

주간 뇌 연구 동향

2015-05-15



한국뇌연구원
뇌연구정책센터

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

1. 미토콘드리아 자가포식작용에서 PINK1에 의한 PARKIN과 유비퀴틴 인산화의 역할 규명

Defining roles of PARKIN and ubiquitin phosphorylation by PINK1 in mitochondrial quality control using a ubiquitin replacement strategy

Alban Ordureau^a, Jin-Mi Heo^a, David M. Duda^{b,c}, Joao A. Paulo^a, Jennifer L. Olszewski^b, David Yanishevski^b, Jesse Rinehart^d, Brenda A. Schulman^{b,c,1}, and J. Wade Harper^{a,1}

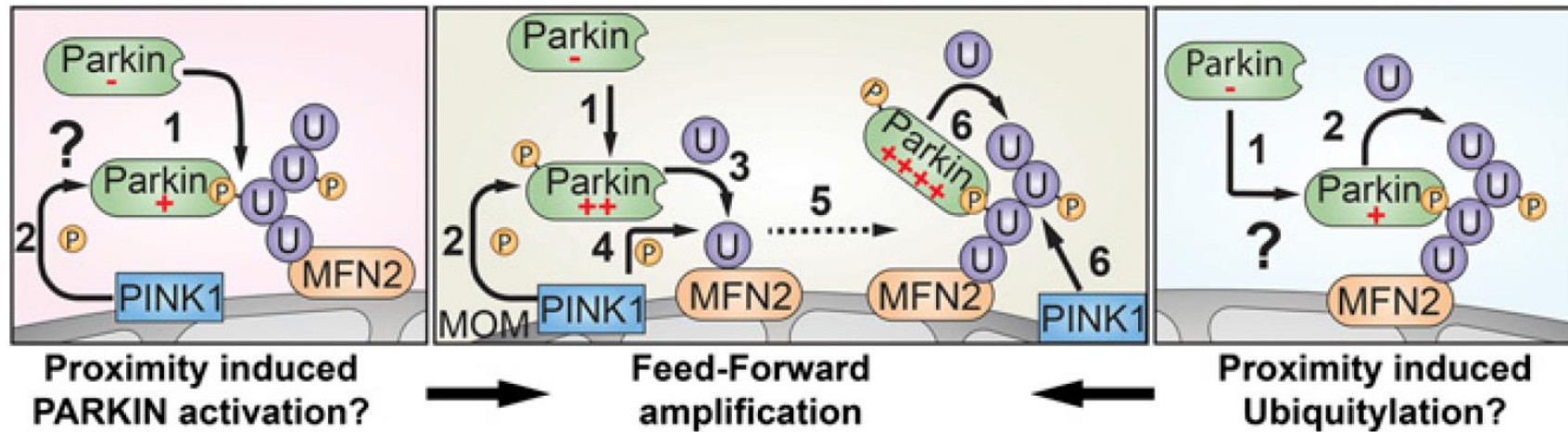
PNAS

www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1506593112

- PINK1 단백질 키나제와 PARKIN UB(유비퀴틴) 리가제는 파킨슨 질환 및 다양한 암에서 유전적 형태로 돌연변이됨. 따라서, 질환으로 인해 중단될 수 있는 두 단백질의 정상적인 기능을 이해하는 것은 큰 의미가 있음. PARKIN과 PINK1의 역할은 (PINK1에 의한 PARKIN과 UB 인산화와 관련된) 미토콘드리아 외막 단백질의 폴리 유비퀴틴화(polyubiquitylation)를 통해 손상된 미토콘드리아의 자가포식 작용(mitophagy)을 매개하는 것임. 그러나 이 메커니즘은 각 단계를 정의하는데 많은 어려움이 있기 때문에 아직 명확히 이해되어 있지 않음
- 미국 하버드대 J. Wade Harper 박사 연구팀은 이 연구에서 PINK1에 의한 PARKIN과 UB 인산화가 요구되는 경로의 각 단계들을 규명하기 위해 UB 대체 시스템(UB replacement system)을 사용하여, 효율적인 미토콘드리아의 유비퀴틴화 및 자가포식작용에 중요한 PINK1 및 UB 유도 피드-포워드 메커니즘(feed-forward mechanism)에 대한 증거들을 제시함

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

1. 미토콘드리아 자가포식작용에서 PINK1에 의한 PARKIN과 유비퀴틴 인산화의 역할 규명



- Schematic of a unifying feedforward model for the PINK1-PARKIN pathway

(Middle) Mitochondrial damage leads to PARKIN recruitment to mitochondria (1) and its PINK1-dependent phosphorylation (2), resulting in the activation of its UB ligase activity. Because activated PARKIN promotes primary substrate ubiquitylation (3), this process increases the density of UB on mitochondria and provides a substrate for phosphorylation by PINK1 (4). We hypothesize that maximal UB amplification involves recruitment of phospho-PARKIN to phospho-UB chains through a direct interaction, and maximal chain synthesis reflects the fact that phospho-PARKIN has significantly higher specific activity than unphosphorylated PARKIN bound to phospho-UB

(Right) Newly modified mitochondrial proteins with phospho-UB may possibly also recruit nonphosphorylated PARKIN (1) to promote chain synthesis or ubiquitylation of MOM proteins (2), albeit with rates lower than the rates seen with phospho-PARKIN

(Left) Moreover, binding of unphosphorylated PARKIN to phospho-UB (1) may facilitate PARKIN access to PINK1, providing further amplification. A combination of these mechanisms may occur.

P, phosphorylation; U, ubiquitin.

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

2. 감수분열 후 Lhx2에 의한 포유류 신피질 감각 영역 패턴화 제어

Postmitotic regulation of sensory area patterning in the mammalian neocortex by Lhx2

Andreas Zembrzycki^a, Carlos G. Perez-Garcia^a, Chia-Fang Wang^b, Shen-Ju Chou^b, and Dennis D. M. O'Leary^{a,1}

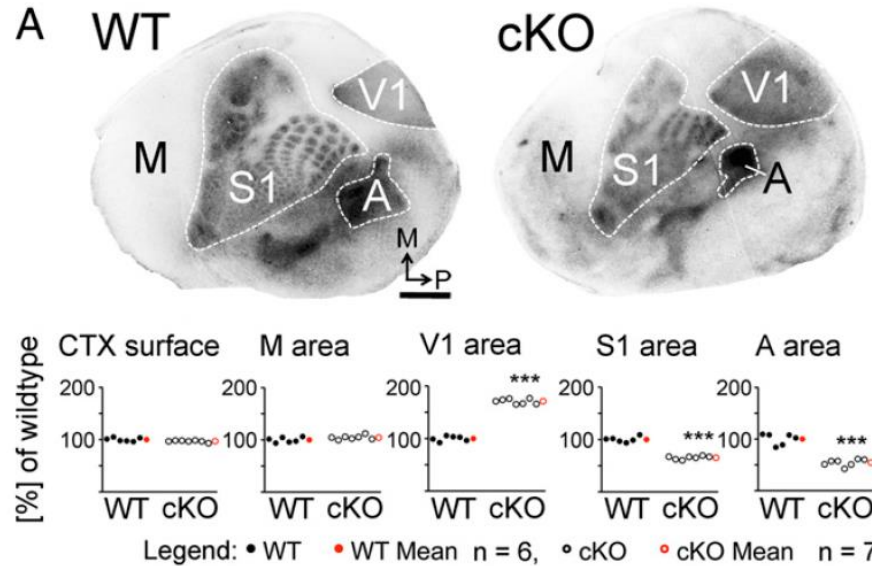
PNAS

www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1424440112

- 포유류 대뇌의 신피질(neocortex)은 감각 정보를 처리하는 특수화된 양상(자극)-특이적(modality specific) 영역임. 이 영역의 크기가 변화되면 동물과 인간의 정상적인 감각 기능과 행동에 영향을 주기 때문에 매우 중요한 구조임. 현재까지의 지식은 감각 영역의 특수화(sensory area specification)는 피질 전구 세포(cortical progenitors)에서 발현되는 패턴화 유전자들에 의해 지배된다는 것임
- 미국 솔크 생물학 연구소Dennis D. M. O'Leary 박사 연구팀은 대뇌 피질의 신경세포에서 감수분열 후(postmitotic)에 전사 인자인 LIM homeobox 2 (*Lhx2*)의 제거가 전구세포에서 영역의 패턴화(area patterning in progenitors)에 영향을 주지는 않지만 감각 영역(sensory areas)을 강하게 변화시켰으며, 이는 전구세포에서 영역 정체성의 특수화가 충분하지 않음을 보여줌
- 연구팀은 이 뜻밖의 결과를 통합하는 새롭고 더욱 포괄적인 대뇌 피질 영역 패턴화 모델을 제시하고 대뇌 피질 영역의 기능적 특성을 결정하는데 감수분열 후 메커니즘의 관련성을 정의함

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

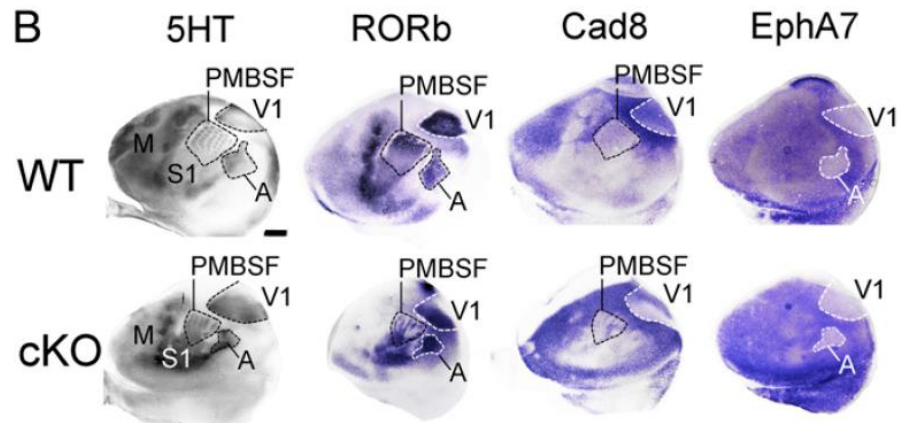
2. 감수분열 후 *Lhx2*에 의한 포유류 신피질 감각 영역 패턴화 제어



Postmitotic deletion of *Lhx2* alters thalamic input and the cortical molecular profile

(A) *5HT* immunostaining on P7 flattened cortex (CTX) sections reveals the terminations of TCAs that project from the principal sensory thalamic nuclei into cortical layer 4. In cKO (*Lhx2^{flox/flox}-NexCre⁺*) brains, the *5HT* staining reveals abnormal cortical sensory areas, compared with WT brains. Quantification of sensory area size (dotted lines, displayed as percent of WT) reveals that cortical surface ($97 \pm 0.93\%$, $P = 0.0529$) and the M area ($104.37 \pm 2.4\%$, $P = 0.1002$) are comparable in WT and cKO brains. V1 is enlarged ($171.09 \pm 2.39\%$, $P < 0.0001$) in cKO brains, whereas S1 ($65.14 \pm 1.81\%$, $P < 0.0001$) and A area ($54.31 \pm 4.69\%$, $P < 0.0001$) are contracted. * $P < 0.05$

(B) ISH for *RORb*, *Cad8*, and *EphA7* was performed on P7 flattened cortex sections at depths comparable to *5HT*-stained sections. The expression patterns of molecular markers appear superimposable to the borders of *5HT* staining (compare outlines). n , number of samples; PMBSF, posterior medial barrel subfield in S1. Main axes: A, anterior; L, lateral; M, medial; P, posterior. (Scale bars: 0.5 mm)



01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

3. 국내연구진, 생각을 말로 바꾸는 신경망 기술 개발 출처: 조선비즈

- 국내 연구진이 머리속 생각을 말로 바꾸는 인공 신경망 기술을 개발했다. 5년간 연구와 실용화에 집중하면 실제 의사소통이 불가능한 환자의 의사 표현을 돕는 시스템을 개발할 수 있을 것으로 기대된다
- 광주과학기술원 기전공학부 이병근 교수와 의료시스템학과 이보름 교수팀은 사람의 뇌에서 신호를 전달하는 시냅스와 같은 기능을 하는 멤리스터(메모리와 저항의 합성어)를 이용해 상상을 할 때 나오는 뇌파(EEG)를 인식하는 기술을 개발했다고 12일 밝혔다
- 이번 연구는 의사소통이 어려운 사람들이 생각만으로 의사표현이 가능한 기술이나 하드웨어 인공신경망을 개발하는데 활용될 수 있다는 점을 인정받아 국제학술지 '사이언티픽 리포트' 이달 5일자 인터넷판에 소개됐다
- 또 연구에는 기전공학부 추명래 박사과정생과 박상수 박사가 1저자로, 두명의 이 교수가 교신저자로, 포스텍 황현상 교수, 광주과기원 이병훈 교수와 전문구 교수는 공동 연구자로 참여했다
- 과학자들은 최근 사람 뇌를 모사한 하드웨어 신경망이 전자기기가 정보처리에 필요한 계산시간을 대폭 줄여줄 것으로 기대하고 있다. 기억소자와 저항 기능이 결합된 멤리스터는 얼마나 많은 양의 전류가 통과했는지를 기억하고 필요에 따라 전류를 통과시키는 기능을 한다. 이는 사람의 신경세포를 이어주는 시냅스와 기능적 측면에서 유사하다
- 연구진은 멤리스터로 인공신경망을 만들고 사람이 발음을 상상할 때 나오는 뇌파를 학습시켰다. '아' "이" "우"를 발음할 때 발생하는 뇌파신호를 전자신호로 바꾼 뒤 인공신경망이 이를 인식하도록 하는 식이다. 연구진은 세 가지 발음 가운데 한 발음을 상상하게 만든 뒤 발생한 사람의 뇌파를 이 인공신경망에 집어넣은 결과 어떤 발음을 상상했는지를 알아내는데 성공했다
- 연구진은 멤리스터 소자를 활용해 실용화된 신경망 시스템을 만들려면 반도체 공정에서 멤리스터 기술을 적용하고 수율을 끌어올리는데 5년 가량 걸릴 것으로 전망했다
- 이병근 교수는 "멤리스터 소자를 활용한 하드웨어 신경망 시스템을 활용해 의사소통이 어려운 환자나 장애인의 소통 수단을 만들 수 있을 것으로 기대된다"고 말했다

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

4. 뇌의 장기기억을 모방하는 나노 메모리 셀 출처: KISTI 미리안 『글로벌동향브리핑』 2015-05-15

- MicroNano Research Facility (MNRF) 연구팀은, 다양한 정보를 동시에 가공하고 저장하는 뇌의 능력을 모방할 수 있는 세계 최초의 전자 다상 메모리 셀 (electronic multi-state memory cell) 중 하나를 개발하는데 성공하였다. 본 개발을 통해 연구팀은 바이오닉 브레인(bionic brain) 개발의 핵심인 인간의 뇌에 대한 중요한 전자적 측면을 모방하는데 한걸음 더 다가갈 수 있게 되었으며, 알츠하이머(Alzheimer) 및 파킨슨(Parkinson)병과 같은 흔한 신경학적 질환의 성공적 치료의 길을 앞당겨 주게 될 것으로 기대된다
- 본 연구결과는 저명한 재료과학 저널인 Advanced Functional Materials ("Donor-Induced Performance Tuning of Amorphous SrTiO₃ Memristive Nanodevices: Multistate Resistive Switching and Mechanical Tunability")지에 게재되었다
- 프로젝트 리더이자 RMIT Functional Materials and Microsystems Research Group의 공동리더인 Sharath Sriram 박사는, 이번의 혁신적인 개발을 통해 뇌가 장기 기억을 위해 사용하는 방식을 모방할 수 있게 되었다고 평가하였다. 이것은 아날로그 정보를 배우고 저장하며, 저장된 정보를 빨리 꺼낼 수 있는 메모리를 가진 뇌와 유사한 시스템을 개발하는데 한층 근접하게 되었다고 덧붙였다
- 고밀도 초고속 아날로그 메모리 셀을 개발하는 능력은, 매우 정교한 생물학적 신경 네트워크를 모방하는 방법을 제공하게 된다. 연구팀은 RMIT에서 이전에 개발한 것을 기초로 활용하였는데, 그것은 인간의 머리카락보다 만 배는 더 가느다란 매우 얇은 필름의 형태로 기능성 산화물질을 사용하여 초고속 나노크기 메모리이다
- 본 연구의 제1저자인 Hussein Nili 박사는, 본 발견이 중요한 것은 뇌의 방식과 동일하게 정보를 저장하고 가공하는 다상 셀을 개발하였다는 점이라고 강조하였다. 흑백으로만 사진을 찍을 수 있는 오래된 카메라를 생각해 보자. 유사하지만 흑백이 아닌 모든 색상과 색감, 빛 및 질감 등을 구현할 수 있게 되었다는 점이 주요한 발전이라고 덧붙였다. 비록 새로운 기기가 '0'과 '1'로 데이터를 저장하는 기존의 디지털 메모리보다 훨씬 더 많은 정보를 저장할 수 있다고는 하지만, 기존의 정보를 기억해 내고 유지하는 뇌와 같은 능력이 더욱 흥미로운 점이다
- 이제 연구팀은 멤리스티브(memristive) 효과를 최대한 활용하기 위해 금속 원자를 첨가하면서 산화물 재료의 특성을 연구하였다. 멤리스트 효과는 메모리 성분의 거동이 기존의 경험에 의존함을 의미한다. 나노크기 메모리는 바이오닉 브레인 개발에 필요한 복잡한 인공지능 네트워크의 저장요소에 대한 전구체에 해당한다
- 본 연구는 인간을 대상으로 하는 실험에서 윤리적 문제를 일으키지 않도록, 신체 밖에서 인간의 뇌를 모방한 기기를 활용하는 등의 수많은 실용성을 가지게 될 것이다. 만약 인체 밖에서 뇌를 모방할 수 있다면, 뇌에 대한 치료 등에서의 윤리적 문제를 최소화함으로써 신경학적 조건을 더 잘 이해할 수 있게 될 것이다

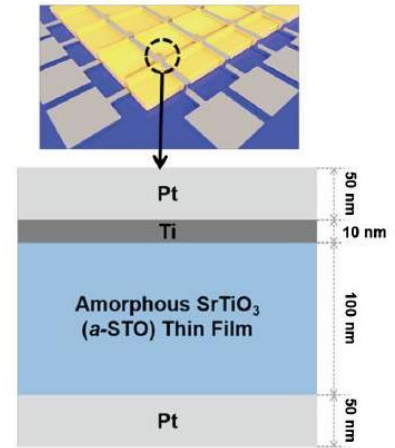


그림 >
세 가지 종류의 a-STO (perovskite strontium titanate; SrTiO₃)가 연구에 사용되었으며, 사용된 a-STO 금속-절연체-금속 구조의 평면 및 단면 구조

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

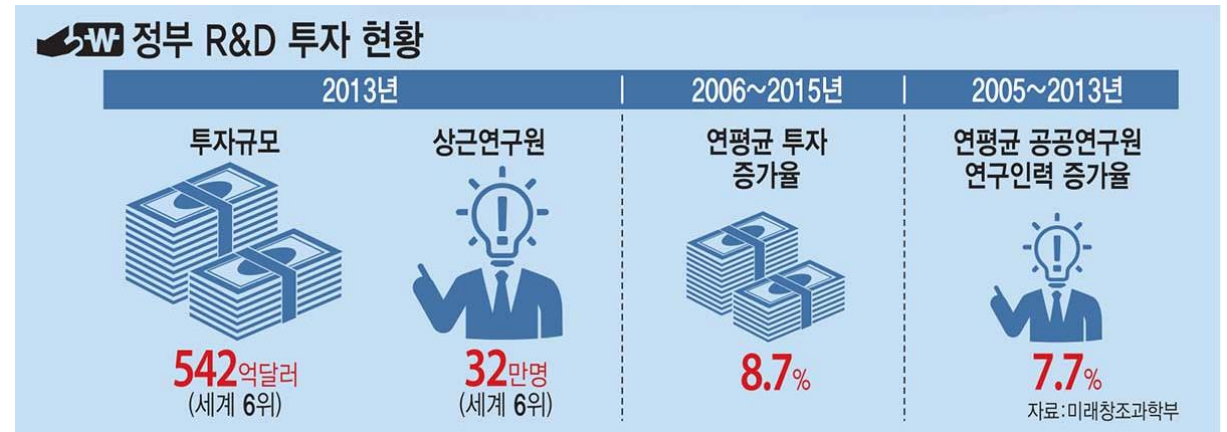
5. 스크립스 연구소- 신경계의 중요 효소인 TTLL7의 구조 규명! 출처: KISTI 미리안 『글로벌동향브리핑』 2015-05-15

- 스크립스 연구소 (The Scripps Research Institute, TSRI)가 신경계의 건강에 중요한 효소를 규명하였다
- TSRI 과학자가 미국 국립 보건원(National Institutes of Health, NIH) 연구진과의 긴밀한 협력 연구를 통해 세포 기능과 신경계 발생과 관련된 중요한 단백질의 구조를 규명하였다. 새로운 구조는 단백질이 세포의 구성 요소와 어떻게 결합하는지를 이해하는데 중요한 단서를 제공한다. 이것은 또한 튜불린 티로신 리가제 유사계 (tubulin tyrosine ligase-like, TTLL family)에 속하는 모든 리가제의 첫 번째 구조라 할 수 있다
- 과학자들은 이들 단백질의 돌연변이가 희귀성 버트 증후군(Joubert syndrome)과 망막 장애(retinal dystrophy)를 포함한 퇴행성 신경 질환과 연관되었기 때문에 TTLLs의 기능에 대해 특히 호기심을 가져왔다. "이 단백질은 신경계에서 매우 높게 발현되며 신경 발생에 중요한 역할을 하고 있다"고 TSRI의 교수이자 공동 제1저자인 엘리자베스 윌슨-쿠벨렉(Elizabeth Wilson-Kubalek)이 말했다. 이 연구는 저널 'Cell' 온라인에 게재되었다
- 세포 속의 고속도로: 이전의 연구에서 TTLL7이 한 개 이상의 아미노산인 글루탐산을 첨가함으로써 세포내 구성 요소를 운송하며 미세소관을 조정하는 것을 보여주었으나 이 과정이 어떻게 이루어지는지는 수수께끼로 남아있었다. 이번 연구는 그 질문에 대한 해답을 제시하고 있다. 연구진은 처음으로 TTLL7의 세 개의 양전하를 띤 부위가 어떻게 미세 소관인 기질과 결합하는지를 관찰하였다. 가장 중요한 것은 TTLL7의 활성 부위가 이상적으로 베타 튜불린의 음전하를 띤 '베타 꼬리(beta-tail)' 부위와 접한다는 것을 발견하였다. 미세 소관에서 돌출된 알파와 베타 꼬리는 변환되는 부위로 이를 통해 어떤 모터 및 관련 단백질이 미세 소관과 결합하는지를 결정하는 것으로 알려져 있다
- 이번 연구 결과로 TTLL7과 유사 단백질이 미세 소관에 아미노산을 첨가하고 특정 단백질을 신속하게 운송하도록 추적하는 현상인 '튜불린 코드(tubulin code)'에 대한 이해를 좀 더 깊게 되었다. "이는 운송에 대한 새로운 노선을 규명한 것과 같다"고 TSRI의 조교수이자 이번 연구의 공동 저자인 가브리엘 랜더(Gabriel Lander)가 말했다
- 더 큰 퍼즐의 한 조각: 연구진은 TTLL7의 구조를 X선 결정학과 전자현미경을 통해 규명할 수 있었다. 이번 논문의 공동 교신 저자인 안토니아 롤-머캅 (Antonina Roll-Mecak)이 주도한 미국 국립 보건원(NIH)의 연구진은 X선 빔을 이용하여 결정화된 TTLL7 단백질의 원자 구조를 구축하였다. TSRI 연구진은 다음으로 전자현미경을 사용하여 높은 에너지의 전자를 가진 시료로 미세 소관에 결합했을 때의 TTLL7을 관찰하였다. NIH 연구진은 낮은 해상도의 3차원 전자 현미경 이미지를 구축하여 미세 소관 표면과 결합하는 부위를 규명하였다
- "구조 기술과 생화학을 결합함으로써 우리는 좀 더 완전한 연구 결과를 얻을 수 있었다. 지금까지 아무도 볼 수 없었던 것을 본다는 것은 매우 신나는 일"이라고 윌슨-쿠벨렉이 말했다. 윌슨-쿠벨렉은 연구를 퍼즐을 맞추는 것과 유사하다고 생각한다. 이번 새로운 조각을 맞추면서 연구진은 미세 소관의 기능에 대한 새로운 측면을 가능할 수 있게 되었고 보건 의료에 응용할 수 있을 것이다
- "이번 연구 결과는 처음으로 이 단백질이 어떻게 미세 소관에 위치하는지를 규명하였으며, 이는 앞으로 관련 분야 연구에 매우 중요하게 작용할 것"이라고 윌슨-쿠벨렉이 덧붙여 말했다

02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

1. 국가 R&D 추진체계 개편 효과는? 출처: 전자신문

- 국가 R&D 추진체계 개편으로 크게 3가지 측면에서 괄목할만한 성과가 기대된다
- 우선 R&D 성과가 일선 기업 사업화에 활용되는 빈도가 크게 늘어날 전망이다. 수요자(시장) 중심 연구개발이 기술사업화율을 높여줄 것으로 기대되기 때문이다. 연구소용으로만 그치면서 예산낭비라는 비판도 줄어들 것으로 보인다



- 양적 연구에서 질적 연구 전환도 의미 있는 성과가 예상된다. 논문 건수 중심 평가폐지로 그간 양만 채우는 연구 관행이 개선될 전망이다. 질적 평가지표가 강화되면 보다 실용적이고 도전적인 연구가 진행될 것으로 기대된다. 다만 평가지표를 더욱 객관적이고 개량화하는 것은 과제로 꼽힌다
- 민간, 정부, 산·학·연간 효율적인 역할 분담으로 투자 효율성도 높아질 것으로 보인다. 역할부담이 제대로 이뤄지면 중복투자와 같은 폐해가 크게 줄어든다. 무엇보다 정부는 민간이 하기 힘든 장기, 기초 연구 중심으로 R&D를 집중할 수 있게 된다. 그 동안 학계, 연구계가 주도하면서 이른바 '셀프 과제'를 남발하던 관행도 사라질 것으로 예상된다
- 정부는 이 같은 성과를 앞당기기 위해 향후 후속대책 수립에 속도를 낼 방침이다. 오는 7월까지 과제별 주관부처, 세부 추진계획과 일정을 확정한다. 정부 R&D 혁신 추진과제가 일선 현장에서 뿌리를 내릴 수 있도록 지속적인 모니터링을 강화한다. 정부 R&D 추진 점검단을 구성해 운영하는 한편 분기별 이행점검 결과를 점검한다. 제대로 실행되지 않을 시 바로 피드백 조치를 내리겠다는 방침이다

02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

1. 국가 R&D 추진체계 개편 효과는?



R&D 전문관리기관 현황

| 부처 | 전문기관 |
|---------------|----------------|
| 미래창조과학부 · 교육부 | ● 한국연구재단 |
| 미래창조과학부 | ● 정보통신기술진흥센터 |
| | ● 한국인터넷진흥원 |
| | ● 한국산업기술진흥원 |
| 산업통상자원부 | ● 한국산업기술평가관리원 |
| | ● 한국에너지기술평가원 |
| 중소기업청 | ● 중소기업기술정보진흥원 |
| 특허청 | ● 한국지식재산연구원 |
| 해양수산부 | ● 한국해양과학기술진흥원 |
| 보건복지부 | ● 한국보건산업진흥원 |
| 방위사업청 | ● 국방기술품질원 |
| 농림축산식품부 | ● 농림수산물기술기획평가원 |
| 농촌진흥청 | ● 농업기술실용화재단 |
| 환경부 | ● 한국환경산업기술원 |
| 기상청 | ● 한국기상산업진흥원 |
| 미래창조과학부행정자치부 | ● 한국정보화진흥원 |
| 문화체육관광부 | ● 한국콘텐츠진흥원 |
| 국토교통부 | ● 국토교통과학기술진흥원 |

자료: 미래창조과학부
 © 전자신문 인포그래픽: 김은경기자

02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

2. OECD국 연구비 투자 보니...한국 수준은? 출처: 전자신문

- 경제협력개발기구(OECD)가 가장 최근 잡은 우리나라 과학기술 총연구비는 2013년 기준 689억달러다. 액수로 세계 5위 수준이다
- OECD는 매년 주요과학기술 투자지표를 발표한다. 현재 2013년까지 나와 있다. 미국 등 OECD 일부 국가는 2013년 집계가 되지 않아 국내총생산(GDP) 대비 R&D 투자 규모로 역산했다
- 투자 절대 규모는 단연 미국이 4711억달러 정도로 1위다. 우리는 미국 대비 7분의 1 수준이다
- 연구비 규모가 세계에서 두 번째로 큰 나라는 3365억달러를 쏟아붓는 중국이다. 이어 일본이 1602억달러, 독일이 1039억달러다. 우리는 689억달러로 그 뒤를 잇고 있다. 영국의 갑절, 이스라엘의 여섯 배 가까이 많다

- GDP 대비 우리나라 R&D 투자액은 4.15%로 세계 1위다. 2009년 3.29%로 4위 수준이던 것이 2012년 4.03%에 도달하며 1위에 올랐다. GDP 대비 4.0% 넘게 연구비에 투자하는 국가는 전 세계적으로 없다
- 일본이 3.35%로 2위다. 이어 핀란드 3.32%, 스웨덴 3.30% 순이다. 독일이나 미국, 프랑스, 중국 등이 2%대를 유지했고, 영국이나 이스라엘은 각각 1.63%, 1.25%다
- GDP 대비 기초연구 투자 비율도 OECD 통계에 따르면 우리나라는 0.74%로 세계 1위다. 2009년에는 0.59%로 프랑스(0.58%)나 미국(0.53%) 등과 비슷한 수준이었다. 2012년에는 프랑스가 0.64%, 미국과 이스라엘이 0.46%다
- 그러나 우리나라는 전체 R&D 투자 중 정부연구비 비중과 대학연구비 비중이 상당히 낮다
- 정부연구비는 캐나다, 프랑스, 미국, 독일 등이 30.8~34.3% 비중인 반면에 우리나라는 23.9%에 불과하다. 또 대학연구비 비중은 캐나다가 39.8%, 프랑스가 20.8%다. 우리나라는 9.2%에 불과하다. 이마저도 지난 2009년 11.1%에서 지속 감소해 왔다



02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

3. 출연연 연구비, 기업서 1/3 조달한다

ETRI 등 기관 6곳 대상 민간수탁 비율 확대키로 산업현장과 연구과제 거리감 좁혀 시장창출 기대 출처: 디지털타임스

- ETRI(한국전자통신연구원), 한국생산기술연구원, 한국화학연구원 등 연구분야가 산업과 밀접하게 연계된 과학기술 분야 6개 정부출연연구기관들은 전체 연구비의 3분의 1을 기업에서 수탁받게 된다
- 7일 미래창조과학부와 기획재정부 등 관계부처에 따르면 정부는 오는 13일 열리는 '국가재정전략회의'에서 이 같은 내용을 골자로 하는 '**정부 연구개발(R&D) 혁신 추진방안**'을 발표할 예정이다
- 우리나라는 2013년 기준 국내총생산(GDP) 대비 R&D 투자규모 비중이 4.15%로 세계 1위 수준이지만 기술무역수지는 OECD 최하위권이고, 연구 생산성은 미국 3분의 1 수준으로 연구성과의 질적 수준과 경제적 부가가치 창출이 미흡하다는 지적이 계속됐다. 이에 따라 미래부와 기재부는 지난해 말부터 R&D 지원금을 보다 효율적으로 활용하고, 출연연의 생산성을 높이기 위해 R&D 혁신방안을 준비해왔다
- 이번 혁신안의 핵심은 출연연의 연구과제중심(PBS)제도 적용 비중을 줄이고, 기업으로부터 받는 민간수탁 비중을 늘리는 것이다
- PBS는 출연연 연구비 지원에 경쟁개념을 도입해 연구 효율을 높인다는 취지로 1995년 도입됐다. 연구자 급여를 정부로부터 50%만 지급 받고, 나머지는 연구자가 직접 외부 기관 프로젝트를 수주해 충당하도록 하고 있다. 하지만 수탁과제 비율이 워낙 높아 연구원들이 R&D보다는 관리와 영업에 더 매달리면서 R&D 생산성을 낮추는 원인이 된다는 지적이 제기돼 왔다
- 정부는 이를 개선하기 위해 각 출연연의 고유 임무를 고려해 유형별로 나누고 R&D 지원제도 개선에 나설 계획이다. ETRI, 생기원, 화학연, 한국전기연구원, 한국기계연구원, 재료연구소 등 산업계와 밀접하게 연계된 연구를 하는 6개 '실용화형' 연구기관은 민간수탁 비율을 3분의 1까지 확대할 계획이다
- 정부의 R&D 예산을 보다 효율적으로 활용하면서 정부가 아닌 출연연과 기업이 스스로 연구과제를 결정하도록 해 산업현장과의 괴리감을 좁혀 시장에서 빛을 볼 수 있는 성과를 만들어내겠다는 전략이다

02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

3. 출연연 연구비, 기업서 1/3 조달한다

- 이 제도가 적용될 경우, ETRI는 현재 10% 수준인 민간수탁비율을 3배 가까이 늘려야 한다. ETRI는 이와 별도로 기관이 안정적이고 장기적으로 연구할 수 있도록 PBS 방식으로 운영되는 각종 기금 사업(정책지정사업)을 출연금 사업으로 전환하는 안이 추진된다. ETRI는 현재 연 6000억원의 연구비 중 출연금 비중이 14%밖에 안 되고, 각종 기금 사업이 15%다
- 두 가지를 합쳐 출연금이 30% 가까이 되면 보다 파괴력 있는 대형 연구성과를 내놓을 기초체력을 갖출 수 있을 전망이다. 출연연 한 기관장은 "기업으로부터 연구비를 받은 출연연에 대해서는 정해진 출연금과 별도로 민간수탁 연구비와 같은 규모의 출연금을 정부가 추가로 매칭해 주는 인센티브 정책이 검토되고 있다"고 말했다
- 반면 한국항공우주연구원, 한국원자력연구원, 한국천문연구원 등 국가적으로 꼭 필요한 핵심 원천기술을 연구하는 출연연들은 민간수탁 비중 확대 대상에서 제외된다. 한국과학기술연구원(KIST)은 이와 별도로 기업이나 다른 출연연이 하기 힘든 고난이도 기술, 대형 원천기술 연구에 집중하고 외부수탁을 단계적으로 줄이는 방안이 추진된다
- 과학기술계 한 관계자는 "기관별 특성에 따른 R&D 지원제도 개선은 실용화형 연구소에서는 기업에 활용할 수 있는 연구성과를, 기초·원천연구형 연구소에서는 보다 장기적이고 파급력 있는 성과를 낼 수 있는 환경을 만드는 효과를 가져올 것으로 기대된다"고 말했다

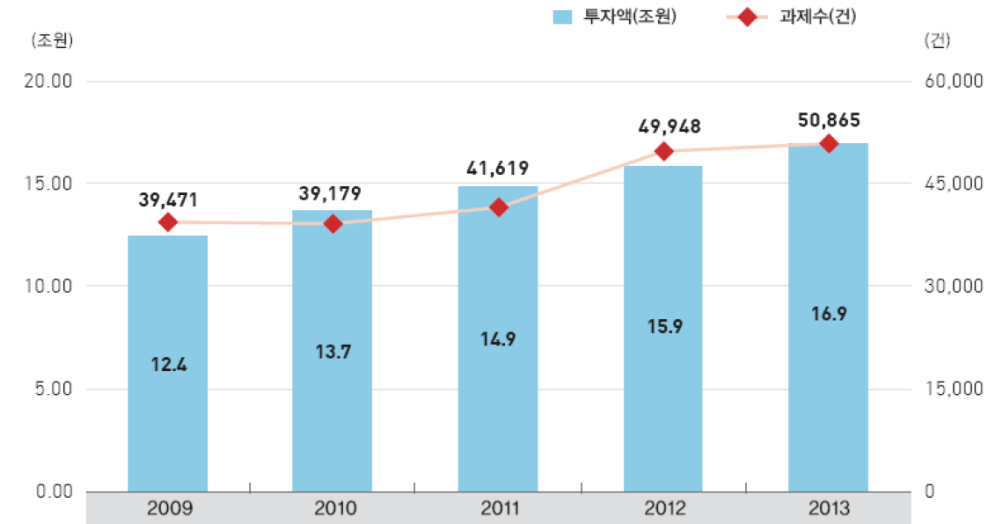
02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

4. 국내 R&D사업 기획 현황 및 시사점 출처: KISTEP ISSUE PAPER 2015-03 임 현, 심선우

- 내용 중 일부

요약

- R&D분야의 예비타당성조사를 실시한 이래로 대상 R&D사업이 지속적으로 증가하고 있으나, 아직까지 신규 국가연구개발사업 기획은 수립절차 및 기획보고서 내용의 구성 측면에서 미흡한 부분 존재
- 이에 과거 및 현재 예비타당성조사 대상의 R&D사업 기획에 참여한 경험이 있는 전문가를 대상으로 인터뷰 및 설문조사를 진행하여, R&D사업 기획 역량을 제고할 수 있는 시사점 및 개선방안을 도출
- R&D사업 기획에 참여하는 전문가들은 전체적인 사업의 틀보다는 예비타당성조사의 세부 평가항목에 집중하는 경향이 있는 것으로 분석됨
- 대부분의 전문가들은 사업의 이슈 및 문제가 정확히 정의되지 않은 채 기획되어 기획보고서의 완결성이 떨어진다고 생각하기 보다는 예비타당성조사의 평가항목 중 가장 중요한 부분을 차지하는 경제성분석의 미흡으로 인해 기획보고서의 완결성이 떨어진다고 판단
- 과거 예비타당성조사 사례를 대상으로 AHP평가와 사업시행여부의 상관관계를 분석한 결과에 따르면 기술적 타당성 측면이 사업시행여부를 결정하는데 가장 큰 영향을 미친 것으로 나타남
- R&D사업 기획 시 경제성분석 결과만 고려하다 보면 사업을 추진하게 된 근본적인 이유인 '사업의 이슈 및 문제에 대한 정의' 등에 대한 분석이 미흡하여 사업기획 전체 틀의 완성도가 떨어지게 됨



〈그림 1〉 국가연구개발사업 투자액과 과제수 추이

(출처 : 2013년도 국가연구개발사업 조사·분석 통계집, 미래부/KISTEP)

02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

4. 국내 R&D사업 기획 현황 및 시사점

- R&D사업 기획 고도화를 위한 개선방안

➤ 기획과정

• 미래예측 기법 등을 활용한 선행연구의 강화

- 미래예측 기법을 활용하여 미래에 중요하게 등장할 사업 주제의 발굴과 사업추진의 사회경제적 필요성 강화 필요
- 예비타당성조사 대상의 대형과제 기획 전 파일럿 프로그램(Pilot Program)의 시행
- 파일럿 프로그램에 의한 검증기간 동안 사업에 대한 대략적인 방법이나 효과 등을 파악한 후 효과성이 입증된 과제에 한해 대형과제 기획
- 하지만, R&D의 속성상 일단 파일럿 프로그램이 수행된다면 다시 과제를 탈락시키기가 쉽지 않은 문제점이 발생하므로 이에 대한 보완책 강구 필요

• 수요조사를 통한 기획수요 발굴 및 피드백 체계 등의 합리적인 의사결정 체계 확립

- 연구과제의 시급성이나 중요성 보다는 부처 공무원의 관심분야를 중심으로 기획되는 경우가 많음
- 또한, 공무원과 밀접한 네트워크를 가진 특정 전문가 집단이 연구 과제를 제안하는 경우가 많으므로 그들의 의사가 주로 반영되는 경우가 존재
- 다양한 이해관계자가 참여하여 논의 및 토론을 활성화할 수 있도록 공청회나 학회의 진행 방식 개선 등을 통한 이해관계자 의견 수렴 방식 보완

• 중앙부처 공무원에 한정되어 있는 예비타당성조사 관련 기획 권한의 분배

- 연구자들의 의견을 반영한 기획이 용이하도록 출연연이나 연구관리전문기관을 묶어서 통합적으로 새로운 연구과제를 제안 및 기획하는 방법 고려 필요
- 기획 방법론에 대한 역량 및 실효성 제고
- 사업기획 단계별 적절한 방법론을 사용하고 있지만, 형식적인 보여주기 식으로 시행되는 경우가 존재
- 특히, 시간과 비용이 소요되는 논문 및 특허분석과 전문가들이 가장 중요하게 생각하는 경제성 분석 방법론 등에 대한 역량 강화 및 실효성 제고 방안 마련 필요

• 기획 비용 및 투자된 시간을 고려할 때, 현재 기획이 완료된 후에 대상사업을 선정하는 절차에 대한 수정 및 보완

- 사전 기획 단계에서 구체성은 떨어지지만 필요성과 근거, 당위성, 현황 등을 포함한 사업기획서를 제출하면, 이를 바탕으로 대상사업을 선정하고 그 뒤 상세기획을 진행
- 이러한 방식은 비용 및 시간을 절약할 수 있지만, 제한된 정보를 바탕으로 한 대상사업 선정의 어려움과 대상사업 선정과 예비타당성조사 시행과의 시간적인 간극이 존재하는 문제점이 발생하므로 해소방안 마련 필요

02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

4. 국내 R&D사업 기획 현황 및 시사점

➤ 기획 결과물

• 기획보고서의 완결성 강화

- 세부 구성내용 중 '사업 기본방향 및 전략(비전 및 목표)' 및 '대내외 환경분석'에 중점을 두고 기획을 추진하며, 이를 위하여 선행연구를 통한 기술예측을 실시하여 이 분야의 완결성을 강화할 필요가 있음
- 또한, 세부 구성내용 중 '경제성 분석' 및 '세부사업 계획' 부문의 완결성을 제고하기 위하여 기술 및 시장 등 관련 자료의 확보에 주력할 필요가 있음

• 사업별 특성 및 목적에 부합한 사업목표 및 성과지표 도출

- 사업목표가 사업의 특성 및 목적을 반영한 목표라기보다는 추상적인 국가목표인 경우 등이 존재
- 세부사업의 목표는 정량화하기 쉽지만 전체사업의 목표는 정량화하기 힘든 경우 등이 존재하지만, 사업의 특성 및 목적에 부합하는 구체적인 명확한 성과목표 및 성과 지표 도출이 필요함

• R&D사업 기획을 위한 매뉴얼 작성

- 기획보고서의 세부 구성내용별 표준 샘플이 포함된 작성 가이드라인 제시
- 기획보고서에 활용하는 방법론 정리 및 경제성 분석 관련 비용편익 분석과 비용효과 분석의 차이점 및 예시 제시 필요

02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

5. 알츠하이머 치료제 세계시장 年 10.50% 성장 ‘나멘다’ ‘아리셉트’ ‘엑셀론’ 등 올해부터 매출감소 출처: 약업신문

- 글로벌 알츠하이머 치료제 시장이 지난 2013년부터 오는 2023년까지 연평균 10.50%의 성장을 지속할 수 있을 것으로 전망됐다. 이에 따라 지난 2013년 49억 달러 규모를 형성했던 이 시장이 오는 2023년에 이르면 2배 이상 성장한 133억 달러 볼륨으로 확대될 수 있으리라는 것이다
- 영국 런던에 글로벌 본사를 둔 비즈니스 정보 서비스업체 글로벌데이터社は 6일 공개한 ‘알츠하이머: 오는 2023년까지 글로벌 마켓 전망 및 시장분석’ 보고서를 통해 이 같이 내다봤다. 여기서 언급될 글로벌 시장은 미국, 영국, 프랑스, 독일, 이탈리아, 스페인, 중국, 인도 및 일본 등 주요 9개국을 지칭한 것이다
- 보고서는 글로벌 알츠하이머 치료제 시장에서 오는 2023년까지 15개의 신약들이 발매되어 나올 수 있을 것으로 예상하면서 이 중에는 알츠하이머의 기저원인을 개선하는 약물도 포함될 수 있을 것으로 전망했다. 특히 보고서는 주요 9개국 시장에서 알츠하이머와 경도(輕度) 인지기능 장애 유병률의 증가와 함께 진단기술의 향상, 알츠하이머에 대한 사회적 인식의 제고 등에 힘입어 시장이 더욱 확대되는 데 기폭제 역할을 할 수 있을 것으로 예측했다
- 글로벌데이터社の 카일 S. 니콜슨 애널리스트는 “증상완화(disease-modifying) 치료제들과 혁신적인 작용기전을 나타내는 새로운 대증요법제들이 오는 2023년까지 속속 시장에 선을 보이면서 빈도높게 사용될 수 있게 될 것”이라고 말했다. 그는 또 계열별 첫 번째 약물(first-in-class)에 해당하는 BACE1 유전자 저해제들과 수동(passive) 면역요법제들이 각각 오는 2018년 및 2019년 허가를 취득하고 발매되면 알츠하이머 치료제 시장이 크게 확대되는 계기가 될 수 있을 것이라고 피력했다. 증상완화 치료제들에 속하는 이들 BACE1 유전자 저해제들과 수동 면역요법제 계열에서 몇몇 블록버스터 드럭들이 나올 수 있을 것이라 기대되기 때문이라는 것이다
- 니콜슨 애널리스트는 “현재 연구·개발이 진행 중인 바이오젠社의 아두카누맙(aducanumab)과 일라이 릴리社의 솔라네주맙(solanezumab), 로슈社의 간테네루맙(gantenerumab) 및 크레네주맙(crenezumab) 등의 모노클로날 항체 약물들이 차후 머크&컴퍼니社의 ‘MK-8931’이나 아스트라제네카/일라이 릴리社의 ‘AZD-3293’ 등의 BACE1 유전자 저해제들과 경쟁을 펼칠 수 있을 것”이라고 예상했다. 이 중 ‘MK-8931’과 ‘AZD-3293’은 노인성 아밀로이드 플라크의 생성을 예방하는 기전으로 설계된 신약후보물질들이다
- 이밖에도 니콜슨 애널리스트는 룬드벡社의 ‘LuAE-58054’와 미국 제약기업 포럼 파마슈티컬스社(Forum)의 ‘EVP-6124’ 등의 대증요법제들이 오는 2023년에 이르는 기간 동안 시장에 발매되어 마켓세어를 끌어올릴 수 있을 것으로 보인다고 기대감을 내비쳤다
- 한편 보고서는 현재 알츠하이머 치료제 시장의 선도약물들로 손꼽히는 ‘나멘다’(메만틴)과 ‘아리셉트’(도네페질), ‘엑셀론’(리바스티그민)이 지난 2013년 총 43억 달러의 매출실적을 기록한 가운데 오는 2023년까지도 시장에서 강자의 위치를 유지할 수 있을 것으로 봤다. 하지만 이들 3개 약물들은 올해를 기점으로 매년 갈수록 매출이 감소하게 될 것으로 보고서는 내다봤다. 이 중 ‘나멘다’와 ‘아리셉트’는 이미 특허만료에 직면한 상태이다



감사합니다