

R&D 메가 프로젝트의 패러독스와 관리적 함의*

정 병 걸**, 길 중 백***

<目 次>

- I. 들어가는 말
- II. R&D와 메가 프로젝트 패러독스
- III. 사례: 소형위성발사체(KSLV-I)개발사업
- IV. R&D 메가 프로젝트 관리의 문제와 함의
- V. 맺는 말

<요 약>

메가 프로젝트에 대한 최근의 연구에 따르면 메가 프로젝트의 수적 증가에도 불구하고 성과는 오히려 저하되는 ‘메가 프로젝트 패러독스’ 현상이 발생하고 있다. 최근 과학기술 R&D 분야에서도 메가 프로젝트가 등장하고 있으며 앞으로도 증가할 것으로 예상된다. R&D 분야의 메가 프로젝트인 소형위성발사체개발사업에서도 메가 프로젝트 실패의 전형적 증상인 비용초과, 지연과 성과부족이 나타나고 있다. 이것은 최선의 결과를 가정한 계획 수립, 불명확한 목표, 책무성의 결핍과 책무성 확보 기제의 부족, 협력을 위한 거버넌스의 부재, 고착화와 평가 부재 등의 문제에 원인이 있었다. 따라서 이러한 문제 해결을 위해서는 다양한 상황을 전제로 한 위험 분석, 정확한 목표와 성과 명세의 제시, 이해관계자의 역할과 관계 규정과 조정을 위한 적절한 거버넌스의 구축, 맞춤형 평가 방식과 지표 개발 등이 필요하다.

【주제어: R&D, 메가 프로젝트, 패러독스, 소형위성발사체(KSLV-I)개발사업】

* 본 논문은 2010년도 한국정책학회의 하계학술대회에서 발표한 논문(‘R&D 메가 프로젝트의 패러독스와 효과적 관리’)을 수정·보완한 것임을 밝힌다. 논문에 귀중한 조언을 해주신 이삼열 교수(연세대)와 장효성 박사(한국산업기술평가관리원), 그리고 유익한 심사평을 해주신 익명의 심사자에게 감사드린다.

** 제1저자, 동양대학교 행정경찰학부 부교수(bkjung@dyu.ac.kr)

*** 교신저자, 순천대학교 행정학과 조교수(dreamer@sunchon.ac.kr)

논문접수일(2010.7.14), 수정일(2010.8.27), 게재확정일(2010.9.3)

I. 들어가는 말

우리나라 정부의 과학기술과 연구개발에 대한 관심과 투자는 다른 어떤 국가에 비해서도 뒤쳐지지 않는다.¹⁾ 이명박 정부의 정부조직개편에 따른 통합이전 까지만 해도 과학기술부 장관이 부총리일 정도로 높은 위상을 차지하였다. 과학기술부와 교육부의 통합 이후 장관급으로 격하되었음에도 불구하고 정부의 관심이나 정책 우선순위가 낮아진 것은 결코 아니며 그 중요성은 더욱 강조되고 있다. 이처럼 과학기술 연구개발에 대한 관심이 높고 많은 투자가 이루어지는 이유는 과학기술의 발전과 역량 축적이 우리나라의 급속한 경제 성장의 주요한 바탕이 되었으며 앞으로도 그럴 것이라는 인식에 따른 것이다. 점차적으로 연구개발에서 기업의 역할과 비중이 증가하고 정부 역할은 상대적으로 줄어들고 있지만 정부가 중심적인 행위자라는 것을 부인하기는 어렵다(길종백·정병걸·염재호, 2009).

그런데 최근 과학기술에 있어서 정부 역할에 상당한 변화가 나타나고 있다. 일부 분야에서는 선진국을 모방하는 추격자의 입장에서 벗어나 선도자의 위치로 나서게 됨에 따라 필요로 하는 과학기술의 성격과 내용이 달라지고 있기 때문이다(송위진, 2005). 또 일본의 경우에서 볼 수 있는 것처럼 선진기술의 모방의 단계에서 벗어나 기술적으로 선도국가의 지위로 진입하게 되면 정부의 직접적 역할은 줄어들 가능성이 높다(정병걸·길종백, 2007: 29). 그럼에도 불구하고 기초분야나 첨단 기술 분야에 대한 정부의 연구개발에 대한 투자는 더욱 강화될 것으로 전망된다. 이에 따라 첨단기술의 개발과 기술 선도자로서의 위치를 확보하기 위해 수행하는 개별 연구개발 프로젝트의 투자 규모는 점차 커지고 있다. 여전히 정부연구개발 프로젝트의 평균은 2억대 정도에 불과하지만 수십억(원)에서 수백억(원)에 이르는 초대규모의 메가 프로젝트(mega-project)도 등장하고 있다. 나로호와 같이 하나의 사업에 장기간의 시간과 많은 예산을 투입하는 대규모의 연구개발사업은 앞으로 더욱 증가할 것으로 예상된다.

과학기술과 연구개발 분야의 메가 프로젝트의 등장은 단순히 사업 기간의 증가와 평균 투입 예산 규모의 증가만을 의미하는 것은 아니다. 사회간접자본 건설 분야의 프로젝트 규모가 커짐에 따라 기존의 문제가 심화되거나 새로운 문제가 발생하고 있는 것처럼²⁾ 연구개발 분야의 메가 프로젝트의 등장도 새로운 문제를 초래할 가능성이 높다. 규모의 거대화로 인한 사업의 지연, 예상치 못한

1) 2008년 정부의 연구개발(R&D) 예산은 11조원(기금 포함)에 달하였으며, 2009년에는 12조 3천억(기금 포함)에 도달한다(국가과학기술지식정보서비스 홈페이지 참조, <http://www.ntis.go.kr>). 연구개발 예산의 규모만을 비교한다면 한국은 미국, 일본, 중국, 독일, 프랑스, 영국 등에 비하여 뒤진다. 하지만 GDP에서 차지하는 비중은 일본을 제외한 다른 국가들보다 높다.

위험이나 환경에 대한 영향, 이해관계자와 협력의 필요성의 증가, 대규모의 비용초과 등과 같은 문제가 발생하고 있다(Flyvbjerg, Bruzelius, & Rothengatter, 2003; Odeck, 2004). 이에 따라 이런 유형의 프로젝트에서의 지연과 비용 초과가 마치 지켜야할 규범(norm)인 것처럼 보인다는 비판(Altshuler & Luberoff, 2003; Flyvbjerg et al., 2003)까지 등장하고 있다.

메가 프로젝트의 증가에도 불구하고 성과는 오히려 저하되는 '메가 프로젝트 패러독스'(mega-project paradox)는 이미 다양한 연구에서 확인되고 있으며(Altshuler & Luberoff, 2003; Bruzelius, Flyvbjerg, & Rothengatter, 2002; Flyvbjerg et al., 2003; Odeck, 2004) 과학기술 연구개발을 위한 메가 프로젝트도 이러한 문제에서 예외일 수는 없다. 따라서 본 논문에서는 과학기술 연구개발을 위한 메가 프로젝트의 증가가 예상되는 상황에서 사례연구를 통해 R&D 메가 프로젝트가 지니고 있는 문제점을 파악하고 이에 대한 관리에 있어서의 정책적 함의를 제시하고자 한다.

본 논문의 내용은 다음과 같다. 우선 제2장에서는 메가 프로젝트에 관한 기존의 논의들을 통해 메가 프로젝트에서 나타나는 중요한 문제와 그 원인에 대해 살펴본다. 제3장에서는 사례연구를 통해 연구개발 관련 메가 프로젝트의 특성과 문제에 대해 고찰한다. 제4장에서는 앞서의 논의들을 바탕으로 R&D 메가 프로젝트의 집행과정에서 나타나는 문제 해결을 위한 정책적 함의를 제시한다. 그리고 제5장에서는 본 연구의 의의와 한계를 서술한다.

II. R&D와 메가 프로젝트 패러독스

1. 메가 프로젝트

1970년대 후반부터 많은 국가들에서 대규모의 국책사업이 추진되기 시작하면서 메가 프로젝트라는 용어가 등장하였다(Altshuler & Luberoff, 2003: 2).³⁾ 우리

-
- 2) 일본의 경우 사회간접자본 투자를 중심으로 하는 대형 프로젝트는 교통, 토지 이용, 환경, 그리고 사회의 상호 작용에 큰 영향을 주며, 수직관계 행정의 폐해, 사업의 비효율성, 계획의 경직성, 사회적 절차의 불투명성 등의 문제가 발견된다(김선희, 1998: 112-115). 또한 다양한 이해관계자를 포함하는 전략 사업으로 사회적 파급효과가 크며, 사업 선정에서 정치적인 요인이 크게 작용한다(문명재·이철주·주기완·하연희·곽연륜, 2007).
 - 3) 19세기 후반 과학 및 공학 분야에서 'Mega'라는 접두어가 사용되기 시작하는데, 1970년대에 캐나다 정부가 거대한 에너지개발프로젝트를 추진하면서 'mega project'라는 용어를 처음 사용하였다. 동시에 미국의 Bectel사가 대규모 프로젝트를 추진하면서 채택하여 사용되었다(Altshuler et al., 2003: 2).

나라의 경우에도 경제 규모 및 정부 예산의 증가, 사회간접자본의 경제적·사회적 역할의 강조 등으로 정부는 예산의 규모가 크고 장기적 국가발전계획과 밀접한 관련성을 지닌 대형 국책사업을 추진하고 있다(문명재 외, 2007: 49-50).

프로젝트의 규모는 항상 투자 규모, 프로젝트 참여자의 수, 사회적 영향과 복잡성 등의 관점에서 규정된다. 메가 프로젝트는 공식적 정의가 있는 것은 아니지만 대규모의 비용, 많은 참여자, 높은 복잡성, 높은 위험, 기간의 장기성, 지역 사회나 국가의 공동체, 경제, 기술발전이나 환경 등의 광범위한 영역에 영향을 미치는 프로젝트를 지칭한다(Zhai, Xin, & Cheng, 2009). 소요 비용 액수로 메가 프로젝트와 다른 프로젝트를 구분하는 경우가 많지만 미국의 연방고속도로관리청(Federal Highway Administration)은 미화 5억 달러 이상, Flyvberg et al.(2003)는 미화 2,200만 달러 이상, Zhai et al.(2009)는 중국화로 10억 위안(미화 약 1억 4,000만 달러)이상의 프로젝트를 메가 프로젝트로 규정하는데서 볼 수 있는 것처럼 절대적 기준이 있는 것은 아니다. 다만 대규모의 비용이 소요되는 것은 분명하며 주로 대규모 비용투자가 이루어지는 인프라 건설 관련 프로젝트에 메가 프로젝트라는 용어가 사용되어 왔다.

메가 프로젝트라는 용어가 교량, 터널에서부터 도시 개발 등과 같은 건설 분야의 대규모 인프라 건설에 주로 사용되어 왔지만 연구개발 분야에도 메가 프로젝트로 불릴만한 프로젝트들이 상당히 많다. 프로젝트는 생애주기(life cycle)의 유사성과 프로젝트 관리의 특유성에 근거해서 볼 때 매우 다양한 유형으로 구분할 수 있다. 우주/국방 프로젝트, 업무와 조직 변화 프로젝트, 통신 시스템 프로젝트, 이벤트 프로젝트, 시설(facilities) 프로젝트, 정보시스템 프로젝트, 국제적 개발 프로젝트, 미디어와 엔터테인먼트 프로젝트, 상품 및 서비스 개발 프로젝트, 연구개발(R&D) 프로젝트, 기타 등이다. 연구개발 프로젝트의 경우 환경, 산업, 경제 개발, 의료, 과학 분야의 프로젝트로 세분할 수 있으며, 오염 물질 배출 감소나 새로운 유행암 치료법 테스트, 화성의 생물체 존재 가능성 확인 등으로 구분할 수 있다(Archibald & Voropaev, 2003: 4).

2. R&D와 메가 프로젝트

프로젝트의 대규모화가 인프라 등의 한정된 분야에서만 나타나는 현상은 아니다. 제2차 세계대전을 계기로 무기 개발을 목적으로 하는 대규모의 연구개발 프로젝트가 등장하면서 이른바 초거대과학(mega science)의 시대에 접어들게 되었다. 종전 이후에는 일부 선진국을 중심으로 원자력과 우주개발 분야에서 거대 과학기술이 부각되었다(坂本百大, 2004: 131). 미국의 NASA(National Aeronautics and Space Administration; 미국 항공 우주국) 발족(1958년)과 아폴로 계획은 냉전시대에 시작된 중요한 메가 프로젝트라고 할 수 있다. 때로는 개별

국가의 국가적 사업에 머물지 않고 전 지구적 규모의 거대 사업으로 발전하기도 하였다. 러시아, 유럽, 일본 등이 공동 참여한 국제 우주 정거장(ISS, International Space Station)과 허블 우주 망원경(HST, Hubble Space Telescope) 등이 이에 해당한다. 최근에는 원자력이나 우주개발 분야뿐만 아니라 정보통신기술과 생명기술 분야에서도 메가 프로젝트로 규정할 수 있는 초대규모의 프로젝트가 등장하고 있다.⁴⁾

연구개발 분야에서 대표적인 메가 프로젝트는 초거대과학으로 불리는 대형 연구를 들 수 있다. 오랜 인류 역사에서 볼 때 거의 모든 과학적 성과는 대부분 과학자 개인에 의한 것이었으며 개인이 아니라 하더라도 기껏해야 소수의 과학자들만이 참여했다. 그러나 제2차 세계대전은 이러한 상황에 큰 변화를 초래했다. 수천 명의 과학자를 고용한 정부가 지원하는 연구소에서 무기나 기술 개발을 위한 대형 연구가 시작되는 중요한 계기를 만들었던 것이다. 그 이후 과학적 연구는 ‘초거대과학’의 새로운 시대로 진입하게 되었다. 일찍이 초거대과학은 ‘많은 돈, 거대한 기계’(big money, big machines)로 정의되었으며, 주로 입자 가속기나 허블 우주망원경과 같은 우주망원경, 우주 탐사와 같은 실험 장비를 지칭하는 것으로 주로 사용되어 왔다. 그러나 점차 대규모의 자금이 사용될 뿐만 아니라 여러 국가 간의 협력이 필요한 복합 연구를 지칭하는 것으로 진화되었다. OECD(1995)는 인건비와 운영비용을 제외한 순수한 초기 건설비용(construction cost)이 5천만 달러 이상인 것을 초거대 과학으로 규정하고 있다. 이런 예로는 맨하탄 프로젝트(Manhattan Project), 인간 게놈 프로젝트(human genome project), 국제 우주정거장(international space station), 슈퍼 가미오칸데(Super Kamiokande)⁵⁾, 초전도 초대형 입자가속기(Superconducting Super Collider, SSC)⁶⁾ 등이 해당한다.

연구개발 분야의 메가 프로젝트는 주로 선진국에서 수행되었지만 더 이상 선진국만의 독점물은 아니다. 획기적 도약(frog-leaping)을 추진하는 중국이나 인도 등의 주요 개발도상국도 과학기술수준의 급격한 향상을 위해 과학연구 메가 프로젝트를 추진하고 있기 때문이다. 예를 들면 중국은 과학연구의 과정에서 필요로 하는 핵심 도구와 장비의 현대화를 위해 ‘과학연구 메가 프로젝트

4) 거대과학의 발전과정을 1940년대(핵폭탄 제조를 위한 원자력 발전), 냉전시대(원자력, 우주개발), 1990년대(새로운 우주 개발 및 생명공학), 2000년대 이후(기후변화 대응 국제협력) 등으로 구분할 수도 있다(이민형, 2010).

5) 일본에서 추진된 중성미자 신호 관찰을 위한 관측소 건설 사업을 말한다.

6) 유럽입자물리연구소(CERN)는 2008년 스위스 제네바 인근에 10조원을 들여 ‘거대 강입자 가속기(Large Hadron Collider·LHC)’를 건설했다. 미국에서는 이것보다 3배나 큰 ‘초전도 초대형 입자 가속기(Superconducting Super Collider·SSC)’ 건설을 추진했지만 냉전 종식과 경제 불황 등을 이유로 1993년 건설이 취소되었다.

(Mega-projects of science research, MPSR)' 계획을 수립하고 7차 5개년 계획기간 동안에 10개의 '과학연구 메가 프로젝트'를 추진하기도 했다.

3. 메가 프로젝트 패러독스

메가 프로젝트의 준비와 집행 과정에서의 위험은 매우 높으며, 최초의 의도가 그대로 실현되는 경우는 매우 드물다(Flyvbjerg, et al., 2003: 1-10). 따라서 메가 프로젝트의 추진과정에서는 많은 어려움이 발생하며 그 결과가 성공적이지 못한 경우도 많다. 최근 메가 프로젝트의 성과에 대한 본격적인 연구가 진행되면서 메가 프로젝트의 성과가 저하되고 있음에도 불구하고 더 많은 메가 프로젝트가 더 큰 규모로 기획되고 수행되는 메가 프로젝트의 패러독스 문제가 지적되고 있다(Altshuler & Luberoff, 2003; Flyvbjerg et al., 2003; Odeck, 2004).

메가 프로젝트 패러독스와 관련해서 지적되고 있는 대표적인 문제로는 비용 초과, 지연, 그리고 성과의 부족 등을 들 수 있다. 첫째, 거의 대부분의 메가 프로젝트에서 비용 초과 문제가 발생했다. 1994년 개통된 영국과 프랑스를 잇는 해저터널은 예상 건설비용보다 80%나 초과 소요된 47억 파운드가 소요되었으며, 채무관련 비용도 예상보다 140% 높게 나타났다. 1995년 완공된 미국 콜로라도의 덴버국제공항도 건설비용이 예산의 두 배가 넘는 50억 달러 이상이 소요되었다. 수에즈 운하 건설 프로젝트의 경우 예상 소요비용의 19배 이상의 초과비용이 발생했으며, 시드니 오페라 하우스 건설과 콩코드 초음속 비행기 개발 사업도 10배 이상의 초과비용이 발생했다(Flyvbjerg, et al., 2003: 19). 우리나라의 경부고속철도나 새만금, 인천공항 건설 사업에서도 동일한 문제가 발생하고 있다(문명재 외, 2007: 50-51).⁷⁾

둘째, 당초의 계획보다 프로젝트 완료에 소요되는 기간이 훨씬 늘어나는 지연도 자주 발생하고 있다. 경부고속철도의 경우 당초 계획에 따르면 소요기간이 6년(1992-1998)이었으나 실제 공사기간은 이보다 훨씬 늘어난 18년(1992-2010)으로 예정되어 있다. 인천공항건설 사업도 공사기간을 5년(1992-1997)으로 예상했지만 실제로는 3년이 초과된 8년(1992-2000)이 소요되었다. 사업 소요기간의 증가는 소요 비용의 증가와도 연계되어 있다.

7) 구체적으로 경부고속철도는 2.17배, 새만금은 1.6배, 인천공항은 1.21배의 초과비용이 추가로 발생한 것으로 나타났다.

〈표 1〉 메가 프로젝트 비용 초과 사례

메가 프로젝트	초과소요비용(Cost overrun)(%)
수에즈 운하	1,900%
시드니 오페라 하우스	1,400%
콩코드 초음속 비행기	1,100%
경부고속철도	217%(5.8조원에서 18.4조원)
파나마운하	200%
보스턴 터널	196%
새만금(추정치)	160%(1.3조원에서 3.4조원)
보스턴-워싱턴-뉴욕철도	130%
인천공항	121%(3.4조원에서 7.5조원)
일본신칸센 고속철도	100%
워싱턴 전철	85%
샤빌 영-불 해저터널	80%
멕시코시 메트로	60%

* 초과소요비용율 = (실제소요비용 - 예상소요비용) / 예상소요비용 × 100

자료: 문명재 외(2007: 51); Flyvbjerg, et al.(2003:19)

셋째, 성과의 부족 문제는 보다 심각한 문제라고 할 수 있다. 메가 프로젝트가 기대한 성과를 거두지 못할 경우 실패가 미치는 영향은 국지적인 것이 아니라 전국가적일 가능성이 높다. 예를 들면 국가재정수지의 악화가 초래될 수도 있다. 특히 저개발국의 경우 성공적인 메가 프로젝트는 경제 성장을 촉진할 수 있는 반면에 실패는 발전의 속도까지도 저하시킬 수 있다(Merrow, McDonnell, & Argüden, 1988: 1-2). 인프라 분야의 메가 프로젝트에서 볼 수 있는 것처럼 비용 과다와 함께 예상보다 낮은 수입은 성장의 잠재적인 걸림돌이 될 수 있기 때문이다(Flyvbjerg, et al. 2003: 1-10).⁸⁾

그렇다면 메가 프로젝트 패러독스가 발생하는 원인은 무엇인가? 첫째 의사결정과정에서의 위험 무시(risk-negligence)를 들 수 있다(Flyvbjerg, et al., 2003). 위험 무시는 많은 경우 최선의 결과를 가정하는 비현실적 가정으로 인해 발생한다. 많은 메가 프로젝트가 기획에 따라 집행을 하기만 하면 아무 문제없이 성공적인 결과를 얻을 수 있을 것처럼 생각한다. 즉 대부분의 메가 프로젝트의 사전 비용추정은 지연, 성과 명세(performance specification)의 변경, 관리적 문제, 그리고 갈등 없이 모든 것이 계획된 대로 진행될 것이라는 비현실적인 가정에 근거를 둔 최선의 결과 상태를 전제로 한 것임이 드러났다. 하지만 메가 프로젝트는 사용할 수 있는 지식의 불확실성이 높고 프로젝트의 성과에 대해 동의를 얻기 어려운 유형에 속할 가능성이 높다(Primus, et al, 2008: 85-86; Flyvbjerg, et al.,

8) 예컨대 해저터널의 경우 수입은 예상과 비교하여 절반에 미치지 못하였으며, 덴버 국제공항의 이용자 수는 예상 규모의 절반에도 미치지 못했다.

2003: 23). 불확실성이 높은 상황에서는 예측하지 못한 문제가 발생할 가능성이 높으며, 최선의 결과를 가정한 계획의 실현 가능성도 낮아진다(Flyvbjerg, et al., 2003).

둘째, 책무성(accountability)의 결핍을 지적할 수 있다. 일반적으로 초기 단계에는 예상되는 긍정적인 성과는 부풀리는 반면에 소요되는 비용은 지나치게 낮게 책정함으로써 메가 프로젝트가 쉽게 시작할 수 있게 한다(Flyvbjerg, et al., 2003: 4). 하지만 초기의 잘못된 계산은 프로젝트가 집행 과정에서의 지연이나 비용 초과 등을 초래한다. 이러한 현상은 명확한 목표의 부재, 목표 충족여부에 대한 측정과 성과 보상(상과 처벌)을 위한 적절한 장치의 부재와 책무성을 확보하기 위한 기제(mechanism)의 부재 등에 기인한다.

셋째, 메가 프로젝트의 특성을 고려하지 않은 거버넌스의 구축을 들 수 있다. 메가 프로젝트는 질적 측면에서 볼 때 훨씬 복잡하고 위험이 높기 때문에 일상적이고 위험성이 낮은 프로젝트와는 다른 거버넌스 레짐을 필요로 한다(Miller & Hobbs, 2005: 42). 게다가 메가 프로젝트는 자본과 국가 권력 간의 적절한 조정이 필요한 프로젝트(Gellert & Lynch, 2003: 15)라는 점에서 다양한 이해관계자의 역할과 관계 규정, 조정을 위한 적절한 거버넌스의 구축이 필요하다. 따라서 적절한 거버넌스의 구축이 이루어지지 않은 상태에서 메가 프로젝트를 시작한다면 높은 실패의 가능성과 심각한 부정적 효과의 산출에 직면하게 될 가능성이 높다.

넷째, 메가 프로젝트는 한번 투자를 개시하면 기존 투자를 무용한 것으로 만들지 않기 위해 프로젝트를 지속적으로 유지하려는 경로의존성의 문제를 초래할 수 있다.⁹⁾ 이에 따라 사업 시작 후 추가적인 비용이나 부족한 성과가 예상되어도 사업의 중단은 곤란하게 된다. 이 경우 평가나 감사와 같은 제도적 메커니즘이 존재한다고 해도 제대로 기능을 발휘하지 못할 수 있다. 특히 대규모의 투자가 필요한 국제협력 프로젝트의 경우, 국제적인 약속이라는 이름으로 경로의존에 수반하는 고착현상(lock in)이 더욱 강하게 나타날 가능성이 있다(城山英明, 2008: 13-15). 필요하지도 않은 프로젝트가 종결되지 않고 지속되는 문제가 발생하는 것이다.

9) 이러한 문제는 메가 프로젝트에만 한정되는 것이 아니지만, 메가 프로젝트의 경우 초기 비용의 대규모성으로 인해 더욱 강하게 나타날 수 있다. 메가 프로젝트로서 콩코드 비행기 개발은 대표적인 예라고 할 것이다.

Ⅲ. 사례: 소형위성발사체(KSLV-I)개발사업

1. 메가 프로젝트로서 소형위성발사체개발사업

R&D 메가 프로젝트를 자기완결성, 대규모의 연구비(500억 원 이상), 장기간의 연구기간(5년 이상)의 세 가지 조건에 부합하는 연구 프로젝트로 정의할 경우 우리나라의 R&D 메가 프로젝트는 2008년 현재 총 12개가 진행되고 있으며 지속적으로 증가하고 있다(염재호·하민철, 2010). 이러한 정의에 따르면 2002년 시작된 국책사업인 소형위성발사체(KSLV-I)개발사업(일명 나로호 프로젝트)은 전형적인 R&D 메가 프로젝트라고 할 수 있다. 이 사업의 초기예상 개발비용은 3,594억(원)이었으며 5년이 지난 현재까지도 계속되고 있다. 또 우주개발프로그램의 하나이지만 위성발사체 개발이라는 구체적인 목표와 완결된 목표를 가지고 있다는 점에서 자기완결성을 가진 프로젝트의 성격을 지닌다.

〈표 2〉 소형 위성발사체(KSLV-1) 개발사업의 개요

2002년 8월	소형위성 발사체(KSLV-I) 개발계획 확정
2003년 8월	나로우주센터 기공식
2004년 9월	한국-러시아 우주기술협력 협정 체결
2006년 10월	한-러 우주기술보호협정 체결 발효
2008년 8월	러시아 제작 1단 지상 검증용 기체(GTV) 인수
2009년 6월	나로우주센터 준공
2009년 8월 19일	자동 발사기능 진행 중 오류로 발사 7분 56초 전 중단
2009년 8월 25일	나로호 발사 실패
2010년 2월 8일	조사위원회 최종조사 결과 발표
2010년 4월 8일	러시아에서 2차 발사용 1단 로켓 도착
2010년 6월 9일	소화 장치 오작동으로 발사 중단
2010년 6월 10일	나로호 발사 실패

자료: 한겨레(2010/6/11), 동아일보(2003/8/9) 등을 참고로 작성

소형위성발사체개발사업은 한국항공우주연구원이 주관연구기관으로 저궤도 실용위성 발사체 기술 확보 및 상용화를 목표로 하는 사업이다.¹⁰⁾ 구체적인 사

10) 우리나라의 우주개발은 1992년 과학 목적의 소형인공위성인 우리별 1호의 개발·발사로 시작되어 1단형 고체로켓인 과학로켓(KSR-I)(1993년 6월), 2단형의 중형과학로켓(KSR-II)(1998년 6월)에, 지구관측위성인 다목적실용위성 1호(1999년 12월), 액체추진 과학로켓(KSR-III)(2002년 11월), 다목적 실용위성 2호(2006년 7월) 발사로 이어져 왔다. 이를 바탕으로 소형위성 자력발사 능력 확보라는 목표 달성을 위해 우주발사체 개발사업에 착수하게 되었다.

업 내용은 위성발사체 시스템 설계 및 제작/시험, 위성의 궤도 투입 기술 및 발사 운용 기술 확보, 위성발사체 발사 관련 시설/장비 개발 및 구축 등이다. 소형 위성발사체 개발사업은 나로호(KSLV-I)로 지칭된 100kg급 소형위성 발사체를 개발하는 1단계사업과 1.5톤급의 지구저궤도 실용 위성의 발사체(KSLV-II) 개발과 발사 서비스 시장 참여 기반 구축을 목표로 하는 2단계 사업으로 구분된다.

소형위성 발사체인 나로호는 100kg급의 인공위성을 지구 저궤도에 진입시킬 수 있는 한국 최초의 위성발사체로 한·러 협력을 통해 추진하고 있다. '나로호'는 1단 액체엔진과 2단 고체 키크모터로 구성되는 2단형 발사체이며, 1단은 러시아와 공동개발, 2단은 국내 기술로 개발했다. 발사체의 주요제원은 총중량 최대 140톤, 추진제 중량 최대 130톤, 총길이 약 33미터, 직경 약 3미터, 추력 170톤급이다.

소형위성발사체개발사업의 의의에 대해 정부는 '우주발사체 기술보유국 진입 및 자주적 우주개발 능력 확보', '국가위상 제고 및 국민적 자긍심 고취', '해외에서의 위성발사 비용 절감 및 고용창출', '향후 세계 위성발사 서비스 시장 진입' 등을 들고 있다. 여기에서 보듯 소형위성발사체개발사업은 국가의 위상 제고의 국민의 자긍심 고취, 우주개발 및 과학기술에 대한 꿈과 희망과 용기를 심어주는 등의 상징성이 큰 사업이다. 발사가 성공적으로 이루어질 경우 예상되는 직·간접적인 경제효과는 3조원에 이르는 것으로 추산되었다. 또 우주발사체 개발기술이 신기술 및 전통 첨단기술이 복합적으로 결합된 미래 고부가가치 첨단산업이기 때문에 항공우주 산업의 기술 역량의 증대, 국내의 항공, 금속 가공, 자동제어, 전자, 통신 등 관련 과학기술분야의 활성화 및 정밀기기, 신소재 및 신공정, 대형시스템 분야 등의 다양한 파급효과를 가져다 줄 수 있는 것으로 기대되고 있다(공현철·이준호·오범석, 2008: 110).

2. 실패의 전형적 증상과 원인

R&D 분야의 메가 프로젝트라고 할 수 있는 소형위성발사체개발사업에서는 메가 프로젝트의 전형적인 실패 증상인 비용초과, 지연, 성과 부족 등의 문제가 나타나고 있다. 첫째, 처음 시작 단계에서 예상했던 비용보다 1,504억(원)이 초과되었다. 당초 개발비로 3,594억(원)을 계상하였지만 최종적으로는 5,098억(원)의 비용이 소요될 것으로 예상된다.¹¹⁾ 즉 초과소요비용(율)이 42%에 이른다.

둘째, 사업 지연을 들 수 있다. 사업 초기 계획에 따르면 나로호는 2002년 8월에 사업을 시작하여 3년간의 개발 과정을 거쳐 2005년 9월에 발사될 예정이었다(세계일보, 2010/6/8). 그렇지만 한국과 러시아 사이의 우주기술협력의 지연, 위성 핵심 탑재체 해외공동개발의 차질, 나로우주센터 사업비 증가 등으로 국가

11) 2003년부터 2008년도까지 투입된 예산은 총 4,665억(원)이었다(염재호·하민철, 2010).

우주개발 중장기 계획이 수정되고 발사계획은 2007년 10월로 2년 연기되었다. 그러나 2005년 말에 개최예정이었던 상세설계검토회의가 주요기술보호품목 이전의 선결요건인 한·러 우주기술보호협정이 체결되는 과정에서 2007년 말 발사 계획이 차질을 빚게 되고(과학기술부 외, 2007: 179), 핵심 장비인 액체 추진 로켓이 늦게 들어오면서 2008년으로 연기가 결정된 후 다시 2009년 상반기로 연기되었다. 이러한 과정 속에서 연구개발에서 발사까지의 기간은 최초 계획에서 예정하였던 3년을 훨씬 넘어서게 되었다.

셋째 성과 부족의 문제가 발생하였다. 무엇을 성과로 정의할 것인가에 대해서는 단순하게 정의를 내리는 것이 어렵다. 나로호의 경우 준비 과정에서 얻을 수 있는 유·무형의 기술적 자산을 성과의 일부분으로 생각할 수 있기 때문이다.¹²⁾ 그럼에도 가장 중요하며 일차적인 성과는 소형위성발사체에 실린 위성을 궤도에 올리는 것이라고 볼 때 2009년과 2010년의 발사 실패는 성과의 달성의 실패를 의미한다.¹³⁾

메가 프로젝트의 실패를 보여주는 전형적인 증상이 나타난 원인은 R&D 메가 프로젝트에 내재된 위험이나 불확실성과 이를 충분히 고려하지 않은 계획 수립과 실행에서 찾을 수 있다.

첫째, 위험을 무시하고 최선의 결과를 가정한 계획 수립을 들 수 있다. 우주 발사체의 최초 발사 성공률이 27.3%에 불과하다는 데서 알 수 있는 것처럼 우주발사체 발사 사업은 많은 위험을 내포하고 있다.¹⁴⁾ 그럼에도 불구하고 나로호 발사계획은 위험을 고려하지 않은 채 최선의 상황을 전제한 지나치게 낙관적인

12) 여기에 대해서도 과연 어느 정도 획득하였는가에 대한 반론도 제기되고 있다. 최초 계약에는 액체연료, 발사체, 관제기술 등을 이전 받기로 하였으나 대부분은 미결 상태에 남아 있으며, 액체로켓 기술을 보호하기 위해 한국이 지켜야 할 의무를 규정하고 있는 기술보호협정(TSA)에 따라 1단 액체로켓에 대한 기술 이전은 이루어지지 않았다. 현재의 개발 방식으로는 우주 발사체의 자력개발에 한계가 있다는 것이다(파이낸스투데이(2010/6/8) 및 경향신문(2009/11/8) 기사 참조).

13) 1차 발사에서는 발사 후 엔진, 킥 모터, 위성 등이 정상적으로 작동·분리되었지만 위성 보호덮개인 페어링의 분리 이상으로 위성을 목표 궤도에 올리지 못했으며, 2차 발사에서는 발사 137초 만에 폭발 후 추락하였다. 2010년 8월 현재 2차 발사의 실패 원인에 대한 규명은 이루어지지 않은 채 3차 발사 추진에 대해 합의가 이루어진 상태이다(한겨레(2010/6/11) 및 경향신문(2010/8/16) 기사 참조).

14) 우주 개발과 관련하여 가장 앞선 국가로 평가되는 미국에서도 발사 실패는 적지 않게 발생했다. 최초의 유인 달착륙선인 아폴로 11호의 성공이 있었지만 화재로 인해 우주 비행사가 사망하는 사고와 산소 탱크 폭발 사고 등이 있었으며, 우주 왕복선 쉘린저호의 비운은 아직도 기억에 선하다. 그런 점에서 어쩌면 한 번의 시도에서 성공을 거두었다면 평균적으로 보았을 때 그것이 더 이상하다고 할 수 있다. 하지만 뒤집어서 이야기하면 실패에 따른 대책과 성과 확보가 충분히 고려된 계획과 집행이었는데에 대해서는 고민할 필요가 있다.

계획이었다.¹⁵⁾ 나로호는 당초 3년간의 개발 과정을 거쳐 2005년 9월에 발사할 예정이었다. 이것은 핵심 기술을 보유하지 못한 상황에서 러시아에 의존할 수밖에 없는 상황에서도 협력에 문제가 없고 한 두 번의 시도로 발사가 성공하는 상황을 가정할 경우에는 가능한 일정이었다. 그러나 첨단 기술을 국제협력을 통해 획득하는 경우 국가간 협력에는 많은 문제가 존재한다. 또 최초 발사 성공률이 20%대에 불과한 상태에서 한두 번의 발사로 성공할 수 있을 것이라는 예상은 전혀 합리적이지 못하다. 협력 과정에서의 문제가 사업의 지연을 초래하고 이는 필연적으로 비용 초과와 문제를 발생시킨다. 계획 수립 단계에서 실행과정에서 발생할 수 있는 위험과 발생 가능성에 대해 충분히 고려하지 않을 경우 현실성이 부족한 이상적인 계획에 불과할 수밖에 없다.¹⁶⁾ 프로젝트와 관련된 위험과 이로 인해 발생하는 비용을 충분히 고려하지 않은 계획이었다는 점에서 비용 초과, 기간 연장, 성과 부족 등은 피할 수 없는 것이었다.

둘째, 불명확한 목표를 들 수 있다. 일반적으로 사업 추진의 초기 단계에서 사업의 지지자들은 예상되는 긍정적 성과를 과장함으로써 메가 프로젝트가 쉽게 시작될 수 있도록 유도한다(Flyvbjerg, et al., 2003: 4). 소형위성발사체개발사업에서는 기술보유국 진입, 자주적 능력 확보, 고용창출, 국가위상 제고 등이 사업의 중요한 의의나 궁극적 목표로 표명되면서 쉽게 추진이 결정될 수 있었다. 하지만 이것은 목표라기보다는 비전(vision)에 가까운 것으로 구체성을 상실한 불명확한 것이었다. 고용 창출이나 국가위상 제고가 규모가 아무리 크다 하더라도 하나의 단위 사업으로 실현될 수 있는 것은 아니라는 점에서 전형적인 상징적 목표였다. 메가 프로젝트로서 소형위성체발사체 개발사업은 그 자체로 완결성을 갖는다는 점에서 위성의 성공적 궤도 진입과 위성 발사체 기술 획득이 사업의 보다 구체적인 목표라고 볼 수 있다. 그러나 이러한 사업의 목표도 고정되지 않은 불명확한 것이었다. 최초로 사업이 논의될 당시에는 독자 기술 개발을 통해 2010년에 발사할 계획이었다(문화일보, 2001/1/15; 국민일보, 2001/9/21). 그러나 사업 추진 과정에서 발사시기가 2005년으로 앞당겨짐으로써 조속한 발사 성공을 위해 선진국으로부터의 핵심 기술 도입을 통한 발사 성공으로 목표가 변경되었다(동아일보, 2002/11/29, 2002/12/16, 2003/4/28). 하지만 러시아와의 협력을 통한 발사 성공이 목표가 됨으로써 결국 발사 기술 보유국의 목표는 크게

15) 중국의 항공전문가는 “한국은 두 번의 로켓발사 직전까지 지나치게 낙관적이었다.”는 평가를 내리고 있다(한국일보, 2010/6/12)

16) 현재 500억 이상의 대형 프로젝트의 경우 예비타당성을 실시하고 있는데 R&D 메가 프로젝트의 경우 예비타당성 항목으로 기술 평가를 하는 것이 어렵다(R&D 평가 분야 전문가와의 인터뷰에서, 2010/8/17). 이런 점은 나로호를 계획·결정하는 과정에서도 과학기술적 측면에서의 실행가능성이 중요 평가 항목에 고려되지 않았음을 유추하게 한다.

훼손될 수밖에 없었다.¹⁷⁾ 결국 발사 자체가 목표인지 발사를 통한 기술 획득이 목표인지 모호한 상황이 되고 말았던 것이다.

셋째, 책무성의 결핍과 책무성 확보 기제의 부재를 들 수 있다. 메가 프로젝트의 증가에도 불구하고 실패가 만연하는 메가 프로젝트 패러독스의 근본적 원인의 하나는 책무성의 결핍이다. 대개 메가 프로젝트의 결정에 참여했던 주요 결정자들은 이후의 메가 프로젝트 실패에 대한 책임에서 벗어나 있는 경우가 많다. 소형위성발사체개발사업도 초기의 사업 추진 당시로부터 상당한 시간이 경과되었기 때문에 사업 추진 결정에 중요한 역할을 했던 정책결정자들의 상당수가 이미 교체되었다. 따라서 이들은 실패의 책임에서 벗어나 있다. 이에 더하여 책무성의 중요한 요소라고 할 수 있는 실패에 대한 설명의 책임을 누구도 수행하지 않고 있다. 2차 발사시의 발사 연기 과정이나 그 후의 일련의 상황에 대한 충분한 설명이 이루어지지 않았다(서울신문, 2010/6/12; 한국일보, 2010/6/12). 이러한 현상은 앞서 살펴본 명확한 목표의 부재와 함께 성과 보상과 같은 책무성 확보를 위한 기제의 부재 때문에 발생한 것으로 볼 수 있다.

넷째, 행위자들 사이의 협력적 관계를 지속시킬 수 있는 거버넌스의 부재가 영향을 주었다. 사업 지연의 가장 직접적인 원인은 공동 개발의 핵심적인 축을 담당하고 있는 러시아의 비협조적·소극적 자세였다고 할 수 있다.¹⁸⁾ 그런데 소형위성발사체 사업은 그 규모가 매우 크며 국내외의 다양한 공공과 민간부문의 행위자들이 관여하고 있는 메가 프로젝트이다.¹⁹⁾ 따라서 이들 행위자들 사이의 이해관계는 소규모의 프로젝트에 비해 훨씬 복잡다기하다. 특히 외국과의 협력 관계는 계획과 실행에서 동일한 양상을 기대하기 어려운 측면이 있다. 그런 점

17) 이에 따라 2차 발사가 실패한 후에는 ‘부분 성공’이라는 표현이 등장하기까지 했다.

18) 2002년 우주협력이 처음 추진될 때만 해도 경제 사정이 어려웠던 러시아는 한국과의 공동 개발에 우호적이었다. 그러나 러시아는 경제 사정이 나아지면서 태도를 바꿨다. 기술보호협정(TSA)이라는 새 협상 카드를 내세운 것. TSA는 액체로켓 기술을 보호하기 위해 한국이 지켜야 할 의무를 규정하고 있다. 핵심 기술을 확보하려는 한국과 기술 유출을 염려하는 러시아가 2년여에 걸쳐 마라톤협상을 벌인 끝에 TSA는 2007년 6월에서야 러시아 의회의 비준 절차를 마쳤다(동아일보, 2008/2/1).

19) 정부가 우주발사체 개발을 독자적으로 추진하기에는 시간적, 기술적으로 어려움이 있기 때문에 러시아와의 국제협력을 통해 개발을 추진키로 결정(과학기술부 외, 2007: 229)함에 따라 러시아가 중요한 협력 파트너인 국가 간 협력 사업이며, 발사체 개발은 한국항공우주연구원을 비롯한 다양한 기관간의 산·학·연 협력을 통해 이루어지고 있다. 구체적으로 보면 한국항공우주연구원은 발사체 시스템 개발 총괄, 해외 기술협력 총괄과 발사장, 조립장 등 기반시설 구축, 발상 운용을 담당한다. 대학은 기초연구, 인력 양성 및 위탁연구 수행 등을 실시하며 유관 연구소는 환경시험 및 풍동시험 등 개발시험을 수행한다. 또 산업체에서는 체계 총 조립 및 서비스시스템 공동설계참여, 부품 및 서비스시스템 제작, 해외기술협력 참여 및 지원 등을 담당한다(과학기술부 외, 2007).

에서 사업을 계획하는 단계에서 사업과 관련하여 피하고 싶지만 발생할 수도 있는 갈등, 배상, 책임 소재 등의 예기치 못한 상황에 대비한 방안을 포함시키는 것이 중요하다. 따라서 그런 세부적인 논의 및 장치, 협력을 지속시킬 수 있는 틀의 부재는 사업 지연의 문제와 적지 않은 연관성을 지닌다고 할 것이다.

다섯째, 고착화와 평가의 부재를 들 수 있다. 소형위성발사체개발사업은 국가간 협력 사업으로서 일종의 국제협력 프로젝트의 성격을 지녔다. 그로 인해 러시아를 협력 파트너로 선정한 이후에는 계약에 의거해서 발사가 이루어질 때까지 사업을 지속해야 했다. 또한 한국에서 발사가 이루어지지 않는다면 나로우주센터 건설에 투자된 많은 비용은 전혀 불필요한 낭비가 된다. 이미 투자된 매몰 비용(sunk cost)이 사업의 지속을 정당화하는 근거가 되고 있는 것이다. 이런 상황에서 사업 연장으로 인해 발생한 비용 초과 및 사업 지연 등의 문제에도 불구하고 적절한 평가가 이루어지지 않은 채 사업은 여전히 지속되고 있다.

IV. R&D 메가 프로젝트 관리의 문제와 함의

비용 초과, 지연과 성과 결핍 등의 문제는 메가 프로젝트 패러독스의 전형적인 양상이라고 할 수 있으며, 또한 R&D 분야의 메가 프로젝트의 수행 과정에서 발생할 수 있다는 것을 알 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 기존의 중소기업 혹은 대규모 프로젝트의 관리와는 다른 차별화된 접근과 관리가 필요하다. R&D 메가 프로젝트에서 발생할 수 있는 문제의 성격과 이러한 문제 해결과 관련된 함의를 살펴보면 다음과 같다.

1. 다양한 상황을 전제로 한 위험 분석

메가 프로젝트에서 발견되는 전형적인 문제들인 비용 초과와 지연은 위험에 대한 충분한 고려가 이루어지지 않았기 때문에 발생했다는 점에서 다양한 상황을 전제로 한 위험 분석이 필요하다. R&D 메가 프로젝트의 기획 과정에서는 가장 최선의 결과를 전제한 상황에서 비용을 평가하고 사업 수행기간을 산정하기 때문에 원래의 계획에서 벗어난 비용 초과와 지연이 발생할 수밖에 없다. 소형위성발사체 사업 계획도 발생 가능한 위험을 고려하지 않은 채 최선의 상황을 전제로 작성되었기 때문에 지연과 비용 초과를 피할 수 없었다.

과거에는 우주발사체 개발 시에도 성능 달성을 위한 비용을 고려하지 않았지만 현재는 개발 및 운용비용을 최소화하는 데 초점을 두고 있기 때문에 개발 예산의 규모와 연차별 배분 등에 대한 적절한 예산 계획을 수립하고 관리하는 것이 사업 성공을 위해 매우 중요하다(유일상·서윤경·이준호·오범석, 2007:

166). 그러나 이러한 예산 계획이 위험 분석이 없는 상황에서 가장 실현 가능성이 낮은 최선의 상황을 전제로 작성되는 경우 비용 초과 가능성이 매우 높다. 따라서 실현 가능성 연구(feasibility study)와 평가(appraisal)의 일부로 ‘가장 발생 가능성이 높은 상황’을 전제로(MLD-principle, Most Likely Development) 위험을 감소시키고 가장 위험한 부분을 변화시키거나 제외시키는 데 목적을 둔 위험 분석이 수행되어야 한다. 이러한 위험 분석과 관리가 이루어져야만 프로젝트의 가장 취약한 부분을 찾아낼 수 있다. 또 위험 분석은 반드시 최악의 상황이 되면 무엇이 발생하는 지를 묘사하기 위한 ‘최악의 경우 시나리오’(worst-case scenarios)를 반드시 포함해야 한다(Flyvbjerg et al., 2003: 84-85).

아폴로 우주 프로그램(apollo aerospace program)은 성공적인 메가 프로젝트 기획과 집행의 가장 전형적인 사례라고 할 수 있다. 210억 달러가 소요된 이 프로젝트의 비용 초과는 5%에 불과했다. 이것이 가능했던 이유는 원래의 예산 추정치(budget estimate)에 80억 달러의 위험 준비금(contingency)이 포함되어 있었기 때문이다. 미래 전망을 통해 위험을 인정(allowing)함으로써 메가 프로젝트의 집행과정에서 불안정성을 초래하는 대규모의 비용 초과를 회피할 수 있었던 것이다(Flyvbjerg, 2003: 76). 따라서 위험과 비용, 예측 불가 상황의 발생 가능성을 현실적으로 인정하고 수용하는 위험 분석과 관리가 필요가 있다.

R&D 메가 프로젝트의 위험 분석은 비용이나 소요 기간, 성과 등에 영향을 미칠 수 있는 예기치 못한 사건의 발생가능성에 대한 분석뿐 아니라 기술의 사회적 영향을 평가하는 기술영향평가(technology assessment)도 포함되어야 한다. 인간계능프로젝트나 나노 기술과 같이 건강상 혹은 윤리적 차원에서 중대한 영향을 미칠 가능성이 있는 기술의 경우 가능한 모든 위험이 충분히 사전에 고려되어야 할 뿐 아니라 집행 과정에서도 적절하고도 충분하게 관리되어야 하기 때문이다.

2. 명확한 목표와 성과 명세

메가 프로젝트의 필요성과 정당성을 입증받기 위한 명확한 목표와 성과 명세를 제시하게 하여 책무성의 결핍을 보완해야 한다. 대규모의 자금이 투입된다는 점에서 비용 투자에 상응하는 분명한 목표와 목표 달성에 따른 구체적인 성과나 효과가 제시되어야 한다. 메가 프로젝트는 프로젝트 자체만으로 매우 큰 파급효과를 가지고 있다. 보다 큰 프로그램의 일환으로 사업이 추진되기 때문에 사업 자체의 효과에서 나아가 더 큰 2차적 파급효과를 미치기도 한다. 그러나 투입된 비용에 대비한 편익이나 효과가 구체적이고 명확하게 제시되지 않는 경우가 많다.

구체적인 목표나 효과가 제시되지 않을 경우 메가 프로젝트가 의도한 성과를

제대로 달성했는지에 대한 평가는 불가능하다. 따라서 구체적인 자세한 효과나 성과에 대한 구체적인 명세가 제시되어야 한다. 자세한 성과 명세는 프로젝트를 통해 달성하려고 하는 정책 목표와 경제적 성과, 환경적 지속가능성이나 안전관련 성과 등과 같은 공익의 요구(public interest requirements)부터 도출될 수 있다 (Flyvbjerg, 2003: 139-140). 메가 프로젝트가 불명확한 목표나 특수한 이해관계를 가진 집단의 지지를 기반으로 의해 공익과 무관하게 추진될 가능성을 차단한다는 점에서도 대중적 토론과 감시가 가능한 구체적인 목표와 성과 명세를 제시하는 것이 반드시 필요하다.

그런데 R&D 메가 프로젝트는 기본적으로 위험성과 불확실성이 높으며, 적지 않은 프로젝트는 새로운 분야를 대상으로 할 가능성이 높다. 그렇기에 계획 초기에 구체적인 목표나 성과 명세서를 제시한다는 것은 녹록하지 않다. 특히 프로젝트 개시의 의사결정이 정치적으로 이루어질 가능성이 높고, 그 기간이 장기간이며, 그 효용이 기계적으로 산출되기 어렵다. 그러므로 R&D 메가 프로젝트 개시 여부의 결정 단계 및 집행 초기 단계에 프로젝트의 타당성을 검토할 수 있는 시간적인 여유를 갖고, 내용상의 타당성을 논의할 수 있는 장을 마련하는 것이 필요하다.²⁰⁾ 예컨대 의회의 역할에 주목할 수 있다. 의회는 일정 예산 이상이 소요되는 R&D 메가 프로젝트에 대해서는 계획 수립 단계와 실행 단계에서 토론 과정을 통해 추진하고자 하는 목표와 성과 등을 좀 더 명확하게 논의할 수 있을 것이다. 이러한 과정은 메가 프로젝트 패러독스의 주요 원인이 책임성의 부족을 상당 부분 감소시킬 수 있을 것이며, 의회의 심의와 의결을 통해 절차적 정당성을 확보할 수 있다.

3. 융통성 있는 관리 통제

메가 프로젝트는 거대한 규모로 인해 전통적인 프로젝트 관리 체제(body of project)나 위험 관리 지식으로는 성공을 담보할 수 없다. 누구도 이들 대형 프로젝트가 초래하는 특별한 문제에 대한 해결책을 가지고 있지 못하다 (Westerveld, 2003). R&D 메가 프로젝트는 그 개발에 필요한 투자의 규모와 개발에 따른 위험이 크며, 개발을 시작하는 단계에서는 지속적 이용자를 민간 부분에서 확보하는 것이 어렵다. 따라서 개발에 따른 위험은 지니고 있지만 투자 규모가 상대적으로 작으며 민간이 주도적으로 기술 개발을 시도할 수 있는 분야와는 차이가 발생하며, R&D 메가 프로젝트를 추진하는 데 있어 정부의 관여는 필수적이다(城山英明, 2008: 13-15). 또한 소형위성개발체 사업에서 보듯이 기

20) 정부 R&D 프로젝트에 관여하였던 전문가에 따르면 메가R&D 메가 프로젝트의 경우 결정 및 집행 과정에서 숙려기간을 설정하여 프로젝트의 타당성을 냉정하고 엄밀하게 논의할 필요가 있다(정부 R&D 프로젝트 관계자와의 인터뷰에서, 2010/8/17).

술 개발에서 정부 부처, 기업, 공공연구기관, 대학 등 다양한 행위자가 존재한다. 그리고 다양한 행위자들 간에는 역동적인 사회적 네트워크가 형성된다.²¹⁾ 이러한 역동적인 네트워크 내에서 이들의 역할과 관계를 규율하고 조정하기 위해서는 적절한 거버넌스 체제가 필요하다.

거버넌스는 필연적으로 책무성(accountability)이나 책임성(responsibilities)과 연관된다. R&D 메가 프로젝트의 개발에는 공적 자금을 활용하는 경우가 많기 때문에 책무성과 책임성의 확보가 반드시 필요하다. 책무성의 확보는 통제(control)와 순응(compliance)의 문제와 관련된다. 모든 정부 조직은 정부 재정을 담당하는 부처나 정치가, 국민, 언론매체로부터 지속적인 감시를 받게 된다. 성과 감시는 시간과 비용에 대한 감시를 넘어서 서비스의 제공, 가치 전달과 이용자와 고객 만족에까지 포함한다. 엄격한 프로젝트 관리 관행은 프로젝트에 대한 더 많은 통제와 정상 궤도로부터의 이탈 방지로 인식된다(Crawford & Helm, 2009: 84). 그러나 과도한 통제는 메가 프로젝트의 목표를 달성하는데 중요한 제약 요인이 될 수도 있다. 따라서 메가 프로젝트의 특성과 무관하게 기존의 프로젝트의 관리에 적용되던 방식이 그대로 적용됨으로써 경직적인 관리와 통제가 이루어질 가능성이 높아진다.

거버넌스 구조의 설계에 있어서는 메가 프로젝트의 참여자들 간의 조정과 예산 배분 기제가 핵심이 된다. 소형위성발사체 사업의 경우 메가 프로젝트의 복잡성과 높은 위험성을 고려하지 않은 채 기존의 거버넌스 구조가 그대로 적용되고 있다. 중심적인 역할을 하는 한국항공우주연구원의 경우 우주개발사업을 중심으로 운영되고 있음에도 불구하고 다른 출연연과 마찬가지로 PBS 제도를 적용 받기 때문에 연구원들이 인건비 확보를 위해 과제를 수수해야 하는 상황이라는 점에서 우주개발 사업 추진에 상당한 장애가 되고 있다. 예산 배분에 있어서도 기존의 예산 배분 방식이 그대로 적용되기 때문에 계획에 따라 매년 예산이 배정되는 것이 아니라 매년 변동이 발생하고 새롭게 예산을 배정받아야 한다. 따라서 연구책임자가 연구보다 예산 확보에 치중해야 하는 문제가 발생하고 있다. 절차 규정에 대한 준수가 강조되는 기존의 거버넌스 하에서는 메가 프로젝트의 특성이 무시됨으로써 목표의 달성이 어려워질 가능성도 있다. 따라서 메가 프로젝트의 목표 달성을 위해서는 이러한 특성을 고려한 거버넌스의 구축

21) 대규모 프로젝트의 거버넌스가 이원적 관계로만 이루어진 경우는 극히 드물다. 많은 수의 이해관계자가 협력과 연합을 통해 프로젝트의 수행이나 지원에 참여하기 때문이다. 따라서 프로젝트 개발, 승인과 수행에 관여하는 다양한 이해관계자 집단 간의 상호작용은 역동적인 사회적 네트워크로 규정될 수 있다(Miller & Hobbs, 2005: 43). 메가 프로젝트의 규모를 고려할 때, 단일한 기관이 전적으로 감당하기에는 어렵기 때문에 특별히 설계된 협력조직의 구성이 필요하며, 대체로 민간기업과 정부기관이 동시에 포함된 조인트 벤처 형태인 경우가 많다(Archibald & Voropaev, 2003: 6).

과 적용이 필요하다.

4. 맞춤형 평가방식과 지표 개발

메가 프로젝트의 특성을 고려한 맞춤형 평가와 지표 개발이 필요하다. 메가 프로젝트의 특성상 많은 자금이 투자되고 장기간에 걸쳐 사업이 추진되기 때문에 지속적인 평가가 필요하다. 그러나 프로젝트의 성격에 맞는 새로운 평가 기준이 사전적으로 제시되지 않고 기존의 R&D 프로젝트에 대한 성과 평가 방식과 지표를 적용하거나 성과 평가의 객관성을 강조하게 되면 논문이나 특허의 수와 같은 계량적 지표 의존하게 됨으로써 형식화된 평가가 이루어질 가능성이 있다. 형식적인 평가가 이루어질 경우 메가 프로젝트의 성과와 무관한 평가가 이루어짐으로써 목표나 성과 달성을 자극할 수 없게 되는 문제가 발생한다. 따라서 메가 프로젝트의 특성에 맞춘 평가 방식과 구체적으로 제시된 성과 명세에 따른 지표를 개발할 필요가 있다. 이를 위해서는 구체적인 성과 명세가 제시되어야 하는 조건이 전제되어야 한다.

이와 함께 메가 프로젝트는 대개 오랜 기간 동안 지속되기 때문에 지속적인 평가를 통해 자기 목적화의 가능성은 없는지에 대해서도 평가해야 한다. 일반적으로 특정한 과학기술과 관련된 프로젝트는 특정한 정책 목적의 수단으로 수행되는 경우가 많다. 그런데 정책 목적을 달성하는 수단으로 특정한 과학기술이 선택되는 것이 아니라, 특정 과학기술을 정당화하기 위해 정책목적을 탐색하는 현상도 발생할 수 있다. R&D 프로젝트 기술개발이 국제협력에 의해 실시되는 경우에는 R&D가 아니라 국제협력 자체가 자기목적화 되는 경우도 있다. 기술이 정책목적을 탐색하는 현상을 일방적으로 잘못된 것이라고 말할 수 없지만 예산의 효율적 활용이라는 측면에서는 자기 목적화의 가능성을 탐색하는 것은 중요한 활동이다(城山英明, 2008: 13-15). 과다 추정된 비용 추정은 적절하지 못한 비용으로 간주되어 예산을 지원 받지 못할 가능성이 높지만 과소하게 추정된 비용도 프로젝트 수행에 필요한 연구비를 충분히 제공받지 못할 위험을 가지고 있다. 그러나 평가가 적절하게 이루어지지 않을 경우 과소하게 추정된 연구비를 제시함으로써 메가 프로젝트 수행이 받아들여지도록 한 후에 지속적인 예산 배정과 증액을 피할 가능성도 있다.

V. 맺는 말

제2차 세계대전과 함께 출현한 거대과학은 연구개발 분야의 메가 프로젝트의 시작이라고 할 수 있다. 대규모의 자금이 투자되어 장기간에 걸쳐 지속되는 메

가 프로젝트의 목적은 변화되었지만 연구개발을 위한 초대형의 메가 프로젝트는 증가 추세에 있다. 우리나라의 경우 연구개발과 관련된 메가 프로젝트는 많은 수는 아니지만 우주개발이나 핵융합·거대장비, 녹색기술 분야에서 메가 프로젝트가 속속 등장하고 있으며 앞으로 더욱 증가할 것으로 예상된다. 이것은 비단 우리나라만의 현상은 아니며 과학기술 능력의 비약적인 성장을 추구하는 개발도상국에서도 다양한 방식과 형태로 추진되고 있다.

메가 프로젝트는 전형적으로는 교통이나 도시 개발과 같은 초대형 인프라 건설에 활용되는 용어이다. 그러나 규모나 소요 기간의 특성에 초점을 맞출 경우 연구개발 관련 시설이나 우주개발 등의 초대형 프로젝트에도 동일하게 적용될 수 있다. 메가 프로젝트에 대한 최근의 관심은 더 큰 규모의 메가 프로젝트가 더욱 많이 수행되고 있음에도 불구하고 오히려 성과는 저하되는 메가 프로젝트의 패러독스에 맞추어져 있다. 지역적 수준에서 부터 국가적 수준에까지 광범위한 영향을 미치는 메가 프로젝트의 성과는 중요한 관심사가 될 수밖에 없기 때문이다.

본 연구에서는 메가 프로젝트의 특성이 R&D 분야의 메가 프로젝트에서도 적용될 것이며, 메가 프로젝트 패러독스의 발생은 R&D 메가 프로젝트에 대한 의사결정과 관리에 대한 보다 많은 관심과 논의가 필요하다는 것을 제시하고자 하였다. 따라서 여기에서는 메가 프로젝트의 필요성이나 의미, 개념 등에 초점을 맞추기 보다는 메가 프로젝트의 특성으로 인해 발생할 수 있는 문제에는 어떤 것들이 있으며 이러한 문제를 어떻게 대응하고 관리할 것인가를 중심으로 살펴보았다. 메가 프로젝트에 대한 연구가 그다지 많지 않기 때문에 메가 프로젝트의 구체적인 문제에 대한 심층적 분석보다는 탐색적인 차원에서 R&D 메가 프로젝트의 수행 과정에서 나타날 수 있는 문제들을 탐색해 보았다.

R&D 메가 프로젝트라고 할 수 있는 우주개발사업의 일환인 소형위성발사체 개발사업은 이러한 목적에 부합하는 좋은 사례라고 볼 수 있다. 메가 프로젝트에서 발견되는 전형적인 문제들인 비용 초과, 지연, 성과 결핍 등의 문제들이 그대로 나타나고 있다. 그렇다고 해서 이런 유형의 프로젝트가 전혀 무의미하거나 불필요한 것은 아니다. 오히려 앞으로 연구개발과 관련된 메가 프로젝트가 더욱 많아질 것으로 예상된다는 점에서 기존의 전형적인 프로젝트들과는 다른 특성을 이해하고 이로 인해 발생하는 문제들을 해결에 관한 더 많은 논의가 필요하다. 따라서 본 연구가 탐색적 수준에서 문제를 발견하고 이해하는 데 초점을 맞추고 있다면 이를 보완하는 보다 구체적인 문제와 사례에 대한 추가적이고 보완적인 연구도 필요하다.

참고문헌

- 경향신문. (2010/8/16). “나로호’ 3차 발사 내년으로 넘어갈듯.”
_____. (2009/10/18). “나로호의 꿈 - 2019년 자체기술로 발사 어렵다.”
- 공헌철·이준호·오범석. (2008). 우주발사체 개발의 국내외 동향. 『항공우주산업기술동향』, 6(2): 109-115.
- 국가과학기술지식정보서비스 홈페이지. <http://www.ntis.go.kr>.
- 국민일보. (2004/3/26). “기술협력 지연, 멀어진 우주의 꿈.”
_____. (2001/9/21). “한국 ‘우주개발의 힘’ 어디까지 왔나.”
- 과학기술부·한국과학재단·한국항공우주연구원. (2007). 『2006 우주개발백서』.
- 길종백·정병걸·염재호. (2009). 정부출연연의 대리문제와 PBS의 한계. 『한국조직학회보』, 6(2): 179-202.
- 김선희. (1998). 대형프로젝트의 평가와 과제: 일본의 사례. 『국토』, 10월호: 112-119.
- 동아일보. (2008/2/1). “한국의 우주개발 이대로 좋은가 <中> 알맹이 빠진 로켓발사사업.”
_____. (2003/8/9). “고흥 우주센터 8일 기공, 우주로켓 2005년 독자 발사.”
_____. (2003/4/28). “한-러 우주기술협력 급물살.”
_____. (2002/12/16). “한-러 우주개발 신동반자로.”
_____. (2002/11/29). “한국 우주개발시대 점화.”
- 문명재·이철주·주기완·하연희·곽연륜. (2007). 대형국책사업 집행 실패의 영향요인 분석. 『한국정책학회보』, 16(2): 49-89.
- 문화일보. (2001/1/25). “국내 우주개발사업 추진현황.”
- 서울신문. (2010/6/12). “나로호 발사 실패.”
- 세계일보. (2010/6/8). “국내 우주개발 역사 18년.”
- 송위진. (2005). 새로운 국가혁신체제 구축 전략: 모방에서 창조로. 『과학기술정책』, 15(3): 2-17.
- 염재호·하민철. (2010). R&D 분야 메가 프로젝트(mega project)의 특성과 결정 양상에 대한 탐색적 연구. 한국정책학회 하계학술대회발표논문집.
- 유일상·서윤경·이준호·오범석. (2007). 우주발사체 개발사업의 비용 추정 현황 및 사례. 『Journal of the Society of Korean Industrial and System Engineering』, 30(3): 165-173.
- 이민형. (2010). 거대과학 프로젝트 효율적 추진 관리체계 구축방향. 한국행정학회 제20회 국정포럼. 미래 과학기술혁신시스템 구축 방향과 전략.
- 정병걸·길종백. (2007). 국가혁신체제의 전환과 정부의 역할: 일본의 경험과 교훈. 『정부학연구』, 13(3): 5-34.

- 파이낸스투데이. (2010/6/8). “나로호, 시행착오이자 낭비일 뿐.”
- 한겨레. (2010/6/11). “무리하게 발사 밀어붙여, 1단 로켓 결함 가능성.”
- 한국일보. (2010/6/12). “나로호 발사 실패.”
- Altshuler, Alan A., and David Luberoff. (2003). *Mega-Projects: The Changing Politics of Urban Public Investment*. The Brookings Institution.
- Archibald, Russell D., & Voropaev, Vladimir I. (2003). Commonalities and Differences in Project Management around the World – A Survey of Project Categories and Life Cycle Model. *Proceedings of the 17th IPMA World Congress on Project Management*, 4-6 June 2003.
- Bruzelius, Nils, Flyvbjerg, Bent, & Rothengatter, Werner. (2002). Big Decisions, Big Risks. Improving Accountability in Mega Projects. *Transport Policy*, 9: 143-154.
- Cicmil, Svetlana & Damian Hodgson. (2006). New Possibilities For Project Management Theory: A Critical Engagement. *Project Management Journal*, 37(3): 111-122.
- Crawford, Lynn H. & Helm, Jane. (2009). Government and Governance: The Value of Project Management in the Public Sector. *Project Management Journal*, 40(1): 73-87.
- Flyvbjerg, Bent, N. Bruzelius, & W. Rothengatter. (2003). *Megaprojects and Risk: An Anatomy of Ambition*. New York: Cambridge University Press.
- Kerzner, Harold. (2009). *Project Management: A Systemic Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. 10th ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Marrewijk, Alfons, Clegg, Stewart R., Pitsis, Tyrone S., & Weenswkjk, Marcel. (2007). Managing Public-private megaprojects: Paradoxes, Complexity, and Project Design. *International Journal of Project Management*, 26: 591-600.
- Marrow, Edward W., McDonnell, Lorraine, & Argüden, R. Yilmaz. (1988). *Understanding the Outcomes of Megaprojects: A Quantitative Analysis of Very Large Civilian Projects*. Santa Monica, CA: The RAND Corporation.
- Miller, Toger & Brian Hobbs. (2005). Governance Regimes For Large Complex Projects. *Project Management Journal*, 36(3): 42-50.
- Odeck, J. (2004). Cost Overruns in Road Construction – What are Their Sizes and Determinants?. *Transport Policy*, 11(1): 43-53.
- Priemus, Flyvbjerg, & Bert Van Wee. (2008). *Decision-Making on Mega-Projects: Cost-Benefit Analysis, Planning and Innovation*. Edward Elgar.

- Westerveld, E. (2003). The Project Excellence Model: linking success criteria and critical success factors. *International Journal of Project Management*, 21: 411-418.
- Zhai, Li, Xin, Yanfei, & Cheng, Chaosheng. (2009). Understanding the Value of Project Management From a Stakeholder's Perspective: Case Study of Mega-project Management. *Project Management Journal*, 40(1): 99~109.
- 坂本百大 (2004). 巨大科學技術と技術倫理 『日本機械學會誌』, vol(107): 131-132.
- 城山英明(編). (2008). *科學技術のポリシークス*. 東京大學出版會.

Abstract

The R&D Mega-project Paradox and It's Managerial Implications

Byung-kul Jung · Jong-baik Kil

Recent studies on mega-projects have drawn public attention to the 'mega-project paradox' which has indicated the paradox of 'more mega-projects, less results.' The number of science and technology R&D mega-projects continues to be on the increase in Korea through entering new technological frontier apart from imitators. Several typical symptoms of mega-project failure such as cost overruns, delays, and performance deficits were found in one well-known R&D mega-project, the 'Korea Small-lift Launch Vehicle (KSLV- I) Development Project.' The failure was caused by risk analysis based on the best-case scenario, undefined objectives and performance specifications, lock-in, and cursory evaluation. Several implications are proposed to tackle those problems: defining clear objectives and performance specifications, designing a governance regime for the appropriate role execution of and coordination between stakeholders, risk analysis based on various scenarios, and continuing project evaluation for preventing goal-displacement.

【Key words: R&D, Mega-project, Paradox, Korea Small-lift Launch Vehicle (KSLV- I) Development Project】