

2014년도 예비타당성조사 보고서

국민 안전 로봇프로젝트

2015. 9

목 차

요 약	1
제 1 장 사업 개요 및 조사 방법	73
제 1 절 사업 개요	73
1. 사업추진의 배경 및 목적	74
2. 사업의 추진경위	74
3. 사업의 내용	76
제 2 절 조사 방법	79
1. 사업의 특징	79
2. 항목별 조사 방법	80
제 2 장 기초자료 분석	83
제 1 절 재난의 유형	83
1. 재난의 개요 및 종류	83
2. 재난대응 체계의 변화	90
제 2 절 재난대응 로봇의 개요	93
1. 재난대응 로봇의 정의	93
2. 재난로봇의 종류	93
제 3 절 재난로봇의 기술개발 동향	95
1. 국내 기술개발 동향	95
2. 해외 기술개발 동향	96

제 3 장 기술적 타당성 분석	98
제 1 절 기술개발계획의 적절성	98
1. 기획과정의 적절성	98
2. 목표설정의 적절성	102
3. 구성 및 내용의 적절성	107
4. 추진체계의 적절성	114
제 2 절 기술개발 성공가능성	116
1. 기술추세 분석	116
2. 기술수준 분석	119
제 3 절 기존 사업과의 중복성	125
1. 사업 수준의 중복성	125
2. 과제 수준의 중복성	129
3. 시설·장비의 중복성	131
제 4 장 정책적 타당성 분석	133
제 1 절 정책의 일관성 및 추진의지	133
1. 상위계획과의 부합성	133
2. 사업추진의지 및 선호도	142
제 2 절 사업추진상의 위험요인	143
1. 자원조달 가능성	143
2. 법·제도적 위험요인	145
3. 사업특수평가항목	146
제 5 장 경제적 타당성 분석	148
제 1 절 비용추정	148
1. 개요	148

2. 사업 비용의 적절성 검토	148
3. 총사업비 및 총비용 추정	160
제 2 절 편익추정	162
1. 편익추정 개요	162
2. 편익추정의 기본방향	164
3. 동 사업 편익추정	172
제 3 절 경제성 분석	174
1. 비용편익 분석	174
2. 민감도 분석	174
제 6 장 종합분석 및 결론	175
제 1 절 결론 도출을 위한 대안 마련	175
1. 사업 원안에 대한 조사 결과	175
2. 대안의 도출	176
3. 대안에 대한 경제성 분석	181
제 2 절 AHP를 이용한 종합분석	184
1. AHP 기법을 활용한 종합분석의 개요	184
2. 종합평가 결과	186
제 3 절 결론 및 정책제언	191
1. 결론	191
2. 정책제언	192
참 고 문 헌	194
부 록	197
1. 종합평가를 위한 AHP 설문지	199
2. 부처 협의 공문	210

표 목 차

<표 1-1> 동 사업의 세부사업 구성 78

<표 2-1> 인위재난과 자연재난의 특징 84

<표 2-2> 인위재난의 종류 84

<표 2-3> 2013년 국내 유형별 화재현황 86

<표 2-4> 원자력 발전소의 사고/고장 등급분류 89

<표 2-5> 재난 및 사고유형별 재난관리주관기관 91

<표 3-1> 기획에 참여한 전문가 분포 98

<표 3-2> 동 사업의 기획보고서에 기반한 논리모형 102

<표 3-3> 투자 우선순위 선정 근거 106

<표 3-4> 사업목표와 세부 활동 107

<표 3-5> 5대 핵심부품 R&D 검토 결과 111

<표 3-6> 세부사업별 재원투입기간 114

<표 3-7> 국민 안전 로봇 기술 분야 검색 DB 및 검색범위 116

<표 3-8> 재난구조 로봇기술의 전략기술 정의 및 세부기술 119

<표 3-9> 재난·재해·안전 분야 전략기술의 주요 5개국 기술수준 및 순위 120

<표 3-10> 재난구조 로봇기술의 연구단계별 기술수준 120

<표 3-11> 로봇 구조별 기술수준 비교 121

<표 3-12> 국민 안전 로봇 분야 국가별('92년~'11년) 특허경쟁력 지수 결과 123

<표 3-13> 국민 안전 로봇 분야 국가별 과거 10년('92년~'01년) 특허경쟁력 지수 결과 124

<표 3-14> 국민 안전 로봇 분야 국가별 최근 10년('02년~'11년) 특허경쟁력 지수 결과 124

<표 3-15> 로봇산업핵심기술개발사업 126

<표 3-16> 시스템산업거점기관지원 사업 내 로봇산업클러스터조성사업 127

<표 3-17> 소방안전 및 119구조·구급기술 연구개발사업 128

<표 3-18> 시장창출형 로봇보급사업 129

<표 3-19> 동 사업과 중복과제 비교 130

<표 3-20> 시설 구축 현황 131

<표 3-21> 장비 구축 연차별 투자계획 132

<표 4-1> 상위계획과의 부합성 조사 결과 133

<표 4-2> 상위계획과의 부합성 검토 결과.....	133
<표 4-3> 과학기술기본계획 내 국가전략기술개발부문의 추진과제.....	135
<표 4-4> ‘재난구조 로봇기술’의 개요.....	137
<표 4-5> 참여 후보기업 및 재원분담 계획.....	144
<표 4-6> 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정.....	145
<표 4-7> 지역낙후도 지수 산정을 위한 지표별 가중치.....	147
<표 4-8> 동 사업 지역 낙후도 순위.....	147
<표 5-1> 동 사업의 기술개발과제 현황.....	149
<표 5-2> 시설구축 개요.....	151
<표 5-3> 시설물 개요.....	151
<표 5-4> 세부 소요 비용	152
<표 5-5> 용지구입비 산정.....	153
<표 5-6> 조달청 연구소 공사비 단가(부가세 별도) 기준.....	153
<표 5-7> 공사비 종합	154
<표 5-8> 설계비 산정 결과.....	154
<표 5-9> 감리비 산정 결과.....	155
<표 5-10> 측량비 및 조사비 산정 결과.....	155
<표 5-11> 총사업비 내역 비교표	156
<표 5-12> 경제성분석을 위한 건축사업비의 연차별배분계획.....	157
<표 5-13> 장비 구축 연차별 투자계획	157
<표 5-14> 연차별 인력운용 및 인건비계획	158
<표 5-15> 연차별 관리운영비 계획	158
<표 5-16> 장비 운영유지비요율 산정기준	159
<표 5-17> 연차별 장비 유지운영비 산정.....	159
<표 5-18> 총사업비 추정.....	160
<표 5-19> 총비용 추정.....	161
<표 5-20> 사고유형 및 적용유무.....	162
<표 5-21> 화재사고에 대한 동 조사 피해비용 산정 규모.....	165
<표 5-22> 화재사고 중 피해비용 분석대상시설별 피해 비용.....	166
<표 5-23> 폭발/붕괴/가스 사고에 대한 동 사업 관련 피해비용 규모.....	166
<표 5-24> 전문서비스용 로봇 연구개발 현황.....	168
<표 5-25> 전문서비스용 로봇 생산 현황.....	168
<표 5-26> 로봇부품 및 부분품 생산 현황.....	169
<표 5-27> 로봇부품 및 부분품 연구개발 현황.....	170

<표 5-28> 주관부처 기획과 예비타당성조사 편익 계산의 차이점 비교.....	172
<표 5-29> 편익 발생 흐름.....	173
<표 5-30> 동 사업의 비용편익분석 결과	174
<표 5-31> 사회적 할인율 변동에 따른 비용/편익 분석 결과.....	174
<표 6-1> 공사비 종합	178
<표 6-2> 설계비 산정 결과.....	178
<표 6-3> 감리비 산정 결과.....	178
<표 6-4> 측량비 및 조사비 산정 결과.....	179
<표 6-5> 시설구축 관련 사업계획안과 대안의 내역 비교표	179
<표 6-6> 원안 및 대안의 예산 규모의 개요.....	180
<표 6-7> 대안의 연차별 투자규모.....	181
<표 6-8> 대안의 재원부담 주체별 연도별 사업비 소요액.....	181
<표 6-9> 대안의 총비용 추정.....	182
<표 6-10> 대안의 총편익 추정.....	183
<표 6-11> 대안의 사회적할인율에 따른 비용편익 분석 결과	183
<표 6-12> 「국민 안전 로봇프로젝트」의 AHP 평가항목	187
<표 6-13> AHP 평가항목별 가중치	188
<표 6-14> 대안에 대한 AHP 결과.....	190
<표 6-15> 원안과 대안의 비교 요약.....	191
<표 6-16> 동 사업 대안의 사업비 요약.....	192

그림 목 차

[그림 1-1] 로봇미래 전략(2013~2022).....	75
[그림 1-2] 동 사업의 비전 및 추진목표.....	76
[그림 1-3] 국민 안전 로봇프로젝트의 추진체계.....	77
[그림 2-1] 재난의 분류.....	83
[그림 2-2] 최근 10년간 국내 대형화재 현황.....	87
[그림 2-3] 국내 폭발사고 추세분석('03~'12).....	87
[그림 2-4] 국내 가스사고 추세분석('03~'12).....	88
[그림 2-5] 국내 붕괴사고 추세분석('09~'12).....	88
[그림 2-6] 세계 소방로봇 개발 동향.....	97
[그림 3-1] 동 사업수요조사 및 과제도출 과정.....	100
[그림 3-2] 동 사업의 추진목표.....	104
[그림 3-3] 유사 플랫폼 연구개발 현황.....	108
[그림 3-4] 인프라구축 도출과정.....	113
[그림 3-5] 국민 안전 로봇프로젝트 추진체계.....	115
[그림 3-6] 국민 안전 로봇 기술 분야의 연도별 특허 동향.....	117
[그림 3-7] 국민 안전 로봇 기술 분야의 성장단계.....	118
[그림 4-1] 제3차 과학기술기본계획 비전 및 목표 개념도.....	134
[그림 4-2] '걱정 없는 안전사회 구축'부문 내 국가중점과학기술의 기술경쟁력.....	136
[그림 4-3] 제6차 산업기술혁신계획의 비전 및 목표.....	138
[그림 4-4] 산업·기술적 수요별 메가 프로젝트 과제.....	139
[그림 4-5] '제2차 지능형로봇 기본계획'의 목표 및 추진전략.....	141
[그림 6-1] 「국민 안전 로봇프로젝트」의 예비타당성조사 의사결정 계층구조.....	186

10

10



요 약

제 1 장 사업 개요 및 조사방법

1. 사업 개요

가. 사업추진 배경

- 국가안전관리의 패러다임이 사후조치, 응급대응에서 사전예측, 신속대응으로 전환되고 있으므로 재난에 대한 신속한 초동대응 및 복구를 위해 재난대응 로봇을 활용하여 사회적 손실을 최소화하고 관련 기술 확보를 통한 선제적 시장창출이 필요함
 - 최근 후쿠시마 원전사태, 구미 불산 유출사고, 세월호 침몰사고 등 각종 사고로 인해 국가 및 사회 안전에 대한 관심이 증가하고 있으며, 대형 화재 및 원전 내 사고 등 재난 상황에서 인간이 직접 개입하기 어렵거나 구조과정에서 물리적 지원을 받아야 하는 재난상황에 로봇의 활용성이 강조되고 있음
 - 환경오염과 기상이변, 도시 인구집중, 사회시스템의 복잡성 등으로 과거와 비교해서 재난, 대형사고와 같은 사회위험 요인에 대한 예측이 어렵고, 노출횟수와 발생빈도, 피해 규모 등도 커지고 있는 실정임
- 로봇은 21세기 주력산업을 견인할 기술로써 잠재시장이 크고 글로벌 산업화에 성공할 수 있는 분야임
 - 재난대응로봇에 활용되는 인식, 조작, 통신, 제어 기술은 제조, 건설, 국방, 우주 분야 등으로 응용 가능하므로 관련 기술 개발로 글로벌 시장 경쟁력 확보 가능

나. 사업의 추진경위

- 로봇미래전략(2013~2022) 발표('12.10)
 - 미래 로봇사회를 구현할 극한 재난대응로봇, 로봇 헬스타운 조성, 인간협업형 로봇 공장 구축, 가사지원 로봇 등 4대 로봇 Challenge Project를 추진하여 2011년 2조 원인 로봇시장을 2022년에 25조 원으로 확대하는 전략으로, 동 사업은 극한 재

난대응로봇 프로젝트와 관련됨

- 극한 재난대응로봇은 재난현장 대응 및 국가 기간시설 보호 등 안전한 사회생활 보장을 위한 정찰·재난대응·구조 및 이를 원격으로 관리하는 운영시스템으로 구성 되어 있음
- 동해권 스마트 재난방재 로봇(원전, 해양, 산림) 프로젝트 지역공약 발표('12.12)
 - 지진, 해일 등의 불안정한 환경에 대비한 원전 안전시스템 구축, 급증하는 해양자원 개발 및 활용을 위한 해양영토 관리 시스템 구축, 백두대간의 훼손방지 및 보존을 위한 감시시스템 구축 등 동해권 복합재난대응시스템을 확보할 예정임
 - 원전 안전시스템 구축을 위하여 ①원전 안전 로봇 개발, ②원전 통합 안전 관리 시스템 구축, ③원전 통합 안전 관리 시스템의 실용화를 위한 테스트베드 기반 실증실험을 계획함
- 재난대응로봇 기획 현황 검토를 위한 로봇산업정책협의회 개최('13.5)
- 2014년도 상반기 예비타당성조사 대상사업 선정 ('14.4)
- 사업의 세부전략 및 내용을 보완하여 사업계획변경안 제출 ('15.4)

다. 사업의 내용

- 사업추진주체 : 산업통상자원부, 경상북도
- 사업목표(Vision) : 로봇기술을 활용한 복합재난/원전의 효과적인 재난대응 시스템 구현
 - 재난대응 작업공정 및 수요자 참여기반의 수요연계형 안전로봇 개발
 - 극한재난 조건에서 운용이 가능한 로봇핵심기술 및 부품확보를 통한 시장창출
 - 국내 既개발된 제품의 기능 업그레이드 및 실증 검증을 통한 활용도 제고
 - 개발 로봇의 현장적용 극대화를 위한 재난현장 구현 실증인프라 구축
- 사업비 : 총 1,576.4억 원 (국고:1,089.6, 지방비:226.8, 민자:260)
- 사업기간 : 2015년 ~ 2020년 (총 6년)
- 기획 변경 내용
 - 로봇기술을 활용한 복합재난/원전 부문의 실용적 재난대응시스템 구축을 위해 첨단 안전로봇 R&D와 부품의 핵심기술 및 독자적 기술개발을 위한 핵심부품 R&D 포함

- 기 개발된 R&D에 대해 제품고도화 사업을 추진하여 로봇의 현장적용 확대를 위한 제품고도화 R&D 및 실증단지 구축 사업 포함

<표 1> 변경 기획의 주요 내용

구분	원안					수정안				
	(단위 : 억 원)					(단위 : 억 원)				
	구분	총 사업비	국고	지방	민자	구분	총 사업비	국고	지방	민자
기술 개발 사업비	기술 개발	810	606	-	204	기술 개발	1300	1,040	-	260
	기반 구축	405	142	263	-	기반 구축	276.4	49.6	226.8	-
	합계	1,215	748	263	204	합계	1,576.4	1,089.6	226.8	260
기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 연구내용 <ul style="list-style-type: none"> - 전기모터기반 인간형 로봇 플랫폼 - 유압구동기 기반 인간형 로봇 플랫폼 - 협지이동형 고중량물 양팔 작업 로봇 플랫폼 기술 - 이동형 통합 운용 시스템 개발 					<ul style="list-style-type: none"> 연구내용 <ul style="list-style-type: none"> - 첨단안전로봇 7개 과제(1,000억 원) - 핵심부품 R&D 5개 과제(100억 원) - 제품고도화 R&D(200억 원) 				
기반 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 극한재난환경기능 시험동 - 필드테스트장 - 엔지니어링 시험동 - 통합 모니터링/성능평가 시험동 - 장비 22종 					<ul style="list-style-type: none"> - 안전로봇연구동 - 안전로봇 실내실증시험동 - 안전로봇 실외 필드테스트장 - 장비 8종 				
경제성 분석	<ul style="list-style-type: none"> 시장수요접근법 - B/C : 1.55 					<ul style="list-style-type: none"> 시장수요접근법, 피해비용저감법 - B/C : 1.19 				

출처 : 기획보고서

○ 세부 사업내용

- 기술개발사업에서는 시설의 대형화 및 사회시스템의 복잡성 등으로 사람이 투입되기 어려운 재난환경에서 신속대응이 가능한 첨단 안전로봇 개발, 안전로봇 분야의 센싱, 구동, 조작, 제어 등을 위한 다양한 공통 부품 기술개발, 기 개발된 재난로봇 고도화를 위한 추가적인 R&D를 지원하는 사업을 포함함
- 기반구축사업에서는 안전로봇 연구동, 안전로봇 실내 실증 시험동 및 필드테스트장을 구축·운영할 예정임

<표 2> 동 사업의 세부사업 구성

분야	사업	내용
기술 개발	침단안전로봇 R&D (1,000억 원)	시설의 대형화 및 사회시스템의 복잡성 등으로 사람이 투입되기 어려운 재난환경에서 신속대응이 가능한 침단 안전로봇 개발 · 분리합체형 지상이동 Scout robot 개발(80억 원) · 인명구조 및 자율회귀 가능한 Rescue robot 개발(150억 원) · 공간 확보 및 작업지원용 Fire robot 개발(250억 원) · 원전내부 협소 공간이동 및 자가자세유지형 경량 비행로봇 개발(50억 원) · 원전 내 준고소영역 계측 및 작업용 지상이동 로봇(100억 원) · 원전 내 연료저장소 검사 및 관리용 로봇(70억 원) · 복합재난 사고대응 지원용 다중로봇 통합관계 운용 시스템(300억 원)
	핵심부품 R&D (100억 원)	안전로봇 분야의 센싱, 구동, 조작, 제어 등을 위한 다양한 공통 부품 기술개발을 통한 신규 시장창출 · 농연환경 극복형 시각 인식 센서 모듈(15억 원) · 비가시 영역 인명 탐지 센서(20억 원) · 확장형 네트워크 모듈(15억 원) · 협지구동형 독립구동 클롤러(30억 원) · 엔드스코픽 모듈 개발(20억 원)
	제품고도화 R&D (200억 원)	기 개발된 재난로봇 관련 R&D 중 기술적인 이유로 현장 활용성이 낮은 제품에 추가적인 지원을 통해 제품의 성능을 고도화하여 활용 가능하도록 추가적인 R&D를 지원하는 사업
기반 구축	안전로봇 실증단지구축 (276.4억 원)	안전 로봇 실증시험평가 인프라는 원전을 포함한 다양한 실내 재난 환경을 모의적으로 구현하여 플랫폼의 성능을 검증할 수 있는 시설과 실외 재난 현장을 구현한 필드테스트장, 실험실 및 사업단 운영 시설로 구성 · 안전로봇 연구동 · 안전로봇 실내 실증시험동 · 필드테스트장

출처 : 기획보고서

○ 사업 추진체계 및 전략

- 산업통상자원부의 사업전담기관에서 사업총괄 전담사업단인 가칭 ‘국민안전로봇사업단’을 선정하여 기술개발과 기반조성을 위임함

<표 3> 각 주체별 역할

주체	역할 및 기능
산업통상자원부	국민안전로봇 사업 예산 및 정책지원 등
전담관리기관	국민안전로봇사업단 관리, 예산배정 및 평가
국민안전로봇사업단	중장기기획, 과제 발굴, 과제관리, 인프라 구축, 비즈니스 확산 등

출처 : 기획보고서, 추가제출자료

2. 조사방법

가. 기술적 타당성 분석

(1) 기술개발계획의 적절성

- 사업계획서의 내용을 기초로 기획과정의 적절성, 목표 및 성과지표 설정의 적절성, 구성 및 내용의 적절성, 추진체계의 적절성을 평가하여 전체 기술개발계획의 완성도를 분석함
- 기획과정의 적절성을 분석하기 위해 기획위원 선정의 적절성, 기술개발사업 및 선정절차의 적절성, 이해당사자 및 수혜자로부터 의견수렴 과정의 적절성 등을 검토함
- 목표 및 성과지표의 적절성 분석을 위해 사업추진의 배경이 된 사회·기술적 문제 및 이슈가 적절한지 여부와 동 사업을 통해 해결될 수 있는지에 대해 분석함
 - 사업목표와 문제해결 방안과의 연관성 등 목표의 구체성 및 검증가능성에 대해 검토함
- 구성 및 내용의 적절성 분석 항목에서는 연구개발사업의 목표 달성을 위한 세부 활동들이 유기적, 효율적으로 연계되었는지 여부를 관리가능성의 관점에서 분석함
 - 세부활동이 사업목표와 논리적으로 연계되어 있는지, 적절한 세부활동 단위계획이 존재하는지, 세부활동은 구체적이고, 측정가능하고, 달성가능하고, 현실적이고, 시간 제약을 갖는 지표를 포함하는지를 검토함
 - 일정기획 분석에서는 세부활동에 대한 기간추정이 현실적인지, 세부활동 간의 시간적 선후관계가 논리적인지를 조사함
- 추진체계의 적절성 조사에서는 사업의 효율적인 관리를 위해 사업 수행체계가 적절하게 구성되었는지를 분석함
 - 사업목표를 달성하기 위한 객관적이고 중립적인 추진체계가 구축되어 있는지, 발생 가능한 문제에 대한 책임소재가 분명한지, 목표를 달성하기 위한 효율적 관리체계가 마련되어 있는지를 조사함

(2) 기술개발 성공가능성

- 기술추세와 기술수준으로 나누어 기술속성의 관점에서 해당기술 분야의 경쟁우위 여부를 분석함
 - 기술추세 분석을 위해 주요국의 특허출원인과 출원 수 포트폴리오 분석을 실시함
 - 기술수준 분석을 위해 사업계획서 내 기술수준 및 중점과학기술 관련 분야의 기술 수준 조사결과, 동 사업 분야에 대한 특허의 질적 분석결과 등을 활용해 국내 기술 수준 분석을 실시함

(3) 기존 사업과의 중복성

- 동 사업과 유사가능성을 내포한 검토 대상 사업을 도출한 후 연구목표 및 내용, 지원 분야 등을 조사하고 동 사업의 목표 및 세부 내용과 비교분석함
 - NTIS 조사, 부처 사업관련 계획 조사, 전문가 검토의견 수렴 등을 통해 후보군을 도출하고, 사업 단위 및 과제 단위 분석과 장비의 중복성 분석을 수행함

나. 정책적 타당성 분석

(1) 정책의 일관성 및 추진의지

- 동 사업 관련 상위계획과의 부합성, 추진주체의 의지 및 수혜자의 선호도 등에 대해 조사함
 - 과학기술기본계획과 과학기술 분야 중장기계획을 대상으로 목표, 전략 및 세부 기술 분야 특성과 관련한 정부 계획을 도출하여 사업내용과 부합여부를 검토함
 - 산업통상자원부의 사업 준비정도, 역할분담 및 협조체계의 구체성, 효율성 등을 바탕으로 사업추진의지를 판단하고, 전문가 의견수렴 등을 통해 선호도를 평가함

(2) 사업 추진상의 위험요인

- 재원조달 가능성과 법·제도적 위험요인을 분석하여 향후 사업의 추진과정에서 발생할 수 있는 위험요인을 평가함

- 재원조달 가능성 중 정부 부담분에 대해서는 정부의 중장기 R&D투자전략과 부합하는지 여부를 분석하고, 민간 재원조달 가능성, 관련 기업의 참여의사 반영 여부 등을 검토함
- 법·제도적 위험요인 분석에서는 사업주관 부처와 재난 관련 부처의 협력체계 구축의 위험성에 대해 분석함
- 사업 특수 평가항목에서는 「연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침」에 따라 기반구축이 이루어지는 경상북도 포항시 지역의 지역낙후도를 조사함

다. 경제적 타당성 분석

- 비용 추정에서는 사업주관 부처가 제시한 총사업비의 산정 근거를 항목별로 검토하고 관련 자료를 조사하여, 적정한 총사업비와 비용을 추정함
- 편익 추정에서는 기획보고서에서 제시한 편익 추정 방법을 분석한 후, 제시된 편익에 관한 근거를 검토하고, 동 사업의 목표에 부합하는 편익을 추정함
- 총 비용과 총 편익의 추정치로부터 비용편익 비율을 도출하고 사회적 할인율의 변동에 따른 민감도를 분석함

제 2 장 기술적 타당성 분석

1. 기술개발계획의 적절성

가. 기획과정의 적절성

(1) 기획에 참여한 전문가 풀의 적정성

- 주관부처는 동 사업의 기획을 위해 총괄기획위원회(18명)를 중심으로 현장수요위원회(17인), 로봇기술기획위원회(20인), 정책 및 경제기획위원회(5인)을 구성하였음을 제시함
- 중복적으로 기획에 참여한 전문가를 제외하면 총 45인이 동 사업의 기획에 참여하였으며, 기획위원회에 참여한 산·학·연 전문가의 비율은 연구소 비중이 48.9%로 높게 나타나고 있어 산업계·학계·개발로봇의 직접적인 수요자 등의 추가적인 의견 수렴이 다소 미흡함

<표 4> 기획에 참여한 전문가 분포

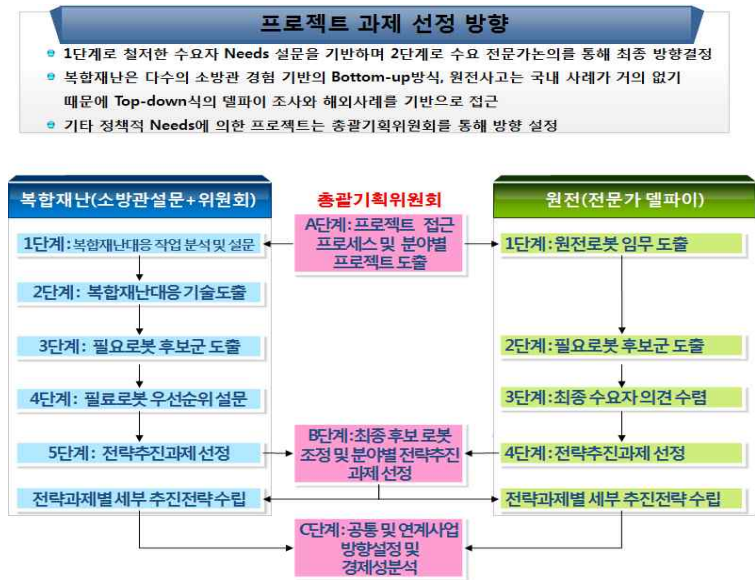
구분		산	학	연	관
총괄 기획 위원회		에어텍미디어(1) 화담알엔알(1) * 한국수력원자력(1) 레인보우(1)	용인대학교(1) 경일대학교(1) 한국외국어대학교(1)	한국로봇융합연구원(2) 국립재난안전연구원(1) 한국생산기술연구원(1) 한국전자부품연구원(1) 한국소방산업기술원(1) * 한국원자력안전기술원(1) * 한국원자력연구원(1)	산업부(1) 중앙소방학교(1) 경북119소방본부(1)
현장 수요	복합 재난	한국방재협회(1)	*용인대학교(1) *경일대학교(1)	*국립재난안전연구원(1) 한국로봇융합연구원(1)	중앙소방학교(2) * 경북119소방본부(1)
	원전	한국수력원자력(4)		한국원자력안전기술원(4) 한국로봇융합연구원(1)	
로봇 기술	복합 재난	한국로봇산업협회(1) * 에어텍미디어(1) * 화담알엔알(1) 삼성탈레스(1) 케이엔알시스템(1)	성균관대학교(1) 경희대학교(1)	* 한국소방산업기술원(1) * 한국전자부품연구원(1) 한국과학기술연구원(1) 한국지식재산전략원(1) 한국로봇융합연구원(2)	
	원전	* 레인보우(1) 퍼스텍(1) 디알비파텍(1)		한국원자력연구원(2) 한국로봇융합연구원(1)	

정책 및 경제		* 한국외국어대학교(1)	한국산업기술평가원(1) 한국로봇산업진흥원(1) 산업연구원(1) * 한국로봇융합연구원(1)	
	13명 (28.9%)	5명 (11.1%)	22명 (48.9%)	5명 (11.1%)

출처 : 추가제출자료 재구성(* 중복명단)

(2) 수요조사의 적절성

- 주관부처는 복합재난 및 원전분야로 나누어 수요자의 니즈를 기반으로 과제 도출을 진행한 것으로 제시하고 있음
- 복합재난의 경우 소방방재청 재난현장 표준작전절차를 토대로 복합재난 대응 시 소방관의 어려움을 난이도, 위험도, 발생빈도로 설문조사를 수행하고 개발필요 기술 및 필요로봇 기술을 제시함
- 원전분야의 경우, 원전수요처 및 원자력안전관련 전문가의 니즈를 반영하여 필요 임무 및 필요로봇을 제시함



[그림 1] 동 사업수요조사 및 과제도출 과정

출처 : 기획보고서

- 주관부처에서 개발하고자 하는 로봇에 대해 수요자인 국민 안전처 및 원전 사업자인 한국수력원자력 등과의 상호 협력에 관한 협의 정도는 진행하였으나, 동 사업에서 추진하고자 하는 로봇의 구체적인 기능, 활용 및 보급방안에 대한 협의는 진행되지 않은 한계가 존재함
- 동 사업의 개발 결과물에 대한 최종 수요자의 의견 반영, 시범사업 및 보급사업을 위한 구체적인 협의 내용을 제시하고 있지 않음

(3) 우선순위 설정과정

- 사업주체가 로봇 플랫폼과 세부기술을 선정하고 다양한 전문가 검토를 실시하였으나, 동 사업의 목표와의 부합성을 고려한 우선순위 설정과정은 미흡한 것으로 판단됨
- 재난 관계자 설문 및 전문가 자문을 토대로 재난대응 대상사고를 화재·폭발·가스누출·붕괴·원전사고로 설정하고 필요 로봇 작업과 기능을 도출하였으나, 세부 기술선정과정과 재난피해 저감을 위한 로봇플랫폼과의 연관성이 다소 미흡함
- 복합재난 분야의 경우 소방방재청 재난현장 표준작전절차(SOP)를 토대로 소방관 대상 작업별 난이도 및 위험도 등을 고려하여 주요 대응 작업의 우선순위를 도출하고 필요로봇 플랫폼 및 요소기술을 정의함. 그러나 로봇플랫폼 및 요소기술의 선정에 있어 동 사업의 목표인 재난피해 저감을 위한 로봇플랫폼의 명확한 정의, 역할, 중요성 등이 우선순위 설정과정에 고려되지 않은 한계점이 존재함
- 원전로봇 분야의 경우 원전 내에서 필요한 임무에 대한 설문조사를 토대로 우선순위를 설정하고 전략추진과제를 제시하고 있으나, 원전 사고에 대한 대응에 필요한 로봇보다는 원전 운용에 있어 필요한 로봇 기능 위주로 구성된 한계가 존재하여 우선순위 설정과정에 동 사업의 목표와 부합하는 지를 판단하기 위한 기준이 제시되지 않은 한계가 존재함
- 장비구축과 관련하여 안전로봇 기획위원회 및 기업 수요조사를 통해 21개를 장비를 도출하고 사업의 부합성, 중복성, 활용성 등을 토대로 한 우선순위 조사를 통해 8개의 장비를 선정함
- 연구 장비는 효율적 활용이 목적이므로 수요조사 및 실태조사 등을 통해 장비의 수요대상자를 정의하고 이에 따른 활용가능성에 대한 면밀한 검토가 요구됨

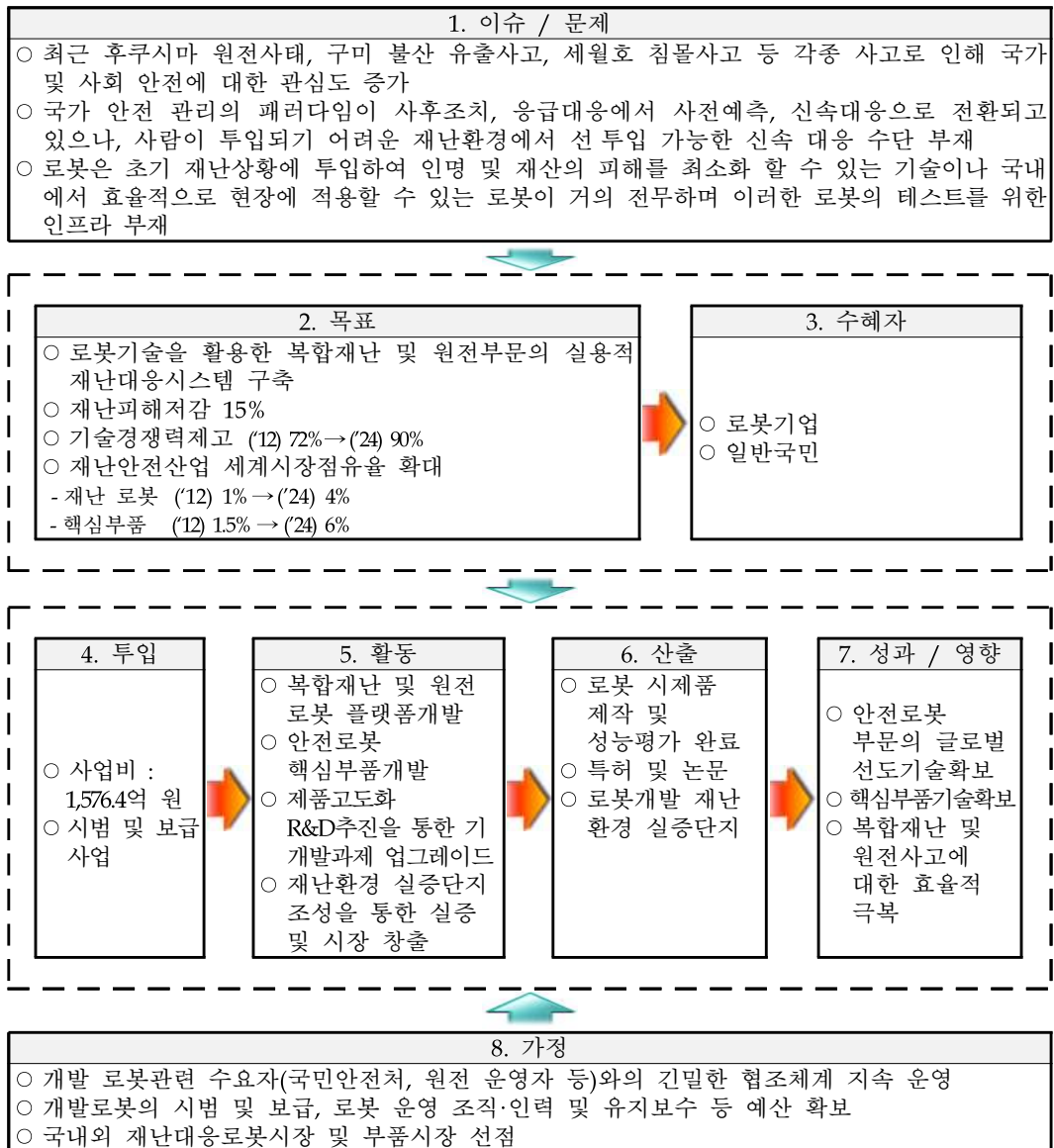
(4) 예비타당성조사 착수 전 기획 완료 여부

- 동 사업은 예비타당성조사 착수 전에 사업기획보고서를 제출하였으나, 사업내용 및 사업비의 변경을 요청하여 변경기획보고서를 제출하였으며, 추가제출자료 등을 통해 일부 기획 내용이 보완됨
- 예비타당성조사 착수 시 제출된 기획보고서에는 재난 및 원전 전문가 요구사항 등이 적절하게 반영되지 않았으나, 변경 기획을 통해 수요자 니즈를 반영하여 실질적인 기획이 완료됨

나. 목표설정의 적절성

- 동 사업은 로봇기술의 활용을 통한 복합재난 및 원전 부문의 실용적 재난대응시스템 구축을 목표로 하고 있으며, 이를 통해 재난피해 저감, 기술경쟁력제고 및 재난 안전산업 세계시장점유율 확대를 계획하고 있음

<표 5> 동 사업의 기획보고서에 기반한 논리모형



(1) 해결해야 할 문제/이슈 도출의 적절성

- 국가 안전 관리의 패러다임이 사후조치, 응급대응에서 사전예측, 신속대응으로 전환되고 있고, 인간이 직접 투입되기 어려운 상황이거나 구조적으로 물리적 지원이 필요한 재난환경에서 선투입이 가능한 신속 대응으로서의 로봇 개발의 필요성은 인정됨
 - 그러나, 동 사업이 복합재난 및 원전부문의 실용적 로봇개발을 목표로 하고 있으므로 재난에 대한 효과적인 대비를 위해서는 추가적인 검토가 필요함
 - 기존에 경험하거나 알려진 위험 요인들에 대해 대응할 수 있는 요소 기술적, 시스템적 해결책과 함께 보다 근본적인 재난 발생에 대한 이해가 선행되어야 함
 - 재난 대응에 대한 연구는 아직도 기술적 초기단계임을 고려할 때 재난에 대한 identification 및 roadmap 등을 제시함으로써 로봇의 활용이 가능한 재난의 발생 원인, 발생 영역, 활용가능성 등에 대한 전반적인 예측 등에 대한 접근이 필요함
- 동 사업에서 개발하는 로봇을 활용하기 위한 국민안전처 및 원전관련 운영자 등과의 긴밀한 협조체계 마련을 통한 로봇플랫폼/주요기능 도출 및 운영 조직·인력·예산 등에 대한 협의 내용에 대한 제시가 미흡함
 - 로봇이 개발된 이후 활용가능성에 대한 면밀한 검토 부재, 운영상의 어려움 등으로 직접 활용되지 않는 경우가 존재하므로, 국가적인 재난대책 차원에서 수요처와 운영방안을 수립한 후 사업을 추진할 필요가 있음

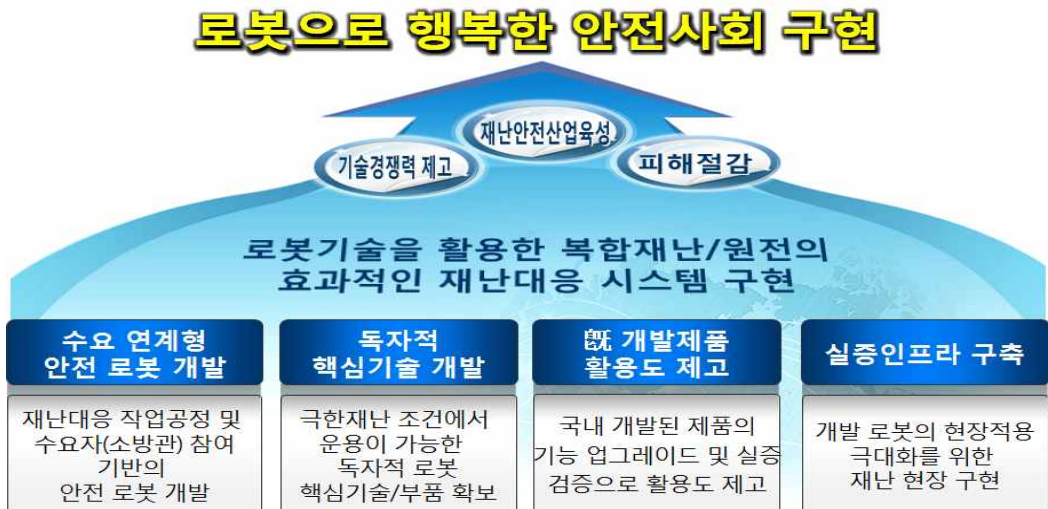
(2) 수혜자 표적화의 적절성

- 동 사업의 직접적인 수혜자는 로봇기업이며, 추후 보급·확산 등을 통해 일반국민이 피해 저감에 대한 혜택을 얻을 수 있어 수혜자는 로봇기업 및 일반국민으로 판단됨
 - R&D부문 예비타당성조사 표준지침에서 정의하는 수혜자는 사업 결과의 활용을 통한 직접적인 경제적 혜택을 받을 것으로 예상되는 주체로서 로봇기업은 연구개발 참여를 통한 국가연구개발 사업비 수혜, 시범/보급 사업을 통한 매출 향상, 결과물의 사업화로 인한 직접적인 수혜자로 판단됨
 - 일반국민은 안전 로봇의 보급·확산이 안정적으로 추진되면 자금의 수혜자는 아니나, 재난에 의한 피해의 저감에 대한 수혜를 받을 것으로 예상됨

- 그러나, 개발된 로봇 플랫폼의 운영 주체가 사업주체와 달라 수혜의 불확실성이 존재하므로 보급 및 확산에 대한 면밀한 검토가 필요함

(3) 사업목표의 적절성

- 목표성과로서 재난피해 저감 15%, 기술경쟁력 제고('12) 72% → ('24) 90%), 재난안전산업 세계시장점유율 확대(재난 로봇:('12) 1% → ('24) 4%, 핵심부품:('12) 1.5% → ('24) 6%)를 제시하고 있음
- '재난피해 저감 15%' 목표는 동 사업의 기술개발만을 통해 달성될 수 있는 사항이 아니므로, 재난대응 부처를 중심으로 국가적인 차원에서 체계적으로 관리되어야 하는 목표임
- 재난으로부터 국토, 국민의 생명, 신체, 재산을 보호하기 위한 '재난 및 안전관리 기본법', '재난 및 안전관리기술개발 종합계획' 등에 관련 내용이 명시되어야 함
- 재난대응 부처에서 별도의 조직·인력·예산을 통해 재난손실을 저감할 수 있으며 사업주관 부처는 관련 수단을 제시하는 역할을 수행함



[그림 2] 동 사업의 추진목표

출처 : 기획보고서

- 재난대응로봇을 활용한 재난피해 저감 목표는 소방관계자 113명을 대상으로 진행한 설문조사를 통해 도출된 로봇투입 시 재난 유형별 재난손실 저감효과를 토대로 설정함
 - 재난손실에 대한 저감효과를 산정함에 있어 기존 사례가 존재하지 않음에 따라 불확실성이 존재함은 인정되나, 재난로봇 활용률 제고를 통한 재난손실 저감을 위한 구체적인 목표달성 성과측정 방안 제시가 미흡함
 - 동 사업은 2020년에 종료된 이후 시범사업 및 보급·확산을 통해 로봇 활용률을 높일 예정이므로, 단계별 재난피해 저감 목표 설정과 성과측정 방안 제시가 필요함
- 동 사업에서 추가적으로 제시하고 있는 기술경쟁력제고 및 재난안전산업 세계시장 점유율 확대는 동 사업의 목표가 아닌 관련 산업부문의 전체적인 목표에 해당되므로, 동 사업만의 성과를 측정할 수 있는 목표 설정이 필요함

(4) 사업목표와 해결할 문제와의 연관성

- 동 사업은 초기 재난상황에 투입하여 인명 및 재산의 피해를 최소화할 수 있도록 사람이 투입되기 어려운 재난환경에서 선 투입 가능한 신속 대응 수단인 로봇을 개발하여 재난피해에 대한 저감을 목표로 하고 있어 사업의 목표와 해결할 문제와의 연관성은 존재하는 것으로 판단됨
 - 그러나, 사업주관 부처가 로봇 개발을 담당하고 운영은 재난대응 부처가 담당하여, 이원화된 수행주체간 긴밀한 협조체계 구축이 수반되어야 동 사업의 목표인 피해 저감 목표를 달성할 수 있을 것으로 판단됨
 - 주관 부처가 신규 로봇을 개발하여 시범·보급 사업에 재난대응 부처의 참여를 유도할 수 있으나, 현장인력 피드백 부족, 로봇 운영의 어려움 등으로 재난손실 저감 목표 달성 가능성이 명확하지 않음

(5) 사업목표 측정 수단의 적절성

- 로봇 투입을 위한 사고 상황 및 로봇 활용 시나리오를 수립하고 '재난대응도' 평가가 가능할 정도의 측정 수단의 제시가 필요함
 - 사업주체는 재난 상황이 복합적으로 이루어지므로 실제에 가까운 복합적인 재난환경을 구축하여 테스트를 진행하는 방안을 제시하고 있으나, 재난관련 전문가의 검토 등을 토대로 재난대응도 평가 기준 마련이 필요함

- 재난유형별로 필수 시나리오 등을 작성하고 대응도 평가를 진행할 수 있도록 성과 목표, 지표, 측정 수단이 제시될 필요가 있음
- 사업 추진 시 재난대응 부처와 협의하여 재난이 발생할 경우 로봇을 활용하기 위한 매뉴얼 작업이 함께 추진되어야 함
 - 로봇의 활용에 역점을 두어, 제안하고 있는 시나리오가 재난대응 부처의 매뉴얼에 포함되어 사업목표 측정에 활용될 필요가 있음
- 성과평가를 위한 핵심성과지표를 상세하게 제시하고, 지표를 평가하기 위한 명확한 기준선에 대한 고려가 필요함

(6) 투자 우선순위 설정

- 사업진행 과정에서 예산투입 감소 등 정부예산 지원의 문제 발생 가능성에 대비한 우선순위가 제시되어 있음
- 분야별 우선순위는 복합재난로봇개발, 실증단지 구축사업, 원전로봇개발, 핵심부품 개발사업 및 제품고도화사업으로 우선순위를 설정함
 - 개발성공가능성, 현장 활용성, 개발 후 파급효과 등을 고려하여 전문가 의견을 바탕으로 우선순위를 설정하여 제시하고 있음

<표 6> 투자 우선순위 선정 근거

국민안전로봇 사업		우선순위 선정 근거				우선순위
		개발성공 가능성	현장 활용성	개발 후 파급효과	합계	
첨단안전 로봇개발 사업	복합재난로봇 (통합운용시스템 포함)	8	9	8	25	1
	원전로봇	8	8	7	23	3
핵심부품 개발사업		7	6	9	22	4
제품고도화 사업		8	8	5	21	5
실증단지 구축사업		8	9	7	24	2

출처 : 추가제출자료

다. 구성 및 내용의 적절성

(1) 세부활동과 사업목표와의 연계

- 첨단안전로봇개발, 핵심부품개발, 제품고도화사업 및 실증단지구축사업 등의 세부 과제내용은 동 사업이 제시한 피해저감, 재난안전산업 육성 등의 목표와 개념적으로 논리적인 연계 구조를 가짐
- 동 사업에서 제시하고 있는 첨단안전로봇개발을 통한 재난피해저감, 로봇개발 및 핵심부품 개발을 통한 재난안전산업 시장점유율 확대, 기 개발과제의 제품 고도화 및 실증을 통한 기술경쟁력 제고 등은 상호 연계되는 구조로 판단됨

<표 7> 사업목표와 세부 활동

사업목표	사업 세부 활동
○ 재난피해저감 15%	○ 시설의 대형화 및 사회시스템의 복잡성 등으로 사람이 투입되기 어려운 재난환경에서 신속대응이 가능한 첨단 안전로봇 개발(7개 과제) ○ 안전로봇 분야의 센싱, 구동, 조작, 제어 등을 위한 다양한 공통 부품 기술개발을 통한 신규 시장창출(5개 과제) ○ 기 개발된 재난로봇 관련 R&D 중 기술적인 이유로 현장 활용성이 낮은 제품에 추가적인 지원을 통해 제품의 성능을 고도화하여 활용 가능하도록 추가적인 R&D를 지원 ○ 안전 로봇 실증시험평가 인프라 구축을 통해 다양한 실내 재난 환경을 모의적으로 구현하여 플랫폼의 성능을 검증
○ 기술경쟁력제고 (‘12) 72% → (‘24) 90%	
○ 재난안전산업 세계시장점유율 확대 - 재난 로봇 (‘12) 1% → (‘24) 4% - 핵심부품 (‘12) 1.5% → (‘24) 6%	

출처 : 기획보고서 재구성

(2) 기술개발과제 내용의 구체성

- 동 사업의 과제는 각 단계별로 세부기술, 핵심기술, 주요사양을 제시하고 있으며, 단계별 목표사양 및 개발목표를 제시하고 있음
- 기술개발과제의 목표 설정에 있어 핵심기술과 주요사양을 세계최고수준과 비교하여 제시하고 있음
- 그러나 동 사업이 복합재난 및 원전 사고시 로봇 활용을 통해 피해저감 등을 목표로 하고 있으므로 세부 연구개발계획의 활동 내에서 기술적 안정도, 신뢰성 확보 방안이 구체화되어야 함

□ 기술소위원회를 통해 과제별 검토 결과, 추가적인 검토 및 중복적 연구내용 구성에 따른 조정도 필요할 것으로 분석됨

[과제1] '복합재난 농연환경 내 환경인지 및 독립 통신망 구축 가능한 비행환경 극복형 분리합체형 지상이동 Scout robot 개발'

- 화재, 폭발 등 재난현장에서 원격조정을 통해 재난 현장의 정보를 빠르게 확보하기 위해 각종 감시정찰 센서를 탑재하고 지상이동 또는 비행이동을 통해 재난현장을 이동할 수 있는 원격 정찰 로봇 플랫폼 개발이 목적임
- 모듈형 및 가변설치형 방식은 장비의 최적화의 저해 요인으로 작용할 수 있으므로 과제초기부터 부하용량에 최적화하여 임무 장비를 설계하는 것이 바람직함
 - 재난현장은 다양성이 높기 때문에 상황에 맞춰 효율적인 로봇 활용을 위해 모듈형을 제안하고 있다고는 하나, 상황을 정의하고 이에 맞는 부하용량에 따른 비행 임무장비의 설계 및 최적화 작업을 고려하는 것이 보다 효율적인 시스템을 개발할 수 있을 것으로 판단됨
 - 재난현장 감시정찰용 로봇의 경우, 기개발품의 경우 임무장비(메니플레이터) 포함 시 17kg 수준임을 고려해 볼 때, 중간검토회의 이후 해외사례 등을 토대로 한 소명자료를 통해 제시한 본체 무게 4kg, 임무장비 장착시 7kg이내 수준은 제안된 형상 및 중량을 기반으로 제시된 기능을 수행하는 것은 복잡한 재난현장을 고려할 때 전체 요구조건을 충족시키기 어려운 것으로 판단되므로 가능성에 대한 면밀한 재검토가 필요하며 이에 따른 비행임무장비의 형상 및 구조 등에 대한 검토가 필요함
 - 또한 [그림 3]과 같이 민간에서도 유사한 플랫폼 연구가 진행되었고 우수한 플랫폼이 국내에서 개발되고 평가를 마친 상태이므로¹⁾ 기개발 기술의 연계 및 활용방안을 구체화할 필요가 있음
 - 재난현장 감시정찰용 로봇과 같은 플랫폼은 OOO연구소 및 원자력연구소 등에서 관련 연구를 수행한 이력이 있으므로 협력기반 마련 등을 통해 미확보 기술을 명확히 하고 연구내용을 구체적으로 정의한 후 추진함이 바람직함

1) 초견로봇, 로봇월드2013 전시, 시범보급사업(2013~2015.4) 완료



[그림 3] 유사 플랫폼/로봇 연구개발 현황

[과제2] '복합재난 농연환경 내 인명구조 및 자율회귀 가능한 Rescue robot 개발'

- 재난환경에서 구조대원과 일정한 거리를 유지하며 생존자 구조작업을 지원하는 로봇 플랫폼 개발
- 농연환경 등 열악하고 긴급한 재난환경에서 구조대원을 신뢰성있게 따르고 복구하는 기술 구현 및 충돌에 대한 기계적 안전장치 등을 구체화할 필요가 있음
- 환자 이송 등에 있어 기존 구급차장치와 차별성이 무엇인지 구체화하고 인명구조 매뉴얼 등을 참고하여 활용도를 구체적으로 제시할 필요가 있음
- 이동플랫폼(250kg 이내), 캡슐(30kg 이내), 환자의 무게를 고려할 때 실제적으로 재난현장에 투입할 경우 추가 붕괴 등이 우려되는 등의 한계점이 존재하므로 이에 대한 활용가능성에 대해 면밀한 검토가 선제적으로 요구되며, 이동 플랫폼의 이동 속도에 대한 목표 사양을 추가적으로 검토할 필요가 있음

[과제3] '복합재난 사고현장 초동대응을 위한 공간확보 및 작업지원용 Fire robot 개발'

- 가스누출, 붕괴/폭발 위험지역 등 인명피해가 우려되는 위험 지역에 신속 투입 후 진압/방재 및 긴급구조 작업수행을 위한 장갑 기능을 갖춘 유무인 로봇기술 개발을 목적으로 하고 있음
- 특수재난현장 긴급대응 기술개발사업(소방방재청)의 '한국형 원격조정 파괴 방수차 개발('12~'15)과 기능이 유사한 것으로 판단되며, 일부 유압식 로봇팔, 험지 이동기

술, 원격조정기술 등을 차별적 요소로 제시하고 있으나 이는 요소기술개발로 추진함이 타당한 것으로 판단됨

- 재난로봇 기술은 국제적으로 미완의 기술로 분류되므로 상기 유사한 과제의 현장 활용성을 검토한 후 현장의 니즈를 반영하여 차별성으로 제시된 요소기술을 접목하는 방안으로 진행하는 것이 타당한 것으로 판단됨
- 장갑형 로봇 본체인 이동형 플랫폼의 경우 산업기술에 가깝고 대형이동 플랫폼 등에 대한 연구 수준 등을 고려할 때 관련 연구개발에 대한 예산을 축소할 수 있을 것으로 판단됨
- 유압로봇에 대한 기술개발은 산업화 등이 가능한 분야로 판단되므로 사업화 전략을 제시할 필요가 있음
- 유인 또는 무인 방재가 필요한 환경을 명확히 제시하고 각각의 환경에 최적화된 운용 기능을 갖는 로봇 개발이 필요한 것으로 판단되며, 유인 방재의 경우 내부 탑승자의 생명 보호 시스템에 대한 구체적인 내용이 미흡함

[과제4] '원전 내부 협소공간 이동 및 자가 자세유지형 경량 비행로봇 개발'

- 원전 내 사건 및 사고 상황 등 발생시, 운전원 투입 전에 신속하게 복잡한 원전내부 대상지역으로 이동하여 대상 장비 및 환경 정보를 획득하여 원격지에 전송하는 비행 정찰 로봇 개발
- 원전 사건 및 사고 상황에서 수행할 로봇의 임무가 명확하지 않으므로 수행할 시설의 구체적인 목표시설의 환경 분석이 추가적으로 요구됨
 - 원전 내부는 복잡한 구조물 및 계측장치가 설치되어 외부 물체가 유입되어 충돌되었을 경우의 문제점 등이 분석되지 않고 단순히 비행장치의 안전을 고려한 형태인 것으로 판단됨
 - 누적방사선량 목표치 등이 과소하게 설정되어 연구개발 종료 후 선진국과 대등한 수준의 기술 확보 및 현장 적용이 어려울 것으로 판단됨
 - 또한 원전 사건, 사고 상황에서 제시된 센서 인터페이스기술 이외에 사용자가 필요한 정보를 획득할 수 있는 추가적인 장치나 방법에 대한 구체화가 필요함
 - 레이저/비전 센서 등을 활용한 충돌방지 기능 적용이 오히려 필요하며, 고도 유지 및 속도에 따른 제어 등을 구체적으로 제시할 필요가 있음
- 원전 내 사고 등을 감안할 때 원전감시에 적합한 소형, 호버링 기술, 충돌회피를 위한 초음파센싱, 바닥형상인식, 고도측정, 원전 내부 이동경로 슬램 맵핑 학습, 증

기환경용 줌 카메라 장치, 원전 내부 격벽지역 비행을 위한 통신 리피팅 장치를 보유한 드론 등을 고려해 볼 필요가 있음

- 오차가 5°인 경우에 1m의 엔드스코픽 말단에서의 제시된 위치제어 오차는 현실적으로 불가능한 목표로서 목표한 환경정보 측정이 가능한지 의문시됨
- 목표 원전환경 분석에서 배관 파손 등으로 인해 수증기가 분출되어 시계가 1m 이내로 제약되는 실내 환경으로 설정하였으나, 과제 목표 및 세부 활동에 있어서는 구체적으로 가시거리를 확보할 수 있는 방안이 제시되지 않아 동 과제 추진의 타당성이 미흡함
- KAIST에서 개발한 국방용 고탄성 외부셀 장착비행로봇과 차별성이 부족하며 기 개발된 제품의 원전적용을 위한 응용정도의 개발에 대한 투자 필요성은 미흡함

[과제5] '원전 내 준고소영역 계측 및 작업용 지상 이동 로봇'

- 원전 내 사건 및 사고 상황 시 운전자의 진입 가능여부를 사전에 파악하고 밸브 조작 등의 긴급 조치를 통해 중대사고로의 확산을 미연에 방지하기 위한 지상이동 로봇 개발
- 원전 내 이동식 로봇에 대한 기술개발은 기 추진되었거나 현재 진행 중이므로 이에 대한 차별성이 미흡하며, 단지 엘리베이션, 아웃트리거 일체형 작업 지원 모듈이 차별적인 요소이나 이는 이미 상용기술에 해당되므로 동 과제의 추진 필요성이 미흡함
 - 원자력기술개발사업(미래부)의 '원자력 비상상황 원격대응 핵심기술개발('12~'17, 원자력연구원), 로봇산업융합핵심기술개발사업(산업부)의 '원전 고방사선구역 작업 환경 모니터링 로봇시스템 개발('11~'15)' 등이 추진 중
 - 현재 한수원 중앙연구원에서 자체 연구과제를 통해 "원전 긴급사고 조치용 원격 제어로봇 기술개발"을 추진하고 있는 것으로 파악되며 상당 부분에 있어 유사성이 있어 중복성을 피하기가 어려울 것으로 판단함
 - 제시된 세부목표의 비현실적인 요소가 다수 포함됨 (예를 들어 로봇팔이 원전의 통상적인 밸브를 비상시에 작동하기 위해서는 최소 6축 (6DOF)이 필요하나, 최종 결과물은 3DOF 이상으로 제시되는 등 기술적 도전성이 미흡함)
 - 또한 제시된 요소기술 및 세부 내용은 원전사고시 비상대응의 구체성이 미흡한 것으로 판단됨
- 원전사고 등에 대한 대응을 위한 연구개발은 한국수력원자력 등 민간 주도가 보다 바람직할 것으로 판단됨

[과제6] '원전 내 연료 저장조 검사 및 관리용 로봇'

- 원전 연료 저장조 수중 환경에서 저장조 내부 환경정보 수집 및 내부 균열의 검사를 통해 누수사전 방지 및 저수조 외곽의 이물질 수거를 위한 수중 작업용 로봇 개발
- 국내원전에서는 2005년 고리1호기 사용 후 연료 저장조 누설 및 정비 사례가 보고되었으며, 해외 원전에서는 PWR에 국한하여 EPRI 자료²⁾를 검토한 결과 3건의 사례가 보고되었는데 누설부위는 모두 코너 부분과 Weld Seam 부분으로 제안된 로봇의 주요 누설부위에 대한 검사는 거의 불가능한 구조임
- 동 사업의 목표의 재난상황이라기 보다는 원전의 일상적인 유지/보수에 관한 내용으로 동 사업의 취지와 부합하지 않음

[과제7] '복합재난 사고대응 지원용 다중로봇 통합관제 운용 시스템'

- 다수의 로봇을 투입하여 로봇조정자가 원격으로 다중 로봇을 제어하여 재난 피해 상황 파악과 긴급 대처작업, 또는 초기 복구 작업을 할 수 있는 이동형 통합관제 시스템 개발
- 세부 로봇의 개발이 불확실한 상황에서 대규모 예산을 투입하여 통합관제 운용 시스템을 구성하는 것은 적절하지 않은 것으로 판단됨
 - 연구내용에 대한 필요성, 세부개념, 개발 및 입증 방안, 타 장비(다중/이종 로봇)와의 연동성 등이 명확하게 제시되어 있지 않아 제시된 세부 활동의 구체화가 미흡함
 - 즉 통신방식, 대역폭 및 통신 속도에 대한 심층검토가 필요하며, 특히 재난현장이 건물 내부이거나 통신이 제한되는 경우에는 어떤 방식으로 통신단절을 극복할지에 대한 대책 등이 구체적으로 마련되어야 할 것으로 판단됨
- OOO연구소 주관으로 개발 중인 'OOO용 다중로봇 통합운용/제어기술('11-'16) 과제에서의 운용개념과 매우 유사함
 - 유사과제는 통제차량에 탑승한 승무원이 원격지의 지상 다중 무인로봇이 획득한 각종 센서 데이터 및 영상정보 등을 기반으로 무인로봇을 실시간 무선/통제하는

2) 2013 Technical Report : Spent Fuel Pool Accident Characteristics, Mitigation of Nuclear Fuel Pool Leaks, 2012 Technical Report : Advanced Electromagnetic Inspection Methods for Fuel Pool and Transfer Canal Liners 등

개념이고, 다중로봇 통합관제 운용시스템은 국가적 재난 시 각종 현장에서 지상이동로봇, 인명구조 로봇 및 작업지원용 로봇 등을 이동형 통합관제 센터에서 통제하는 개념이라는 점에서 유사함

[5대 핵심부품 R&D] 과제별 검토 결과, 국내 기술개발 수준 등의 추가적인 검토 및 구체화가 필요한 것으로 분석됨

<표 8> 5대 핵심부품 R&D 검토 결과

세부과제	검토의견
농업 환경극복형 시각인식 센서 모듈	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농연환경에서 활용 가능한 시간 인식 센서의 개발필요성은 높으나, 농연환경에서 실질적인 센서의 구체적인 요구사항의 제시가 미흡함 ○ 농연 환경에서 사용할 수 있는 핵심 센서 모듈 개발에 대한 구체적인 개발목표 설정이 요구됨 <ul style="list-style-type: none"> - 구체적인 농연을 위한 센서의 성능 및 스펙트럼의 제시가 없이 기존 센서의 융합 정도의 연구는 구체성이 미흡함. 구체적인 농연환경에 대한 요구조건을 제시하는 것이 우선적임
비가시 영역 인명 탐지 센서	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다양한 재난환경에서 인명을 탐색하기 위한 기술 필요성은 인정됨 <ul style="list-style-type: none"> - 소방 및 경찰청 등에서 관련 수요가 존재하는 것으로 파악되며, 기존연구에 대한 검토를 토대로 활용 방안을 검토하는 것이 필요함 - 일부 기업체 등에서 UWB센서를 국방 및 보완관련 센서로 개발하여 실용화하는 등의 사례가 존재하므로 이에 대한 검토 후 핵심기술 위주의 기술개발 필요성이 인정됨 ○ 그러나 환경의 영향(기존 전파 등과 혼선 가능성 등)이 큰 센서로 다양하고 현실적인 환경에서의 테스트, 데이터베이스화, 알고리즘 검증 등이 필수적임
확장형 네트워크 운영 모듈	<ul style="list-style-type: none"> ○ 재난지역 인명 구조를 위해서는 구조요원 및 요구조자의 정확한 위치파악이 필수적이며, 현장상황을 영상 혹은 음성 형태로 실시간 전파할 필요가 있음 <ul style="list-style-type: none"> - 이에 해당 운용을 위해 필요한 요소 기술 개발을 목표로 하는 본 과제의 연구개발 필요성은 타당함 ○ 기술개발 목표를 효과적으로 달성하기 위해서는 무엇보다도 요소기술 및 세부활동 계획이 구체적으로 수립되어야 하나, 본 제안서에서는 개략적이고 일반적인 수준에서의 요소기술 및 세부활동이 수립되어 있음 ○ 연구의 필요성 및 연구 내용 대비 세부목표 사양은 미흡한 수준임 <ul style="list-style-type: none"> - 예를 들어 세부목표 중 실외조건에서의 통신거리의 추가가 필요하며, 통신속도에 있어서도 영상 통신을 고려할 때 속도가 낮은 수준이며 방폭구조에 있어서도 기준을 구체화할 필요가 있음
협지구동용 인휠 독립구동 크롤러 시스템	<ul style="list-style-type: none"> ○ ‘재난극복이동기술 및 화점/인명탐지 로봇기술개발’ 과제의 결과물과 연계 추진이 가능한 것으로 판단되며, 메커니즘보다는 이동성향상을 위한 주행제어기술개발에 집중하여야 할 필요가 있음 <ul style="list-style-type: none"> - 인휠방식의 독립 구동은 국방분야에서 야지/협지의 조향 및 자세제어와 전복 방지 등의 안정성 제어가 다양하게 연구되었고 기존 바퀴형식에서 크롤러로의 형상적인 차이만이 존재하는 것으로 판단되므로 기존 개발 연구를 활용 연계하여 전략 마련이 필요함 - 부하하중, 크기, 자유도 등을 명확히 하고 주행속도/등판능력/선회반경 목표 등을 재검토할 필요가 있음

엔드스코픽 모듈	<ul style="list-style-type: none"> ○ 엔드스코프는 일반산업 뿐 아니라 원전의 유지보수 (증기발생기 전열관 2차측 내부관찰)에 주로 쓰여지는 장비이나 [과제 4]의 배관 틈새 관찰을 위한 연구개발의 필요성은 낮은 것으로 판단됨 ○ 제안한 작업 반경 사양으로는 재난 및 원전 환경에서 효과적으로 활용하기에 한계가 있으며, 기존 유사한 장비와의 차별성 확보/수요자의 니즈 파악이 우선시됨
----------	---

□ 동 사업은 기 개발된 R&D에 대해 제품고도화 사업을 통해 재난 로봇의 현장 적용 확대를 계획하고 있으나, 이에 대한 구체성이 미흡하며 기존사업과의 중복성이 존재함

○ 기 개발된 로봇의 활용성 미흡에 대한 구체적인 분석이 존재하지 않음

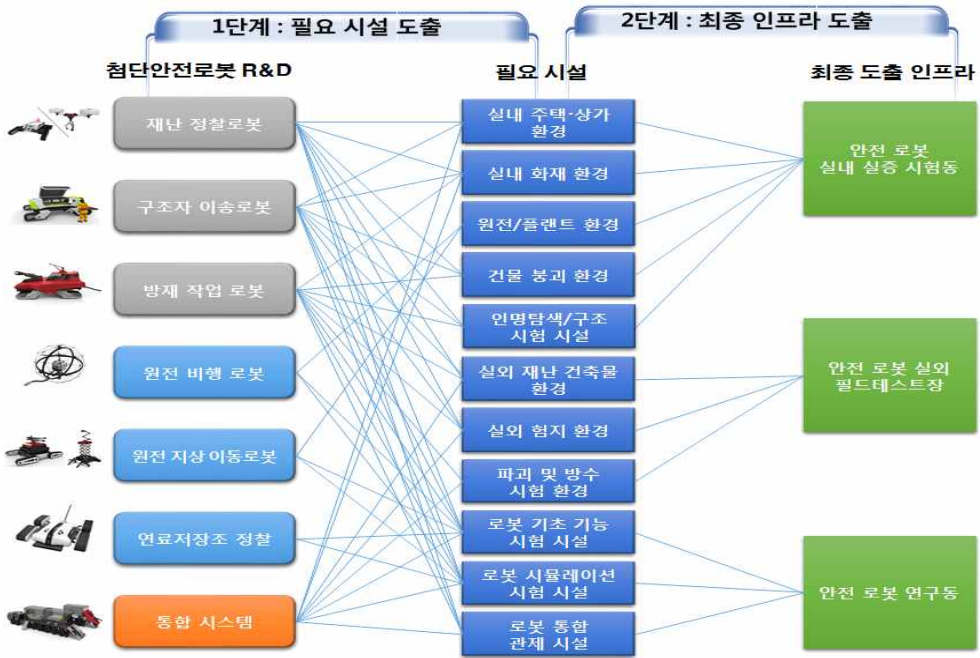
- 시장창출형 로봇보급사업(산업부, 비R&D)을 통해 로봇산업의 시장창출과 산업경쟁력 제고, 수출가능 로봇서비스 발굴을 위해 사업화 단계의 로봇 제품(H/W, S/W, 부품 등) 및 관련 서비스를 시장 수요자 대상으로 사업화 검증을 통한 로봇 신시장 창출을 목적으로 국가적·공공적 목적 부처주도형 과제(부처 참여형, 지자체 참여형, 공공기관 참여형)와 수출 유망 분야 등 중소기업 중심 과제의 아이디어 발굴형(국내분야, 해외분야)으로 지원하고 있어 동 사업을 통한 지원타당성이 미흡함

□ 실증인프라 구축을 위한 필요시설 도출에 있어 각 로봇플랫폼별 핵심성과지표와 이의 검증을 위한 인프라 구축을 정의하고 기 구축된 전문기관의 성능검증 방안을 제시하여 도출과정의 적절성은 인정됨

○ 안전로봇의 실내환경 모의 성능 테스트를 위한 안전로봇 실내 실증 시험동은 로봇 기능에 대한 범용 시험을 위주로 수행하고, 방사선 및 화재 환경 등은 타기관의 인프라를 적극적으로 활용하는 방안을 고려해 볼 필요가 있음

- 원자력 사고는 방사능 취급 시설이 필요하고, 화재 사고는 대형 화재 설비가 필요하므로, 동 사업에서는 필수 시험 인프라를 구축하는 것이 현실적이지 않음
- 사업주관 부처에서는 방사능 테스트와 관련하여 한국원자력연구소, 실제 화재 발생 환경 모의실험과 관련하여 소방방재청 및 산하기관, 부품 내화 테스트 등을 위해 한국건설기술연구원 시설을 활용할 것으로 제시하였음

○ 대형사고 및 재난환경 필드 테스트장은 붕괴, 험지이동 등을 시험하기 위해 건설되므로 로봇 플랫폼 과제별 시나리오에 따라 적절하게 구축할 필요가 있음



[그림 4] 인프라구축 도출과정

출처 : 추가제출자료

- 실증시험 인프라 구축사업 종료 후 인프라 활용 및 자립화 계획을 제시함에 있어 실증시험수수료, 임대수입, R&D과제 수주를 토대로 자립화가 가능함을 제시하고 있음
- 시험시설별 실증시험 평가 사업을 통해 수입을 산정하고 있으나, 관련 시험시설에 대한 수요가 제한적임을 고려할 때 동 인프라활용을 통한 시험평가 표준화 등 다각적 검토를 통해 자립화방안을 구체화할 필요가 있음
- 수익성 확보 방안으로 사업 참여를 통한 연구비 수주 확대, 안전 및 신뢰성 등의 평가, 보유 인프라 내 입주업체 및 기업연구소 유치 등을 통한 임대료 수입 등을 제시하고 있으나, 별도의 연구개발과제가 없으면 자립이 어려울 것으로 판단됨

(3) 세부활동 간 시간적 선후관계

- 동 사업에서 세부사업별 자원투입 시기를 고려해 볼 때, 다음과 같은 문제점이 발생할 가능성이 존재함
- 복합재난 로봇과제의 개발 성공이 불확실성이 존재함에도 불구하고 대규모 예산

투입을 통해 전체 통합관계운용시스템을 동일 시점에 투입하는 것은 위험성이 존재함

- 시설이 4차 년도에 완료되고 장비의 구축도 6차 년도에 설치가 완료되므로 기술개발과제 및 기개발과제의 제품 고도화 연구의 수행에 있어 시설 및 장비의 활용도 측면에서 연계성이 떨어질 가능성이 존재하므로 시설 및 장비의 구축 시점 등을 고려한 기술개발활동 계획이 수립이 필요함

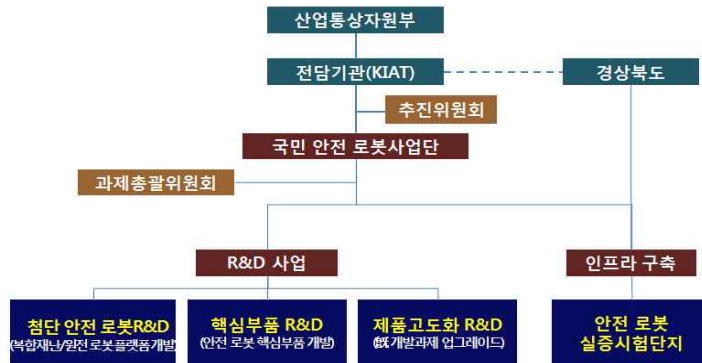
<표 9> 세부사업별 재원투입기간

구분	세부 사업	재원투입					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도
첨단안전로봇개발	복합재난(3개 과제)	■	■	■	■	■	
	원전(3개 과제)	■	■	■	■	■	
	통합관계운용시스템	■	■	■	■	■	■
핵심부품	5개 과제				■	■	■
제품고도화	기개발과제 고도화	■	■	■	■	■	■
실증단지	시설 구축	■	■	■	■	■	■
	장비 구축			■	■	■	■

출처 : 기획보고서 재정리

라. 추진체계의 적절성

- 산업통상자원부의 연구관리 전문기관인 한국산업기술진흥원에서 사업총괄 전담 사업단인 가칭 ‘국민안전 로봇사업단’을 선정하여 기술개발과 기반조성을 위임함
- 국민안전로봇사업단은 중장기기획, 과제 발굴, 과제관리, 인프라 구축, 비즈니스 확산 등의 역할을 수행하는 것으로 제시하고 있음
- 사업단 운영과 관련하여 연구개발과제 선정 등에 공정성을 확보하기 위한 구체적인 계획을 수립할 필요가 있음



[그림 5] 국민 안전 로봇 프로젝트 추진체계

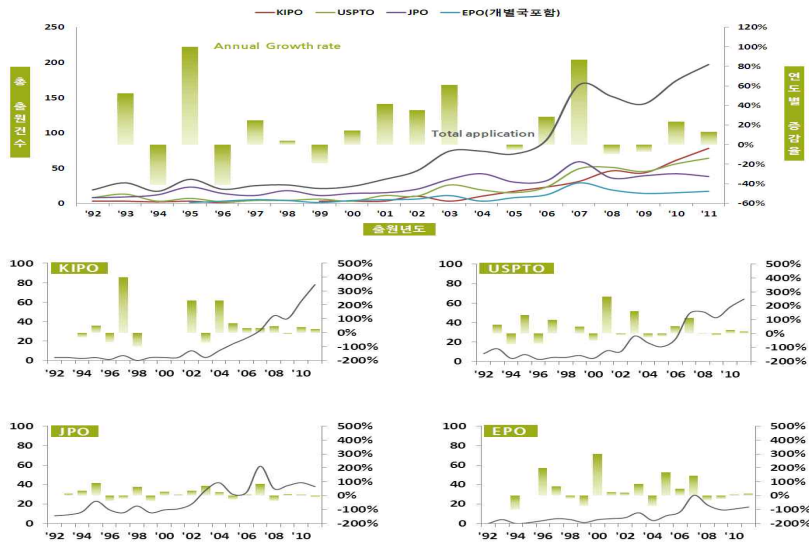
출처 : 기획보고서

- 추진위원회는 사업단 사업 및 정책목표에 부합하는 총괄 운영계획 및 주요 안전에 대한 최종결정·추진, 성과확산을 위한 지원 등을 담당하는 역할을 수행하며, 산업통상자원부 및 국민안전처 관련부서 담당관 및 외부 산학연 민간전문가를 포함하여 구성하는 것으로 제안하고 있음
- 그러나, 추진위원회의 구성 및 결과물의 활용에 대해 국민안전처 및 중앙소방학교 등과의 협의 내용을 제시하고 있으나 사업추진 시 결과물의 활용을 위한 지속적이고 구체적인 운영방안을 마련할 필요가 있음
- 별도의 로봇 운용 전담인력 양성 및 배치 등은 재난대응 부처의 예산과 관련되는 사항으로 해당 부처와 사업수행 이전에 협의할 필요가 있음
 - 로봇 운용 전담인력이 없는 경우 재난대응의 효율성이 떨어질 수 있으며, 유지보수 및 인력양성 등에 대한 사전협의를 필요함
- 동 사업의 완료 후 보급 사업이 추진될 경우 국민안전처/운전 운영자 등이 동 사업의 시제품을 인수하여 활용할 의사 및 예산 투입에 대한 방안 제시가 필요함
- 국민안전처, 한국수력원자력 등 관계부처 및 수요처와 동 프로젝트 기획 단계부터 협의 및 향후 동 사업이 본격화될 경우 소방관 및 원전 내 근무자 등 수요자의 요구를 적극 반영할 수 있는 구조에 대한 구체적인 제시가 필요함
 - 현장보급을 위해서는 대규모 예산이 동반되어야 함을 고려할 때, 수요처인 국민안전처 등의 개발시제품에 대한 수요 확인 및 검증을 통한 활용성제고와 법·제도적 개선 등을 통해 예산확보를 위한 긴밀한 협조체계를 마련할 필요가 있음

2. 기술개발 성공가능성

가. 기술추세 분석

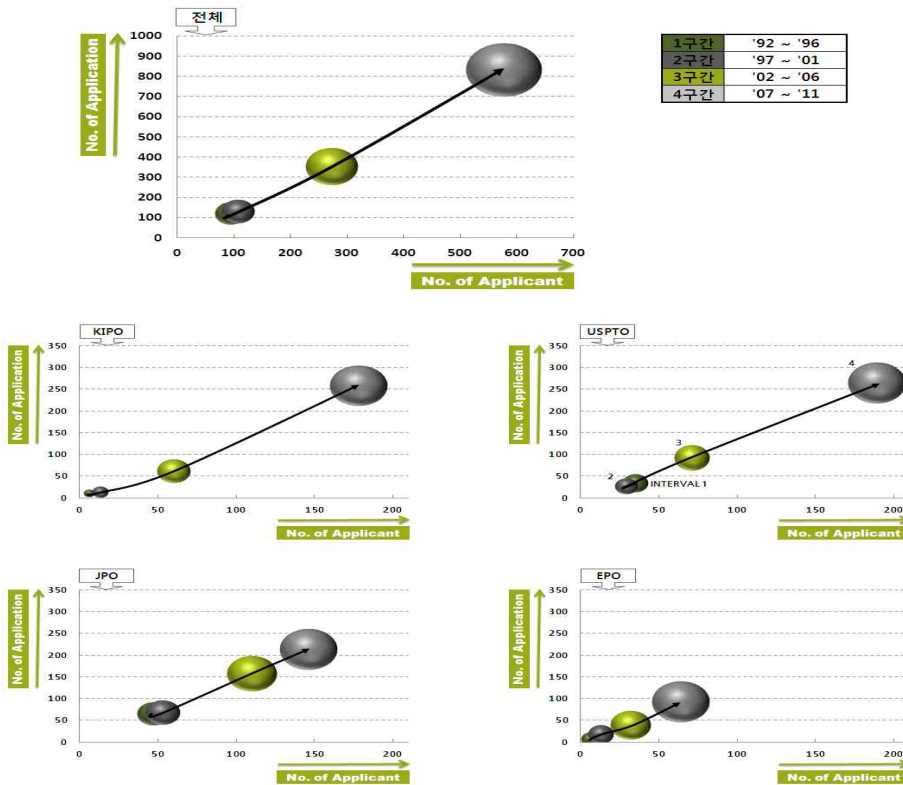
- 1990년대 초반부터 국민 안전 로봇 기술 분야의 특허출원이 시작되고 있기는 하나, 2000년대 초반부터 본격적인 특허출원이 이루어졌으며 이후 꾸준히 증가하다 2000년대 중반 이후부터는 급격하게 증가하는 추세를 보임
- 2000년대 중반부터는 재난환경에서의 신속한 대응 필요성에 대한 관심도가 높아짐에 따라 안전 로봇 분야의 특허출원 활동이 급격하게 증가하고 있는 것으로 판단됨
- 전반적으로 한국, 미국, 일본 및 유럽 모두 2000년대 초반부터 최근까지 상당히 활발한 출원 증가를 보이고 있으며, 최근 한국 및 미국의 경우 일본 및 유럽에 비해 상대적으로 높은 활동을 보임



[그림 6] 국민 안전 로봇 기술 분야의 연도별 특허 동향

- 국민 안전 로봇 기술 분야 전체특허의 기술 위치는 1구간(1992년~1996년)부터 4구간(2007년~2011년)까지 출원 건수와 출원인 수의 증가세가 지속되고 있어 전체적으로 성장기 단계인 것으로 나타남

- 한국, 미국, 일본 및 유럽 모두 출원 건수와 출원인 수가 활발한 증가추세에 있으며, 특히 한국 및 미국의 경우 3, 4구간(2002년~2011년)에서 눈에 띄는 성장세를 보이고 있음



[그림 7] 국민 안전 로봇 기술 분야의 성장단계

나. 기술수준 분석

(1) 재난구조 로봇기술 분야의 기술수준 분석

- 국내 재난구조 로봇기술의 기술수준은 최고기술 보유국인 미국 대비 69.6%로 주요 5개국 중 4위에 머물고 있음
- 미국, 일본, EU와는 -22.4% ~ -31.4%, 5위인 중국과는 +10.3%의 차이를 보이며, 동 분야의 상위그룹과 국가 간 기술격차가 큼

- 기초연구 수준에서 미국과의 기술격차는 5.6년, 응용·개발연구 수준은 5.2년으로 추격그룹에 속하는 것으로 나타남
- 국내는 대부분 국책 연구소와 로봇관련 업체들이 재난구조 관련 로봇의 기초연구를 진행하고 있으며, 응용 개발연구는 기업 주도로 이루어지고 있는 것으로 판단됨

<표 10> 재난·재해·안전 분야 전략기술의 주요 5개국 기술수준 및 순위

전략기술	한국		미국		일본		EU		중국	
	기술수준 (%)	순위	기술수준 (%)	순위	기술수준 (%)	순위	기술수준 (%)	순위	기술수준 (%)	순위
재난구조 로봇기술	69.6	4	100	1	95.1	2	91.8	3	59.3	5

출처 : 미래창조과학부·한국과학기술기획평가원, 2014년 기술수준평가, 2015

<표 11> 재난구조 로봇기술의 연구단계별 기술수준

국가	기초연구 수준		응용·개발연구 수준		재난구조 로봇기술	
	기술수준 (%)	기술격차 (년)	기술수준 (%)	기술격차 (년)	기술수준 (%)	기술격차 (년)
한국	68.6	5.6	70.6	5.2	69.6	5.4
미국	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0
일본	94.0	1.7	96.2	1.1	95.1	1.4
EU	91.8	2.0	91.8	2.4	91.8	2.2
중국	54.8	8.6	63.8	8.2	59.3	8.4

출처 : 미래창조과학부·한국과학기술기획평가원, 2014년 기술수준평가, 2015

(2) 로봇 구조에 따른 기술수준 분석

- 로봇의 기술수준은 미국이 가장 높으며, 국내 로봇은 미국의 75.3~88.3% 수준에 그침
- 상위그룹인 미국, 일본, 유럽 간 수준 차는 크지 않으나 한국 및 중국과는 격차가 벌어져 있는 것으로 조사됨
- 한국은 시스템(플랫폼, 네트워크, 시스템엔지니어링)분야의 기술수준이 높은 것으로 나타남

<표 12> 로봇 구조별 기술수준 비교

중분류	소분류	상대수준					격차기간(년수)				
		한	미	일	EU	중	한	미	일	EU	중
기구	매니플레이션	79.8	97.9	100.0	94.9	67.3	1.8	0.2	0.0	0.3	2.9
	작업	84.4	100.0	99.8	94.6	70.1	1.6	0.1	0.0	0.5	2.8
	이동/특수환경용 메커니즘	78.5	100.0	99.1	91.1	68.2	1.9	0.0	0.1	0.6	2.7
	End effector	80.0	100.0	98.7	94.3	69.7	1.7	0.0	0.1	0.5	2.5
부품	오감관련 센싱모듈	75.3	100.0	96.2	90.7	62.4	2.2	0.0	0.4	0.7	3.1
	모션관련 센싱모듈	77.0	100.0	96.0	93.0	66.3	2.2	0.0	0.3	0.6	2.9
	구동모듈	79.0	97.2	100.0	96.3	69.1	1.9	0.3	0.0	0.2	2.7
	기타 SoC/제어기	83.0	100.0	97.0	94.0	67.2	1.6	0.0	0.2	0.4	2.9
시스템	플랫폼	83.0	100.0	96.4	95.0	69.6	1.5	0.0	0.3	0.4	2.7
	네트워크	88.3	100.0	94.8	94.0	72.3	1.1	0.0	0.5	0.6	2.5
	시스템엔지니어링	84.0	100.0	99.5	93.8	71.1	1.6	0.0	0.1	0.6	2.5
지능	판단	77.4	100.0	89.8	89.2	64.3	2.4	0.0	1.1	1.2	3.5
	인식	78.3	100.0	90.6	90.2	67.0	2.2	0.0	1.1	1.0	3.3
	움직임	81.5	100.0	99.0	91.9	68.4	1.8	0.0	0.1	0.8	2.8

출처 : 산업통상자원부·한국산업기술평가관리원, 2013년 산업기술수준조사 보고서, 2013.12

(3) 특허의 질적 수준분석 결과

- 특허경쟁력 분석을 위한 주요 지표인 PII와 TS를 통해 특허경쟁력을 분석한 결과, 미국과 일본이 특허 건수, 특허 영향력 지수(PII)와 기술력지수(TS)가 높고, 한국은 특허등록 수가 높은 것으로 나타남
- 미국이 151건으로 1위를 차지하고 있으며 그 뒤를 이어 일본, 한국 및 캐나다 순으로 많은 미국 등록 특허를 보유하고 있음
- 특허영향력지수(PII)는 미국, 이스라엘 및 대만이 각각 1.1, 3.2 및 1.1로 타국가보다

상대적으로 높고 기술력지수는 미국이 월등히 높은 것으로 나타남

- 한국은 특허등록 수는 높으나 인용도지수(CPP), 기술력지수(TS) 등의 지수는 낮게 나타나 질적·양적 영향력은 매우 낮은 것으로 판단됨

<표 13> 국민 안전 로봇 분야 국가별('92년~'11년) 특허경쟁력 지수 결과

순위	국가	특허등록수	출원인수	CPP	PII	TS	PFS
1	미국	151	71	19.5	1.1	169.0	1.4
2	일본	77	28	16.5	0.9	73.1	0.9
3	한국	27	12	3.2	0.2	5.0	0.5
4	캐나다	8	8	17.8	1.0	8.1	0.5
5	독일	6	5	1.0	0.1	0.3	0.6
6	이스라엘	5	5	55.2	3.2	15.8	0.5
7	대만	3	4	18.7	1.1	3.2	0.1
8	프랑스	3	4	14.0	0.8	2.4	0.4

3. 기존 사업과의 중복성

가. 사업 수준의 중복성

- NTIS 유사과제 검색과 전문가 인터뷰를 통해 중복성 대상 후보군을 선정하고, 동 사업과 사업목표, 추진체계, 지원대상, 지원분야 등에서 중복가능성이 있는지 검토함
- 로봇개발과 관련해서 다양한 사업 및 과제가 존재하고 있으나 재난대응 상황이라는 특수성을 고려하여 중복성 후보군을 동 사업에서 목표로 하고 있는 재난대응 로봇개발로 한정함
- 로봇산업핵심기술개발사업(산업통상자원부, '09년~계속)은 로봇 분야 첨단융합제품·부품·원천기술 개발을 집중 지원하여 산업경쟁력을 제고하고 미래 신산업 육성을 목표로 추진되는 사업으로 로봇 공통기술 및 부품 기술개발지원을 사업내용에 포함하여 진행하고 있으므로 국민 안전 로봇프로젝트사업의 핵심부품 R&D 사업의 과제 단위의 중복성에 대한 검토 또는 기존 유사 과제에 대한 연계·조정 검토가 필요한 것으로 판단됨
- 로봇산업클러스터조성사업(산업통상자원부, 시스템산업거점기관지원사업 일부, '12년~'16년)은 로봇산업 기술혁신을 위한 기반조성 및 상용화기술개발 연계 추진을 통

한 로봇산업 R&BD 허브 구축을 목표로 하는 사업으로 연구개발 부문에서 사회안전 로봇 분야를 특화분야로 선정하여 추진하는 계획이 존재함. 국민 안전 로봇프로젝트 사업의 과제 단위의 중복성에 대한 검토 또는 기존 유사 과제에 대한 연계·조정 검토가 필요한 것으로 판단되므로 기 수행 또는 수행 중인 과제들이 직접적인 중복성이 없더라도 기존 과제의 예상 결과물 중 동 사업에서 활용할 수 있는 것에 대한 상호 정보교류 및 연계개발, 중복 연구 조정 등을 통한 시너지 효과 창출이 중요한 것으로 판단됨

- 소방안전 및 119구조·구급기술 연구개발사업(국민안전처, '07년~계속)은 재난 대응의 전술적 역량과 안전을 확보하고 작전효율성을 제고할 수 있는 첨단시스템 활용 등 선제적 긴급대응 기술이 선진국에 비해 낙후되어 있으므로 첨단 소화 및 감지장치를 고도화하고 성능위주의 소방설계 및 시공 적용을 위한 기술개발, 특수재난현장의 극한 환경에 효율적으로 대응하기 위한 소방공무원 보호·대응장비 및 긴급대응기술 개발 및 국민 안전문화의식 개선 및 자구·피난 장비 개발, 교육훈련 개선을 목표로 하는 사업임. 동 사업은 재난용 무인기, 스마트 개인방호장비 및 근력지원용 슈트 개발 등 특수한 재난현장에서 소방공무원의 전술적 역량과 안전을 확보하고 첨단 시스템 활용으로 작전효율성 제고할 수 있는 선제적 긴급대응기술 개발을 목표로 하고 있으므로 로봇을 이용해 재난에 대응하는 국민 안전 로봇프로젝트 사업과는 사업목표 및 지원분야에서 차이를 보이거나 재난현장의 정찰 및 원격제어 등 과제수준에서 일부 중복가능성이 있으므로 관련 기술의 연계 가능성에 대한 검토가 필요한 것으로 판단됨
- 시장창출형 로봇보급사업(산업통상자원부, 비R&D, '11년~계속)은 '지능형 로봇 보급 및 확산'(전담기관: 한국로봇산업진흥원) 사업의 일환으로 지자체 공공수요 활용 목적 또는 지역특화산업과 연계하여 투입 및 실증이 가능한 로봇제품 및 서비스, 공공 목적을 위하여 활용 및 보급이 필요한 로봇 및 관련서비스 및 기업이 자유롭게 제안하는 특정목적의 보급 및 확산을 통한 시장창출의 필요성이 있는 로봇 및 관련서비스에 해당하는 3개 분야를 지원하여 로봇산업분야의 경쟁력 강화와 로봇의 보급 및 확산을 촉진하고자 진행하고 있음. 국민 안전 로봇프로젝트의 제품고도화 R&D 분야는 기 개발된 재난로봇 관련 R&D 중 기술적인 이유로 현장 활용성이 낮은 제품에 추가적인 지원을 통해 제품의 성능을 고도화하여 활용 가능하도록 추가적인 R&D를 지원하는 내용으로 시장창출형 로봇보급사업의 공공목적을 위하여 활용 및 보급이 필요한 로봇 및 관련서비스 지원사업과 차별성이 미흡한 것으로 판단됨

나. 과제 수준의 중복성

- 중복성 대상 후보군 중 재난대응을 목적으로 하는 로봇개발과제를 중심으로 검토를 수행함
- 소방방재청 및 미래창조과학부 등에서 화재 및 원전관련 로봇기술개발과제는 지속적으로 수행하고 있음
 - 중복성 대상 후보군으로 도출된 과제는 동 사업과 목적 측면에서 차별성이 존재하나 기능이 유사하여 연계가 가능한 과제가 다수 존재하므로, 연계가능기술에 대한 면밀한 검토로 개발성공가능성을 높이는 노력이 요구됨

<표 14> 동 사업과 유사중복 비교 대상 목록

부처명	사업명	과제명	기간	
미래 창조 과학부	성장동력기술	실내화재진압 및 인명구조 로봇기술개발	'04.12~'09.9	
		실외화재진압 로봇 기술 개발	'04.12~'09.9	
		재난극복 및 인명구조로봇기술개발	'04.12~'09.9	
		재난극복 이동 기술 개발 및 화점/인명탐지기술 개발	'04.12~'09.9	
	원자력기술개발	곡관 및 분기관이 존재하는 원전배관의 상태감시 및 진단용 초음파검사 로봇시스템개발	'10.11~'12.10	
	중견연구자지원	재난구조로봇을 위한 SLAM 및 토폴로지/커버리지 제어기법연구	'10.5~'13.4	
산업 통상 자원부	로봇산업 원천기술개발	원전 고방사선구역 작업환경 모니터링 로봇시스템 개발	'11.12~'14.11	
	로봇산업 클러스터조성	실내비평탄지형 주행기능 및 소화포탈부착이 가능한 화재상황정찰로봇 플랫폼개발	'12.7~'15.6	
	산업혁신기술 개발	빌딩 및 공공시설 내 경비, 안전관리 및 재난구조용 로봇개발	'03.8~'05.7	
	원자력발전기술 개발사업	원자력발전소 각종탱크와 Sump내 슬러지 제거용 로봇 및 처리장비 개발	'07.3~'10.2	
	전력산업 연구개발	Tele-existence기술을 활용한 원전용 원격조작 로봇 기술 개발연구		'04.4~'07.3
			원자력 내방사선 로봇 개발	'06.3~'07.2
원자력 발전소에서의 안전검사를 위한 지능기반의 로봇 개발			'07.3~'09.2	
소방 방재청	안전관리기술 개발	재난현장 정보수집용 스마트 카메라 및 웹기반 재난현장 운영 시스템 개발 (버그 비히클 개발)	'07.8~'09.5	
	차세대핵심소방 안전기술개발	밀폐공간 화재진압 등 소방지능형 로봇 응용기술 개발	'10.1~'12.12	
	특수재난현장긴급대응기술개발	특수재난지역 최첨단 정찰 및 소방로봇	'12.06~'15.06	

중소 기업청	산학연공동기술 개발	가정용방법, 화재감지, 청소로봇	'04.5~'05.2
		지능형 화재감시 자율주행로봇	'11.6~'12.5
		입체 시각 기반의 지능형 상황 예측 융합기술을 통한 재난방지 통합 모니터링 시스템 개발	'12.6~'13.5
	중소기업기술혁신 개발	실내 화재 진압 및 인명구조로봇의 열응력 및 냉 각성능해석	'07.10~'08.9
	중소기업상용화 기술개발	로봇을 이용한 워터미스트 화재진압 장치 개발	'07.11~'09.10
이동용 재난작업 로봇		'05.11~'07.10	

다. 시설·장비의 중복성

(1) 시설의 중복성

- 시설 측면에서는 포항에 로봇 관련 연구기관이 있으므로 융합연구를 통해 시너지를
창출할 수 있도록 기존 시설의 활용 및 연계 방안 등이 고려되어야 함
- 한국로봇융합연구원은 2007년 지자체연구소육성법에 근거해 지능로봇연구개발과
산업화 촉진을 목적으로 포항에 설립되었으며, 지능로봇 연구개발, 산업화 지원, 인
력 양성, 과학문화 확산 등을 담당하고 있음
- 수중건설로봇사업단은 2013년부터 수중건설로봇 국산화 및 수중 유인작업의 위험
성 및 한계를 극복하기 위한 수중로봇을 개발하고 있음
- 동 사업의 국민안전로봇사업단은 인간이 작업하기 어려운 각종 대형사고·재난상황
에서 재난복구/인명구조 작업을 진행할 재난로봇을 개발할 예정이므로 기존 사업
단 및 한국로봇융합연구원 등과의 인프라 공동 활용 및 상호 교류를 통해 시너지
를 높이는 전략이 필요할 것으로 판단됨

<표 15> 시설 구축 현황

구분	기관명	시설 현황		
		공사기간	사업비	일반사항
기존 시설	한국로봇융합연구원	'06년~'07년	386억 (국비 170억, 지방비 125억, 포스텍 91억)	수중로봇연구실, 실험용수조, 로봇전 시관, 로봇 관련기업 입주시설 등 부지(8,265m ²)에 연면적 9,022m ² (지하 1층, 지상 4층)
	수중건설로봇사업단 (해양과학기술원)	'13년~'16년	197.7억 (지방비 197.7억)	수조실험동, 제작동 부지(28,696m ²) 에 연면적 10,339m ² (건폐율 36%)

(2) 장비의 중복성

- 장비 구축은 총 신청 장비 8종의 도입이 타당한 것으로 분석되었으며, 금액으로는 13.9억 원의 신청비용 중 13.86억 원의 장비도입이 적정한 것으로 조사됨
 - 제시된 8종의 장비의 중복성 검토를 위해 국가연구시설장비진흥센터에 의뢰하여 검토하였으며, 장비구축의 적절성은 동 사업과의 부합성, 중복성, 도입타당성, 적합성, 적정성에 대한 검토를 통해 분석함
 - 도입이 적정한 장비는 중형복합진동시험기, 충격시험기, 방수분진시험기, 열충격시험기 등으로, 타 기관 장비와 중복되지만 기반장비 또는 단독활용장비에 해당되어 예외로 인정하여 구축해야 하는 장비로 분석됨

<표 16> 장비 구축 연차별 투자계획

(단위 : 백만 원)

장비명	부처제시 (단가 * 수량)	조정안	4차년도	5차년도	6차년도
중대형 선반	55 * 2	110	○		
소형 3D 프린터	85 * 2	170	○		
중형복합진동시험기	250 * 1	250		○	
충격시험기	310 * 1	310		○	
방수분진시험기	150 * 1	150		○	
열충격시험기	50 * 1	50		○	
고온화재연기발생장치	75 * 4	300	○		
관제룸 디스플레이	50 * 1	46			○
총계	1,390	1,386	580	760	46

제 3 장 정책적 타당성 분석

1. 정책의 일관성 및 추진의지

가. 상위계획과의 부합성

- 과학기술분야 최상위계획인 「제3차 과학기술기본계획」 과 부합하며, 산업통상자원부의 「제6차 산업기술혁신계획」, 「제2차 중기 지능형로봇 기본계획」 등 관련 법정계획에도 동 사업 분야를 명시하고 있어 상위계획과의 부합성은 '적절'로 판단됨

<표 17> 상위계획과의 부합성 검토 결과

선택군 계획	필수계획		
	부합도 낮음	부합도 보통	부합도 높음
부합도 높음	보통	일부 적절	적절
부합도 보통	일부 부적절	보통	일부 적절
부합도 낮음	부적절	일부 부적절	보통

<표 18> 상위계획과의 부합성 조사 결과

구분	계획명	부합성		
		낮음	보통	높음
필수계획	제3차 과학기술기본계획			√
선택군 계획 (기술개발 분야)	제6차 산업기술혁신계획			√
	제2차 지능형로봇 기본계획			√

- 「제3차 과학기술기본계획」 에서는 재해 복구 지원체계를 구축하는데 미래 재해를 대비하여 신기술을 적극적으로 활용하도록 계획하고 관련기술을 중점기술로 선정하여 동 사업과 부합성이 높은 것으로 판단됨
- 선제적 자연재해 대응과 피해 최소화를 위한 국가중점과학기술로 '11.5 재난구조 로봇기술'에서 비정형화된 재난현장의 극한 조건에서도 신속한 이동, 현장 정보 수집, 인명 탐색 및 구조, 재난확대 위험요인 제거 등의 재난진압 및 피해 확산 방지

작업을 위한 로봇 또는 재난현장 투입요원을 대신할 재난현장 활용 구조로봇기술 개발을 명시하고 있어 동 사업 목표 및 개발 내용과 부합성이 높음

- 「제6차 산업기술혁신계획」은 고령사회 및 안전 대비, 로봇 시장의 선점 등에 대한 수요를 반영하여 국민 안전·건강로봇에 대한 과제를 도출하고, 세부기획을 마련하여 동 사업과 부합성이 높은 것으로 판단됨
 - 중장기로 진행되는 13개의 메가 프로젝트 중 하나로 ‘국민 안전·건강로봇’ 과제를 선정하고, 대형사고·재난 시 작업 및 인명구조, 간병, 재활 등을 수행하는 로봇 원천기술과 통합시스템을 개발하도록 하였음
- 「제2차 지능형로봇 기본계획」에서는 글로벌 선도형 대형 연구개발(R&D) 과제로써 국민 안전·건강로봇을 추진하도록 계획하고 있어 동 사업과 관련성이 높은 것으로 판단됨
 - 향후 고성장이 전망되고 정부에서 사용할 수 있는 활용성이 높은 재난대응로봇과 로봇헬스케어 분야에 우선 지원하도록 하였으며, 상용화 및 현장적용 확대를 위해 주요 인프라 구축 및 안행부/소방청 등 수요부처와의 협력도 병행하도록 추진할 계획임
 - 로봇과 방재(소재·장비)기술개발을 위해 EPC기업 등 수요기업을 참여하도록 하여 제조생태계를 조성하도록 제시함

나. 사업 추진의지 및 선호도

- 주관부처는 대형사업의 추진을 통해 국내 대형사고·재난 로봇을 개발하려는 의지가 높은 것으로 판단됨
 - 인간과 로봇이 함께 하는 미래사회 구현을 위한 로봇미래전략(2013~2022)을 수립하고 4대 로봇 챌린지 프로젝트에 극한 재난대응로봇을 포함시킴
 - 재난대응로봇을 개발하여 국가적인 재난에 대응하고, 관련 기술을 활용하여 로봇 산업을 고도화하기 위해 로봇전문가가 참여하는 사전기획, 방재 관련 기관 설문조사, 재난·현장·로봇 공동 전문가 회의 등 다양한 활동을 수행함
- 지방자치단체 및 한국로봇융합연구원은 재난대응로봇을 개발하기 위하여 대선공약에 해당 프로젝트를 반영하고, 연구용역 및 기획위원회 운영을 추진하는 등 사업추진의지가 높은 것으로 판단됨

- 대선 경북 지역 7대 공약 중 '동해안 첨단과학 그린비즈니스 거점 조성(동해/낙동강 일원)'의 세부항목으로 '동해안 스마트 재난 방재 로봇 프로젝트' 추진을 반영함
- 로봇 3대 도전과제의 사전 경제성 분석 연구용역 수행, 국민 안전 로봇 예비타당성 조사 기획위원회 개최 등 기획 활동을 추진함

2. 사업 추진상의 위험요인

가. 재원조달의 가능성

- 주관부처의 로봇 분야 투자현황 및 참여기업의 매출액 현황을 고려할 때 재원조달 가능성의 위험요인은 높지 않은 것으로 판단됨
- 주관부처의 로봇 R&D 투자 실적을 감안할 때 국고 조달위험은 높지 않은 것으로 판단됨
 - 주관부처는 로봇 R&D 예산으로 2009년 이후 4년간 평균 887억 원을 투자하였으며, 동 사업의 정부 연구비는 매년 189.87억 원 수준으로 주관 부처 투자 실적을 고려할 때 동 사업의 연구비는 조달 가능할 것으로 판단됨
- 지자체가 조달해야 할 지방비는 연평균 37.8억 원 수준으로, 경상북도의 재정공시를 살펴볼 때 수용 가능할 것으로 판단됨
 - 경상북도 과학기술예산이 2008년 251억 원으로 전체 예산의 0.7%를 차지하였으나, 이후 전체 예산 비중이 지속적으로 감소하여 2012년에는 193억 원(0.3%)을 차지함
- 민간 재원 확보와 관련하여 과제별 참여 후보기업의 영업이익과 재원분담계획을 고려해 볼 때, 재원 조달가능성의 위험요인은 낮은 것으로 판단됨
 - 재원분담 계획에 따르면 민간부담액인 260억 원을 분담하는 것으로 계획하고 있어 참여의향기업의 영업이익과 R&D예산 등을 고려할 때 재원 조달가능성의 위험요인은 낮은 것으로 판단됨

<표 19> 참여 후보기업 및 자원분담 계획

(단위 : 백만 원)

R&D 사업	기업명	당기 순이익	R&D 예산	연구인력 규모	민간 매칭	
					현금	현물
첨단 안전 로봇	유콘시스템(주)	61	320	10	80	720
	(주)세성	980	1,695	17	80	720
	엠텍	4,408	322	7	75	675
	로보티즈	513	1,372	26	150	1,350
	(주)엔티렉스	246	500	10	50	450
	CSM Implant	22	400	5	25	225
	한화	224,669	46,500	600	300	2700
	영풍전자(주)	962	1,658	83	75	675
	(주)미래인더스	- 568	200	4	50	450
	(주)맨텍	115	500	5	25	225
	대화금속(주)	- 356	300	5	50	450
	레인보우	819	414	13	60	540
	(주)두원테크	403	1,250	21	40	360
	첨단기공	122	-	5	100	900
	(주)피엔티	4,600	1,000	40	80	720
	케어로보시스템스(주)	-38	50	4	25	225
	로보테크	83	804	14	70	630
	(주)벡트론	257	200	5	70	630
	엘아이지 넥스원	50,500	20,000	1,517	180	1620
	(주)토탈소프트뱅크	367	1,200	80	120	1080
	다인큐브	107	186	8	30	270
	심랩	2	159	3	60	540
	(주)영진하이텍	662	1,021	9	90	810
(주)월드텍	268	500	15	60	540	
이마린(주)	270	600	36	60	540	
핵심 부품	(주)토탈솔루션	10	87	4	15	135
	(주)세텍	140	308	5	15	135
	(주)대영오앤이	410	324	20	30	270
	(주)소소	290	200	17	10	90
	(주)휴메이트	422	1,119	12	15	135
	모빌토크	- 51	200	8	15	135
	하이젠모터*	3,102	62	38	30	270
	(주)에스비비테크	130	400	10	30	270
	케이엠씨로보틱스	23	661	12	30	270
	(주)카이디어	-	50	2	10	90
제품 고도화	스맥	- 2,600	2,000	50	50	450
	(주)유진로봇	- 223	3,000	28	50	450
	현대로템	- 15,100	31,000	650	50	450
	퍼스텍	1,600	2,761	148	50	450
	화담알앤알	9	613	5	50	450
	ED	- 7,988	1,500	50	50	450
	케이엔알시스템	983	5	16	50	450
(주)유진엠에스	320	450	12	50	450	

출처 : 추가제출자료 재구성

나. 법·제도적 위험요인

- 동 사업은 연구개발과제에서 추진하고자 하는 첨단안전로봇개발, 핵심부품 및 제품 고도화 R&D에 대하여 정부와 민간의 투자 비중을 8:2로 제시하고 있어 ‘국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정’에 기준을 준수하지 못할 가능성이 존재함
- 동 사업에서 향후 민간 기업의 참여를 계획하고자 할 경우 ‘국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정’의 관련 조항을 준수하여야 함
 - 동 규정 제12조에는 국가연구개발사업을 기업과 함께 진행하고자 할 때 지켜야 하는 참여기업의 규모에 따른 중앙행정기관과 기업 사이의 출연 기준, 참여기업이 부담해야 하는 현금 부담 기준, 참여기업의 현물 부담이 허용되는 비목과 범위 등이 명시되어 있음

< 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 >		
제12조(연구개발비의 지급)		
① 중앙행정기관의 장은 연구개발비의 전부 또는 일부를 출연할 수 있다. ③ 국가연구개발사업에 참여기업이 있는 경우 중앙행정기관 및 참여기업의 연구개발비 출연·부담 기준은 별표 1의4에 따른다. 다만, 중앙행정기관의 장이 필요하다고 인정하는 국가연구개발사업에 대해서는 미래창조과학부 장관과 협의하여 별표 1의4의 기준과 달리 정할 수 있다.		
별표 1의4(중앙행정기관 및 참여기업의 연구개발비 출연·부담 기준)		
1. 중앙행정기관의 연구개발비 출연 기준	2. 참여기업이 부담하는 연구개발비 중 현금 부담 기준	3. 참여기업이 부담하는 연구개발비 중 현물 부담이 허용되는 비목 및 범위
가. 참여기업이 대기업인 경우 : 총연구개발비의 50퍼센트 이내 나. 참여기업이 중견기업인 경우 : 총연구개발비의 60퍼센트 이내 다. 참여기업이 중소기업인 경우 : 총연구개발비의 75퍼센트 이내 라. 참여기업이 2개이고, 각각 중소기업 및 중견기업인 경우 : 총연구개발비의 60퍼센트 이내 마. 참여기업이 3개 이상이고, 이 중 중견기업의 비율이 3분의 2 이상인 경우 : 총연구개발비의 60퍼센트 이내 바. 참여기업이 3개 이상이고, 이 중 중소기업의 비율이 3분의 2 이상인 경우 : 총연구개발비의 75퍼센트 이내 바. 그 밖의 경우 : 총연구개발비의 50퍼센트 이내	가. 참여기업이 대기업인 경우 : 부담금액의 15퍼센트 이상 나. 참여기업이 중견기업인 경우 : 부담금액의 13퍼센트 이상 다. 참여기업이 중소기업인 경우 : 부담금액의 10퍼센트 이상	가. 참여기업 소속 연구원의 인건비(대기업의 경우에는 현물투자액의 50퍼센트 이내, 중견기업인 경우에는 70퍼센트 이내) 나. 직접경비 중 보유하고 있는 연구기자재 및 시설비, 재료비, 시제품 제작에 필요한 부품비(대기업이 보유하고 있는 연구기자재 및 시설비는 기업의 현물 부담액 중 인건비를 제외한 금액의 50퍼센트 이내, 중견기업인 경우에는 70퍼센트 이내)

- 주관부처는 국민안전처의 재난대응 부처 정책에 동 사업에서 개발될 안전로봇이 포함되도록 적극적으로 추진할 필요성이 있으며, 관계부처 협력체계 구축이 원활하게 이루어지 않을 경우에 대비해야 함
 - 재난대응로봇 의무 배치 제도 신설, 로봇 운용 전문 인력양성을 위한 제도개선 추진 등을 계획하고 있음
 - 재난대응로봇 의무 배치 제도 신설은 소방본부 119특수구조단 내에 재난대응로봇 센터를 포함시켜, 로봇 투입이 필요한 재난 발생 시 신속하게 출동 및 대응이 가능하게 하는 방안임
 - 재난대응안전한국훈련 등 관련 훈련에 재난대응로봇 필수로 포함되어 활용될 수 있도록 제도적 장치를 고려할 필요가 있음
 - 로봇 운용 전문인력 양성을 위한 재난대응로봇 전문 운용인력 라이선스 제도 신설, 소방본부에 로봇 운용 전문가 필수고용 제도를 신설할 예정임
 - 주관부처는 추가제출자료를 통해 개발로봇의 현장 활용성 증진을 위해 향후 중앙소방학교에 신설될 Living-Lab³⁾을 통해 수요자 의견 반영, 검증 및 활용성 제고를 위해 협조체계를 구축할 예정임을 밝히고 있음
- 사업 종료 후 사업단 중심의 시범운용 추진, 광역자치단체 및 주요 산업단지 보급 추진, 기초자치단체 및 타 산업 보급 확산을 추진할 예정이므로 재난 관련 부처와 긴밀한 협조가 필요함
- 일본의 경우 기존에 실시된 로봇연구 개발이 단 한 번의 실증시험으로 프로젝트가 끝나고 잊혀진 경우가 많아 국내에서도 부처 간 협력을 통한 적절한 활용계획 수립이 요구됨
 - 재난 대응 로봇시장과 관련된 제반시장이 커질 전망이며, 이 분야는 우리나라도 경쟁력이 높은 만큼 향후 시장 동향에 대한 대응 및 국가적 정책지원으로 재난 대응 로봇시장의 산업경쟁력을 높일 필요가 있음

3) 개발된 소방장비 시제품을 현장요원 등 최종사용자의 적극적인 사용의견을 통해 체험-적용-개선-검증을 위한 조직체계 마련 예정

3. 사업특수평가항목

가. 지역균형발전

- 낙후지역에 대한 투자기회 감소와 발전지역으로의 투자 집중에 의한 지역 간 빈익빈 부익부 현상의 심화를 방지하고 지역균형발전이라는 국가정책을 고려하여, 지역균형발전을 예비타당성조사에 반영하여 평가할 수 있음⁴⁾
- 동 사업은 기반 구축의 입지가 특정 지역인 경상북도 포항시로 정해졌기 때문에 지역균형발전 항목을 적용하며, 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침⁵⁾에 따라 지역낙후도만을 적용함
 - 예비타당성조사 일반지침에서 지역낙후도를 인구, 산업, 지역기반시설, 교통, 보건·사회보장, 행·재정·기타의 8개 부문별 지표를 표준화하여 전국 16개 광역자치단체의 순위와 170개 시·도의 순위를 각각 도출하여 표로 제시하고 있는데 연구개발부문의 지역낙후도는 이를 준용함
 - 경상북도 포항시의 시·군별 지역낙후도 순위(170개 중) : 40위
 - 경상북도의 시·도별 지역낙후도 순위(16개 중) : 13위
 - 지역낙후도를 통해 계산한 표준점수에 대해 가중치를 고려하여 합산한 표준점수를 도출하고, AHP 평가 시 반영함

4) 한국개발연구원, 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)」, 2008년도 예비타당성조사 연구보고서, 2008.12

5) 한국과학기술기획평가원, 「연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제1판)」, 2011년도 예비타당성조사 연구보고서, 2011.12

제 4 장 경제적 타당성 분석

1. 비용 추정

가. 개요

- 동 사업의 총사업비는 1,576.4억 원으로 연구개발 1,300억 원, 인프라구축 276.4억 원이며, 국비 1089.6억 원(69.1%), 민자 260억 원(16.5%), 지방비 226.8억 원(14.4%)으로 구성됨
- 기술개발사업의 국비와 민자의 비율은 80:20이며, 시설구축비는 지방비 100%, 장비비와 운영비는 100% 국비로 충당함

<표 20> 항목별 사업비 소요 계획

(단위 : 억 원)

구분		2015	2016	2017	2018	2019	2020	총 계	
첨단 안전 로봇 개발	복합 재난	국비	29.6	64	107.2	115.2	68	0	384
		민자	7.4	16	26.8	28.8	17	0	96
	원전	국비	8	44	76	48	0	0	176
		민자	2	11	19	12	0	0	44
	통합 관제	국비	8	16	40	64	64	48	240
		민자	2	4	10	16	16	12	60
핵심부품	국비	26.4	26.4	27.2				80	
	민자	6.6	6.6	6.8				20	
제품고도화	국비		40	40	40	40		160	
	민자		10	10	10	10		40	
인프라 구축	국비	3.4	3.3	3.3	14.1	16.3	9.2	49.6	
	지방비	57.6	73.6	63.6	32			226.8	
국 비		75.4	193.7	293.7	281.3	188.3	57.2	1,089.6	
지방비		57.6	73.6	63.6	32			226.8	
민 자		18	47.6	72.6	66.8	43	12	260.0	
합 계		151	314.9	429.9	380.1	231.3	69.2	1,576.4	

출처 : 기획보고서

- 동 사업의 비용 추정은 기술개발에 소요되는 비용, 시설 구축비, 장비 구축비, 운영 비용으로 구분하여 수행함
 - 기술개발에 소요되는 비용은 수행하고자 하는 과제들의 연구개발비 규모가 적정한 지 분석하기 위해 동 사업과 유사한 특성을 갖는 과제 및 전문가 의견을 토대로 검토함
 - 시설 및 장비구축 비용은 구축 세부내용에 대한 전문기관 검토 및 전문가 검토를 통해 추진함
 - 기타 운용비용은 시설관리 운영비, 장비 유지운영비에 관한 상세계획을 근거로 검토함

나. 기술개발사업비의 적정성

- 동 사업의 기술개발사업비에 대한 적정성은 관련 전문가의 의견을 토대로 검토함
 - 분리합체형 지상이동 Scout robot 개발(80억 원)은 기존 플랫폼 관련 기술개발과제의 성과를 활용하여 수행가능한 것으로 판단되며, 과제기간 및 예산규모는 적정수준에 있는 것으로 평가됨
 - 인명구조 및 자율회귀 가능한 Rescue robot 개발(150억 원)은 플랫폼과 제어기술을 분리하여 추진해야 될 타당성이 부족하므로, 이의 연계를 통해 예산규모의 축소가 가능할 것으로 평가됨
 - 공간 확보 및 작업지원용 Fire robot 개발(250억 원)은 '한국형 원격조정 파괴방수차 개발(특수재난현장긴급대응기술개발사업)'과 '가중력 120kg급 구난로봇기술개발(민군겸용기술개발사업)' 등과 비교해 볼 때, 예산규모는 과대 산정된 것으로 평가되며, 수중건설로봇사업단을 통해 추진되고 있는 'ROV기반 수중 중작업용 로봇기술 개발' 등과의 기술 연계가 가능할 것으로 평가됨
 - 원전내부 협소 공간이동 및 자가자세유지형 경량 비행로봇 개발(50억 원)은 동 사업의 핵심부품 R&D사업에 '엔드스코픽 모듈 개발'을 포함하고 있으므로, 핵심부품 R&D사업과의 연계를 강화하여 관련 예산을 조정하는 것이 필요할 것으로 평가됨
 - 원전 내 준 고소영역 계측 및 작업용 지상이동 로봇(100억 원)은 '원전 고방사선구역 작업환경 모니터링 로봇시스템 개발(로봇산업핵심기술개발사업)'의 결과물을 활용하여 연계할 필요성이 있으며, 기존 기술을 활용할 경우 관련 예산의 대폭적인

조정이 가능할 것으로 평가됨

- 원전 내 연료저장소 검사 및 관리용 로봇(70억 원)은 원자력 내방사선 로봇개발(원자력연구기반조성사업) 및 '원자로 및 원자로냉각재계통 이물질 검사/제거 시스템 개발(원자력기술개발사업)과 연계가 가능할 것으로 평가되며, 이를 토대로 과제 수행시 관련 예산의 축소가 가능할 것으로 평가됨
- 복합재난 사고대응 지원용 다중로봇 통합관제 운용 시스템(300억 원) 개발사업은 OOO연구소 주관으로 수행 중인 'OOO용 다중로봇 통합운용/제어기술(시험개발, '11-'16) 과제에서의 다중로봇 임무통제 시스템(주기1) 운용개념과 유사한 것으로 판단되며, 연계가능성에 대한 검토가 필요하며 동 과제의 연구범위를 고려할 때 적정예산규모는 대폭적인 조정이 가능할 것으로 평가됨
- 핵심부품 R&D사업의 예산규모는 대체적으로 제안된 기술 내용 등을 감안할 때 적정규모에 있는 것으로 평가됨
 - 그러나, 제시된 '비가시 영역 인명 탐지 센서' 개발은 소방 및 경찰청 등에서 관련 수요를 반영할 경우 기술적 난이도로 인해 예산 증액이 동반될 가능성이 존재하는 것으로 평가됨
- 제품고도화 R&D사업은 '시장창출형 로봇보급사업(산업부, 비R&D)'을 통해 국가적·공공적 목적 부처주도형 과제(부처 참여형, 지자체 참여형, 공공기관 참여형)와 수출 유망 분야 등 중소기업 중심 과제의 아이디어발굴형(국내분야, 해외분야)으로 지원하고 있고, 관련된 수요 및 예산산정근거도 구체적이지 못하므로 관련 예산은 전액 삭감이 타당한 것으로 판단됨

다. 시설 구축비용의 적절성

- 시설 구축비용에 대한 원안 검토결과 237.11억 원이 적정한 것으로 조사되어, 기획 보고서에 제시된 226.8억 원에 비해 10.31억 원이 증가되어야 할 것으로 분석됨
- 용지보상비는 본 사업이 지장물 보상비가 필요치 않은 일반산업단지이므로 용지구입비를 용지보상비로 적용하여 용지보상비가 0.03억 원 증가됨
 - 용지보상비는 용지구입비, 용지부담금 등으로 구성되며 용지보상비는 예비타당성조사 지침에 의거 공시지가에 비목별 보상배율을 곱하는 방식으로 산출함
- 공사비는 건물 유형에 따른 공사비 단가기준, 실증시험시설 구축비용 산정에서 증가요인이 발생하여 0.44억 원이 증가됨

- 공사비는 사업계획의 각 시험동 면적에 연구소 공사비 단가(1,540천 원/m²)를 곱하는 방식으로 건축공사비를 산정함
- 설계비, 감리비, 측량 조사비 등의 부대비의 적용요율은 각각 4.14%, 7.69%, 1.00%를 책정하였으며, 기준 적용 시 1.05억 원이 감소함
- 부대비는 설계비, 감리비, 측량비 및 조사비 등으로 구성되며, 각 항목별로 구분하여 산정하였음
- 예비비는 예측할 수 없는 예산 외의 지출 또는 예산 초과 지출액을 충당하기 위한 자금으로 공사비, 부대비가 증가함에 따라 10.90억 원이 증가됨
- KDI의 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구 (제5판)」(2008)에 따라 용지구입비, 공사비 및 부대비 합계(부가가치세 포함)의 10%를 책정함
- 잔존가치는 경제성 분석 기간 종료 후에도 존재하는 가치로서 용지보상비는 전액 잔존가치로 반영하였으며, 건물비용은 감가상각을 고려하여 잔존가치로 인정함
- 건물비용은 일반적으로 경제성 분석 시 30년이 경과하면 잔존가치가 없는 것으로 가정하며, 동 사업에서는 사업기간, 상업화 준비기간, 경제성 분석기간을 고려하여 감가상각을 제외하고 잔존가치가 있는 것으로 가정함

<표 21> 총사업비 내역 비교표

(단위 : 백만 원)

구분	사업계획서 (A)	예비타당성조사 (B)	증감 (B-A)
A. 공사비	16,457	16,501	44
A-1. 공사비	14,991	15,001	10
A-2. 부가가치세	1,466	1,500	34
B. 부대비	1,897	1,792	-105
B-1. 설계비	607	525	-82
B-2. 감리비	953	977	24
B-3. 측량비 및 조사비	147	127	-20
B-4. 부가가치세	190	163	-27
C. 용지구입비	3,490	3,493	3
소 계 (A+B+C)	21,844	21,785	-59
D. 예비비	836	1,926	1,090
E. 총사업비	22,680	23,711	1,031

* 각종 영향평가비는 검토안의 측량비 및 조사비에 포함

□ 경제성 분석을 위한 시설 구축비용은 검토결과 221.35억 원으로 분석됨

- 경제성 분석을 위한 비용 추정을 위해 공사비, 부대비 등에서 부가가치세를 제외하고, 총사업비 산정지침에 의거 10%의 예비비를 반영함
- 용지구입비, 설계비, 조사측량비의 투입년도는 시설구축의 특성을 반영하여 1차년도에 적용하였으며, 공사비는 사업 주관부처의 배분비율을 준용하여 2차, 3차 및 4차 년도에 각각 40%, 40% 및 20%를 적용함
- 감리비의 경우는 건축공사의 특성을 고려하여 2차 년도 2%, 3차 년도와 4차 년도 49%를 각각 적용함

<표 22> 경제성 분석을 위한 건축사업비의 연차별 배분계획

(단위 : 백만 원)

구분		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	합계
용지구입비		3,493	-	-		3,493
공사비		-	6,000	6,000	3,000	15,001
부대비	설계비	525	-	-		525
	감리비		20	478	478	977
	조사측량비	127	-	-		127
예비비(10%)		415	602	648	348	2,012
합 계		4,560	6,622	7,127	3,827	22,135

라. 장비 구축비용의 적절성

□ 국가연구시설장비진흥센터에 의뢰하여 검토한 결과, 동 사업 장비 구축사업비는 당초 13.9억 원 대비 0.04억 원이 감소한 13.86억 원이 적절한 것으로 분석됨

- 제시된 8종의 장비구축의 적절성은 동 사업과의 부합성, 중복성, 도입타당성, 적합성, 적정성에 대한 검토를 통해 분석하였으며, 제시된 장비의 도입타당성이 인정됨
- 조달청 내용연수에 따른 장비들의 내용연수는 대부분 10년~11년이며, 관제룸 디스플레이는 5년으로 파악됨
 - 내용연수 주기로 동일한 비용이 재투자되며 분석기간 동안 정액법으로 감가상각이 이루어짐

<표 23> 장비 구축 연차별 투자계획

(단위 : 백만 원)

장비명	사업계획서	예비타당성 조사	구축연도			조달청 내용연수
			4차년도	5차년도	6차년도	
중대형 선반	55*2	110	○			11
소형 3D 프린터	85*2	170	○			11
중형복합진동시험기	250	250		○		10
충격시험기	310	310		○		11
방수분진시험기	150	150		○		10
열충격시험기	50	50		○		10
고온화재연기발생장치	75*4	300	○			10
관제룸 디스플레이	50	46			○	5
총계	1,390	1,386	580	760	46	-

마. 기타 비용

- 인건비 및 운영비는 사업단 인건비/운영비, 시설관리 운영비, 장비 유지운영비로 구성되어 있으며, 사업단 인건비/운영비와 시설관리 운영비는 사업주체가 제시한 비용을 적용하고 장비 유지운영비는 장비 운영유지보수요율을 적용하여 산정함
- 사업단 인건비/운영비는 공사기간인 1차 년도부터 3차 년도까지 5명의 인건비 250백만 원, 사무실 임대/관리비/기타운영비 등이 90백만 원이 소요되며, 공사기간 이후인 4차 년도부터 8명의 인건비 400백만 원, 경상운영비/기타운영비가 300백만 원이 소요되는 부처가 제시한 소요비용 계획에 따른 산정안을 수용함
- 시설관리 운영비는 장비 유지운영비와 독립적으로 소요된다고 가정하여 사업주체가 사업계획서에서 제시한 4차 년도부터 매년 100백만 원을 적용함
- 장비 유지·운영비는 국가연구개발장비센터에서 제시한 표준 장비 운영유지보수요율을 적용하였으며, 사업주체는 장비유지비를 4차 년도 이후 매년 70백만 원으로 적용하였으나, 장비 운영유지비요율 표준 산정기준에 따른 연차별 장비 유지운영비는 장비 구축 첫해인 4차 년도 26백만 원, 5차 년도 64백만 원, 6차 년도 이후 66백만 원이 소요됨
- 운영유지비요율은 직접비(유지보수비, 재료비, 운영인건비)와 간접비(유류비, 관리비, 지원부서 인건비)에 대한 구체적인 정보가 없는 경우 관리비용 산정 시 활용함

- 유지보수요율은 연구장비 유지보수비 산정기준⁶⁾을 참고하여 장비별로 산정

<표 24> 장비 운영유지비율 산정기준

구분		내용
직접비	유지보수비	$\text{운영유지비율}^1 = \text{유지보수율} \times \text{효율계수}^2 \times \frac{\text{예상활용시간}^3}{2,000\text{시간}^4}$ 1) 운영유지비율은 환율변동에 의한 수입재료비 상승, 해외인력의 출장 수리 등 특수한 경우를 제외하고는 12%이하로 산정되어야 함 2) 효율계수 = 2.5 3) 예상활용시간은 표준활용시간(1,000시간)이상 2,000시간 이하에서 유효하며, 해당범위를 벗어나는 활용시간은 운용유지비율이 다르게 고려되어야 함 4) 2,000시간은 년 간 최대활용시간
	재료비	
	운영인건비	
간접비	유류비	
	관리비	
	지원부서 인건비	
	감가상각비	내용연수를 고려하여 정액법으로 계상

출처 : 국가연구시설장비진흥센터

<표 25> 연차별 장비 유지운영비 산정

(단위 : 백만 원)

번호	장비명	구축년도	장비유지운영비		
			2018년	2019년	2020년
1	중대형 선반	4차년도	5	5	5
2	소형3D프린터	4차년도	7	7	7
3	중형복합진동시험기	5차년도	-	14	14
4	충격시험기	5차년도	-	15	15
5	방수분진시험기	5차년도	-	7	7
6	열충격시험기	5차년도	-	2	2
7	고온화재연기발생장치	4차년도	14	14	14
8	판제롬 디스플레이	6차년도	-	-	2
합계			26	64	66

동 사업은 개발 결과물을 제품화하기 위한 시범사업 추진과 지역 소방본부 및 주요 산업단지에 총 21대를 보급할 예정이므로 관련 비용을 반영함

○ 시범사업은 동 사업의 시제품 통합실증 시험이 시작되는 7차 년도에 제품 개발 및 보급을 위해 2년 동안 실 재난환경 실증 시험, 인증·국제표준, 상용화 로봇 제작을 추진할 예정이며, 관련 비용은 3,000백만 원임

6) 연구장비 유지보수비 산정기준, PRISM Manual No. 16, 국가연구시설장비진흥센터, 2014.

- 보급사업을 통해 완제품 양산체계를 구축하고 현장보급을 추진할 예정이며, 관련 비용을 반영함
 - 사업종료 후 3차 년도에 중앙 119구조본부 1대, 전국 소방본부 17대, 주요 산업단지 내 소방서(포항, 여수, 대산) 3대 등 총 21세트를 보급할 예정
 - * 경찰로봇 : 1.7억 원, 이송로봇 : 2.2억 원, 방재 로봇 : 6.5억 원, 통합시스템 : 6.0억 원으로 계산되어 세트 당 총 16.4억 원
 - 조달청의 '소방차 및 인명 구조차'의 내용연수인 7년을 적용함

바. 총사업비 및 총비용 추정

- 총사업비 재추정 결과 당초 계획(1,576.4억 원) 보다 189.7억 원이 감소된 1,383.73억 원이 적정한 총사업비로 산정됨
- 기술개발비는 제품고도화 R&D의 추진 타당성이 미흡하여 200억 원이 삭감된 1,100억 원으로 조정되며, 기반구축사업비는 기획보고서에 제시된 276.4억 원 보다 10.33억 원이 증가한 286.73억 원으로 조정됨
 - 시설구축비는 226.8억 원에 비해 10.3억 원이 증가된 237.11억 원, 장비구축은 도입비용 13.9억 원 대비 0.04억 원이 감소된 13.86억 원, 운영비는 35.7억 원에서 0.06억 원이 증가된 35.76억 원으로 산정됨

<표 26> 총사업비 추정

(단위 : 억 원)

구분		사업계획서 (A)	예비타당성조사 (B)	증감 (B-A)
대 항목	소 항목			
기술개발	첨단안전로봇개발	1,000	1,000	-
	핵심부품R&D	100	100	-
	제품고도화R&D	200	0	△200
기반구축	시설구축비	226.8	237.11	10.3
	장비구축비	13.9	13.86	△0.04
	운영비	35.7	35.76	0.06
합계		1,576.4	1,386.73	△189.7

- 총비용은 편익기간 11년 동안 발생하는 비용을 고려하여 총 1,884.2억 원이 소요될 것으로 예상되며, 2013년 기준 현재가치로는 약 1,399.2억 원으로 산정됨

- 총비용은 연구개발비, 시설 및 장비구축비, 사업단인건비 및 운영비, 시설운영비, 장비운영비 등이 포함된 금액이며, 동 사업 종료시점에 추진될 예정인 시범사업 비용 30억 원과 보급사업 비용 344.4억 원을 반영함
 - 사업단인건비 및 운영비, 시설운영비, 장비운영비는 2020년 이후에는 동일하게 적용된다고 가정함
- 비용편익 분석을 위한 총비용에는 이전적인 지출인 부가가치세를 제외해야 하므로 총 사업비 중 시설구축 공사비에서 관련 비용을 제외함
- 총비용의 현재가치는 동 사업이 예비타당성조사를 신청한 2014년의 전년도인 2013년을 기준으로 사회적 할인율 5.5%를 적용하여 계산함

<표 27> 총비용 추정

(단위 : 억 원)

연도	기술개발	시설구축	장비구축	운영비	시범사업	합계 (명목)	합계 (현재가)
2015	90.0	45.6		3.4		139.0	124.9
2016	188.0	66.2		3.4		257.6	219.4
2017	313.0	71.3		3.4		387.7	312.9
2018	284.0	38.3	5.8	8.26		336.3	257.3
2019	165.0		7.6	8.64		181.2	131.4
2020	60.0		0.46	8.66		69.1	47.5
2021				8.66	15	23.7	15.4
2022				8.66	15	23.7	14.6
2023				8.66	344.4	353.1	206.7
2024				8.66		8.7	4.8
2025			0.46	8.66		9.1	4.8
2026				8.66		8.7	4.3
2027				8.66		8.7	4.1
2028			3	8.66		11.7	5.2
2029			7.3	8.66		16.0	6.8
2030			3.56	8.66	344.4	356.6	143.5
2031				8.66		8.7	3.3
2032				8.66		8.7	3.1
2034		- 128.14	- 7.5	8.66	- 196.8	-323.8	-111.0
합계	1,100	93.21	20.68	148.34	522.0	1,884.2	1,399.2

2. 편익 추정

가. 사업주관 부처의 편익 추정 자료 검토

- 사업주체가 제시한 동 사업의 편익은 (i) 재난피해 저감 편익과 (ii) 연구개발을 통해 창출한 시장의 부가가치 편익으로 구성됨
 - 「재난피해 저감 편익」 부문은 재산피해액, 사망피해액, 부상피해액 저감을 통한 피해비용 저감 편익을 제시함
 - 「연구개발 편익」 부문의 편익은 국내 및 해외 로봇부품시장을 통한 부가가치 창출 편익을 제시함
 - 사업주체는 동 사업의 총사업비 1,576.4억 원에 대해 비용편익 분석결과로 1.19의 B/C ratio를 제시함
- 사업주체는 인적재난에서도 접근성과 활용성 등을 감안하여 화재·폭발·가스사고·붕괴사고 등 4개 재난유형을 편익분석에 포함하여 추정함
 - 피해비용은 재산과 인명 피해로 구분하여 추정하였으며, 인명피해는 사망자 비용과 부상자 비용으로 세분화하여 제시함
 - 사업주체는 재산 피해는 화재의 발화요인을 기준으로 로봇 투입에 따른 피해저감 대상으로 전기적, 기계적, 화학적 요인과 가스 누출로 인한 2차 사고로 인한 사고 현장의 인명 및 재산피해를 적용하였으며 교통사고, 부주의, 자연적 요인으로 의한 사고는 제외함
 - 화재 이외에 폭발사고, 가스사고 및 붕괴사고로 인한 재산 및 인명피해는 상세 구분이 없어 관련 피해규모를 모두 반영함
 - 총 재해비용의 산정에 있어 H. W. Heinrich의 재해발생이론을 적용하여 총 재해손실비용은 직접비용과 간접비용으로 구분하고 간접비용은 직접비용의 4배로 정의하고 이의 합으로 산출함
 - 사망자 비용은 응급사망 시 연간 비용을 활용하였으며, 부상자 비용은 산업재해 보상기준(KOSIS)을 근거로 추정함
 - 피해비용 저감율은 소방방재 관련 전문가 및 경제전문가의 설문조사를 바탕으로 화재사고, 폭발사고, 가스사고 및 붕괴사고에 대해 각각 15.04%, 15.62%, 16.95%,

17.25%를 적용하고, R&D기여율, R&D사업화성공률 및 사업기여율은 각각 28.1%, 75% 및 98.2%를 적용함

- 사업주체는 시장의 공간적 범위는 내수와 수출시장으로 구분하고, 내수시장의 연평균 성장률은 서비스 로봇의 세계 연평균 성장률을 기준으로 2015년에서 2020년까지 연평균 성장률이 16%, 2021년 이후로는 연평균 성장률이 8%일 것으로 가정함
- 로봇부품에 대한 해외시장은 세계로봇시장에 국내로봇시장에서의 로봇부품의 비율인 9.5%를 적용하고 2013년부터 2020년까지 서비스로봇 시장이 11% 성장할 것으로 가정하였으며, 2021년 이후에는 시장이 안정화되어 6%대 성장을 보일 것으로 고려하여 산출함
- 국내시장에 대한 예상시장점유율은 로봇전문가를 대상으로 실시한 설문조사를 통해 2024년 13%를 점유하고 그 후 매년 1% 증가함을 가정하였으며, 해외시장의 경우는 국내 전자부품시장의 2002년 점유율 11%를 로봇부품에 적용하여 2034년도에 11% 점유 달성을 목표로 설정함
- 편익 발생기간은 기술수명주기인 11년을 적용하고, '부가가치율'은 한국은행 2010년 산업연관표의 23.7%를 적용하고, 'R&D사업화성공률'은 2011년도 '지식경제기술 혁신 성과활용조사보고서'의 기계소재분야의 사업화 성공률 39.7%를 적용하였으며, 'R&D기여율'은 28.1%(신태영, 2004)의 연구결과를 적용함. 사업기여율은 정부 민간의 투자 규모 등을 고려하여 15.78%를 적용함

나. 편익 추정 의 기본 방향

- 사업주관 부처가 제시한 비용/편익분석 결과를 검토한 결과, 다음과 같은 근거에 따라 일부 편익만을 인정함
- 첫째, 「재난피해비용 저감 편익」 중 재산피해액, 사망자피해액, 부상피해액은 동 사업에서 개발하고자 하는 재난대응로봇과 직접적으로 관련되므로 편익을 인정함
- 둘째, 「부가가치창출 편익」은 동 사업의 재난대응 로봇 활용 및 로봇 부품관련 시장 창출을 인정하여 일부 편익에 반영함

(1) 재난피해비용 저감 편익

- 동 사업의 편익은 국민 안전 로봇 개발을 통해 창출되는 피해비용저감 편익을 분석

하였음

$$\text{피해비용 저감액} = (1) \text{ 총 피해비용} \times (2) \text{ 피해저감률} \times (3) \text{ 로봇활용률} \times (4) \text{ R\&D사업화 성공률} \times (5) \text{ 사업기여율}$$

- 연구진은 합리적인 피해비용 산정을 위해 ‘건축물 구조 및 화재 발생 장소’, ‘사고 규모별 로봇투입가능성’에 대한 추가적인 분석을 통한 피해규모 도출이 필요하나, 자료 수집의 한계로 인해 대형화재와 중요화재를 포함하는 시설을 대상으로 산출한 피해비용을 총 피해비용으로 정의함
- 교육시설, 판매 및 업무시설, 집합시설, 산업시설 및 위험물 및 가스제조소에서 발생하는 피해비용만을 화재사고의 분석대상으로 정의함

<표 28> 화재사고에 대한 동 조사 피해비용 산정 규모

구분	전체사고				피해비용산정을 위한 분석대상 사고			
	발생 건수	총 피해비용	사망자	부상자	발생 건수	피해비용	사망자	부상자
‘14년	42,135	405,279	325	1,856	7,999	268,189	40	476
‘13년	40,932	434,462	307	1,877	8,037	303,176	43	391
‘12년	43,249	289,494	267	1,956	8,626	171,922	38	479
‘11년	43,875	256,548	263	1,599	8,762	138,314	32	394

출처 : 재난연감, 소방방재청, 각 년도

- 폭발사고, 붕괴사고, 가스 사고는 전체 사고 중 다중이용, 공사장, 초고층 및 복합 시설, 공장에서 발생하는 발생비율을 적용하여 산정함

<표 29> 폭발/붕괴/가스 사고에 대한 동 조사 피해비용 산정 규모

재난유형	구분	전체사고				피해비용산정을 위한 분석대상 사고
		피해액 (백만 원)	발생 건수	사망자	부상자	발생 건수
폭발사고	‘13년	562.44	61	13	105	7
	‘12년	457.74	48	4	82	20
붕괴사고	‘13년	2.00	401	26	223	206
	‘12년	84.00	402	43	198	189
가스사고	‘13년	332.50	72	11	61	22
	‘12년	730.00	125	20	159	43

출처 : 재난연감, 소방방재청, 각 년도

- 연구진은 인명피해는 사망자 비용과 부상자 비용으로 세분화하여 반영함
 - 사망자의 비용은 KDI(2011)의 연구보고서 ‘의료시설부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구’에서 응급사망 시 연간 비용추정을 사용함
 - 재난사고로 인한 부상자의 연간 비용은 고용노동부 산업재해 보상기준(KOSIS)을 근거로 추정함
- 피해비용 저감률은 화재사고(15.04%), 폭발사고(15.62%), 가스사고(16.95%), 붕괴사고(17.25%) 등 사업주체가 관련 대형사고에 대한 전문가 설문을 통해 조사한 결과를 활용함
- 로봇의 활용정도를 반영하기 위해 현실적인 추정의 어려움으로 인해 R&D기여율인 35.4%(제3차 과학기술기본계획)를 적용함
 - 동 사업 종료 후 기술을 상용화하기 위해 필요한 시범사업 및 보급비용 이외의 비용, 동 사업을 통해 개발된 각 로봇의 기능에 따른 활용 정도 등이 구체적으로 고려되지 않은 한계가 존재하며, 현실적인 추정의 어려움이 존재하여 일반적으로 적용하는 R&D기여율⁷⁾을 적용함
- R&D사업화 성공률은 동 사업의 보급계획에 따르면, 기술개발종료 후 시범사업 및 보급사업을 수행할 계획을 가지고 있으며, 이를 총비용에 반영하였으므로 시범사업의 R&D사업화성공률⁸⁾ 75%를 적용함
- 사업기여율은 미래 시점 기준의 R&D활동 중 동 사업이 차지하는 비중을 의미하는 사업기여율 혹은 사업점유효과라는 항목으로 동 사업 투자규모/(동 사업 투자규모 + 정부투자규모 + 민간투자규모)로 측정하며 「로봇산업실태조사보고서」에서 조사된 전문서비스용 로봇 연구개발현황을 활용하여 사업기여율을 반영함
 - 전문서비스용로봇은 빌딩서비스용 로봇, 사회 안전 및 극한작업로봇, 의료로봇, 군사용 로봇 등을 포함하고 있으므로 전문서비스용 로봇 중 동 사업을 포괄하는 사회 안전 및 극한작업로봇의 연구개발 투자비용은 전문서비스용 로봇 생산에서 사회 안전 및 극한작업로봇의 생산 비중을 적용함

7) R&D기여율은 연구개발성과의 상업화를 통해 부가가치가 창출되었을 때 전체 부가가치 가운데 연구개발에 의한 기여분으로서 동 사업에서 적용하는 R&D기여율과 개념상 차이가 존재한다는 한계는 존재함

8) 시장창출형 로봇보급사업 성과분석 및 개선방안 연구, 산업부, 2014.06

<표 30> 전문서비스용 로봇 생산 현황

(단위 : 백만 원)

구분	2011년	2012년	2013년
사회안전 및 극한작업로봇	7,167	9,347	3,705
의료용 로봇	6,355	3,102	8,804
군사용로봇	42,923	12,581	12,211
기타	11,791	10,480	13,077
총계	68,236	35,510	37,797

출처 : 로봇산업실태조사보고서, 2014

- 동 사업과 관련된 로봇에 대한 정부와 민간의 연구개발 투자는 2011년도부터 2013년도의 사회안전 및 극한작업로봇 평균 로봇생산비중인 14.28%를 전문서비스용 로봇 연구개발투자에 적용한 결과 정부와 민간의 연평균 연구개발투자 규모는 45.16억 원으로 추정됨
- 동 사업 연평균 투자규모를 적용하여 동 사업에 의한 점유효과 (동 사업 연평균 투자규모)/((정부+민간)투자규모+동 사업 연평균 투자규모)를 적용함

(2) 부가가치창출 편익

- 주관부처가 제시한 시장수요접근법을 사용하고 제시된 부품시장의 국내생산규모, 부가가치율, 사업기여율, 편익발생기간 등의 항목에 대한 검토 결과를 활용하여 핵심 부품연구개발 부문에 대한 편익을 추정함

부가가치창출 편익 = (1) 미래시장규모 × (2) 사업기여율 × (3) R&D사업화성공률 × (4) 부가가치율 × (5) R&D기여율
--

- 미래시장규모는 로봇산업실태조사보고서에서 조사된 로봇 부품 및 부분품 생산액을 토대로 검토함
- 동 사업 대상 생산에 대한 미래 규모를 예측하기 위해 로봇부품시장에 대한 보고서가 존재하지 않으므로 한국 로봇생산규모에 대한 시장예측보고서⁹⁾의 산업용 로봇의 생산규모를 토대로 2차 추세 모형을 적용하여 시장성장률을 예측함

9) The Freedonia Group, Inc, 2012.12

<표 31> 로봇부품 및 부분품 생산 현황

(단위 : 백만 원)

구분	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
로봇부품 및 부분품 생산액	112,790	102,566	190,878	182,895	222,337

출처 : 로봇산업실태조사보고서, 2014

- 사업기여율은 동 사업 투자규모/(동 사업 투자규모+정부투자규모+민간투자규모)로 측정하며 동 사업이 로봇의 상용화에 목적을 두고 있으므로 「로봇산업실태조사보고서」에서 조사된 로봇 부품 및 부분품 연구개발 현황을 활용하여 사업기여율을 반영함

<표 32> 로봇부품 및 부분품 연구개발 현황

구분	2011년		2012년		2013년	
	건수	금액 (백만 원)	건수	금액 (백만 원)	건수	금액 (백만 원)
정부지원 연구개발	72	14,547	78	18,277	42	6,668
외부지출 연구개발	7	359	10	464	11	1,864
타 국가지원 기술도입	-	-	-	-	-	-
자체연구개발	36	2,281	53	3,676	48	5,219
총계	115	17,187	141	22,417	101	13,751

출처 : 로봇산업실태조사보고서, 2014

- 동 핵심부품R&D사업은 로봇부품 및 부분품 연구개발 투자현황을 적용하여 동 사업에 의한 점유효과 (동 사업 연평균 투자규모)/((정부+민간)투자규모+동 사업 연평균 투자규모)를 적용함
- R&D사업화 성공률은 한국산업기술관리평가원의 2012년도 「산업기술개발사업 성과 활용현황조사 결과보고서」에서 제시하고 있는 기계 및 소재분야의 R&D사업화성공률 42.9%를 적용함
- 부가가치율은 「연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준 지침 연구」의 기준에 따라 「2012년 산업연관표」(한국은행, 2014)의 기타특수목적용기계의 부가가치율 29.59%를 적용함

- R&D기여율은 R&D사업 예비타당성조사 표준지침을 준용하여 35.4%(제3차 과학기술기본계획)를 적용함
- 연구개발에 의한 편익발생기간은 미국 특허시장 기준의 재난용 로봇으로 특허 전체 기술순환주기¹⁰⁾(TCT, Technology Cycle Time)는 평균 11년으로 나타나고 있어 동 조사에서는 편익발생기간을 11년으로 적용함
 - 편익을 위한 회임기간은 연구개발부문의 예비타당성조사 표준지침을 준용하여 개발응용연구는 3년을 적용함
- 이 외에 동 보고서에서는 예비타당성조사 수행 전년도 기준으로 2013년을 기준으로 평균 환율인 1,095.04원/달러와 현재가치화를 위해 한국개발연구원(2007)의 사회적 할인율 5.5%를 적용함

10) 인용된 특허들의 발행연도와 인용한 특허의 발행연도와의 차이 값들의 중간 값(median age)으로 기술발전의 속도 즉, 혁신활동의 속도에 대한 정보를 제공

(3) 편익산정 방식 비교

<표 33> 주관부처 기획과 예비타당성조사 편익 계산의 차이점 비교(안)

구분		주관부처 기획	예비타당성조사	
비용 저감	피해 비용	재산 피해액	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소방방재청의 2012년 재해 연감의 연간 피해금액의 평균값 ○ 화재 발화요인별에서 추정 ○ Heinrich 재해발생이론을 적용한 간접비용 4배포함 적용 ○ 건당 피해비용 설문조사 자료 활용 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 로봇 적용이 가능한 화재 장소별 피해규모 ○ 간접비용 불인정 ○ 건당 피해비용은 재난연감 자료 활용
		사망 피해액	○ 응급사망 시 연간 비용 추정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1인당 비용은 좌동 ○ 화재장소별 피해규모에 따른 조정
		부상 피해액	○ 산업재해 보상 기준	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1인당 비용은 좌동 ○ 화재장소별 피해규모에 따른 조정
	피해비용저감률	○ 설문조사에 의해 산출	○ 좌동	
	활용률	-	○ 35.4%(제3차 과학기술기본계획)	
	사업기여율	○ 98.2%	○ 82.3% (로봇산업실태조사보고서활용)	
	R&D사업화 성공률	○ 로봇시범보급 사업화 성공률 적용	○ 좌동	
	편익발생기간	<ul style="list-style-type: none"> ○ 회임기간 2년 ○ 11년 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 회임기간 2년 ○ 기술수명기간 11년 적용 (TCT결과활용) 	
가치 창출	미래 시장규모	○ 국내외 부품시장	○ 국내 로봇부품 및 부분품 시장	
	사업기여율	○ 15.78%	○ 19.1%(로봇산업실태조사보고서활용)	
	R&D사업화 성공률	○ 기계 소재 분야의 사업화 성공률 39.7%를 적용	○ 2012년도 지식경제 기술혁신사업 성과 활용조사 결과보고서의 기계 소재 분야의 사업화 성공률 42.9% 적용	
	부가가치율	○ 2010년 한국은행 산업연관표의 기타 특수목적용기계의 23.7% 적용	○ 2012년 한국은행 산업연관표의 기타 특수목적용기계의 29.5% 적용	
	편익발생기간	○ 기술수명기간 11년 적용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 회임기간 3년 ○ 기술수명기간 11년 	
	R&D기여율	○ 28.1%(신태영, 2004)	○ 35.4%(제3차 과학기술기본계획)	

다. 편익 산정 결과

- 동 사업의 편익을 산정한 결과, 2013년 기준년도를 사회적 할인율 5.5%를 적용하면 편익은 1,566.07억 원(현재가치 729.71억 원)으로 추정됨

<표 34> 편익 발생 흐름

(단위 : 억 원)

연도	비용저감				부가가치 창출	합계 (명목)	합계 (현재가)
	화재	폭발	가스	붕괴			
2021					33.36	33.36	21.74
2022					35.67	35.67	22.03
2023	88.76	0.94	4.45	1.55	38.13	133.83	78.35
2024	88.76	0.94	4.45	1.55	40.77	136.46	75.72
2025	88.76	0.94	4.45	1.55	43.58	139.28	73.26
2026	88.76	0.94	4.45	1.55	46.59	142.29	70.94
2027	88.76	0.94	4.45	1.55	49.21	144.91	68.48
2028	88.76	0.94	4.45	1.55	51.98	147.67	66.15
2029	88.76	0.94	4.45	1.55	54.90	150.59	63.94
2030	88.76	0.94	4.45	1.55	57.99	153.68	61.85
2031	88.76	0.94	4.45	1.55	61.24	156.94	59.87
2032	88.76	0.94	4.45	1.55		95.69	34.60
2033	88.76	0.94	4.45	1.55		95.69	32.80
합계	976.32	10.30	49.00	17.02	513.42	1,566.07	729.71

3. 경제성 분석

- 동 사업 전체의 편익과 비용을 바탕으로 사회적 할인율 5.5%를 적용하여 현재가치의 합을 계산하고 비용편익 분석을 수행한 결과, 동 사업 전체의 비용편익 비율(B/C ratio)은 0.52으로 분석되어 동 사업 예산규모 및 계획을 기준으로 경제성이 확보되지 않음

<표 35> 동 사업의 비용편익분석 결과

(단위 : 억 원)

사회적 할인율	비용(현재가치)	편익(현재가치)	B/C Ratio	NPV (순현재가치)
5.5%	1,399.2	729.71	0.52	-669.49

제 5 장 종합분석 및 결론

1. 결론 도출을 위한 대안 마련

가. 사업 원안에 대한 조사 결과

- 기술적, 정책적, 경제적 타당성 분석 결과를 종합해 볼 때, 동 사업계획서 원안에 대한 신규 사업 추진의 타당성은 확보되지 않은 것으로 분석됨
- 재난 관계자 설문 및 전문가 자문을 토대로 재난대응 대상사고를 화재·폭발·가스누출·붕괴·원전사고로 설정하고 필요 로봇 작업과 기능을 도출하였으나, 세부 기술선정과정과 재난피해 저감을 위한 로봇플랫폼 구체적 역할이 다소 미흡함
- 제안된 기술개발과제 중 일부 과제는 목표시설의 환경 분석 등 세부활동계획이 미흡하여 추진 타당성이 낮으며, 기존과제와의 중복 및 연계가능한 과제가 다수 존재함
- 사업 종료 후 사업단 중심의 시범운용 추진, 광역자치단체 및 주요 산업단지 보급 추진, 기초자치단체 및 타 산업 보급 확산을 추진할 예정이므로 재난 관련 부처와 긴밀한 협조가 필요함
- 추진체계에 있어 추진위원회의 구성 및 결과물의 활용에 대해 국민안전처 및 중앙소방학교 등과의 협의 내용을 제시하고 있으나 사업추진 시 결과물의 활용을 위한 지속적이고 구체적인 운영방안을 마련할 필요가 있음
- 경제적 타당성 분석에서 편익분석은 재난피해비용 저감 편익 및 시장편익접근법을 적용하였으며, 비용편익 비율이 0.52로 산출되어 경제성이 확보되지 못함

나. 대안의 도출

- 원안의 추진에 있어 타당성은 부족하나, 국가 안전 관리의 패러다임이 사후조치, 응급대응에서 사전예측, 신속대응으로 전환되고 있고, 인간이 직접 투입되기 어려운 상황이거나 구조적으로 물리적 지원이 필요한 재난환경에서 선투입이 가능한 신속 대응으로서의 로봇 개발의 필요성은 인정됨

- 대안은 주관부처가 제출한 원안, 추가 제출된 자료, 중간결과 및 중간검토회의 이후 주관부처의 소명자료 등을 토대로 구성함
- 동 사업의 목표와 부합한 과제 위주로 구성하며 동 사업의 성공적인 추진을 위해서는 추가적으로 수요자인 국민안전처와의 긴밀한 협의, 동 사업과의 연계가 가능한 국방과학연구소 등 출연연, 대학 및 기업 등과의 기존 성과 연계에 대한 구체적인 협력 방안을 상세 기획단계에서 반영하여 추진함이 타당한 것으로 판단됨
 - 기술개발과제 1(복합재난 농연환경 내 환경인지 및 독립 통신망 구축 가능한 비행 환경 극복형 분리합체형 지상이동 Scout robot 개발)은 재난현장 상황 파악, 요구조사 탐색 및 구조를 위해 내열성 등이 고려되는 특수환경 내에서 활용을 목적으로 추진됨을 고려할 때 필요성은 인정되나, 경찰임무로봇은 상세 기획단계에서 국방 및 민간 기술역량을 명확하게 파악하고 현장활용성을 높이기 위한 적극적 활용계획을 수립 후 추진함이 타당함. 또한 비행임무장비의 경우 실내운영환경을 고려하여 호버링 기술, 충돌회피를 위한 초음파센싱, 바닥형상인식, 고도측정 장치 등을 고려한 개발이 필요함
 - 기술개발과제 3(복합재난 사고현장 초동대응을 위한 공간확보 및 작업지원용 Fire robot 개발)은 가스누출, 붕괴/폭발 위험지역 등 유해가스로부터의 보호, 내열성, 내충격성 등이 요구되는 상황에서의 활용을 목적으로 추진됨을 고려할 때 기술개발의 필요성은 인정되나, 기존 기술의 적극적 활용계획을 수립할 필요가 있음
 - 기술개발과제 7(복합재난 사고대응 지원용 다중로봇 통합관제 운용 시스템)은 OOO연구소 주관으로 개발 중인 'OOO용 다중로봇 통합운용/제어기술('11-'16) 과제에서의 운용개념과 유사한 점을 고려할 때 적극적인 연계 협력 방안을 수립 후 추진할 필요가 있는 것으로 판단됨. 또한 기술개발과제 1 및 기술개발과제 3과의 긴밀한 협업체계가 필수적임
 - 핵심부품 R&D 과제 1(농연 환경 극복형 시각 인식 센서 모듈)은 재난 발생시 농연환경내에서 시야확보를 위한 기술로 필요성이 인정되나, 상세기획시 IR카메라 및 광학필터 등을 활용한 제안 기술과 대체 기술과의 상세 특성 분석 후 제안기술의 개발 타당성 확보 후 수행함이 바람직할 것으로 판단됨
 - 핵심부품 R&D 과제 2(비가시 영역 인명 탐지 센서)는 다양한 재난환경에서 인명 탐지에 대한 필요성이 존재하며 소방 및 경찰청 등 다양한 수요가 존재함을 감안하고 소명자료를 통해 보완된 기술개발과제의 난이도를 고려하여 관련 예산을 증액함

- 핵심부품 R&D 과제 3(확장형 네트워크 운영 모듈)의 재난환경용 네트워크 운영기술은 재난환경에서 필수적으로 수행되어야 하는 핵심기술로 필요성은 인정되나, 재난 환경 등의 대형화, 복잡화, 다변화됨을 고려할 때 주파수 특성상 통신 불감지역이 최소화되도록 요소기술 및 세부활동 계획을 상세 과제계획시 구체화할 필요가 있는 것으로 판단됨
- 첨단안전로봇 기술개발과제 중 (과제2) '복합재난 농연환경 내 인명구조 및 자율회귀 가능한 Rescue robot 개발', (과제4) '원전 내부 협소공간 이동 및 자가 자세유지형 경량 비행로봇 개발', (과제5) '원전 내 준고소영역 계측 및 작업용 지상 이동로봇', (과제6) '원전 내 연료 저장조 검사 및 관리용 로봇'은 추진필요성이 미흡하거나 세부활동계획이 구체적으로 제시되지 않아 전액 삭감 조정함
- 핵심부품 R&D 기술과제 중 (과제4) '힘지구동형 인휠 독립구동 크롤러 시스템'과 (과제5) '엔드스코픽 모듈'은 구체성 및 추진타당성이 낮아 제외함
- 제품고도화 R&D를 통해 개발된 R&D에 대해 재난 로봇의 현장 적용 확대를 계획하고 있으나, 이에 대한 구체성이 미흡하며 기존사업과의 중복성이 존재하여 전액 삭감함
- 시설구축의 경우 검토안의 과제 축소에 따라 연구동 및 원전관련 시설의 축소에 대한 조정을 반영하여 46.76억 원이 감액된 180.04억 원을 반영함
 - 안전로봇실내실증시험동은 기존 3,300m²에서 인명구조시험실 및 원전/플랜트환경 시험장을 제외하고 2,500m²로 축소하고, 안전로봇연구동은 4,950m²에서 효율적 공간 운영을 통해 지상3층의 1,650m²를 제외하고 3,300m²로 축소함. 실증시험시설에 있어서도 과제축소에 따라 25.3억 원에서 6.1억 원이 감액된 19.2억 원을 반영함
 - 설계비, 감리비, 측량 조사비 등의 부대비의 적용효율은 각각 4.19%, 8.11%, 1.00%를 책정함

<표 36> 시설구축사업비 내역 비교표

(단위 : 백만 원)

구분	사업계획서 (A)	예비타당성조사 대안(B)	증감 (B-A)
A. 공사비	16,457	11,742	- 4,715
A-1. 공사비	14,991	10,675	- 4,316
A-2. 부가가치세	1,466	1,067	- 399
B. 부대비	1,897	1,307	- 590
B-1. 설계비	607	374	- 233

B-2. 감리비	953	724	- 229
B-3. 측량비 및 조사비	147	89	- 58
B-4. 부가가치세	190	119	- 71
C. 용지구입비	3,490	3,493	3
소 계 (A+B+C)	21,844	16,542	- 5,302
D. 예비비	836	1,462	626
E. 총사업비	22,680	18,004	- 4,676

* 각종 영향평가비는 검토안의 측량비 및 조사비에 포함

□ 앞서 제시된 내용을 반영한 검토된 총사업비는 709.66억 원으로 추정되며 연차별 사업비 규모는 <표 37>과 같음

<표 37> 총사업비 추정

(단위 : 억 원)

대항목	구분		사업계획서 (A)	예비타당성 조사 (B)	증감 (B-A)	비고	
	소 항목						
기술 개발	첨단 안전 로봇 개발	과제 1	80	80	-	-	
		과제 2	150	-	△150	추진의 필요성 미흡으로 불 인정	
		과제 3	250	180	△70	기존 개발 기술의 연계를 통한 예산 삭감	
		과제 4	50	-	△50	구체적인 목표시설의 분석 미흡	
		과제 5	100	-	△100	기존 과제와의 중복성, 구체성 미흡	
		과제 6	70	-	△70	동 사업의 취지와 부합성 낮음	
		과제 7	300	120	△180	기존 개발 기술의 연계를 통한 예산 삭감	
	핵심 부품 R&D	과제 1	15	15	-	-	
		과제 2	20	70	50	소방 및 경찰청 등 다양한 수요 및 기술개발 난이도를 고려하여 증액	
		과제 3	15	15	-	-	
		과제 4	30	-	△30	구체성 미흡	
		과제 5	20	-	△20	필요성 미흡	
	제품고도화 R&D		200	-	△200	기존 비R&D사업과의 중복성 존재	
	기반 구축	시설구축비		226.8	180.04	△46.76	과제축소에 따른 시설 조정
		장비구축비		13.9	13.86	△0.04	-
운영비		35.7	35.76	0.06	-		
합계			1,576.4	709.66	△866.74	-	

<표 38> 총사업비 추정 결과

(단위 : 억 원)

구분	시설 및 장비			기술개발	총계
	시설구축	장비구축	운영비		
2015년	44.03		3.40	55.95	103.38
2016년	51.07		3.40	82.35	136.82
2017년	55.19		3.40	128.90	187.49
2018년	29.74	5.80	8.26	113.60	157.40
2019년		7.60	8.64	75.20	91.44
2020년		0.46	8.66	24.00	33.12
총 계	180.04	13.86	35.76	480.00	709.66

○ 동 사업 대안의 총사업비에 대한 자원부담 주체별 연도별 사업비는 다음과 같음

<표 39> 대안의 자원부담 주체별 연도별 사업비 소요액

(단위 : 억 원, %)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	합계	비중
국비	48.16	69.28	106.52	104.94	76.40	28.32	433.62	61.1%
지방비	44.03	51.07	55.19	29.74	0.00	0.00	180.04	25.4%
민자	11.19	16.47	25.78	22.72	15.04	4.80	96.00	13.5%
합계	103.38	136.82	187.49	157.40	91.44	33.12	709.66	100.0%

* 기반구축사업의 국비 및 지방비 비율은 주관부처가 제출한 사업계획서에 따라 조정하였음

□ 비용편익 분석 결과, 동 사업 대안의 비용편익 비율(B/C ratio)은 0.81로 추정됨

○ 총비용의 현재가치는 동 사업이 예비타당성조사를 신청한 2014년의 전년도인 2013년을 기준으로 사회적 할인율 5.5%를 적용하여 계산함

<표 40> 총비용 추정

(단위 : 억 원)

연도	기술개발	시설구축	장비구축	운영비	시범사업	합계 (명목)	합계 (현재가)
2015	55.95	43.5		3.4		102.9	92.4
2016	82.35	47.1		3.4		132.9	113.2
2017	128.90	50.9		3.4		183.2	147.9
2018	113.60	27.4	5.8	8.26		155.0	118.6
2019	75.20		7.6	8.64		91.4	66.3
2020	24.00		0.46	8.66		33.1	22.8
2021				8.66	15	23.7	15.4
2022				8.66	15	23.7	14.6
2023				8.66	298.2	306.9	179.6
2024				8.66		8.7	4.8
2025			0.46	8.66		9.1	4.8
2026				8.66		8.7	4.3
2027				8.66		8.7	4.1
2028			3	8.66		11.7	5.2
2029			7.3	8.66		16.0	6.8
2030			3.56	8.66	298.2	310.4	124.9
2031				8.66		8.7	3.3
2032				8.66		8.7	3.1
2034		-101.92	-7.5	8.66	-170.4	-271.2	-92.9
합계	480	66.99	20.68	148.34	456.0	1,172.0	839.3

○ 동 사업의 편익을 산정한 결과, 2013년 기준년도를 사회적 할인율 5.5%를 적용하면 편익은 1,445.7억 원(현재가치 677.5억 원)으로 추정됨

<표 41> 편익 발생 흐름

(단위 : 억 원)

연도	비용저감				부가가치 창출	합계 (명목)	합계 (현재가)
	화재	폭발	가스	붕괴			
2021					37.87	37.87	24.68
2022					40.49	40.49	25.01
2023	72.75	0.77	3.65	1.27	43.29	121.72	71.26

2024	72.75	0.77	3.65	1.27	46.28	124.71	69.21
2025	72.75	0.77	3.65	1.27	49.48	127.91	67.28
2026	72.75	0.77	3.65	1.27	52.90	131.33	65.48
2027	72.75	0.77	3.65	1.27	55.87	134.30	63.47
2028	72.75	0.77	3.65	1.27	59.01	137.44	61.57
2029	72.75	0.77	3.65	1.27	62.33	140.76	59.76
2030	72.75	0.77	3.65	1.27	65.83	144.26	58.06
2031	72.75	0.77	3.65	1.27	69.53	147.96	56.44
2032	72.75	0.77	3.65	1.27		78.43	28.36
2033	72.75	0.77	3.65	1.27		78.43	26.88
합계	800.22	8.44	40.16	13.95	583.58	1,445.66	677.45

<표 42> 동 사업의 비용편익 분석 결과

(단위 : 억 원)

시나리오	비용(현재가치)	편익(현재가치)	B/C Ratio	NPV (순현재가치)
원안	1,399.2	729.7	0.52	-669.5
대안	839.3	677.5	0.81	-161.8

2. AHP를 이용한 종합분석

□ 동 사업에 대한 AHP 평가결과를 종합한 결과는 사업 시행으로 도출됨

- 동 사업의 대안에 대해 AHP 평가결과를 종합한 결과, 사업 시행 선호도가 0.583으로 사업 미시행 0.417보다 높게 나타났고, 평가자별로도 7명이 사업 대안에 대한 사업 시행을 선호함

<표 43> 사업계획에 대한 AHP 결과

구분	종합		기술적 타당성		정책적 타당성		경제적 타당성*	
	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행
종합평점	0.583	0.417	0.678	0.322	0.586	0.414	0.522	0.478
평가자수	7	1	7	1	6	2	2	1

* 평가자 중 5명은 경제적 타당성을 중립으로 평가하였음

3. 결론 및 정책제언

가. 결론

- 동 사업은 인간이 직접 투입되기 어려운 상황이거나 구조적으로 물리적 지원이 필요한 재난환경에서 선투입이 가능한 신속 대응으로서의 로봇 개발의 필요성은 인정됨
- 사업의 대안은 사업계획의 구체성 및 활용 가능성이 낮은 과제를 제외하고 시설·장비구축 등을 검토·조정하여 709.66억 원의 규모가 적절한 것으로 판단됨
- 대안의 제시는 기술적 측면의 사업계획 완성도 제고 및 경제적 타당성 분석결과에도 긍정적인 영향을 미치며 대안의 경제성은 비용편익 비율(B/C ratio)이 0.81로 나타남

<표 44> 원안과 대안의 비교 요약

구분	원안	예비타당성조사
총사업비	1,576.4억 원 (정부: 1,089.6억 원, 지자체 : 226.8억 원, 민간 : 260억 원)	709.66억 원 (정부: 433.62억 원, 지자체 : 180.04억 원, 민간 : 96억 원)
사업기간	2015년 ~ 2020년 (6년)	2016년 ~ 2021년 (6년)
B/C Ratio	0.52	0.81
AHP 시행점수	-	0.583
비교	<ul style="list-style-type: none"> • 세부활동계획의 구체성 및 활용가능성이 낮은 과제 존재 • 기존사업과의 중복성이 존재하는 분야 존재 • 경제성 확보 가능성이 낮음 	<ul style="list-style-type: none"> • 기존사업과의 중복과제 제외 및 활용가능성이 높은 과제를 대상으로 조정 • 기술개발 및 시설장비구축 비용을 조정하고 제품고도화 R&D 제외

나. 정책제언

- 비정형화된 재난현장의 극한 조건에서도 신속한 이동, 현장 정보 수집, 인명 탐색 및 구조, 재난확대 위험요인 제거 등의 재난진압 및 피해 확산 방지 작업을 위한 로봇 또는 재난현장 투입요원을 대신할 재난현장 활용을 위한 로봇 개발의 필요성이 존재함
- 재난 대응 로봇시장과 관련된 제반시장이 커질 전망이며, 이 분야는 우리나라도 경쟁력이 높은 만큼 향후 시장 동향에 대한 대응 및 국가적 정책지원으로 재난 대

응 로봇시장의 산업경쟁력을 높일 필요가 있음

- 동 사업에서 개발하는 로봇의 활용을 위해 국민안전처 및 원전관련 운영자 등과의 긴밀한 협조체계 마련을 통한 로봇플랫폼/주요기능 도출 및 운영 조직·인력·예산 등에 대한 일부 협의 내용을 제시하였으나 국가적인 재난대책 차원에서 수요처와 운영방안을 수립한 후 사업을 추진할 필요가 있음
 - 국민안전처, 방위사업청, 한수원 등 관계부처 및 수요처와 동 프로젝트 상세 기획 단계부터 기술연계 등에 대한 긴밀한 협의과정이 필요하며, 향후 동 사업이 본격화 될 경우 소방관 및 원전 내 근무자 등 수요자의 요구를 적극 반영할 수 있는 체계를 마련하여야 함
 - 주관부처는 국민안전처의 재난대응 부처 정책에 동 사업에서 개발될 안전로봇이 포함되도록 적극적으로 추진할 필요성이 있으며, 관계부처 협력체계 구축이 원활하게 이루어지 않을 경우에 대비해야 함
- 국가적 차원에서의 재난현장 중심의 일원화된 소통창구 구축과 재난대응관리에 대한 법, 제도, 조직 개선 및 고도화된 재난대응표준절차 수립이 필요하며, 유관기관 담당자들 간의 원활한 교류, 다양한 현장 수요 반영 등을 통해 활용성 제고를 위해 노력하여야 함

국민 안전 로봇프로젝트

제 1 장 사업 개요 및 조사 방법

제 2 장 기초자료 분석

제 3 장 기술적 타당성 분석

제 4 장 정책적 타당성 분석

제 5 장 경제적 타당성 분석

제 6 장 종합분석 및 결론

제 1 장 사업 개요 및 조사 방법

제 1 절 사업 개요

사업명		국민 안전 로봇프로젝트														
총사업비		1,576.4억 원 (국고:1,089.6, 지방비:226.8, 민자:260)	사업기간 2015년 ~ 2020년(6년)													
추진 체계	주무부처	산업통상자원부 기계로봇과														
	지자체	경상북도 창조과학기술과														
사업목표		<ul style="list-style-type: none"> ○ 로봇기술을 활용한 복합재난/원전의 효과적인 재난대응 시스템 구현 <ul style="list-style-type: none"> - 재난대응 작업공정 및 수요자 참여기반의 수요연계형 안전로봇 개발 - 극한재난 조건에서 운용이 가능한 로봇핵심기술 및 부품확보를 통한 시장창출 - 국내 既개발된 제품의 기능 업그레이드 및 실증 검증을 통한 활용도 제고 - 개발 로봇의 현장적용 극대화를 위한 재난현장 구현 실증인프라 구축 														
주요내용		<p style="text-align: center;">세부사업 내용</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">분야</th> <th style="width: 20%;">사업</th> <th style="width: 70%;">내용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">기술 개발</td> <td>첨단안전 로봇 R&D (1,000억 원)</td> <td>시설의 대형화 및 사회시스템의 복잡성 등으로 사람이 투입 되기 어려운 재난환경에서 신속대응이 가능한 첨단 안전로봇 개발 · 분리합체형 지상이동 Scout robot 개발 등 7개 과제</td> </tr> <tr> <td>핵심부품 R&D (100억 원)</td> <td>안전로봇 분야의 센싱, 구동, 조작, 제어 등을 위한 다양한 공통 부품 기술개발을 통한 신규 시장창출 · 농연환경 극복형 시각 인식 센서 모듈 등 5개 과제</td> </tr> <tr> <td>제품고도화 R&D (200억 원)</td> <td>기 개발된 재난로봇 관련 R&D 중 기술적인 이유로 현장 활 용성이 낮은 제품에 추가적인 지원을 통해 제품의 성능을 고 도화하여 활용 가능하도록 추가적인 R&D를 지원하는 사업</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">기반 구축</td> <td>안전로봇 실증단지 구축 (276.4억 원)</td> <td>안전 로봇 실증시험평가 인프라는 원전을 포함한 다양한 실내 재난 환경을 모의적으로 구현하여 플랫폼의 성능을 검증할 수 있는 시설과 실외 재난 현장을 구현한 필드테스트장, 실험실 및 사업단 운영 시설로 구성 · 안전로봇 연구동 · 안전로봇 실내 실증시험동 · 필드테스트장</td> </tr> </tbody> </table>		분야	사업	내용	기술 개발	첨단안전 로봇 R&D (1,000억 원)	시설의 대형화 및 사회시스템의 복잡성 등으로 사람이 투입 되기 어려운 재난환경에서 신속대응이 가능한 첨단 안전로봇 개발 · 분리합체형 지상이동 Scout robot 개발 등 7개 과제	핵심부품 R&D (100억 원)	안전로봇 분야의 센싱, 구동, 조작, 제어 등을 위한 다양한 공통 부품 기술개발을 통한 신규 시장창출 · 농연환경 극복형 시각 인식 센서 모듈 등 5개 과제	제품고도화 R&D (200억 원)	기 개발된 재난로봇 관련 R&D 중 기술적인 이유로 현장 활 용성이 낮은 제품에 추가적인 지원을 통해 제품의 성능을 고 도화하여 활용 가능하도록 추가적인 R&D를 지원하는 사업	기반 구축	안전로봇 실증단지 구축 (276.4억 원)	안전 로봇 실증시험평가 인프라는 원전을 포함한 다양한 실내 재난 환경을 모의적으로 구현하여 플랫폼의 성능을 검증할 수 있는 시설과 실외 재난 현장을 구현한 필드테스트장, 실험실 및 사업단 운영 시설로 구성 · 안전로봇 연구동 · 안전로봇 실내 실증시험동 · 필드테스트장
분야	사업	내용														
기술 개발	첨단안전 로봇 R&D (1,000억 원)	시설의 대형화 및 사회시스템의 복잡성 등으로 사람이 투입 되기 어려운 재난환경에서 신속대응이 가능한 첨단 안전로봇 개발 · 분리합체형 지상이동 Scout robot 개발 등 7개 과제														
	핵심부품 R&D (100억 원)	안전로봇 분야의 센싱, 구동, 조작, 제어 등을 위한 다양한 공통 부품 기술개발을 통한 신규 시장창출 · 농연환경 극복형 시각 인식 센서 모듈 등 5개 과제														
	제품고도화 R&D (200억 원)	기 개발된 재난로봇 관련 R&D 중 기술적인 이유로 현장 활 용성이 낮은 제품에 추가적인 지원을 통해 제품의 성능을 고 도화하여 활용 가능하도록 추가적인 R&D를 지원하는 사업														
기반 구축	안전로봇 실증단지 구축 (276.4억 원)	안전 로봇 실증시험평가 인프라는 원전을 포함한 다양한 실내 재난 환경을 모의적으로 구현하여 플랫폼의 성능을 검증할 수 있는 시설과 실외 재난 현장을 구현한 필드테스트장, 실험실 및 사업단 운영 시설로 구성 · 안전로봇 연구동 · 안전로봇 실내 실증시험동 · 필드테스트장														
	기대효과		<ul style="list-style-type: none"> ○ 로봇기술의 활용을 통한 복합재난 및 원전 부문의 실용적 재난대응시스템 구축을 목표로 하고 있으며, 이를 통해 재난피해 저감, 기술경쟁력제고 및 재난안전산업 세계시장점유율 확대 													

1. 사업추진의 배경 및 목적

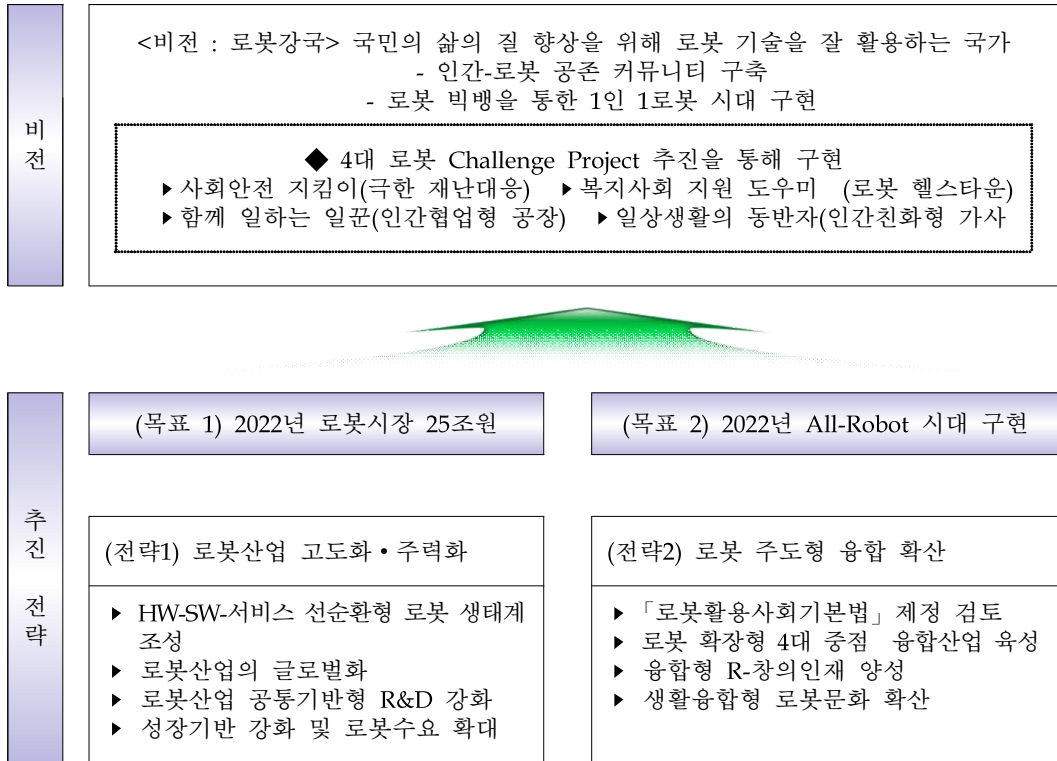
최근 후쿠시마 원전사태, 구미 불산 유출사고, 세월호 침몰사고 등 각종 사고로 인해 국가 및 사회 안전에 대한 관심이 배가되고 있으며, 환경오염과 기상이변, 도시 인구집중, 사회시스템의 복잡성 등으로 과거와 비교해 재난, 대형사고와 같은 사회위험 요인의 예측이 어렵고, 노출횟수와 발생빈도, 피해 규모 등도 커지고 있는 실정이다. 재난대응로봇은 사람이 접근하기 힘든 극한 재난 환경에서 활용 가능한 유일한 수단으로 선진국에서는 관련 기술 확보를 위한 많은 투자가 진행되고 있다. 또한 국가안전관리의 패러다임이 사후조치, 응급대응에서 사전예측, 신속대응으로 전환되고 있으나, 사람이 투입되기 어려운 재난환경에서 선 투입 가능한 신속대응 수단에는 한계성이 존재한다.

재난대응로봇은 초기 재난상황에 투입하여 인명 및 재산의 피해를 최소화할 수 있는 기술로 21세기 새로운 패러다임 시대의 주력산업을 개척·견인할 수 있는 기술이다. 특히 재난대응로봇에 활용되는 인식, 조작, 통신, 제어 기술은 제조, 건설, 국방, 우주 분야 등으로 응용 가능하므로 관련 기술 개발로 글로벌 시장 경쟁력을 확보할 수 있다.

다양한 사고로 인해 국민들의 막연한 불안감이 형성되고 있는 상황에서 재난대응로봇은 재난·재해의 선제적 대응을 통해 안전하고 행복한 국민의 삶의 질 향상을 위해 최우선적으로 확보해야 하는 기술이다. 이를 위해 박근혜 정부는 국정비전인 ‘국민행복, 희망의 새시대’ 실현을 위해 재난·재해 등에 선제적 대응을 위한 국민행복 R&D 확대를 중점투자 방향으로 발표하였다.

2. 사업의 추진경위

산업통상자원부는 2012년 10월에 미래 로봇사회를 구현할 극한 재난대응로봇, 로봇 헬스 타운 조성, 인간협업형 로봇 공장 구축, 가사지원 로봇 등 4대 로봇 개발 계획인 로봇미래 전략(2013년~2022년)을 발표하였다. 동 전략은 산·학·연·관 전문가의 참여하에 토론회, 포럼, 간담회 등을 거쳐 작성되었고, 로봇산업의 미래비전 달성을 위해 향후 10년의 대형 로봇 도전과제를 선정하였다. 그 중 재난대응로봇은 재난현장 대응 및 국가 기간시설 보호 등 안전한 사회생활 보장을 위한 정찰·재난대응·구조 및 이를 원격 관리하는 운영시스템 개발을 주요 내용으로 하고 있다.



[그림 1-1] 로봇미래 전략(2013~2022)

2012년 12월에 동해권 스마트 재난방재 로봇(원전, 해양, 산림) 프로젝트가 경상북도 지역공약으로 발표되었다. 주요 내용은 지진, 해일 등의 불안정한 환경을 대비한 원전 안전시스템 구축, 급증하는 해양자원 개발 및 활용을 위한 해양영토 관리 시스템 구축, 백두대간의 훼손방지 및 보존을 위한 감시시스템 구축 등 동해권 복합재난대응시스템 구축이다. 원전 안전시스템 구축을 위하여 ①원전 안전 로봇 개발, ②원전 통합 안전 관리 시스템 구축, ③원전 통합 안전 관리 시스템의 실용화를 위한 테스트베드 기반 실증실험을 계획하였다.

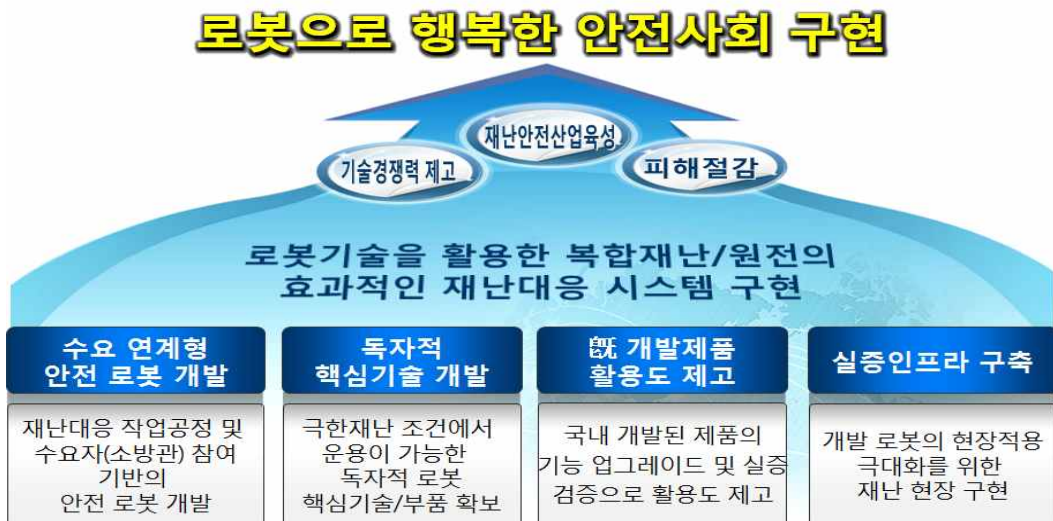
로봇미래전략의 4대 로봇 개발 계획 중 대선 지역공약사업과 관련성이 있는 과제는 연계·추진하기로 하여 '극한재난 대응 로봇'사업은 경북 지역공약 사업과 연계가 이루어졌다. 해당지역과 협조하여 예비타당성조사가 진행 및 기획되었고, 2013년 5월 이후 재난대응로봇 기획 현황 검토를 위한 로봇산업정책협의회를 개최하였으며, 2014년도 상반기 예비타당성조사 대상사업으로 선정되었다.

3. 사업의 내용

가. 사업의 목표

동 사업은 사람의 투입이 어려운 각종 극한 대형사고 및 재난이 증가하고 있고 이를 초기에 대응하기 위한 수단이 제한적이므로 로봇기술을 활용하여 복합재난 및 원전 사고에 대응하기 위한 효과적인 재난 대응 시스템을 구현하는 것을 목표로 하고 있다. 복합재난은 자연재해 및 인적재난에서 초기 대응 지연 및 실패시 복합적이고 다발적으로 확산되어 대형화가 될 가능성이 높은 화재, 붕괴, 폭발, 가스사고 등으로 정의하고 있으며, 소방대원의 2차 사고 위험성이 높고 재난 대응이 어려워 신기술 도입이 필요한 상황으로 제시하였다. 또한 후쿠시마 원전사태 이후 원전 유지, 보수, 해체시장도 급격한 성장세가 예상되며, 국민들의 관심이 안전에 집중되는 사회적인 필요성을 감안하여 원전사고 대응 로봇 개발을 포함하여 동 사업을 제안하였다.

주관부처는 재난안전 산업의 급속한 성장이 예상됨에도 불구하고 국내 재난안전 부문의 로봇관련 R&D투자가 선진국에 비해 저조하므로 동 사업을 통해 관련 핵심기술을 체계적으로 개발하여 재난안전산업 세계시장점유율을 확대하는 것을 목표로 하고 있다.

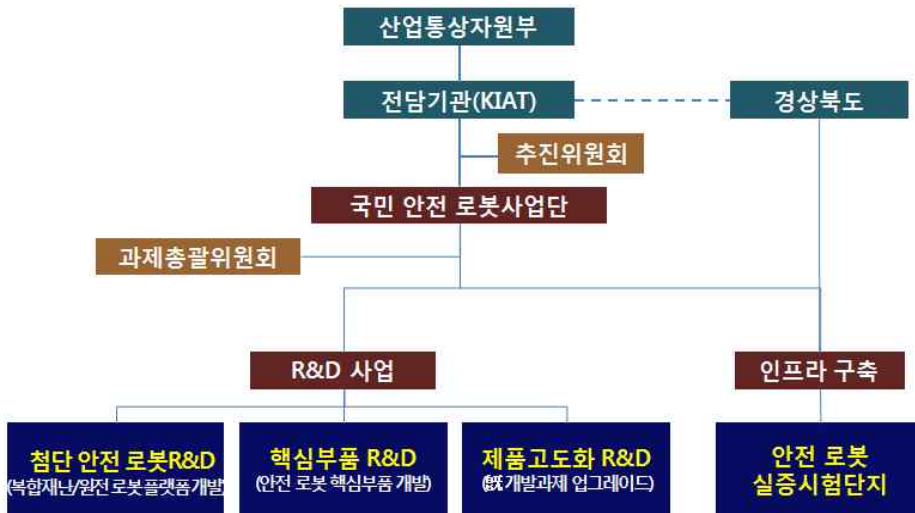


[그림 1-2] 동 사업의 비전 및 추진목표

나. 사업 추진체계

동 사업의 추진체계는 산업통상자원부의 연구관리 전문기관인 한국산업기술진흥원에서 사업총괄 전담 사업단인 가칭 ‘국민안전 로봇사업단’을 선정하여 기술개발과 기반조성을 위임하고, 국민안전로봇사업단은 중장기기획, 과제 발굴, 과제관리, 인프라 구축, 비즈니스 확산 등의 역할을 수행하는 것으로 제시하고 있다. 주관부처는 과제 지원의 효율성을 제고하기 위해 R&D 수행에 있어 사업단 방식으로 사업 맞춤형 관리체계를 운영할 계획임을 제시하고 있다.

동 사업의 추진위원회는 사업단 사업 및 정책목표에 부합하는 총괄 운영계획 및 주요 안전에 대한 최종결정·추진, 성과확산을 위한 지원 등을 담당하는 역할을 수행하며, 산업통상자원부 및 국민안전처 관련부서 담당관 및 외부 산학연 민간전문가를 포함하여 구성하는 것으로 제시하고 있다.



[그림 1-3] 국민 안전 로봇프로젝트의 추진체계

출처 : 기획보고서

다. 세부 사업내용

주관부처는 복합재난 및 원전분야로 나누어 수요자의 니즈를 파악하고자 하였으며, 복합재난의 경우 소방방재청 재난현장 표준작전절차를 토대로 복합재난 대응 시 소방관의 어려움을 난이도, 위험도, 발생빈도로 설문조사를 수행하고 개발필요 기술 및 필요로봇 기술을 제시하고 있다. 또한 원전분야의 경우, 원전수요처 및 원자력안전관련 전문가의 니즈를 반영하여 필요 임무 및 필요로봇을 제시하고 있다. 과제의 추진에 있어 전략 추진 과제별 플랫폼 설계 및 핵심부품 기술개발을 통해 핵심기술 통합 시스템을 제작한 후 인프라를 활용한 통합 검증 및 성능 향상을 도모할 예정이다.

연구개발에서는 첨단안전로봇 R&D 7개 과제, 핵심부품 R&D 5개 과제 및 기개발된 로봇의 활용성 제고를 위한 제품 고도화 R&D를 제시하고 있으며, 기반구축에서는 안전로봇 실증단지 구축을 통한 부품 및 플랫폼 성능 검증을 계획하고 있다.

<표 1-1> 동 사업의 세부사업 구성

분야	사업	내용
기술 개발	첨단안전로봇 R&D (1,000억 원)	시설의 대형화 및 사회시스템의 복잡성 등으로 사람이 투입되기 어려운 재난환경에서 신속대응이 가능한 첨단 안전로봇 개발 · 분리합체형 지상이동 Scout robot 개발(80억 원) · 인명구조 및 자율회귀 가능한 Rescue robot 개발(150억 원) · 공간 확보 및 작업지원용 Fire robot개발(250억 원) · 원전내부 협소 공간이동 및 자가자세유지형 경량 비행로봇 개발(50억 원) · 원전 내 준 고소영역 계측 및 작업용 지상이동 로봇(100억 원) · 원전 내 연료저장소 검사 및 관리용 로봇(70억 원) · 복합재난 사고대응 지원용 다중로봇 통합관계 운용 시스템(300억 원)
	핵심부품 R&D (100억 원)	안전로봇 분야의 센싱, 구동, 조작, 제어 등을 위한 다양한 공통 부품 기술개발을 통한 신규 시장창출 · 농연환경 극복형 시각 인식 센서 모듈(15억 원) · 비가시 영역 인명 탐지 센서(20억 원) · 확장형 네트워크 모듈(15억 원) · 협지구동형 독립구동 클롤러(30억 원) · 엔드스코픽 모듈 개발(20억 원)
	제품고도화 R&D (200억 원)	기 개발된 재난로봇 관련 R&D 중 기술적인 이유로 현장 활용성이 낮은 제품에 추가적인 지원을 통해 제품의 성능을 고도화하여 활용 가능하도록 추가적인 R&D를 지원하는 사업
기반 구축	안전로봇 실증단지구축 (276.4억 원)	안전 로봇 실증시험평가 인프라는 원전을 포함한 다양한 실내 재난 환경을 모의적으로 구현하여 플랫폼의 성능을 검증할 수 있는 시설과 실외 재난 현장을 구현한 필드테스트장, 실험실 및 사업단 운영 시설로 구성 · 안전로봇 연구동 · 안전로봇 실내 실증시험동 · 필드테스트장

출처 : 기획보고서

제 2 절 조사 방법

1. 사업의 특징

현재 세계 각국에는 화재와 관련하여 소방 및 경찰용 로봇이 개발되어 현장운용 중이며 소방관의 화재진압 및 구조 활동을 보조하고 있다. 재난대응로봇은 사람이 접근하기 힘든 극한 재난 환경에서 활용 가능한 수단으로서, 기존 수동 장비를 활용한 방재작업의 한계를 보완할 수 있을 것으로 판단된다.

소방로봇분야 기술력은 미국이 가장 앞서 있으며 오스트리아, 중국, 일본에서도 실용화를 위해 개발된 제품이 있다. 소방로봇의 외형은 장애물이 많은 재난현장을 수월하게 돌파하기 위해 무한궤도 형태의 로봇이 주를 이루고 있으며 방수총과 탐색용 카메라 등을 장착하고 있는 형태가 가장 많다. 국내에서 개발된 FIRO-F는 실용적인 로봇으로 유무선 원격조작이 가능하고, CCD 카메라 및 열화상 카메라를 탑재하여 연기로 가득찬 현장의 영상정보 전송이 가능하며, 소방호스를 직접 견인하여 화재진압 활동을 할 수 있는 기능이 있다.

동 사업에서 개발되는 로봇은 국내외 재난대응 활용시장의 조기 선점 및 타 활용분야 확대를 통해 경제적 가치를 극대화할 예정이다. 재난대응 관련 기술개발 및 상용화를 위한 실증단지 조성 및 안전성 시험평가 등을 통해 관련 시장 선점 및 제조용 및 전문·개인 서비스용 로봇 분야를 포함하여 타 산업에 활용 가능한 융·복합형 전문인력 고용 창출에도 기여할 예정이다.

동 조사의 쟁점사항으로 기술적 타당성 측면에서는 기획과정 및 기술개발과제의 도출 과정, 기획 참여자의 적절성, 사업의 목표 및 성과지표의 적절성, 세부 기술개발계획 및 목표의 적절성, 기존 유사 과제의 중복가능성 등을 검토하였다.

정책적 타당성 측면에서는 기획보고서와 과학기술 관련 분야 상위계획과의 부합성, 추진 주체의 사업추진의지 및 수혜자의 선호도에 대해 조사하였고, 사업추진 상의 위험요인이 될 수 있는 재원조달 가능성 및 법·제도적 위험요인에 대해 분석하였다. 또한 동 사업내용에 기반구축이 포함되어 있으므로 인프라 구축이 이루어지는 경상북도 포항 지역의 지역낙 후도를 조사하였다.

경제성 측면에서는 세부 활동별 비용계획의 적정성과 전체 사업 측면에서 투입 예산 대비 기대되는 편익을 고려할 때 동 사업의 추진에 있어서 경제성이 존재하는지 여부에 대한 분석을 수행하였다. 재난대응로봇은 공공성이 높은 장비로서 시장에서의 거래를 통한 부가가치창출 효과는 낮은 편이므로, 로봇을 활용한 재산피해 및 인명피해 저감에 중점을 두어 비용편익을 분석하였다.

2. 항목별 조사 방법

가. 기술적 타당성 분석

(1) 기술개발계획의 적절성

기획보고서의 내용을 기초로 기획과정의 적절성, 목표 및 성과지표 설정의 적절성, 구성 및 내용의 적절성, 추진체계의 적절성을 평가하여 전체 기술개발계획의 완성도를 분석한다.

기획과정의 적절성을 분석하기 위해 기획위원 선정의 적절성, 3개 R&D전략사업 선정절차의 적절성, 이해당사자 및 수혜자로부터 의견수렴 과정의 적절성 등을 검토하게 된다. 목표 및 성과지표의 적절성 분석은 사업추진의 배경이 된 사회·기술적 문제 및 이슈가 적절한지 여부와 동 사업을 통해 해결될 수 있는지에 대해 분석한다. 또한 국민 안전 로봇에 대한 정의, 사업목표와 문제해결 방안과의 연관성 등 목표의 구체성 및 검증가능성에 대해 검토가 이루어진다.

구성 및 내용의 적절성 분석 항목에서는 연구개발사업의 목표달성을 위한 세부활동들이 유기적, 효율적으로 연계되었는지 여부를 관리가능성의 관점에서 분석한다. 즉, 세부활동이 사업목표와 논리적으로 연계되어 있는지, 적절한 세부활동 단위의 계획이 존재하는지, 세부활동은 구체적이고, 측정가능하고, 달성가능하고, 현실적이고, 시간 제약을 갖는 지표를 포함하는지를 검토한다. 일정기획 분석에서는 세부활동에 대한 기간추정이 현실적인지, 세부활동 간의 시간적 선후관계가 논리적인지를 조사하게 된다. 추진체계의 적절성 분석에서는 사업의 효율적인 관리를 위해 사업 수행체계가 적절하게 구성되었는지를 분석한다. 사업목표를 달성하기 위한 객관적이고 독립적인 추진체계가 구축되어 있는지, 발생 가능한 문제에 대한 책임소재가 분명한지, 목표를 달성하기 위한 효율적 관리체계가 마련되어 있는지를 조사한다.

(2) 기술개발 성공가능성

기술추세와 기술수준으로 나누어 기술속성의 관점에서 해당 기술분야의 경쟁우위 여부를 분석하며, 기술추세 분석을 위해 기획보고서에 제시된 분야별로 분류한 후 기술별 주요국의 특허출원인과 출원 수 포트폴리오 분석을 실시한다. 기술수준 분석은 기획보고서 내 기

술수준 및 중점과학기술 관련 분야의 기술수준 조사결과, 동 사업 분야에 대한 특허의 질적 분석결과 등을 활용해 국내 기술수준 분석을 실시하게 된다.

(3) 기존 사업과의 중복성

동 사업과 유사가능성을 내포한 검토 대상 사업을 도출한 후 연구목표 및 내용, 운영체계, 지원대상, 지원분야 등을 조사하고 동 사업의 목표 및 세부 내용과 비교분석하게 된다. NTIS 조사, 부처 사업관련 계획 조사, 전문가 검토의견 수렴 등을 통해 후보군을 도출하고, 사업 단위 및 과제 단위 분석과 장비의 중복성 분석을 수행한다.

나. 정책적 타당성 분석

(1) 정책의 일관성 및 추진의지

동 사업 관련 상위계획과의 부합성, 추진주체의 의지 및 수혜자의 선호도 등에 대해 조사하며, 과학기술기본계획과 과학기술 분야 중장기계획을 대상으로 목표, 전략 및 세부 기술분야 특성과 관련한 정부 계획을 도출하여 사업내용과의 부합여부를 검토한다. 또한, 산업통상자원부의 사업 준비정도, 역할분담 및 협조체계의 구체성, 효율성 등을 바탕으로 사업추진의지를 판단하고, 전문가 의견수렴 등을 통해 수혜자의 선호도를 평가한다.

(2) 사업추진상의 위험요인

재원조달 가능성과 범·제도적 위험요인을 분석하여 향후 사업의 추진과정에서 발생할 수 있는 위험요인을 평가하는 과정으로 재원조달 가능성 중 정부 부담분에 대해서는 정부의 중장기 R&D투자전략과 부합하는지 여부를 분석하였고, 민간 부담금에 대해서는 예상 연구수행 주체의 연구비 부담 가능성, 관련 기업의 참여의사 반영여부 등을 검토한다. 제도적 위험요인 분석에서는 관계부처 협력체계 구축의 위험성에 대해 검토하였다. 사업 특수 평가항목에서는 「연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침」에 따라 기반구축이 이루어지는 경상북도 포항 지역의 지역낙후도를 조사하였다.

다. 경제적 타당성 분석

비용 추정에서는 사업 추진주체가 제시한 총사업비의 산정 근거를 항목별로 검토하고 관련 자료를 조사하여, 적정한 총사업비와 비용을 추정한다. 편익 추정에서는 기획보고서에서 제시한 편익 추정 방법을 분석한 후 제시된 편익에 관한 근거를 검토하고, 동 사업의 목표에 부합하는 편익을 추정하게 된다. 최종적으로 총비용과 총편익의 추정치로부터 비용편익 비율을 도출하고 사회적 할인율의 변동에 따른 민감도를 분석한다.

제 2 장 기초자료 분석

제 1 절 재난의 유형

1. 재난의 개요 및 종류

우리나라는 「재난 및 안전관리 기본법(재난관리법)」에서 재난으로부터 국토, 국민의 생명, 신체, 재산을 보호하기 위한 국가와 지방자치단체의 재난 및 안전관리체제를 확립하고 있으며, 재난을 '국민의 생명·신체·재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것'으로 정의하고 있다. 그리고 재난의 유형을 자연 재난, 사회 재난으로 나누고 있다. 자연재난은 '태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 대설, 낙뢰, 가뭄, 지진, 황사, 조류 대발생, 조수, 그 밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해'로 정의하고 있고, 사회재난은 '화재·붕괴·폭발·교통사고·화생방사고·환경오염사고 등으로 인하여 발생하는 대통령령으로 정하는 규모 이상의 피해와 에너지·통신·교통·금융·의료·수도 등 국가기반체계의 마비, 감염병 또는 가축 전염병의 확산 등으로 인한 피해'를 말한다.



[그림 2-1] 재난의 분류

출처 : 사전시 재난안전대책본부(<http://safety.sacheon.go.kr/main>)

태풍, 홍수, 폭설, 지진, 산사태 등의 자연재해는 예방할 수 없는 불가항력적 특징이 강하나, 내진설계, 수문통제시스템 등 예방시설을 통해 그 피해규모를 최소화할 수 있다. 또한 자연재해는 피해지역이 넓고, 재해 상황이 전개되는 시점에서 대응활동과 재난통제가 극히 제한적으로 이루어진다. 반면, 인위 재난은 노력이나 철저한 관리에 의해 사전예방이 가능한 부분이 많다. 국소지역에 집중적으로 큰 피해가 발생하는 경우가 많으며, 재난대응활동과 재난통제에 따라서 사고 후 진행상황 및 피해규모가 달라질 수 있다.

<표 2-1> 인위재난과 자연재난의 특징

특징	인위재난	자연재난
발생과정	돌발	돌발
충격정도	강력	강력
피해의 가능성	가시적으로 피해가 나타나지 않는 경우 존재	보통 가시적으로 환경의 손상 초래
예측 가능성	예측 불가능, 피난의 여지가 거의 없음	어느 정도의 예측이 가능, 어느 정도 경고 가능
상황 전환점	분명한 상황전환점이 존재할 수도 있으나 유독물질 사고의 경우 시간경과에 따라 상황이 호전되지 않을 수 있음	보통 식별 가능한 상황 전환점이 존재하고 이 시점 이후시간이 경과함에 따라 상황이 개선되는 경향이 있음
통제에 대한 인식	통제 가능한 것으로 인식	통제 불가능한 것으로 인식
영향의 범위	직접적으로 피해를 받지 않은 사람들에 게도 영향	보통 재해의 희생자에 국한
영향의 지속성	단기적 또는 장기적 지속, 화학사고의 경우 장기적 영향	비교적 단기간 지속

출처 : 광명시 재난안전대책본부(<http://eco.gm.go.kr>)

정부 및 중앙부처에서 관리하는 인적재난은 총 15개로 부처별로 관리하고 있으며, 내용은 <표 2-2>와 같다.

<표 2-2> 인위재난의 종류

종류	정의
도로교통사고	도로교통법 제2조에 규정하는 도로에서 자동차가 교통으로 인하여 인명과 재산피해가 발생한 사고
화재	소방기본법에서 정한 소방대상물 ¹⁾ 이 화재로 인명과 재산피해가 발생한 경우
산불	산림법에서 정한 임야에서 화재로 산림과 인명 및 재산피해가 발생한 경우. 단, 농지(초지를 포함), 주택지, 도로, 기타 대통령이 정하는 토지와 임목·죽(竹)은 제외

종류	정의
철도사고	- 열차사고(건널목사고)와 지하철사고로 나누며, 열차사고는 열차가 운행 중에 상호 충돌, 접촉 또는 탈선하거나 열차의 화재로 인하여 사상자가 발생한 사고. 건널목사고는 철길 건널목에서 열차가 자동차, 경운기 등의 차량과 충돌하여 발생한 사고 - 지하철사고는 지하철 운행 중에 상호 충돌, 접촉 또는 탈선이나 열차의 화재로 인하여 사상자가 발생한 사고
항공기사고	조종사 과실과 정비불량, 항공기 부품의 기기 및 재질결함 등에 의한 추락 및 이·착륙사고
승강기 사고	공공기관, 다중이용시설, 아파트, 대형건물 등에서 이용되는 승강기 고장으로 인해 인명피해가 발생한 사고
유·도선 사고	유선 및 도선사업법에서 규정하는 유선 및 도선이 안전수칙위반 등에 의하여 발생하는 화재, 충돌, 침몰 등의 선박사고와 이용객 등의 부주의에 의한 안전사고 등
광산사고	광산 내에서 안전수칙 미준수·부주의, 노후 갱도의 붕괴 등으로 인해 인명과 재산피해가 발생한 사고
가스사고	도시가스사업법, 고압가스안전관리법, 액화석유가스의 안전 및 사업관리법, 에너지이용합리화법에서 규정하고 있는 가스가 누출되어 발생하는 사고 중 폭발에 의한 사고를 제외한 것(누출사고, 화재사고, CO 중독사고, 산소결핍 사고)
환경오염사고	환경정책기본법에서 규정하는 환경이 오염되어 피해를 입은 사고
폭발	도시가스사업법과 에너지이용합리화법에서 정한 가스 및 에너지가 누출되어 폭발에 의해 인명과 재산피해가 발생한 사고
공단 내 시설사고	공단 내에서 산업 시설노후와 안전수칙무시·부주의 등으로 인해 인명과 재산피해가 발생한 사고
보일러	보일러의 폭발, 배관파열 등이 원인으로 일어난 사고
해양사고	해상 또는 하천에서 선박·항공기 및 수상레저기구 등의 침몰·좌초·전복·충돌·화재·기관고장·추락 등으로 인하여 사람의 생명·신체 및 선박·항공기·수상레저기구 등의 안전이 위협에 처한 상태
전기(감전) 사고	전기감전 등에 의한 사고

출처 : 광명시 재난안전대책본부(<http://eco.gm.go.kr>), 소방방재청, 2012 재난연감, 2013.12

동 사업에서는 재난환경의 특징과 설문조사 및 전문가 의견을 토대로 화재, 폭발, 가스누출, 붕괴사고, 원전사고를 로봇을 이용해 대응하는 목표재난으로 선정하고 있어 해당 재난의 현황을 좀 더 자세히 알아보았다.

1) 건축물, 차량, 선박(선박법 제1조의 2의 규정에 따른 선박으로서 항구 안에 매어둔 선박에 한한다), 선박건조 구조물, 산림, 그 밖의 공작물 또는 물건을 말한다. 단, 산림은 소방법상 소방대상물로 되어 있으나, 산림법의 규정에 따라 산림청에서 관리한다.

가. 화재

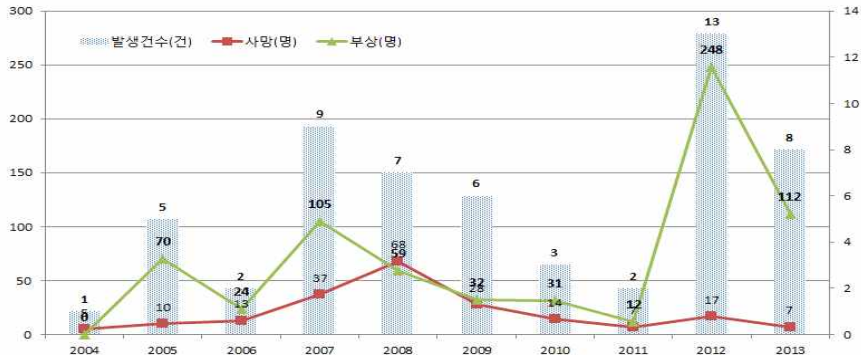
2013년에 발생한 화재는 모두 40,932건이고 그 중에서 건축·구조물에서 발생한 화재가 25,662건으로 62.7%를 차지하고 있으며, 사망자 262명(85.3%), 부상자 1,591명(84.8%), 재산피해 3,948억 원(90.9%)으로 화재유형 중에서 매년 가장 큰 인명, 재산피해 규모를 차지하고 있다.

<표 2-3> 2013년 국내 유형별 화재현황

화재유형	화재	사망	부상	인명피해/건	재산피해	재산피해/건
건축, 구조물 (주거)	10,596	202	874	0.1	50,811,126	4,795.3
건축, 구조물 (비주거)	15,066	60	717	0.05	343,992,619	22,832.4
자동차, 철도차량	5,250	22	108	0.02	25,981,757	4,948.9
위험물, 가스 제조소등	24	6	22	1.17	1,844,537	76,855.7
선박, 항공기	89	0	10	0.11	1,573,360	17,678.2
임야	2,334	13	65	0.03	3,320,151	1,422.5
기타 (쓰레기화재 등)	7,573	4	81	0.01	6,899,557	911.1
합계	40,932	307	1,877	0.05	434,423,107	10,613.3

출처 : 소방방재청, 2013년도 화재통계연감, 2014.4

여러 원인 및 유형의 화재 중에서도 규모가 큰 대형화재 현황은 [그림 2-2]와 같다. 여기서 대형화재란 화재조사 및 보고규정 45조(2014년도)에 따라 인명피해가 사망 5명 이상 또는 사상자 10명 이상 발생한 화재나, 재산피해가 50억 원 이상 추정되는 화재를 말한다. 최근 10년('04~'13)간 대형화재는 연평균 발생건수 5.6건, 사망자 20.6명, 부상자 77명, 재산피해 266.4억 원으로 1년에 10건 내외의 대형화재가 발생하는 것으로 볼 수 있다.



[그림 2-2] 최근 10년간 국내 대형화재 현황

출처 : 소방방재청, 2013년도 화재통계연감, 2014.4

나. 폭발사고

'03~'12년도 폭발사고 발생 추이를 살펴보면 발생건수와 인명피해가 '06~'07년도 발생건수와 인명피해가 다소 증가하다가 '08년 이후 점차 감소하고 있으며, 2012년에는 전년보다 다소 감소하여 발생건수 48건, 사망자 4명, 부상자 82명, 재산피해 457.7백만 원(부동산 43.7백만 원)으로 나타났다. 장소별로는 주거용 건물, 초고층 및 복합, 공장에서 대부분 발생하고 있다.



[그림 2-3] 국내 폭발사고 추세분석('03~'12)

출처 : 소방방재청, 2012 재난연감, 2013.12

다. 가스사고

'09년 이후 발생건수와 사망비율은 감소하고 있는 추세이나, '12년에 인명피해가 증가하고 있다. 2012년 가스사고 발생건수는 125건, 사망자 20명, 부상자 159명, 재산피해 730백만원으로 나타났고, 주거용 건물, 초고층 및 복합, 공장, 도로 등에서 주로 발생하였다.



[그림 2-4] 국내 가스사고 추세분석('03~'12)

출처 : 소방방재청, 2012 재난연감, 2013.12

라. 붕괴사고

각종 시설물(건축물, 교량, 육교 등)이 시공하자, 노후, 관리소홀, 지반약화 등의 이유로 붕괴되어 인명과 재산 피해가 발생한 사고를 말하며, 붕괴사고 발생은 2009년 이후 점점 증가추세에 있다. 2012년도에는 2011년 대비 발생건수가 8.94%(33건) 증가하였고 인명피해는 37.73%(146명) 감소하였다. 2012년 붕괴사고 중 45.8%(184건)가 서울에서 일어났으며 주로 공사장, 주거용 건물에서 사고가 발생하였다.



[그림 2-5] 국내 붕괴사고 추세분석('09~'12)

출처 : 소방방재청, 2012 재난연감, 2013.12

마. 원전사고(방사선사고)

방사선사고는 방사성물질이나 방사선발생장치의 고장, 누출, 잘못된 사용이나 자연방사선의 인위적인 증가 등에 의해 의도하지 않은 인체 내·외부 방사선피폭이 발생하여 사람의 신체와 정신적인 건강에 피해를 입히거나 미래에 피해를 입힐 것으로 예상되는 사건이다.

원자력의 생산과 이용에 따른 방사선재해 등의 각종 위험으로부터 국민과 자연환경을 보호하고, 원자력발전사고 또는 방사선 누출사고의 방지와 사고가 발생한 경우 피해의 경감을 위해 원자력의 안전성확보가 원자력이용의 최우선 과제라고 할 수 있다. 국민이 안전성을 믿을 수 있도록 원자력 및 방사선시설의 계획·설계·제작·건설·운영 및 폐기 등 원자력 사업자의 전반적인 활동을 검사하고 확인하는 것이 필요하다. 따라서 원자력 안전규제를 위해 원자력시설의 인·허가 및 건설과정에는 고도의 전문지식이 집약된 오랜 기간의 기술적 검토가 이루어지고 있다.

IAEA 및 OECD/NEA는 원자력시설에서 발생한 사건의 규모를 일반 국민이나 언론이 일관성 있고 쉽게 이해할 수 있도록 국제적인 공용의 사건등급인 INES(International Nuclear Event Scale)을 도입하였다. 국제 원자력사고/고장등급(INES)은 국내 원자력 시설에서 발생한 각종 사고 및 고장의 심각성에 관한 등급기준으로 사용되고 있으며, 사고/고장 등급을 7등급으로 분류하여 안전에 중요하지 않은 사건에 대해서는 등급 이하(0등급)라 하여 경미한 고장으로 분류한다. 안전과 무관한 사건은 등급 외 사건으로 규정하고 있다. 원자력발전소에서 발생한 사건 중 인체에 대한 방사선 장애가 생겼거나 시설에 중대한 손상을 끼쳤거나 환경에 방사선 피해를 유발하는 사건은 사고, 유발하지 않는 사건은 고장에 해당한다.

<표 2-4> 원자력 발전소의 사고/고장 등급분류

등급		기준 또는 안전성 기여 인자			사례
		소외영향	소내영향	심층방어의 약화	
사 고	7 (대형 사고)	방사성물질의 대량 외부 방출 (수만 TBq 이상)			<ul style="list-style-type: none"> • 구소련 체르노빌 원전사고(1986) • 일본 후쿠시마 원전사고(2011)
	6 (심각한 사고)	방사성물질의 상당량 외부 방출 (수천 TBq 이상)			
	5 (소외위 협사고)	방사성물질의 한정 적인 외부 방출 (수백 TBq 이상)	원자로 노심의 중대 손상		<ul style="list-style-type: none"> • 영국 윈드스케일 원자로사고(1957) • 미국 트리마일 아

등급		기준 또는 안전성 기여 인자			
		소외영향	소내영향	심층방어의 약화	사례
고장	4 (소내위협사고)	방사성물질의 소량 외부 방출 (1mSv 이상 피폭)	원자로 노심의 상당 수준 손상, 종사자 치사량 피폭 (약5Gy)		일랜드 원전노심 용융사고(1979) • 프랑스 생로랑 원전사고(1980) • 일본 JCO 핵임계 사고(1999)
	3 (심각한 고장)	방사성물질의 극소량 외부 방출 (0.1mSv 이상 피폭)	방사성물질에 의한 소내 중대 오염, 급성 방사선 장애 발생이 종사자 피폭 (약 1Gy)	심층방어 손상	• 스페인 반델로스 원전 화재 사고 (1989)
	2 (고장)		방사성물질에 의한 소내 상당량 오염, 종사자의 법정 연간 선량 한도 초과 피폭 (50mSv)	심층방어의 상당 수준 열화	
	1 (단순 고장)			운전 제한 범위를 벗어남	
등급이하	0 (경미한 고장)	'안전상 중요하지 않은 고장'			

출처 : 원전안전운영정보시스템(www.opis.kins.re.kr)

우리나라에서 발생한 모든 사고고장의 내용과 사고등급은 원자력안전기술원(KINS)에서 운영 중인 원전안전운영정보시스템(OPIS)에서 공개하고 있으며, 과거 국내에서 발생한 사고·고장 등급을 살펴보면 모두 2등급 이하에 해당한다.

2. 재난대응 체계의 변화

우리나라는 안전행정부장관이 중앙재난안전대책본부장으로서 재난관리를 총괄하고 안전행정부(국가 재난관리 총괄, 사회재난)와 소방방재청(자연재난, 소방, 민방위) 양대 조직으로 이원화되어 재난행정이 운영되었으나, 2014년 4월 많은 인명피해를 낸 세월호 사고를 계기로 우리나라 재난관리의 문제점을 인식하고 육상, 해상, 자연재난과 사회재난으로 분산된 대응 체계를 통합하는 강력한 재난안전 컨트롤타워 구축에 대한 필요성이 높아졌다. 이에 6월 11일 재난안전 컨트롤타워의 중심이 되는 국민안전처 신설 등의 내용을 담은 정부조직법 개정안이 국회에 제출되었고, 이후 정부조직개편 TF 합의를 거쳐 11월 7일 법률개정안

이 국회 본회의에서 의결되고 11월 19일 국민안전처가 출범되었다.

국민안전처의 출범을 통해 분산된 재난대응 체계 통합, 재난현장에서의 전문성 및 대응성을 강화하고자 하였으며, 소방방재청과 해양경찰청을 통합하여 중앙소방본부와 해양경비안전본부로 개편하였고 육상과 해상재난을 통합 관리하도록 하였다. 해경의 수사·정보 기능은 경찰청으로 이관되고 중국어선 불법조업단속 등 해상 사건의 수사·정보 기능은 국민안전처의 해양경비안전본부에 남았다. 해양수산부의 항만 해상교통관제센터(VTS)도 국민안전처로 이관되어 항만과 연안 VTS 기능을 일원화하였다.

국민안전처는 1차관 2본부 4실 2조정관 19국 체계로 되어 있으며, 중앙소방본부, 해양경비안전본부, 안전정책실, 재난관리실, 특수재난실, 기획조정실로 구성된다. 안전행정부의 안전 관리 기능은 안전정책실, 소방방재청의 방재 기능은 재난관리실이 이관받아 예방·대비·대응·복구 등 각종 재난의 전 과정을 관리하게 된다. 또한, 특수재난실을 신설하여 항공, 에너지, 화학, 가스, 통신 인프라 등 분야별 특수재난에 대응할 수 있도록 하였다. 전국 어디서나 30분 이내에 현장에 도착할 수 있도록 권역별 특수구조대를 보강하기 위해 119수도권 지대를 수도권119특수구조대로 확대 개편하고, 영남119특수구조대를 신설했다. 향후 충청·강원119특수구조대와 호남119특수구조대도 추가로 신설할 계획이다. 해상 분야에서는 남해 해양특수구조단을 중앙해양특수구조단으로 확대개편하였고, 앞으로 동해특수구조대와 서해 특수구조대를 신설할 예정이다.

재난 및 안전관리기본법 개정을 통해 대규모 재난이 발생했을 때 국무총리가 중앙대책본부장의 권한을 행사하게 되고, 중앙정부와 지방자치단체의 모든 구호역량을 총지휘하게 된다.

「재난 및 안전관리 기본법」과 시행령에서는 재난 및 사고 유형에 따른 재난관리책임기관과 주관기관을 정하고 있다. 재난관리책임기관은 재난관리업무를 하는 중앙행정기관 및 지방자치단체, 지방행정기관·공공기관·공공단체 및 재난관리의 대상이 되는 중요시설의 관리기관 등으로서 대통령령으로 정하는 기관이며, 재난관리주관기관은 재난이나 그 밖의 각종 사고에 대하여 그 유형별로 예방·대비·대응 및 복구 등의 업무를 주관하여 수행하도록 대통령령으로 정하는 관계 중앙행정기관을 말한다(표 2-5).

<표 2-5> 재난 및 사고유형별 재난관리주관기관

재난관리주관기관	재난 및 사고의 유형
교육부	학교 및 학교시설에서 발생한 사고
미래창조과학부	1. 우주전파 재난 2. 정보통신 사고 3. 위성항법장치(GPS) 전파혼신
외교부	해외에서 발생한 재난
법무부	교정시설에서 발생한 사고

재난관리주관기관	재난 및 사고의 유형
국방부	국방시설에서 발생한 사고
문화체육관광부	경기장 및 공연장에서 발생한 사고
농림축산식품부	1. 가축 질병 2. 저수지 사고
산업통상자원부	1. 가스 수급 및 누출 사고 2. 원유수급 사고 3. 원자력안전 사고(파업에 따른 가동중단을 포함한다) 4. 전력 사고 5. 전력생산용 댐의 사고
보건복지부	1. 감염병 재난 2. 보건의료 사고
환경부	1. 수질분야 대규모 환경오염 사고 2. 식용수(지방 상수도를 포함한다) 사고 3. 유해화학물질 유출 사고 4. 조류(藻類) 대발생(녹조에 한정한다) 5. 황사
고용노동부	사업장에서 발생한 대규모 인적 사고
국토교통부	1. 국토교통부가 관장하는 공동구 재난 2. 고속철도 사고 3. 국토교통부가 관장하는 댐 사고 4. 도로터널 사고 5. 식용수(광역상수도에 한정한다) 사고 6. 육상화물운송 사고 7. 지하철 사고 8. 항공기 사고 9. 항공운송 마비 및 항행안전시설 장애
해양수산부	1. 조류 대발생(적조에 한정한다) 2. 조수(潮水) 3. 해양 분야 환경오염 사고 4. 해양 선박 사고
국민안전처	1. 공동구(共同溝) 재난(국토교통부가 관장하는 공동구는 제외한다) 2. 정부중요시설 사고 3. 화재·위험물 사고, 내륙에서 발생한 유도선 등의 수난 사고 4. 다중 밀집시설 대형사고 5. 풍수해(조수는 제외한다)·지진·화산·낙뢰·가뭄으로 인한 재난 및 사고로서 다른 재난관리주관기관에 속하지 아니하는 재난 및 사고 6. 해양에서 발생한 유도선 등의 수난 사고
금융위원회	금융 전산 및 시설 사고
원자력안전위원회	1. 원자력안전 사고 2. 인접국가 방사능 누출 사고
문화재청	문화재 시설 사고
산림청	1. 산불 2. 산사태

* 재난관리주관기관이 지정되지 아니한 재난 및 사고에 대해서는 중앙재난안전대책본부장이 「정부조직법」에 따른 관장 사무를 기준으로 재난관리주관기관을 정한다.

출처 : 「재난 및 안전관리 기본법」 시행령

제 2 절 재난대응 로봇의 개요

1. 재난대응 로봇의 정의

기획보고서에서는 재난 로봇을 “재난이 발생하여 진행되는 과정에 투입되어 피해가 확산되는 것을 방지하고 방재 및 구호작업을 하는 로봇”으로 정의하고 있다. KEIT는 재난대응 로봇을 “각종 재난 상황에서 사고의 확산을 막고 사고 처리를 위한 로봇 시스템”이라고 정의하고 있다. 재난대응 로봇은 구조대원 투입이 여의치 않거나 불가능한 상황에서 투입되어 사고를 수습하는 역할을 맡는다.

2. 재난로봇의 종류

가. 원자력 로봇

원자력 로봇은 원자력 발전소에서 사용되는 로봇을 말한다. 원자력 로봇은 연료교체, 수리, 방사능 측정, 구조 등의 임무를 수행한다. 평소에나 비상시에 인간이 접근하기 힘들고 위험이 따르는 일을 하며 아직 널리 사용되고 있진 않지만 후쿠시마 사고에서 로봇에 대한 필요성을 깨닫고 현재는 전용 로봇이 개발 중에 있다.

원자력 로봇은 각종 재난에 따른 국가적 손실을 감소시킬 것으로 기대된다. 특히 신개념의 센서, 재료, 기구부 등의 개발에 따라 고부가가치의 신산업 창출 가능성이 높을 것으로 예상된다. 로봇 기술 혁신과 각 산업분야에 로봇의 필요성 증가로 재난극복 및 인명구조용 로봇 시장도 크게 성장 할 것으로 전망된다.

원자력 로봇은 크게 평소 원전 가동시 사용되는 로봇과 원전사고시 사용되는 로봇으로 나뉜다. 평상시 사용되는 로봇은 원전 내부 및 외부의 온도, 압력, 방사능 수치 등을 측정하고 기계들의 이상여부 관찰 및 수리 등을 한다. 원전 사고시 사용되는 로봇은 사고지역 정찰, 수리, 인명구조 등의 역할을 수행 한다.

평상시 사용되는 로봇으로는 KAEROT-M3, Detect robot 등이 있다. 원전사고시 사용되는 로봇은 대표적으로 후쿠시마에서 사용된 로봇들인데, 후쿠시마 원전 사고 당시 많은 수의 원자력 로봇이 사용되었으나 대부분 균용이나 다른 용도의 로봇들로 원자력 전용 로봇은 아니었다. 후쿠시마에서 사용된 재난 구조용 로봇으로는 모니로보, 팩봇, T-hawk등이 있다. 그러나 이들은 위에서 언급한 바와 같이 원전 전문 로봇이 아닌 다른 분야에서 사용되는

로봇을 사용한 것이다.

나. 소방 로봇

소방 로봇은 자연재해나 화재, 붕괴, 폭발 등으로 인한 각종 재난 상황에서 재난 확산을 방지하고 피해를 최소화시키는 로봇을 말한다. 2차 붕괴, 화재, 농연 환경 등 방재 요원들의 안전을 심각하게 위협하는 상황에서 방재 요원을 대신하여 투입함으로써 효율적인 방재를 수행하도록 도와주는 역할을 한다.

소방 로봇은 크게 실내용과 실외용으로 구분할 수 있다. 기능상으로는 화재정찰용 로봇, 긴급대응 로봇, 화재진압용 로봇, 인명구출 로봇, 소방장비 운반 로봇으로 구분한다. 평상시에는 사용되지 않지만 화재, 폭발사고 등이 발생하면 사고지역 정찰, 긴급 대응, 화재 진압 및 인명구조 등의 역할을 수행 한다.

제 3 절 재난로봇의 기술개발 동향

1. 국내 기술개발 동향

원자력 산업용 로봇 기술은 작업자의 접근이 제한된 고방사선 원자력 시설 내에서 기기 점검/보수 및 비상대응 작업을 하기 위한 로봇 기술로서 1988년부터 원자력진흥 종합계획 및 연구개발사업의 기초 기반 연구개발과제로서 수행되어 왔다. 원자력 시설내부를 감시 점검할 수 있는 이동로봇, 중수로형 원자로 운전중 격납건물내 원자로 점검 및 냉각수 누설 감지를 위한 이동형 로봇, 2009년 UAE원전 수출에 따른 원전 운영정비 자동화 기술의 중요성 부각에 의해 지정부 Nutech 2030계획 등에 정비보수 자동화기술 개발에 대한 로드맵이 수립 중에 있다.

국내 원자력산업용 로봇/자동화 기술은 원자력연구원 중심으로 정비전문업체인 한전 KPS, 기기제작업체인 두산중공업 등 기술서비스 업체가 공동 협력으로 개발하여 자체 활용해 왔다. 원자력 시설 비상사고 시 대응용 로봇은 국내에서 개발된 사례가 없다. 이 기술 분야는 개발을 이미 수행한 일본과는 기술 수준이 유사하나 지속적으로 연구개발/체계운동을 수행해 온 독일, 프랑스에 비해서는 기술 수준이 다소 낮다. 선진국에서 기술개발이 정체인 현 상황에서 국내에서 기술개발을 수행할 경우 기술역전이 가능할 것으로 판단된다.

현재 연구 중인 원자력 로봇은 불, 물, 방사능에 강한 성질을 가지고, 극한의 상황에서도 안정성을 유지하기 위해 이중구조로 되어있어야 한다. 또한 원거리에서도 실시간으로 컨트롤 할 수 있어야 하며, 방사능 측정기, 카메라, 온도, 압력, 가스 센서가 부착되어 있어야 한다. 샘플을 채취하고 여러 가지 기능을 하기 위해 강한 로봇 팔과 집기가 장착되고, 거리와 시간에 상관없이 전력이 공급되어야 한다.

소방 로봇의 국내 개발 현황을 보면, 현재 까지 소방용 로봇을 생산하거나 개발 중인 국내 제조업체는 호야로봇, DRB파텍, 현대로템, SMEC 등 몇 개 업체가 있으나, 이 중 정찰 및 화재진압활동을 모두 수행하며 원격으로 조종되는 로봇은 DRB파텍에서 개발한 것이 유일하다. DRB파텍은 지식경제부의 성장동력기술개발사업과 소방방재청의 차세대핵심소방안전기술개발사업을 통해 중형 및 소형로봇, 이송시스템 등 다양한 형태의 재난극복 및 인명구조로봇과 밀폐구역 화재진압로봇을 개발하여 상용화를 목표로 하고 있다.

한편 최근 SMEC에서도 현장용 정찰 및 소방로봇을 개발하고 있으며, 소형정찰로봇 및 중형정찰지원로봇, 소방관탐승형로봇(비히클) 등으로 구성되어 있다. 이들 로봇은 재난현장에 투입되어 소형로봇이 선두에서 내부의 재난상황을 모니터링하여 전송해 주면 소방관이 탑승한 로봇이 출동하여 임무를 수행하게 되며, 이 과정에서 중형로봇은 출입문 파쇄 및

이동경로 확보 등의 지원임무를 보조하게 된다.

2. 해외 기술개발 동향

원자력 로봇은 후쿠시마 원전사고를 계기로 관심이 모아지고 있다. '12년 미국 DARPA에서는 인간의 접근이 불가능한 재난환경에서 활용 가능한 로봇기술의 확보를 위한 DARPA Robotics Challenge 프로그램을 추진하고 있다. '13년 1차 결선을 통해 차량운전, 험지이동 등 총 8개의 임무를 평가하여, 총점 32점 중 27점을 받은 일본의 샤프트가 1위를 차지하였으며, '15년 상반기에 결승전이 치뤄질 예정이다. 현재 DARPA에서 실시되고 있는 대표적인 로봇 개발 프로그램에는 'Autonomous Robotic Manipulation(ARM) 프로그램'과 'Maximum Mobility and Manipulation(M3) 프로그램', 'Legged Squad Support System(LS3) 프로그램' 등이 있다.

일본은 후쿠시마 원전사고 이후, '12년 "소방방재 과학기술 고도화 전략 플랜"을 수립하였다. 중점 연구분야에 로봇을 활용할 수 있는 기술을 3가지 이상 선정하고, 재해상황을 조기에 파악, 구조가 어려운 상황의 대응, 새로운 재해에 대응 등을 대응할 예정이다. NEDO는 '12년 재해대응 무인화 시스템 연구개발 프로젝트 공모를 통해 사람이 출입하기 어려운 극한 환경에서 탐색 활동이 가능한 원격조작 로봇과 각종 모니터링 시스템, 매니플레이터, 작업 보조 로봇 개발을 지원하였다. '12년 사업비는 9.96억 엔이며, 주 개발내용은 작업이동 기구 개발, 측정 작업 요소 기술 개발, 재해 대책 작업 보조 로봇의 개발 등이다.

현재 세계 각국에는 소방 및 경찰용 로봇이 개발되어 현장운용 중이며 소방관의 화재진압 및 구조 활동을 보조하여 활용되고 있다. 이들 개발된 로봇의 외형은 장애물이 많은 재난현장을 수월하게 돌파하기 위해 무한궤도 형태의 로봇이 주를 이루고 있으며 방수총과 탐색용 카메라 등을 장착하고 있는 형태가 가장 많다. 각 국가별로 개발된 로봇을 소개하면 다음과 같다.

업체명(국적)	생산품목과 주요 특징	비 고
상해 소방과학 연구소 (중국)	화재 진압형으로 K3,K4의 종류를 보유	
동경소방서 (일본)	빌딩 및 공장화재 진압 (4150kg)	
동경소방서 (일본)	소화 전용로봇(1087kg)	
동경소방서 (일본)	화재정찰용 로봇 (520kg)	
동경소방서 (일본)	화재진압로봇(180kg)	
동경소방서 (일본)	공장화재 진압 및 석유공장화재진압용 원격소화로봇	
동경소방서 (일본)	인명 구출로봇 (RoboCue)	
Telerob & IVECO (덴마크)	소방 펌프카로 운반, 화재진압요원과 작업 원격 조작식	
West Yorkshire Fire Service and JCB (영국)	공장화재 진압 및 석유공장화재 진압	
Singer Associates Fire Equipments Inc. (미국)	터널, 지하철 또는 건물 내부 화재 진압	

[그림 2-6] 세계 소방로봇 개발 동향

출처 : 국내 재난극복 및 인명구조 로봇 기술 개발 현황, 이성욱·김승호·정승호, 2007

제 3 장 기술적 타당성 분석

제 1 절 기술개발계획의 적절성

1. 기획과정의 적절성

국가 연구개발 사업의 계획은 적절한 기획을 통해 도출되며, 기획은 최적의 수단으로 목표를 달성할 수 있도록 미래에 취할 행동을 위한 일련의 결정을 준비하는 계획의 과정이다. 즉, 기획 과정의 적절성에 대한 검토는 연구개발사업이 기획된 배경, 경위 등의 과정에 대한 분석을 통하여 기획단계의 오류로 인한 연구개발사업의 부실화를 미연에 방지하기 위함이다. 동 사업의 기획과정의 적절성을 분석하기 위해 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침의 필수 평가질문을 검토하였다.

가. 기획에 참여한 전문가 풀의 적정성

주관부처는 동 사업의 기획을 위해 총괄기획위원회(18명)를 중심으로 현장수요위원회(17인), 로봇기술기획위원회(20인), 정책 및 경제기획위원회(5인)를 구성하였음을 제시하고 있다. 중복적으로 기획에 참여한 전문가를 제외하면 총 45인이 동 사업의 기획에 참여하였으며, 기획위원회에 참여한 산·학·연 전문가의 비율은 연구소 비중이 48.9%로 높게 나타나고 있어 산업계·학계·개발로봇의 직접적인 수요자 등의 추가적인 의견 수렴이 다소 미흡한 것으로 판단된다.

<표 3-1> 기획에 참여한 전문가 분포

구분	산	학	연	관
총괄 기획 위원회	에어텍미디어(1) 화담알엔알(1) * 한국수력원자력(1) 레인보우(1)	용인대학교(1) 경일대학교(1) 한국외국어대학교(1)	한국로봇융합연구원(2) 국립재난안전연구원(1) 한국생산기술연구원(1) 한국전자부품연구원(1) 한국소방산업기술원(1) * 한국원자력안전기술원(1) * 한국원자력연구원(1)	산업부(1) 중앙소방학교(1) 경북119소방본부(1)

구분		산	학	연	관
현장 수요	복합 재난	한국방재협회(1)	*용인대학교(1) *경일대학교(1)	*국립재난안전연구원(1) 한국로봇융합연구원(1)	중앙소방학교(2) *경북119소방본부(1)
	원전	한국수력원자력(4)		한국원자력안전기술원(4) 한국로봇융합연구원(1)	
로봇 기술	복합 재난	한국로봇산업협회(1) *에어텍미디어(1) *화달알엔알(1) 삼성탈레스(1) 케이엔알시스템(1)	성균관대학교(1) 경희대학교(1)	*한국소방산업기술원(1) *한국전자부품연구원(1) 한국과학기술연구원(1) 한국지식재산전략원(1) 한국로봇융합연구원(2)	
	원전	*레인보우(1) 퍼스텍(1) 디알비파텍(1)		한국원자력연구원(2) 한국로봇융합연구원(1)	
정책 및 경제			*한국외국어대학교(1)	한국산업기술평가원(1) 한국로봇산업진흥원(1) 산업연구원(1) *한국로봇융합연구원(1)	
		13명 (28.9%)	5명 (11.1%)	22명 (48.9%)	5명 (11.1%)

출처 : 추가제출자료 재구성(* 중복명단)

나. 수요조사의 적절성

주관부처는 복합재난 및 원전분야로 나누어 수요자의 니즈를 기반으로 과제 도출을 진행한 것으로 제시하고 있다. 복합재난의 경우 소방방재청 재난현장 표준작전절차를 토대로 복합재난 대응 시 소방관의 어려움을 난이도, 위험도, 발생빈도로 설문조사를 수행하고 개발필요 기술 및 필요로봇 기술을 개발할 예정이다. 원전분야의 경우, 원전수요처 및 원자력 안전관련 전문가의 니즈를 반영하여 필요 임무 및 필요로봇을 제시하고 있다.

그러나, 주관부처에서 개발하고자 하는 로봇에 대해 수요자인 국민안전처 및 원전 사업자인 한국수력원자력 등과의 상호 협력에 관한 협의는 진행하였으나, 동 사업에서 추진하고자 하는 로봇의 구체적인 기능, 활용 및 보급방안에 대한 협의는 진행되지 않은 한계가 존재한다. 동 사업이 성공적으로 수행되어 개발 결과물을 활용하기 위해서는 최종 수요자의 의견 반영, 시범사업 및 보급사업을 위한 구체적인 협의 내용의 제시가 필요하나 이에 대한 내용이 미흡한 한계가 존재한다.

프로젝트 과제 선정 방향

- 1단계로 철저한 수요자 Needs 설문을 기반으로 2단계로 수요 전문가논의를 통해 최종 방향결정
- 복합재난은 다수의 소방관 경험 기반의 Bottom-up방식, 원전사고는 국내 사례가 거의 없기 때문에 Top-down식의 델파이 조사와 해외사례를 기반으로 접근
- 기타 정책적 Needs에 의한 프로젝트는 총괄기획위원회를 통해 방향 설정



[그림 3-1] 동 사업수요조사 및 과제도출 과정

출처 : 기획보고서

다. 우선순위 설정과정

사업주체가 로봇 플랫폼과 세부기술을 선정하고 다양한 전문가 검토를 실시하였으나, 동 사업의 목표와의 부합성을 고려한 우선순위 설정과정은 미흡한 것으로 판단된다. 재난 관계자 설문 및 전문가 자문을 토대로 재난대응 대상사고를 화재·폭발·가스누출·붕괴·원전사고로 설정하고 필요 로봇 작업과 기능을 도출하였으나, 세부기술선정과정과 재난피해 저감을 위한 로봇플랫폼과의 연관성이 다소 미흡한 것으로 판단된다. 복합재난 분야의 경우 소방방재청 재난현장 표준작전절차(SOP)를 토대로 소방관 대상 작업별 난이도 및 위험도 등을 고려하여 주요 대응 작업의 우선순위를 도출하고 필요로봇 플랫폼 및 요소기술을 정의하였다. 그러나 로봇플랫폼 및 요소기술의 선정에 있어 동 사업의 목표인 재난피해 저감을 위한 로봇플랫폼의 명확한 정의, 역할, 중요성 등이 우선순위 설정과정에 고려되지 않

은 한계점이 존재한다. 또한, 원전로봇 분야의 경우 원전 내에서 필요한 임무에 대한 설문 조사를 토대로 우선순위를 설정하고 전략추진과제를 제시하고 있으나, 원전 사고에 대한 대응에 필요한 로봇보다는 원전 운용에 있어 필요한 로봇 기능 위주로 구성된 한계가 존재하여 우선순위 설정과정에 동 사업의 목표와 부합하는 지를 판단하기 위한 기준이 제시되지 않은 한계가 존재한다.

장비구축과 관련하여 안전로봇 기획위원회 및 기업 수요조사를 통해 21개의 장비를 도출하고 사업의 부합성, 중복성, 활용성 등을 토대로 한 우선순위 조사를 통해 8개의 장비를 선정하였음을 제시하고 있으나, 연구 장비는 효율적 활용이 목적이므로 수요조사 및 실태조사 등을 통해 장비의 수요대상자를 정의하고 이에 따른 활용가능성에 대한 면밀한 검토가 요구된다.

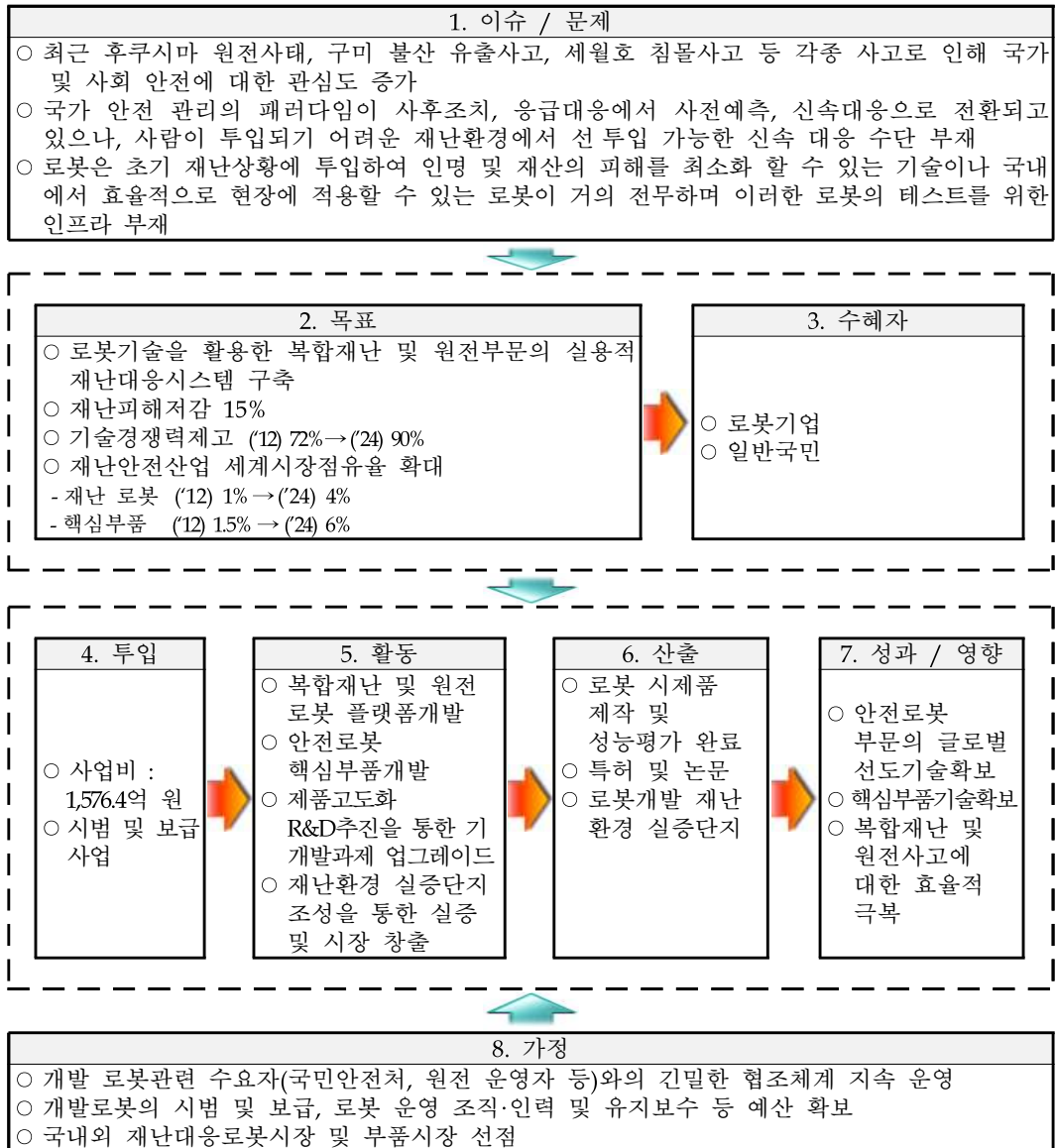
라. 예비타당성조사 착수 전 기획 완료 여부

동 사업은 예비타당성조사 착수 전에 사업기획보고서를 제출하였으나, 사업내용 및 사업비의 변경을 요청하여 변경기획보고서를 제출하였으며, 추가제출자료 등을 통해 일부 기획내용이 보완되었다. 예비타당성조사 착수 시 제출된 기획보고서에는 재난 및 원전 전문가 요구사항 등이 적절하게 반영되지 않았으나, 변경 기획을 통해 수요자 니즈를 반영하여 실질적인 기획이 완료된 것으로 평가된다.

2. 목표설정의 적절성

동 사업은 로봇기술의 활용을 통한 복합재난 및 원전 부문의 실용적 재난대응시스템 구축을 목표로 하고 있으며, 이를 통해 재난피해 저감, 기술경쟁력제고 및 재난안전산업 세계 시장점유율 확대를 계획하고 있다.

<표 3-2> 동 사업의 기획보고서에 기반한 논리모형



가. 해결해야 할 문제/이슈 도출의 적절성

국가 안전 관리의 패러다임이 사후조치, 응급대응에서 사전예측, 신속대응으로 전환되고 있고, 인간이 직접 투입되기 어려운 상황이거나 구조적으로 물리적 지원이 필요한 재난환경에서 선투입이 가능한 신속 대응으로서의 로봇 개발의 필요성은 인정된다. 그러나, 동 사업이 복합재난 및 원전부문의 실용적 로봇개발을 목표로 하고 있으므로 재난에 대한 효과적인 대비를 위해서는 추가적인 검토가 필요한 것으로 판단된다.

재난 대응을 위한 로봇의 활용성을 높이기 위해서는 기존에 경험하거나 알려진 위험 요인들에 대해 대응할 수 있는 요소 기술적, 시스템적 해결책과 함께 보다 근본적인 재난 발생에 대한 이해가 선행되어야 한다. 재난 대응에 대한 연구는 아직도 기술적 초기단계임을 고려할 때 재난에 대한 identification 및 roadmap 등을 제시함으로써 로봇의 활용이 가능한 재난의 발생 원인, 발생 영역, 활용가능성 등에 대한 전반적인 예측 등에 대한 접근이 필요한 것으로 판단된다.

또한, 동 사업에서 개발하는 로봇이 활용되기 위해서는 국민안전처 및 원전관련 운영자 등과의 긴밀한 협조체계 마련을 통한 로봇플랫폼/주요기능 도출 및 운영 조직·인력·예산 등에 대한 협의 내용에 대해 구체적으로 제시가 필요하다. 로봇이 개발된 이후 활용가능성에 대한 면밀한 검토 부재, 운영상의 어려움 등으로 직접 활용되지 않는 경우가 존재하므로, 국가적인 재난대책 차원에서 수요처와 운영방안을 수립한 후 사업을 추진할 필요가 있다.

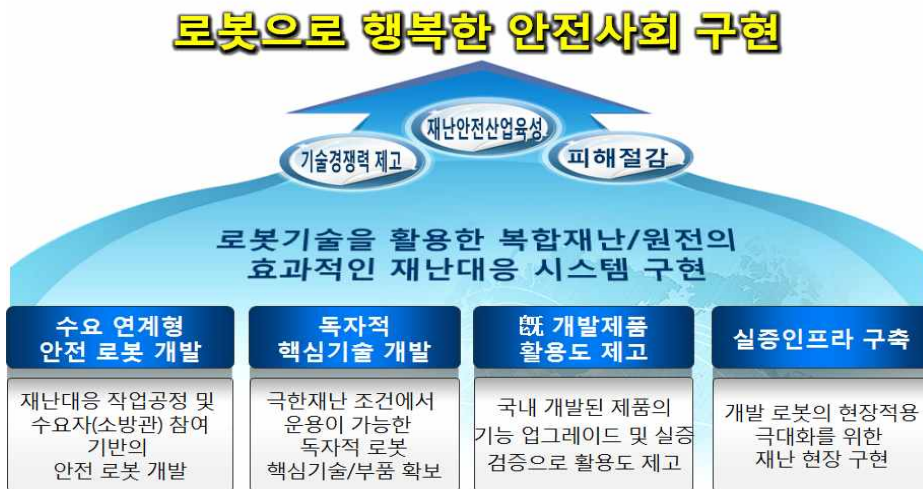
나. 수혜자 표적화의 적절성

동 사업의 직접적인 수혜자는 로봇기업이며, 추후 보급·확산 등을 통해 일반국민이 피해 저감에 대한 혜택을 얻을 수 있어 수혜자는 로봇기업 및 일반국민으로 판단된다. R&D 부문 예비타당성조사 표준지침에서 정의하는 수혜자는 사업 결과의 활용을 통한 직접적인 경제적 혜택을 받을 것으로 예상되는 주체로서 로봇기업은 연구개발 참여를 통한 국가연구개발 사업비 수혜, 시범/보급 사업을 통한 매출 향상, 결과물의 사업화로 인한 직접적인 수혜자로 판단된다. 또한 일반국민은 안전 로봇의 보급·확산이 안정적으로 추진되면 자금의 수혜자는 아니나, 재난에 의한 피해의 저감에 대한 수혜를 받을 것으로 예상된다. 그러나, 개발된 로봇 플랫폼의 운영 주체가 사업주체와 달라 수혜의 불확실성이 존재하므로 보급 및 확산에 대한 면밀한 검토가 필요하다.

다. 사업목표의 적절성

목표성과로서 재난피해 저감 15%, 기술경쟁력 제고('12) 72% → ('24) 90%), 재난안전산업 세계시장점유율 확대(재난 로봇:('12) 1% → ('24) 4%, 핵심부품:('12) 1.5% → ('24) 6%)를 제시하고 있다.

‘재난피해 저감 15%’ 목표는 동 사업의 기술개발만을 통해 달성될 수 있는 사항이 아니므로, 재난대응 부처를 중심으로 국가적인 차원에서 체계적으로 관리되어야 하는 목표인 것으로 판단되므로 동 사업의 사업 기간 내 동 사업을 통해 달성 가능한 목표에 대한 명확한 개념을 제시할 필요가 있다. 또한, 재난으로부터 국토, 국민의 생명, 신체, 재산을 보호하기 위한 ‘재난 및 안전관리 기본법’, ‘재난 및 안전관리기술개발 종합계획’ 등에 관련 내용이 명시될 필요가 있으며, 재난대응 부처에서 별도의 조직·인력·예산을 통해 재난손실을 저감할 수 있으며 사업주관 부처는 관련 수단을 제시하는 역할을 수행하는 것이 바람직하다.



[그림 3-2] 동 사업의 추진목표

출처 : 기획보고서

재난대응로봇을 활용한 재난피해 저감 목표는 소방관계자 113명을 대상으로한 설문조사를 토대로 로봇투입 시 재난 유형별 재난손실 저감효과를 토대로 설정하고 있으나, 재난손실에 대한 저감효과의 산정에 있어 기존 사례가 존재하지 않음에 따라 불확실성이 존재함

은 인정되나, 재난로봇 활용률 제고를 통한 재난손실 저감을 위한 구체적인 목표달성 성과 측정 방안 제시가 미흡한 한계가 존재한다.

동 사업은 2020년에 종료된 이후 시범사업 및 보급·확산을 통해 로봇 활용률을 높일 예정이므로, 단계별 재난피해 저감 목표 설정과 성과측정 방안 제시가 필요하다. 또한, 동 사업에서 추가적으로 제시하고 있는 기술경쟁력제고 및 재난안전산업 세계시장점유율 확대는 동 사업의 목표가 아닌 관련 산업부문의 전체적인 목표에 해당되므로, 동 사업만의 성과를 측정할 수 있는 목표 설정이 필요한 것으로 판단된다.

라. 사업목표와 해결할 문제와의 연관성

동 사업은 초기 재난상황에 투입하여 인명 및 재산의 피해를 최소화 할 수 있도록 사람이 투입되기 어려운 재난환경에서 선 투입 가능한 신속 대응 수단인 로봇을 개발하여 재난 피해에 대한 저감을 목표로 하고 있어 사업의 목표와 해결할 문제와의 연관성은 존재하는 것으로 판단된다. 그러나, 사업주관 부처가 로봇 개발을 담당하고 운영은 재난대응 부처가 담당하여, 수행주체 이원화로 긴밀한 협조체계 구축이 수반되어야 동 사업의 목표인 피해 저감 목표를 달성할 수 있을 것으로 판단된다. 주관 부처가 신규 로봇을 개발하여 시범·보급 사업에 재난대응 부처의 참여를 유도 할 수 있으나, 현장인력 피드백 부족, 로봇 운영의 어려움 등으로 재난손실 저감 목표 달성 가능성이 명확하지 않은 한계가 존재한다.

마. 사업목표 측정 수단의 적절성

로봇 투입을 위한 사고 상황 및 로봇 활용 시나리오를 수립하고 '재난대응도' 평가가 가능할 정도의 측정 수단의 제시가 필요하다. 사업주체는 재난 상황이 복합적으로 이루어지므로 실제에 가까운 복합적인 재난환경을 구축하여 테스트를 진행하는 방안을 제시하고 있으나, 재난관련 전문가의 검토 등을 토대로 재난대응도 평가 기준 마련이 필요한 것으로 판단된다. 이를 위해 재난유형별로 필수 시나리오 등을 작성하고 대응도 평가를 진행할 수 있도록 성과 목표, 지표, 측정 수단이 제시될 필요가 있다. 사업 추진 시 재난대응 부처와 협의하여 재난이 발생할 경우 로봇을 활용하기 위한 매뉴얼 작업이 함께 추진되어야 할 것으로 판단된다.

로봇의 활용에 역점을 두어, 제안하고 있는 시나리오가 재난대응 부처의 매뉴얼에 포함

되어 사업목표 측정에 활용될 필요가 있으며, 성과평가를 위한 핵심성과지표를 상세하게 제시하고, 지표를 평가하기 위한 명확한 기준선에 대한 고려가 필요하다.

바. 투자 우선순위 설정

사업진행 과정에서 예산투입 감소 등 정부예산 지원의 문제 발생 가능성에 대비한 우선순위가 제시되어 있다. 분야별 우선순위는 복합재난로봇개발, 실증단지 구축사업, 원전로봇개발, 핵심부품개발사업 및 제품고도화사업으로 우선순위를 설정하여 제시하고 있다. 우선순위의 설정을 위해 개발성공가능성, 현장 활용성, 개발 후 파급효과 등을 고려하여 전문가 의견을 반영하였다.

<표 3-3> 투자 우선순위 선정 근거

국민안전로봇 사업		우선순위 선정 근거				우선순위
		개발성공 가능성	현장 활용성	개발 후 파급효과	합계	
첨단안전 로봇개발 사업	복합재난로봇 (통합운용시스템 포함)	8	9	8	25	1
	원전로봇	8	8	7	23	3
핵심부품 개발사업		7	6	9	22	4
제품고도화 사업		8	8	5	21	5
실증단지 구축사업		8	9	7	24	2

출처 : 추가제출자료

3. 구성 및 내용의 적절성

가. 세부활동과 사업목표와의 연계

첨단안전로봇개발, 핵심부품개발, 제품고도화사업 및 실증단지구축사업 등의 세부 과제내용은 동 사업이 제시한 피해저감, 재난안전산업 육성 등의 목표와 개념적으로 논리적인 연계 구조를 가지고 있는 것으로 판단된다. 동 사업에서 제시하고 있는 첨단안전로봇개발을 통한 재난피해저감, 로봇개발 및 핵심부품 개발을 통한 재난안전산업 시장점유율 확대, 기 개발과제의 제품 고도화 및 실증을 통한 기술경쟁력 제고 등은 상호 연계되는 구조로 판단된다.

<표 3-4> 사업목표와 세부 활동

사업목표	사업 세부 활동
○ 재난피해저감 15%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시설의 대형화 및 사회시스템의 복잡성 등으로 사람이 투입되기 어려운 재난환경에서 신속대응이 가능한 첨단 안전로봇 개발(7개 과제) ○ 안전로봇 분야의 센싱, 구동, 조작, 제어 등을 위한 다양한 공통 부품 기술개발을 통한 신규 시장창출(5개 과제) ○ 기 개발된 재난로봇 관련 R&D 중 기술적인 이유로 현장 활용성이 낮은 제품에 추가적인 지원을 통해 제품의 성능을 고도화하여 활용 가능하도록 추가적인 R&D를 지원 ○ 안전 로봇 실증시험평가 인프라 구축을 통해 다양한 실내 재난 환경을 모의적으로 구현하여 플랫폼의 성능을 검증
○ 기술경쟁력제고 (‘12) 72%→(‘24) 90%	
○ 재난안전산업 세계시장점유율 확대 - 재난 로봇 (‘12) 1%→(‘24) 4% - 핵심부품 (‘12) 1.5%→(‘24) 6%	

출처 : 기획보고서 재구성

나. 기술개발과제 내용의 구체성

동 사업의 과제는 각 단계별로 세부기술, 핵심기술, 주요사양을 제시하고 있으며, 단계별 목표사양 및 개발목표를 제시하고 있으며, 기술개발과제의 목표 설정을 위해 핵심기술과 주요사양을 세계최고수준과 비교하여 제시하고 있다. 그러나 동 사업이 복합재난 및 원전 사고 시 로봇 활용을 통해 피해저감 등을 목표로 하고 있으므로 세부 연구개발계획의 활동 내에서 기술적 안정도, 신뢰성 확보 방안이 구체화되어야 한다.

관련 분야 전문가 의견을 토대로 과제별 구체성을 검토한 결과, 제시된 과제는 추가적인 검토 및 중복적 연구내용 구성에 따른 조정도 필요할 것으로 분석되었다.

‘복합재난 농연환경 내 환경인지 및 독립 통신망 구축 가능한 비행환경 극복형 분리합체형 지상이동 Scout robot 개발’은 화재, 폭발 등 재난현장에서 원격조정을 통해 재난 현장의 정보를 빠르게 확보하기 위해 각종 감시정찰 센서를 탑재하고 지상이동 또는 비행이동을 통해 재난현장을 이동할 수 있는 원격 정찰 로봇 플랫폼 개발이 목적이다. 동 과제에서 제시하고 있는 모듈형 및 가변설치형 방식은 장비의 최적화의 저해 요인으로 작용할 수 있으므로 과제초기부터 부하용량에 최적화하여 임무 장비를 설계하는 것이 바람직한 것으로 평가된다. 재난현장은 다양성이 높기 때문에 상황에 맞춰 효율적인 로봇 활용을 위해 모듈형을 제안하고 있다고는 하나, 상황을 정의하고 이에 맞는 부하용량에 따른 비행임무장비의 설계 및 최적화 작업을 고려하는 것이 보다 효율적인 시스템을 개발할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 재난현장 감시정찰용 로봇의 경우, 기개발품의 경우 임무장비(매니플레이터) 포함 시 17kg 수준임을 고려해 볼 때, 중간검토회의 이후 해외사례 등을 토대로 한 소명자료를 통해 제시한 본체 무게 4kg, 임무장비 장착시 7kg이내 수준은 제안된 형상 및 중량을 기반으로 제시된 기능을 수행하는 것은 복잡한 재난현장을 고려할 때 전체 요구조건을 충족시키기 어려운 것으로 판단되므로 가능성에 대한 면밀한 재검토가 필요하며 이에 따른 비행임무장비의 형상 및 구조 등에 대한 검토가 필요한 것으로 분석되었다. 또한 [그림 3-3]과 같이 민간에서도 유사한 플랫폼 연구가 진행되었고 우수한 플랫폼이 국내에서 개발되고 평가를 마친 상태이므로²⁾ 기개발 기술의 연계 및 활용방안을 구체화할 필요가 있다. 재난현장 감시정찰용 로봇과 같은 플랫폼은 OOO연구소 및 원자력연구소 등에서 관련 연구를 수행한 이력이 있으므로 협력기반 마련 등을 통해 미확보 기술을 명확히 하고 연구내용을 구체적으로 정의한 후 추진함이 바람직한 것으로 판단된다.



[그림 3-3] 유사 플랫폼 연구개발 현황

2) 초견로봇, 로봇월드2013 전시, 시범보급사업(2013~2015.4) 완료

‘복합재난 농연환경 내 인명구조 및 자율회귀 가능한 Rescue robot 개발’은 재난환경에서 구조대원과 일정한 거리를 유지하며 생존자 구조작업을 지원하는 로봇 플랫폼 개발이 목적이다. 농연환경 등 열악하고 긴급한 재난환경에서 구조대원을 신뢰성있게 따르고 복귀하는 기술 구현 및 충돌에 대한 기계적 안전장치 등을 구체화할 필요가 있으며, 환자 이송 등에 있어 기존 구급차장치와 차별성이 무엇인지 구체화하고 인명구조 매뉴얼 등을 참고하여 활용도를 구체적으로 제시할 필요가 있다. 또한 이동플랫폼(250kg 이내), 캡슐(30kg 이내), 환자의 무게를 고려할 때 실제적으로 재난현장에 투입할 경우 추가 붕괴 등이 우려되는 등의 한계점이 존재하므로 이에 대한 활용가능성에 대해 면밀한 검토가 선제적으로 요구되며, 이동 플랫폼의 이동 속도에 대한 목표 사양을 추가적으로 검토할 필요가 있다.

‘복합재난 사고현장 초동대응을 위한 공간확보 및 작업지원용 Fire robot 개발’은 가스누출, 붕괴/폭발 위험지역 등 인명피해가 우려되는 위험 지역에 신속 투입 후 진압/방재 및 긴급구조 작업수행을 위한 장갑 기능을 갖춘 유무인 로봇기술 개발을 목적으로 하고 있다. 동 과제는 특수재난현장 긴급대응 기술개발사업(소방방재청)의 ‘한국형 원격조정 파괴 방수차 개발(‘12~‘15)과 기능이 유사한 것으로 판단되며, 일부 유압식 로봇팔, 힘지 이동기술, 원격조정기술 등을 차별적 요소로 판단된다. 재난로봇 기술은 국제적으로 미완의 기술로 분류되므로 상기 유사한 과제의 현장 활용성을 검토한 후 현장의 니즈를 반영하여 차별성으로 제시된 요소기술을 접목하는 방안으로 진행하는 것이 타당한 것으로 판단된다. 장갑형 로봇 본체인 이동형 플랫폼의 경우 산업기술에 가깝고 대형이동 플랫폼 등에 대한 연구 수준 등을 고려할 때 관련 연구개발에 대한 예산을 축소할 수 있을 것으로 판단된다. 유압로봇에 대한 기술개발은 산업화 등이 가능한 분야로 판단되므로 사업화 전략을 제시할 필요가 있으며, 유인 또는 무인 방재가 필요한 환경을 명확히 제시하고 각각의 환경에 최적화된 운용 기능을 갖는 로봇 개발이 필요한 것으로 판단되며, 유인 방재의 경우 내부 탑승자의 생명 보호 시스템에 대한 구체적인 내용이 제시될 필요가 있다.

‘원전 내부 협소공간 이동 및 자가 자세유지형 경량 비행로봇 개발’은 원전 내 사건 및 사고 상황 등 발생시, 운전원 투입 전에 신속하게 복잡한 원전내부 대상지역으로 이동하여 대상 장비 및 환경 정보를 획득하여 원격지에 전송하는 비행 정찰 로봇 개발이 목적이다. 원전 사건 및 사고 상황에서 수행할 로봇의 임무가 명확하지 않으므로 수행할 시설의 구체적인 목표시설의 환경 분석이 추가적으로 요구된다. 원전 내부는 복잡한 구조물 및 계측장치가 설치되어 외부 물체가 유입되어 충돌되었을 경우의 문제점 등이 분석되지 않고 단순히 비행장치의 안전을 고려한 형태인 것으로 판단된다. 또한 누적방사선량 목표치 등이 과소하게 설정되어 연구개발 종료 후 선진국과 대등한 수준의 기술 확보 및 현장 적용이 어려울 것으로 판단된다. 원전 사건, 사고 상황에서 제시된 센서 인터페이스기술 이외에 사용

자가 필요한 정보를 획득할 수 있는 추가적인 장치나 방법에 대한 구체화가 필요하다. 레이저/비전 센서 등을 활용한 충돌방지 기능 적용이 오히려 필요하며, 고도 유지 및 속도에 따른 제어 등을 구체적으로 제시할 필요가 있다. 원전 내 사고 등을 감안할 때 원전감시에 적합한 소형, 호버링 기술, 충돌회피를 위한 초음파센싱, 바닥형상인식, 고도측정, 원전 내부 이동경로 슬램 맵핑 학습, 증기환경용 줌 카메라 장치, 원전 내부 격벽지역 비행을 위한 통신 리피팅 장치를 보유한 드론 등을 고려해 볼 필요가 있는 것으로 판단된다. 세부 목표로 제시하고 있는 오차 5°는 1m의 엔드스코픽 말단에서의 제시된 위치제어 오차로서 현실적으로 불가능한 목표로서 목표한 환경정보 측정이 가능한지 의문시되며, 목표 원전환경 분석에서 배관 파손 등으로 인해 수증기가 분출되어 시계가 1m 이내로 제약되는 실내 환경으로 설정하였으나, 과제 목표 및 세부 활동에 있어서는 구체적으로 가시거리를 확보할 수 방안이 제시되지 않아 동 과제 추진의 타당성이 미흡한 것으로 평가된다. 또한 KAIST에서 개발한 국방용 고탄성 외부셀 장착비행로봇과 차별성이 부족하며 기 개발된 제품의 원전적용을 위한 응용정도의 개발에 대한 투자 필요성은 미흡한 것으로 판단된다.

‘원전 내 준고소영역 계측 및 작업용 지상 이동 로봇’은 원전 내 사건 및 사고 상황 시 운전자의 진입 가능여부를 사전에 파악하고 밸브 조작 등의 긴급 조치를 통해 중대사고로의 확산을 미연에 방지하기 위한 지상이동 로봇 개발이 목적이다. 원전 내 이동식 로봇에 대한 기술개발은 기 추진되었거나 현재 진행 중이므로 이에 대한 차별성이 미흡하며, 단지 엘리베이션, 아웃트리거 일체형 작업 지원 모듈이 차별적인 요소이나 이는 이미 상용기술에 해당되므로 동 과제의 추진 필요성이 미흡하다. 원자력기술개발사업(미래부)의 ‘원자력 비상상황 원격대응 핵심기술개발(‘12~’17, 원자력연구원)’, 로봇산업융합핵심기술개발사업(산업부)의 ‘원전 고방사선구역 작업환경 모니터링 로봇시스템 개발(‘11~’15)’ 등이 추진 중인 것으로 파악되고 있으며, 현재 한국수력원자력 중앙연구원에서 자체 연구과제를 통해 ‘원전 긴급사고 조치용 원격 제어로봇 기술개발’을 추진하고 있는 것으로 파악되어 상당 부분에 있어 유사성이 있어 중복성을 피하기가 어려울 것으로 판단된다. 또한 제시된 세부목표에 비현실적인 요소가 다수 포함되어 있다. 예를 들어, 로봇팔이 원전의 통상적인 밸브를 비상시에 작동하기 위해서는 최소 6축 (6DOF)이 필요하나, 최종결과물은 3DOF 이상으로 제시되는 등 기술적 도전성이 미흡한 것으로 판단된다.

‘원전 내 연료 저장조 검사 및 관리용 로봇’은 원전 연료 저장조 수중 환경에서 저장조 내부 환경정보 수집 및 내부 균열의 검사를 통해 누수사전 방지 및 저수조 외곽의 이물질 수거를 위한 수중 작업용 로봇 개발이 목적이다. 국내원전에서는 2005년 고리1호기 사용 후 연료 저장조 누설 및 정비 사례가 보고되었으며, 해외 원전에서는 PWR에 국한하여 EPRI 자료³⁾를 검토한 결과 3건의 사례가 보고되었는데 누설부위는 모두 코너 부분과 Weld

Seam 부분으로 제안된 로봇의 주요 누설부위에 대한 검사는 거의 불가능한 구조인 것으로 평가된다. 동 사업의 목표의 재난상황이라기 보다는 원전의 일상적인 유지/보수에 관한 내용으로 동 사업의 취지와 부합하지 않은 한계도 존재한다.

‘복합재난 사고대응 지원용 다중로봇 통합관제 운용 시스템’은 다수의 로봇을 투입하여 로봇조정자가 원격으로 다중 로봇을 제어하여 재난 피해상황 파악과 긴급 대처작업, 또는 초기 복구 작업을 할 수 있는 이동형 통합관제 시스템 개발이 목적이다. 세부 로봇의 개발이 불확실한 상황에서 대규모 예산을 투입하여 통합관제 운용 시스템을 구성하는 것은 적절하지 않은 것으로 판단되며, 연구내용에 대한 필요성, 세부개념, 개발 및 입증 방안, 타 장비(다중/이종 로봇)과의 연동성 등이 명확하게 제시되어 있지 않아 제시된 세부 활동의 구체화가 미흡한 것으로 분석된다. 즉 통신방식, 대역폭 및 통신 속도에 대한 심층검토가 필요하며, 특히 재난현장이 건물 내부이거나 통신이 제한되는 경우에는 어떤 방식으로 통신단절을 극복할 지에 대한 대책 등이 구체적으로 마련되어야 할 것으로 판단된다. 또한, OOO연구소 주관으로 개발 중인 ‘OOO용 다중로봇 통합운용/제어기술(‘11-’16) 과제에서의 운용개념과 매우 유사한 것으로 조사되어 이의 연계 전략이 필요할 것으로 판단된다.

5대 핵심부품 R&D의 과제별 검토 결과, 국내 기술개발 수준 등의 추가적인 검토 및 구체화가 필요한 것으로 분석되었다.

<표 3-5> 5대 핵심부품 R&D 검토 결과

세부과제	검토의견
농업 환경 극복형 시각 인식 센서 모듈	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농업환경에서 활용 가능한 시간 인식 센서의 개발필요성은 높으나, 농업 환경에서 실질적인 센서의 구체적인 요구사항의 제시가 미흡함 ○ 농업 환경에서 사용할 수 있는 핵심 센서 모듈 개발에 대한 구체적인 개발목표 설정이 요구됨 <ul style="list-style-type: none"> - 구체적인 농업을 위한 센서의 성능 및 스펙트럼의 제시가 없이 기존 센서의 융합 정도의 연구는 구체성이 미흡함. 구체적인 농업환경에 대한 요구 조건을 제시하는 것이 우선적임
비가시 영역 인명 탐지 센서	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다양한 재난환경에서 인명을 탐색하기 위한 기술 필요성은 인정됨 <ul style="list-style-type: none"> - 소방 및 경찰청 등에서 관련 수요가 존재하는 것으로 파악되며, 기존연구에 대한 검토를 토대로 활용 방안을 검토하는 것이 필요함 - 일부 기업체 등에서 UWB센서를 국방 및 보안관련 센서로 개발하여 실용화하는 등의 사례가 존재하므로 이에 대한 검토 후 핵심기술 위주의 기술개발 필요성이 인정됨 ○ 그러나 환경의 영향(기존 전파 등과 혼신 가능성 등)이 큰 센서로 다양하고 현실적인 환경에서의 테스트, 데이터베이스화, 알고리즘 검증 등이 필수적임

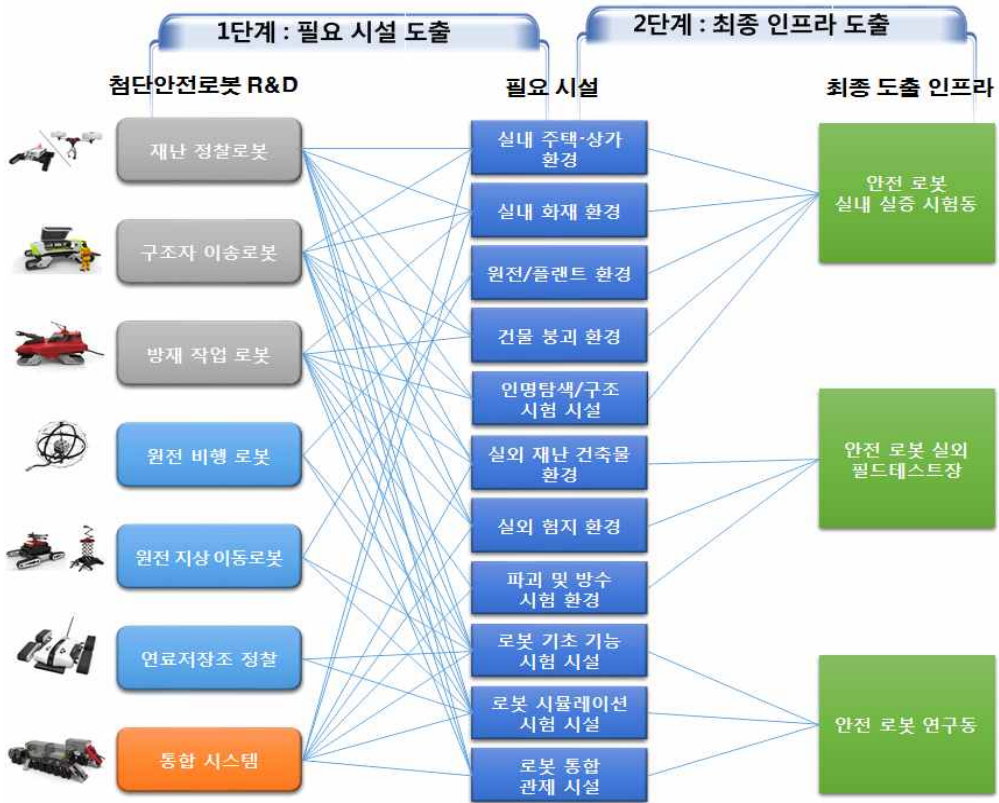
3) 2013 Technical Report : Spent Fuel Pool Accident Characteristics, Mitigation of Nuclear Fuel Pool Leaks, 2012 Technical Report : Advanced Electromagnetic Inspection Methods for Fuel Pool and Transfer Canal Liners 등

세부과제	검토의견
확장형 네트워크 운영 모듈	<ul style="list-style-type: none"> ○ 재난지역 인명 구조를 위해서는 구조요원 및 요구조자의 정확한 위치 파악이 필수적이며, 현장상황을 영상 혹은 음성 형태로 실시간 전파할 필요가 있음 <ul style="list-style-type: none"> - 이에 해당 운용을 위해 필요한 요소 기술 개발을 목표로 하는 본 과제의 연구개발 필요성은 타당함 ○ 기술개발 목표를 효과적으로 달성하기 위해서는 무엇보다도 요소기술 및 세부활동 계획이 구체적으로 수립되어야 하나, 본 제안서에서는 개략적이고 일반적인 수준에서의 요소기술 및 세부활동이 수립되어 있음 ○ 연구의 필요성 및 연구 내용 대비 세부목표 사양은 미흡한 수준임 <ul style="list-style-type: none"> - 예를 들어 세부목표 중 실외조건에서의 통신거리의 추가가 필요하며, 통신속도에 있어서도 영상 통신을 고려할 때 속도가 낮은 수준이며 방폭구조에 있어서도 기준을 구체화할 필요가 있음
협지구동용 인휠 독립구동 크롤러 시스템	<ul style="list-style-type: none"> ○ ‘재난극복이동기술 및 화점/인명탐지 로봇기술개발’ 과제의 결과물과 연계 추진이 가능한 것으로 판단되며, 메커니즘보다는 이동성향상을 위한 주행제어기술개발에 집중하여야 할 필요가 있음 <ul style="list-style-type: none"> - 인휠방식의 독립 구동은 국방분야에서 야지/협지의 조향 및 자세제어와 전복 방지 등의 안정성 제어가 다양하게 연구되었고 기존 바퀴형식에서 크롤러로의 형상적인 차이만이 존재하는 것으로 판단되므로 기존 개발 연구를 활용 연계하여 전략 마련이 필요함 - 부하하중, 크기, 자유도 등을 명확히 하고 주행속도/등판능력/선회반경 목표 등을 재검토할 필요가 있음
엔드스코픽 모듈	<ul style="list-style-type: none"> ○ 엔드스코프는 일반산업 뿐 아니라 원전의 유지보수 (증기발생기 전열관 2차측 내부관찰)에 주로 쓰여지는 장비이나 [과제4]의 배관 틈새 관찰을 위한 연구개발의 필요성은 낮은 것으로 판단됨 ○ 제한한 작업 반경 사양으로는 재난 및 원전 환경에서 효과적으로 활용하기에 한계가 있으며, 기존 유사한 장비와의 차별성 확보/수요자의 니즈파악이 우선시됨

동 사업은 기 개발된 R&D에 대해 제품고도화 사업을 통해 재난 로봇의 현장 적용 확대를 계획하고 있으나, 이에 대한 구체성이 미흡하며 기존사업과의 중복성이 존재하는 것으로 분석되었다. 시장창출형 로봇보급사업(산업부, 비R&D)은 로봇산업의 시장창출과 산업경쟁력 제고, 수출가능 로봇서비스 발굴을 위해 국가적·공공적 목적 부처주도형 과제(부처참여형, 지자체 참여형, 공공기관 참여형)와 수출 유망 분야 등 중소기업 중심 과제의 아이디어 발굴형(국내분야, 해외분야)으로 구분하여 사업화 단계의 로봇 제품(H/W, S/W, 부품 등) 및 관련 서비스를 시장 수요자 대상으로 사업화 검증을 지원하고 있어 동 사업을 통한 신규 추진의 타당성이 미흡한 것으로 판단된다.

실증인프라 구축을 위한 필요시설 도출에 있어 각 로봇플랫폼별 핵심성과지표와 이의 검증을 위한 인프라 구축을 정의하고 기 구축된 전문기관의 성능검증 방안을 제시하여 도출과정의 적절성은 인정된다. 안전로봇의 실내환경 모의 성능 테스트를 위한 안전로봇 실내실증 시험동은 로봇 기능에 대한 범용 시험을 위주로 수행하고, 방사선 및 화재 환경 등은

타기관의 인프라를 적극적으로 활용하는 방안을 고려해 볼 필요가 있는 것으로 판단된다. 대형사고 및 재난환경 필드 테스트장은 붕괴, 험지이동 등을 시험하기 위해 건설되므로 로봇 플랫폼 과제별 시나리오에 따라 적절하게 구축할 필요가 있다.



[그림 3-4] 인프라구축 도출과정

출처 : 추가제출자료

실증시험 인프라 구축사업 종료 후 인프라 활용 및 자립화 계획을 제시함에 있어 실증시험수수료, 임대수입, R&D과제 수주를 토대로 자립화가 가능함을 제시하고 있다. 그러나, 시험시설별 실증시험 평가 사업을 통해 수입을 산정하고 있으나, 관련 시험시설에 대한 수요가 제한적임을 고려할 때 동 인프라활용을 통한 시험평가 표준화 등 다각적 검토를 통해 자립화방안을 구체화할 필요가 있다. 수익성 확보 방안으로 사업 참여를 통한 연구비 수주 확대, 안전 및 신뢰성 등의 평가, 보유 인프라 내 입주업체 및 기업연구소 유치 등을 통한 임대료 수입 등을 제시하고 있으나, 별도의 연구개발과제가 없으면 자립이 어려울 것으로 판단된다.

다. 세부활동 간 시간적 선후관계

동 사업에서 세부사업별 자원투입 시기를 고려해 볼 때, 다음과 같은 문제점이 발생할 가능성이 존재한다.

복합재난 로봇과제의 개발 성공이 불확실성이 존재함에도 불구하고 대규모 예산투입을 통해 전체 통합관제운용시스템을 동일 시점에 투입하는 것은 위험성이 존재하며, 시설이 4차 년도에 완료되고 장비의 구축도 6차 년도에 설치가 완료되므로 기술개발과제 및 기개발과제의 제품 고도화 연구의 수행에 있어 시설 및 장비의 활용도 측면에서 연계성이 떨어질 가능성이 존재하므로 시설 및 장비의 구축 시점 등을 고려한 기술개발활동 계획이 수립이 필요하다.

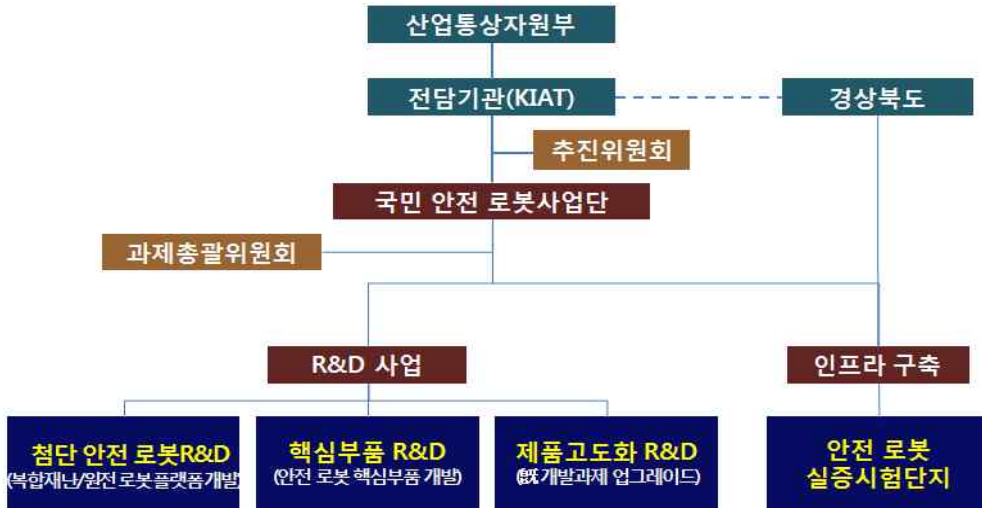
<표 3-6> 세부사업별 자원투입기간

구분	세부 사업	자원투입					
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	6차 년도
첨단안전로봇개발	복합재난(3개 과제)	■	■	■	■	■	■
	원전(3개 과제)	■	■	■	■	■	■
	통합관제운용시스템	■	■	■	■	■	■
핵심부품	5개과제	■	■	■	■	■	■
제품고도화	기개발과제 고도화	■	■	■	■	■	■
실증단지	시설 구축	■	■	■	■	■	■
	장비 구축	■	■	■	■	■	■

출처 : 기획보고서 재정리

4. 추진체계의 적절성

산업통상자원부의 연구관리 전문기관인 한국산업기술진흥원에서 사업총괄 전담 사업단인 가칭 ‘국민안전 로봇사업단’을 선정하여 기술개발과 기반조성을 위임하고, 국민안전로봇사업단은 중장기기획, 과제 발굴, 과제관리, 인프라 구축, 비즈니스 확산 등의 역할을 수행하는 것으로 제시하고 있다. 그러나 사업단 운영과 관련하여 연구개발과제 선정 등에 공정성을 확보하기 위한 구체적인 계획을 수립할 필요가 있는 것으로 판단된다.



[그림 3-5] 국민 안전 로봇프로젝트 추진체계

출처 : 기획보고서

추진위원회는 사업단 사업 및 정책목표에 부합하는 총괄 운영계획 및 주요 안전에 대한 최종결정·추진, 성과확산을 위한 지원 등을 담당하는 역할을 수행하며, 산업통상자원부 및 국민안전처 관련부서 담당관 및 외부 산학연 민간전문가를 포함하여 구성하는 것으로 제안하고 있으나, 추진위원회의 구성 및 결과물의 활용에 대해 국민안전처 및 중앙소방학교 등과의 일부 협의 내용만을 제시하고 있어 개발 결과물의 활용을 위한 지속적이고 구체적인 운영방안을 마련할 필요가 있는 것으로 판단된다. 또한, 로봇 운용 전담인력이 없는 경우 재난대응의 효율성이 떨어질 수 있고, 별도의 로봇 운용 전담인력 양성 및 배치 등은 재난대응 부처의 예산과 관련되는 사항으로 해당 부처와 유지보수 및 인력양성 등에 대해 사업수행 이전에 협의가 필요하다.

동 사업의 완료 후 보급 사업이 추진될 경우 국민안전처/운전 운전자 등이 동 사업의 시제품을 인수하여 활용할 의사 및 예산 투입에 대한 방안 제시가 필요하다. 국민안전처, 한국수력원자력 등 관계부처 및 수요처와 동 프로젝트 기획 단계부터 협의 및 향후 동 사업이 본격화될 경우 소방관 및 원전 내 근무자 등 수요자의 요구를 적극 반영하는 것에 대한 구체적인 제시가 필요한 것으로 판단된다. 앞에서 언급한 바와 같이 현장보급을 위해서는 대규모 예산이 동반되어야 함을 고려할 때, 수요처인 국민안전처 등의 개발시제품에 대한 수요 확인 및 검증을 통한 활용성제고와 법·제도적 개선 등을 통해 예산확보를 위한 긴밀한 협조체계를 마련할 필요가 있다.

제 2 절 기술개발 성공가능성

1. 기술추세 분석

기술추세 분석에서는 특허분석을 통해 사업에서 제시한 분야와 사업기간을 기준으로 관련 기술발전단계가 대형 연구개발사업으로 추진되기에 적합한 시점인지, 기술적 목표를 위한 제반여건이 충실한지, 결과물의 활용여부가 대형자원을 투입하는 것에 대한 설득력을 확보할 수 있는지 등을 판단하게 된다.

한국, 일본, 미국 및 유럽의 공개 및 등록특허를 특허분석 대상으로 하여 선행특허조사를 통해 관련 특허를 추출하였고, 추출된 결과를 대상으로 정량분석을 수행하였다.

<표 3-7> 국민 안전 로봇 기술 분야 검색 DB 및 검색범위

자료 구분	국 가	검색 DB	분석구간	검색범위
공개·등록특허 (공개·등록일 기준)	한국	WIPS DB	1992.1 ~ 2011.12	특허공개 및 등록 전체문서
	미국	WIPS DB		특허공개, 특허공개(공표), 특허공개(재공표) 전체문서
	일본	WIPS DB		특허공개 및 등록 전체문서
	유럽 ⁴⁾	WIPS DB TOTAL PATENT DB		EP-A(Applications) 및 EP-B(Granted) 전체문서

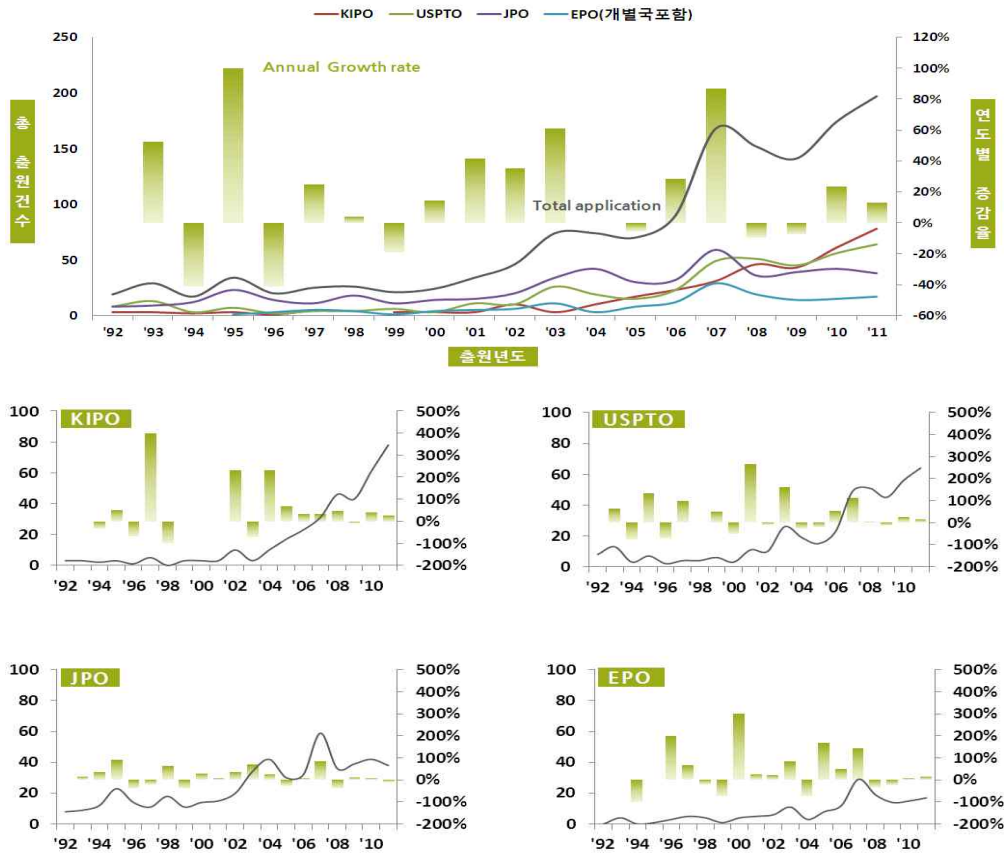
* 한국, 미국, 일본 및 유럽특허: 출원일 기준으로 분석하며, 1992년 1월부터 2011년 12월까지 출원되어 공개 또는 등록된 특허 전체를 대상으로 함

가. 국민 안전 로봇기술 분야 특허출원 동향

1990년대 초반부터 국민 안전 로봇 기술 분야의 특허출원이 시작되고 있기는 하나, 2000년대 초반부터 본격적인 특허출원이 이루어졌으며 이후 꾸준히 증가하다 2000년대 중반 이후부터는 급격하게 증가하는 추세를 보인다. 이는 2000년대 중반부터 재난환경에서의 신속한 대응 필요성에 대한 관심도가 높아짐에 따라 안전 로봇 분야의 특허출원 활동이 급격하게 증가하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

4) 유럽특허의 경우, EPO를 통한 출원과 더불어 영국, 프랑스 및 독일의 3개 개별국 특허를 분석대상에 포함하였음

전반적으로 한국, 미국, 일본 및 유럽 모두 2000년대 초반부터 최근까지 상당히 활발한 출원건수의 증가를 보이고 있으며, 최근 한국 및 미국의 경우 일본 및 유럽에 비해 상대적으로 높은 활동을 보이고 있다. 또한 국가별 출원건수로 살펴보면 한국이 최근에 급격한 증가를 보이며 최근 미국을 제치고 가장 많은 출원건수를 가지고 있는 것으로 나타났다.



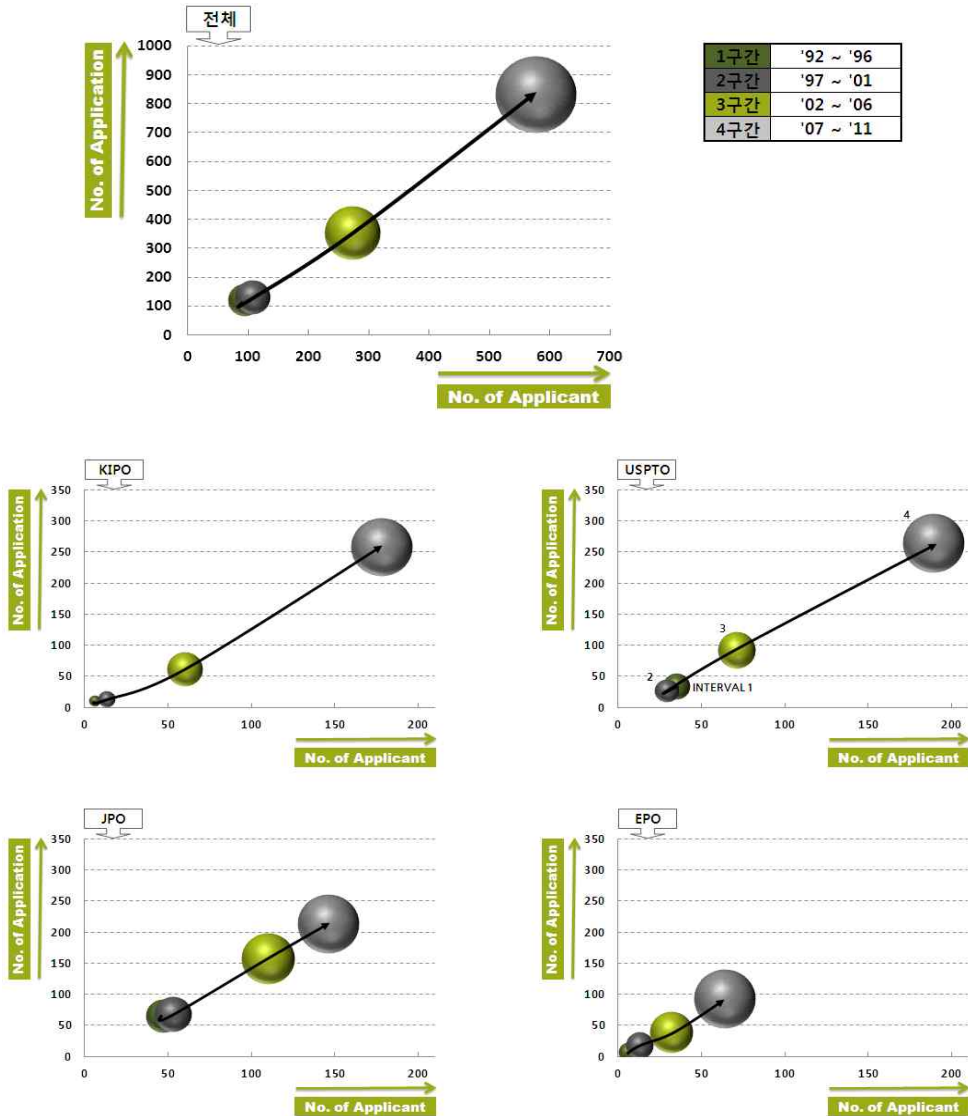
[그림 3-6] 국민 안전 로봇 기술 분야의 연도별 특허 동향

나. 국민 안전 로봇기술 분야 기술성장 단계

국민 안전 로봇 기술 분야의 기술성숙도를 알아보기 위해 1992년부터 2011년까지 출원된 특허를 각 5년 단위로 구간을 나누어 해당 기간 동안의 총 출원인수와 총 출원건수의 변화를 [그림 3-7]에 그래프로 나타내었다. 각 구간은 1구간(1992년~1996년), 2구간(1997년~2001년), 3구간(2002년~2006년) 및 4구간(2007년~2011년)으로 나누었고, 국민 안전 로봇 기술 분

야 전체특허의 기술 위치는 1구간(1992년~1996년)부터 4구간(2007년~2011년)까지 출원건수와 출원인수의 증가세가 지속되고 있어 전체적으로 성장기 단계인 것으로 판단된다.

한국, 미국, 일본 및 유럽 모두 출원건수와 출원인수가 활발한 증가추세에 있으며, 특히 한국 및 미국의 경우 3, 4구간(2002년~2011년)에서 눈에 띄는 성장세를 보이고 있다.



[그림 3-7] 국민 안전 로봇 기술 분야의 성장단계

2. 기술수준 분석

가. 재난구조 로봇기술 분야의 기술수준 분석

미래창조과학부 및 한국과학기술기획평가원에서 발간한 2014년 기술수준평가 보고서에서는 120개의 국가전략기술에 대해서 한·미·EU·일·중 주요 5개국의 기술수준을 평가·분석하고 있다. 동 사업과 관련된 재난구조 로봇기술을 ‘비정형화된 재난현장의 극한 조건에서도 신속한 이동, 현장 정보 수집, 인명 탐색 및 구조, 재난확대 위험요인 제거 등의 재난진압 및 피해 확산 방지 작업을 위한 로봇 또는 재난현장 투입요원을 대신할 재난현장 활용 구조로봇기술 개발’로 설명하고 있으며, 세부기술에는 <표 3-8>에서와 같이 5개의 기술이 포함되어 있다.

<표 3-8> 재난구조 로봇기술의 전략기술 정의 및 세부기술

전략기술 설명	비정형화된 재난현장의 극한 조건에서도 신속한 이동, 현장 정보 수집, 인명 탐색 및 구조, 재난확대 위험요인 제거 등의 재난진압 및 피해 확산 방지 작업을 위한 로봇 또는 재난현장 투입요원을 대신할 재난현장 활용 구조로봇기술 개발
세부기술	재난현장 정보수집 및 탐색 로봇기술
	재난현장 인명구조 로봇기술
	재난현장 피해 확산 방지 작업 로봇기술
	재난구조 로봇 통제 및 상황관리를 위한 로봇 플랫폼 개발
	재난현장 구조로봇 시스템 구현 및 최적화에 필요한 공통 융합 기술

출처 : 미래창조과학부·한국과학기술기획평가원, 2012년 기술수준평가, 2013.2

국내 재난구조 로봇기술의 기술수준은 최고기술 보유국인 미국 대비 69.6%로 주요 5개국 중 4위에 머물고 있다. 우리나라와 주요 국가와의 기술수준 차이를 살펴보면 미국보다 31.4%, 일본 25.5%, EU 22.2%정도 낮은 것으로 나타난 반면, 5위인 중국 보다는 10.3%가 높은 것으로 분석되어 동 분야의 상위그룹과 기타 국가 간 기술격차가 큰 것으로 판단된다.

<표 3-9> 재난·재해·안전 분야 전략기술의 주요 5개국 기술수준 및 순위

전략기술	한국		미국		일본		EU		중국	
	기술수준 (%)	순위	기술수준 (%)	순위	기술수준 (%)	순위	기술수준 (%)	순위	기술수준 (%)	순위
자연재해 모니터링·예측·대응기술	74.6	4	100	1	96.6	2	93.1	3	65.8	5
기상기후 조절기술	75.7	5	100	1	94.5	2	90.7	3	85.6	4
재난구조 로봇기술	69.6	4	100	1	95.1	2	91.8	3	59.3	5
재난 정보통신체계 기술	77.7	4	100	1	95.0	2	93.0	3	65.9	5
사회적 복합재난 예측·대응기술	66.4	4	100	1	96.1	2	93.5	3	56.1	5
기반시설 기능유지 및 복구·복원기술	74.1	4	100	1	94.8	2	91.6	3	63.2	5
재난현장 소방·구조 장비 개발기술	72.7	4	100	1	95.4	2	95.1	3	66.2	5
범죄·테러 대응시스템기술	73.1	4	100	1	86.7	3	90.2	2	64.6	5
재난·재해·안전 분야	73.0	4	100	1	94.3	2	92.4	3	65.8	5

출처 : 미래창조과학부·한국과학기술기획평가원, 2014년 기술수준평가, 2015.

연구단계별 기술수준으로 구분해서 살펴보면, 역시 미국, 일본, EU가 기초연구와 응용·개발연구에서 모두 동 분야의 기술을 선도하고 있는 것으로 나타났다.

<표 3-10> 재난구조 로봇기술의 연구단계별 기술수준

국가	기초연구 수준		응용·개발연구 수준		재난구조 로봇기술	
	기술수준 (%)	기술격차 (년)	기술수준 (%)	기술격차 (년)	기술수준 (%)	기술격차 (년)
한국	68.6	5.6	70.6	5.2	69.6	5.4
미국	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0
일본	94.0	1.7	96.2	1.1	95.1	1.4
EU	91.8	2.0	91.8	2.4	91.8	2.2
중국	54.8	8.6	63.8	8.2	59.3	8.4

출처 : 미래창조과학부·한국과학기술기획평가원, 2014년 기술수준평가, 2015.

나. 로봇 구조에 따른 기술수준 분석

2013년 산업기술수준조사 보고서에서는 창의산업, 소재부품산업, 시스템산업 등 28개 기술분야, 592개 소분류 기술을 대상으로 기술수준을 조사하고 있다. 동 보고서에서 로봇은 기구, 부품, 시스템, 지능의 4개의 중분류, 14개 소분류로 구분하여 주요 국가의 상대수준 및 격차기간을 나타냈다. 로봇의 기술수준은 전체적으로 미국이 가장 높으며, 기구분야에서는 일본도 미국과 비슷한 수준을 보이고 있다. 반면, 국내 로봇은 미국의 75.3~88.3% 수준에 그치고 있는 것으로 나타나 상위그룹인 미국, 일본, 유럽 간 수준 차는 크지 않으나 한국 및 중국과는 격차가 벌어져 있는 것으로 조사되었다.

한국은 기구, 부품, 지능 분야보다 시스템(플랫폼, 네트워크, 시스템엔지니어링)분야의 기술수준이 높은 것으로 나타났다.

<표 3-11> 로봇 구조별 기술수준 비교

중분류	소분류	상대수준					격차기간(년수)				
		한	미	일	EU	중	한	미	일	EU	중
기구	매니플레이션	79.8	97.9	100.0	94.9	67.3	1.8	0.2	0.0	0.3	2.9
	작업	84.4	100.0	99.8	94.6	70.1	1.6	0.1	0.0	0.5	2.8
	이동/특수환경용 메커니즘	78.5	100.0	99.1	91.1	68.2	1.9	0.0	0.1	0.6	2.7
	End effector	80.0	100.0	98.7	94.3	69.7	1.7	0.0	0.1	0.5	2.5
부품	오감관련 센싱모듈	75.3	100.0	96.2	90.7	62.4	2.2	0.0	0.4	0.7	3.1
	모션관련 센싱모듈	77.0	100.0	96.0	93.0	66.3	2.2	0.0	0.3	0.6	2.9
	구동모듈	79.0	97.2	100.0	96.3	69.1	1.9	0.3	0.0	0.2	2.7
	기타 SoC/제어기	83.0	100.0	97.0	94.0	67.2	1.6	0.0	0.2	0.4	2.9
시스템	플랫폼	83.0	100.0	96.4	95.0	69.6	1.5	0.0	0.3	0.4	2.7
	네트워크	88.3	100.0	94.8	94.0	72.3	1.1	0.0	0.5	0.6	2.5
	시스템엔지니어링	84.0	100.0	99.5	93.8	71.1	1.6	0.0	0.1	0.6	2.5
지능	판단	77.4	100.0	89.8	89.2	64.3	2.4	0.0	1.1	1.2	3.5
	인식	78.3	100.0	90.6	90.2	67.0	2.2	0.0	1.1	1.0	3.3
	움직임	81.5	100.0	99.0	91.9	68.4	1.8	0.0	0.1	0.8	2.8

출처 : 산업통상자원부·한국산업기술평가관리원, 2013년 산업기술수준조사 보고서, 2013.12

다. 특허의 질적 수준분석 결과

미국등록특허에서 기술수준을 측정하는 특허등록건수, 영향력지수(PII), 및 기술력지수(TS)를 포함하는 세 가지 지표를 통하여 국가별 특허분포와 양적 및 질적 영향력을 살펴 보았다. 기술영향력과 시장성은 각각 피인용수와 패밀리 특허 수를 기준으로 나타내는 특허 인용지수(cites per patent) 및 시장확보지수(Family patent size)로부터 파악한다. 이는 타 특허에 많이 인용될수록 그리고 동일 출원에 대해 여러 국가에 출원할수록 지수가 커지는 특징이 있다.

인용도 지수(CPP, Cites Per Patent)는 미국등록특허를 대상으로 분석할 수 있고, 특정 등록특허가 다른 특허들에 의해 인용된 횟수를 나타낸다. 특허권자의 입장에서 값이 클수록 질적 수준이 우수한 특허를 보유하고 있을 가능성이 높다는 것을 의미하며 많이 인용되는 특허를 가진 특허권자는 경쟁에서 유리한 위치를 차지할 수 있다.

$$CPP = \text{등록특허의 피인용횟수} / \text{등록특허 건수}$$

한 발명에 대해 각 국가마다 출원된 특허를 Family patent라 지칭하는데, 해당국가에서 상업적인 이익 또는 기술경쟁 관계에 있을 때에만 해외에 특허를 출원하므로 Family Patent 수가 많을 때에는 특허를 통한 시장성이 크다고 판단되어 시장확보지수(PFS, Patent Family Size)를 통해 시장확보력의 지표로 사용한다.

$$PFS = \frac{\text{해당출원인(소유권자) 평균 Patent Family 수}}{\text{전체평균 Patent Family 수}}$$

특허영향력지수(PII, Patent Impact Index)는 CPP를 이용하여 산출하므로 CPP와 마찬가지로 특정 국가 또는 기업이 보유한 특허의 질적수준을 상대적으로 평가하기 위한 지표이다. 평균적인 기술 수준과 대비하여 분석대상의 기술 수준을 측정하며 PII가 1이면 해당 국가 또는 기업의 질적 수준이 평균적인 수준이고 1 이상일 경우는 질적 수준이 평균보다 높음을 의미한다.

$$PII = \text{분석대상 주체의 CPP} / \text{전체 CPP}$$

기술력지수(TS, Technology Strength)는 인용관계에 의한 영향력지수(PII)에 특허활동의

규모를 나타내는 특허건수를 곱하여 특허활동의 질적 수준과 함께 양적인 측면을 고려한 평가가 가능하게 한다. 따라서 기술력지수가 클수록 해당출원국가의 특허가 질적·양적으로 기술력이 높음을 의미한다.

$$TS = \text{특허건수} \times \text{영향력지수(PII)}$$

(1) 국민 안전 로봇 분야의 특허경쟁력 지수

<표 3-12>에 1992년부터 2011년까지의 분석대상 전체구간에서 출원된 특허들 중 미국에 등록된 전체 특허들을 대상으로 출원인 국적별 특허경쟁력 지수 및 기술 영향력을 비교하여 나타냈다.

미국 등록 특허의 출원인 국적을 살펴보면, 미국이 151건으로 1위를 차지하고 있으며 그 뒤를 이어 일본, 한국 및 캐나다 순으로 많은 미국 등록 특허를 보유하고 있다. 특허영향력 지수(PII)는 미국, 이스라엘 및 대만이 각각 1.1, 3.2 및 1.1로 타국가보다 상대적으로 높고 기술력지수는 미국이 월등히 높은 것으로 나타났다. 한국은 특허등록수는 높으나 인용도지수(CPP), 기술력지수(TS) 등의 지수는 낮게 나타나 질적·양적 영향력은 매우 낮은 것으로 판단된다.

<표 3-12> 국민 안전 로봇 분야 국가별('92년~'11년) 특허경쟁력 지수 결과

순위	국가	특허등록수	출원인수	CPP	PII	TS	PFS
1	미국	151	71	19.5	1.1	169.0	1.4
2	일본	77	28	16.5	0.9	73.1	0.9
3	한국	27	12	3.2	0.2	5.0	0.5
4	캐나다	8	8	17.8	1.0	8.1	0.5
5	독일	6	5	1.0	0.1	0.3	0.6
6	이스라엘	5	5	55.2	3.2	15.8	0.5
7	대만	3	4	18.7	1.1	3.2	0.1
8	프랑스	3	4	14.0	0.8	2.4	0.4

* 전체 구간(1992년~2011년, 20년)에 대한 지수결과

<표 3-13> 및 <표 3-14>에는 1992년부터 2011년까지의 전체 분석 대상 구간을 과거 10년 및 최근 10년의 2개 구간으로 나누어 각 구간별 특허경쟁력 지수를 나타내었다. 미국, 일본

은 과거 10년 대비 최근 10년의 특허등록수와 출원인수가 두드러지게 증가하였고 그에 따라 기술력지수(TS)도 높아져 기술력이 높아진 것으로 판단된다. 그러나 한국은 특허등록수와 출원인수가 크게 늘었으나 인용도지수(CPP), 시장확보지수(PFS), 특허영향력지수(PII)는 오히려 떨어졌고 기술력지수(TS)에서만 약간 증가하여 특허가 많이 인용되지 않는 것으로 판단된다.

<표 3-13> 국민 안전 로봇 분야 국가별 과거 10년('92년~'01년) 특허경쟁력 지수 결과

순위	국가	특허등록수	출원인수	CPP	PII	TS	PFS
1	미국	27	21	46.8	1.1	30.5	1.0
2	일본	18	10	34.5	0.8	15.0	1.4
3	한국	3	2	14.0	0.3	1.0	0.7
4	캐나다	4	4	22.0	0.5	2.1	0.3
5	독일	1	1	4.0	0.1	0.1	1.2
6	이스라엘	3	2	87.0	2.1	6.3	1.5
7	대만	1	2	56.0	1.4	1.4	0.2
8	프랑스	2	2	21.0	0.5	1.0	1.4

<표 3-14> 국민 안전 로봇 분야 국가별 최근 10년('02년~'11년) 특허경쟁력 지수 결과

순위	국가	특허등록수	출원인수	CPP	PII	TS	PFS
1	미국	124	53	13.6	1.2	154.1	1.5
2	일본	59	23	11.1	1.0	59.8	0.7
3	한국	24	12	1.9	0.2	4.1	0.4
4	캐나다	4	4	13.5	1.2	4.9	0.7
5	독일	5	4	0.4	0.0	0.2	0.5
6	이스라엘	2	3	7.5	0.7	1.4	0.4
7	대만	2	2	0.0	0.0	0.0	0.2
8	프랑스	1	2	0.0	0.0	0.0	0.2

제 3 절 기존 사업과의 중복성

1. 사업 수준의 중복성

국가연구개발사업의 예비타당성조사에서 중복성 분석은 기존 사업과 정부 연구자금의 전달체계가 중복성이 있는지를 검토하여 동 사업과 중복가능성이 있는 비교대상사업을 발굴하는 과정이다. 따라서, 본 절에서 언급되는 중복성은 예비타당성조사 대상사업이 기존사업과 중복되었다는 것을 의미하지는 않으며 국가재정의 중복투자를 방지하기 위해 지원대상에 연구자금이 지급되는 구조가 기존사업과 유사한지 분석하여 신규투자 의사결정 시에 해당분야(수혜집단)에게 실제 필요한 예산보다 과도하게 유입되는 것을 예방하기 위함이다.

중복성 분석은 사업의 특징 확정, 중복사업의 발굴, 세부내용 분석, 중복성 분석결과 보고의 과정으로 이루어지며, 예비타당성조사 지침에서는 대상사업과 비교대상사업을 1:1로 비교하도록 규정하고 있다. 사업의 특징 확정단계에서는 사업(세부)목표, 추진체계, 지원대상, 지원분야가 구체적으로 존재하는 가를 분석하고, 중복사업 발굴을 위해 국가R&D사업 현황과 조사·분석정보를 제공하는 국가R&D사업관리서비스(NTIS)에서 유사한 사업 및 과제를 추출하여 대상사업과 비교하게 된다.

중복성 분석을 위해 국가R&D사업관리서비스(NTIS)에서 사업목표, 추진체계, 지원대상, 지원분야 등을 기준으로 동 사업과 유사한 사업을 검색하여 후보군을 도출하였고, 전문가 인터뷰를 실시하여 누락된 사업이 있는지 조사하고 추가해 최종 후보군을 정리하였다. 로봇개발과 관련해서 다양한 사업 및 과제가 존재하고 있고, 목적이 다르더라도 동 사업에서 활용가능한 기술도 존재하나 재난대응 상황이라는 특수성을 고려하여 중복성 후보군을 동 사업에서 목표로 하고 있는 재난대응 로봇개발로 한정하였다.

가. 로봇산업핵심기술개발사업(산업부)

산업통상자원부의 로봇산업핵심기술개발사업은 로봇 분야 첨단융합제품·부품·원천기술 개발을 집중 지원하여 산업경쟁력을 제고하고 미래 신산업 육성을 목표로 추진되는 사업으로 자동차, 전자 등의 전방산업과 부품, SW 등의 후방산업의 동반성장 및 고부가가치화를 견인하는 핵심적인 역할을 포함하고 있다. 로봇산업핵심기술개발사업은 로봇 공통기술 및 부품 기술개발지원을 사업내용에 포함하여 진행하고 있으므로 국민 안전 로봇프로젝트사업의 핵심부품 R&D 사업의 추진 시 과제 단위의 중복성에 대한 검토 또는 기존 유사 과제

에 대한 연계·조정 검토가 필요한 것으로 판단된다.

<표 3-15> 로봇산업핵심기술개발사업

사업명	로봇산업핵심기술개발사업
사업기간	2009년 ~ 계속
사업목표	○ 로봇 분야 첨단융합제품·부품·원천기술 개발을 집중 지원하여 산업경쟁력을 제고하고 미래 신산업을 육성
추진주체	산업통상자원부
지원대상	대학, 출연연, 기업 등
사업내용 및 지원분야	<ul style="list-style-type: none"> ○ 로봇 융합제품 기술개발 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 수술로봇, 병원물류로봇, 도장로봇, 가스배관 검사로봇 등 로봇 융합제품 기술개발 등 지원 - 고령화 대응 등 미래 환경·산업 수요에 대응하기 위한 전문서비스로봇 등 신산업 창출형 융합제품 발굴 지원 등 지원 ○ 로봇 공통기술·부품 기술개발 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 자율발달 쌍방향 HRI(Human-Robot Interface) 기술, 고속 실시간 제어를 위한 로봇 제어기 등 기술개발 지원 - 산업전반에 적용 중인 다양한 로봇의 공통 핵심기술인 로봇지능 기술 및 등 서비스로봇 산업화에 필수적인 ICT 연계용 SW 플랫폼 및 핵심부품 발굴 지원 ○ 기획평가관리비 <ul style="list-style-type: none"> - 국제공동 과제기획, 특허 및 경제성 분석, 인건비, 기획 및 평가 체계 운영, 과제관리시스템 및 RCMS 유지관리, R&D 해피콜센터 운영 등 지원

나. 시스템산업거점기관지원 사업 내 로봇산업클러스터조성사업(산업부)

산업통상자원부 로봇클러스터조성사업은 로봇산업 기술혁신을 위한 기반조성 및 상용화 기술개발 연계 추진을 통한 로봇산업 R&BD 허브 구축을 목표로 2012년부터 시작된 계속 사업으로, 로봇분야 원천연구 및 기반구축의 필요성을 인식하고, 정부의 ‘지능형 로봇 개발 및 보급촉진법’ 제정, ‘제1차 지능형로봇 기본계획’ 수립 등의 로봇산업육성에 관한 범국가적 관심을 토대로 과제를 추진한다. 연구개발 부문에서 사회안전 로봇 분야를 특화분야로 선정하여 추진하는 계획이 존재하므로 동 사업의 추진 시 과제 단위의 중복성에 대한 검토 또는 기존 유사 과제에 대한 연계·조정 검토가 필요한 것으로 판단된다. 기 수행 또는 수행 중인 과제들이 직접적인 중복성이 없더라도 기존 과제의 예상 결과물 중 동 사업에서 활용할 수 있는 것에 대한 상호 정보교류 및 연계개발, 중복 연구 조정 등을 통한 시너지 효과 창출이 중요한 것으로 판단된다.

<표 3-16> 시스템산업거점기관지원 사업 내 로봇산업클러스터조성사업

사업명	로봇산업클러스터조성사업
사업기간	2012년 ~ 2016년(5년)
사업목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 로봇산업 R&D 혁신과 기업역량 강화를 위한 집적화된 클러스터 조성으로 로봇산업의 성장 동력원 및 글로벌 경쟁력을 강화 - 인프라 구축 및 상용화기술개발(R&D) 지원을 통해 의료, 사회 안전, 첨단제조분야의 로봇산업을 육성
추진주체	산업통상자원부, 대구광역시
지원대상	산/학/연
사업내용 및 지원분야	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기반구축 <ul style="list-style-type: none"> - 로봇혁신센터, 로봇협동화팩토리, 로봇표준화시험인증센터 ○ 연구개발 <ul style="list-style-type: none"> - 생산공정자동화기술개발, 부품모듈상품화기술개발, Killer Application 기획 및 창출기술 * 부품모듈상품화기술개발과 Killer Application 기획 및 창출 분야는 의료서비스로봇과 사회안전로봇에 특화

다. 소방안전 및 119구조·구급기술 연구개발사업(국민안전처)

동 사업은 재난 대응의 전술적 역량과 안전을 확보하고 작전효율성을 제고할 수 있는 첨단시스템 활용 등 선제적 긴급대응 기술이 선진국에 비해 낙후되어 있으므로 첨단 소화 및 감지장치를 고도화하고 성능위주의 소방설계 및 시공 적용을 위한 기술개발, 특수재난현장의 극한 환경에 효율적으로 대응하기 위한 소방공무원 보호·대응장비 및 긴급대응기술 개발 및 국민 안전문화의식 개선 및 자구·피난 장비 개발, 교육훈련 개선을 목표로 하고 있다.

동 사업은 재난용 무인기, 스마트 개인방호장비 및 근력지원용 슈트 개발 등 특수한 재난현장에서 소방공무원의 전술적 역량과 안전을 확보하고 첨단 시스템 활용으로 작전효율성 제고할 수 있는 선제적 긴급대응기술 개발을 목표로 하고 있으므로 로봇을 이용해 재난에 대응하는 동 사업과는 사업목표 및 지원분야에서 차이를 보이나 재난현장의 정찰 및 원격제어 등 과제수준에서 일부 중복가능성이 있으므로 관련 기술의 연계 가능성에 대한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

<표 3-17> 소방안전 및 119구조·구급기술 연구개발사업

사업명	소방안전 및 119구조·구급기술 연구개발사업
사업기간	'07~계속
사업목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 특수재난현장의 극한상황에 효율적으로 대응하기 위한 탐색·구조 장비 및 현장대응요원 보호·장비 등 긴급대응기술 개발 ※ 특수재난 : 대형화재, 붕괴, 터널, 초고층, 대형 지하공간, 화생방사고 등 ○ 첨단 소화 및 감지장치를 고도화하고 성능 위주의 소방설계, 시공 적용, 소방공무원의 인명구조 및 피난장비 개발, 기존장비의 개선기술 개발
추진주체	국민안전처
지원대상	산/학/연
사업내용 및 지원분야	<ul style="list-style-type: none"> ○ 화재예방 및 경계기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - 소방설계·시스템·시뮬레이션 기술 개발 - 화재지연 및 확산방지 기술 개발 - 화재감지 및 경보기술 개발 - 화재조사 및 감식기술 개발 - 화재예방 모델링 기법 및 평가기술 개발 ○ 화재 및 특수재난 진압·대응 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - 소방현장 활동성 및 기동성 향상기술 - 화재 및 특수재난 효과적인 진압·대응 장비 개발 - 화재 및 특수재난 피난기술 개발 - 소화약제 개발 - 화재 및 특수재난 진압용 원격제어기술 개발 ○ 인명 구조·구급 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - 현장대응대원 구급활동 지원기술 개발 - 현장대응대원 구조활동 지원기술 개발 - 현장대응 지휘통제 및 교육 지원기술 개발 ○ 소방대원 업무연속성 확보 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - 현장대응대원 안전 확보기술 개발 - 현장대응대원 보건기술 개발 - 현장활동 지속 지원기술 개발 ○ 다부처 공동기획사업 <ul style="list-style-type: none"> - 구조용 헬기 시뮬레이터 개발 등 ○ 소방안전 및 119구조·구급기술 연구개발사업관리(사업단 운영)

라. 시장창출형 로봇보급사업(산업통상자원부, 비R&D)

산업통상자원부는 '지능형 로봇 보급 및 확산'(전담기관: 한국로봇산업진흥원) 사업의 일환인 시장창출형 로봇보급사업을 통해 지자체 공공수요 활용 목적 또는 지역특화산업과 연계하여 투입 및 실증이 가능한 로봇제품 및 서비스, 공공목적에 위하여 활용 및 보급이 필요한 로봇 및 관련서비스 및 기업이 자유롭게 제안하는 특정목적의 보급 및 확산을 통한

시장창출의 필요성이 있는 로봇 및 관련서비스에 해당하는 3개 분야를 지원하여 로봇산업 분야의 경쟁력 강화와 로봇의 보급 및 확산을 촉진하고자 진행하고 있다.

국민 안전 로봇프로젝트의 제품고도화 R&D 분야는 기 개발된 재난로봇 관련 R&D 중 기술적인 이유로 현장 활용성이 낮은 제품에 추가적인 지원을 통해 제품의 성능을 고도화 하여 활용 가능하도록 추가적인 R&D를 지원하는 내용으로 시장창출형 로봇보급사업의 공공목적을 위하여 활용 및 보급이 필요한 로봇 및 관련서비스 지원사업과 차별성이 미흡한 것으로 판단된다.

<표 3-18> 시장창출형 로봇보급사업

사업명	시장창출형 로봇보급사업
사업기간	'11~계속
사업목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미래 성장동력 산업인 로봇산업의 시장창출 및 글로벌 사업화 강화 ○ 사업화 단계의 로봇 제품(H/W, S/W, 부품 등) 및 관련 서비스를 시장 수요자 대상으로 사업화 검증, 이를 통해 로봇 新시장 창출
추진주체	산업통상자원부
지원대상	<ul style="list-style-type: none"> ○ (부처주도형) 과제 신청은 사업화 단계의 로봇제품(H/W, S/W, 부품, 콘텐츠 등)과 관련 서비스를 보유한 기업이 포함된 컨소시엄의 총괄 주관기관이 신청 * 총괄주관기관은 기관(공공기관, 출연연, 지역 지원기관 등)만 가능, 기업 불가 ○ (아이디어발굴형) 과제 신청은 사업화 단계의 로봇제품(H/W, S/W, 부품, 콘텐츠 등)과 관련 서비스를 보유한 기업 또는 컨소시엄의 주관 기관이 신청 * 주관기관은 기업만 가능, 수요처가 과제에 참여하는 컨소시엄 구성 권장
사업내용 및 지원분야	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업화 단계의 로봇제품(H/W, S/W, 부품, 콘텐츠 등)과 관련 서비스를 보유한 기업이 포함된 컨소시엄 등을 대상으로 로봇산업의 시장창출과 산업경쟁력 제고, 수출가능 로봇서비스 발굴을 위해 로봇제작비용, 테스트베드 구축 및 운영비용, 시험인증 비용, 마케팅 비용 등을 지원

2. 과제 수준의 중복성

재난대응을 목적으로 하는 로봇개발과제를 중심으로 검토를 수행하여 동 사업과 중복가능성이 높은 23개 과제를 도출하였다. 분석에 사용한 후보군과제를 기준으로 2003년부터 화재 등 재난대응을 목적으로 하는 로봇기술개발과제가 여러 사업에서 진행되어 왔으며, 소방방재청 및 미래창조과학부에서도 화재진압을 위한 로봇기술개발과제는 지속적으로 존재하고 있다. 중복성 대상 후보군 중 목적은 다르더라도 기술내용이 유사한 과제가 다수 존재하였으나, 기 종료 과제와의 연계 및 현재 수행되고 있는 과제의 종료 후 성과를 검토

하고 사업화 가능성을 검토하여 국민 안전 로봇프로젝트 사업에서 제안한 과제를 수행할 필요가 있는 것으로 분석되었다.

<표 3-19> 동 사업과 중복과제 비교

부처명	사업명	과제명	기간
미래 창조 과학부	성장동력 기술	실내화재진압 및 인명구조 로봇기술개발	'04.12~'09.9
		실외화재진압 로봇 기술 개발	'04.12~'09.9
		재난감시용 Hovering로봇기술개발	'04.12~'09.9
		재난극복 및 인명구조로봇기술개발	'04.12~'09.9
		재난극복 이동 기술 개발 및 화점/인명탐지기술 개발	'04.12~'09.9
	원자력 기술개발	곡관 및 분기관이 존재하는 원전배관의 상태감시 및 진단용 초음파검사 로봇시스템개발	'10.11~'12.10
중견연구자 지원	재난구조로봇을 위한 SLAM 및 토폴로지/커버리지 제어기법연구	'10.5~'13.4	
산업 통상 자원부	로봇산업 원천기술개발	원전 고방사선구역 작업환경 모니터링 로봇시스템 개발	'11.12~'14.11
	로봇산업 클러스터조성	실내비평탄지형 주행기능 및 소화포탈부착이 가능한 화재상황정찰로봇 플랫폼개발	'12.7~'15.6
	산업혁신기술 개발	빌딩 및 공공시설 내 경비, 안전관리 및 재난구조용 로봇개발	'03.8~'05.7
	원자력발전 기술개발사업	원자력발전소 각종탱크와 Sump내 슬러지 제거용 로봇 및 처리장비 개발	'07.3~'10.2
	전력산업 연구개발	Tele-existence기술을 활용한 원전용 원격조작 로봇기 술 개발연구	'04.4~'07.3
		원자력 내방사선 로봇 개발	'06.3~'07.2
		원자력 발전소에서의 안전검사를 위한 지능기반의 로봇 개발	'07.3~'09.2
소방 방재청	안전관리기술 개발	재난현장 정보수집용 스마트 카메라 및 웹기반 재난 현장 운영 시스템 개발 (버그 비히클 개발)	'07.8~'09.5
	차세대핵심 소방안전기술 개발	밀폐공간 화재진압 등 소방지능형 로봇 응용기술 개발	'10.1~'12.12
	특수재난현장 긴급대응기술 개발	특수재난지역 최첨단 정찰 및 소방로봇	
중소 기업청	산학연공동 기술개발	가정용방법, 화재감지, 청소로봇	'04.5~'05.2
		지능형 화재감시 자율주행로봇	'11.6~'12.5
		입체 시각 기반의 지능형 상황 예측 융합기술을 통한 재난방지 통합 모니터링 시스템 개발	'12.6~'13.5
	중소기업 기술혁신개발	실내 화재 진압 및 인명구조로봇의 열응력 및 냉각 성능해석	'07.10~'08.9
	중소기업 상용화기술 개발	로봇을 이용한 워터미스트 화재진압 장치 개발	'07.11~'09.10
이동용 재난작업 로봇		'05.11~'07.10	

3. 시설·장비의 중복성

가. 시설의 중복성

동 사업의 시설이 위치하는 경상북도 포항은 로봇 관련 연구기관이 있으므로 융합연구를 통해 시너지를 창출할 수 있도록, 기존 시설의 활용 및 연계 방안 등이 고려될 수 있을 것으로 판단된다. 한국로봇융합연구원은 2007년 지자체연구소육성법에 근거해 지능로봇연구개발과 산업화 촉진을 목적으로 경북 포항에 설립되었으며, 지능로봇 연구개발, 산업화 지원, 인력 양성, 과학문화 확산 등을 담당하고 있다. 수중건설로봇사업단은 수중건설로봇 국산화 및 수중 유인작업의 위험성 및 한계를 극복하기 위해 2013년부터 운영되고 있다. 동 사업의 국민안전로봇사업단은 인간이 작업하기 어려운 각종 대형사고·재난상황에서 재난복구/인명구조 작업을 진행할 재난로봇을 개발할 예정이므로 기존 사업단 및 한국로봇융합연구원 등과의 인프라 공동 활용 및 상호 교류를 통해 시너지를 높이는 전략을 마련한 필요가 있는 것으로 판단된다.

<표 3-20> 시설 구축 현황

구분	기관명	시설 현황		
		공사기간	사업비	일반사항
기존 시설	한국로봇융합연구원	'06년~'07년	386억 (국비 170억, 지방비 125억, 포스텍 91억)	수중로봇연구실, 실험용수조, 로봇전시관, 로봇 관련기업 입주시설 등 부지(8,265m ²)에 연면적 9,022m ² (지하 1층, 지상 4층)
	수중건설로봇사업단 (해양과학기술원)	'13년~'16년	197.7억 (지방비 197.7억)	수조실험동, 제작동 부지(28,696m ²)에 연면적 10,339m ² (건폐율 36%)

나. 장비의 중복성

장비의 중복성 검토를 위해 국가연구시설장비진흥센터에 의뢰하여 검토하였으며, 장비구축의 적절성은 동 사업과의 부합성, 중복성, 도입타당성, 적합성, 적정성에 대한 검토를 통해 분석하였다. 장비검토 결과 주관부처가 제시한 총 신청 장비 8종의 도입이 타당한 것으로 분석되었으며, 금액으로는 13.9억 원의 신청비용 중 13.86억 원의 장비도입이 적정한 것으로 조사되었다. 중형복합진동시험기, 충격시험기, 방수분진시험기, 열충격시험기 등은 타

기관 장비와 중복되는 것으로 분석되었으나, 기반장비 또는 단독활용장비에 해당되어 예외로 인정하여 구축의 타당성이 인정되었다.

<표 3-21> 장비 구축 연차별 투자계획

(단위 : 백만 원)

장비명	부처제시 (단가 * 수량)	조정안	구축연도		
			4차년도	5차년도	6차년도
중대형 선반	55 * 2	110	○		
소형 3D 프린터	85 * 2	170	○		
중형복합진동시험기	250 * 1	250		○	
충격시험기	310 * 1	310		○	
방수분진시험기	150 * 1	150		○	
열충격시험기	50 * 1	50		○	
고온화재연기발생장치	75 * 4	300	○		
관제룸 디스플레이	50 * 1	46			○
총계	1,390	1,386	580	760	46

제 4 장 정책적 타당성 분석

제 1 절 정책의 일관성 및 추진의지

1. 상위계획과의 부합성

상위계획과의 부합성에서는 국가 정책적 관점에서 사업을 기획한 주체들이 얼마나 체계적으로 사업을 추진하고자 하는지를 조사하며, 국가계획의 추진전략이나 중점추진과제 등을 동 사업의 목표 및 목적과 비교·분석한다. 국민 안전 로봇프로젝트에 대한 정부 상위계획과의 부합성 분석은 과학기술분야의 최상위 계획인 「제3차 과학기술기본계획」을 중심으로 동 사업과 관련성이 있는 과학기술정책분야 및 기술개발분야의 범부처 계획을 대상으로 부합성 여부를 검토하였다. 「제3차 과학기술기본계획」은 부합성 분석을 위한 필수계획으로 우선검토 대상이며, 동 사업과 관련된 선택군 계획으로는 산업통상자원부의 「제6차 산업기술혁신계획」, 「제2차 중기 지능형로봇 기본계획」을 검토하였다.

상위계획과의 부합성 분석결과 동 사업은 「제3차 과학기술기본계획」과 부합하는 것으로 판단되며, 선택군 계획과의 부합성도 높은 것으로 분석되어 상위계획과 부합도는 '적절'인 것으로 판단된다.

<표 4-1> 상위계획과의 부합성 조사 결과

구분	계획명	부합성		
		낮음	보통	높음
필수계획	제3차 과학기술기본계획			√
선택군 계획 (기술개발 분야)	제6차 산업기술혁신계획			√
	제2차 지능형 로봇 기본계획			√

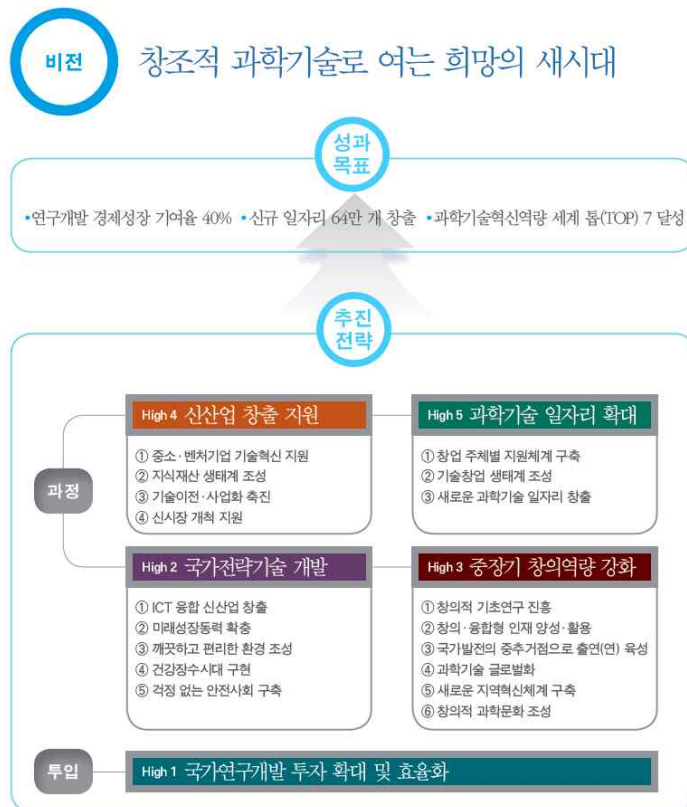
<표 4-2> 상위계획과의 부합성 검토 결과

필수계획 선택군 계획	부합도 낮음	부합도 보통	부합도 높음
부합도 높음	보통	일부 적절	적절
부합도 보통	일부 부적절	보통	일부 적절
부합도 낮음	부적절	일부 부적절	보통

가. 제3차 과학기술기본계획

‘과학기술기본계획’은 모든 분야의 계획에서 최상위에 위치하고 있으며, 「과학기술기본법」 제7조에 따라 정부가 의무적으로 5년마다 수립하고 시행해야 하는 법정계획이다. ‘제3차 과학기술기본계획’은 향후 5년간(2013~2017) 중장기 발전전략으로써 과학기술혁신 정책의 비전, 목표 및 방향을 제시하였다.

본 계획은 연구개발 경제성장 기여율 40%, 신규 일자리 64만 개 창출, 과학기술혁신역량 세계 Top 7 달성을 목표로 내세우고 있으며, 이를 달성하기 위해 주요국의 과학기술정책동향, 국내 과학기술 경쟁력, 환경변화와 전망을 분석해서 도출된 5개 전략분야를 고도화(High)하는 하이파이브(High Five)전략을 제시하고 있다.



[그림 4-1] 제3차 과학기술기본계획 비전 및 목표 개념도
출처 : 미래창조과학부, 제3차 과학기술기본계획(2013~2017), 2013.7

하이파이브(High Five)전략은 '국가연구개발 투자 확대 및 효율화(High 1)'를 통해 총 연구개발 투자 확충과 선진국 수준의 투자 효율성을 제고하여 '국가전략기술 개발(High 2)', '중장기 창의역량 강화(High 3)', '신산업 창출 지원(High 4)', '과학기술 일자리 확대(High 5)'를 실현함을 제시하고 있다.

동 사업의 재난상황에 대비한 로봇과 관련된 기술분야는 '국가전략기술 개발(High 2)'의 '걱정 없는 안전사회 구축'부문에서 '선제적 자연재해 대응과 피해 최소화'를 위해 국가중점 과학기술로 선정된 '서비스로봇(재난구조)'와 관련이 있는 것으로 판단된다. 정부에서는 홍수, 산사태, 지진 등과 같은 자연재해 피해 증가로 인한 물적, 인적 손실에 대한 체계적 대응책 중 하나로 재난구조 로봇기술을 제시하고 있으며, 따라서 동 사업 목표 및 개발 내용과 부합성이 높은 것으로 판단된다.

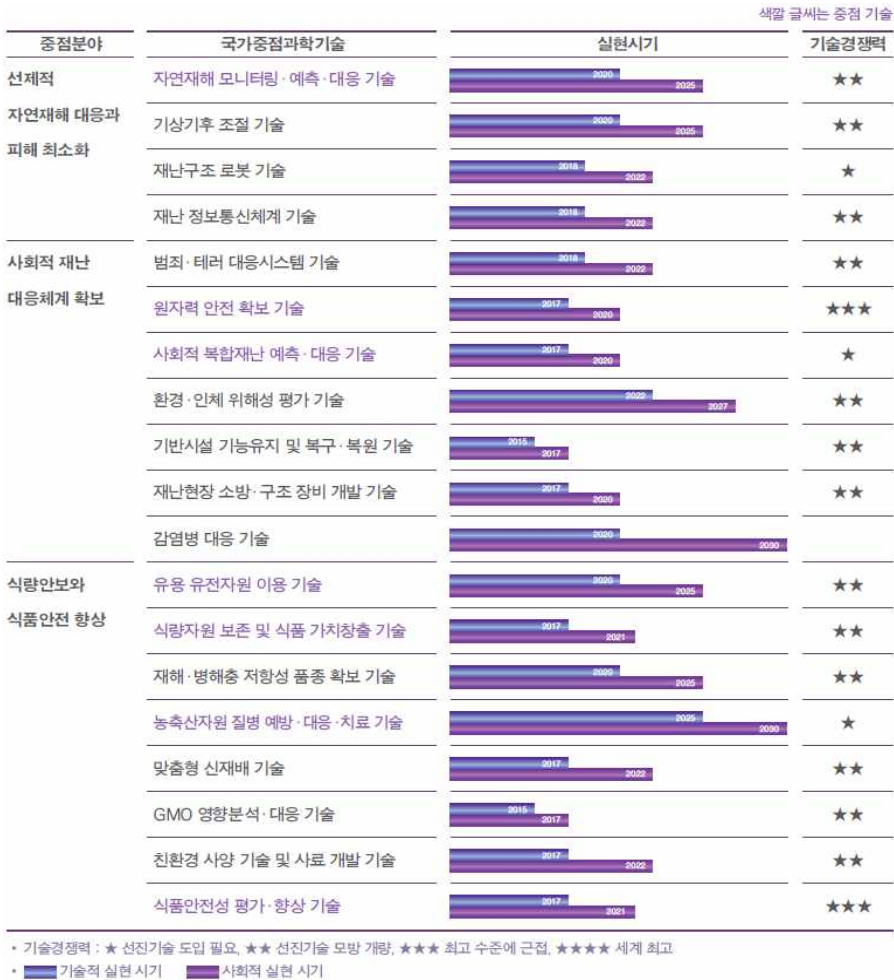
<표 4-3> 과학기술기본계획 내 국가전략기술개발부문의 추진과제

부문		추진과제
국가전략기술 개발 (High 2)	ICT 융합 신산업 창출	SW·인터넷 신산업 육성
		C-P-N-D 기반 ICT 혁신역량 강화
		문화·관광 콘텐츠 첨단화
		스마트 교통·물류시스템 구축
		주력 수출산업 고도화
	미래성장동력 확충	미래에너지와 자원 확보·활용
		보건·의료 글로벌 시장 선점
		농림축산식품 고부가가치화
		우주·항공·국방의 성장동력화
		해양·수산의 미래산업화
	깨끗하고 편리한 환경 조성	기후변화 대응력 강화
		환경 보전·복원시스템 고도화
		생활공간 편의성 향상
		국토 인프라 선진화
	건강장수시대 구현	난치성 질병 극복
		환자 맞춤형 의료서비스 실현
		저출산·고령화 대응 강화
	걱정없는 안전사회 구축	선제적 자연재해 대응과 피해 최소화
		사회적 재난 대응체계 확보
		식량안보와 식품안전 향상

* 진하게 표기된 과제는 중점과제

출처 : 미래창조과학부, 제3차 과학기술기본계획(2013~2017), 2013.7

본 계획에서는 ‘재난구조 로봇기술’을 재난 현장의 극한 조건에서도 신속한 이동, 현장 정보수집, 재난진압 및 피해확산방지 작업 등을 위한 로봇 또는 재난현장 투입요원을 대신 할 재난현장 구조용 로봇 개발 기술로 설명하고 있으며, 세부기술로는 재난현장 정보수집 및 탐색 로봇기술, 재난현장 인명구조 로봇기술, 재난현장 피해 확산 방지 작업 로봇기술, 재난구조 로봇 통제 및 상황관리를 위한 로봇 플랫폼 개발, 재난현장 구조로봇시스템 구현 및 최적화에 필요한 공통 융합 기술, 위험지역 투입 임무형 무인로봇 기술을 제시하고 있다. ‘재난구조 로봇기술’은 중점기술로 기술경쟁력은 선진기술의 도입이 필요한 기술이고 기술적 실현 시기는 2018년, 사회적 실현 시기는 2020년으로 평가되었다.



[그림 4-2] ‘걱정 없는 안전사회 구축’부문 내 국가중점과학기술의 기술경쟁력 출처 : 미래창조과학부, 제3차 과학기술기본계획(2013~2017), 2013.7

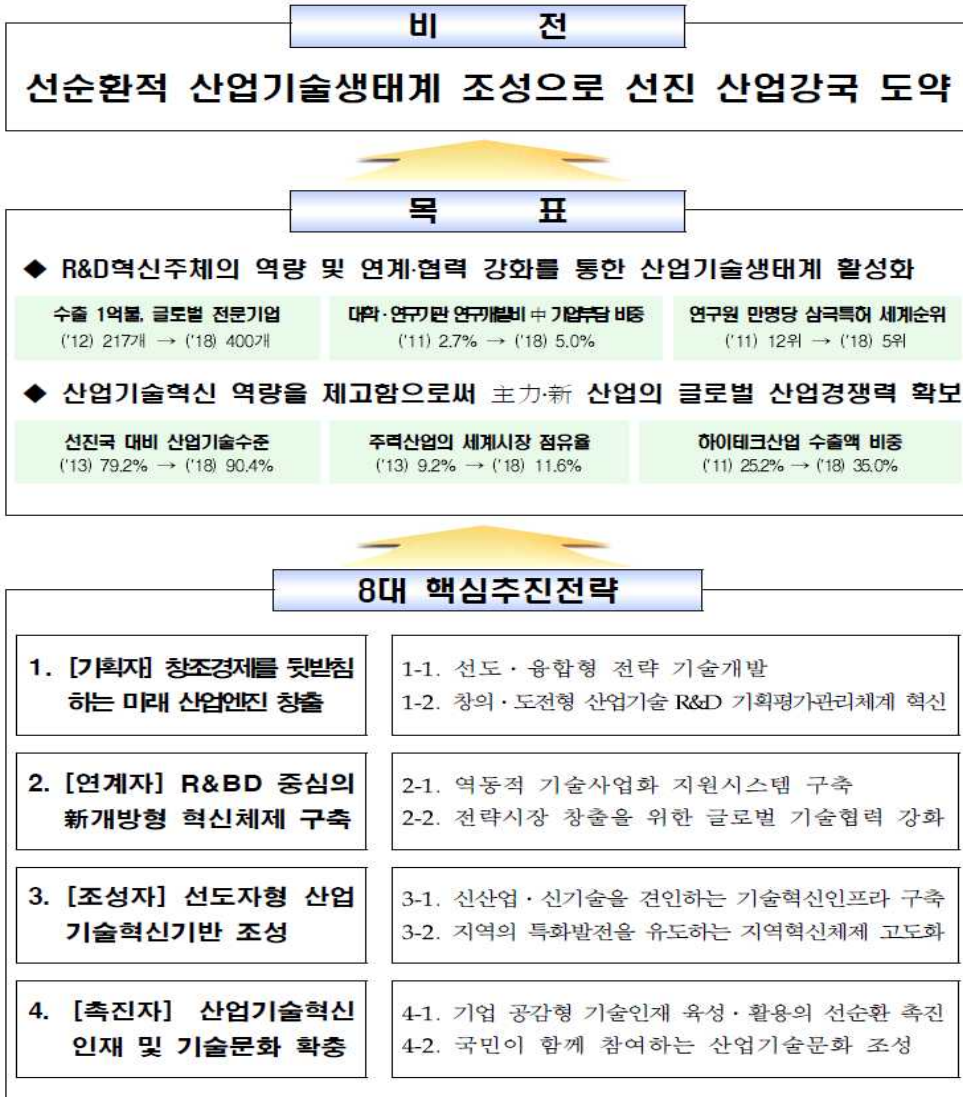
<표 4-4> '재난구조 로봇기술'의 개요

개요	<ul style="list-style-type: none"> · 재난 현장의 극한 조건에서도 신속한 이동, 현장 정보수집, 재난진압 및 피해확산방지 작업 등을 위한 로봇 또는 재난현장 투입요원을 대신할 재난현장 구조용 로봇 개발 기술
세부기술	<ul style="list-style-type: none"> · 재난현장 정보수집 및 탐색 로봇기술 : 로봇을 이용한 재난현장의 정보 수집 및 탐색기술로써 정보재난현장의 화학적, 물리적, 구조적 위험 정보 수집 및 탐색 기술, 지리지형 및 주변형태·위치 인식 기능 구현 기술, 재난현장 사상자 탐색 및 간이 건강진단 기능 부여 기술 · 재난현장 인명구조 로봇기술 : 로봇을 이용한 재난현장에서의 인명구조·구급기술로써 로봇을 이용한 간이 건강진단 및 응급 구급 처리 기술, 사상자 운송 및 부상자 피난 유도 기술, 인체근력증강 로봇기술 · 재난현장 피해 확산 방지 작업 로봇기술 : 로봇을 이용한 재난현장의 피해 확산방지 작업 기술로써 화학적 재난, 폭발물, 화재, 붕괴, 침수, 호우, 태풍 등 재난유형별 위험요인별 대응이 가능한 관련 정보 탐제 및 재난피해 확대 방지 조치 작업 수행을 위한 지능적 판단 로직 기술 · 재난구조 로봇 통제 및 상황관리를 위한 로봇 플랫폼 개발 : 난접근 험지, 지하매몰 공간 등에서도 신속하고 안정적인 정보전달이 가능하며 센서 등의 요소기술에 접목 가능한 효율적인 위치/정보/통신 플랫폼 개발 기술로써, 재난통신망을 이용한 근접 네트워킹 기술, 재난안전 전용 통신시스템, 스마트 그리드 인프라를 활용한 Smart Safety 플랫폼 개발 등 · 재난현장 구조로봇시스템 구현 및 최적화에 필요한 공통 융합 기술 : 재난현장에서 사용되는 구조용 로봇을 실제 구현하고 최적화하기 위한 로봇 기술간의 공통 융합기술로써 지능형 로봇의 원거리 제어 기반 기술 융합 방안, 로봇의 재난현장 극한 조건 내구력 향상 기술(방식, 방폭, 방수 등), 로봇의 소형화·경량화·고출력화 기술, 정보 탐색 및 변환 기술, 신호처리 융합 기술, 수집 정보 및 원거리 명령의 효율적 통·수신 융합 기술, 현장투입 로봇의 성능 점검 등 로봇 기능 작동에 대한 신뢰성 확보 기술 · 위험지역 투입 임무형 무인로봇 기술 : 원격조정으로 위험지역에 접근(계단주행 가능형)하여 상황과악과 위험물 오염탐지용 무인로봇 개발기술

나. 제6차 산업기술혁신계획

우리나라는 노동·자본집약적인 사업을 중심으로 압축성장하였으나, 향후에는 중국 등의 추격, 선진국과의 기술격차 지속 등으로 성장률이 둔화될 것으로 예상되고 있다. 이에 대응하여 산업생태계 전반의 R&D 생산성과 창의성을 제고하는 기술혁신전략이 필요하게 되었다. 이와 같은 배경아래 '제6차 산업기술혁신계획'은 「산업기술혁신촉진법」 제5조에 따라 5년 단위의 산업기술혁신 중장기 비전, 정책목표, 방향 및 핵심추진전략 등을 포함하는 중장기전략으로 수립되었고 제6차 산업기술혁신계획은 2014~2018년에 걸쳐 진행된다.

동 계획은 R&D혁신주체의 역량 및 협력 강화를 통한 산업기술생태계 활성화, 주력·신산업의 글로벌 산업경쟁력 확보를 목표로 하고 있으며, 기획자, 연계자, 조성자, 촉진자의 4가지 정부 역할측면에서 8대 핵심추진전략이 추진된다.



[그림 4-3] 제6차 산업기술혁신계획의 비전 및 목표

출처 : 산업통상자원부, 선순환적 산업기술생태계 조성으로 선진 산업강국 도약을 위한 제6차 산업기술혁신 계획(2014~2018), 2013.12

8대 핵심추진전략 중 창조경제를 뒷받침하는 미래 산업엔진 창출을 위해 ‘선도·융합형 전략 기술개발’ 전략으로써 대형융합과제를 발굴하여 추진하도록 하였다. 메가 트렌드 도출과 산업생태계 분석결과를 통해 산업적·기술적 수요를 예측하고, 세계시장 전망, 경쟁력 확보 가능성, 경제·산업 파급효과 등을 고려하여 최종적으로 13개의 메가 프로젝트 과제(대형 융합과제)가 도출되었고 세부 기획이 이루어졌다.



[그림 4-4] 산업·기술적 수요별 메가 프로젝트 과제

출처 : 산업통상자원부, 선순환적 산업기술생태계 조성으로 선진 산업강국 도약을 위한 제6차 산업기술혁신계획(2014~2018), 2013.12

‘제6차 산업기술혁신계획’에서는 고령사회 도래 및 안전에 대한 국민적 요구 증대, 세계 4위의 제조 로봇 생산국으로서의 기반, 우수한 IT 경쟁력 등을 활용하여 시장을 선점할 수 있을 것으로 예상하고, ‘국민 안전·건강로봇’과제를 메가 프로젝트로 선정하였다. 여기에서는 대형사고·재난 시 작업 및 인명구조를 수행하는 로봇과 노령자의 일상생활, 간병, 재활 등을 수행하는 로봇 원천기술(인식·제어, SW, SoC 등)과 통합시스템을 개발하는 내용을 담고 있어 부합성이 높은 것으로 판단된다.

다. 제2차 지능형로봇 기본계획

‘지능형로봇 기본계획’은 「지능형로봇 개발 및 보급 촉진법」 제5조에 따른 법정계획으로 5년마다 수립되고, 제1차 기본계획(2009년~2013년)의 종료 후 2014년 7월에 제2차 지능형로봇 기본계획(2014년~2018년)이 발표되었다. 제1차 계획은 법·기관 등 인프라 조성, 제품 개발·보급, 일정한 성능·스펙이 중심인 반면, 2차 계획은 로봇기술의 발전과 주력산업 융·복합 추세에 맞추어 다양한 사회 니즈 반영, 부품·서비스 분야 강화, 타 제조·서비스 분야로 로봇산업 외연 확대에 중점을 두고 있다. 이를 통해 제2차 계획은 ①개방형 로봇산업 생태계 조성으로 국내 로봇시장 확대, ②글로벌 협업 및 수출 경쟁력 강화로 해외시장 선점, ③로봇전문기업 수 확대 및 규모화(평균 로봇매출 2배 향상)를 목표로 하고 있다.

‘글로벌 선도형 대형 R&D 과제 추진’전략에서는 ‘선택과 집중을 통한 로봇R&D 종합역량 제고’를 위해 향후 고성장이 전망되고 메가트렌드와 부합하며 정부의 역할이 필요한 로봇 활용성이 높은 재난대응로봇과 로봇헬스타운 분야의 대형 R&D 프로젝트를 우선 지원하도록 하였다. 동 계획에서 재난대응 로봇은 인간이 작업하기 어려운 대형 사고·재난 상황에서 다중로봇을 활용하여 신속한 재난확산 방지 및 인명구조 작업을 수행하는 통합 로봇 시스템으로 동 사업과 부합성이 높다.

또한 동 계획에서는 상용화 및 현장적용 확대를 위해 주요 인프라 구축 및 안행부/소방청 등 수요부처와의 협력도 병행하도록 추진할 계획이며, 로봇과 방재(소재·장비)기술개발을 위해 EPC기업 등 수요기업을 참여하도록 하여 제조생태계를 조성하도록 제시하고 있어 동 사업 진행시에 고려가 필요하다.

목 표

- ❖ **개방형 로봇산업 생태계 조성으로 국내 로봇시장 확대**
* 국내 로봇 생산액(조원) : ('11) 2.15 → ('13) 2.20(e) → (15) 4.22 → (18) 7.0
- ❖ **글로벌 협업 및 수출 경쟁력 강화로 해외시장 선점**
* 로봇 수출액(조원) : ('11) 0.52 → ('13) 0.74(e) → (15) 1.22 → (18) 2.5
- ❖ **로봇전문기업 수 확대 및 규모화 (평균 로봇매출 2배 향상)**
* 로봇기업수(개) : ('11) 363 → ('13) 402(e) → (15) 490 → (18) 600

추진전략

- (집중) 로봇 R&D 체질 개선으로 글로벌 선도 역량 확보
- (확산) 로봇산업의 외연 확대로 국내외 新수요·新시장 창출

추진과제	세부과제
1. 선택과 집중을 통한 로봇R&D 종합역량 제고	<ul style="list-style-type: none"> ① 글로벌 선도型 대형 R&D 과제 추진 ② 다양한 사회적 니즈 반영 ③ 부품(S/W)·서비스 분야 R&D 강화
2. 로봇수요의 1차산업 확대	<ul style="list-style-type: none"> ① 로봇기술의 他제조·서비스 분야 확산 ② 로봇보급사업의 전략적 활용 ③ 글로벌 협력 강화
3. 개방형 로봇산업 생태계 조성	<ul style="list-style-type: none"> ① 수요기업·他산업 주력기업 투자확대 유도 ② 인증·표준 국제화 ③ 중소기업 중심 로봇전문인력 양성
4. 명실상부한 범국가적 로봇융합 네트워크 구축	<ul style="list-style-type: none"> ① 他산업·他분야와의 협업 확대 ② 로봇산업 협력체계 내실화 ③ 지역거점기관 역할 재정립

[그림 4-5] '제2차 지능형로봇 기본계획'의 목표 및 추진전략

출처 : 관계부처 합동, 제2차 지능형 로봇 기본계획(2014~2018), 2014.7

2. 사업추진의지 및 선호도

사업주관 부처는 대형사업의 추진을 통해 국내 대형사고·재난 로봇을 개발하려는 의지가 높은 것으로 판단된다. 인간과 로봇이 함께 하는 미래사회 구현을 위한 로봇미래전략(2013~2022)을 수립하고 4대 로봇 챌린지 프로젝트에 극한 재난대응로봇을 포함시켰다. 재난대응로봇을 개발하여 국가적인 재난에 대응하고, 관련 기술을 활용하여 로봇 산업을 고도화하기 위해 로봇전문가가 참여하는 사전기획, 방재 관련 기관 설문조사, 재난·현장·로봇 공동 전문가 회의 등 다양한 활동을 수행하였다.

지방자치단체 및 한국로봇융합연구원은 재난대응로봇을 개발하기 위하여 대선공약에 해당 프로젝트를 반영하고, 연구용역 및 기획위원회 운영을 추진하는 등 사업추진의지가 높은 것으로 판단된다. 대선 경북 지역 7대 공약 중 '동해안 첨단과학 그린비즈니스 거점 조성(동해/낙동강 일원)'의 세부항목으로 '동해안 스마트 재난 방재 로봇 프로젝트'를 반영하였다. 또한 로봇 3대 도전과제의 사전 경제성 분석 연구용역 수행, 국민 안전 로봇 예비타당성조사 기획위원회 개최 등 기획 활동을 추진하였다.

제 2 절 사업추진상의 위험요인

1. 자원조달 가능성

동 사업은 총 사업비 1,576.4억 원 중 국비 1,089.6억 원을 산업통상자원부가 정부출연금 형태로 지원하고, 시설구축 등 기반구축에 지방비 226.8억 원, 민자 260억 원 규모로 총당할 계획이다.

주관부처의 로봇 분야 투자현황 및 참여기업의 매출액 현황을 고려할 때 자원조달 가능성의 위험요인은 높지 않은 것으로 판단된다.

주관부처는 로봇 R&D 예산으로 2009년 이후 4년간 평균 887억 원을 투자하였으며, 동 사업의 정부 연구비는 매년 189.87억 원 수준으로 주관 부처 투자 실적을 고려할 때 동 사업의 연구비는 조달 가능할 것으로 판단된다. 그러나 산업통상자원부 R&D 중기사업계획의 일반회계 사업의 경우에 R&D예산 계획의 연평균 증가율이 2015년부터 2019년도 기준으로 매년 3.5% 정도의 증가를 계획하고 있으므로 동 사업의 신규 예산 수용에 있어서 기존 사업과 신규 사업들 속에서 우선순위 확보에 대한 노력이 필요할 것으로 판단된다.

지자체가 조달해야 할 지방비는 연평균 37.8억 원 수준으로, 경상북도의 재정공시⁵⁾를 살펴볼 때 수용 가능할 것으로 판단된다. 경상북도 과학기술예산이 2014년 241.49억 원으로 전체 예산의 0.41%를 차지하였으나, 2015년도 289.15억 원(전체 예산대비 0.46%)으로 전년 대비 19.73%가 증가한 것으로 나타나고 있다.

민간 자원 확보와 관련하여 과제별 참여 후보기업의 영업이익과 자원분담계획을 고려해 볼 때, 자원 조달가능성의 위험요인은 낮은 것으로 판단된다. 자원분담 계획에 따르면 민간 부담액인 260억 원을 분담하는 것으로 계획하고 있어 참여의향기업의 영업이익과 R&D예산 등을 고려할 때 자원 조달가능성의 위험요인은 낮은 것으로 판단된다.

5) <http://www.gb.go.kr>

<표 4-5> 참여 후보기업 및 자원분담 계획

(단위 : 백만 원)

R&D 사업	기업명	당기 순이익	R&D 예산	연구인력 규모	민간 매칭		
					현금	현물	
첨단 안전 로봇	유콘시스템(주)	61	320	10	80	720	
	(주)세성	980	1,695	17	80	720	
	엘텍	4,408	322	7	75	675	
	로보티즈	513	1,372	26	150	1,350	
	(주)엔티렉스	246	500	10	50	450	
	CSM Implant	22	400	5	25	225	
	한화	224,669	46,500	600	300	2700	
	영풍전자(주)	962	1,658	83	75	675	
	(주)미래인더스	- 568	200	4	50	450	
	(주)맨텍	115	500	5	25	225	
	대화금속(주)	- 356	300	5	50	450	
	레인보우	819	414	13	60	540	
	(주)두원테크	403	1,250	21	40	360	
	첨단기공	122	-	5	100	900	
	(주)피엔티	4,600	1,000	40	80	720	
	케어로보시스템스(주)	-38	50	4	25	225	
	로보테크	83	804	14	70	630	
	(주)백트론	257	200	5	70	630	
	핵심 부품	엘아이지 넥스원	50,500	20,000	1,517	180	1620
		(주)토달소프트뱅크	367	1,200	80	120	1080
다인큐브		107	186	8	30	270	
심랩		2	159	3	60	540	
(주)영진하이텍		662	1,021	9	90	810	
(주)월드텍		268	500	15	60	540	
이마린(주)		270	600	36	60	540	
(주)토달솔루션		10	87	4	15	135	
(주)췌텍		140	308	5	15	135	
(주)대영오앤이		410	324	20	30	270	
(주)소소		290	200	17	10	90	
(주)휴메이트		422	1,119	12	15	135	
모빌토크		- 51	200	8	15	135	
하이젠모터*	3,102	62	38	30	270		
(주)에스비비테크	130	400	10	30	270		
케이엠씨로보틱스	23	661	12	30	270		
(주)카이디어	-	50	2	10	90		
제품 고도화	스맥	-2,600	2,000	50	50	450	
	(주)유진로봇	- 223	3,000	28	50	450	
	현대로템	- 15,100	31,000	650	50	450	
	퍼스텍	1,600	2,761	148	50	450	
	화담알엔알	9	613	5	50	450	
	ED	- 7,988	1,500	50	50	450	
	케이엔알시스템	983	5	16	50	450	
(주)유진엠에스	320	450	12	50	450		

출처 : 추가제출자료 재구성

2. 법·제도적 위험요인

동 사업은 연구개발과제에서 추진하고자 하는 첨단안전로봇개발, 핵심부품 및 제품고도화 R&D에 대하여 정부와 민간의 투자 비중을 8:2로 제시하고 있어 '국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정'에 기준을 준수하지 못할 가능성이 존재하는 것으로 판단된다. 동 사업에서 향후 민간 기업의 참여를 계획하고자 할 경우 '국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정'의 관련 조항을 준수하여야 할 것이다. 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제12조에는 국가연구개발사업을 기업과 함께 진행하고자 할 때 지켜야 하는 참여기업의 규모에 따른 중앙행정기관과 기업 사이의 출연 기준, 참여기업이 부담해야 하는 현금 부담 기준, 참여기업의 현물 부담이 허용되는 비목과 범위 등이 명시되어 있음을 고려하여야 할 것이다.

<표 4-6> 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정

제12조(연구개발비의 지급)		
① 중앙행정기관의 장은 연구개발비의 전부 또는 일부를 출연할 수 있다.		
③ 국가연구개발사업에 참여기업이 있는 경우 중앙행정기관 및 참여기업의 연구개발비 출연·부담 기준은 별표 1의4에 따른다. 다만, 중앙행정기관의 장이 필요하다고 인정하는 국가연구개발사업에 대해서는 미래창조과학부 장관과 협의하여 별표 1의4의 기준과 달리 정할 수 있다.		
별표 1의4(중앙행정기관 및 참여기업의 연구개발비 출연·부담 기준)		
1. 중앙행정기관의 연구개발비 출연 기준	2. 참여기업이 부담하는 연구개발비 중 현금 부담 기준	3. 참여기업이 부담하는 연구개발비 중 현물 부담이 허용되는 비목 및 범위
가. 참여기업이 대기업인 경우 : 총연구개발비의 50퍼센트 이내 나. 참여기업이 중견기업인 경우 : 총연구개발비의 60퍼센트 이내 다. 참여기업이 중소기업인 경우 : 총연구개발비의 75퍼센트 이내 라. 참여기업이 2개이고, 각각 중소기업 및 중견기업인 경우 : 총연구개발비의 60퍼센트 이내 마. 참여기업이 3개 이상이고, 이 중 중견기업의 비율이 3분의 2 이상인 경우 : 총연구개발비의 60퍼센트 이내 바. 참여기업이 3개 이상이고, 이 중 중소기업의 비율이 3분의 2 이상인 경우 : 총연구개발비의 75퍼센트 이내 바. 그 밖의 경우 : 총연구개발비의 50퍼센트 이내	가. 참여기업이 대기업인 경우 : 부담금액의 15퍼센트 이상 나. 참여기업이 중견기업인 경우 : 부담금액의 13퍼센트 이상 다. 참여기업이 중소기업인 경우 : 부담금액의 10퍼센트 이상	가. 참여기업 소속 연구원의 인건비(대기업의 경우에는 현물투자액의 50퍼센트 이내, 중견기업인 경우에는 70퍼센트 이내) 나. 직접경비 중 보유하고 있는 연구기자재 및 시설비, 재료비, 시제품 제작에 필요한 부품비(대기업이 보유하고 있는 연구기자재 및 시설비는 기업의 현물 부담액 중 인건비를 제외한 금액의 50퍼센트 이내, 중견기업인 경우에는 70퍼센트 이내)

주관부처는 국민안전처의 재난대응 부처 정책에 동 사업에서 개발될 안전로봇이 포함되도록 적극적으로 추진할 필요성이 있으며, 관계부처 협력체계 구축이 원활하게 이루어지지 않을 경우에 대비해야 하여야 한다. 재난대응로봇 의무 배치 제도 신설, 로봇 운용 전문 인력양성을 위한 제도개선 추진 등을 계획하고 있는데, 재난대응로봇 의무 배치 제도 신설은 소방본부 119특수구조단 내에 재난대응로봇센터를 포함시켜, 로봇 투입이 필요한 재난 발생 시 신속하게 출동 및 대응이 가능하게 하는 방안일 것이다. 또한 로봇 운용 전문인력양성을 위한 재난대응로봇 전문 운용인력 라이선스 제도 신설, 소방본부에 로봇 운용 전문가 필수고용 제도를 신설할 예정이므로 이를 고려할 필요가 있다. 주관부처는 추가제출자료를 통해 개발로봇의 현장 활용성 증진을 위해 향후 중앙소방학교에 신설될 Living-Lab⁶⁾을 통해 수요자 의견 반영, 검증 및 활용성 제고를 위해 협조체계를 구축할 예정임을 밝히고 있는 바와 같이 협조체계 마련은 필수적이다.

사업 종료 후 사업단 중심의 시범운용 추진, 광역자치단체 및 주요 산업단지 보급 추진, 기초자치단체 및 타 산업 보급 확산을 추진할 예정이므로 재난 관련 부처와 긴밀한 협조가 필요할 것으로 판단된다. 일본의 경우 기존에 실시된 로봇연구 개발이 단 한 번의 실증시험으로 프로젝트가 끝나고 잊혀진 경우가 많으므로 동 관련 분야에 대한 투자를 위해서는 국내에서도 부처 간 협력을 통한 적절한 활용계획 수립이 요구된다. 또한 재난 대응 로봇시장과 관련된 제반시장이 커질 전망이며, 이 분야는 우리나라도 경쟁력이 높은 만큼 향후 시장 동향에 대한 대응 및 국가적 정책지원으로 재난 대응 로봇시장의 산업경쟁력을 높일 필요가 있다.

3. 사업특수평가항목

가. 지역균형발전

지역 간 빈익빈 부익부 현상을 방지하고, 지역균형발전이라는 상위의 국가정책을 평가에 반영하기 위하여 특정 지역으로 입지가 정해지고, 연구단지와 같은 건설을 포함한 사업의 경우에 사업 특수 평가항목으로 지역균형발전을 적용하게 된다. 낙후지역에 대한 투자기회 감소와 발전지역으로의 투자 집중에 의한 지역 간 빈익빈 부익부 현상의 심화를 방지하고 지역균형발전이라는 국가정책을 고려하여, 지역균형발전을 예비타당성조사에 반영하여 평가할 수 있다.⁷⁾ 동 사업은 기반 구축의 입지가 특정 지역인 경상북도 포항시로 정해졌기 때

6) 개발된 소방장비 시제품을 현장요원 등 최종사용자의 적극적인 사용의견을 통해 체험-적용-개선-검증을 위한 조직체계 마련 예정

문에 지역균형발전 항목을 적용하며, 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침⁸⁾에 따라 지역낙후도만을 적용하였다.

지역균형발전을 평가하기 위해 지역낙후도 지수를 활용하는데, 지역낙후도 지수는 건설 예정 부지의 광역·기초 자치단체 소속에 따라 정해진 지역낙후도 지수를 반영하는 것으로 건설인구증가율, 제조업종사자비율, 도로율, 인구 당 승용차등록대수, 인구 당 의사 수, 노령화지수, 재정자립도(3년 평균), 도시적 토지 이용 비율 등 8개 항목에 대하여 별도로 정한 가중치를 적용함으로써 도출한 값이다.

<표 4-7> 지역낙후도 지수 산정을 위한 지표별 가중치

지표	가중치(%)	지표	가중치
인구증가율	8.9	승용차 등록대수	12.4
노령화지수	4.4	도로율	11.7
재정자립도	29.1	인구당 의사수	6.3
제조업종사자 비율	13.1	도시적 토지이용비율	14.2

이로부터 시·도별 지역낙후도 지표 및 순위, 시·군별 지역낙후도 지표 및 순위(단, 특별시와 광역시는 모두 광역 단위로 산정)를 확정하며, 이를 예비타당성조사의 일반지침에서 설정한 표준화점수 도출에 활용한다.

<표 4-8> 동 사업 지역 낙후도 순위

지역	세부 주소	16개 시·도별 지역낙후도	170개 시·군별 지역낙후도*
경북	경상북도 포항시 북구 흥해읍 용한리	13	40

7) 한국개발연구원, 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)」, 2008년도 예비타당성조사 연구보고서, 2008.12

8) 한국과학기술기획평가원, 「연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제1판)」, 2011년도 예비타당성조사 연구보고서, 2011.12

제 5 장 경제적 타당성 분석

제 1 절 비용추정

1. 개요

연구개발사업은 연구기반 구축 R&D 사업과 순수 R&D 사업으로 구분할 수 있다. 연구기반구축 R&D 사업의 총사업비는 연구시설 및 장비의 구축, 연구단지의 조성에 소요되는 모든 경비로 공사비, 보상비, 시설부대경비, 장비구축 및 구입비 등으로 구성된다. 그리고 순수 R&D 사업의 총사업비는 연구개발 등에 소요되는 모든 경비로서 인건비, 직접연구비, 간접비 등으로 구성된다. 사업의 비용추정은 사업 목표를 달성하기 위한 하나의 최적 비용값을 산출하기 위해 수행되며, 보편적으로 관계추정법, 유추추정법 및 상향식추정법 등이 활용되고 있다. 이 중 관계추정법은 원가동인과 원가 사이의 관계식으로부터 비용을 추정하는 방법으로 이를 위해서는 이미 개발된 관계식 또는 새로운 관계식의 개발이 필요하며, 유추추정법은 신규 사업이 기존에 진행된 바 있는 사업들과 완전히 차별화되지 않는다는 점을 고려하여, 유사 사례를 발굴한 뒤 차별점에 대한 보정을 거쳐 비용 규모를 적절하게 산정하는 방법이다. 또한 상향식추정법은 비용을 분해할 수 있는 가장 자세한 원가 단위까지 세분화하여 그로부터 비용을 재차 추정하는 방법이다. 이러한 방법들을 적용하기 위해서는 사업의 특징·범위·규모를 먼저 결정하고, 원가계산서 등의 분석을 통하여 기초자료를 파악한 뒤 결정된 원가추정방법론에 따라 분석결과를 도출하는 과정을 거치게 된다.

2. 사업 비용의 적절성 검토

가. 기술개발과제 비용의 적정성 검토

동 사업의 기술개발과제는 첨단안전로봇개발을 위한 7개 과제와 5개 핵심부품 R&D 과제로 이루어져 있으며, 기술개발과제 비용의 적정성은 관련 전문가의 의견을 토대로 검토하였다.

<표 5-1> 동 사업의 기술개발과제 현황

(단위 : 억 원)

구분	세부과제		합계		합계
			국비	민자	
첨단 안전 로봇 개발	복합 재난	분리합체형 지상 이동 Scout robot 개발	64.0	16.0	80.0
		인명구조 및 자율회귀 가능한 Rescue robot 개발	120.0	30.0	150.0
		공간확보 및 작업지원용 Fire robot	200.0	50.0	250.0
	원전	원전 내부 협소공간 이동 및 자가 자세유지형 경량 비행 로봇 개발	40.0	10.0	50.0
		원전 내 준고소영역 계측 및 작업용 지상 이동 로봇	80.0	20.0	100.0
		원전 내 연료저장조 검사 및 관리용 로봇	56.0	14.0	70.0
	통합	복합재난 사고대응 지원용 다중로봇 통합관제 운용 시스템	240.0	60.0	300.0
소 계			800.0	200.0	1,000.0
핵심 부품	농업 환경 극복형 시각 인식 센서 모듈		12.0	3.0	15.0
	비가시 영역 인명 탐지 센서		16.0	4.0	20.0
	확장형 네트워크 모듈		12.0	3.0	15.0
	협지구동용 독립구동 크롤러		24.0	6.0	30.0
	엔드스코픽 모듈 개발		16.0	4.0	20.0
	소 계			80.0	20.0
제품 고도화 R&D	기 개발된 재난로봇 관련 R&D 중 현장 활용성이 낮은 제품에 대한 추가적인 지원		160	40	200

첨단안전로봇개발분야의 '분리합체형 지상이동 Scout robot 개발(80억 원)'은 기존 플랫폼 관련 기술개발과제의 성과를 활용하여 수행이 가능한 것으로 판단되며, 과제기간 및 예산 규모는 적정수준에 있는 것으로 평가되었다. '인명구조 및 자율회귀 가능한 Rescue robot 개발(150억 원)'은 플랫폼과 제어기술을 분리하여 추진해야 될 타당성이 부족한 것으로 분석되었으며, 이의 연계를 통해 예산규모의 축소가 가능할 것으로 평가되었다. 또한, '공간 확보 및 작업지원용 Fire robot 개발(250억 원)'은 '한국형 원격조정 파괴방수차 개발(특수재난현장긴급대응기술개발사업)'과 '가중력 120kg급 구난로봇기술개발(민군겸용기술개발사업)' 등과 비교해 볼 때, 예산규모는 과대 산정된 것으로 평가되며, 수중건설로봇사업단을 통해 추진되고 있는 'ROV기반 수중 중작업용 로봇기술개발' 등과의 기술 연계 추진이 가능할 것으로 분석되었다.

'원전내부 협소 공간이동 및 자가자세유지형 경량 비행로봇 개발(50억 원)'은 동 사업의 핵심부품 R&D사업에 '엔드스코픽 모듈 개발'을 포함하고 있으므로, 핵심부품 R&D사업과의 연계를 강화하여 관련 예산을 조정하는 것이 필요할 것으로 평가되었으며, '원전 내 준고소영역 계측 및 작업용 지상이동 로봇(100억 원)'은 '원전 고방사선구역 작업환경 모니터링 로봇시스템 개발(로봇산업핵심기술개발사업)'의 결과물을 활용하여 연계할 필요성이 있

으며, 기존 기술을 활용할 경우 관련 예산의 대폭적인 조정이 가능할 것으로 평가되었다. 또한 '원전 내 연료저장소 검사 및 관리용 로봇(70억 원)'은 원자력 내방사선 로봇개발(원자력연구기반조성사업) 및 '원자로 및 원자로냉각재계통 이물질 검사/제거 시스템 개발(원자력기술개발사업)'과 연계가 가능할 것으로 평가되며, 이를 토대로 과제 수행시 관련 예산의 축소가 가능할 것으로 평가되었다.

'복합재난 사고대응 지원용 다중로봇 통합관제 운용 시스템(300억 원)' 과제는 OOO연구소 주관으로 수행 중인 'OOO용 다중로봇 통합운용/제어기술('11-'16)' 과제에서의 다중로봇 임무 시스템 운용개념과 유사한 것으로 판단되며, 연계가능성에 대한 검토가 필요하며 동 과제의 연구범위, 투입인력 및 재료비 등을 고려할 때 적정예산규모는 대폭적인 조정이 가능할 것으로 평가되었다.

핵심부품 R&D과제의 예산규모는 대체적으로 제안된 기술 내용 등을 감안할 때 적정규모에 있는 것으로 평가되었다. 그러나, 제시된 '비가시 영역 인명 탐지 센서' 개발은 소방 및 경찰청 등에서 관련 수요를 반영할 경우 기술적 난이도로 인해 예산 증액이 동반될 가능성이 존재하는 것으로 평가되었다.

그 외 제품고도화 R&D사업은 '시장창출형 로봇보급사업(산업부, 비R&D)'을 통해 국가적·공공적 목적 부처주도형 과제(부처 참여형, 지자체 참여형, 공공기관 참여형)와 수출 유망 분야 등 중소기업 중심 과제의 아이디어발굴형(국내분야, 해외분야)으로 지원하고 있고, 관련된 수요 및 예산산정근거도 구체적이지 못하므로 관련 예산의 지원의 타당성은 미흡한 것으로 분석되었다.

나. 시설 구축 비용의 적정성 검토

(1) 시설구축 개요

동 사업은 로봇기술을 활용한 복합재난/원전분야의 효과적인 재난대응시스템 구현을 위해 현장수요 기반의 안전로봇 기술개발과 기반조성을 추진하고 있다. 안전로봇실증단지는 경북 포항시 북구 흥해읍 용한리에 부지면적 19,800㎡, 건축연면적 8,250㎡의 안전로봇 실내 실증시험동, 안전로봇 연구동, 필드테스트장으로 구성되며 총사업비 226.8억 원을 계획하고 있다.

<표 5-2> 시설구축 개요

구 분	내 용
시 설 명	안전로봇 실증단지
사업위치	경상북도 포항시 북구 흥해읍 용한리 893, 894번지
용 도	연구시설
사업규모	부지면적 19,800㎡, 연면적 8,250㎡
시설구축비	226.8억 원
사업기간	2016년~2019년(4년간)

안전로봇 연구동, 안전로봇 실내 실증 시험동 및 필드테스트장의 시설물 개요는 <표 5-3>과 같다.

<표 5-3> 시설물 개요

시설물명	안전로봇 실내 실증 시험동	안전로봇 연구동	필드테스트장 (옥외 시험시설)	합계
부지위치	포항시 북구	포항시 북구	포항시 북구	-
층수(지하.지상)	지상1층	지상3층	-	-
부지면적(㎡)	6,100㎡	5,400㎡	6,300㎡	11,500㎡(건축) 6,300㎡(필드)
건축면적(㎡)	3,300㎡	1,650㎡	-	4,950㎡
연면적(㎡)	3,300㎡	4,950㎡	-	8,250㎡
건폐율(%)	29%	14%	-	43%
용적률(%)	29%	43%	-	72%
구조/마감	철근 콘크리트, 철 골판넬조 / 판넬, 에나멜, 수성 페인트	철근 콘크리트 / 친환경광택수성도료	-	-
주차대수(대)	60대	90대	-	150대

※ 시설물 구축계획의 건폐율, 용적률은 건축부지의 면적을 기준으로 하였음. (진입도로, 필드테스트장 면적 제외)
출처 : 기획보고서

동 사업에서는 안전로봇 실증단지의 구축을 위하여 226.8억 원을 제시하고 있으며, 사업 계획안의 세부적인 항목별 비용은 <표 5-4>와 같다.

<표 5-4> 세부 소요 비용

구분		금액(천 원)
용지보상비	용지구입비	3,490,000
	지장물보상비	-
	소계	3,490,000
공사비	부지조성공사비	-
	토목/조경공사비	293,200
	건축공사비	12,059,000
	기계/전기/통신/소방	2,638,800
	부가가치세	1,466,000
	소계	16,457,000
시설부대 경비	설계비	607,000
	감리비	953,000
	조사 및 측량비	147,000
	각종 영향평가비	-
	부가가치세	190,000
	소계	1,897,000
예비비		836,000
총 계		22,680,000

동 사업에서 제시한 시설구축과 관련하여 관련 계획 및 법규를 검토한 후, 사업계획안 규모를 기준으로 현실적인 총공사비를 추정하고자 한다.

(2) 관련 계획 및 법규 검토

사업부지는 포항시 흥해읍 영일만 3 일반산업단지의 공장용지로서 산업입지 및 개발에 관한 법률 제 16조 1항 1호에 의한 공영개발지이다. 현재 포항시 도시계획 조례 25조 및 26조에 따른 해당 용도지역의 건폐율과 용적률 제한은 건폐율 80%이하이며 용적률은 350% 이하를 적용하도록 되어 있다.

포항시 주차장 설치 및 관리 조례 <별표 7>의 부설주차장 설치대상시설물 종류 및 설치 기준에 따라 해당 건축물은 그 밖의 건축물에 속하여 시설면적 300㎡당 1대를 설치하게 되어 있어 있으므로 시설면적 4,950㎡을 기준으로 법정주차대수를 산정하면 17대(4950㎡ ÷ 300㎡/대)이다. 동 사업에서는 주차대수 150대를 수용하는 것으로 계획하였으므로 법정 최소 주차대수(17대)를 만족한다.

(3) 공사비 산정

용지보상비는 용지구입비와 지장물공사비로 구분되나 동 사업은 지장물 보상비가 필요치 않은 일반산업단지이므로 용지구입비를 용지보상비로 적용하여 산정하였다. 용지구입비는 포항시 사업부지 선정 통보 공문을 기준으로 산정하였으며, 동 사업 계획에서 제시한 19,800㎡를 기준으로 용지구입비는 총 3,492,918천 원으로 산정하였다.

<표 5-5> 용지구입비 산정

구분	필지	지목	부지면적 (㎡)	용지구입비 (백만 원)	비고
용지구입비	포항시 흥해읍 용한리 893,894	공장용지 (산단)	19,800	3,493	㎡당 분양가격 176,410원 적용

건축공사비는 조달청 「공사유형별 공사비 분석」 출처(2013년)의 중에서 동 사업의 건축 시설과 유사성이 높은 연구시설을 기준으로 2곳을 분석하여 검토를 수행하였다.

<표 5-6> 조달청 연구소 공사비 단가(부가세 별도) 기준

구분	시설면적 (㎡)	추정공사비 (천 원)	㎡당 단가 (천 원)	㎡당 평균단가 (천 원)	
○○복합지원동 (2013년)	건축공사	7,780	7,702,566	990	1,786
	기계공사	7,780	2,065,975	266	
	전기공사	7,780	2,406,746	309	
	통신공사	7,780	652,859	84	
	토목/조경	7,780	1,064,622	137	
	소계		13,892,768	1,786	
○○클러스터 기반 조성센터 (2013년)	건축공사	11,313	8,277,212	732	1,293
	기계공사	11,313	2,449,075	216	
	전기공사	11,313	2,176,355	192	
	통신공사	11,313	710,435	63	
	토목/조경	11,313	1,018,354	90	
	소계		14,631,431	1,293	
적용단가(평균값)				1,540	

출처 : 조달청, 공공건축물 유형별 공사비 분석(2013년)

* 상기 금액은 부가세 별도 금액 기준임

유사시설사례의 1㎡ 당 공사비를 분석기준년도인 2013년 말을 기준으로 부가가치세를 제외하여 산정하면 1,540천 원으로 분석되며 총 공사비는 15,000,875천 원으로 산정되었다.

<표 5-7> 공사비 종합

(단위 : 천 원)

구분	평균 건축공사비(㎡당)	연면적(㎡)	총 건축공사비
안전로봇실내실증시험동	1,540	3,300	5,080,350
안전로봇연구동		4,950	7,620,525
실증시험시설			2,300,000
합계		8,250	15,000,875

* 부가가치세 제외

(4) 시설부대경비

시설부대경비는 설계비, 감리비, 측량비 및 조사비 등으로 구성되고 KISTEP의 『연구개발 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제1판)』(2011) 및 KDI의 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완연구(제5판)」에서 제시하는 기준에 맞추어 산정하였다.

설계비는 동 사업이 건축법 및 건축사법에 의한 건축공사에 해당하므로 기본설계와 실시설계를 모두 포함하여 산정하는 『공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준』(국토해양부 고시 제 2011-750호)을 적용하며, 설계비 산정을 위한 종별구분은 업무로서 제2종(보통)으로 구분되며 『공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준』에 따라 공종별 공사비 산정을 위한 설계도서를 작성하는 경우에 해당하므로 중급으로 적용하여 요율은 직선 보간법을 적용하여 산정하였다.

<표 5-8> 설계비 산정 결과

(단위 : 천 원)

구분	공사비	적용요율(%)	설계비
실증시험동 및 로봇연구동	12,700,875	4.135	525,167

* 부가가치세 제외

감리비는 전면책임감리비 요율을 적용하여 산정하고 본 사업은 교육연구시설에 해당되므로 보통의 공종을 적용하여 전면책임감리비 요율을 산정하였다.

<표 5-9> 감리비 산정 결과

(단위 : 천 원)

구분	공사비	적용요율(%)	감리비
실증시험동 및 로봇연구동	12,700,875	7.689	976,528

* 부가가치세 제외

측량비 및 조사비는 KDI의 『도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』(2008)의 적용기준에 따라 공사비의 1%를 산정하였다.

<표 5-10> 측량비 및 조사비 산정 결과

(단위 : 천 원)

구분	공사비	적용요율(%)	측량비 및 조사비
실증시험동 및 로봇연구동	12,700,875	1.000	127,009

* 부가가치세 제외

(5) 예비비

예비비는 예측할 수 없는 예산 외의 지출 또는 예산 초과 지출액을 충당하기 위한 자금으로 KDI의 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구 (제5판)」(2008)에 따라 공사비, 부대비 및 용지구입비 합계(부가가치세 포함)의 10%를 책정하였다.

(6) 총사업비 종합

시설구축과 관련된 총사업비는 공사비, 부대비 및 용지보상비의 조정을 통해 237.11억 원으로 시설구축사업비 규모가 산정되었다.

<표 5-11> 총사업비 내역 비교표

(단위 : 천 원)

구분	사업계획안(A)	검토안(B)	증감(B-A)
A. 공사비	16,457,000	16,500,963	43,963
A-1. 공사비	14,991,000	15,000,875	9,875
A-2. 부가가치세	1,466,000	1,500,088	34,088
B. 부대비	1,897,000	1,791,574	-105,426
B-1. 설계비	607,000	525,167	-81,833
B-2. 감리비	953,000	976,528	23,528
B-3. 측량비 및 조사비	147,000	127,009	-19,991
B-4. 부가가치세	190,000	162,870	-27,130
C. 용지구입비	3,490,000	3,492,918	2,918
소 계 (A+B+C)	21,844,000	21,785,454	-58,546
D. 예비비	836,000	1,925,545	1,089,545
E. 총사업비	22,680,000	23,711,000	1,031,000

* 각종 영향평가비는 검토안의 측량비 및 조사비에 포함

(7) 건축공사 비용의 연차별 배분계획

건축공사와 관련된 각 분야별 비용의 연차별 배분계획은 총사업비와 경제성분석을 위한 비용으로 구분하였는데, 기반구축을 위한 공사기간은 사업주체가 제시한 바와 같이 2015년~2018년(4개년)으로 설정하였다.

용지구입비, 설계비, 조사측량비의 투입년도는 시설구축의 특성을 반영하여 1차 년도에 적용하였으며, 공사비는 사업 주관부처의 배분비율을 준용하여 2차, 3차 및 4차 년도에 각각 40%, 40% 및 20%를 적용하였다. 감리비의 경우는 건축공사의 특성을 고려하여 2차 년도 2%, 3차 년도와 4차 년도 49%를 각각 적용하였다. 또한 예비비는 각 연차별 총비용의 비율대로 배분하였다.

<표 5-12> 경제성분석을 위한 건축사업비의 연차별배분계획

(단위 : 천 원)

구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
용지구입비		3,492,918				3,492,918
공사비			6,000,350	6,000,350	3,000,175	15,000,875
부 대 비	설계비	525,167				525,167
	감리비		19,531	478,498	478,498	976,528
	조사측량비	127,009				127,009
예비비(10%)		414,509	601,988	647,885	347,867	2,012,250
합 계		4,559,603	6,621,869	7,126,733	3,826,541	22,134,746

* 상기 금액은 부가가치세 제외 금액임

다. 장비구축 비용의 적절성

국가연구시설장비진흥센터에 의뢰하여 검토한 결과, 도입이 적정한 장비는 8종으로 분석되었으며, 중형복합진동시험기, 충격시험기, 방수분진시험기, 열충격시험기 등은 타 기관 장비와 중복되지만 기반장비 또는 단독활용장비에 해당되어 예외로 인정하여 구축해야 하는 장비로 분류하였다. 조달청 내용연수에 따른 장비들의 내용연수는 대부분 10년~11년이며, 관제룸 디스플레이는 5년으로 파악되었다. 내용연수 주기로 동일한 비용이 재투자되며 분석기간 동안 정액법으로 감가상각이 이루어진다.

<표 5-13> 장비 구축 연차별 투자계획

(단위 : 백만 원)

장비명	부처제시	조정안	구축연도			조달청 내용연수
			4차년도	5차년도	6차년도	
중대형 선반	55*2	110	○			11
소형 3D 프린터	85*2	170	○			11
중형복합진동시험기	250	250		○		10
충격시험기	310	310		○		11
방수분진시험기	150	150		○		10
열충격시험기	50	50		○		10
고온화재연기발생장치	75*4	300	○			10
관제룸 디스플레이	50	46			○	5
총계	-	1,386	580	760	46	-

라. 기타 비용

인건비 및 운영비는 사업단 인건비/운영비, 시설관리 운영비, 장비 유지운영비로 구성되어 있으며, 사업단 인건비/운영비와 시설관리 운영비는 사업주체가 제시한 비용을 적용하고 장비 유지운영비는 장비 운영유지보수요율을 적용하여 산정하였다.

사업단 인건비/운영비는 1차 년도부터 3차 년도까지 5명의 인건비 250백만 원, 사무실 임대/관리비 등이 90백만 원이 소요되며, 공사기간 이후 4차 년도부터 8명의 인건비 400백만 원, 경상운영비 및 기타 운영비가 300백만 원이 소요되며 유사 사업단과 동일한 수준이다. 인건비는 사업계획서에서 산정한 인력 및 인건비를 반영하여 적용하였다.

<표 5-14> 연차별 인력운용 및 인건비계획

(단위 : 백만 원)

	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도
인력규모(명)	5	5	5	8	8	8
인건비(백만 원)	250	250	250	400	400	400

또한 운영비는 경비, 공과금, 위탁관리비 등을 포함하는 비용으로 사업부처에서 제시한 경상운영비 내역 등을 적용하여 산정하였다. 또한, 시설관리 운영비는 장비 유지운영비와 독립적으로 소요된다고 가정하여 사업주체가 사업계획서에서 제시한 4차 년도 이후 매년 100백만 원을 적용하였다.

<표 5-15> 연차별 관리운영비 계획

(단위 : 백만 원)

	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도
관리운영비	90	90	90	400	400	400

장비 유지·운영비는 국가연구개발장비센터에서 제시한 표준 장비 운영유지보수요율을 적용하였으며, 사업주체는 장비유지비를 4차 년도 이후 매년 70백만 원으로 적용하였으나, 장비 운영유지비요율 표준 산정기준에 따른 연차별 장비 유지운영비는 장비 구축 첫해인 4차 년도 26백만 원, 5차 년도 64백만 원, 6차 년도 이후 66백만 원이 소요되는 것으로 분석되었다. 운영유지비요율은 직접비(유지보수비, 재료비, 운영인건비)와 간접비(유류비, 관리비, 지원부서 인건비)에 대한 구체적인 정보가 없는 경우 관리비용 산정 시 활용하며, 유지보수요율은 연구장비 유지보수비 산정기준⁹⁾을 참고하여 장비별로 산정하여 분석하였다.

<표 5-16> 장비 운영유지비요율 산정기준

구분		내용
직접비	유지보수비	$\text{운영유지비요율}^1 = \text{유지보수요율} \times \text{요율계수}^2 \times \text{예상활용시간}^3 \div 2,000\text{시간}^4$ 1) 운영유지비요율은 환율변동에 의한 수입재료비 상승, 해외인력의 출장 수리 등 특수한 경우를 제외하고는 12%이하로 산정되어야 함 2) 요율계수 = 2.5 3) 예상활용시간은 표준활용시간(1,000시간)이상 2,000시간 이하에서 유효하며, 해당범위를 벗어나는 활용시간은 운용유지비요율이 다르게 고려되어야 함 4) 2,000시간은 년 간 최대활용시간
	재료비	
	운영인건비	
간접비	유류비	
	관리비	
	지원부서 인건비	
	감가상각비	내용연수를 고려하여 정액법으로 계상

출처 : 국가연구시설장비진흥센터

<표 5-17> 연차별 장비 유지운영비 산정

(단위 : 백만 원)

번호	장비명	구축년도	장비유지운영비		
			4차년도	5차년도	6차년도
1	중대형 선반	2018	5	5	5
2	소형3D프린터	2018	7	7	7
3	중형복합진동시험기	2019		14	14
4	충격시험기	2019		15	15
5	방수분진시험기	2019		7	7
6	열충격시험기	2019		2	2
7	고온화재연기발생장치	2018	14	14	14
8	관제룸 디스플레이	2020			2
합계			26	64	66

또한, 동 사업은 개발 결과물을 제품화하기 위한 시범사업 추진과 소방본부 및 주요 소방서에 안전 로봇을 보급할 예정이므로 관련 비용을 반영하였다. 시범사업은 동 사업의 시제품 통합실증 시험이 시작되는 6차 년도에 제품 개발 및 보급을 위해 2년 동안 실 재난환경 실증 시험, 인증·국제표준, 상용화 로봇 제작을 추진할 예정이며, 관련 비용은 3,000백만 원 수준이다. 보급사업을 통해 완제품 양산 체계를 구축하고 현장보급 및 판매를 통해 기업의 매출 증대를 추진할 예정이며, 2024년에 중앙119구조본부에 1세트(16.4억 원), 전국 소

9) 연구장비 유지보수비 산정기준, PRISM Manual No. 16, 국가연구시설장비진흥센터, 2014.

방분부 17세트, 주요 산업단지 내 소방서 3세트 등 총 21대를 보급계획하고 있어 이를 반영하였으며, 조달청의 '소방차 및 인명구조차'의 내용연수인 7년을 적용하여 재투자비용을 반영하였다.

3. 총사업비 및 총비용 추정

총사업비 재추정 결과 당초 계획(1,576.4억 원) 보다 189.7억 원이 감소된 1,383.73억 원이 적정한 총사업비로 추정되었다. 기술개발비는 제품고도화 R&D의 추진 타당성이 미흡하여 200억 원이 삭감된 1,100억 원으로 조정되며, 기반구축사업비는 기획보고서에 제시된 276.4억 원 보다 10.33억 원이 증가한 286.73억 원으로 추정되었다. 기반구축사업비에 있어 시설구축비는 226.8억 원에 비해 10.3억 원이 증가된 237.11억 원, 장비구축은 도입 비용 13.9억 원 대비 0.04억 원이 감소된 13.86억 원, 운영비는 35.7억 원에서 0.06억이 증가된 35.76억 원으로 산정되었다.

<표 5-18> 총사업비 추정

(단위 : 억 원)

대항목	소항목	사업계획서(A)	예비타당성조사 검토안(B)	증감 (B-A)
기술개발	첨단안전로봇개발	1,000	1,000	0.0
	핵심부품 R&D	100	100	0.0
	제품고도화 R&D	200	0	△200
기반구축	시설구축비	226.8	237.11	10.31
	장비구축비	13.9	13.86	△0.04
	운영비	35.7	35.76	0.06
합계		1,576.40	1,386.73	△189.67

총비용은 편익기간 11년 동안 발생하는 비용을 고려하여 총 1,884.2억 원이 소요될 것으로 예상되며, 2013년 기준 현재가치로는 약 1,399.2억 원으로 산정되었다. 총비용은 연구개발비, 시설 및 장비구축비, 사업단인건비 및 운영비, 시설운영비, 장비운영비 등이 포함된 금액이며, 동 사업 종료시점에 추진될 예정인 시범사업 비용 30억 원과 보급사업 비용 344.4억 원을 반영하였다. 사업단인건비 및 운영비, 시설운영비, 장비운영비는 2020년 이후에는 동일하게 적용된다고 가정하였으며, 비용편익 분석을 위한 총비용에는 이전적인 지출인 부가가치세를 제외해야 하므로 총 사업비 중 시설구축 공사비에서 관련 비용을 제외하

였다. 총비용의 현재가치는 동 사업이 예비타당성조사를 신청한 2014년의 전년도인 2013년을 기준으로 사회적 할인율 5.5%를 적용하여 계산하였다.

<표 5-19> 총비용 추정

(단위 : 억 원)

연도	기술개발	시설 구축	장비 구축	운영비	시범 사업	합계 (명목)	합계 (현재가)
2015	90	45.6		3.4		139.0	124.9
2016	188	66.2		3.4		257.6	219.4
2017	313	71.3		3.4		387.7	312.9
2018	284	38.3	5.8	8.26		336.3	257.3
2019	165		7.6	8.64		181.2	131.4
2020	60		0.46	8.66		69.1	47.5
2021				8.66	15	23.7	15.4
2022				8.66	15	23.7	14.6
2023				8.66	344.4	353.1	206.7
2024				8.66		8.7	4.8
2025			0.46	8.66		9.1	4.8
2026				8.66		8.7	4.3
2027				8.66		8.7	4.1
2028			3	8.66		11.7	5.2
2029			7.3	8.66		16.0	6.8
2030			3.56	8.66	344.4	356.6	143.5
2031				8.66		8.7	3.3
2032				8.66		8.7	3.1
2033		-128.14	-7.5	8.66	-196.8	-323.8	-111.0
합계	1,100	93.21	20.68	148.34	522.0	1,884.2	1,399.2

제 2 절 편익추정

1. 편익추정 개요

가. 기획보고서의 편익 산출 내용 검토

(1) 비용저감 편익

사업주체가 제시한 동 사업의 편익은 (i) 재난피해 저감 편익과 (ii) 연구개발을 통한 시장 창출 부가가치 편익으로 구성된다. 「재난피해 저감 편익」 부분의 편익은 재산피해액, 인명피해액, 간접피해액 저감을 통한 피해비용 저감 편익을 제시하였다. 「연구개발 편익」 부분의 편익은 국내 및 해외 로봇부품시장을 통한 부가가치 창출 편익을 제시하였다.

사업주체는 피해비용 저감 편익 대상을 인적재난으로 설정하고 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{재난피해 저감 편익} = \text{총피해비용} \times \text{피해비용저감율} \times \text{R\&D기여율} \times \text{R\&D사업화성공률} \times \text{사업기여율}$$

국민 안전로봇은 대부분의 자연재해 현장에 활용하는 것이 어려우므로 제외하고, 인적재난에서도 접근성과 활용성 등을 감안하여 화재·폭발·가스사고·붕괴사고 등 4개 재난유형을 편익분석에 포함시켰다.

<표 5-20> 사고유형 및 적용유무

재난유형		적용유무	재난유형		적용유무
대분류	중분류		대분류	중분류	
자연재해	태풍	×	인적재난	화재	○
				폭발	○
				공단내 시설사고	×
				붕괴 사고	○
	호우	×		가스 사고	○
				도로, 철도, 항공기 사고	×
				해양, 유·도선사고	×
				환경오염 사고	×
	강풍	×		산불 사고	×
				광산 사고	×
	대설	×		전기, 승강기 사고	×
				수난, 등반, 추락사고	×
			자전거, 레저시설 사고	×	

출처 : (좌)2012년 재해연보, 소방방재청, 2013 (우)2012년 재난연감, 소방방재청, 2013

피해비용 세부항목은 재산과 인명 피해로 구분하여 추정하였으며, 인명피해는 사망자 비용과 부상자 비용으로 세분화하였다. 사망자의 비용은 KDI (2011)의 연구보고서 ‘의료시설 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구’에서 응급사망시 연간 비용추정을 사용하였다. 응급사망자 비용은 임금손실과 유가족의 물질적·정신적 피해금액으로 구분되며, 2010년 기준 사망평균비용 추정금액은 1인당 225,690천 원으로 조사되었다.

재난사고로 인한 부상자의 연간 비용은 고용노동부 산업재해 보상기준 (KOSIS)을 근거로 추정하였다. 부상자비용에는 요양비, 휴업비, 장해비, 간병비, 재활비, 상병보상비로 구성되어 있으며, 2012년 기준 상해평균비용 추정은 1인당 92,147천 원으로 조사되었다.

사업주체는 로봇 투입에 따른 피해저감 대상으로 화재의 발화요인을 기준으로 전기적, 기계적, 화학적 요인과 가스 누출로 인한 2차 사고로 인한 사고현장의 인명 및 재산피해를 적용하였으며, 안전로봇과 상대적으로 관련이 없는 교통사고, 부주의, 자연적 요인에 의한 사고는 제외하였다. 화재 이외에 폭발사고, 가스사고 및 붕괴사고로 인한 재산 및 인명피해는 상세 구분이 없어 관련 피해규모를 모두 반영하였다. 사업주체는 총 재해비용의 산정에 있어 H. W. Heinrich의 재해발생이론을 적용하여 총 재해손실비용은 직접비용과 간접비용으로 구분하고 간접비용은 직접비용의 4배로 정의하고 이의 합으로 산출하였다.

주요 재난유형에서 발생하는 재난피해 금액에 사망자에 대한 1인당 응급 사망시 평균비용, 부상자에 대한 부상자 1인 연간 평균비용을 적용하여 동 사업과 관련된 사고의 피해비용을 도출하였다.

피해비용 저감율은 소방방재 관련 전문가 및 경제전문가의 설문조사를 바탕으로 화재사고, 폭발사고, 가스사고 및 붕괴사고에 대해 각각 15.04%, 15.62%, 16.95%, 17.25%를 적용하였다. 또한 R&D기여율, R&D사업화성공률 및 사업기여율은 각각 28.1%, 75% 및 98.2%를 적용하였다.

(2) 부가가치창출 편익

시장의 공간적 범위는 내수와 수출시장으로 구분하였다. 내수시장의 연평균 성장률은 서비스 로봇의 세계 연평균 성장률을 기준으로 2015년에서 2020년까지 연평균 성장률이 16%, 2021년 이후로는 연평균 성장률이 8%일 것으로 가정하였다.

로봇부품에 대한 해외시장은 세계로봇시장에 국내로봇시장에서의 로봇부품의 비율인 9.5%를 적용하고 2013년부터 2020년까지 서비스로봇 시장이 11% 성장할 것으로 가정하였으며, 2021년 이후에는 시장이 안정화되어 6%대 성장을 보일 것으로 고려하였다.

국내시장에 대한 예상시장점유율은 로봇전문가를 대상으로 설문조사를 통해 2024년 13%를 점유하고 그 후 매년 1% 증가함을 가정하였으며, 해외시장의 경우는 국내 전자부품시장의 2002년 점유율 11%를 로봇부품에 적용하여 2034년도에 11% 점유 달성을 목표로 설정하였다.

편익 발생기간은 기술수명주기인 11년을 적용하고 '부가가치율'은 한국은행 2010년 산업연관표의 23.7%를 적용하였다. 또한 'R&D사업화성공률'은 2011년도 '지식경제기술혁신 성과활용조사보고서'의 기계소재분야의 사업화 성공률 39.7%를 적용하였으며, 'R&D기여율'은 28.1%(신태영, 2004)의 연구결과를 적용하였다.

사업기여율은 정부 민간의 투자 규모 등을 고려하여 15.78%를 적용하였다.

2. 편익추정의 기본방향

사업주관 부처가 제시한 비용/편익분석 결과를 검토한 결과, 「재난피해비용 저감 편익」 중 재산피해액, 사망자피해액, 부상피해액은 동 사업에서 개발하고자 하는 재난대응로봇과 직접적으로 관련되므로 편익으로 인정하였으며, 「부가 가치창출 편익」은 동 사업의 재난대응 로봇 활용 및 로봇 부품관련 시장 창출을 인정하여 일부 편익에 반영하였다.

가. 피해비용 저감 편익

피해비용 저감 편익은 국가연구개발사업을 통하여 기존의 재난·재해·사고 등으로 인해 발생하는 피해비용을 저감하는 경우를 고려한 편익항목이다. 사업주체에서 제시한 피해비용 저감 편익 산출 방안을 인정하고 각 지표의 산출방안에 대해 검토하였다.

$$\text{피해비용저감액} = (1) \text{ 총 피해비용} \times (2) \text{ 피해저감률} \times (3) \text{ 로봇활용률} \times (4) \text{ R\&D사업화성공률} \times (5) \text{ 사업기여율}$$

(1) 총 피해비용

피해비용저감 편익은 동 사업의 개발 결과물을 활용하여 기존의 재난·재해·사고 등으로 인해 발생하는 피해비용을 저감할 수 있는 경우에 반영할 수 있다. 동 조사에서는 대형화재와 중요화재¹⁰⁾를 대상으로 피해비용을 산정하였다. 대형화재의 정의는 인명피해와 재산피해 정도에 따라 일반화재와 구분하며 인명피해의 경우 사망 5명이상이거나 사상자 10명이상 발생한 화재 또는 재산피해 20억 원 이상 추정되는 화재를 대형화재라고 한다. 중요화재로는 관공서, 학교, 정부무도정공장, 문화재, 지하철, 지하구 등 공공건물 및 시설의 화재, 관공호텔, 고층건물, 지하상가, 시장, 백화점, 대량위험물을 제조/저장/취급하는 장소, 대형 화재취약대상 및 화재경계지구에서 발생하는 등의 화재라고 규정하고 있다. 합리적인 피해비용 산정을 위해서는 '건축물 구조 및 화재 발생 장소', '사고 규모별 로봇투입가능성'에 대한 추가적인 분석을 통한 피해규모 도출이 필요하나 자료 수집의 한계로 인해 대형화재와 중요화재를 포함하는 시설을 대상으로 산출한 피해비용을 총 피해비용으로 정의하였다. 이를 위해 교육시설, 판매 및 업무시설, 집합시설, 산업시설 및 위험물 및 가스제조소에서 발생하는 피해비용만을 화재사고의 분석대상으로 정의하였다. 한국은행에서 발표하는 GDP 디플레이터를 적용하여 2013년도 기준년도로 환산하여 분석하였다.

<표 5-21> 화재사고에 대한 동 조사 피해비용 산정 규모

구분	전체 사고				동 사업 피해비용산정 화재사고		
	발생건수	총피해비용 (억 원)	사망자 (명)	부상자 (명)	발생건수	사망자 (명)	부상자 (명)
'14년	42,135	405,279	325	1856	7,999	40	476
'13년	40,932	434,462	307	1877	8,037	43	391
'12년	43,249	289,494	267	1956	8,626	38	479
'11년	43,875	256,548	263	1599	8,762	32	394

출처 : 재난연감, 소방방재청, 각년도

10) 대형화재 사례분석을 통한 소방관리체제 개선방안, 2009, 이순권

<표 5-22> 화재사고 중 피해비용 분석대상시설별 피해 비용

(단위 : 억 원)

구분	피해비용	교육시설	판매업무시설	집합시설	산업시설	위험물 및 가스제조소
'14년	268,189	3,248	23,970	2,593	238,231	146
'13년	303,176	1,816	18,938	4,377	276,199	1,846
'12년	171,922	1,688	13,052	4,359	152,372	451
'11년	138,314	1,365	14,227	3,477	118,805	440

출처 : 재난연감, 소방방재청, 각년도

폭발사고, 붕괴사고, 가스사고는 전체 사고 중 다중이용, 공사장, 초고층 및 복합시설, 공장에서 발생하는 발생비율을 적용하여 산정하였다. 폭발사고, 붕괴사고 및 가스사고의 총 피해액 중 동 사업과 관련된 피해비용 산정을 위해 전체사고 중 각 사고의 발생건수 비중을 적용하여 사고별 피해규모를 산정하였다. 2013년도 기준 동 사업과 관련된 폭발사고, 붕괴사고 및 가스사고의 피해액은 각각 116.1백만 원, 44.8백만 원 및 170.8백만 원으로 분석되었으며, 각 사고별 사망자/부상자는 각각 2.1명/23.2명, 17.0명/103.5명 및 5.1명/36.3명으로 분석되었다.

<표 5-23> 폭발/붕괴/가스 사고에 대한 동 사업 관련 피해비용 규모

재난유형	연도	전체사고				동 사업 피해비용산정 대상사고
		피해액 (백만 원)	발생건수	사망자	부상자	발생건수
폭발사고	'13년	562.44	61	13	105	7
	'12년	457.74	48	4	82	20
붕괴사고	'13년	2.00	401	26	223	206
	'12년	84.00	402	43	198	189
가스사고	'13년	332.50	72	11	61	22
	'12년	730.00	125	20	159	43

출처 : 재난연감, 소방방재청, 각년도

피해비용 세부항목은 재산과 인명 피해로 구분하여 추정하였으며, 인명피해는 사망자 비용과 부상자 비용으로 세분화하였다. 사망자의 비용은 KDI(2011)의 연구보고서 '의료시설부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구'에서 응급사망시 연간 비용추정을 사용하였다. 응급사망자 비용은 임금손실과 유가족의 물질적·정신적 피해금액으로 구분되며, 2010년 기준 사망평균비용 추정금액은 1인당 225.69백만 원으로 조사되었다. 재난사고로 인한 부상자의 연간 비용은 고용노동부 산업재해 보상기준 (KOSIS)을 근거로 추정하였다. 부상자비용에는

요양비, 휴업비, 장해비, 간병비, 재활비, 상병보상비로 구성되어 있으며, 2012년 기준 상해 평균비용 추정은 1인당 92.147백만 원으로 조사되었다.

(2) 피해비용 저감률 및 로봇활용률

피해비용 저감률은 화재사고(15.04%), 폭발사고(15.62%), 가스사고(16.95%), 붕괴사고(17.25%) 등 사업주체가 전문가 설문문을 통해 조사한 결과인 손실비용 저감률을 활용하였다. 사업주체는 동 사업 종료 후 기술을 상용화하기 위해 필요한 시범사업 및 보급비용 이외의 비용, 동 사업을 통해 개발된 각 로봇의 기능에 따른 활용 정도 등이 구체적으로 고려하지 않았으나, 현실적인 추정의 어려움이 존재하여 일반적으로 적용하는 R&D기여율인 35.4% (제3차 과학기술기본계획)를 적용하였다. 일반적으로 R&D기여율은 연구개발성과의 상업화를 통해 부가가치가 창출되었을 때 전체 부가가치 가운데 연구개발에 의한 기여분으로서 동 사업에서 적용하는 R&D기여율과 개념상 차이가 존재한다는 한계는 존재한다.

(3) R&D사업화 성공률

R&D사업을 통한 기술개발 결과가 시장에서의 편익창출로 이어지기 위해서는 기술 실증 및 상용화 과정을 거치게 되는데, 이러한 과정에는 성공에 대한 불확실성이 존재한다. R&D사업화성공률은 상업화를 목표로 추진되는 R&D사업의 결과물이 경제적인 편익이 발생 가능한 상태인 제품 또는 서비스로서 시장에 출하되거나 수요자에게 공급될 수 있는 상태로 전환되는 비율을 의미하며, 기술개발 성공가능성과 사업화 성공가능성 정도에 따라 결정될 수 있다(양희승, 2010). 동 사업의 보급계획에 따르면, 기술개발종료 후 시범사업 및 보급사업을 수행할 계획을 가지고 있으며, 이를 총비용에 반영하였으므로 시범사업의 R&D사업화성공률¹¹⁾ 75%를 적용하였다.

(4) 사업기여율

R&D사업의 편익을 측정하기 위해서는 미래 시장규모의 예측뿐만 아니라, 전체 시장규모

11) 시장창출형 로봇보급사업 성과분석 및 개선방안 연구, 산업부, 2014.06

중에서 어느 부분까지를 해당 사업에 의한 편익으로 고려해야 하는지가 중요한 문제이다. 편익 발생 시점 이후의 시장규모는 분석 대상 연구개발사업 뿐만 아니라 그 이전 또는 그 이후에 수행된 연구개발사업의 성과에도 동시에 영향을 받기 때문이다. 즉, 예비타당성조사에서 사업 시행의 효과를 분석하기 위해서는 사업 시행 시와 미시행 시의 차이를 측정해야 하는데(한국과학기술기획평가원, 2011), 미래 시점에 창출된 부가가치에는 동 사업 외의 성과도 포함되어 있는 것이다. 이를 반영하기 위해 본 경제성 분석에서는 미래 시점 기준의 R&D활동 중 동 사업이 차지하는 비중을 의미하는 사업기여율 혹은 사업점유효과라는 항목을 적용하였다. 사업기여율은 동 사업 투자규모/(동 사업 투자규모+정부투자규모+민간투자규모)로 측정하며 「로봇산업실태조사보고서」에서 조사된 전문서비스용 로봇 연구개발 현황 출처를 활용하여 사업기여율을 반영하였다.

<표 5-24> 전문서비스용 로봇 연구개발 현황

구분	2011년		2012년		2013년	
	건수	금액 (백만 원)	건수	금액 (백만 원)	건수	금액 (백만 원)
정부지원 연구개발	40	22,998	71	28,525	58	24,056
외부지출 연구개발	10	907	12	6,466	12	2,586
타 국가지원 기술도입	-	-	-	-	-	-
자체연구개발	17	1,270	27	3,311	222	4,729
총계	67	25,175	110	38,302	292	31,371

출처 : 로봇산업실태조사보고서, 2014

전문서비스용로봇은 빌딩서비스용 로봇, 사회안전 및 극한작업로봇, 의료로봇, 군사용로봇 등을 포함하고 있으므로 전문서비스용 로봇 중 동 사업을 포괄하는 사회안전 및 극한작업로봇의 연구개발 투자 비용은 전문서비스용 로봇 생산에서 사회안전 및 극한작업로봇의 생산비중을 적용하였다.

<표 5-25> 전문서비스용 로봇 생산 현황

(단위 : 백만 원)

구분	2011년	2012년	2013년
사회안전 및 극한작업로봇	7,167	9,347	3,705
의료용 로봇	6,355	3,102	8,804
군사용로봇	42,923	12,581	12,211
기타	11,791	10,480	13,077
총계	68,236	35,510	37,797

출처 : 로봇산업실태조사보고서, 2014

동 사업과 관련된 로봇에 대한 정부와 민간의 연구개발 투자는 2011년도부터 2013년도의 사회안전 및 극한작업로봇 평균 로봇생산비중인 14.28%를 전문서비스용 로봇 연구개발투자에 적용한 결과 정부와 민간의 연평균 연구개발투자 규모는 45.16억 원으로 추정된다.

나. 부가가치창출편익

부가가치창출편익은 주관부처가 제시한 시장수요접근법을 사용하고 제시된 부품시장의 국내생산규모, 부가가치율, 사업기여율, 편익발생기간 등의 항목에 대한 검토 결과를 활용하여 핵심부품연구개발 부문에 대한 편익을 추정한다.

동 사업의 직접적인 편익은 국내 로봇부품 및 부분품 생산현황을 고려하여 산정하였다.

$$\text{부가가치창출편익} = (1) \text{ 미래시장규모} \times (2) \text{ 사업기여율} \times (3) \text{ R\&D사업화성공률} \times (4) \text{ 부가가치율} \times (5) \text{ R\&D기여율}$$

(1) 미래시장규모

동 사업의 미래시장규모는 로봇산업실태조사보고서에서 조사된 로봇 부품 및 부분품 생산액을 토대로 검토하였다.

<표 5-26> 로봇부품 및 부분품 생산 현황

(단위 : 백만 원)

구분	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
로봇용 부품 및 부분품 생산액	66,265	69,123	138,794	110,878	156,236

출처 : 로봇산업실태조사보고서, 2014

로봇부품 및 부분품 생산액에 대한 미래 규모를 예측하기 위해 로봇부품시장에 대한 보고서가 존재하지 않으므로 한국 로봇생산규모에 대한 시장예측보고서¹²⁾의 산업용 로봇의 생산규모를 토대로 2차 추세 모형을 적용하여 시장성장률을 예측하여 적용하였다.

12) The Freedonia Group, Inc, 2012.12

(2) 사업기여율

동 사업은 로봇의 상용화에 목적을 두고 있으므로 「로봇산업실태조사보고서」에서 조사된 로봇 부품 및 부분품 연구개발 현황을 활용하여 사업기여율을 반영하였으며, 사업기여율은 동 사업 투자규모/(동 사업 투자규모+정부투자규모+민간투자규모)로 측정하였다.

<표 5-27> 로봇부품 및 부분품 연구개발 현황

구분	2011년		2012년		2013년	
	건수	금액 (백만 원)	건수	금액 (백만 원)	건수	금액 (백만 원)
정부지원 연구개발	72	14,547	78	18,277	42	6,668
외부지출 연구개발	7	359	10	464	11	1,864
타 국가지원 기술도입						
자체연구개발	36	2,281	53	3,676	48	5,219
총계	115	17,187	141	22,417	101	13,751

출처 : 로봇산업실태조사보고서, 2014

동 사업과 관련된 로봇부품 및 부분품에 대한 2011년도부터 2013년도의 정부와 민간의 연평균 연구개발투자 규모는 177.85억 원으로 추정되며, 동 사업에 의한 기여효과는 (동 사업 연평균 투자규모)/((정부+민간)투자규모+동 사업 연평균 투자규모)를 적용하였다.

(3) R&D사업화 성공률

본 조사에서는 한국산업기술관리평가원의 2012년도 「산업기술개발사업 성과활용현황조사 결과보고서」에서 제시하고 있는 기계 및 소재분야의 R&D사업화성공률 42.9%를 적용하였다.

(4) 부가가치율

동 사업의 편익은 사업수행으로 창출된 매출액 전체가 아닌 부가가치를 기준으로 산정되기 때문에 부가가치율을 고려할 필요가 있다. 본 조사에서는 「연구개발부문 사업의 예비

타당성조사 표준 지침 연구」의 기준에 따라 「2012년 산업연관표」(한국은행, 2014)의 기 타특수목적용기계의 부가가치율 29.59%를 적용하였다.

(5) R&D기여율

R&D사업의 직접적 경제적 편익을 산정하기 위해서는 해당 시장에서 창출된 부가가치 중에서 연구개발이 기여한 정도를 고려할 필요가 있다. 즉, R&D기여도는 R&D의 상업화를 통해 부가가치가 창출되었을 때 전체 부가가치 가운데 R&D의 기여분이 어느 정도인지를 나타내는 지표이다. R&D사업 예비타당성조사에서 일반적으로 사용하고 있는 35.4%(제3차 과학기술기본계획)를 적용하였다.

(6) 연구개발에 의한 편익발생기간

본 조사에서는 편익발생기간의 산정에 있어 관련 로봇 분야의 특허 조사를 통해 평균 기술주기¹³⁾(TCT, Technology Cycle Time)를 고려하였다. 미국 특허시장 기준의 기술별 전체 주기(TCT)를 고려한 결과 전체 기술순환주기는 평균 11년으로 나타나고 있어 동 조사에서는 편익발생기간을 11년으로 적용하였다.

이 외에 동 보고서에서는 예비타당성조사 수행 전년도 기준으로 2013년을 기준으로 평균 환율인 1,095.04원/달러와 현재가치화를 위해 한국개발연구원(2007)의 사회적 할인율 5.5%를 적용하였다.

다. 편익 산정 방식 비교

지금까지 살펴본 편익 계산 방식을 사업주체가 제시한 방식과 비교 요약하면 <표 5-28>과 같다.

13) 인용된 특허들의 발행연도와 인용한 특허의 발행연도와의 차이 값들의 중간 값(median age)으로 기술발전의 속도 즉, 혁신활동의 속도에 대한 정보를 제공

<표 5-28> 주관부처 기획과 예비타당성조사 편익 계산의 차이점 비교

구분		주관부처 기획	예비타당성조사	
비용 저감	피해 비용	재산 피해액	○ 소방방재청의 2012년 재해 연감의 연간 피해금액의 평균값 ○ 화재 발화요인별에서 추정 ○ Heinrich 재해발생이론을 적용한 간접비용 4배포함 적용 ○ 건당 피해비용 설문조사 자료 활용	○ 로봇 적용이 가능한 화재 장소별 피해규모 ○ 간접비용 불인정 ○ 건당 피해비용은 재난연감 자료 활용
		사망 피해액	○ 응급사망 시 연간 비용 추정	○ 1인당 비용은 좌동 ○ 화재장소별 피해규모에 따른 조정
		부상 피해액	○ 산업재해 보상 기준	○ 1인당 비용은 좌동 ○ 화재장소별 피해규모에 따른 조정
	피해비용 저감률	○ 설문조사에 의해 산출	○ 좌동	
	활용률	-	○ 35.4%(제3차 과학기술기본계획)	
	사업기여율	○ 98.2%	○ 82.3%(로봇산업실태조사보고서활용)	
	R&D사업화 성공률	○ 로봇시범보급 사업화 성공률 적용	○ 좌동	
	편익발생기간	○ 회임기간 2년 ○ 11년	○ 회임기간 2년 ○ 기술수명기간 11년 적용 (TCT결과활용)	
	가치 창출	미래 시장규모	○ 국내외 부품시장	○ 국내 로봇부품 및 부분품 생산액
사업기여율		○ 15.78%	○ 19.1%(로봇산업실태조사보고서활용)	
R&D사업화 성공률		○ 기계 소재 분야의 사업화 성공률 39.7% 적용	○ 2012년도 지식경제 기술혁신사업 성과활용조사 결과보고서'의 기계 소재 분야의 사업화 성공률 42.9% 적용	
부가가치율		○ 2010년 한국은행 산업연관표의 기타 특수목적용기계의 23.7%	○ 2012년 한국은행 산업연관표의 기타 특수목적용기계의 29.5%	
편익발생기간		○ 기술수명기간 11년 적용	○ 회임기간 3년 ○ 기술수명기간 11년	
R&D기여율		○ 28.1%(신태영, 2004)	○ 35.4%(제3차 과학기술기본계획)	

3. 동 사업 편익추정

동 사업의 편익을 산정한 결과, 2013년 기준년도로 사회적 할인율 5.5%를 적용하면 편익은 1,566.07억 원(현재가치 729.71억 원)으로 추정되었다.

<표 5-29> 편익 발생 흐름

(단위 : 억 원)

연도	비용저감				부가가치 창출	합계 (명목)	합계 (현가)
	화재	폭발	가스	붕괴			
2021					33.36	33.36	21.74
2022					35.67	35.67	22.03
2023	88.76	0.94	4.45	1.55	38.13	133.83	78.35
2024	88.76	0.94	4.45	1.55	40.77	136.46	75.72
2025	88.76	0.94	4.45	1.55	43.58	139.28	73.26
2026	88.76	0.94	4.45	1.55	46.59	142.29	70.94
2027	88.76	0.94	4.45	1.55	49.21	144.91	68.48
2028	88.76	0.94	4.45	1.55	51.98	147.67	66.15
2029	88.76	0.94	4.45	1.55	54.90	150.59	63.94
2030	88.76	0.94	4.45	1.55	57.99	153.68	61.85
2031	88.76	0.94	4.45	1.55	61.24	156.94	59.87
2032	88.76	0.94	4.45	1.55		95.69	34.60
2033	88.76	0.94	4.45	1.55		95.69	32.80
합계	976.32	10.30	49.00	17.02	513.42	1,566.07	729.71

제 3 절 경제성 분석

1. 비용편익 분석

동 사업 전체의 편익과 비용을 바탕으로 사회적 할인율 5.5%를 적용하여 현재가치의 합을 계산하고 비용편익 분석을 수행한 결과, 동 사업 전체의 비용편익 비율(B/C ratio)은 0.52으로 분석되어 동 사업의 원안에 대한 예산규모 및 계획을 기준으로 경제성이 확보되지 않았다.

<표 5-30> 동 사업의 비용편익분석 결과

(단위 : 억 원)

사회적 할인율	비용(현재가치)	편익(현재가치)	B/C Ratio	NPV (순현재가치)
5.5%	1,399.2	729.71	0.52	-669.49

2. 민감도 분석

사회적 할인율 5.5%를 기준으로 작성한 앞의 비용편익 분석 결과를 동 사업에 적합한 경제성 분석결과라고 가정하였다. 이러한 분석 결과에 대해 사회적 할인율의 변화가 5.5%에서 $\pm 1.0\%$ 의 변동이 있을 때의 영향을 조사하였다.

사회적 할인율을 4.5%로 적용한 경우의 B/C 비율은 0.57로 계산되었으며 사회적 할인율을 6.5%로 적용한 경우의 B/C 비율은 0.48으로 분석되었다.

<표 5-31> 사회적 할인율 변동에 따른 비용/편익 분석 결과

할인율 4.5%	할인율 5.5%	할인율 6.5%
0.57	0.52	0.48

제 6 장 종합분석 및 결론

제 1 절 결론 도출을 위한 대안 마련

1. 사업 원안에 대한 조사 결과

동 사업은 로봇기술을 활용한 복합재난/원전의 효과적인 재난대응 시스템 구현을 위해 재난대응 작업공정 및 수요자 참여기반의 수요연계형 안전로봇 개발과 극한재난 조건에서 운용이 가능한 로봇핵심기술 및 부품확보 및 국내 기개발된 제품의 기능 업그레이드 및 실증 검증을 통한 활용도 제고를 위해 재난현장 구현 실증인프라 구축을 계획하고 있다.

동 사업 원안에 대한 기술적, 정책적 및 경제적 타당성 조사 결과를 종합하여 볼 때, 다음과 같은 문제점들이 발견되어 원안에 대한 신규 사업 추진의 타당성은 확보되지 않은 것으로 분석되었다.

동 사업은 재난 관계자 설문 및 전문가 자문을 토대로 재난대응 대상사고를 화재·폭발·가스누출·붕괴·원전사고로 설정하고 필요 로봇 작업과 기능을 도출하였으나, 세부기술선정과정과 재난피해 저감을 위한 로봇플랫폼의 구체적 역할이 다소 미흡한 것으로 분석되었다. 제안된 기술개발과제 중 일부 과제는 목표시설의 환경 분석 등 세부활동계획이 미흡하여 추진 타당성이 낮으며, 기존과제와의 중복 및 연계가능한 과제가 다수 존재하는 것으로 분석되었다.

동 사업은 사업 종료 후 사업단 중심의 시범운용 추진, 광역자치단체 및 주요 산업단지 보급 추진, 기초자치단체 및 타 산업 보급 확산을 추진할 예정이므로 재난 관련 부처와 긴밀한 협조가 필요한 것으로 판단되며, 추진체계에 있어 추진위원회의 구성 및 결과물의 활용에 대해 국민안전처 및 중앙소방학교 등과의 협의 내용을 제시하고 있으나 사업추진 시 결과물의 활용을 위한 지속적이고 구체적인 운영방안을 마련할 필요가 있는 것으로 분석되었다.

경제적 타당성 분석에서 편익분석은 재난피해비용 저감 편익 및 시장편익접근법을 적용하였으며, 비용편익 비율이 0.52로 산출되어 경제성이 확보되지 못한 것으로 분석되었다.

2. 대안의 도출

원안의 추진에 있어 타당성은 부족하나, 동 사업이 국가 안전 관리의 패러다임이 사후조치, 응급대응에서 사전예측, 신속대응으로 전환되고 있고, 인간이 직접 투입되기 어려운 상황이거나 구조적으로 물리적 지원이 필요한 재난환경에서 선투입이 가능한 신속 대응으로서의 로봇 개발의 필요성 및 정부의 정책적 추진방향 등과 부합하여 주관부처가 제출한 원안, 추가 제출된 자료, 중간결과 및 중간검토회의 이후 주관부처의 소명자료 등을 토대로 대안을 구성하였다.

가. 기술개발과제 검토

대안은 동 사업의 목표와 부합한 과제 위주로 구성하였다. 동 사업의 성공적인 추진을 위해서는 추가적으로 수요자인 국민안전처와의 긴밀한 협의, 동 사업과의 연계가 가능한 국방과학연구소 등 출연연, 대학 및 기업 등과의 기존 성과 연계에 대한 구체적인 협력 방안을 상세 기획단계에서 반영하여 추진함이 타당한 것으로 판단된다.

세부적으로 기술개발과제에 있어 ‘복합재난 농연환경 내 환경인지 및 독립 통신망 구축 가능한 비행환경 극복형 분리합체형 지상이동 Scout robot 개발’은 재난현장 상황파악, 요구조사 탐색 및 구조를 위해 내열성 등이 고려되는 특수환경 내에서 활용을 목적으로 추진됨을 고려할 때 필요성은 인정되나, 정찰임무로봇은 상세 기획단계에서 국방 및 민간 기술 역량을 명확하게 파악하고 현장활용성을 높이기 위한 적극적 활용계획을 수립 후 추진함이 타당한 것으로 판단되며 요구된 예산은 적정규모인 것으로 판단된다. 과제 내용 중 비행임무장비의 경우 실내운영환경을 고려하여 호버링 기술, 충돌회피를 위한 초음파센싱, 바닥형상인식, 고도측정 장치 등을 고려한 개발이 필요할 것으로 판단된다. ‘복합재난 사고현장 초동대응을 위한 공간확보 및 작업지원용 Fire robot 개발’은 가스누출, 붕괴/폭발 위험지역 등 유해가스로부터의 보호, 내열성, 내충격성 등이 요구되는 상황에서의 활용을 목적으로 추진됨을 고려할 때 기술개발의 필요성은 인정되나, 기존 기술의 적극적 활용계획을 수립할 경우 관련 예산은 250억 원에서 70억 원이 감액된 180억 원이 적절한 것으로 평가된다. ‘복합재난 사고대응 지원용 다중로봇 통합관제 운용 시스템’은 OOO연구소 주관으로 개발 중인 ‘OOO용 다중로봇 통합운용/제어기술(11-16) 과제에서의 운용개념과 유사한 점을 고려할 때 적극적인 연계 협력 방안을 수립 후 추진할 필요가 있는 것으로 판단되며 기술

개발과제 1과 3과의 긴밀한 협업체계가 필수적일 것으로 판단된다. 연구개발과제에 필요한 인력 및 재료비 등을 검토한 결과 관련 예산은 300억 원에서 180억원이 감액된 120억 원 규모가 적절한 것으로 평가되었다.

핵심부품 R&D 과제 중 '농연 환경 극복형 시각 인식 센서 모듈'은 재난 발생시 농연환경내에서 시야확보를 위한 기술로 필요성이 인정되나, 상세기획시 IR카메라 및 광학필터 등을 활용한 제안 기술과 대체 기술과의 상세 특성 분석 후 제안기술의 개발 타당성 확보 후 수행함이 바람직할 것으로 판단되며, '비가시 영역 인명 탐지 센서'는 다양한 재난환경에서 인명탐지에 대한 필요성이 존재하며 소방 및 경찰청 등 다양한 수요가 존재함을 감안하고 소명자료를 통해 보완된 기술개발과제의 난이도를 고려하여 관련 예산을 20억 원에서 50억 원이 증액된 70억 원이 적정예산으로 평가되었다. '확장형 네트워크 운영 모듈'의 재난환경용 네트워크 운영기술은 재난환경에서 필수적으로 수행되어야 하는 핵심기술로 필요성은 인정되나, 재난 환경 등의 대형화, 복잡화, 다변화됨을 고려할 때 주파수 특성상 통신 불감지역이 최소화 되도록 요소기술 및 세부활동 계획을 상세 과제기획시 구체화할 필요가 있는 것으로 판단된다.

첨단안전로봇 기술개발과제 중 (과제2) '복합재난 농연환경 내 인명구조 및 자율회귀 가능한 Rescue robot 개발', (과제4) '원전 내부 협소공간 이동 및 자가 자세유지형 경량 비행 로봇 개발', (과제5) '원전 내 준고소영역 계측 및 작업용 지상 이동 로봇', (과제6) '원전 내 연료 저장조 검사 및 관리용 로봇'은 추진필요성이 미흡하거나 세부활동계획이 구체적으로 제시되지 않아 전액 삭감 조정하였으며, 핵심부품 R&D 기술과제 중 (과제4) '협지구동형 인휠 독립구동 크롤러 시스템'과 (과제5) '엔드스코픽 모듈'은 구체성 및 추진타당성이 낮아 제외하였다. 또한 제품고도화 R&D를 통해 기 개발된 R&D에 대해 제품고도화 사업을 통해 재난 로봇의 현장 적용 확대를 계획하고 있으나, 이에 대한 구체성이 미흡하며 기존사업과의 중복성이 존재하여 전액 삭감하였다.

나. 기반구축 검토

시설구축의 경우 대안의 과제 축소에 따라 연구동 및 원전관련 시설의 축소에 대한 조정을 반영하였다.

동 사업의 로봇실내실증시험동은 기존 3,300m²에서 인명구조시험실 및 원전/플랜트환경 시험장을 제외하고 2,500m²로 축소하고, 안전로봇연구동은 4,950m²에서 지상 3층은 입주기업실 등을 포함하고 있어 이를 제외하고 관제시스템 실험실을 지상 2층에 포함하여 진행하

여 타당한 것으로 판단되므로 효율적 공간 운영을 통해 지상 3층의 1,650m²를 제외하고 3,300m²로 축소하였다. 실증시험시설에 있어서도 과제축소에 따라 25.3억 원에서 6.1억 원이 감액된 19.2억 원을 반영하였다.

<표 6-1> 공사비 종합

(단위 : 천 원)

구분	평균 건축공사비 (m ² 당)	연면적(m ²)		총 건축공사비
		원안	검토안	
안전로봇실내실증시험동	1,540	3,300	2,500	3,848,750
안전로봇연구동		4,950	3,300	5,080,350
실증시험시설				1,745,455
합계		8,250		10,674,555

* 부가가치세 제외

시설부대경비 중 설계비는 동 사업이 건축법 및 건축사법에 의한 건축공사에 해당하므로 기본설계와 실시설계를 모두 포함하여 산정하는 『공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준』(국토해양부 고시 제 2011-750호)을 적용하며, 설계비 산정을 위한 종별구분은 업무로서 제2종(보통)으로 구분되며 『공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준』에 따라 공종별 공사비 산정을 위한 설계도서를 작성하는 경우에 해당하므로 중급으로 적용하여 요율은 직선 보간법을 적용하여 산정하였다.

<표 6-2> 설계비 산정 결과

(단위 : 천 원)

구분	공사비	적용요율(%)	설계비
실증시험동 및 로봇연구동	8,929,100	4.194	374,447

* 부가가치세 제외

시설부대경비 중 감리비는 전면책임감리비 요율을 적용하여 산정하고 본 사업은 교육연구시설에 해당되므로 보통의 공종을 적용하여 전면책임감리비 요율을 산정하였다.

<표 6-3> 감리비 산정 결과

(단위 : 천 원)

구분	공사비	적용요율(%)	감리비
실증시험동 및 로봇연구동	8,929,100	8.110	724,150

* 부가가치세 제외

시설부대경비 중 측량비 및 조사비는 KDI의 『도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』(2008)의 적용기준에 따라 공사비의 1%를 산정하였다.

<표 6-4> 측량비 및 조사비 산정 결과

(단위 : 천 원)

구분	공사비	적용요율(%)	측량비 및 조사비
실증시험동 및 로봇연구동	8,929,100	1.000	89,291

* 부가가치세 제외

대안의 시설구축과 관련된 총사업비는 공사비, 부대비 및 용지보상비의 조정을 통해 180.04억 원으로 시설구축사업비 규모가 산정되었다.

<표 6-5> 시설구축 관련 사업계획안과 대안의 내역 비교표

(단위 : 천 원)

구분	사업계획안(A)	대안(B)	증감(B-A)
A. 공사비	16,457,000	11,742,011	-4,714,990
A-1. 공사비	14,991,000	10,674,555	-4,316,445
A-2. 부가가치세	1,466,000	1,067,456	-398,545
B. 부대비	1,897,000	1,306,677	-590,323
B-1. 설계비	607,000	374,447	-232,553
B-2. 감리비	953,000	724,150	-228,850
B-3. 측량비 및 조사비	147,000	89,291	-57,709
B-4. 부가가치세	190,000	118,789	-71,211
C. 용지구입비	3,490,000	3,492,918	2,918
소 계 (A+B+C)	21,844,000	16,541,605	-5,302,395
D. 예비비	836,000	1,462,160	626,160
E. 총사업비	22,680,000	18,003,766	-4,676,234

* 각종 영향평가비는 검토안의 측량비 및 조사비에 포함

다. 대안의 총사업비

앞에 제시된 내용을 반영한 대안의 총사업비는 709.66억 원으로 추정되며, 대안 도출에 따른 부문별 원안 및 검토안의 예산 규모 비교는 <표 6-6>과 같다.

<표 6-6> 원안 및 대안의 예산 규모의 개요

(단위 : 억 원)

대항목	구분		사업계획서 (A)	예비타당성 조사(B)	증감 (B-A)	비고	
	소항목						
기술개발	첨단안전 로봇개발	과제 1	80	80	-	-	
		과제 2	150	-	△150	추진의 필요성 미흡으로 불인정	
		과제 3	250	180	△70	기존 개발 기술의 연계를 통한 예산 삭감	
		과제 4	50	-	△50	구체적인 목표시설의 분석 미흡	
		과제 5	100	-	△100	기존 과제와의 중복성, 구체성 미흡	
		과제 6	70	-	△70	동 사업의 취지와 부합성 낮음	
		과제 7	300	120	△180	기존 개발 기술의 연계를 통한 예산 삭감	
	핵심부품 R&D	과제 1	15	15	-	-	
		과제 2	20	70	50	소방 및 경찰청 등 다양한 수요 및 기술개발 난이도를 고려하여 증액	
		과제 3	15	15	-	-	
		과제 4	30	-	△30	구체성 미흡	
		과제 5	20	-	△20	필요성 미흡	
	제품고도화 R&D		200	-	△200	기존 비R&D사업과의 중복성 존재	
	기반구축	시설구축비		226.8	180.04	△46.76	과제축소에 따른 시설 조정
		장비구축비		13.9	13.86	△0.04	-
운영비		35.7	35.76	0.06	-		
합계			1,576.4	709.66	△866.74	-	

대안에 대한 연차별 투자 규모는 <표 6-7>과 같다.

<표 6-7> 대안의 연차별 투자규모

(단위 : 억 원)

구분	시설 및 장비			기술 개발	총계
	시설 구축	장비 구축	운영비		
2015년	44.03		3.40	55.95	103.38
2016년	51.07		3.40	82.35	136.82
2017년	55.19		3.40	128.90	187.49
2018년	29.74	5.80	8.26	113.60	157.40
2019년		7.60	8.64	75.20	91.44
2020년		0.46	8.66	24.00	33.12
총 계	180.04	13.86	35.76	480.00	709.66

동 사업 대안의 총사업비에 대한 재원부담 주체별 연도별 사업비는 <표 6-8>과 같다. 동 사업의 주관부처는 기술개발사업의 국비와 민자의 비율은 80:20을 적용하고, 용지보상비를 포함한 시설구축비는 지방비 100%와 장비비와 운영비는 100% 국비로 충당하는 것으로 사업계획서에 제시하고 있어 이를 준용하여 적용하였다.

<표 6-8> 대안의 재원부담 주체별 연도별 사업비 소요액

(단위 : 억 원, %)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	합계	비중
국비	48.16	69.28	106.52	104.94	76.40	28.32	433.62	61.1%
지방비	44.03	51.07	55.19	29.74	0.00	0.00	180.04	25.4%
민자	11.19	16.47	25.78	22.72	15.04	4.80	96.00	13.5%
합계	103.38	136.82	187.49	157.40	91.44	33.12	709.66	100.0%

* 기반구축사업의 국비 및 지방비 비율은 주관부처가 제출한 사업계획서에 따라 조정하였음

3. 대안에 대한 경제성 분석

가. 대안의 비용 및 편익 추정

경제성분석을 위해 변동된 기술개발사업비, 시설구축비와 장비구축비를 총비용에 반영하고, 이외의 비용은 주관부처가 제출한 내역을 바탕으로 비용을 추정하였다. 시설구축과 관련하여서는 시설의 수명보다 분석기간이 짧을 경우 잔존가치를 부의 비용으로 반영하여 편

의 발생 종료시점에서 토지 및 건물의 잔존가치를 반영하였다. 토지의 경우 2034년에도 잔존가치를 100% 반영하였으며 건물은 수명을 30년으로 보고 동 사업의 분석기간을 고려하여 잔존가치를 산출하였다. 총비용의 현재가치는 동 사업이 예비타당성조사를 신청한 2014년의 전년도인 2013년을 기준으로 사회적 할인율 5.5%를 적용하여 계산하였으며 현재가치로는 839.3억 원으로 추정되었다.

<표 6-9> 대안의 총비용 추정

(단위 : 억 원)

연도	기술개발	시설구축	장비구축	운영비	시범사업	합계 (명목)	합계 (현재가)
2015	55.95	43.5		3.4		102.9	92.4
2016	82.35	47.1		3.4		132.9	113.2
2017	128.90	50.9		3.4		183.2	147.9
2018	113.60	27.4	5.8	8.26		155.0	118.6
2019	75.20		7.6	8.64		91.4	66.3
2020	24.00		0.46	8.66		33.1	22.8
2021				8.66	15	23.7	15.4
2022				8.66	15	23.7	14.6
2023				8.66	298.2	306.9	179.6
2024				8.66		8.7	4.8
2025			0.46	8.66		9.1	4.8
2026				8.66		8.7	4.3
2027				8.66		8.7	4.1
2028			3	8.66		11.7	5.2
2029			7.3	8.66		16.0	6.8
2030			3.56	8.66	298.2	310.4	124.9
2031				8.66		8.7	3.3
2032				8.66		8.7	3.1
2034		-101.92	-7.5	8.66	-170.4	-271.2	-92.9
합계	480	66.99	20.68	148.34	456.0	1,172.0	839.3

대안의 총편익 산정에 있어 원안 검토시와 동일한 기준을 적용하였으며, 총사업비 변경에 따른 사업기여율의 조정이 반영되었으며, 그 외 내용은 동 보고서의 '제 5장 경제적타당성 분석' 내용과 동일하다. 대안의 총편익의 현재가치는 동 사업이 예비타당성조사를 신청한 2014년의 전년도인 2013년을 기준으로 사회적 할인율 5.5%를 적용하여 계산하였으며 현재가치로는 677.45억 원으로 추정되었다.

<표 6-10> 대안의 총편익 추정

(단위 : 억 원)

연도	비용저감				부가가치 창출	합계 (명목)	합계 (현가)
	화재	폭발	가스	붕괴			
2021					37.87	37.87	24.68
2022					40.49	40.49	25.01
2023	72.75	0.77	3.65	1.27	43.29	121.72	71.26
2024	72.75	0.77	3.65	1.27	46.28	124.71	69.21
2025	72.75	0.77	3.65	1.27	49.48	127.91	67.28
2026	72.75	0.77	3.65	1.27	52.90	131.33	65.48
2027	72.75	0.77	3.65	1.27	55.87	134.30	63.47
2028	72.75	0.77	3.65	1.27	59.01	137.44	61.57
2029	72.75	0.77	3.65	1.27	62.33	140.76	59.76
2030	72.75	0.77	3.65	1.27	65.83	144.26	58.06
2031	72.75	0.77	3.65	1.27	69.53	147.96	56.44
2032	72.75	0.77	3.65	1.27		78.43	28.36
2033	72.75	0.77	3.65	1.27		78.43	26.88
합계	800.22	8.44	40.16	13.95	583.58	1,445.66	677.45

나. 대안의 경제성 분석

동 사업 대안의 편익과 비용을 바탕으로 사회적 할인율 5.5%를 적용하여 비용편익 분석을 수행한 결과, 비용편익 비율(B/C ratio)은 0.81로 분석되어 원안대비 경제성이 확보되었다. 사회적 할인율의 변화가 5.5%에서 $\pm 1.0\%$ 의 변동이 있을 때의 영향을 조사한 결과, 사회적 할인율을 4.5%로 적용한 경우의 B/C 비율은 0.87로 계산되었으며 사회적 할인율을 6.5%로 적용한 경우의 B/C 비율은 0.75으로 분석되었다.

<표 6-11> 대안의 사회적할인율에 따른 비용편익 분석 결과

(단위 : 억 원)

시나리오	비용(현재가치)	편익(현재가치)	B/C Ratio	NPV (순현재가치)
4.5%	889.7	773.6	0.87	-116.2
5.5%	839.3	677.5	0.81	-161.9
6.5%	792.7	594.6	0.75	-198.1

제 2 절 AHP를 이용한 종합분석

1. AHP 기법을 활용한 종합분석의 개요

가. 다기준분석의 중요성

예비타당성조사의 마지막 단계는 기술적 타당성, 정책적 타당성, 경제적 타당성 분석 결과를 종합하여 사업추진의 타당성을 판단하는 것이다. 이를 위해서는 먼저 각각의 타당성 측면의 상대적 중요도를 결정해야 하는데, 이 과정에는 다음과 같은 어려움이 따른다.

첫째, 정량적 분석 결과와 정성적 분석 결과를 통합하기가 어렵다. 경제적 타당성 분석 중 비용편익분석의 경우 그 결과가 비용대비편익(B/C) 비율 등의 정량적 지표로 제시되는 반면, 기술성 및 정책성 분석의 평가항목들은 대부분 정성적 표현으로 제시된다. 즉 경제성 평가항목 중 B/C 비율 항목의 결과는 숫자인 반면 정책적 타당성 분석 평가항목의 정책일 관성 및 추진의지 항목 등 대부분의 항목은 정량화가 쉽지 않아, 항목 사이의 상대적 중요도를 결정하고 항목별 결과들을 직접적으로 통합하는데 어려움이 존재한다.

둘째, 정량적 분석의 경우에도 서로 상이한 척도를 갖는 평가항목을 통합하는 데 어려움이 있다. 예를 들어, 경제성분석을 위해 비용편익분석을 수행할 경우, B/C 비율이 1보다 큰지 작은지를 타당성 판단의 근거로 삼지만, 편익 대신 효과를 추정하는 경우 비용분석 결과와 효과분석 결과의 단위와 판단근거가 다르므로, 두 항목을 종합하여 타당성을 판단하는데 어려움이 존재한다.

셋째, 평가의 일관성과 사업의 특수성을 동시에 반영해야 하는 어려움이 있다. 특히 연구개발사업에 대한 예비타당성조사는 국가전략 및 정책적 차원에서 경제적 타당성 분석 틀 안에서 계량화되지 않는 특수한 평가항목이 월등히 중요한 경우가 발생한다.

넷째, 종합평가에 참여하는 평가자들의 의견을 종합하여 최종적인 결론을 도출하는 과정이 어렵다. 한 사람이 종합평가를 내릴 경우에는 판단의 타당성 여부만이 문제가 되지만, 여러 사람의 의견이 종합되어야 할 경우에는 각기 다른 개별 의견을 취합하는 것이 어려우며, 이렇게 취합된 의견이 대표성을 가지는지의 여부도 문제가 된다.

이러한 어려움들을 극복하기 위하여 다기준분석(multi-criteria analysis) 기법이 널리 활용된다. 다기준분석이란 다수 속성(multi-attributes)을 고려하여 다수의 목적(multi-objectives)을 포함하는 의사결정을 최적화하는 기법으로, AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법이 대표적이다. 본 예비타당성조사에서도 AHP 기법을 활용하여 종합분석을 수행하였다.

나. AHP 기법의 개요

AHP 기법은 의사결정의 목표 또는 평가기준이 다수이고, 개별 평가기준에 대해 서로 다른 선호도를 가진 대안들을 체계적으로 평가할 수 있도록 지원하는 의사결정기법으로 1970년대 초 Thomas Saaty에 의해 개발된 이후 정성적인 다기준 의사결정에 널리 활용되고 있다. AHP 기법은 의사결정에 고려되는 평가요소들을 동질적인 집합으로 군집화하고, 다수의 수준으로 계층화한 후, 각 수준별로 분석·종합함으로써 최종적인 의사결정에 이르는 과정을 지원한다.

AHP 기법의 가장 큰 특징은 문제를 구성하는 다양한 평가요소들을 주요 요소와 세부 요소들로 나누어 계층화하고, 계층별 요소들에 대한 쌍대비교(pairwise comparison)를 통해 요소들의 상대적 중요도를 도출하는데 있다. 이 기법은 인간의 사고와 유사한 방법으로 문제를 분해하고 구조화한다는 점, 그리고 평가요소 사이의 상대적 중요도와 대안들의 선호도를 비율척도로 측정하여 정량적인 형태로 결과를 도출한다는 점에서 그 유용성을 인정받고 있다. 뿐만 아니라, 간결한 적용절차에도 불구하고 척도선정, 가중치 산정절차, 민감도 분석 등에 사용되는 각종 기법이 실증분석과 엄밀한 수리적 검증과정을 거쳐 채택된 방법들을 활용한다는 점에서 이론적으로도 높게 평가받고 있다. 이러한 장점 때문에, AHP기법은 1977년 Saaty에 의해 수행된 Sudan의 교통시스템 설계 문제를 비롯하여, 신기술선택의 문제, 병원서비스 등 각종 시스템의 설계, 정치적 분쟁해결 문제 등 다양한 분야에서 활용되어 왔다.

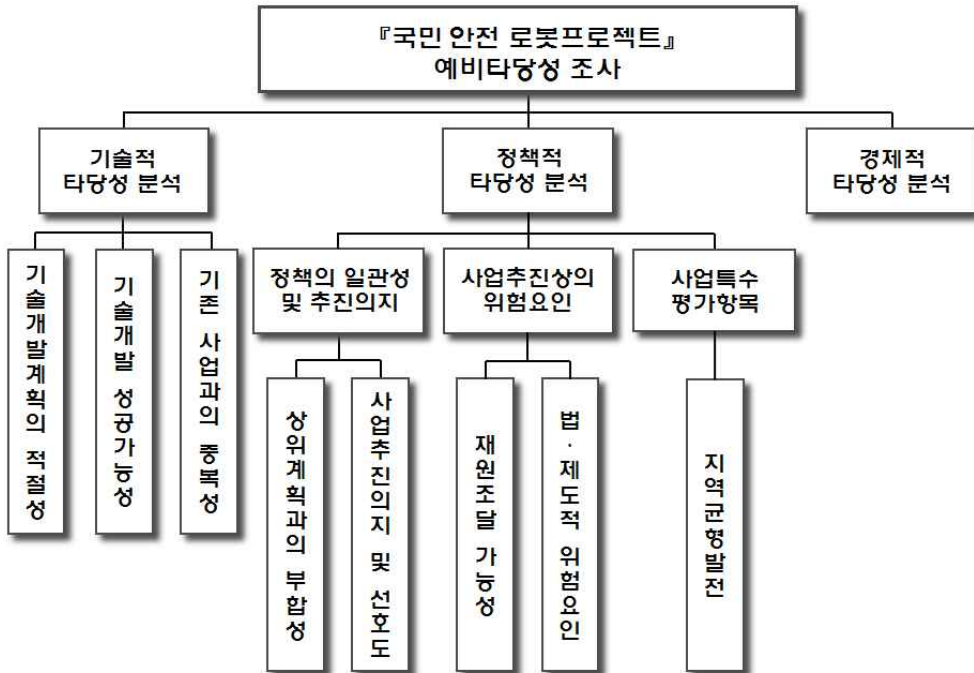
일반적으로 AHP 기법은 다음과 같은 절차를 거쳐 수행된다.

- ① 평가대상 사업의 개념화(conceptualizing)
- ② 평가기준과 계층구조 설정(structuring)
- ③ 평가기준 가중치 측정(weighting)
- ④ 대안간 선호도 측정(scoring)
- ⑤ 종합점수 산정(synthesizing)
- ⑥ 환류과정(feedback)
- ⑦ 종합판단 및 정책제언 도출(concluding)

2. 종합평가 결과

가. 조사대상집단

동 사업의 타당성 분석을 위하여 본 예비타당성조사의 자문위원 7인, 검토위원 1인과 총괄기관인 KISTEP 연구진 4인, 총 12인에 대하여 AHP 설문을 실시하였다. 결과의 종합에 있어서 평가자의 개인적 선호를 최대한 배제하고 객관성을 유지하기 위하여 각 평가부문(기술, 정책·경제)의 시행에 대한 최고점수 및 최저점수 응답자의 설문결과를 제외한 8명의 응답결과를 활용하였다.



[그림 6-1] 「국민 안전 로봇프로젝트」의 예비타당성조사 의사결정 계층구조

나. AHP 구조 및 평가항목

본 AHP 분석의 최종목표는 세부평가항목별 분석결과들을 종합하여 기술적 타당성 분석, 정책적 타당성 분석, 경제적 타당성 분석 별로 각각의 종합결론을 도출하는 것이며, 사업계획에 대해 AHP 분석을 수행하였다.

<표 6-12> 「국민 안전 로봇프로젝트」의 AHP 평가항목

평가항목 (1계층)	평가항목 (2계층)	평가항목 (3계층)	평가내용	비고
기술적 타당성 분석	기술개발 계획의 적절성	-	· 기획과정의 적절성 · 목표 설정의 적절성 · 구성 및 내용의 적절성 · 추진체계의 적절성	항목별 객관적 사항과 기술개발계획의 완성도가 높을수록 사업시행 점수가 높음
	기술개발 성공 가능성	-	· 기술추세 분석 · 기술수준 분석	대규모 사업 추진의 당위성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
	기존 사업과의 중복성	-	· 사업 수준의 중복성 · 세부사업 수준의 중복성	중복성이 낮고 유사사업에 비해 상대적으로 효율성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
정책적 타당성 분석	정책의 일관성 및 추진의지	상위계획과의 부합성	· 정부에서 공식적으로 발 표한 과학기술분야 중장 기계획과의 부합성	정부 계획과 부합성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
		사업 추진의지 및 선호도	· 주관부처, 지자체의 사업 추진의지 · 기업의 참여의지 · 유관부처·기관의 선호도	사업추진의지가 높고 협조체계가 긴밀하며, 기업의 참여의지가 높을수록 사업시행 점수가 높음
	사업 추진상의 위험요인	재원조달 가능성	· 정부, 지자체, 민간의 재 원조달 가능성 여부	재원조달 가능성이 높을수록 점수가 높음 (시행과 미시행의 중립이 최대 평점)
		법·제도 위험요인	· WTO 보조금협정 저축의 위험요인 · 개인정보 침해의 위험요인	사업주체의 대응방안을 통한 위험요인 해소 가능성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음 (시행과 미시행의 중립이 최대 평점)
사업특수 평가항목	-	· 지역균형발전	국내에서 상대적으로 낙후된 지역일수록 사업시행 점수가 높음	
경제적 타당성 분석	경제성	-	· 사업비 및 비용추정 · 편익추정 · 비용편의 분석	비용 산정의 타당성이 높고 비용편익(B/C) 비율이 높을수록 사업 시행 점수가 높음

다. AHP 항목별 가중치 산정

AHP 항목별 가중치란 기술적 타당성과 정책적 타당성, 경제적 타당성 분석의 상대적 중요도와 평가항목별 상대적 중요도를 판단하기 위한 것이다. 항목별 가중치는 평가 항목 간 쌍대 비교 질문에 대한 응답결과로 산정된다. 즉, 응답자는 어느 평가항목이 상대적으로 얼마만큼 더 중요하다고 생각하는지 판단하여 설문에 응답하게 되며 이 응답결과가 분석에 사용된다. 쌍대비교에는 Saaty가 제안한 기본형인 9점 척도를 채택하였고, 실제 분석은 Expert Choice사가 개발한 Expert Choice 11을 이용하였다.

<표 6-13> AHP 평가항목별 가중치

평가항목		종합	평가자1	평가자2	평가자3	평가자4	평가자5	평가자6	평가자7	평가자8	종합	
기술적 타당성	기술개발계획의 적절성	0.160	0.255	0.202	0.210	0.086	0.136	0.037	0.184	0.128	0.331	
	기술개발 성공가능성	0.104	.0.042	0.030	0.035	0.171	0.136	0.194	0.081	0.223		
	기존 사업과의 중복성	0.067	0.103	0.068	0.105	0.043	0.027	0.069	0.035	0.049		
정책적 타당성		0.152	0.127	0.214	0.150	0.171	0.140	0.207	0.077	0.080	0.267	
	정책의 일관성 및 추진 의지	상위계획과의 부합성	0.097	0.102	0.179	0.100	0.129	0.070	0.035	0.062		0.040
		사업추진의지 및 선호도	0.055	0.025	0.036	0.050	0.043	0.070	0.173	0.015		0.040
			0.072	0.052	0.043	0.075	0.086	0.140	0.065	0.031		0.080
	사업 추진상의 위험요인	재원조달 가능성	0.026	0.017	0.029	0.019	0.021	0.070	0.016	0.006		0.040
		법제도 위험요인	0.047	0.034	0.014	0.056	0.064	0.070	0.049	0.025		0.040
	사업특수 평가항목 (지역균형발전)	0.042	0.021	0.043	0.025	0.043	0.020	0.027	0.191	0.040		
경제적 타당성	경제성	0.403	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.403	

평가항목 1계층의 가중치는 '기술적 타당성'과 '경제적 타당성'이 각각 0.331, 0.403이며, '정책적 타당성'이 0.267로 가장 낮게 나타났다.

기술적 타당성 분석의 2계층 평가항목에서는 '기술개발계획의 적절성', '기술개발 성공가능성'과 '기존사업과의 중복성'의 가중치가 각각 0.160, 0.104와 0.067로 나타났다. 즉, 동 사

업의 기획 과정의 적절성, 목표설정 및 추진 체계의 적절성, 구성 및 내용의 적절성을 포함하는 기술개발계획의 적절성이 가장 중요한 것으로 분석되었다.

정책적 타당성 분석의 2계층 평가항목에서는 '정책의 일관성 및 추진의지'의 가중치가 0.152로 '사업 추진상의 위험요인'과 사업특수평가항목인 '지역균형발전'의 가중치인 0.072와 0.042보다 높게 나타났는데, 이는 동 사업이 과학기술기본계획 및 기타 법정계획 등 국가의 주요 정책 및 상위계획과 연계되면서 주관부처의 강력한 추진의지가 중요함을 의미하는 것으로 분석할 수 있다. '정책의 일관성 및 추진의지'의 하위항목(3계층)에서는 '상위계획과의 부합성'과 '사업추진의지 및 선호도'가 각각 0.097과 0.055로 분석되었다. '사업 추진상의 위험요인'의 하위항목(3계층)에서는 '법·제도 위험요인'의 가중치가 0.047로 '재원조달 가능성'의 가중치 0.026으로 보다 높게 나타나, 법·제도 위험요인을 보다 유의해야 한다고 평가한 것으로 해석된다.

라. 사업계획에 대한 AHP 평가 결과

상기의 평가항목별 가중치를 바탕으로 사업 검토안에 대해서 사업의 시행 및 미시행에 대한 선호도를 분석하였다. 세부평가항목별로 살펴보면, 기술적 타당성의 경우 평가자 7인이 사업 시행, 나머지 1인이 미시행을 선호하는 것으로 평가되었고, 정책적 타당성의 경우 6인의 경우 시행, 나머지 2인의 경우 미시행을 선호하였으며, 경제적 타당성의 경우 평가자 2인이 사업 시행을 선호, 1인이 미시행을 선호하는 것으로 평가되었다.

항목별의 평균평점을 살펴보면, 기술적 타당성은 '사업 시행'의 평점이 0.678이었으며, 정책적 타당성의 경우는 '사업 시행'의 평점이 0.586으로 나타났으며, 경제적 타당성은 '사업 시행'의 평점이 0.522로 '사업 시행'의 점수가 높게 나타났음을 알 수 있었다.

동 사업에 AHP 평가결과를 종합한 결과, 사업 대안에 대해서 사업 시행 선호도가 0.583으로 사업 미시행 0.417보다 높게 나타났고, 평가자 7인이 사업계획에 대한 사업 시행을 선호하였다.

<표 6-14> 대안에 대한 AHP 결과

평가자	종합		기술적 타당성		정책적 타당성		경제적 타당성*	
	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행
1	0.619	0.381	0.786	0.214	0.655	0.345	0.500	0.500
2	0.565	0.435	0.582	0.418	0.671	0.329	0.500	0.500
3	0.540	0.460	0.571	0.429	0.581	0.419	0.500	0.500
4	0.648	0.352	0.677	0.323	0.585	0.415	0.667	0.333
5	0.607	0.393	0.846	0.154	0.610	0.390	0.500	0.500
6	0.598	0.402	0.491	0.509	0.636	0.364	0.667	0.333
7	0.555	0.445	0.857	0.143	0.394	0.606	0.500	0.500
8	0.478	0.522	0.614	0.386	0.471	0.529	0.333	0.667
종합평점	0.583	0.417	0.678	0.322	0.586	0.414	0.522	0.478
평가자수	7	1	7	1	6	2	2	1

* 평가자 중 5명은 경제적 타당성을 중립으로 평가하였음

제 3 절 결론 및 정책제언

1. 결론

동 사업은 인간이 직접 투입되기 어려운 상황이거나 구조적으로 물리적 지원이 필요한 재난환경에서 선투입이 가능한 신속 대응으로서의 로봇 개발의 필요성이 인정되어 사업의 대안을 도출하였다. 사업의 대안은 사업계획의 구체성 및 활용 가능성이 낮은 과제를 제외하고 시설·장비구축 등을 검토·조정하여 709.66억 원의 규모가 적절한 것으로 분석되었다.

대안의 제시는 기술적 측면의 사업계획 완성도 제고 및 경제적 타당성 분석결과에도 긍정적인 영향을 미치며 대안의 경제성은 비용편익 비율(B/C ratio)이 0.81로 나타났다.

<표 6-15> 원안과 대안의 비교 요약

구분	원안	예비타당성조사
총사업비	1,576.4억 원 (정부: 1,089.6억 원, 지자체 : 226.8억 원, 민간 : 260억 원)	709.66억 원 (정부: 433.62억 원, 지자체 : 180.04억 원, 민간 : 96억 원)
사업기간	2015년 ~ 2020년 (6년)	2016년 ~ 2021년 (6년)
B/C Ratio	0.52	0.81
AHP 시행점수	-	0.583
비교	<ul style="list-style-type: none"> 세부활동계획의 구체성 및 활용 가능성이 낮은 과제 존재 기존사업과의 중복성이 존재하는 분야 존재 경제성 확보 가능성이 낮음 	<ul style="list-style-type: none"> 기존사업과의 중복과제 제외 및 활용가능성이 높은 과제를 대상으로 조정 기술개발 및 시설장비구축 비용을 조정하고 제품고도화 R&D 제외

<표 6-16> 동 사업 대안의 사업비 요약

(단위 : 억 원)

구분		사업계획서 (A)	예비타당성 조사 (B)	증감 (B-A)	비고
대 항목	소 항목				
기술 개발	첨단안전 로봇개발	과제 1	80	80	-
		과제 2	150	-	△150
		과제 3	250	180	△70
		과제 4	50	-	△50
		과제 5	100	-	△100
		과제 6	70	-	△70
		과제 7	300	120	△180
	핵심부품 R&D	과제 1	15	15	-
		과제 2	20	70	50
		과제 3	15	15	-
		과제 4	30	-	△30
		과제 5	20	-	△20
제품고도화 R&D		200	-	△200	
기반 구축	시설구축비	226.8	180.04	△46.76	
	장비구축비	13.9	13.86	△0.04	
	운영비	35.7	35.76	0.06	
합계		1,576.4	709.66	△866.74	

- 추진 필요성 및 구체성이 미흡하거나 기존과제와 중복성이 존재하는 과제를 제외함
- 과제축소에 따른 시설구축사업비의 조정

2. 정책제언

비정형화된 재난현장의 극한 조건에서도 신속한 이동, 현장 정보 수집, 인명 탐색 및 구조, 재난확대 위험요인 제거 등의 재난진압 및 피해 확산 방지 작업을 위한 로봇 또는 재난현장 투입요원을 대신할 재난현장 활용을 위한 로봇 개발의 필요성이 존재한다. 또한, 재난 대응 로봇시장과 관련된 제반시장이 커질 전망이며, 이 분야는 우리나라도 경쟁력이 높은 만큼 향후 시장 동향에 대한 대응 및 국가적 정책지원으로 재난 대응 로봇시장의 산업 경쟁력을 높일 필요가 있는 것으로 판단된다.

동 사업에서 개발하는 로봇이 활용되기 위해서는 국민안전처 및 원전관련 운영자 등과의 긴밀한 협조체계 마련이 필수적이다. 로봇플랫폼/주요기능 도출 및 운영 조직·인력·예산 등에 대한 일부 협의 내용을 제시하였으나, 사업추진 시 국가적인 재난대책 차원에서 수요

처와 운영방안을 수립한 후 사업을 추진할 필요가 있는 것으로 판단된다. 국민안전처, 방위사업청, 한수원 등 관계부처 및 수요처와 동 사업의 상세 기획 단계부터 기술연계 등에 대한 긴밀한 협의과정이 필요하며, 향후 동 사업이 본격화될 경우 소방관 및 원전 내 근무자 등 수요자의 요구를 적극 반영할 수 있는 체계를 마련하여야 할 것이다.

주관부처는 국민안전처의 재난대응 부처 정책에 동 사업에서 개발될 안전로봇이 포함되도록 적극적으로 추진할 필요성이 있으며, 관계부처 협력체계 구축이 원활하게 이루어지지 않을 경우를 대비하는 노력이 필요할 것이다.

또한, 국가적 차원에서의 재난현장 중심의 일원화된 소통창구 구축과 재난대응관리에 대한 법, 제도, 조직 개선 및 고도화된 재난대응표준절차 수립이 필요하며, 유관기관 담당자들 간의 원활한 교류, 다양한 현장 수요 반영 등을 통해 활용성 제고를 위해 노력하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 「공공발주사업에 대한 건축사 업무범위와 대가기준(국토해양부고시 제 2011-750호)」
관계부처 합동, 「제1차 산업융합발전 기본계획」, 2012
관계부처 합동, 「지능형 로봇 2013 실행계획」, 2013
관계부처 합동, 「민군기술협력 전략기술로드맵(로봇)」, 2014
관계부처 합동, 「제2차(14-18) 지능형 로봇 기본계획(안)」, 2014
경상북도, 「동해권 스마트 재난방재로봇 프로젝트(원전, 해양, 산림)」, 2013
국가연구시설장비진흥센터, “연구장비 유지보수비 산정기준”, PRISM Manual No. 16, 2014.
기획재정부, 「2015년도 예산안편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」, 2014
미래창조과학부, 「제3차 과학기술기본계획(2013~2017)」, 2013
산업기술연구원, 「산업기초분석」, 2014
산업통상자원부, 로봇산업진흥원, 로봇산업협회, 「2013 로봇산업실태조사 결과보고서」, 2014
소방방재청, 「2012 재난연감(인적재난)」, 2013
우재봉, “재난현장의 지휘역량 강화방안에 관한 연구”, 강원대학교 산업과학대학원 석사학
위논문, 2011.12
원자력안전위원회·한국원자력안전기술원·한국원자력통제기술원, 「알기 쉽고 읽기 좋은 원자
력 안전관리」, 2012
이성욱, 김승호, 정승호, “국내 재난극복 및 인명구조 로봇 기술 개발 현황”, 로봇공학회지,
2007.4
장효원, “국민안전처 초대 장관 박인용, 뭐하는 곳인가”, 머니위크, 2014.11.18
재난 및 안전관리 기본법
지식경제부, 「로봇 미래전략(2013~2022)」, 2012
한국개발연구원, 「도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)」,
2008.12
한국개발연구원, 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)」, 2008.12
한국개발연구원, 「의료시설부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구」, 2012.11

한국과학기술기획평가원, 「연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제1판)」, 2011

한국과학기술기획평가원, 「2012년 연구개발활동조사보고서」, 2013

한국과학기술기획평가원, 「2012년도 연구개발활동조사 보고서」, 2013

한국은행, 산업연관표, 각년도

IFR, World Industrial Robotics, 2012

WinterGreen Research, Nuclear Response Robot Market Shares, Strategy, and Forecasts, Worldwide, 2013 to 2019, 2013.9

광명시 재난안전대책본부(<http://eco.gm.go.kr>)

국민안전처(<http://www.mpss.go.kr>)

사천시 재난안전대책본부(<http://safety.sacheon.go.kr/main>)

원전안전운영정보시스템(www.opis.kins.re.kr)

중앙안전관리본부(<http://www.snskorea.go.kr>)

부 록

1. 종합평가를 위한 AHP 설문지
2. 부처 협의 공문

부록 1. 종합평가를 위한 AHP 설문지

「국민 안전 로봇프로젝트」의 AHP 평가를 위한 전문가 설문

[전문가 설문 개요]

본 설문은 「국민 안전 로봇프로젝트」의 타당성을 종합적으로 평가하기 위한 것입니다. 설문은 평가항목 간 상대적 중요도를 결정하는 것과 평가항목별로 사업시행의 타당성 정도(사업 추진, 사업 미추진)를 결정하는 것으로 구성되어 있습니다. 응답의 일관성이 낮은 경우 환류과정을 거치게 되오니 전문가의 관점에서 공정하고, 신중하게 응답하여 주시기 바랍니다.

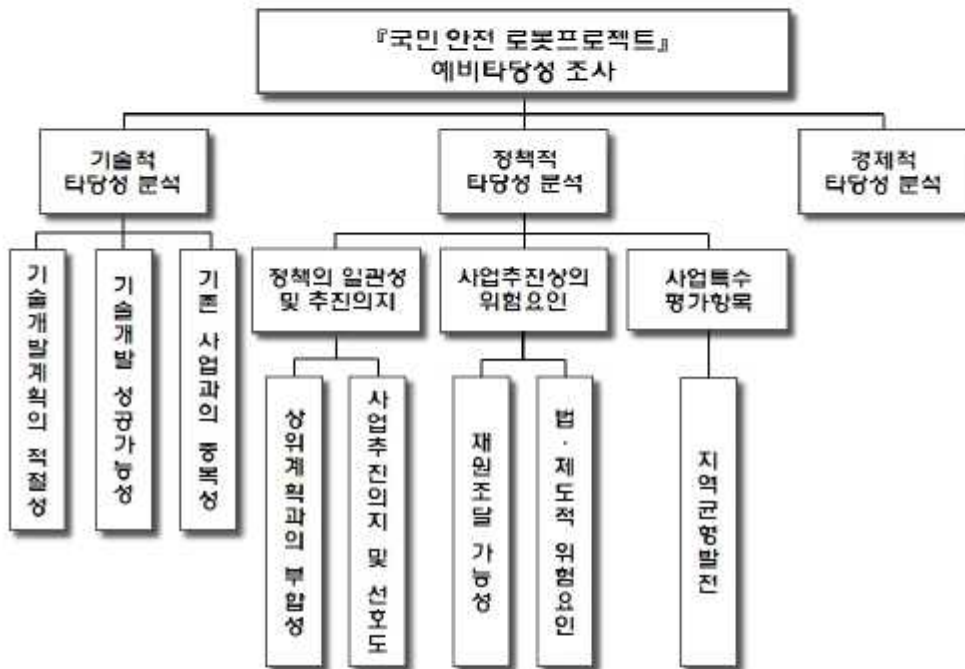
※ AHP(Analytic Hierarchy Process : 계층화 분석법)는 의사결정시 고려할 평가 항목들을 계층화하여 의사결정 기준이 되는 항목의 중요성과 의사결정 대상이 되는 대안간 비교를 종합적으로 수행하는 의사결정 기법입니다.

□ 응답자 정보

성명	(서명)	연락처	
소속		전화	
직위		E-mail	

□ 설문지 작성안내

- 「국민 안전 로봇프로젝트」의 타당성 평가를 위한 의사결정 계층구조와 평가항목별 평가내용, 평가기준은 각각 [그림 1], <표 1>과 같습니다.
- 「국민 안전 로봇프로젝트」의 기술적, 정책적, 경제적 측면에서의 타당성 조사 세부내용은 회의자료를 참고하시기 바랍니다.



[그림 1] 「국민 안전 로봇프로젝트」의 예비타당성조사 의사결정 계층구조

<표 1> 「국민 안전 로봇프로젝트」의 SAP 평가항목

평가항목 (1계층)	평가항목 (2계층)	평가항목 (3계층)	평가내용	비고
기술적 타당성 분석	기술개발 계획의 적절성	-	· 기획과정의 적절성 · 목표 설정의 적절성 · 구성 및 내용의 적절성 · 추진체계의 적절성	항목별 객관적 사항과 기술개발계획의 완성도가 높을수록 사업시행 점수가 높음
	기술개발 성공 가능성	-	· 기술추세 분석 · 기술수준 분석	대규모 사업 추진의 당위성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
	기존 사업과의 중복성	-	· 사업 수준의 중복성 · 세부사업 수준의 중복성	중복성이 낮고 유사사업에 비해 상대적으로 효율성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
정책적 타당성 분석	정책의 일관성 및 추진의지	상위계획과의 부합성	· 정부에서 공식적으로 발표한 과학기술분야 중장기계획과의 부합성	정부 계획과 부합성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
		사업 추진의지 및 선호도	· 주관부처, 지자체의 사업 추진의지 · 기업의 참여의지 · 유관부처·기관의 선호도	사업 추진의지가 높고 협조체계가 긴밀하며, 기업의 참여의지가 높을수록 사업 시행 점수가 높음
	사업 추진상의 위험요인	재원조달 가능성	· 정부, 지자체, 민간의 재원조달 가능성 여부	재원조달 가능성이 높을수록 점수가 높음 (시행과 미시행의 중립이 최대 점점)
		법·제도적 위험요인	· WTO 보조금협정 저촉의 위험요인 · 개인정보 침해의 위험요인	사업주체의 대응방안을 통한 위험요인 해소 가능성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음 (시행과 미시행의 중립이 최대 점점)
	사업특수 평가항목	-	· 지역균형발전	국내에서 상대적으로 낙후된 지역일수록 사업 시행 점수가 높음
경제적 타당성 분석	경제성	-	· 사업비 및 비용 추정 · 편익 추정 · 비용편익 분석	비용 산정의 타당성이 높고 비용편익(B/C) 비율이 높을수록 사업 시행 점수가 높음

○ 본 설문에서 사용되는 상대적 중요도에 대한 평가척도는 다음과 같습니다.

척도	1	3	5	7	9
용어	'동등'	'약간 중요'	'중요'	'매우 중요'	'절대 중요'
설명	동등하게 중요 (equal)	약간 더 중요 (weak)	더욱 더 중요 (strong)	대단히 더 중요 (very strong)	절대적으로 중요 (absolute)

(주) 2, 4, 6, 8은 근접해 있는 두개의 척도를 사이의 중간정도의 중요도를 나타냄

<예시>

예를 들어 「자동차의 구입」이라는 의사결정을 할 경우 다음의 두 가지 평가요소 「디자인」과 「승차감」을 비교할 때, 「승차감」이 「디자인」에 비해 「자동차의 구입」이라는 목표에 대단히 더 중요하다고 판단하시는 경우 아래 표에서 보시는 바와 같이 척도 '7' 란에 V 표시를 하시면 됩니다.

평가 항목	절대 중요 (9)		매우 중요 (7)		중요 (5)		약간 중요 (3)		동등 (1)		약간 중요 (3)		중요 (5)		매우 중요 (7)		절대 중요 (9)		평가 항목
	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)		
디자인																V			승차감

(주) 2, 4, 6, 8의 척도에 표시하고자 하는 경우에는 근접한 가장 가까운 숫자들의 중간에 V 표시하면 됩니다. 예컨대 「승차감」이 「디자인」 보다 비해 대단히 더 중요와 절대적으로 중요한 중간에 해당된다고 판단하시는 경우, 오른쪽 척도 7과 척도 9 사이의 작은 괄호 속에 V 표시하면 됩니다.

○ AHP 분석에서는 분석의 자료로 일관성 지수가 생성되며 응답결과와 신뢰성 판단에 대한 기준으로 적용됩니다. 일관성 지수가 0에 가까울수록 일관성이 유지된 쌍대비교가 수행되었다는 것을 의미하며, 큰 값이 나올수록 응답의 일관성이 결여되어 있음을 의미합니다.

[설문 1] 평가항목 간 상대적 중요도 설정

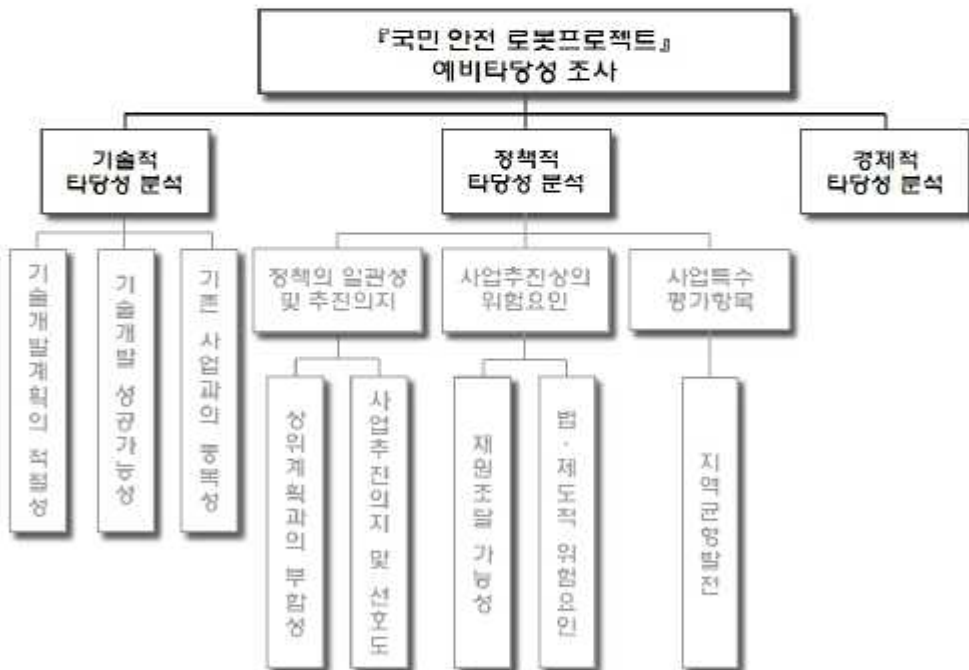
[설문 1.1과 1.2]는 「국민 안전 로봇프로젝트」의 타당성을 평가하는데 있어 기술적, 정책적, 경제적 타당성 분석의 상대적 중요도와 평가항목별 상대적 중요도를 판단하기 위한 것입니다. 「국민 안전 로봇프로젝트」의 경우, 어느 평가항목이 상대적으로 얼마만큼 더 중요하다고 생각하시는지 신중히 판단하여 응답해 주십시오.

1.1 사업에 대한 의사결정에 있어서 기술적 타당성 분석, 정책적 타당성 분석, 경제적 타당성 분석 간의 상대적 중요도가 어느 정도라고 생각하십니까?

※ 100점 만점으로 응답하여 주십시오. 각 항목별 가중치 제시범위는 아래와 같습니다.

기술성 : 정책성 : 경제성 = 30~40% : 20~30% : 40~50%

기술적 : 정책적 : 경제적 타당성 = () : () : ()



[그림 2] 제1계층 중요도 평가

1.2 기술적 타당성 분석, 정책적 타당성 분석, 그리고 경제적 타당성 분석의 세부 평가항목별로 좌측에 기재된 평가항목이 우측에 기재된 평가항목에 비해 상대적으로 얼마나 중요한지를 해당하는 숫자에 V표 하십시오.

1.2.1 기술적 타당성 분석의 제2계층

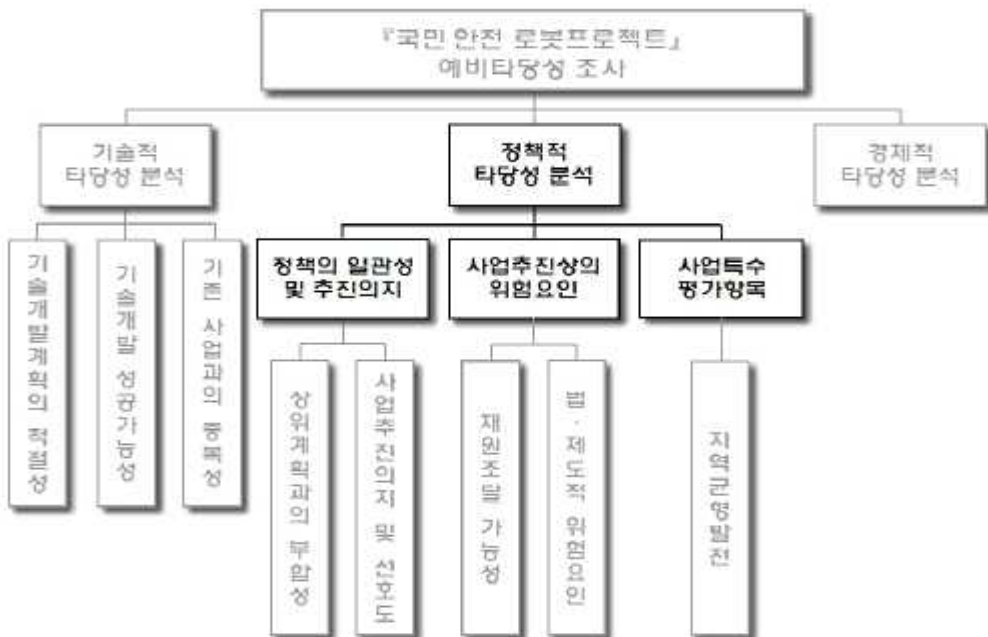
세부 평가항목	절대중요 (9)	(8)	매우중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간중요 (3)	(2)	중 등 (1)	(2)	약간중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우중요 (7)	(8)	절대중요 (9)	세부 평가항목
기술개발계획의 적절성																		기술개발 성공가능성
기술개발계획의 적절성																		기존 사업과의 중복성
기술개발 성공가능성																		기존 사업과의 중복성



[그림 3] 기술적 타당성 제2계층 중요도 평가

1.2.2 정책적 타당성 분석의 제2계층

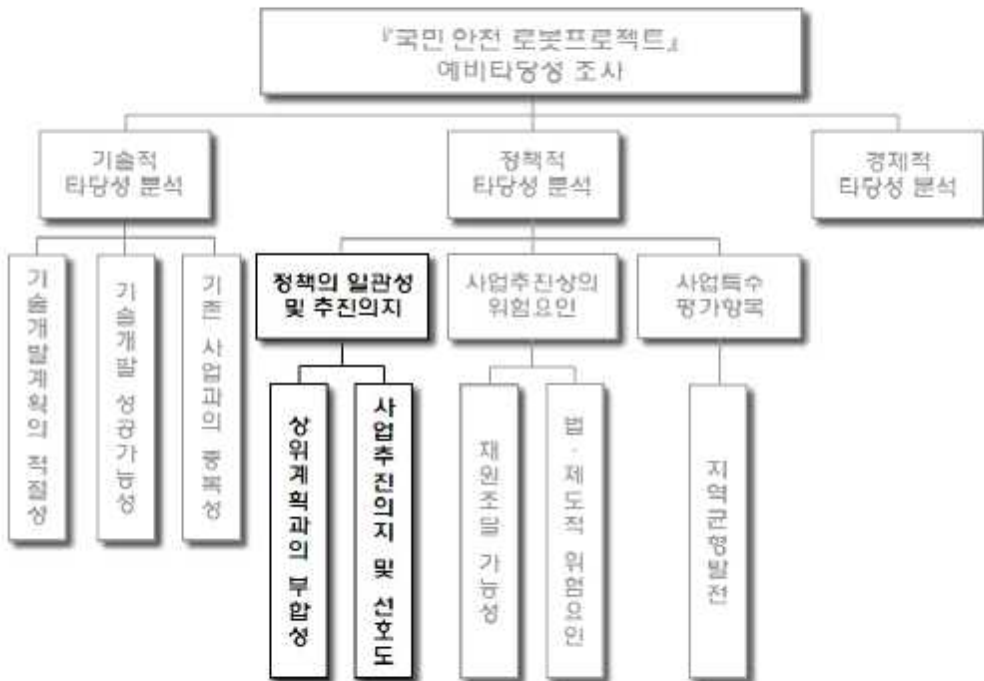
세부 평가항목	권대중요 (9)	중대중요 (8)	매우중요 (7)	중요 (6)	중요 (5)	약간중요 (4)	약간중요 (3)	중요 (4)	중요 (5)	매 우중요 (7)	중대중요 (8)	권대중요 (9)	세부 평가항목
정책의 일관성 및 추진의지													사업 추진상의 위험요인
정책의 일관성 및 추진의지													사업특수 평가항목
사업 추진상의 위험요인													사업특수 평가항목



[그림 4] 정책적 타당성 제2계층 중요도 평가

1.2.3 정책적 타당성 분석의 제3계층 : 정책의 일관성 및 추진의지 하위항목

세부 평가항목	절대중요	매우중요	중요	약간중요	중	약간중요	중요	매우중요	절대중요	세부 평가항목
	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
상위 계획과의 부합성										사업 추진의지 및 선호도



[그림 5] 정책적 타당성 제3계층 중요도 평가 : 정책의 일관성 및 추진의지 하위 항목

1.2.4 정책적 타당성 분석의 제3계층 : 사업 추진상의 위험요인 하위 항목

세부 평가항목	권대중요도	매우중요	중요	약간중요	중	약간중요	중요	매우중요	권대중요도	세부 평가항목
	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
재원조달 가능성										법·제도적 위험요인



[그림 6] 정책적 타당성 제3계층 중요도 평가 : 사업 추진상의 위험요인 하위 항목

[설문 2] 평가항목별 시행/미시행 대안의 선호도 측정

[설문 2]는 「국민 안전 로봇프로젝트」 계획의 부처 대안에 대한 시행과 미시행 여부를 판단하기 위한 것입니다. 사업을 시행하는 대안(사업 시행)과 시행하지 않는 대안(사업 미시행)중 어느 대안이 상대적으로 더 적절하다고 생각하시는지 평가기준에 따라 해당하는 숫자에 V표 하십시오.


평가항목	대안 (시행)	←										→										대안 (미시행)														
		전 대 적 점 (9)	(8)	매 우 적 점 (7)	(6)	적 점 (5)	(4)	약 간 적 점 (3)	(2)	중 립 (1)	(2)	약 간 적 점 (3)	(4)	적 점 (5)	(6)	매 우 적 점 (7)	(8)	전 대 적 점 (9)																		
기술개발계획의 적절성	사업 시행																										사업 미시행									
기술개발 성공가능성	사업 시행																											사업 미시행								
기존 사업과의 중복성	사업 시행																											사업 미시행								
상위계획과의 부합성	사업 시행																											사업 미시행								
사업 추진의지 및 선호도	사업 시행																											사업 미시행								
재원조달 가능성	사업 시행	위험요인이 없을 경우 중립, 문제가 있을 경우는 미시행 방향으로 점할 부여																								사업 미시행										
법·제도적 위험요인	사업 시행																																			
사업특수 평가항목 (지역균형발전)	사업 시행	지역내부도지수 표준점수 전환식 활용																																		사업 미시행
경제성	사업 시행																											사업 미시행								

○ 동 사업에 대한 정책제언


- 감사합니다 -

부록 2. 부처 협의 공문

광복 70년 최대관 여정 새로운 도약



국 민 안 전 처



수신 산업통상자원부장관(기계로봇과장)
(경유)

제목 국민안전로봇 프로젝트 추진 관련 협조 사항 일람

1. 산업부 ‘국민안전로봇 프로젝트 추진 협조 요청’(산업통상자원부, 기계로봇과-1100, '15.7.9.)관련입니다.

2. 위 호와 관련, 재난안전산업과에서는 ‘안전산업 활성화 방안’(15.3.19. 제7차 무역투자진흥회의 발표)과 연계하여, 아래의 사항에 대해 협조함을 알려드립니다.

- 아 래 -

- 로봇기술을 활용한 첨단 소방장비 개발을 통해 효과적인 재난대응과 안전산업활성화를 위하여 관계 부처 및 기관과 협력 하에 추진을 준비 중인 「국민안전로봇 프로젝트」가 성공적으로 추진 될 수 있도록 산업부-안전처(재난안전산업과) 간의 협력에 의한 사업 운영 및 연구개발 결과물 활용의 효율성을 제고하는데 노력한다.
- 이를 위하여 안전처(재난안전산업과)는 국민안전로봇 사업단의 총괄 운영계획 수립, 지원정책 발굴, 성과 확산을 위한 지원 등을 위한 「국민안전로봇추진위원회」에 적극 참여하여 국민안전로봇이 성공적으로 개발되어 재난으로부터 국민의 피해 절감 및 안전로봇 산업화에 노력을 경주한다.

※ 재난안전산업과 협력사항 : 안전산업 활성화와 연계한 국민안전로봇 지원 정책 발굴 및 법·제도 지원사항 등. 끝.]

국민안전처장관

관인생략

합정사무관	최영수	재난안전산업 선명 2016. 7. 18.	
		과장	김경진
합의자			
시할	재난안전산업과-2187	(2016. 7. 13.)	결수 기계로봇과-1121 (2016. 7. 14.)
주	110-786 서울특별시 중구 남포1길 42 (수출동, 이태빌딩) 4층 제1	http://www.mpsa.go.kr	
	남양정 산업과(406호)		
전화번호	02-2100-0482	팩스번호	02-2100-8433 / ekr@mps.go.kr / 대한민국 공개

정부의 개발과 증류로 일차리는 높고 생활은 편리해 집니다.

안전한 나라, 행복한 국민



중 앙 소 방 학 교



수신 산업통상자원부장관(기계로봇과장)

(경유)

제목 국민안전로봇 프로젝트 추진 협조 요청에 따른 의견제출

1. 안전사회 구현 및 안전산업 활성화를 위하여 노력하는 귀기관의 노고에 감사드리며 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 「국민안전로봇 프로젝트 추진 협조 요청」(기계로봇과-1100, '15.7.9)호와 관련입니다.

3. 우리 연구실은 소방 R&D 총괄부서로서 국가과학기술자문회의 대통령지시('14. 12. 16)에 따라 재난현장 실용성 강화방안을 추진하고 있음을 알려드립니다.

4. 향후 현장적용성 강화를 위하여 실험설비 구축 및 리빙랩 등 관련업무를 추진하고 있는 바, 귀 부처와 해당 업무에 대해서 상호 협력할 것임을 알려드립니다.

- 아 래 -

대통령 지시사항(지시번호 00006542)
첨단 구난장비 연구개발에 현장상황과 수요를 반영해서 개발
<ul style="list-style-type: none"> ○첨단구난장비를 연구개발 할 때 소방대나 또 현장인력의 의견을 듣고, 현장상황과 수요를 반영해서 개발할 것 ○얼굴 그분들이 가장 어떤게 필요한가 하는 것에 대한 실질적인 내용을 알고 계실 것임

끝,

중양소방학교장



공업연구원	김수영	소방령	방정협	소방과학연구실장	2015. 7. 17.	김연상
협조자						
시행	소방과학연구실-1147	(2015. 7. 17.)	접수	기계로봇과-1150	(2015. 7. 17.)	
우	336-922	충남 아산시 송악로 374 송악면 동화리 655-2) 중앙소방학교 소방과학연구실	/ http://www.nfpa.go.kr			
전화번호	041-559-0544	팩스번호	041-541-1108	/ sykim00@mpss.go.kr	/ 대한민국 공개	
희생으로 지켜온 우리조국, 함께 만들어야 할 통일한국						



서울시 강남구 영동대로 530
위기관리실 재난안전팀 차장 조성문

www.khnp.co.kr FAX (054-778-6240)
☎ 054-778-6223 smjo2015@khnp.co.kr

문서번호: 위기(재)28302-2054

시행일: 2015.04.08

수신: 산업통상자원부 산업정책실(기계로

참조: 기계로봇과장

제목 국민안전로봇 프로젝트 추진 협조요청 검토결과 알림

1. 산업부 기계로봇과-533(국민안전로봇 프로젝트 추진 협조요청, '15.04.06)관련입니다.
2. 위 호와 관련하여 복합재난사고 발생시, 신속한 사고대응과 안전한 복구작업을 위하여 동 사업의 추진을 통해 성공적인 기술개발 결과물이 도출되고, 결과물이 현장에서 유용하게 활용될 수 있도록 사업 추진 과정에 적극적으로 협력 할 예정임을 알려드립니다. 끝.

한국수력원자력주식회사 사장



신뢰받는 글로벌 에너지 리더, 한수원

