

산업체 주도의 차세대중형위성개발에 관한 경제성분석

연구기관 : (사)한국산업조직학회

2016. 12.

미 래 창 조 과 학 부

안 내 문

본 연구보고서에 기재된 내용들은 연구책임자의
개인적 견해이며 미래창조과학부의 공식견해가
아님을 알려드립니다.

미래창조과학부 장관 최 양 희

제 출 문

미 래 창 조 과 학 부 장 관 귀하

본 보고서를 “산업체 주도의 차세대중형위성개발에 관한 경제성분석”의
최종보고서로 제출합니다.

2016 . 12.

목차

제 1 장 개 요

제 1 절 기획연구의 추진배경	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구목표	2
3. 연구의 내용 및 범위	2

제2장 저궤도 위성의 개발 동향과 전망

제1절 세계 저궤도 위성 개발 동향과 전망	5
1. 세계 저궤도 위성 시장 현황	5
2. 세계 저궤도 위성 시장 전망	5
3. 세계 주요 저궤도 위성 시장	8

제2절 국내 저궤도 위성 개발 동향과 전망	11
1. 국내 저궤도 위성 시장 현황	11
2. 국내 저궤도 위성 시장 전망	14
3. 국내 위성의 세계진출	16

제3장 경제성 분석

제1절 경제성분석 방법론 제시	18
1. 경제성 분석 개요	18
2. 선행연구 검토	19

제2절 차세대중형위성 2단계 각 위성별 산업과급효과 분석	23
1. 산업과급효과 분석 방법론	23
2. 기본 전제 및 분석 방법 제시	26
3. 산업연관분석 과급효과 결과	28

제3절 차세대중형위성 2단계 각 위성별 경제성 편익(B/C) 분석	33
1. 편익개요	33
2. 편익항목 도출	36
3. 편익 산출	40
4. 경제성 분석 결과	71

제4장 결론	74
--------------	----

참고문헌	75
------------	----

표 목차

(표 1.1.1.1) 2016년 우주분야 예산(안)	1
(표 1.1.3.1) 발주기관 제안요청서 연구내용	3
(표 2.1.2.1) 우주개발 발전 수준에 따른 국가 분류	7
(표 2.1.2.2) 정부 위성의 민수용/군수용 대수 추이	7
(표 2.1.2.3) 국가 유형별 위성 수요	7
(표 2.1.3.1) 활용 분야에 따른 위성 운용 제도 및 운용 주체	8
(표 2.1.3.2) 정부 저궤도 위성의 임무별 발사 예정 대수	8
(표 2.1.3.3) 정부 위성(모든 제도, 군용 제외)의 임무별 발사 대수의 변화	9
(표 2.1.3.4) 정부 위성(모든 제도)의 임무별/제도별 중량 변화	10
(표 2.2.1.1) 국가 인공위성 개발 현황	11
(표 2.2.1.2) 국내 저궤도 위성별 개요 및 제원	11
(표 2.2.1.3) 국가 인공위성 세부 현황	12
(표 2.2.1.4) 국가 인공위성 세부현황(계속)	13
(표 2.2.1.5) 우주 분야별 참여현황	14
(표 2.2.3.1) 위성산업 해외진출 맞춤형 추진전략(안)	16
(표 3.1.2.1) 2010년 정지궤도복합위성개발사업의 세부 프로그램 구성	19
(표 3.1.2.2) 2010년 정지궤도복합위성개발사업의 경제성 분석 결과	21
(표 3.1.2.3) 차세대 중형위성 개발사업의 경제성 분석 결과	22
(표 3.2.2.1) 한국표준산업분류(9차 개정, 2008)	26
(표 3.2.2.2) 산업연관표 분류체계	27
(표 3.2.2.3) 위성구분과 산업연관표 적용 산업분류	28
(표 3.2.3.1) 차세대중형위성 2단계 연도별 소요 예산 내역	28
(표 3.2.3.2) 위성구분에 따른 예산	29
(표 3.2.3.3) 산업연관표 적용 산업분류	29
(표 3.2.3.4) 산업연관분석 결과(생산유발효과, 부가가치유발효과)	30
(표 3.2.3.5) 산업연관분석 결과(취업유발 및 고용유발인원)	31
(표 3.2.3.6) 기술과급효과 분석결과	32
(표 3.3.2.1) 위성별 임무 및 탑재체	37
(표 3.3.2.2) 위성별 주요개발내용 및 활용계획	37
(표 3.3.2.3) 주요개발내용별 편익항목 접근방법	38
(표 3.3.2.4) 편익항목 및 편익내용	39
(표 3.3.3.1) 수입대체 핵심부품 7종	41
(표 3.3.3.2) 수입대체 편익 산출결과	42
(표 3.3.3.3) 위성수출 편익발생기간	44
(표 3.3.3.4) 차세대 중형위성 1단계 개발사업 수출위성단가 평가결과	44
(표 3.3.3.5) 국내개발비용과 현존하는 유사탑재체 도입비용 비교	45
(표 3.3.3.6) 수출위성단가 산출결과	45
(표 3.3.3.7) 위성수출 편익	45
(표 3.3.3.8) 위성별 편익항목 및 내용	46
(표 3.3.3.9) 작물모니터링을 위한 영상구매비용 추정결과	48

(표 3.3.3.10)	대상작물 추출결과:도매가	48
(표 3.3.3.11)	농산물 가격폭락 방지로 인한 농민 편익 추정결과	49
(표 3.3.3.12)	대상작물 추출결과:소매가	49
(표 3.3.3.13)	농산물 가격폭등 방지로 인한 국민 편익 추정결과	50
(표 3.3.3.14)	5호기 기상위성 편익도출 결과	50
(표 3.3.3.15)	연도별 위험기상 피해 현황	51
(표 3.3.3.16)	위성기여율 산출	52
(표 3.3.3.17)	2015년 기상산업 사업체 및 매출액	53
(표 3.3.3.18)	부가가치율	54
(표 3.3.3.19)	기상활용산업 전기대비 증가율	54
(표 3.3.3.20)	기상활용 산업 부가가치 전망	55
(표 3.3.3.21)	기상활용 산업 부가가치 창출편익 적용 계수	55
(표 3.3.3.22)	기상활용 산업 부가가치 창출편익 추정결과	55
(표 3.3.3.23)	5호기 기상위성 편익도출 결과	56
(표 3.3.3.24)	측정망 종류	57
(표 3.3.3.25)	미세먼지 관리 특별대책 세부이행계획	58
(표 3.3.3.26)	측정망 설치목적 및 측정항목 현황('11년~'15년)	59
(표 3.3.3.27)	용도지역별 세부현황	60
(표 3.3.3.28)	지구대기측정소 설치비용	60
(표 3.3.3.29)	종합대기측정소 설치비용	61
(표 3.3.3.30)	측정망 설치비용 절감편익 추정결과	62
(표 3.3.3.31)	각종계수 산출	62
(표 3.3.3.32)	위성기여율 산출	63
(표 3.3.3.33)	6호기 환경위성 편익도출 결과	63
(표 3.3.3.34)	7호기 레이다 위성 편익항목	64
(표 3.3.3.35)	최근 10년간 호우·태풍 평균 피해액	65
(표 3.3.3.36)	위성기여율 산출	65
(표 3.3.3.37)	수자원분야 조사	66
(표 3.3.3.38)	수자원분야 조사 편익추정결과	66
(표 3.3.3.39)	C 밴드 영상레이다 공동활용 분야	67
(표 3.3.3.40)	해양오염사고 건 수 및 유출량	68
(표 3.3.3.41)	해양오염사고 저감편익 추정 결과	68
(표 3.3.3.42)	산사태 발생현황	69
(표 3.3.3.43)	산사태 피해비용 저감편익 추정 결과	69
(표 3.3.3.44)	우리나라 적조 발생 현황	69
(표 3.3.3.45)	적조 피해비용 저감편익 추정 결과	70
(표 3.3.3.46)	7호기 레이다 위성 편익 종합	71
(표 3.3.4.1)	편익 종합	71
(표 3.3.4.2)	연도별 편익과 현재가치	72
(표 3.3.4.3)	비용	72
(표 3.3.4.4)	연도별 편익과 현재가치	73
(표 3.3.4.5)	편익과 비용의 현재가치	73
(표 3.3.4.6)	비용편익 분석결과	74

그림 목차

(그림 1.1.3.1) 연구내용 구조화	4
(그림 2.1.2.1) 정부 위성의 운용궤도별 추이	6
(그림 2.1.2.2) 민간기업 위성의 운용궤도별 추이	6
(그림 2.1.2.3) 정부 위성의 운용궤도별 전망	6
(그림 2.2.2.1) 2020년까지 국가 인공위성 개발 로드맵	15
(그림 2.2.2.2) 차세대 중형위성(500kg급) 공공기관 수요	15
(그림 2.2.3.1) 위성수출 비즈니스 모델(예시)	17
(그림 3.1.1.1) 경제성분석 방법론	18
(그림 3.2.1.1) 산업과급효과 분석 방법론	23
(그림 3.2.2.1) 차세대중형위성 2단계 개발사업과 산업연관표 소분류 연계	27
(그림 3.3.1.1) 기술개발사업의 편익	33
(그림 3.3.1.2) 기술개발 산출물 활용편익	34
(그림 3.3.1.3) 편익산출 방법론	35
(그림 3.3.2.1) 제2차 차세대 중형위성 개발사업 사업비전 및 목적	36
(그림 3.3.3.1) 차세대 중형위성 발사 계획	42
(그림 3.3.3.2) 위성별 수출 목표	43

제 1 장 개 요

제 1 절 기획연구의 추진배경

1. 연구의 필요성

최근 우주기술과 산업이 국가경제의 새로운 성장 모멘텀으로 인식되는 가운데 정부는 2016년 예산은 작년 대비 20.7% 증가한 4,585억 원 규모의 우주기술 개발 계획을 확정하였다. 우주분야 예산 중 차세대 중형위성 개발사업의 예산이 2015년 30억 원에서 2016년 138억 원으로 대폭 증가하였음을 확인할 수 있다(표 1.1.1.1). 이러한 대규모 예산증가는 차세대 중형위성 개발사업의 중요성을 대신할 수 있는 하나의 지표라 할 수 있다.

차세대 중형위성개발사업의 체계적인 추진을 위해 경제성 분석이 필요한 시점이다. 아울러 사업의 연속성을 확보하기 위해 2단계 진입을 앞두고 있는 차세대 중형위성개발사업의 경제적 타당성을 확인하는 연구가 필요하다. 이에 본 연구에서는 차세대 중형위성 개발사업과 관련하여 저궤도 위성과 관련된 국내외 시장 및 개발현황 등을 조사·분석하고, 이를 바탕으로 동 사업의 경제성 분석을 통해 2단계 개발사업의 경제적 타당성을 확보하고자 한다.

(표 1.1.1.1) 2016년 우주분야 예산(안)[1]

(단위: 백만원)

사업명	'15년 예산 (A)	'16년 예산 (B)	증감율 (B-A)/A
다목적실용위성 개발사업	9,066	19,810	118.5%
정지궤도복합위성 개발사업	70,858	70,858	—
소형위성 개발사업	9,680	9,490	△2.0%
차세대 중형위성 개발사업	3,000	13,800	360.0%
한국형발사체 개발사업	255,500	269,995	5.7%
달탐사 사업	—	20,000	순증
무인이동체미래선도핵심기술개발	—	15,000	순증
우주핵심기술개발사업	23,857	31,027	30.1%
우주·해양융합연구기획심사평가사업	800	1,420	77.5%
해양극지기초원천기술개발	5,920	7,053	19.1%
과학로켓 센터 건립	1,000	—	순감
우주원자력국제협력(우주국제협력)	130	130	—
합계	379,811	458,583	20.7%

주 : 미래창조과학부 예산 기준(타부처 미포함)

2. 연구목표



본 연구는 차세대 중형위성 2단계 사업의 예비타당성 조사를 대비하여, 경제성 분석을 수행하는 것을 연구목표로 한다. 2014~2016년에 걸쳐 수행된 차세대중형위성 1,2호기 개발 사업을 바탕으로 구축된 연구결과를 통해 사업의 연속성을 확보하고, 동 사업의 예산을 확보하기 위해 예비타당성 조사를 수행해야 한다. 예비타당성 조사는 정책적 타당성, 기술적 타당성, 경제적 타당성으로 구성되어 있으며, 본 연구는 경제적 타당성을 중심으로 수행하는 연구이다.

편익분석은 차세대 중형위성 2단계 사업의 경제적 타당성을 확보하기 위해 반드시 수행되어야 한다. 이에 본 연구는 경제적 타당성에서 활용될 편익과 관련하여, 편익발생에 적용되는 논리구조를 확보하여 편익항목을 개발하는 것을 주요 연구목표로 한다. 본 연구의 목표는 2단계 사업 추진에 앞서 경제성 분석을 통해 동 위성 개발을 위한 예비타당성 조사의 기본 자료와 그 근거를 확보하는 것이다. 즉, 차세대 중형위성 2단계 사업의 편익을 산출하여, 최종적으로 비용대비 편익(B/C)을 제시함으로써 경제적 타당성을 확보하는 것을 연구목표로 한다. 편익산출에 활용될 근거자료를 확보하기 위하여 세계 저궤도 위성 산업 현황 및 시장, 개발현황 등을 조사하며, 각 위성별 비용분석을 통해 투입비용의 적절성을 확보하고 이를 바탕으로 산업연관분석을 수행한다.

3. 연구의 내용 및 범위

연구의 내용과 범위를 제안요청서의 내용을 기준으로 정리하면 다음과 같다. 첫째, 저궤도 중형위성의 시장규모 및 동향조사, 둘째, 저궤도 중형위성의 개발현황조사, 셋째, 차세대 중형위성 2단계 개발 경제성 분석 총 3가지로 요약할 수 있다. 첫 번째 연구내용인 국내외 저궤도 중형위성의 시장 규모 및 동향조사는 세계 시장현황 및 발전전망에 내용을 분석하고, 국내 위성산업체의 제조업 시장규모와 이에 부합되는 서비스 시장규모를 분석한다. 즉, 세계 저궤도 중형위성의 시장규모에 대한 현황분석을 통해 향후 시장규모를

전망하는 것을 목적으로 하며, 이는 추후 논의되는 편익분석의 기본 전제로 활용하기 위한 것이다. 아울러 국내 주요 위성산업체의 제조업 및 서비스 시장조사는 국내 위성산업과 관련된 사업체의 투자규모, 매출액 등을 분석한다. 특히 세계시장규모에 대한 전망을 통해 위성산업의 수출액을 분석하며, 이러한 수출 규모의 시장점유율 혹은 증가율 등의 자료는 편익분석의 기본전제로 활용된다.

두 번째 연구내용은 국내외 저궤도위성 개발현황을 파악하는 것으로 중형 위성의 표준 플랫폼과 탑재체에 대한 개발현황을 조사하여 편익산출이 가능한 항목을 도출하기 위함이다. 해외 저궤도 위성의 개발현황을 바탕으로 현재 제공되고 있는 서비스를 파악하고, 이에 근거한 탑재체 수요 등을 파악한다. 국내 저궤도 위성 개발현황은 기존 위성개발 현황과 기술수준을 조사하여, 2단계 위성개발에 적용가능한 탑재체의 기능을 모색하고, 이를 바탕으로 편익항목을 도출하기 위한 기본전제를 설정한다.

(표 1.1.3.1) 발주기관 제안요청서 연구내용

주요내용	세부내용
[연구내용 1] 국내외 저궤도 중형위성의 시장 규모 및 동향 조사	- 세계 저궤도 중형위성 시장 현황 조사 - 세계 저궤도 위성시장의 발전 전망 조사 - 국내 주요 위성산업체 현황 및 저궤도위성 서비스 시장 규모 조사
[연구내용 2] 국내외 저궤도위성 개발현황 조사	- 주요 선진국의 지구관측, 기상 및 환경 등 분야의 개발현황 조사 - 국내 저궤도위성 개발현황 조사
[연구내용 3] 차세대중형위성 2단계 개발의 경제성 분석	- 경제성분석 방법론 제시 - 차세대중형위성 2단계 각 위성별 산업파급효과 분석 - 차세대중형위성 2단계 각 위성별 경제성 편익(B/C) 분석 - 2단계 개발 위성에 대한 종합적인 경제성분석

세번째 연구내용인 차세대중형위성 2단계 개발 경제성 분석 방법론은 산업연관분석과 비용/편익으로 구분된다. 경제성 분석은 각각의 적용가능한 방법론에 따른 비용분석으로 산업별 투입금액을 도출하고, 이를 바탕으로 각 위성별 산업연관분석 결과를 제시하는 것이다. 비용/편익 분석은 편익항목을 도출하고, 기본전제를 바탕으로 비용/편익의 결과를 제시하는 것이다. 산업연관분석의 결과와 B/C 결과를 바탕으로 차세대중형위성 2단계 개발의 경제성 분석결과를 제시한다. 제안요구서의 연구내용을 연구를 위해 구조화하여 제시하면 다음의 그림과 같다.



(그림 1.1.3.1) 연구내용 구조화

제2장 저궤도 위성의 개발 동향과 전망

제1절 세계 저궤도 위성 개발 동향과 전망¹⁾²⁾³⁾⁴⁾

1. 세계 저궤도 위성 시장 현황

2005년부터 2014년까지 세계 위성제조 산업에서 연평균 88기의 위성이 발사되었으며, 정부의 수요가 위성 제조 산업의 가장 큰 부분을 차지하고 있다.⁵⁾ 2005년부터 2014년까지의 기간 중, 가장 많은 위성이 발사된 해는 2011년으로 116기가 발사된 반면, 2005년은 64기로 가장 적은 수의 위성이 발사되었다. 그리고 전체 885기 위성 중 650기가 정부수요 위성에 해당하며, 정지궤도 위성 163기, 저궤도 위성 74기가 상업 위성 수요에 해당한다.

위성 제조 산업을 정부 수요가 견인하는 추세는 상업 정지궤도 위성이 연평균 15기 이하로 내려간 2000년대 중반부터 두드러지기 시작하였다. 그리고 정부 수요 위성의 약 56%가 지구 저궤도에 발사되었으며, 상업 위성의 약 69%는 정지궤도에 발사되었다. 정부 수요의 $\frac{2}{3}$ 는 각국의 민간 우주전담 기구(우주청 등)에서 발사한 지구관측 위성이며, 나머지 $\frac{1}{3}$ 은 군사 목적으로 발사한다. 군사 목적으로 발사된 위성의 대부분은 미국과 러시아에서 발사한 위성이다.

위성 제조 산업 및 발사 서비스 산업의 매출은 연평균 4%로 지속적으로 성장하고 있다. 2000년 중반까지는 연매출 170억 달러에서 200억 달러 사이를 기록했고, 2009년 210억 달러를 지나 2014년에는 250억 달러로 성장하였다. 위성 제조 및 발사 서비스 산업 매출의 대부분은 정부에 의해 발생되고 있으며, 이는 약 1,600억 달러(10년간)에 해당된다. 상업 수요에 의한 부분은 약 500억 달러로, 대부분의 상업 수요는 정지궤도 통신 위성과 관련되어 있다.

2. 세계 저궤도 위성 시장 전망

2005~2014년 기간 동안 발사된 위성 수는 885기며, 2015~2024년 발사될 위성은 1,410기로 예측된다. 이 중 정부 수요 위성은 858기(61%), 상업 수요위성은 552기(39%)로 예상되며, 세계의 정부 위성 수요는 계속 증가할 것으로 보인다. 이에 따른 위성 제조 산업의 매출은 2005~2014년 1,640억 달러에서 2015~2024년 2,000억 달러로 22% 성장할 것으로 예측되고 있다.⁶⁾ 또한, 이러한 위성 수요에 기반을 둔 발사 서비스

1) 이하 데이터는 Satellites to be built and launched by 2024(Euroconsult 2015) 참조

2) 이하 데이터는 EuroConsult(현황 및 전망자료), UCS Satellite Database(목적별, 궤도별, 국가별 현황자료), Satellite Industry Association(위성산업관련 주요 정보 및 정책), Federal Aviation Administration(미연방항공국: 국가별/위성별 Vehicle Fact Sheet) 참조

3) 세계 저궤도 위성 시장 현황, 항우연 우주정책팀, 2016. 7. 29

4) 차세대중형위성 2단계 개발을 위한 기획연구 최종보고서, 부경대학교, 2016. 9. 13

5) 50 kg 이상의 위성 기준. 국제 우주정거장의 유·무인 물자 수송에 관한 내용 미포함

산업 매출은 지난 기간 460억 달러에서 향후 550억 달러 규모로 약 19% 성장할 것으로 예상된다.

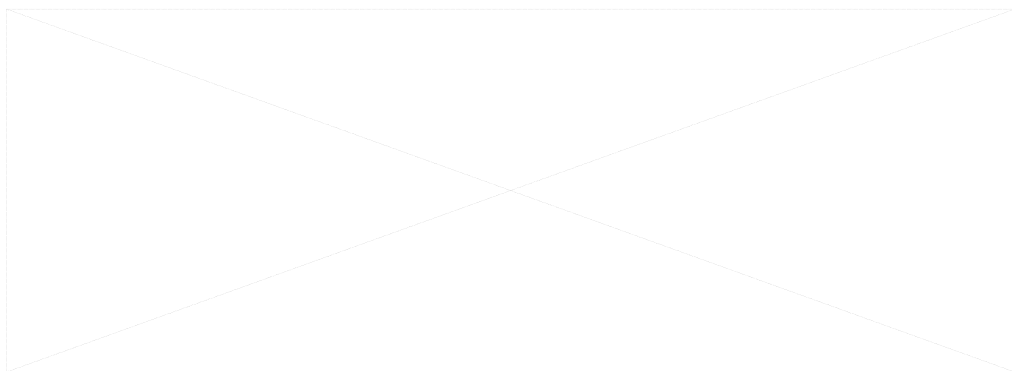
저궤도(LEO) 위성 시장의 주요 고객은 정부이며, 정부 저궤도 위성 수요는 증가 추세에 있다. 2005~2014년 발사된 총 위성 수는 885기이며, 정부 위성(647기) 가운데 367기(57%)와 상업용 위성(235기) 가운데 62기(26%)가 저궤도 위성이다. 정부 저궤도 위성은 매년 평균 36기씩 발사되어 왔고, 2014~2015년 발사 대수는 49기로 증가했다. 2014년에 발사된 전 세계 위성은 116기로, 이 중 저궤도 위성은 58기이고, 58기 중 정부 운용 위성은 49기, 민간기업이 운용하는 상업용 위성은 9기이다.



(그림 2.1.2.1) 정부 위성의 운용궤도별 추이



(그림 2.1.2.2) 민간기업 위성의 운용궤도별 추이



(그림 2.1.2.3) 정부 위성의 운용궤도별 전망

6) 소형 위성을 이용한 우주 인터넷 및 지구 관측 시스템에 대한 매출 미포함

정부 위성 수요는 각 국가의 우주개발 발전 수준에 따라 차이를 보이는데, 현재 정부 위성을 운용하고 있는 60여 개국을 우주개발 발전 수준에 따라 3개의 그룹으로 구분이 가능하다. [그룹1]은 미국, 러시아, 중국, 일본, 프랑스 등 약 15개 우주 선진국 그룹으로서 향후 10년 동안 발사될 전체 위성의 78%를 차지한다. [그룹2]는 캐나다, 이스라엘, 브라질, 한국 등 10여 개국으로서 위성을 설계·개발할 수 있는 역량을 보유하고 있으며, 정부 위성 수요를 위해 일부 해외협력을 기반으로 위성을 개발 중이다. [그룹3]은 위성개발 역량 확보의 초기단계에 있는 UAE, 칠레, 멕시코 등 35개국으로서, 통신 인프라, 자원 관리 등 국가 사회경제적 필요성과 우주 기술력 확보라는 산업적 요구에 부응하기 위해 우주 분야 정부 투자를 시작하고 있다.

(표 2.1.2.1) 우주개발 발전 수준에 따른 국가 분류

구분	해당국가
그룹1 (우주 선진국)	미국, 러시아, 중국, 일본, 프랑스 등 15개국
그룹2 (우주 중진국)	캐나다, 이스라엘, 브라질, 한국 등 10여개국
그룹3 (우주 신생국)	UAE, 칠레, 멕시코 등 35개국

90년대 중반까지 정부 위성 대부분이 정찰 등 군용이었으나, 냉전 이후 정부시장의 중심이 민수용으로 이동하였고 정부기관들의 위성 수요가 더욱 다양해지면서 민수용이 크게 증가했다. 민수용은 주로 지구관측, 기술검증, 데이터 중계, 항법, 통신, 우주과학, 탐사 등에 사용되며, 2005~2014년 민수용은 428기였고, 2015~2024년은 44% 증가한 616기가 될 것으로 예상된다.

(표 2.1.2.2) 정부 위성의 민수용/군수용 대수 추이

구분	2005 - 2014	2015 - 2024	증가율
민수용	428	616	44%
군수용	219	242	10%
합계	647	858	33%

(표 2.1.2.3) 국가 유형별 위성 수요

구분	우주 선진국 또는 중진국	신생 우주국가
민수용	지구관측(기상 포함), 기술 검증, 데이터 중계, 항법, 통신, 우주과학, 탐사 등	기술검증, 지구관측, 통신
군수용	지구관측(영상 정보, 기상 포함), 군 전용 정보수집, 신호정보, 이미지정보, 조기경보 우주상황인식, 항법, 데이터 중계 등	지구관측, 통신

3. 세계 주요 저궤도 위성 시장⁷⁾

위성은 다양한 임무에 활용되고 있으며 활용 목적에 따라 운용 궤도가 달라진다. 저궤도에서 운용되는 위성들은 주로 기상, 지구관측, 우주과학 등의 목적으로 운용되고 있다.

(표 2.1.3.1) 활용 분야에 따른 위성 운용 궤도 및 운용 주체

활용 분야		위성 운용 궤도				운용 주체		
		심우주	LEO	MEO	GEO	정부	군	기업
기상			✓	✓	✓	○○○	○	
지구관측			✓			○○○	○○○	○○
우주과학		✓	✓			○○○		
항법			✓	✓	✓	○○	○○○	○
우주상 황인 식	우주기상	✓	✓			○○		
	전자/신호 정보		✓	✓	✓		○○○	
	조기경보/미사일경보			✓	✓		○○○	
통신	광대역 통신		✓	✓	✓	○	○○○	○○
	TV/라디오 방송통신				✓	○	○	○○○
	이동전화		✓	✓	✓	○	○	○○○
	메세징, M2M		✓	✓	✓	○	○○	○○
	데이터 중계				✓	○○○	○○○	

정부 저궤도 위성의 분야별 수요를 살펴보면, 2015~2024년 정부 저궤도 위성 총 476대 가운데 지구관측 위성 시장이 222기로 가장 큰 수요를 보인다. 지구관측, 기상 위성들이 국가의 사회·경제적 발전에 중요한 역할을 한다는 인식이 확산되면서 각 국가의 정부는 자체 운용을 위해 위성을 구매 또는 개발하는 전략을 선택한다. 특히, 지구관측, 기상, 기술검증 분야의 정부 위성 수는 앞으로 더욱 증가할 것으로 보인다.

(표 2.1.3.2) 정부 저궤도 위성의 임무별 발사 예정 대수

위성 임무		활용 분야	발사 예정 대수 (‘15 ~ ‘24)
기상		- 기상 예보 및 기후변화 예측시 활용	31
지구 관측	환경	- 대기 관측 등을 통한 기후변화 및 환경 관련 정책 추진 모니터링 - 특정 기후 변수 관측에 적합한 탑재체 개발 및 운영	222

7) 세계 저궤도 위성 시장 현황, 항우연 우주정책팀, 2016. 7. 29

	해양	- 무역 항로 탐지, 풍속/풍향 등의 영향 추정 등	
	자원관리	- 식량 자원, 수자원, 산림 등 자원 관리에 활용 - 산림자원 모니터링을 요하는 글로벌 프로젝트에 활용	
	재난관리	- 자연재해 예방 및 대응 체계 개선에 활용	
	기반시설	- 국가 기반시설 구축을 위한 설계 및 토지사용 모니터링에 활용	
	에너지	- 석유, 가스 등 원거리 자원탐지, 계획수립 및 수송에 활용	
	위치기반 서비스	- 모바일 기기 등에서 위치정보와 통합한 다양한 어플리케이션	
기술검증		- 우주급 부품 기술검증 및 다양한 우주물체 시험	75
정찰		- 우주기상, 조기경보, (신호, 전자)정보수집, 해양감시 등	76
우주과학/탐구		- 지구과학 및 천문물리 연구 등	32
항법		- 위성신호를 이용한 위치 파악	5
통신		- 위성간의 중계, 광범위한 지역의 단말기(이동, 고정)간 무선통신	32
기타			3

(표 2.1.3.3) 정부 위성(모든 궤도, 군용 제외)의 임무별 발사 대수의 변화

위성 임무	2005-2014	2015-2024	증가대수 (증가율)
지구관측	123	214	91 (74%)
과학/탐사	73	81	8 (11%)
통신	80	127	47 (59%)
기상	31	56	25 (80%)
항법	55	60	5 (9%)
기술검증	41	57	16 (40%)
우주안보	25	21	-4 (-16%)

위성의 활용분야별 중량의 변화를 살펴보면, 저궤도 지구관측과 기술검증 위성은 1톤 미만으로 중소형화 되어가고 있음을 알 수 있다. 이에 따라 위성 개발 사업에 있어서, 중소형 위성에 대한 조사 분석이 필요할 것으로 보인다.

(표 2.1.3.4) 정부 위성(모든 궤도)의 임무별/궤도별 중량 변화

(단위 : kg)

활용분야별 위성 평균 중량	2005 - 2014	2015 - 2019	2020 - 2024
기상 (LEO)	2,395	2,780	2,800
기상 (GEO)	2,450	3,720	3,680
지구관측 (LEO, 민수용)	1,180	910	900
지구관측 (LEO, 군수용)	3,950	3,120	4,170
통신 (비GEO/HEO)	410	250	350
통신 (GEO, HEO)	3,520	3,860	3,120
항법 (MEO)	1,470	1,350	1,970
항법 (비MEO)	2,120	2,280	3,330
기술 검증	680	510	380
과학 및 탐사	1,580	1,640	2,140
우주 안보	1,910	2,260	2,020

최근 지구관측 위성 시장에 소형 위성군 배치 등 혁신적인 개념을 도입한 신규 기업들이 등장하고 이들에 대한 투자가 증가하고 있으며, 기존 위성영상 서비스 기업들도 새로운 분석기술을 이용하여 위성영상의 부가가치를 높이고 있어 지구관측 시장은 지속적으로 커질 것으로 전망된다.

현재까지는 Airbus, DigitalGlobe 등 소수 우주기업들이 세계 지구관측 서비스 시장을 독점하고 있다. 이 기업들은 주로 고해상도 영상을 판매하며, 고객 요구조건에 맞게 설계된 탑재체에 내장된(on-board) 데이터 처리 기능을 보유한 고성능 위성을 운영한다. 새로 경쟁에 뛰어든 기업들은 IT, 정보분석(analytics) 분야의 기업들로서 위성운영 관측주기를 단축하고 웹 기반으로 영상 또는 영상기반 분석정보 서비스를 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 이들은 저비용의 제조, 발사, 운영이 가능한 소형위성을 주로 운용하고 지상 시스템을 통해 데이터의 품질을 높이려고 노력하고 있다. 최근에 Planet Labs는 BlackBridge를 인수하였고, UrtherCast는 Deimos의 위성과 데이터를 인수하여 기존 기업의 판매망에 있던 고객층을 확보함으로써 신규 시장진입에 따른 장벽을 해소하고 있다. 점차 데이터 중심(data-driven) 사회로 진입함에 따라 위성정보 수요가 다양한 산업 분야로 확산되고 있기 때문에 위성 운영 또는 위성정보 서비스 기업들이 계속적으로 증가할 것으로 보인다.

제2절 국내 저궤도 위성 개발 동향과 전망⁸⁾⁹⁾

1. 국내 저궤도 위성 시장 현황

국내 위성은 1992년 우리별 1호를 시작으로 2015년까지 13개의 위성을 발사하여 궤도에 안착시켰으며, 6개의 위성이 개발 중에 있다. 국내 저궤도 위성은 다목적 실용위성 개발을 통해 선진국 수준의 기술을 습득하고 있다. 초창기 과학위성 등 주로 소형위성 제작에 머물던 위성 제작 기술이 저궤도 관측위성, 정지궤도 위성 제작을 독자적으로 수행할 수 있을 정도로 발전했다.

정지궤도 위성인 천리안 위성의 개발로 세계 7번째 기상위성 보유국이 되었으며, 해양관측 및 다양한 통신서비스의 제공이 가능한 다목적 실용위성^{3A}의 개발로 공공수요 위성영상의 독자 공급 및 상업적 수요를 충족할 수 있게 되었다.

(표 2.2.1.1) 국가 인공위성 개발 현황

위성구분		개발 완료 (13기)		개발 중 (6기)	비고
		운영종료 (9기)	운영중 (4기)		
저궤도 관측위성 (고도 500 ~700km)	소형위성 (0.1톤)	우리별 1/2/3호 과학기술위성1/2/3호 나로과학위성	—	차세대소형위성1호 (‘17년 발사)	
	중형위성 (0.5톤)	—	—	차세대중형위성 1호(‘19년 발사) 2호(‘20년 발사)	
	다목적 실용위성 (1톤)	다목적실용위성 1/2호	다목적실용위성 3/5/3A호	다목적실용위성 6호(‘19년 발사)	
정지궤도 위성 (3톤) (고도 36,000km)		—	천리안위성	정지궤도복합위성 2A/2B (‘18/‘19년 발사)	

(표 2.2.1.2) 국내 저궤도 위성별 개요 및 제원

위성	개요	탑재체	해상도	중량
다목적 실용위성 1호	한반도 전자지도 제작 및 재 해 감시를 위한 저궤도 실용 위성 개발	광학카메라	6.6m(흑백)	460.0kg
다목적 실용위성 2호	한반도 정밀관측을 위한 고 정밀 저궤도 실용위성 개발	광학카메라	1m(흑백) 4m(컬러)	800.0kg

8) 2015년 우주산업 실태조사 보고서, 한국우주기술진흥협회, 2015. 12. 11

9) 차세대중형위성 2단계 개발을 위한 기획연구 최종보고서, 부경대학교, 2016. 9. 13

다목적 실용위성 3호	초정밀 지구관측 등 국가 영 상정보 수요충족을 위한 저 궤도 실용위성 개발	광학카메라	0.7m(흑백) 2.8m(컬러)	1,000.0kg
다목적 실용위성 5호	한반도의 전천후 관측을 위 한 영상레이다 탑재 저궤도 실용위성 개발	전천후관측 영상레이다 (SAR)	1m 이상 (최대 해상도)	1,400.0kg
다목적 실용위성 3A호	적외선 영상정보 자주적 확 보를 위한 적외선 카메라 탑 재 저궤도 실용위성 개발	광학/적외선 카메라	—	1,100.0kg
다목적 실용위성 6호	지리정보, 해상/기상관리, 재 난관측, 환경관측 등을 위한 서브미터급 해상도의 지구 저궤도 영상레이다 위성개발	전천후관측 영상레이다 (SAR)	—	1,700.0kg

(표 2.2.1.3) 국가 인공위성 세부 현황

구 분	우리별위성			과학기술위성				
	1호	2호	3호	1호	2호	3호	나로과학위성	차세대소형호
개발목적	위성개발 인력양성	위성개발 인력양성	지구관측 기술개발	원자외선 우주연구, 우주환경연 구	발사체검증, 대기환경 연구	근적외선 우주연구, 지구관측	발사체검증, 국내기술 검증	핵심기술검증 우주과학연구
사업기간	'90.1~'94.2 (동시개발)		'95.10~ '99.8	'98.10~ '03.12	'02.10~ '10.12	'06.12~ '14.2	'11.1~ '13.2	'12.6~ '17.5
중 량	49kg	48kg	110kg	106kg	100kg	170kg	100kg	100kg
운용고도	1,300km	800km	720km	680km	300~1,500 km	600km	300~1,500k m	미정
임무수명	5년	5년	3년	3년	2년	2년	1년	2년
주요성능	전자광학 카메라 (해상도 400m,4k m)	전자광학 카메라 (해상도 200m,2k m)	전자광학 카메라 (칼라해상 도 15m)	원자외선 카메라 우주물리 센서	라디오미터 레이저 반사경	근적외선 카메라, 영상분광 기 (해상도30 m)	열영상카메라 (300m~2km) 펄스초 레이저 등	핵심우주 기술 우주환경 검증
발 사 체	Ariane-4 (프)	Ariane-4 (프)	PSLV (인)	Cosmos (러)	나로호 (한국)	Dnepr (러)	나로호 (한국)	미정
발 사 장	쿠르 (프)	쿠르 (프)	샤르 (인)	플레세츠크 (러)	고흥 (한국)	야스니 (러)	고흥 (한국)	미정
발 사 일	'92.08.11	'93.09.26	'99.05.26	'03.09.27	1차:'09.08. 25 2차:'10.06. 10	'13.11.21	'13.01.30	'17중 (예정)
운용현황	임무종료 ('96.12) 운용종료 ('04.08)	임무종료 ('97.12) 운용종료 ('02.10)	임무종료 ('01.04) 운용종료 ('02.12)	임무종료 ('06.05) 운용종료 ('09.05)	1차: 궤도진입 실패 2차: 발사실패	임무종료 ('15.11)	임무종료 ('14.01) 운용종료 ('14.04)	개발 중

(표 2.2.1.4) 국가 인공위성 세부현황(계속)

구 분	다목적실용위성						차세대 중형위성	정지궤도위성	
	1호	2호	3호	3A호	5호	6호	1호/2호	천리안 위성	복합위성 2기
개발목적	지구 관측 (광학)	지구 정밀관측 (광학)	지구 정밀관측 (광학)	지구 정밀관측 (광학+ 적외선)	전천후 지구관측 (영상 레이다)	전천후 지구관측 (영상 레이다)	지구관측 (EOS 전자광학)	공공통신/ 해양 기상관측	기상/해양/ 환경관측
사업기간	'94.11 ~'00.1	'99.12 ~'06.11	'04.8 ~'12.8	'06.12 ~'15.6	'05.6 ~'14.12	'12.12 ~'19.11	'15 ~ '19	'03.9 ~'10.12	'11.7 ~'19.9
중량(kg)	470kg	800kg	980kg	1,100 내외	1,400 내외	1,400 ~1,800	500kg	2,500kg	기상(3,620) 해양/환경 (3,500)
운용고도	685km	685km	685km	528km	550km	505km	500km	36,000k m	36,000km
임무수명	3 년	3 년	4 년	4 년	5 년	5 년	4 년	7년	10년
주요성능 (해상도)	흑백 6.6m	흑백 1m 칼라 4m	흑백 0.7m 칼라 2.8m	흑백0.55m 칼라 2.2m 적외선5.5m	레이다 영상 1m/3m/20 m	레이다 영상 0.5m/3m/20 m	흑백 0.5m 칼라 2m	기상 1km 해양 500m	기상 1km 해양 250m 환경 7km
발 사 체	Taurus (미)	Rockot (러)	H2-A (일)	Dnepr (러)	Dnepr (러)	미정	미정	Ariane-5 (프)	Ariane-5 (프)
발 사 장	반덴버그 (미)	Plesetsk (러)	다데카바 (일)	Yasny (러)	Yasny (러)	미정	미정	꾸르 (프령)	꾸르 (프령)
발 사 일	'99.12.21	'06.7.28	'12.5.18	'15.3.26	'13.8.22	'19.하 (예정)	'19.하 (예정)	'10.6.27	2A'18.상 (예정) 2B'19.상 (예정)
운용현황	임무종료 (‘07.12) 운용종료 (‘08.2)	임무종료 (‘15.9)	임무 수행 중	임무 수행 중	임무 수행중	개발중	2기 개발중	임무 수행중	2기 개발중

국내 위성분야 2014년도 산업체 매출액은 23,089억원으로서, 위성활용 서비스·장비 분야가 97.2%(22,439억원), 위성체 제작 분야는 2.1%(490억원), 위성지상장비 분야는 0.7%(160억원)를 차지하고 있다. 위성활용 분야의 참여 기업 수는 117개, 위성체 제작 분야는 40개, 위성지상장비(지상국 및 시험시설 기준) 분야는 21개로 파악되고 있다. 위성 분야 산업체의 매출액은 '10년 이후 지속적인 성장을 보이고 있으나, 아직까지는 위성 활용 분야가 위성체 제작 분야보다 큰 비중을 차지하고 있다.

세계 위성산업 매출액 기준으로 위성서비스 분야(위성방송통신, 지구관측 등)가 위성산업 전체 매출액 (2,030억 달러) 가운데 60%(1,229억 달러)의 비중을 차지하고 있다. 최근 2009년 928억 달러에서 2014년 1,229억 달러로 증가하는 등 지속적인 성장을 보이고 있으며, 한국도 세계 추세와 비슷하다고 볼 수 있다. 아직까지는 위성체 제작 국

내 수요가 한정적이고 한 개의 특정 기업이 수출을 주도하고 있어 산업 전반의 균형 있는 생태계 구축이 필요하다.

(표 2.2.1.5) 우주 분야별 참여현황

[단위: 개]

분야		기업체		연구기관		대학		전체	
위성체 제작		40		8		18(20)		66(68)	
발사체 제작		60		5		13(15)		78(80)	
지상장비	지상국 및 시험시설	55	21	5	4	8(8)	5(5)	68(68)	30(30)
	발사대 및 시험시설		38		3		4(4)		45(45)
우주보험		8		—		—		8	
위성활용 서비스 및 장비	원격탐사	117	28	10	10	25(35)	17(23)	152(162)	55(61)
	위성방송통신		57		3		6(8)		66(68)
	위성항법		42		4		9(9)		55(55)
과학연구	지구과학	9	5	14	4	38(54)	15(17)	61(77)	24(26)
	우주 및 행성과학		3		11		27(30)		41(44)
	천문학		4		1		13(14)		18(19)
우주탐사	무인우주탐사	2	2	7	5	11(11)	8(8)	20(20)	15(15)
	유인우주탐사		—		3		5(5)		8(8)
합계		248		27		56(104)		331(379)	

주 : 대학 수 기준(학과 기준), 세부분야별 참여현황은 중복, 합계는 기관수 기준

2. 국내 저궤도 위성 시장 전망

향후 국내 위성 수요 시장은 크게 증가할 것으로 전망된다. 2012년 교육과학기술부는 국가 우주개발 미래비전을 준비하면서 위성개발 및 활용 관련 총 40여개 정부부처와 연구기관을 대상으로 위성 수요를 조사하였다. 조사대상 기관들은 2040년까지의 위성 개발 수요를 제시하였는데, 대형위성 수요를 제외한 500kg급 위성 수요를 정리하면 2040년까지 총 40기의 위성수요가 제기되었다. 40기는 기관들이 제기한 수요 위성을 1기로 계산하여 합산한 수치이며, 한 기의 위성 수명이 종료된 후에도 임무 지속성을 위해 추가 위성이 필요하다고 가정하면 향후 25년간 위성 수요는 40기를 넘는다고 볼 수 있다.

기상 및 기후변화 관측, 농업 등 자원 생산현황 모니터링, 재해재난 대응 체계 구축 등 공공수요에서 위성 데이터의 수요가 급격히 증가하고 있으며, 부처별로 위성 데이터 활용 연구가 활발하게 진행되고 있다. 경찰이나 안보 관련 위성 데이터는 민간 기업 시장이 형성되어 있으나 기상, 환경, 자원관리 및 우주관측/탐사 분야는 정부 위성이 큰 역할을 차지하고 있기 때문에 공공투자를 통한 위성 개발 수요가 지속적으로 확대될 것으로 보인다.

정부의 저궤도 위성 개발 전략은 지구관측용 다목적실용위성, 표준형·수출전략형 차

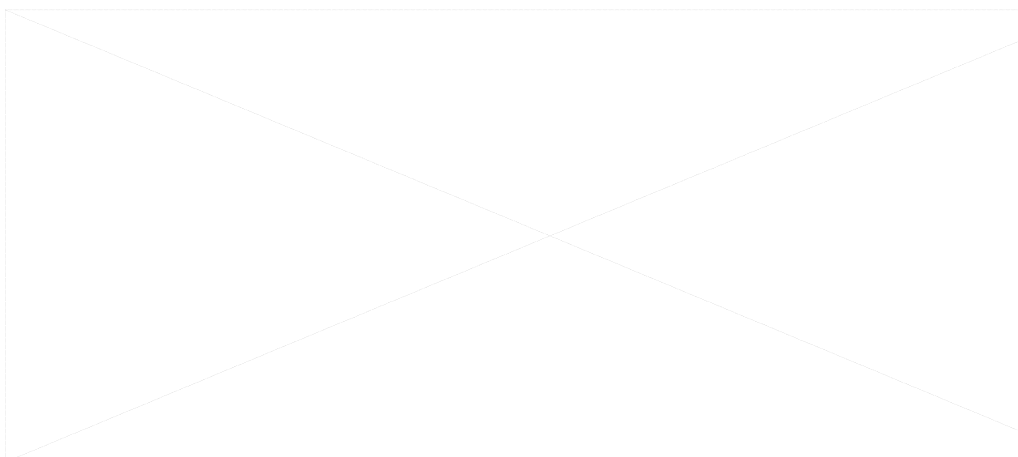
세대중형위성, 우주과학·연구용 차세대소형위성으로 구분하여 살펴볼 수 있다. 다목적실용위성은 공공안전과 국토·자원 관리 등을 위해 서브미터(sub-meter)급 초정밀 광학영상과 전천후 상시 지구관측이 가능한 레이더 영상 위성에 초점이 맞추어져 있다. 또한, 광학위성의 경우 현재 운용 중인 3A호 이후 7호 개발을 준비 중에 있다. 레이더 영상 위성은 6호를 개발 중으로서 0.5m 이하급 레이더 탑재체를 국내 주도 개발로 추진하고 8호부터 국내 독자개발로 지속적으로 개발할 계획이다.

차세대 중형위성은 중·저해상도 광역관측과 기상·해양·환경 관측 등 공공분야 관측 수요 대응 및 관측주기 단축에 초점이 맞추어져 있다. 공공수요 목적 외에 시스템 자체는 500kg 표준 본체 확보를 통한 개발비용 절감 및 개발기간 단축을 목표로 하고 있으며, 이를 통해 실용위성 양산체계를 구축하고 산업체 주도로 개발하여 해외 수출로 연계할 예정이다.

우주개발 중장기 계획에 따르면 탑재체 또한 차세대 중형위성의 다양한 임무 수행을 위해 고성능 및 융합형 신기술 적용 탑재체를 국내 주도로 개발하는 것을 목표로 하고 있다. 전자광학 카메라, 마이크로파 영상기, 레이더 탑재체, 초분광기, VHF 디지털해상통신기 등 국내 수요 대응 및 해외 수출용 국산화 고유모델을 개발하는 것을 포함하고 있다.



(그림 2.2.2.1) 2020년까지 국가 인공위성 개발 로드맵



(그림 2.2.2.2) 차세대 중형위성(500kg급) 공공기관 수요

3. 국내 위성의 세계진출

국내에선 2021년 2호기 복제품 0.5m급 광학위성을 페루에 수출하고자 계획하고 있다. 산업체 주관으로 개발된 2호기의 검증을 2020년 하반기에 완료하고자 계획하고 있으며, 2016년 페루의 첫 광학위성(Peru Sat-1 : 0.7m급)이 발사된 후, 2020년에 후속 위성의 발주가 필요할 것으로 예상하고 있다. 한국-페루간 위성정보 활용(위성영상 교환) 공동 협력이 진행 중이며 다양한 협력으로 우호적인 관계가 유지 중이다.

2023년 7호기 복제품 C 밴드 레이더 위성을 태국 또는 UAE에 수출하고자 계획하고 있으며, 7호기 C 밴드 레이더 위성 검증은 2023년 완료될 예정이다. 다수의 실용급 광학 위성 운용 및 우주 인프라를 갖춘 태국과 UAE는 보다 업그레이드 된 위성영상활용 시스템을 구축하기 위해 레이더 위성 확보에 관심이 고조되고 있다. 미래부와 UAE Space Agency간의 체결될 MOU 등 향후에도 수출로드쇼 및 공동워크숍을 통해 우호적인 관계를 유지할 것으로 예상된다.

위성 플랫폼을 공동으로 활용하는 방안으로 탑재체를 상호 제공하고 국가간 위성 공동 개발을 추진하고 있으며, 마이크로 탑재기(5호기) 및 초분광기(6호기) 개발과 관련해 해외 공동 개발사를 적극 유치하여 탑재체를 공동으로 개발하고자 추진하고 있다. 이것은 위성 본체로서 차세대 중형위성 플랫폼을 한국이 제공하고 해외국가와 탑재체를 공동 개발하거나, 해외국가가 단독으로 개발하여 책임지는 방식으로 이루어질 예정이다.

그 외, 해외 신규 임무로는 2단계 사업에 포함되지 않은 새로운 탑재체를 고객이 요구할 경우 산업체는 시스템 및 탑재체 접속을 담당하고, 기술력을 보유한 항우연은 탑재체 개발을 고려하고 있다.

정부는 PSA(Production Sharing Agreement, 생산물분배계약), ODA, 한류 활용 등의 관련 국가별 방안을 마련하고 있다. PSA는 투자자금 회수 방법이며, ODA는 자금조달 방법이다. 이와 같이 위성수출에 있어 특히, 저개발국가 대상 우주개발 자금 조달 및 투자 자금 회수 방안 등 다양한 모델 개발 필요하다.

(표 2.2.3.1) 위성산업 해외진출 맞춤형 추진전략(안)

관련 국가	전략	내 용	수출모델
미국, 유럽, 인도네시아, 페루 등	옵셋 계약 추진	- 국내개발 위성 부품 수입 해외계약 시 국내개발 품 옵셋 계약 유도 - T-50, KT-1, 원전 등의 수출시 상대국에 위성 및 위성관련 부분 패키지 제공	KSP-1500 KSP-1000
페루, 칠레, 중앙아시아, 몽골 등	광물자원국 대상	- 전략/희귀 자원 보유국가에 대한 현물대금 도입 (PSA) - 광물자원공사등과 공조 추진	KSP-500 SpaceEye-1
페루, 몽골, 등	ODA 활용	- ODA기획연구를 통한 맞춤형 전략 도출 - 상대국의 니즈에 적합한 위성활용 솔루션 개발 - 관련 기관 협의를 통한 ODA 신청 유도	KSP-500 SpaceEye-1

관련 국가	전략	내 용	수출모델
페루, UAE, 터키, 태국 콜롬비아등	국가수요 위성개발시 공동 개발	- 우리나라 개발 위성과 동급의 위성을 수출하여 공동 운영(한반도 재방문 주기 감소 및 국가위성 개발예산 절감)	KSP-1500 KSP-1000
미국 유럽	대규모 위성개발 프로젝트 참여	- Space-X의 전세계 인터넷 위성 구축 참여(국 내 통신 서비스 회사 참여 유도) - 유럽의 항법 위성(GPS) 구축 참여	CAS-100 SpaceEye- 10
태국	국가우호도 및 한류 활용	- 현지 마케팅을 통한 적극적 공략(현재 태국에 제안서 제출중이나 태국소요 및 정권교체로 잠시 중단)	KSP-1000 KSP-1500 SpaceEye- 1

위성수출 자금조달(자금원천), 계약, 개발 및 운영, 자금회수 등의 방법에 따라 위성수출 모델을 달리할 수 있다. 예를 들어 건설산업에 많이 활용되고 있는 BOT(Build-Own-Transfer) 방식을 위성수출에 적용하게 되면 위성개발 및 지상국 설치 후, 일정기간 동안 직접 운영하여 소요자금에 대한 대가를 보상받으며, 운영기간 종료 후 발주처(정부 또는 공공기관)에 소유권 양도하게 된다. BOOT(Build-Own-Operate-Transfer)는 위성시스템 구축 후, 소유권이 사업자에 귀속되어 일정기간 동안 운영하고, 정부에게 소유권을 양도하는 방식으로 BOT와 큰 차이가 없으나, 사업자에 의한 소유를 강조하고 있다. BTL(Build-Transfer-Lease)은 사업자가 위성시스템 구축 후, 시설 소유권을 발주처에 양도하고, 관리운영권 또는 무상사용 수익권을 부여 받아 운영하는 방식으로, 수익 확보가 어려울 경우 적용할 수 있다. 위성수출의 성공률을 높이기 위해서는 이와 같이 위성 수요국 상황에 부합하는 자금조달이나 회수 방식을 검토할 필요가 있다.



(그림 2.2.3.1) 위성수출 비즈니스 모델(예시)

제3장 경제성 분석

제1절 경제성분석 방법론 제시

1. 경제성 분석 개요

본 연구에서는 사업예산을 중심으로 산업연관분석과 비용-편익분석을 수행한다. 산업연관분석은 투입에 따른 각 유발효과의 크기를 산출하고, 기술과급효과를 산출한다. 각 위성의 임무와 역할을 중심으로 편익항목을 도출하고, 비용과 비교하여 B/C 분석을 수행한다. 이를 종합하여 차세대 중형위성 2단계 개발의 경제적 효과를 제시한다.



(그림 3.1.1.1) 경제성분석 방법론

본 연구의 목적은 경제성 분석을 통해 2단계 차세대 중형위성 개발사업의 경제적 타당성을 확보함에 있다. 예비타당성 평가에 바로 활용할 수 있도록 하는 것을 목적으로 하며 이를 위해 제3장은 다음과 같이 구성한다. 1절에서는 경제성 분석 방법론을 제시한다. 기존 예비타당성 평가에서 활용된 다양한 경제성 분석 방법론을 살펴본다. 특히 예비타당성 평가에 적용되었던 편익산출방법을 검토하고, 인정/불인정 여부와 사유를 분석하여 시사점을 도출한다. 2절에서는 산업연관분석을 통해 차세대 중형위성 2단계 사업의 경제적 파급효과를 산출한다. 특징적으로 위성의 본체와 탑재체를 구분하여 해당 산업분류를 연계하고, 연도별 파급효과를 측정한다. 3절에서는 비용-편익분석을 수행한다. 차세대 중형위성 2단계 사업의 사업목표와 위성별 임무 및 역할을 바탕으로 편익항목을 도출하고, 편익분석 결과를 제시한다. 편익산출결과와 비용분석결과를 연계하여 최종적으로 B/C-ratio를 산출하여 사업의 경제적 타당성 여부를 제시한다. 4절에서는 산업연관분석과 비용편익 분석결과를 종합하여 제시하고, 차세대 중형위성 2단계 사업의 경제적 효과를 산출한다.

2. 선행연구 검토

본 절에서는 위성과 관련된 예비타당성 조사보고서를 검토하여 활용가능한 편익을 도출하는 것을 목적으로 한다. 대표적으로 우주기술개발과 관련된 예비타당성 평가는 ①한국형발사체[KSVL-Ⅱ]개발사업(2008), ②정지궤도 복합위성 개발사업(2009), ③정지궤도 복합위성 개발사업(2010), ④차세대 중형위성 개발사업(2013) 이상 4개에 해당한다. 한국형발사체 개발사업의 경우 위성기능 및 임무보다는 발사체 개발에 관련된 것이므로 제외한다. 정지궤도 복합위성 개발사업의 경우 2009년 평가결과(타당성 없음)를 바탕으로 2010년에 개선된 기획보고서가 평가되었으므로 정지궤도 복합위성 개발사업(2010)을 분석대상으로 선정한다. 차세대 중형위성 개발사업은 본 사업의 1단계에 해당하는 것으로 분석에 포함한다.

정지궤도 복합위성 개발사업(2010), 차세대 중형위성 개발사업(2013) 두 개에 대한 예비타당성 평가 결과를 바탕으로 인정된 편익항목을 추출하고, 본 사업의 적용가능성을 검토한다. 인정받지 못한 편익항목의 경우 그 사유를 확인하고 본 사업의 편익으로 적용 가능한지를 확인한다. 또한 두 개의 위성개발사업 예비타당성 평가 검토하여 부각된 쟁점을 확인하여, 본 사업의 예비타당성 평가 시 논쟁을 최소화하는 것이 선행연구 검토의 주안점이다.

가. 2010년 정지궤도복합위성개발사업 예비타당성조사

정지궤도복합위성개발사업(2010)(이하 정지궤도복합위성개발사업)은 공공목적의 위성수요를 충족하고 세계 우주산업 시장진출의 기반을 마련하기 위해 위성개발 및 운용을 국가사업으로 진행한다는 목표를 제시하고 있다.

(표 3.1.2.1) 정지궤도복합위성개발사업의 세부 프로그램 구성

구분	세부 구분
시스템	
위성본체	기계/구조계
	열 제어 계
	추진계
	자세제어계
	전력계
	원격측정명령계
	관측자료송수신계
	탐재소프트웨어계
조립 및 시험	
지상국	
해외기술자문	
사업관리 및 품질보증	
발사 및 보험	
탐재제	기상탐재제
	해양탐재제
	환경탐재제

경제성 분석을 위해 기술개발 분야에 대응하는 편익으로 ‘기상·해양·환경 탐재체가

생산하는 자료의 활용 편익', '위성산업 직접진출 가능성'이상 두 가지를 기준으로 각각의 편익을 산출하였다. 이 가운데 '위성산업 직접진출 가능성' 편익은 특허에 관련된 분쟁소지와 기술력을 이유로 제외되었다. 따라서 위성 탑재체에서 생산된 자료를 기준으로 위성 자료의 활용을 통해 발생할 편익을 중심으로 분석이 수행되었다. 기상탑재체의 생산자료 활용편익의 경우 사업시행 이후에 추가적으로 발생한 부분만을 편익으로 인정하였다. 기상재난으로 인한 사회적 비용감소 부문과 기상자료 활용으로 인한 사회적 편익 증가에 의한 부문으로 나누어 정량화하였다.

기상탑재체의 경우 2단계 차세대 중형위성 기술개발사업의 5호기 기상위성 탑재체의 수집자료와 유사한 맥락으로 이해할 수 있다. 탑재체의 기능 측면에서 차별성 있는 정보가 수집되지만 자료활용으로 인하여 발생하는 편익은 유사하게 접근 가능하다는 것이다. 특히 기상재해 피해감소 편익과 기상정보활용 산업 부가가치 창출편익은 고해상도의 위성자료가 확보됨에 따라 차세대 중형위성 기술개발사업의 편익으로 활용가능하다. 또한 정지궤도복합위성개발 사업에서는 기상정보활용 산업의 매출액과 부가가치를 특정기업을 대상으로 조사한 결과를 제시하였다. 하지만 본 연구에서는 기상산업통계가 2014년부터 생산, 공표되고 있기 때문에 보다 정확한 통계를 활용한 편익추정이 가능하다는 점이 특징적이다.

기상 탑재체 활용 편익

= 기상재해인명피해감소편익 + 기상재해재산피해감소편익 + 항공기 지연 및 결항방지 편익 + 기상정보 서비스산업 부가가치 창출편익 + 기상정보활용산업 부가가치창출편익 + 기상정보활용산업 비용절감편익

해양탑재체의 생산 자료 활용 편익 역시 시행을 통해 추가적으로 발생한 부분만을 인정하였다. 피해 예측을 통한 사회적 비용감소, 어획량 증가의 사회적 편익 증가를 분석하여 정량화하였다.

해양 탑재체 활용 편익

= 적조피해 감소편익 + 어장정보 수입대체 편익 + 어장정보서비스 사업화 편익 + 항만공사 설계비 절감편익 + 해양오염피해 감소편익 + 해양조사비용 절감편익

2단계 차세대 중형위성 기술개발사업에서 해양 탑재체와 유사한 활용을 목적으로 하는 중형위성은 7호기에 해당한다. 정지궤도 복합위성을 통해 수집된 위성자료 중 보다 정밀하게 수집되는 항목은 적조 피해와 해양오염피해에 관련된 자료이다. 따라서 정지궤도 복합위성개발사업에서 편익으로 인정받은 적조피해, 해양오염피해 감소편익은 2단계 차세대 중형위성 기술개발사업에서 편익으로 활용가능함을 의미한다.

기상탑재체와 해양탑재체 활용편익 분석을 통해 도출된 시사점은 전체 예보정확도 제고에서 차지하는 비중인 위성자료의 기여율을 제공했다는 점이다. 위성자료 확보에 따라 사회적 비용감소 혹은 부가가치 창출편익이 발생되었을 때, 위성자료의 기여율을 적용하여 최종적으로 편익을 추정했다는 점이다. 위성자료의 기여율은 예보정확도 제고에서 위

성자료가 차지하는 비중을 의미하며, 8.2%를 적용하였다. 위성자료의 기여율은 정지궤도 복합위성과 저궤도 중형위성 간의 차이가 존재할 것으로 판단된다. 따라서 본 연구의 편익추정 시 저궤도 중형위성의 기여율을 적용하는 것이 필요하다.

환경 탑재체의 생산 자료 활용 편익의 경우, 정량화 가능한 자료 부족 및 예측 불가능한 부분으로 인해 편익으로 인정받지 못한 항목이다.

환경 탑재체 활용 편익
= 대기오염 예측을 통해 조기사망률 감소 편익

정지궤도 복합위성개발사업의 경제성 분석결과는 (표 3.1.2.2)와 같이 제시되었다. 위성수명에 따라 차이를 보이고 있으며, 기상위성의 편익비중이 높은 것으로 나타났다.

(표 3.1.2.2) 2010년 정지궤도복합위성개발사업의 경제성 분석 결과

위성수명	기상위성 B/C	해양환경위성 B/C	순편익 현재가치	사업전체 B/C
7년	0.874	0.356	-2313.0	0.601
10년	1.137	0.462	-1298.2	0.781
13년	1.354	0.548	-433.8	0.928

정지궤도 복합위성개발사업의 경제적 타당성 분석결과를 바탕으로 도출된 시사점은 위성수명에 따른 편익발생기간이다. 정지궤도 복합위성 개발사업은 위성수명에 대한 정확한 내용이 없는 상태에서 경제적 타당성 분석 시 위성 수명에 시나리오를 적용하여 사업의 경제적 타당성을 제시하였다. 따라서 본 연구에서는 각 위성의 편익을 산출할 때, 각 위성의 발사시기와 임무수명을 반드시 고려하는 것이 필요하다.

나. 2013년 차세대 중형위성 기술개발사업

차세대 중형위성 개발사업은 ‘공공수요 대응 차세대 중형위성(500kg급) 3기 국내 독자개발’, ‘중형급(500kg급) 위성 표준 플랫폼 개발’, ‘위성기술 자립화 도모’, ‘위성분야 산업체 육성’이상 4가지를 사업목표로 제시하고, 현재 수행 중인 사업이다. 본 사업의 1단계사업으로 현재 500kg급 표준 플랫폼이 완성되었으며, 0.5m급 정밀 지상관측용 중형위성 1호를 개발 중에 있다. 차세대 중형위성 개발사업은 2013년 예비타당성 평가를 수행하였으며, 2014년 조사결과에 따라서 착수된 사업이다. 2013년 차세대 중형위성 개발사업의 예비타당성 평가에서 다루어진 논의를 검토하여 본 사업에 적용할 수 있는 시사점을 도출하고자 한다.

차세대 중형위성 개발사업에서 편익으로 인정받은 항목은 위성영상판매와 위성수출 2

가지 항목이다. 기획보고서에서 위성영상판매 편익항목은 국내영상수요와 영상가격 두 가지에 대해서 다양한 시나리오를 작성하여 편익을 추정하였다. 평가보고서에서는 국내영상수요는 각 부처의 수요조사량만을 인정하였으며, 영상가격은 동일한 해상도의 해외 판매가격이 적용되었다. 수출편익의 경우 또한 수출목표와 수출단가를 다양한 시나리오를 적용하여 제시하였으나, 평가보고서에서는 우주개발 중장기 계획(2013)의 목표 4기 중 2기만 인정하였다. 수출단가는 제작비와 부가가치율을 고려하여 추정된 600억 원을 적용하였다.

총 3기의 중형위성을 활용하는 것으로 기획하였으나, 1~3호기 중 3호기의 편익이 제시되지 않아 3호기는 예비타당성 평가에서 제외되었다는 점이 특징적이다. 이러한 편익인정 항목을 바탕으로 제시된 경제성 분석결과는 (표 3.1.2.3)과 같다.

(표 3.1.2.3) 차세대 중형위성 개발사업의 경제성 분석 결과

총비용	총편익	B/C	순현재가치(NPV)
2,350	1,901	0.81	-449

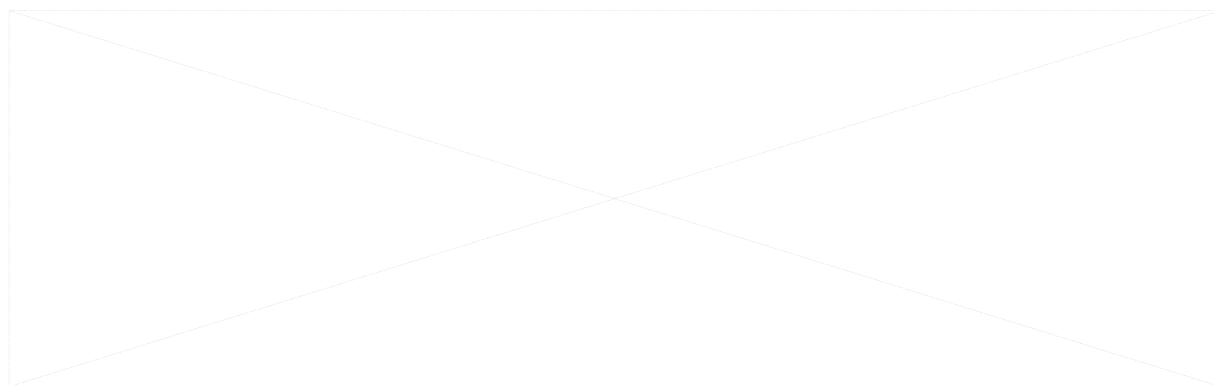
차세대 중형위성 개발사업의 경제성 분석결과를 바탕으로 본 연구에 적용할 수 있는 시사점은 다음과 같다. 첫째, 중형위성 수출을 편익으로 포함할 수 있다는 점이다. 500kg급 표준 플랫폼을 활용하여 위성을 수출한다는 사업목표가 제시되고 있으며, 위성수출을 편익항목으로 포함하여 경제성을 분석하였다. 둘째, 우주개발 중장기 계획에서 제시되고 있는 우주발사 수 등 다양한 목표가 활용가능하다는 점이다. 위성은 그 특수성으로 인하여 일정한 수요와 공급이 발생하는 것으로 보기 어렵다. 따라서 향후 위성제작 및 발사와 관련된 수치는 중장기 계획의 목표에 근간을 둔다. 이에 본 연구에서는 위성제작과 관련하여 수입대체편익을 산정하는 과정에서 이러한 목표치를 활용하고자 한다.

셋째, 위성영상가격은 현재 시장에서 거래되고 있는 가격을 기준으로 한다. 기획연구의 과정에서 실제 확보할 수 있는 영상자료의 수준이 일부 변경될 수 있는 부분을 감안하여 시나리오 방식으로 위성영상가격을 제시하고 있다. 하지만, 실제 동일한 수준의 위성영상이 거래되고 있다면 시장가격을 적용하는 것이 적절하다고 판단된다. 마지막으로, 위성별 편익산출이 필요하다는 점이다. 즉, 정지궤도 복합위성개발사업에서 각 호기별 비용-편익비율을 제시하고 있다는 점이다. 개발하고자 하는 위성의 특성을 고려한 각각의 편익항목 및 편익추정 결과를 포함한 경제성을 제시하는 것이 필요하다는 것이다. 따라서 본 연구 역시 4호기~7호기 각각의 편익을 제시하고자 한다.

제2절 차세대중형위성 2단계 각 위성별 산업과급효과 분석

1. 산업과급효과 분석 방법론

경제성 분석 중 산업과급효과방법론은 한국은행에서 공표하는 산업연관표를 분석도구로 하여 차세대 위성개발 2단계 사업의 과급효과를 분석한다. 산업연관분석은 각 종 유발계수를 이용하여, 생산/부가가치/고용 유발효과를 분석하는 방법과 연구개발의 특성을 고려한 기술집약 및 확산연관도 분석으로 구분하여 살펴볼 수 있다



(그림 3.2.1.1) 산업과급효과 분석 방법론

가. 생산 및 부가가치 유발효과

한국은행(2009)에 의하면 각 산업부문이 해당 부문의 재화나 서비스 생산에 사용하기 위하여 다른 부문으로부터 구입한 원재료 등의 중간 투입액을 총투입액으로 나누어 산출한 계수를 투입계수라 한다. 투입계수를 산업연관표의 내생부문과 같은 모양으로 배열한 행렬을 투입계수표라 한다. 특정 산업부문에 대한 경제적 과급효과를 산출하기 위해서는 수입된 재화 또는 서비스로 인한 산출효과를 배제해야 하므로 수입거래 금액을 제외한 국산 투입계수는 식(1)과 같다.

$$ij \text{ 산업 간의 국산투입계수} : a_{ij} = \frac{X_{ij} - M_{ij}}{X_j} \quad \text{식(1)}$$

생산유발계수는 식(1)을 이용하여 해당 기술이 속한 부문을 변수화 한 후에 식(2)를 사용하여 생산유발계수를 산출한다.

$$\text{생산유발계수} = A_s^d (I - A^d)^{-1} \quad \text{식(2)}$$

- A_s^d : 특정 산업의 국산투입계수 행벡터
- I : 1로 이루어진 대각 행렬(diagonal matrix)
- A^d : 국산투입계수(a_{ij}) 행렬

부가가치계수는 총 산출에서 부가가치가 차지하는 비중을 나타내며, 산업연관표에서 각 산업의 부가가치 합계를 총 산출로 나누어 식(3)과 같이 산출한다.

$$i \text{ 산업의 부가가치계수 } v_i = \frac{V_i}{X_i} \quad \text{식(3)}$$

노동계수란 일정기간 동안 생산활동에 투입된 노동량을 총산출액으로 나눈 계수로 한 단위의 생산에 직접 필요한 노동량을 의미한다. 노동량에 자영업주 및 무급가족종사자를 포함하느냐의 여부에 따라 취업자계수와 고용계수로 구분한다.

$$\begin{aligned} \text{취업계수 } l_w &= \frac{L_w}{X}, \\ \text{고용계수 } l_e &= \frac{L_e}{X} \end{aligned} \quad \text{식(4)}$$

• l_w : 취업자수, l_e : 피용자수, X : 총산출액

노동유발계수는 어느 산업의 생산물을 한 단위 생산하는데 직접 필요한 노동량 뿐 아니라 생산과급과정에서 간접적으로 필요한 노동량까지 포함하고 있으며 식(5)로 나타낸다. 취업자유발계수를 이용하여 취업자유발효과를 분석한다.

$$\begin{aligned} \text{취업자유발계수 } \hat{l}_w &= (I - A^d)^{-1}, \\ \text{고용유발계수 } \hat{l}_e &= (I - A^d)^{-1} \end{aligned} \quad \text{식(5)}$$

• $\hat{l}$: 노동계수의 대각 행렬, I : 단위 행렬, A^d : 국산투입계수 행렬

나. 기술집약연관도 분석

연구개발사업의 경제적 파급효과는 기술 개발과 상용화를 통해 발생하는 직·간접 생산 증대효과(산업파급효과)와 개발된 기술이 다른 기술로 이전(spill-over) 되어 파생되는 직·간접 생산 증대 효과(기술파급효과)로 구성한다. 기술개발 파급효과의 분석은 기술개발이 가지는 경제에 미치는 직접적인 효과와 기술이 경제 여타 부문의 기술로 이전되어 미치는 경제적 파급효과를 구분하여 종합적으로 분석되어야 한다.

연구개발투자의 파급효과(spill-over effect)는 공급측면의 산업연관 분석모형을 통해 체화된 부문에서의 R&D 파급효과를 분석함을 의미한다. 기술개발의 파급효과는 개발과정에서의 지출된 연구개발비용이 체화된 기술 이전 형태로 타 산업의 연구개발을 유발하는 효과라 할 수 있다. 기술 개발의 파급효과를 분석하기 위해서는 단순히 자체 투자 및 생산활동만 고려한 산업파급효과만으로는 그 실체를 파악할 수 없고, 기술 파급효과도 동시에 파악할 필요가 있다.

수요모형은 산업들 간의 중간재 거래행렬(intermediate transactions matrix) Z , 각 재화에 대한 최종수요 벡터 Y , 그리고 총산출벡터 X 를 사용하여 다음과 같이 정의한다.

$$X = Z_e + Y$$

식(6)

e 는 합계를 계산한 요소가 모두 1인 벡터

$a_{ij} = z_{ij}/x_j$ 으로 한 투입계수행렬 A 를 이용하여 식(6)의 관계를 $X=AX+Y$ 로 나타내고, 이것을 총산출과 총수요의 관계를 $X=(I-A)^{-1}Y$ 와 같이 나타낼 수 있다. 여기서 $(I-A)^{-1}$ 를 레온티에프 역행렬(Leontief inverse matrix; L)이라 하며, 이것의 원소 l_{ij} 는 $\partial x_i / \partial Y_j$ 의 의미를 갖고 산업 j 의 최종수요 변화가 산업 i 의 산출에 미치는 영향을 측정한다.

따라서 A 행렬이 주어졌을 경우에 외생적으로 결정된 새로운 최종수요 Y^* 를 충족하기 위하여 필요한 새로운 산출 X^* 은 $X^*=LY^*$ 와 같이 구할 수 있으며, 이러한 의미에서 수요측 모형을 수요유발모형(demand-driven model)이라고 한다. 여기에서 산업 j 의 최종수요 변화가 산업 i 의 산출에 미치는 영향을 산업 i 의 산출로 나누어 그 비율을 l_{ij}/x_i 로 나타내고 이것을 $\hat{X}^{-1}L$ 으로 표현한다. R&D지출을 r 벡터로 표시하여 R&D집약도를 r_i/x_i 로 나타내고 행벡터를 $r'\hat{X}^{-1}$ 로 표현한다. 이 때 산업 j 의 최종수요 변화가 1단위 수요증가 효과는 산업 i 의 부가적 R&D지출을 유발하며 이것은 $h_{ij} = r_i l_{ij}/x_i$ 로 나타내고 다음과 같은 행렬형태로 표현한다. 또한 식(8)에 의한 H 의 열의 합을 R&D후방승수로 정의한다. 이는 기술 수요자 입장에서 R&D지출에 의한 산업 간에 직접 및 간접적 기술과급효과를 의미한다.

$$H = \hat{r}\hat{x}^{-1}L$$

식(7)

$$\sum_i h_{ij}$$

식(8)

다른 산업간 모든 중재의 거래가 제로(0)인 것을 가정했을 때 R&D지출에 의한 자체 산업만의 직접적 기술과급효과를 의미한다. 이를 위해 투입계수(A)에서 대각 행렬요소($\hat{d}_A$)만을 추출하여 식(9)와 같이 표현할 수 있다.

$$\bar{H} = \hat{r}\hat{x}(I - \hat{d}_A)^{-1}$$

식(9)

식(9)는 기술집약 연관도(Technology Intensive Linkage)를 의미한다. 기술집약 연관 효과는 산업의 R&D지출에 의해 체화된 직접 및 간접적 기술과급효과에서 자체산업과 여타산업 사이의 기술적 연관관계인 간접적 기술과급 효과만을 추출하는 것이다. 이는 중간재 수요자 혹은 기술 수요자의 입장에서 어떤 산업의 R&D지출에 대한 다른 산업에 체화된 기술혁신의 파급효과를 의미하며, 자체산업과 타산업간의 혁신흐름(innovation flow)을 파악하는 것이다.

$$TIL = H - \bar{H}$$

식(10)

2. 기본 전제 및 분석 방법 제시

산업연관표를 활용한 파급효과 분석을 위해 산업분류를 어떻게 설정할 것인가는 결과의 신뢰성과 직접적으로 연결된다. 차세대중형위성 2단계 개발사업의 경우 탑재체와 장비 등을 포함하고 있는 관계로 단편적으로 표준산업분류 기준의 “<31310> 항공기, 우주선 및 보조장치 제조업”만을 활용할 수 없다는 점을 고려해야 한다. 한국은행이 발표한 산업연관표에서 ‘수송장비-기타 수송장비-항공기 산업’으로만 처리하여 분석을 수행하게 되는 경우 문제가 발생할 수 있다. 한국표준산업분류의 <31310> 항공기, 우주선 및 보조장치 제조업에서 제외항목을 확인하는 것이 필요하다. 보다 구체적으로 한국표준산업분류 9차 개정을 통해 차세대 중형위성 2단계 사업과 산업분류를 접목하면 다음의 내용을 고려해야 한다.

(표 3.2.2.1) 한국표준산업분류(9차 개정, 2008)

<31310> 항공기, 우주선 및 보조장치 제조업

동력 및 비동력 항공기, 비행선, 활공기구, 우주선 및 기타 우주비행체, 우주선운반용로켓트 등의 제조·재생 및 개조하는 산업활동을 말한다. 여기에는 우주선발진장치 및 갑판착륙장치 또는 이와 유사한 장치, 지상비행훈련장치의 제조·재생 및 개조활동도 포함된다.

<예시>

- 활공기 제조 ·비행용 기구제조 ·인공위성 제조(각종용)
- 무동력 항공기 제조
- 지상 비행훈련 장치 제조 ·패러글라이딩 제조
- 대륙간 탄도미사일 및 유사미사일 제조

<제외>

- 항공용 엔진의 점화장치 및 기타 전기부품 제조(28909)
- 항공기에 사용되는 항공용 정밀기기 및 기타 과학기기 제조(2721)

탑재체에 대한 기술개발 계획을 바탕으로 탑재체와 관련된 산업연관표 분류를 검토하고, 이를 바탕으로 분석을 수행해야 한다. 마이크로파영상기, 광역광학카메라, 초분광기, 영상레이다 탑재체를 고려하는 경우 각 위성별 파급효과 산출을 위해 적용하게 될 산업연관표 소분류는 차이가 존재한다.

한국표준산업분류를 기준으로 차세대 중형위성 2단계사업과 관련된 산업분류를 대부분류는 제조업에 포함되며, 중분류는 『의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업』, 『전기장비 제조업』, 『기타 운송장비 제조업』 이상 3가지에 포함된다.

(표 3.2.2.2) 산업연관표 분류체계

중분류		소분류		세분류		세세분류	
코드	항목명	코드	항목명	코드	항목명	코드	항목명
27	의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업	272	측정, 시험, 항해, 제어 및 기타 정밀기기 제조업; 광학기기 제외	2721	측정, 시험, 항해, 제어 및 기타 정밀기기 제조업	27211	항행용 무선기기 및 측량기구 제조업
28	전기장비 제조업	289	기타 전기장비 제조업	2890	기타 전기장비 제조업	28901	전기정보 및 신호장치 제조업
						28902	전기용 탄소제품 및 절연제품 제조업
						28903	교통 신호장치 제조업
						28909	그외 기타 전기장비 제조업
31	기타 운송장비 제조업	313	항공기, 우주선 및 부품 제조업	3131	항공기, 우주선 및 보조장치 제조업	31310	항공기, 우주선 및 보조장치 제조업
				3132	항공기용 엔진 및 부품 제조업	31321	항공기용 엔진 제조업
						31322	항공기용 부품 제조업

표준산업분류와 국민계정의 산업연관표의 소분류와 연계하면 다음과 같다.



(그림 3.2.2.1) 차세대중형위성 2단계 개발사업과 산업연관표 소분류 연계

표준산업분류와 산업연관표 산업분류 연계표에 따라 시스템, 본체, 탑재체, 지상국을 각각 연계하면 다음의 (표 3.2.2.2)와 같다.

(표 3.2.2.3) 위성구분과 산업연관표 적용 산업분류

위성 구분	산업연관표 적용 산업분류
시스템	기타전기장치
본체	항공기
탑재체	기타정밀기기
지상국	항공기
발사비	항공기
기술지원 및 감리	기타과학기술서비스

3. 산업연관분석 파급효과 결과

산업연관분석을 위해서 투입되는 총예산을 최종수요로 설정하고, 예산의 부문별 총액을 파악하는 것이 필요하다. 산업연관표 산업분류 연계표에 따라 시스템, 본체, 탑재체, 지상국을 각각 연계하여 (표 3.2.3.2)과 (표 3.2.3.3)으로 나타낼 수 있으며, 최종적으로 분석에 활용하는 것은 (표 3.2.3.3)의 투입예산을 바탕으로 그 결과를 산출한다. 우선 최종수요로 볼 수 있는 총투입예산은 다음과 같다.

(표 3.2.3.1) 차세대중형위성 2단계 연도별 소요 예산 내역

호기	구분	연도별 예산								총 비용
		18	19	20	21	22	23	24	25	
4	시스템		14.5	43.4	40.9	67.6				166.4
	본체		60.3	185.5	33.1	3.4				282.3
	탑재체		134	186	110	30				460
	지상국		2.8	3.8	8.4	6.3				21.3
	발사비		70	105	105	70				350
	합계		281.6	523.7	297.4	177.3				1,280
5	시스템		14.5	42.3	36.3	67.6				160.7
	본체		58.6	180.4	32.2	3.3				274.5
	탑재체		156.8	267.7	249.2	104.3				778
	지상국		2.8	3.8	8.4	6.3				21.3
	발사비		70	105	105	70				350
	합계		302.7	599.2	431.1	251.5				1,584.5
6	시스템				15.5	35.8	35.1	65.3		151.7
	본체				55.6	174	35.1	5.9		270.6
	탑재체				140.1	179.9	120	50		490
	지상국				0.8	3.8	7.6	5.7		17.9
	발사비				70	105	105	70		350
	합계				282	498.5	302.8	196.9		1,280.2
7	시스템					11.9	30.3	33.7	65.4	141.3
	본체					55.6	171.9	36.4	6	269.9
	탑재체					200	260	180	65	705
	지상국					0.6	3.6	9.6	6	19.8
	발사비					70	105	105	70	350
	합계					338.1	570.8	364.7	212.4	1,486
기술지원 및 감리			20	21	21.5	23	18.5	18.5	17.5	140
총합										5,770.7

분석을 위해 위성구분에 따른 예산을 정리하고, 이를 산업연관표 산업부문과 매칭하여 제시하면 다음의 표와 같다.

(표 3.2.3.2) 위성구분에 따른 예산

(단위:억원)

구분		18	19	20	21	22	23	24	25	총비용
시스템	기타전기장치	0	29	85.7	92.7	182.9	65.4	99	65.4	620.1
본체	항공기	0	118.9	365.9	120.9	236.3	207	42.3	6	1097.3
탑재체	기타정밀기기	0	290.8	453.7	499.3	514.2	380	230	65	2433
지상국	항공기	0	5.6	7.6	17.6	17	11.2	15.3	6	80.3
발사비	항공기	0	140	210	280	315	210	175	70	1400
기술지원 및 감리	기타과학기술 서비스	0	20	21	21.5	23	18.5	18.5	17.5	140

(표 3.2.3.3) 산업연관표 적용 산업분류

(단위:억원)

구분	18	19	20	21	22	23	24	25	합계
기타전기장치	0	29	85.7	92.7	182.9	65.4	99	65.4	620.1
항공기	0	264.5	583.5	418.5	568.3	428.2	232.6	82	2577.6
기타정밀기기	0	290.8	453.7	499.3	514.2	380	230	65	2433
기타과학기술서비스	0	20	21	21.5	23	18.5	18.5	17.5	140
합계	0	604.3	1,143.9	1,032	1,288.4	892.1	580.1	229.9	5,770.7

산업연관분석은 일정기간 동안 상품별 투입구조가 안정적이라는 가정 하에 최종수요의 변동이 각 상품의 생산활동에 미치는 파급효과를 계측한다. 또한 생산과 부가가치, 생산과수입 간의 관계를 통해 최종수요의 변동이 부가가치에 미치는 파급효과도 파악할 수 있다.

생산유발계수는 국산품 최종수요 1단위에 대하여 해당 산업 뿐만 아니라 모든 산업에서 직·간접적으로 생산이 유발되는 크기를 의미하며, (표 3.2.3.3)을 통해 제시하였다. 차세대 중형위성 2단계 사업을 통해 발생하는 직접적인 생산유발효과는 6,312억 원으로 나타났다으며, 총 11,837 억원의 생산유발효과가 산출되는 것으로 나타났다.

부가가치유발계수는 국산품 최종수요 1단위에 대하여 해당 산업 뿐만 아니라 모든 산업에서 직·간접적으로 창출된 부가가치의 크기를 의미한다. 최종수요의 증가는 생산을 유발하고 이 과정에서 부가가치가 창출되기 때문에 산업연관분석을 통해 최종수요의 부가가치 유발효과를 파악할 수 있다. 차세대 중형위성 2단계 사업을 통해 발생하는 직접적인

부가가치유발효과는 1,500억 원으로 나타났으며, 총 3,235억 원의 부가가치유발효과가 산출되는 것으로 나타났다.

(표 3.2.3.4) 산업연관분석 결과(생산유발효과, 부가가치유발효과)

(단위:억원)

번호	산업	생산유발효과	부가가치유발효과
001	농림수산물	17.07	9.61
002	광산물	5.64	3.17
003	음식료품	38.34	6.10
004	섬유및가죽제품	76.24	18.34
005	목재및종이, 인쇄	84.62	22.47
006	석탄및석유제품	402.04	24.83
007	화학제품	1,135.78	241.36
008	비금속광물제품	103.70	40.00
009	1차금속제품	514.32	73.24
010	금속제품	379.74	130.71
011	기계및장비	139.21	44.05
012	전기및전자기기	525.12	143.52
013	정밀기기	41.75	13.04
014	운송장비	31.39	7.59
015	기타제조업제품및임가공	227.98	102.93
016	전력, 가스및증기	204.25	55.63
017	수도, 폐기물및재활용서비스	53.14	23.10
018	건설	12.02	4.32
019	도소매서비스	609.00	308.58
020	운송서비스	238.86	99.20
021	음식점및숙박서비스	82.27	30.49
022	정보통신및방송서비스	120.21	49.11
023	금융및보험서비스	199.65	111.14
024	부동산및임대	85.19	53.64
025	전문, 과학및기술서비스	55.90	29.24
026	사업지원서비스	70.70	49.38
027	공공행정및국방	14.95	11.05
028	교육서비스	2.26	1.67
029	보건및사회복지서비스	18.87	9.99
030	문화및기타서비스	34.92	16.76
31	중형위성 관련 산업	6,312.50	1,500.84
합계		11,837.63	3,235.08

취업유발계수는 국산품 최종수요 1단위(10억원)에 대해 해당 산업의 생산을 위해 필요한 취업자수(직접효과)와 생산과급효과에 의해 타 산업에서 간접적으로 유발되는 취업자수(간접효과)를 합한 직·간접 유발인원을 의미한다. 최종수요 증가에 따라 생산이 유발되면 이에 따라 직·간접적으로 노동이 증가하기 때문에 산업연관분석을 통해 최종수요에 의한 취업유발효과를 계측할 수 있다.

최종수요 10억원 당 취업유발계수는 과학기술서비스가 15.1명으로 가장 높고, 기타운송장비가 7.4명으로 나타났다. 최종수요에 해당하는 차세대 중형위성 2단계 사업의 기술과급효과는 개발된 기술이 다른 기술로 이전(spill-over)되어 파생되는 직·간접 생산증대 효과를 의미하는 것이다. 기술과급효과는 직접 및 간접적 기술과급효과, 직접적 기술과급효과, 기술집약연관도 3가지로 구성되며, 직접기술과급효과와 기술집약연관도의 합계가 직접 및 간접적 기술과급효과이다. 차세대 중형위성 2단계 사업을 통해 직·간접 기술과급효과는 1조 3,098억원으로 도출되었으며, 직접적인 기술과급효과는 7,062억원, 기술집약연관도는 6,036억 원으로 도출되었다.

(표 3.2.3.5) 산업연관분석 결과(취업유발 및 고용유발인원)

(단위:명)

분류	산업	취업유발계수	취업유발인원	고용유발계수	고용유발인원
037	기타전자부품	8.2	508.86	6.5	404.67
041	정밀기기	9.1	2,209.89	7.0	1,714.82
044	기타운송장비	7.4	1,917.10	5.9	1,513.41
073	과학기술관련전문서비스	15.1	211.21	11.0	154.54
	합계	39.8	9,482.9	30.5	7,420.3

(표 3.2.3.6) 기술과급효과 분석결과

번호	산업	직접 및 간접적 기술과급효과	직접적 기술과급효과	기술집약연관도
001	농림수산물	0.0497	0.0154	0.0343
002	광산물	0.0272	0.0026	0.0246
003	음식료품	0.1249	0.0521	0.0729
004	섬유및가죽제품	0.0584	0.0210	0.0374
005	목재및종이, 인쇄	0.1031	0.0641	0.0390
006	석탄및석유제품	0.0074	0.0016	0.0058
007	화학제품	0.1582	0.0759	0.0823
008	비금속광물제품	0.0653	0.0284	0.0369
009	1차금속제품	0.0618	0.0217	0.0400
010	금속제품	0.0484	0.0191	0.0293
011	기계및장비	0.1600	0.0809	0.0791
012	전기및전자기기	0.1592	0.1015	0.0577
013	정밀기기	0.0379	0.0318	0.0061
014	운송장비	0.0961	0.0547	0.0413
015	기타제조업제품및임가공	0.0205	0.0070	0.0135
016	전력, 가스및증기	0.0474	0.0381	0.0093
017	수도, 폐기물및재활용서비스	0.0696	0.0379	0.0317
018	건설	0.0624	0.0192	0.0432
019	도소매서비스	0.0142	0.0064	0.0078
020	운송서비스	0.1384	0.0804	0.0579
021	음식점및숙박서비스	0.0633	0.0504	0.0129
022	정보통신및방송서비스	0.2672	0.1871	0.0800
023	금융및보험서비스	0.0441	0.0136	0.0305
024	부동산및임대	0.0692	0.0537	0.0156
025	전문, 과학및기술서비스	0.0555	0.0142	0.0413
026	사업지원서비스	0.0376	0.0216	0.0160
027	공공행정및국방	0.0058	0.0007	0.0051
028	교육서비스	0.0057	0.0002	0.0055
029	보건및사회복지서비스	0.0258	0.0008	0.0250
030	문화및기타서비스	0.0867	0.0458	0.0409
31	중형위성관련산업	0.0986	0.0754	0.0232
R&D승수		2.2698	1.2237	1.0460
기술과급효과(억원)		13,098	7,062	6,036
중형위성관련산업 기술과급효과(억원)		569	435	134

제3절 차세대중형위성 2단계 각 위성별 경제성 편익(B/C) 분석

1. 편익개요

가. 편익 분석 개요

편익측정은 원칙적으로 연구개발 후 최종목표가 달성되었을 때, 연구개발을 통해 발생한 사회 전체의 편익을 측정하는 것이 바람직하다. 하지만, 우주기술분야의 경우 특정 연구개발을 통해 발생하게 될 사회전체 편익에 대한 측정은 학술적으로 또한 정책적으로 여타의 분야와 비교하여 합의점을 찾기 어려운 분야이다. 이는 우주기술의 경제적 가치에 대한 인식의 차이 및 정책적 중요성의 차이에서 출발한다고 볼 수 있다.

편익은 새로운 사업수행 이후에 발생하는 정(+)의 부가가치 증대효과와 시간절약 또는 비용절감 등과 같은 부(-)의 가치 감소로 산정한다. 우주기술분야의 기술개발사업에 대한 편익을 산정하는 것은 여타의 연구개발 혹은 사회간접자본 투자와 비교하여 상당히 어렵다는 점이 하나의 특징이다. 그 간 우주기술분야의 편익측정에 대한 꾸준한 연구가 이루어져 왔지만, 아직까지 기술개발사업에 정확하게 접목시킬 수 있는 방법론은 상대적으로 부족한 것이 현실이다. 이러한 이유로 인하여, 본 사업의 편익범주는 다음의 그림과 같은 형태로 설정한다.



(그림 3.3.1.1) 기술개발사업의 편익

기술개발완료 시점에 1차 산출물이 발생되며, 1차 산출물을 활용하는 과정에서 발생하는 편익을 본 사업의 편익 범주로 설정한다. 현재 직면하고 있는 문제점을 해결하기 위해 기술개발사업이 진행되며, 기술개발이 완료됨과 동시에 기술개발에 따른 산출물이 발생한다는 것이다. 또한 이러한 산출물이 현실에 적용되는 경우 현재의 문제점이 해결된다면, 최종목표가 달성되게 되고, 이 시기에 측정되는 편익이 기술개발사업의 가장 중요한 편익이다. 하지만, 전술한 바와 같이 연구방법론의 사회적 합의가 완전하게 도출되지 않은 상태에서 이러한 최종목표 달성에 따른 편익에 대해서는 이견이 발생할 수 있는 소지가 있음을 밝혀둔다.

따라서 본 사업의 편익은 『기술개발 산출물 활용편익』으로 정의하고, 기술개발 완료시점에 산출되는 위성체, 탑재체, 위성서비스 등을 활용한 편익으로 그 범주를 한정한다. 기술개발 완료에 따른 산출물은 크게 위성체, 탑재체, 위성서비스 등으로 대표될 수 있다. 위성체와 탑재체의 경우 제작하는 과정에서 주요 부품에 대한 수입대체를 대표적인 편익으로 볼 수 있으며, 위성서비스의 경우 위성을 통해 주요 영상 및 사진을 통해 이를 활용하는 기관에 발생할 수 있는 비용절감을 편익으로 제시할 수 있다.



(그림 3.3.1.2) 기술개발 산출물 활용편익

나. 편익산출방법론

2단계 차세대 중형위성 기술개발을 통해 제작된 1차 산출물을 기준으로 편익을 도출하는 방법을 채택하며, 각 위성별 위성체와 탑재체, 위성서비스 등을 고려한다. 수입대체, 수출확대, 매출확대, 비용감소 등 다양한 경제적 효과를 산출하고, 이에 각 중 계수를 적용하여 최종적으로 편익을 산출하는 방식을 선택한다.

(1) 시장접근

시장접근법은 기술개발을 통해 현재의 기술보다 개선된 위성체, 탑재체가 개발되는 경우 새로운 위성체 및 탑재체가 수입대체, 수출확대, 매출액 확대 등으로 이어지는 경우에 시장창출 편익을 활용하는 방법이 시장접근법이다. 이 방법은 본 사업을 통해 개발된

위성체, 탑재체, 위성서비스 등의 판매에 따른 총매출액을 추정하고, 총매출액에 각종 계수를 곱하여 편익을 산출하는 방식이라 할 수 있다. 또한, 현재 수입에 의존하고 있는 장비 및 기술이 본 사업을 통해 대체되는 경우 기술개발이 되지 않은 경우의 수입대체 총액을 총산출로 정의하고, 이에 계수를 곱하여 편익을 산출한다. 구체적인 산출방법은 다음과 같다.

<시장접근 편익>

$$\text{시장창출 편익} = (\text{위성체 시장 or 위성서비스 시장}) \times \text{R\&D 기여율} \times \text{R\&D 사업화 성공율} \\ \times \text{부가가치율} \times \text{사업 기여율}$$

(2) 비용절감

비용절감은 기술개발 이전과 이후에 발생하게 되는 비용에 집중하여 분석을 시도한다. 이 방법은 기술개발을 통해 새롭게 발사된 위성을 활용해 제공되는 서비스와 기술개발 발생하는 비용과 이전에 제공되는 서비스를 이용하는데 발생한 비용을 비교 분석함으로써 이루어진다. 비용절감편익은 다음의 산정방법을 통해 산출한다.

<비용절감 편익>

$$\text{비용절감 편익} = [(\text{기술개발 이전 발생비용}) - (\text{기술개발 이후 발생비용})] \times \text{R\&D 기여율} \\ \times \text{R\&D 사업화 성공율} \times \text{사업 기여율}$$



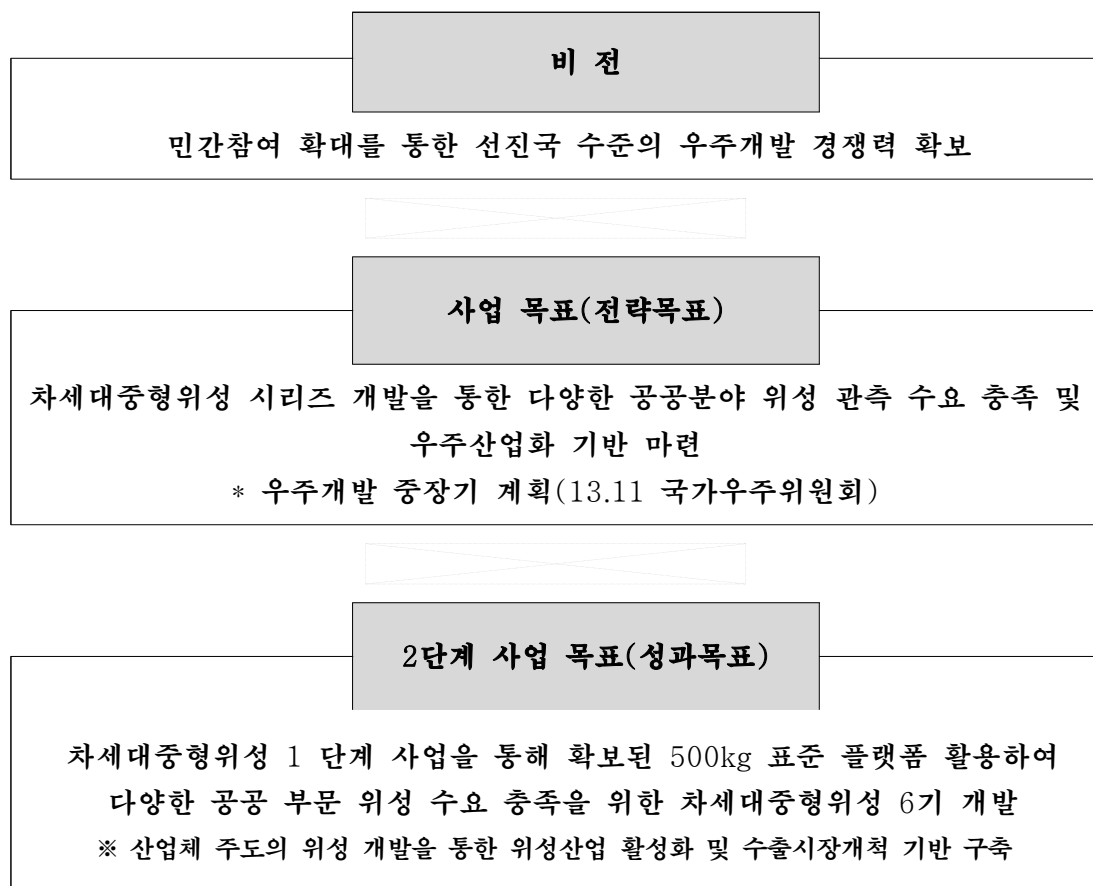
(그림 3.3.1.3) 편익산출 방법론

2. 편익항목 도출

가. 편익항목 개요

차세대중형위성 개발 프로그램은 다목적실용위성 시리즈, 천리안위성 및 정지궤도복합위성, 차세대소형위성 시리즈 등 국가우주개발중장기계획 하에서 진행되었다. 이러한 중장기 계획은 우리나라의 위성개발에 대한 경험과 개발과정에서 성숙된 기술력을 바탕으로 ‘중형급 표준형 위성본체, 국산화 위성부품의 장착, 위성산업 활성화, 다양한 공공수요 위성의 충족’ 등을 기치로 내걸고 시작되었다.

현재는 1단계 중형급 표준형 위성본체의 연구개발을 목표로 1호를 개발 중에 있으며, 곧 위성산업화 대비 산업체 주관 표준형 위성본체 개발을 위한 2호도 진행될 예정이다. 차세대 중형위성 2단계 개발사업은 차세대 중형위성 1단계 사업을 통해 확보된 500kg 표준 플랫폼을 활용하여 다양한 공공 부문 위성 수요를 충족하고 있다. 산업체 주도의 위성 개발을 통한 위성산업 활성화를 목표로 하며, 상세 전략 및 목표는 (그림 3.3.2.1)과 같다(김정수, 2016).



※김정수(2016)

(그림 3.3.2.1) 제2차 차세대 중형위성 개발사업 사업비전 및 목적

차세대중형위성 4기는 공공기관의 수요를 바탕으로 탑재체를 개발하여 발사하는 것을 의미한다. 각각의 탑재체와 위성의 임무, 주요개발내용, 활용계획을 정리하면 (표 3.3.2.1), (표 3.3.2.2)와 같다.

(표 3.3.2.1) 위성별 임무 및 탑재체

위성명		위성임무	탑재체	활용부처
4호기	지상관측위성	농작물 작황, 농업수자원, 산림자원 등	광역 전자광학카메라	농진청
				산림청
5호기	기상·환경위성	기상 및 수치예보 등	마이크로파 탐측기	기상청
6호기	기상·환경위성	이산화탄소 및 기후변화 감시 등	적외선 초분광영상기	환경부
				기상청
7호기	레이다(SAR) 위성	수자원관리, 수산자원관리, 재난감시	C-band 광역영상 레이다 (SAR)	국토부
				안전처
				해수부

(표 3.3.2.2) 위성별 주요개발내용 및 활용계획

위성명		주요개발내용	활용계획
4 호 기	지상 관측 위성	① 시스템 및 본체 국산화 기술개발 ② 광역 전자광학 카메라 기술개발 ③ 농업 및 산림 위성자료 활용체계 개발	- 기후변화 대응 농업 안정 생산 환경 감시 - 농업 구조 및 시설물 등 농업 기반시설 모니터링 - 국내외 곡물/채소 작황 모니터링 및 기술 확립
			- 산림 생장, 생물계절 모니터링 및 바이오매스 평가 - 산림특성 구분 및 산림지 이용 변화 모니터링 - 산림 피해지 현황 파악 및 산림 복원 모니터링
5 호 기	기상· 환경 위성	① 시스템 및 본체 국산화 기술개발 ② 마이크로파 탐측기 기술개발 ③ 저궤도 기상 위성자료 활용체계 개발	- 수치예보 및 기상분석 활용 - 운정온도/운정고도, 운량 등 정량적 구름 정보 산출 - 홍수, 가뭄, 태풍, 황사 예측 및 현황 파악
6 호 기	기상· 환경 위성	① 시스템 및 본체 국산화 기술개발 ② 적외선 초분광영상기 기술개발 ③ 환경 및 기상 위성자료 활용체계 개발	- 전 지구 온실가스 배출량 및 배출원 추적 및 감시 - 온실가스 저감 정책 결과에 대한 검증 자료 제공 - 황사 등 기후변화 활용
7 호 기	레이 다 (SAR) 위성	① 시스템 및 본체 국산화 기술개발 ② C-band SAR 기술개발 ③ SAR 자료 다부처공동 활용체계 개발	- 홍수/가뭄 수재해 감시 및 대응 - 하천계획 수립 및 운영 - 접경지역 수자원변동 관측 및 물안보 대응
			- 주야간 전천후 홍수피해탐지 - 지반변위 및 지진 관측 - 기름유출 탐지 및 피해현황 모니터링 및 복구
			- 해양 재해/재난(선박사고, 기름유출 등) 탐지 및 대응 - 해양환경 변화 및 주기적 해양환경정보 수집

본 사업을 통해 제시하고 있는 사업목표를 편익항목 도출을 위해 재구조화 하면, ① 위성산업 활성화, ②수출시장개척 기반구축, ③500kg 표준 플랫폼 활용, ④공공기관 수요 충족 등 이상 4가지 내용으로 설정할 수 있다. 이렇게 설정된 편익 항목 가운데 ②수출시장개척 및 ③플랫폼 활용 편익은 시장접근법(수입대체)을 활용하여 편익을 산출하며, ① 위성산업의 활성화와 ④공공기관 수요충족 편익은 비용저감의 측면으로 편익을 산출한다. 이는 기술개발을 통해 제작된 1차 산출물을 기준으로 편익을 도출하는 방법을 채택하였으며, 각 위성별 위성체와 탑재체, 위성서비스 등이 포함된다. 이는 사업목표와 위성의 임무를 기준으로 편익항목을 도출하고 있다는 점이고, 편익 간 상호중복이 없도록 조정하였다. 이러한 절차를 통해 편익산출방법과 사업목표를 정리하면 (표 3.3.2.3)과 같다.

(표 3.3.2.3) 주요개발내용별 편익항목 접근방법

구분		위성명		위성임무	주요개발내용	편익항목 접근방법
시스템 및 본체				-	① 시스템 및 본체 국산화 기술개발	국산화에 따른 편익 → 수입 대체
					수출활성화	위성 수출
탑재체	광역 전자광학 카메라	4호기	지상관측 위성	농작물 작황, 농업수자원, 산림자원 등	② 광역 전자광학 카메라 기술개발 ③ 농업 및 산림 위성자료 활용체계 개발	임무 및 활용계획에 따른 각 위성별 편익 산정 (비용저감 등)
	마이크로파 탐측기	5호기	기상·환경 위성	기상 및 수치예보 등	② 마이크로파 탐측기 기술개발 ③ 저궤도 기상 위성자료 활용체계 개발	
	적외선 초분광영상기	6호기	기상·환경 위성	이산화탄소 및 기후변화 감시 등	② 적외선 초분광영상기 기술개발 ③ 환경 및 기상 위성자료 활용체계 개발	
	C-band 광역 영상레이다 (SAR)	7호기	레이다 (SAR) 위성	수자원관리, 수산자원관리, 재난감시	② C-band SAR 기술개발 ③ SAR 자료 다부처공동 활용체계 개발	

첫 번째 편익 항목인 위성산업 활성화는 국내 산업체 기술이전 및 다수의 위성개발 기회 제공을 통한 국내 산업체 자생력 강화 및 위성산업 활성화를 위한 위성체와 탑재체의 핵심부품을 개발하는 것이다. 위성체와 탑재체의 핵심부품을 국산화하여 수입대체를 통해 편익을 발생시키는 것으로 비용저감으로 산출가능하다. 두 번째와 세 번째 편익 항목인 수출시장개척과 500kg 표준 플랫폼 활용은 시장접근법을 적용해야 한다. 표준 플랫폼은 기본적으로 설계 및 형상 변경 없이 다양한 탑재체를 수용할 수 있는 본체 플랫폼을 의미한다. 개발된 표준 플랫폼을 바탕으로 위성 수요국가에서 요구하는 탑재체를 결합하여 위성을 수출하는 것으로 시장접근법이 적합하다.

네 번째 편익 항목에 해당하는 공공기관 수요충족과 관련해서 기상, 환경, 지상관측, 레이다 위성 각각의 경우 현재 확보하지 못하고 있는 고급 위성정보를 차세대 중형위성 사업 시행 이후에 추가로 획득할 수 있기 때문에 발생할 수 있는 비용의 절감을 편익으로 산정할 수 있다. 즉, 현행방식으로 고급정보 획득에서 발생하는 비용과 위성개발 후 발생하는 비용을 비교하는 방식으로 비용이 어느 정도 저감되는 가를 분석하는 방법이다. 공공기관 수요는 해당위성의 임무와 역할을 중심으로 해당 위성이 우주에서 역할을 수행함에 따라 발생하게 되는 기존과 다른 고급정보를 활용함에 따라 발생하는 편익을 고려한다는 것이다.

(표 3.3.2.4) 편익항목 및 편익내용

사업목표			편익항목	편익내용
①위성산업 활성화			핵심부품제조 수입대체 (표준플랫폼 활용)	핵심부품 7종에 대한 수입대체 효과
②수출시장개척 기반 구축			인공위성 수출	인공위성 수출액
④공공기관 수요충족	4호	지상 관측	위성영상 구입 대체 편익	농지면적 조사 등 각종 통계조사 비용 절감
			농산물 가격 폭락 방지로 인한 농민 편익	농산물 가격 폭락을 예측함에 따라 농가 소득 감소분을 추정하여 이를 편익으로 처리
			농산물 가격 폭등 방지로 인한 국민 편익	농산물 가격이 폭등했을 때의 가격에서 평년가격을 차감하여 편익으로 산정
	5호	기상 위성	재산피해액 감소편익	기상예보의 정확도가 향상됨에 따라 발생하는 편익
			기상활용산업 부가가치 창출편익	- 위성을 활용에 따라 - 기후변화 적응비용절감
	6호	환경 위성	측정망 설치 비용절감 편익	위성을 통한 온실가스 배출량을 관측함에 따라 지상관측비용을 절감
	7호	레이다 (SAR) 위성	호우태풍 피해액 감소 편익	호우와 태풍에 따른 피해감소 편익
			수자원분야 조사 비용 절감 편익	유역 및 수문조사에 투입되는 비용을 위성영상을 통해 대체가능함에 따라 발생하는 편익
			해양오염사고 저감편익	기름 유출로 발생하는 해양오염의 확산을 방지함에 따라 피해액이 절감되는 것을 편익으로 산정
			산사태 복구비용 저감편익	위성영상을 통해 산사태 발생에 따른 피해비용 절감
			적조발생 피해비용 절감	적조발생 조기발견을 통해 산사태 발생에 따른 피해비용 절감

제4호기 지상관측 위성은 농산물 가격 폭등/폭락을 방지하기 위해 위성영상을 구매하며, 발생하는 구매비용을 절감하기 위해 개발되는 위성이다. 제5호기 기상위성은 경우 기상예보, 기후변화 등과 직접적으로 관련된 활용함에 따라 예보의 수준이 제고되고, 이에 따라 발생하는 편익을 측정하는 형태로 접근한다. 제4호기가 개발되기 이전에 위성영상을 구매함으로써 발생하는 비용이 새롭게 개발된 위성을 활용함에 따라 절감되는 비용을 측정하여 편익을 산출한다.

제6호 환경위성은 이산화탄소 정보를 획득하는 위성이다. 이산화탄소 배경농도를 측정하기 위해 지상측정망을 운영 중에 있으며, 지역별 연료사용 인벤토리가 구축된 지역에 한정하여 이산화탄소 배출량을 산정하고 있다. 하지만, 측정소 위치가 국토를 기준으로 균등하게 배분되어 있지 않기 때문에 이산화탄소 배출량을 정확하게 측정하는데 한계를 가지며, 비정기적/이벤트성 이산화탄소 배출에 대해서는 측정이 불가능하다. 이산화탄소 배출량 측정의 정확도를 높이기 위해서 다수의 측정소가 설치되어야 하지만, 환경위성을 통해 이러한 부분을 해결할 수 있다. 따라서 전국을 기준으로 측정망이 설치될 때, 발생하는 비용을 측정하여 위성활용 시 절감되는 비용을 통해 편익을 산출한다.

제7호 레이더 위성은 수재해 등 재해와 관련된 비용저감 편익에 집중한다. 다른 위성 과 유사한 형태로 해당 위성이 없는 경우 발생하게 되는 비용을 측정하고, 위성의 정보를 활용함에 따라 발생하는 비용을 비교하여 비용저감 편익을 산출한다.

이를 위해 각 위성의 역할을 중심으로 편익항목을 도출하여 제2차 차세대 중형위성 개발사업 전체의 편익을 산출한다. 사업목표와 각 위성의 역할을 기준으로 편익항목을 도출하며 각각의 편익항목을 정리하면 (표 3.3.2.4)과 같다.

3. 편익 산출

가. 핵심부품제조 수입대체

차세대중형위성 2단계 개발사업은 1단계 500kg 표준 플랫폼을 활용하여 위성본체를 제작하고, 다양한 탑재체 기술을 개발하는 사업이다. 500kg 표준 플랫폼은 차세대중형위성 1 단계 사업을 통해 확보된 500kg 표준 플랫폼을 활용하여 다양한 공공부문 위성수요에 대응하기 위한 것이다. 표준형 위성본체는 기본형상 및 설계를 변경하지 않고 최소한의 기계·전기 접속 설계 변경만으로 복제 생산이 가능하다. 이러한 위성본체는 다양한 임무요구에 맞추어 신기술이 적용되는 여러 종류의 탑재체를 수용할 수 있도록 개발되는 것으로 계획되었다.

위성본체는 그동안 위성개발 기술 확보에 주안점을 두었던 기존 다목적실용위성 개발 경험과 설계 기술을 기반으로 위성본체 주요 구성품 및 부품들을 최대한 국내기술로 개발하여 탑재될 예정이다. 특히, 위성본체 구성품의 경우, 우주핵심기술개발 과제 결과물들을 지상 검증 또는 차세대 소형위성을 통해 궤도상에서 검증하여 탑재할 계획이다. 이로써 장기적으로는 모든 위성본체 구성품들을 국산화 및 표준화 하고, 궁극적으로는 다양한 탑재체를 수용 가능한 저가 고 신뢰도의 표준형 위성본체를 지속적으로 공급할 수 있는 기반을 구축하는 것을 목표로 개발될 예정이다.

차세대중형위성 2단계 사업에서 개발될 본체 역시 1단계 표준형 위성 본체를 적극 활용하는 개념이며, 우주핵심 개발 과제 결과물들을 적극적으로 활용하여 1단계에서 성능 부족 등의 이유로 국산화하지 못했던 부품들까지 국산화를 수행할 예정이다(김정수, 2016). 차세대 중형위성 2단계 개발사업에서 수입대체 목표인 핵심부품 7종은 (표 3.3.2.5)과 같다. 구조계, 원격측정명령계, 자세제어계, 추진계 4개의 서브시스템으로 구성되어 있으며, 7개 부품¹⁰⁾에 해당한다.

(표 3.3.3.1) 수입대체 핵심부품 7종

서브시스템	부품	금액(억원)	비고
구조계	구조 탑재체 모듈	5	광학탑재체, 수입이력없음. 국내개발
원격측정명령계	대용량메모리(4G, 1개기준)	0.08	-
	GPS 수신기	6.5	500,000 유로
	S 대역 안테나	0.8	-
	S 대역 트랜스폰더	6.5	500,000 유로
자세제어계	광학형 자이로(SSIRU-L)	25.1	차중1호 가격
	별추적기(1 Set)	11.5	차중1호 가격
추진계	추진계부품(탱크 (1EA) 충전/배출 밸브(1EA) 추력기 밸브(1 EA) 래치 밸브(1 EA))	2.83	- 탱크 (1EA): 1.92억원, - 충전전/배출 밸브(1EA): 0.17억원 - 추력기 밸브(1 EA): 0.27억원 - 래치 밸브(1 EA): 0.47억원
합계		58.31	억 원

※출처 : 한국항공우주연구원 내부자료

수입대체 편익의 편익발생구조는 다음과 같다. 기존에 해외에서 수입을 위해 지불한 비용과 본 사업의 기술개발을 통해 생산된 부품을 사용하게 되는 경우 부품의 수요를 이용하여 산출한다. 요컨대, 첫째, 기존의 핵심부품 수입자료를 이용하여 기존해외에서 구입한 부품사용 비용을 추계한다. 둘째, 기술개발을 통해서 개발된 수입대체 부품에서 발생된 사업의 부품사용비용은 개발비용을 제외한 제작비용을 적용하여 차액을 산출한다. 셋째, 비용저감 편익은 위성 개발에 소요되는 부품의 수요량을 곱해서 비용저감 편익을 산출한다.

동 편익을 산정하기 위해 수입대체를 통해 제작된 위성의 수를 전망하는 것이 필요하다. 차세대 중형위성 생산 및 발사와 관련해서 『우주개발 중장기 계획』에서 제시하고 있는 위성 수를 근거로 한다. 우주개발 중장기 계획에서 차세대 중형위성은 2021~2030년까지 총 23기를 발사하는 것으로 제시하고 있다.

한국항공우주연구원 내부자료에 따르면 기술개발에 따라 수입대체 핵심부품의 저감비용은 총 7종에 58.31억원인 것으로 제시되었다. 연도별 위성수에 58.31억원을 곱하여 산출한 금액이 수입대체 편익이 되며, 수입대체 편익은 총 1,341.1억 원으로 산출되었다.

10) 단, 추진계 부품 4종을 묶어서 1종으로 계상하며, 이는 우주핵심기술개발사업에 추진계 부품으로 1 과제로 진행 중이기 때문



※출처:관계부처합동(2013), 우주개발 중장기 계획2013, p.51

(그림 3.3.3.1) 차세대 중형위성 발사 계획

(표 3.3.3.2) 수입대체 편익 산출결과

연도	위성수	수입대체편익(단위 : 억 원)	비고
2021	2.0	116.6	4호기, 5호기
2022		—	
2023	1.0	58.3	6호기
2024	1.0	58.3	7호기
2025	2.0	116.6	우주개발 중장기 계획
2026	3.0	174.9	
2027	3.0	174.9	
2028	3.0	174.9	
2029	4.0	233.2	
2030	4.0	233.2	
합계	23.0	1,341.1	

나. 인공위성 수출편익

인공위성 수출으로 발생하는 편익은 위성 수출단가에서 위성 제작비를 차감한 값에 수출량을 곱해서 산출한다. 위성수출단가에 수출량을 곱하여 산출한 결과는 매출액에 해당하며, 순익의 측면으로 접근하여 편익이 되기 위해서는 원가인 위성제작비를 차감해서 편익으로 처리할 수 있다. 따라서 위성수출단가에 위성제작비를 차감한 결과에 수출량을 곱하여 산출한다.

$$\text{수출 편익} = (\text{위성 수출단가} - \text{위성 제작비}) \times \text{수출량}$$

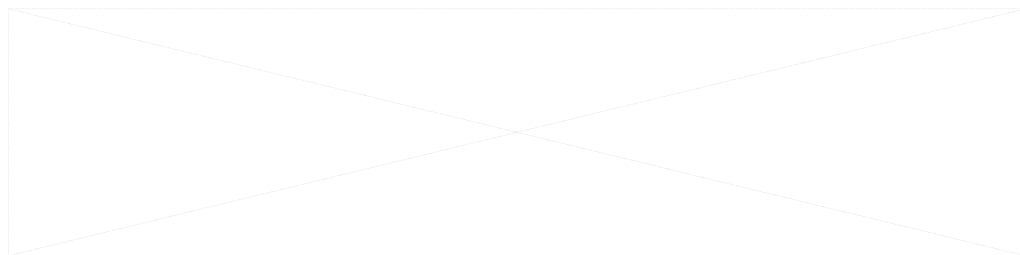
수출편익을 산출하는 과정에서 주요 쟁점은 수출량, 수출시기, 수출단가 이상 3가지이다. 수출량은 몇 기의 중형위성을 수출하는가에 따라 편익의 크기가 달라지기 때문에 중요한 의미를 가진다. 위성산업이 비약적으로 확대되고 있으나, 위성수요를 전망하는 것

은 여타의 산업(제품)과 비교해서 상당히 어려운 일이다. 위성수요 전망은 일반적으로 활용되는 시장전망 방법인 연평균 증가율 혹은 S-curve를 적용하는 것이 불가능하다는 것이다. 따라서 본 연구에서는 우주개발 중장기 계획에서 제시하고 있는 수출 목표를 활용한다. 수출시기는 편익이 발생하는 시점이므로 비용분석 결과에 차지하고 있는 비중이 크다. 따라서 몇 년에 수출을 하고, 편익이 발생하게 되는지에 대한 정확한 연도 제시가 필요하다.

수출단가는 편익의 크기를 결정하는 가장 주요한 요인으로 위성제작단가, 부가가치 등이 고려되어야 한다. 해외사례에 근거를 두기에는 위성의 제작단가와 수출가격이 기밀인 경우가 많으며, 주로 패키지 형태로 수출하고 있기 때문에 위성만의 수출가를 책정하기 어렵다는 점이 존재한다. 따라서 본 연구에서는 차세대 중형위성 1단계사업의 예비타당성 평가보고서의 내용에 기초를 두고 수출단가를 산출한다.

(1) 수출량

차세대 중형위성 2단계사업은 산업체 역량강화를 통한 수출 활성화를 목표로 하고 있으며, 2030년까지 중형위성 4기 수출을 목표로 하고 있다. 위성별 수출목표는 우주개발 중장기 계획에서 제시된 위성별 수출목표를 근거로 한다. 차세대 중형위성 1단계 사업에서 중형위성 4기 중 2기에 대한 수출편익이 계상되었으므로 본 사업에서는 나머지 2기에 대한 수출편익을 산출하여 편익분석에 적용한다.



※출처 : 관계부처합동(2013), 우주개발 중장기 계획2013, p.40

(그림 3.3.3.2) 위성별 수출 목표

(2) 수출시기

차세대 중형위성 1단계 개발사업 예비타당성 조사보고에서 수출시기와 관련해서 ‘2018년 1호기 발사 후 2019년에 바로 수출을 시작한다는 목표는 낙관적인 가정’으로 명시하고 있다. 우주개발 중장기 계획에서는 2021~30년에 4기의 수출을 목표로 제시하고 있고 연도별 세부계획은 제시되지 않아 구체적인 연도를 확인하는 것은 불가능하다. 이에 본 사업에서는 보수적으로 7호기가 발사되는 해에 위성수요가 발생하며, 4년에 걸친 제작기간을 통해 수출되는 것으로 가정한다. 4,5,6호기가 안정적으로 발사되어 궤도에 안착하게 되는 경우 수출위성수요가 발생한다는 것으로 차세대 중형위성 1단계 개발사업과 비교하여 상대적으로 보수적인 가정이다. 위성수출 편익발생 기간은 1단계 개발사업에서 명시하고 있는 기간을 준용한다. 총 4년간에 걸쳐 수출편익이 발생하며, 이는 수출용 위성 제작기간을 고려한 것이다.

(표 3.3.3.3) 위성수출 편익발생기간

연도	중형위성 발사	위성 수출	위성수출 편익발생기간
2022	4호기, 5호기	—	—
2023	—	—	—
2024	6호기	—	—
2025	7호기	1	0
2026	—	1	0
2027	—	—	0
2028	—	—	0
합계	4	2	4

(3) 수출위성단가

본 연구에서는 차세대 중형위성 2단계 개발사업의 성과물인 4호기와 5호기의 탑재체를 장착한 위성을 수출하는 것으로 가정한다. 2022년에 4호기와 5호기가 발사되고, 안정적인 임무수행이 확인되면 수출이 가능하다는 점을 고려하였다. 6호기와 7호기 발사시점을 고려한다면, 2025년에 수출한다는 것은 무리한 가정임을 감안하였다. 따라서 4호기, 5호기와 동일한 위성을 수출하는 것으로 선정하였다.

수출위성단가는 차세대 중형위성 1단계 개발사업 기획보고서에서 1,000억 원으로 산정하였으며, 예비타당성 평가를 통해 다음과 같은 평가를 받았다. 이를 근거로 본 연구에서는 개발비, 제작단가, 부가가치비율을 적용하여 각각의 수출단가를 추정하였다.

(표 3.3.3.4) 차세대 중형위성 1단계 개발사업 수출위성단가 평가결과

- ◆ 유사 사양의 일본 ASNARO 위성은 제작비 4,800만 달러(540억 원)와 수출희망가 9,600만 달러(1,080억 원)로 추정됨
- ◆ 통계청 산업별(우주선 및 보조장치 제조업) 주요 생산비, 부가가치의 비율을 적용하여 수출위성 2대의 수출가(제작 단가*부가가치비율)를 추정함
- ◆ 통계청 '전국 시도 산업분류별 출하액, 생산액, 부가가치 및 주요 생산비(10명 이상) 지표활용(주요 생산비:부가가치 = 56.3% : 43.7%)
- ◆ 위 두 추정가 범위에 속하는 부처제시 단가 중 보수적 접근의 대당 수출가 600억 원을 인정함

※출처 : KISTEP(2014), 차세대 중형위성 개발사업 예비타당성 보고서, p.85

수출단가를 추정하기 위해 국내개발비용과 유사탑재체 도입비용을 검토하였다. 4호기 광역전자광학카메라의 경우 개발비가 460억 원 규모이며, 5호기 마이크로파 탐측기의 경우 778억 원 수준으로 도출되었다. 4호기의 경우 유사탑재체 수입비용은 1,400억원 규모인 것으로 조사되었으며, 마이크로파 탐측기 또한 1,400억원 수준인 것으로 조사되었다.

(표 3.3.3.5) 국내개발비용과 현존하는 유사탐재체 도입비용 비교

위성		탐재체	국내 개발비	수입비(유사 탐재체)
4호	지상관측위성	광역전자광학카메라	460억원	■ 127.9M\$(미국 Landsat-8, OLI 개발비)
5호	기상위성	마이크로파 탐측기	778억원	■ 121M\$(미국 ATMS 시장가격) ■ 31.1M€(유럽 MWS 도입비 추정) ■ 155.5M€/3기(MWS 개발비)
6호	환경위성	적외선 초분광영상기	490억원	■ 120M\$(미국 OCO2 개발비)
7호	지상관측위성	C-밴드 영상레이다	705억원	■ 53M€(유럽 MWS 도입비 추정) ■ 143M€/2기(Sentinel 개발비)

※출처 : 한국항공우주연구원 내부자료

수출단가를 산출하기 위해 제작원가와 부가가치율을 사용하였다. 탐재체의 개발이 완료되면 제작비용은 개발비의 60%수준으로 낮아지는 것으로 가정하였다. ‘전국 시도 산업 분류별 출하액, 생산액, 부가가치 및 주요 생산비(10명 이상)’의 생산비와 부가가치비를 동일하게 적용하였다. 이를 적용하여 최종적으로 적용한 수출단가는 4호기 1,287.2억 원, 5호기 1,602.1억 원이다.

(표 3.3.3.6) 수출위성단가 산출결과

구분	개발비 (억 원)	개발비 감소비율	제작원가 (억 원)	부가 가치비	생산비	부가가치 (억 원)	수출단가 (억 원)
산식	A	B	C=A*B	D	E	$F = \frac{C \times D}{E}$	G=C+F
탐재체	4호	60%	276.0	43.70%	56.30%	214.23	490.2
	5호		466.8			362.33	829.1
시스템 및 본체	4호	—	448.7	43.70%	56.30%	348.28	797.0
	5호		435.2			337.80	773.0

(4) 편익도출

2025년 수출위성을 수주하고, 4년간 제작 및 수출을 통해 편익이 발생하는 것으로 산정하였다. 위성수출편익은 총 1,262.6억 원으로 산정되었다.

(표 3.3.3.7) 위성수출 편익

(단위:억 원)

연도	수출위성 제작비	수출액	위성수출 편익
2025	247.3	481.6	234.3
2026	570.4	963.1	392.7
2027	568.3	963.1	394.9
2028	240.7	481.6	240.8
합계	1,626.7	2,889.3	1,262.6

다. 위성별 편익항목

차세대 중형위성 2단계사업은 중형위성의 탑재체를 개발하는 것이 중요한 사업목표로 설정하고 있다. 각 탑재체가 개발되면, 4기의 중형위성에 장착되어 임무를 수행하게 되고, 탑재체는 활용목적에 따른 자료를 생산하게 된다. 탑재체가 생산하는 자료의 활용을 통해 발생할 수 있는 편익을 본 사업의 편익으로 산정하며, 각각의 탑재체를 중심으로 위성별로 분석을 수행한다.

경제성 분석의 기준은 유무검증으로 사업시행과 미시행의 경우를 비교하여 사업시행을 통해 추가적으로 발생하는 부분만을 인정하는 것이다. 본 사업의 편익산정에서 근본적인 문제는 한국이 확보하고 있는 위성자료가 존재한다는 점이다. 이로 인하여 본 사업을 통해 발생하게 되는 편익을 인정하는 것은 매우 제한적일 수 있다. 하지만 개발된 탑재체가 제공하는 위성자료가 현재 제공되는 위성자료와 차별성이 있다면, 탑재체를 통해 생산되는 자료가 경제적 편익을 발생시킬 수 있다는 점에 집중한다. 각 위성별 편익항목은 (표 3.3.3.6)을 통해 제시하였다. 본 절에서는 각각의 편익항목과 내용, 편익추정결과를 제시한다.

(표 3.3.3.8) 위성별 편익항목 및 내용

		편익항목	편익내용	본고 목차*
4호	지상 관측	◆ 위성영상 구입 대체 편익	◆ 농지면적 조사 등 각종 통계조사 비용 절감	1). 가)
		◆ 농산물 가격 폭락 방지로 인한 농민 편익	◆ 농산물 가격 폭락을 예측함에 따라 농가 소득 감소분을 추정하여 이를 편익으로 처리	1). 나)
		◆ 농산물 가격 폭등 방지로 인한 국민 편익	◆ 농산물 가격이 폭등했을 때의 가격에서 평년가격을 차감하여 편익으로 산정	1). 다)
5호	기상 위성	◆ 재산피해액 감소편익	◆ 기상예보의 정확도가 향상됨에 따라 발생하는 편익	2). 가)
		◆ 기상활용산업 부가가치 창출편익	◆ 위성을 활용에 따라 ◆ 기후변화 적응비용절감	2). 나)
6호	환경 위성	◆ 측정망 설치 비용절감 편익	◆ 위성을 통한 온실가스 배출량을 관측함에 따라 지상관측비용을 절감	3)
7호	레이다 (SAR) 위성	◆ 호우태풍 피해액 감소 편익	◆ 호우와 태풍에 따른 피해감소 편익	4). 가)
		◆ 수자원분야 조사 비용 절감 편익	◆ 유역 및 수문조사에 투입되는 비용을 위성영상을 통해 대체가능함에 따라 발생하는 편익	4). 나)
		◆ 해양오염사고 저감편익	◆ 기름 유출로 발생하는 해양오염의 확산을 방지함에 따라 피해액이 절감되는 것을 편익으로 산정	4). 다)
		◆ 산사태 복구비용 저감편익	◆ 위성영상을 통해 산사태 발생에 따른 피해비용 절감	4). 라)
		◆ 적조발생 피해비용 절감	◆ 적조발생 조기발견을 통해 산사태 발생에 따른 피해비용 절감	4). 마)

* 가독성을 고려 각 위성별 편익항목과 본 보고서를 목차를 표기한 것임

1) 4호기 지상관측위성

4호기 지상관측위성은 광역 전자광학카메라를 탑재한 인공위성이며, 농작물 작황, 농업, 수자원, 산림자원 등을 모니터링 하는 것이 주요임무이다. 4호기 지상관측위성은 '광역 전자광학 카메라 기술개발', '농업 및 산림 위성자료 활용체계 개발'을 주요개발내용을 설정하고 있으며, ①기후변화 대응 농업 안정 생산 환경 감시, ②국내외 곡물/채소 작황 모니터링 및 기술 확립, ③산림 생장, 생물계절 모니터링 및 바이오매스 평가, ④산림특성 구분 및 산림지 이용 변화 모니터링, ⑤산림 피해지 현황 파악 및 산림 복원 모니터링을 주요한 활용계획으로 제시하고 있다. 본 연구에서는 활용계획 중 '기후변화 대응 농업 안정 생산 환경 감시¹¹⁾'에 초점을 두고, 위성영상 구입 대체 편익, 농산물 가격 폭락 방지로 인한 농민 편익, 농산물 가격 폭등 방지로 인한 국민 편익 이상 3가지 선정하였다.

가) 위성영상 구입 대체 효과

위성영상 구입대체 효과는 현재의 위성으로 확보할 수 없는 영상을 해외에서 구매하는 비용이 대체되는 것을 의미한다. 작물모니터링을 위해 확보해야 할 위성영상은 위성이 없는 경우 해외에서 구입해야 하며 이로 인하여 비용이 발생하게 된다. 4호기 지상관측위성을 통해 필요한 위성영상을 확보하게 되고, 이는 구입대체에 따른 비용절감 편익이 발생하게 된다.

작물모니터링을 위해 농지면적, 산림면적 전체를 확보할 수 있는 위성영상을 구매하는 것으로 가정하고, 작물 생육과정에서 필요한 영상활용 횟수와 필요영상배수, 단가를 적용하여 구매비용을 산출한다. 우선 농지 및 산림면적은 2015년 기준 지적통계를 활용하여 산출한다. 연간 활용 횟수는 농지의 경우 영양성장기, 생식성장기, 수확기별 각 1회 분석을 전제로 하며, 산림은 분포 및 현황 분석 2회를 전제로 한다. 필요 영상 배수는 영상 간 중복되거나 농지/산림 이외의 부분이 필요한 영상을 활용하는 경우도 있으므로 상대적으로 분산되어 있는 농지는 1.2배, 분산 정도가 낮은 산림은 1.1배의 배율을 적용한다. 영상 구매 단가는 해상도 1m급 해외위성영상의 국내 평균 가격인 5만원/km²(¹²⁾을 적용한다.

11) 4호기 지상관측위성을 통해 확보할 위성영상은 첫째, 국내의 주요 작물의 작황모니터링 분야에서 활용될 예정이다. 우리나라의 벼 작황 추정에는 공간해상도 250m급의 MODIS 위성영상을 이용하여 파악한 출수기의 생육과 등숙기 기상자료를 이용하여 단위면적당 수확량을 예측하였다. 시군 단위에서 신뢰도 있는 벼 수량 추정을 위해서는 5호기 지상관측 중형위성에서 제안하는 공간해상도의 영상을 넓은 관측 폭으로 촬영하여 지역단위의 시계열로 확보하여 새로운 벼 수량 추정 모형을 구축할 예정이다. 차세대 농림위성을 이용하여 추정할 벼 수량 추정 모형은 '시군단위에서 신뢰할 수 있는 벼 생산량 추정'과 '수확기 한 달 전부터 수확기까지의 벼 생산량을 예측'하여 쌀 수매가 및 물량 조절, 수출입 등 수급정책 결정을 위한 기초 자료로 제공될 예정이다.

둘째, 농림업 중형위성을 활용하여 겨울철에 농경지에 재배하는 맥류(밀, 보리)와 조사료(IRG, 호밀, 청보리)의 재배면적 추정과 생육진단에 활용할 계획이다. 겨울철에 논을 중심으로 맥류 및 조사료를 재배하여 식량자급률을 높이고자 하는 정부의 시책을 지원하기 위하여 위성영상을 활용하여 동계작물의 면적과 생육상황 등을 파악하여 재배현황 정보를 생산하고자 한다. 사료용 곡물을 포함한 곡물의 자급률 향상에 기여하고자 한다.

셋째, 채소 작황 예측을 위한 작물 구분 및 영상 분류, 정식·파종시기 추정, 생육이상 관별, 수량 추정 모형의 개발 연구를 수행중이다. 농림업 중형위성이 발사되어 영상을 획득한다면 현재 주산지 중심으로 적용하던 결과를 전국 채소 재배지로 확대 적용할 수 있다. 채소의 작물 구분 및 영상 분류를 통해 정식·파종시기를 추정하면 배추의 경우 출하시기를 예측할 수 있다. 시계열 영상을 이용하여 생육 상황과 이상 관별 등에 관한 작황정보를 생산하여 수급부서에 제공하고자 한다. 채소의 생산량 변동을 통해 과부족을 판단하고 농업인과 국민을 위한 유통 정책 수립에 활용할 수 있다.

12) 미래창조과학부, 우주개발중장기계획수립 기획연구 최종보고서, 2013, p. 43.

(표 3.3.3.9) 작물모니터링을 위한 영상구매비용 추정결과

구분		위성영상 구입 필요 비용		
항목	단위	농지	산림	합계
면적	km ²	19,108	61,645	80,752
연간 활용 횟수	회	3	2	—
필요 영상 배수	배	1.2	1.1	—
단가	만원/km ²	5	5	—
영상구매비용	억 원	34.39	67.81	102.2

구매대체를 통해 발생하는 비용절감 편익은 연간 102.2억 원으로 추정되었다. 4호기 위성의 임무수명을 고려하면, 2023년~2027년 5동안 511억 원으로 추정되었다.

나) 농산물 가격 폭락 방지로 인한 농민 편익

농산물 가격 폭락 방지로 인한 농민 편익은 도매가 폭락에 따른 농민의 피해를 방지함에 따라 발생하는 편익을 의미한다. 4호기 지상관측 위성은 광역 전자광학카메라를 탑재한 위성으로 작물생육을 모니터링 하여 기대이상의 수확량이 예상되는 경우 이를 사전에 통보하는 역할을 수행한다. 모니터링을 통해 수확량이 확대되어 도매가가 폭락하는 경우 농민에게 발생할 수 있는 피해를 저감할 수 있다. 이러한 이유로 농산물 가격 폭락방지로 인한 농민 편익을 산정하였다.

농산물 가격 폭락 방지로 인한 농민 편익은 다음의 절차를 통해 추정한다. 첫째, 과거 자료를 이용하여 도매가 폭락이 발생한 작물을 추출하는 것이다. 둘째, 도매가의 변동폭을 관측하여 변동폭이 큰 연도를 확인하여 하한가격과의 차이를 산출한다. 셋째, 도매가가 하한가격 이하로 내려 간 해의 생산량을 ‘적정가격과 하한가격의 차이’와 곱하여 피해액을 추계한다. 넷째, 총피해액을 분석기간으로 나누어 연평균피해액을 산출한다. 끝으로 연평균 피해액에 위성기여율¹³⁾을 적용하여 본 사업의 편익을 추정한다.

(표 3.3.3.10) 대상작물 추출결과:생산량과 도매가간의 관계

종류	감자	고구마	고추	마늘	무	배추	쌀	양파	콩	참깨
3년 평균 생산액 (단위:10억원)	212.7	413.6	1,193.7	492.5	450.6	842.9	8,267.6	436.4	679.5	147.8
생산량과 도매가 간의 관계	X	O	X	X	X	X	X	X	O	X

첫 번째 단계인 대상작물을 추출하기 위해 분석 대상은 대부분 노지에서 재배되는 농산물 중 수입 의존도가 높지 않은 농산물로서 연평균 생산액이 일정액 이상인 농산물로

13) (표 3.3.2.2)의 2단계 차세대중형위성의 부처별 활용계획에 따르면, 2단계를 통해 개발되는 기술은 ‘기후변화가 사회 기반 시설 및 국토에 미치는 영향을 평가하고, 영향을 대비하는 감시·대응 시스템을 구축하는 기술(녹색기술 연구개발 종합대책, 2009)’로 볼 수가 있다. 따라서, 본 연구의 위성기여율은 기상 및 기후 예보에 있어서 저궤도 위성이 기여하는 정도를 분석한 EUMETSAT의 연구사례(12.5%)를 인용하도록 한다.

선정한다. 가장 전통적인 수요-공급모형을 활용하여, 종속변수를 연도별 농산물별 도매가(농수산물유통정보, 29년 또는 32년간 통계)로 설정하고, 독립변수를 연도별 생산량(식품수급표 통계), 소득 등을 포함하여 회귀분석을 수행한다. 연평균 생산액 2,000억 원 이상 농산물 10종을 대상으로 분석을 수행하였으며, 그 결과 고구마와 콩이 추출되었다. 농산물 10종에 대한 생산량과 도매가 간의 관계에 대한 회귀분석 결과는 다음과 같다.

고구마와 콩을 대상으로 편익을 추정하였다. 작성된 모델¹⁴⁾을 적용하여 각 연도별 생산량 대비 적정 도매가격을 계산하고, 여기에 표준편차(평균 23%)를 적용하여 변동폭이 큰 연도를 확인하여 도매가격의 하한가격을 계산하였다. 계산된 하한가격과 도매가격의 차액분과 생산량을 곱하여 피해액을 산출하였다. 피해액을 분석연수로 나누어 연평균 피해액을 계산하고 위성 기여율을 적용하여 편익을 추정하였다. 농산물 가격 폭락 방지로 인한 농민 편익연간 17.8억 원으로 추정되었다.

(표 3.3.3.11) 농산물 가격폭락 방지로 인한 농민 편익 추정결과

구분	고구마 도매	콩 도매	합계
하한가격 이하 가격 발생 연수	8	2	10
분석 연수	32	32	
피해액(백만원) (당해년 도매가격-하한가격 이하 가격)*생산량	398,315	59,386	457,701
연평균 피해액(= 피해액/분석연수)(백만원)	12,447	1,856	14,303
저제도 위성 기여율	12.5%		-
농산물 가격폭락 방지로 인한 농민 편익(백만원)	1,556	232	1,788

다) 농산물 가격 폭등 방지로 인한 국민 편익

농산물 가격 폭등 방지로 인한 국민 편익은 소매가 폭등에 따른 국민의 피해를 방지함에 따라 발생하는 편익을 의미한다. 4호기 지상관측 위성은 광역 전자광학카메라를 탑재한 위성으로 작물생육을 모니터링 하여 흉작이 예상되는 경우 이를 사전에 통보하는 역할을 수행한다. 모니터링을 통해 흉작이 되어 소매가가 폭등하는 경우 국민에게 발생할 수 있는 피해를 저감할 수 있다. 이러한 이유로 농산물 가격 폭등방지로 인한 국민 편익을 산정하였다.

(표 3.3.3.12) 대상작물 추출결과:생산량과 소매가 간의 관계

종류	감자	고구마	고추	마늘	무	배추	쌀	양파	콩	참깨
3년 평균 생산액 (단위: 10억 원)	212.7	413.6	1,193.7	492.5	450.6	842.9	8,267.6	436.4	679.5	147.8
생산량과 소매가 간의 관계	X	O	O	X	X	O	X	X	O	O

농산물 가격 폭등 방지로 인한 국민 편익은 다음의 절차를 통해 추정한다. 첫째, 과거 자료를 이용하여 소매가 폭등이 발생한 작물을 추출하는 것이다. 둘째, 소매가의 변동 폭

14) 도매가-생산량 간의 회귀분석 모델을 의미

을 관측하여 변동폭이 큰 연도를 확인하여 상한가격과의 차이를 산출한다. 셋째, 소매가가 상한가격 이하로 내려 간 해의 생산량을 ‘적정가격과 상한가격의 차이’와 곱하여 피해액을 추계한다. 넷째, 총피해액을 분석기간으로 나누어 연평균피해액을 산출한다. 끝으로 연평균 피해액에 위성기여율을 적용하여 본 사업의 편익을 추정한다.

농산물 가격 폭등 방지로 인한 국민 편익은 고구마, 건고추, 배추, 콩, 참깨를 기준으로 편익을 추정하였다. 농산물 가격 폭락 방지로 인한 농민 편익 산출절차를 준용한다. 작성된 모델¹⁵⁾을 적용하여 각 연도별 생산량 대비 적정 소매가를 계산하고, 여기에 표준편차(평균 23%)를 적용하여 변동폭이 큰 연도를 확인하여 소매가의 상한가격을 계산하였다. 계산된 상한가격과 소매가의 차액분과 생산량을 곱하여 피해액을 산출하였다. 피해액을 분석연수로 나누어 연평균 피해액을 계산하고 위성 기여율을 적용하여 편익을 추정하였다. 농산물 가격 폭등 방지로 인한 국민 편익은 연간 121.5억 원으로 추정되었다.

(표 3.3.3.13) 농산물 가격폭등 방지로 인한 국민 편익 추정결과

구분	고구마	건고추	배추	콩	참깨	합계
상한가격 이하 가격 발생 연수	3	2	2	4	3	14
분석 연수	29	29	29	29	29	
피해액(백만원) (당해년 소매가격-상한가격 이하 가격)*(생산량)	520,245	839,248	1,305,597	135,003	18,888	2,818,982
연평균 피해액(백만원) (= 피해액/분석연수)	17,939	28,940	45,021	4,655	651	97,206
저제도 위성 기여율	12.5%					
농산물 가격폭등 방지로 인한 국민 편익(백만원)	2,242	3,618	5,628	582	81	12,151

라) 4호기 편익도출결과 종합

4호기 지상관측위성의 위성영상구입 대체편익, 농산물가격폭락 방지로 인한 농민편익, 농산물가격폭등방지로 인한 국민편익 추정결과를 종합하면 2023년~2027년 동안 1,208.0억 원으로 추정되었다.

(표 3.3.3.14) 4호기 지상관측위성 편익도출 결과

(단위:억 원)

연도	위성영상구입 대체편익	농산물가격폭락 방지로 인한 농민편익	농산물가격폭등 방지로 인한 국민편익	편익합계
2023	102.2	17.9	121.5	241.6
2024	102.2	17.9	121.5	241.6
2025	102.2	17.9	121.5	241.6
2026	102.2	17.9	121.5	241.6
2027	102.2	17.9	121.5	241.6
합계	511.0	89.4	607.5	1,208.0

15) 소매가-생산량 간의 회귀분석 모델을 의미

2) 5호기 기상위성

기상환경위성인 5호기는 기상 및 수치예보 분석을 위한 자료를 확보하는 위성으로 마이크로파 탐측기를 탑재한다. 5호기의 주요개발내용은 시스템 및 본체 국산화 기술개발을 비롯하여, 마이크로파 탐측기 기술개발 및 저궤도 기상 위성자료 활용체계 개발이다. 개발된 5호기 위성은 ‘수치예보 및 기상분석 활용’, ‘운정온도/운정고도, 운량 등 정량적 구름 정보 산출’ 및 ‘홍수, 가뭄, 태풍, 황사 예측 및 현황 파악’에 활용된다. 이러한 개발내용과 활용내용에 기초하여 재산피해액 감소 및 기상활용산업 부가가치 창출을 편익으로 선정하였다.

가) 재산피해액 감소편익

재산피해액 감소편익은 위험기상으로 인하여 발생하는 피해를 예보정확도 향상으로 감소시킬 수 있는 편익을 의미한다. 5호기 기상환경위성은 마이크로파 탐측기를 탑재하여 홍수, 태풍의 예측능력을 제고하는 것을 목표로 하고 있다. 이에 따라 홍수, 태풍 등 기상재해에 대한 예측능력이 강화되면 예보를 통해 재산피해를 감소시킬 수 있게 된다. 이를 재산피해액 감소편익으로 선정하고 추정한다.

재산피해액 감소편익을 추정하기 위해 다음의 절차를 준용한다. 첫째, 기상재해에 따른 피해액을 산출한다. 이는 우리나라의 기상재해에 따른 연도별 피해액을 검토하고, 편익추정에 적용한 피해액을 결정한다는 것이다. 둘째, 저궤도 위성 기여율을 산정한다. 기상예측에서 저궤도 위성이 예보에 기여하는 정도를 산출한다. 셋째, 피해액에 저궤도 위성 기여율을 적용하여 편익을 산출한다. 저궤도 위성기여율은 EUMETSAT에서 추정한 결과를 토대로 탑재체와 국내기술수준을 고려하여 산정한다.

기상재해로 인한 재산피해액은 기상청에서 공표하고 있는 통계를 활용한다. 우리나라의 최근 10년간 위험기상에 의한 피해현황은 (표 3.3.3.7)과 같다. 지난 10년간 사망실종 등 인명피해는 연평균 27명으로 나타났으며, 재산피해액은 평균 6,269억원에 달하는 것으로 나타났다.

(표 3.3.3.15) 연도별 위험기상 피해 현황

구분(연도)	사망·실종(명)	이재민(명)	침수면적	재산피해액	피해복구액
			(ha)	(억원)	(억원)
2005	52	9,914	26,782	10,498	16,487
2006	63	2,883	34,759	19,430	36,509
2007	17	675	4,859	2,518	4,898
2008	11	4,627	602	637	1,476
2009	13	11,931	5,677	2,988	7,735
2010	14	76,110	12,925	4,268	7,154
2011	78	70,099	14,892	7,942	16,540
2012	16	18,356	487	10,892	20,532
2013	4	4,233	0	1,721	3,866
2014	2	7,691	89	1,800	5,071
합계	270	206,519	101,072	62,695	120,267
평균	27	20,651	10,107	6,269	12,027

※자료: 기상청 홈페이지 (<http://www.kma.go.kr>)

편익산출을 위해 연도별 위험기상에 따른 최근 10년간의 연평균 피해액을 적용하였다. 기상악화로 인하여 발생하는 재산피해는 불규칙적으로 발생하는 성격이 있어서 미래에 대한 추정에 어려움이 있기 때문에 10년간 피해액의 평균을 적용하였다.

재산 피해액의 감소분을 편익으로 산정하기 위해 위성기여율을 산출한다. 저궤도 위성의 기상예측에 기여하는 정도, 마이크로파 탐측기의 기여율, 국내기술수준을 모두 곱하여 최종적으로 3.12%가 도출되었다.

(표 3.3.3.16) 위성기여율 산출

구분	최소값	중간값	최대값	출처
저궤도위성 기여율	8.0%	12.5%	14.2%	EUMETSAT, ECMWF, Mehta(NOAA)
탐재체 마이크로파 탐측기	28.6%			EUMETSAT
국내기술수준	87.5%			국립기상과학원(2015. 10)
본 연구 적용 비율	3.12%			12.5% X 28.6% X 87.5%

※ 출처: EUMETSAT, EUMETSAT Socio-Economic Benefit Studies , 2013.12.

국립기상과학원, 기상기술력 평가를 위한 조사·분석 연구 , 2015.10

최근 10년간 평균 피해액 6,269억 원에 위성기여율 3.12%를 적용하여 연간 195.6억 원의 본 사업만의 편익이 발생하는 것으로 산출되었다. 5호기 위성의 임무수명인 2023~2027년 5년간 동일하게 편익이 산출되며, 총 987억 원의 편익이 발생하는 것으로 나타났다.

나) 기상활용산업 부가가치 창출편익

기상활용산업 부가가치 창출편익은 5호기 위성의 자료를 활용함에 따라 기상예측정보의 향상으로 인한 기상정보 활용산업의 부가가치가 증대되는 것을 의미한다. 예를 들어 기상정보제공서비스업¹⁶⁾의 경우 기상예측정보의 수준이 향상되면 보다 양질의 서비스를 제공함에 따라 고객확대 및 가격인상을 기대할 수 있다. 부가가치 창출편익은 기상예보를 활용한 산업의 기상예보 정확도 제고에 따라 부가가치가 증대되는 것을 편익으로 산정하는 것을 의미한다.

5호기는 탑재된 마이크로파 탐측기를 통해 기상 및 수치예보 분석을 위한 자료를 수집하는 위성이다. 따라서 5호기에 탑재되는 마이크로파 탐측기는 오전기상¹⁷⁾의 예측정도 향상되어 기상예측의 정확도가 향상될 것으로 판단된다. 기상예측 정도가 향상되어 고품

16) 00해운사의 경우 우리나라 기상사업자와 해외 기상사업자의 기상정보를 동시에 구매하고 있으나, 우리나라 기상사업자의 경우 선박항로에 따른 기상정보만을 제공하는 반면, 해외 기상사업자는 선박정보에 따라 소요 연료, 항로별 원가분석결과에 따른 비용분석 등을 함께 제공함에 따라 실질적인 도움을 받고 있는 정보는 해외 기상사업자를 통해 제공받고 있다고 함(기상청, 2013)

17) 기상위성의 운영체도에 따라 예측정도가 변화한다. 기상위성 운영체도는 오전, 오후, 이른 오전 체도로 구분할 수 있는데 한반도 및 주변지역은 이른 오전 체도의 영향도가 가장 크게 나타나고 있다.

질의 정보가 기상활용산업에 제공된다면 부가가치 창출편익이 발생한다는 것이다.

기상활용산업 부가가치 창출편익은 다음의 절차를 통해 추정한다. 첫째, 기상활용산업의 매출액을 계측한다. 기상산업 내 기상정보를 활용하는 산업분류를 선별하고, 기상분야 매출액을 측정하는 것을 말한다. 둘째, 기상활용산업의 부가가치율을 측정하는 것이 필요하다. 기상활용산업은 제공되는 기상정보를 활용하여 새로운 서비스를 생산하는 것으로 기상정보를 중간재로 처리하고, 부가가치만을 편익으로 산정하기 위해 부가가치율을 산출한다. 셋째, 기상활용산업의 부가가치를 전망한다. 5호기 기상위성이 개발 및 발사되어 위성자료가 공급되는 시기는 2023년이기 때문에 기상활용산업의 부가가치 전망이 필요하다. 끝으로 기여율에 해당하는 계수를 산정한다. 기상활용산업의 부가가치를 모두 5호기 위성으로 인하여 발생한 것으로 보기 어렵다. 따라서 이를 보정하여 본 사업만의 편익을 추정하기 위해 위성기여율과 예측개선율을 이용하여 계수를 도출한다. 위성기여율은 저궤도 위성의 기상예측 개선에 기여한 정도를 의미하는 것으로 EUMETSAT에서 제시된 결과를 활용한다.

기상예보 활용산업은 2016년 기상산업통계조사 결과를 활용한다. 기상기기, 장치 및 관련 제품 제조업과 기상기기, 장치 및 관련 상품 도매업을 제외하고, ‘기상관련전문, 기술서비스업’, ‘기상관련방송 및 정보서비스업’, ‘기타 기상관련서비스업’ 이상 3가지 중분류 내의 세세분류 중 기상예보 활용산업을 선정하였다. 해당분류의 기상분야 매출액, 연평균 증가율, 부가가치율을 적용하여 부가가치 창출편익을 추정한다.

(표 3.3.3.17) 2015년 기상산업 사업체 및 매출액

업종	기상예보 활용산업	사업체수 (단위:개)	기상분야 매출액 (단위:백만원)
전체		570	371,908
기상기기, 장치 및 관련 제품 제조업		179	134,313
♦ 기상관측용기기 및 장치 제조업		83	70,659
♦ 기타기상측정기기제조업		90	62,312
♦ 기상교구제조업		6	1,342
기상기기, 장치 및 관련 상품 도매업		121	48,895
♦ 기상관측용기기 및 장치 도매업		64	26,124
♦ 기상관련상품도매업		57	22,771
기상관련전문, 기술서비스업		78	21,178
♦ 기상연구개발업		23	5,222
♦ 기상경영컨설팅업	●	23	11,885
♦ 기후영향평가서비스업	●	27	1,740
♦ 기상감정업			
♦ 기상예보서비스업	●	5	2,331
기상관련방송 및 정보서비스업		61	38,676
♦ 기상방송업	●	1	2,682
♦ 기상정보포털및인터넷서비스업	●	13	11,812
♦ 기상관련소프트웨어개발및공급업	●	47	24,182
기타 기상관련서비스업		131	153,974
♦ 기상관련손해보험업	●	5	103,465
♦ 기상기기,장치및관련제품수리,유지보수업		126	25,381

※자료: 기상산업진흥원(2016), 2016 기상산업실태조사(2015년 기준), p.24

매출액은 최종재의 가격과 수량에 따른 것으로 중간투입재를 제외한 부가가치만 편익으로 산정해야 한다. 이를 위해 해당분류의 부가가치율을 산정하는 것이 필요하다. 정확한 부가가치율 추정은 불가능하므로, 한국은행 산업연관표에서 제시되고 있는 총투입액과 부가가치 금액을 이용하여 유사산업분류의 부가가치율을 추정한다. 한국은행에서 2016년 공표한 가장 최근의 산업연관표는 2014년 기준으로 작성되었으며, 본 연구에서는 2014년 산업연관표의 총투입액과 부가가치금액을 활용하여 부가가치율을 산정하였다.

(표 3.3.3.18) 부가가치율

구분	중간투입계 (백만원)	부가가치계 (백만원)	총투입계 (백만원)	부가가치율 (%)	기상산업 적용대상
정보통신 및 방송서비스	672,192	523,525	1,195,717	43.8%	♦ 기상 방송업 ♦ 기상정보 포털 및 인터넷 서비스업 ♦ 기상관련 소프트웨어 개발 및 공급업
금융및보험서비스	649,927	737,768	1,387,695	53.2%	♦ 기상관련 손해보험업
전문,과학 및 기술서비스	546,496	723,933	1,270,429	57.0%	♦ 기상경영 컨설팅업 ♦ 기후영향평가 서비스업 ♦ 기상예보서비스업

※ 자료 : 한국은행(2016), 산업연관표 2014

기상산업통계조사는 2015년에 2014년 기준 통계조사를 시작하여, 2014년, 2015년 통계만 확보할 수 있기 때문에 전기대비 증가율을 산출하여, 부가가치 전망에 적용하고자 한다. 기상활용산업에 해당하는 중분류의 전기대비 증가율을 산출하면 (표 3.3.3.11)과 같다.

(표 3.3.3.19) 기상활용산업 전기대비 증가율

구분	2014	2015	전기대비 증가율
	기상산업부문매출액	기상산업부문매출액	
	합계(백만원)	합계(백만원)	
기상관련전문,기술서비스업	12,706	21,178	66.7%
기상관련방송및정보서비스업	36,751	38,676	5.2%
기타기상관련서비스업	106,806	128,846	20.6%

전기대비 증가율을 각 산업에 맞추어 적용할 수도 있으나, 기상산업이 매년 66.7%, 20.6%씩 증가하는 것으로 가정하는 것은 낙관적이거나, 비현실적인 것으로 판단되어 가장 낮은 전기대비 증가율인 5.2%를 일괄 적용한다. 기상활용산업의 매출액을 전망하고, 각 부가가치율을 곱하여 기상활용산업의 부가가치 전망결과를 제시하면 다음과 같다.

(표 3.3.3.20) 기상활용 산업 부가가치 전망

(단위: 억 원)

구분	기상경영컨설팅업	기후영향평가서비스업	기상예보서비스업	기상방송업	기상정보포털및인터넷서비스업	기상관련소프트웨어개발및공급업	기상관련손해보험업
부가가치율	57.0%	57.0%	57.0%	43.8%	43.8%	43.8%	53.2%
2015	67.72	9.92	13.28	11.74	51.72	105.88	550.07
2016	71.25	10.43	13.97	12.35	54.41	111.38	578.68
2017	74.95	10.97	14.70	13.00	57.24	117.17	608.77
2018	78.85	11.54	15.46	13.67	60.21	123.27	640.42
2019	82.95	12.14	16.27	14.38	63.34	129.68	673.72
2020	87.26	12.78	17.11	15.13	66.64	136.42	708.76
2021	91.80	13.44	18.00	15.92	70.10	143.51	745.61
2022	96.57	14.14	18.94	16.74	73.75	150.98	784.39
2023	101.60	14.87	19.93	17.62	77.58	158.83	825.17
2024	106.88	15.65	20.96	18.53	81.62	167.09	868.08
2025	112.44	16.46	22.05	19.50	85.86	175.78	913.22
2026	118.28	17.32	23.20	20.51	90.32	184.92	960.71
2027	124.43	18.22	24.41	21.58	95.02	194.53	1,010.67

부가가치 전망결과를 바탕으로 본 사업만의 편익을 산출하기 위해서 저궤도위성 기여율과 기상정보 정확도 개선율을 고려해야 한다. 저궤도 위성 기여율은 기상예측에 활용되는 12.5%를 적용하며, 기상정보 정확도 개선율은 50%¹⁸⁾로 가정한다.

(표 3.3.3.21) 기상활용 산업 부가가치 창출편익 적용 계수

구분	중간값	출처
저궤도위성 기여율	12.5%	EUMETSAT, ECMWF, Mehta(NOAA)
기상정보 정확도 개선율	50%	가정

위성임무수명, 부가가치 전망결과, 저궤도위성기여율, 기상정보 정확도 개선율을 이용하여 기상활용산업 부가가치창출 편익을 추정한 결과는 2023년~2027년 동안 421.49억 원으로 추정되었다.

(표 3.3.3.22) 기상활용 산업 부가가치 창출편익 추정결과

(단위: 억 원)

연도	기상경영컨설팅업	기후영향평가서비스업	기상예보서비스업	기상방송업	기상정보포털및인터넷서비스업	기상관련소프트웨어개발및공급업	기상관련손해보험업	합계
2023	6.35	0.93	1.25	1.10	4.85	9.93	51.57	75.97
2024	6.68	0.98	1.31	1.16	5.10	10.44	54.26	79.93
2025	7.03	1.03	1.38	1.22	5.37	10.99	57.08	84.08
2026	7.39	1.08	1.45	1.28	5.65	11.56	60.04	88.45
2027	7.78	1.14	1.53	1.35	5.94	12.16	63.17	93.05
합계	35.23	5.16	6.91	6.11	26.90	55.07	286.12	421.49

18) 기상정보 정확도 개선율은 2010년 정지궤도 복합위성개발산업에 적용된 개선율과 동일하다고 가정한다.

다) 5호기 기상위성 편익도출 종합

5호기 기상위성의 재산피해액 감소편익과 기상활용산업의 부가가치 창출편익 추정결과를 종합하면 2023년~2027년 동안 1,399.5억 원으로 추정되었다.

(표 3.3.3.23) 5호기 기상위성 편익도출 결과

(단위: 억 원)

연도	재산피해액 감소편익	기상활용산업 부가가치 창출편익	편익합계
2023	195.6	76.0	271.6
2024	195.6	79.9	275.5
2025	195.6	84.1	279.7
2026	195.6	88.5	284.1
2027	195.6	93.1	288.7
합계	978.0	421.5	1,399.5

4) 6호기 환경위성

6호기 기상·환경위성은 적외선 초분광영상기를 탑재한 위성으로 이산화탄소 및 기후변화 감시가 주요 임무이다. 6호기의 주요연구개발내용은 ① 시스템 및 본체 국산화 기술개발, ② 적외선 초분광영상기 기술개발, ③ 환경 및 기상 위성자료 활용체계 개발이며, '전 지구 온실가스 배출량 및 배출원¹⁹⁾ 추적 및 감시', '미세먼지 추적 및 감시', '온실가스 저감 정책 결과에 대한 검증 자료 제공²⁰⁾' 및 '황사 등 기후변화 활용'에 활용될 예정이다. 6호기의 활용용도 중 온실가스 배출량에 초점을 두고, 위성을 통해 온실가스 배출량을 관측함에 따라 지상관측비용을 절감할 수 있다는 점을 착안하여 측정망 설치 비용절감 편익을 산정하였다.

19) 위성을 이용한 배출원 및 흡수원 탐지를 위해서는 ①지상부근의 농도에 민감한 자료생산이 가능하고, ②공장, 소도시 등과 같은 국지적인 배출원 및 흡수원을 구분할 수 있을 정도의 관측해상도가 요구되며, ③배경농도에 비해 훨씬 낮은 변동성을 가지는 농도변화를 탐지할 수 있는 정밀도를 가지며, ④짧은 시간에 발생하는 흡수원 또는 배출원 변화를 감지할 수 있을 정도의 시간분해능을 가지는 위성자료의 생산이 요구된다. 그러나, 현재의 우주기반의 탄소관측 위성은 column amount를 0.5%의 정확도로 약 10 km 해상도로 생산하고 있으며 제한된 위성운영 및 센서성능에 따라 충분한 시간해상도를 가지지 못하는 수준이므로 이들 탄소기체가 어디에서 기원하는지, 어디로 흡수되는지에 대한 이해가 제한적인 실정이다. 따라서 이를 극복하기 위해 “우주에서의 탄소관측을 위한 CEOS의 전략(CEOS, 2014)”에서는 “탄소 배출원과 흡수원에 대한 전지구적인 감시, 평가, 진단을 위한 탄소관측용 위성의 차세대 편대비행을 권고”하면서 이산화탄소 및 메탄의 농도정확도를 0.1~0.2%, 관측해상도는 1~2km, 시간해상도는 1일, 관측영역은 전지구가 되는 자료생산이 가능하도록 CEOS 회원기관에 권고하고 있다.

20) 탄소 위성의 활용분야는 크게 배출저감 정책의 유효성 평가와 기후변화 적응 정책의 효율적 적용에 있다. 온실가스 배출저감 정책의 유효성 평가 부분에서 가장 큰 활용은 COP21 체제에서의 객관적 저감목표 달성 평가 수단의 확보에 있다. 각국의 자발적 기여목표 달성여부를 감시하기 위한 표준화된 방법을 개발하고 있는 상황에서, 탄소 측정 방법은 위성을 이용한 top-down 방식의 활용 가능성이 높다. bottom-up 방식은 대형 배출원의 경우 자료의 정확도가 높은 반면 전수 조사가 불가능하며 누락되거나 미규명된 배출원이 상당하고, 자료의 대표성이 부족하며 활동도 자료가 부정확한 단점이 있다. 이에 비해 위성을 이용한 top-down 방식은 일정한 지역 단위의 배출 정보 획득에는 유용하나 배출원별로 세분화하기는 어렵다. 대신 전지구적이고, 고해상도의 연속적인 관측이 가능하다.

가) 온실가스 및 미세먼지 지상 관측비용저감

온실가스 및 미세먼지 지상 관측비용저감은 초분광 영상기가 탑재된 6호기 위성을 활용하여 이산화탄소 및 미세먼지 배출량을 측정하게 됨에 따라 지상측정소 구축비용을 절감하여 발생하는 편익을 의미한다. 대기환경 측정을 위한 지상관측소의 커버리지는 점차 확대되고 있으나, 한반도 전역을 관측하기에는 물리적인 한계를 가진다. 지구환경관측위성(6호기)의 경우 한반도 전역의 온실가스를 측정할 수 있다는 측면에서 이러한 지상관측소의 한계를 극복할 수 있다. 차세대중형위성 6호 초분광 영상기는 위성에 탑재하여 탄소농도를 측정하기 위한 탑재체로서, 온실가스 배출량을 정확하게 측정하여 지상관측비용을 저감할 수 있다는 측면에서 편익이 발생하게 된다. 따라서 한반도 전역에 지상관측소가 설치된 것과 동일한 효과를 가정하고, 이를 편익으로 산출한다.

편익추정을 위해 다음의 절차를 따른다. 첫째, 지상측정소의 모수를 파악하기 위해 현재 환경부의 대기측정관측소 현황을 검토한다. 현재 지상측정소의 종류와 개수를 파악하여 이산화탄소 배출량을 정확하게 측정하기 위해 지상측정소의 개수를 추정한다는 것이다. 둘째, 지상측정소의 구축비용을 검토한다. 지상측정소는 종류별로 다양한 측정소가 존재하며 측정물질에 따라 장비가격의 차이로 인하여 지상측정소 구축비용이 종류별로 다르다. 6호기 환경위성에서 주로 측정하게 되는 물질과 일치하는 지상측정소의 구축비용을 확인한다는 것이다. 끝으로 지상측정소의 개수와 구축비용을 곱하여 온실가스 지상 관측비용저감편익을 추정한다.

$$\text{온실가스 및 미세먼지 지상 관측비용 저감편익} = \text{지상관측소 구축비용} \times \text{지상관측소 수량}$$

대기환경은 국민에 미치는 영향이 크기 때문에 지속적으로 지상관측소를 구축하고 있다. 이에 환경부는 대기오염 실태를 파악하고 대기보전정책의 추진성과를 평가하기 위하여 1973년부터 국가(환경부)에서 대기오염 측정망을 설치 운영하고 있다. 측정망은 관리주체를 기준으로 3개로 구분되며 총 11종의 측정망이 존재한다. 측정망은 2016년 현재 총 505개가 설치되어 있으며, 국가측정망 154개, 지자체 측정망 351개로 구성된다.

(표 3.3.3.24) 측정망 종류

관리기관	측정망 종류
환경부(7개망)	교외대기측정망, 국가배경농도측정망(PM10), 유해대기물질측정망, 광화학대기오염물질측정망, 산성강하물질측정망, 지구대기측정망, PM2.5성분측정망
국립환경과학원(1개망)	대기오염집중측정망(백령도, 수도권, 호남권, 중부권, 영남권, 제주권)
지자체(3개망)	도시대기측정망, 도로변대기측정망, 대기중금속측정망

본 사업의 6호기 환경위성은 지구대기측정망의 역할을 커버하는 것이다. 지구대기 측정망은 지구온난화 등으로 기후와 생태계 변화를 가져올 수 있는 기체상물질인 온실가스 등에 대한 배경농도를 측정하여 장기적인 변동 농도 경향 분석을 운영목적으로 한다. 기상청 지구대기감시망이 제주에 설치되면서 환경부가 운영하는 지구대기측정망을 강원도 고성군으로 이전하였으며, 두 기관의 QA/QC를 위해 측정 및 자료처리 방식은 기상청에서 수행하고 있는 방법으로 일원화하였다. 측정 항목은 CO₂, CFC(-11, -12, -113, -114), N₂O, CH₄ 이상 4가지에 해당한다.

미세먼지²¹⁾의 경우 호흡기 질환을 발생시키는 심각한 오염물질로 미세먼지에 대한 정확한 측정 및 추적이 필요하다. 미세먼지는 미세먼지는 직경에 따라 PM₁₀과 PM_{2.5}로 구분되는데 PM₁₀은 1000분의 10mm보다 작은 먼지이며, PM_{2.5}는 1000분의 2.5mm보다 작은 먼지로, 머리카락 직경(약 60 μ m)의 1/20~1/30 크기보다 작은 입자이다. 특히 PM_{2.5}의 경우 초미세먼지로 구분하고 있다. 현재 우리나라는 PM₁₀ 기준으로 측정망을 확대하였으나, 초미세먼지에 대한 관심이 높아지면서 2015년부터 PM_{2.5} 측정망에 대한 법정기준을 신설하고 측정망을 설치하기 시작하였다.

6호기 환경위성과 동일한 효과를 발생시키기 한반도 전역을 공백 없이 커버하기 위한 정확한 측정망 수를 산정하는 것이 필요하다. 온실가스는 주어진 자료의 범위 내에서 측정망 수를 추정하기 위해 현재 전국에 설치되어 있는 측정망의 수만큼 측정소가 있으면 전국을 공백 없이 커버할 수 있다고 가정한다. 따라서 총 505개의 측정소를 설치하는데 발생하는 비용을 추정한다. 총비용을 측정하기 위해 측정소 1개당 설치비 및 장비비 추정이 필요하다. 이를 위해 지구대기 측정소를 설치하는데 발생하는 비용을 활용한다. 다양한 측정소 중 환경위성과 측정항목이 유사한 지구대기 측정소를 설치비용을 적용한다는 것이다.

미세먼지 측정망의 경우 환경부에서 제시하고 있는 구체적인 확대계획에 근거를 둔다. 미세먼지 측정망은 종합대기측정망에 해당하며, 2020년까지 293개소의 측정망이 설치되면, 505개를 기준으로 212개가 추가로 설치되어야 한반도 전역을 공백 없이 커버 할 수 있다고 가정한다.

(표 3.3.3.25) 미세먼지 관리 특별대책 세부이행계획

#4. 미세먼지 예·경보 개선 및 기술개발
□ PM _{2.5} 측정망 등 미세먼지 예·경보제 운영인프라를 확충한다.
○ '15년부터 법정기준으로 신설된 PM _{2.5} 측정망을 PM ₁₀ 수준으로 단계적으로 확대한다.('16.4월 152개소 →'18년 287개소 →'20년 293개소)
○ 공간분포상 취약지역(비수도권)과 예·경보 권역을 고려하여 전국적 오염도를 파악할 수 있도록 확충하고, 내용연한(10년) 도래에 따라 기존 노후장비를 교체하고, 측정자료 전산망도 확충한다.

※ 자료 : 한국은행(2016), 산업연관표 2014

21) 세계보건기구(WHO)는 미세먼지 중 디젤에서 배출되는 BC(black carbon)을 1급 발암물질로 지정했으며, 세계보건기구(WHO) 국제암연구소는 2013년 초미세먼지를 알코올, 석면, 비소와 같은 '1급 발암물질'로 지정했다. 또한, 장기간 미세먼지에 노출되면 면역력이 급격히 저하되어 감기, 천식, 기관지염 등의 호흡기 질환은 물론 심혈관 질환, 피부 질환, 안구질환 등 각종 질병에 노출될 수 있다(국립환경과학원, 2006).

(표 3.3.3.26) 측정망 설치목적 및 측정항목 현황('11년~'15년)



※출처: 환경부(2016), 대기오염측정망 운영계획(2016~2020), p.4

(표 3.3.3.27) 용도지역별 세부현황

(단위:개소)



※출처: 환경부(2016), 대기오염측정망 운영계획(2016~2020), p.6

지구대기측정소 설치비용과 종합대기측정소 설치비용은 각각 4.4억 원, 3.4억 원 수준으로 명시되어 있다. 측정소 내에 설치될 측정장비와 부대장비로 구성되어 있으며, 측정소 축조비에 해당하는 시설비의 합계 금액이다. 본 연구에서는 객관적인 자료인 4.4억 원, 3.4억 원을 적용하여 편익을 산출한다.

(표 3.3.3.28) 지구대기측정소 설치비용

- 합계 : 442,911천원
- 장비 : 282,062천원(US\$245,271)
 - 측정장비 : 220,898천원(US\$192,085)
 - 대기장비(CO₂, CFC(-11, -12, -113), N₂O, CH₄) : 212,985천원(US\$185,204)
 - 기상장비(풍향, 풍속, 온도, 습도) : 7,913천원
 - 부대장비 : 61,164천원
- 시설비 : 160,929천원
 - 측정소 축조비 : 160,929천원(40m² 기준)

※출처: 경부(2016), 대기오염측정망 운영계획(2016~2020), p.6

(표 3.3.3.29) 종합대기측정소 설치비용

○ 합계 : 348,483천원
○ 장비 : 245,824천원
- 측정장비 : 184,660천원(US\$160,574)
. 대기장비(SO ₂ , NO ₂ , O ₃ , CO, PM ₁₀ , PM _{2.5}) : 149,000천원(US\$129,565)
. 기상장비(풍향, 풍속, 온도, 습도) : 7,913천원
. PM ₁₀ 포집장치(중량법) : 17,097천원
. 먼지입경측정장비 : 10,650천원
- 부대장비 : 61,164천원
○ 시설비 : 102,659천원
- 측정소 축조비 : 102,659천원(100m ² 기준)

※출처: 경부(2016), 대기오염측정망 운영계획(2016~2020), p.6

측정망 설치비용 절감편익은 6호기 위성을 통해 대체 가능한 2가지의 대기측정소의 설치비용과 설치 수를 기준으로 산출하였다. 지구대기측정소(CO₂ 측정) 설치비용 절감편익은 임무기간인 2025년부터 2028년까지 동안 8,946.8억 원으로 추정되었다. 또한 종합대기측정소(PM_{2.5}측정) 설치비용 절감편익은 임무기간인 2025년부터 2028년까지 동안 2,955.1억 원으로 추정되었다.

(표 3.3.3.30) 측정망 설치비용 절감편익 추정결과

(단위:억 원)

구분	지구대기측정소 (CO ₂ 측정)			종합대기측정소 (PM _{2.5} 측정)		
	측정소 당 구축비용	설치 수	측정망 설치비용 절감(억 원)	측정소 당 구축비용	설치 수	측정망 설치비용 절감(억 원)
2025	4.42	505	2,236.7	3.48	212	738.7
2026	4.42	505	2,236.7	3.48	212	738.7
2027	4.42	505	2,236.7	3.48	212	738.7
2028	4.42	505	2,236.7	3.48	212	738.7
합계	—		8,946.8	—		2,955.1

나) 기후변화 적응비용 절감 편익

6호기의 중요한 임무는 온실가스 농도를 정확하게 측정 및 감시하는 것이다. 이를 통해 기후변화 영향을 분석하고, 국내 최적화된 기후변화 적응 시나리오를 도출하는 것을 목표로 한다. 결국 기후변화 적응 시나리오 도출은 기후변화 적응비용을 감소시킬 수 있게 된다. 환경정책평가연구원(2011)은 기후변화에 따른 우리나라 경제적 손실 규모는 약 2,800조원, 피해비용 최소화를 위해 2100년까지 300조의 기후변화 적응 비용이 필요하다고 분석결과를 제시하고 있다. 6호기 위성이 발사되어 임무를 수행하게 되면, 304조의 기후변화 적응 비용을 절감할 수 있으며, 기후변화 적응비용 절감을 편익항목으로 선정하였다. 304조에 달하는 기후변화 적응비용에 대해서 각종 계수를 적용하여 편익을 산출한다.

기후변화 적응비용 절감편익

$$= \text{지구온난화에 대한 온실가스 기여도} \times \text{R\&D 기여율} \times \text{사업기여율} \times \text{사업화 성공률} \times \text{위성기여율}$$

각종 계수는 온실가스 기여도, R&D 기여율, 사업기여율, 사업화 성공률, 위성기여율을 적용한다.

(표 3.3.3.31) 각종계수 산출

구분	비율	출처
지구온난화에 대한 온실가스 기여도	55%	에너지관리공단
R&D 기여율	28.1%	신태영(2008)
사업기여율	5.8%	정부연구개발투자>국가전략기술>기후변화대응력 강화 투입예산 대비 6호기 탑재체 개발비용
사업화 성공률	20%	국회입법조사처(2015) -공공R&D 사업화 성공률
위성기여율	2.73%	EUMETSAT Socio-Economic Benefit Studies

지구온난화에 대한 온실가스 기여도는 지구온난화에 온실가스가 미치는 영향을 측정한 것을 의미한다. 6호기 환경위성이 온실가스를 정확하게 측정하고 감시하는 것이 목적인 것임을 고려하여 포함하였다. R&D 기여율은 온실가스 측정정보를 바탕으로 시나리오 개발 등 연구개발이 추가적으로 수행되어야 하기 때문에 적용된 계수이다. 사업기여율은 기후변화 적응을 위한 R&D투자에서 6호기 환경위성 탑재체의 비중을 고려한 것이다. 사업화 성공률은 개발된 기후변화 시나리오의 적합성을 고려하기 위해 포함하였다. 위성기여율은 기후변화 대응을 위해 관측정보를 수집함에 있어서 위성이 차지하고 있는 비중을 의미한다.

(표 3.3.3.32) 위성기여율 산출

구분	최소값	중간값	최대값	출처
저궤도위성 기여율	8.0%	12.5%	14.2%	EUMETSAT, ECMWF, Mehta(NOAA)
탐재체 적외선 탐측기	25.0%			EUMETSAT
국내기술수준	87.5%			국립기상과학원(2015. 10)
본 연구 적용 비율	2.73%			12.5% X 28.6% X 87.5%

※ 출처: EUMETSAT, EUMETSAT Socio-Economic Benefit Studies , 2013.12.

국립기상과학원, 기상기술력 평가를 위한 조사·분석 연구 , 2015.10

다) 6호기 편익 도출결과 종합

6호기 환경위성의 재산피해액 감소편익과 기상활용산업의 부가가치 창출편익 추정결과를 종합하면 2025년~2028년 동안 1조 2,500억 원으로 추정되었다.

(표 3.3.3.33) 6호기 환경위성 편익도출 결과

(단위: 억 원)

연도	지구대기측정망설 치비용절감	종합대기측정망설 치비용절감	기후변화적응비용 절감	6호기 편익합계
2025	2,236.7	738.8	149.7	3,125.2
2026	2,236.7	738.8	149.7	3,125.2
2027	2,236.7	738.8	149.7	3,125.2
2028	2,236.7	738.8	149.7	3,125.2
합계	8,946.8	2,955.1	599.0	12,500.9

5) 7호기 레이더 위성

7호기 레이더(SAR)위성은 C-band 광역영상 레이더 (SAR)를 탑재하고, 수자원관리, 수산자원관리, 재난감시의 임무를 수행하는 위성이다. 7호기 레이더(SAR)위성은 ① 시스템 및 본체 국산화 기술개발, ② C-band SAR 기술개발, ③ SAR 자료 다부처공동 활용체계 개발을 주요연구개발내용으로 하며, C-band 광역영상 레이더는 주야와 기상상태의 영향을 받지 않고 자료를 수집할 수 있기 때문에 다양한 부처가 참여하고 다양한 활용계획이 수립되어 있다. 각각의 활용계획을 기준으로 편익을 산정하여 제시하면 (표 3.3.3.25)와 같다.

(표 3.3.3.34) 7호기 레이더 위성 편익항목

활용계획	편익산정
• 홍수/가뭄 수재해 감시 및 대응²²⁾ • 주야간 전천후 홍수피해탐지	가) 호우태풍 피해액 감소 편익
• 하천계획 수립 및 운영	나) 수자원분야 조사 비용 절감 편익
• 기름유출 탐지 및 피해현황 모니터링 및 복구 • 해양 재해/재난(선박사고, 기름유출 등) 탐지 및 대응	다) 해양오염사고 저감편익
• 지반변위 및 지진 관측	라) 산사태 피해비용 저감편익
• 해양환경 변화 및 주기적 해양환경정보 수집	마) 적조발생 피해비용 저감

가) 호우태풍 피해액 감소 편익

호우태풍 피해액 감소편익은 7호기 레이더 위성을 활용하여 태풍으로 인한 홍수 등 수재해 예보시스템을 구축하여, 수재해 발생이전에 통보가 가능하게 되면 피해비용을 저감할 수 있게 되는 것을 말한다. 요컨대 수재해 예보시스템의 고도화에 따른 피해비용절감을 의미하는 것이다.

호우태풍 피해액 감소 편익을 측정하기 위해 호우태풍 피해액을 추계한다. 재해피해액에서 위성자료 활용에 따른 피해감소액을 추정하기 위함이다. 피해액에 위성의 피해경감율저궤도 위성 기여율을 곱하여 피해감소액을 추정한다. 피해경감율은 위성자료가 예보의 정확성에 차지하는 비중을 의미하는 것으로 기존 연구결과를 준용한다. 구체적인 편익 산출식은 다음과 같이 설정한다.

$$\text{홍수재해 피해비용 저감편익} = \text{연간 호우태풍피해액} \times \text{피해경감율} \times \text{저궤도 위성 기여율}$$

호우태풍재해로 인한 인명피해와 재산피해의 값은 재해연보를 활용한다. 지난 10년간 사망실종 등 호우피해는 평균 3,578억 원으로 나타났으며, 태풍피해액은 평균 1,540억 원에 달하는 것으로 나타났다. 편익산출을 위해 최근 10년간의 연평균피해액을 적용하였다. 기상악화로 인하여 발생하는 재산피해는 불규칙적으로 발생하는 성격이 있어서 미래에 대한 추정에 어려움이 있기 때문에 10년간 피해액의 평균을 적용하였다.

22) C 밴드 영상레이더 탑재체가 개발되어 운영될 경우 위성자료의 활용 분야는 홍수, 가뭄 등 수재해 감시 및 대응을 위한 골든타임 확보 및 선제적 대응 체계 구축을 목적으로 하고 있다. 현재 대하천 지점수위 활용 홍수예경보는 관측 시스템의 부재로 인하여 불가능한 상태이지만, C 밴드 영상레이더를 탑재한 위성을 활용하는 경우 먼단위, 국지/광역 홍수감시 및 예보시스템을 구축할 수 있다. 이러한 감시 및 예보 시스템 구축을 통해 수재해 피해비용을 저감할 수 있다

(표 3.3.3.35) 최근 10년간 호우·태풍 평균 피해액

(단위:억 원)

연도	호우피해액	태풍피해액	피해액합계
2006	21,950.4	135.9	22,086.3
2007	493.7	1,826.1	2,319.8
2008	607.5	9.0	616.5
2009	2,671.3	—	2,671.3
2010	1,824.8	1,741.5	3,566.2
2011	4,991.3	2,065.3	7,056.6
2012	361.1	9,430.0	9,791.0
2013	1,509.8	16.1	1,525.9
2014	1,365.1	50.8	1,415.8
2015	12.1	134.0	146.2
10년 간 평균피해액	3,578.7	1,540.9	5,119.6

피해경감율은 Williamson 등의 연구에 따르면 예보의 정확성을 높여줌으로써 태풍 피해의 15%~20%를 방지할 수 있는 것으로 보고 있어 본 분석에서는 중간값인 17.5%의 피해감소율을 적용한다(KISTEP, 2010. 정지궤도복합위성개발사업, p.241). 저궤도 위성이 기상예측에 차지하고 있는 비중인 12.5%를 추가적으로 고려한다. 최종적으로 편익추정에 활용된 위성기여율은 2.18%이며 구체적인 내용은 다음과 같다.

(표 3.3.3.36) 위성기여율 산출

구분	최소값	중간값	최대값	출처
저궤도위성 기여율	12.5%			EUMETSAT, ECMWF, Mehta(NOAA)
피해경감율	15%	17.5%	20%	Williamson(2002)
본 연구 적용 비율	2.18%			12.5% X 17.5%

※ 출처: Williamson (2002), The Socioeconomic Benefits of earth Science and applications research: reducing the risks and costs of natural disasters in the USA,

최근 10년간 평균 피해액 5,119억 원에 2.18%의 위성기여율을 적용하여 연간 112억 원의 본 사업만의 편익이 발생하는 것으로 산출되었다. 7호기 위성의 임무수명인 2026~2029년 4년간 동일하게 편익이 산출되며, 총 448억 원의 편익이 발생하는 것으로 나타났다.

나) 수자원분야 조사비용 절감 편익

수자원분야 조사비용 절감편익은 7호기 레이더 위성을 활용함에 따라 조사비용을 절감하여 발생하는 편익을 의미한다. 수자원분야 조사는 수문조사와 하천·유역조사 등 현지조사 등에 많은 노력과 비용을 투자하고 있다. 주된 조사 분야로는 기상·수문(강우량, 관측유출량등), 지형, 물이용통계(농경지, 농작물현황, 증발산량), 수자원 시설 현황(댐, 보, 저수지 등) 등이다. 이러한 수자원 분야 조사에서 발생하는 비용은 매년 지속적으로 발생하고 있다. 7호기 레이더 위성은 C-band 광역영상 레이더 (SAR)를 탑재하고 있어 위성자료를 이용한다면 조사비용을 상당부분 절감할 수 있다. 수자원 분야의 조사는 정기적인 조사로 전국유역조사와 수문조사를 들 수 있으며, 각 조사항목 중 일정부분 이상을 위성자료로 대체함으로써 비용절감이 가능하다.

(표 3.3.3.37) 수자원분야 조사

조사명	내용
전국 유역조사	○ 시행근거 - 하천법 제16조 유역조사의 실시 (2015.1.6.) - 유역조사지침 (국토교통부 훈령 제685호, 2016.4.1.) ○ 시행목적 : 수자원장기종합계획, 하천유역종합치수계획 등 수자원정책의 수립에 필요한 기초정보 제공 ○ 조사항목 : 기본현황조사, 이수조사, 치수조사, 환경생태조사 * 세부조사항목은 자료 생성주기, 변동성, 활용빈도 등을 고려하여 1,5,10년 주기 및 수시·특별조사로 구분 ○ 예산 : 연간 14.3억원 (최근 5년 평균, 조사항목 110개)
수문조사 (수자원환경기초조사)	○ 시행근거 - 하천법 제17조 수문조사의 실시 (2015.1.6.) - 수문조사기본계획(2010~2019) (2008.12, 국토교통부) ○ 시행목적 : 전국 주요 지점에 대해 우량, 하천수위, 유량 등을 관측·분석하여 우리나라 물순환 과정을 정량적으로 규명하기 위함 ○ 예산 : 연간 68억원 (2015.11월 기준, K-water 17억원, 유량조사사업단 51억원)

수자원 분야 조사항목을 기준으로 12%수준의 항목을 위성으로 대체할 수 있는 것으로 나타났다²³⁾. 연간조사비용은 총 82.3억 원이 발생하며, 위성자료를 이용한 절감을 12%를 적용하면 연간 9.8억 원의 편익이 발생하는 것으로 나타났다. 임무수명인 2026~2029년 4년간 동일하게 편익이 산출되며, 총 39.5억 원의 편익이 발생하는 것으로 추정되었다.

(표 3.3.3.38) 수자원분야 조사 편익추정결과

내용	금액	단위
유역조사	14.3	억 원
수문조사	68	억 원
합계	82	억 원
전체 조사항목 중 12%를 위성으로 대체	12%	%
수자원분야 조사비용 절감편익	9.8	억 원

23) 구체적인 내용은 부표 1에 수자원분야 조사항목 리스트를 기준으로 음영처리하였음

다) 해양오염사고 저감편익

해양오염사고 저감편익은 해양에서 대규모 오염사고가 발생하였을 때, 레이다 위성의 자료를 이용하여 방제작업을 수행하게 되는 경우 확산을 막을 수 있기 때문에 피해액이 절감되는 것을 말한다. 7호기 탑재체 SAR은 비, 눈, 구름 등 관계없이 전천후로 지상관측이 가능하여 해양 표면 관측이 유리하다. 대형 해양오염사고가 발생하였을 경우 조류를 타고 기름이 이동하게 된다. 대형오염사고의 경우 사고지점에서부터 광범위하게 확산되는데 해류의 속도와 방향을 파악하는 것이 중요하다. 7호기 탑재체는 해상 표면과/내부과, 해류, 해풍, 파랑 등 해양물리현상 뿐만 아니라, 선박탐지, 유류유출, 해빙 등 해양과 관련된 다양한 분야에 대한 관측이 가능하다. 해류, 해상 표면과/내부과, 해풍, 파랑 등 C 밴드 영상레이다위성에서 관측 가능한 해양물리분야 산출물들은 해양오염사고를 저감시킬 수 있는 정보를 제공하게 된다. 이로 인하여 본 사업의 편익이 발생하게 된다는 것이다.

해양수산부에서는 2000년대부터 영상레이다 위성 기반 유류 모니터링 기술개발을 진행하여 왔으며, 현재는 국외위성자료를 이용한 피해현황분석 및 예측정보를 제공하고 있는 상황이다. 적시성이 생명인 유류유출 모니터링에서, 위성자료 구매까지 상당한 시간이 소요되는 국외위성만으로는 한계가 있으며, 이를 극복하기 위한 우리나라 고유 C 밴드 영상레이다 위성 개발이 시급하다. C 밴드 영상레이다 위성이 개발된다면 유류의 흐름을 파악하여 방제자원을 투입하게 되고, 이로 인해 보다 신속한 방제효과를 기대할 수 있다. 해양 재난 발생을 7호기 탑재체로 측정함으로써 조기에 발견하고 신속하게 대응하여 피해를 저감하고자 하는 것은 본 사업의 주요 목표 중 하나이다. 따라서 해양오염사고 저감편익은 7호기 위성의 중요한 편익 중 하나로 산정하는 것이 필요하다.

(표 3.3.3.39) C 밴드 영상레이다 공동활용 분야

구분	주요활용방안		요구사항(해상도)		
	현행업무 (As-is)	개선방안 (To-be)	시간 (회/일)	공간 (m)	관측폭 (km)
해양 (해수부)	해양 재해/재난 (선박사고, 기름유출 등) 탐지 및 대응시스템 부재	해양 재난 대응시스템 구축 (목표) 선박사고/기름 유출 대응 시간 70% 향상	2회/일	10m 이상	150km

※ 김정수(2016), p.211

해양오염사고 저감편익을 추정하기 위해 먼저 기존의 기름유출사고 피해액을 바탕으로 톤 당 피해액을 측정한다. 다음으로 최근 유출사고 건 수 및 유출량을 통해 편익추정에 적용할 유출량을 산정한다. 끝으로 저궤도 위성의 기여율을 적용하여 편익을 추정한다. 위성기여율은 EUMETSAT에서 공표하고 있는 저궤도 위성의 기여율을 적용한다.

2015년 해양오염사고 건수는 250건이며, 유출량²⁴⁾은 464kl이다. 2014년 대비 사고 건수는 35건 증가 했으나, 유출량은 1,537kl 감소한 것으로 나타났다

24) 지난 2007년 발생한 허베이 스피리트호(14만6000t급) 원유유출 사고에서 보듯이, 해상에서 발생한 기름유출로 인한 피해는 넓은 영역에 걸쳐 장기간 지속되는 것이 특징이다. 해상에서의 유류유출사고 발생 시 유출된 기름의 위치, 확산, 이동 특성을 신속하고 정확하게 분석/예측이 반드시 필요하다. 넓은 지역을 동시에 관측하는 인공위성의 특성상 C 밴드 영상레이다를 이용한 유출유 실시간 모니터링은 우리나라 해양영토를 보전/관리하기 위한 차원에서 필수적이다. 국제유조선선주오염방지연맹(ITOPF)에서도 영상레이다 위성을 이용한 해상 유류 모니터링을 적극 권장하고 있다.

(표 3.3.3.40) 해양오염사고 건 수 및 유출량

구 분	평균	2011	2012	2013	2014	2015
건수(건)	251	287	253	252	215	250
유출량(kl)	778	369	419	635	2,001	464

※출처:국민안전처, 해양오염사고 발생현황(2016)

레이다 탑재체 자료를 활용한 해양오염사고 저감편익은 연간 159.7억 원의 편익이 발생하는 것으로 나타났다. 임무수명인 2026~2029년 4년간 동일하게 편익이 산출되며, 총 638.7억 원의 편익이 발생하는 것으로 추정되었다.

(표 3.3.3.41) 해양오염사고 저감편익 추정 결과

항목	내용	비고
톤당 피해액(억 원)	1,642	씨프린스호, 에리카호 사례분석결과 ²⁵⁾
연간피해규모(억 원)	1,277	최근 5년간 평균 0.778톤
위성 자료 기여율	12.5%	저궤도 위성 기여율
해양오염사고 저감편익(억 원)	159.7	연간

라) 산사태 피해비용 저감편익

산사태 피해비용 저감편익은 위성자료를 이용하여 산사태 발생이전에 경보를 통해 산사태로 인한 피해비용을 저감하는 것을 의미한다. 7호기의 탑재체는 기상상태와 주야의 영향을 받지 않고 자료수집이 가능하기 때문에 대규모 홍수 혹은 위험기상으로 인하여 발생한 산사태 피해비용을 저감할 수 있다. 예를 들어 집중호우가 있을 때, 산사태가 발생할 확률이 높은 지역에 조기경보가 가능해지면, 사전에 길을 차단하여 발생할 수 있는 피해를 감소시킬 수 있다. 또한 산사태 발생 후 지반이 안전해질 때까지 피해확인 및 복구를 위한 조사를 진행할 수가 없는 것이 문제였는데, 위성을 활용하게 되는 경우 이러한 조사비용까지 저감할 수 있음으로 비용절감 편익이 발생한다는 것이다.

산사태 피해비용 저감편익을 추정하기 위해 먼저 기존의 산사태 복구액을 바탕으로 피해액을 측정한다. 산사태 피해액은 집계되지 않고 있다. 따라서 복구액을 피해액의 대리 지표로 활용한다. 다음으로 저궤도 위성의 기여율을 적용하여 편익을 추정한다. 위성기여율은 EUMETSAT에서 공표하고 있는 저궤도 위성의 기여율을 적용한다.

우리나라에서 산사태는 최근 10년간 71명의 인명피해를 발생시켰으며, 복구비용은 8,135억 원이 발생하였다. 10년간 연평균 456ha면적에 달하는 피해가 발생하였다.

25) 시프린스호는 1995년 7월 여수 부근 수리도에서 5053톤이 유출되었으며, 502억 원의 피해비용이 발생하였음. 에리카호는 1999년 12월, 프랑스 브르타뉴 해상에서 발생한 것으로 20,000톤이 유출되었으며, 2,675억 원의 피해비용이 발생하였음

(표 3.3.3.42) 산사태 발생현황

구분	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13
면적(ha)	233	469	1,597	73	102	250	206	824	491	312
인명(명)	—	9	9	—	—	5	1	43	1	3
복구비(억원)	301	873	2,751	139	159	599	319	1,477	973	544

산사태 피해비용 저감편익을 추정하기 위해서 피해액을 적용해야 하지만, 자료의 가용성으로 인하여 복구액을 피해의 대리지표로 설정한다. 위성 자료의 기여율은 다른 편익과 동일하게 12.5%를 적용하면 연간 101.7억원의 편익이 추정되었다.

(표 3.3.3.43) 산사태 피해비용 저감편익 추정 결과

항목	내용	비고
연평균 복구액(억 원)	813.5	최근 10년 평균
위성 자료 기여율	12.5%	저해도 위성기여율
해양오염사고 저감편익(억 원)	101.7	연간

마) 적조발생 피해비용 저감

적조²⁶⁾발생 피해비용 저감편익은 적조가 사전에 감지되는 경우 발생하는 피해를 저감시킴에 따라 발생하는 편익이다. 7호기 레이다 위성은 녹조/적조 사전감지 시스템구축, 적조감지 30% 향상, 정밀도 1km→10m 향상을 주요 활용목표로 제시하고 있다.

적조발생 피해비용 저감편익을 추정하기 위해 먼저 기존의 적조피해액을 바탕으로 피해액을 측정한다. 적조는 갑작스럽게 나타나는 현상으로 예측이 불가능하기 때문에 기존의 피해액을 활용한다. 다음으로 저해도 위성의 기여율을 적용하여 편익을 추정한다. 위성기여율은 EUMETSAT에서 공표하고 있는 저해도 위성의 기여율을 적용한다.

(표 3.3.3.44) 우리나라 적조 발생 현황

연도	최초 발생일	최초 발생지역	발생범위	지속일 (일)	최대밀도 (개체수/mL)	피해액 (억원)
'95	8.29	고흥	완도~강릉	54	30,000	764
'96	9.5	고흥, 여천	완도~기장	28	23,000	21
'97	8.25	고흥	완도~울진	29	20,000	15
'98	8.3	고흥	완도~거제	34	20,000	16
'99	8.11	고흥	완도~울진	54	43,000	3.2
'00	8.22	여수, 남해	고흥~기장	29	15,000	2.6
'01	8.14	여수	완도~삼척	42	32,000	84

26) 적조는 플랑크톤이 갑작스레 엄청난 수로 번식하여 바다, 강, 운하, 호수 등의 색깔이 바뀌는 현상을 말한다. 일반적으로 물이 붉게 바뀌는 경우가 많아서 붉은 물이라는 의미에서 적조라고 하지만 실제로 바뀌는 색은 원인이 되는 플랑크톤의 색깔에 따라서 다르다. 적조는 야간에는 깊은 수심으로 가라앉았다가 오전에 다시 수표면으로 상승하기 때문에 방제에 대한 어느 정도 준비시간을 제공하는 경우가 많고, 유일하게 피해를 유발하는 유해성 적조 종인 코클로디움은 발생시기가 주로 7~9월에 집중되어 있다.

연도	최초	최초	발생범위	지속일	최대밀도	피해액
	발생일	발생지역		(일)	(개체수/mL)	(억원)
'02	8.2	여수	완도~울진	55	30,000	49
'03	8.13	여수, 남해	진도~강릉	62	48,000	215
'04	8.5	거제	완도~거제	30	5,800	1.2
'05	7.19	고흥	완도~거제	58	25,000	10.6
'06	8.6	여수	완도~남해	37	33,500	0.7
'07	7.31	고흥	완도~울진	50	32,500	115
'08	7.3	고흥	완도~울산	62	7,300	—
'09	10.28	여수	여수~통영	20	1,660	—
'10	9.17	통영	통영	3	1,300	—
'11	미발생	—	—	—	—	—
'12	7.27	고흥	태안, 완도~거제	75	23,000	44
'13	7.17	여수, 통영	고흥~양양	51	34,800	247
'14	7.24	경남 고성	완도~삼척	86	20,000	74
'15	8.2	경남 통영	진도~울진	56	32,000	56

※해양수산부 보도자료, '2014년 대규모 적조 발생에도 불구하고, 피해액은 줄어' 2014.10.14

적조 피해비용 저감편익을 추정하기 위해서 최근 10년간 피해액의 평균을 적용한다. 위성 자료의 기여율은 다른 편익과 동일하게 12.5%를 적용하면 연간 11.2억 원의 편익이 추정되었다.

(표 3.3.3.45) 적조 피해비용 저감편익 추정 결과

항목	내용	비고
연평균 복구액(억 원)	89.4	최근 10년 평균
위성 자료 기여율	12.5%	저궤도 위성 기여율
해양오염사고 저감편익(억 원)	11.2	연간

바) 7호기 레이다 위성 편익 종합

7호기 C 밴드 영상레이다 위성의 편익을 호우태풍 피해액 감소 편익, 수자원분야 조사 비용 절감 편익, 해양오염사고 저감편익, 산사태 복구비용 저감편익, 적조발생 피해비용 저감 이상 5개로 설정하고 이에 대한 추정결과를 종합하면 다음과 같다. 7호기 위성은 연간 394.4억 원의 편익을 발생시키며, 임무수명(4년간) 총 1,557.5억 원의 편익이 발생하는 것으로 추정되었다.

(표 3.3.3.46) 7호기 레이더 위성 편익 종합

(단위 : 억 원)

연도	호우태풍 피해액 감소편익	수자원분야 조사비용 절감편익	해양오염 피해감소 편익	산사태 조기경보를통한 피해저감 편익	적조발생 방제작업 비용절감 편익	합계
2026	112.0	9.8	159.7	101.7	11.2	394.4
2027	112.0	9.8	159.7	101.7	11.2	394.4
2028	112.0	9.8	159.7	101.7	11.2	394.4
2029	112.0	9.8	159.7	101.7	11.2	394.4
합계	448.0	39.4	638.7	406.8	44.7	1,577.5

4. 경제성 분석 결과

가. 편익 종합

본 사업에 대한 분석한 편익을 종합하여, 수입대체, 위성수출, 각 호기 합계를 종합하면 (표 3.3.4.1) 와 같다

(표 3.3.4.1) 편익 종합

(단위 : 억 원)

연도	수입대체	위성수출	4호기	5호기	6호기	7호기	합계
2021	116.6	—	—	—	—	—	116.6
2022	—	—	—	—	—	—	—
2023	58.3	—	241.6	271.6	—	—	571.5
2024	58.3	—	241.6	275.5	—	—	575.4
2025	116.6	234.3	241.6	279.7	3,125.2	—	3,997.4
2026	174.9	392.7	241.6	284.1	3,125.2	394.4	4,612.9
2027	174.9	394.9	241.6	288.7	3,125.2	394.4	4,619.6
2028	174.9	240.8	—	—	3,125.2	394.4	3,935.4
2029	233.2	—	—	—	—	394.4	627.6
2030	233.2	—	—	—	—	—	233.2
합계	1,341.1	1,262.6	1,208.0	1,399.5	12,500.9	1,577.5	19,289.7

예비타당성 평가에서 활용되는 사회적 할인율 5.5%를 적용하여 편익의 현재가치를 산출하면 (표 3.3.4.2)와 같다. 연도별 편익합계는 1조 9,289.7억 원으로 추정되었으며 할인율을 적용한 현재가치 합계는 9,038억 원으로 추정되었다.

(표 3.3.4.2) 연도별 편익과 현재가치

(단위 : 억 원)

연도	연도별 편익	편익의 현재가치
2021	116.6	89.2
2022	—	—
2023	571.5	392.9
2024	575.4	375.0
2025	3,997.4	2,468.9
2026	4,612.9	2,700.5
2027	4,619.6	2,563.5
2028	3,935.4	2,069.9
2029	627.6	312.9
2030	233.2	110.2
합계	19,289.7	11,083.0

나. 비용

본 사업의 투입비용을 추정한 결과는 (표 3.3.4.3)와 같다. 4,5,6,7호기와 기술지원 및 감리를 포함하여 총 5,770억 원이 투입되는 것으로 산출되었다.

(표 3.3.4.3) 비용

(단위 : 억 원)

연도	4호기	5호기	6호기	7호기	기술지원 및 감리	합계
2019	281.6	302.7	—	—	20.0	604.3
2020	523.7	599.2	—	—	21.0	1,143.9
2021	297.4	431.1	282.0	—	21.5	1,032.0
2022	177.3	251.5	498.5	338.1	23.0	1,288.4
2023	—	—	302.8	570.8	18.5	892.1
2024	—	—	196.9	364.7	18.5	580.1
2025	—	—	—	212.4	17.5	229.9
합계	1,280.0	1,584.5	1,280.2	1,486.0	140.0	5,770.7

예비타당성 평가에서 활용되는 사회적 할인율 5.5%를 적용하여 비용의 현재가치를 산출하면 (표 3.3.4.4)와 같다. 연도별 비용합계는 5,770.7억 원으로 추정되었으며 할인율을 적용한 비용의 현재가치 합계는 4,298억 원으로 추정되었다.

(표 3.3.4.4) 연도별 편익과 현재가치

(단위 : 억 원)

연도	연도별 비용	현재가치 비용
2019	604.3	514.6
2020	1,143.9	923.4
2021	1,032.0	789.6
2022	1,288.4	934.4
2023	892.1	613.3
2024	580.1	378.0
2025	229.9	142.0
합계	5,770.7	4,295.3

다. 경제성 분석 결과

경제성 분석 결과 비용대비 편익의 비율은 2.58으로 1보다 큰 값을 보이고 있다. 따라서 본 사업은 경제성 측면에서 타당성을 확보하고 있는 것으로 평가된다.

(표 3.3.4.5) 편익과 비용의 현재가치

(단위 : 억 원)

연도	편익의 현재가치	비용의 현재가치
2019	—	514.6
2020	—	923.4
2021	89.2	789.6
2022	—	934.4
2023	392.9	613.3
2024	375.0	378.0
2025	2,468.9	142.0
2026	2,700.5	—
2027	2,563.5	—
2028	2,069.9	—
2029	312.9	—
2030	110.2	—
합계	11,083.0	4,295.3

종합하면, 총비용의 현재가치는 4,295.3억 원으로 산정되었으며, 총편익의 현재가치는 11,083.0억 원으로 추정되었다. 본 사업 전체의 순현재가치는 6,787.7억 원으로 도출되었으며, 비용대비 편익비율은 2.58으로 나타났다.

(표 3.3.4.6) 비용편익 분석결과

(단위 : 억 원)

총비용현가	총편익현가	B/C ratio	NPV
4,295.3	11,083.0	2.58	6,787.7

경제적 타당성의 주요 지표인 비용편익 비율이 1보다 큰 값을 보이고 있어 경제적 타당성은 확보된 사업이라 판단할 수 있다.

제4장 결론

차세대 중형위성 1단계에 이어 2단계 위성개발의 필요성이 제기됨에 따라 기획연구(정책, 기술)를 바탕으로 경제성 분석 연구를 수행하였다. 정책, 기술분야의 기획연구는 차세대 중형위성 1단계 사업을 통해 확보된 500kg 표준 플랫폼을 활용하여 다양한 공공 부문 위성 수요를 충족하고, 산업체 주도의 위성 개발을 통한 위성산업 활성화 관점에서 2단계 차세대중형위성 개발 방향 및 추진체계를 제안하였다. 본 연구에서는 기획연구의 내용을 바탕으로 경제적 타당성 분석을 수행하였다.

경제적 타당성 분석은 2단계 차세대 중형위성 개발결과물을 바탕으로 수입대체, 위성수출, 사회적 편익증대, 사회적 비용감소 등 다양한 편익분석 방법론을 적용하였다. 경제성 분석과정은 기술개발내용과 사업목표에 근간을 두고 기술개발이 성공하였을 때, 발생하는 편익항목을 도출하고, 다양한 자료를 토대로 편익을 추정하였다.

본체 부품 국산화, 위성산업체 활성화 측면에서 수입대체와 위성수출이라는 편익을 산출하여 추정하였다. 4, 5, 6, 7호기 탑재체를 통해 확보할 수 있는 자료를 활용하여 발생할 수 있는 다양한 편익을 추정하였다. 탑재체를 통해 확보된 자료를 이용한 편익은 과대 혹은 과소추정되지 않도록 저궤도 위성기여율을 산정하여 적용한 것이 특징적이다. 각 호기의 발사시기와 임무수명을 고려하여 편익을 산출하였으며, 사회적 편익증대와 사회적 비용감소 두 가지 측면을 모두 다루었다.

차세대 중형위성 2단계 개발사업은 총비용의 현재가치는 4,295.3억 원으로 산정되었으며, 총편익의 현재가치는 11,083.0억 원으로 추정되었다. 본 사업 전체의 순현재가치는 6,787.7억 원으로 도출되었으며, 비용대비 편익비율은 2.58으로 나타났다.

경제적 타당성의 주요 지표인 비용편익 비율이 1보다 큰 값을 보이고 있어 경제적 타당성은 확보된 사업이라 판단할 수 있다.

참고문헌

- (1) 2015년 우주산업 실태조사 (2015). 미래창조과학부
- (2) 관계부처 합동 (2015), 우주개발시행계획
- (3) 관측위성기술의 현황 및 전망 (2014). 기상청
- (4) 교육과학기술부 (2012), 차세대중형위성 개발방향 및 전략에 관한 기획연구, 교육과학기술부
- (5) 국립기상과학원 (2015), 기상기술력 평가를 위한 조사·분석 연구 , 2015.10, 국립기상과학원
- (6) 기상청(2013), 창조경제실현을 위한 기상기후정보의 융·복합 정책개발연구, 2013.12.
- (7) 미래창조과학부 (2016), 우주개발 시행계획, 미래창조과학부
- (8) 한국항공우주연구원 우주제품 수출로드맵 수립 용역 (2011). 한국항공우주연구원
- (9) 항공우주연구원 (2015), 우주강국 도약을 위한 정책연구 국가 우주산업 육성을 위한 정책 지원방안 연구. 항공우주연구원
- (10) 한국항공우주연구원 (2015) 위성 연구개발투자의 사회경제적 파급효과 분석
- (10) EUMETSAT (2013), EUMETSAT Socio-Economic Benefit Studies , 2013.12. EUMETSAT
- (11) Euroconsult (2014), OECD Space Economy at a Glance (2014). Euroconsult
- (12) Euroconsult (2015), Satellites to be built and launched by 2024. Euroconsult
- (13) Euroconsult (2015), Satellite-Based Earth Observation – Market Prospects to 2024. Euroconsult
- (14) Global Trends in Space (2015). IDA Science & Technology Policy Institute
- (15) The Tauri Group(2016), 2016 State of the Satellite Industry Report. The Tauri Group
- (16) Gyroscopes and IMUs for Defense, Aerospace & Industrial report, September 2012, Yole Development.
- (17) Williamson, Henry R. Hertzfeld, Joseph Cordes, and John M. Logsdon, “the Socioeconomic Benefits of earth Science and applications research: reducing the risks and costs of natural disasters in the USA,” Space Policy 18 (2002): pp. 57-65.

자료출처

- (1) UCS_Satellite_Database
- (2) 기상청 재해현황
- (3) 재해연보

부표 1. 수자원분야 조사항목

조사항목		항목명	조사 주기
유역 특성	유역구분	수자원단위지도, 단위유역	10년
	유역특성인자	유역면적, 좌안면적, 우안면적, 유역둘레, 유역평균폭, 유역형상계수	10년
	수치표고(DEM)및 지형특성	DEM(30×30, 10×10), 표고특성, 경사특성, 향특성	10년
	하천망도(DSN)및 하천특성	DSN(1/25,000), 최원유로연장, 유로연장, 법정하천연장, 하천총길이, 하천차수에 따른 하천수, 하천길이	10년
	토양도및 토양특성	정밀토양도(1/25,000), 기호, 종류, 배수, 유효토심, 명칭, SCS분류	10년
	지질도및 지질특성	지질도(1/50,000), 지질기호, 지질명, 면적	10년
	토지피복도	토지피복도(대분류)	5년
		토지피복도(중분류)	5년
	임상도및 임상특성	임상도(1/50,000), 임상별, 영급별, 경급별, 수관밀도별 면적	10년
인문 산업 경제 조사	행정구역	행정구역현황	1년
		행정-유역변환비(인구비,면적비)	5년
		기준연도 행정변환비	5년
	인 구	주민등록인구	1년
		인구주택총조사	5년
		유역별인구(주민등록,총조사)	1년
	역사문화	하천관련 역사, 유적과 유물, 생활 풍속, 전설, 설화, 민요, 지명의 유래 관련자료	10년
		문화재현황, 관광지, 관광객	5년
	경 제	경제지표, 도시내총생산, 소득지표	3년
		유통금융, 재정(지방세, 세외수입, 총세입)	3년
		공시지가	3년
		광공업	3년
	산 업	산업농공단지현황, 농업현황	3년
		교육	3년
		건물, 도로, 교량	5년
	시 설 물	하수관거, 우수관로설치길이	5년
		관련계획	5년
자원 조사	토 지	토지지목별현황	1년
		법적지역현황(도시계획,상수원보호구역,수변구역,공원,개발제한구역)	5년
	산 립	산림면적, 임목축적	5년
	광 물	광물자원현황	5년
	하천골재	하천골재현황	5년
		하천골재 채취현황, 예정지현황	1년
	담 수 어	담수어현황	5년
	기후기상	측후소제원(이력포함),기상요소	1년
수문특성		기존유출성과(홍수,일유출)	3년
		일유출(실측유량, 수위-유량식),유황	1년
		일유출(자연유량, 유출모형),유황	1년
		홍수유출특성	1년
		유역면적평균강우	1년
		유사량 특성	1년
		증발산량 특성	1년
지하수특성		생활,공업,농업용 지하수이용량	1년
		총적(7요소),암반(11개요소)수리특성	1년
		수질특성	1년

조사항목		항목명	조사 주기
		지하수 개발 가능량	5년
유역 특성	하상특성	하상재료조사, 유사입경분포	1년
	하도특성	여울, 소, 사주, 수제, 저수로특성, 고수로특성	1년
		평면조사, 사행특성조사, 종횡단조사	1년
		조도계수, 도달시간	1년
수면증발		수면증발량	1년
생활 용수	상수도이용량	총인구	1년
		급수인구, 보급율	1년
		상수도 급수량	1년
		1인1일당 급수량	1년
		상수도 생산성분석 현황	3년
		상수도공사비, 유지관리비	1년
		수도요금(생산원가, 평균단가)	1년
		상수도 업종별 급수량	1년
	미급수이용량	미급수이용량, 원단위	1년
	기타이용량	생활용 지하수이용량	1년
기타용 지하수이용량		1년	
공업 용수	계획입지공단이용량	업종별 부지면적	1년
		부지면적당 원단위	1년
		생산액당 원단위	1년
		공업용수 재이용율	1년
		제조업 평균가동율	1년
	자유입지업체이용량	하천수이용량	1년
		지하수이용량	1년
	화력발전 용수	화력발전용수(냉각용수 포함)	1년
농업 용수	논용수	수리답면적(이앙, 직파)	1년
		수리불안전답면적	1년
		논용수 단위용수량	1년
	밭용수	관개전, 시설재배, 비관개전 면적	1년
		과수면적	1년
		밭용수 단위용수량	1년
	축산용수	가축사육두수	1년
		축종별 원단위	1년
		가공용수	1년
		용수이용량	생활, 공업, 농업용수, 합계
이수 시설 현황 조사	다목적댐	다목적댐제원, 운영현황	1년
	발전용댐	발전용댐 제원, 운영현황	1년
	생공용수전용댐	생공용수전용댐제원, 운영현황	1년
	농업용댐	농업용댐 제원	1년
	광역 및 공업용수도	광역 및 공업용수도 제원(취, 정, 가, 배), 취수실적, 정수실적	1년
	지방상수도	지방상수도 제원(취, 정, 가, 배), 취수실적, 정수실적	1년
	급수구역	상수도급수구역	1년
	전용상수도	전용상수도 제원	1년
	마을 및 소규모급수시설	마을 및 소규모급수시설 제원	1년
	저수지	저수지 제원	3년
	양수장	양수장 제원	3년
	양배수장	양배수장 제원	3년
	보	보 제원	3년
	집수암거	집수암거 제원	3년
	관정	관정 제원	3년
	기타(지하댐 등)	기타(지하댐 등) 제원	3년
수리	허가수리권	수리권 허가량, 허가기간	1년

조사항목		항목명	조사 주기
권 조사	관행수리권	관행수리권 용량	1년
	수리권이용실태	수리권 이용실태현황	1년
가 목		가뭄현황, 피해실적, 제한급수지역인구, 농작물피해면적	3년
물이동특성		광역/공업용수도	3년
		지방상수도	3년
		농업용수리시설	3년
		하수처리장	3년
하천유지유량		하천유지유량 고시현황	3년
수력현황		전력수요 및 공급	10년
		수력발전현황	10년
회귀수량표본조사		생활용수(미시적, 거시적)	1년
		공업용수(미시적, 거시적)	1년
		농업용수(신속, 지연)	1년
수리 권 조사	신설 및 폐쇄수리권 현장조사	수리권제원	10년
치수 사업 현황	치수사업연혁	치수사업연혁, 법령	3년
	치수사업계획 및 실적	치수사업계획, 치수사업실적	3년
	하천개수율	하천개수율	1년
	고시홍수량	고시홍수량, 고시 홍수위	1년
	하천구역	하천구역, 예정지	3년
	치수사업투자비율	치수사업예산	3년
	복구비	피해복구비용	3년
치수 시설 현황 조사	제 방	제방현황	3년
	내수배제시설	내수배제시설 현황	3년
	수문통관통문	수문통관통문 현황	3년
	사방댐	사방댐 현황	3년
	홍수방어시설	강변저류지, 홍수조절지, 방수로	3년
	중계펌프장	중계펌프장 제원	3년
홍수 피해 및 위험 지역 조사	홍수피해조사	홍수피해현황	1년
		홍수피해지역조사	1년
		주요 홍수사상 현황	1년
		침수구역도조사	1년
		우심피해 횡수	1년
	홍수위험지역조사	수해상습지	5년
		홍수관리구역	1년
		재해위험지역	5년
치수시설물조사		제방, 내수배제시설, 수문, 통문, 통관	1년
		하천지장물	1년
환경 기초 시설 현황 조사	하수처리시설	하수처리시설 제원, 운영현황	3년
	분뇨처리시설	분뇨처리시설 제원, 운영현황	3년
	축산폐수처리시설	축산폐수처리시설제원, 운영현황	3년
	산업폐수처리시설	산업폐수처리시설제원, 운영현황	3년
	마을하수도	마을하수도 제원, 운영현황	3년
	매립장	매립장 제원, 운영현황	3년
수질 조사	수질측정망	하천수 측정망현황, 수질	1년
		호소수 측정망현황, 수질	1년
		농업용수 측정망현황, 수질	1년
		공단배수 측정망현황, 수질	1년
		도시관류 측정망현황, 수질	1년

조사항목		항목명	조사 주기
	오염부하량	지하수 측정망현황, 수질	1년
		오염원 단위	5년
		인구오염부하량(발생,배출)	5년
		축산오염부하량(발생,배출)	5년
		산업오염부하량(발생,배출)	5년
		토지오염부하량(발생,배출)	5년
		양식장오염부하량(발생,배출)	5년
생태환경		어류,조류,포유류,양서류,파충류	1년
		식생	1년
		식물성 플랑크톤, 동물성 플랑크톤, 저서성 무척추	1년
		천연,멸종	1년
토양오염		전국 토양측정망 제원, 오염현황	5년
		지역 토양측정망 제원, 오염현황	5년
어도		어도 제원	3년
하천환경정비현황		정비현황	5년
하천공간조사		하천공간활용 조사	1년