연구개발 조직의 책임성에 관한 연구: 나로호 발사체 사례를 중심으로

조성식* · 김석필** · 김동현***

Ⅰ. 서 론

과학기술의 영역은 점차 우주로 넓혀지고 있다. 이에 따라 우주의 개척을 통한 연구는 점점 더 그 중요성이 확대되고 있다. 우주를 연구하는 방법으로는 망원경을 통한 관측 등 간접적인 방법뿐만 아니라 우주에 탐사체, 인공위성 등을 보내는 직접 탐사방법이 있으며, 이는, 가장 확실하고 많은 정보를 얻을 수 있는 방법이다. 우리나라도 이러한 추세에 발맞추어 2009년 8월 25일, 한국 최초의 우주 발사체를 역사상 처음으로 쏘아 올리게 되었다.

만약 이를 성공하였다면 최소 1조 8,200억원에서 최대 약3조원의 경제적 가치를 이룰 수 있었을 것이다(안영수, 2004). 여기에는 경제적 효과(우주 발사체 개발을 통한 국내외 언론 및 인터넷의 노출빈도 및 파급효과를 광고비로 계상한 예상이익)와 국가이미지의 상승 외에도 국내 인공위성의 수요를 직접 해결한다는 것에 큰 의미가 있었을 것이다. 그 동안 우리나라는 10여기의 인공위성을 발사하였다[1]. 현재의 위성수를 유지한다고 해도 수명이 7년인 통신해양기상위성은 5~7년마다 1대, 수명이 3~5년인 저궤도인공위성은 3~5년에 4기씩 새로 발사해야 한다. 여기에 정지궤도 위성, 정밀 관측위성 등을 추가할 경우 국내 위성수요는 결코 적지 않다. 즉, 해마다 1기 이상의 인공위성 수요가 발생한다는 계산이다. 이처럼 증가하는 인공위성 수요를 해외에 의존하지 않고 국내 기술능력으로 공급하는 것이 우주개발의 가장 중요한 목적이다. 우주강국이라는 명예 또한 발사체 개발을 통해 얻을 수 있는 효과이다. 우리나라가 1차 발사에 성공했다면 자국에서 위성 발사를 성공시킨 10번째 나라가 되었을 것이다. 이는 세계 10위권의 우주강국이라는 타이틀과 함께 미래성장 동력을 확보했다는 의미이며 다른 국가에게 미래 기술을 파급할 능력을 갖추었다는 의미이기도 하다. 경제적 목적과 국가위상 뿐만 아니라 발사체의 개발은 국가 안보에 있어서도 매우 중요한 역할을 담당한다. 미국, 러시아, 중국, 일본 등 세계 각국은 앞선 우주기술을 이용한 군사정보 획득, 미사일방어체제 구축 등을 통해 국가 방위체제를 구축하고 우주공간을 안보 영역화 하고 있다. 하지만 우리나라에서 이와 같이 많은 이점을 갖고 있는 우주발사체 '나로호' 발사를 두 차례나 실패함으로써 우주강국 진입의 꿈이 뒤로 미루어 졌다.

우주발사체의 실패에 대해서 많은 기술적 보고서들이 나오고 있지만 수많은 물·인적 자원이 투입된 우주개발사업에서 왜 이러한 기술적인 문제가 두 번이나 발생하였는지에 대한 연구는 아직 이루어지지 않고 있다. 이에 본 논문에서는 연구개발조직의 책임성이라는 관점에서 나로호 사례를 기술적 측면 이외에도 관리적 측면과 제도적 측면까지 파악해 보고자 한다. 또한 실패에 따른 책임소재측면에 있어서 러시아에 천문학적인 돈을 지불하고 이용하는 입장인 우리나라가 러시아와 관련문제에 대해 분쟁을 벌이는 동안 주인으로써 정당한 권리를 누리지 못한 원인을 차후 같은 문제의 재발방지 차원에서 파악해보고자 한다.

* 한국과학기술기획평가원 부연구위원(연세대학교 행정학과), 02-589-2937, sscho@kistep.re.kr
** 한국과학기술기획평가원 부연구위원, 02-589-3327, sukpil.kim@kistep.re.kr
*** 한국과학기술기획평가원 연구원, 02-589-2985, guru25@kistep.re.kr
1) 우리별 1~3호, 과학위성 1호, 다목적실용위성 2기, 무궁화위성, 통신해양기상위성 등

Ⅱ. 이론적 배경

연구개발조직이 대처해야 하는 책임성의 관점에서 연구개발이 성공하지 못한 이유를 파악하기 위해 책임성의 개념 및 범위를 광의의 책임성으로 정의하고, 이를 다시 대응성(responsibility), 협의의 책임성(accountability), 주인-대리인(principal-agency) 관점에서의 책임성으로 나누어 살펴보도록 하겠다. 또한 나로호 발사체의 실패원인을 파악하는데 미국의 챌린저호 사례는 많은 참고가 될 것으로 생각된다. 1986년 1월 28일 7명의 승무원을 태운 우주왕복선 챌린저호가 폭발한 비극적 사건이 있었다. 당시 조사위원회는 보고서를 통해 직접적인 원인으로 우주왕복선의 부스터 로켓 폭발의 정확한 기술적 원인을 규명하여 로켓부스터와 연료탱크사이의 결합부 오링(O-ring[2])에 문제가 있었음을 밝혀냈다. 그리고 NASA의 공무원이 기술적 결함을 간과하거나 무시하게 된 원인인 인간적, 관리적 오류를 규명하여 발사당시 지나치게 낮은 온도로 인해 발생할 수 있는 오링의 기술적 결함을 알고 있었음에도 불구하고 의사결정자들이 발사를 강행하여 챌린저호의 비극을 초래한 NASA의 미국적 정치시스템에 대한 제도적 관점에서의 접근도 시도하였다.

1. 대응성에 관한 이론

Parsons와 Thompson(1968)는 조직의 대응성(responsibility)과 통제(control)에 대해서 3가지 차원으로 구분하는 이론을 적용하였다. 세 가지 차원은 기술적 차원, 관리적 차원, 제도적 차원으로 나누어지며 각각의 차원은 위계적 구조를 가지고 상위의 차원은 하위의 차원을 포괄하고 있다고 하였다.

수준	초점	비고
기술적 수준	특화된 기능적 성과	
관리적 수준	조직의 고객, 공급자, 업무환경과의 조정	
제도적 수준	법적의미성, 조직의 목표 구현	근본원인 파악 가능

(그림 1) 대응성의 수준

첫째, 기술적 차원(technical level)은 조직의 특화된 세부 기능의 효과적 성과 달성에 초점을 둔다. 이러한 관점에서의 책임성은 업무의 기술적인 특성으로 인해 다른 사람들과의 협동 과정을 포함하는 업무에 적용이 가능하다. 세 가지 차원 중 가장 하위의 차원이다. 둘째, 관리적 차원(managerial level)은 기술적인 하위 조직과 그들의 고객, 공급자, 업무환경 사이의 조정 및 기술적 기능을 수행하기 위한 자원의 조달을 포함한다. 그러므로, 관리적 차원의 통제란 기술적 업무, 업무의 범위, 채용 및 조달 정책을 포함 한다. 셋째, 제도적 차원(institutional level)이란 기술적 차원과 관리적 차원을 포괄하는 보다 큰 개념을 말한다 . 제도적 차원에서는 조직인 법적 의미성 근원 혹은 조직의 목표를 구현할 수 있는 높은 수준의 지원과 넓은 개념의 사회체제에서 부분적으로 요구되는 책임성을 다룬다. 제도적 차원에서는 경영적 차원에서 파악하지 못한 근본적인 요인들을 밝혀낼 수 있다.

2) 로켓 점화는 추진체(연료)가 연료탱크 방향으로 강하게 가해지며 발생하는데, 이 압력이 연료탱크 외벽으로 전달된다. 이때 연료탱크와 로켓부스터 결합부분이 뒤틀리면 추진체 방향으로 고열이 유입될 수 있다. 이러한 고열의 역방향 누수를 막기 위한 수도꼭지의 패킹과 같은 역할을 하는 부품이 오링이다. 극저온부터 고온까지 넓은 범위의 온도를 견딜 수 있어야 하는 중요 부품인데 발사당시의 매우 낮은 기온과 수차례의 발사지연에 따라 부품이 얼어있는 상태였고 주변이 녹슬어있었다는 사실이 조사결과 밝혀졌다.

2. 책임성에 관한 이론

Romzek과 Dubnick도 챌린저호에 대한 연구(1987)에서 공공기관에서 발생되는 책임성의 4가지 유형을 중심으로 챌린저호의 사고 원인을 분석하고 있다. 이 논문에서 정치적, 관료적 성향으로 인해 NASA가 가진 조직적 강점(전문성)과 책임성의 매커니즘이 무너졌으며 정책기관들의 요구에 대응하기 위한 NASA의 노력이 기술적 문제와 관리적 문제를 초래하게 되었다는 주장을 통해 NASA와 다른 정부기관들이 그들을 둘러싼 제도적 환경의 압력에서 자유롭지 못하며 성과에 대한 압박을 받았음을 밝혀냈다. 이들은 연구에서 책임성의 4가지 유형을 (그림 2)에서와 같이 조직 통제의 원인과 통제의 높고, 낮음에 따라 다음의 4가지로 구분해 놓았다.

		Source of Agency Control	
		Internal	External
Degree of Control over Agency Actions	High	1. Bureaucratic	2. Legal
	Low	3. Professional	4. Political

(그림 2) Types of Accountability Systems

첫째, 관료적 책임성(Bureaucratic accountability)의 특징으로는 내부에서 발생하여 통제의 정도가 높다는 것이다. 책임성 통제를 위해 가장 널리 쓰이는 조직 형태이며, 계층제에 의해 우선순위가 결정되고 상급자의 하급자에 대한 관리감독과 '명령'의 형태로 책임성이 표현된다. 둘째, 법적 책임성(Legal accountability)은 상급자-하급자의 구분 등은 관료제형과 비슷하나 주인-대리인에 더 가까운 형태를 보인다. 관료제형보다 행정활동영역이 더 넓고 조직 외부의 집단(입법자, 정책조정자 등)과 조직 구성원들 사이의 관계에 기반을 두고 있으며, 입법자의 법안을 '집행'하는 형태로서 책임성이 표현된다. 셋째, 전문적 책임성(Professional accountability)은 공공 관리자는 고도의 전문성을 가진 직원들이 제공하는 솔루션에 전적으로 의지하고 있으며 직원들 스스로 성과에 대한 책임을 지고 있는 형태로서(목표 달성 실패 시 해고), 의사결정은 내부에서 이루어진다는 특징을 가진다. 반면, 외부 의견은 간접적으로만 전달되는 방어적 형태로서만 반영된다. 넷째, 정치적 책임성(Political accountability)이란 미국 공공행정영역의 민주화에 대한 압력으로 인해 생겨난 '대응적' 형태를 말한다. 공공관리자가 책임을 가져야하는 집단(일반대중, 공무원, 관련기관대표, 특수이익집단 등)에 대한 대응성을 갖는 형태로서 책임성이 표현된다.

3. 주인-대리인 이론

사회생활의 대부분은 거래 혹은 계약을 통해서 이루어진다. 때문에 계약자 사이에 주인-대리인의 관계가 형성된다. 예를 들어 환자-의사, 고소인-변호사, 지주-소작농, 주주-CEO, 국민-국회의원, 국회의원-행정관료 등의 관계가 그것이다. 이러한 주인-대리인 관계에서는 대리손실(Agent Loss)이 발생하는데, 그러한 손실이 발생한 원인과 이를 최소화 시키는 방법을 찾는 것이 주인-대리인 문제의 핵심이라고 할 수 있다.

주인-대리인 문제는 Berle와 Means(1932)에 의해 고전적인 설명이 시작된 이래 많은 학자들에 의해 논의 되고 있다. Arrow(1985)는 주인-대리인 이론의 핵심을 위임자와 대리인의 양자관계로 보았다. 그는 대리인의 행동이 반드시 위임자의 입장에서 최선의 행동은 아니며 대리인은 주어진 재량을 자신의 목표 추구를 위해 사용하려고 시도함으로써 위임자에게 손해를 끼칠 수 있다는 목

표 갈등(goal conflict)을 대리문제(agency problem)의 가장 기본적인 문제로 보았다. 그는 대리문제의 원인을 정보비대칭(information asymmetric)으로 보았는데 위임자와 달리 대리인은 더 많은 정보를 가지게 되며 위임자는 더 많은 정보를 확보하기 위해 노력하지만 이는 한계가 있어 결국 대리인이 위임자에 비해 우월한 위치에 서게 된다는 것이다. 그는 대리문제를 사전적(ex-ante) 기회주의로서 역선택(adverse selection)과 사후적(ex-post) 기회주의로서 도덕적 해이(moral hazard)로 구분하였다. 역선택이란 숨은 정보 및 바람직하지 못한 선택을 의미한다. 계약체결 이전 시점에서 발생하는 정보비대칭이 원인으로 위임자는 계약 전까지 대리인의 능력 및 자격에 대한 정확한 정보를 갖출 수 없기 때문에 자격미달 대리인의 자발적 계약을 통해 바람직하지 못한 선택을 하게 될 수 있는 것이다. 도덕적 해이는 숨은 행동을 의미하며 계약이후에 발생하는 정보비대칭에 의해 발생하는데 대리인이 최선을 다하지 않고 사익을 추구한다는 것이다. 대리인의 성과는 그 과정에 대해 완벽한 측정이 어렵고 대리인의 행동을 전부 감시할 수 없는 상황에서 발생하게 된다.

Waterman과 Meier(1998)는 주인-대리인이 가지고 있는 정보의 수준과 목표 갈등에 대해 (그림 3)에서와 같이 네 가지 경우로 구분하여 설명하고 있다.

		Agent's Information Level	
		Little	Much
Principal's Information Level	Much	4. Patronage systems	3. Advocacy coalitions
	Little	1. Bumper sticker politics	2. Principal Agent

(그림 3) Combining goal conflict and information

첫째, 주인과 대리인 모두 정보가 부족한 상황(Bumper sticker politics)에서는 주인은 적극적이나 대리인은 현실적으로 할 수 있는 것이 거의 없어 소극적이며 사무적인 행동을 하게 된다. 둘째, 대리인이 유리한 정보를 가지고 있는 상황(Principal Agent)으로 전형적인 주인-대리인 문제가 발생하는 경우이다. 셋째, 주인-대리인이 모두 정보를 가지고 있는 상황(Advocacy coalitions)으로 전형적인 주인-대리인 관계를 가지고 있기도 하지만 협력적인 연합관계를 가지기도 한다. 넷째, 주인이 정보를 가지고 있는 상황(Patronage systems)으로 대리인은 주인의 계선(staff)으로 행동하게 되는 경우이다.

대리인이 위임자와의 계약에도 불구하고 위임된 임무를 충실하게 이행하지 않음에 따라 대리 비용(Agency costs)이 발생하는데(Jensen & Meckling, 1976) 이 비용을 최소화 시키고 특히 사후적인 도덕적 해이를 막는 방법은 다음과 같은 것들이 있다. 첫째, 복수의 대리인(Multiple Agent)을 선정하여 복수의 대리인 사이에 서로 경쟁하고 견제, 통제하여 실질적인 정보를 획득하는 것이다(Levinthal, 1988). 이 방법은 경쟁을 강화하는 방법으로써 정부영역에서 민영화나 민간위탁을 강조하는 이유이기도 하다. 바로 주인-대리인 문제가 야기될 가능성이 높은 독점적 정부보다는 경쟁성이 확보되는 시장에 기능을 이양하는 것이 좋다는 것이다. 둘째, 공유로 비대칭적 정보구조를 직접 극복하려고 시도하는 것으로써 PPBS(Planning Programming Budgeting System)[3] BAIS(Budget & Accounting Information System)[4] 등의 예산제도 등을 들 수 있다. 셋째, 유인설계(Incentive Design)의 방법으로 주인-대리인 문제를 해결하는 가장 효과적인 방법은 금전적 보상(성과급, Stock Option 등)을 통하여 대리인의 선호가 주인의 선호와 일치하게 하는 것이다. 대리인의 업무성과가 증가할수록 주인의 이익뿐만 아니라 대리인의 금전적 보상이 늘어나므로, 대리인과 주인간의 이해의 상충문제가 감소하게 된다.

3) 계획입안, 진행계획 작성, 예산 편성의 단계를 거치는 예산제도로서, 예산의 계획기능을 강조함

4) 기획재정부 디지털 예산·회계 시스템

Ⅲ. 책임성에 대한 고찰

'나로호'는 과학기술위성 2호를 지구 저궤도에 올려놓는 임무를 수행하기 위한 한국 최초의 우주발사체이다. '나로'라는 이름은 'KSLV(Korea Space Launch Vehicle)-1'의 명칭 공모에서 선정된 것으로 한국 우주개발의 산실인 나로우주센터가 있는 외나로도의 이름을 따서 한국 국민의 꿈과 희망을 담아 우주로 뻗어나가길 바라는 의미를 담고 있다. KSLV-1 사업은 2002년부터 시작된 프로젝트이며 사실 사업 초반에는 KSR-3사업을 토대로 순수 국내 기술로 진행할 예정이었지만 개발 방침을 바꾸어 러시아 호루니체프사와 손을 잡고 추진체 1단은 러시아가 2단은 한국이 제작하기로 합의하였다. KSLV-1의 예정된 첫 발사는 2005년이었지만 KSLV-1의 몸체 제작과 위성 부품 제작이 아직 끝나지 않았고, 다 만들어진다 하더라도 KSLV-1을 종합적으로 실험하고 조립하며 우주로 발사할 수 있는 장소가 마땅치 않아서 첫 발사는 2007년으로 미루어지게 되었다. 2007년에는 러시아와의 우주기술보호 협정 체결이 늦어져 KSLV-1의 발사가 2008년으로 다시금 미뤄졌고, 2008년에는 KSLV-1의 1단이 러시아로부터 늦게 들어와 발사 일정이 1년 더 늦춰지게 되었다. 결국 2009년 8월 25일에 와서야 1차 발사를 시도하였다. 하지만 우여곡절 끝에 8년간 5,200억원의 개발비가 투입된 1차 발사는 실패로 돌아갔다. 뒤이어 진행된 2차 발사(2010년 6월 10일)에서는 1차시기의 기술적 문제에 대한 만반의 준비를 하였지만 예상치 못한 문제들의 지속적 발생 및 이에 대한 충분한 대응 없이 발사를 진행하여 또다시 실패를 맛보게 되었다.

1. 대응성 측면

1) 기술적 수준

1차 발사에서는 아무 탈 없이 상공을 비행하여 위성을 분리해내는 것까지는 성공했지만 제 궤도에 안착하지 못하고 대기권으로의 재진입에 의해 소멸되고 말았다. 교육과학기술부는 위성의 궤도 안착 실패 원인을 조사하였고 문제점을 '페어링(위성보호덮게)' 분리의 문제에 있었다고 발표하였다. 페어링은 극한의 환경으로부터 과학기술위성 2호를 보호하는 역할을 한다. 하지만 무게가 만만치 않기 때문에 파손의 위험이 사라지는 우주에 도달하게 되면 이를 버리게 제작이 되어있으나 페어링을 버리는 시기가 너무 늦어져 위성이 제 궤도에 안착하지 못하였다. 이로 인해 대한민국의 우주발사체 첫 시도는 물거품이 되고 말았다. 2차 시기에서는 1차 시기에서 문제가 있었던 페어링의 문제점을 보완하여 만반의 준비를 하였다. 하지만 1차시기의 문제점이 해결되었다고 2차 시기의 진행이 매끄럽게 되었던 것은 아니다. 나로호를 운송하는 동안 이상신호 감지 및 직립 과정에서도 문제가 발생하였다. 이를 해결하기 위해 여러 차례의 시도 끝에 직립을 강행하였으나 이에 대하여 너무 성급하다는 문제 제기가 있었다. 발사 당일 날에는 나로호에서 소화액이 분출되는 사고가 발생하였지만 기술자들은 나로호의 성능에 영향을 줄 정도가 아니라는 주장과 함께 세부 점검 없이 원래 예정되어있던 9일에서 하루 늦춰진 10일에 발사가 진행되었다. 하지만 이는 137.19초 후에 폭발하였다. 1년 4개월 만에 나로호2차 발사의 실패 원인을 규명한 결과가 나왔지만, 한국과 러시아 양측의 의견이 엇갈려 재도전을 위한 뚜렷한 개선사항이 결국 밝혀지지 못했다. 나로호 2차 발사 실패 원인 규명을 위한 '제2차 한·러 공동조사단 회의'에서 한국 측은 "1단 추진시스템 이상 작동으로 1·2단 연결부 구조물이 파손됐고, 이어 산화제 재순환 라인과 공납라인 등도 부분 파손됐기 때문"이라고 주장한 반면 러시아 측은 여전히 항공우주연구원이 만든 상단 발사체의 비행 궤적이 잘못돼 민가 피해 등 문제가 예상될 경우 자폭하기 위한 장치인 비행중단시스템(FTS Fight Termination System) 오작동을 폭발 원인으로 지목했다.

2) 관리적 수준

기술적인 문제점뿐만 아니라 나로호를 발사시키기 위해 요구되는 기술자들과 여러 관계자들, 그

리고 이들을 아우르는 관리적 수준의 대응성에 대해서도 살펴보아야 한다. 관리적인 측면에서 우주항공연구개발사업은 과도한 통제 즉 무리한 성능요구에 따른 설계변경, 사업기간단축 및 예산의 절감 등을 강요해서는 안 된다. 만약 강요할 경우 발생할 수 있는 검사 미비로 인한 작은 결함이 엄청난 손실로 이어질 수 있기 때문이다. 왜냐하면 단순히 자동차나 선박처럼 문제 발생 시 즉각적 처리하기 쉽지 않은 하늘위에서 발생하는 문제들이기 때문에 철저한 준비가 없다면 이는 곧 실패로 연결될 확률이 상당히 높다. 1986년 1월 28일 미국에서는 챌린저호라는 유인우주선이 발사되었다. NASA라는 세계 최고의 기술자들이 준비를 거듭하여 발사를 했지만 하늘에서 챌린저호가 폭발하는 장면이 전 세계에 생중계되어 많은 이들을 슬프게 하였다. 챌린저호 역시 O-링이라는 아주 작은 고무링 하나를 우습게 여겼기 때문에 결국 대형 참사로 이어지게 되었다. 연료탱크와 호스를 연결하는 중간에서 연료의 누유를 막아주는 O-링이 낮은 기온으로 인해 그 역할을 제대로 수행하지 못하였기 때문이다. 그 당시 미국에서는 챌린저호 이후의 우주개발관련 스케줄이 밀려있어서 날씨가 풀릴 때 까지 기다릴 충분한 여유가 없었다. 또한 이를 발견한 기술자가 있었으나 기술적 지식이 충분치 못한 상위관리자에 의해 그 중요성이 간과되었다. 이런 조직내 의사소통의 문제 또한 한 몫을 했다고 생각한다. 나로호의 경우 우리나라 독자개발이 아닌 러시아와의 합작 개발이었게 때문에 챌린저호의 경우보다 더욱 고려해야할 사항이 많았을 것이다. 나로호와 관련된 관리적 수준의 대응성에 관해 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 예산과 일정 측면에서 나로호는 최초 7년 사업으로 계획되었으나 5년으로 기간이 단축되었고 매년 예산을 결정하는 구조 속에서 항상 범위를 조정해야 하는 어려움을 겪었다. 그 과정 속에서 자력개발을 포기하고 2단만을 개발하는 계획으로 수정되었으며 주요 부분인 1단을 러시아에서 수입 및 조립하는 방법을 택함으로써 기술자립의 기회만 잃는 결과를 초래하였다.

둘째, 조직 및 인력관리적 측면의 경우 우리나라에서 장기간 파견 생활을 했던 러시아기술자들은 머나먼 타지에서 오랜 기간 동안 업무에 시달리며 많은 스트레스가 발생했을 것이다. 실제 1차 발사 이후 2차 발사를 준비하는 도중 부산에서 러시아기술자의 자살 소동이 발생하기도 하였다[5]. 이는 조직원들의 관리에 문제가 있음을 보여주는 단적인 예라고 볼 수 있다. 또한 우리측 연구자들도 국내 최초의 위성 발사체를 반드시 성공시켜야 한다는 압박감으로 인해 과도한 업무에 시달렸으며 1차 실패 이후에도 밤샘작업의 지속 등으로 인한 피로누적이 오히려 연구성과의 저하라는 결과를 초래했다고 보아야 할 것이다. 원인이 무엇이든 2차 발사시기를 앞두고 러시아 연구진의 근무지 이탈 및 자살 소동과 국내 연구진의 피로누적을 고려치 않았다는 두 가지 부분은 인력관리적 측면에서 볼 때 관리자들의 책임을 물어야할 부분이다. 앞으로 이런 문제가 발생하지 않기 위해서는 엄격한 규율과 함께 연구소 내의 조직문화와 이의 변화에도 주의를 기울여야 한다.

셋째, 의사소통의 측면을 살펴보면 러시아측의 1단계 로켓 기술 보호를 위한 명목하에 양국의 기술적 논의 없이 철저하게 러시아 부품과 러시아 기술로 만든 1단계 로켓과 우리 부품과 우리 기술로 만든 우리측 2단계 로켓과의 결합은 실패라는 성과를 불러 일으키기에 충분하다고 할 수 있다. 계약상에 단순히 자신들의 실수가 아니기만 하면 된다는 생각으로 S/W의 문제 발생, 직립시의 문제, 소화액의 누출 등 많은 문제점들을 양국의 충분한 논의 없이 두루뭉술하게 넘겼다는 생각 또한 지울 수가 없다[6]. 2차 발사 직후 러시아 측은 우리나라가 만든 2단계의 결함을 지적했고 우리나라 또한 러시아가 만든 1단계에서 결함이 있었다는 주장을 하며 어느쪽이 비용 부담을 해야하는지에 대한 책임 전가관련 의견이 분분하였다.

3) 제도적 수준

제도적 수준의 대응성은 기술적 수준의 대응성과 관리적 수준의 대응성을 포괄하는 상위의 개

5) 중앙일보 (2010.6.8.), '스트레스 많아....나로호 러시아 기술자 부산서 자살기도'

6) 최재헌 (2010.6.11.), '러 연구팀, 발사강행 종용 의혹', 서울신문

넘으로 관료적, 법적, 전문적, 정치적 대응성을 포함한다. 나로호 사례와 관련하여 이러한 제도적 수준의 대응성을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 우리나라 최초의 우주발사체 사업을 종합적으로 기획, 관리, 통제할 수 있는 부처의 부재를 들 수 있다. 물론 교육과학기술부가 엄연한 주무 부처로서의 역할을 수행하였지만 과학기술부가 국가 연구개발사업을 전적으로 담당하던 시기에 비해 각종 교육 현안에 밀려 과학기술업무가 소외되기 시작하였다. 나로호의 역사를 살펴보면 처음으로 언급된 것은 김대중 정부에서 부터이다. 이를 노무현 정부의 러시아 기술협력 체결을 시작으로 현 정권인 이명박 정부에 이르기까지 사업 계획이 수차례 변경되었다. 이는 과학이라는 분야가 정권 교체에 따른 정치 변화에 민감하다는 사실을 반영해준다. 부처들 역시 매번 통폐합이 일어나는데 참여정부 시절에는 과학기술부가 존재함으로 인해 우리나라의 과학기술을 전담하였지만 현재 과학기술부가 사라짐으로 인해 구조적인 문제도 함께 제기되었다. 과기부(과학기술부)와 정통부(정보통신부)가 없어지면서 관련 3, 4개 부처로 그 기능이 나누어지게 되었고 이는 과학기술인들을 컨트롤하고 나로호 개발을 전담할 수 있는 부처의 부재로까지 이어지게 되었다. 대규모 업무 수행에 있어 컨트롤 타워의 중요성은 따로 말하지 않아도 될 정도로 그 중요성이 시사하는 바는 크다. 이러한 당연한 조건들의 부재는 결국 실패 확률을 올리는 원인이 되었을 것이다.

둘째, 법적 대응성에 관한 문제이다. 1차 발사에 이어 2차 발사까지 실패로 돌아가고 앞으로 3차 발사를 기다리고 있는 시점에서 러시아와 우리나라간의 실패에 따른 비용 부담을 누가 지는가에 많은 이목이 집중되었었다. 항우연과 교육과학기술부 관계자에 따르면 계약서상 1차 발사와 같은 경우 '위성이 궤도에 진입하지 못하면 이를 미션 실패로 규정하고 우리나라가 러시아 측에 추가 재 발사를 공짜로 요구할 수 있다'는 내용이 계약서에 포함되어 있다고 한다. 이 논리대로라면 나로호는 1차 발사 때 위성 궤도에 정상 진입하지 못했기 때문에 명백히 임무에 실패했고 재발사를 요구할 수 있는 상황이다. 그런데 항우연에 따르면 '우리가 요구는 할 수 있지만 이를 러시아가 반드시 따라야 한다는 규정은 없다'고 하였는데 이것은 이해하기 어려운 계약상의 조항이다. 우리나라는 나로호 1차 발사가 '실패'라고 내부적으로 결론을 내렸지만 러시아 측은 자신들이 맡은 임무인 1단 로켓에는 전혀 하자가 없었기에 이를 성공이라고 주장하였다. 이러한 주장들을 뒤로 하고 2차 발사에 총력을 기울였지만 2차 발사 역시 실패로 돌아갔다. 2차 발사 때도 실패의 주범이 누구인지에 대해서 서로 미루었지만 추가적인 비용 없이 3차 발사를 준비하는 러시아 측을 보아 암묵적인 인정이 있었다고 보여 진다.

2. 책임성 측면

나로호의 발사과정을 살펴보면 조급함이 느껴진다. 계획에 맞추어 진행하는 것 역시 중요하지만 우리의 목표는 단순히 계획을 진행하는 것이 아닌 나로호를 성공적으로 쏘아 올리는 것이 목적이었다. 그러나 나로호의 경우 기계적인 문제점으로 의심되는 요소들에 대해 세밀한 점검 없이 쏘아 올렸다는 것은 날씨라는 이유 말고도 다른 요소가 개입되었다고 느끼기 충분하다. 나로호는 원래의 계획에서 5년이나 늦어진 국책사업이다. 나로호 발사체 사업은 김대중정부를 시작으로 노무현 정부의 러시아 기술 협력 체결을 거쳐 MB정부에 이르기까지 사업 계획이 수차례 변경되었으며 당시 현직 담당 차관은 이를 과학이 정치로 부터 자유롭지 못하다는 증거라는 의견을 피력하기도 했다.[7] 실제 나로호는 김대중 정부 때인 2002년 소형위성발사체사업(나로호 명칭공모 전) 착수로 첫 삽을 떴으며, 착수 당시의 발사 목표는 2005년이었다. 이후 우리나라와 러시아의 우주기술협력협정이 2004년 9월 체결되면서 정부 간 큰 틀이 마련되었고, 정부우주개발중장기기본계획이 수립되면서 2007년으로 발사가 한차례 연기되었다. 이후 나로호는 지난 2007년 노무현 정부 말 우주개

7) 김중현 (2010.8.3.), '나로호 발사에 정치 개입 말아야', 아시아 경제

발사업 세부실천로드맵에서 2008년 발사를 목표로 한 차례 더 연기됐다가 MB 정부 들어 2009년으로 발사가 재차 연기되었다. 이로 인해 국민들의 불만은 커졌고 예산 역시 원래의 계획보다 많이 지출하게 된 것은 자명한 일이다. 나로호가 발사되었던 시기를 살펴보더라도 6.2 지방선거에서 여소야대가 극명하였던 드문 시기였다.[8] 국책사업의 지연으로 인해 많은 예산 낭비와 함께 여당에 대한 국민들의 반감이 높은 시기에 나로호의 성공은 이를 어느 정도 해소할 수 있는 수단으로 고려되었지만 과학에 정치가 참여하게 된다면 실패로 간다는 것을 우리는 미국의 챌린저호의 경우를 통해 이미 인지하고 있었다.

이론적 배경에서 살펴보았듯이 특정 상황에 적합한 책임성의 시스템을 결정하는 세가지 요소는 해당 기관의 역할(기술적 차원의 책임성), 경영전략(경영 차원의 책임성), 조직 기능의 제도적 맥락(제도적 차원의 책임성)으로 나누어지며 '제도적 차원'의 책임성은 4개의 책임성 체계 분석으로 연결된다. 실제로 미국의 대다수 공공기관들은 최소 2개 이상의 책임성의 체계를 동시에 활용하고 있는데, 이는 조직이 속한 제도적 맥락을 파악할 경우 설명이 가능하다. 챌린저호의 비극을 초래한 NASA의 경우에도 2가지의 다른 책임성의 체계가 동시에 적용되었다. 나로호 발사 과정도 챌린저호 발사 과정에서 나타난 NASA의 상황과 유사한 부분이 많다. 항우연이 대처해야 했던 제도적 차원의 책임성을 보다 자세히 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 우리나라의 과학기술행정체제와 관련된 관료적 책임성(Bureaucratic accountability)을 가지고 있다. 연구자들의 의사결정 과정 참여의 경우 우리나라 행정체제하에서는 연구자들의 참여가 크게 제한되어 있으며, 나로호의 대규모 예산삭감으로 인해 복잡한 기술적 설계를 변경하는 과정에서조차 과학자들은 안전성 저해와 관련된 위험성 예방 결정권이 없었다. 외부의 정치적 압력(정부, 의회, 언론 등)에 의해 발사 일정 등 기술적으로 중요한 요소들이 지속적으로 조정되고 매년 반복되는 예산 심의 과정을 통한 예산의 변경으로 인한 기술적 결함을 한층 가중시켰을 가능성을 배제할 수 없다.

둘째, 법적 책임성(Legal accountability)에 관해서는 이전의 대응성 부분에서 다루었듯이 러시아와의 계약에 따르는 여러 가지 제약과 이로 인해 발생한 주인-대리인 문제 이후의 부분에서 자세히 검토하도록 하겠다. 이와 함께 우리가 러시아와의 계약에서 처음에는 유리한 위치를 가지고 있었으나 추후에 국제협약인 MCTR의 추가적인 고려로 인해 계약의 진행이 우리에게 불리하게 진행된 상황도 고려해 볼 수 있다.

셋째, 발사체 연구개발이란 고도의 기술적 업무특성을 그대로 반영한 조직구조를 가진 사업이다. 백만개 이상의 기능단위를 가진 복잡한 인공물을 설계하는 광범위한 지식들을 모두 다루는 과학자는 없으며, 따라서 개별 조직단위로 나눠진 조직구조를 채택하는 전형적인 전문적 책임성(Professional accountability)의 체제를 갖는다. 수십 개의 다양한 하부조직체계로 구성되었으나 기능적으로 분화되어 수직적 명령체계는 아니다. 실제 부품별 나로호의 개발은 대한항공을 비롯한 수많은 기업과 대학, 연구소로 사업이 분리 수행되었다.

넷째, 정치적 책임성(Political accountability)을 검토해 보면 나로호는 그동안의 우주개발 성과를 대내외에 알릴 수 있는 중요한 의미를 가진 사업이었다. 그동안 우리나라는 척박한 환경 속에서도 우리별1호를 시작으로 우주개발 사업을 지속적으로 추진하고 있다. 아리랑 실용위성의 성공, 대한민국 최초 우주인사업 등으로 고조된 우주개발사업의 지속적 추진이라는 중요한 의미를 가진 사업이었다. 정부의 수차례에 걸친 일정 변경과 예산 지원의 감소에도 불구하고 반드시 성공시켜야 하는 여러 가지 이유를 가지고 있었다. 이러한 상황에서 정부도 그동안의 대국민 관계에 있어 분위기 전환의 계기로서 나로호 성공을 기대하고 있는 상황이었다. 이러한 상황에서 정치적 책임성이 크게 고조되었다고 할 수 있다.

항우연과 같이 기술적 전문성이 강한 조직에 정치적/재정적 압박을 가하며 관료제로 인해 의사결정이 지연되는 상황은 다양한 기술적 요소들이 유기적으로 결합되는 발사체 사업의 운영방식에

8) 김진표 (2010. 6.11), '나로호 발사강행, 다른 분야 개입했다면 큰 문제', 서울경제

는 적합하지 않다. 이상의 제도적 차원의 책임성 속에서 항우연에 대한 강한 제도적 압력이 조직의 결정구조를 변화시키고 가장 전문적이어야 할 조직을 관료제적으로 전환 시키지는 않았는지 다 같이 반성해 보아야 할 것이다.

3. 주인-대리인 측면

연구개발조직의 책임성을 주인-대리인 측면에 비추어 검토해 보면 우리나라는 주인으로서의 책임성을 러시아는 대리인으로서의 책임성을 갖는다고 할 수 있다. 주인으로서의 책임성은 위에서 검토한 협의의 책임성과 대응성 등으로 설명되어 질 수 있으며 대리인으로서의 책임성은 주인-대리인 이론을 통해 검토할 수 있다. 러시아와 우리나라는 우주발사체를 개발하는데 있어서 계약이라는 관계로 연결되었다. 우주발사체의 1단계는 러시아가 만들고 우리나라는 2단계를 만들어 조립하여 우주로 나로호를 쏘아 올리는 것이 목표인 계약인데 우리나라가 러시아에게 돈을 주고 발사체의 1단계를 사오는 형식으로 우리는 주인, 러시아는 대리인의 자격으로 구분되어질 수 있다. 이론적 배경에서 살펴보았듯이 목표 갈등과 정보의 비대칭으로 인해 발생한 주인-대리인의 문제와 이의 해결 방법을 살펴보면 다음과 같다.

1) 문제의 발생원인

첫째, 나로호는 우리나라 최초의 발사체로서 만약 성공하였다면 세계 10대 우주강국이라는 국가적 위상을 안겨주는 동시에 향후 인공위성 발사 수요를 국내 기술로 실현하고 해외에 인공위성의 본체와 함께 발사 서비스를 수출하여 막대한 경제적 이익을 가져올 수 있는 중요한 의미를 가지고 있었다. 그러나 러시아에게 있어서 나로호는 경제위기로 인한 재정 확보의 수단이외에는 큰 의미가 없었다. 이러한 상황에서 1차 발사와 같은 경우는 돈을 지불한 것은 우리나라임에도 불구하고 기술력을 갖추고 있다는 이유로 '위성이 궤도에 진입하지 못하면 이를 미션 실패로 규정하고 우리나라가 러시아 측에 재 발사를 추가 비용의 지불 없이 요구할 수 있다'는 계약서상의 조항을 임의로 자신들이 만든 1단 로켓에 한정하여 대리인으로서의 책임을 무시하고 계약을 위반하는 행동이 나오게 된 것은 당연한 결과일 수도 있다. 주인의 선호인 위성의 정상 궤도 진입과 대리인의 선호인 금전이 서로 다른 방향을 보고 있기에 발생한 전형적인 목표 갈등의 문제라고 할 수 있다.

둘째, 2차 발사에서는 폭발할 때에 1단계와 2단계 중 어느 쪽에 과실이 있는지 나누기 힘든 상황이었지만, 정보의 비대칭성으로 인해 우리나라는 대리인을 정상적으로 평가할 능력이 부족하여 원인을 규명하는데 많은 어려움을 겪고 있다. 원인규명을 하기위해 1년이 넘는 시간과 비용이 발생하고 있으나 통신두절에 의한 원인이 있을 것이라는 정도만 밝혀진 상태이다. 러시아가 공식적으로 과실을 인정하지는 않았지만 비용을 요구하지 않는 것으로 보아 1단계 로켓에서 문제가 발생하였다는 것은 미루어 짐작된다. 우리가 러시아 보다 더 많은 정보를 갖고 있다면 원인을 규명하는데 있어서 좀 더 빠르고 수월하게 해결할 수 있었으며, 우리의 권리도 당당히 주장할 수 있었을 것이다. 그러나 불행히도 주인-대리인 이론의 정보비대칭으로 인해 우리는 대리인인 러시아와의 관계에서 지속적인 어려움을 겪고 있다.

2) 문제의 해결방법

우리나라와 러시아의 목표 갈등과 정보의 비대칭 문제로 인하여 주인-대리인 문제가 발생하였으나 우리는 정보의 부족과 시간적, 물리적 제약 등으로 인해 대리인(러시아)을 충분히 감시, 통제, 평가 할 수 없었다. 이와 같은 주인-대리인 문제의 해결을 위한 방법을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 복수의 대리인을 선정하여 주인-대리인 문제를 해결하는 방법에 대해 검토하기 위해서는 러시아가 대리인으로 선택되어진 배경을 살펴볼 필요가 있다. KSLV-1개발할 때에 WMDPSI(Weapons

of Mass Desrtuction Proliferation Security Initiative)[9]에서 통제하는 MTCR(Missile Technology Control Regime)과 무관한 평화목적의 개발이란 검증과 보증을 할 수 있는 우주클럽국가 중 한국이 선택할 수 있는 국가는 미국, 프랑스, 러시아 3개국뿐이었다. 하지만 사업초기인 김대중, 노무현정부 때 한미 관계는 반미에 가까웠을 뿐만 아니라 WMDPSI와 MTCR을 주도하고 있는 미국이 KSLV-1 개발사업에 참여할 경우, 군사기술로 이전되는 것을 빌미로 한 중국, 러시아, 프랑스, 일본 특히 북한의 반발이 국제정치외교문제로 비화되었을 것은 당연하였다. 프랑스는 많은 대가에 비해 기술공여조건이 반영구적인 기술예속에 가까운 수준을 제시하여 우주개발 파트너로 부적당하였다.[10] 상대적으로 러시아는 당시 국가 경제가 무너져 독일과 미국의 지원을 받고 있었으며 '돈'만 된다면 무엇이든 팔았어야 될 절체절명의 국가 부도위기를 맞고 있었다. 따라서 한국의 유리한 협상이 가능하였을 것으로 보이며 KSLV-1의 한, 러 공동연구개발추진은 최선의 선택이었다고 생각되어진다. 당시의 상황을 고려해 보면 Levinthal의 다중대리인 모형에 따른 토너먼트계약(tournament contract)[11]으로 대리인간의 경쟁과 성과의 랭킹에 따른 보상의 실시 상호통제의 적용은 어려웠을 것으로 판단된다.

둘째, 러시아를 대리인으로 선정한 것이 최선의 선택이었음을 감안해 볼 때 정보의 공유를 통해 비대칭적 정보구조를 극복하지 못한 점은 매우 아쉬운 부분이라고 할 수 있다. 우리와 러시아는 하나의 발사체를 만들면서 1단은 러시아에서 2단은 항우연에서 각각 따로 제작하면서 정보를 충분히 공유하지 않았다. 프랑스 등 다른 나라를 제쳐두고 러시아를 선택한 가장 큰 이유는 정보의 공유를 통한 기술의 이전에 있었으나 MCTR 등 여러 가지 사정으로 인해 충분한 정보의 공유가 일어나지 않았고 발사 직전에나 1단과 2단을 조립하는 과정에서의 공유만이 이루어져 결과적으로 발사 실패에 이르게 되었다. 비록 선진국들조차 첫 번째 시도에서 성공하는 확률이 약 20%라고는 하지만 충분한 공유가 이루어 졌다면 1차시기의 페어링관련 문제는 아마 단박에 알아차렸을 가능성도 보인다. 페어링의 문제로 인한 발사 실패의 확률은 7%라는 점을 감안한다면 더욱 아쉬움이 남는 부분이라고 할 수 있다.

셋째, 이러한 주인-대리인 관계로 인해 발생하는 문제점들을 해결하기 위한 가장 효과적인 방법은 유인설계이다. 알맞은 인센티브를 설계하여 러시아(대리인)의 선호와 대한민국(주인)의 선호를 동일하게 만드는 방법이다. 발사체 개발의 경우에는 상대적 성과평가(relative performance evaluation)에 따라 서열을 정하고 차등화된 보상을 지급하는 토너먼트 이론에 의한 '강한 강도'의 인센티브 설계는 어려웠겠지만 나로호의 경우 계약당시 성공에 대한 금전적인 보상을 지급하는 조항 등을 삽입하였다면 한정적인 비용으로 최대한의 인센티브 효과를 얻어 누가 실수를 하였는지에 많은 자원을 낭비하는 대신 주인과 대리인이 같은 목적을 갖고 움직이도록 할 수 있었을 것이다. 우리나라가 첫 발사에서 성공했다면 더 큰 비용을 지불하였다 하더라도 국민들의 자신감 증가는 이루 말할 수 없었을 것이다. 만약 인센티브가 금전적인 것이라면 비용-편익 분석과 합의를 통하여 가장 합리적인 적정선을 정했다면 이는 무척 효율적인 대안으로 작용했을 것이다.

Ⅳ. 결 론

연구개발조직이 직면하는 책임성의 문제를 대응성, 책임성, 주인-대리인 이론 관점에서 검토하였다. 대응성을 기술적 수준, 관리적 수준, 제도적 수준으로 나누어 검토하면서 문제의 근본적 원인을 파악하기 위해서는 제도적 수준의 검토가 필요함을 확인 할 수 있었다. 다음으로 책임성을

9) 대량살상무기확산방지기구로 미사일기술 통제체제(MTCR) 관리

10) 조남태 (2009.10), '나로호 발사 실패의 허와 실', 한국논단

11) 상대적 성과평가(relative performance evaluation)에 따라 서열을 정하고 차등화된 보상을 지급하는 토너먼트 계약방식

검토하면서 연구개발조직의 책임성에서 가장 중요한 부분은 전문적 책임성이며 이 전문적 책임성이 연구개발조직이 처한 정치적 상황으로 인해 소홀이 되었을 때 목표의 수행에 성공하기 어렵다는 사실을 나로호의 사례를 통해서 확인하였다. 또한 주인으로서의 책임성과 대리인으로서의 책임성을 살펴보고 주인과 대리인의 목표를 일치시키기 위한 노력들을 살펴보았다.

우주발사체란 미래의 우리나라에 이익을 가져올 사업임에 틀림이 없다. 또한 적도 상공에 위성들이 들어갈 자리는 점점 채워져 나가는 상황이기에 가능한 빨리 우주강대국으로서 우리나라의 기술력으로 위성을 쏘아 올릴 수 있는 능력을 보유해야한다. 다만 이를 가능하게 하기 위해 일단 기술적인 문제에 있어서는 연구개발 과정의 생략이나 소홀함이 있어서는 안 된다. 페어링(위성덮개)이 실패의 원인이었던 사고는 73%(처음 위성을 쏘아 올렸을 경우 실패할 확률)중 3%에 불과하다. 보통 일어나지 않을 실패가 발생한 것은 어떠한 이유를 불문하고 검사가 소홀했다는 지적을 피할 수 없다. 기술적으로 완벽하여 나로호가 무결점의 완벽한 우주발사체였다면 정치적인 요소들이 아무리 개입을 하더라도 문제가 없었을 것이다. 하지만 우주발사체에는 수 만개의 부품들이 들어가며 그것에 관련된 관계자들이 수천 수만명일 텐데 그중에 문제점이 단 한 개도 없다는 것은 불가능하다. 그 수많은 문제점들을 파악하고 해결해가기 위해서는 많은 시간과 자원이 필요한데 정치라는 요소의 개입은 시간과 자원의 효율적 사용을 저해하여 실패의 확률을 높이는 주요한 원인이 될 수 있다. 한정된 자원과 시간을 효율적으로 사용하기 위해 투입량을 최소화 하고 싶은 마음이야 알겠지만 과학이란 미래에 대한 투자이기에 위에서 언급한 문제점들을 고려하여 조금만 더 여유를 갖고 3차 발사를 기다린다면 좋은 결과가 나올 수 있을 것이다.

나로호의 1차 발사 실패에도 불구하고 3일 뒤 대통령은 항우연을 방문하여 연구원들을 격려하고 그동안의 노고를 치하했다. 그러나 나로호의 연이은 실패 이후에는 정치권의 관심과 지원이 동시에 줄어들고 있는 것이 사실이다. 나로호의 3차 발사와 KSLV-Ⅱ의 발사 사업이 동시에 진행되고 있는 상황에서 추가적인 발사예산에 대한 지원이 원활히 이루어지고 있지 못하며 차기 사업도 일정과 예산의 차질을 빚고 있다. 그러나 발사체 사업은 우주개발의 역사에서 보듯이 선진국들도 20%의 성공률에 머무르고 있는 고도의 기술을 요하는 분야이다. 앞에서 살펴보았듯이 연구개발조직의 책임성과 관련된 부분은 표면적으로는 의사결정자 개인 차원의 문제로 보이나 근저에는 책임성의 성격을 결정하는 제도적 압력과 그로 인한 다양한 요소들이 존재한다. 나로호의 폭발사고는 기술적 결함으로 인해 초래되었으나 이러한 결함을 촉발시킨 것은 다양한 제도적 요인들이다. 연구개발조직의 기능과 조직이 속한 제도적 환경과 이를 조화시킬 수 있는 관리전략 등은 모든 연구개발조직이 가지고 있는 딜레마인 동시에 과학기술에 관심과 애정을 가지고 있는 이들이 같이 고민해야 할 과제이다.

공개된 자료를 바탕으로 분석을 실시하여 나로호의 개발과정에서 어떤 일들이 일어났는지 정확히 알기는 어렵다. 그러나 여러 정황들을 통해서 연구개발조직이 어떤 책임성에 충실해야 할지에 대해 진지하고 고민해 보려고 노력했다. 향후 사업을 준비함에 있어 본 분석이 조금이나마 참고가 되어 기여할 수 있기를 기대해 본다.

V. 참고문헌

과학기술처 (1997), 우리나라 우주개발중장기계획, 과학기술처

과학기술부 (2006), 국가우주개발의 효율적인 추진체계에 관한 연구, 과학기술부

과학기술부 (2006), 우주개발백서, 과학기술부

과학기술부 (2007), Space Vision 2016 제1차 우주개발진흥기본계획, 과학기술부

과학기술정책연구원 (2009), 우주개발과 우주산업의 연계 방안, STEPI Insight 제26호, 과학기술정책연구원

공현철, 임창호, 최홍택(2009), "주요 국가의 우주개발 장기 비전 비교 연구", 한국항공우주학회 학

술발표회 논문집, 한국항공우주학회, pp.514~517
교육과학기술부 (2009), 2009년도 우주개발 시행계획, 교육과학기술부
교육과학기술부 (2010), 2010년도 우주개발 시행계획, 교육과학기술부
교육과학기술부 (2009), 2009년 우주산업실태조사, 교육과학기술부
교육과학기술부 (2009), 우주개발 관련 법령・훈령・고시, 교육과학기술부
교육과학기술부(2010), 우주개발진흥기본계획 시행계획(안), 교육과학기술부
국가과학기술위원회 (2000), 우주개발중장기기본계획 수정(안), 국가과학기술위원회
안영수 (2004), 우주개발에 따른 경제적 파급효과 분석, 산업연구원
은종원 (2010), 우리나라 우주개발 나아갈 방향, 남서울대학교
윤용현 (2010), '나로에서 시작하는 우주강국의 꿈',항공우주 매거진 제4권 1호, 2010
홍창선 (2010), '과학과 정치 그리고 우주항공 기술개발',항공우주 매거진 제4권 2호,2010
이창진 (2009), 나로호 발사 이후의 우리나라 우주개발 방향, 과학기술정책연구원
최남미 (2010), "세계 각국의 우주투자 및 우주산업 현황", 항공우주산업기술동향, 한국항공우주연구원, 제8권 제1호, pp.3-11
최남미 (2009), "세계 정부의 우주분야 투자 및 우주산업 현황", 항공우주산업기술동향, 한국항공우주연구원, 제7권 제1호, pp.3-10
최수미 (2007), "국내외 우주분야 연구개발과 산업동향", 항공우주산업기술동향, 한국항공우주연구원, 제5권 제1호, pp.3-11
최수미 (2006), "우주개발 연구개발과 산업동향", 항공우주산업기술동향, 한국항공우주연구원, 제6권 제1호, pp.13-22
최홍택 (2006), "우리나라 우주개발 현황과 전망", 물리학과 첨단기술, 한국물리학회, 제15권 제5호, pp.2-6
한국과학기술기획평가원 (2009), 정지궤도 복합위성 개발사업 예비타당성 보고서, 한국과학기술기획평가원
한국과학기술기획평가원 (2008), 한국형발사체 개발사업(KSLV-Ⅱ) 예비타당성 보고서, 한국과학기술기획평가원
한국과학기술기획평가원 (2008), 한국형발사체 개발사업 예비타당성 보고서, 한국과학기술기획평가원
한국과학재단 (2006), 우주 기술동향 및 발전 전망, 한국과학재단
한국기계연구원 부설 항공우주연구소 (1995), 우리나라 우주개발중장기계획 수립을 위한 기획·조사연구, 한국기계연구원 부설 항공우주연구소
한국항공우주산업진흥협회 (2010), 세계의 항공우주산업, 한국항공우주산업진흥협회
한국항공대학교 (2005), 우주개발중장기계획 수정을 위한 기획연구, 한국항공대학교
항공우주연구원 (2007), 세계 주요 국가 우주센터 운영현황, 항공우주연구원
항공우주연구원 (2007), 주요국 우주개발 현황과 국제기구 동향, 항공우주연구원
항공우주연구원 (2007), 주요 우주 국제조약 현황, 항공우주연구원
항공우주연구원 (2007), 해외 각국의 광학 탑재체 위성 현황, 항공우주연구원
황진영 (2009), 우리나라 인공위성, 로켓개발의 현주소, 과학기술정책연구원
Arrow, K. J.(1984), The Economics of Agency, Stanford Univ. U.S.
Berle, Adolf Augustus and Means, Grrdiner Coit (1932), The modern corporation and private property, Transaction Publishers, New Brunswick, New Jersey. U.S.
Futron (2008), Futron's 2008 Space Competitiveness Index
Futron (2010), State of the Satellite Industry Report
Euroconsult (2010), Profiles of Government Space Programs
Euroconsult (2009), State of the satellite industry report

Euroconsult (2009), Satellite-based Earth Observation, Market prospects to 2018

Euroconsult (2007), world market survey of satellites to be built & launches by 2016

Euroconsult (2006), world prospects for Gorvenment Space Markets

European Space Agency (2005), The impact of space activities upon society ESA, European Space Agency

Jensen, Michael C. & Meckling, William H. (1976) Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs, and Capital Structure Center for Research in Government Policy & Business, Graduate School of Management, University of Rochester.

Levinthal, Daniel (1988), A Survey of Agency Models of Organization, Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, PA 15213, USA

Parsons, Talcott & Thompson, James D. (1967), Organizations in action: social science bases of administrative theory, McGrew-Hill.

Romzek, Barbara S. & Dubnick, Melvin J. (1987), 'Accountability in the public sector: Lessons from the challenger Tragedy', Public Adminstration Review, Vol. 47, No3, pp. 227-238

The Aerospace Corporation (2009), Annual Report

U.S. Government (2010), National Space Policy of the United States of America

Waterman, Richard W. & Meier, Kenneth J. (2004), Principal-agent model, Bureaucrats, politics, and the environment, p.19, University of Pitsburgh Press.