

Vol.5 No.6  
2011.06

# 기계기술정책

KIMM Technology Policy

• 네덜란드 TNO (응용과학연구기구) 현황 및 연구분야



## 1. TNO 현황 분석

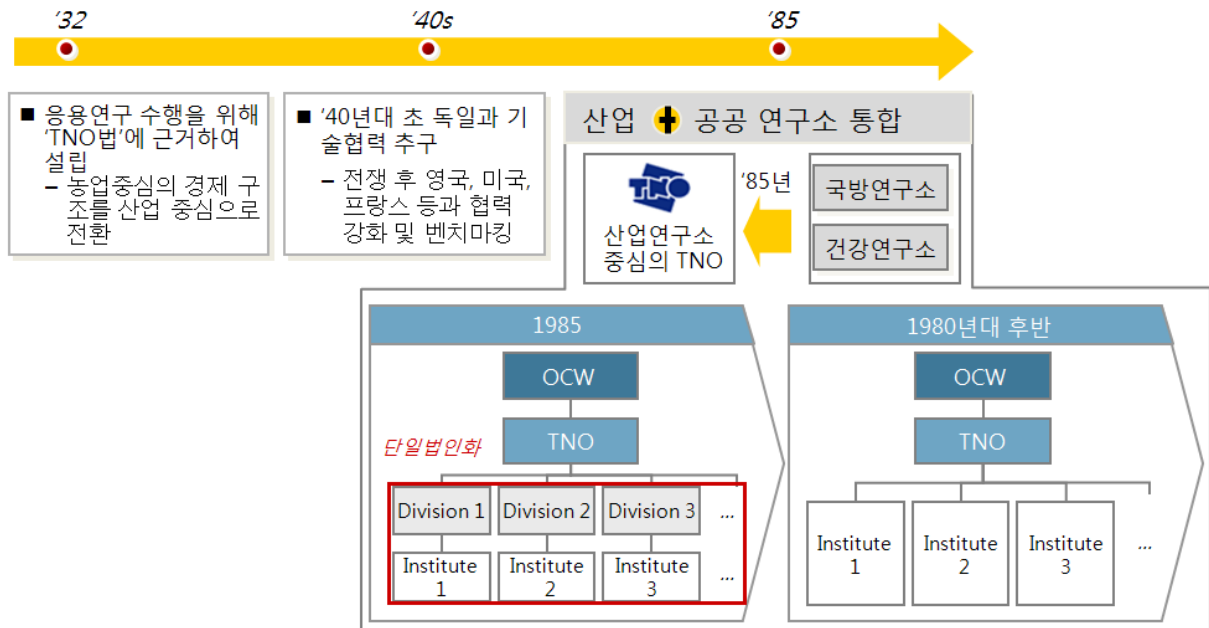
### □ 기관 주요 연혁

- 네덜란드 유일의 대형 종합연구기관인 TNO<sup>1)</sup>(응용과학연구기구)는 제조업으로의 산업구조 변화를 위한 응용연구 진흥을 목적으로 1932년 설립
  - 제1차 세계대전 이후, 네덜란드의 진보와 경제발전을 위해서는 과학연구가 필수적이라는 인식이 확산되면서 정부 지원 하에 예산 집행 및 조직 운영을 독립적으로 책임지는 단일기구 설립이 논의
  - 현재의 기관 임무는 산업 및 사회의 지속가능한 경쟁력 강화에 기여하기 위한 사람과 지식의 연결을 통한 창조적 혁신임<sup>2)</sup>
- 실질적인 지원 및 규모 확대는 제2차 세계대전 이후 본격화
  - 1945년 당시 TNO 직원 수는 313명에 불과했으며, 일반에는 알려지지도 않았음
    - \* 1940년대 초 독일과 활발한 기술협력 수행하였으며, 이후 네덜란드는 나치에 의해 점령
  - 현재와 유사한 규모의 조직을 갖춘 것은 1955년경이며, 1970년대 중반 이후 현재의 인력 수준에 도달<sup>3)</sup>
- 1985년 국방 연구소 및 건강 연구소를 통합하여, 산업과 국방·보건 등 공공 분야를 포괄하는 종합 연구소 및 단일법인으로 재탄생
  - 종합 연구소로의 탄생은 교육문화과학부(OCW) 등 8개 부처<sup>4)</sup>로부터 출연금을 지원 받는 구조가 정립된 배경
  - 연구소 별 다수의 독립법인 존재로 복잡한 행정체계 및 협력 연구의 어려움 발생 등을 극복하기 위해 단일법인화 추진(TNO Act 1985)
    - \* 5개 독립 연구소 체제에서 '7개 Division 체제+1개 HQ' 체제로 전환·단일법인화

---

1) Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek(Netherlands Organisation for Applied Scientific Research)  
 2) connects people and knowledge to create innovations that boost the sustainable competitive strength of industry and well-being of society.  
 3) 1976년 말 직원 수는 4,850명, 1977년 TNO의 예산규모는 4억 길더(1.9억 달러) 수준  
 4) 국방부(DEF), 농산식품부(LNV), 사회/고용부(SZW), 건강복지부(VWS), 주거/공간계획/환경부(VROM), 교통/공공/수자원 관리부(V&W), 경제부(EZ) 등

- 80년대 말에는 Division 체제를 Institute 체제로 전환하여 Hierarchical Level을 단순화함으로써, 본부와의 직접적인 커뮤니케이션 체제 도입

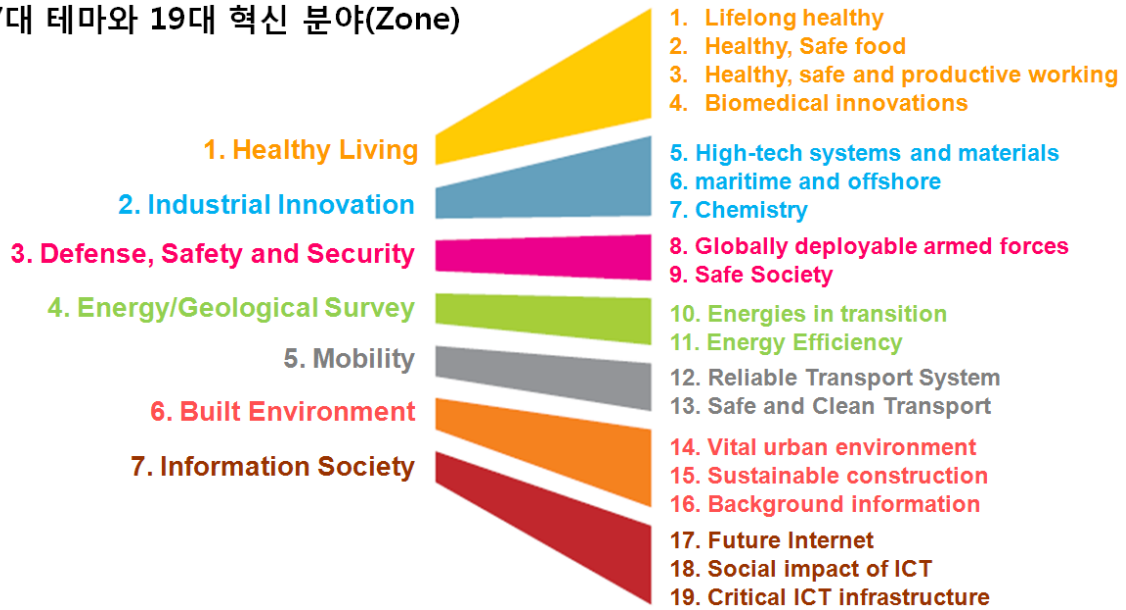


<그림 1> 1980년대까지의 TNO 발전 및 개편 과정<sup>5)</sup>

- 이후 산·학·연 협력 활성화를 위한 Knowledge Center 운영(90년대 말), 5개 Core Area로 집중된 연구체제 전환(2004년)에 성공
  - 지역별로 분산된 Knowledge Center를 운영하여, TNO 인력의 대학 강의 수행, 대학의 우수연구 결과 활용 등 학·연 시너지 극대화 추진
    - \* 기업들 또한 Knowledge Center를 이용한 협력 연구 가능
  - 5개 Core Area: Quality of Life, Defense security and safety, Science & Industry, Built Environment & Geosciences, ICT
    - \* 2004년 이전에는 분야별로 14개 연구소 체제
- 2010년 3월에는 'TNO Strategic Plan 2011-2014'를 수립하고, 'Sustainability'에 기반한 7대 테마·19대 혁신 분야를 발표하는 등 지속적인 발전을 모색
  - 사회·경제적 파급효과, 정부 부처 등 이해관계자의 요구, TNO 보유 역량 및 임무와의 부합성, 네덜란드 및 유럽의 지식 역량 등을 고려
  - 특히 임무에서 지속가능한 성장을 강조했듯이, 85% 이상의 연구 테마 및 혁신 분야가 Sustainability를 포함

5) ADL Core Project, 해외 선도기관 벤치마킹 자료에서 인용·재구성

7대 테마와 19대 혁신 분야(Zone)

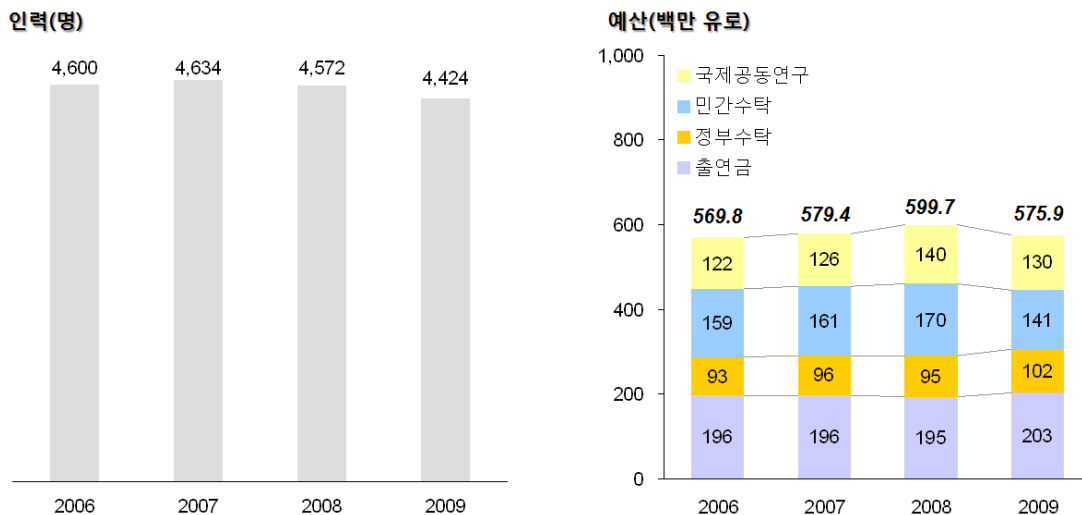


<그림 2> 'TNO Strategic Plan 2011-2014'에 따른 7대 테마와 19대 혁신 분야<sup>6)</sup>

□ 인력과 예산

○ 2009년 기준 TNO는 총 직원 수 4,337명, 총 576억 유로의 예산 규모를 기록

- 인력과 예산 모두 일정하거나 소폭 감소하는 수준을 기록



<그림 3> TNO의 인력 및 예산 추이(2006~2009)<sup>7)</sup>

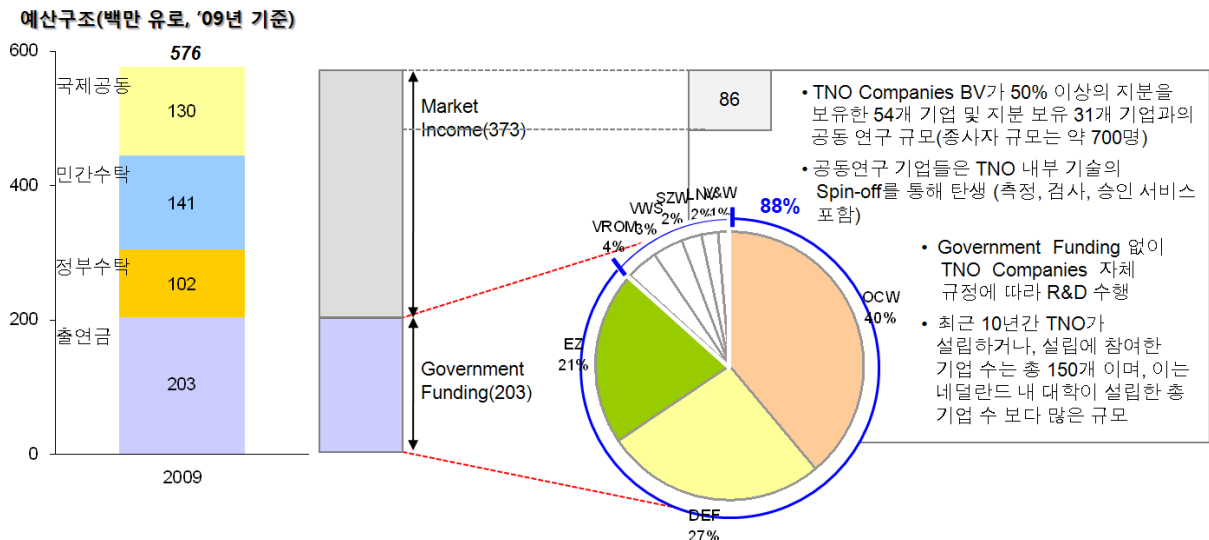
- 연간 신규 채용 인력은 300~400명이며<sup>8)</sup>, 여성 인력의 비중(31%), 외국인 인력(4.9%)이 점차 높아지는 등 조직 내 Diversity 강화에 많은 노력

6) TNO(2010), 'INNOVEREN MET IMPACT - TNO Strategisch Plan 2011-2014'에서 인용-재구성

7) TNO 각년도별 Annual Report 인용-재구성

8) 2008년에는 440명 신규 채용, 2009년에는 268명 신규 채용

- 예산은 국제공동연구 및 민간수탁이 증가하고 있는 가운데, 출연금은 앞서 밝힌바와 같이 OCW를 비롯한 8개 부처가 공동으로 제공
  - \* 2009년은 글로벌 금융 위기가 겹치면서 민간수탁이 급감
- 출연금(Government Funding)은 교육문화과학부(OCW), 국방부(DEF), 경제부(EZ)의 3대 부처 비중이 90% 수준에 육박
- 수탁연구 중 TNO BV(유한책임회사)가 지분을 보유한 기업과의 공동 연구 규모는 2009년 현재 86백만 유로 수준
  - \* 지분 보유 기업과의 공동 연구 규모는 2006년 65백만 유로에서 2008년 93백만 유로까지 확대되었으나 2009년 글로벌 금융 위기로 86백만 유로로 감소



<그림 4> TNO 예산 구조 분석(2009년 기준)<sup>9)</sup>

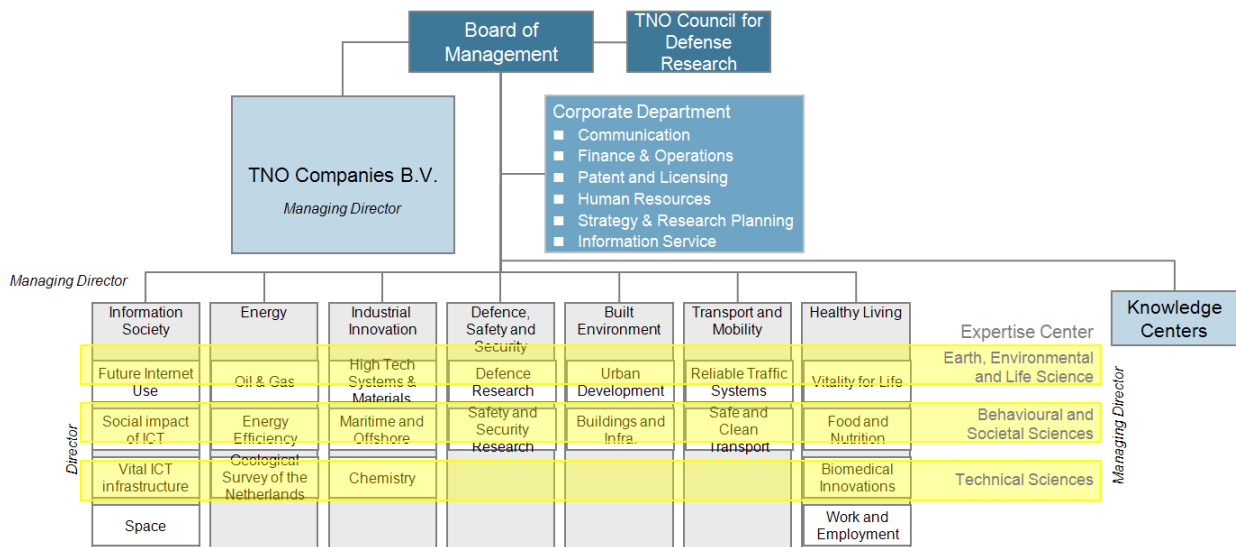
- 2009년 국제 공동연구(해외 수탁)는 전체 예산의 22.6%를 차지하고 있으며, 정부 부처로부터의 출연금 규모에 결정적인 영향을 미치는 등 핵심 성과 지표로 활용
- 2009년 민간 수탁은 141백만 유로로 전체 예산의 24.5%를 차지하고 있어, R&D 예산의 47%가 비정부 기관으로부터 확보
- 2009년 기준 TNO의 R&D 예산은 네덜란드 국가 R&D 투자의 5.5%, 네덜란드 정부 R&D 투자의 15.2%를 차지하고 있으며, 네덜란드 공공 연구기관<sup>10)</sup> R&D 수행 규모의 43.4%를 점유

9) TNO 2009년 Annual Report 인용·재구성. 한편 민간수탁 중 중소기업의 비중은 연간 30백만 유로 규모로 알려짐

10) 대학은 제외하였으며, 공공기관에는 LTI, TTI 등 독립연구기관과 NWO(네덜란드 과학연구기구), KNAW(왕립네덜란드 학술원) 등을 포함

□ 조직 및 거버넌스

- TNO는 네덜란드 남부지방의 델프트에 HQ를 두고 있으며, 2010년 이후 7대 테마와 19대 혁신 분야 정립에 따라 조직을 개편
  - 산업·공공 분야를 담당하는 경영진과 국방 분야를 담당하는 경영진이 구분
    - \* 산업과 공공 분야를 담당하는 이사 2인(OCW 추천)과 국방을 담당하는 이사 1인(DEF 추천)의 공동 경영 체제 구축
  - 연구조직은 7개 본부와 산하의 19개 부를 두고 있으며, 사회 이슈 해결을 위해 7대 테마 간 융합 연구 수행을 위한 Expertise Center 3개 운영
    - \* Earth, Environmental and Life Science, Behavioural and Societal Sciences, Technical Sciences
- Expertise Center는 매트릭스 형태의 조직으로 운영되고 있으며, OCW에서 제공하는 별도의 출연금 예산을 통해 운영
  - 전체 인력은 3,000명 규모이며 2007년 이후 KaVoT<sup>11)</sup> 프로그램이 가동되면서 본격화
    - \* KaVoT 프로그램 예산(백만 유로): '07년 26.2 → '08년 27.2 → '09년 27.7
  - KaVoT 프로그램은 융합 연구 및 공통 기반 기술 개발을 위한 별도의 프로그램과 독립 예산을 의미



<그림 5> TNO 조직(2010년 기준)<sup>12)</sup>

11) Kennis Als Vermogen Over de Thema's(Knowledge as assets across the themes)

12) TNO 2009년 Annual Report 및 홈페이지([www.tno.nl](http://www.tno.nl)) 참고하여 재구성

○ TNO Company B.V는 기술이전 및 Spin-off 기업을 전문적으로 관리하기 위한 조직으로 '08년 매출 112백만 유로를 기록

- TNO 지분 100%의 자회사로 기업 Spin-off, 기술 인큐베이팅 등을 통해 재정적 수익을 목표로 하는 등 TNO 경영진에 주기적으로 성과 보고

<표 1> TNO Company B.V Task<sup>13)</sup>

- TNO가 보유한 지식과 응용으로부터 잠재적인 Spin-off 기업 탐색 및 발굴
- 수익 창출 기업을 설립·지원(자체 Incubator 기능을 가진 Techno TNO BV(TTS) 운영)
- 기업 인수 또는 전략적 협력 관점의 Joint Venture를 통해 TNO의 시장 포지션 강화
- 비즈니스 지원을 위한 모니터링 강화
- 기업의 생존 가능성이 증명된 후의 지분 판매 등의 처분

- 2009년 현재 50% 이상의 지분을 보유한 54개 기업 및 일부 지분을 보유한 기업 31개를 소유

<표 2> TNO Company B.V의 주요 실적<sup>14)</sup>

	2006	2007	2008
보유 기업(지분 기준) 수	85	81	85
총 매출(백만 유로)	82	87	112

<그림 6> TNO Company B.V의 주요 기업 현황(예시)



- TNO Company B.V의 Spin-off 중 가장 큰 성공 사례로 네덜란드 백신 제조업체인 Crucell을 꼽을 수 있음

\* 2010년 기준 매출 3.3억 유로, 영업이익 34.3백만 유로를 달성하였으며, 존슨앤 존슨에 피인수(2011년)

13) TNO Company B.V 홈페이지(www.tno-bedrijven.nl/tno-b/home.do)에서 인용-재구성

14) TNO Company B.V 홈페이지(www.tno-bedrijven.nl/tno-b/home.do)에서 인용-재구성

- Knowledge Center 운영을 통해 대학과의 공동연구 및 대학 보유 기초 기술 획득 노력 병행
  - 협력을 촉진하기 위해 국립대와 동일 장소에 위치하고 있으며, 필요에 따라 수시로 개소 및 폐쇄
    - \* 연도별 Knowledge Center 운영 수: ('00) 20 → ('07) 25 → ('08) 19 → ('10) 20
  - TNO와 대학간 유사 연구분야를 최소화하는 등 경쟁 방지 효과도 있으며, 2010년 현재 TNO 인력 중 60명이 대학에서 교수 겸임
  - 기업들 또한 지역 클러스터의 형태로 Knowledge Center를 이용한 협력 연구 가능하며, 필립스, Shell 등의 대기업 뿐 아니라 중소기업의 참여도 활발
    - \* 기업은 연구결과 탄생한 기술적 지식의 상업화를 돕고, 대학은 박사과정 학생의 장학금을 지원하는 형태. TNO에 지원되는 출연금 중 상당 부분이 투입



<그림 6> TNO의 Knowledge Center가 위치한 국립대

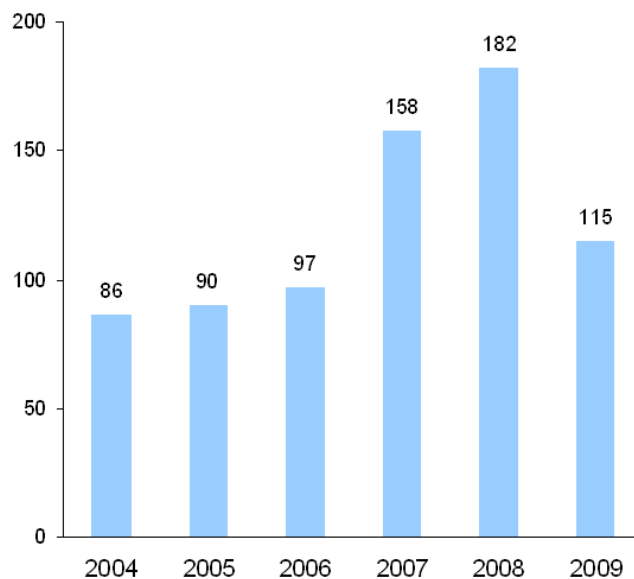
- Corporate Department는 120여명 규모이며, Strategy & Research Planning 에서는 연구 기획 시, 정부의 Thematic Area을 기반으로 조정 역할 수행
  - 정부가 정책 니즈를 기술적, 사회적 Theme 형태로 매년 제공하면 이를 출연금, 정부 수탁 등 예산 운영에 반영



- 연구 분야 및 기관 운영에 대한 계획 및 평가는 OCW가 담당
  - 4년 단위로 정부와 TNO간 기관 운영 계획(Strategic Plan)에 합의하며, 정부는 연 단위 모니터링·4년 주기 평가 수행
  - 평가의 기준은 고객 만족도, 수탁규모(특히 해외 수탁), 경쟁력, 재무 건전성 등
    - \* 고객만족도는 2~3년 주기, 경쟁력 평가는 국제 평가단이 정기적으로 진단
  - 평가 결과는 8개 부처의 출연금 가이드라인에 활용하며, OCW가 주요 출연금 제공 8개 부처와 TNO 간의 조정 역할 수행
    - \* TNO 측은 Corporate Department의 Strategy & Research Planning에서 대응
- 높은 해외 수탁 비중과 함께 국제 교류 활성화를 위한 해외 사무소도 다수 운영 중
  - 미국(디트로이트, 미시간), 일본(동경), 체코(프라하), 우크라이나(카르코프)에 사무소를 두고 있으며, 2010년 중국에 'Center for Western & Traditional Chinese Medicine'을 설립하며, 제약 분야 협력 강화

□ 주요 연구성과

- 2009년 기준 1,436개의 등록 특허, 829개의 특허 패밀리<sup>15)</sup>를 보유



<그림 7> TNO의 연도별 신규 등록 특허 추이<sup>16)</sup>

15) 한 가지 발명에 대해 세계 각국의 특허청에 출원 또는 등록 신청을 한 특허 패킷지를 의미

- 2007~2008년 간 SCI 급 학술 논문 게재 수는 510건<sup>17)</sup>
- 2008년 기준 예산 대비 기술료 수입은 0.4% 수준이며, 특허당 기술료는 2,600달러로 추정<sup>18)</sup>
  - 예산 대비 기술료 수입이 낮은 것은 TNO Company B.V를 통해 자체적인 기업 육성, Spin-off를 통한 수익 창출 활동이 활발하기 때문
  - 2008년 기준 TNO Company B.V가 지분을 보유한 기업의 총 매출 규모(112백만 유로)는 TNO 총 예산의 18.6%에 달함
    - \* OECD는 TNO를 연구결과의 실용화 관점에서 유럽에서 가장 앞서가고 있는 연구 기관으로 선정·발표

## 2. TNO 주요 연구 분야

### (1) Healthy Living (Gezond Leven)

- 기술 혁신과 사회 혁신을 통해 사회 구성원들의 삶의 질 향상을 추구하며, Healthy for life, Food, Work와 Biomedical Innovation을 포함
- (Healthy for life) 수술법과 각종 의료 솔루션을 개발·수행·모니터링·평가하는 것으로 네덜란드 국민, 특히 0세~19세의 건강을 집중 연구
  - 건강에 영향을 미치는 요인과 결정적인 시기를 분석하여, 건강을 유지할 수 있는 방법 개발
  - 영유아 및 청소년의 심리사회적 문제의 조기 진단과 함께 신체적 건강을 위한 연구 수행 (Youth: Growing up Healthy)
  - 고위험 직종에서 근무하는 중장년층 및 노인 및 장애인 대상의 연구도 활발히 수행 (Lifelong Healthy and Active)
  - 주요 공동 연구 파트너: Dutch signaling center pediatrics, Kenniscentrum Bedplassen, Body@work(TNO와 VUmc<sup>19)</sup>의 Joint Institute 형태), Leiden University 등

16) TNO 2007년~2009년 Annual Report

17) NOWT(Netherlands Observatory of Science and Technology)의 'Science and Technology Indicators 2010'

18) ADL Core Project, 해외 선도기관 벤치마킹 자료에서 인용

19) Institute for Research in Extramural Medicine

- (Food) Nutritional physiology에 의한 건강 증진을 목표로 영양 섭취와 건강 사이의 관계를 계량적으로 규명
    - 양질의 식재료를 개발·생산하는 기술, 유전자 조작 기술, 관련 음식물의 안전성 확보 및 평가 기술 등을 중점 연구
    - 연구 결과는 LNV 등 관계 부처의 정책 수립과 음식료품업<sup>20)</sup>의 비즈니스 전개에 활용
  - (Work) 저소득층, 장애인 및 교육 수준이 낮은 노동 인구가 작업현장에서 직면하는 미확인 물질<sup>21)</sup>에 대한 건강 및 안전상의 위험을 계량화
    - 공공 섹터의 헬스케어를 통한 노동 생산성 향상을 목표로 e-Healthcare 구축 연구 수행
    - 주요 공동 연구 파트너: Body@work, NCSI(Netherlands Center for Social Innovation), Perosh<sup>22)</sup>
  - (Biomedical Innovation) 맞춤형 치료 방법 개발 및 식품, 제약 및 화학 물질의 지속가능한 생산을 위한 바이오메디칼 기술 개발
    - Microdosing 등 임상 실험 시 동물의 사용을 절감하는 기술, 신진대사를 고려하여 맞춤형 치료를 통한 약물 투여량 절감 기술, Chemical Affinity 테스트를 통한 Non-testing 전략 수행 등에 집중
- (2) Industrial Innovation (Industriële Innovatie)
- 네덜란드의 지식경제화 및 자원 고갈 심화에 대비하고 네덜란드 산업의 기술·제품·공정 혁신에 기여하기 위한 연구개발 담당
    - BRICs의 요소투입 위주의 경제 성장에 대응하기 위한 산업의 노동 생산성 및 지식 활용에 집중
    - High-tech systems and materials, Maritime & Offshore, Sustainable Chemical Industry를 포함

20) 네덜란드에는 네슬레, 하이네켄, Purac, Avebe 등과 같은 세계적인 음식료품 기업 존재

21) 나노기술의 본격 활용에 따른 'Data Poor' Materials, Invisible information of hazard and exposure on nanoparticles 등

22) Partnership for European Research in Occupational Safety and Health로 2003년 11월 EU 12개국의 13개 연구기관이 참여하여 작업 환경의 건강화·연장화·고생산성을 위한 R&D 및 정책 수립에 기여하기 위해 조직되었으며 TNO 참여

○ (High-tech systems and materials) 플렉서블 태양전지, OLED 양산에 필요한 신 생산장비 개발

- 반도체 등 기존에 축적된 전자 소자 생산 장비 기술 역량을 활용하여 8대 분야에 집중

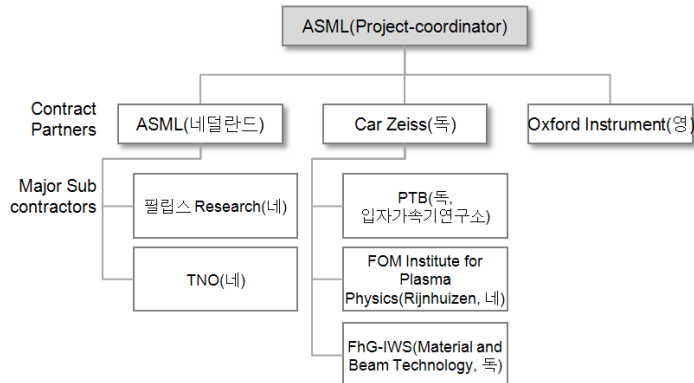
<표 3> High-tech systems and materials의 주요 연구 분야<sup>23)</sup>

- System Architecture: System behavior / design, often around physical transport phenomena
- Optronics(and Contamination Control): paths of photons precisely control in extreme environments
- Nano-/micro-/organische electronics, small precisely controlling electron flow
- Flowtronics: flow-intensive processes to precisely control it (instead of batches)
- Mechatronics (and precision engineering): moving masses precisely control
- Infortronics (data streams from sensor electronics): model-based information to determine
- Devices, particularly sensors (Holst Centre, RF, nano-photonics)
- Materials, such nano-and biomaterials

- 전자 소자 생산 장비 기술을 산업계에 이전하거나 공동연구 적극 수행

<표 4> High-tech systems and materials의 전자 소자 장비 분야 주요 성과<sup>24)</sup>

- ASML 노광장비의 'EUV(Extreme UltraViolet) in wafer stepper' 기술: 장비 당 가격이 1억 달러에 이르며, 2011년 5월 현재 타이완 반도체 제조업체 중심으로 10대 분량 수주 (2012년 인도) 확보. 2014년 경 Mass Production 도달 예정
- 1998년 EUCLIDES(Extrem Ultraviolet Concept Lithography Development System) 조직으로부터 시작된 기술 개발 프로젝트로 ASML과 Car Zeiss(독), Oxford Instrument(영) 등의 회사가 파트너로 참여한 바 있음
- 현재 ASML은 TNO의 가장 큰 산업계 협력 파트너



23) TNO 홈페이지에서 인용-재구성

24) TNO 홈페이지에서 인용-재구성

- Bluebird 프로젝트: 반도체 칩 3차원 적층 기술(TSV 3D 패키징 기술) 확보
  - Bluebird 프로젝트: 2009년 네덜란드 혁신청(Senternovem<sup>25</sup>)과 TNO 및 네덜란드 반도체 장비 산업계 간 Common Goal 달성을 목적으로 추진된 최초의 공동 프로젝트(Simax, BESI(BE Semiconductor Industries N.V), 벨기에의 IMEC 등이 참여)
  - TSV 3D 패키징 기술: 수십 마이크로의 초박형 Die에 수 마이크로의 Through Silicon Via를 형성하고 수직으로 Stacking하여 칩을 제작하는 방법이며 다른 package 방법에 비해 집적도가 가장 높으며 초박형 고성능 IC 제작에 적합
- Holst Center: 유연 인쇄 전자 소자 및 생산 장비 개발을 위해 경제부(EZ)의 지원하에 IMEC과 공동으로 설립한 연구 기관
  - 필립스 연구소 초대 소장인 Gilles Holst의 이름을 따서 지음
  - 아인트호벤에 위치해있으며, 150명의 연구진 보유
  - 30社에 가까운 산업계 협력 파트너 보유(삼성전자 포함)

- 초박형, 초경량(Ultra-light), 유연 및 포터블 전자 제품의 구현을 위한 인쇄전자 기술 개발 수행 (Holst Center 중심)

\* 말 수 있는 태양전지와 디스플레이, Roll-to-Roll 방식의 생산을 통한 저가화 구현

- 초정밀·초소형·초경량 계측 장비 개발을 통해 Environment(Earth Observation), Energy(핵융합) 및 Health(진단 및 치료) 분야의 연구 지원

○ (Maritime & Offshore) 해상 Oil & Gas 탐사 및 풍력 발전에 필요한 구조물 기술 개발

- 2015년 네덜란드 Maritime Industry의 세계 Top 3 진입을 위한 6대 목표 수립

\* MARIN(LTI 연구기관 중 하나라 지질자원 분야 연구), Netherlands Maritime Campus(해양산업 관련 네덜란드의 산학연관 파트너십) 등과의 협력 활성화

<표 5> Maritime & Offshore의 주요 연구 분야<sup>26)</sup>

- Increasing the operational reliability, availability and maintainability of process, systems and structures floating production platforms, subsea compression and Separation skids, location, ROVs;
- Application of deep-sea activities (up to 3 km deep) possible;
- Reduction of the 'environmental footprint';
- Enhancing safety in relation to off-spec conditions;
- Translate into new designs from material scarcity;
- Quantifying security.

25) 현재 EVD(대외무역청), Octrooicentrum Nederland(특허청) 등과 통합되어 Agency NL 소속, 경제부(EZ) 산하기관

26) TNO 홈페이지에서 인용-재구성

- (Sustainable Chemical Industry) 화학산업의 환경에 대한 부정적인 영향 저감과 Oil&Gas와 같은 자원 감소에 대비하는 것과 함께 제약과 음식 재료를 포함하는 특수 물질의 Faster to Market과 양산화 기술 개발
  - 화학 산업 가치 사슬의 상단인 폴리머와 제약 부분에 집중하고 있으며, 해당 물질 생산에 필요한 특수 장비 기술<sup>27)</sup> 개발
    - \* 해당 장비는 가동 수명 30년 이상이며, 1억 유로 이상의 고가 장비
  - 양산 및 안전성과 유지 보수를 고려한 공정 기술 개발 및 시스템 모델링 연구 수행
  - 석유의 대체 자원으로 바이오매스의 화학 및 음식, 제약 분야 응용에 연구를 집중하고 있으며, 바이오플라스틱의 새로운 물질로 각광받고 있는 Itaconic Acid의 생산 기술 개발에 성공
  - 2~3세대 바이오매스로 불리는 목질계 바이오매스(나무, 풀, 조류)의 자원화에서의 수율 향상에 집중
    - \* 공정 감소에 따른 패키징, 자동차, 반도체, 제약 부문의 제품 혁신을 위한 연구 수행
  - 바이오 경제로의 진화에 있어 화학 산업 뿐 아니라, 에너지, 식품, 농산업을 참여를 촉진하고, 기술 창업을 적극 지원

### (3) Defense, Safety and Security (Integrale Veiligheid)

- 국방 뿐 아니라, 사회 안전망 구축과 관련하여 군(軍), 경찰, 방재 부서와의 협력을 통한 연구개발을 수행하고 있으며 Safe Society, Defense 포함
- (Safe Society) 모니터링 및 감시 체제 구축 및 정보 공유 강화를 통한 재난 방지 시스템 구축과 함께 모니터링 시스템의 개발 주기 단축 연구 수행
  - 재난 등의 복구 및 처리의 효과성, 효율성, 안전성을 강화하기 위한 방재 시설 구축 및 정보 처리 능력 향상
    - \* 정보 처리 능력의 향상을 통해 재난 당시의 의사결정에 있어 시민과 기업으로의 권한 위임을 꾀함
  - 전기, 수도, 공공 교통 시설 등과 같은 사회 인프라의 효율적인 설계 및 재난에 따른 강건성 강화 연구

<sup>27)</sup> Bulk Chemical과 달리 특수 장비에서 생산 가능

- (Defense) 전통적인 무기 개발 뿐 아니라 사이버 전쟁, Sensor Network, 무인화 시스템 등에 대한 연구개발 수행
  - (Cost Effective Action) 사이버 전쟁에 대응하기 위한 네트워크 관련 연구와 실험(Concept Development & Experimentation) 및 트레이닝 지원
  - (Information Superiority) Sensor Network 설계 및 개발 기술 연구
  - (Affordable Protection) 군인들의 다양한 전투 상황에 대한 효과적인 대처를 위한 무기와 탄약 기술 개발
  - (Better Performance with fewer People) 무인 시스템의 인적 자원 대체를 통한 비용 감소와 함께, 군인들의 인텔리전트 및 자동화 시스템 사용 능력 향상을 위한 트레이닝, 모니터링 및 지원

#### (4) Energy/Geological Survey (Energie)

- 에너지 보존 및 효율 향상, 에너지원 탐사와 관련한 연구를 수행하고 있으며, Oil&Gas, Energy Efficiency, Geological Survey Netherlands 로 분류
- (Oil&Gas) 유럽 정상권의 표면 및 지하의 석유·가스전 개발 기술을 보유하고 있으며, CCS(탄소포집저장기술)과 지열 발전, 석탄가스화 기술 개발에 집중
  - (Gas Hub) 천연 가스 생산과 수송과 관련한 네덜란드의 'Gas Hub 전략' 지원을 위한 한계 가스전 개발, 2020년까지 CO<sub>2</sub> 감축에 기여할 수 있는 CCS 기술의 경제성 확보에 집중
  - (Sustainable Energy) 기존에 확보한 석유전 및 한계 석유·가스전의 회수율을 높일 수 있는 기술을 개발하여 에너지 자주권 확보 경주
  - (Clean) 지열 발전 기술 개발을 통해 2030년까지 300MWe 급 발전을 목표로 하고 있으며, 장기적으로 유럽과 개도국(인도네시아)에 2GWe 급 지열 발전 생산을 목표로 제시
    - \* 2GWe 급 지열 발전 생산은 연간 유럽 전력 수요량의 5% 수준
- (Energy Efficiency) 스마트 그리드를 통한 빌딩과 시설의 에너지 소비 효율 향상, 분배 효율 향상, 냉난방과 전력이 결합된 시스템 개발 추진

- (Geological Survey Netherlands) 지질 탐사와 관련한 정보를 기업 및 경제부에 제공하고, 해당 정보를 지하자원 매장량 추정 등에 활용

(5) Mobility (Mobilititeit)

- 교통 정보 시스템 및 교통량 패턴 분석을 통한 교통 인프라 개선을 통해 네덜란드의 물류 산업 경쟁력 강화와 CO<sub>2</sub> 저감 등에 기여
  - Reliable Transport System, Safe and Clean Transport 포함
- (Reliable Transport System) 오염 저감, 교통 혼잡도 완화, 교통사고 감소를 위한 교통과 운송, 물류 시스템 개선
  - ITS(Intelligent Transportation System) 개발과 응용을 위한 센서, ICT 부품 및 시스템 개발, 자동차+IT 융합 기술 개발, ICT를 활용한 물류 솔루션의 고도화에 기여
- (Safe and Clean Transport) 스마트 자동차 기술과 연계하여 온실가스 배출 저감 및 연료 효율 향상, 전기 자동차 파일럿 연구, 고농도 바이오 연료 연구 추진

(6) Built Environment (Gebouwde Omgeving)

- 인구 변화 및 주거 환경에 대한 니즈 변화에 따른 인프라 설계 기술, 네덜란드 지반·지형에 따른 지속가능 건축 및 재료 응용 기술 개발 추진
  - 좁은 국토 면적 및 해수면 보다 낮은 국토의 효율적·안정적·환경 친화적 활용에 초점
  - 저교육 및 저소득 노동 인구에 대한 환경 개선 기술 추진
  - Urban Development와 Sustainable Construction 연구 분야를 포함
- (Urban Development) 도시 개발에 있어 환경과 물, 지역 개발, 이동 및 접근성과 Lifecycle을 동시에 고려한 접근이 필요
  - (Clean, safe and healthy living environments) 인구의 도시 집중 가속화에 따라 요구되는 거주 환경 개선과 주민 보호 등 관련 사회적 요구의 기술적 실현



- (Climate-Proof Cities and Organized Infra) 도심지역의 온실가스 배출 및 기후 변화를 측정하고, 도심 지역의 화석 에너지 사용을 최소화할 수 있는 기술, 지역 수도 시스템의 사회적 비용 저감 기술 개발
- (Social Breakthroughs) 기후 변화, 도심 재개발 등 사회 문제의 해결을 위한 공간과 프로세스 혁신 관점에서의 경제 분석 및 시스템적 접근
- (Sustainable Construction) 지속 가능 성장의 관점에서 건축물의 CO<sub>2</sub> 배출 저감, 지속 가능한 건축 재료 개발 및 사용을 위한 기술 개발 추진
  - (Material Consumption of Energy and Reduce CO<sub>2</sub> Emissions) 2050년 경 도래할 것으로 예상되는 빌딩 건축 시의 에너지 소비, 온실가스 배출, 건축 자재 사용 저감 등의 트렌드에 대응하기 위한 Pilot Project 가동
  - (Better to Build, Manage and Maintain Renovate) 2015년경 상용화를 목표로 빌딩의 신개념 건축과 관리 및 유지보수 기술개발 추진하고, 건축기간 단축, 건축 비용 감소 효과 등을 기대
  - (Improving Infrastructure) 신자재 개발, 구조 기술 개선 등을 통한 기존 건축물 및 인프라의 수명 연장 및 신규 프로젝트의 수명 확대를 꾀하는 기술

(7) Information Society (Informatiemaatschappij)

- 미디어 및 항공 산업, 기후 변화, 고령화, 자원 고갈, 교육, 이동성 및 건강과 안전과 관련한 다양한 분야에서의 ICT 활용
  - Future Internet, Social Impact of ICT, Vital IT Infra, Space 등의 연구 분야를 포함
- (Future Internet) 기존 산업의 생산성 향상 및 신서비스 창출에 기여할 수 있는 인터넷 기술, 데이터 처리 증가 수요에 부응할 수 있는 상호 호환성, Scalability를 보유한 인터넷 인프라 기술 개발
  - (Applicable To New Services) 인터페이스, 모바일 플랫폼과 같은 User 상호 작용에 의한 선택 및 이에 따른 신 비즈니스 컨셉 도출
    - \* 새로운 인터넷 표준 정립 및 관련 정책과 전략 수립에 기여

- (Helping Our Environment Monitoring and Control) 센서와 각종 디바이스를 연결하고, 데이터를 측정하는 광범위한 분야에 응용하여 사회 안전 및 네덜란드 경쟁력 제고
- (Development of Technology For a Stable Growing Internet) 기존 인터넷 구조(프로토콜과 아키텍처)를 개선하여 데이터 증가량과 보안 강화, Scalability 등에 대응할 수 있는 인터넷 인프라스트럭처 구현 예정(2014년)
- (Social Impact of ICT) ICT의 경제·사회적 이익 창출을 위한 시민, 소비자, 기업 및 공공 조직 간의 헌신과 신뢰를 바탕으로 한 지속가능한 정보 사회 구현이 목표
  - (New Media Ownership by Social and Open Dates) 정보의 다양한 활용 및 소셜 미디어의 부상에 따른 개인의 참여와 권한 위임 확대, 새로운 서비스의 파생에 따른 사회적 변화에 효과적으로 대처
  - (Creating Trust Through Better Privacy and E-Identity Management) 정보 및 네트워크 사회로 급속히 진화하면서 발생할 수 있는 프라이버시 및 개인 정보 노출과 관련한 문제를 해결하고, 신뢰를 기반으로 한 온라인 마켓 구축
  - (Adaptive Capital Increase By Sustainable Learning) 평생 학습을 통해 사회·경제적 효익을 극대화하고 빠르게 변화하는 환경에 적응을 지원
  - (Policy & Strategy Based on Facts) 정보 사회의 메가 트렌드를 조기에 진단·분석하여 정부의 정보 사회 운영 정책 및 전략 도출에 기여
- (Vital IT Infra) 지불·결제 및 온라인 banking과 같은 IT Infra의 신뢰성과 보안성, 연속성을 제고
  - 전기, 수도, 가스와 같은 유틸리티의 내구성, 가용성, 품질 및 안전 혁신을 위한 브로드밴드 서비스, 텔레커뮤니케이션 네트워크, IT 시스템, DB와 어플리케이션 등의 ICT 활용
  - (More Technical Reliability and Safety) 2014년까지 네덜란드 ICT 보안성을 100%대로 높이기 위한 IT 아키텍처 및 Infra 설계의 강건성 강화

- (Exploitation and Risk) 2014년까지 IT 정지시간(Downtime)으로 인한 경제적 손실을 25% 낮추기 위한 품질 및 신뢰성 기술 확보
- (Sustainable ICT) 2014년까지 ICT의 에너지 소비를 25% 낮추고, CO<sub>2</sub> 배출은 50% 낮추기 위한 아키텍처 기술 및 표준 정립
- (Space) 통신·탐사·기상 관측 인공위성용 정보시스템, 터미널 및 고정밀 계측기기 개발을 통한 자연 재해, 기후 변화 및 오염 대응 및 방지
  - (Applications and Solutions) 인공위성용 계측기기와 부품 기술은 의료 기기 및 보안, 반도체 산업에 활용 가능
  - (Instruments and Satellites) 인공위성용 Onboard System 설계 및 검증, 인공위성용 망원경 개발 등 추진

### 3. 결론 및 시사점

- TNO는 80년의 역사를 가진 네덜란드 유일의 대형 종합 연구기관이며, 최근에는 'Sustainability'에 기반한 창조적 혁신에 주력
  - FhG(독), CNRS(프), MPI(독)에 이어 유럽에서 4번째로 큰 공공연구기관
  - 연간 예산 576백만 유로('09년 기준)로 네덜란드 국가 R&D 투자의 5.5%, 네덜란드 정부 R&D 투자의 15.2%를 점유
  - 산업기술혁신 뿐 아니라, 국방, 보안, 보건 분야 혁신을 종합적으로 수행하고 있으며, 연구 테마 및 혁신 분야는 Sustainability에 수렴
    - \* 연구분야의 특수성과 전문성을 감안, 산업·공공 분야를 담당하는 이사와 국방을 담당하는 이사의 분리 경영체제
- 해외수탁, 민간수탁 등 비정부 수탁의 규모가 연간 예산의 절반에 육박하며, 여성 및 외국인 인력의 비중이 높은 것이 특징
  - 이중 해외수탁은 전체 예산의 20%를 상회하고 있으며, 기관의 핵심 성과 지표이자 출연금 지원 규모에 결정적인 영향
  - 2009년 현재 여성 인력의 비중이 31%, 외국인 인력 비중은 5%로 기관 내 다양성을 기반으로 한 창의성 발현에 많은 노력

- 7개 테마(본부) 간 융합 연구 수행을 위한 별도의 조직(Expertise Center)과 예산 프로그램(KaVoT)을 마련하여 2007년부터 운영
  - TNO는 7대 테마 간 상호 의존성과 강한 연관 관계를 강조하고 있으며, 궁극적으로 85%의 연구가 지속가능 성장에 기여할 수 있음을 주장
  - KaVoT는 교육문화과학부(OCW)가 Top Down으로 별도의 예산을 편성하는 프로그램으로 융합 연구 및 공통 기반 기술을 목표로 함
  - 2011년 이후에는 설계, 센서, 재료, 시스템생물학<sup>28)</sup> 및 정책 분야 (Innovation and Behavior, Strategic Policy Research)에 집중할 계획
- TNO Company B.V 및 Knowledge Center 운영, 기관 평가 시스템의 차별화, 해외 사무소 활성화가 기관 운영의 차별화 포인트로 확인
  - TNO Company는 기업 인큐베이팅 및 비즈니스 지원, Spin-off 및 지분 판매를 통한 수익 창출 등 보다 넓은 범위의 기술 사업화 활동 수행
  - 네덜란드 백신 제조업체 Crucell은 TNO Company의 대표 성공 사례
  - 대학 캠퍼스 내 또는 근교에 Knowledge Center를 설치하여 학연 협력을 보다 활성화하고 대학이 보유한 기초 기술 획득 효과를 극대화
    - \* FhG의 Alliance, AIST의 연구 유닛 운영과 같이 필요에 따라 조직 개폐가 자유로움
  - 기관 평가에 있어서는 연 단위로는 모니터링만 수행하며, Strategic Plan과 연계하여 4년 주기로 평가
    - \* 가장 최근의 Strategic Plan은 2010년 3월에 수립된 'Strategic Plan 2011-2014'
  - 고객 만족도와 재무건전성, 해외 수탁, 국제 평가단의 경쟁력 평가 비중이 높은 것은 산학연 협력과 글로벌 개방형 혁신, 기술 이전을 통한 산업적 성과 창출을 강조하고 있음을 암시
  - TNO는 Dupont으로부터는 우수 협력상 수상을 수상한 바 있으며, 2009년에는 자국 응용수 기업 Kennermerland Regional Public Health Laboratory and Vietns와 제1회 EARTO<sup>29)</sup> 혁신상을 수상
    - \* 물속의 레지오넬라 균 포함 여부 분석 소요 시간을 기존의 2주에서 4시간으로 단축

28) System Biology, 최첨단 컴퓨터를 통해 유전자 간의 상호작용을 분석하여 암 분야 등 신약 개발 표적 단백질 발굴과 검증 등 질병 치료에 효과적인 신약을 빨리 찾고자 하는 분야 생물학과 전자공학, 전산학, 물리학 등 다학제적 접근 요구

29) European Association of Research & Technology Organization, 유럽 공공연구기관 연합

- 유럽, 북미, 일본 등 기술 선진국 뿐 아니라, 최근의 중국 사무소 개소는 TNO의 글로벌화와 국제 협력 의지를 확인할 수 있는 사례
- 유사 연구 분야 간 협력 뿐 아니라 기관 운영의 특징과 선진 사례를 벤치마킹하여 기계(연) 운영에 적극 반영할 필요
  - 이미 기계(연)은 TNO의 KaVoT 프로그램을 벤치마킹하여 연구 부서간 협력 활성화를 위한 주요사업(KIMM Bridge Project)을 신설한 바 있음
  - (2) Industrial Innovation 분야의 'High-tech systems and materials'와 'Maritime & Offshore', (4) Energy/Geological Survey의 'Oil & Gas' 부문은 기계(연)의 연구 분야와 유사하거나 밀접한 관련
  - 반도체 노광장비 분야 1위 기업인 ASML<sup>30)</sup>와의 협력을 통해 EUV 장비 개발, TSV 3D 패키징 기술 확보, 인쇄 전자 소자 개발을 위해 벨기에 IMEC과의 Holst Center 운영은 시사하는 바가 큼
  - TNO 뿐 아니라, 핀란드의 VTT<sup>31)</sup>에서도 확인된 바 있는 매트릭스 조직 기반의 융합 및 공통 기반 기술 연구 추진에 주목할 필요
  - 문화적 다양성에 기반한 창의성에 가치를 두고, 기관의 소프트 파워 강화를 통한 해외 인력 적극 유치 및 정주 여건 개선 필요

:: Vol.5, No.6 2011

## 기계기술정책

KIMM Technology Policy

| 발행처 | 한국기계연구원 정책연구실

| 발행일 | 2011. 06

| 기획·편집 | 박기호, 변정은

김재윤, 오승훈, 정준호

| 주소 | 대전광역시 유성구 가정북로 156번지

| 전화 | (042) 868 - 7828(정책연구실)

30) 2009년 출하량 기준 세계 시장 점유율 51% 기록(바클레이크피탈 2010년 4월 28일), 2010년 매출 52억 달러를 기록하며 반도체 장비 분야 세계 2위 기업에 진입(가트너 2011년 4월 6일)

31) 자세한 내용은 기계기술정책 2010년 4월호 <핀란드 VTT 현황과 연구분야>를 참조