

Vol.5 No.4
2011.04

기계기술정책

KIMM Technology Policy

독일 프라운호퍼연구회 현황과 연구분야



1. 독일 프라운호퍼연구회(Fraunhofer-Gesellschaft)¹⁾ 현황

□ 개요

- 세계 최대 규모의 응용과학기술연구소로 첨단기술 개발 중시, 신기술 혁신 잠재력 조기 발굴과 장기적인 계약연구에 집중하는 산업계의 중요한 파트너로서 독일 경제의 혁신 능력 제고에 기여
 - FhG 창업자의 기업가적 정신(Entrepreneurship) 계승 및 학문적 탁월성 동시 추구
 - 신기술 정보 및 서비스 제공, 요원 교육과 훈련으로 산업계 요구에 부응, 연구활동으로 자체수입을 확보하는 구조로 공공부문에서도 상당수준의 연구용역 수탁²⁾

FhG 창립자 및 FhG 모델³⁾

■ FhG 창립자



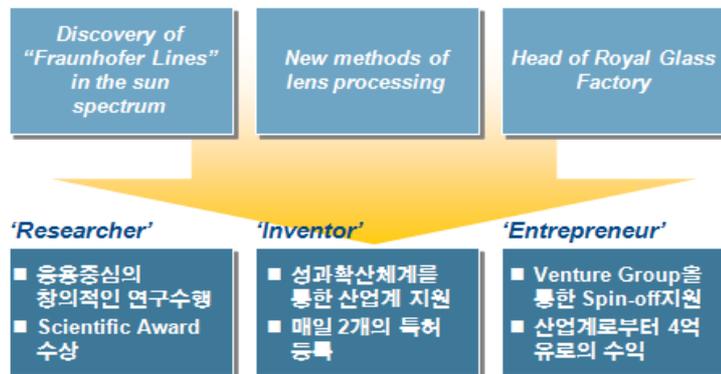
Joseph von Fraunhofer (1787-1826)

18세기 스펙트럼 분석학의 기초를 수립한 독일의 유명한 물리학자이자 광학 유리·렌즈 생산 산업 육성 및 'Royal Glass' 를 설립한 대사업가

■ FhG 모델

- FhG 산하 연구소 지원의 독특한 재정모델로서 성과(민간수탁중심)에 기반한 출연금 지급 제도
- 다른 공공연구기관들과 비교해 정부로부터 기초 재정지원 비율이 매우 작고, 연구비용의 대부분을 산업계 또는 공공기관들의 연구 및 서비스 청탁 등과 연구매출(자체수입)으로 충당
- 1986년부터 정부의 기초 재정지원은 산업계에서의 연구매출과 병행하여 증가

■ FhG 연구문화



'연구자, 발명가, 기업가로서의모습을 가진 창업자의 정신을 이어받은 실용적 연구문화 형성'

1) 이하 FhG

2) 선진국 공공연구기관의 중점연구영역 및 운영체제, STEPI(2001)

3) 해외선도기관벤치마킹 Core Project, 산업기술연구회(2010.03), 인용·재구성

□ 설립 및 운영원칙

- 1949년 지역 연구관리기관 성격으로 설립, 1955년 연구기관 전환 이후 1973년 'FhG 모델'을 도입하여 성장의 발판 마련
 - 1949년 지하자원 분야를 연구하는 지역 비영리단체로 뮌헨 바이에른 주정부의 후원을 받아 출발, 1954년 ~ 1965년 국방연구소 설립
 - 1973년 FhG 모델이 연방-주정부 위원회와 연방수상 통과로 연방 연구기관의 자격 및 항시적 정부 지원 획득
 - 1970년~1990년대 응용연구 중심 외부수탁 전문기관으로서의 정체성 확립, 민간수탁에 집중
 - 1990년 ~ 현재까지 독일 통일, 연구기관 혁신으로 연구소 외형 확장 및 대형 연구기관으로 성장, 글로벌 R&D 확대⁴⁾



<그림 1> 프라운호프 기관 성격 주요 변화 내용

자료 : 해외선도기관벤치마킹 Core Project, 산업기술연구회(2010.03)

- 중앙정부 연방경제성 연구 프로젝트 관리 및 조정 역할 수행기관에서 산업지향 기관으로 발전, 산업 연계 기술개발에 주력하여 산업 경쟁력 강화에 중추적인 역할 담당
 - 응용 · 결과지향적 연구 지향, 공공부문의 연구자금을 바탕으로 사전 기초연구(Pre-Competitive Research) 진행
- 산하 개별 연구소 자체적으로 협업 파트너 및 연구 프로젝트 선정에 대한 결정권 보유로 분권적 · 자율적 연구활동 수행
 - 민간부문 계약연구로 예산의 상당부분 자가 총당하는 운영 원칙 준수

4) 주요국의 과학기술계 정부연구기관 정책동향조사, KISTEP(2010), 인용·재구성

□ 예산 및 인력

- FhG의 전체 예산은 70년대부터 지속적으로 증가, 2000년 이후 연간 10억 유로 상회
- 2008년 기준 총예산 14억 유로, 연방 및 주정부로부터 수탁하는 기본 연구비(Base Funding) 27.8%, 기업 33.6%, 정부 19%, 기타 20.6%
- 기본연구비는 일반적으로 향후 5~10년을 대비한 기초연구에 활용

<표 1> 프라운호프 예산 및 인력 개황

구분		내용	
법인 성격 (57개 연구소로 구성된 연합체)		비영리 조직 : 수탁과 출연금을 수익 창출 활동이 아닌 산업과 연계된 연구에만 사용, 이익창출 시 연구에 재투자	
예산 수탁 (2008)	전체	14억 유로 (국가 R&D 대비 2.4%, 정부 R&D 대비 5.0%) 연평균성장률(CAGR) '01~'08 : 6%	
	① 기본연구비	27.8%	
	② 기업	33.6%	
	③ 정부(연방/주, EU, 공공기관)	19.0%	
	④ 기타 (국방연구비, 대형인프라확충비 등)	20.6%	
인력 규모 (2008)	전체	15,000명	
	CAGR : '01~'08	3.4%	
	인력비중(2005)	연구직 65.5%, 기술직 34.5%	
	연구직 분과별 비중	① 자연과학	30.9%
		② 공학	65.4%
③ 농학		0.8%	
해외 거점	대표사무소	6개	
	연구거점	14개	

자료 : 제6기 선진연구 벤치마킹과정, KISTEP(2006), 주요국의 과학기술계 정부연구기관 정책동향조사, KISTEP(2010), 해외선도기관벤치마킹 Core Project, 산업기술연구회(2010.03) 인용재구성

- FhG 및 산하연구기관에는 2008년 기준 약 15,000명 근무
- 2000년대 들어 연구인력 크게 증가, 특히 2001년에 헬름홀츠 대형연구 센터의 하나였던 GMD-정보기술연구센터가 FhG로 통합됨에 따라 연구인력의 대폭적 증가⁵⁾
- 기술분야별 분포는 응용연구를 중심으로 하는 특성으로 자연과학보다 공학 전공 연구인력이 월등히 많음

5) 정선양, 2003: 140, 제6기 선진연구 벤치마킹과정, KISTEP(2006) 재인용

□ 지적재산권 및 실용화

- 2006년 기준, 특허 보유 2,211건, 기술료 수입 9천 2백만 유로로 지적 재산권 부문에서 상당 수준의 수익을 창출, 기술과 노하우의 지속적인 산업계 이전

<표 2> FhG 지적재산권 및 실용화 개요

구분	내용
지적 재산권	<ul style="list-style-type: none"> - 특허 보유 총 2211건 : 엔지니어링과 미세기술 부문에서 대부분의 특허 창출 - 기술료 수입(licence revenue) 9천 2백만 유로 - 가장 성공적인특허라이센스는 MP3 기술로, 2006년 6천 9백만 유로 기록 <ul style="list-style-type: none"> · 2006년 기존의 특허센터 재조직화, FhG 연구소에 대한 특허상담 및 지원 기능 FhG 본부로 이관, 기존의 특허센터는 중소기업, 대학, 연구기관 등에 대한 자문 역할을 수행하도록 기능 조정 · 새롭게 정비된 특허센터 연간 예산은 약 3백만 유로, 인력 30명 수준 · 예산의 약 50%는 라이센스 수입, 프로젝트, 자문 수입 등으로 구성
기술 이전	<ul style="list-style-type: none"> - 연간 10% 내외의 인력 유동을 통하여 지속적으로 기술과 노하우 산업계 이전 <ul style="list-style-type: none"> · 연구개발의 산업적 응용(기술이전) 촉진을 위해 3개 메카니즘 도입 첫째, 응용센터(Anwendungszentren). 개별 연구소에 설치, 산업계의 특정 니즈에 대응한 계약연구 수행 둘째, 혁신센터(Innovationszentren). 응용연구와 신제품개발을 매개하는 역할, Bavaria 혁신센터는 통신기술에 특화 셋째, 실증센터(Demonstrationszentren). 전략적 분야의 R&D 인프라 강화를 위해 다수의 프라운호프 연구소의 전문성을 결합, 중소기업에 위한 교육훈련과 자문 서비스 제공
스핀 오프	<ul style="list-style-type: none"> - 1990년대 이후 300개 이상의 기업 FhG로부터 스피노프 <ul style="list-style-type: none"> : 대부분 정보기술, 생명과학, 소재, 환경엔지니어링 분야 · 1999년 스피노프를 지원하기 위하여 Fraunhofer Venture Group설립, 자금확보, 사업계획 수립 등에 관한 자체 자문 서비스 제공 및 다른 자문기관, 벤처자본, 은행 등과 연결 역할 수행 · 제한된 범위안에서 스피노프 기업을 위한 Seed Capital 제공 · 2006년 38개 프로젝트를 통하여 6개의 새로운 스피노프 기업 탄생

자료 : 주요국의 과학기술계 정부연구기관 정책동향조사, KISTEP(2010) 안용재구성

□ 조직

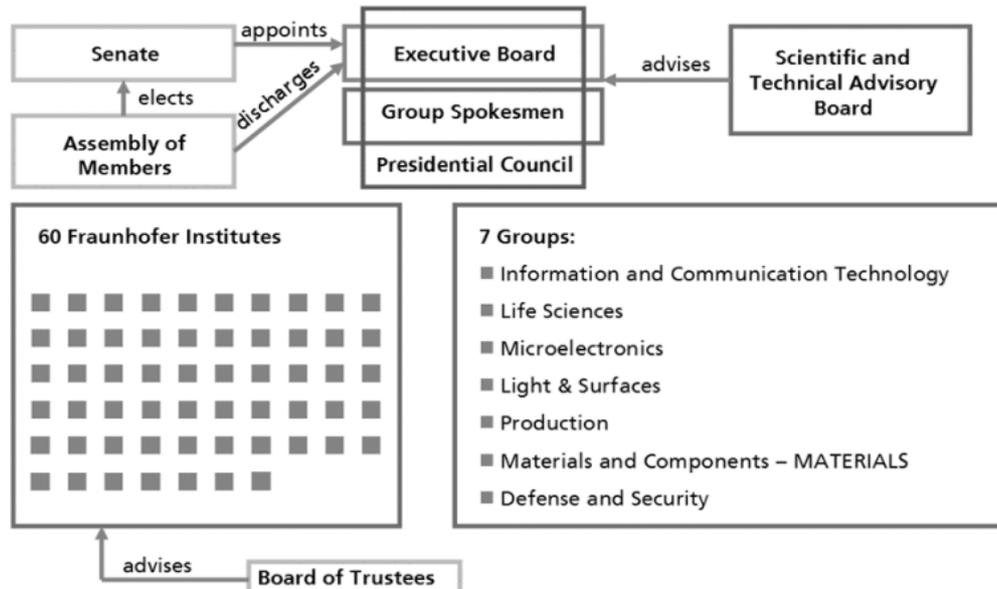
1) 연구회

- 의사결정권을 보유한 중앙조직은 4개 위원회로 구성, 지원에 주력하는 방식으로 이러한 조직 운영은 산업과 밀접한 연구 진행 환경 조성에 기여
 - 의사결정 체계는 집행위원회 외 다수가 참여하는 형태로 높은 수준의 견제와 균형이 존재

<표 3> Fhg 중앙조직 구성 및 역할

구분	인원	역할 및 비고
이사회 (Senate)	30	I) 집행위원회(총재, 부총재) 선임 ii) 기본적인 연구개발 정책 결정 iii) 산하 연구기관의 개폐
평의원회 (General Assembly)	700	① 당연직회원(연구소장, 경영진, 감사단 등)과 ② 일반회원으로 구분 평의원(senator) 임명, 연차보고서/예산안 인준 등
집행위원회 (Executive Board)	총재와 3명의 부총재	대내외 대표기구로서 FhG 연구회 활동 총괄
과학기술위원회 (Scientific and Technical Council)	약 120명 (연구소별 2인)	과학기술 및 전략적 문제에 관한 자문역할 수행

자료 : 주요국의 과학기술계 정부연구기관 정책동향조사, KISTEP(2010), 인용·재구성



<그림 2> FhG 조직도

자료 : 프라운호퍼 연구회 조직구조(출처 : <http://www.fraunhofer.de>),
주요국의 과학기술계 정부연구기관 정책동향조사, KISTEP(2010), 재인용

2) 산하 연구소

- 독일 전역 40개 지역에 60여 개의 연구조직(Research Unit)으로 구성, 연구소들은 전문 분야를 중심으로 7개 Group 형성
- 특히 세계 선두 위치를 유지하기 위해 경쟁력이 약한 연구소는 경쟁력 있는 연구소와 합병 또는 폐쇄 조치하며, 집행이사회에서 그룹의 설립 및 폐지 결정

- 연구 조직은 독립연구소(Institute), 프로젝트 그룹, 워킹 그룹, 연구실 (Research Department) 등 다양한 형태를 구성
- 상시 조직인 Group을 중심으로 포트폴리오 관리, 공동연구 프로젝트 촉진, 인력 교류 등 활발한 협력 활동 도모하며 실질적으로 각 연구소 간 선의의 경쟁과 필요시 협력하는 형태로 운영
- 그룹내 연구소들 협력으로 R&D 포트폴리오 관리, 유사분야의 연구소 집적으로 중복, 누락 등의 이슈 조정이 용이하여 시너지 효과 창출

<표 4> FhG 연구 그룹 현황 및 개요 (2008년 기준)

분야	설립 년도	연구소 수	인력 (명)	예산 (백만 유로)	그룹전략
소재· 재료	1997	14	1,800	280	Mobility, Energy, Health, ICT 등을 주요 비즈니스 영역으로 하여 부품 소재의 모든 Value Chain을 담당
생산 기술	1998	7	2,000	160	"Integrative Production" Theme 아래 Adaptive, Digital, Knowledge-Based Production 등에 관한 솔루션 제공
정보 통신	2001	17	3,000	180	Mobile Networks, Data Transmission, Information Security, Knowledge mgt. 등 첨단 기술의 혁신적 개발
생명 과학	2000	7	800	90	"Research for Human Health, the Environment" 전략아래 환경보호, 재생의학, 생태학적복구
미세 전자	1996	12	2,300	300	Integrated Circuits, Microsystems, Smart System Integration 등 중심으로 중소기업 위한 첨단기술 개발
표면 기술· 포토 닉스	1998	6	1,080	90	Fiber Lasers 같은 혁신적 Laser Sources의 개발 및 Terahertz 기술의 산업적 응용에 집중
국방· 보안	2002	6	N/A	39	"Projected unification of European defense & security policy" 전략을 기반으로 민간과 군용 국방 기술개발

자료 : 해외선도기관벤치마킹 Core Project, 산업기술연구회(2010.03) 인용재구성

- 정보통신, 디스플레이, 로봇, 에너지 등 주요 연구 분야에서 글로벌 선도 기술 창출



<그림 3> FhG 대표연구성과

자료 : 해외선도기관벤치마킹 Core Project, 산업기술연구회(2010.03)

- FhG 연구진은 혁신 잠재력 발굴, 산업계 니즈 충족 등의 통해서 ‘과학기술 컨설턴트’로서의 독특한 역할 수행
 - 일반적으로는 기술의 최종수요자인 제품개발자들과 함께 일하면서 컨설팅의 역할을 수행하지만 시장 수요 파악 및 신제품 설계·개발 위한 단독 컨설팅도 수행
 - 과학자로서의 역할과 더불어 이러한 컨설팅 또는 촉진자로서의 역할 수행을 통해 기술이전, 기술예측, 특허평가 등의 측면에서 경쟁력 보유⁶⁾
- FhG 연구소들은 전통적으로 중소기업 지원에 강점
 - 연구소들은 신제품 개발 현장 또는 고등교육기관으로 연구인력을 공급함으로써 기초과학과 산업계간 기술이전 촉진
 - 대학의 과학자 및 기술 이전 촉진을 위한 기술혁신제도와도 긴밀한 관련
 - 독일 금융회사 수탁사업 일환으로 벤처 사업 제안 평가 서비스 제공⁷⁾

<표 5> FhG 소속 연구소 중 기계분야 관련 연구소

구분	
기계·성형 기술연구소(IWU)	Fraunhofer Institute for Machine tools and Forming Technology
알고리즘·과학계산연구소(SCAI)	Fraunhofer Institute for Algorithms and Scientific Computing
응용과학·정밀공학연구소(IOF)	Fraunhofer Institute for Applied Optics and Precision Engineering
응용폴리머연구소(IAP)	Fraunhofer Institute for Applied polymer Research
환경·보안·에너지기술(UMSICHT)	Fraunhofer Institute for Environmental Safety and Energy Technology
실험소프트웨어 엔지니어링 연구소(IESE)	Fraunhofer Institute for Experimental Software Engineering
공장경영·공장자동화연구소(IFF)	Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation
단기동역학 에른스트-마하 연구소(EMI)	Fraunhofer Institute for High - Speed Dynamics
레이저기술연구소(ILT)	Fraunhofer Institute for Laser Technology
생산기술·자동화 연구소(IPA)	Fraunhofer Institute for Manufacturing Engineering and Automation
비파괴 검사연구소(IZFP)	Fraunhofer Institute for Nondestructive Testing
생산설비·구성기술 연구소(IPK)	Fraunhofer Institute for Production Technology
신뢰성·마이크로통합연구소(IZM)	Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration
태양에너지시스템 연구소(ISE)	Fraunhofer Institute for Solar energy systems

자료 : 강병하, 독일프라운호퍼 연구회, 기계저널 70, 제43권, 제12호

6) Harding, 2002: 478-479, 제6기 선진연구 벤치마킹과정, KISTEP(2006) 재인용

7) 주요국의 과학기술계 정부연구기관 정책동향조사, KISTEP(2010) 인용-재구성

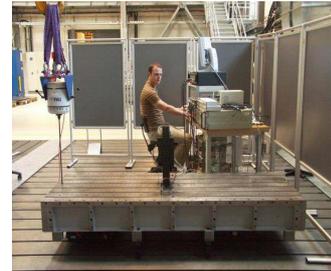
**FhG 산하 기계·성형 기술 연구소 IWU
(Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik,
Fraunhofer Institute for Machine Tools and Forming Technology)**

■ IWU 개요(2006년 기준)

- 예산 : 1,690만 유로
- 인건비: 950만 유로/ 근무인력 : 295명 / 비인건비: 740만 유로
- 산업계 수탁 연구비 : 840만 유로 / 연방 및 지방 정부 위탁연구 : 각각 450, 300만 유로
- 연방 및 지방 정부로부터의 Grant: 400만 유로

■ 대표 연구 성과⁸⁾

- ① 2009 : 강철 절삭에 활용할 수 있는 전자기 펄스 기술(EMPT, Electromagnetic Pulse Technology) 개발
 - IWU Verena Krausel 박사 연구진, 폭스바겐을 포함한 다른 기업과 공동 개발
 - 레이저를 이용할 때 1.4초 정도 소요되는 반면, 전자기 펄스 기술은 7배 이상 빠른 200밀리 초에 가능하며 절삭 후 마감 공정 생략 및 압형 프레스 생략으로 비용과 시간 절감
 - 전자펄스 발생기는 코일(Coil), 축전기 배터리(Capacitor Battery), 충전 장치, 고전류 스위치를 포함하고 있으며 스위치가 닫힐 때, 축전기는 높은 펄스의 전류를 생성하여, 마이크로초 안에 코일을 통해 방전하며, 코일은 축전기에 저장된 에너지를 자기 에너지로 전환
- ② 2008 : 풍력 터빈 소음 상쇄 위한 능동 감쇠 시스템(Active Damping System) 개발
 - Ilgen 연구진이 ESM Energie- and Schwingungstechnik Mitsch GmbH, Schirmer GmbH와 공동 개발
 - 핵심 구성 요소는 피에조 구동기(piezo actuator)로서 전류를 기계적인 움직임으로 전환시켜 음의 진동(negative vibration) 또는 풍력 터빈의 진동을 정밀하게 방해하는 안티 노이즈(anti-noise)를 생성시켜 소음을 상쇄 : 지시탐에 변속기를 연결하는 변속기 베어링에 탑재되어 있으며, 피에조 구동기가 상대적인 소음 주파수에 적용될 수 있도록 시스템과 센서를 통합하는 과정을 통해 센서는 지속적으로 변속기에서 발생하는 진동을 측정하고 구동기 제어 시스템에 결과 전달



□ 국제활동

- 수탁 시장 확대와 해외 우수 연구자원의 활용을 위해 해외 네트워크를 확장하고 있으며, 그 범위가 유럽 중심에서 미국, 아시아로 점차 확대
 - 독일 기업의 해외 진출 확대로 해외 연구지원 확대, 해외 주요 국가의 우수 기술 역량 및 시장정보(Market Intelligence) 확보 기능 수행
 - ① 해당국가의 수탁연구시장 규모와 성장 가능성, ② 해당 연구분야에 대한 FhG 연구소 역량, ③ 해당 국가에 진출해 있는 벤처기업 등 현지 네트워크 여부, ④ 해당 국가의 해외기관 진출에 대한 우호 정도 등을 고려하여 해외거점 선정

8) <http://mirian.kisti.re.kr/> 정리 · 재구성

<표 6> FhG 글로벌네트워크 현황

	연구비 수탁 시장 규모			해외 연구거점 특성 비교
	2004 (M Euro)	2008 (M Euro)	CAGR (%)	
유럽	72.7	112.6	10	<ul style="list-style-type: none"> - FP 정보수집을 위한 FhG 브뤼셀 사무소 등 활발한 국제 활동 수행 - 국제연구비는 2006년 기준 1억 2천만 유로 기록, EU 연구비 5,100만 유로로 상당 비중 차지
미국	8.8	17.2	18.2	<ul style="list-style-type: none"> - 미국 지사 설립: Fraunhofer USA Inc. - 미국 대학 연구소와 연계 5개 미국연구센터 운영 및 활발한 연구수행 실시 : 보스턴, 델라웨어, 메릴랜드, 필모스, 미시건 지역 대학광 합 - 연구센터는 미국의 혁신 자원을 프라운호퍼로 흡수, 해외의 고객 기반 강화 목적 - 5개 연구센터 운영 : 레이저, 생의학, 생산, 제조, 소프트웨어 엔지니어링 등의 기술에 중점
아시아	9.3	15.0	12.7	<ul style="list-style-type: none"> - 마케팅과 비즈니스 확장에 주력, 6개 지소 운영 : 한국, 일본, 말레이시아, 싱가포르, 중국(상하이, 베이징) - 일본이 주력(전체의 40% 이상) - 중국과 전략적인 다수 연구수행 및 말레이시아 정부의 적극적 지원으로 연구활동 활발
한국 발전 현황	<p>2001년 7월 “한독 공동 기술개발 센터” 개소 : KITECH, FhG 각각 36억, 12억 공동투자</p> <p>2001년 11월 산업기술연구회와 FhG간 국가간 과학기술협력 MOU 체결</p> <p>2002년 2월 한국화학연구원과 IGB, IST와 MOU 체결</p> <p>2003년 11월 한독 산업기술협력위원회 설치: 산자부와 연방교육연구부</p> <p>2004년 1월 정보통신부와 IGD(Computer Graphics Research) 간 MOU 체결 : R&D센터 유치, Counter Part는 ETRI, 정통부정보화촉진기금 연구개발비 200억 원 지원</p> <p>: FhG 2008년까지 현지 인력 10명을 포함 모두 88억5,000만원 상당의 현물 출자</p> <p>2005년 12월 IFM 설립 위한 MOU 체결</p> <p>2006년 5월 PNU-IGB 국제공동연구소 설립</p> <p>2007년 5월 정보사회진흥원 FOCUS와 MOU 체결(국가정보화와 정보통신기술)</p> <p>2008년 2월 부산대-IDMT 공동연구소 유치 MOU 체결</p>			

자료 : 제6기 선진연구 벤치마킹과정, KISTEP(2006), 주요국의 과학기술계 정부연구기관 정책동향조사, KISTEP(2010), 해외선도기관벤치마킹 Core Project, 산업기술연구회(2010.03), 기계연 정책연구실 조사 인용-재구성



<그림 4> FhG 해외 연구거점

자료 : 제6기 선진연구 벤치마킹과정, KISTEP(2006)

2. 연구분야

□ 연구영역

- 실제 적용가능 연구 및 특허, 라이선스 등의 성과를 창출하는 연구를 지향하며, 특히 산업과 직접 연계되는 분야의 연구개발에 주력

<표 7> FhG 연구영역 및 개요

영역	개요
적응기술 (Adaptronics)	전자공학적인 센서가 주변의 중요한 매개변수들을 탐색하여 지속적으로 스스로 변형하는 기술로서 진동, 마모, 강성 및 휘도가 강한 기술을 위한 핵심요소인 압전세라믹스, 형상기억합금스프링, 전기점성, 폴리머겔 등의 스마트재료에 대한 연구 활발
건설기술 (Construction Technology)	경제 위기와 기후변화로 에너지 효율적이며 생태학적인 건물 설계에 대한 요구 증가로 이에 대한 대응으로 에너지 기술 및 재료과학의 복합적 활용으로 건물 건설과 개축을 위한 혁신적인 기술과 시스템 개발
에너지 (Energy)	지속적인 에너지 공급에 대한 요구로 연료전지, 태양, 풍력 등의 재생에너지 및 지능적 에너지 관리에 대한 연구 확대 에너지 절감 및 새로운 에너지원 기술을 위한 선행 조건적 기술 개발 연구
정보통신기술 (Information and Communication Technology)	신기술과 소프트웨어 개발로 정보, 통신 분야의 급속한 변화에 대응하고 장비의 활용 편이성 및 데이터 전송 속도, 데이터 품질 향상을 위한 기술개발 특히 정보통신 기술 기반의 일상적인 건강 체크 및 교통 정보 제공이 가능한 일상품 개발에 주력
의료공학,환경 (Medica lEngineering, Enviroment and Health Research)	인간 삶의 질 향상 및 건강, 환경을 위한 라이프사이언스 분야에 주력 약물, 치료방법, 음식, 생명기술물질, 지속가능한 물 시스템 관련 기술개발
마이크로 일렉트로닉스 (Microelectronics)	마이크로일렉트로닉스는 전통적인 크로스섹션 기술로서 모든 영역을 포괄 센서와 마이크로시스템은 다목적용으로 활용되고 있으며, 전자처리는 자동화, 통신기술, 광학기술, 의료공학, 네트워크화된 지원시스템 등 작은 기술이 큰 규모의 기술에 적용되는 범위 확대
나노기술 (Nanotechnology)	크로스섹션 기술이자 소형 기술로서 극소 구조에 대한 연구 분야 나노분야는 혁신적인 어플리케이션에 대한 잠재성은 다른 어느 분야보다 큼 적용가능성은 연료, 태양전지와 같은 에너지기술, 소재 재활용 및 처리에 대한 환경기술, 메모리, 처리와 같은 정보기술, 또는 건강분야 등 다양
표면기술과 광자기술(Surface Technology and Photonics)	표면기술과 광자(photon)기술은 FhG에서 저명한 분야로서 광학 및 광전자소자의 생산에 대한 표면기술 및 표면 관련 생산의 레이저 기술, 측정절차 등 복합적 연구에 주력 : 마찰과 접착효과, 내식성, 광학 및 광전자소자의 기능 등에 있어 생산품의 표면은 물리적 속성의 대부분을 결정
제품(Production)	제품개발시, 회사는 급변하는 시장에 대응하기 위해 제품주기와 연관된 과정과 기술에 대한 정확한 분석과 최상의 물류 전략 수립 및 제품 개발, 생산, 물류에 걸친 제품 흐름에 대한 통합적 관리가 중요
교통공학, 물류 (Traffic engineering and logistics)	글로벌 차원의 대규모 인구와 상품의 대이동에 대한 대응으로 안전하고 효율적인 수송을 보장할 수 있는 기술적, 조직적 방안 필요
방위와 안전 (Research for defense and security)	자연, 환경 재난, 테러리즘과 범죄에 대한 인간보호는 기본적인 요구 방위와 시민연구활동은 위험을 평가하고 커뮤니케이션 통로를 보장함으로써 위협에 대한 초기 단계의 대응과 방지에 유용
재료연구 (Materials research)	에너지, 건강, 이동, 정보와 커뮤니케이션 기술 뿐 아니라 건설과 생활의 영역에 걸친 다양한 문제들에 대한 해답을 제공 : 경량 부품은 비용과 에너지를 절감하며, 재생가능한 자원에서 추출한 재료는 환경재생에 기여

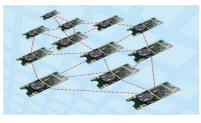
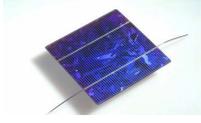
자료 : FhG 홈페이지 내용 정리재구성

□ 프론티어 연구분야

○ FhG가 선정·추진 중인 미래시장을 주도할 12개 첨단기술 분야

- 기술 및 미래시장 예측과 관련된 각종 연구 논문의 수집·분석에 기초하여 선정
- ①10년 이내 이윤창출로 독일의 선두자리 확보, ②고도의 혁신역량 보유, ③고도의 시장성 등의 요인 고려

<표 8> FhG 프론티어 연구분야

영역	개요
	<p>① 건강 지원(Assisted Personal Health) 예방차원의 헬스케어, 진단, 치료를 제공하며, 통합솔루션 시스템을 위해 기술과 제품, 서비스가 조합된 지능형 건강지원시스템 개발에 주력 예) 모바일 건강지원 'senSAVE' 프로젝트 : 사람 몸에 직접 설치하는 무선 장치 센서로 환자의 의학적 정보측정 및 전송 기능으로 관리·치료하는 장치</p>
	<p>② 생체모방 기능성 표면 기술(Bio-functional surfaces) 포괄적인 진단 및 개인 맞춤형 모니터링, 장기적 치료로 조기 발견 및 조기 치료 실현 시스템으로 인간 노화 방지 기술 요구에 대응 : 핵심기술인 생체기능성 표면 물질 개발에 주력하기 위해 식품, 약물, 화장품 등의 안전성 확보에 주력</p>
	<p>③ 분산하수저장시스템(Decentralized integrated water management) 폐수를 활용하여 에너지와 재활용 자원 회수 관련 연구 지능형 센서를 활용, 시스템 모니터링 및 파이프의 누수 등의 문제 즉각 보고</p>
	<p>④ 국지적 문제해결을 위한 통합 기술(Integrated localization technology) 2007년 그리스에서 발생한 전국적 산불 발생 당시 인근 유럽 국가들의 지원에도 불구하고, 미흡한 커뮤니케이션 시스템 및 긴급상황에 대한 비효율적인 대처 상황 등 지구적 재앙 극복을 위해 위성항법시스템(GNSSs : global satellite navigation systems)을 활용한 전지구적 구호시스템 개발에 주력</p>
	<p>⑤ 에너지 자가 충전형 센서와 센서네트워크(Energy self-sufficient sensors and sensor networks) 센서, 정보기술, 마이크로시스템, 신재료를 복합한 혁신적인 교차기술의 소형화와 시스템 통합, 에너지하베스팅(energy harvesting), 인터넷 등 상위개념 네트워크와 같은 통신기술의 에너지효율성 개선 해결을 위한 연구개발에 주력</p>
	<p>⑥ 에너지효율화에 기초한 현대화(Energy-efficient modernization) 현대화된 건물의 건설에 있어 쉽고 비용 및 에너지 효율적인 다기능 파사드 모듈 프로토타입 개발에 주력</p>
	<p>⑦ 파워그리드 에너지 저장기술(Energy storage in power grids) 풍력, 태양광 에너지 개발에 주력 비용 효율적인 친환경솔루션 에너지 저장 기술 개발에 주력, 특히 보조동력장치의 수를 줄이는데 주력</p>
	<p>⑧ 식품공급사슬 매니지먼트(Food Chain Management) 식품공급사슬 매니지먼트는 생산 - 소매 - 최종소비자에 이르는 식품제조 체인 전 단계에 대한 최적화를 의미 : 물류, 미세시스템 공학, 정보기술, 식품 분석 분야의 학제간 연구 수행</p>

	<p>⑨ 그린파워트레인기술(Green power train technologies) 파워트레인은 토크생산과 토크의 엔진에서 바퀴까지 이동과 관련된 모든 요소들을 구성하며, 차량 성능과 환경 요인 결정에 상당한 영향을 미침 내연기관의 지배적 사용이 당분간 지속될 것임을 고려하여 저에너지 모터, 경량 기어, 경량 카르단 구동장치에 대한 개발을 염두에 두고 신개념 엔진 연구에 주력</p>
	<p>⑩ 하이브리드 재료구조물(Hybrid material structures) 집적압전세라믹섬유(Integrated piezoceramic fibers)는 센서 또는 작동기 역할 수행하며, 복합체의 하중조건에 대한 정보를 전달하고 전류를 적용함으로써 수 밀리세컨드 내에 특성을 변화할 수 있는 광범위한 적용을 위한 물질 복합체 개발</p>
	<p>⑪ 고체광원(Solid-state light sources) 자연광과 비슷한 효과를 내며, 강도는 더욱 높은 새로운 에너지효율적 광원인 LED, OLED 반도체 개발</p>
	<p>⑫ 비주얼애널리틱스(Visual analytics) 그래프 시각화 기술을 통해 다량의 정보를 분석하기 쉬운 형태의 프리젠테이션화 기술개발에 주력 : 컴퓨터는 상당량의 정보를 처리해 사람들의 인지도와 이해도를 높일 수 있는 시각적인 형태로 변환</p>

자료 : FhG 홈페이지 내용 정리·재구성

3. FhG 검토 및 정책적 시사점

- 과학기술이 미래의 경제를 주도하는 21세기의 기술 산업화와 상업화는 경제성장을 견인하는 측면에서 큰 의미를 가지며, 세계적인 기술 강국 독일은 적극적으로 산업기술개발을 주도
- FhG는 세계 최대 규모의 ‘응용과학기술연구소’이자 산업 연계 기술개발의 최고 기관으로서, 독일의 기술발전과 혁신역량 향상에 상당한 공헌을 했다는 긍정적인 평가가 주를 이룸
 - 독일 산업의 미래가 혁신과 연구에 달려있다는 기조 하에 시장진출을 겨냥한 기술혁신과 신상품 개발이 독일경제의 경쟁력 확보에 최우선 과제를 강조
 - 특히 기존의 산업분야에서 아시아, 라틴아메리카, 동유럽 지역의 신흥 경제대국들로부터 증가하고 있는 경쟁압력에 대처하기 위해 독일만의 강점 개발에 주력9)
- 혁신적 기술개발과 동시에 상품의 고품질화 추구 및 생산자동화를 통한 생산비 절감과 신시장 개척 등 최종 제품 및 유통 단계에 대한 연계 연구를 기반으로 독일 산업계에 기여

9) 전자신문, 2008.09.25

- 제품과 물류를 주요 연구 분야로 포괄하는 등, 기술(Technology) → 제품(End Item) → 생산(production) → 물류(Logistic)의 기술가치사슬(Value Chain) 전반에 대한 연구 수행은 R&D 영역은 물론, 최종 제품 및 유통 단계까지 고려하는 FhG의 기술경영 마인드를 시사
- 정부가 기본연구비를 지급하지만 FhG의 내부적인 운영에는 간섭하지 않는 구조로, 정부로부터의 자율성이 보장되는 시스템 및 전문인력을 바탕으로 한 연구개발의 방향 및 전략 수립, 연구조직의 유연한 개폐 등 연구분야 간 융합 및 복합연구를 장려할 수 있는 운영 조건도 FhG의 성과 창출에 기여
- 그러나 일각에서는 노하우가 요구되는 기술 상업화에 중점을 더 크게 두는 경향으로 급진적인 기술혁신에 취약하다는 비판이 제기되기도 함
- 일반적으로 특정 기술의 상품화 및 실용화는 급진적 혁신보다 점진적 혁신이 요구되는 비중이 높은 분야로 급진적인 기술혁신에 취약
 - FhG 연구소들은 대부분 특정 기술의 상업화 또는 실용화에 중점을 두고 있으며, 상업화의 성공은 미래의 기술발전에 대한 지식, 비용 대비 효과적인 기술 실용화, 고객 수요 관련 지식 등 암묵적 노하우 이전에 대한 요구 수준이 높아 과학적인 연구개발(R&D)의 중요성을 간과할 우려가 있음¹⁰⁾

:: Vol.5, No.4 2011

기계기술정책 KIMM Technology Policy

| 발행처 | 한국기계연구원 정책연구실
 | 발행일 | 2011. 04
 | 기획· 편집 | 이광숙, 변정은, 광기호
 김재윤, 오승훈, 정준호
 | 주소 | 대전광역시 유성구 신성로 104번지
 | 전화 | (042) 868 - 7818(정책연구실)

10) Harding, 2002: 480, 산업기술연구회, Core Project, 「해외 선도기관 벤치마킹, 2010」 정리·재구성