대학원과정에서 자원/환경경제학으로 박사학위를 취득하고 현재 서울과학기술대학교 에너지환경대학원 에너지정책학과 부교수로 재직 중이다. 관심분야는 자원/환경경제학, 산업경제학 등이다.

이주석

고려대학교 경제학과에서 환경 및 지역도시경제학으로 박사학위를 취득하고 현재 호서대학교 해외개발학과 조교수로 재직 중이다. 관심분야는 환경경제학, 지역경제학 등이다.

박수동

성균관대학교 산업공학과에서 박사학위를 취득하고 현재 한국과학기술기획평가원 정책기획실 연구위원으로 재직중이다. 관심분야는 과학기술 정책, R&D 사회경제성 분석 등이다.