

 POSRI 보고서

R&D 高성과 창출기업의 비결

박재범 수석연구원, 산업연구센터 (jakepark@posri.re.kr)

[목 차]

1. R&D 현황과 이슈
2. R&D 高성과 창출기업의 3대 성공 비결
3. 국내 기업을 위한 시사점

Executive Summary

- 불확실한 경기 여건에도 불구하고 정부와 민간의 R&D 투자는 지속 증가 추세이나 질적 측면의 성과 창출은 미흡
 - 2014년도 R&D 투자규모는 \$63B으로 세계 5위, 국내 총생산(GDP) 대비 R&D 투자비는 3.6%로 세계 2위 수준
 - 세계 수준의 R&D 투자에 따라 논문 수, 특허 수 등 양적 측면은 비약적으로 증가하였으나(세계 3위 수준) 기술 이전, 사업화를 통한 부가가치 창출 등 질적 측면에서는 여전히 미흡(지식효과 부문 43위, 지식확산 부문 20위)
 - R&D 투자가 사업화로 연계되고 이를 토대로 R&D 투자가 확대되는 선순환 시스템이 정착되기 위해서는 글로벌 R&D 고성과 창출기업의 성공 비결에 대한 고찰이 필요
- 글로벌 R&D 고성과 창출 기업은 경쟁사보다 한발 앞서 새로운 가치를 창출하기 위해 Solution 역량 및 Core Platform 확보 등에 주력 추세. R&D 고성과 창출기업의 성공 비결은 다음의 세 가지로 분석 가능
 1. 선택과 집중을 위한 기획단계 강화 : R&D 기획단계에서부터 해당 사업분야의 미래예측과 기술센싱을 강화, 이를 기반으로 전략분야 선정 후 집중 투자
 - IBM은 기초과학분야에 R&D 역량을 분산 투입하던 방식에서 전략을 전환, GTO(Global Technology Outlook), GIO(Global Innovation Outlook) 등을 통해 초기 기획을 강화하고 이를 통해 선정된 전략기술 분야에 집중 투자
 - Siemens는 고유의 미래예측 연구기법인 PoF(Picture of the Future)를 활용해 사업 및 기술개발 기회 도출 후, 사업 구조 변화를 지속 추진
 2. 사업화 연계 강화를 위한 R&D 프로세스 고도화 : R&D 포트폴리오를 지속적으로 관리함과 동시에 R&D 사업화 프로세스의 혁신을 통해 효율 제고
 - 듀폰은 R&D 사업화 프로세스인 APEX와 R&D Pipeline을 통해 사업화율을 제고하고 다수의 혁신 제품 사업화 (Pre사업화 R&D 과제 중 약 15%만이 최종적으로 사업화, 최근 4년 내 출시된 신제품이 매출의 약 30% 차지)
 - Philips, Siemens, HP 등은 기술 부문 또는 연구소 내 신사업 기획/마케팅을 위한 Incubation 조직을 운영, 기술사업화율 제고
 3. R&D 자원의 효율적 활용 및 관리 : 내부 R&D 시너지 제고와 외부자원 활용 극대화를 통해 연구기간 단축, 투자 리스크 감소 및 비용 절감 추구
 - Philips는 InnoHub 등을 통한 내부 기술의 융복합화를 추진함과 동시에, Global Open Innovation Campus 등 외부 리소스를 R&D 성과 창출에 적극 활용
- R&D 고성과 창출기업에 대한 고찰을 바탕으로 국내 기업들도 연구과제의 二元化 관리체제, 사업-기술개발 연계 프로세스, Inter-Lab 융복합 협력 과제 등을 적용하는 것이 필요

1. R&D 현황과 이슈

□ 불확실한 경기 여건에도 불구하고 정부와 민간의 R&D 투자는 지속 증가 추세이나 질적 측면의 성과 창출은 미흡

- 2014년도 R&D 투자규모 세계 5위, GDP 대비 투자비 세계 2위 수준
 - 우리나라의 연간 R&D 투자비는 \$63B에 달하며 미국, 중국, 일본, 독일의 뒤를 잇는 세계 Top 5 R&D 투자 국가
 - 국내 총생산(GDP) 대비 R&D 투자비는 3.6%로 이스라엘(4.2%)에 이어 세계 2위

<R&D 투자 상위 5개국>

(단위: \$Bil)

	2012년			2013년			2014년		
	R&D	GDP	비중	R&D	GDP	비중	R&D	GDP	비중
1.미국	447	15,940	2.8%	450	16,195	2.8%	465	16,616	2.8%
2.중국	232	12,610	1.8%	258	13,568	1.9%	284	14,559	2.0%
3.일본	160	4,704	3.4%	163	4,798	3.4%	165	4,856	3.4%
4.독일	92	3,250	2.8%	92	3,266	2.8%	92	3,312	2.9%
5.한국	59	1,640	3.6%	61	1,686	3.6%	63	1,748	3.6%

출처: IMF, World Bank 등 참고, 포스코경영연구소(정기대, 2014) 분석

- 과감한 R&D 투자에 따라 양적 측면은 비약적으로 증가했으나 지식효과, 지식확산 등의 성과 창출은 미흡(질적 측면의 보완 필요)
 - R&D 활동을 통한 지식창출성과(논문, 특허건수 기준) 분야에서 한국은 세계 3위 수준
 - 반면 지식효과(사업화, 표준화 기준) 분야는 세계 43위, 지식확산(특허료, 기술료 등을 기준) 분야에서는 세계 20위 수준
 - (자료: 세계지식재산권기구(WIPO)가 세계 141개국을 대상으로 평가해 발표하는 글로벌 혁신지수(GII) 인용)
 - 세계경제포럼(WEF)의 2013년 국가경쟁력평가 결과 기술수용성(22위), 기업혁신 및 성숙도(20위) 순위도 20위권에 불과
- 'R&D 투자 → 사업화 성과 창출 → R&D 투자 확대'로 이어지는 'R&D 선순환 시스템' 정착을 위한 노력 필요

- 최근 미래창조과학부는 'R&D 성과확산을 위한 기술사업화 추진계획'의 시행을 통해 수요 지향형 R&D 정착, 기술사업화 등에 나설 것임을 발표. 이를 위해 2017년까지 4년간 총 9천억을 투입할 계획
- R&D 투자가 사업화로 연계되고 이를 토대로 R&D 투자가 확대되는 선순환 시스템이 정착되기 위해서는 글로벌 R&D 고성과 창출기업의 성공 비결에 대한 고찰과 이를 국내 기업, 연구소 실정에 맞도록 수정 도입하는 것을 검토해볼 필요가 있음

2. R&D 고성과 창출기업의 3대 성공 비결

□ R&D의 위상이 'Pure Research'에서 '복합기술의 사업화'로 변화

- 글로벌 기업들은 경쟁사보다 한발 앞서 새로운 가치를 만들어 내기 위해 Solution 역량 및 Core Platform 확보 등에 주력하는 추세
 - 歐美 기업 : Trend Setter型 R&D 전략 하에 Solution 역량 확대
 - 日本 기업 : First Mover型 전략 하에 Core Platform 확보에 주력

<R&D 전략의 변화>

~'80年代	~'00年代	'00年代~
Pure Research	Product Research	Entrepreneurship
R&D는 미래대비 투자라는 인식이 대세	제품화를 위한 R&D 강조	사업화를 위한 복합기술개발에 주력
<i>[R&D Keywords]</i> Science, Closed, Individual, Technology	Engineering, Awareness, Project, Product	Innovation, Open, Solution, Business

□ R&D 고성과 창출기업의 성공 비결은 다음과 같이 세가지로 분석 가능

1. 선택과 집중을 위한 기획단계 강화

- R&D 기획단계에서부터 해당 사업 분야의 미래예측과 기술센싱을 강화, 이를 기반으로 전략분야 선정 후 집중 투자(IBM, Siemens 등)

2. 사업화 연계 강화를 위한 R&D 프로세스 고도화

- R&D 포트폴리오를 지속적으로 관리함과 동시에 R&D 사업화 프로세스의 혁신을 통해 효율 제고(Dupont, Philips, Siemens, HP 등)

3. R&D 자원의 효율적 활용 및 관리

- 내부 R&D 시너지 제고와 외부자원 활용 극대화를 통해 연구기간 단축, 투자 리스크 감소와 비용 절감 추구 (Philips, Intel, P&G, Lucent 등)

[성공비결 1] 선택과 집중을 위한 기획단계 강화 : R&D 기획단계에서부터 해당 사업분야의 미래예측과 기술센싱을 강화, 이를 기반으로 전략분야 선정 후 집중 투자

□ IBM은 Global Technology Outlook(GTO), GIO(Global Innovation Outlook) 등을 통해 R&D 기획 단계를 강화하고, 이를 통해 선정된 전략기술 분야에 집중 투자

○ 기초과학분야에 R&D 역량을 분산 투입하던 방식에서 '00년대 후반 들어서는 돈 될 만한 전략분야에 집중 투자하는 것으로 방향 전환

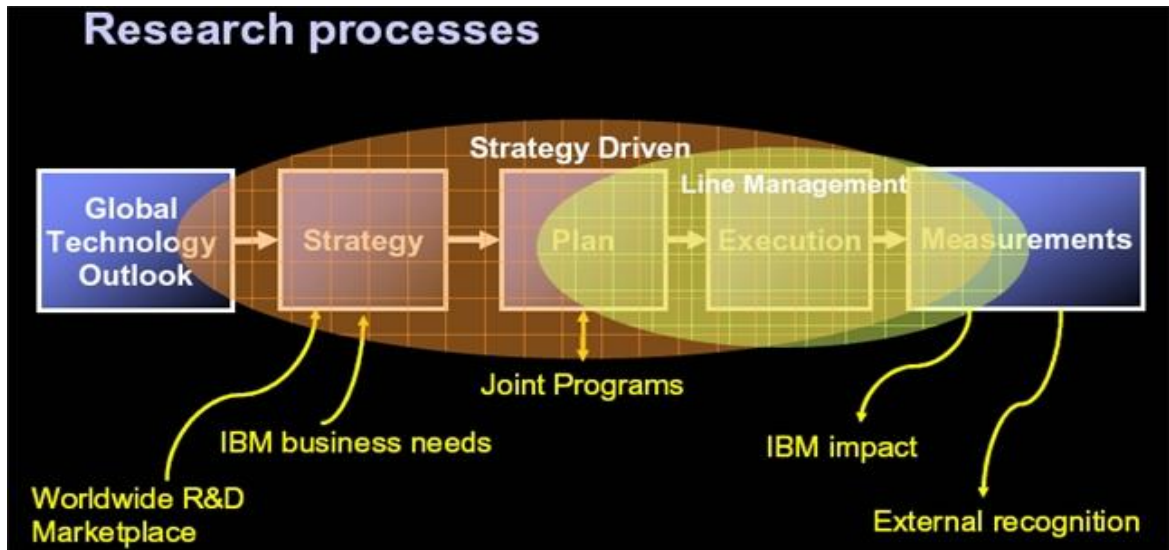
- 세계 최다 특허보유 기업인 IBM은 기초과학 분야에서 IT 솔루션, 반도체 공정에 이르기까지 폭 넓은 분야에서 R&D 진행 중
- IBM의 R&D 전략 변화는 연간 약 60억 달러에 가까운 R&D 투자가 매출 확대에 연계되지 않는 상황을 개선하기 위한 것. R&D 전략을 '기초과학분야 분산 투자'에서 '전략분야 선택과 집중'으로 전환
- 이에 GTO, GIO 등의 R&D 기획단계 강화를 통해 유망 사업/기술 발굴에 주력. 이를 토대로 선정된 4대 전략분야에 선택과 집중, 각 분야별로 2억 달러 이상의 투자 집행
 - 4대 전략 분야 : Cloud Computing, New Computing Architecture, Nanotechnology, Business Integrity and Risk
- 아울러 기초과학 분야는 아웃소싱과 Open Innovation 통해 효율 강화
- 전체 연구과제 중 1/3은 실패를 예상하고 시작했는데, 이는 그만큼 과감하고 도전적인 목표를 세우겠다는 의지

○ 미래 유망시장/기술 예측 및 기술센싱을 목적으로 진행하는 GTO, GIO는 IBM R&D 기획 단계의 핵심 작업

- '00년 시작된 GTO는 미래 혁신/Emerging 기술 트렌드를 파악함과 동시에, 분야별 전문가들이 모여 이를 심도 있게 분석하고 기술전략을 수립하는 활동
- GTO 분석결과를 토대로 선택과 집중을 위한 연구분야 선정(4대 전략 분야 등)

- IBM의 R&D는 GTO에서 시작되어 전사 포트폴리오 관점에서 과제를 선정하고 연구소 성과평가로 연계

<IBM 의 R&D 프로세스>



출처: IBM R&D 소개 자료

- '04년 시작된 GIO는 'Innovation이 Technology에서만 창출되는 것은 아니다.' 라는 시각에서 출발
- 'GTO는 자사의 기술전략 수립에는 매우 유용하나, 그 자체로는 사업 기회를 포착하기 어렵다.' 는 한계를 갖고 있었는데, GIO를 통해 이를 보완하고자 함.
- GIO는 Technology와 Business로 구분된 예측활동이 아니라, 종합적인 시각으로 Innovation을 예측하기 위한 작업. 연구부문과 사업부조직이 공동으로 참여한 것은 바로 이 때문
- 또한 WEF, JP Morgan, Reuter 등 외부 전문기관과의 협력을 통해 Insight 를 높여 유망사업기회 포착에 주력
- IBM은 GIO를 통해 Electronic Health, 의료 로봇 등 유망 분야에 대한 선제적 진입이 가능했음.

□ 지멘스(Siemens)는 고유의 미래예측 연구기법인 PoF(Picture of the Future)를 통해 사업 및 기술개발 기회 도출 후, 사업 구조 변화를 지속 추진

○ 지멘스는 모태사업의 DNA와 핵심역량을 유지하며 사업포트폴리오 변화에 성공하면서 150년 이상 지속 성장

- 1847년 창업해 150년이 넘는 역사를 가진 장수기업인 지멘스는 전기 업체에서 출발해 에너지, 인프라, 헬스케어, 산업설비 분야에서도 세계적인 기업으로 자리매김

- 한마디로 지멘스를 유지시킨 원동력은 끊임없는 혁신임. 여기에다 지속 가능한 성장을 위해 개별 사업단위에서는 못 보는 분야에 대한 모니터링/분석에 주력
- Picture of the Future를 통해 성장성, 수익성, 안정성이 높으며 Lifecycle이 Long-term인 사업을 지속 발굴. 이를 중심으로 지속적이며 장기적인 사업포트폴리오 재편 추진

<지멘스의 사업포트폴리오 변화>

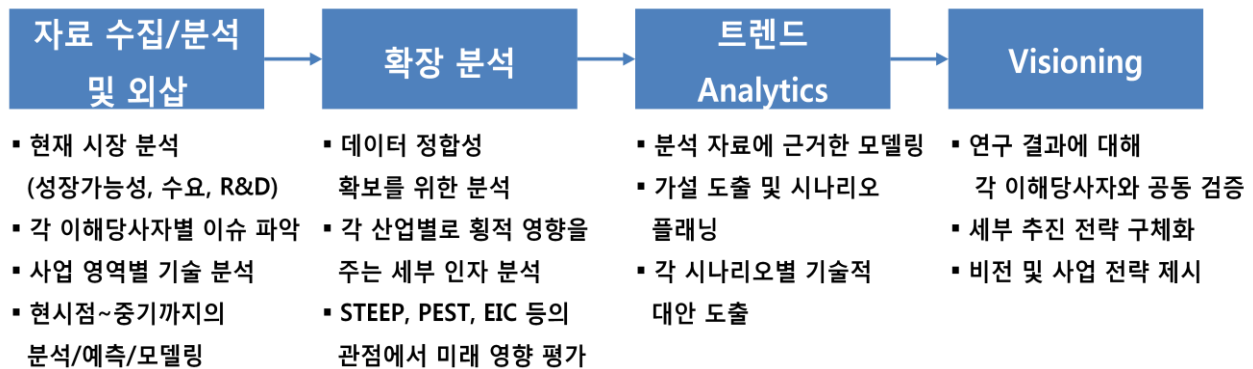


출처: 지멘스 IR/ JP 모간 등 증권사 자료 토대로 POSRI 분석

○ PoF를 통해 각 사업분야별로 지멘스가 트렌드를 주도할 가능성이 있는 사업과 기술을 발굴

- 내부의 전문 컨설턴트가 전체 PoF 과정을 주도하고, 각 사업부에서는 관련 전문가를 파견하여 태스크포스 운영
- 발굴 과정 중 수시로 외부 전문가를 활용해 의견을 반영하고 새로운 시각을 도입
- 시행 초기에는 PoF 결과의 활용성과 각 R&D 과제와의 연계성 및 산출물의 불확실성 때문에 주저했으나, 시행착오의 개선 과정을 거쳐 부서 간 협업이 강화되고 구체적인 성과가 나옴에 따라 점차 활성화
- PoF 연구진의 분석 보고서인 '메가시티(Megacity)', '원자재의 미래(The Future of Raw Materials)' 등을 통해 미래이슈에 대한 심층분석 진행. 지멘스의 사업기회 도출 후, 인프라, 에너지 사업 등을 본격 추진

<PoF 세부 프로세스>



출처: 독일 지멘스의 미래연구(2011, 박병 원)

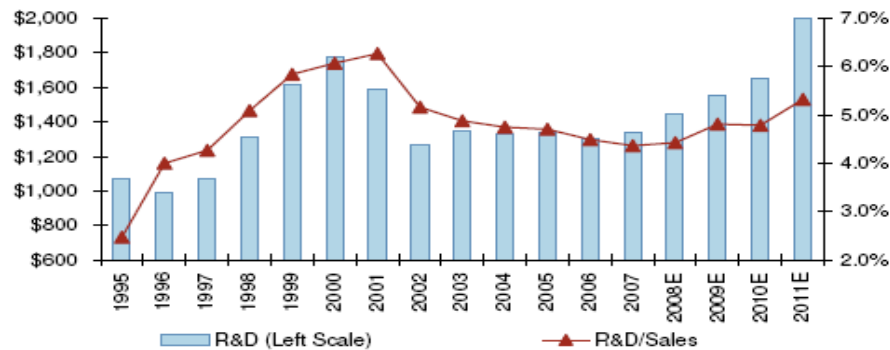
[성공비결 2] 사업화 연계 강화를 위한 R&D 프로세스 고도화 : R&D 포트폴리오를 지속적으로 관리함과 동시에 R&D 사업화 프로세스의 혁신을 통해 효율 제고

□ 듀폰(Dupont)은 고유의 R&D 사업화 프로세스인 ‘APEX’ 와 ‘R&D Pipeline’ 을 통해 사업화율을 제고하고 다수의 혁신 제품 사업화

○ 듀폰은 1903년 민간기업 최초로 R&D 연구소를 설립, 오랜 기간 동안 R&D 관리 노하우와 다양한 원천기술 확보

- 1802년 미국에서 화약 업체로 시작, 현재 ‘Fortune 500’ 기업 중 유일하게 200년 이상 이어온 최장수 기업
- 창업 초기 반독점법 제재로 화약산업의 독점적 지위 상실, 위기 극복을 위해 민간 기업 최초로 중앙연구소를 설립(1903년)
- 대공황, 석유과동 등 장기 불황과 저성장의 돌파구 마련을 위해 중앙연구소를 중심으로 화학 분야 R&D 투자 및 역량 강화에 집중
- 장기간 축적된 화학 R&D 역량을 기반으로 가치 극대화된 다수의 합성 섬유 신기술 및 혁신제품(나일론, 폴리에스테르, 폴리아미드 등)을 지속 창출해 고성장 유지
 - 듀폰의 연구부문은 109년간 1,800여 종의 신소재 개발
- 듀폰은 R&D 투자를 통한 위기 극복 교훈을 바탕으로 불황기에도 매출 대비 5% 이상의 비용을 R&D에 투자한다는 확고한 원칙을 유지 중

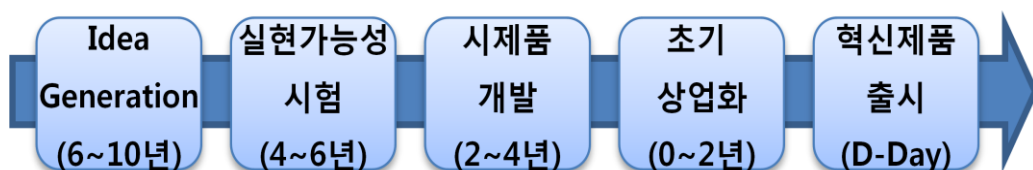
<듀폰의 R&D 투자 현황>



출처: 듀폰 IR 자료 토대로 POSRI 분석

- 듀폰은 연속적 사업변신을 위해 10~20년 후 사업화를 목표로 하는 연구개발 시스템(R&D Pipeline) 운영. 매출의 30%가 최근 4년 내 R&D를 통해 출시된 신제품이 차지할 정도
 - Global Collaboratory 전략 하에 세계 11개국에 75개 연구소를 가동 중이며, 약 20억 달러(매출 比 5.2%, '11년 기준)를 R&D에 투자
 - '30% Rule' 이라고도 불리는 신제품 연속 출시 Pipeline 제도를 통해, Market Penetration을 추구하고 기술 기반의 시장 진입 장벽 구축
 - '11년 기준, 최근 4년 내 출시된 신제품이 매출의 28%(\$107억)를 차지, '01년 20%에서 점차 확대되는 추세임
 - 최근 4년 간 R&D 투자비는 \$68억이며, ROI는 157%

<듀폰의 R&D Pipeline>



출처: 듀폰 R&D 소개 자료 참고, POSRI 분석

- 고유의 'R&D 사업화 성공률 제고 시스템(APEX)' 을 통해 Pre-사업화 R&D 과제 중 약 15%만이 최종적으로 사업화
 - 기술/마케팅/전략 부문이 공동으로 신규 사업 R&D 과제를 발굴하고 명확한 평가 기준/심사항목에 따라 Gate Review 실시
 - 통상 7년에 걸친 사업화 검증 기간을 거쳐, 2년 내 \$500M이상의 매출 발생 가능성이 있는 소수의 과제만을 최종 사업화

□ Philips, Siemens, HP는 기술 부문 또는 연구소 內 신사업 기획/마케팅을 수행하는 Incubation 조직을 운영함으로써, 기술사업화를 제고

○ Philips는 Incubators 조직, Emerging Unit 운영을 통해 R&BD(상용화 기술개발)를 단일 프로세스로 통합 관리

- 약 200명 규모의 Incubators 조직은 20여 개의 Emerging Unit으로 세분화되며, 각 Unit은 Research 단계 아이디어의 사업기획을 수행하는 Business Development 역할을 담당
- Emerging Unit 전문가들은 연구부문과의 공동 작업을 통해 연구과제 착수, 진행 및 이관 시에는 사업부서와의 협력 및 전략 연계를 담당하며, 이에 따라 연구결과물의 이관이 수월하고 Time to Market에 용이
- 아울러 기술의 다양한 사업화 방안 제시, 전사 전략방향/사업비전 등과 연계를 추구하는 역할도 동시에 진행. 부적합 사업은 Licensing out을 고려하거나 Spin-off 등을 통해 연구 성과의 사장(死藏)을 방지함

○ Siemens는 기술 부문 內 다수의 사업화 관련 조직 운영

- Strategy Marketing : Picture of the Future 등 사업 환경 변화 및 예측 작업에 참여하고 기술의 미래 사업화 방향 제시
- TTB(Tech. to Biz.) : 신사업 기회를 발굴하고 외부기술의 Spin-off 사업화 지원
- STA(Siemens Tech. Accelerator) : 사내 未활용 기술에 대한 Spin-off 회사 설립, 기술 판매 및 Licensing을 통한 사업기회 발굴

○ HP는 Speedy한 기술이전으로 연구 성과 극대화에 주력

- 신속한 사업 전개를 위해 연구과제 선정 시 사업부 인력이 참여, 공동으로 사업성/시장성을 검증. 중장기 연구과제라도 시장 및 기술 환경 변화가 빠를 경우 조기 사업화 추진
- 선행연구 완료 후 사업부로 기술이전 하는 방식도 주목할 필요. Time to Market에 대응하기 어렵다 판단되면, 연구소 내 기술이전 전담조직 (Technology Transfer Office)을 운영하며 Proactive하게 대응

[성공비결 3] R&D 자원의 효율적 활용 및 관리: 내부 R&D 시너지 제고와 외부자원 활용 극대화를 통해 연구기간 단축. 이를 통해 투자 리스크 및 비용 절감 추구

□ 글로벌 R&D 고성과 창출 기업은 R&D 효율성 제고 및 연구성과의 시장 가치 극대화를 위해 다양한 Open Innovation 제도를 시행 중

○ 진행 방식 및 목적에 따라 Inward & Outward로 구분 가능

- Inward : 연구기간을 단축하고 투자 Risk 및 비용 절감
- Outward : 이미 달성한 연구성과의 시장가치 극대화

<Open Innovation의 형태와 관련 기업>

형태		내용	해당기업
Inward	In-Sourcing	외부 아이디어/기술 도입해 신제품 창출 및 Time-to-Market 대응	P&G
	공동연구	기초 연구분야 원천기술 획득 위해 연구기관 및 대학과 전략적 협력	Intel, IBM, Philips
	벤처투자	기술력 보유 벤처에 선행 투자 또는 벤처캐피털과 협력	HP
Outward	기술자산 판매	사내 死藏 기술을 라이선스 형태로 외부에 제공해 수익 창출	MS
	분사화	유망기술의 사업화 촉진과 시장검증을 위해 관련 조직 분사	Philips, Lucent
	프로젝트 공개	내부 프로젝트를 일반에 공개하여 시장 형성 촉진 및 소비자 반응 검증	IBM, Linux

□ 필립스(Philips)는 내부 연구시너지 및 외부 리소스 활용을 위해 다양한 Open Innovation 제도를 적극 발굴, R&D 성과 창출에 활용

○ Science 단계의 기초연구 분야는 대학/연구기관과 협력하고 내부적으로는 요소기술을 결합하여 사업화 연계 강화

- 연구시너지(内部) : 각 사업부가 보유한 요소기술을 결합하기 위한 융복합 연구 진행. 유망기술 사업화 촉진/시장성 검증을 목적으로 일정 기간 동안 관련 조직 분사
- Open Innovation(外部) : 대학의 우수인력이 회사 내 상주하면서 신기술 개발이 가능하도록 지원. 고성과 창출 인력은 향후 채용으로 연계함

<Philips의 대내외 R&D 사업화 협력 현황>

	명 칭	내 용
연구시너지 (内部)	Philips InnoHub	내부 R&D자원 및 요소기술 결합, Testbed 구축 · 例) 반도체+소재+가전+의료+통신 → 'Connected Planet'
	Technology Incubator	중양면 기술의 사업화 지원 및 Spin-off 통해 벤처 육성 · 例) Silicon Hive: SoC 및 멀티미디어 프로세싱 핵심 기술 보유 (Intel에서 '11년 인수)
Open Innovation (外部)	Exchange & Mobility	유명 대학과 장기간 협력 및 N/W 형성 (900여 기관과 파트너십 체결)
	Embedded Lab	대학 우수인력 사내 상주, 신기술 개발에 전념
	Open Innovation Campus	첨단 기술 보유 기업/연구소와의 협업 환경 제공(원천기술, 플랫폼, 사업기회 공유)

출처: 필립스 R&D 소개 자료 및 홈페이지 참고, POSRI 분석

3. 국내 기업을 위한 시사점

□ 선택과 집중을 위한 R&D 기획단계 강화

- 성과 창출과 미래 준비를 병행하기 위해 연구과제의 『二元化 관리 체계』 구축
 - 신성장 분야에서는 주요 전략과제에 R&D 자원의 투입 비율을 높이되 성과 창출에만 치중하게 되면 상대적으로 미래 준비에 소홀하게 될 가능성이 높음
 - 따라서 연구개발 과제를 '전사 차원에서 전략적으로 추진 중인 사업화 기술의 조기 실현을 위한 과제' 와 '미래대비 Seed 기술 창출을 위한 과제' 로 구분하고
 - 연구개발 프로세스 및 관리체계를 이원화하여 운영함으로써 경영전략과 연구개발 전략의 정합성을 제고하는 한편 원천기술 확보를 위한 선행 연구 활동의 활성화를 도모할 필요

□ 사업화 연계 강화를 위한 R&D 프로세스 고도화

- 유망사업/기술 발굴에서부터 연구과제 선정/기획까지의 과정이 유기적으로 연계될 수 있도록 『사업-기술개발 연계 프로세스』 실행

- 사업부서/연구부문이 공동으로 진행하는 유망사업기회 탐색을 통해 전략 사업분야 및 신규 사업 도출(Stage 1)
- 사업기회 발굴 결과를 기반으로 전사 차원에서 착수해야 할 신규 사업 도메인을 확정하고 사업주체 선정 후 의사결정(Stage2)
- 기획/사업부서 및 기술 부문/연구소가 공동으로 사업전략 및 기술확보 방안을 수립하고 기술도메인 도출 및 전략 연구과제 선정(Stage3)
- 이후 연구과제의 착수, 진행, 관리 및 평가, 이관 등의 R&D 프로세스 진행(Stage4)

□ R&D 자원의 효율적 활용 및 관리

- 기업 내부 연구 시너지 강화를 위한 『Inter-Lab 융복합 협력과제』, 외부 연구기관과의 협력을 위한 『Research J/V』 도입
 - 기업 내 R&D 조직간 시너지 창출이 가능한 분야를 발굴, 대형 연구 과제 추진
 - 단위 요소기술의 융복합화를 위한 연구과제를 추진, 경영 Impact 있는 연구성과 창출 (예: 소재-부품-시스템 연계 과제)
 - 핵심 원천 기술의 조기 확보를 위해 국내외 분야별 우수 대학 또는 연구소와 Research J/V 설립

[참고자료]

[홈페이지 자료]

IBM, Philips, HP, Dupont, Siemens 각 사 홈페이지

World Intellectual Property Organization (www.wipo.int)

Fortune Global 500 (money.cnn.com/magazines/fortune/global500/index.html)

[학술자료]

『트렌드와 시나리오』, 울프 필칸, 2009

『제 3세대 R&D 그 이후』, 정형지 외, 2007

『위대한 기업은 다 어디로 갔을까』, 짐 콜린스, 2009

『변신력, 살아남을 기업들의 비밀』, 김종년 외, 2012

『독일 지멘스의 미래연구』, 박병원, 2011

『기업 장수 비결은 변신과 질적 성장』, 박재범, 2013

맥킨지, 액센추어, 포브스, JP모간 등 기업 전망 자료

지멘스 Picture of the Future 발간 자료, 2010~2014

『The Global Innovation Index』, WIPO, 2013

IBM, Philips, HP, Dupont, Siemens 각 사 IR 자료 및 R&D 소개 자료