

과학기술정책 포럼 및 정책연구회 구성 운영

Support for Science & Technology Policy Forum and Study Group

연구기관

한국과학기술기획평가원

교 육 과 학 기 술 부

제 출 문

교육과학기술부 장관 귀하

본 보고서를 “과학기술정책 포럼 및 정책연구회 구성 운영” 과제의 보고서로 제출합니다.

2012. 2.

- 주관연구기관명 : 한국과학기술기획평가원
- 주관연구책임자 : 차 두 원
- 연 구 원 : 김 민 기

한 상 연

손 병 호

안 병 민

정 석 호

보고서 요약서

과제관리번호		해당단계 연구기간	2011.2.11 ~2012.2.10	단계구분	
연구과제명	사업명	과학기술종합조정지원사업			
	중과제명	과학기술정책 기획·조정사업			
	세부과제명	과학기술정책 포럼 및 정책연구회 구성 운영			
연구책임자	차두원	해당단계 참여 연구원수	총 : 5명 내부 : 3명 외부 : 2명	해당단계 연구비	정부 : 200,000천원 기업 : 천원 계 : 200,000천원
연구기관명 및 소속부서명	한국과학기술기획평가원 정책기획실		참여기업명		
국제공동연구	상대국명 :	상대국연구기관명 :			
위탁연구	연구기관명 :	연구책임자 :			
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서면수	
<p><input type="checkbox"/> 산·학·연 전문가들로 구성·운영된 과학기술정책 포럼을 총 2회 개최</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 4개의 분과별 포럼 내부 위원 및 외부 전문가를 활용하여 주요 과학기술정책 관련 이슈에 대해 회의 및 논의 ○ 교과부 내부 직원과 외부 전문가들이 과학기술정책 이슈 및 연구결과를 발표하고 토의 					
색인어 (각 5개 이상)	한글	과학기술정책, 과학기술정책 포럼			
	영어	Science & technology policy, S&T policy forum			

요 약 문

I. 제 목

과학기술정책 포럼 및 정책연구회 구성 운영

II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 신진연구자 중심의 씽크탱크 운영을 통해 과학기술정책 전반에 대한 아이디어 도출과 향후 정책적 개선 방안 마련
- 과학기술 담당자들의 과학기술정책에 대한 기획력 강화 및 정보 공유를 통해 현안문제 해결 능력 제고

III. 연구개발의 내용 및 범위

- 과학기술 환경변화에 따라 제기되는 다양한 과학기술정책이슈에 대해 과학기술정책 포럼을 개최하여 신진연구자 집단의 정책제언을 수렴·반영하는 상시적 체계 구축
 - 현장의 신진연구자를 중심으로 전문가 그룹을 구성하고 주요 정책의 방향성, 차세대 핵심 기술 분야 등에 대한 다양한 의견 수렴
- 필요시 정책포럼의 위원을 중심으로 과학기술정책연구회 구성·운영
 - 각 기술 분야별로 다양한 의견 수렴을 위한 과학기술정책연구회 지원

IV. 연구개발결과

□ 산·학·연 전문가들로 구성·운영된 과학기술정책 포럼을 총 2회 개최

○ 4개의 분과별 포럼 내부 위원 및 외부 전문가를 활용하여 주요 과학기술정책 관련 이슈에 대해 회의 및 논의

< 2011년 과학기술정책 포럼 분과별 분야 >

구분	분 야	성 명
1분과	과학기술 정책·제도	
2분과	기초원천기술개발	
3분과	거대 및 전략기술개발	
4분과	과학기술 인력육성	

○ 교과부 내부 직원과 외부 전문가들이 과학기술정책 이슈 및 연구결과를 발표하고 토의

< 2011년 과학기술정책 포럼 운영 실적 >

회차	일시	포럼 주제	발표자
제1회	2012. 1. 17	연구개발투자의 경제, 사회적 파급 효과는?	
		창업 시대에 대응한 이공계 고등교육 정책 방향은?	
제2회	2012. 1. 27	기초연구사업 지원관리의 효율성 제고를 위한 제언	
		우주개발사업의 전 사이클 관리 및 평가/검증 체계 강화 방안의 제언	

V. 연구개발결과의 활용계획

- 과학기술강국 건설을 위한 정책 수립 및 운영시 신진연구자 집단의 의견을 종합적으로 반영할 수 있는 정책결정 지원 시스템의 일환으로 활용 가능
- 과학기술 정책 수립의 내실화와 효율적이고 전략적인 기술개발 및 인력육성을 위한 제도 설립의 기반으로 활용 가능
- 효과적이고 효율적인 정책 수립 및 추진을 통해 과학기술을 통한 경제발전 및 일자리 창출 활성화 유도 가능

목 차

제 1 장 서론	1
제 1 절 연구사업의 개요	1
1. 연구사업의 필요성	1
2. 연구사업의 목표	1
제 2 절 연구사업의 내용 및 방법	2
1. 연구사업의 내용	2
2. 추진방법	2
3. 기대성과 및 활용방안	3
제 2 장 과학기술정책 포럼 운영 실적	5
제 1 절 제1분과 과학기술 정책·제도분야 과학기술정책 포럼	5
1. 연구개발투자의 경제, 사회적 파급 효과는?	5
제 2 절 제2분과 기초원천기술개발분야 과학기술정책 포럼	16
1. 기초연구사업 지원관리의 효율성 제고를 위한 제언	16
제 3 절 제3분과 거대 및 전략기술개발분야 과학기술정책 포럼	35
1. 우주개발사업의 전 사이클 관리 및 평가/검증 체계 강화 방안의 제언 ·	35
제 4 절 제4분과 과학기술 인력육성분야 과학기술정책 포럼	48
1. 창업 시대에 대응한 이공계 고등교육 정책 방향은?	48
제 3 장 결론	67

별 첨 1: (보고서)연구개발투자의 경제, 사회적 파급 효과는?	69
별 첨 2: (보고서)기초연구사업 지원/관리의 효율성 제고를 위한 제언	103
별 첨 3: (보고서)우주개발사업의 전 사이클 관리 및 평가/검증 체계 강화 방안의 제언	139
별 첨 4: (보고서)창업 시대에 대응한 이공계 고등교육 정책 방향은?	173

제 1 장 서론

제 1 절 연구사업의 개요

1. 연구사업의 필요성

- 기초·원천연구 투자 확대, 연구개발투자의 효율성 제고 및 핵심 과학기술인재 양성과 같은 새로운 R&D패러다임의 등장
- 금융위기의 심화 등 최근 세계적인 경제 환경의 불안정한 상황에서 지속가능한 경제성장을 위한 새로운 R&D의 역할 및 국가 정책의 필요성 증대
 - R&D를 통한 숨은 GDP 1% 확보, 미래성장동력 및 일자리 창출, R&D사업화를 위한 연구성과 확산 등과 같은 국가 과학기술 자원의 창의적 활용 방안 제기
- 국가 R&D 정책수립 및 운영에 있어서 다양한 산·학·연 전문가 그룹의 정책 대안을 종합적으로 반영할 수 있는 시스템이 부족
- 정부 및 산·학·연 전문가들이 참여하는 정책협의체 운영을 통하여 국가 과학 기술 R&D 관련 주요 정책이슈 및 현안에 대비하고 과학기술정책에 반영 필요
 - 주요 국가 R&D사업이나 정책 현안에 대하여 관련 분야의 전문가들의 심층 분석과 아이디어 도출을 통하여 실제 정책 수립 및 운영에 활용

2. 연구사업의 목표

- 주요 과학기술 분야별 신진 연구자가 참여하는 상설 과학기술정책 자문기구로 운영하여, 주요 정책이슈 및 현안에 대비하고 정책에 반영·추진
- 과학기술 담당자들의 과학기술정책에 대한 기획력 강화 및 정보 공유를 통해 현안문제 해결 능력 제고

제 2 절 연구사업의 내용 및 방법

1. 연구사업의 내용

- 과학기술 환경변화에 따라 제기되는 다양한 과학기술정책이슈에 대해 과학기술정책 포럼을 개최하여 산·학·연 전문가집단 정책제언을 반영하는 상시적 체계 구축
- 정책연구회 구성·운영
 - 과학기술정책의 전문성, 특수성으로 자칫 폐쇄적이기 쉬운 정책 결정 과정을 교육과학기술부내 전 직원에게 오픈
 - 다양한 백그라운드의 직원들로부터 아이디어를 발굴하고, 주요 정책이슈에 대한 공감대를 형성
 - 과학기술정책 국내외 최신 정보, 지식 공유
 - 과학기술정책 관련 주요 현안으로서, 공개적인 토의가 필요하고 가능한 주제를 논의

2. 추진방법

- 정부 및 분야별 산·학·연 전문가로 구성된 정기적인 포럼과 과학기술 담당자들의 정책연구회 운영을 통하여 국가 과학기술정책 전반의 정책 이슈 도출 및 최신 정보 공유
 - 과학기술정책 포럼은 민간위원장 포함 10명 내외의 분야별 정책전문가로 구성
 - 민간위원 또는 외부전문가가 정책 현안 이슈에 대해 발표 후 포럼에서 논의하는 방식으로 진행
 - 분야별 과학기술 정책이슈, 현안이슈, 전문가가 제기하는 이슈 등을 지속 발굴
- 주요 이슈에 대해서는 심층 분석 및 워크숍 등을 통해 실제 적용 가능한 정책대안으로 발전
 - 도출된 제언 및 정책대안의 구체적 활용을 위하여 필요시 국내·외 과학기술 및 교육·인력 분야 전문가 활용

- 구체화가 필요한 정책이슈에 대해서는 위원이 참여하는 실무작업팀의 자율적 구성·운영 지원 (4~5명으로 작업팀을 구성하며, 대안 제시)
- 과학기술정책 포럼 및 과학기술정책연구회의 발제문 및 주요 토론내용을 요약, 정리한 것을 최종보고서로 갈음

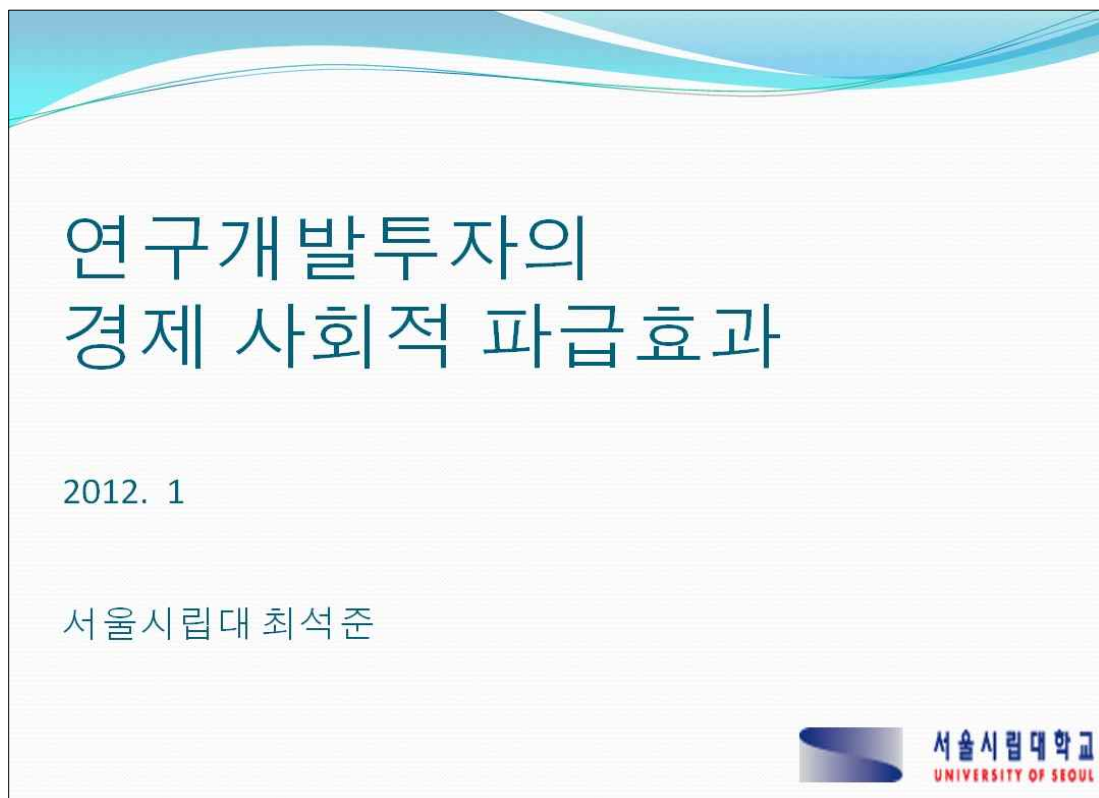
3. 기대성과 및 활용방안

- 과학기술강국 건설을 위한 정책 수립 및 운영 시 산·학·연 전문가 집단의 의견을 종합적으로 반영할 수 있는 정책결정 지원 시스템의 일환으로 활용 가능
- 효과적이고 효율적인 정책 수립 및 추진을 통해 과학기술을 통한 경제발전 및 일자리 창출에 기여

제 2 장 과학기술정책 포럼 운영 실적

제 1 절 제1분과 과학기술 정책·제도분야 과학기술정책 포럼

1. 연구개발투자의 경제, 사회적 파급 효과는?



목 차

1. 과학기술의 사회 문화적 파급효과 지표
2. 연구개발투자와 고용 효과
3. 연구개발지원 제도의 경제적 효과

1. 과학기술의 사회 문화적 파급효과 측정 지표

▶ 사회적 영향

사회에 대한 영향		측정지표 (indicator)
개인차원	복지 (삶의 질)	- 개인의 사회적 삶의 질 향상, 경제적 여건의 개선 등 - 개인 소득
	Social Implication(사회적 함의)	- 과학적 이슈에 대한 문제 해결 과정에서의 사회적 관심
	관행 관습	- 생활양식이나 일반적인 관습을 변화시키는 정도 (음식, 행태, 관습 등)
조직차원	과학기술의 문제해결 기여 (speech, intervention, actions)	- 과학기술에 대한 새로운 담론(논의) : 사회적 문제에 대한 새로운 방식의 문제해결 방식 도출

1. 과학기술의 사회 문화적 파급효과 측정 지표

▶ 문화적 영향

문화에 대한 영향		측정치표 (indicator)
지식	공식적 비공식적 방식으로 축적된 아이디어나 사실에 대한 지식 및 이해	- 대학 졸업률 (technical and professional graduation) - 과학분야 학문적 성과 - 과학적 개념에 대한 이해 정도
노하우	지적 숙련도 (intellectual skills)	- new skill의 개발 (creativity, critique, analysis, and synthesis) - 새롭게 습득된 기능의 숙련 정도
	실무적 기능 (practical skills)	- 직장, 가정에서 발생하는 기술적 기능적 문제들에 대한 해결능력 - 직장, 가정에서 신기술을 활용하는 빈도나 사용 기간 정도 등
태도와 관심사 (attitudes and interests)	과학기술에 대한 관심과 참여	- 과학기술 활동에 대한 참여 정도 - 과학기술 관련 TV나 라디오 등을 청취하거나 참여하는 정도(과학관련 행사, 전시관 방문 등)

1. 과학기술의 사회 문화적 파급효과 측정 지표

▶ 고용에 대한 영향

고용에 대한 영향		측정치표 (indicator)
인적자원	근로자수	- R&D 분야 종사자의 수
	근로자의 수준(qualification)	- 학력 수준 - 전문성 정도 - 숙련도 등
	근로여건(work condition)	- 새로운 근로준칙, 장비의 도입 (근로자의 안전 및 건강 관련) - 근로에 대한 만족도 - 교육훈련 투입시간 - 임금

1. 과학기술의 사회 문화적 파급효과 측정 지표

➤ 건강·보건에 대한 영향

건강·보건에 대한 영향 (1)		측정지표 (indicator)
공공보건	Health Care	- 입원기간 - 다양한 치료 및 진료 가용성 - 만족도
	기대수명, 출생률	- 출생 당시의 기대수명과 65세 이상 고령자 비율 - 출생률
	질병 억제	- 새로운 질병 억제 방법 등 (백신 등) - 새로운 질병 억제 방법의 수혜자 수 - 질병 발생률 - 만성질환 발생률 - 암 발생률

1. 과학기술의 사회 문화적 파급효과 측정 지표

➤ 건강·보건에 대한 영향

건강·보건에 대한 영향 (2)		측정지표 (indicator)
보건 시스템	비용	- 의료 및 보건 관련 비용 (GDP 기준 등)
	인력	- 인력 훈련
	기반시설 및 의료장비	- 의료장비 (진단 등) - 기반시설 투자 - 장비의 노후 정도
	제품	- 승인된 의약품 - 신약 제품 수 등

2. 연구개발투자와 고용효과

1. 이론적 배경

➤ 정부 R&D 보조금(subsidy)의 목적

- 기업의 혁신활동 증진을 통해 경제적 기여를 극대화
- 고용은 경제적 성과를 대표하는 주요 지표 중 하나
- R&D 지원을 통해 고용을 증가시킬 수 있는가는 불분명

2. 연구개발투자와 고용효과

➤ 고용증가에 대한 논란

- 단기적인 관점
 - ✓ 공정 혁신(process innovation)이 발생하는 경우 동일 규모 제품 생산을 위해 소요되는 노동력 투입 축소 가능
- 장기적인 관점
 - ✓ 공정 혁신 등을 통해 경쟁력을 갖추게 된 기업은 생산과 고용을 모두 늘리는 순증적 효과를 갖게 될 가능성

2. 연구개발투자와 고용효과

▶ 주요 논문 현황

- 기업 연구개발투자 증가가 고용에 미치는 영향을 주로 분석
 - ✓ 실증 분석의 결과는 R&D 투자의 고용 효과에 대해 긍정적 및 부정적 효과를 모두 나타내고 있음
 - ✓ Lerner(1999), Ebersbrger(2004) : 긍정적 효과
 - ✓ Wallsten(2000) : 기업지원 R&D의 고용효과 없음
 - ✓ Jykyri(2005) : R&D인력 고용에만 긍정적 효과

2. 연구개발투자와 고용효과

▶ 국내 기업 분석 사례

- 홍성민 외(2010) : 1900개 기업(2006년~2008년 분석)
- 대기업 경우 R&D 투자 증가가 유의미하게 고용을 증가시킴
- 중소기업 경우 R&D 투자 증가가 고용을 늘린다는 실증적 근거는 제시하지 못함
- 전자·화학 등 주요 산업별 분석에서도 유사한 결과 도출
 - ✓ 중소기업 R&D지원이 비효율적으로 운영될 가능성 제시

2. 연구개발투자와 고용효과

- R&D 투자 확대를 통한 고용 효과 증대를 위한 건의
 - 중소기업 R&D 보조금 제도의 종합적인 점검·개선 필요
 - ✓ 경쟁력 갖춘 중소기업에 집중 지원하는 방식으로 전환·선별 필요
 - ✓ 보조금 지원 시 파급효과가 큰 과학기반형 기업에 대한 지원 강화
 - ✓ 양적인 대상기업의 확대가 아니라 질적인 개선

3. 연구개발지원 제도의 경제적 효과

- 과학기반형 산업(science based industry)의 정의 (Pavitt:1984)
 - 과학기반산업은 제약 및 바이오, 전자산업, 정밀화학산업 등 연구개발투자와 기초연구가 해당산업 혁신의 원천으로 작용하는 비중이 높은 기업군
 - ✓ 기초에서 생산까지 과정에서 공정이나 생산 엔지니어링 단계가 생략되거나 부분적으로 포함될 수 있는 특성
 - ✓ 과학적 활동, 기술혁신, 산업 성장이 하나의 동일 단계로 포함

3. 연구개발지원 제도의 경제적 효과

▶ 대기업의 신제품과 신공정이 학술연구에 의존하는 비율(%)

산업	개발을 위해 최근 학술연구에 부분적으로 의존한 비율		개발을 위해 최근 학술연구로부터 매우 많은 도움을 받은 비율	
	제품	공정	제품	공정
정보처리	11	11	17	16
전자	6	3	3	4
화학	4	2	4	4
실험기기	16	2	5	1
제약	27	29	17	8
금속	13	12	9	9
석유	1	1	1	1
평균	11	9	8	6

자료: Mansfield(1991)

3. 연구개발지원 제도의 경제적 효과

▶ 분석대상 : 기술혁신조사(2008)

- 표준산업분류상 화합물 및 화학제품 제조업(24: 제약산업 등), 의료, 정밀, 광학기기 등(33:의료기기 및 첨단장비 분야)을 과학기반산업으로 분류

✓ 과학기반산업의 표준산업분류상 구성

과학기반산업	기업수	비중(%)
화합물 및 화학제품 제조업	158	55.63
의료, 정밀, 광학기기 및 시계제조업	126	44.37
합계	284	100

3. 연구개발지원 제도의 경제적 효과

- 과학기반산업에서 중소기업이 차지하는 비중이 매우 높은 편이며 체계적이고 적극적인 지원정책이 필요

✓ 과학기반산업의 기업유형

기업 유형	기업수	비중(%)
중소기업	234	82.39
대기업	50	17.61
합계	284	100

3. 연구개발지원 제도의 경제적 효과

- 과학기반산업이 갖고 있는 잠재력에 비교해볼 때 그 지원의 규모나 수혜기업 비중이 적다고 볼 수 있음

✓ 과학기반산업의 연구개발보조금 수혜 비중

자금지원 여부	기업수	비중(%)
자금지원 비수혜	208	73.24
자금지원 수혜	76	26.76
합계	284	100

3. 연구개발지원 제도의 경제적 효과

- 자금지원의 규모와 비교해볼 때 그 규모가 상대적으로 적음
- 일반적으로 조세감면의 혜택을 받는 기업이 더 많은 것에 비추어볼 때 특이한 상황

✓ 과학기반산업의 기술혁신 관련 조세감면 비중

조세감면여부	기업수	비중(%)
조세감면 비수혜	237	83.45
조세감면 수혜	47	16.55
합계	284	100

3. 연구개발지원 제도의 경제적 효과

➤ 자금지원이 제품혁신 특허 출원수에 미치는 영향(다중회귀분석)

변수명	계수값	표준오차	Z-값	P-값
자금지원여부(자금지원수혜기업=1)	5.156	2.168	2.38**	0.018
대기업여부(대기업=1)	8.027	3.577	2.24**	0.026
상장여부(상장기업=1)	-2.457	3.292	-0.75	0.456
수도권여부(수도권입지=1)	-1.900	1.994	-0.95	0.341
종업원수 log 값	3.241	1.023	3.17***	0.002
수출여부(수출기업=1)	-0.195	2.099	-0.09	0.926
화학물 및 화학제품 제조업 더미변수	-2.755	2.028	-1.36	0.175
상수항	-8.092	3.848	-2.1	0.036
조정된 R-squared	0.136			
관측치	277			

주1: 종속변수는 제품혁신 관련 특허출원 수입
 주2: ***, **, * 는 각각 1%, 5%, 10%에서 유의함을 나타냄

3. 연구개발지원 제도의 경제적 효과

- 정부의 자금지원정책이 과학기반산업의 혁신활동에 매우 긍정적인 영향을 미침
 - 신성장동력의 하나로 볼 수 있는 과학기반산업에 대한 정부의 지원정책 필요성을 확인

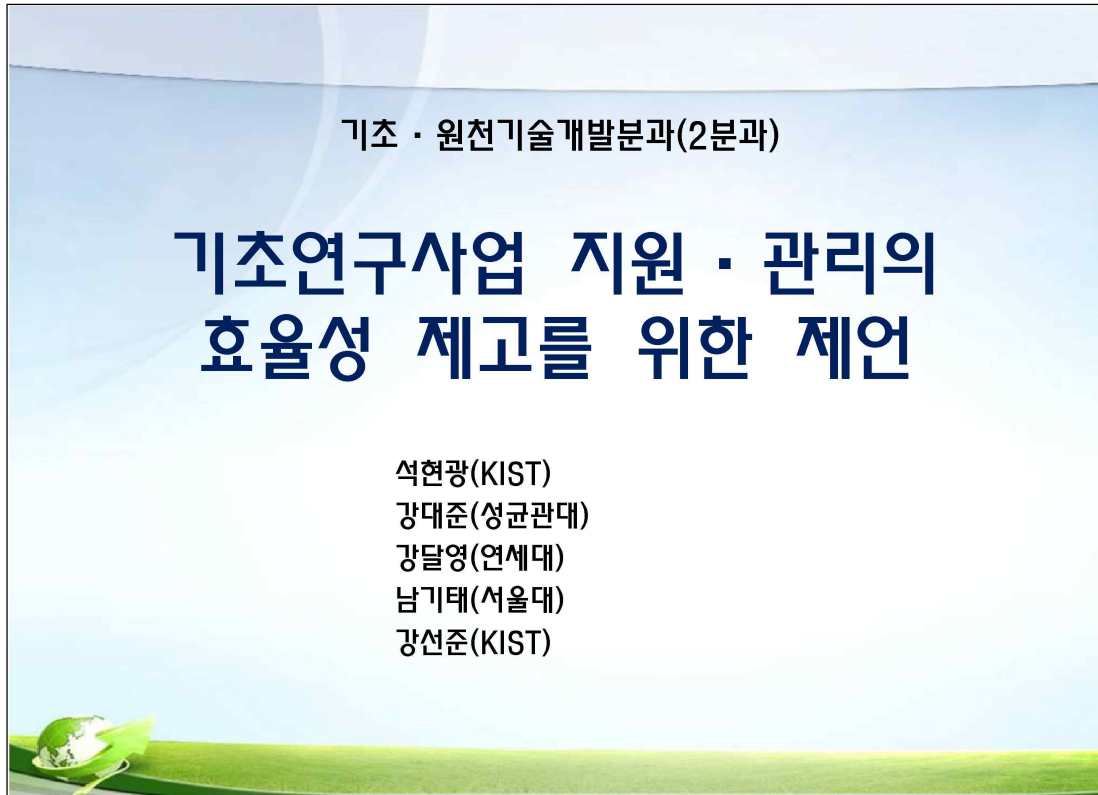
- 매칭전과 후의 특허출원수 차이

변수명		자금지원	비자금지원	차이 (자금지원-비자금지원)	T-값
제품혁신	매칭전	9.608	2.793	6.815	3.09***
특허출원수	매칭후	9.608	2.892	6.716	1.90*

주: ***, **, * 는 각각 1%, 5%, 10%에서 유의함을 나타냄

제 2 절 제2분과 기초원천기술개발분야 과학기술정책 포럼

1. 기초연구사업 지원관리의 효율성 제고를 위한 제언

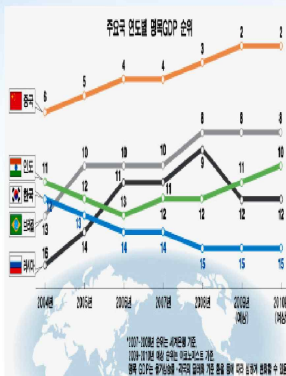
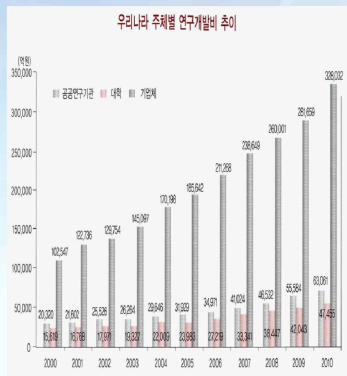


순서

1. 연구배경
2. 기초연구 지원사업 현황
3. 기초연구 지원사업에 대한 평가
4. 기초연구 지원/관리 효율성 개선을 위한 제언



연구배경



구분	'08	'09	'10	'11	'12
R&D 예산	11.1	12.3	13.7	14.9	16.8
기초 연구비 산정대상	7.2	8.1	9.6	10.3	11.4
기초 연구비 비중	1.8 (25.6%)	2.5 (29.3%)	3.0 (31.1%)	3.4 (33.1%)	4.0 (35.0%)

R&D 양적 성장
 기업체; 32조 8천억원
 공공연구기관; 6조 3천억원
 대학; 4조 7천억원

국제경쟁력 정세
 명목GDP; 2004년 세계 12위
 → 2010년 15위

기초연구비 비중 확대
 2012년 R&D예산의 35.5%
 인 3조 9,014억원 예상



기초원천연구사업 추진현황



기초원천연구사업 추진현황

5대 정책과제	중점추진과제
기초연구 지원 확대	1. 창의적 개인연구 지원 확대 2. 다양한 연구집단 육성 3. 도전적 연구여건 조성 4. 전략분야 기초연구 지원 강화
연구자 중심의 기초연구 지원체계 구축	5. 기초연구사업의 체계화 6. 연구자 중심의 기초연구 지원제도 개선 7. 연구과제 기획·평가의 전문성 제고
창의적 연구인력 양성 및 활용	8. 창의성을 중시하는 수준높은 수학·과학 교육 강화 9. 미래를 선도할 우수 연구인력 육성 10. 잠재력 연구자군의 역량 발현 기회 확대
세계수준의 기초연구역량 배양	11. 대학의 연구역량 강화 12. 정부출연연구기관의 기초연구 활성화 13. 기초과학연구원 설립·운영 14. 기초연구 인프라 확충 및 활용 촉진
기초연구의 사회적·국제적 역할 강화	15. 학연산 연계 강화를 통한 기초연구성과 확산 16. 사회적 이슈 대응 및 공공기초연구 강화 17. 기초연구에 대한 국민이해도 제고 18. 기초연구를 통한 국제사의 영향력 강화

기초원천연구사업 추진현황

개인 연구자원		(단위 : 백만원)	
사업명 (12개)	사업명 (5개)	지원기간/규모	
4개 사업	○ 일반연구자지원		
교과 신진교수	- 신진연구	3년/ 26~50	
교과 기초연구과제	- 기본연구	3년/ 35-100	
교과 여성과학자	- 여성과학자	3년/ 35-45	
교과 지역대학우수과학자	- 지역대 학교수	3년/ 30-45	
2개 사업	○ 중견연구자지원		
교과 특장기초	- 핵심연구	3년/ 200	
교과 NRL	- 도약연구	5년/ 500	
3개 사업	○ 리더연구자지원		
교과 우수학자	- 창의적연구	9년/ 500-800	
교과 창의적연구진흥	- 국가과학자	6년/ 1,500	
교과 국가과학자			
집단 연구자원			
3개 사업	○ 기초연구실육성	5년/ 500	
교과 ERC/SRC			
교과 MRC	○ 선도연구센터육성	7~9년/ 1,000-2,000	
교과 NCRC			

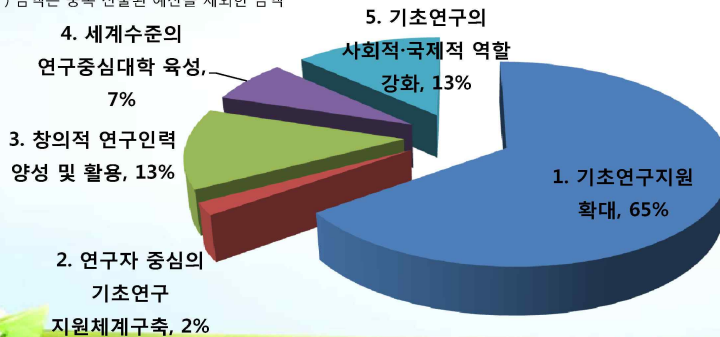


- 연구수행 주체를 중심으로 연구 과제 재분류 (09년 개편)
- 2개 그룹 5개 연구사업으로 체계화

기초원천연구사업 추진현황

5대 정책과제	'11년 예산	
	예산액	비율
1. 기초연구지원 확대	1,687,072 (1,611,149)	64.9%
2. 연구자 중심의 기초연구 지원체계 구축	55,420 (8,300)	2.1%
3. 창의적 연구인력 양성 및 활용	325,888 (178,017)	12.6%
4. 세계수준의 연구중심대학 육성	184,570	7.1%
5. 기초연구의 사회적·국제적 역할 강화	344,317 (332,317)	13.3%
합 계	2,597,267 (2,314,353)	100.0%

※ () 금액은 중복 산출된 예산을 제외한 금액



《국가과학기술위원회 자료, 기초연구진흥종합계획('08~'12)》

기초원천연구사업 추진현황

<국제과학비즈니스 벨트 사업>

배경

'09년 2월~: 과학벨트 특별법 제정

2월 12일 국무회의 의결, 2월 13일 국회제출, 3월 11일 교과위 상정

필요성

우리나라에는 선진국 수준 프론티어 성격의 종합기초과학 연구소 부재

Ex) 일본(RIKEN)*, 독일(막스프랑크)*, 프랑스(CNRS)

목적

세계 최고 수준의 기초과학연구로 창조적 지식 및 미래원천 기술을 확보

개념

창조적 연구환경 조성을 통해 세계적 두뇌가 모이고 기초과학과 비즈니스가 융합된 국가성장네트워크

비전

기초과학의 획기적인 진흥을 통한 신성장 동력 창출 및 세계일류국가 창조

기초원천연구사업 추진현황

<국제과학비즈니스 벨트 사업>

5대 추진과제

- 세계적 수준의 기초과학연구원 설립
- 대영연구시설로서 중이온가속기 설치
- 과학과 예술이 융합된 국제 환경 조성
- 지속성장 도시조성 비즈니스기반 구축
- 기초과학거점 조성 및 지역거점과 네트워크화

운영원칙

- ◆ 세계적 수준의 개방적 연구 체계
- 국내외 대학, 연구기관 등에 연구단(Site-Lab)을 설치 및 국제자문위원회의 운영
- ◆ 자율영·일몰영(Sun-set) 연구조직
- 연구단장에게 연구관련 전권 부여, 연구조직 Sun-Set 개념도입

설립형태

- ◆ 연구원은 법인으로 설립하되 독립적 운영을 위하여 기존 연구의 소속배계
- ◆ 정부의 안정적 연구비(인건비포함) 지원 및 민간 후원 근거 법적 명시
- 국과위를 통해 5개년 계획을 수립

소요예산

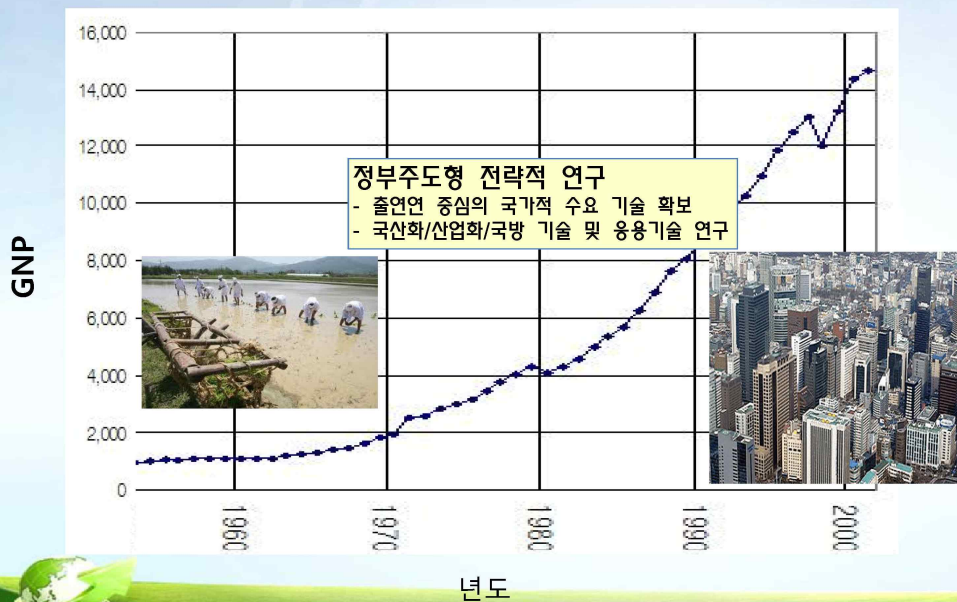
- ◆ 기초과학연구원 설립 이후 50개 연구단이 구성 되어 본격적으로 운영되는 경우 연간 소요 예산은 6,500억 원으로 예상

기초연구지원사업에 대한 평가 및 이슈

1. 전략적/정책적 기초연구 강화 방안 요구됨
2. 연구자의 연구 몰입도 향상 필요
3. 기초연구의 목적 지향성 강화 방안 필요
4. 기초연구지원사업의 전/후속 프로그램 강화 필요

한국의 경제발전과 R&D역사

한국은 전략적 R&D 모델 국가

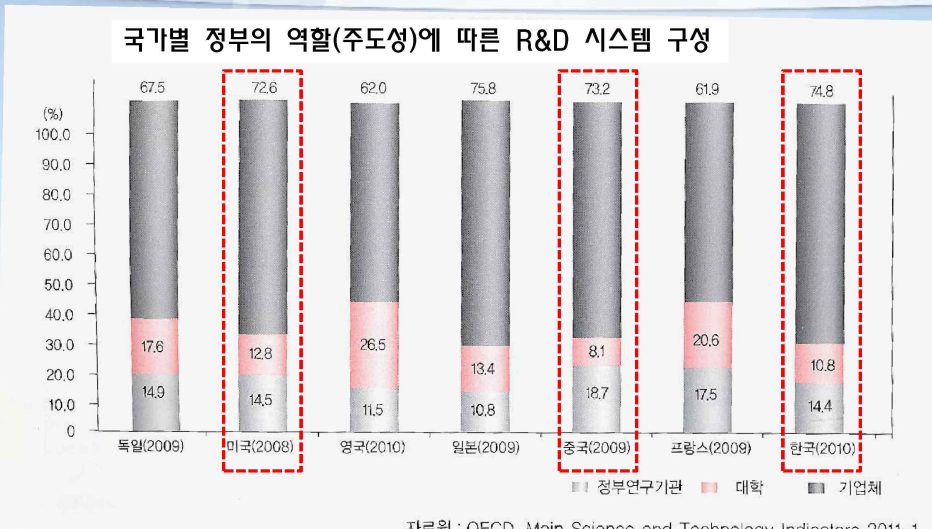


한국의 경제발전과 R&D역사(KIST 예)

정부 주도형 R&D 역사(경제 성장기)



각국의 기관별 R&D 비중 비교



- 우리나라의 R&D 체계는 중국/러시아와 같은 사회주의 국가 및 보건/국방/에너지 기술 등 전략 기술 개발을 중심으로 한 미국의 정부주도형 연구시스템과 유사.
- 이는 우리나라의 "국가주도형 경제/기술 개발 정책"과 연관이 있음. 60-70년대 국가경제개발 계획을 실행하는 과정에서 국가의 현대화/산업화를 위해 필요한 기술을 정부출연연구소를 통해 제공받았음.

국가 R&D 역사에서의 주요 사건



PBS 도입 이후의 연구 현실

PBS 도입 이후 ... 자율방임형 연구!

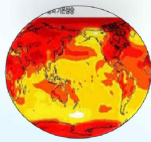
눈앞에서 벌어지는 백병전에 모든 전략 단위를 투입하여 전투를 치르고 있는 양상

단기 실적만 내면 OK? Then ?



과학기술 패러다임의 변화

국가/인류의 생존을 위협하는 난제 들 등장



지구온난화(CO₂ 처리, 효율향상)
질병·고령화(예방·진단·치료, 신약)
에너지(신재생, 원자력)
식량(GMO, 병해충)
물(수자원, 사막화)
우주·해양(기상·재해, 자원)



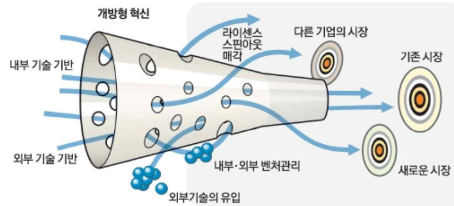
전략적 기초연구의 필요성 증대

과학기술 패러다임의 변화

융합 연구의 중요성 증대

폐쇄형 단독 연구

개방형 융합 연구



기술	단위 기술, 노하우 중심 기술	다학제 융합 기술, 극한 기술
제품/대상	저가 섬유, 고품질 철강, 단순 기능 자동차/조선	바이오/의료기기, 다기능 전자통신 기기, 복잡기능 자동차/조선/항공기, 대체 에너지 기술
연구주체	전문기업 또는 단위 연구팀 중심	전문 연구팀간 융합 연구

과학기술 패러다임의 변화

미래 사회를 선도하는 혁신기술은

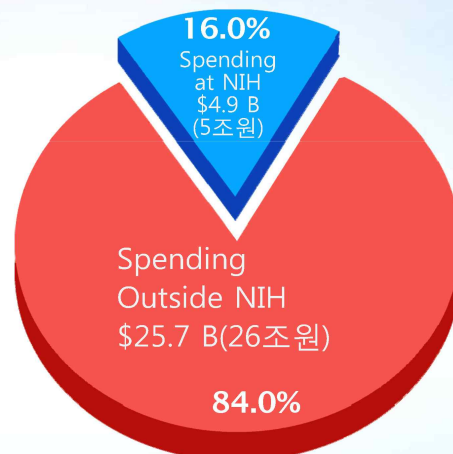
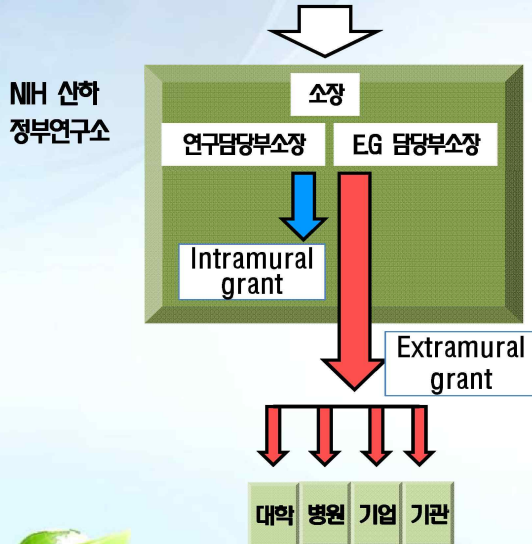
다양한 학문이 융합하는 곳에서 ...

“... 기술만으론 충분하지 않다는 게 애플의 DNA입니다. 기술과 인문학을 융합해야 합니다. ...” - 스티브 잡스



세계 각국의 전략적/정책적 기초연구 사례 - 미국

NIH Budget in FY 2009: \$30.6 Billion(31조원)

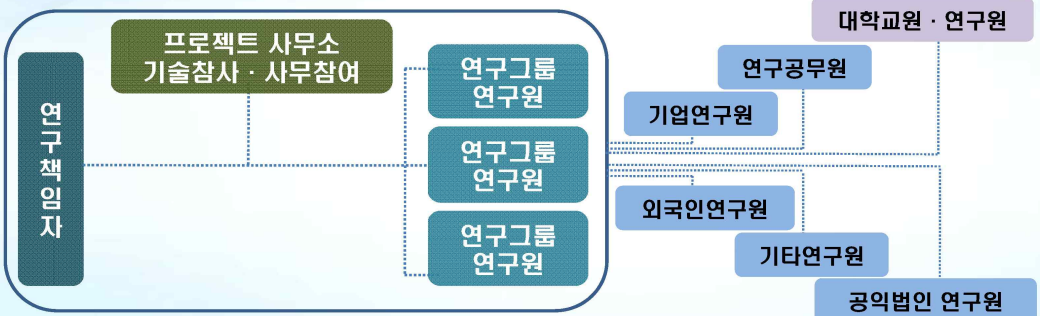


세계 각국의 전략적/정책적 기초연구 사례 - 일본



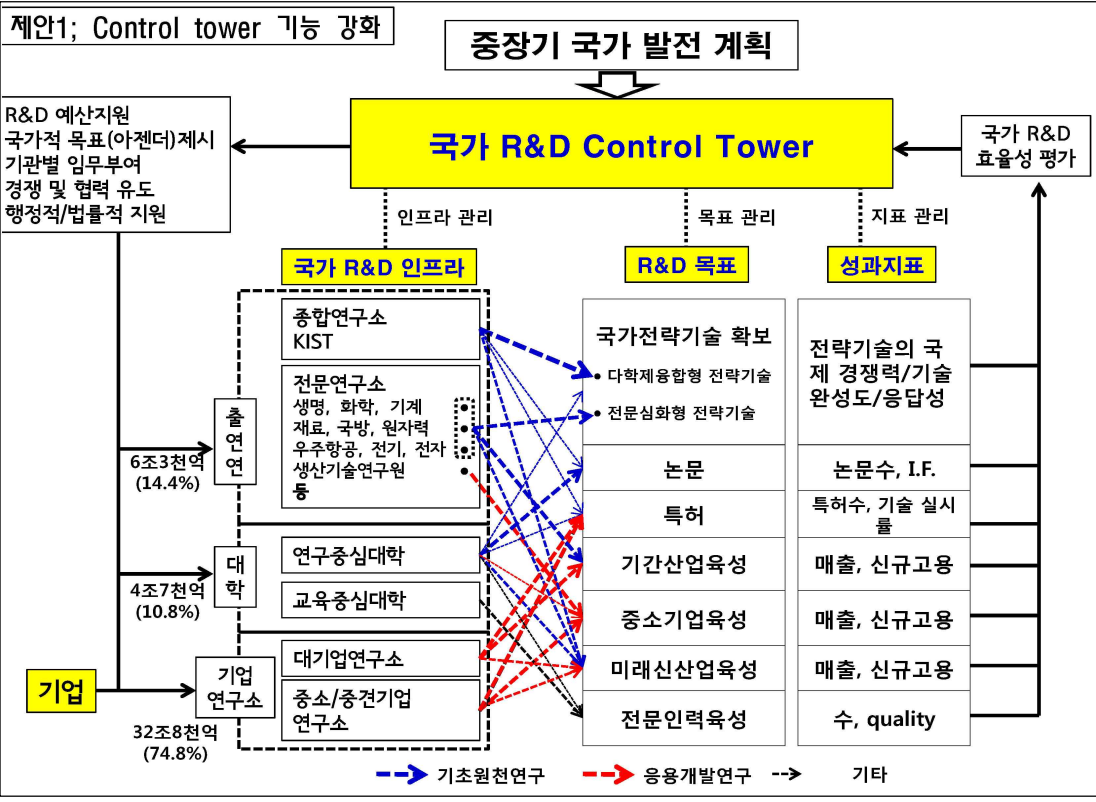
일본의 대표적인 창의연구 지원 프로그램인 'ERATO 프로그램'

지원기간 및 funding	5년(연간 4~5명), 연간 단위당 3~4억엔 제공
선발절차 (2008년도의 예)	공모/독자조사 → 패널구성(4팀) → 제안의뢰서 → 서류/면접(장기간) 의 과정
연구실시 장소	사이언스파크, 민간연구기관, 대학의 필요에 따라 새롭게 확보 가능



《ERATO형 연구시스템》

자료: 일본과학기술 진흥기구(<http://www.jst.go.jp>)



제안1; Control tower 기능 강화

정부 R&D 포트폴리오, 성과지표 등 대폭 수정해야 함.

- (대)기업 연구소가 정부 R&D 예산의 3배 이상을 기술 개발에 투자. 따라서 정부 R&D 비용은 국내에 산업적 기반이 형성되지 않은 미래산업용 기술 연구, High risk-high return형 기초원천 기술 연구, 국가적 Need가 있는 전략기술 연구에 집중적으로 투자되어야 함.
- 특히 (대)기업 R&D 지원과제는 대폭 축소하여 (목적)기초연구 분야에 투자하고, 대신 세계예탁 및 법적/행정적 지원을 통해 대기업의 R&D 투자 활성화를 유도하여야 함.

표 2. 정부 투자 R&D와 기업 수행 R&D의 연구개발단계별 비중('06년).

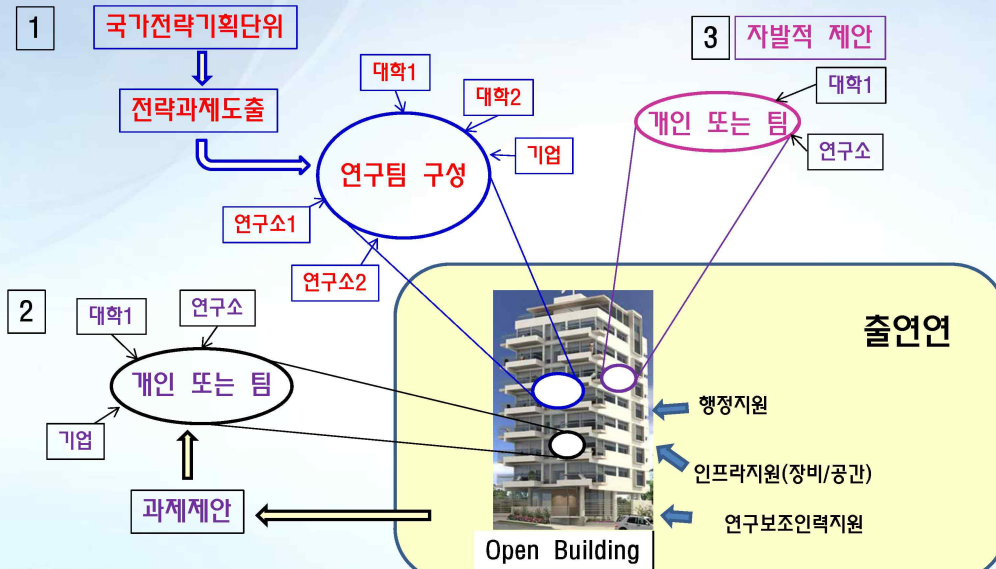
	정부 투자 R&D	기업 수행 R&D
기초연구	23.4%	11.9%
응용연구	24.4%	15.6%
개발연구	52.2%	72.5%

- 차세대 국가 R&D 포트폴리오에서는 정부 R&D 투자의 효율성을 기술실용화, 기술료, 논문, 특허 등의 단순 정량지표로써 평가할 수 없음. 따라서 정부 R&D 투자 효율성 평가를 위한 새로운 성과관리 지표를 마련하여야 함.
(예; 정부 지원 R&D 성과로서 과제종료 후 단기간에 기술실시료가 나오는 과제가 다수 있다면?)



제안2; 전략적 연구의 핵심 출연연 활성화

출연연 내 Open building 설치를 통한 전략적 연구 활성화



미국 NIH, 일본 AIST/Rikken연구소 프로그램 참조



Open Building 운영 방안

- 외부 기관(타연구소, 대학, 기업) 전문가의 연구 지원을 위한 전용 연구공간
- 출연연에서 행정/연구 인프라/보조 인력 등 지원
- 정부에서 직접 운영비 지원 또는 출연연 통한 간접 지원

Open Building at National Institute



기초연구지원사업에 대한 평가 및 이슈

1. 전략적/정책적 기초 연구 강화 방안 요구됨
2. 연구자의 연구 몰입도 향상 필요
3. 기초연구의 목적 지향성 강화 방안 필요
4. 기초연구지원사업의 전/후속 프로그램 강화 필요

개인 자율성 확대를 위한 선진국의 기초연구 지원-유럽

유럽연합



제7차 Framework Programme('07~'13) 수립

- 생명, 정보기술, 에너지 분야 중점투자
- Cooperation, Ideas, People, Capacities 등 4개 분야에 총 533억 유로 지원

- '10년까지 GDP 대비 R&D투자 비중 3% 목표 (신 리스본 전략)

유럽연구협의회(ERC)는 16억 유로에 달하는 금액을 유럽의 새로운 연구원들에게 지원할 예정

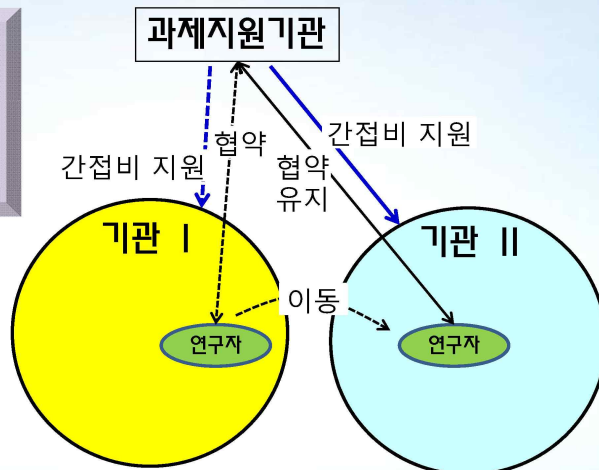
7차 Framework Program에서 기존의 "협력, 인력, 역량"에 "창의(Idea)"를 추가하여 창의적 기초 연구를 강화함. 그러나 동시에 우수 연구결과의 실용화를 지원하기 위한 'Proof of Concept' 프로젝트 도입하여 목적 지향적 기초 연구를 강조함.

ERC 지원금은 연구기관이 아니라 **연구자 개인에 대해 지원** 됨.

연구 몰입도 개선을 위한 제안

연구자 직접 지원 과제 운영

- 연구자와 직접 협약
- 연구자에 대한 소속기관의 지원 강화 유도
- 개인의 자율성 극대화
- 연구자의 연구 몰입도 증가



유럽 연합 ERC 프로그램, 미국 NIH 프로그램 참조

기초연구지원사업에 대한 평가 및 이슈

1. 전략적/정책적 기초 연구 강화 방안 요구됨
2. 연구자의 연구 몰입도 향상 필요
3. 기초연구의 목적 지향성 강화 방안 필요
4. 기초연구지원사업의 전/후속 프로그램 강화 필요

선진국의 기초연구 현황- 유럽

순수기초 연구에서 목적기초 연구로의 패러다임 변화

유럽연합



제7차 Framework Programme('07~'13) 수립

- 생명, 정보기술, 에너지 분야 중점투자
- Cooperation, Ideas, People, Capacities 등 4개 분야에 총 533억 유로 지원

- '10년까지 GDP 대비 R&D투자 비중 3% 목표 (신 리스본 전략)

유럽연구협의회(ERC)는 16억 유로에 달하는 금액을 유럽의 새로운 연구원들에게 지원할 예정

7차 Framework Program에서 기존의 "협력, 인력, 역량" 에 "창의(Idea)"를 추가하여 **창의적 기초 연구를 강화**함. 그러나 동시에 우수 연구결과의 실용화를 지원하기 위한 **Proof of Concept'** 프로젝트 도입하여 **목적 지향적 기초 연구**를 강조함.

ERC 지원금은 연구기관이 아니라 연구자 개인에 대해 지원 됨.

선진국의 기초연구 현황 - 일본

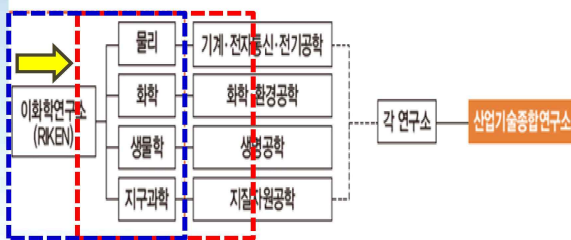
- 최근 일본 정부는 기초연구의 실용적 활용을 강조하는 과학기술 정책 기조를 유지하고 있음.
- 이와 관련하여 일본 산업기술종합연구소의 본격 연구(full Research)전략이 주목받고 있는데, 본격 연구란 경제/사회 니즈에 대응하기 위해 다른 분야의 지식을 폭 넓게 선별하여 융합하고 적용하는 제 2종 (목적)기초연구를 축으로 하여 미지의 현상에 대해 새로운 지식을 발견/해명하는 제 1종 (순수)기초연구와 제품화/실용화를 위한 응용기술 연구개발을 추진하는 것임.



선진국의 기초연구 현황 - 일본, 독일

순수기초 연구에서 목적기초 연구로의 패러다임 변화

일본 국가 연구소



- 세계적으로 목적지향적 기초연구를 강조하는 추세
- RIKEN, Max Planck 연구원의 다수가 소재 및 바이오 응용 기술 분야로 연구 영역 변화
- (순수)기초기술 연구소와 응용기술연구소의 역할 경계선이 불명확해지는 경향

독일 국가 연구소

- **Max Planck 연구협회**
- 구성 : 79개 연구소 (11,000명)
- 분야 : 핵물리 등 기초과학
- **Helmholtz 연구협회**
- 구성 : 16개 연구소 (22,500명)
- 분야 : 대형 국책 프로그램
- **Fraunhofer 연구협회**
- 구성 : 48개 연구소 (9,000명)
- 분야 : 산업기술 연구
- **Leibniz 과학협회**
- 구성 : 84개 연구소 (11,000명)
- 분야 : 학제기반 기초/응용 연구

순수 기초 연구 수행 연구소의 딜레마



기초 연구의 목적 지향성 강화 방안

1. (순수)기초 연구를 지향하는 기초과학연구원은 기초연구의 목적지향성을 강화하고자 하는 세계적인 기초연구 흐름과 배치됨.
2. 기초과학연구원은 순수기초 연구를 위한 특화된 강소형 연구소로 운영하고,
3. 응용연구 중심의 기존 정부연구소는 (목적)기초 연구 역량을 강화해야 함.
 - 자연과학 전공자 대폭 증원
 - (목적)기초연구 과제 대폭 확대 또는 block funding 연구비 확대
 - 질적 평가 중심으로 개인평가 기준 변경

기초연구지원사업에 대한 평가 및 이슈

1. 전략적/정책적 기초 연구 강화 방안 요구됨
2. 연구자의 연구 몰입도 향상 필요
3. 기초연구의 목적 지향성 강화 방안 필요
4. 기초연구지원사업의 전/후속 프로그램 강화 필요

제안4; 토양 비옥화(fertilizing)를 위한 정책적 지원 강화

Seeding(풀뿌리 기초연구 지원사업 지원) 이전에 Fertilizing(토양 비옥화)을 위한 지원이 있어야 함.

현재 대학에서는 ?

- 행정적 지원 부족
- 필수 장비 및 장비 운영을 위한 지원 인력 부족
- 우수한 대학원생, 포닥 부족

현재 출연연에서는 ?

- 대학으로의 연구인력 유출이 심각(매년 KIST 전체 연구원의 5%이상)
 - 1960-70년대 연구원 연봉은 교수 연봉의 3배 이상. 현재는 ?
(미국은 정부연구소 연구원 연봉을 교수 연봉의 1.5~2배 내외로 유지, 안정적 지위 보장)
 - 정년 61세, Senior researcher의 역할 제한적
- 기본 장비 운영 인력 부족
- 대학원생/포닥 부족

제안5; 종료 평가제도의 실질적/입체적 강화

연구과제 종료 평가 후

1. 연구 주제를 유지하고자 하는 탁월성 과제 수행자
 - 연구성과를 활용하는 후속 과제 지원
 - 출연연 open building으로의 이전(교수/연구원 겸직)을 통한 연구 전담 허용(5-10년) 또는 수업 일수 감축(대학 내 계속 잔류)
2. 연구 주제 변경을 원하는 탁월성 연구자 또는 연구 성과 미흡으로 판정된 연구자
 - 연구 성과의 공개발표를 통해 연구 결과를 동료 교수 또는 출연연 연구자에게 이양하여 후속 연구를 수행하게 함으로서 연구성과가 사장되는 것을 방지(과학기술 Open market 운영)
3. 성과부족 과제 수행자
 - 후속 과제 선정 시 불이익

제안5; 종료 평가제도의 실질적/입체적 강화

종료 평가 프로토콜

연구주제에 대한 지속적 지원 여부 (탁월한 성과 또는 잠재적 가치 고려)	과제책임자에 대한 후속 지원 여부	후속 조치
0	0	- 과제책임자에게 물임연구 환경 제공(수입일수 감축 또는 출연연 Open building으로 이전 허용) - 후속 연구과제 지원(개인 창의 과제 연장 또는 집단연구/연구단 과제 지원)
0	X	- 기술 공개시장에서 성과 공개 후 속 연구 수행 책임자 선정하여 후속 과제 지원 - 과제 책임자에게 과실이 있는 경우 정부 지원과제 제한 - 과제 책임자의 성향(새로운 주제 도전, 개인 연구 선호) 때문이면 적절한 후속 프로그램 지원
X	0	- 연구 주제를 변경하여 과제 지원 - 기술 공개시장에서 연구성과를 공개하여 수요자에게 성과 이전
X	X	- 공개기술 시장에서 성과 공개 후 원하는 기관/단위에 성과 이전 - 2-3회 반복될 경우 정부지원과제 참여 제한

- 정부 지원 R&D 성과는 공공자산 임.
- 따라서 연구성과와 연구자를 분리하여 평가하여야 하며, 또한 성과가 사장되는 것을 방지하기 위한 정부차원의 노력이 필요함

Issue paper 제안 내용 요약

1. 전략적/정책적 기초연구 강화

- 국가 R&D 권위를 타워 기능 강화(중장기 국가 R&D 로드맵 도출, 국가 어젠다 도출, 국가 R&D 수행 기관(대학, 출연연, 기업연구소)별 지원정책 마련, R&D 수행기관별 임무 부여/융합 및 경쟁유도)
- 전략적 기초연구의 핵심 주체로서의 정부출연 연구소 강화(open building 설치/운영)

2. 연구자 중심의 연구 지원시스템 도입을 통한 연구 몰입도 증대

- 과제 지원기관-연구자의 직접 협약 과제 시범 운영

3. 기초연구의 목적지향성 강화

- 순수기초 전담 강소형 연구소로 기초과학연구원을 운영하는 동시에 기존 출연연의 기초연구 수행 능력 강화함

4. 풀뿌리 기초연구 지원사업의 성과 극대화를 위한 전/후속 프로그램 운영

- Seeding 이전 토양 비옥화(fertilizing)를 위한 지원 강화(인프라 지원, 고급 연구인력 지원, 행정업무 간소화)
- 입체적 과제 종료 평가제 도입을 통한 성과 활용

제 3 절 제3분과 거대 및 전략기술개발분야 과학기술정책 포럼

1. 우주개발사업의 전 사이클 관리 및 평가/검증 체계 강화 방안의 제언

SCIENCE & TECHNOLOGY POLICY INSTITUTE

과학기술 정책포럼 3분과

**우주개발사업의 전 사이클 관리 및
평가/검증 체계 강화 방안의 제언**

서울대학교

여재익 교수 (기계항공공학부)

STePI 과학기술정책연구원

0. 주요 내용

1. 서론

2. 우주개발사업의 관리 및 평가체계

3. 우주개발사업 관리의 문제점

4. 우주선진국의 사업관리 체계 분석

5. 정책적 제언

STEPPI 과학기술정책연구원

1. 서론(1/1)

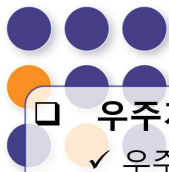
□ 운영 방안

- ✓ 본 분과는 분과장 1명, 참여 연구원 4명(총 5명)으로 구성
- ✓ 본 결과는 KISTEP 이슈페이퍼 발간 및 향후 우주정책 수립시 참고자료로 활용되는 것을 목적으로 함

□ 연구 목표

- ✓ 우주개발사업 특성 및 우리나라 관리시스템과의 비교 분석
 - 우리나라 우주개발사업 관리의 문제점 분석
- ✓ 우주선진국의 사업관리 방법론 및 평가/검증체계 분석
 - 미국 NASA와 일본 JASA의 체계 분석
- ✓ 우리나라 우주개발 환경에 내재화할 수 있는 정책적 제언
 - 우주개발사업의 구조적, 정책적 개선 사항 제시

STEPPI 과학기술정책연구원



2. 우주개발사업의 관리 및 평가체계(1/2)

□ 우주개발사업의 특징

- ✓ 우주개발은 장시간의 시간과 많은 예산이 소모되며, 개발 리스크가 큼
- ✓ 2000년대 들어서며, 국가안보, 국민 삶의 질 향상 및 국가위상제고에 미치는 영향이 부각됨
 - 우주활용 분야의 민간 활동이 확대되었음에도 불구하고, 정부 수용의 위성이 대다수를 차지
 - ※ 10년 간(2000-2009) 발사된 전 세계 위성 중 정부위성이 2/3차지
 - 발사체는 미국의 일부 발사체를 제외하고 모두 정부 주도로 개발되는 추세



2. 우주개발사업의 관리 및 평가체계(2/2)

□ 우리나라 우주개발사업의 주안점

- ✓ 기존 국가 수요 정부 위성개발은 우주개발 진흥 기본계획에 따라 체계적으로 진행
 - 민, 군 겸용위성 개발, 구매에서 개발로 민간위성 개발방식의 전환 등이 논의되고 있음
- ✓ 위성개발 수요가 범 부처로 확산됨에 따라 각 부처의 위성수요에 대한 조사 및 수요 이해를 조율 및 통합 조정하는 체계 필요
 - 각 부처의 위성 개발 수요 조사 및 미래 수요 창출을 위한 조직 필요
 - 다양한 위성개발 수요 부처를 조율하여 개발 시기와 예산 등 공동 대처 필요
- ✓ 우주개발 사업의 산학연 개방성 확대 필요
- ✓ 개발 위험이 큰 사업의 특성을 반영한 평가 지표개발 필요



3. 우주개발사업 관리의 문제점(1/5)

□ 일관된 상설 관리/평가 조직의 부재

- ✓ 우주 정책, 전략, 행정 등의 Headquarters 기능 부족
- ✓ 한국적 현실을 반영한 우주개발모델 및 평가, 관리체계 부재
- ✓ 효율적인 사업 관리를 위해 담당 관리자의 첨단 우주기술에 대한 충분한 이해가 필요
 - 잦은 인사이동으로 관리자가 전문성을 갖추기 위한 시간부족
 - ※ 교과부 출범이후 과학기술 분야 평균 보직기간 8개월
- ✓ 우주개발 사업이 대형 시스템 개발 사업인 반면 사업 전반에 걸쳐 내용을 충분히 이해하고 있는 관리 인원 부족
 - 수백억원 이상의 위성, 발사체 담당 직원은 각각 2, 3명 수준
- ✓ 기술, 정책, 사업관리, 평가, 국제협력에 이르는 우주개발의 전 사이클을 관장하는 상설 전문 조직이 필요

STEPPI 과학기술정책연구원



3. 우주개발사업 관리의 문제점(2/5)

□ 안전 및 임무보장 조직 강화 필요

- ✓ 미국, 일본 등 우주개발 선진국의 경우 수차례 미션실패 후 안전 및 임무보증 체계(SMA, Safety and Mission Assurance)를 강화한 사례가 있으므로 우주 안전 및 임무보증체계 마련 필요
- ✓ NASA의 경우 SMA 관련 전담부서인 OSMA(Office of Safety and Mission Assurance)를 주축으로 여러 부서를 통하여 안전성 및 임무보장 관련 피드백을 보장 받음
- ✓ JASA는 1998년부터 2003년까지의 수차례 미션실패 후, Daniel Goldin(前 NASA Administrator)을 위원장으로 하는 외부 Advisory Committee에 중장기 발전계획안을 의뢰하였으며, 2005년 위원회의 최종보고서를 바탕으로 SMA에 관련 다양한 변화를 도입함

STEPPI 과학기술정책연구원



3. 우주개발사업 관리의 문제점(3/5)

□ 정책적 일관성 부족

- ✓ 담당 고위 공무원이 바뀔에 따라 기존의 정책 기조가 바뀌는 경우가 있는데, 이는 우주개발에 혼란을 야기할 수 있기에 장기적, 거시적 일관적인 정책적 판단/추진이 필요
- ✓ 우주개발을 위한 중장기 계획을 확고히 세우고 여론이나 외압의 영향을 최소화하고 계획에 따라 일관되게 개발을 진행할 수 있는 여건 마련 필요
- ✓ 국가의 우주개발계획으로 사업기간, 사업비 총액, 연차별 예산이 결정되었음에도 불구하고, 연차별 사업비는 매년 기획재정부 및 국회의 심의를 거쳐 결정됨
- ✓ 나로호 발사 실패 등의 우주개발 성과 창출 실패의 이유로 기존에 계획되었던 연차별 예산이 확보가 제대로 되지 않은 경우가 제기됨



3. 우주개발사업 관리의 문제점(4/5)

□ 평가제도의 문제점

- ✓ 기존의 사업평가는 평가전담기관(한국연구재단)에서 1년에 한번 전문가들을 모아서 연차평가를 실시하는 것이 대부분임
- ✓ 우주개발사업은 대규모 시스템 사업인 만큼, 집중적이고 꾸준한 피드백이 필요, 기존의 평가 방식으로는 우주개발 사업의 전문성 및 일관성 확보가 어려움
- ✓ 상시평가를 고려할 필요가 있으며, 연구 개발에 부담을 주는 평가를 위한 평가가 되지 않도록 소프트웨어 등을 이용한 시스템적인 모니터링을 통한 평가가 필요
- ✓ 우주기술은 선진국에서 수출 통제 항목으로 지정하여 엄격하게 보호하고 있는 기술이므로 우리나라에서 관련 기술을 효율적으로 확보할 수 있도록 단계적인 원천기술 습득을 지원하는 평가 체계 필요

3. 우주개발사업 관리의 문제점(5/5)

□ 우주개발의 다양성 부족

- ✓ 하나의 출연에 관련 정책 및 전략, 인프라 구축, 기술적 다양성 확보 등을 전적으로 의존

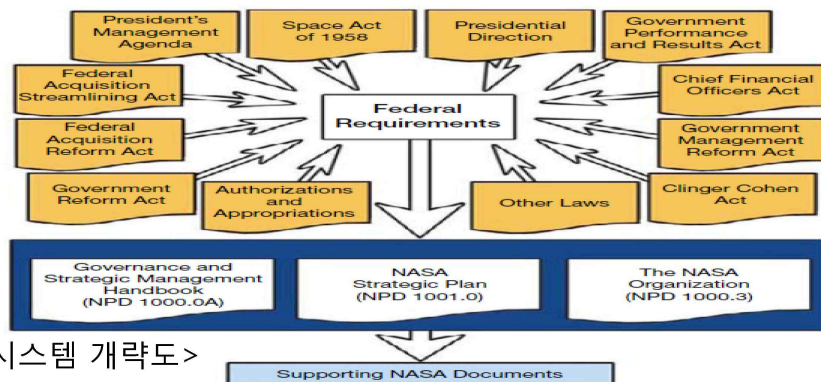
□ 참여 기업체의 낮은 기술 수준 및 관리의 어려움

- ✓ 종래의 우주개발사업에서 기업의 역할은 항우연의 발주에 따른 용역이나 제작이 대부분
 - 단순 용역/제작만으로 기술 축적 및 개발 역량 강화 어려움
- ✓ 발사체나 위성 모두 제작되는 기수가 매우 제한적이므로 기업이 납품하는 물품의 수량이 많지 않음
 - 기업체에서는 안정적인 이윤을 기대하기 어려운 분야이므로 투자에 대해 소극적임

4. 우주선진국의 사업관리 체계 분석(1/8)

□ NASA 의 중장기 계획 및 목표

- ✓ 전략관리 시스템(Strategic management system)을 통해 중장기 계획 및 목표를 수립, 연방정부의 법령이나 대통령 훈령 등의 외부 요구조건들과 NASA 내부의 요구조건들을 통합
- ✓ NASA 전략계획, 경영 및 전략관리 편람, NASA 조직도의 세 가지 내부분서를 전략관리 시스템의 내부 요구조건들 토대로 삼음



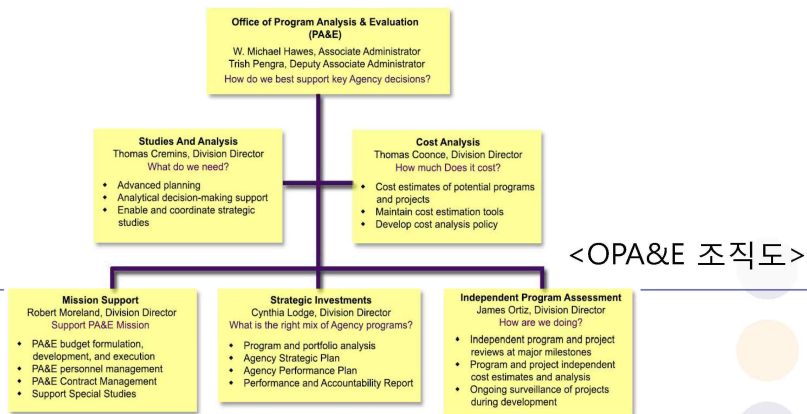
<전략관리 시스템 개략도>



4. 우주선진국의 사업관리 체계 분석(2/8)

□ NASA의 사업관리 및 평가 체계

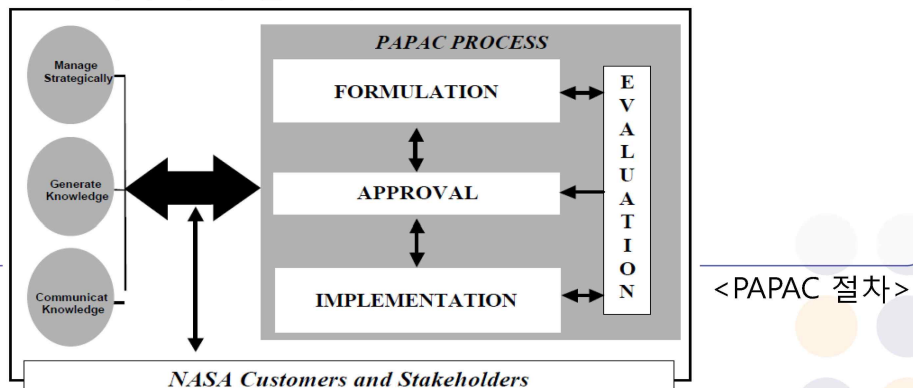
- ✓ 프로그램 분석 및 평가기구(OPA&E)
 - NASA에서 수행하는 프로그램들의 분석을 통해 전략적 결정을 위한 정보제공을 목적으로 2005년 설립
- Office of Program Analysis & Evaluation



4. 우주선진국의 사업관리 체계 분석(3/8)

□ NASA의 사업관리 및 평가 체계

- ✓ 프로그램 및 수행과정
 - 프로그램의 일환으로 한정된 자원을 가지고 일정 기간 동안 수행되는 특정한 프로젝트와 하나 이상의 프로젝트를 포함하는 관리 체계로서의 프로그램을 구분하여 상호보완적으로 각각의 사이클을 관리





4. 우주선진국의 사업관리 체계 분석(4/8)

□ NASA의 안전 및 임무 보증(SMA) 체계

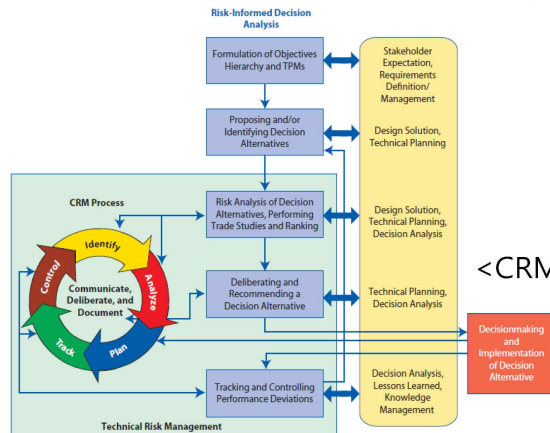
- ✓ 수석 엔지니어 부서(Office of the Chief Engineer)에서 직접적인 사업 실행의 기술적 완성도 평가 및 정책 수립 방향을 제시
- ✓ 안전 및 임무 보증 부서(OSMA)를 중심으로 APPEL과 NESC의 S&MA부서를 통한 안전성 관련에 피드백을 제공받음
- ✓ 임무 보증 체계 관련 부서
 - OSMA(Office of Safety and Mission Assurance)
 - APPEL(Academy of Program/Project and Engineering Leadership)
 - NESC(NASA Engineering and Safety Center)

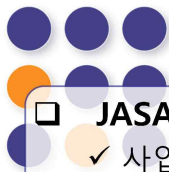


4. 우주선진국의 사업관리 체계 분석(5/8)

□ NASA의 안전 및 임무 보증(SMA) 체계

- ✓ NASA 체계공학: 개발품 검증 및 기술관리 절차
 - 새로운 규격 및 물품 목록 갱신 등 체계공학 기반의 일반적인 변동 사항 뿐 아니라 과거의 임무실패 및 사고 관련 자료들을 적극 반영하여 개발품 검증 및 기술관리 절차에 명기





4. 우주선진국의 사업관리 체계 분석(6/8)

□ JASA의 사업관리 및 평가 체계

- ✓ 사업준비심사
 - 임무요구(임무의 인지, 달성기준 등), 사업비 규모를 포함한 임무 정의의 타당성
- ✓ 사업이행심사
 - 목표, 범위, 체제, 스케줄, 인적/물적 자원의 타당, 위험의 식별, 대처방안의 타당성, 기관 차원의 이행준비 상황
- ✓ 사업종료심사
 - 사업결과 및 경영판단결과 총괄평가, 사업종료 후 이행사항 점검, 사업 교훈 등의 계승
- ✓ 사업 준비, 이행 점검의 일환으로 "진척보고회" 개최
 - 사업주체간 견제와 균형 기능 강화 및 경영진의 투명성 제고

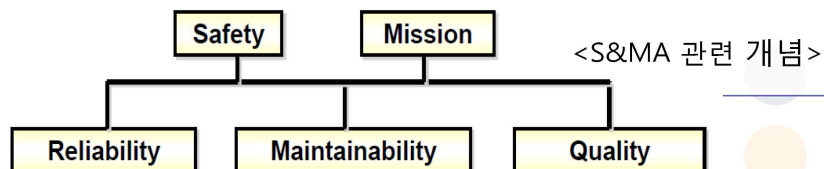
STEPi 과학기술정책연구원



4. 우주선진국의 사업관리 체계 분석(7/8)

□ JASA의 안전 및 임무 보증(SMA) 체계

- ✓ S&MA 활동 및 담당부서의 역할
 - 기관 및 각 항공우주 연구개발사업의 안전성 및 임무보증을 통해 사업성공을 목적으로 함
 - 각 협력업체(contractor)의 S&MA업무가 JAXA에서 요구한 표준에 부합하는지를 검토하고 승인
 - 미션성공 보장을 위한 전반적인 시스템 점검
 - JAXA에서 수행하는 연구개발 및 operation의 모든 단계에서 safety, reliability, maintainability, quality assurance, soft product assurance을 실천할 수 있도록 홍보



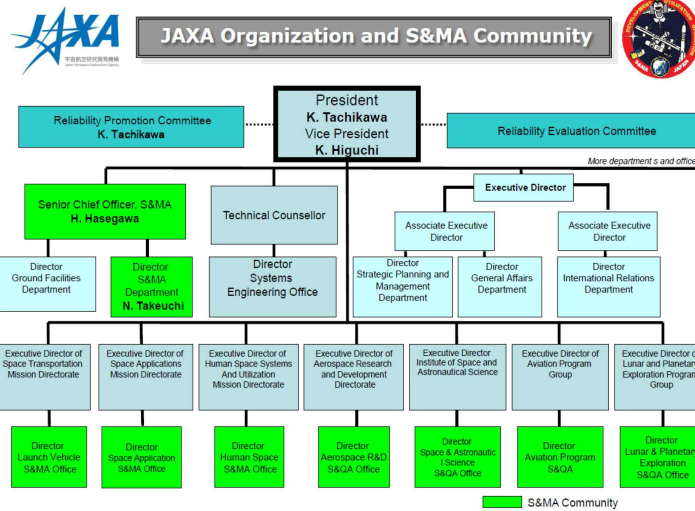


4. 우주선진국의 사업관리 체계 분석(8/8)

□ JASA 의 안전 및 임무 보증(SMA) 체계

✓ S&MA 관련 조직구성

- S&MA 업무를 실제로 담당하는 조직은 3개의 층으로 구성



<S&MA 관련 조직도>



5. 정책적 제언(1/7)

□ 전문성 강화를 통한 전략적 추진, 관리체계 마련

- ✓ 기술, 정책, 사업관리, 평가, 국제협력에 이르는 우주개발의 전반적인 단계를 관장하는 상설 전문 조직이 필요
- ✓ 우리나라의 우주개발 규모, 개발 단계 등을 감안 시, 우주청 설립 선행단계로 한국항공우주연구원 내 (가칭)국가우주정책센터를 설치하여 우주개발에 대한 기획과 산학연 구심체 역할 담당
 - 우주개발의 국가 주도적 특성을 고려하여, 정부와의 협력이 긴밀하고, 우주개발을 담당하고 있는 항우연내 설치하고, 정책 자문 및 평가는 항우연 외부의 전문가가 담당하도록 하여 객관성과 효율성 확보
- ✓ 제한된 우주인력 및 예산, 기술에 바탕 한 전문성, 지속 가능성 등을 고려하여 국가우주정책센터의 설립 필요

5. 정책적 제언(2/7)

□ 중장기적인 우주 안전임무보증 체계 구축

- ✓ 대형우주개발사업에 대한 독립적인 안전·임무보증(SMA, Safety & Mission Assurance) 기능이 필요한 부분은 사업성공을 제고 측면에서 동의
 - 국내자원(전문인력, 예산) 가용성 측면에서 현재와 중장기 미래를 구분하여 생각할 필요
 - 전문인력이 결집되어 있는 KARI에서 수행하는 것이 바람직
- ✓ 중장기적으로 "(가칭)우주안전임무보증관리단(or 센터)" 설립
 - 현재는 국내자원을 고려, 개발주관기관에 일임. 단, 2차 기본계획에 언급한 바와 같이 교과부(연구재단)는 비상근 전담평가단 운영 예정
 - "(가칭)우주안전임무보증관리단(or 센터)" 은 산업체 수행부분에 대한 철저한 기술관리 수행

STEPPI 과학기술정책연구원

5. 정책적 제언(3/7)

□ 우주개발진흥기본계획 ('12~'16) 수정 및 보완

- ✓ 현재의 우주개발진흥기본계획은 국가의 전략적 수요에 기반한 우주제품의 "납품" 일정 및 추정 소요 예산만 포함
- ✓ 미래사회 전망으로부터 우주분야에 대한 국민·사회·경제·산업·문화적 수요를 바탕으로 비전과 목적 설정
- ✓ 비전과 목적 달성에 필요한 핵심우주기술 도출·분석, 확보 전략 등을 포함하도록 우주개발진흥기본계획 수정·보완
 - 비전 및 목적 설정 → 필요기술 도출(기술분류) → 핵심기술 도출 및 분석(TRM) → 개발·확보 우선순위 설정 → 종합발전 계획 수립 등을 포함하도록 수정·보완
- ✓ 미래 수요에 따른 막대한 우주개발예산 조달 방안 제시
 - 계속비 개념의 용역사업과 R&D 성격의 기술개발사업 구별
 - '15년까지 우주관련 전문인력 약 4,500여명

STEPPI 과학기술정책연구원

5. 정책적 제언(4/7)

□ 우주개발사업 평가체계 개선

- ✓ 대형우주개발사업에 대한 독립적인 안전·임무보증(SMA, Safety & Mission Assurance) 기능이 필요한 부분은 사업성공을 제고측면에서 동의
 - NASA, JAXA도 수차례 실패 후 독립적인 SMA기능 강화, 별도 부서 설립
- ✓ 국내자원(전문인력, 예산) 가용성 측면에서 현재와 중장기 미래를 구분하여 고려
 - 한국형 우주개발모델 및 평가·관리체계(안) 마련
 - 완전히 독립적이지는 못하더라도 개발주관기관은 안전임무보증, 제품보증 업무를 사업범위 내에서 수행
 - 중장기적으로 연구개발된 기술이 산업체로 이양되는 시기에 국가적으로 독립적인 안전임무보증 기능수행 필요

STePI 과학기술정책연구원

5. 정책적 제언(5/7)

□ 특화된 우주 R&D 대폭 확대

- ✓ 국가의 수요에 따른 우주개발과 우주기술의 다양성 확보를 위한 우주개발의 조화로 균형 잡힌 우주개발 추진
- ✓ 국가의 전략적 수요에 따른 하향식 우주개발사업 추진

범 주	사업명	주요 목표
자주적 우주정보력 확보	다목적 실용위성 개발사업	- 한반도 지상관측 등 실용급 고정밀 관측위성을 국내 주도로 개발 - 위성자료 수신처리 및 위성영상 능력 확보
세계 10대 우주강국 (2015년)	정지궤도 위성 개발 사업	- 위성통신, 해양·기상 관측용 위성 개발 - 해양 및 기상 자료처리 기술 개발과 관련 지상국 국산화
자주적 우주운영력 확보	한국형위성 발사체	- 소형위성 및 실용위성을 지구저궤도 진입 시킬 수 있는 발사체 개발
	우주센터 개발사업	- 발사장 건설 및 운영 기술 확보 - 발사체 엔진 성능시험 기반 구축

5. 정책적 제언(6/7)

□ 참여 기업체의 기술 수준 및 관리 개선

- ✓ 기업의 기술 수준 및 개발 역량 강화를 위해서는 기업의 인력을 사업 초기의 설계단계부터 참여토록 조정
- ✓ 기업의 적극적인 사업 참여를 위해서는 안정적인 사업 추진에 의한 개발 기수(제작 기수) 확보 및 각종 세제 지원, 설비투자 지원 등의 정부차원의 지원책이 필요
- ✓ 기업에서 우주개발 전문 인력 확보가 용이하도록 병역특례 제도 등의 지원책이 고려될 필요가 있으며, 교육을 통한 인재 육성 장려를 위한 방안 등도 고려되어야 함.

STEPPI :: 과학기술정책연구원

5. 정책적 제언(7/7)

□ 우주개발사업의 구조적 개선

- ✓ 전문성 강화를 통한 전략적 추진, 관리체계 마련
- ✓ 중장기적인 우주 안전임무보증 체계 구축

□ 우주개발사업의 정책적 개선

- ✓ 우주개발진흥기본계획('12~'16) 수정 및 보완
- ✓ 우주개발사업 평가체계 개선
- ✓ 특화된 우주 R&D 대폭 확대
- ✓ 참여 기업체의 기술 수준 및 관리 개선

>>> 세계 10대 우주강국 진입

STEPPI :: 과학기술정책연구원

제 4 절 제4분과 과학기술 인력육성분야 과학기술정책 포럼

1. 창업 시대에 대응한 이공계 고등교육 정책 방향은?





0. 주요 내용

1. 연구 목적

2. 이공계 인력의 진로와 창업의 중요성

3. 창업시대와 이공계인력 요구역량

4. 해외 동향 및 사례

5. 국내 동향 및 사례

6. 정책시사점 및 프로그램 제안



1. 연구 목적(1/1)

□ 연구배경

- ✓ 청소년 실업문제와 창업지원 활성화
- ✓ 이공계 인력의 창업에 대한 관심 증대

□ 연구 목표

- ✓ 이공계 대학생의 소양으로서 기업가정신, 창업의 의미
- ✓ 창업시대에 이공계 인력에게 요구되는 핵심역량의 변화와 그에 따른 이공계 교육의 개선방향 모색
- ✓ 관련한 주요 정책의제 제안

<과거 공학교육과 창업교육>

<창업시대 공학교육과 창업교육>





2. 이공계 인력의 진로와 창업의 중요성

□ 이공계 인력 정책에서 왜 창업에 관심을 가져야 하는가?

- ✓ 노동시장 구조의 변화로 중소벤처 취업가능성 증가
 - 중소기업 및 벤처기업 일자리 증가로 기업가정신 요구
 - 노동시장 유연화로 인한 전문 프리랜서시대 도래
- ✓ 이공계 수급 및 경력전환을 통해 창업과 중소기업 경력 진입 가능성 증가
 - 이공계 인력수급 불균형으로 인해 진로다양화 및 개인 창업 증가
 - 100세 시대의 도래로 2차, 3차 이공계 인력 경력전환 필요

STePI :: 과학기술정책연구원



2. 이공계 인력의 진로와 창업의 중요성

▣ 중소벤처 일자리 확대와 요구역량 변화

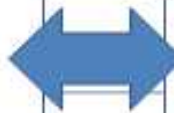
- ✓ 대기업 일자리의 감소, 중소벤처 일자리의 비중이 증가
 - 대기업 : ('98) 220만명 → (06) 156만명
 - 중소기업 (98) 767만명 → (06) 1.088만명
- ✓ 기술창업의 증가
 - 신설법인 : 2000년 51,456개 → 2009년 55,830개
 - 벤처기업 수 : 2004년 7967개 → 2009년 18893개

전통적인 기업

-표준화
-장기적 회사 성장
-이윤의 분배
-기업 기채구조 강조
-성장년층 및 인맥 중요
-관리 경제(Managerial Econ)

기술 벤처

-기업가 정신, 혁신
-단기간 내 기술 사용화
-주식 상장 및 M&A
-고부가가치
-3~6개월 기술혁신 및 시장변화
-창업경제(Entrepreneurial Econ)



STePI :: 과학기술정책연구원



2. 이공계 인력의 진로와 창업의 중요성

▣ 노동시장 속성의 변화: 프리랜서 시대의 도래

- 노동시장의 유연성 증가와 프리랜서 시대의 도래
 - ✓ 정규직 보다 비정규직 채용 비중이 증가
 - 계약제근로, 파견근로 등 비정규직이 증가하여 노동부는 우리나라의 비정규직 규모를 464만명으로 전체의 32.8%인 것으로 파악
 - ✓ 평생일자리 개념에서 개인의 전문성을 기반으로 한 프리랜서 시대의 도래
- 프리랜서시대에서는 개인적 창의성과 적극성이 경력개발의 주요 동인

STEPi :: 과학기술정책연구원



2. 이공계 인력의 진로와 창업의 중요성

▣ 이공계 인력의 인력수급과 진로 현황

- 전통적인 이공계 일자리의 부족
 - ✓ 전통적 이공계 일자리의 점진적 증가

	2003	2005	2007
한국	16.7%	18.0%	19.1%
프랑스	28.8%	29.2%	29.5%
핀란드	30.3%	31.6%	32.3%
 - ✓ 인력 공급규모의 지속 (참조)
 - 4년제 대학 재학생 중 이공계 전공 비중 : 49.4%(1999)→38.5%(2008)
 - 고등교육 등록률 : 52.5%(2000) → 70.4%(2009)

STEPi :: 과학기술정책연구원



<참조> 우리나라 공학분야 학생 수



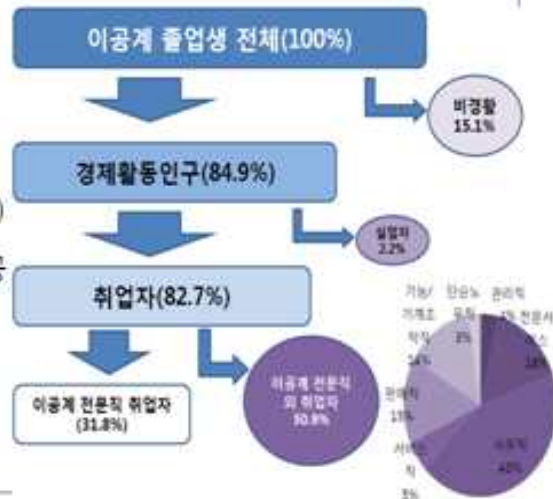
구분		한국*	일본**	미국***
공학사	졸업생수	65,847	89,623	73,315
	인구 1만명당 졸업생수	14.6명	6.9명	2.4명
공학석사	졸업생수	13,123	30,362	39,050
	석사/박사(%)	19.9	33.9	53.3
공학박사	졸업생수	2308	3,569	9,087
	박사/석사(%)	15.5	11.8	23.3
	박사/학사(%)	3.5	4.0	12.4



2. 이공계 인력의 진로와 창업의 중요성

□ 이공계 진로의 다양화

- ① 산업구조/일자리의 변화
 - ✓ 전체 일자리 중 서비스업 일자리 증가 : 51%('92) → 71%('10)
- ② 이공계 졸업자 중 32%만 이공계 전문직에 취업





2. 이공계 인력의 진로와 창업의 중요성

□ 대학생 창업에 대한 관심 증가

- ① 다양한 청년 창업촉진 대책으로 청년창업 증가
 - ✓ 30세 미만 신설법인: ('09,전) 880개 → ('10,전) 1,400개
- ② 2010년 기준 140개 일반/산업대학 중 64개 대학에서 259개 기업 창업, 288명 학생이 참여
 - ✓ 2010년 각 대학의 창업지원 예산은 129억원에 이룸
 - ✓ 이공계 대학생의 창업이 대학내 창업을 주도



<2010년도 대학별 학생창업 현황>
자료: 대학알리미



2. 이공계 인력의 진로와 창업의 중요성

▣ 이공계 인력의 경력전환 요구

- ✓ 전통적으로 기술직 트랙의 경력개발의 한계로 인해 50대 전후 관리직으로의 전환 요구
- ✓ 100세 시대의 도래에 따라 2~3차 경력전환 요구
 - 최근 장년 창업 증가의 주요 원인

올해 연령별 자영업자 증감 (단위=만명)



20대	-3.0	1.8	2.7
30대	-8.3	-11.7	-7.0
40대	-6.9	-1.6	-1.8

*작년 동월 대비, 자료=통계청

3. 창업시대와 이공계인력 요구역량

▣ 기술변화와 Entrepreneurial Engineer

- 기술변화에 따라 엔지니어링 문제의 변화
 - ✓ 기술이 복잡해짐에 따라 연구현장 및 엔지니어링 현장이 다학제적으로 변화
 - ✓ 엔지니어링의 수행에 있어 비기술적 요소와 인적 요소가 중요해짐
- 엔지니어 및 연구자는 의사전달 능력이나 팀플레이 능력 등 변화된 환경에 효과적으로 대응할 수 있는 역량 요구

STePI :: 과학기술정책연구원

3. 창업시대와 이공계인력 요구역량

▣ 이공계 인력 요구역량과 공학인증

- EC2000(ABET 2000 Criteria)의 도입배경 및 의의
 - ✓ EC2000이전의 인증체계는 역량이나 지식의 습득이 아니라 일정한 코스의 수행으로 인식, 경직적인 프로그램 운영 문제
 - ✓ EC2000은 무엇을 가르칠 것인가에서 무엇을 배울 것인가로 초점을 바꿈
 - 공학인에게 요구되는 기본 역량의 정의(참조)와 이를 실현할 수 있는 시스템의 구축에 지향점을 둠
 - ✓ 개별 조직 및 프로그램의 목적을 기반으로 지속적인 개선과정을 위한 시스템 구축에 초점

<자료> www.aip.org/ca/2004/abata.pdf

STePI :: 과학기술정책연구원

3. 창업시대와 이공계인력 요구역량

이공계 인력 요구역량과 공학인증

공학인증에서 공학인의 11개 기본 역량(1)

✓ 문제해결을 위한 전문지식의 활용, 적용 역량

- (1) 수학, 기초과학, 공학의 지식과 정보기술을 응용할 수 있는 능력
- (2) 자료를 이해하고 분석할 수 있는 능력 및 실험을 계획하고 수행할 수 있는 능력
- (3) 현실적 제한조건을 반영하여 시스템, 요소, 공정을 설계할 수 있는 능력
- (4) 공학 문제들을 인식하며, 이를 공식화하고 해결할 수 있는 능력
- (5) 공학 실무에 필요한 기술, 방법, 도구들을 사용할 수 있는 능력

✓ 조직인으로서 업무수행을 위한 역량

- (6) 복합 학제적 팀의 한 구성원의 역할을 해낼 수 있는 능력
- (7) 효과적으로 의사를 전달할 수 있는 능력

STEPi :: 과학기술정책연구원

3. 창업시대와 이공계인력 요구역량

이공계 인력 요구역량과 공학인증

공학인증에서 공학인의 기본 역량(2)

✓ 전문적으로서의 경력유지를 위한 소양

- (8) 평생교육의 필요성에 대한 인식과 이에 능동적으로 참여할 수 있는 능력
- (11) 직업적 책임과 윤리적 책임에 대한 인식

✓ 사회인으로서의 소양, 그리고 엔지니어링 실용화 능력 강화

- (9) 공학적 해결방안이 세계적, 경제적, 환경적, 사회적 상황에 끼치는 영향을 이해할 수 있는 폭넓은 지식
- (10) 시사적 논점들에 대한 기본 지식
- (12) 세계문화에 대한 이해와 국제적으로 협동할 수 있는 능력

<ABET 요구역량 키워드>

전문가적 역량 + ...

- + Transferable Skills (커뮤니케이션, 팀워크 등)
- + 사회적 수요와 연계한 지식적용 능력 (실용화 능력)

3. 창업시대와 이공계인력 요구역량

▣ 노동시장 패턴의 변화와 요구역량 변화

- 중소기업, 벤처 일자리 확대에 따른 요구 역량 변화
 - ✓ 특정직무에 대한 핵심역량뿐 아니라 다양한 직종에서 두루 활용 가능한 일반적 소양(Generic Skills) 강조
 - ✓ 다중적인 역량(Multi-Skilling) 요구

1997~2006년 skill지표의 변화(영국)



3. 창업시대와 이공계인력 요구역량

▣ 창업시대 이공계 인력에게 요구되는 주요 역량

- 창업시대 이공계 인력에게 요구되는 주요 역량
 - ✓ 기업가 정신/종합화능력
 - ✓ 실용화 능력
 - ✓ Transferable Skills

<참조> 기업가정신

- ✓ 보유하고 있는 자원보다는 새로운 가치를 만들 수 있는 기회에 집착하고 부문별로만 보지 않고 전체적으로 보고, 기업가 및 경영진의 리더십을 바탕으로 균형을 잡아가는 새로운 사고/추진/행동방식(배종태, 차민석, 2009)





4. 해외 동향 및 사례

▣ 교육과정 개선 지원

□ NCIIA Grant programs

✓ Advanced E-Team grants

- 학생들이 팀을 구성, 아이디어를 prototype을 만들어 시장진출 지원
- 연간 \$20,000지원

✓ Course and Program grants

- 교수들이 기존 교과과정을 발명, 혁신, 기술창업을 포함한 새로운 프로그램을 개설하거나 커리큘럼 개발을 지원
- 개별 프로그램 당 \$2,000 ~50,000 지원 (1~3년 지원)

✓ Sustainable Vision : 창업자 자금지원 및 컨설팅

<자료> <http://nciia.org/grants>

Course and Program grants 지원내용 키워드(참조)

- 사회적 니즈나 기업수요에 부합하도록 접근하거나 기존 기술을 사회적 문제해결에 적용하도록 하는 교육프로그램 도입
- 다학제적인 E-team 생성 및 지원
- 다학제적 활동을 지원하는 교과과정 개설

* NCIIA : National Collegiate Inventors and Innovators Alliance



□ NCIIA Course and Program grants 지원내용

- ✓ 기술혁신, 디자인, 사회적 기업가정신, 사회적 니즈와 환경적 이슈에 부합하기 위한 다른 접근을 도입
- ✓ E-Team형성을 유도하거나 E-Team 학습경험을 개선하는 것
- ✓ 새로운 기술이나 비즈니스를 개발하기 위한 E-Team 육성
- ✓ 기술과 비즈니스 전공 학생이나 여성 등 발명, 혁신 및 기업가정신에서 참여가 낮은 그룹이 포함되는 다학제적 커리큘럼 개발
- ✓ 우수그룹이 학습경험을 제공하는 기회 창출
- ✓ 학술적인 훈련을 넘어서 실제 비즈니스와 상호관계로 전환하거나 산업체 일원과 다양한 협력기회를 창출하는 것
- ✓ 교과과정 종료 후 작업을 계속하기를 희망하는 E-Team의 노력을 지원하기 위한 대학 및 교수의 교육활동
- ✓ 컴퓨터, 작업공간, 실험장비 등 외부의 필요장비에 접근하기 위한 것



4. 해외 동향 및 사례

- 대부분의 기업가정신과 관련한 교육과정은 주로 경영학 및 경제학 영역에서 석사과정 프로그램으로 개설하였으나 최근 공대 내에서 운영 움직임 활발
 - ✓ BI Norwegian Business School, 혁신과 기업가정신 MSC (노르웨이, 2년)
 - ✓ EDHEC Business School, 기업가 정신에서 이학석사(프랑스, 1년)
 - ✓ KAROLINSKA Institutet, Bioentrepreneurship 석사과정(스웨덴, 2년)
 - ✓ LUND Univ. School of Economics and Management, 기업가정신 MSC(스웨덴, 1년)
 - ✓ Univ of Luxembourg, Faculty of Law, Economics and Finance, 기업가정신 및 혁신 마스터(룩셈부르크, 1년)
 - ✓ Nottingham Univ. Business School, 기업가정신 MSC (영국, 1년)
 - ✓ Ecole Polytechnique Federale De Lausanne(EPEL), 관리, 기술과 기업가정신 이학석사(스위스, 2년)



4. 해외동향 및 사례

■ Brown University's Division of Engineering

- Engineering Entrepreneurship
 - ✓ 2 학기 과정(주로 3, 4년생 대상)으로 실제 프로젝트를 이용하여 기업과 협력으로 강의와 병행하여 운영(Classroom learning + industry participation)
 - ✓ 공대 및 비공대생 대상: team building skill을 고양시키기 위해 절반정도를 비공학분야 학생들을 참여시키려고 노력
 - ✓ 제출된 지원서를 바탕으로 참여학생을 선발
 - ✓ 교수에 의해 다학제 팀 구성 : 교수 2인, 기업별 1~3인이 각 팀을 관리
 - ✓ Local parent companies가 학생들에게 초기 아이디어와 컨셉 제공
 - ✓ 학생들은 기업의 아이디어와 컨셉을 바탕으로 spin-off business or new start-up으로 발전시킴
 - ✓ 모기업 직원은 처음에는 spin-off기업을 위한 이사회(board of directors) 임원으로서 역할을 수행하고, 궁극적으로는 start-up capital 의 잠재적 소스로 진화
 - ✓ 교수들은 학생과 기업간 관계를 관리하는 역할 수행
 - ✓ 2학기가 지난 후 학생들은 business plan 과 prototype product를 제출

<자료> Creed et al(2008)



4. 해외동향 및 사례

□ Brown University's Division of Engineering(계속)

✓ 강의 구성

- Financial Reporting and Accounting (브라운대 교수)
- Intellectual Property (브라운대 교수)
- New Product Development (기업 CEO)
- Cash Flow/Allocation of Resource (담당 교수)
- Human Resources (심리학자)
- Team Building/Personnel Management (정임 기술관리자)
- Personnel Evaluations (브라운대 교수)
- Sales and Distribution (벤처기업 마케팅관리자)
- Capital Formation(지역 벤처 캐피탈리스트)
- Life Cycle of Product (담당 교수)
- Manufacturing Issues (기업인)
- Initial Public Offering(IPO) and Valuation (지역 벤처기업의 재무담당)
- Examples of the Start-Up Process

STePI :: 과학기술정책연구원 Creed et al(2002)



4. 해외 동향

□ Rowan University, College of Engineering

□ Engineering Clinic course

✓ 공과대학 전반에 걸쳐 기업가적 문화를 고양시키기 위해 운영

✓ 기존 캡스톤과 비교하여..

- 8학기 장기프로그램으로 전환함에 따라 디자인 역량뿐만 아니라 커뮤니케이션, 프로젝트관리, 팀워크 등 총체적인 역량 배양 초점
- 다학제로 운영(다른 과 소속의 2인 교수와 3~5명 팀구성)
- 4년으로 확대함에 따라 전공지식의 실용화 능력을 전반적으로 개선
- 정부, 기업 등 외부 자금을 통한 프로젝트 수행(90%)

<자료> Marchese et al(2004)

<표> 4년 Engineering Clinic Sequence at Rowan Univ

	가을학기	봄학기
1학년	Engineering Measurement (기초역량:문제해결, 팀워크, 엔지니어링 환경/업무필수)	NSF Competitive Assessment lab (rev. Engineering 및 경쟁력 평가 (instrumentation, testing, 성과비교 등))
2학년	Total quality Management/ Written Comm unication	Entrepreneurship/Public Speaking
3학년	Multidisciplinary Design Projects	Multidisciplinary Design Projects
4학년	Multidisciplinary Design Projects	Multidisciplinary Design Projects



4. 해외 동향 및 사례

□ Clinic course와 연계하여 상용화 지원을 위한 학부생을 위한 벤처캐피탈 펀드(UVCF) 운영

- ✓ 다학제연구팀 중 선발하여 학기당 \$2500 자금 지원
- ✓ 벤처창업자금은 보통 NCIIA에 의해 지원되어 왔음
- ✓ 공대 project director와 경영대의 advisor, 기업 advisor로부터 추천을 받아, 한학기 동안 prototype을 개발할 수 있는 제품 아이디어와 사업계획을 제출
- ✓ 4년동안 20개 프로젝트 팀 지원(전체 400개 팀의 약 5%), 3개 기업과 2개 특허 출원

<자료> Marchese et al(2004)

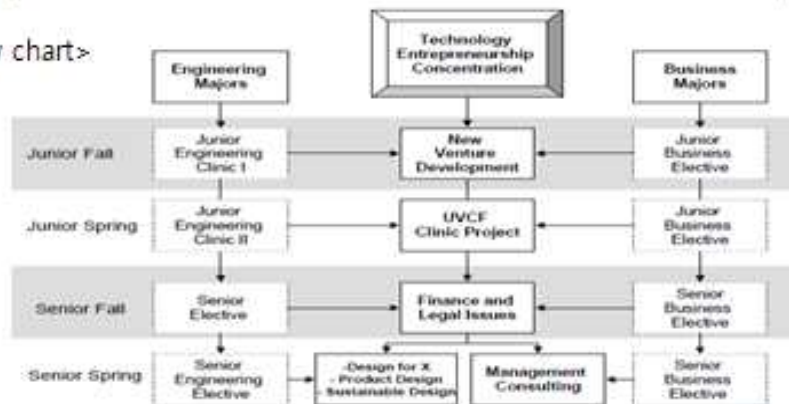
* NCIIA : National Collegiate Inventors and Innovators Alliance



□ Technology Entrepreneurship Concentration(TEC) 트랙

- ✓ 공대, 경영대 공동운영
- ✓ 기회분석 및 사업계획 수립, 창업을 위한 재정 및 법적 이슈 관련 요소 추가

<Curriculum flow chart>





4. 해외 동향

Western Michigan University

Industrial and Entrepreneurial Engineering Program

- ✓ 전통적인 공학과정에 기업가정신을 고양시키기 위한 교과과정의 결합
- ✓ 수학 등 공학관련 교과과정과 기술의 활용능력을 배양시키기 위한 프로그램의 결합으로 커리큘럼 구성
- ✓ 지역업체와 연계된 실제 프로젝트 수행
- ✓ WMU 공대의 다른 프로그램
 - Engineering Design Technology
 - Engineering Management Technology
 - Manufacturing Engineering Technology

<자료> www.wmich.edu/ime/iee.html



4. 해외 동향

커리큘럼 구성(128cd)

- ✓ (1학기 -14cd) 수학, 일반화학이론 및 실습, technical communication, Engineering graphics
- ✓ (2학기 - 17cd) , 수학2, 물리1 이론 및 실습, 교양, Eng Computing 입문, Entrepreneurial Engineering1
- ✓ (3학기-15cd) 고급수학, 물리2 이론과 실습, 공학통계, 통계
- ✓ (4학기-16cd) **work design**, 교양(인문), 미시경제원론, Probability and Quality for Engineers, **Minor Elective**
- ✓ (5학기-16cd) 고급수학(적분 등), Entrepreneurial Engineering2, Engineering Economy, Report Preparation, **Minor Elective**
- ✓ (6학기-16cd) Int to Operations Research, Simulation Modeling and Anlysis, Ergonomics and Design, Processes and Materials in Manuf. **Minor Elective**
- ✓ (7학기-17cd) Entrep. Engineering 3, Operations control in Industry, IE Senior Design, USA: culture & Issue, **Approved Tech Elective, Minor Elective**
- ✓ (8학기-17cd) IE Senior Design, Other Culture & Civilizations, Health & Wellness, **Minor Elective, Approved Technical Elective**

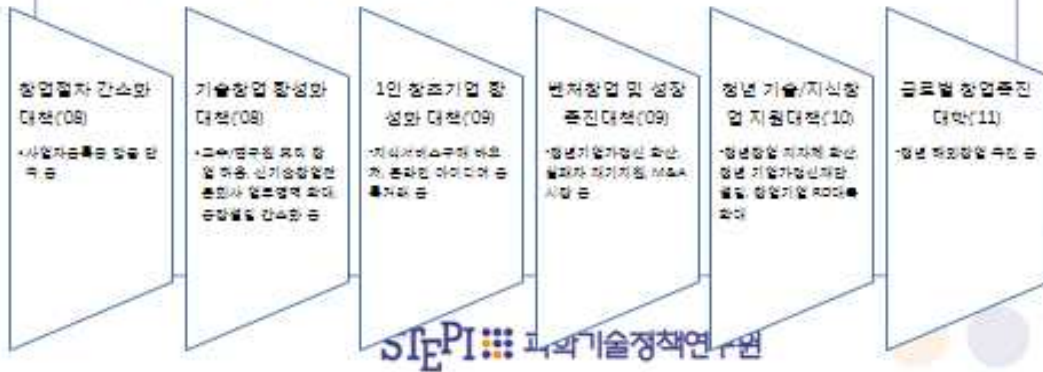
<자료> www.wmich.edu/ime/iee.html



5. 국내동향 및 사례

▣ 정부의 주요 대책

- 대학생 창업과 관련한 접근방법
 - ✓교육이 아닌 실천으로서의 창업 인프라 지원(자금, 공간, 설비 등)
 - 실험실창업지원 사업, 창업보육센터
 - ✓창업과정과 관련한 강좌, 정보 지원



5. 국내동향 및 사례

▣ 정부 청년창업 지원 사업 현황

- 창업지원 현황 및 문제점
 - ✓유사내용의 지원 및 교육과 사업화 연계 미비
 - ✓창업환경 조성을 위한 투자 미비

	사업명	지원내용	금액
창업보육	-(중기청) 대학 창업강좌, 창업돌아리 지원, 창업대학원 지원, 기술창업학교, -(지경부)바이오 전문인력양성, -(지자체)뉴미디어 창업스쿨, 하이서울 창업스쿨, G창업스쿨, Youth CEO300	-창업교육지원 -창업아이템개발지원 -컨설팅및신용보증	약 97억원
경진대회	-(중기청)중소/벤처창업경진대회 -(지경부)소셜벤처지원사업	예비창업자 지원	약33억원
사업화지원	-(중기청)실험실 창업지원, 예비기술 창업자 육성 -(지자체)2030청년창업 프로젝트	-사업화단계 비용/시설지원 및 컨설팅	약492억원

<자료> 박동(2011)



5. 국내동향 및 사례

한밭대학교

- 교과과정내 창업교육 결합
 - ✓ 벤처창업론을 교과과목으로 개설
 - ✓ (융합전공) 교육제도 개선을 통해 공대내 4~5개 전공으로 구성된 가상학과 개설을 통한 융합track 설치
- 산학일체형 교육
 - ✓ 학생들이 상품의 기획에서 생산까지 관여할 수 있도록 창업교육 프로그램 운영
 - ✓ 시제품 생산참여에의 확대를 통한 실무교육 강화
- 현장실습, 캡스톤디자인의 진화
 - ✓ 캡스톤디자인을 융합프로젝트(디자인+공학)으로 운영
 - ✓ 캡스톤디자인 결과를 prototype 개발 및 창업으로 지원



5. 국내동향 및 사례

KAIST

- 현장연계형 실적교육 프로그램 운영
 - ✓ 실전형 기술창업 교육프로그램 (복수전공/부전공) 신설(2012)
 - ✓ 기술창업 동아리 100개 육성과 활성화를 위한 학점 부여
 - ✓ Idea Factory
 - KAIST 연구원의 멘토링을 통한 제품구현 지원
 - Idea 실현을 위한 시작품 심사 평가 및 창업을 희망하는 경우 창업지원
 - ✓ 예비창업자를 위한 창업집중과정 (4주)

No	개설 학기	개설학과	과목명
1	봄학기	경영과학	벤처창업기획과 실제
2	봄학기	공필	기업가정신과 경영전략
3	가을학기	기술경영 전문대	벤처창업의 이론과 실제
4	가을학기	경영과학	경영과학 특수논제 <창업실전 패키지>
5	가을학기	테크노경영(전)	기술경영 및 전략
6	가을학기	이류전공	혁신경영과 기업가정신



5. 국내동향 및 사례

공학교육과 관련한 동향

- 취업에 초점을 둔 산학협력활동 지원
 - ✓ 취업을 주로 한 정책추진 및 프로그램 지원
 - ✓ 공학 교육의 질과 연계한 지원의 설계 필요
- 공학인증(ABEEK)
 - ✓ 전공교육 강화를 통한 공학교육 품질향상에 기여 (참조)
 - ✓ 전공교육 강화에 초점을 둬으로써 공학인에게 요구되는 다양한 요구역량에 부합하는 교육과정 개발이 저조
 - ✓ 인증에 대한 공감대의 문제
- 단학제적 접근
- 교과과정과 분리된 별도 창업프로그램 운영



<참고> 공학교육 인증의 성과(성균관대 사례)



<자료> 송성진(2011), 성균관대 공학교육인증제 운영사례



6. 정책적 시사점 및 프로그램 제안

- 교과과정의 창업교육 강화를 위한 지원 강화
 - ✓ Engineering Entrepreneurship 교육과정 지원 프로그램 신설
 - 시장문제 진단 - 기술적 해결방법 탐색/개발 - 기업 선택과 이전의 전단계 혹은 일부 단계를 경험할 수 있도록 기존 교과과정 개선 및 신설 프로그램 지원
 - 다학제적 연구팀 지원
 - ✓ 캡스톤 디자인 등과 연계하여 대학의 실습프로그램의 확대
 - Prototype 개발 지원
- 창업역량 제고를 지향하는 공학인증
 - ✓ 팀워크 및 다학제적 소양을 확대하기 위한 교과과정 개편 필요
 - ✓ 이공계 인력의 사회변화와 이슈에 대한 관심 확대를 위한 노력 필요
- 창업교육 강화를 위한 산학협력 강조
 - ✓ 창업, 기업가정신의 확대를 위한 제도개선
 - ✓ 창업가 양성을 위한 지원프로그램 확대 필요
 - ✓ 창업을 위한 기업 참여를 독려하기 위한 노력 필요

STEPi :: 과학기술정책연구원

제 3 장 결 론

□ 과학기술정책 수립 관련 정보 공유 및 의견수렴 활성화 필요

- 과학기술정책 수립·기획을 위해 정부 부처와 민간 전문가 집단과의 소통 강화
 - 산·학·연 민간 전문가 및 오피니언 리더들과 정책 수립 실무자들과의 정례적인 포럼 활성화
 - 정부가 수립·추진하고자 하는 정책에 대한 취지 및 내용을 공유하여 전문가들로부터 사전 의견 조사·수렴
- 민간 부문의 의견 반영 및 정보 공유 확대
 - 부처 공무원들이 최신 과학기술동향에 대해 공부하고 정책의 영향을 받는 집단의 의견을 수렴하기 위해 민간 전문가를 초빙하는 정책포럼 활성화
 - 주요국의 최신 과학기술정책 동향, 분야별 최신 연구동향 등을 관련 민간 전문가를 활용하여 정보 획득

연구개발투자의 경제 사회적 파급효과

최 석 준

목 차

제 1 장 과학기술의 사회 문화적 파급효과 측정 지표	73
제 1 절 사회 문화적 영향	73
제 2 절 고용에 대한 영향	75
제 3 절 국민건강(보건위생)	76
제 2 장 연구개발투자와 고용 효과	77
제 1 절 이론적 배경	77
제 2 절 주요 논문 분석	77
제 3 장 연구개발지원 제도의 경제적 효과	79
제 1 절 과학기반기업(science based firm)에 대한 정부 연구개발투자 지원의 효과	79
제 2 절 기업에 대한 연구개발보조금(R&D subsidy)이 기업혁신 성과에 미치는 영향	90
제 3 절 기업에 대한 정부의 연구개발보조(R&D subsidy)가 기업 자체 R&D 투자를 촉진시키는가에 대한 실증분석	91
제 4 절 기업에 대한 R&D 조세 지원 (Tax Credit)이 기업혁신 성과에 미치는 영향	92
제 4 장 기초연구의 개념과 파급효과	93
제 1 절 기초연구의 개념과 특징	93
제 2 절 국내 기초연구의 현황	93
제 3 절 파급효과측정을 위한 주요 연구방법	95
제 4 절 분석결과	97
◇ 참고문헌	11

제 1 장 과학기술의 사회 문화적 파급효과 측정 지표¹⁾

- 과학기술 특히 R&D 투자의 경우 경제성장이나 기업 매출 기여 등 직접적인 경제적 영향 분석에 치중되는 경향이 있음
- 아래의 지표는 경제 분야외 사회적 영향을 검토할 수 있는 지표의 사례로서 해당 지표 등을 중심으로 과학기술 분야 투자나 정책 지원이 사회적으로 얼마나 영향을 미치고 있는 지를 종합적으로 검토하는 기준이 될 수 있을 것임
- 특히 상대적으로 중시되지 않았던 의료 보건 분야에 대한 개선정도, 고용에 대한 지표를 중심으로 과학기술 영향 평가시 반영할 필요가 있음

제 1 절 사회 문화적 영향

- 개인 및 조직차원에서 연구개발투자가 개인의 복지, 사회의 인식 등 사회 전반적인 파급효과를 유발하는가에 대한 분석이 필요
- 과학에 대한 사회적 인식 (예시: 우주개발 등), 사회적 문제의 해결 (예시: 독감 백신의 개발, 마약·담배 억제 관련 뇌연구 등) 관련 사업에 대한 추가적인 평가 지표로 활용 가능

사회에 대한 영향		측정치표 (indicator)
개인차원	복지 (삶의 질)	- 개인의 사회적 삶의 질 향상, 경제적 여건의 개선 등 - 개인 소득
	Social Implication(사회적 함의)	- 과학적 이슈에 대한 문제 해결 과정에서의 사회적 관심
	관행 관습	- 생활양식이나 일반적인 관습을 변화시키는 정도(음식, 행태, 관습 등)
조직차원	과학기술의 문제해결 기여 (speech, intervention, actions)	- 과학기술에 대한 새로운 담론(논의) : 사회적 문제에 대한 새로운 방식의 문제해결 방식 도출

1) Godin, Benoit et al. "Measuring the Impacts of Science Beyond the Economic Dimension"(2005)

문화에 대한 영향		측정지표 (indicator)
지식	공식적 비공식적 방식으로 축적된 아이디어나 사실에 대한 지식 및 이해	<ul style="list-style-type: none"> - 대학 졸업률(technical and professional graduation) - 과학분야 학문적 성과 - 과학적 개념에 대한 이해 정도
노하우	지적 숙련도 (intellectual skills)	<ul style="list-style-type: none"> - new skill의 개발 (creativity, critique, analysis, and synthesis) - 새롭게 습득된 기능의 숙련 정도
	실무적 기능 (practical skills)	<ul style="list-style-type: none"> - 직장, 가정에서 발생하는 기술적 기능적 문제 들에 대한 해결능력 - 직장, 가정에서 신기술을 활용하는 빈도나 사용 기간 정도 등
태도와 관심사 (attitudes and interests)	과학기술에 대한 관심과 참여	<ul style="list-style-type: none"> - 과학기술 활동에 대한 참여 정도 - 과학기술 관련 TV나 라디오 등을 청취하거나 참여하는 정도 (과학관련 행사, 전시관 방문 등)

제 2 절 고용에 대한 영향

- 정부 투자의 타당성 확보를 위해서는 연구개발 분야에서도 투자 대비 고용 효과에 대한 심층적인 검토와 평가가 필요
- 특히 기업지원 연구개발투자의 경우 투자 대비 고용효과가 크고 기업 생산성을 향상시키는 사업 중심으로 투자할 필요가 있음
- 예시: 기술개발 등을 통해 근로자의 근로여건이나 임금 향상이 가능한 분야에 대한 배려 필요

고용에 대한 영향		측정지표 (indicator)
인적자원	근로자수	- R&D 분야 종사자의 수
	근로자의 수준(qualification)	- 학력 수준 - 전문성 정도 - 숙련도 등
	근로여건(work condition)	- 새로운 근로준칙, 장비의 도입(근로자의 안전 및 건강 관련) - 근로에 대한 만족도 - 교육훈련 투입시간 임금

제 3절 국민건강(보건위생)

□ 국민의 건강이나 국가의료시스템 건전화에 기여할 수 있는 가 등 보건 관련 성과 지표를 사전 사후적으로 분석할 필요가 있음

○ 비용 절감과 같은 경제적 측면 외에 질병의 억제, 생명 연장, 진료의 수준 향상 등 비경제적 성과 지표에 대한 고려

건강·보건에 대한 영향		측정지표 (indicator)
공공보건	Health Care	- 입원기간 - 다양한 치료 및 진료 가용성 - 만족도
	기대수명, 출생률	- 출생 당시의 기대수명과 65세 이상 고령자 비율 - 출생률
	질병 억제	- 새로운 질병 억제 방법 등 (백신 등) - 새로운 질병 억제 방법의 수혜자 수 - 질병 발생률 - 만성질환 발생률 - 암 발생률
보건 시스템	비용	의료 및 보건 관련 비용 (GDP 기준 등)
	인력	인력 훈련
	기반시설 및 의료장비	의료장비 (진단 등) 기반시설 투자 장비의 노후정도
	제품	승인된 의약품 신약 제품 수 등

제 2 장 연구개발투자와 고용 효과

제 1 절 이론적 배경

- 정부 R&D 보조금(subsidy)의 목적은 기업의 혁신활동 (innovation)의 증진을 통해 경제적 기여를 극대화 하는데 있음

- 고용은 경제적 성과를 대표하는 주요 지표중 하나임

- 그러나 R&D 지원을 통해 고용을 늘릴 수 있는가에 대해서는 논란이 있음
 - 단기적으로 특히 공정 혁신(process innovation)이 발생하는 경우 동일한 규모의 제품 생산을 위해 소요되는 노동력 투입을 줄일 수 있기 때문임
 - 장기적으로는 공정 혁신 등을 통해 경쟁력을 갖추게 된 기업은 생산과 고용을 모두 늘리는 순증적 효과를 갖게될 가능성이 높음

제 2 절 주요 논문 분석

- 대부분의 연구는 기술혁신 내지 신기술도입, 기업 연구개발투자 증가가 고용에 미치는 영향을 주로 분석하고 있음 (실증 분석의 결과는 R&D 투자의 고용 효과에 대해 긍정적 및 부정적 효과를 모두 나타내고 있음)

- 정부의 R&D 보조금(기술개발지원금)이 고용에 미치는 영향에 대한 실증 분석은 매우 제한적으로만 존재
 - Lerner(1999)는 정부 R&D 보조금의 증가가 벤처 캐피탈 활동이 활성화된 지역 소재 기업에게 노동 수요를 늘리는 영향을 준다고 분석
 - Wallsten(2000)은 정부 기업 지원 R&D의 경우 고용에는 직접적인 효과가 없다고 주장
 - Suetens(2002)의 경우는 Wallsten과 반대되는 결론을 도출
 - Ebersbrger(2004)는 매칭 기법과 Difference In Difference 방법을 활용, 핀란드에서의 공공 R&D 보조금의 고용효과가 있다고 분석

- Jykry(2005)는 핀란드 기업 데이터를 이용, 정부 R&D 보조금이 국내 R&D 및 외국인 R&D 인력 고용에 모두 긍정적인 영향을 미친다는 결과를 발견
 - 백만 유로를 추가적으로 지원할 경우 7명의 국내 R&D 인력 수요 증가
 - 백만 유로를 추가적으로 지원할 경우 9명의 글로벌 R&D 인력 수요 증가
 - 반면 비R&D 인력에 대한 수요에는 영향을 미치지 못하는 것으로 분석
- ※ 정부 R&D 보조금의 경우 직접적인 관계가 있는 R&D 인력 수요에는 즉각적인 영향을 미치는 반면 비R&D 인력에 대해서는 장기적으로만 영향을 줄 수 있음

- 반면 국내 기업을 대상으로 분석한 홍성민 외(2010)에 따르면 대기업의 경우 R&D 투자 증가가 유의미하게 고용을 증가시키는 반면 중소기업의 경우 R&D 투자 증가가 고용을 늘린다는 실증적 근거는 제시하지 못함

- 중소기업의 R&D 투자나 정부 지원이 비효율적으로 진행되고 있을 가능성이 있음 (전체산업, 전자산업 등 산업별 분석에서도 동일한 결과)
 - * 분석기간이 상대적으로 짧고 대상 기업수가 1000여개 내외로 상대적으로 적다는 한계

- 따라서 정부 R&D 투자 확대를 통해 고용 효과를 획기적으로 향상시키기 위해서는 중소기업 R&D 보조금 제도에 대한 종합적인 점검과 개선이 필요

- 특히 중소기업에 대한 R&D 보조금은 경쟁력 있고 지원시 파급효과가 큰 우량 기업을 중심으로 바뀌어야 함 (양적인 대상기업의 확대가 아니라 질적인 개선)
- * 우리나라의 경우 기술혁신관련 조세지원을 받는 기업보다 정부의 기술개발보조금을 받는 기업이 더 많은 기형적 형태의 보조금 제도 운영
 - 조세지원의 경우 R&D 투자를 하는 기업 전반이 대상인 반면 기술개발 보조금은 역량 있는 기업을 경쟁 하에 선별하여 정부가 지원하는 시스템

제 3 장 연구개발지원 제도의 경제적 효과

제 1 절 과학기반기업(science based firm)에 대한 정부 연구개발투자 지원의 효과

1. 과학기반형 산업(science based industry)의 정의

- Pavitt(1984)는 영국 기업의 기술혁신 패턴을 구분, 공급자 주도형(supplier dominated), 규모집약형(scale intensive), 전문가공급자형(specialized suppliers), 과학기반형(science based)로 구분
- 과학기반산업의 경우 제약 및 바이오, 전자산업, 정밀화학산업 등 연구개발투자와 기초연구가 해당산업 혁신의 원천으로 작용하는 비중이 높은 산업을 의미
- 정부의 자금지원 정책이 과학기반산업의 혁신에 미치는 영향

2. 데이터 설명

- 본 자료는 '2008년 기술혁신조사 : 제조업부분'으로 2005~2007년까지 3년간의 기술혁신 성과 조사를 위해 조사된 자료임
- 종업원 10인 이상의 표준산업분류(KSIC) 15~37에 해당되는 제조업체를 대상으로 수집
- 2008년도 기술혁신조사의 주요개념 및 조사방법론은 OECD의 개정된 Oslo Manual을 기반으로 조사되어 다른 국가와 비교 가능
- 패널로 구성하지 못하는 단점이 있으나 수집하기 어려운 기업의 혁신성과 및 정부지원에 대해 상세히 알 수 있는 장점이 있음

3. 분석대상

- 과학기반산업과 가장 밀접할 것으로 생각되는 산업을 선정하여 정부의 자금지원 효과를 분석

- 과학기반산업은 전통적인 제조업에 비해 그 역사가 짧으나 R&D와 같은 혁신 활동에 민감하고 기술개발이 산업화로 진행되는 속도가 빠르며 장기적으로 신 성장동력 중 하나가 될 가능성이 높음

- 표준산업분류상 화합물 및 화학제품 제조업(24: 제약산업 등), 의료, 정밀, 광학기기 등(33:의료기기 및 첨단장비 분야)을 과학기반산업으로 분류

4. 과학기반산업 현황

- 과학기반산업의 표준산업분류상 구성은 다음과 같음

- 화합물 및 화학제품 제조업은 약 55.6%를 차지하며 의료, 정밀, 광학기기 분야가 약 44.4%를 차지함

<표 1-1> 과학기반산업의 표준산업분류상 구성

과학기반산업	기업수	비중(%)
화합물 및 화학제품 제조업	158	55.63
의료, 정밀, 광학기기	126	44.37
합 계	284	100

□ 과학기반산업에 속하는 기업 가운데 약 67.6%가 수도권에 입지하고 있음

○ 수도권은 물론 전국적으로 바이오 분야 특화를 추진하고 있는 반면 실질적으로 바이오 분야 기업은 대부분 수도권 중심으로 투자나 기업활동이 이루어지고 있음

<표 1-2> 과학기반산업의 입지

기업 입지	기업수	비중(%)
수도권 외	92	32.39
수도권(서울, 인천, 경기)	192	67.61
합 계	284	100

□ 과학기반산업에 속하는 기업 중 중소기업이 약 82.4%를 차지함

○ 과학기반산업에서 중소기업이 차지하는 비중이 매우 높은 편임

○ 본 산업이 발전가능성이 충분한 점을 미루어볼 때 체계적이고 적극적인 지원 정책이 필요

<표 1-3> 과학기반산업의 기업유형

기업 유형	기업수	비중(%)
중소기업	234	82.39
대 기업	50	17.61
합 계	284	100

□ 분석대상기업 가운데 비상장 기업이 차지하는 비중이 약 81.3%로 나타남

- 상장기업의 비중이 매우 적다는 것은 유망한 기업이 충분한 자금을 확보하지 못하고 있을 높음
- 자본시장을 통한 투자재원 확보가 어려울 가능성이 높아 정부의 역할이 필요

<표 1-4> 과학기반산업의 상장기업 비율

상장 여부	기업수	비중(%)
비상장기업	231	81.34
상장기업	53	18.66
합 계	284	100

□ 분석대상 기업 가운데 수출하고 있는 기업의 비중은 약 45.9%임

- 상대적으로 수출이 불리한 중소기업의 비중과는 다르게 수출하고 있는 비중이 높음

<표 1-5> 과학기반산업의 수출여부

수출 여부	기업수	비중(%)
비수출	153	54.06
수 출	130	45.94
합 계	283	100

□ 과학기반산업의 기업 가운데 자금지원을 받는 기업의 비중은 약 26.8%임

○ 과학기반산업이 갖고 있는 잠재력에 비교해 볼 때 그 지원의 규모나 수혜기업 비중이 적다고 볼 수 있음

<표 1-6> 과학기반산업의 자금지원 비중

자금지원 여부	기업수	비중(%)
자금지원 비수혜	208	73.24
자금지원 수혜	76	26.76
합 계	284	100

□ 과학기반산업의 기업 가운데 조세감면을 받는 기업의 비중은 약 16.6%임

○ 자금지원의 규모와 비교해볼 때 그 규모가 상대적으로 적음

○ 일반적으로 조세감면의 혜택을 받는 기업이 더 많은 것에 비추어볼 때 특이점

<표 1-7> 과학기반산업의 조세감면 비중

조세감면 여부	기업수	비중(%)
조세감면 비수혜	237	83.45
조세감면 수혜	47	16.55
합 계	284	100

5. 실증 분석방법

- 자금지원이 과학기반산업의 혁신활동에 어떠한 영향을 미치는지 알기 위해 다중회귀분석을 수행하였음
- 종속변수는 제품혁신 특허출원수이며 정부의 정책변수로 자금지원여부(더미변수)의 부호와 통계적 유의성을 통해 정책의 유효성을 살펴보고자 함
- 분석결과 자금지원은 양(+)의 유의한 영향을 미치며 통계적으로 5% 유의함
- 자금을 지원하는 기업은 그렇지 않은 기업에 비해 평균적으로 약 5.2개 더 특허를 출원하는 것으로 나타남
- 과학기반산업의 혁신활동을 제고하기 위해 정부의 자금이 지원이 유효한 정책임을 확인할 수 있음

<표 1-8 > 자금이 지원이 제품혁신 특허출원수에 미치는 영향(다중회귀분석)

변수명	계수값	표준오차	Z-값	P-값
자금지원여부(자금지원수혜기업=1)	5.156	2.168	2.38**	0.018
대기업여부(대기업=1)	8.027	3.577	2.24**	0.026
상장여부(상장기업=1)	-2.457	3.292	-0.75	0.456
수도권여부(수도권입지=1)	-1.900	1.994	-0.95	0.341
종업원수 log 값	3.241	1.023	3.17***	0.002
수출여부(수출기업=1)	-0.195	2.099	-0.09	0.926
화합물 및 화학제품 제조업 더미변수	-2.755	2.028	-1.36	0.175
상수항	-8.092	3.848	-2.1	0.036
조정된 R-squared	0.136			
관측치	277			

주1: 종속변수는 제품혁신 관련 특허출원 수입

주2: ***, **, * 는 각각 1%, 5%, 10%에서 유의함을 나타냄

- 다중회귀분석의 내용을 보완하고자 성향점수매칭(Propensity Score Matching Method)을 통해 정책의 유효성을 재검증함
- 성향점수매칭은 자금지원이 특허출원에 미치는 영향을 분석하기 위해 자금지원 여부를 제외한 여러가지 기업의 특성 및 성향을 최대한 유사한 그룹을 매칭시켜 정책의 효과를 분석하는 기법임
- 유사한 성향의 기업을 그룹 짓기 위해 자금지원여부를 나타내는 더미변수를 종속변수로 Probit분석을 수행하였음

<표 1-9> 매칭을 위한 Probit 분석결과

변수명	계수값	표준오차	Z-값	P-값
대기업여부(대기업=1)	-0.391	0.316	-1.24	0.216
상장여부(상장기업=1)	0.262	0.283	0.92	0.355
수도권여부(수도권입지=1)	-0.038	0.181	-0.21	0.833
종업원수 log 값	0.124	0.092	1.35	0.176
수출여부(수출기업=1)	0.619	0.184	3.37***	0.001
화합물 및 화학제품 제조업 더미변수	-0.337	0.185	-1.82*	0.068
상수항	-1.232	0.359	-3.43	0.001
관측치	277			
Log likelihood	-149.501			
Pseudo R2	0.070			

주1: 종속변수는 자금지원 여부를 나타내는 더미변수임

주2: ***, **, * 는 각각 1%, 5%, 10%에서 유의함을 나타냄

□ Probit 명령을 통하여 성향점수매칭을 수행한 결과 자금지원을 받은 기업은 그렇지 않은 기업에 비해 약 6.7개의 특허를 출원한 것으로 나타남

○ 유사한 기업군과의 매칭전과 매칭후와 유의성이 작아지지만 통계적으로 계속 유의한 결과를 나타냄

○ 다중회귀분석과 약 1.5개의 차이를 나타내나 다중회귀분석의 내용을 지지한다고 볼 수 있음

<표 1-10 > 매칭전과 후의 특허출원수 차이

변수명		자금지원	비자금지원	차이 (자금지원-비자금지원)	T-값
제품혁신 특허출원수	매칭전	9.608	2.793	6.815	3.09***
	매칭후	9.608	2.892	6.716	1.90*

주: ***, **, * 는 각각 1%, 5%, 10%에서 유의함을 나타냄

□ 다중회귀분석과 성향점수매칭을 수행한 결과 정부의 자금지원정책이 과학기반 산업의 혁신활동에 매우 긍정적인 영향을 미친다고 볼 수 있음

○ 신성장동력의 하나로 볼 수 있는 과학기반산업에 대한 정부의 지원정책 필요성을 확인

6. 과학기반산업의 구분

<표 2-1> 기술혁신 패턴에 따른 Pavitt의 산업 구분

기술혁신 패턴 (technology innovation pattern)	전형적 분야(산업)	주요 기술 원천
공급자 주도형 (supplier-dominated industries)	농업, 전통적 서비스업, 전통제조업(섬유, 의복, 가죽, 인쇄 및 출판, 목재 산업)	생산설비·원자재 공급자, 생산학습→공정혁신 위주
규모집약형 (scale-intensive industries)	자동차, 가전, 철강, 유리, 시멘트, 식품 산업 등	엔지니어링 공급자, 기업 내연연구개발, 부품소재 공급자→공정혁신과 제품혁신이 비슷한 비중
전문공급자형 (specialized suppliers)	공작기계, 건설장비, 측정기기 등 set형 기계·장비산업 및 소프트웨어산업	디자인, 고급 수요자→자본재중심 제품혁신
과학기반형 (science-based industries)	전자산업, (정밀)화학산업, 바이오산업	기업 내·외부 R&D, 공공섹터 기초연구→제품혁신 위주

자료: Pavitt(1984)

- Mansfield(1991)는 미국 대기업을 대상으로 과학의 신제품, 공정에 대한 기여도를 측정하여 정보처리, 제약, 금속 분야의 기업들이 과학과 높은 연관성이 있다는 것을 분석
- 대학의 기초연구가 공정 보다는 신제품개발에 있어 기여도가 높아 신시장 창출 및 제품혁신에 있어 많은 기여를 하고 있다고 설명

<표 2-2> 대기업의 신제품과 신공정이 학술연구에 의존하는 비율(%)

산 업	개발을 위해 최근 학술연구에 부분적으로 의존한 비율		개발을 위해 최근 학술연구로부터 매우 많은 도움을 받은 비율	
	제품	공정	제품	공정
정 보 처 리	11	11	17	16
전 자	6	3	3	4
화 학	4	2	4	4
실 험 기 기	16	2	5	1
제 약	27	29	17	8
금 속	13	12	9	9
석 유	1	1	1	1
평 균	11	9	8	6

자료: Mansfield(1991)

- 설성수 등(2001) 기초연구나 과학적 활동이 기술혁신의 기반이자 산업자체를 형성하는 산업으로 정의
- 기초연구에서 생산까지의 과정에서 공정, 엔지니어링 단계가 포함되거나 생략될 수 있는 특성을 가지며 과학적 활동, 기술혁신, 산업 성장을 하나의 동일 단계로 규정

<표 2-3> 과학주도 혁신과 공학주도 혁신의 차이

구 분	과학주도 혁신	공학주도 혁신
혁신의 근원	개인의 창조성	조직의 창조성
혁신의 형태	돌파형(breakthrough) 혁신	개량형 혁신
혁신의 수단	과학적 연구	기본기술, 엔지니어링 기술
경쟁우위의 원천	특허를 취득한 발견물	사실상의 표준 확립
특허정책	특허의 배제	cross-licensing
혁신 주체	벤처기업, 대기업	대기업, 벤처기업
자금제공자	NIH, 벤처 캐피탈, 자본시장	벤처 캐피탈, 자본시장
대표적 산업	바이오산업	전자장치산업

자료: 조황희, 박수동(2000)

7. 과학기반산업의 특성

- 기초과학 등 지식 창출, 활용을 지원하기 위한 연구개발활동이 산업경쟁력의 핵심
- 개인의 창조성에 바탕을 둔 돌파형 혁신(breakthrough)
- 한 기업이 모든 분야를 커버할 수 없으므로 개방형 혁신(open innovation) 중심

제 2 절 기업에 대한 연구개발보조금(R&D subsidy)이 기업혁신 성과에 미치는 영향

□ 정부 연구개발보조금 (중앙 및 지방정부 R&D 지원금) 수혜 여부를 기준으로 두 그룹으로 구분하여 분석 실시 (PS-matching 기법을 활용)

○ 동일하거나 유사한 여건(기업특성: 산업군, 지역, 기업규모, 수출 여부, 재정상태 등)을 가진 기업의 경우 정부 R&D 보조금 수령 여부가 어떤 영향을 주는가에 대한 실증 분석

※ 대상 : 제조업 (2005), 기술혁신조사(STEPI 원자료)

○ 분석결과: 연구개발 보조금을 수령한 기업군에서 주요 혁신변수 분석에서 통계적으로 유의한 수준으로 더 나은 혁신 성향을 보이는 것으로 분석됨
- 동일한 기업환경 내지 특성을 가진 기업이라 할 지라도 정부 R&D 보조금 혜택을 본 기업들이 innovation을 훨씬 더 활발하게 수행하는 것으로 해석 가능

<표 3-1> 연구개발보조금 수혜여부에 따른 혁신성과 차이

Outcome Variables	R&D 보조금 수혜(A)	R&D 보조금 미수혜(B)	차이(A_B)
제품혁신 건수	30.541	12.192	18.349**
신제품 혁신 건수	8.824	2.857	5.967**
제품개선 혁신 건수	15.112	7.558	7.554**
제품 및 공정 혁신건수	32.781	14.616	18.165**
시장최초제품 출시여부	0.450	0.353	0.097**
회사최초제품 출시여부	0.636	0.548	0.088**

주1 : ***P<0.01, **P<0.05, *P<0.1

제 3 절 기업에 대한 정부의 연구개발보조(R&D subsidy)가 기업 자체 R&D 투자를 촉진시키는가에 대한 실증분석

□ 정부 연구개발보조금 (중앙 및 지방정부 R&D 지원금) 수혜 여부를 기준으로 두그룹으로 구분하여 분석 실시 (PS-matching 기법을 활용)

○ 동일하거나 유사한 여건을 가진 기업의 경우 정부 R&D 보조금 수령 여부가 기업 자체 R&D 투자를 늘리는데 기여하는지를 실증적으로 분석

※ 대상 : 연구개발활동조사 (KISTEP 2002): 제조업 및 서비스업

<표 4-1> 연구개발 보조금의 효과 (R&D 자체투자금액)

구분	보조금을 받은 그룹 투자액(백만)	보조금을 받지 않은 그룹 투자액(백만)	효과	t-value
전 체	1741	1008	733	2.74***
대 기 업	9617	5264	4353	2.31**
중 소 기 업	525	505	20	0.41
벤 처 기 업	564	556	8	0.14
제 조 업	1393	711	682	1.36
서 비 스 업	1751	936	814	2.92***

주1 : ***P<0.01, **P<0.05, *P<0.1

○ 분석결과: 연구개발 보조금을 수령한 기업군에서 평균적으로 7억 3천3백원을 자체자금으로 연구개발(R&D)에 더 투자하는 것으로 분석됨

- 기업에 대한 연구개발보조금(R&D subsidy)이 기업의 자체 투자를 줄이는 구축(crowding out) 효과 보다는 종합적으로 자체 투자를 늘리는 진작효과(stimulating effect)가 더 큰 것으로 분석됨

제 4 절 기업에 대한 R&D 조세 지원(Tax Credit)이 기업혁신 성과에 미치는 영향

□ 정부 R&D tax 감면 혜택 수혜 여부를 기준으로 두그룹으로 구분하여 분석 실시 (PS-matching 기법을 활용)

○ 동일하거나 유사한 여건을 가진 기업의 경우 정부 R&D tax 지원이 기업 성과면에서 어떤 기여를 하고 있는 지를 실증적으로 분석

※ 대상 : 제조업 (2005), 기술혁신조사(STEPI 원자료)

<표 5-1> 조세지원여부에 따른 혁신성과의 차이

구 분		조세지원 기업 (a)	비 조세지원기업 (b)	성과차이(a-b)	S.E.	t 값
시장최초제품이 매출액에서 차지하는 비중	매칭전	17.918	20.007	-2.089	1.681	-1.24
	매칭후	17.918	18.113	-0.195	2.436	-0.08
귀사최초제품이 매출액에서 차지하는 비중	매칭전	33.789	31.567	2.222	1.860	1.19
	매칭후	33.789	32.399	1.390	2.679	0.52
제품혁신 관련 특허출원 수	매칭전	13.27	3.597	9.674	2.406	4.02***
	매칭후	13.27	3.207	10.063	2.868	3.51***
공정혁신 관련 특허출원 수	매칭전	4.397	0.237	4.160	1.688	2.46**
	매칭후	4.397	0.158	4.239	2.024	2.09**
조직/마케팅혁신 관련 특허출원 수	매칭전	0.397	0.049	0.348	0.154	2.26**
	매칭후	0.397	0.010	0.387	0.183	2.11**

주1: ***P<0.01, **P<0.05, *P<0.1

○ 분석결과: 동일 조건일 때 R&D 조세지원을 받은 기업이 제품 특허의 경우 평균적으로 2.8건, 공정특허의 경우 평균적으로 2건 이상 출원을 하고 있는 것으로 분석됨

- 동일한 기업환경 내지 특성을 가진 기업이라 할지라도 정부 R&D tax 지원 여부가 기업의 특허 출원 등 직접적인 혁신 성과에 기여하고 있다는 실증 증거로 활용 가능

제 4 장 기초연구의 개념과 파급효과²⁾

제 1 절 기초연구의 개념과 특징

- 기초/응용/개발의 단계별 구분에서 기초 단계에 해당하는 연구로서 ‘특수한 응용 또는 사업을 직접적인 목표로 하지 않고 자연현상 및 관찰 가능한 사물에 대한 새로운 지식을 획득하기 위해 최초로 행해지는 이론적 또는 실험적 연구(OECD Frascati Manual)’를 의미

- 연구 착수에서 사업화까지의 시간격차가 크고 기술개발 성공률이 낮음
- 또한 시장이 형성되어 있지 않아 기술적·경제적 불확실성이 크며, 원천기술에 해당하여 응용범위가 넓음
- 순수 기초과학이나 공공 기술개발을 위한 기초연구의 경우 비시장가치를 고려해야 함

제 2 절 국내 기초연구의 현황

- 정부의 기초연구 투자액이 대폭 증가하였고 비중도 다소 증가하였음

- 2004년과 2007년 사이에 기초/응용/개발 분류 기준이 달라졌다는 점을 감안하면 비중면에서의 실제 증가폭은 훨씬 더 큼(22~23%수준)
- 국가적으로 기초연구의 중요성에 따라 투자규모가 대폭 확대되는 추세
 - 최근 정부는 2012년까지 연구개발예산 중 기초연구의 투자비중을 35%까지 확대하겠다는 계획을 발표
- 기초연구에 대한 투자전략을 선진국 도약을 위한 주요 국가전략으로 간주, 기초

2) STEPI 2008 보고서를 중심으로 요약 정리 (황석원 외)

연구를 통해 원천기술을 확보함으로써 세계 수준의 과학기술경쟁력을 확보를 목표로 함

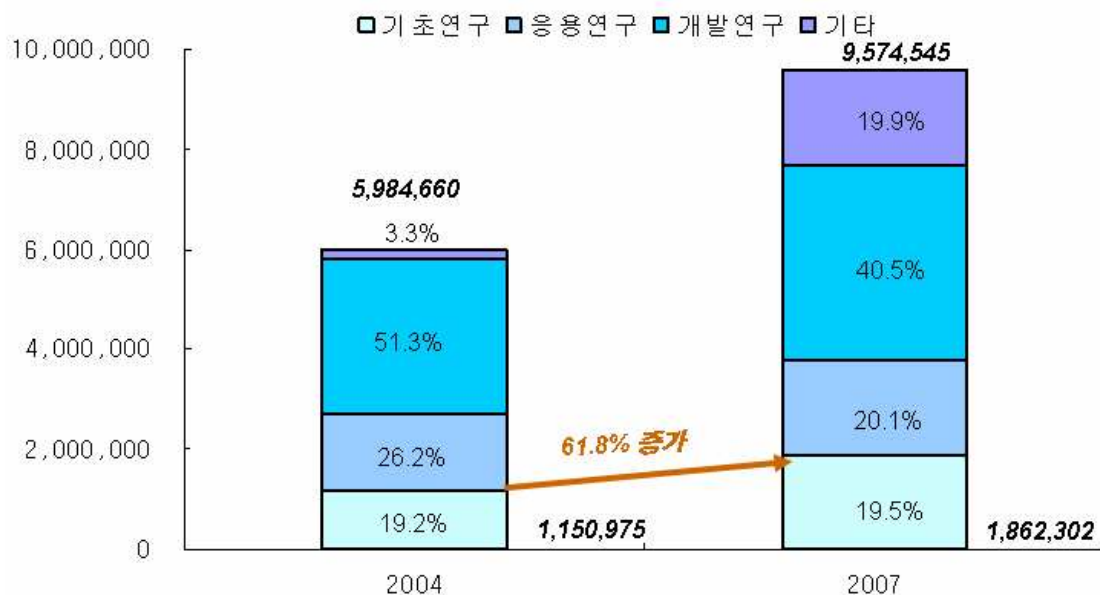
- 민간기업의 기초연구 투자는 금액면에서는 꾸준히 늘고 있으나 비중면에서는 2004년 이후 정체되어 있어 민간 투자를 유인할 수 있는 정책이 시급히 요구됨



<그림 1-1> 기업의 기초연구개발 투자 추이

자료: 기초연구 투자의 경제적 파급효과 분석, STEPI(2008)

단위 : 백만원



<그림 1-2> 정부의 기초연구 투자 추이

자료: 기초연구 투자의 경제적 파급효과 분석, STEPI(2008)

제 3 절 파급효과측정을 위한 주요 연구방법

1. 거시적 관점

- 계량경제학적 접근법을 사용해 기초연구 투자가 경제성장이나 총요소생산성 등에 어느 정도 긍정적 영향을 미치는지 살펴봄

- 기초연구의 성과는 주로 SCI논문으로 대표되며 따라서 SCI 논문을 바탕으로 지식스톡을 추계하고 지식스톡이 국가의 총요소생산성에 미치는 영향, 즉 파급효과를 살펴보는 접근 방법을 택함

- 이론적으로는 개별 기초연구 사업의 경제적 가치 또는 파급효과의 합이 전체 기초연구 투자의 파급효과가 되어야 할 것임

- 그러나 실제로는 수만개의 세부 과제를 대상으로 개별 기초연구사업의 파급효과를 일일이 측정한다는 것은 거의 불가능

- 따라서 기초연구 투자의 파급효과는 거시적 관점에서 종합적으로 분석할 필요가 있음

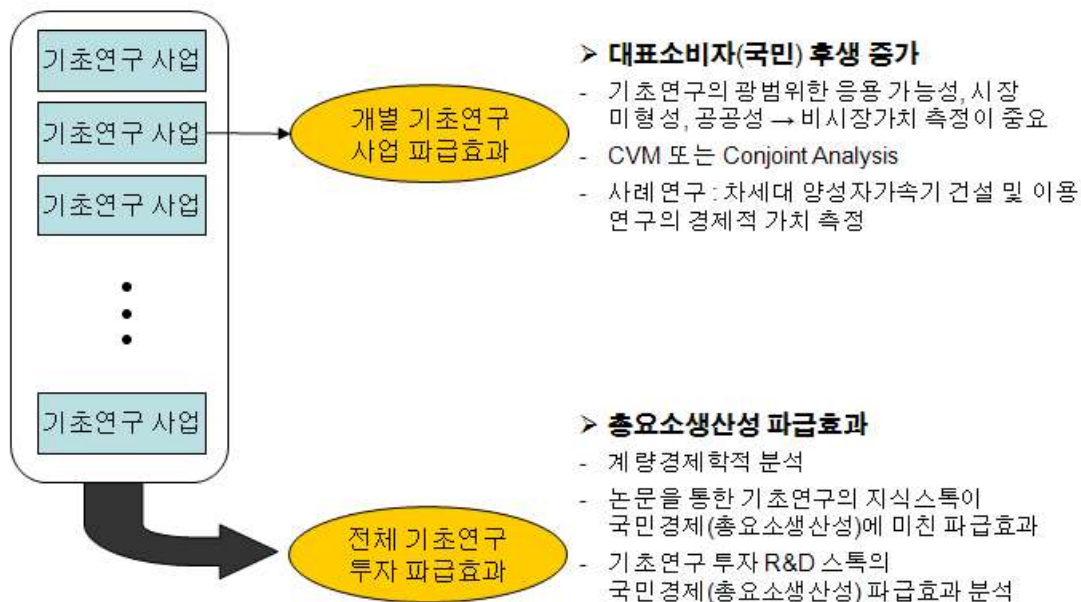
- 국가별 또는 업종별 연구개발 투자 자료와 생산성 자료를 활용하여 거시계량 모형을 활용해 기초연구 투자의 거시 국민경제적 파급효과를 추정하는 접근법을 사용

- 기초연구 투자비(투입)를 바탕으로 R&D 스톡을 추계하여 총요소생산성 탄력성을 추정하는 연구와 더불어 기초연구 성과(특히 논문성과)를 바탕으로 지식스톡을 추계하여 총요소생산성 탄력성을 추정하는 연구를 동시에 수행

2. 미시적 관점

- 비시장적가치 측정법을 이용하여 기초연구의 가치를 측정
 - 기초연구의 원천기술적 성격과 관련해서는 불확실성이 크다는 점, 응용 범위가 광범위하다는 점 때문에 세세한 데이터와 광범위한 시장 자료 및 설문 조사가 필요
 - 이 경우 기본적으로 경제성 및 파급효과 분석 방법론은 응용/개발연구의 경우와 다를 것이 없이 DCF나 실물옵션 등의 방법론을 사용할 수 있음
 - 탐색적 성격이 강한 본 연구는 방법론과 실증 사례 양쪽 모두에서 새로운 접근법이 필요한 비시장가치 측정, 즉 국민의 직접적 편익(효용)증가에 미치는 파급효과 측정에 초점을 맞춤
- 기초연구의 주요 특징 가운데 하나인 비시장가치에 초점을 맞추어 분석하는 사례
 - 조건부가치측정법(CVM)을 실험적으로 적용하여 개별 기초연구사업을 대상으로 사례분석을 시도하기도 함

국내 총 기초연구 투자



<그림 2-1> 연구의 틀

자료: 기초연구 투자의 경제적 파급효과 분석, STEPI(2008)

제 4 절 분석결과

1. 지식스톡이 국가단위 총요소생산성에 미친 파급효과

□ SCI 논문수를 활용한 지식스톡의 추계

- 기초연구가 경제 전체의 지식스톡을 증가시켜 경제성장을 제고시키는 효과를 발휘한다는 점에 주목하고 기초연구가 일반적으로 학술논문의 출간 형태로 산출물을 낸다는 점에 착안하여, 출간논문수를 활용한 경제 전체의 지식스톡을 추정
- 지식스톡의 핵심은 명시적 지식이고 외부에서의 파급 역시도 내부의 명시적 지식수준이 핵심적인 역할을 수행한다고 볼 수 있음. 따라서 출간논문을 활용하여 전반적인 기술혁신과 경제성장에 영향을 미치는 지식스톡을 추정하는 것은 나름대로 의미를 가짐

<표 6-1> 지식스톡이 국가단위 총요소생산성에 미친 파급효과

	시 차			
	0	3	5	10
pooled estimation	0.568	0.553	0.532	0.466
fixed effect	1.228	1.309	1.322	1.304
random effect	1.175	1.241	1.249	1.228

자료: 기초연구 투자의 경제적 파급효과 분석, STEPI(2008)

2. 경제전체의 지식스톡과 총요소생산성(TFP)과의 관계 분석

- 기초연구 성과는 학술논문으로 대표된다는 점에 착안하여 지식스톡을 형성하는 학술논문의 경제적 효과를 추정하였음

- 이때, 국가 사이에 스페illo버(spill-over) 효과는 없다고 가정
- 국가 간 스페illo버는 각국의 지식역량에 크게 의존하므로, 스페illo버수준은 지식역량 수준, 즉 지식스톡수준에 비례하는 관계를 보인다는 점에서 정당성을 찾을 수 있음

- OECD 회원국을 대상으로 한 1976-2004년의 패널데이터를 활용하여 패널분석한 결과

- 탐색적인 연구라는 점을 감안해서, 시차(time lag)를 0년, 3년, 5년, 10년 등 네 가지 형태로 고려해서 추정을 시도하였고, 각각에 대해 pooled estimation, fixed effect model, random effect model에 대한 추정을 시도
- 분석 결과, 지식스톡에 대한 총요소생산성의 탄력성은 0.46~1.30
 - 이는 지식스톡의 1% 증가할 때 총요소생산성이 최대 1.3% 증가한다는 것을 의미
 - 이러한 결과는 OECD 회원국을 대상으로 선행 연구에서 수행된 총요소생산성에 대한 R&D투자의 탄력성 분석 결과(평균 0.185~0.195)와 일관성이 있음

3. R&D 투자(flow) 및 스톡(stock)이 산업단위 중요소생산성에 미친 파급효과

- 산업단위 중요소생산성에 미치는 기초연구 R&D스톡의 파급효과 분석
 - 다양한 모형과 추정 방법을 사용하여 통계적으로 유의미한 결과를 산업별로 도출
 - 주어진 패널데이터에서 보다 많은 정보(R&D의 생산성 탄력성)를 추출하기 위해 다양한 모형 및 추정방법 활용
- 기초연구 R&D 투자(flow)가 중요소생산성에 유의한 영향을 미치는 부문은 통칭 기계산업(Machinery), 구체적으로는 기계장비, 기구및운수장비, 조립금속제품인 것으로 나타났음
 - 탄력성 계수값이 0.13인 것은 연간 기초 R&D 투자를 1% 늘릴 때 기계산업 중요소생산성이 0.13% 증가함을 의미
- 기초연구 직접 R&D스톡(stock)이 중요소생산성에 유의한 영향을 미치는 부문은 금속산업(basic metals)과 화학산업, 음식산업으로 나타났음
 - 화학산업의 경우 기초 R&D스톡이 1% 증가할 때 중요소생산성이 1.14% 증가함을 의미
- 기초연구 투자가 타 산업으로 파급되어 축적된 간접 스톡의 효과가 큰 부문은 기계산업(기계장비, 기구및운수장비, 조립금속제품)과 화학산업부문으로 나타났음

<표 6-2> R&D 투자(flow) 및 스톡(stock)이 산업단위 총요소생산성에 미친 파급 효과

구 분	섬유 산업	목재 산업	화학 산업	비금속 산업	금속 산업	기계 산업	기타 산업
응용R&D flow				0.08		0.18	
기초R&D flow						0.13	
기초R&D stock			1.14		0.23		
응용R&D stock	0.21						
간접 기초 R&D stock		1.26				1.37	1.42
간접 응용 R&D stock				2.92	1.29		

자료: STEPI (2008)

참고문헌

- 김상신, “정부 연구개발 보조금의 기업자체 연구개발투자에 대한 효과분석”, 서울시립대학교 대학원 경제학과 석사학위 논문, 2008.
- 손원익, “연구개발(R&D) 투자에 대한 조세지원의 실효성 분석”, 한국조세연구원, 2002
- 엄미정, 최지선, 이정열, “2005년도 한국의 기술혁신조사:제조업부문”, 과학기술정책연구원, 2005
- 이광호 외, “기초원천 기술 확보를 통한 과학기반산업 육성 방안”, STEPI, 2009
- 최석준, 김상신, “성향점수 매칭을 이용한 정부 연구개발 보조금 효과분석”, 한국산학기술학회, 제10권, 2009
- 최석준, 김상신, “정부 연구개발 보조금의 기업자체 R&D투자에 대한 효과 분석”, 기술혁신학회, 제10권 4호, pp. 706~726, 2007
- 홍성민 외, “기술혁신활동의 고용창출효과 분석 및 과학기술 일자리 확충 방안 연구”, STEP, 2010
- 황석원 외, “기초연구투자의 경제적 파급효과 분석”, STEPI, 2008
- Bailey M. N., and Lawrence, R. Z., “Tax Incentives for R&D: What Do they Tell Us?”, Study Commissioned by the Council on Research and Technology, Washington, D.C., January 1992.
- Eisner, R., Albert, S and Sullivan, M., “The New Incremental Tax Credit for R&D: Incentive or Disincentive?”, National Tax Journal, Vol. 37, No. 2, 1984, pp. 171~185.
- Guellec Dominique and Bruno van Pottelsberghe de la Potterie, “Does Government Support Stimulate Private R&D?”, OECD Economic Studies, No. 29, 1997.
- Hall, B. H., “R&D Tax Policy During the Eighties; Success or Failure?”, Tax Policy and the Economy, Vol. 7, pp. 1~36, 1993.
- Haskel, J, S. Pereira, and M. Slaughter, “Does Inward Foreign Direct Investment Boost the Productivity of Domestic Firms?”, 「Review of Economics and Statistics」 89, 3, pp. 482~496, 2002.
- Godin, Benoit et al. “Measuring the Impact of Science Beyond the Economic Dimension”, Canadian Science and Innovation Indicator (2003)

기초연구사업 지원/관리의 효율성 제고

석현광 · 강대준 · 강달영 · 남기태 · 강선준

목 차

요 약	107
제 1 장 서 론	109
제 1 절 연구 개요	109
1. 연구 필요성	109
2. 연구 목표	110
제 2 절 연구 내용 및 기대 효과	111
1. 연구 내용 및 방법	111
2. 기대성과 및 활용방안	111
제 2 장 국내 기초연구 지원 사업 현황	112
제 1 절 현황	112
제 2 절 기초연구사업 지원 현황에 대한 평가	116
제 3 장 기초연구지원사업 효율성 제고를 위한 제언	119
제 1 절 전략적/정책적 기초 연구 강화	119
제 2 절 연구자의 자율성 및 연구 몰입도 향상	129
제 3 절 기초연구의 목적지향성 강화 및 융합기술 연구 활성화	130
제 4 절 풀뿌리 기초연구 지원사업의 전/후속 프로그램 운영	132
제 4 장 맺음말	135
◆ 참고문헌	136

- 요약 -

1. 배경

- 국가 발전 정체 현상이 나타남(명목 GDP; 2004년(세계 12위)→2010년(세계 15위))
- 현 상황 타개를 위해 미래 선도형 혁신 기술 개발의 근간이 되는 기초연구 지원 사업에 대한 정부 지원이 지속적으로 확대되고 있음.(2012년 4조 예상)
- 따라서 정부지원 기초연구 지원사업의 효율성을 개선하는 것은 정부 행정의 중요한 업무 중 하나 임.

2. 현황 분석 및 평가

- 577정책으로 대변되는 정부의 기초연구지원사업은 연구자의 자율성과 창의성을 극대화하기 위한 풀뿌리 개인연구 지원과 기초과학연구원 사업으로 대변되는 순수 기초연구 지원 강화가 주 내용임.
- 그러나 선진국에서는 기초연구의 목적지향성을 강화하는 방향으로 기초연구 지원 정책이 바뀌고 있으며, 동시에 정부주도형 전략적/정책적/다학제간 융합 기초 연구가 활발히 이루어지고 있음. 이러한 국제적 추세는 국가적/세계적 차원에서 시급해 해결해야 할 당면 문제들의 등장과 기술발전예 따른 융합기술 필요성 증대라는 기술적 패러다임 변화와 함께 더욱 가속화되고 있음.
- 한편, 지난 20-30년 동안 국내 기초연구 단위에서의 연구 환경이 크게 개선된 것은 사실이나 여전히 연구자가 연구에 몰입할 수 있는 여건이 갖추어 지고 있지 않아(인력 부족/인프라 부족/행정 지원 부족) 창의적 연구 성과를 내는 것이 어려움.
- 또한 풀뿌리 기초연구 지원사업의 성과 활용에 대한 정책적 대안이 부족한 것으로 판단됨.

3. 기초연구지원사업의 지원/관리 선진화를 위한 제안이상의 분석 및 평가로부터 기초연구 지원사업의 성과 극대화를 위해 다음을 제안함.

3.1 국가 R&D 컨터롤 타워 기능 강화 및 출연연 위상 제고를 통한 전략적/정책적 기초연구 강화

- **국가 R&D 컨터롤 타워의 기획/조정 기능을 강화**하여 보다 체계적인 기초연구 지원이 이루어지도록 해야 함.
- 국가 R&D 컨터롤 타워는 중장기 국가 R&D 로드맵 도출, 국가 어젠다 도출, 국가 R&D 수행 인프라(대학, 출연연, 기업연구소)의 육성 정책 마련, R&D 수행기관별 임무 부여와 기관간 융합 및 경쟁을 유도하여 연구 성과를 극대화하는 역

할을 수행해야 함.

- 정부출연 연구소에 전략적 융합연구 수행을 위한 **open building**을 운영함으로써 기초연구의 전략적/정책성을 강화하고 융합연구를 활성화 해야 함

3.2 연구자 중심의 연구 지원시스템 도입을 통한 연구 몰입도 증대

- 특히 자율적/창의적 기초 연구의 핵심 주체인 대학에서 연구자에 대한 행정적 지원이 제대로 이루어지지 않음.
- 연구를 열심히 하고자 하는 연구자에게는 비현실적이고 비상식적인 룰만을 강조하는 통제자 또는 관리자로서의 역할을 함으로써 연구 몰입도를 저하시키고 있으며, 전반적으로는 주먹구구식 행정으로 연구지원비가 부당하게 집행되는 것을 방지하지 못하고 있음.
- 제한된 범위 내에서 지원기관-연구자 직접 협약에 의한 **개인 base 연구 지원사업**을 시범 운영하여 수월성 연구자의 연구 몰입도를 증대시키고, 행정적 지원이 부적절한 기관은 기관간 경쟁을 유도하여 행정지원 시스템을 선진화 해야 함.

3.3 기초연구의 목적지향성 강화를 통한 성과 극대화

- 미국, 일본, 유럽 등 선진국에서는 순수기초연구보다는 목적기초연구에 대한 지원을 강화하는 추세 임. 따라서 기초과학연구원 사업으로 대변되는 국내 순수기초연구 지원사업은 수정되어야 함. **기초과학연구원은 순수기초연구 전담 강소형 연구소로 위상을 명확히 하는 한편 대학 및 기존 정부출연연구소의 기초연구 수행능력을 보다 강화해야 함.** 이를 위해 출연연에 기초과학전공자의 수혈을 확대하고, 질적 평가 중심으로 개인평가 기준을 변경하며, 대학에서는 융합학과 및 융합 프로그램의 활성화가 이루어 져야 함.

3.4 풀뿌리 기초연구 지원사업의 전/후속 프로그램 운영을 통한 성과 극대화

- 현재 풀뿌리 기초연구에 대한 지원(Seeding)이 활발히 이루어지고 있으나, 씨앗이 싹을 틔우고 거목으로 성장하기 위해서는 Seeding 이전에 **토양을 비옥화(fertilizing)하기 위한 정책적 지원**이 있어야 함. 구체적으로 기본 인프라 지원, 고급 연구인력 지원, 행정업무 간소화를 위한 정부 지원 프로그램이 강화되어야 함.
- 한편, 과제 종료 평가제도의 실질적/입체적 활용을 통해 우수 연구자의 연구 몰입도를 증대시킬 수 있는 후속 프로그램을 운영하고, 연구 부적격자에 대한 스크리닝을 통해 수행과제에 대해 책임지는 연구 풍토를 조성해야 함. 또한 **기술 공개 시장제도를 도입**하여 동료 연구자/기업으로의 성과 이전을 통해 연구 성과가 사장되지 않도록 하여야 함.

제 1 장 서 론

제 1 절 연구 개요

1. 연구 필요성

- 국가발전 정체현상을 극복하고 미래 신성장 동력 확보를 위한 기초연구비 투자 강화
- 국가 발전 정체 현상 혹은 중진국 함정 현상 등이 일부 나타나게 되었음 (명목 GDP; 2004년(세계 12위) →2010년(세계 15위))
 - 개발도상국 시절 혹은 경제발전 초기에는 순조롭게 성장하다 중진국, 선진국 이전 수준에 와서는 어느 순간에 성장이 정체하는 중진국 함정 (Middle-Income Trap)현상이 우리나라도 일부 나타나고 있음
- 현 상황 타개를 위해 정부 차원에서의 새로운 R&D 전략을 마련하는 것은 타당하다고 판단됨. 정부 R&D 비용의 3배를 집행하고 있는 기업 연구소를 중심으로 산업화 응용기술 개발을 추진하고, 정부 R&D 예산은 미래 신성장 동력 확보와 미래 사회 선도형 원천 기술 개발에 투자하는 것이 타당함.

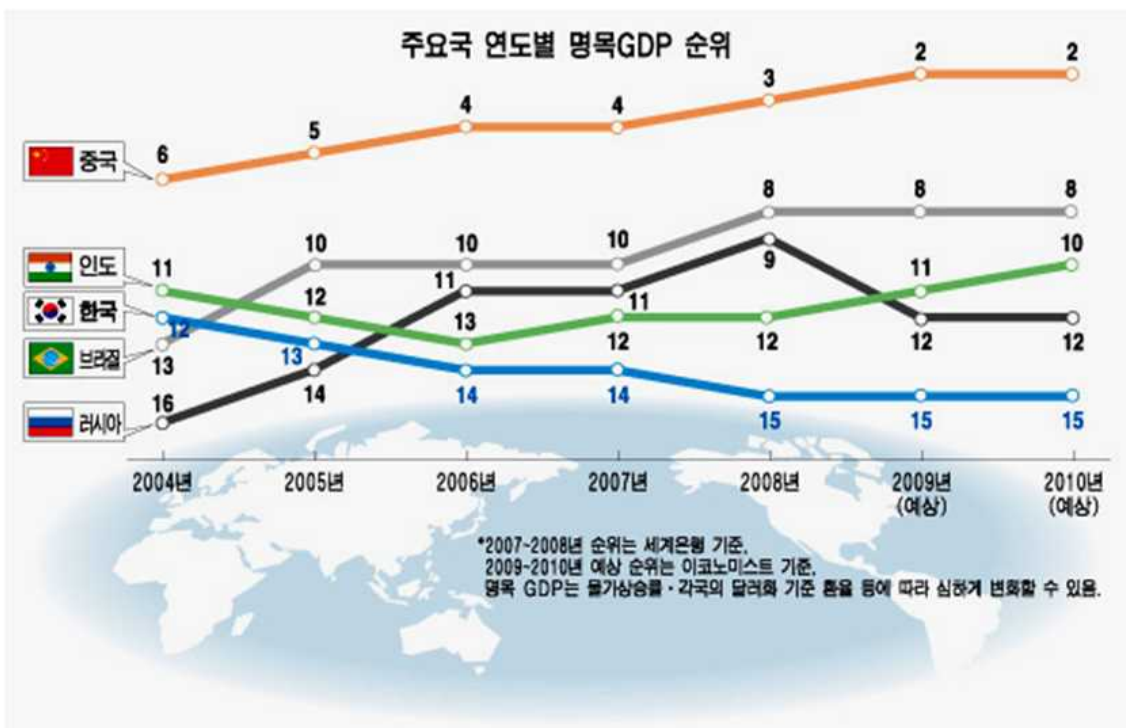


그림 1. 최근의 한국 명목 GDP 순위 변동³⁾

- 이상의 국내외적 상황 변화에 따라 정부는 미래 선도형 혁신 기술 개발의 근간이 되는 기초연구에 대한 지원을 지속적으로 확대하고 있음.
 - 최근 10년간 연구단계별 정부 R&D 투자의 추이는 기초연구가 28.9% 수준이며,증가율은 15.9%로 기초연구 비중은 2009년을 계기로 응용연구의 비중을 추월
 - 기초·원천연구 투자비중이 '2011년 47.4%에서 2012년 50.0% 이상 확대될 예정임
 - 기초연구 비중은 '12년 35.5%인 3조 9,014억원 규모로 대폭 확대되고 원천연구 비중은 15.1%인 1조 6,515억원 규모로 예상되어 과학기술기본계획 '12년 계획치 15% 수준을 상회하는 수준임
- 기초연구사업 지원·관리 효율성 제고 방안이 필요
 - 우리나라의 R&D 투자규모는 선진국에 비해 절대규모는 아직 작지만 GDP대비 비율은 세계최고 수준에 도달하였음. 따라서 기초연구 지원사업의 효율성 개선은 정부예산 집행의 효율성에 직접적 영향을 미치게 됨.
 - 기존 국가 R&D인프라(출연연, 대학, 기업연구소)의 역할과 임무가 바뀌고 있으며, 새로운 연구 조직(지역별 과학기술원, 기초과학연구원)이 구성되고 있는 시점에서 각 기관이 시너지 효과를 얻을 수 있도록 기초연구 지원/관리 방안을 마련해야 할 시점 임.

2. 연구 목표

- 창의적 기초연구의 성과 창출을 위한 기초연구사업 지원·관리 효율성 제고 방안 제시
 - 급변하는 국내 여건(기초연구에 대한 관심 고조, 기존 연구조직의 재구성, 신규 조직 형성)에 맞는 장단기 기초연구 지원/관리 체계에 대하여 검토하고 연구자 중심의 기초연구 지원/관리 정책 대안을 제시하여 정부지원 기초 연구사업의 효율성을 극대화 방안을 제시하는 것이 본 연구의 목표임
 - 기초연구사업에 관한 주요 제도 등을 종합적으로 분석하고 이에 대응한 새로

3)

<http://media.daum.net/economic/view.html?cateid=1041&newsid=20091124173323771&p=mk> 뉴스에서 발췌하였음

운 기초연구 추진전략 및 지원을 위한 제도적 개선방안을 모색하여 연구자의 자발성과 창의성을 최대한 끌어 낼 수 있는 연구자 중심의 연구사업 지원/관리 시스템을 제시하고자 함

- 원론적이고 개념적인 대안 제시보다는 현장에서 직접 기초연구를 수행하는 연구자의 경험을 바탕으로 현장에서 도입할 가치가 있는 실질적이고 구체적인 아이디어 위주의 대안을 제시함.

제 2 절 연구 내용 및 기대효과

1. 연구 내용 및 방법

- 국내·외 기초연구 지원/관리 시스템 현황 분석을 통한 개선점 도출
- 선진국 기초연구 지원/관리 시스템 현황 및 제도 분석
 - 연구문헌 검토, 외국인 과학자 및 외국에서 연구 경험이 있는 분의 면담 등을 통하여 기초연구가 활성화된 국가(미국, 일본, 유럽 등)의 기초연구 지원/관리 시스템을 분석
- 국내 기초연구 지원/관리 시스템 현황 및 제도 분석
 - 각종 연구보고서 및 국내 기초연구 지원제도의 검토 및 연구현장의 실태에 대해 조사 분석을 진행함.
- 기초연구 지원/관리 시스템의 선진화를 위한 정책 및 아이디어 도출
 - 국내외 기초연구 지원/관리 시스템에 대한 정밀 분석을 통해 원론적 문제제기 및 대안 제시가 아니라 문제 해결을 위한 실질적인 아이디어를 도출함.

2. 기대성과 및 활용방안

- R&D 주체별 임무와 역할에 대하여 정립하고 정부의 기초연구 지원정책과 전략을 보완함
- 기업, 대학, 출연연 등 R&D 주체별 임무와 역할에 대해 논의하고 정부의 기초연구 지원정책에 효과적인 추진전략의 제시를 통하여 기초연구의 효율성 향상에 기여
- 기초연구 지원/관리 선진화를 위한 정부정책에 반영할 수 있는 아이디어 제시
- 출연연 내 Open Building 운영, 지원기관-연구자 직접 협약 과제의 시범운영, 종료 평가제도입 등 제시

제 2 장 국내 기초연구 지원 사업 현황

제 1 절 현황

□ 정부의 과학기술 투자 확대

- 우리나라의 총 연구개발투자는 외환위기를 겪었던 1998년에 일시적으로 감소하였으나, 2000년에 1997년 수준으로 회복한 후 지속적으로 증가하고 있음.
- 2011년 세계 R&D 투자액은 약 1조 1,920억달러로 전년대비 3.6% 증가 되었으며, 그 중에서 우리나라의 총 R&D 투자는 52.5조원(PPP* 환율 환산시 618억 달러)으로 전 세계 R&D 투자의 5.2%를 점유

* Purchasing Power Parity(PPP) 환율 1\$=850원(OECD)

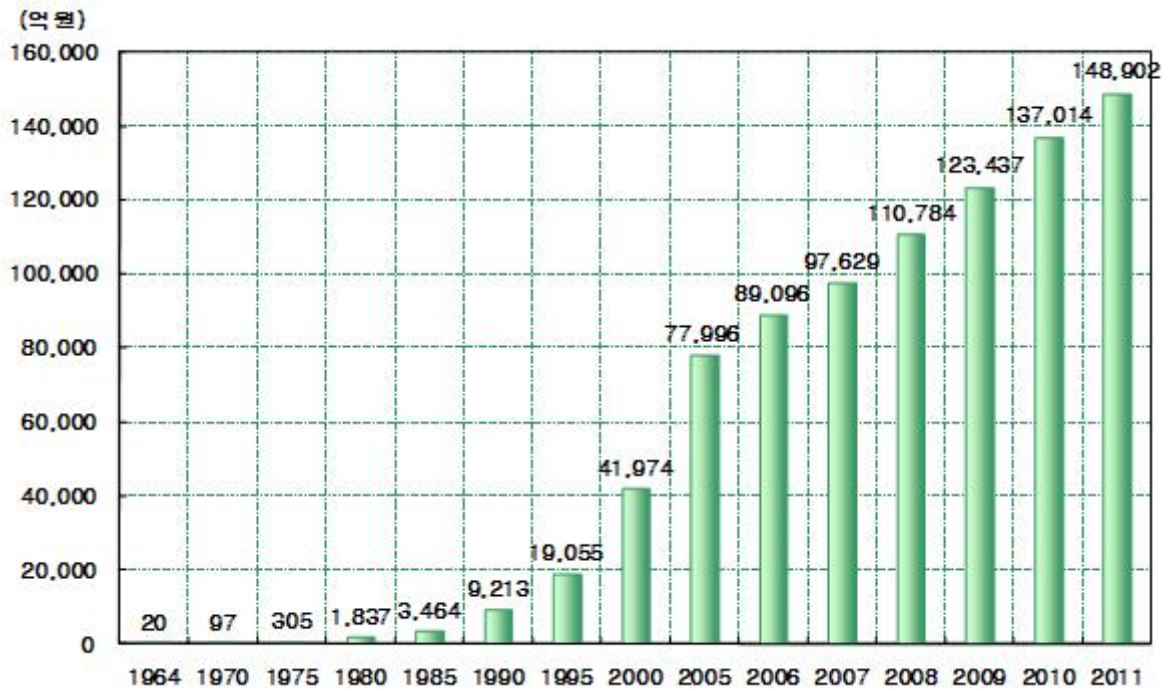


그림 2. 정부 R&D 예산 추이

- 지난 10년간 연구개발비는 연평균 11.8% 증가했고, 2009년 현재 우리나라의 GDP 대비 연구개발비 비율은 4.29%로 주요국에 비해 높은 수준(2007년 OECD 회원국의 평균은 2.29%)

[표1] 2011년도 총 연구개발비 국제 비교4)

구 분	미국	중국	일본	독일	한국	프랑스	영국
연구개발비(억달러)	4,053	1,537	1,441	695	618	422	384
글로벌 비중	34.0	12.9	12.1	5.83	5.18	3.54	3.22
GDP 대비(%)	2.7	1.4	3.3	2.3	4.29	1.9	1.7

※ '11년도 GDP : 1,225.6조원(한국은행 경제성장률 4.5% 반영)

- 정부는 지속적, 선제적으로 R&D투자를 확대함으로써 민간 R&D투자의 확대를 성공적으로 유도하여 총 연구개발투자의 급속한 증가에 기여
- 연구개발비의 정부 대 민간의 비율('11년 기준)은 28:72이며, 정부출연연구소의 R&D 예산은 6.3조원으로 정부 R&D 투자의 42.5%로 전망

[표2] 2011년도 세계 R&D 투자와 국내 R&D 투자전망5)

사용 주체 재원	세 계	한 국			
		정부	민간	계	출연연
연구비 (억 달러)	1013조 2000억원 (1조1,920)	14조 8,902억원 (175.2)	37조 6,416억원 (442.8)	52조 5,318억원 (618.0)	6조 3,212억원 (74.4)
점유비율 (국내, %)	100	1.47 (28.3)	3.71 (71.7)	5.18 (100)	0.62 (11.9)

※ Purchasing power parity (PPP) 환율 1\$ = 850원(OECD 자료로부터 추정)

□ 정부 연구개발비 중 기초연구 투자 확대

- 4) 해당 표는 KIST 기술정책연구소의 「TePRI REPORT vol.8」, 2011.12에서 재인용한 것으로 상세 내용은 해당 리포트를 참조하기 바람
- 5) 해당 표는 KIST 기술정책연구소의 「TePRI REPORT vol.8」, 2011.12에서 재인용한 것으로 상세 내용은 해당 리포트를 참조하기 바람

- 특히 이명박 정부는 과학기술을 선진일류국가 건설을 위한 국가경쟁력의 핵심 동력으로 인식하고 정권기간 동안 R&D투자를 지속적으로 확대하여 2012년까지 GDP대비 총 연구개발투자 비중을 5%까지 증가시킬 계획
 - 과학기술 '577 비전(7대 과학기술 강국) 실현을 위한 R&D 투자 확대 및 세계적인 수준의 연구성과 창출을 목표로 기초연구분야에 지속적인 투자 확대
 - ※ 2009년 기준 GDP대비 총 연구개발투자 비중은 4.29%로 세계 5위 수준
 - 기초연구 투자 비중을 2012년까지 35%(4조원)로 확대한다는 중장기 목표에 따라 기초연구비 비중을 지속적으로 확대하여 기초연구비 산정대상 예산중 33.1%의 3.4조원을 기초연구에 지원
 - 2012년 이공학 분야 개인기초연구지원은 2011년의 7,500억원에서 6.7%(500억원) 증액된 8,000억원. 일반연구자(4,270억원), 중견연구자(3,160억원), 리더연구자(570억원)의 단계별로 지원 예정
 - ※ 개인기초연구비 : '10년 6,500억원 → '11년 7,500억원 → '12년 8,000억원

[표3] 기초연구투자비중 관련6)

구 분	2008	2009	2010	2011	2012
R&D예산	11.1	12.3	13.7	14.9	16.6
기초연구비 산정대상 예산	7.2	8.1	9.6	10.3	11.4
기초연구비 비중	1.8 (25.6%)	2.5 (29.3%)	3.0 (31.1%)	3.4 (33.1%)	4.0 (35%)

* 정부 R&D 사업 중 연구단계 구분이 곤란한 사업예산 제외

□ 기초연구지원사업 구조재편

- 교육 담당 부처와 과학기술 담당부처가 교육과학기술부로 통합됨에 따라 기초연구사업은 연구수행 주체를 중심으로 개편
 - 신진인력을 중심으로 한 개인연구와 우수학자의 집중지원을 위한 집단연구로

6) 국가과학기술위원회, 「기초연구진흥종합계획(안)」, 2011

구분하고 2개 그룹 5개 연구사업으로 체계화함.

- 풀뿌리 기초연구 강화를 통한 창의적 연구성과 창출 가속화와 학제·융복합 연구 등을 수행할 우수연구집단 발굴·육성



그림 3. 기초연구 구조개편7)

- 연구자 중심의 기초연구지원체계 도입
 - 우수연구자에 대한 보상제도 강화로 성과창출 가속화와 연구자 친화적인 환경조성을 위한 지속적인 제도개선 추진
 - 탁월한 연구성과를 창출한 연구자에게는 후속연구 신청 시 가산점 부여 확대
 - 연구관리전문가(PM : Project Manager) 제도의 운영 및 질적평가 수행, 수요자 중심의 연구관리, 연구비 사용 투명성 제고, 분야별 특성을 고려한 평가 방식 도입
- 세계적 수준의 기초연구를 위한 연구기관의 연구역량 강화 및 국제과학 비즈니스 벨트 조성
 - 세계적 수준의 연구중심대학(WCU) 및 연구소(WCI) 사업을 지속적으로 추진하고 국제 과학 비즈니스 벨트 조성 및 기초과학연구원 설립·운영
 - 연구역량이 우수한 해외학자를 국내대학 또는 연구소에 유치·활용하여 세계적 수준의 연구추진 및 학문후속세대 양성

7) 교육과학기술부(기초연구정책관실), 「2009년도 이공분야 기초연구사업 시행계획」, 2008.12

- 대형 융복합 기초과학연구 수행을 위한 기초과학연구원 설립 추진 및 국제 과학비즈니스 벨트 내 핵심연구시설로 중이온 가속기 구축
 - ※ '11년 1000억원→ '12년 2,100억원으로 확대 지원

- 기초과학 연구분야의 R&D 성과는 연구비 투입에 비례하여 크게 증가
- '10년 국가연구개발사업 성과분석시 SCI논문 실적의 50% 이상이 기초연구과제에서 발생
 - '10년 발표된 SCI논문은 23,916편으로 최근 3년간 연평균 3.0%씩 증가 하였으며 전체 논문의 50%이상이 기초연구과제에서 발생
 - 기초원천연구 투자 확대로 '10년 기초연구 과제의 SCI논문 비중이 전체의 59.2%로 '08년 이후 증가하였으며 국공립연구소, 출연연구소, 대기업 등 연구수행주체 중 출연연구소의 전년대비 논문 증가율이 크게 증가
 - '10년 출연연구소 수행과제에서 발생한 SCI논문수는 전년대비 14.7% 증가 : '09년 3,535편, 2010년 4,055편

제 2 절 기초연구사업 지원 현황에 대한 평가

- 전략적/정책적 기초연구를 강화하기 위한 노력 부족
 - 우리 정부의 '과학기술 577비전'(7대 과학기술강국)으로 대변되는 정부의 기초연구 사업의 지원은 연구자 개개인의 자율성과 창의성을 극대화하기 위한 풀뿌리 개인연구 지원, 소·중규모의 우수연구집단 육성에 집중.
 - 그러나 선진국에서는 정부주도형 전략적/정책적 기초연구와 다학제간 융합 기초연구의 활성화를 위한 지원이 강화되고 있음.
 - 이러한 국제적 추세는 국가적/세계적 차원에서 시급해 해결해야 할 당면 문제(기후, 재난, 질병, 삶의 질 향상 등 Global Agenda)들의 등장과 기술발전에 따른 융합기술 필요성 증대라는 기술적 패러다임 변화와 함께 더욱 가속화되고 있음.

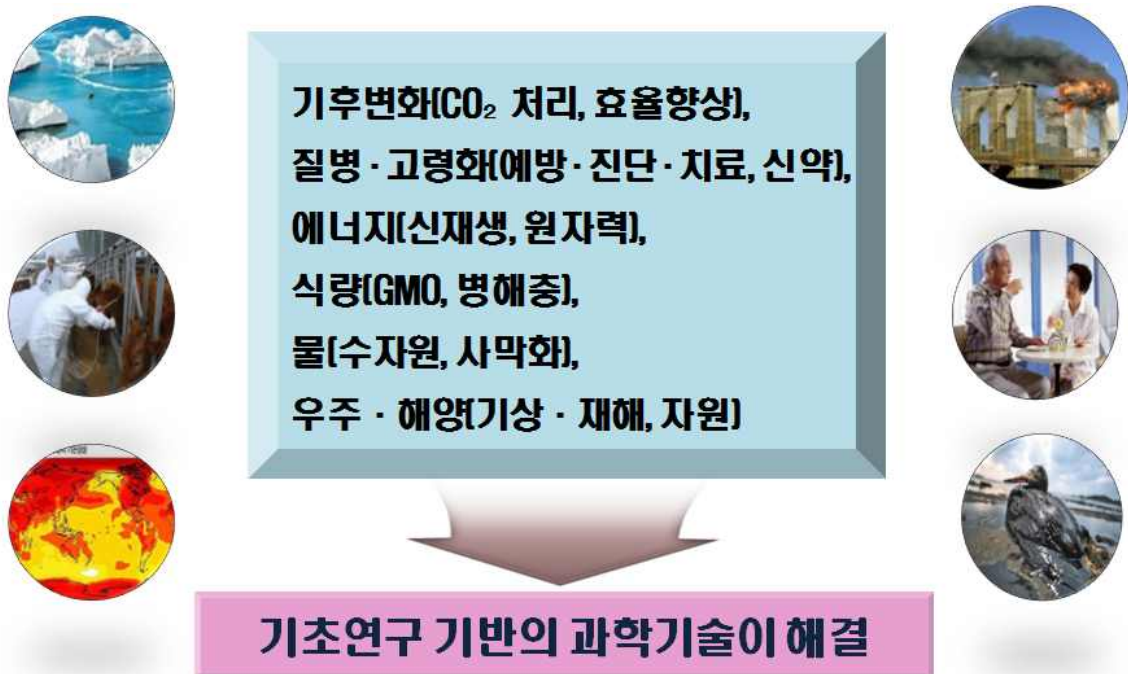


그림 4. 인류/국가적 차원에서 해결해야 할 이슈들

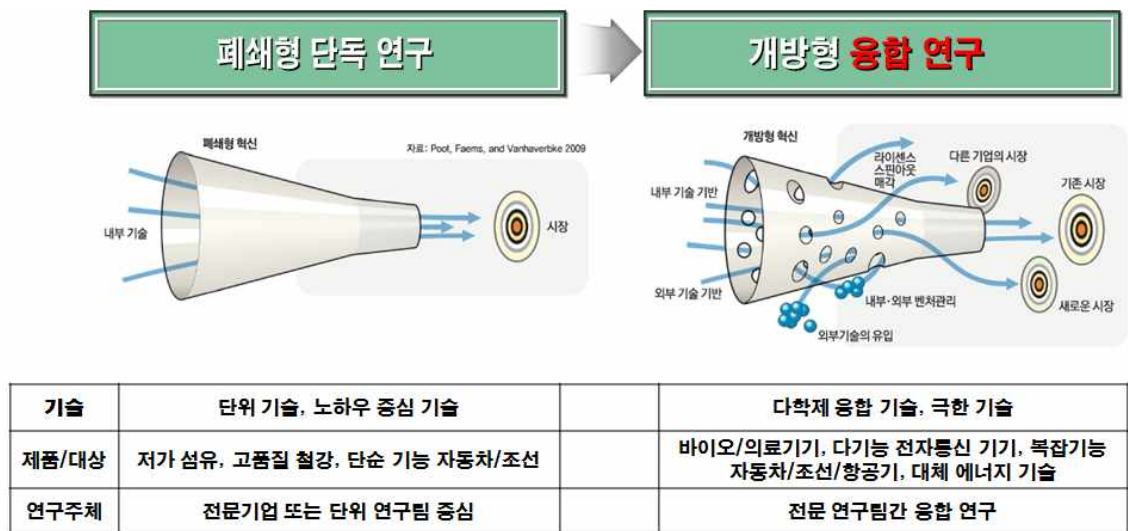


그림 5. 연구 방식의 패러다임 변화

□ 기초연구의 사회환원적 기능을 강화하기 위한 노력 부족

- 창의형 풀뿌리 기초연구 지원과 기초과학연구원 설립 등으로 대변되는 기초연구 지원 사업은 최근 미국, 일본, 유럽 등 선진국에서 이루어지고 있는 기초연구의 사회환원적 기능 강화 추세와는 차이가 있음.
- 기초연구를 위한 인프라와 연구경험이 부족한 우리나라에서 기초연구 활성화를 위한 제도 및 인프라를 구축하는 것은 매우 시급하고 중요한 사항임
- 그러나 목적 지향성이 없는 (순수)기초연구의 한계에 대해 명확히 인식하고, 이를 보완할 수 있는 정책적/제도적 보완이 있어야 함.

□ 연구자의 몰입도 향상을 위한 연구환경 개선 필요

- 지난 20~30년 동안 기초연구에 대한 정부차원의 연구비 투자 등은 지속적으로 증가하고 확대되었음. 그러나 여전히 선진국 대비 낮은 층의 기초연구인력, 대형/기본 연구기기 등의 인프라 미비, 장비 운영 인력 부재, 관리자 중심의 연구관리 시스템 등의 문제로 인해 창의적 연구성과 창출에 어려움이 많음
- '11년 현재 국과위에서도 과제계획서 등 서류부담을 줄이는 등 연구자의 불편을 초래하는 과도한 규제나 비현실적인 연구비 집행기준을 현실에 맞게 개선하는 노력이 계속되고 있으나 대학의 행정지원 시스템 선진화, 대형/기본 연구 기기 확대 및 운영 인력 지원, 탁월성 연구 능력을 갖춘 대학교수의 연구 집중도 개선 등의 보완책이 필요함.

□ 기초연구 성과 극대화를 위한 평가제도 개선의 필요성

- 풀뿌리 기초연구 지원사업의 성과 사장 방지 및 우수성과 활용에 대한 정책적 대안이 부족한 것으로 판단됨.
- 기초연구사업의 사후관리 일환으로 연구 종료 후 지속적으로 연구 성과의 활용에 대한 추적평가제도가 일부 시행되고 있으며 연구종료 평가 결과를 후속 연구 선정과 연계하는 방안이 도입되고 있으나 보다 강력하고 입체적인 종료 평가제도를 실시하여 기초연구 사업의 성과를 관리할 필요가 있음.

제 3 장 기초연구지원사업 효율성 제고를 위한 제언

제 1 절 전략적/정책적 기초 연구 강화

1. 한국 R&D의 역사적 경험과 현황

- 한국은 국가 주도형 전략적/정책적 R&D의 모델 국가
- 한국은 1960년 후반 ~ 1990년대에 이르는 짧은 기간 동안 농업국가에서 2차 산업 중심의 산업화 사회로 급속히 이행하였으며, 이 과정에서 정부의 주도적 역할이 중요하게 작용하였음.

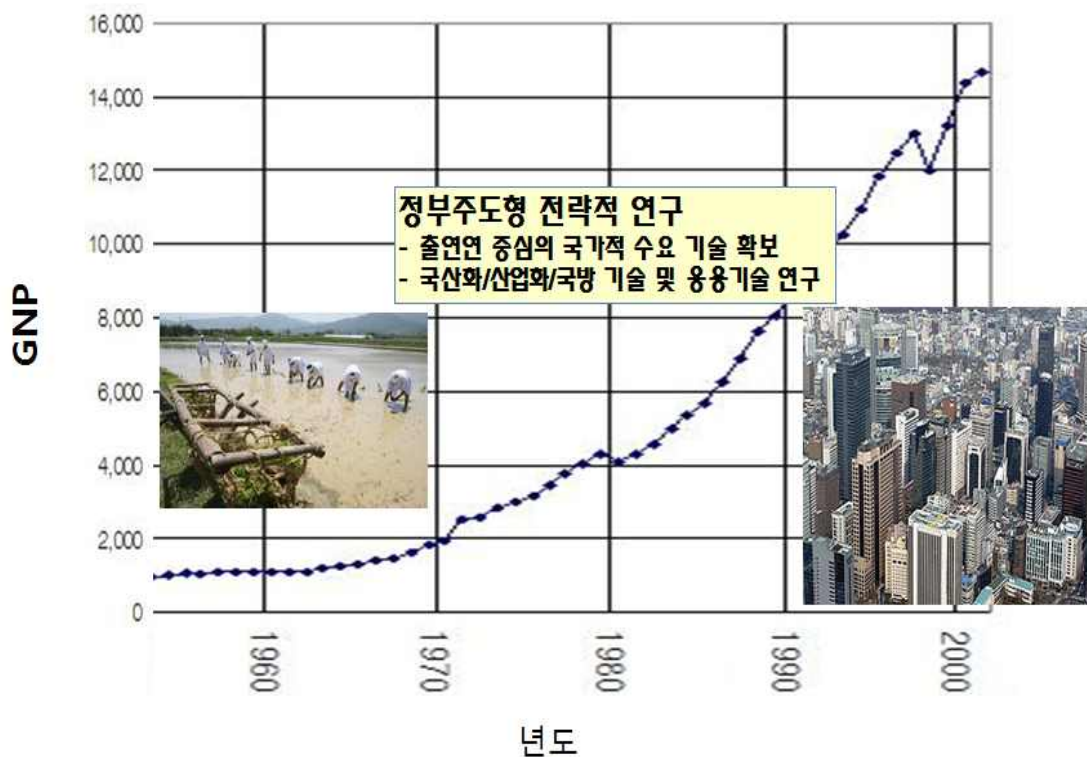


그림 6. 한국의 연차별 GNP 성장 과정

- 산업화 과정에서 요구되었던 전략적 요소기술들은 정부출연연구소를 설립하여 확보하였는데, 당시의 전략적 요소기술들이란 국민의 기본 의식주 생활을 보장하기 위한 섬유 제조 기술, 중화학 공업의 근간이 되는 철강 제조 기술과 전자산업 육성을 위한 국산화 기술 및 자주국방을 위한 핵심 기술 등이었음.

- 한편, 당시에 설립된 정부출연연구소는 과학기술 R&D 뿐만 아니라 훨씬 폭 넓은 임무를 수행했는데, 일례로 1966년 설립된 한국과학기술연구소는 포항제철 설립을 위한 타당성 조사에서부터 핵심 기술의 확보 방안 도출 등 정부 차원에서 요구되었던 기획/조사 업무 까지 수행하였음.
- 이후 KIST를 필두로 한 출연연은 칼라TV 수상기, 폴리에스터 필름, 동북강선, 공업용 인조 다이아몬드 개발 등 산업화에 필수적인 기술의 국산화/실용화 연구를 담당하였음.
- 당시의 R&D는 주로 선진 기술을 모방하는 수준이었으나 R&D 경험과 인프라가 전무하였던 상황을 고려하면 매우 획기적인 연구가 많았음.



그림 7. 한국의 산업화 과정에서의 대표적 출연연인 KIST의 역할

- 우리나라의 연구비 구성 체계는 보건/국방/에너지 분야 등 전략 기술 개발을 중심으로 한 미국 및 중국/러시아와 같은 사회주의 국가와 유사성이 있음.
- 최근 대학의 급속한 양적/질적 팽창에도 불구하고 한국은 미국, 중국 등과 같이

출연연의 연구비 비중이 대학에 비해 상대적으로 높게 유지되고 있는데, 이는 급속한 산업화 과정을 거치는 과정에서의 출연연 중심의 정부주도형 R&D 역사가 반영된 것으로 볼 수 있음.

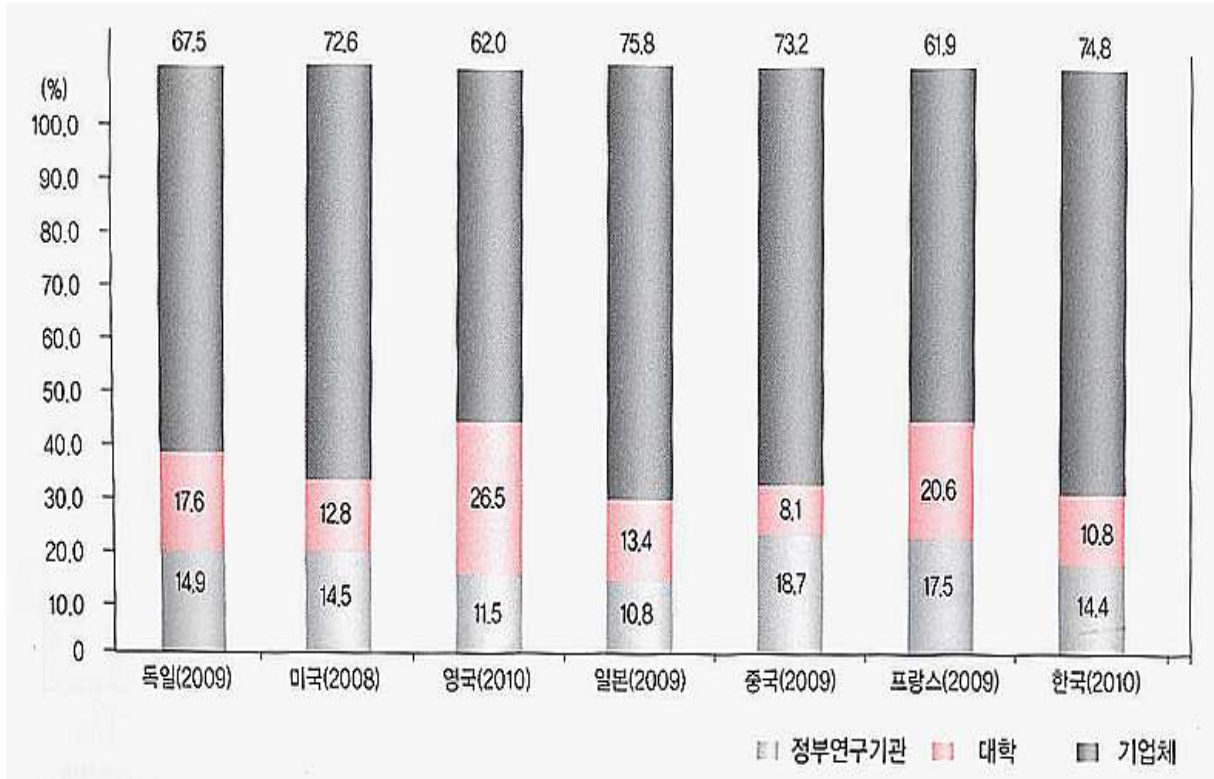


그림 8. 국가별 기업/대학/정부연구기관의 연구비 구성표⁸⁾

- 1990년대 말의 전면적 PBS(Project Based System)제도 도입은 정부의 R&D 기획/조정 기능을 스스로 포기한 계기가 되었음.
- 1990년대 이후 한국의 R&D 규모가 급격히 증가하는 와중에 정부는 효율적 R&D 관리라는 명목 하에 전면적 PBS 제도를 도입하게 됨. 그러나 개별 연구자의 과제 수탁/수행 능력을 중시하는 PBS 제도의 도입은 단기적 실적 향상이라는 효과는 있었으나 장기적으로 국가 R&D 인프라를 붕괴시키는 오류를 범하는 계기가 되었음.
- 즉, 전면적 PBS 시스템은 마치 "수십 억 원을 들여 양성한 전투기 조종사나 미사일 부대의 고급 전투인력에게 개인 군장을 시켜 백병전에 투입하는 것"과 같은 비효율적 R&D 전략이라고 볼 수 있음.

8) OECD, Main Science and Technology Indicators, 2011.01

- 이와 같은 PBS 제도를 도입할 수 밖에 없었던 것은 1980-90년대 이후 기존의 국가 R&D 중심축이었던 출연연 뿐 만 아니라 R&D 수행능력이 획기적으로 향상된 기업 연구소 및 대학이 등장하는 등 그 이전에 비해 훨씬 복잡해지고 다양해진 국가 R&D 단위를 효율적으로 지원/관리할 수 있는 정부기관의 기획/조정 능력이 제 때 확보되지 못한 것이 가장 큰 원인 임.



그림 9. 연도별 연구비 증가 현황과 주요 이슈



그림 10. 전면적 PBS 실시는 각 전투 단위에 대한 임무 부여 및 각 단위별 역할 분담에 대한 전략적 지침 없이 전쟁을 지르는 것과 같음.

2. 전략적/정책적 기초연구 및 융합연구에 대한 국내외적 Need 증대

- 제 2장에서 언급한 바와 같이 최근의 지구 온난화, 환경오염, 에너지 부족, 전염병 확산, 사막화, 사회의 고령화 진행 등 국가적 차원에서 또는 세계적 공조를 통해 대응해야 할 문제들이 등장하고 있음.
- 아울러 지금은 다양한 학제간의 기술 융합에 의해서만 실용화가 가능한 복합/융합기술에 대한 수요가 대부분임.
- 이러한 세계적/국가적 환경 변화와 R&D 패러다임 변화는 전략적/정책적 기초연구와 융합연구의 필요성을 더욱 증대시키고 있음.

3. 선진국에서의 전략적/정책적 연구 시스템

□ 미국은 임무형 정부연구소를 통해 전략적/정책적 기초연구 지원

- 기초연구를 선도하고 있는 미국의 경우 NSF(미 과학재단) 등 연구과제 지원/관리 기관에서 Top down식 주제를 선정 후 과제를 공모하는 방식으로 전략적/정책적 연구를 수행하기도 하지만, 보다 중요하게는 각 정부연구소별로 역할과 임무를 할당한 후 정부연구소를 통해 R&D 예산을 집행함으로써 기초연구의 전략적/정책적 목표를 달성함.
- 일례로 보건/의료 기술을 담당하고 있는 NIH는 정부 R&D 예산 중 약 31조 원을 집행하는데, 산하 정부연구소에서 자체 집행하는 비용은 약 5조원 (Intramural grant)이며, 나머지 85%에 해당하는 26조원을 외부의 대학/연구소/기업 등에 배분(Extramural grant)하여 연구를 수행함.
- 정부는 Extramural grant에 의해 지원되는 세부과제에 대한 선정/관리/평가는 정부연구소에 일임하고 대신 정부연구소의 연구방향, 기관운영의 적절성, 성과 등을 관리하는 방식으로 기초연구 지원/관리를 수행하며, NIH 산하의 각 정부 연구소는 연구담장 부소장외에 외부기관에 배분하는 연구비(Extramural grant) 관리를 담당하는 부소장 제도를 뒤 외부지원과제(Extramural grant 지원 과제)를 관리하고 있음.
- 이와 같이 임무형 정부연구소를 통한 기초연구 지원 시스템에 의해 핵심기술에 대한 보호/관리, 연구의 방향성 부여, 성과의 축적, 융합 연구의 활성화 등 소기의 전략적/정책적 목적을 달성하고 있음.

NIH Budget in FY 2009: \$30.6 Billion(31조원)

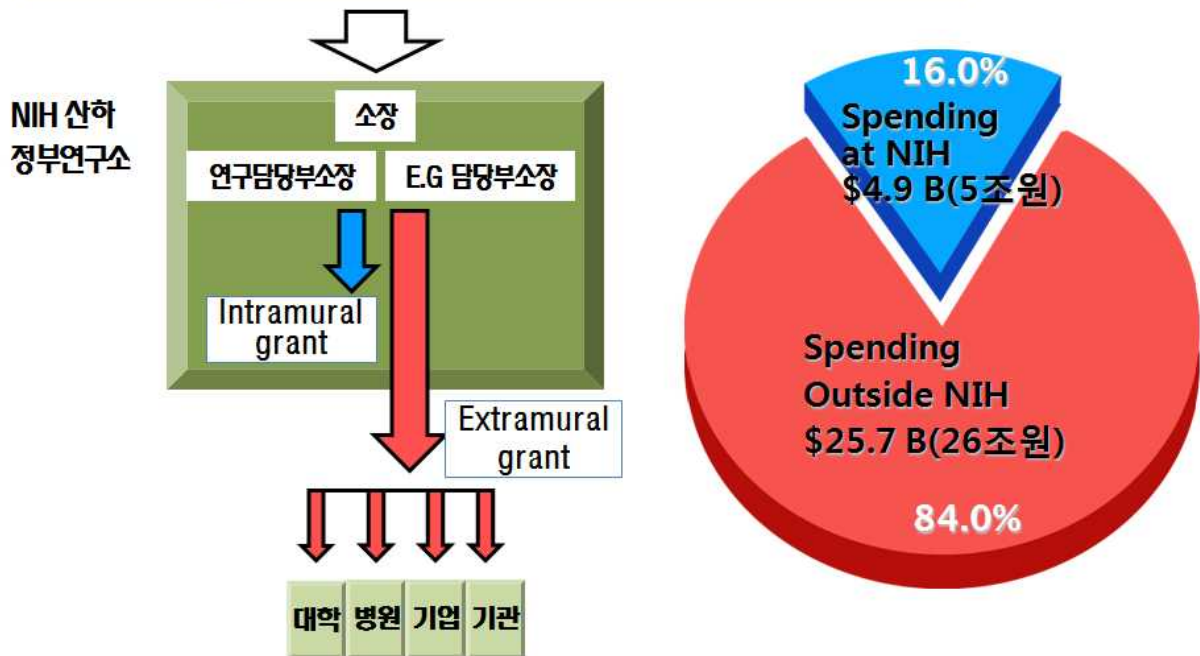


그림 11. 미국에서의 정부연구소를 통한 연구비 배분 시스템 예9)

□ 일본의 전략적/정책적 기초 연구 지원

- 2009년 수립되어 현재 진행 중인 제3기 기본계획의 제 2장 “과학기술의 전략적 중점화”에서 “기초연구”와 “정책과제 대응형 연구”로 구분하여 정책적/전략적 연구를 강조하고 있음.
- 나아가 기초 연구를 “인문학을 포함하여 연구자의 자유로운 발상을 기반으로 하는 기초연구”와 “정책에 준거하여 장래의 응용을 목적으로 하는 기초연구”로 구분하고 있으며, 후자의 경우 정책과제 대응형 연구의 일환으로 정책목표를 달성하는 데 중요한 경제사회적 혁신의 원천이 되는 지식 창출을 목적으로 한다고 명시함으로써 기초 연구에서도 전략적/정책적 연구의 중요성을 강조하고 있음.

9) Office of Intramural Training & Education, 「Research Training @ the NIH」, Pat Sokolove(Ph.D)

4. 전략적/정책적 기초연구 강화 방안

- 정부의 R&D 컨터롤 기능을 복원 및 강화하는 것은 국가 예산의 효율적 집행과 장기적 관점에서의 국가 R&D 경쟁력 확보를 위해 필수적인 요소임.
- 농업 국가에서 산업화 사회로 이행하던 시기에 비해 현재는 연구비 규모도 크게 증가하였고, 국가 R&D 인프라의 구성도 다양해 졌으며, 사회적/국가적으로 요구되는 기술의 종류도 매우 다양해 졌음.
- 따라서 매우 고도화된 수준에서의 국가 R&D 기획을 담당할 정부 R&D 컨터롤 타워의 기획/조정 능력을 확보하는 것은 매우 시급한 과제임.
- 국가 R&D 컨터롤 타워는 중장기 국가 R&D 로드맵 도출, 국가 어젠다 도출, 국가 R&D 수행 인프라(대학, 출연연, 기업연구소)의 육성 정책 마련, R&D 수행기관별 임무 부여와 기관 간 융합 및 경쟁을 유도하여 연구 성과를 극대화하는 역할을 수행해야 함.
- 이를 위해 국가 R&D 타워는 고도의 연구기획능력을 갖춰야 하며, 동시에 실질적인 조정 능력을 갖춰야 함.
- 국가 R&D 컨터롤 타워의 R&D 전략기획 단위에는 과학기술전문가 뿐 만 아니라 국가 안보관련 기관, 국가전략기획 기관, 미래학자 등 다양한 전문가들이 참여해야 함.
- R&D 전략 및 정책에 관한 의견 수렴 경로를 다양화하여 신뢰성 있는 정책 및 전략이 수립될 수 있도록 해야 함.
- 국가 R&D 컨터롤 타워에 의한 경직적인 임무 할당과 이에 따른 기관 간 또는 연구자간 경쟁 배제는 연구조직의 활력을 떨어뜨리는 요소가 됨. 따라서 적정 수준에서의 중복 지원을 통한 경쟁은 연구의 수월성 확보를 위한 필수 요소임.

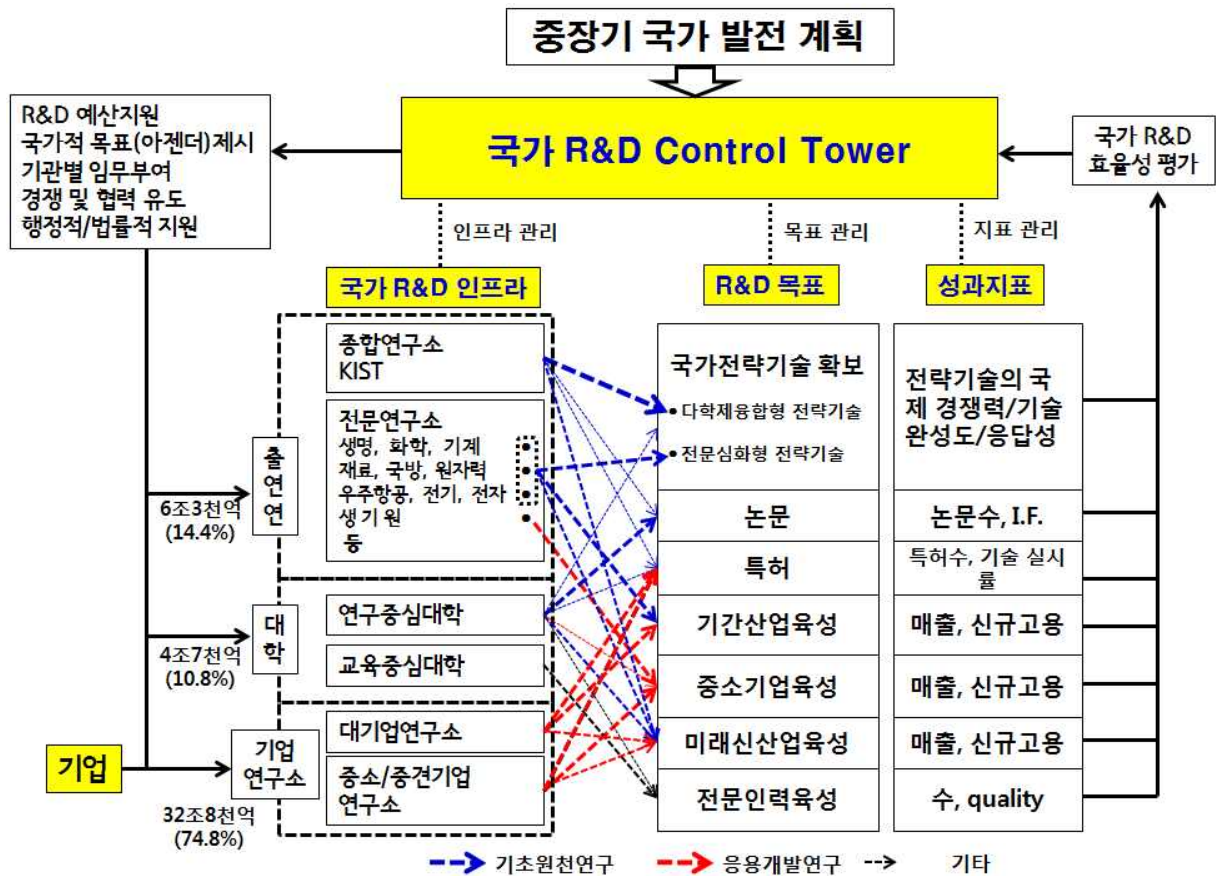


그림 12. 국가 R&D 컨터롤 타워의 기능 강화를 통한 전략적/체계적 국가 R&D 수행 체계도

- 국가 R&D 컨터롤 타워는 국가 R&D 인프라, R&D 목표, 성과지표 관리에 대한 새로운 원칙을 가져야 함.
- 지난 40-50년 동안 정부의 전폭적인 지원에 의해 세계적 경쟁력을 갖춘 다수의 기업이 성장하였으며, 그와 더불어 정부 R&D 예산의 3배 이상을 사용하며 양적/질적 수준이 매우 높은 연구 인력을 보유한 기업연구소가 실용화 기술 개발의 중심축으로 등장하였음.
- 그러나 정부 R&D는 여전히 전체 투자비의 77%를 응용/개발 연구에 지원하는 등 국내 R&D여건 변화를 충분히 반영하지 못하고 있음.
- 따라서 정부 R&D 예산은 국내에 산업적 기반이 형성되어 있지 않은 미래산업용 기초 및 응용 기술 연구와 기업연구소가 담당하기 어려운 High risk-high return의 기초원천 기술 연구, 국가적 수요가 있는 전략기술 연구에 집중적으로 투자되어야 함.

[표4] 정부투자 R&D와 기업 수행 R&D의 연구개발단계별 비중('06년)

	정부 투자 R&D	기업 수행 R&D
기초연구	23.4%	11.9%
응용연구	24.4%	15.6%
개발연구	52.2%	72.5%

- 이러한 차세대 국가 R&D 포트폴리오 하에서는 정부 R&D 투자의 효율성을 기술 실용화, 기술료 수입, 논문, 특허 등의 단순 정량지표로써 평가할 수 없음. 따라서 정부 R&D 투자 효율성 평가를 위한 새로운 성과관리 지표를 마련하여야 함.
- 일례로 중소기업지원을 목적으로 하는 생산기술연구원을 제외한 출연연 및 대학의 연구 성과로서 과제종료 후 단기간에 기술실시료가 나오는 과제가 다수 있다면 이는 국가 R&D의 투자 효율성이 높은 것이 아니라 오히려 비효율적으로 국가 R&D 예산이 집행되고 있다는 것을 의미하므로 R&D 투자 포트폴리오를 수정과 성과지표의 재정립이 필요함.

□ 전략적/정책적 기초연구 및 융합연구의 핵으로서의 출연연 역할 강화

- 지금의 출연연에는 국가경제개발 5개년 계획 수립 당시의 제 1세대, 산업화 시대의 제 2세대 연구원들이 대부분 퇴임하였고, 그 자리를 국내외의 우수 대학에서 교육받은 제 3세대 젊은 연구원들이 채우고 있음. 일례로 KIST 소속 연구원의 평균 연령은 42세에 불과하여 창의적 기초 연구를 수행할 수 있는 최적의 여건을 갖추고 있음.
- 또한 출연연 연구원은 상대적으로 국가적 임무수행에 대한 사명감이 높고, 협동/융합 연구에 익숙하며, 국가적 Need가 있을 경우 연구주제를 변경하는 것에 대해 상대적으로 유연한 입장을 취하는 경향이 있음.
- 따라서 전략적 정책적 기초 연구와 융합연구를 위해 출연연의 역할을 강화하는 것은 국가 R&D 인프라의 효율적 활용이라는 측면에서 매우 중요함.
- 출연연을 중심으로 하는 전략적/정책적 기초 연구 및 융합연구의 활성화는 국가 R&D 컨터롤 타워의 연구기획 능력 배양과 함께 출연연의 자체 연구기획 능력 확보를 통해 가능함. 각 출연연은 연구기획 단위를 강화하고, 이를 국가 R&D 컨터롤 타워의 연구기획 unit과 연계하여야 함.

- 다음으로는 정부출연 연구소에 open building을 설치하여 기초연구의 전략적/정책적 지향성을 강화하고 융합연구를 활성화 하는 방안을 고려할 필요가 있음.
- 즉, 국가 전략기획 단위에서 도출된 과제 수행을 위해 연구소/대학/기업의 관련 전문가를 리쿠르트하여 한시적 임무형 연구팀을 구성하고 이를 출연연 내의 Open building에 이식(implantation)함으로써 전략적/정책적 기초연구를 보다 효과적으로 수행할 수 있음.
- 또한 Open building은 각 출연연이 담당하는 임무형 R&D 수행에 필요한 요소 기술을 외부에서 outsourcing 할 경우 외부 전문가(개인 또는 팀)에게 안정적인 연구 환경 제공하기 위해 활용될 수 있음.
- 나아가 연구여건이 열악한 대학의 교수나 대학/기업/타연구소의 수월성 연구자가 몰입형 연구를 수행하기 위해 출연연으로 단기 또는 장기간 자리를 옮기고자 할 경우 이를 지원하는 용도로 활용할 수도 있음.
- 출연연은 Open Building에서 R&D를 수행하는 대학/타연구소/기업 전문가들에게 행정/연구 인프라/보조 인력 등을 지원하며, Open building 운영비는 정부가 직접 지원하거나 또는 출연연을 통해 간접적으로 지원함.

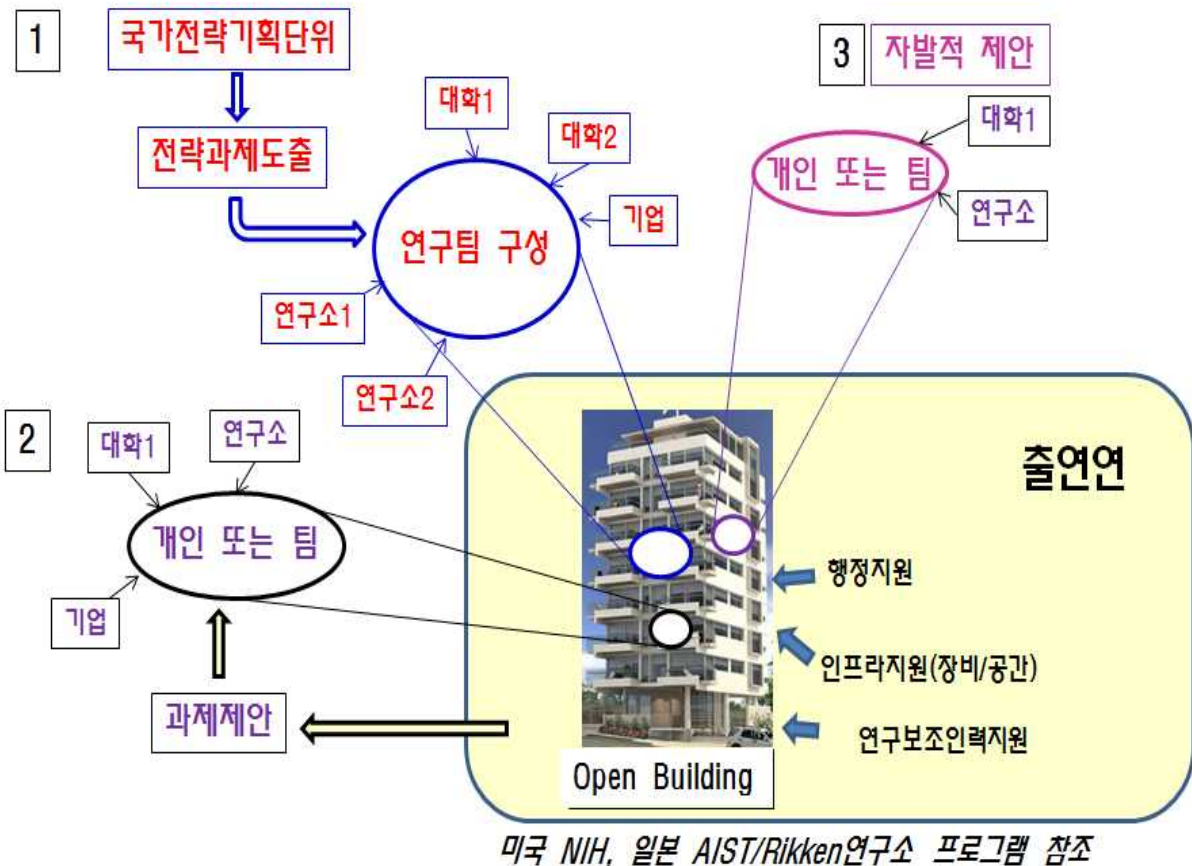
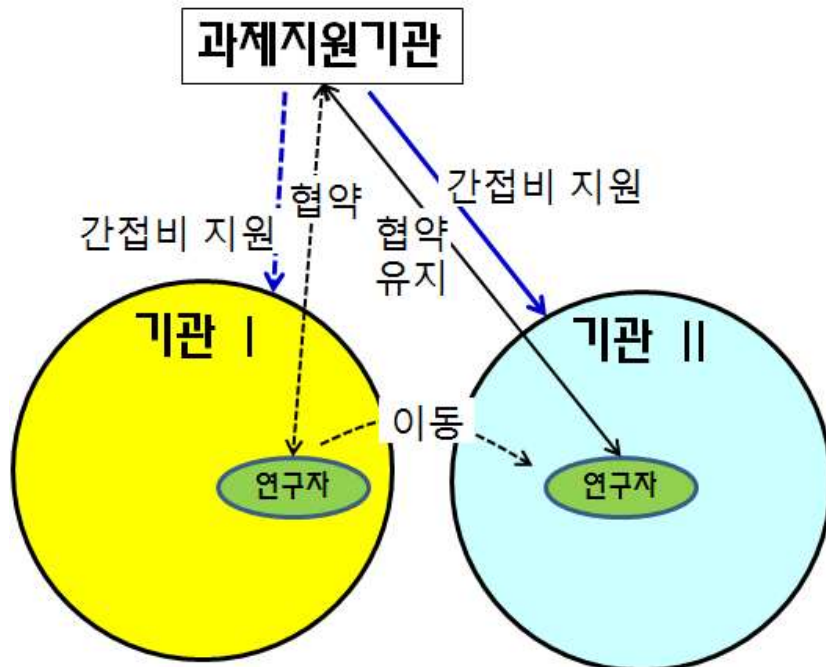


그림 13. 출연연의 Open Building 운영을 통한 전략적/정책적 기초연구 및 융합연구 지원 시스템

제 2 절 연구자의 자율성 및 연구 몰입도 향상

- 창의적 기초연구의 핵심 주체인 대학의 연구 지원 행정 능력을 제고하여야 함.
- 현재 대학에서의 연구자에 대한 행정적 지원시스템이 너무 관료적이고 비효율적이어서 연구자의 연구 몰입도를 크게 저하시키는 요인이 되고 있음.
- 연구를 열심히 하고자 하는 연구자에게는 비현실적이고 비상식적인 룰만을 강조하는 통제자 또는 관리자로서의 역할을 함으로써 연구 몰입도를 저하시키고 있으며, 전반적으로는 주먹구구식 행정으로 연구지원비가 부당하게 집행되는 것을 방지하지 못하고 있음.
- 따라서 창의적 기초연구의 핵심 주체인 대학의 연구 지원 행정 능력을 획기적으로 제고하여야 함.
 - 이를 위해 대학의 행정지원 부서에 대한 지속적 교육/훈련을 실시하고, 행정 지원부서에 대한 평가를 강화하여 이를 대학 지원과 연계하여야 함.
- 연구 지원기관과 연구자가 직접 협약하는 “개인 base 연구과제”를 시범 실시하여 대학의 행정 지원 체계 선진화를 강제할 필요가 있음.
 - 미국의 NIH 과제 중 일부 과제는 지원기관과 연구자가 직접 협약하는 방식을 취하며, 연구비 지원기관은 연구책임자에게 직접비를 지원하고 연구자 소속기관에는 간접비를 별도로 지원함. 연구자가 소속기관을 변경할 경우에는 지원기관은 간접비를 변경된 연구 기관에 지급하게 됨.
 - 이러한 연구책임자-지원기관 직접 협약은 유럽의 기초연구 프로그램인 제 7차 Framework Programme[07~13]에서도 채택되고 있음. 유럽연구협의회(ERC)는 16억 유로에 달하는 금액을 유럽의 연구자들에게 지원하는 데, 연구비는 연구자 소속기관이 아니라 연구자 개인에게 지원하는 것을 원칙으로 함.
 - 개인지원 과제의 경우 직접비에 대한 관리는 전적으로 연구자 개인에게 일임함. 연구자가 자유롭게 예산을 집행함으로써 연구 효율을 증가시킬 수 있는 장점이 있음.
 - 이러한 제도를 시행함으로써 소속기관은 연구수탁 책임자를 잡아두기 위해 경쟁적으로 연구자에게 우호적인 연구환경을 제공하고자 노력함으로써 연구자 중심의 과제 관리가 이루어질 수 있음.
- 그러나 투명하고 효율적인 연구비 집행 경험이 부족한 다수의 연구자가 존재하는 현실을 감안할 때 연구지원기관-연구자 직접 협약 과제는 일부 검증된 연구자에게 한정하여 시범적으로 운영하는 것이 타당함.



유럽 연합 ERC 프로그램, 미국 NIH 프로그램 참조

그림 14. 과제지원기관-과제책임자 직접 협약 과제의 운영 방식

제 3 절 기초연구의 목적지향성 강화 및 융합기술 연구 활성화

- 기초연구의 선진국인 미국, 일본 및 유럽에서는 순수기초연구보다 목적기초 연구에 대한 지원을 강화하는 추세 임.
- 일본의 대표적 기초연구기관인 이화학연구소(RIKEN)은 기존의 물리, 화학, 생물학, 지구과학 등 순수과학 중심의 연구에서 바이오 응용기술, 신소재 기술 등 목적지향적 기초기술 중심으로 연구의 패러다임이 변하고 있음.

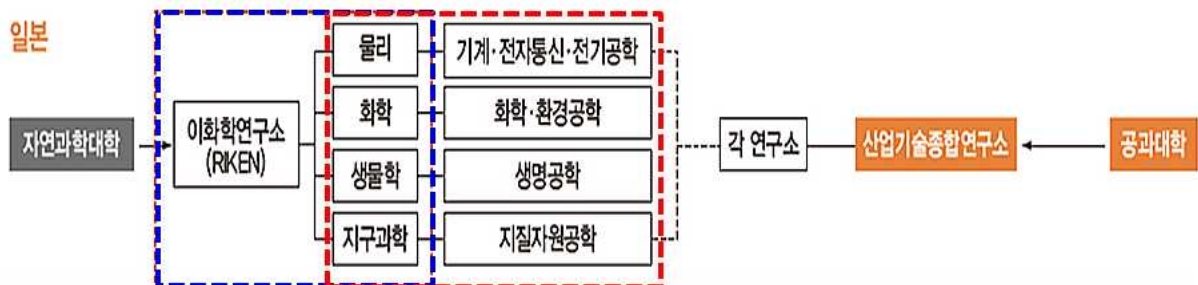


그림 15. 일본의 (순수)기초기술 연구기관인 RIKEN의 연구 패러다임 변화¹⁰⁾

- 특히, 최근 일본 정부는 기초연구의 실용적 활용을 강조하는 과학기술 정책 기조를 유지하고 있음. 이와 관련하여 일본 산업기술총합연구소의 본격연구(full Research)전략이 주목받고 있는 데, 본격 연구란 경제/사회 니즈에 대응하기 위해 다른 분야의 지식을 폭 넓게 선별하여 융합하고 적용하는 제 2종 (목적) 기초연구를 축으로 하여 미지의 현상에 대해 새로운 지식을 발견/해명하는 제 1종 (순수)기초연구와 제품화/실용화를 위한 응용기술 연구개발을 추진하는 것임.
 - 유럽의 기초연구 지원 프로그램인 제 7차 Framework Programme[07~13]에서 지원 대상 분야에 창의(Ideas) 분야를 새로 추가하여 창의적 기초 연구 지원을 강화하였으나, 동시에 우수 연구결과의 실용화를 지원하기 위한 ‘Proof of Concept’ 프로젝트를 도입함으로써 기초 연구의 목적 지향성을 강조함.
 - 한편, 미국의 경우 순수기초 연구를 강화하기보다는 다학제간 융합 연구를 강조하고, 나아가 인문학까지 접목함으로써 학문의 경계를 허무는 기술의 융합에서 미래 선도형 창의기술이 나올 수 있다는 인식이 사회적으로 받아들여지고 있으며, 다학제 융합연구가 정부연구소/기업연구소/대학에서의 창의 교육 및 창의 연구의 흐름으로 자리 잡고 있음.
- “... 기술만으론 충분하지 않다는 게 애플의 DNA입니다. 기술과 인문학을 융합해야 합니다. ... ” - 스티브 잡스

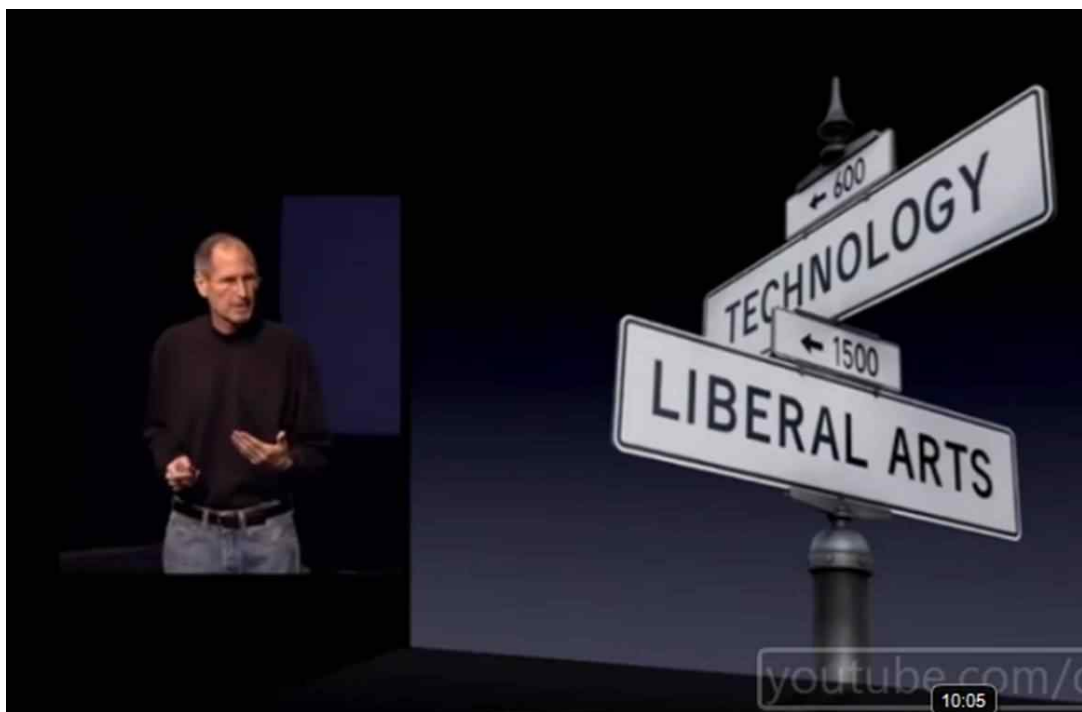


그림 16. 융합기술을 강조하고 있는 스티브 잡스

10) <http://scienceon.hani.co.kr/archives/12773> 뉴스에서 발췌하였음

- 이상에서 살펴 본 바와 같이 기술선진국에서는 목적기초연구와 학문의 경계를 허무는 융합기술 연구에 대한 지원 강화가 기초연구 지원 정책의 큰 흐름을 형성하고 있음.
- 최근 국내에서 추진 중인 기초과학연구원 지원사업은 기초연구의 목적지향성을 강화하고자 하는 세계적 기초연구 흐름과 배치됨.
- 따라서 현재 설립 중인 기초과학연구원은 순수 기초과학 연구를 위한 특화된 강소형 연구소로 운영하고, 대신 응용 연구 중심의 기존 정부연구소는 (목적) 기초 연구 역량을 강화해야 함.
- 이를 위해 자연과학 전공자를 기존 출연연에 대폭적으로 충원하고, 개인평가는 정량적 실적 평가 중심에서 질적 성과 평가 중심으로 변경해야 함. 나아가 응용/개발 연구 위주의 정부 R&D 투자 포트폴리오를 기초/원천연구 지원 중심의 차세대 정부 R&D 투자 포트폴리오로 수정하여야 함.
- 또한 대학에서는 다학제 융합학과 및 융합 프로그램의 활성화가 이루어지도록 지원해야 함.

제 4 절 풀뿌리 기초연구 지원사업의 전/후속 프로그램 운영

1. 풀뿌리 기초연구의 성과 극대화를 위한 토양 비옥화 지원 사업 운영

- 최근 풀뿌리 기초연구에 대한 지원(Seeding)이 활발히 이루어지고 있으나, 씨앗이 싹을 틔우고 거목으로 성장하기 위해 요구되는 토양 비옥화(fertilizing)를 위한 정책적 지원은 상대적으로 부족함.
- 대학의 경우 기본 연구 장비의 노후화, 연구장비 운영 인력 부재, 우수 대학원생 부족, 학위 후 연구자의 안정적 수급 부족 등의 열악한 연구 환경 때문에 풀뿌리 기초연구 지원사업 예산이 지원되더라도 창의적 기초연구의 성과를 기대하기 어려운 상황임.
- 따라서 대학의 기본 연구 장비 구축 및 장비 운영 인력 확보를 위한 정부 지원 프로그램이 강화되어야 함.
- 한편, 출연연의 경우 대학으로의 연구인력 유출이 매우 심각한 문제임. 이러한 인력 유출 현상은 60-70년내에 비해 출연연 연구원에 대한 경제적/사회적 대우가 상대적으로 열악해진 것이 가장 큰 원인임. 일례로 1960-70년대 출연연 연구원의 연봉은 교수 연봉의 3배 이상이었으나, 현재는 연봉 이외의 각종 경제적 혜택을 고려할 경우 경제적 보상 측면에서 대학 교수와 큰 차이가 없음. 또한 정년도 교수에 비해 4년이 짧음.(미국은 현재 정부연구소 연구원 연봉을 교수 연봉의 1.5~2배 내외로 유지하고 있으며, 연구원의 안정적 지위가 보장

됨). 따라서 전략적 기초연구를 수행할 우수 연구인력의 유출을 방지하기 위한 출연연 연구원의 처우 개선이 조속히 이루어져야 함.

- 대학과 마찬가지로 출연연의 기본/중대형 연구 장비 구축과 운영이 원활하지 못한 것도 기초연구 활성화를 저해하는 요소로 작용하고 있음. 과거에는 차관 제도에 의해 고가의 대형장비가 도입되어 각 대학 및 연구소에 연구개발과 관련된 서비스를 제공하였으나, 지금은 정부의 인프라 구축사업, 기관고유사업 등의 지원에 의해 제한적으로 신규 장비 도입이 이루어지고 있으므로 외국의 우수대학 및 연구소에 비해 인프라의 경쟁력이 저하되고 있음.
 - 또한 출연연에서는 실험장비를 운영하던 테크니션을 IMF 이후에 모두 별정직으로 대체하였는데, 그 결과 우수한 장비 운영자의 자리이동이 잦고 전문성을 높이기 위한 교육이 제대로 이루어지지 않아 수준 높은 연구 지원이 이루어지지 않고 있음.
 - 따라서 기초연구 지원사업이 충분한 성과를 내기 위한 기반 구축, 즉 고가 신규 장비의 도입, 노후 장비 대체가 보다 원활이 이루어지도록 지원해야 하며, 특히 장비 운영인력이 안정적으로 근무할 수 있는 지원 시스템이 구축되어야 함.
 - 대학이나 연구소가 장비운영인력을 정규직으로 채용하지 않으려 하기 때문에 기초장비 및 중대형 연구장비를 운영하는 한국기초과학지원연구원 또는 제 2의 테크니션 지원기관이 전문 테크니션을 정규직 또는 장기계약직으로 채용한 후 전국의 대학/연구소에 파견하는 방안을 고려할 필요가 있음. 이 경우 테크니션의 기본급은 한국기초과학지원연구원 또는 제 2의 지원기관에서 지급하고, 성과급은 활용기관에서 지급 함.
- 종료 평가제도의 실질적/입체적 운영을 통한 기초연구 지원사업의 성과관리
- 정부지원 연구과제는 기획-선정평가-중간평가-종료평가의 절차로 진행되며 최근에는 종료 후 성과관리를 위한 추적심사 절차가 이루어지기도 함.
 - 위 단계 중 종료평가는 상대적으로 중요성이 낮게 인식되고 있음.
 - 그러나 기초연구 지원사업의 성과를 극대화하기 위해서는 종료평가를 실질적으로 강화하여 기초 연구에 탁월성이 있는 연구자의 발굴 및 지원 강화, 연구 성과의 사장 방지, 부적격 연구자의 스크리닝과 연계하여야 함.
 - 우선 기초연구지원사업 과제 종료 시 평가를 통해 탁월성 연구자로 판정될 경우 훨씬 연구 몰입도가 높은 후속 연구를 지속할 수 있도록 지원하여야 함.
 - 탁월성 연구자가 대학교수인 경우 연구에 가장 큰 부담으로 작용하는 수업 일수를 줄여주거나, 출연연의 open building으로의 장단기적 이전을 통해 몰입형 연구를 추진할 수 있도록 인센티브를 부여함.

- 과제 지원 측면에서는 연구의 성격에 따라 추가적인 개인 창의 연구를 지원하거나 집단연구사업 또는 연구센터 사업으로 전환하여 연구를 지원함.
- 한편, 우수한 연구성과에도 불구하고 과제책임자가 후속 연구를 진행할 의사가 없다면 해당 연구개발 성과를 공개된 장소(기술 공개 시장)에서 발표하게 하여 해당기술의 성과를 타 연구자 또는 기업으로 이전하도록 함으로써 연구 성과가 사장되지 않도록 하여야 함.
- 한편, 2-3회 반복하여 성과가 부족하거나 부적절하게 연구비를 집행하는 연구자에게는 정부 과제 참여를 제한함으로써 국가 R&D 예산이 보다 적절한 연구자에게 지원될 수 있도록 함. 나아가 보다 강력하고 입체적인 종료 평가제 도입을 통해 과제 수행에 대해 책임지는 연구 풍토를 조성하여야 함.
- 다만, 창의적 기초연구의 활성화를 위해 정성적/질적 평가가 이루어져야 하며, 이를 위한 평가 기준이 마련되어야 함.

표 5. 종료 평가제의 평가 결과에 따른 후속 프로그램 연계 방안

연구주제에 대한 지속적 지원 필요성(탁월한 성과 또는 잠재적 가치 고려)	과제책임자에 대한 후속 지원 여부	후속 조치
0	0	<ul style="list-style-type: none"> - 과제책임자에게 물임연구 환경 제공(수입일수 감축 또는 출연연 Open building으로 이전) - 후속 연구과제 지원.(개인 창의 과제 연장 또는 집단연구/연구단 과제 지원)
0	X	<ul style="list-style-type: none"> - 기술 공개시장에서 성과 공개 후 후속 연구 수행 적임자 선정하여 후속 과제 지원 - 과제 책임자에게 과실이 있는 경우 정부 지원과제 제한 - 과제 책임자의 성향(새로운 주제 도전, 개인 연구 선호) 때문이면 적절한 후속 프로그램 지원
X	0	<ul style="list-style-type: none"> - 연구 주제를 변경하여 과제 지원 - 기술 공개시장에서 연구성과를 공개하여 수요자에게 성과 이전
X	X	<ul style="list-style-type: none"> - 공개기술 시장에서 성과 공개 후 원하는 기관/단위에 성과 이전 - 2-3회 반복될 경우 정부지원과제 참여 제한

제 4장 맺음말

- 본 보고서에서는 급변하는 국내 여건(기초연구 지원 예산의 급격한 증가, 기존 연구조직의 위상과 역할 재구성, 신규 국가 R&D 인프라 조직 형성)에 맞는 장단기 기초연구 지원/관리 체계에 대하여 검토하고 이로부터 정부지원 기초연구사업의 효율성을 극대화 방안을 제시하고자 하였음.
- 기존의 유사주제에 대한 보고서에서 언급되었던 원론적이고 개념적인 대안 제시보다는 현장에서 직접 기초연구를 수행하는 연구자의 경험을 바탕으로 현장에서 도입할 가치가 있는 실질적이고 구체적인 아이디어 위주의 대안을 제시하고자 하였음.
- 이로부터 “국가 R&D 컨터롤 타워의 연구기획/조정 능력 강화”, “전략적/정책적 기초 연구 및 융합연구 활성화를 위한 출연연 내 Open building 운영”, “과제 지원기관-연구자 직접 협약과제 시범실시 및 과제수행기관의 행정지원 점수의 과제 선정 반영”, “대학의 연구환경 개선을 위한 풀뿌리 기초연구 지원 이전의 토양 비옥화 지원사업 강화, 종료평가제의 실질적/입체적 활용”을 제안하였음.

참고문헌

1. 보고서 및 논문

- 김병태 외 3인, 「국가연구개발사업 성과관리·활용에 대한 조사·분석 및 개선방안 연구」, 교육과학기술부·KISTEP(한국과학기술기획평가원), 2008.12
- 김이환, 「기초연구 투자확대와 연구지원시스템 선진화 방안」, 한국물리학회, 2008.09
- 민동필(서울대학교), 「기초과학 경쟁력 향상을 위한 연구지원 전략 탐색 연구」, 한국학술진흥재단, 2008.04
- 손병호, 「국제과학비즈니스벨트 기초과학연구원 설립·운영 계획」, 한국과학기술기획평가원(KISTEP), 2011.11
- 윤현석(원광대학교), 「연구자중심의 기초연구사업 관련 규정 개선방안 연구」, 한국연구재단, 2009.12
- 이민형·김계수, 「기초연구 투자 확대에 따른 기초연구사업 관리체제 발전 방안」, 과학기술정책연구원(STEPI), 2008.02
- 이민형 외 6인, 「창의적 기초연구 활성화를 위한 추진전략 및 지원방안」, 과학기술정책연구원(STEPI), 2009.12
- 조현대 외 7인, 「기초연구 성과창출 및 확산촉진을 위한 연구시스템 개선방안」, 과학기술정책연구원(STEPI), 2010.12
- Bartelle Memorial Institute, 「2011 Global R&D Funding Forecast」, 2010.12
- KIST 기술정책연구소, 「TePRI REPORT vol.6」, 2011.10
- KIST 기술정책연구소, 「TePRI REPORT vol.7」, 2011.11
- KIST 기술정책연구소, 「TePRI REPORT vol.8」, 2011.12
- OECD, 「Main Science and Technology Indicators」, 2011.01
- Office of Intramural Training & Education, 「Research Training @ the NIH」, Pat Sokolove(Ph.D)
- The National Academies Press, 「NIH Extramural Center Program: Croteria for Initiation and Evaluation」, 2004

2. 정부자료

과학기술처, 「제3차 과학기술개발 5개년계획(1972~1976)」, 1971.12

과학기술처 과학기술실무계획반, 「제4차 경제개발 5개년계획 : 과학기술부문계획 (1977~1981)」, 1976.12

경제기획원, 「제1차 기술진흥 5개년계획(1962~1966)」, 1962

경제기획원, 「제2차 과학기술진흥 5개년계획(1967~1971)」, 1966.7

교육과학기술부, 「2009/2010년도 기초·원천연구 성과와 방향」, 2009.12

교육과학기술부, 「2010년도 원천기술개발사업 시행계획(안)」, 2010.01

교육과학기술부, 「2011년 교과부 연구개발사업 종합시행계획」, 2011.01

교육과학기술부, 「2011년도 기초연구성과활용지원사업 시행계획」, 2011.01

교육과학기술부장관, 「국제과학비즈니스벨트 조성사업 추진계획(안)」, 2011.05

교육과학기술부(기초연구정책관실), 「2009년도 이공분야 기초연구사업 시행계획」, 2008.12

교육과학기술부·한국연구재단, 「2011년도 교육과학기술부 R&D·인력양성사업 종합안내」, 2011.01

교육과학기술부·한국연구재단·한국과학기술단체총연합회, 「기초·원천연구 선진화 포럼」, 2009.10

교육과학기술부·KISTEP(한국과학기술기획평가원), 「2010 과학기술 통계백서」, 2010.12

교육과학기술부·KISTEP(한국과학기술기획평가원), 「2010 연구개발활동조사보고서」, 2010.11

국가과학기술위원회, 「기초연구진흥종합계획(안)」, 2009.01

국가과학기술위원회, 「주요업무보고」, 2011.06

국가과학기술위원회 운영위원회, 「기초연구진흥종합계획('08~'12) 2011년도 시행계획(안)」, 2011.05

국가과학기술위원회 운영위원회, 「이명박정부의 과학기술기본계획, 2009년도 시행계획(안)」, 2008.11

지식경제부, 「2011년도 산업기술 정책방향」, 2011.10

우주개발사업의 전 사이클 관리 및 평가/검증 체계 강화 방안의 제언

여재익 (서울대학교)

목 차

제 1 장 서론	143
제 1 절 '11년 과학기술 정책포럼 추진 배경	143
1. 기본 방향	143
2. 운영 방안	143
3. 연구 추진 방향 및 우주 사업 관리/평가체계 관련 이슈 도출	143
제 2 장 우주개발사업의 관리 및 평가체계	145
제 1 절 우주개발사업 특성 및 우리의 관리시스템	145
1. 우주개발의 특징	145
2. 우리나라 우주개발 사업 추진의 문제 해결을 위한 주안점	145
제 2 절 우주개발사업 관리의 문제점	146
1. 일관된 상설 관리/평가 조직의 부재	146
2. 안전 및 임무보장 조직 강화 필요	147
3. 정책적 일관성 부족	147
4. 평가제도의 문제점	148
5. 기타 사항	149
제 3 장 우주선진국의 사업관리 체계 분석	150
제 1 절 NASA 우주개발 사업관리 체계 분석	150
1. NASA의 조직도	150
2. 중장기 계획 및 목표수립 절차	151
3. 사업관리 및 평가 체계	153
4. 안전 및 임무 보증(SMA) 체계	154

제 2 절 JAXA 우주개발 사업관리 체계 분석	158
1. 사업관리 및 평가 체계	158
2. 안전 및 임무 보증(SMA) 체계	159
제 4 장 정책적 제언	165
제 1 절 우주개발사업의 구조적 개선	165
1. 전문성 강화를 통한 전략적 추진·관리체계 마련	165
2. 중장기적인 우주 안전임무보증 체계 구축	166
제 2 절 우주개발사업의 정책적 개선	168
1. 우주개발진흥기본계획('12~'16) 수정 및 보완	168
2. 우주개발사업 평가체계 개선	168
3. 특화된 우주 R&D 대폭 확대	170
4. 참여 기업체의 기술 수준 및 관리 개선	171
◆ 참고문헌	172

제 1 장 서 론

제 1 절 '11년 과학기술 정책포럼 추진 배경

1. 기본 방향

- 과학기술 정책포럼을 기존 정책현안 발제 대신 현장 연구자 (신진연구자, 40대 연구자)의 정책논의의 장으로 활용할 수 있도록 운영 방식을 변경함
- 신진 연구자 위주의 정책포럼을 구성함으로써 새로운 시각의 신선한 아이디어를 발굴하고 차세대 과학기술정책 연구진을 육성하는데 목적을 둠.

2. 운영 방안

- 본 분과는 5명 (분과장 1명, 참여 연구원 4명)으로 구성되었으며 정책포럼을 8~12월중 총 4회 개최됨.
- 본 분과의 포럼 결과는 KISTEP 이슈페이퍼로 발간하고 향후 정책 수립에 참고하는 것을 포럼의 목적으로 둠.

3. 연구 추진 방향 및 우주 사업 관리/평가체계 관련 이슈 도출

- 우주개발사업 특성 및 우리나라 관리시스템과의 비교 분석
 - 일반적인 연구개발 사업과 차별화되는 시스템 엔지니어링 특성 분석
 - 현재 우리나라 우주개발사업 관리의 문제점 분석
- 우주선진국의 사업관리 방법론 및 평가/검증체계 분석
 - 일본 JAXA의 Safety & Mission Assurance (SMA) 부서의 역할/임무, 사업 관리 및 프로젝트 평가 과정 분석
 - 미국 NASA의 PA&E (사업 분석 및 평가 부서)의 역할/임무, 사업관리 및 프로젝트 평가 과정 분석
- 우리나라 우주개발 환경에 내재화할 수 있는 정책적 제언
 - 전문성 강화를 통한 전략적 추진 관리체계 마련
 - 중장기적인 우주 안전임무보증 체계 구축

- 우주개발진흥기본계획 ('12~'16) 수정 및 보완
- 우주개발사업 평가체계 개선
- 특화된 우주 R&D 대폭 확대
- 참여 기업체의 기술 수준 및 관리 개선

제 2 장 우주개발사업의 관리 및 평가체계

제 1 절 우주개발사업 특성 및 우리의 관리시스템

1. 우주개발의 특징

- 우주개발은 장기간의 시간과 많은 예산이 소요되며 개발 리스크가 큰 사업 이면서도 2000년대 들어서며 국가안보·국민 삶의 질 향상·국가위상제고에 미치는 영향이 더욱 부각되는 국가 전략사업임
- 우주활용 분야의 민간 활동이 확대되었음에도 불구하고, 정부 수요의 위성이 전 세계 발사 위성의 대다수를 차지하여, 위성개발의 국가 주도적 성격은 여전
 - ※ 지난 10년 간(2000-2009) 발사된 전 세계 위성 772기 중 정부위성은 513기로 전체의 2/3 차지
- 발사체는 최근 미국의 Space X사의 Falcon 9 발사체를 제외하고는 모두 정부 주도로 개발

2. 우리나라 우주개발 사업 추진의 문제 해결을 위한 주안점

- 기존 국가수요 정부 위성개발은 우주개발 진흥 기본계획에 따라 체계적으로 진행
 - 민간 겸용위성 개발, 구매에서 개발로 민간위성 개발방식의 전환 등이 논의되고 있음
- 위성개발 수요가 범 부처로 확산되고 있음에 따라 기획 시 각 부처의 위성수요에 대한 조사, 수요자의 이해를 범부처적으로 조율하여 통합·조정하는 체계의 필요성 증대
 - 범부처, 산학연 각 계의 위성 개발 수요를 조사하고, 미래 수요를 창출하기 위해 연구하고 전파하는 조직 필요
 - 다양한 분야의 전문가를 참여시켜 참신하고 도전적인 위성개발 과제 도출 필요
 - 기상, 해양, 항공운행, 안보, 재난경보 등 다양한 위성개발 수요 부처를 조율하여 위성개발 시기와 예산 등에 공동 대처 필요
- 우주개발 사업의 산학연 개방성 확대 필요
 - 전체 국가 우주개발 효율성 및 역량 강화 측면에서 산학연 역할 분담과 예산 배분을 자문할 수 있는 전문 조직 필요

- 개발 리스크가 큰 사업의 특성을 반영한 평가 지표개발 필요
 - 우주개발사업 전체의 성공과 실패로 사업의 평가가 이루어지는 현재의 평가지표의 전환 필요

제 2 절 우주개발사업 관리의 문제점

1. 일관된 상설 관리/평가 조직의 부재

- 우주 정책·전략·행정 등의 Headquarters 기능 부족
 - 국가우주(위), 교육과학기술부 등이 관련 심의·조정·행정 기능을 수행하고 있으나 정책·전략 등의 기능 미비
- 한국적 현실을 반영한 우주개발모델 및 평가·관리체계 부재
 - 사업적 개념의 우주개발로 발사결과에 따른 성공 또는 실패의 이분법적 결과만 존재
 - 발사 성공여부에 따른 “성공” 또는 “실패”의 이분법적 평가
 - 범부처 사업의 경우, 동일사업에 대한 부처별 평가·관리로 사업 전체에 대한 전주기적 관리·모니터링 체계 미비
- 효율적인 사업 관리를 위해서는 담당 관리자의 첨단 우주기술에 대한 충분한 이해가 필요한데, 잦은 인사이동으로 관리자가 전문성을 갖추기 위한 시간이 부족함(교과부 2008년 3월 출범이후 과학기술 분야 직원의 평균 보직기간은 8개월(디지털타임스 2011.9.19일자)).
- 우주개발 사업 관리의 한 축을 담당하는 한국연구재단의 경우에도 임기가 정해진 단장의 이취임 및 실무 담당자의 잦은 이직으로 인한 업무 연속성과 전문성에 한계가 있을 수 있음
- 우주개발 사업은 대형 시스템 개발 사업인 반면 사업 전반에 걸쳐 내용을 충분히 이해하고 있는 관리 인원은 부족(매년 수백억원 이상의 개발 비용이 소요되는 위성, 발사체 개발 담당 교과부 우주 기술과 직원은 각기 2~3명 수준임)
- 기술, 정책, 사업관리, 평가, 국제협력에 이르는 우주개발의 전 사이클을 관장하는 상설 전문 조직이 필요하며 그 조직은 정치적 상황에 따라 존폐가 결정되지 말아야 할 것이며, 지속 가능해야 할 것임

- 미국의 우주청인 NASA는 우주전략 수립, 비용 추정, 사업관리, 예산 배분 및 평가에 이르는 우주개발의 전 과정을 수행하며, 우주개발의 강력한 control tower 역할 수행

2. 안전 및 임무보장 조직 강화 필요

- 미국, 일본 등 우주개발 선진국의 경우 수차례 미션실패 후 안전 및 임무보증 체계(SMA, Safety and Mission Assurance)를 강화한 사례가 있으므로 우주 안전 및 임무보증체계를 마련할 필요있음.
- NASA는 S&MA 관련 전담 부서인 OSMA(Office of Safety and Mission Assurance)를 주축으로 OCE(Office of the Chief Engineer), APPEL(Academy of Program/Project and Engineering Leadership)과 NESC(NASA Engineering and Safety Center)를 통하여 안전성 및 임무 보장 관련 피드백을 보장받음
- JAXA는 1998-2003년까지의 수차례의 미션실패 이후, Daniel Goldin(前 NASA Administrator)을 위원장으로 하는 외부 Advisory Committee에 중장기 발전계획안을 의뢰함. 2005년 위원회의 최종 보고서를 바탕으로 S&MA에 관련된 다양한 변화를 도입

3. 정책적 일관성 부족

- 담당 고위 공무원이 바뀔에 따라 기존의 정책 기조가 바뀌는 경우가 있음. 이는 우주개발에 혼란을 야기할 수 있기에 장기적, 거시적, 일관적인 정책적 판단/추진이 필요함
- 우주개발을 위한 중장기 계획을 확고히 세우고 여론이나 외압의 영향을 최소화하고 계획에 따라 일관되게 개발을 진행할 수 있는 여건 마련이 필요함. 시류를 타지 않고 꾸준히 우주 연구와 개발을 추진할 수 있는 정부 기구를 설립하는 것도 검토할 필요가 있음
- 우주기술은 기술파급력이 크고 국가 안보에 매우 중요하므로 우주개발을 국가전략사업으로 육성하는 정책이 필요
- 우주 개발은 장기간에 많은 예산이 소요되는 영역이므로 안정적인 예산 확보가 필수적임. 특히 투자 위험도가 높아 국가 차원의 안정적인 예산 지원이 필요함.
- 원활한 연구 개발을 위해서는 각 개발 단계에 맞는 연차별 예산 배정이 안

정적으로 이루어 져야 함.

- 국가의 우주개발계획(우주개발진흥기본계획 및 우주개발사업 세부실천 로드맵)으로 사업 기간, 사업비 총액, 연차별 예산이 결정되었음에도 불구하고, 연차별 사업비는 매년 기획재정부 및 국회의 심의를 거쳐야만 결정됨
- 이 과정에서 나로호 발사 실패 등의 우주개발 성과 창출 실패의 이유로 기존에 계획되었던 연차별 예산의 확보가 제대로 되지 않은 경우가 많으며, 이는 사업 일정의 지연을 초래함.
- 우주개발을 위한 국가적인 차원의 안정적 예산 확보 대책이 요구됨
- 환경 변화에 따라 연구 개발 비용이 애초에 예측된 예산 범위를 초과하는 경우 기존의 제도 내에서 탄력적인 예산 지원이 가능하도록 방안을 강구할 필요가 있음

4. 평가제도의 문제점

- 기존의 사업평가는 평가전담기관(한국연구재단)에서 1년에 한번 전문가들을 모아서 연차평가를 실시하는 것이 대부분임
- 우주개발사업은 대규모 시스템 사업인 만큼, 집중적이고 꾸준한 피드백이 필요, 기존의 평가 방식으로는 우주개발 사업의 전문성과 일관성을 확보하기 어려움
- 우주 개발에 실제적인 경험이 있는 산/학/연 인사들로 1회성이 아닌 평가위원회를 구성하여 지속적인 관심과 평가가 필요함
- 상시평가를 고려할 필요가 있으며, 연구 개발에 큰 부담을 주는 평가를 위한 평가가 되지 않도록 소프트웨어 등을 이용한 시스템적인 모니터링을 통한 평가가 가능하도록 방안이 마련되어야 함
- 외부 기관(한국연구재단)에서 평가하는 방식 이외에도 내부적으로 심사회 또는 위원회를 구성하여 진행 상황, 임무 달성을 체계적으로 점검하는 것이 필요함 (표 1을 참고하여 JAXA의 '진척보고회', '신뢰성 추진위원회'와 같은 내부조직을 구성하여 일정 주기별로 진행 중인 사업을 점검하는 것도 한가지 방안)
- 체계적인 사업관리를 확보한 일본의 JAXA를 참고하여 평가 방식, 진척 상황 보고, 임무 보존 측면에서 평가제도, 사업관리를 전체적으로 밀도있게 진행하는 것이 필요
- 원활한 평가를 위해서는 사업성과를 객관적으로 평가할 수 있는 평가지표의

산출이 중요함 (평가지표의 예로는 1) 주요 마일스톤(SDR, CDR, 발사 등)
2) EVMS(Earned Value Management System) 등)

- 이러한 관점에서 주기적인 연차 평가 보다는 결과가 분명한 마일스톤을 도출하여 주요 평가 지표로 삼는 것도 한 가지 방안임.
- 우주기술은 선진국에서 수출 통제 항목으로 지정하여 엄격하게 보호하고 있는 기술이므로 우리나라에서 관련 기술을 효율적으로 확보할 수 있도록 단계적인 원천기술 습득을 지원하는 평가 체계가 필요함

5. 기타 사항

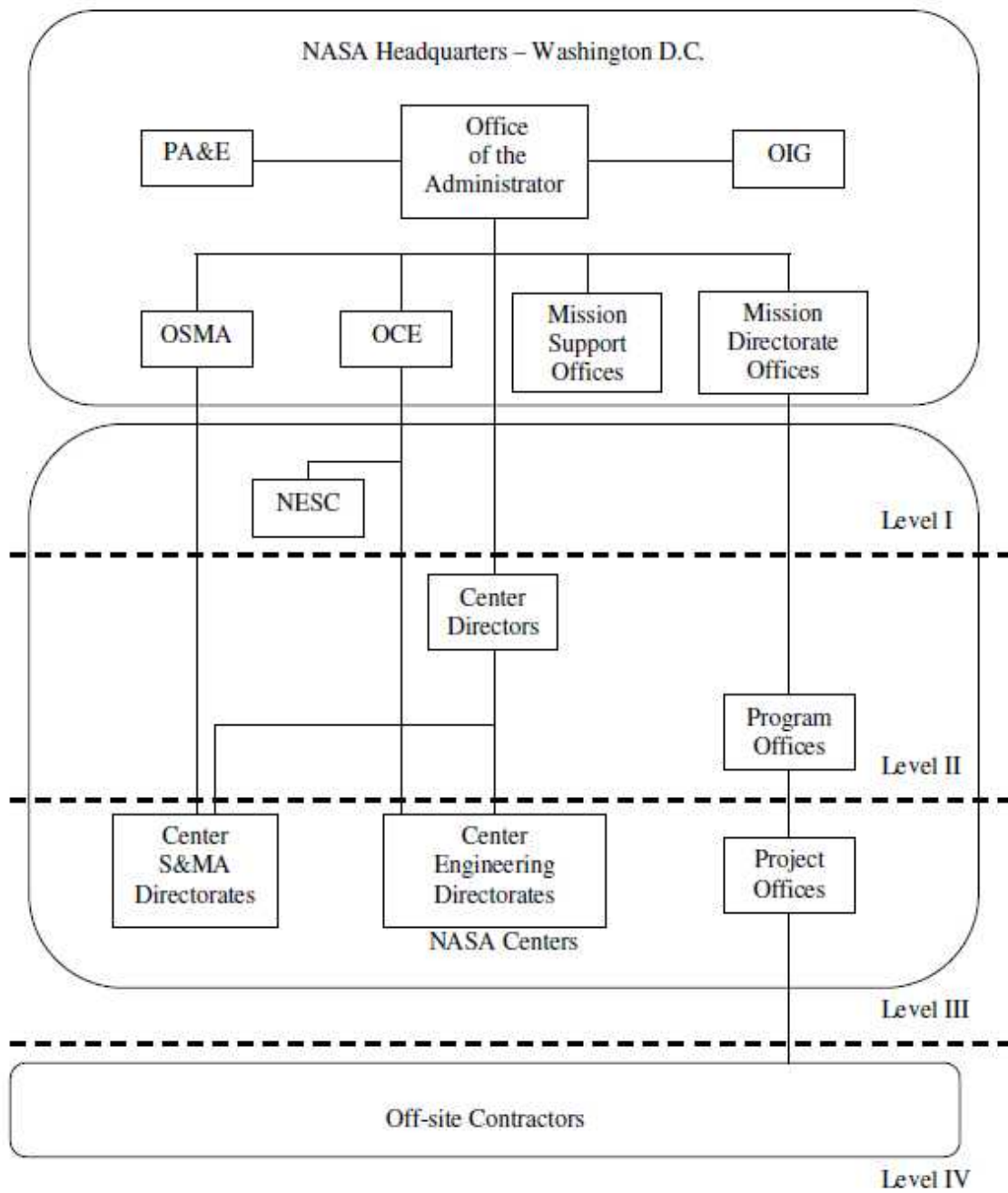
- 우주개발의 다양성 부족
 - 하나의 출연(연)에 관련 정책·전략, 인프라 구축, 기술적 다양성 확보 등을 전적으로 의존
- 참여 기업체의 낮은 기술 수준 및 관리의 어려움
 - 종래의 우주개발사업에서 기업의 역할은 항우연의 발주에 따른 용역이나 제작이 대부분이었기 때문에 단순 용역/제작만으로는 기업의 기술 축적 및 개발 역량 강화가 어려움.
 - 발사체나 위성 모두 제작되는 기수가 매우 제한적이므로 기업이 납품하는 물품의 수량이 많지 않음. 따라서 기업체에서는 안정적인 이윤을 기대하기 어려운 분야이므로 투자에 소극적임. 기업의 애로사항에 대한 보안 없이 성공적인 성과를 기대하고 관리하는 것은 한계가 있음.

제 3 장 우주선진국의 사업관리 체계 분석

제 1 절 NASA 우주개발 사업관리 체계 분석

1. NASA의 조직도

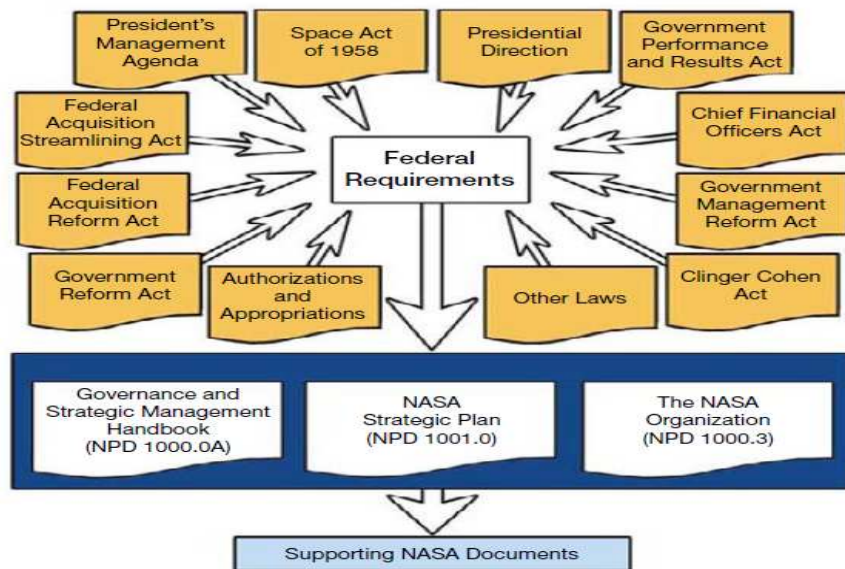
- NASA의 조직은 크게 역할에 따라 4단계로 나누어짐
- Level I, The Corporate Level: 통합 및 사업 관리
 - Office of the Administrator
 - PA&E(The Office of Program Analysis and Evaluation)
 - OSMA(The Office of Safety and Mission Assurance)
 - OCE(The Office of the Chief Engineer)
 - Mission Directorate Offices
 - Mission Support Offices
 - OIG(Office of the Inspector General)
 - NESC(The NASA Engineering and Safety Centers)
- Level II, The Program Level: 기관 관리 및 프로그램 관리
 - Center Directors
 - Program Offices
- Level III, The Project Level: 프로젝트 관리
 - Center Directors
 - Program Offices
- Level IV, The Contractor/Subcontractor Level: 외부의 계약자 및 하청업자 행동



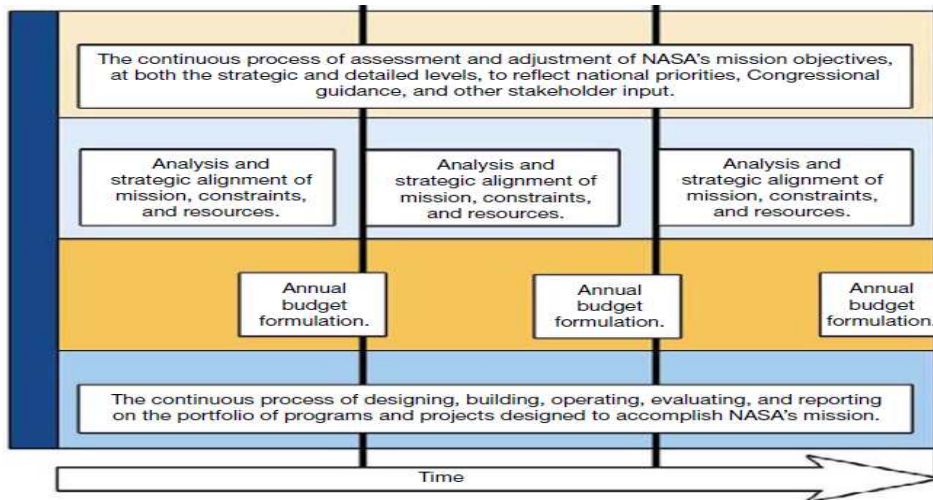
<NASA 조직도>

2. 중장기계획 및 목표수립 절차

- NASA의 경우 전략관리 시스템(Strategic management system)을 통해 중장기 계획 및 목표를 수립, 연방정부의 법령이나 대통령 훈령 등의 외부 요구조건들과 NASA내부의 요구조건들을 통합함.
- NASA전략 계획(NPD 1001.0)과 경영 및 전략관리 편람(NPD 1001.0A), NASA 조직도(NPD 1000.3)의 세 가지 내부분서들을 전략관리 시스템의 내부 요구조건들의 토대로 삼음.
- 전략관리 시스템의 계획수행 절차는 계획 수립(Planning)과 5년 단위로 전략적 목표에 부합하게끔 실행계획을 수립하는 프로그래밍(Programming), 예산확보(Budgeting)와 실행(Execution)의 3단계로 구성됨.



<전략관리 시스템 개략도>



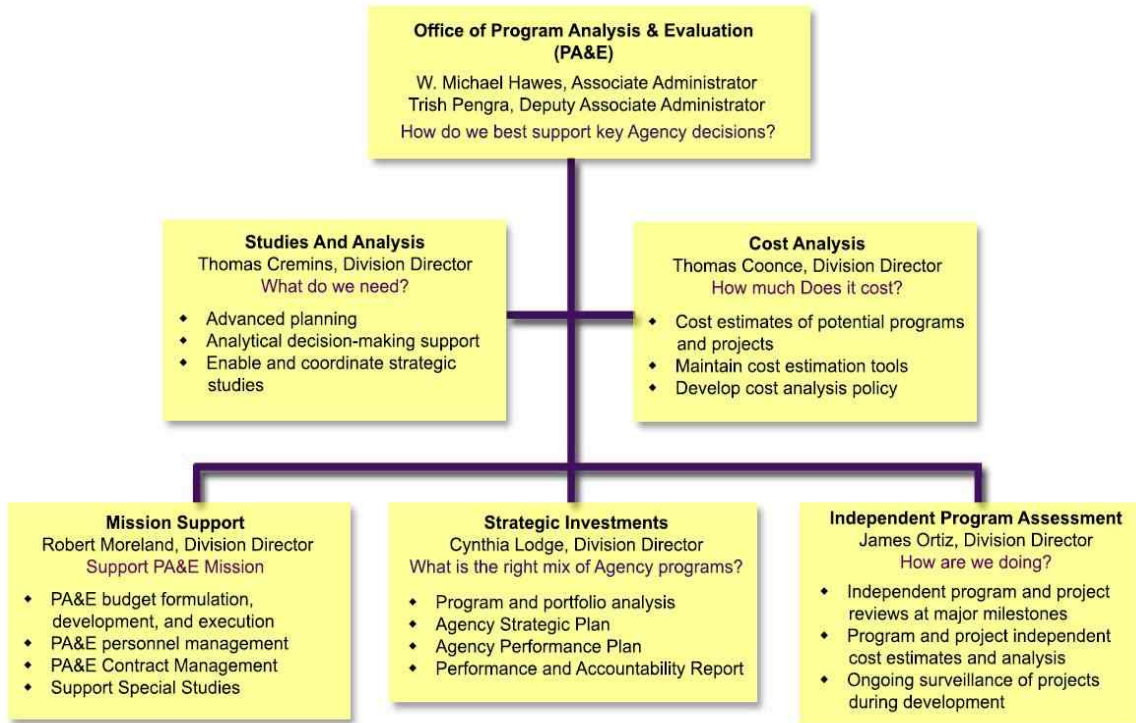
<전략관리 시스템 순서도>

3. 사업관리 및 평가 체계

□ OPA&E

- 프로그램 분석 및 평가기구(Office of Program Analysis and Evaluation)로 NASA에서 수행하는 프로그램들의 분석을 통해 전략적 결정을 위한 정보제공을 목적으로 2005년 4월 29일 설립.
- NASA의 사업관리 및 평가의 최고결정기구이며 산하기구로 연구 및 분석(Studies and Analysis), 비용분석(Cost Analysis), 임무 지원(Mission Support), 전략 투자(Strategic Investments)와 독립적 프로그램 평가(Independent Program Assessment)부서를 두고 있음.

Office of Program Analysis & Evaluation

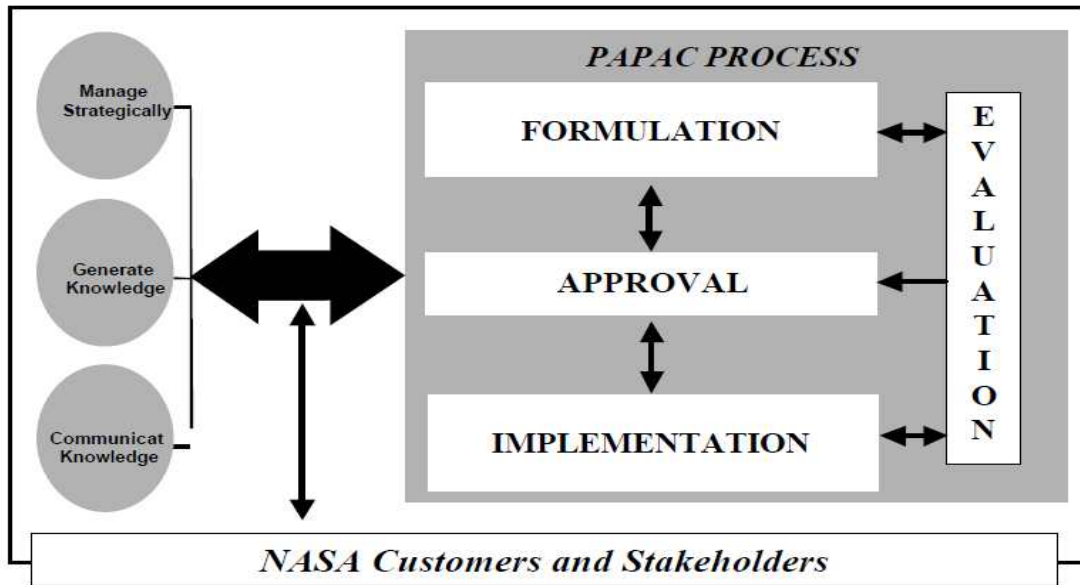


<OPA&E 조직도>

□ 프로젝트 및 프로그램 수행과정

- 프로그램의 일환으로써 한정된 자원을 가지고 일정 기간 동안 수행되는 특정한 프로젝트와 하나 이상의 프로젝트를 포함하는 관리 체계로서의 프로그램을 구분하여 상호보완적으로 각각의 Life Cycle을 관리.
- Provide Aerospace Products and Capabilities(PAPAC)에 의거하여 사업기획(Formulation), 사업승인(Approval), 사업수행(Implementation) 및 평가(Evaluation)의 총 4단계로 나누어 수행.

□ 프로그램/프로젝트 관리 과정 및 기능적 요구조건(Program/Project Management Process and Functional Requirements)을 통해 사업기획에서 승인 단계 까지를 관리하고 프로그램/프로젝트 관리 요구사항(Program/Project Management Requirements)을 통해 인적 및 물적 자원, 위험요소 및 성과 등의 관리체계를 구현함으로써 상호보완적인 전주기 사업관리체계를 구축함.



<PAPAC Process>

4. 안전 및 임무 보증(SMA) 체계

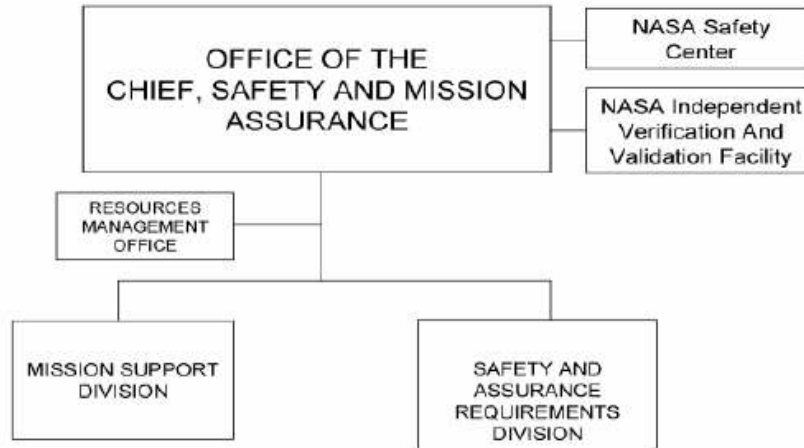
- 수석 엔지니어 부서(Office of the Chief Engineer)에서 직접적인 사업 실행의 기술적 완성도 평가 및 정책 수립 방향을 제시하며 이는 APPEL(Academy of Program/Project and Engineering Leadership)과 NESC(NASA Engineering and Safety Center)의 S&MA부서를 통한 안전성 관련 피드백을 제공받음.
- APPEL(Academy of Program/Project and Engineering Leadership)
 - 1988년 Program and Project Management Initiative (PPMI)의 설립을 모태로 하여 1993년 Dan Goldin의 NASA국장 취임을 계기로 기존의 문제점들을 혁파한 뒤 1998년 APPEL(Academy of Program/Project and Engineering Leadership)을 설립, 안전 및 임무수행 관련 문제점과 해결방안을 체계화 함.
 - 사업관리 표준 개설, 팀원들 간의 소통강화 및 교육훈련 실시, 기술적 완성도의 향상을 통해 2003년 콜럼비아호 사건 등 과거의 실패에 대응하여 기존의 기술적 전문성과 과정의 우수성에 머물지 않고 보다 확고한 S&MA체계를 수립함.
 - 프로젝트 관리 및 체계공학, 소통중심의 리더십 함양 등의 커리큘럼을 통한 인재양성과 학회주최 및 출판을 통한 지식 공유, 독자적인 연구 등을 통해 NASA의 S&MA체계에 공헌하고 수행중인 프로젝트를 뒷받침함.
- NESC(NASA Engineering and Safety Center)
 - 콜럼비아호 사건을 계기로 2003년 7월 창설

- 견제와 균형, 건전한 긴장, 가치제고 별도평가의 3가지를 강령으로 삼아 NASA내부에서 수행 중인 프로그램에 얽매이지 않고 위험도가 높은 프로젝트의 엔지니어링 완성도와 안정성을 높이는 연구를 독립적으로 수행하는 연구 단체
- 본부에 30~40명, 각 지부에 30~50명의 전문가 집단을 보유하고 있으며 각 지부마다 150~200명의 전문가 대기 인력을 배치하고 있음.
- NASA내부 직원들의 NESC지원기회를 보장하여 인력교류를 활발히 하고 있으며 이미 NASA 내부 TDT(Technical Discipline Team)인력의 71%를 보유함.
- 자체적인 NESC Academy를 통해 재료공학, 소프트웨어 엔지니어링, 추진기관 관련 커리큘럼을 제공하여 실질적 엔지니어링 지식을 전수하고 연구 성과들의 주기적인 출판 및 공유를 통해 잠재적인 안전성 문제를 제고함.

□ OSMA(Office of Safety and Mission Assurance)

- NASA 프로그램의 전반에 적용되는 S&MA 전략, 정책 및 표준을 수립하여 사업초기 및 전주기에 적용하며 위험관리 방법론의 개선, 독립적 S&MA 평가 및 절차적합성 검토, 치명적 안전성 문제관련 의사결정 지원과 S&MA 기술혁신을 통한 비용절감 등 모든 NASA 수행업무 전 과정의 안전성 보장 및 성공률 제고
- MSD(Mission Support Division), SARD(Safety and Assurance Requirements Division), NSC(NASA Safety Center), IV&V(Independent Verification & Validation) 등의 하위 부서들을 통해 보다 전문적인 S&MA 체계를 마련함.
 - MSD(Mission Support Division): 사업 수행 계획 수립 및 실행 감독, 안전성과 임무의 성공 확실성 평가를 통해 모든 NASA임무 수행의 안전성과 성공률을 높임. 약 12명의 전문 인력 배치
 - SARD(Safety and Assurance Requirements Division): 임무의 안전성과 성공률 관련 요구사항 및 지시사항의 규정과 문서화 작업 수행. 약 16명의 전문 인력 배치
 - NSC(NASA Safety Center): 업무 환경조성 및 외부로부터의 벤치마킹을 통한 업무개선을 통해 OSMA의 S&MA업무를 직접적으로 지원. 약 37명의 전문 인력 배치
 - IV&V(Independent Verification & Validation): 임무수행에 필수적인 지상 및 항공기반 소프트웨어의 안정성과 효율성을 증대시켜 소프트웨어 개발 및 체계공학 사업 구축을 담당. 약 150명의 전담인력 배치

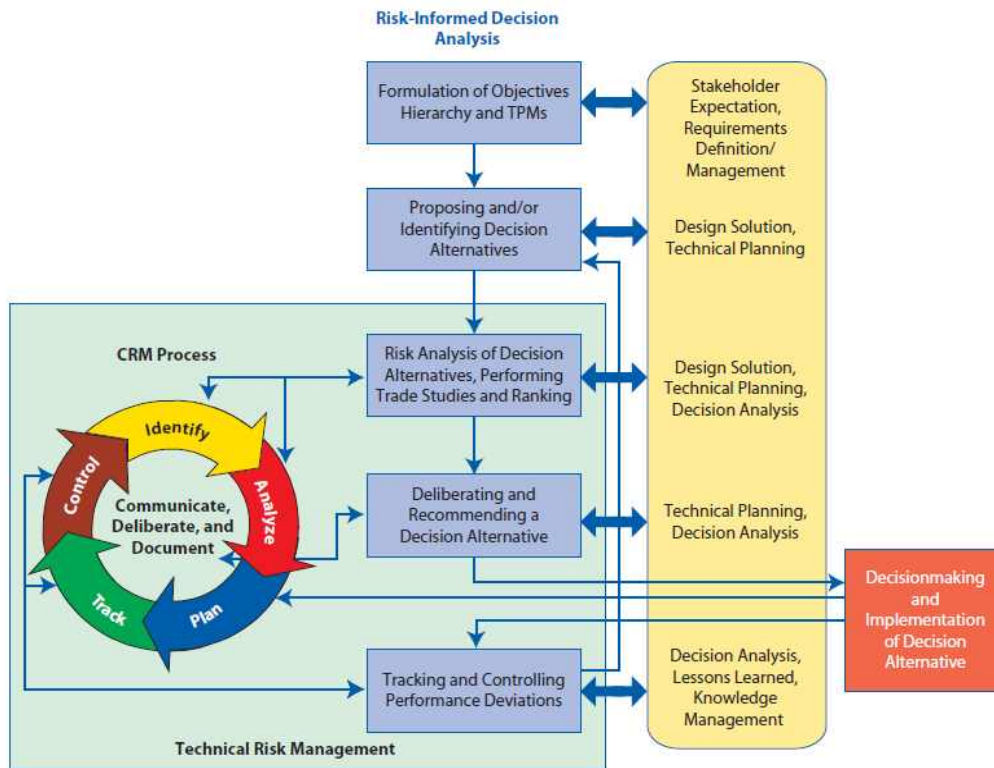
OFFICE OF SAFETY AND MISSION ASSURANCE



<OSMA 조직도>

- NASA 체계공학: 개발품 검증 및 기술관리 절차
 - 11) 새로운 규격 및 물품 목록 갱신 등 체계공학 기반의 일반적인 변동 사항 뿐 아니라 과거의 임무실패 및 사고 관련 자료들을 적극 반영하여 개발품 검증 및 기술관리 절차에 명기함.
 - NASA Integrated Action Team (NIAT), Columbia Accident Investigation Board (CAIB)의 사고 관련 보고서와 Diaz Report을 기반으로 NASA Office of the Chief Engineer(OCE)로 하여금 전반적인 엔지니어링 환경의 안전성 개선을 이루어냄.
 - 새로운 개발품의 검증의 경우 총 10가지의 과정 및 검증 표준을, 운용시험 평가의 경우 총 5가지의 과정 및 평가 안내 기준을 명기

- 기술관리 절차에 있어 기술적 위험관리 항목을 명기하여 기술적 위험요소들을 다루고 개선하는 방법을 Risk Matrix, CRM(Continuous Risk Management)등을 통해 체계화 시켜 명기함.

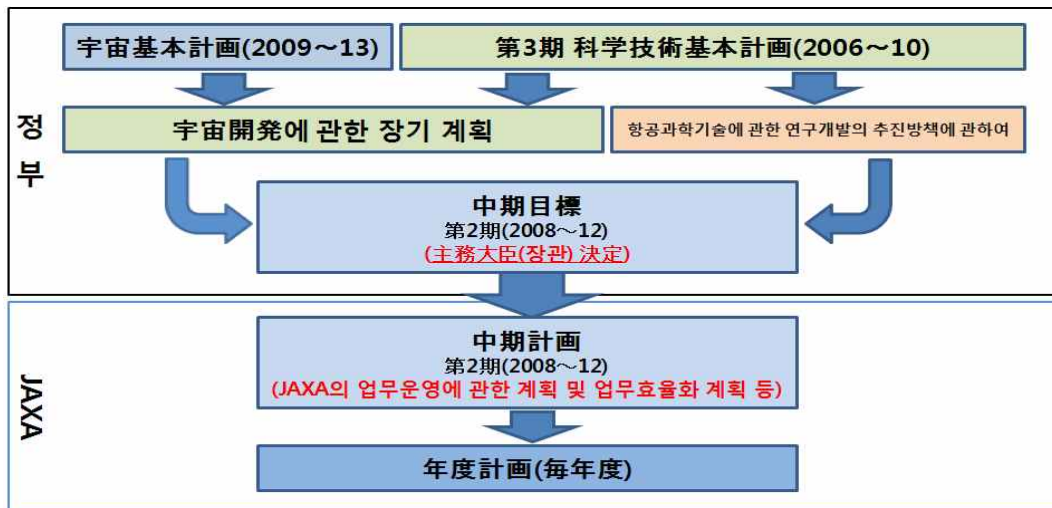


< CRM과 위험요소 파악 분석 사이의 상호작용 >

제 2 절 JAXA 우주개발 사업관리 체계 분석

1. 사업관리 및 평가 체계

- JAXA : “중기계획” 수립(문부과학성 승인), “연도계획” 수립보고
 - “중기계획” : 기관경영 뿐만 아니라 각종 사업에 추진전략 및 방향을 정의한 상위문서로 기관실적보고 등에 기본문서 (참고 : 平成22 사업보고서)
- 사업책임자 선정 : 이사장(President) 임명
- 전주기 사업관리
 - 사업준비심사, 사업이행심사 및 사업종료심사 실시
 - 연차평가 : 매년(내/외부 평가회 개최)



<계획수립 절차>

- “사업준비심사” 주요 검토사항
 - 임무요구(임무의 인지, 달성기준 등)
 - 사업비 규모를 포함한 임무 정의의 타당성
- “사업이행심사” 주요 검토사항
 - 목표, 범위, 체제, 스케줄, 인적·물적(비용) 자원의 타당

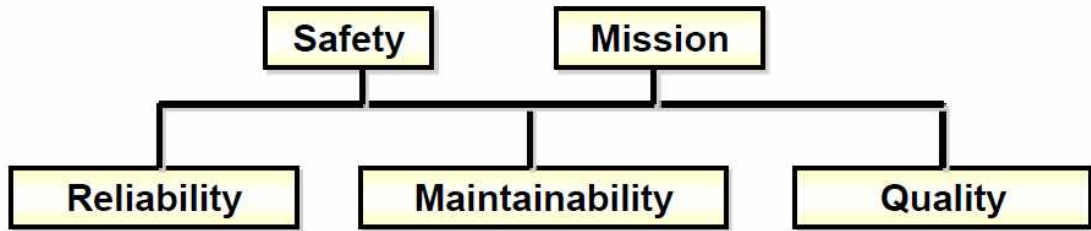
- 위험의 식별, 대처방안의 타당성
- 기관 차원의 이행준비 상황(예산계획, 인원계획) 점검
- 사업 준비·이행 점검의 일환으로 “진척보고회” 개최
 - 목적 : 사업주체간 견제와 균형 기능 강화, 경영진의 투명성 제고 등
 - 진행 중 사업은 분기별, 기획단계 사업은 반기별 개최
 - 각 PM(사업책임자) 등이 이사장에게 직접 보고
 - 보고사항 : 진행상황, 예산상황, 임무기본요구 달성 예상, 기타 사업관리 주요사항
- “사업종료심사” 주요 검토사항
 - 사업결과 및 경영판단결과 총괄평가
 - 사업종료 후 이행사항 점검
 - 사업 교훈 등의 계승

구 분	연구·기획단계		개발 단계 (발사·초기운용 포함)	운용 단계
	▽사업준비심사		▽사업이행심사	▽사업종료심사
사 업	개념 검토	프리 프로젝트 (pre-project) (하야부사2, 저소음초음속 기, SPICA)	프로젝트 (PLANET-C, 準天頂 위성, GCOM-W, ALOS-2)	운영사업 (JEM, WINDS,ALOS,ASTRO -E2, SOLAR-B 등)
	기획단계사업 진척 보고회에서 진척관리		사업 진척보고회에서 진척관리	

<JAXA의 사업진행단계 및 검토 절차>

2. 안전 및 임무 보증(SMA) 체계

- S&MA 활동 및 담당부서의 역할
 - S&MA의 목적은 기관 및 각 항공우주 연구개발사업의 안전성 및 임무보증을 통해 사업성공을 하고자 하는 것임. 신뢰성, 정비성(maintainability), 품질은 안전성 및 임무보증을 위한 필수요소임.



<관련 개념의 관련성>

○ S&MA 활동

- 각 협력업체(contractor)의 S&MA 업무가 JAXA에서 요구한 표준에 부합하는지를 검토하고 승인함.

※ 참고 : H-IIA의 경우 JAXA의 주계약자인 MHI의 S&MA 활동에만 JAXA가 직접 관여하고 MHI의 협력업체들은 MHI가 관리함.

- Technical review에 참여함(PDR, CDR 등)
- MIP(mandatory inspection point)나 각종 시험을 실사(Witness)/모니터함
- Audit (본부차원의 audit과 각 mission directorate 차원의 audit이 있음. 주 협력업체에 대해서는 2년에 1회를 실시하나, QA 프로그램이 확립되지 않은 작은 회사나 중요한 프로젝트와 관련된 회사에 대해서는 1년에 1회 실시)
- Material review board에 참여하여 Non-conformance 체크
- 이상의 활동은 S&MA부서 인원과 프로젝트 엔지니어들이 함께 수행함

○ S&MA부서의 역할

- 미션성공 보장을 위한 전반적인 시스템 점검
- JAXA에서 수행하는 연구개발 및 operation의 모든 단계에서 safety, reliability, maintainability, quality assurance, soft product assurance을 실천할 수 있도록 홍보함
- 프로젝트와 관련된 모든 엔지니어들이 S&MA에 관한 마인드를 가지도록 교육하고 홍보
- S&MA에 관련된 독립적인 평가 및 audit을 수행함

- S&MA에 대한 전략, 정책, 표준(standard)을 확립하고 이를 홍보함

□ S&MA 조직설치 관련 경위

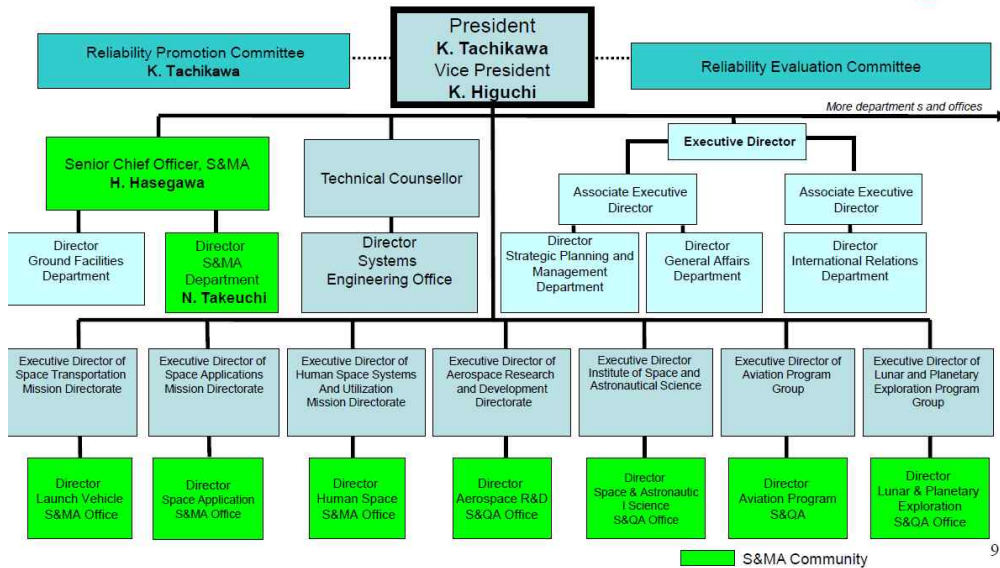
- JAXA는 1998-2003년까지의 수차례의 미션실패 이후, Daniel Goldin(前 NASA Administrator)을 위원장으로 하는 외부 Advisory Committee에 중장기 발전계획안을 의뢰함. 2005년 위원회의 최종 보고서를 바탕으로 S&MA에 관련된 다양한 변화를 도입
- Reliability Promotion Committee(신뢰성 추진위원회) 및 Reliability Evaluation Committee(신뢰성 평가위원회) 신설
- S&MA의 최종 책임자를 부원장급으로 격상함
- System Engineering Office 신설

□ S&MA 관련 조직구성

- S&MA의 최종 책임자는 부원장임: 이전에는 S&MA Senior Chief Officer가 S&MA의 최종 결정자였으나 조직변화 이후 부원장으로 최종 authority가 격상됨
- 원장의 점선조직으로 Reliability Promotion Committee (신뢰성 추진위원회)와 Reliability Evaluation Committee(신뢰성 평가 위원회)를 둠
- Reliability Promotion Committee (신뢰성 추진위원회)는 내부 위원회로 원장이 위원장을 겸임하며 행정부서를 제외한 모든 executive director(각본부 본부장급)가 위원으로 참여하여 JAXA의 S&MA에 관한 모든 정책 및 절차를 결정하고 관련된 가이드라인을 제공함. 월1회 개최



JAXA Organization and S&MA Community

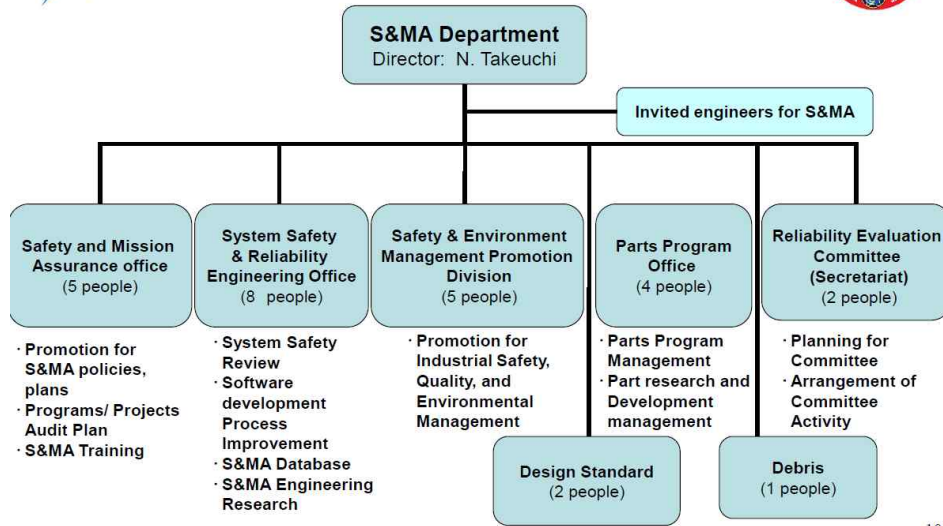


<S&MA 관련 JAXA 조직도>

- Reliability Evaluation Committee(신뢰성 평가위원회)는 독립적인 의견개진을 위해 JAXA와 직접적인 관련이 없는 외부의 산학 전문가들로 구성된 외부위원회임. 고정 핵심 위원들과 사안에 따른 해당전문가 (예를 들어, 소프트웨어 개발에 관한 안전의 경우 Toshiba 소속 전문가)들이 참여하며, 1년에 최소 4회의 공식적인 회의와 안전에 따라 비공식적인 회의를 가지고, 해당 안전에 대한 recommendation을 제공함
- S&MA 업무를 실제로 담당하는 조직은 3개의 층으로 구성되어 있음.
 - 본부수준의 S&MA Senior Chief Officer 및 S&MA Department
 - 각 Mission Directorate내의 S&MA Office : 관련 조직변화시 새로 도입된 조직으로, Directorate의 업무의 특성에 따라 많게는 15명 이상(예: Space Transportation Mission Directorate내의 Launch Vehicle S&MA Office) 적게는 3-4명의 인력(예: Human Space Systems and Utilization Mission Directorate내의 Human Space S&MA Office)이 배치됨. 이 인원들은 각 Mission Directorate의 Executive Director와 본부의 S&MA Department Director의 중복 관리 하에 있음. 각 Directorate내의 S&MA Office와 본부의 S&MA department는 한달에 2회 정기적인 회의를 통해 긴밀한 의사소통을 함
 - 각 프로젝트별 S&MA 담당자: 각 프로젝트 마다 1-2명의 S&MA 담당자를 둬



S&MA Department Organization



<JAXA H/Q S&MA 부서의 조직도 >

□ JAXA H/Q S&MA Department의 조직/업무

○ Safety & Mission Assurance Office, System Safety & Reliability Engineering Office, Part Program Office 등 3개 office와 Safety & Environment Management Promotion Division 등이 소속됨. 30여명의 직원들로 구성됨.

- 이외에도 S&MA를 위한 초청 엔지니어들의 도움을 받고 있음.

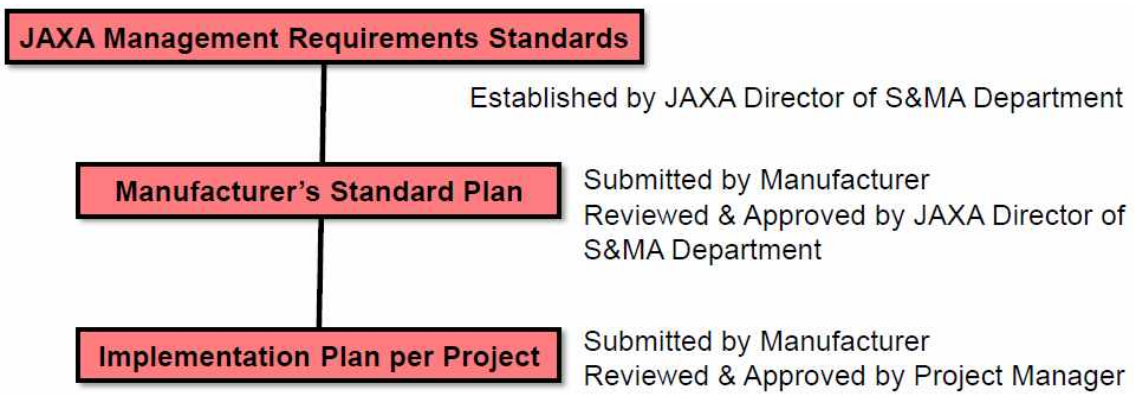
○ S&MA 계획 수립 및 정책의 promotion, Design Standard 생성/관리, S&MA 훈련, S&MA 엔지니어링 기법 연구, 관련 위원회 운영 등

- 총 80개의 설계표준서(Design standard)를 생성/관리

※ 우주비행체 49개, 발사체 16개 등 설계표준서 생성

JMR-001 System Safety Standard
 JMR-002 Launch Vehicle Payload Safety Standard
 JMR-003 Space Debris Mitigation Standard
 JMR-004 Reliability Program Standard
 JMR-005 Quality Assurance Program Standard
 JMR-006 Configuration Management Standard
 :
 JMR-012 Electrical, Electronic, and Electromechanical Parts Program Standard

<JAXA의 Management requirements standards>



<JAXA의 관리 요구표준의 집행 과정>

- JAXA 관리 요구표준 (Management requirement standards)
 - JAXA 관리 요구표준: 총12개의 각 분야별 표준을 가지고 있음.
 - JAXA 관리 요구표준의 집행
 - JAXA 관리 요구 표준에 적합하게 각 협력업체는 Manufacturer's Standard Plan을 제출하며, JAXA의 Director of S&MA Department가 이를 검토하여 승인함.
 - 승인된 Manufacturer's Standard Plan에 따라 각 협력업체는 다시 각 프로젝트별로 실행계획(Implementation plan)을 제출하고, 각각의 프로젝트 책임자들이 이를 검토하고 승인함.

제 4 장 정책적 제언

제 1 절 우주개발사업의 구조적 개선

1. 전문성 강화를 통한 전략적 추진 · 관리체계 마련

- 기술, 정책, 사업관리, 평가, 국제협력에 이르는 우주개발의 전반적인 단계를 관장하는 상설 전문 조직이 필요하며 그 조직은 정치적 상황에 따라 존폐가 결정되지 않고 지속 가능해야 할 것임.
- 미국의 우주청인 NASA는 우주전략 수립, 비용 추정, 사업관리, 예산 배분 및 평가에 이르는 우주개발의 전 과정을 수행하며, 우주개발의 강력한 control tower 역할 수행
- 현 교육과학기술부의 과 단위의 인력은 정책 수립, 예산확보, 사업관리, 국제협력 등의 기능을 수행하기에는 수적으로 부족하며, 잦은 업무 이동에 따라 장기적인 기간(위성 :5년, 발사체:10년)동안 이루어지는 기술개발 관리에 어려움.
 - ※ 영국은 유럽연합 주도의 사업에 자국 우주 산업체들의 역할 강화와 국가 주도적 우주개발을 위해 우주청 신설
- 2006년 동일한 문제 제기로 우주개발과 1개 과가 우주개발과, 우주기술협력과로 분리되었고, 2007년 국 단위의 우주개발심의관이 우주개발 관장
- 그러나 과학기술부의 교육부와의 합병, 나로호 발사 실패를 거치며 우주개발은 다시 한 개과가 관장
- 사업관리 전문성 제고를 목표로 한국연구재단에 우주전문위원 신설('05) 및 PM 및 RB(Review Board)('09)를 구성하고, 협약체계 일원화 추진
 - ※ 기존 교과부↔항우연 협약체계에서 교과부↔전문기관↔항우연으로의 협약체계 변경('10)
 - 그러나, 한국연구재단의 조직개편으로 우주만을 전문으로 하는 우주단장은 거대과학단장으로 개편('11)되었으며, 거대과학단장 외 우주전문인력 부족
- 기술, 정책, 사업관리, 평가, 국제협력에 이르는 우주개발의 전 사이클을 관장하는 상설 전문 조직이 필요하며 그 조직은 정치적 상황에 따라 존폐가 결정되지 말아야 할 것이며, 지속 가능해야 할 것임
- 우주개발의 특성을 감안시 우주개발체제 개선(안)으로 우주청 설립이 가장 이상적이나, 우리나라의 우주개발 규모, 개발 단계 등을 감안 시, 우주청 설립 선행 단계로 한국항공우주연구원 내 (가칭)국가우주정책센터를 설치하여 우주개발에 대한 기획과 산학연 구심체 역할 담당

- 현재 우주개발 기획에 관한 실질적 업무를 항우연이 담당하고 있으며, 전문성, 지속적인 조직의 유지 등을 감안 시 항우연 내 설치

※ “우주개발사업 지원제도연구(과제책임자:이창진)”의 일환으로 진행한 설문 조사에서 우주개발을 위한 정책기획능력 발전을 위해 항우연의 능력이 향상되어야 한다고 조사(항우연 :44%, 교과부:30%, 국과위:13%, STEPI등 전문기관:7%, 한국연구재단:6%)

	항우연	교육과학기술부	국가과학기술위원회	STEPI 등 전문기관	한국연구재단
전체 응답자(233명)	44%	30%	13%	7%	6%
항우연 응답자(121명)	54%	30%	11%	3%	2%
우주전문 산학연 전문가(112명)	33%	31%	13%	12%	11%

- 우주개발의 국가 주도적 특성을 고려하여, 정부와의 협력이 긴밀하고, 우주개발을 담당하고 있는 항우연내 설치하고, 정책 자문 및 평가는 항우연 외부의 전문가가 담당하도록 하여 객관성과 효율성 확보
- 국가우주정책센터의 항우연외 설치는 실질적인 업무를 수행하는 인력 집단과 정부간 또 하나의 관리조직을 만드는 비효율성 초래
- 제한된 우주인력 및 예산, 기술에 바탕 한 전문성, 지속 가능성 등을 고려하여 국가우주정책센터의 설립 필요
 - ※ 한국생명공학연구원내 생명공학정책연구소 운영
 - ※ 한국학중앙연구원내 한국학진흥사업단을 별도로 지정·운영하여 한국학 국가연구개발사업에 대한 정책·기획·관리 기능 수행

2. 중장기적인 우주 안전임무보증 체계 구축

- 대형우주개발사업에 대한 독립적인 안전·임무보증(SMA, Safety & Mission Assurance) 기능이 필요한 부분은 사업성공을 제고측면에서 동의
 - NASA, JAXA도 수차례 실패 후 독립적인 SMA기능 강화, 별도 부서 설립
 - 국내자원(전문인력, 예산) 가용성 측면에서 현재와 중장기 미래를 구분하여 생

각할 필요 있음.

- 현재 개발을 위해 필요한 전문인력, 예산도 매우 부족한 실정
- 완전히 독립적이지는 못하더라도 개발주관기관(/부서)은 안전임무보증, 제품보증 업무를 사업범위 내에서 수행 중임.
- 중장기적으로 연구개발된 기술을 활용한 우주비행체 제작업무가 산업체로 대폭 이양되는 시기에는 국가적으로 독립적인 안전임무보증 기능수행이 필요
- 우주개발선진국인 미국, 일본의 경우도 NASA, JAXA 내부에 개발부서와는 독립적인 부서를 설치하여 기능을 수행하고 있음.

○ 전문인력이 결집되어 있는 KARI에서 수행하는 것이 바람직 함.

- 독립성 확보 사례는 NASA, JAXA 뿐만 아니라 나라온, KHP 개발 등 국내 사례 있음

※ 항공기 인증업무(KC100 나라온 개발) : KARI 항공안전기술개발사업단이 개발주관, KARI 항공우주안전인증센터는 형식증명업무를 국토해양부로부터 위임 받아 인증업무 수행

※ 기술관리업무(KHP개발) : ADD는 임무장비개발주관기관, ADD KHP기술관리단은 방사청으로부터 기술관리업무를 위임받아 수행

□ 중장기적으로 “(가칭)우주안전임무보증관리단(or 센터)” 설립 고려 가능

○ 현재는 국내자원을 고려, 개발주관기관에 일임. 단, 2차 기본계획에 언급한 바와 같이 교과부(연구재단)는 비상근 전담평가단 운영 예정

※ 전담평가단은 전문인력 확보나 비상근 문제로 실효성 측면 검토 필요

○ “(가칭)우주안전임무보증관리단(or 센터)”은 산업체 수행부분에 대한 철저한 기술관리 수행

제 2 절 우주개발사업의 정책적 개선

1. 우주개발진흥기본계획 ('12 ~ '16) 수정 및 보완 [기 수정 통과]

- 현재의 우주개발진흥기본계획은 국가의 전략적 수요에 기반한 우주제품의 “납품” 일정 및 추정 소요 예산만 포함
 - '15년까지 우주관련 전문인력 약 4,500여명
 - '10년까지 총 13기(실용위성 7기, 과학기술위성 4기, 정지위성 2기 등, 착수 4기 포함)의 인공위성 개발
 - '07년 저궤도 소형위성 및 '15년 저궤도 실용위성 자력 발사
 - '07년까지 우주센터 건설 및 운용
 - ※ 구체적 개발계획, 인력양성계획, 관련 R&D 프로그램 전무
- 미래사회 전망으로부터 우주분야에 대한 국민·사회·경제·산업·문화적 수요를 바탕으로 비전과 목적 설정
- 비전과 목적 달성에 필요한 핵심우주기술 도출·분석, 개기(또는 확보) 전략 등을 포함하도록 우주개발진흥기본계획 수정·보완
 - 비전 및 목적 설정 → 필요기술 도출(기술분류) → 핵심기술 도출 및 분석 (TRM) → 개발·확보 우선순위 설정 → 종합발전계획 수립 등을 포함하도록 수정·보완
- 미래 수요에 따른 막대한 우주개발예산 조달 방안 제시
 - 계속비 개념의 용역사업과 R&D 성격의 기술개발사업 구별
 - '15년까지 우주관련 전문인력 약 4,500여명

2. 우주개발사업 평가체계 개선

- 대형우주개발사업에 대한 독립적인 안전·임무보증(SMA, Safety & Mission Assurance) 기능이 필요한 부분은 사업성공을 제고측면에서 동의
 - NASA, JAXA도 수차례 실패 후 독립적인 SMA기능 강화, 별도 부서 설립

- 국내자원(전문인력, 예산) 가용성 측면에서 현재와 중장기 미래를 구분하여 생각할 필요
 - 한국형 우주개발모델 및 평가·관리체계(안) 마련
 - 현재 개발을 위해 필요한 전문인력, 예산도 매우 부족한 실정
 - 완전히 독립적이지는 못하더라도 개발주관기관(/부서)은 안전임무보증, 제품보증 업무를 사업범위 내에서 수행 중임.
 - 중장기적으로 연구개발된 기술을 활용한 우주비행체 제작업무가 산업체로 대폭 이양되는 시기에는 국가적으로 독립적인 안전임무보증 기능수행이 필요
 - 우주개발선진국인 미국, 일본의 경우도 NASA, JAXA 내부에 개발부서와는 독립적인 부서를 설치하여 기능을 수행하고 있음.
- 전문인력이 결집되어 있는 KARI에서 수행하는 것 지향
 - 독립성 확보 사례는 NASA, JAXA 뿐만 아니라 나라온, KHP 개발 등 국내 사례도 있음.
 - ※ 항공기 인증업무(KC100 나라온 개발) : KARI 항공안전기술개발사업단이 개발주관, KARI 항공우주안전인증센터는 형식증명업무를 국토해양부로부터 위임 받아 인증업무 수행
 - ※ 기술관리업무(KHP개발) : ADD는 임무장비개발주관기관, ADD KHP기술관리단은 방사청으로부터 기술관리업무를 위임받아 수행

개발체계	세부개발체계	평가·관리체계
기획단계	Phase 1 : 임무선택단계 MSP : Mission Selection Phase - MCR : Mission Concept Review - MDR : Mission Design Review - Mission Selection & Conceptual Design	기획평가 - Mission Concept 선정 (복수후보) - 최적 System Concept 선정
↓		
개발단계	Phase 2 : 예비설계단계 PDP : Prelim. Design Phase - SRR : System Requirements Review - SDR : System Design Review - PDR : Preliminary Design Review Phase 3 : 상세설계단계 CDP : Critical Design Phase - CDR : Critical Design Review - SAR : System Acceptance Review Phase 4 : 개발단계 DP : Development Phase - MRR : Manufacturing Readiness Review - TRR : Test Readiness Review - PSR : Pre-Ship Review - 발사 : 개발 phase 종료	개발평가 - 세부개발체계 단계별 Review 결과를 반영한 연도별 진도관리 또는 현장실사 실시 (※ 필요시 해당 Review 재실시 또는 조건부 승인) - 개발단계 최종평가
↓		
운용단계	Phase 5 : 운용단계 OP : Operations Phase - 임무수행(연구 및 개발결과 활용) 시작	연구평가 - 임무수행 진도관리·현장실사 및 단계·최종평가
↓		
종료단계	Phase 6 : 종료단계 DP : Decommissioning Phase - DR : Decommissioning Review	성과평가 - 개발 및 연구결과 성과평가

3. 특화된 우주 R&D 대폭 확대

- 국가의 수요에 따른 우주개발과 우주기술의 다양성 확보를 위한 우주개발의 조화로 균형 잡힌 우주개발 추진
- 국가의 전략적 수요에 따른 하향식 우주개발사업 추진

범 주	사 업 명	주요 목표
자주적 우주정보력 확보	다목적실용위성 개발사업	- 한반도 지상관측 등 실용급 고정밀 관측위성을 국내 주도로 개발 - 위성자료 수신처리 및 위성영상 활용 능력 확보
세계 10대 우주강국 진입 (2015년)	정지궤도위성 개발사업	- 위성통신, 해양기상 관측용 위성 개발 - 해양 및 기상 자료처리 기술 개발과 관련 지상국 국산화
자주적 우주 운용력 확보	한국형위성발사체 개발사업	- 소형위성 및 실용위성을 지구저궤도에 진입 시킬 수 있는 발사체 개발
	우주센터개발사업	- 발사장 건설 및 운영 기술 확보 - 발사체 엔진 성능시험 기반 구축

- 우주기술의 Spectrum 확대 및 특화된 우주급 핵심기술 확보를 위한 상향식 우주개발로 우주기술의 전문화·고도화 유도
 - 적은 개발비용, 짧은 개발일정으로 새로운 기술, 아이디어 등을 검증할 수 있는 과학기술위성 및 소형위성개발사업 대폭 확대
 - 다양한 아이디어, 기술의 융합에 의한 신기술 창출 등을 위한 R&D 대폭 확대

4. 참여 기업체의 기술 수준 및 관리 개선

- 기업의 기술 수준 및 개발 역량 강화를 위해서는 기업의 인력을 사업 초기의 설계단계부터 참여토록 조정
- 기업의 적극적인 사업 참여를 위해서는 안정적인 사업 추진에 의한 개발 기수(제작 기수) 확보 및 각종 세제 지원, 설비투자 지원 등의 정부차원의 지원책이 필요할 것임. 이를 통하여 기업이 위험을 감수할 만큼 이익을 얻을 수 있을 것이라는 확신을 줄 수 있어야 함.
- 기업에서 우주개발 전문 인력 확보가 용이하도록 병역특례 제도 등의 지원책이 고려될 필요가 있으며, 교육을 통한 인재 육성 장려를 위한 방안 등도 고려되어야 함.

참고문헌

NASA, <http://www.nasa.gov>

디지털타임스, 2011.9.19일자

JAXA 사업보고서, 2011

JASA SMA부서 설명자료, 2010

우주개발사업 지원제도연구(과제책임자:이창진), 2011

N. Dulac, et al., Demonstration of a New Dynamic Approach to Risk Analysis for NASA's Constellation Program, MIT CSRL Final Report to the NASA ESMD Associate Administrator, 2007

조상연 외, KSLV-1 나로호의 발사체 안전 관리, 항공우주기술 제9권 제2호, 2011

공공부문 R&D 기관평가 해외동향, 한국과학기술기획평가원, 조사자료 2009-07, 2009

창업시대에 대응한 이공계 고등교육 방향

엄 미 정

목 차

제 1 장 서론.....	177
1. 연구의 필요성.....	177
2. 연구의 목표.....	178
제 2 장 이공계 인력의 진로와 창업의 중요성.....	179
제 1 절 노동시장의 변화와 창업.....	179
제 2 절 이공계 인력의 인력수급과 진로·경력 변화.....	182
1. 진로 변화.....	182
2. 100세 시대의 도래와 이공계 인력의 경력전환.....	186
제 3 장 창업시대에 요구되는 이공계 역량.....	189
제 4 장 해외 동향 및 사례.....	193
제 1 절 해외 주요국의 동향.....	193
1. 전반적인 창업교육 동향.....	193
2. 공학분야 교육과정 개선 지원.....	194
제 2 절 우리나라 창업교육 현황 및 한계.....	199
제 3 절 주요대학의 동향.....	203
제 5 장 정책 시사점.....	205
◇ 참고문헌.....	208

제 1 장 서 론

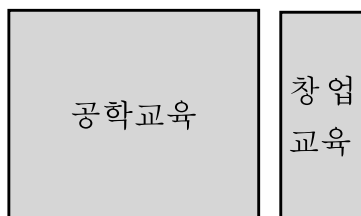
1. 연구의 필요성

○ 이공계 인력 수급의 문제와 창업의 중요성

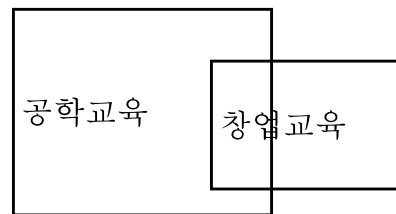
- 국가 전체적으로 고등교육 진학률이 증가하고 고급 일자리가 정체에 따른 청년실업 문제의 심화로 창업에 대한 투자가 확대되고 있는 추세임
- 상대적으로 다른 전공에 비해서 취업여건이 양호하긴 하나 과거에 비해서 급격히 취업여건이 악화되고 있고 이에 따라 벤처창업에 대한 관심 증가
- 학생들의 진로가 조직내 엔지니어로의 진로보다는 그 외의 진로가 확대되고 있는 상황이므로 과거 엔지니어를 양성하는 교육에서 변화 필요

○ 벤처창업의 활성화와 이공계 교육의 방향

- 전통적으로 이공계 교육은 취업을 전제로 한 전공역량의 강화에 초점을 둠
- 그러나 벤처창업과정에서 학생들이 직면하는 문제는 전공 이상의 다양한 역량이 요구되며 이에 따라 새로운 교육의 방향이 설계되고 지원될 필요
- 여러 대학에서 학과외 활동으로서 창업 관련 프로그램이 개설·지원되고 있어 이에 대한 평가와 정부차원에서 요구되는 지원방안을 도출할 필요



<과거 공학교육과 창업교육>



<창업시대 공학교육과 창업교육 관계>

*STRONG KOREA, 1부·(7) "창업경험은 무형자산...이공계 교육시스템 바뀌어야
안철수 교수는 "과학기술은 현장과 동떨어진 게 아니라 항상 함께 가는 것"이라며 "이
공대생들이 기업가정신 커뮤니케이션 리더십 마케팅 등 인문사회 과목을 수강하도록 학
부 구조를 바꿔야 한다"고 지적했다. 마케팅이나 전략기획 등에 대한 개념이 있는 상태
에서 연구·개발(R&D) 과제를 기획·수행하는 경우와 그렇지 않은 것은 천양지차라
는 설명이다. 또한 안 교수는 "전공 수준의 깊이 있는 공부가 아니라도 관련 분야를 공
부할 기회를 갖는 게 필요하다"며 "과학기술자들은 한 분야에서 '나 혼자만 열심히 하
면 알아주겠지'라는 생각은 버려야 한다"고 말했다. ...*

출처) 한국경제 2011.3.28자

2. 연구의 목표

- 학생들의 진로가 다양해지고 창업이 주요한 진로로 고려되는 상황에서 창업가 정신을 공대 학생들이 보편적으로 교육받을 수 있도록 이공계 교육의 방향을 재설정할 필요성을 강조하며, 그 방향에 대해 제언
- 보다 구체적으로 1) 이공계 대학생의 소양으로서 기업가정신 및 창업역량의 의미를 분석하고, 2) 창업시대에 이공계 인력에게 요구되는 핵심역량의 변화와 그에 따른 이공계 교육의 개선방향을 모색하며, 3) 관련한 주요 정책의제를 제안하고자 함

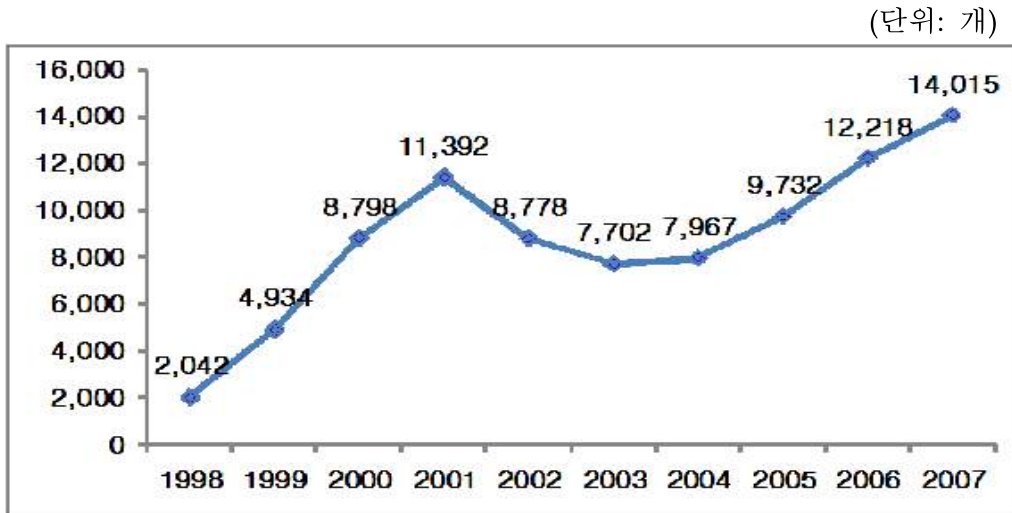
제 2 장 이공계 인력의 진로와 창업의 중요성

- 이공계 인력의 교육과 관련하여 창업 자체, 혹은 진취적인 기업가 정신이 중요해지는 것은 노동시장 및 이공계 인력의 경력 측면에서 살펴볼 수 있음
- 먼저 노동시장 자체의 속성 변화로 인한 것임
 - 노동시장 내에서 대기업 일자리 창출 여력의 한계로 인하여 중소기업 및 벤처기업 일자리 증가가 증가하고 있고, 제조업 역시 일자리에서 차지하는 비중이 지속적으로 감소 추세
 - 또한 노동시장의 유연성이 강조되면서 전문적인 비정규직, 즉 프리랜서가 대세로 자리잡고 있음
 - 중소벤처기업의 직무는 대기업의 직무 패턴과 비교하여 보다 종합적이며 도전적인 정신, 즉 기업가적 정신을 요구하며, 프리랜서 역시 1인 창조기업으로 칭하기도 하는 만큼 창업 자체로서의 속성을 가지며 따라서 통합적이며 진취적인 속성이 강조됨
- 다음으로 변화된 노동시장 상황에서 이공계 인력의 진로 및 경력의 변화
 - 기술경쟁력이 주요 요소로 자리잡고 사회기반으로서 기술이 강조됨에 따라 이공계 직무의 영역이 전통적인 직종 외에 다변화되는 경향이 확대됨과 동시에, 이미 오래전부터 지속된 이공계 인력의 과도한 공급으로 인하여 이공계 인력의 진로다양화가 현상이 확대되고 있으며, 그 중의 하나가 개인 창업이라고 할 수 있음
 - 이공계 경력과 관련한 특성 중의 하나는 기술직에서 관리직으로의 경력전환에 관한 것인데, 100세 시대의 도래에 따라 기업 내에서의 관리직으로의 경력전환뿐만 아니라 퇴직이후의 경력의 중요성이 보다 커지고 있으며, 이공계 인력에게 있어서 퇴직 이후의 경력으로서 창업 및 중소기업 재진입이 주요한 대안으로 논의

제 1 절 노동시장의 변화와 창업

- 대기업 일자리의 감소와 중소·벤처 일자리의 비중 증가
- 1990년대 후반 이후 경제위기를 겪으면서 창업에 대한 정책적 지원이 본격화됨에 따라 이후 정부의 적극적인 정책 지원에 힘을 얻어 벤처버블 붕괴 이후 최근 들어 벤처기업 수가 지속적으로 증가 추세

- 1999~2001년의 3년 동안에만 해도 총 1조 2,395억 원의 창업자금 지원이 이루어졌으며, 이에 따라 벤처기업 수가 1998년 2,042개사에서 2001년 11,392개사로 급속히 증가하였고, 이후 버블 붕괴로 인하여 감소하긴 하였으나 최근 2004년부터 다시 급속한 증가추세를 기록하면서 2007년에는 14,015개에 달할 정도



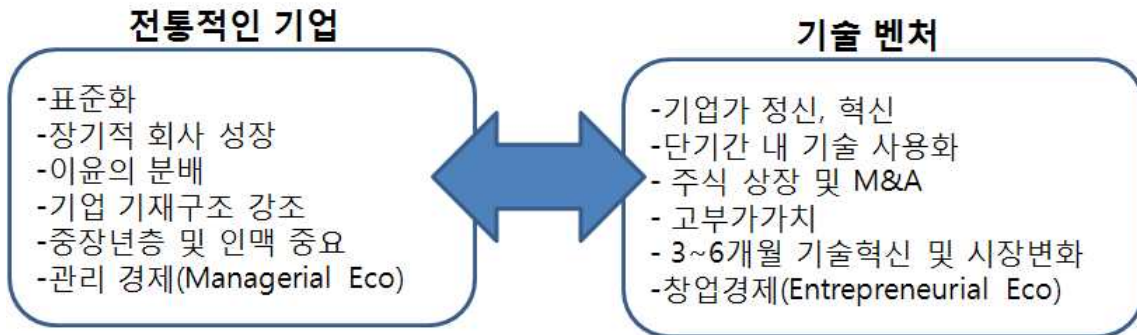
<그림 168> 연도별 벤처기업수 추이

자료: 중소기업조사통계시스템

- 최근의 추세를 보면 대기업의 일자리를 정체·감소하는데 반해, 중소기업의 일자리는 지속적으로 증가
 - 1998년 기준 대기업의 일자리는 220만개(22.3%)였으나 2006년 156만개(12.7%), 2009년 165만명(12.3%)으로 정체되어 그 비중이 감소하는 반면, 중소기업 일자리의 경우 같은 기간 767만명(77.7%)에서 1,088만명(87.3%), 1,175만명(87.7%)으로 증가하였음(중소기업통계DB)¹²⁾
 - 제조업체만 보면 2009년 기준 중소기업 종사자수는 213만명으로 전체 제조업체 중 76.3%를 차지
- 중소벤처 일자리와 요구역량의 변화
 - <그림>에서 보는 바와 같이 전통적인 기업과 기술벤처 기업의 경우 기본적인 경쟁환경 및 경쟁요소에서 다르기 때문에 종사하는 인력에게도 다른 역량을 요구

12) 중소기업통계DB <http://stat.kbiz.or.kr>, 통계청, 「전국사업체조사」 가공

<표 169> 전통적인 기업과 기술벤처간 기본 가치의 비교



자료) 양태웅·김인수(2006)

□ 노동시장의 유연성 증가로 프리랜서 시대의 도래

○ 프리랜서의 증가는 21세기 지식기반사회에서는 두드러지게 나타날 현상이며, '1인 창조기업'에 대한 관심 증대

- 경영학자들은 21세기를 '프리랜서의 시대'라고 규정하며, 세계적인 산업현장의 프리랜서와 1인기업 증가 현상은 일시적인 것이 아니라 앞으로도 계속 지속될 21세기 직업시장의 주요 트렌드라고 할 수 있음

* 국세청에 따르면 우리나라에서 거주 사업소득자, 즉 자유직업을 가진 사업소득자 수는 2010년 기준 373여명으로 2009년 대비 30만명 이상 증가(국세청, 2011)

* 미국은 현재 4,200만 명에 달하는 프리랜서가 활동 중이며 영국 역시 1,400만 명 정도가 프리랜서로 일하고 있으며, 독일의 경우 전체 직장인들 중 직원 수 500명 이상인 회사에서 일하는 직장인의 비율이 20년 전 43%에서 최근에는 27%로 감소 (이투뉴스, 2011.9.22)

- 평생일자리 개념에서 일거리 개념으로 전환됨에 따라, 개인의 전문성을 기반으로 한 프리랜서가 다양한 직종으로 확대되는 추세

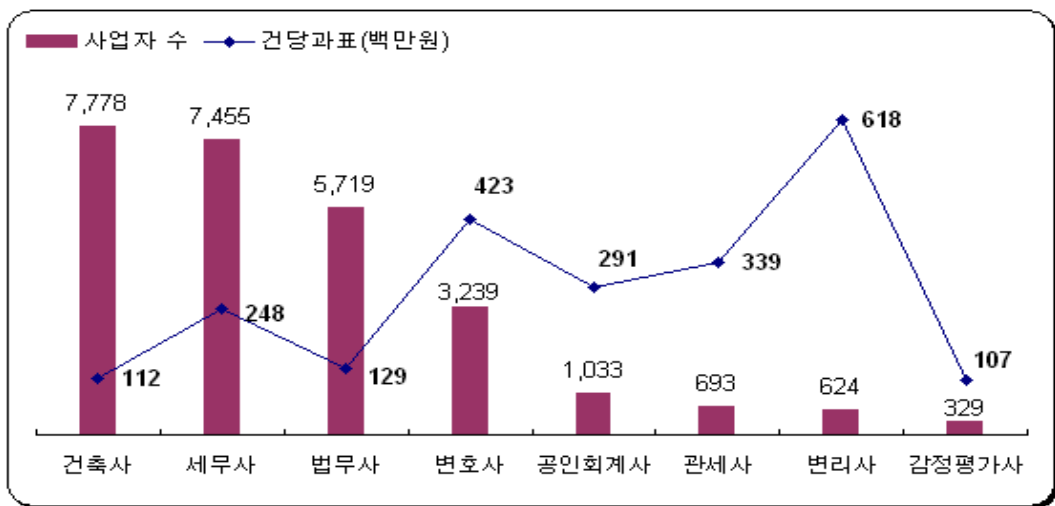
- 프리랜서시대에서는 개인적 창의성과 적극성이 경력개발의 주요 동인

○ 이공계 분야에서 프리랜서의 활동영역 확대

- 프리랜서는 회계사, 패션 디자이너, 방송 및 예술관련 직종, 그리고 최근 들어서는 웹사이트 제작자 등이 주요 직종으로 등장

* 프리랜서 관련 웹사이트를 보면 현재 프리랜서 시장을 1) 컴퓨터 프로그램 개발 관련 직종(웹 프로그래머, 시스템 엔지니어, 이동통신 설계사 등), 2) 외국어 관련 분야(전문 통역사와 번역가, 어학전문가 등), 3) 창작과 관련 직종(카피라이터, 칼럼니스트, 출판기획자 등), 4) 디자인 관련 분야(프레젠테이션 디자이너, 웹 디자이너, 그래픽 디자이너 등)으로 구분

- 건설업계에서는 개인이 가진 경험과 축적된 노하우를 활용하기 위해 '건설 엔지니어링 프리랜서' 제도를 도입의 필요성을 강조하고 있음(건설경제, 2011.12.2.)
- 국세통계연보를 보면 2010년 기준, 개인으로 활동하는 전문직 사업자의 수는 건축사, 세무사, 법무사 순으로 많은 상태
- 제도적 정착을 통해 이공계 분야에서 전문성을 갖춘 프리랜서 영역이 확대 될 것으로 전망, 특히 은퇴 이후 관련 분야 전문가로서 활동함에 따른 직종의 확대가 예상



<그림 170> 전문직 부가가치세 신고현황(개인)

자료) 국세청(2011), 국세통계연보

제 2 절 이공계 인력의 인력수급과 진로·경력 변화

1. 진로 변화

□ 이공계 일자리 및 진로의 변화

○ 기술혁신과 산업구조의 변화로 인하여 이공계 일자리(이공계 인력이 취업하는 직장) 유형이 변화되고 있음

- 전체 대졸 재학생 중 1/3 이상을 이공계 인력이 차지하지만 이공계 분야 전문직종 일자리는 전체 일자리 중 1/5 수준에서 완만하게 증가 추세
- 때문에 많은 이공계 인력이 전통적인 일자리 외의 영역으로 확대되는 추세

<표> 국가별 이공계 전문직 일자리의 비중

	2003	2005	2007
한국	16.7%	18.0%	19.1%
프랑스	28.8%	29.2%	29.5%
핀란드	30.3%	31.6%	32.3%

- 전체적인 일자리가 제조업에서 서비스업으로 전환되는 있으며, 이공계 관련한 일자리 역시 전통적인 제조업뿐만 아니라 서비스영역의 많은 부분으로 확장되는 추세

※ 서비스업 취업자 추이 : 50.6%('92) → 60.3%('98) → 67.6%('07) → 70.8('10)

○ 이에 반해 공급 측면의 양적인 변화는 점진적으로 증가하는 추세를 보임

- 전체 재학생 인력에서 이공계 전공자의 비중은 감소하고 있으나 진학률 증가에 따라 절대 수는 증가

<표> 대학 및 대학원 계열별 재학생 현황

(단위: 명, %)

구 분		1999	2001	2003	2005	2007	2009
학사	이공계	698,620 (44.0)	779,819 (45.1)	765,205 (42.3)	754,345 (40.6)	749,049 (39.0)	757,579 (38.2)
	합계	1,587,667 (100.0)	1,729,638 (100.0)	1,808,539 (100.0)	1,859,649 (100.0)	1,919,504 (100.0)	1,984,043 (100.0)
석사	이공계	52,319 (29.8)	54,735 (26.1)	56,466 (24.1)	50,901 (21.3)	52,019 (20.9)	52,439 (20.5)
	합계	175,849 (100.0)	209,775 (100.0)	234,358 (100.0)	238,753 (100.0)	249,016 (100.0)	256,085 (100.0)
박사	이공계	14,253 (49.3)	15,375 (46.0)	15,287 (40.3)	16,005 (36.8)	17,441 (36.7)	18,174 (36.1)
	합계	28,924 (100.0)	33,405 (100.0)	37,973 (100.0)	43,472 (100.0)	47,560 (100.0)	50,386 (100.0)

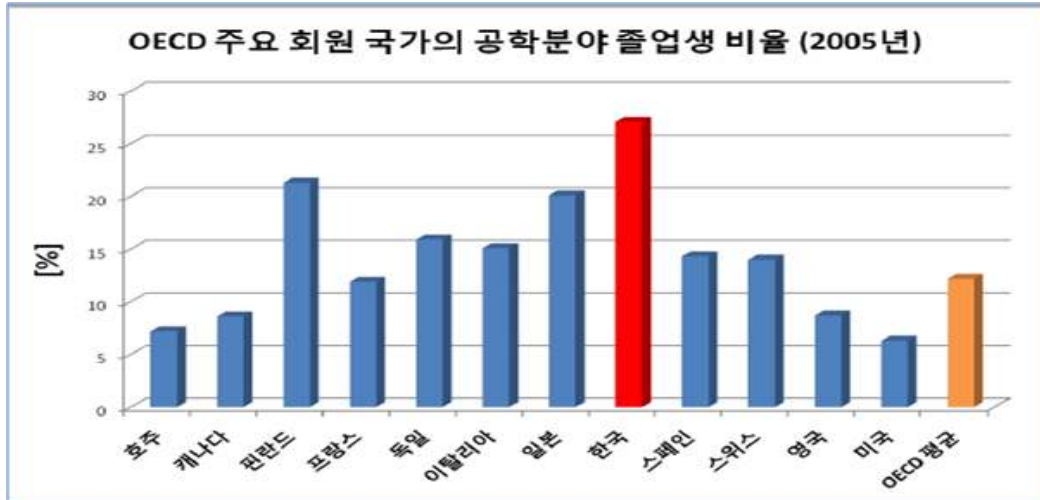
출처: 한국교육개발원, '교육통계연보', 연도별자료 추출.

- 주 : 1. 이공계는 이학, 공학, 농림수산학을 포함
2. 대학은 재적인원 기준(휴학생 포함)

- 이공계 전공자의 비중 감소추세에도 불구하고 OECD 회원국과 비교하여 여전히 우리나라의 이공계 인력의 비중은 높은 편에 속함

※ 인구 1인당 학사 졸업생수 : 한국 14.6명, 일본 6.9명, 미국 2.4명

※ 박사/학사비중(%) : 한국 3.5%, 일본 4.0%, 미국 12.4%



자료) 교과부(2010) 「과학기술인력통계」 재인용

<그림 172> OECD 주요국의 공학분야 졸업생 비율 비교(2005년)

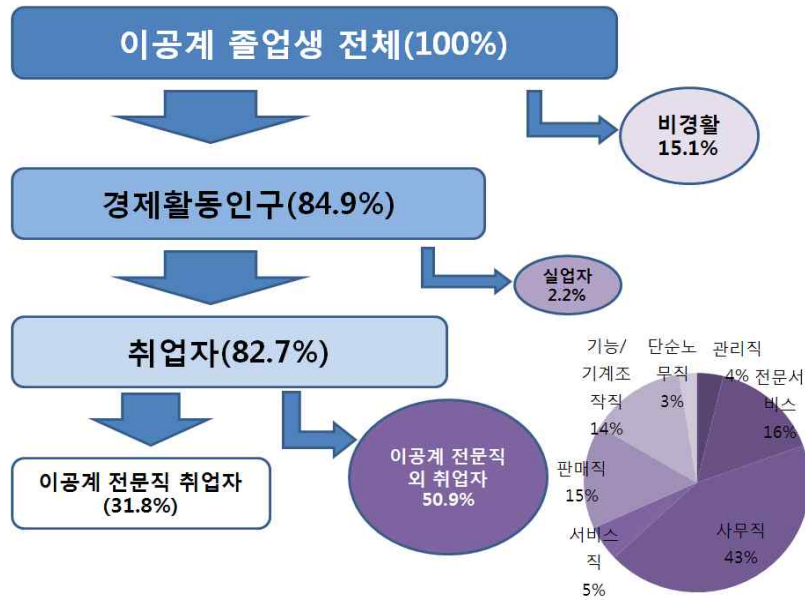
- 최근 신규 대졸자 취업분야를 살펴보면 이공계 인력 중 관련 전문가 및 관련 분야 종사자 비중이 2000년대 들어서도 지속적으로 감소하여 2004년 70% 수준에서 2009년 53% 수준으로 감소
 - 반면 사무종사자, 판매종사자 등 서비스부문의 비중이 증가하고 있고, 기능원, 장치·조립관련 종사자 등 하향취업 경향이 있는 일자리의 비중이 증가

<표> 이공계 신규 대졸자 취업분야

직업분야	2004	2005	2006	2007	2008	2009
관리자	0.8	1.0	0.2	0.7	0.8	1.7
전문가 및 관련 종사자	70.2	70.9	44.6	66.5	62.4	53.3
사무 종사자	15.2	12.3	15.5	15.0	19.1	21.6
서비스 종사자	1.2	1.9	2.4	2.4	2.7	2.7
판매 종사자	2.5	1.8	2.2	2.3	4.2	4.6
농림어업 숙련 종사자	0.4	0.5	1.3	0.5	1.0	1.2
기능원 및 관련기능 종사자	2.4	2.8	6.7	2.5	3.9	4.9
장치·기계조작 및 조립 종사자	3.8	4.4	22.7	5.6	3.8	5.2
단순노무 종사자	0.7	1.5	1.3	1.6	1.7	1.9

출처: 한국교육개발원, '취업통계연보', 연도별자료 추출. 교과부(2010) 「과학기술인력통계」 재인용
 주) 이공계는 자연계열과 공학계열을 포함함

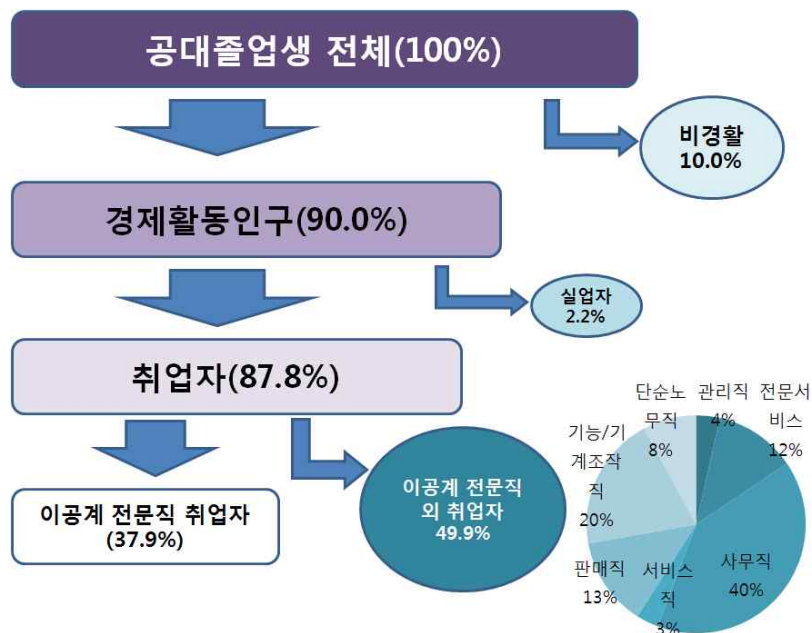
- 2008년도 기준 전체 이공계 대졸자 중 32%만이 이공계 전문직에 취업하였고, 그 외 직종에 취업한 인력은 전체의 50.9%에 해당(엄미정 외, 2009)
 - 이공계 전문직 외에 종사하는 인력은 기타 직종(전체 대비 %): 전문서비스 8%, 사무직 21.9%, 판매직 8%, 기능/기계조작직(하향취업) 7% 등에 종사



자료) 2008년 지역별 고용조사 원자료 분석, 엄미정 외(2009)에서 재인용

<그림 1> 이공계 대학 졸업생의 진로 개괄(2008년 기준)

- 공과대학 졸업자만을 보면, 38%가 이공계 전문직에 종사하고, 50%는 그 외 직종에 종사하고 있음
- 기타 직종(전체 대비 %)는 관리직 2%, 전문서비스 6%, 사무직 20%, 판매직 6.5%, 기능/기계조작직 10% 등에 분포



자료: 2008 지역별 고용조사 원자료에서 계산, 엄미정 외(2009)에서 재인용

<그림 3-2> 공과대학 졸업생의 진로 개괄(2008년 기준)

□ 대학생 창업의 증가

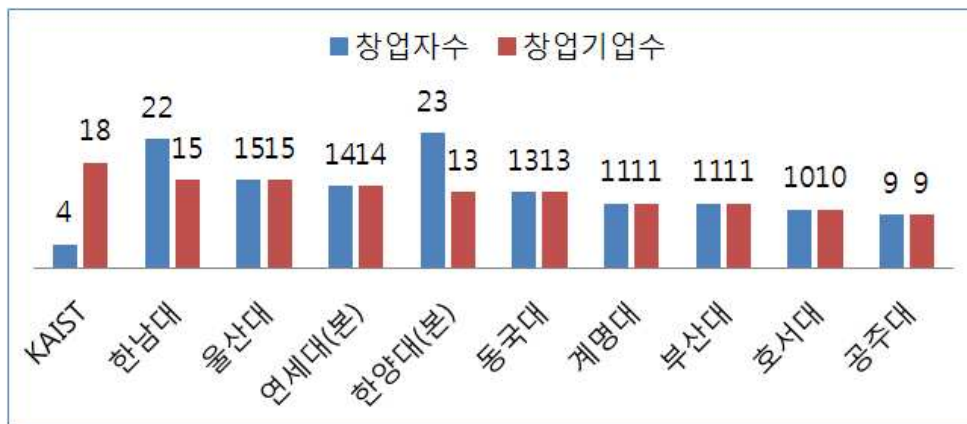
○ 청년 실업 문제가 국가적 과제로 떠오름에 따라 다양한 청년 창업촉진 대책들이 마련되었으며, 그 결과 최근 들어 청년창업이 가시적으로 증가하는 증거들을 발견할 수 있음

- 정부 자료에 따르면 30세 미만 신설법인이 2009년 전반기 880개에서 2010년 전반기에는 1,400개로 증가

○ 2010년, 140개 일반/산업대학 중 64개 대학에서 259개 기업이 창업하였으며 이에 288명의 학생이 참여하였으며(대학알리미, 2011.12. 기준), 이 과정에서 이공계 전공자는 대학 창업을 주도

※ 2010년 각 대학의 창업지원 예산은 129억원에 이룸

<표> 2010년도 대학별 학생창업 현황



자료) 대학알리미(www.academyinfo.go.kr)

2. 100세 시대의 도래와 이공계 인력의 경력전환

□ 이공계 인력의 경력특성

○ 전통적으로 이공계 직종인 기술직 및 연구개발 트랙에서 일정 연령에 이르면 관리직으로의 전환이 요구된다는 점이 이공계 경력의 주요 특성 중의 하나임 (이사다히데오, 2004)

- 이공계 인력은 경력의 심화와 더불어 연구개발 활동이나 엔지니어링이라는 본연의 직무와 조직의 관리자라는 행정적 직무가 서로 충돌할 가능성이 있어 어느 시점에 전문가 경력에서 관리자 경력으로의 전환을 요구

골칫거리인 전환(the troublesome transition)으로서 경력전환

대부분의 과학기술자는 무난하게 또는 성공적으로 관리직으로 이전한다. 그러나 좋은 기술자가 항상 좋은 관리자가 된다는 자연의 법칙은 없다. 그리고 많은 과학기술자들이 잘못된 이유와 잘못된 니즈를 충족시키기 위해 관리직으로 전환한다. 나아가 그들은 유능한 관리자가 되지 못한다. 내 연구의 상당한 결과가 보여주듯이 관리직으로의 전환은 과학기술자들에게 골칫거리가 되며, 그들 중 다수가 관리자로서 실패한다.

왜 그럴까? 이는 기술적 교육의 성격에서 비롯된다. 그들은 학부과정에서 기술적인 과목만 배웠고, 전공에만 집중했다. 극소수만이 경력개발에서 관리직을 준비하였다. 게다가 과학기술에서 성공에 기준과 경영에서의 성공의 기준은 같지 않다. 이와 같이, 과학기술자의 경력을 위한 부적절한 준비가 다수의 유능한 과학기술자들이 유능한 관리자가 되지 못하는 피할 수 없는 결론을 초래하게 된다.

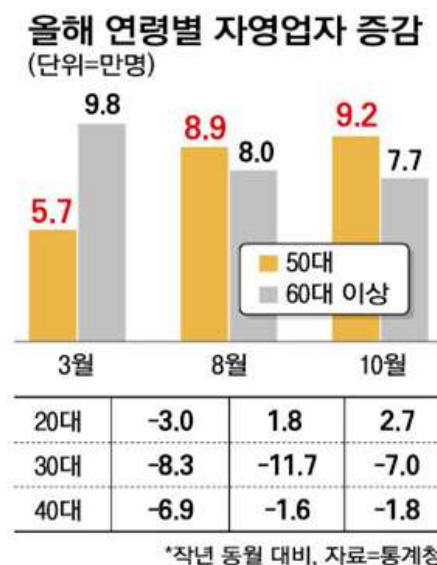
자료) Bawdny(1982)

□ 100세 시대의 도래와 이공계 인력의 경력전환

- 한국인의 기대수명은 지속적으로 증가하여 2010년 현재 79.4세이며 지속적인 증가세를 고려할 때 곧 100세 시대가 도래할 것으로 기대
 - 1985년 66.8세에서 1995년 72.7세, 그리고 2010년 79.4세로 지속적으로 증가세에 있음



<그림> 한국인 기대수명 추이



<그림> 연령별 자영업자 증가추이

자료) 통계청

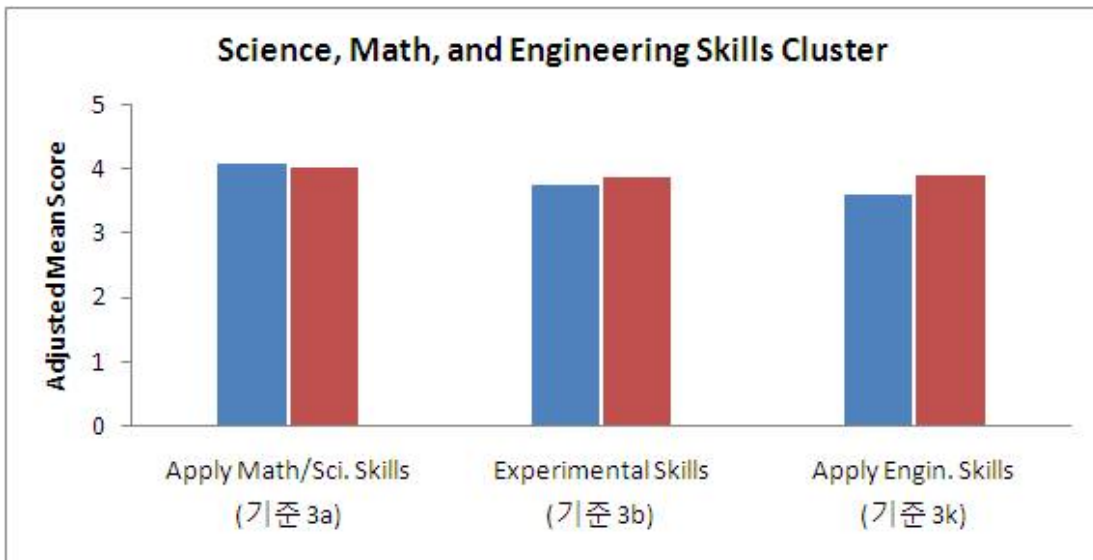
- 100세 시대의 도래는 경제활동을 요구하는 기간이 길어짐을 의미하며, 이공계 직종에 종사하는 인력뿐만 아니라 모든 인력에게 2~3차의 경력전환을 요구.
 - 2~3차의 경력전환이 요구된다는 것은 기존의 조직 내에서의 기술직→관리직으로서의 전환뿐만 아니라 퇴직 이후의 경력에서는 창업, 프리랜서 등의 경력이 주요 방향으로 논의
 - 최근 수명의 증가에 따라서 경력전환에 직면한 장년층 창업의 증가가 급속히 증가하는 추세를 보임

제 3 장 창업시대에 요구되는 이공계 역량

- 기술변화에 따라 “Entrepreneurial Engineer” 요구
- 기술변화가 급속한 변화가 발생하고 복잡해짐에 따라 복잡해지는 문제를 풀기 위해 엔지니어링 현장은 점차 다학제적으로 변화하고 공학 학문간의 경계가 모호해지고 있음
 - 첨단시장에서 국제 경쟁이 치열해짐에 따라 엔지니어링(engineering practice)을 위한 환경은 지속적으로 대변화를 겪고 있음
 - 이러한 환경변화에서 엔지니어로서 성공하기 위해서는 전통적인 기초과학과 기술적 배경에 덧붙여 새로운 역량을 요구받음
 - 오늘날 엔지니어는 엔지니어링을 수행하는데 있어서 중요한 비기술적 요소 및 인적 요소를 이해하는 요령을 갖춘 좋은 커뮤니케이터(effective communicators) 이면서 팀 플레이어(team player)가 되어야(Yuzuriha, 1998)
- 기술환경 변화에 따라 엔지니어의 일자리 변화, 경력에 영향을 미침
 - 1980년대 글로벌 경쟁에 대응하여 기업들은 다품종 전략을 추구하였으며 핵심 역량 외에 외주를 통해 제품 생산개발 기간을 지속적으로 축소해 나갔으며, 한편으로는 신제품을 다양화하고 복잡화함으로써 선두 위치를 유지하는 전략을 추구
 - 신기술은 과학기반의 혁신을 추구하며, 빠른 확장이 가능한 지식기반으로 새로운 산업을 창출하고 기존 산업을 빠르게 변화를 주도
 - 이러한 모든 환경변화는 전형적인 엔지니어의 경력에 영향을 미치고 신규 엔지니어의 일자리에 있어 중요한 변화를 가져옴
 - 매년 졸업하는 20만명 이상의 이공계생 중에서 소기업 및 벤처기업에 종사하는 인력의 비중이 증가하고 있음
- 이러한 환경이 선호하는 새로운 형태의 엔지니어, "Entrepreneurial engineer"임
 - 깊은 과학 및 공학지식에 대한 배경 위에 폭넓은 역량, 지식을 요구
 - 엔지니어링 기업가(Engineering entrepreneurs)는 작고 좁은 영역에 초점을 둔 엔지니어뿐만 아니라 다양한 배경지식을 가진 전공자로 구성된 다학제 팀에서 일하게 됨
- 이공계 인력 요구역량과 공학인증

○ EC2000(ABET 2000 Criteria)의 의의

- 미국 공학교육학회는 공학교육에 대한 사회적 요구에 적절히 대응하지 못한다는 반성 하에 성과(outcomes)에 기반한 질적 평가 및 피드백을 공학교육 통합 프로세스의 한 부분으로 자리잡도록 1997년 새로운 평가기준(EC2000)을 도입하였음(Lattuca et al., 2006)
- EC2000이전의 인증체계는 역량이나 지식의 습득이 아니라 일정한 코스의 수행으로 인식함으로써 경직적으로 프로그램이 운영되었다고 평가됨
- 따라서 EC2000은 무엇을 가르칠 것인가에서 무엇을 배울 것인가로 초점을 바꾸었으며, 경직적인 기존 인증체계의 운영방식을 변경하여 개별 조직 및 프로그램의 목적에 의해 지속적인 개선과정을 가질 수 있도록 하는데 초점을 두었음(ABET 홈페이지)¹³⁾
- EC2000 도입을 통해 학생들의 취업역량(employability) 향상 성과 창출 (Lattuca et al., 2006)



자료) Lattuca et al., 2006

<그림 178> 미국의 새로운 공학인증체계 도입에 따른 성과 비교

- 새로운 미국 공학인증체제에서는 사회적으로 요구되는 공학인력이 갖춰야 하는 역량을 다음과 같이 제시하고 있음
 - 문제해결을 위한 전문지식의 활용, 적용할 수 있는 역량(1, 2, 3, 4, 5)
 - 조직내 업무수행을 위한 역량 (6, 7)

13) <http://www.abet.org/History/>

- 전문직으로서의 경력 유지를 위한 소양 (8, 11)
- 사회에 대한 이해증진을 통한 실용화 능력 강화(9. 10)

<표> 공학인력에게 요구되는 역량(미국 ABET2000 및 한국 ABET2005)

- (1) 수학, 기초과학, 공학의 지식과 정보기술을 응용할 수 있는 능력
- (2) 자료를 이해하고 분석할 수 있는 능력 및 실험을 계획하고 수행할 수 있는 능력
- (3) 현실적 제한조건을 반영하여 시스템, 요소, 공정을 설계할 수 있는 능력
- (4) 공학 문제들을 인식하며, 이를 공식화하고 해결할 수 있는 능력
- (5) 공학 실무에 필요한 기술, 방법, 도구들을 사용할 수 있는 능력
- (6) 복합 학제적 팀의 한 구성원의 역할을 해낼 수 있는 능력
- (7) 효과적으로 의사를 전달할 수 있는 능력
- (8) 평생교육의 필요성에 대한 인식과 이에 능동적으로 참여할 수 있는 능력
- (9) 공학적 해결방안이 세계적, 경제적, 환경적, 사회적 상황에 끼치는 영향을 이해할 수 있는 폭넓은 지식
- (10) 시사적 논점들에 대한 기본 지식
- (11) 직업적 책임과 윤리적 책임에 대한 인식
- (12) 세계문화에 대한 이해와 국제적으로 협동할 수 있는 능력

주) (12)은 한국공학인증만 포함

자료) USA Accreditation Board for Engineering and Technology, 2004; 한국공학인증학회 홈페이지

○ ABET에서 요구하는 엔지니어 역량은

- 전문가적 역량, Transferable skills, 실용화 능력 그리고 이 모든 것의 기반을 이루는 전문가적 소양(자기주도성)으로 정리될 수 있음

<ABET 요구역량 키워드>

전문가적 역량 + ...

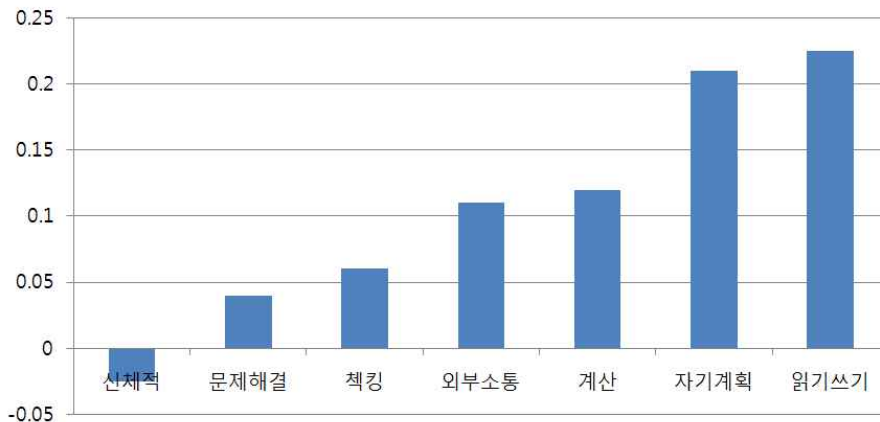
- + Transferable Skills (커뮤니케이션, 팀워크 등)
- + 사회적 수요와 연계한 지식적용 능력 (실용화 능력)
- + 자기 주도성 (기업가 정신)

□ 중소기업 및 벤처기업에서 요구하는 역량

- 앞서 언급하였듯이 이공계 인력의 진로에 있어서 중소기업 및 벤처기업 진로가 확대되는 가운데, 중소기업 및 벤처기업에서 요구하는 엔지니어 역량은 대기업과 다름

- 중소기업은 직무의 분화가 대기업과 다르기 때문에 기본적으로 대기업에 비해서 보다 통합적이며 복합적인 역량을 요구
- 중소기업에서는 상대적으로 특정 직무에 필요한 핵심역량(core skill)이 덜 중요해지고, 다양한 직종에서 두루 활용가능한 일반적 소양(generic skills)이 보다 강조(Roy, 2005)
- 중소기업에서는 다중적인 역량(Multi-Skilling)을 요구 (Scott & Cockrill, 1997)
- 최근 교육에서 일반적 소양이 강조되는 것도 결국 전 세계적인 중소기업 일자리의 확대 경향에 따른 것으로 이해됨(Green, 2009)

1997~2006년 skill지표의 변화



<그림 180> 영국의 Skill지표의 변화추이(1997~2006)
자료) Green(2009)

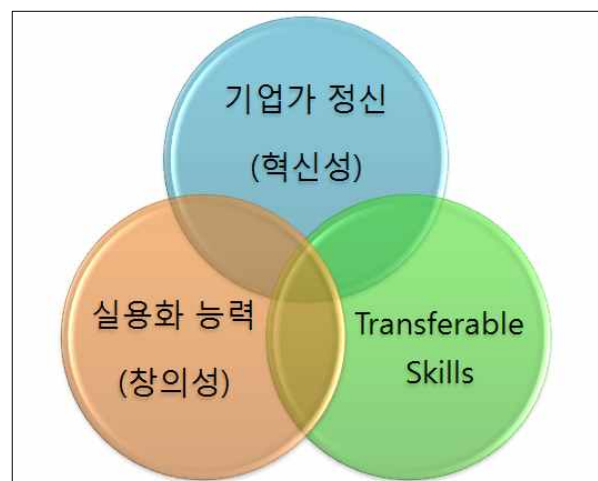
□ 결론적으로 창업시대 이공계 인력에게 요구되는 주요역량은 다음과 같이 3가지로 정리될 수 있음

- 기업가 정신

- * 보유하고 있는 자원보다는 새로운 가치를 만들 수 있는 기회에 집착하고 부문별로만 보지 않고 전체적으로 보고, 기업가 및 경영진의 리더십을 바탕으로 균형을 잡아가는 새로운 사고/추론/행동방식(배종태, 차민석, 2009)

- 실용화 능력

- Transferable skills



제 4 장 해외 동향 및 사례

제 1 절 해외 주요국의 동향

1. 전반적인 창업교육 동향

- 기업가(Entrepreneur) 및 기업가정신(Entrepreneurship)은 교육을 통해 육성될 수 있다는 관점에서 선진국에서는 우수한 기업가를 양성하기 위한 교육이 강화되고 있음
- 미국 대학에서는 우수한 기업가 양성을 위해 다양한 교육 커리큘럼을 개발·운영 중
 - National Consortium of Entrepreneurship Centers에서는 미국 대학들의 기업가정신 교육 방향에 대한 정기적 회의 및 세미나를 개최하여 새로운 교육방향을 설정하고 있음
 - 미국은 1950년대부터 기업가정신 교육을 실시하였으며, 최근에는 200여개 대학에서 1,000개 이상의 교육 프로그램을 운영 중
 - 미국의 주요 대학들은 1990년대 후반부터는 기업가센터를 설립하여 기업가정신 교육 및 행동학습 프로그램을 강화
 - 현재 미국에는 145개 대학이 기업가센터(Entrepreneurship Center)를 보유하고 있고, 기업가센터를 통한 다양한 창업교육이 실시
 - 기업가센터는 기업가정신 관련 교육 프로그램을 학부생·MBA·대학원생으로 구분하여 다양한 프로그램을 제공한다. 최근에는 현역 CEO를 대상으로 한 경영 및 기업가정신 교육 프로그램을 운영하면서, 학생교육 프로그램의 품질 향상에도 노력 중
- 기업가정신 교육을 통한 창업 기업가 양성 외에도 기업가정신에 대한 전문 교수요원 발굴·육성에도 상당한 투자를 집행 중
 - 기업가정신에 대한 전문 교수요원을 발굴하기 위한 시스템으로 경영학부 내에 기업가정신을 세부전공으로 개설
- 미국 대학에서 기업가정신 교육이 증가하게 된 배경은 혁신주도형 경제로 이전되면서 경제성장 모델이 변화한데에 기인
 - 1980년대부터 일본 제조업의 경쟁력이 미국 기업들을 추월하면서, 미국 제조업의 첨단화가 지속되기 시작

- 미국 정부에서도 일본 기업들의 추격을 저지하기 위해서 저부가가치 산업은 과감히 이양하고, 고부가가치 첨단산업에 집중하는 산업정책을 채택
 - 첨단산업의 발전을 촉진하기 위해 우수한 엔지니어가 경영역량을 축적하여 창업에 도전할 수 있는 기업가정신 교육이 개발되기 시작
 - 하버드 대학에서 Management of New Enterprises를 MBA에 개설한 것이 최초의 기업가정신 강좌였고, 2차 세계대전 이후 군수산업의 민영화를 주도할 수 있는 혁신기업의 창업을 촉진하기 위한 목적으로 교육이 시작
 - Harvard의 성공에 따라 1990년대 이후 미국의 주요 대학들에서 기업가정신 교육에 대해 관심을 가지기 시작
- 유럽에서는 스웨덴, 영국, 아일랜드 등 혁신주도적 국가들 중심으로 기업가정신 교육에 투자를 증가시키고 있음
- EU는 리스본 선언에서 기업가정신 교육이 EU의 경제적 미래에 중요한 요소가 될 것이라고 선언하고, EU에 소속된 대부분의 국가들이 혁신주도형 경제로 이전되면서 지속적인 기술사업화가 경제성장의 핵심임을 선포
 - 첨단기술의 사업화를 위해서는 도전정신, 몰입과 실천력을 가진 우수 엔지니어의 창업 활성화가 중요함을 인지하고 기업가정신 교육에 투자를 강화하고 있음
 - 프랑스의 소피에 앙띠폴리스, 스웨덴의 시스타, 핀란드의 울루와 같은 정주형 벤처집적지가 형성되면서 첨단 산업에서의 경쟁력 강화에 본격적인 투자가 시작되었음
 - 다만 유럽의 벤처집적지는 미국과는 달리 생태계가 조성되기 보다는 벤처기업과 대학간 연계를 통한 산업구조 고도화의 특징을 보임

2. 공학분야 교육과정 개선 지원

□ (사례 1) NCIIA¹⁴⁾ Grant programs¹⁵⁾

○ 프로그램 개요

- Advanced E-Team grants
 - * 학생들이 팀을 구성, 아이디어를 prototype을 만들어 시장진출 지원
 - * 연간 \$20,000지원

14) NCIIA : National Collegiate Inventors and Innovators Alliance

15) <http://nciia.org/grants>

- Course and Program grants

- * 교수들이 기존 교과과정을 발명, 혁신, 기술창업에 포함한 새로운 프로그램을 개설하거나 커리큘럼 개발을 지원
- * 개별 프로그램 당 \$2,000 ~50,000 지원 (1~3년 지원)

- Sustainable Vision : 창업자 자금지원 및 컨설팅

○ NCIIA 교과과정 개편지원(Course and Program grants) 지원내용

- 기술혁신, 디자인, 사회적 기업가정신, 사회적 니즈와 환경적 이슈에 부합하기 위한 다른 접근을 도입
- E-Team형성을 유도하거나 E-Team 학습경험을 개선하는 것
- 새로운 기술이나 비즈니스를 개발하기 위한 E-Team 육성
- 기술과 비즈니스 전공 학생이나 여성 등 발명, 혁신 및 기업가정신에서 참여가 낮은 그룹이 포함되는 다학제적 커리큘럼 개발
- 우수그룹이 학습경험을 제공하는 기회 창출
- 학술적인 훈련을 넘어서 실제 비즈니스와 상호관계로 전환하거나 산업체 일원과 다양한 협력기회를 창출하는 것
- 교과과정 종료 후 작업을 계속하기를 희망하는 E-Team의 노력을 지원하기 위한 대학 및 교수의 교육활동
- 컴퓨터, 작업공간, 실험장비 등 외부의 필요장비에 접근하기 위한 것

Course and Program grants 지원내용 키워드

- 사회적 니즈나 기업수요에 부합하도록 접근하거나 기존 기술을 사회적 문제해결에 적용하도록 하는 교육프로그램 도입
- 다학제적인 E-team 생성 및 지원
- 다학제적 활동을 지원하는 교과과정 개설

□ 미국 브라운대학 "Engineering Entrepreneurship" 프로그램¹⁶⁾

- 2학기 과정(주로 3, 4년생 대상)으로 실제 프로젝트를 이용하여 기업과 협력으로 강의와 병행하여 운영(Classroom learning + industry participation)
- 제출된 지원서를 바탕으로 참여학생을 선발
 - 교수에 의해 다학제 팀 구성 : 교수 2인, 기업별 1~3인이 각 팀을 관리

16) Creed et al(2002)

- 공대 및 비공대생 대상: 팀형성 역량(team building skill)을 고양시키기 위해 절반정도를 비공학분야 학생들을 참여시키려고 노력
- Local parent companies가 학생들에게 초기 아이디어와 컨셉 제공
 - 학생들은 기업의 아이디어와 컨셉을 바탕으로 spin-off business or new start-up으로 발전시킴
 - 모기업 직원은 처음에는 spin-off기업을 위한 이사회(board of directors) 임원으로서 역할을 수행하고, 궁극적으로는 start-up capital 의 잠재적 소스로 진화
 - 교수들은 학생과 기업간 관계를 관리하는 역할 수행
- 2학기가 지난 후 학생들은 사업계획과 프로토타입 성과물을 제출
- 강의 구성
 - Financial Reporting and Accounting (브라운대 교수)
 - Intellectual Property (브라운대 교수)
 - New Product Development (기업 CEO)
 - Cash Flow/Allocation of Resource (담당 교수)
 - Human Resources (심리학자)
 - Team Building/Personnel Management (정임 기술관리자)
 - Personnel Evaluations (브라운대 교수)
 - Sales and Distribution (벤처기업 마케팅관리자)
 - Capital Formation(지역 벤처 캐피탈리스트)
 - Life Cycle of Product (담당 교수)
 - Manufacturing Issues (기업인)
 - Initial Public Offering(IPO) and Valuation (지역 벤처기업의 재무담당)
 - Examples of the Start-Up Process

Rowan 대학 "Engineering Clinic Course"¹⁷⁾

- 공과대학 전반에 걸쳐 기업가적 문화를 고양시키기 위해 운영
- 기존 캡스톤과 비교하여..

17) Marchese et al(2004)

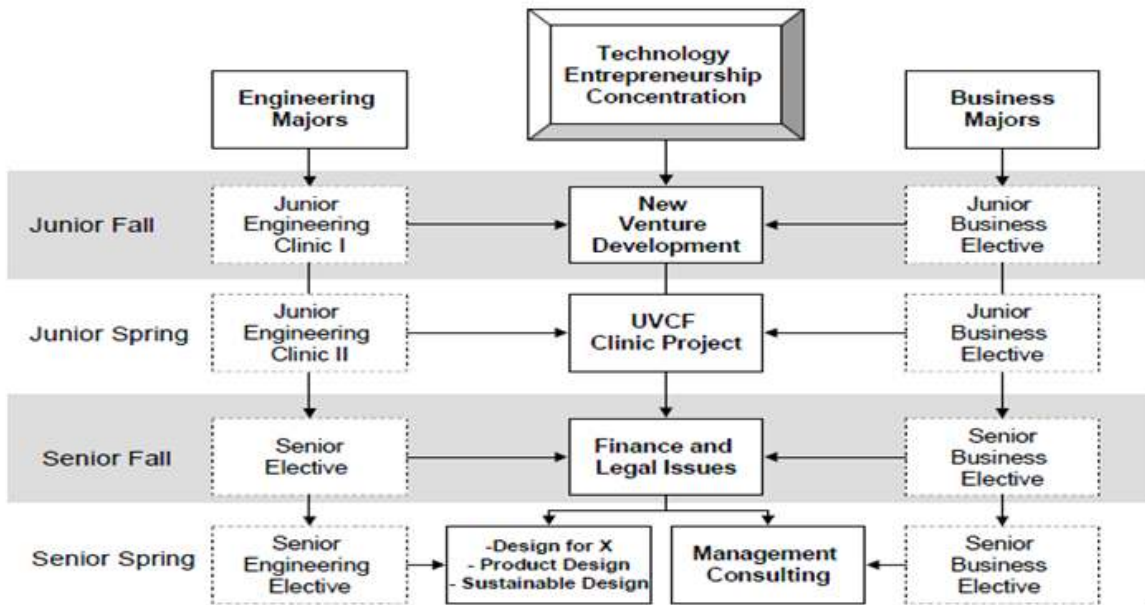
- 8학기 장기프로그램으로 전환함에 따라 디자인 역량뿐만 아니라 커뮤니케이션, 프로젝트관리, 팀워크 등 총체적인 역량 배양 초점
- 다학제로 운영(다른 과 소속의 2인 교수와 3~5명 팀구성)
- 4년으로 확대함에 따라 전공지식의 실용화 능력을 전반적으로 개선
- 정부, 기업 등 외부 자금을 통한 프로젝트 수행(90%)

<표> 4년 Engineering Clinic Sequence at Rowan Univ

	가을학기	봄학기
1학년	Engineering Measurement (기초역량:문제해결, 팀워크, 엔지니어링 측정/컴퓨팅 툴)	NSF Competitive Assessment lab (rev. Engineering 및 경쟁력 평가 (instrumentation, testing, 성과비교 등))
2학년	Total quality Management/ Written Communication	Entrepreneurship/Public Speaking
3학년	Multidisciplinary Design Projects	Multidisciplinary Design Projects
4학년	Multidisciplinary Design Projects	Multidisciplinary Design Projects

자료) Marchese et al(2004)

- Clinic course와 연계하여 상용화 지원을 위한 학부생을 위한 벤처캐피탈 펀드(UVCF) 운영
 - 다학제연구팀 중 선발하여 학기당 \$2500 자금 지원
 - 벤처창업자금은 보통 NCIIA에 의해 지원되어 왔음
 - 공대 project director와 경영대의 advisor, 기업 advisor로부터 추천을 받아, 한 학기 동안 prototype을 개발할 수 있는 제품 아이디어와 사업계획을 제출
 - 4년동안 20개 프로젝트 팀 지원(전체 400개 팀의 약 5%), 3개 기업과 2개 특허 출원
- Technology Entrepreneurship Concentration(TEC) 트랙
 - 공대, 경영대 공동운영
 - 사업 기회분석 및 사업계획 수립, 창업을 위한 재정 및 법적 이슈 관련 요소 추가



자료) Marchese et al(2004)

<그림> Technology Entrepreneurship Concentration(TEC) 트랙 커리큘럼 체계

□ Western Michigan University의 "Industrial and Entrepreneurial Engineering Program"¹⁸⁾

- 전통적인 공학과정에 기업가정신을 고양시키기 위한 교과과정의 결합
 - 수학 등 공학관련 교과과정과 기술의 활용능력을 배양시키기 위한 프로그램의 결합으로 커리큘럼 구성
 - 지역업체와 연계된 실제 프로젝트 수행
- 커리큘럼 구성
 - (1학기-14cd) 수학, 일반화학이론 및 실습, technical communication, Engineering graphics
 - (2학기-7cd) 수학2, 물리1 이론 및 실습, 교양, Eng Computing 입문, Entrepreneurial Engineering1
 - (3학기-15cd) 고급수학, 물리2 이론과 실습, 공학통계, 통계
 - (4학기-16cd) work design, 교양(인문), 미시경제원론, Probability and Quality for Engineers, Minor Elective
 - (5학기-16cd) 고급수학(적분 등), Entrepreneurial Engineering2, Engineering Economy, Report Preparation, Minor Elective

18) www.wmich.edu/ime/iee.html

- (6학기-16cd) Int to Operations Research, Simulation Modeling and Analysis, Ergonomics and Design, Processes and Materials in Manufacturing. Minor Elective
- (7학기-17cd) Entrepreneurship. Engineering 3, Operations control in Industry, IE Senior Design, USA: culture & Issue, Approved Tech Elective, Minor Elective
- (8학기-17cd) IE Senior Design, Other Culture & Civilizations, Health & Wellness, Minor Elective, Approved Technical Elective

□ 다양한 형태의 기업가정신 교육에 대한 모델 제공

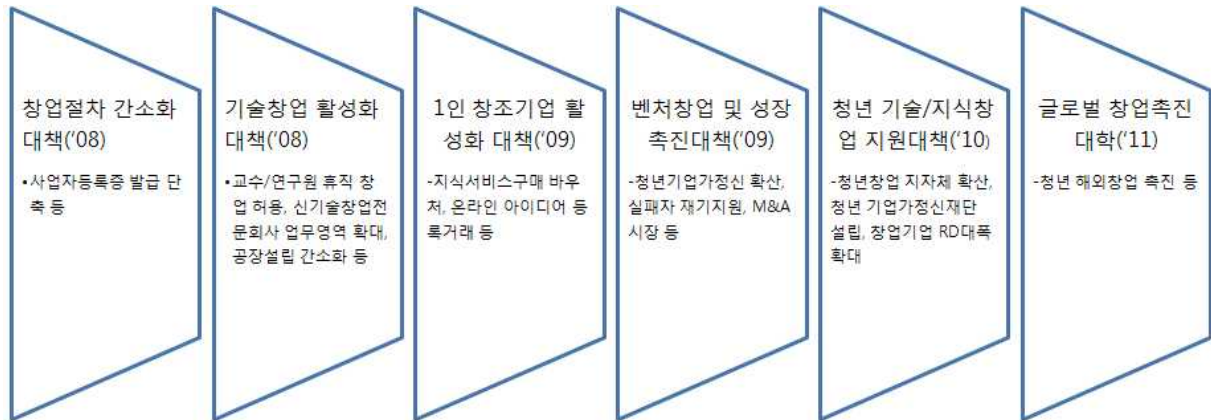
- National Collegiate Inventors and Innovators Alliance(NCIIA)는 다양한 커리큘럼 지원
- NSF도 기업가정신 커리큘럼 개정을 지원
- Roundtable on Entrepreneurship Education of Engineer(REEE) 운영을 통해 기업가정신 교육프로그램 확산
 - 스탠퍼드 기술벤처프로그램이 설립¹⁹⁾
- 산업기반 영역작업과 대학에서 중심이 되는 작업간의 차이를 구별하는 것은 중요. 이와 관련한 이슈는 기업가정신프로젝트의 핵심에 있는 기술혁신이 어디서 개발되는지, 대학내 혹은 기업부분 어디서 개발되는지가 중요
 - 전자는 학생과 교수들의 참여를 위해 더 좋은 방안을 제시한다고 주장
 - 후자는 기업쪽 멘토 참여를 보다 적극적으로 유도함으로써 학생들의 관심도 유발할 수 있다고 판단

제 2 절 우리나라 창업교육 현황 및 한계

□ 창업교육의 현황

- 대학생 창업과 관련한 접근방법
 - 실험실 창업지원 사업, 창업보육센터 등을 통해 교육이 아닌 실천으로서의 창업 인프라 지원(자금, 공간, 설비 등)에 초점을 둠
 - 창업과정과 관련한 강좌, 정보 지원

19) <http://www.stanford.edu/group/stvp/reee-weblinks.html>



<그림> 최근 정부의 창업관련 주요 시책

○ 정부 청년창업 지원사업 현황 및 문제점

- 유사내용의 지원 및 교육과 사업화 연계 미비
- 창업환경 조성을 위한 투자 미비

<표 186> 정부의 청년창업 지원사업 현황

사업명	지원내용	금액	
창업보육	- (중기청) 대학 창업강좌, 창업동아리 지원, 창업대학원 지원, 기술창업학교, - (지경부) 바이오 전문인력양성, - (지자체) 뉴미디어 창업스쿨, 하이서울 창업스쿨, G창업스쿨, Youth CEO300	- 창업교육지원 - 창업아이템개발지원 - 컨설팅및신용보증	약 97억원
경진대회	- (중기청) 중소/벤처창업경진대회 - (지경부) 소셜벤처지원사업	예비창업자 지원	약 33억원
사업화지원	- (중기청) 실험실 창업지원, 예비기술 창업자 육성 - (지자체) 2030 청년창업 프로젝트	- 사업화단계 비용/시설지원 및 컨설팅	약 492억원

자료) 박동(2011)

[표 44] 이명박 정부의 기술창업 활성화 대책 개요

영역	주요 내용
다양한 창업원 발굴	<ul style="list-style-type: none"> - '아이디어 상업화 센터'를 통한 일괄 지원 - '기술창업 인턴제' 도입과 창업자금 지원 연계 - 대학 및 연구기관의 직접 창업 촉진 <ul style="list-style-type: none"> · 의과대학 등에 대한 창업보육센터 설치 · 기술창업 멘토링 프로그램 운영 · 교수, 연구원의 창업준비 단계 휴직 허용 · 신기술창업 전문회사 의무 출자비율 20%로 하향조정, 대학의 현금출자 허용 등
창업기업 중심의 자금, 기술인력 정책수단 운영	<ul style="list-style-type: none"> - 중소기업정책자금의 창업기업지원비율 40% 달성(2012년) <ul style="list-style-type: none"> · 창업업력별 금리 차별화 및 성장공유형 대출제도 도입 추진 · 100억원 규모 기술창업기업 전용 R&D 자금 신설 등 - 한국개발펀드(KDF)를 통한 모태펀드 재원 확대, 창업초기 기업 및 성장동력 창출 투자자금으로 활용 <ul style="list-style-type: none"> · 사립대학 적립금의 벤처펀드 출자 허용 및 은행·보험사의 벤처펀드 출자한도(15%) 폐지 · 2011년까지 1,000억원 규모 농업전문투자펀드 조성 등 - 병역특례 전문연구요원의 중소기업 배정비율 50%까지 확대 <ul style="list-style-type: none"> · 산업기능요원도 기술창업기업 우선 배정 · 스톡옵션제도의 기술인력 확보 수단 활용을 위해 스톡옵션 부여 내용 공시범위를 총원(명원 제외)별 공시로 조정 등 - 창업공간 제공 확대 정책 추진 <ul style="list-style-type: none"> · 해외 이공계 유학생 전용 창업보육센터 설치 등 지역별 우수 창업보육센터 대형화·특성화 · KTX 천안·아산역사, 11개 지방중소기업청 실험실 등 공공기관 시설을 예비창업자 사업 준비공간으로 활용 등
창업을 겁내지 않는 도전적인 문화 및 사회분위기 조성	<ul style="list-style-type: none"> - 창업가 사회안전망 구축 <ul style="list-style-type: none"> · 창업기업 CEO의 고용보험 가입 및 실업급여 수혜 허용 · 기업 부도·파산 시의 압류면제 재산범위 선진국 수준 확대 - 전 생애맞춤형 창업 교육시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> · 어린이대상 '창업경제교실', '온라인 창업체험프로그램' 실시 · 전문계고 중심 창업전문 과목 개설, 창업학교 지정·운영 · 대학생 대상 창업강좌 및 창업대학원 운영 지속 · 직장인 예비창업자 대상 '주말창업학교' 신설 등 - 창업진화 교육 실시 <ul style="list-style-type: none"> · 초중고 교과서에 창업성공 및 성공기업가 사례 포함 · 교육관계자 연수 시 기업체험 연계교육 실시 · 예비 교원용 창업교재 제작·보급 등 - 창업분위기 조성 및 기업가정신 함양 지원 <ul style="list-style-type: none"> · 중소기업의 100대 세계적 성공사례 발굴·홍보 · 전국 창업 경진대회 및 창업대전 개최 · 민간 중심 기업가정신 교육기관 설립 추진 등

자료: 중소기업청(2008)

□ 공학교육과 관련한 동향

○ 취업에 초점을 둔 산학협력 지원

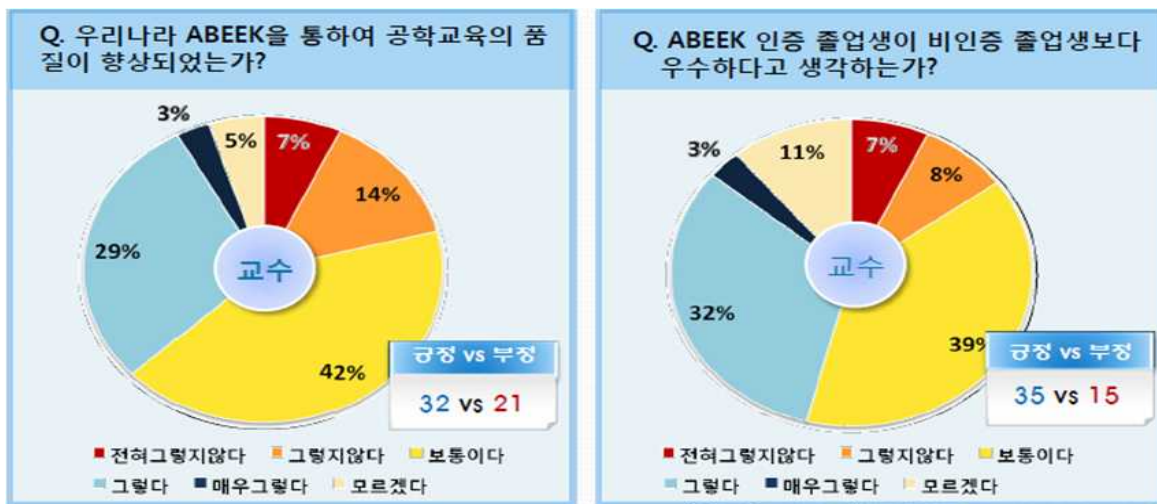
- 정부의 대학재정지원활동의 대부분은 취업을 목적으로 한 수요지향형 교육 과정에 초점
- 공학교육의 질과 연계한 산학협력 지원 설계 필요

○ 교과과정과 분리된 별도 창업프로그램 운영 지원

- 벤처기업이 만들어지고, 지속적으로 성장, 발전하려면, 창업가는 기술능력뿐만 아니라 경영능력도 가지고 있어야 한다. 즉 창의력 및 혁신능력도 높고, 경영기술/노하우 및 네트워킹 능력도 높아야 하는데 이러한 사람을 기업가 (entrepreneur)"라고 한다.
- 창업가 양성을 위한 교육과 창업가를 지원하기 위한 교육에 대한 구분한다고 했을 때(배용태, 2002), 현재 창업프로그램은 창업가를 지원하는 교육프로그램에 초점을 둠

○ 공학인증의 성과와 한계

- 전공교육 강화를 통하여 일정정도 공학교육의 품질향상에 기여한 것으로 평가되고 있음
- 전공교육 강화에 초점을 둬으로써 공학인에게 요구되는 다양한 요구역량에 부합하는 교육과정 개발 저조
- 인증에 따른 성과에 대한 공감대 부족



자료) 송성진(2011)

<그림 187> 공학교육 인증의 성과(성균관대 사례)

제 3 절 주요대학의 동향

□ 한밭대학교

- 교과과정 내로 들어온 창업교육
 - 벤처창업론 등 주요과목이 전공선택과정으로 개설
 - (융합전공) 교육제도 개선을 통해 공대내 4~5개 전공으로 구성된 가상학과 개설을 통한 융합track 설치를 통해 다학제적 교육체제 정착
 - * 광학메카트로닉스전공 등 5개 융합전공 개설
 - * 한 학과가 아니라 3~4개 학과가 합쳐서 15~20명 정도가 합쳐서 다양한 트랙을 개설할 수 있도록 교육제도의 개선
- 산학일체형 교육
 - 학생들이 상품의 기획에서 생산까지 관여할 수 있도록 창업교육 프로그램 운영
 - 시제품 생산참여에의 확대를 통한 실무교육 강화
- 현장실습, 캡스톤 디자인 진화
 - 캡스톤디자인을 융합프로젝트(디자인+공학)으로 운영
 - 캡스톤디자인 결과를 prototype 개발 및 창업으로 지원

□ 카이스트

- 기업가 정신이 살아 숨쉬는 세계 최고의 연구중심대학을 목표로 하는 카이스트는 과학기술이 기반이 되는 혁신적인 아이디어를 보유한 학생을 발굴 육성하고자 아래와 같은 정규 과목을 운영하고 있음.
 - 체계적인 양질의 창업 시스템 구축을 목표로 2012년에는 학부생들을 대상으로 부전공프로그램을 운영할 계획
- 현장연계형 실적교육 프로그램 운영
 - 실전형 기술창업 교육프로그램 (복수전공/부전공) 신설(2012)
 - 기술창업 동아리 100개 육성과 활성화를 위한 학점 부여
 - Idea Factory
 - KAIST 연구원의 멘토링을 통한 제품구현 지원
 - Idea 실현을 위한 시작품 심사 평가 및 창업을 희망하는 경우 창업지원

- 또한 예비창업자를 조기에 집중 발굴 및 육성하기 위해 아래와 같이 다양한 창업집중과정 운영예정

No	개설 학기	개설학과	과목명
1	봄학기	경영과학	벤처창업기획과 실제
2	봄학기	공필	기업가정신과 경영전략
3	가을학기	기술경영전문대	벤처창업의 이론과 실제
4	가을학기	경영과학	경영과학 특수논제I <창업실전 패키지>
5	가을학기	테크노경영(전)	기술경영 및 전략
6	가을학기	이큐전공	혁신경영과 기업가정신

○ E-5 KAIST 운영

- 예비창업자 발굴을 위한 오디션 개최를 통해 잠재력있는 예비창업자를 선발하여 체계적인 교육프로그램 제공
- 창업시뮬레이션 활동, 투자유치까지 전주기적 창업 과정을 경험

○ International Entrepreneurship Summer Course 개설

- KAIST, 싱가포르 국립대, 덴마크 공대, 퀸스랜드 대학 학생들이 팀별 경쟁과 수업을 통해 사업화를 경험

KAIST 내부적 노력 (예시)

❖ 혁신/창업을 촉진하기 위한 KAIST 자체적 노력 방안

- **[K1-R&D 활동 촉진과 대학기술 이전] 사업화 연구 지원 및 대학기술의 사업화 촉진:** 기본적으로는 KAIST가 영향력 있는 R&D를 통해 기술혁신의 원천(Source of Innovation)으로서의 역할을 할 수 있도록 KI 등을 통한 혁신활동을 더 촉진해야 한다. 아울러 KAIST 자체적으로 사업화 연구를 지원하는 R&D 펀드도 조성하여 지원한다. 나아가 KAIST 보유기술의 사업화를 촉진하기 위한 TLO 활동을 강화하고, 연구소기업 제도 등을 적극 활용하여 사업화할 기업가(또는 학생 등 예비창업자)를 찾아가고 선발/발굴하는 노력을 촉진한다. 기술 사업화 실적도 교수 평가에 추가점으로 반영한다. 필요한 경우 KAIST 산학협력단과 연계하여 기술창업전문회사를 만든다.
- **[K2-기업가정신 교육] 기업가정신/창업/리더십 교육강화:** 학사 및 석/박사과정에서 기업가정신/창업 교육을 공통필수과목으로 제공한다. 학사 및 석/박사과정에 맞게 교육 프로그램을 개발한다. 학사과정은 창업자체가 아닌 창업교육에 중점을 두고, 석/박사과정은 실제창업으로도 유도한다.
- **[K3-연계/네트워킹 기회] 동문기업가의 Mentoring 및 Event 제공:** 분야별로 KAIST 학생 예비창업자들이 신배 동문기업가들의 멘토링을 받을 수 있도록 기회를 제공하고 소생태계 형성도 추진한다. 학생들이 IP 판매 및 사용자 경험에 바탕을 둔 1인 창조기업을 만들어 추진하도록 지원한다. 사업계획서 경진대회, 벤처기업 인턴십, 예비창업자 보육지원, 아이디어 공작소 운영 등도 병행한다.
- **[K4-기업가학생 유치] 기업가학생을 선발하여 창업/성장 지원:** 사업기회를 찾은 유능한 기업가를 석/박사학생으로 선발하여, 학업기간 동안 사업기회를 발전시켜 성공적인 사업으로 만들고 이를 학위논문으로 연계한다. 박사과정에서는 "르네상스 PhD 프로그램"을 창업과 연계하고, I&TM (Innovation & Technology Management) 과정에서 이를 연계/지원한다.
- **[K5-창업펀드 및 창업준항지원 시스템] Invention Capital 및 Early Stage Fund 조성:** KAIST에 IP에 투자할 Invention Capital과 KAIST 우수 성과를 사업화 하기 위한 Early Stage Fund를 조성한다. 나아가 여러 부서로 분산되어 추진되고 있는 혁신/창업 활동을 연계/조정하는 업무조율 시스템을 구축한다. TLO 중심으로 특허평가/자문 시스템을 구축하고, 기술마케팅 활동도 전문가와 연계하여 지원하고, 선진대학들의 관련활동을 지속적으로 벤치마킹 한다.

자료) 배종태(2009), 기업가정신의 이해와 육성방안, 창조경제연구회

제 5 장 정책 시사점

□ 교과과정을 통해 기업가정신 함양을 위한 지원 강화

- Engineering Entrepreneurship 교육과정을 지원하고 육성하기 위한 지원프로그램 신설 필요
 - 학생들이 교과과정으로서 ‘시장문제 진단 - 기술적 해결방법 탐색/개발 - 기업설득과 이전’의 학문적 지식을 실질적인 성과로 전환하는 전단계 혹은 일부 단계를 경험할 수 있도록 기존 교과과정 개선 및 신설 프로그램 지원
 - 프로그램 운영에서 다학제적 연구팀 지원을 독려
 - 시장문제 진단 과정에서 기업의 참여를 적극적으로 참여할 수 있는 동인을 마련하는 것이 중요
 - ※ 미국 브라운대학의 ‘Engineering entrepreneurship’ 프로그램은 지역 중소기업으로부터 프로젝트 과제가 주어짐
- 캡스톤 디자인 등과 연계하여 대학의 실습프로그램의 확대 필요
 - 각 대학에서 운영하는 캡스톤 디자인 수업을 최종적으로 프로토타입 성과물 개발, 이후 창업과 연계될 수 있도록 지원 필요. 단 관련한 주제는 기업으로부터 제시받는 것을 독려

□ 창업역량 제고를 지향하는 공학인증 개선

- 이공계 인력의 사회변화와 이슈에 대한 관심 확대를 위한 노력 필요
 - 이공계 인력이 실용화 역량을 강화하기 위해서는 이공계 학생들의 사회이슈에 대한 관심과 이공계의 활동과 사회에 미치는 영향과 관련한 역량 강화 지원 필요
 - 사회이슈 및 지식의 실질적인 적용과 관련한 이해를 높이기 위한 교과과정 개편 노력 지원 필요
- 팀워크 및 다학제적 소양을 확대하기 위한 교과과정 개편 필요
 - 실제적으로 이공계 지식을 사회적 성과로 연계시키기 위해서는 다학제적 소양과 팀워크가 요구됨
 - 교과과정 내 다학제적인 팀의 활성화를 위한 교과과정 개발 필요
- 공학인증과 관련한 공감대 확대와

□ **창업교육 강화를 위한 산학협력 지원**

○ 취업뿐만 아니라 창업, 기업가정신의 확대를 위한 제도개선

- 교과부는 창업활동의 육성을 위해 취업 성과에 창업을 포함하도록 제도 개선 추진 (교과부 보도자료)
- 창업 및 기업가정신 확대를 위한 다양한 활동을 파악하기 위한 지표개발 노력과 이를 제도화하는 노력 지속 필요

○ 교육과학기술부(장관 이주호)는 2011년 7월 '고등교육기관 졸업자 취업을 산정방식' 개선방안을 발표

- 1인 창업의 경우 직장건강보험에 가입되지 않기 때문에 정부의 취업을 통계에 잡히지 않기 때문에 이를 개선
- 2012년부터는 국세청 및 한국산업인력공단의 데이터베이스(DB)를 통해 소득이 확인된 1인 창업자, 프리랜서, 해외취업자 등도 취업자 기준에 포함되며, 취업 기준일도 당초 6월 1일에서 12월 31일로 변경

<주요 개선내용>

구분	2010년	2011년	2012년
조사대상	'10.2월 졸업자 (*09.8월 졸업자 포함) 약 54만명	'11.2월 졸업자 (*10.8월 졸업자 포함) 약 56만명	'11.2월 졸업자 (*10.8월 졸업자 포함) 약 56만명
취업활동기간	3개월	3개월	10개월
조사시점	'10.6.1일자	'11.6.1일자	'11.12.31일자
발표시기	'10.9.30	'11.8월중순	'12.8월중순
취업자기준	직장건보가입자	직장건보가입자 해외취업자	직장건보가입자 1인창업자, 프리랜서 해외취업자
검증DB	건보DB	건보DB 한국교육개발원 검증	건보DB 국세DB 산업인력공단DB

○ 창업가 양성을 위한 지원프로그램 확대 필요

- 현재 대부분의 창업관련 프로그램은 이미 창업가적 소양을 가진 사람들이 실제로 창업을 수행하는 과정에서 필요한 것을 지원하는 교육프로그램에 초점을 둬
- 해외의 경우 창업가 및 창업정신을 육성될 수 있다는 가정 하에 창업가를 육성하기 위한 프로그램에 초점을 둬

- 창업을 위한 기업 참여를 독려하기 위한 노력 필요
 - 현재 산학협력 지원은 기업체의 교육에 대한 참여를 현장실습 등 제한된 영역에서만 활성화하고 있음
 - 창업을 위해서는 산업현장에서 부딪히고 있거나 새롭게 발굴되는 아이디어에 대한 접근이 필요
 - 캡스톤 디자인 등에 기업에서 직접 수행하지 못하는 새로운 아이디어를 공유할 수 있도록 독려하는 노력 필요

참고문헌

교과부 편, 「과학기술인력통계」, 2010

국세청, 국세통계연보, 각년도

박동, 청년 취업지원 강화방안, 산학협력 정책 아젠다 발굴을 위한 워크숍, 교육과학기술부, 2011.3.25~26

배종태(2009), 기업가정신의 이해와 육성방안, 창조경제연구회

배종태, 차민석, “기업가정신의 확장과 활성화”, 중소기업연구, vol.31, no.1, March, 2009, pp.109~128

송성진, 성균관대 공학교육인증제 운영사례, 2011년 공학인증워크숍, 한국공학인증학회

양태웅, 김인수, 「대학의 Entrepreneurship(기업가정신) 교육현황과 특징에 관한 연구: 한국과 미국 대학을 중심으로」 (PPT), 대학산업공학회/한국경영과학회 2006년 춘계공동학술대회 논문집, 2006.5.

엄미정, 홍성민, 조가원, 김형주, 정현주, 「과학기술인력통계조사·분석: 과학기술인력의 진로와 경력」, 2009, 조사연구 2009-04, 과학기술정책연구원

이시다히데오 편, 「연구개발인력의 관리전략」, 이창익 옮김, 2004, 한국산업기술진흥협회

장재석, KAIST의 산학협력 소개, 산학협력 정책 아젠다 발굴을 위한 워크숍, 교육과학기술부, 2011.3.25~26

중소기업청, 대학과 연구소 중심의 기술창업 지원 대책, 2008년 11월

한국교육개발원, 「교육통계연보」, 각년도

Bawdny, M.K., Developing Managerial Skills in Engineers and Scientists, New York: Van Nostrand Reinhold, 1982

Creed, Christopher J., Eric M. Suuberg, and Gregory P. Crawford, “Engineering Entrepreneurship: An Example of A Paradigm Shift in Engineering Education,” Journal of Engineering Education, vol.91 no.2, April 2002, pp.185~195

Green, Francis, The growing importance of generic skills, www.beyondcurrnthrizons.org.uk

Lattuca, Lisa R., Patrick T. Terenzini, and J. Fredricks Volkwein, Engineering Change : A study

of the Impact of EC2000, ABET Inc., <http://www.abet.org/engineering-change/>

Machese, Anthony J., John L. Schmalzel, John C. Chen, and K. Mark Weaver, "Creating an Entrepreneurial Culture at a Startup Engineering Program," 2003 ECI Conference on Teaching Entrepreneurship to Engineering Students

Roy, McLarty, "The dimensions of graduate skills following SME employment experience," *Industry and Higher Education*, vol.19, no.1, 2005, pp.35~43

Scott, Peter, and Antje Cockrill, "Multi-skilling in small- and medium-sized engineering firms: evidence from Wales and Germany," *The International Journal of Human Resource management*, vol.8, no.6, December 1997, pp.807~824

Yuzuriha T., *How to Succeed as an Engineer*, Vancouver, WA: J and K Publishing, 1998