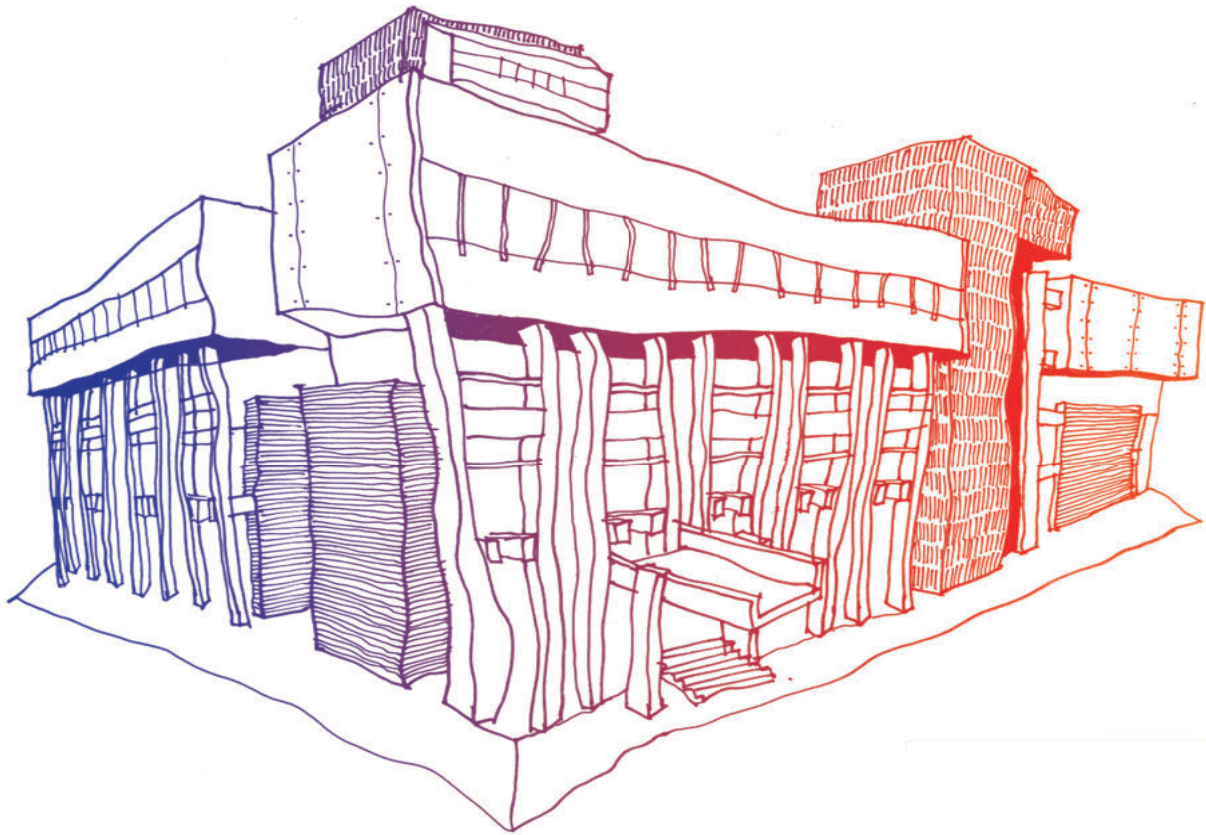


TePRI REPORT

2016. 12. vol.67



TePRI 포커스 美 신고립주의 도래가 한국 과학기술계에 미칠 영향

TePRI가 만난 사람 KIST 기능커넥토믹스연구단 브래들리 베이커, 게이코 야마모토 박사

PART 01 : 이슈분석 공공기술사업화 국내외 동향과 주요이슈

PART 02 : 과학기술 동향 I. 주요 과학기술 정책 : 연구자 중심 연구지원 확대 강화
II. 월간 과학기술 현안

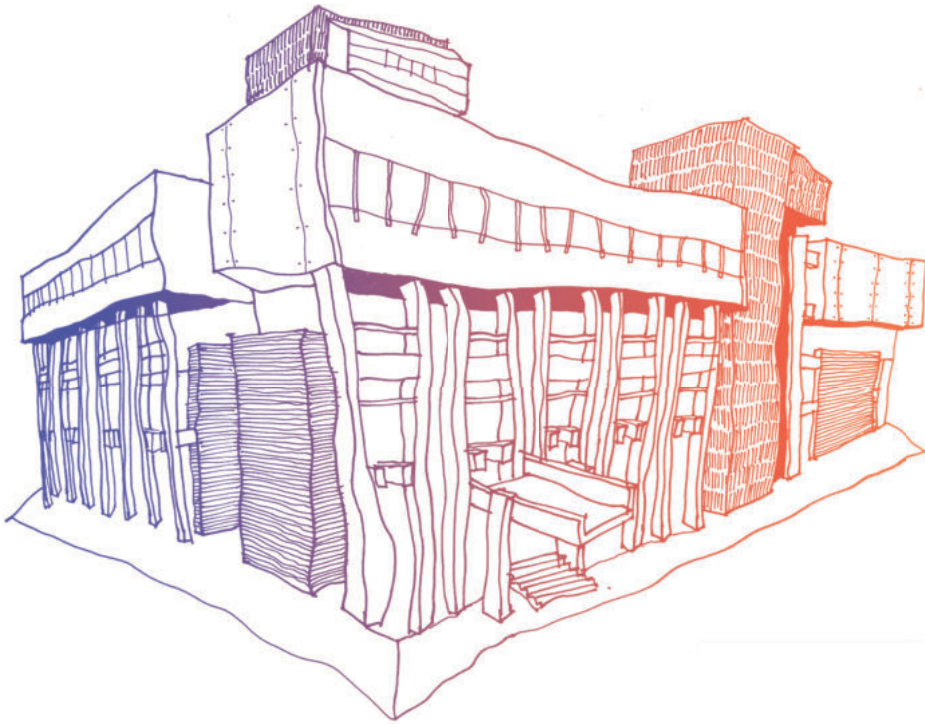
PART 03 : TePRI 라운지 I. TePRISM : 초저전력 소비 차세대 정보전자소재 개발
II. 신규 보고서 : 4차 산업혁명 시대를 대비한 기후변화 정책동향 및 시사점
III. TePRI Wiki : 로봇팔, 현실이 되다

TOPRI REPORT

2016. 12. vol.67

기술정책연구소

Technology Policy Research Institute



TePRI

Technology Policy Research Institute



TePRI 포커스

美 신고립주의 도래가 한국 과학기술계에 미칠 영향	4
-----------------------------	---

TePRI가 만난 사람

KIST 기능커넥토크믹스연구단 브래들리 베이커, 게이코 야마모토 박사	6
--	---

PART 01 : 이슈분석

공공기술사업화 국내외 동향과 주요이슈	13
----------------------	----

PART 02 : 과학기술 동향

I. 주요 과학기술 정책 :	
연구자 중심 연구지원 확대 강화	24
II. 월간 과학기술 현안	28

PART 03 : TePRI 라운지

I. TePRISM :	
초저전력 소비 차세대 정보전자소재 개발	34
II. 신규 보고서 :	
4차 산업혁명 시대를 대비한 기후변화 정책동향 및 시사점	35
III. TePRI Wiki :	
로봇팔, 현실이 되다	39

TePRI FOCUS

美 신고립주의 도래가 한국 과학기술계에 미칠 영향

얼마 전 미국 대통령 선거에서 공화당 트럼프 후보가 당선되었다. 사실 선거기간 동안 트럼프는 과학 기술에 대한 공약이나 정책을 따로 내놓은 바가 없지만 시장만능주의와 미국우선주의(America First) 표명으로 자국 내 기초연구에 대한 퇴보 우려가 없지 않았다. 이로 인해 실리콘밸리의 지지를 얻지 못했고(선거기간 동안 실리콘밸리의 트럼프에 대한 기부금은 5만달러를 기록해 클린터의 60분의 1에 불과했다.), 노벨과학상 수상자 30명과 美 국립아카데미 저명과학자 375명의 반대 표명까지 있었다. 그럼에도 불구하고, 트럼프를 대통령으로 만든, 소위 신보호주의 파고(波高)는 유럽의 브렉시트 현상과 함께 우리에게 넘어야 할 위기이자 기회가 될 수 있다.

먼저, 트럼프의 공약과 전통적인 공화당 정책은 다음과 같은 세 가지 미국의 과학기술 관련 변화를 예고하고 있다. 첫째, 미국 기업들의 이익 극대화를 위해 과학기술을 기반으로 한 특허권 전쟁에서 중국 뿐 아니라 우리나라를 비롯한 주요 교역 상대국에 대한 무관용 원칙이 강화될 것이다. 둘째, 미국 국적자들의 일자리 우선 확보를 위해 反 이민자 정책을 펴 많은 두뇌유출이 발생할 것으로 예상된다. 셋째, 미국 내 기후변화, 생명과학·보건의료 및 항공우주와 같은 기초 거대과학분야 관련 기술개발은 위축되고 사회간접자본인 경제, 국방 분야의 투자가 우선시 될 것이다. NIH에 대한 대대적인 구조조정, 신재생에너지 연구개발 감축, 기업연구개발 지원을 중단하는 반면 국방 R&D는 확대할 것으로 전문가들은 예측하고 있다.

그렇다면 이러한 미국의 신보호주의 정책이 우리나라 과학기술계에 미칠 파급효과는 무엇이고 어떻게 대응해야 할까? 먼저 미국의 특허권 공격에 대비한 대응전략이 필요하다. 지적재산권 공격에 대비한 방어전략과 함께 미국 IPO에 공격적으로 등록하는 전략 등 적극적 전략이 함께 필요하다. 다음으로 反 이민 정책으로 인한 두뇌유출에 대해서도 국내 과학자 뿐 아니라 일본처럼 해외 석학들을 적극적으로 유치할 수 있는 방안을 도입해야 한다. 마지막으로, 미국 내 R&D 투자 포트폴리오의 변화로 인해 우리나라의 기후변화, 항공우주 등의 관련 분야 기술개발까지 위축될 우려가 있다. 따라서 유럽과의 파트너십 강화 등으로 협력을 다양화하거나, 포트폴리오를 조정하는 전략이 필요하다.



반면 국방의 경우 미국 내 R&D 투자는 촉진될 수 있지만, 국수주의로 인해 우리나라에 방위비 분담과 주한미군 철수를 요구할 우려가 있어 자체적인 국방 R&D 정책 로드맵 개발 등과 같은 적극적 대응이 필요한 상황이다. 뿐만 아니라 국방 R&D 비용의 확대 및 조정 등이 필요하다. 우리나라는 국방기술과 무기수입이 세계 1위이지만, 자체원천기술 개발보다는 서비스 중심으로 미국에 의존해 왔다. 따라서 이 기회에 원천기술을 확보하기 위한 우리만의 적극적인 국방기술개발 체계를 구축해야 한다.

궁극적으로는 기초·원천기술 확보를 통한 신성장동력의 발굴, 그리고 합리적이고 공정한 사회시스템의 설계·운영을 통한 저성장과 양극화의 해소가 해답일 것이다. 트럼프의 승리는 미국 사회가 그동안 생산한 초과이윤에 대한 전체 사회구성원의 분배에 대한 고민과 충돌을 보여주며, 미국 사회 시스템 내 합의(파레토효율)를 이루어 가는 과정에서 불가피한 선택일 수도 있다. 이는 과학기술 뿐 아니라 정치·사회면에서 우리에게 타산지석의 기회가 될 수 있다. 이 과정에서 과학기술은 장기침체를 극복하고 4차 산업혁명의 도래에 부응하는 신성장동력 창출이라는 본연의 임무에 충실함으로써 저성장 해결에 일조해야 한다.

임혜진(미래전략팀, hjlim@kist.re.kr)



KIST 기능커넥토믹스연구단 브래들리 베이커, 게이코 야마모토 박사

KIST 기능커넥토믹스연구단은 World Class Institute(세계수준의 연구센터)*사업을 수행하며 세계 수준의 해외우수인력을 영입하고 첨단 기술을 구축하여 뇌의 기능적 회로를 분석하고 있습니다. 이 사업의 일환으로 우리 원의 책임연구원으로 오신 브래들리 박사님과 게이코 박사님을 만나보았습니다.

브래들리 박사님께서는 미국 NIH의 뇌 연구 프로젝트(Brain Initiative U01)에 참여하게 되셨습니다. 또한 게이코 박사님께서는 한국연구재단의 중견연구자지원사업**의 과제책임자로 선정되었습니다. 이와 관련하여 현대사회의 가장 중대한 도전과제로 평가되는 뇌 연구에 대해 자세한 이야기를 들어보겠습니다

* World Class Institute : '09년부터 추진된 교과부의 WCI(World Class Institute)사업으로 KIST기능커넥토믹스연구단, 핵융합연구소 핵융합이론센터, 생명공학연구원 키노믹스기반 항암연구센터의 3개 연구소 설치 운영 중

** 중견연구자지원사업 : 한국연구재단에서 추진하는 학문 분야별 특성에 맞는 개인단위 연구지원을 통해 창의적 기초 연구능력을 배양하고, 연구를 심화·발전시켜 나가도록하는 지원사업

브래들리 베이커 박사님께서는 최근 미국 정부의 주도로 활발히 진행되고 있는 뇌 연구 플래그십 프로젝트인 '브레인 이니셔티브 U01' 연구과제의 참여하게 되었습니다. 이 연구를 기획하게 된 동기와 목표에 대해 말씀해 주십시오.

이번에 제가 참여한 브레인 이니셔티브 U01 프로젝트 연구의 목적은 뇌가 어떻게 작용하는지 알아내기 위한 더 나은 도구를 개발하는 것입니다. 이 프로젝트에 참여하기 전, 저는 전기가 아닌 빛을 이용하여 뇌를 이미지화 하는 연구를 하고 있었습니다. 인간의 뇌는 배터리의 집합체 같은 구조를 띄고 있기 때문에 일반적으로 뇌 연구를 위해 뇌에 직접적인 전기 자극을 이용하고 있습니다. 하지만 전기를 뇌 이곳저곳에 이용하는 것은 위험한 일입니다. 이를 보완하기 위해 전기가 아닌 빛을 이용하면 안전한 방식으로 뉴런과 신경의 활동을 감지할 수 있습니다. 영화 아바타처럼 빛의 변화로 뉴런과 신경의 활동을 감지하는 것입니다. 때문에 우리 연구실은 KIST에서 빛을 이용한 뇌 연구 방법을 개발하기 시작하였습니다. 물론 이 밖에도 뇌 연구를 위한 많은 방법들이 존재합니다. 미 정부나 NIH 또한 브레인 이니셔티브 프로젝트를 통해 뇌 연구를 위한 더 나은 방법들을 모색하기 시작하였고, 우리 연구실이 운 좋게 참여할 수 있는 기회를 얻게 되었습니다.

게이코 야마모토 박사님께서는 중견연구자 지원 사업을 맡아 소뇌 신경회로망 분석과 역할을 규명하는 연구를 하고 계십니다. 이 사업은 대체적으로 국내 연구자들을 지원하던 사업인데, 이 연구를 맡게 되신 이유가 무엇이라고 생각하십니까? 연구의 목적과 기획 동기에 대해서도 말씀해 주십시오.

무엇보다 운이 좋았던 것 같습니다. 그 다음으로는 한국의 연구 시스템이 연구자의 국적에 상관없이 좋은 연구주제를 우선시할 만큼 개방형이기 때문일 것입니다. 또한 우리팀의 연구 제안서가 만족스러웠던 점도 한몫 했을 것으로 생각합니다.

제가 맡은 중견연구자 지원 사업 프로젝트의 목적은 운동과 스트레스의 상호작용에 관한 것입니다. 우리가 스트레스를 많이 받았을 때, 운동을 하면 스트레스가 완화되는 느낌을 받습니다. 하지만 이것은 아직 과학적으로 확실하게 규명되지 않았습니다. 반대로 운동을 규칙적으로 하게 되면 미래에 발생할 스트레스를 어느 정도 조절할 수 있게 됩니다. 우리는 이러한 현상이 소뇌작용으로 인해 발생한다는

Dr. Bradley Baker has been the part of the 'Brain Initiative U01' research project, which is currently underway by the US government. Please tell us about your motivation for planning this research and the final goal of this project.

The goal of this research project is to make better tools to study how the brain works. I already started my research at KIST, which defines how to image the brain in such a way using the light instead of electro. Our brain is like a collection of batteries, so you need electro to study how the brain works.

But this is pretty invasive putting electro everywhere. If you get light to go everywhere instead of electro, light changes when neuron and nerve works. You can watch it much like a movie Avatar. So we started to do that here, and there are many other ways to make this better. Brain initiative project from NIH and US government also wanted to have better tools. So we applied to Brain Initiative Project and we were fortunate to get in.

Dr. Keiko Yamamoto is engaged in research to analyze the cerebellar neural network and to undertake research projects for senior researchers. Generally this project is tend to support Korean researchers, What do you think made you to become the principal investigator of this project? please tell us about your motivation for planning this research and the final goal of this project as well.

First of all, I was lucky. Second of all, this means that korean research system is open to everybody regardless of researcher's home country as long as his or her research is interesting enough. Also, maybe our research proposal was good enough to be selected. This project is about the interaction between exercise and stress response. So when you feel stress and if you do exercise, you can usually be relieved. It is not defined yet



가설을 제시하고 이를 규명하기 위한 방법을 개발하고 있습니다. 결국 이 연구의 최종 목적은 스트레스를 조절하기 위한 소뇌작용을 규명하는 것이고, 우리가 성공한다면 스트레스를 줄이거나 조절하기 위한 효과적인 방법을 개발할 수 있을 것으로 기대하고 있습니다.

이렇게 대형 성과를 맡게 되기까지 두 분이 계신 기능커넥토믹스 연구단의 많은 지원이 있었을 것으로 생각 됩니다. 기능커넥토믹스 연구단은 어떤 곳인지 간단하게 소개 부탁드립니다.

기능커넥토믹스(CFC) 연구단은 뇌가 서로 어떻게 연결되어 있으며 그 연결이 어떤 역할을 하는지 연구하기 위해 만들어진 국제협력체입니다. 만약 주방에 전구가 나갔다면, 간단하게 필라멘트가 있는 와이어만 교체하면 됩니다. 하지만 인간의 뇌는 그보다 훨씬 복잡한 구조를 가지고 있습니다. 때문에 이를 연구하기 위한 첫 번째 단계는 뇌가 어떻게 연결되어 있는지 알아내는 뇌 지도를 구현하는 것입니다. 두 번째 단계는 그 연결들이 어떠한 작용을 하는지 알아내는 것입니다. 이것이 우리가 CFC에서 도출하고자하는 새로운 시사점입니다. CFC는 뇌 연구에 있어 뇌가 어떻게 기능하는지 뿐 아니라 어떻게 연결되어있는지 까지 밝혀내는 세계 최고의 연구 그룹 중 하나라고 생각합니다.

두 박사님께서서는 ‘세계 수준의 연구센터(WCI)’ 사업을 통해 KIST로 오시게 되었습니다. 대한민국 연구환경과 미국·일본의 연구환경의 가장 큰 차이점은 무엇이며, 대한민국이 수용해야 부분은 무엇인지 궁금합니다.

(브래들리 박사) 외국인이라는 이유로 제가 한국이 이렇게 해야 한다 조언하고 싶지 않기 때문에 이 부분은 굉장히 민감한 사안이라고 생각합니다. 한 가지 분명한 것은 한국 과학계는 우리가 오기 전에도 이미 충분히 훌륭한 상태였습니다. 하지만 미국 과학계가 세계 제2차 대전으로 외국인 과학자들의 급격한 유입으로 괄목할만한 성장을 이룬 것

scientifically why it happens. Oppositely if you do exercise routinely, you can probably handle the future stress. We proposed that this is because of the cerebellar function to define why it happens. We have a tool to address that question. Again, the final goal of this research is that we want to understand how cerebellar works to handle the stress. If we succeed, maybe we can find out some good way to handle or reduce the stress.

I guess there has been a lot of support from the Center for Functional Connectomics(CFC) where both of you belong to. Could you briefly introduce what CFC is?

So CFC is designed as an international collaboration to study how the brain is connected and how those connections work. If you go to kitchen and light bulb is burn out, you can simply fix the wire, where the filament is. But brain is way more complicated than wire. So first step is to map how they are connected. But then the second step is to figure out how those connections function. This is what we are trying to make new insights from Functional Connectomics group. I think CFC is one of the most advanced group in the world to study how the brain works now just how it's connected.

Both Dr.Bradley and Dr.Keiko joined KIST as the member of ‘World Class Institute(WCI)’. What do you think of the main difference between Korean research environment and that of your countries and please tell us the aspect of US and Japanese research environment that Korea should accommodate.

(Bradley) This is delicate issue because I don't want to a foreigner saying ‘you should do this, do that’. It is clear that Korean science was very good before we came. But it's also clear that US

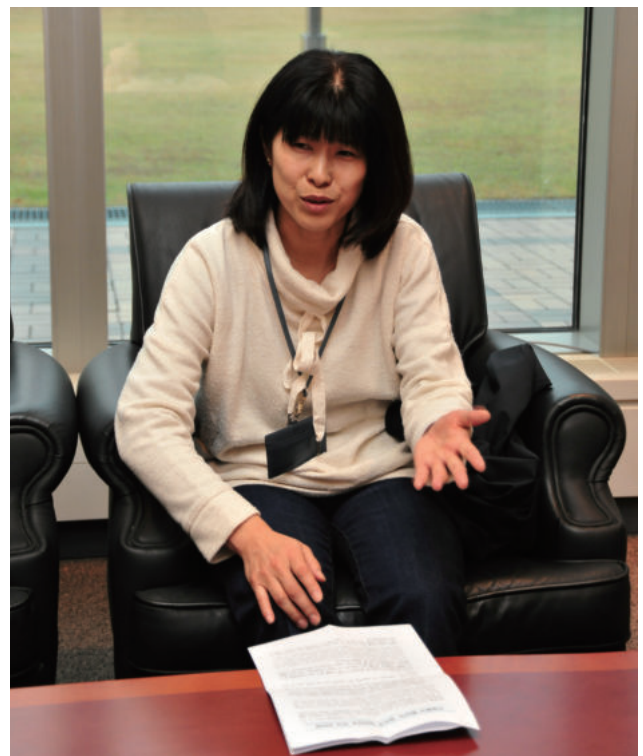


또한 사실입니다. 때문에 다양한 국가에서 오는 다양한 사고 방식들은 과학적 문제를 해결하는데 도움이 된다고 볼 수 있습니다. 이런 관점에서 외국인 과학자들이 한국으로 오는 것은 많은 도움이 될 것입니다. 예를 들어 미국은 다른 연구 실과의 협력연구가 전반적으로 주를 이룹니다. 종종 타 연구 팀에 합류하는 것이 어렵기는 하지만, 다양한 사고방식을 한데 모아 더 나은 결과물을 도출할 수 있게 하기도 합니다. 때문에 외국인 연구자들을 한국으로 오게끔 노력하는 것이 한국 과학계의 사고방식의 다양성을 제고하는데 도움이 될 수 있다고 생각합니다.

(게이코 박사) 규제에 있어서 일본은 전 세계 어느 나라보다 훨씬 엄격합니다. 협상이란 절대 없습니다. 한국의 경우에는 규제가 존재하긴 하지만 이것이 자주 바뀌는 것이 일본과의 차이점 같습니다. 한국인들은 이 부분에 어느 정도 적응된 것 같지만 저는 규제가 바뀔 때 마다 일일이 확인하는 어려움을 겪습니다. 하지만 동시에 이 점이 한국 과학계를 발전 시킬 원동력으로 활용될 수 있습니다. 달리 말해 이는 한국 연구 환경에는 다양함과 유연함이 존재한다는 뜻이기 때문입니다. 또한 한국인들은 새로운 환경에 매우 잘 적응한다는 점도 강점이라 생각합니다. 다른 나라의 장점을 차용하는 것 보다 스스로의 강점을 잘 살리는 것이 더욱 중요하다고 봅니다.

science really became very strong after WW II, when it had an influx of foreign scientists. So bringing together different ways of thinking really makes address the problem much better. In that sense, bringing foreign researchers helps to develop scientific thoughts. For instance, US is more based on collaboration studying together with other labs. It is hard to fit in other group when you're not doing similar things. But at the same time, it makes better outcome because people need to think in different way. So I think by encouraging foreign scientist to come to Korea will make Korean science in general stronger.

(Keiko) In terms of regulation, Japan is way more strict than any other country I would say. Negotiation never works. In case of Korea, It has regulation but it changes a lot. Korean people seem to adjust to it. But for me, it is hard to catch up every changes. But, it can be the strength. In other words, Korean science environment has dynamics and flexibility. Also, Korean people are really good at adjusting to new condition. It is more important to use one's own strength than accommodate other's strength.



두 분의 성공사례는 한국에서 일하고 싶은 여타 외국인 연구자들에게 귀감이 되고 있습니다. 앞으로 국가를 초월한 대형 프로젝트에 최고의 인력교류가 더욱 활성화되기 위해서 어떠한 노력이 필요하다고 생각하십니까?

저나 제이코 박사님이 아닌 KIST가 바로 롤모델이라고 생각합니다. 대부분의 다른 기관들은 KIST가 해왔던 많은 부분들을 제공하기 꺼려합니다. 예를 들어, KIST는 연구 뿐 아니라 의료보험같이 사소한 것 하나까지 세세하게 챙겨주는 오피스가 있습니다. 이러한 사소한 도움은 우리 같은 외국인 연구자들에게 매우 필요한 것들이지만 사실 KIST의 의무는 아님에도 불구하고 물심양면으로 지원해주고 있습니다. 또한 처음 우리가 이곳에 연구실을 시작하기 위해 옮겨올 당시 약속했던 펀딩을 지원해주기 위해 외부에서 자금을 끌어오고 있습니다. KIST야말로 다른 기관들과 외국인 연구자들이 한국으로 오도록 장려할 수 있는 롤모델이라고 할 수 있습니다.

브래들리 박사님께서서는 개발된 기술에 소나기, 봉우리, 또 최근에 개발된 파도까지 순 우리말을 붙이는 것으로 유명하십니다. 특별히 기술에 한글명을 붙이는 이유가 있으신지요?

한국어 이름을 붙이는 데에는 두 가지 이유가 있습니다. 먼저 간단한 이유로는 한국어 이름을 붙이면서 새로운 한국어를 익힐 수 있기 때문에 그렇게 하고 있습니다. 또한 연구라는 것이 얼마나 잘 흘러갈지 아무도 장담할 수 없는 것이기 때문에 가능한 한 최고의 결과물을 도출하려고 노력합니다. 두 번째 이유는 열심히 노력하는 것은 물론이고 저의 연구를 믿어준 사람들에게 고맙다는 말을 전하고 싶기에 한국어 이름을 붙이고 있습니다. 한국어 이름을 붙이는 방법이야말로 연구자 뿐 아니라 보통사람들이 봤을 때에도 제가 느끼는 감사함이 묻어나올 수 있다고 생각했기 때문에 한국에 온 뒤로는 줄곧 결과물에 한국어 명을 붙이고 있습니다.

저는 의미 있는 한국어 이름들을 붙이기 위해 노력하는데, 예를 들어 청개구리는 결과물이 우리가 예상했던 것과 정확히 반대로 나와서 청개구리라는 이름을 붙였습니다. 파도는 파도의 물결치는 모양에서 착안하여 우리가 개발한 시각적 신호에 붙인 이름입니다. 점점 기술들이 늘어나면서 적절한 한국어 이름을 찾기가 힘들어져있어서 더욱 창의적인 표현을 찾으려 노력하고 있습니다.

Your achievement in Korea is considered as a role-model for other foreign scientists who wish to work in Korea. What kind of effort do you think needs to be made in order to promote human resources exchange in a large-scale transnational project in the future?

I think KIST is the role model other than ourselves. Other institutions hesitate what KIST has done. For instance, we have very supporting business office in what we do, not just for research but they help us in every aspect such as medical insurance. They provide assistance which is not mandatory for KIST but necessary for us. KIST also got the funding for us through the external source to make sure that we have the funding that we were promised when moved here to start a lab here. KIST case can be the role-model for other institute and encourage other foreign scientist to come to Korea.

Dr. Bradley is famous for putting Korean name on your technological discovery such as 'Sonagi', 'Bongwoori', and 'Pado'. Do you have any particular reason to put Korean name on technologies? Please briefly explain those technologies.

There are 2 main reasons. One reason is that it helps me learn new Korean words. But the really reason is that you're never sure how well your research will going to go. So I would like to say thank you for letting me do the research by giving the best proves we can possibly get. But another way to show that we appreciate the fact that you are willing to commit resources to us by simply giving Korean names to our proves. We give Korean names to the prove that we develop in Korea since I have been here to say thank you.

Actually we tried to name the prove meaningfully for example 청개구리 is prove that came out exactly opposite to what we expected. 파도 is optical signal like a wave. But it is getting harder and harder to find appropriate Korean names and it forces us to become little more creative.

게이코 박사님의 학문적 배경을 살펴보면 학부와 석·박사 과정에서 모두 수의학을 전공하셨습니다. 특별히 수의학을 연구 분야로 선택하게 된 계기를 묻고 싶습니다.

looking at the academic background of Dr. Keiko, you studied veterinary medicine at both undergraduate and graduate. I would like to ask about the motive to choose your academic career.

저는 수의학을 중에서도 생리학을 연구하는 기초연구실에서 공부를 시작했습니다. 생리학은 현재 제가 하고 있는 뉴런과 세포가 일상생활에서 어떠한 영향을 미치는지를 연구하는 분야입니다. 세포들은 호르몬과 같은 외부로부터의 자극을 받아들여 그 자극에 대한 반응을 합니다. 저는 이러한 세포들의 시그널링에 흥미를 느껴 신경과학자가 되어야겠다고 다짐하게 되었습니다. 특히 단순히 둥근 모양이 아닌 매우 복잡한 구조를 가진 뉴런을 좋아하였습니다. 때문에 지금까지도 매우 흥미롭게 연구하고 있습니다.

When I was in veterinary medicine department, I was in basic research laboratory doing physiology. The physiology is what I am doing right now studying how neurons or cells work in normal life. Cells receive inputs from outside like hormone, and they receive those signals. I was interested in the reaction responding to those inputs within cells. Because of this interesting signaling of cells, I decided to become a neuro-scientist at the very beginning. I especially liked

neurons because of the structure, they are not just a round cell, but have very complicated structure. Until now, I am doing my research with great joy.



앞서 소개해주신 기능커넥토믹스 연구단에서 진행 중인 뇌 지도 구현이 완성되면 현재 뇌과학 분야가 활발히 활용되고 있는 알츠하이머, 자폐증 등 뇌와 관련된 질병의 근원을 파악하는 연구에 어떠한 영향이 미칠지 말씀해 주십시오.

When I heard what Dr. Keiko said, I feel that brain science is a very interesting field. How brain science research field will be used to the research to understand the origins of brain-related diseases such as Alzheimer's and autism after completing the brain map implementation?

뇌과학 연구는 다른 과학자들이 뇌기능의 메커니즘을 이해하는데 기여할 것입니다. 저에게 어떤 질병을 치료하는 연구를 하냐고 물어보신다면 저는 어떠한 질병 치료 연구도 하지 않는다고 대답합니다. 우리 연구는 뇌가 어떻게 작용하는지 규명하는 연구에 집중할 뿐입니다. 뇌가 어떻게 작용하는지 알 수 없다면 무엇을 고치려고 할 때 정확한 치료가

Brain science will contribute to help other scientist to understand the mechanism of brain function. If I answer to the question 'What disease are you trying to cure?' I would say 'I am not trying to cure any disease'. We are just trying to figure out how the brain works.

아닌 무작위적인 처방을 할 수 밖에 없습니다. 대표적인 예로 우울증 치료가 있습니다. 우울증 약은 효과가 있지만 아직까지 확실히 어떠한 작용으로 인해 우울증이 완화되는지 밝혀지지 않았습니니다. 더욱이 모든 사람들에게 약효가 나타나는 것이 아니고 종종 부작용을 일으키기도 합니다. 하지만 뇌 메커니즘에 대해 조금 더 깊이 이해한다면 정확히 뇌 질병을 일으키는 원인이 무엇이고 어떠한 치료가 필요한지 알 수 있습니다. 때문에 뇌과학 분야가 확대되면 앞서 말한 두 가지 접근방식이 모두 필요할 것으로 생각합니다. 먼저 무작위적인 접근방식으로, 자폐증 같은 환자들의 수요가 많은 질병치료법을 제공하기 위한 광범위한 치료법을 개발을 하는 것입니다. 하지만 동시에 정확히 문제의 원인이 무엇인지 파악한 뒤 처방을 내리기 위해 뇌의 시스템을 이해하려는 노력이 반드시 동반되어야 합니다. 만일 당신의 차가 망가졌을 때, 자동차 시스템에 대해 잘 이해하지 못한 상태에서 쉽게 고쳐졌다면 매우 우연한 행운일 것입니다. 하지만 자동차 구조와 시스템에 대해 이해하고 있다면 훨씬 빠르고 나은 처치를 할 수 있습니다. 다시 말해 우리는 직접적으로 병에 대한 치료법을 개발하고 있지는 않지만 우리의 연구가 병의 치료법을 개발하는 사람들에게 시사점을 주고 뇌의 메커니즘을 이해하도록 돕길 바랍니다.

한국어는 상대적으로 배우기 매우 어려운 언어라고 하던데, 두 분의 한국어 실력이 궁금합니다. 마지막으로 뇌과학을 전공하는 후배 연구자들에게 한국어로 한 말씀 부탁드립니다.

저는 젊은 과학자들에게 참을성을 가지고 좁은 시각이 아닌 장기적인 계획을 가지고 연구를 하라고 말해주고 싶습니다. “수고하세요, 파이팅!”

Because if you don't know how it works, then you can't find out appropriate treatment, you're just randomly fixing. The classic example is anti-depression. Anti-depression drug do work but still it's unclear how it works. Also they don't work for everyone and there is side-effect. But if we understand better how the brain works, then you have much better idea of the cause of disease and which treatment is needed. So you need both approaches. One, you need random approach to provide the general cure for the patients like autism. But at the same time, you really do need to figure out how the system works. If you have a car that is broke down, it's lucky to fix it because you don't know how it works. But if you do know how it works, then your treatment can be even better. So we don't study disease directly, but hopefully our research will contribute to other people studying disease by giving them new insights and showing them the mechanism of the brain.

It is said that Korean is a very difficult language to learn relatively. I am curious about your Korean language skills. May I ask short supporting message to the following researchers who are majoring in brain science in Korean?

I would say “have a patience“. Sometimes young scientist are short-sighted. But there is a long-term plan as well in research. “Sugohaseyo, Fighting!”

강혜정(미래전략팀, hjkang@kist.re.kr)

브래들리 베이커 박사 (Dr. Bradley Baker)

▲ Indiana University 미생물학 학사 / Ohio State University 생화학 석·박사
▲ 前 Yale Univ. School of Medicine Research Associate

게이코 야마모토 박사 (Dr. Keiko Yamamoto)

▲ Hokkaido University 수의학 학사, 석·박사
▲ 前 University of Tokyo PRESTO Researcher, Duke University Research Associate

공공기술사업화 국내외 동향과 주요이슈

최근 연구개발특구 내에 설립한 제1호 연구소 기업(콜마비엔에이치)의 대박 소식이 전해지며 공공기술 사업화에 대한 관심이 제고되고 있다. 특히 콜마비엔에이치는 한국원자력연구원이 2006년 화장품 연구 개발업체인 한국콜마홀딩스와 함께 설립하여, 코스닥에 상장해 차익(1차 주식매각 330억원)을 거둔 첫 사례라는 점에서 정부출연연구소는 물론이고 창업자들에게 큰 자극이 되고 있다.

이번 호 이슈분석에서는 R&D 혁신의 관점에서 공공기술사업화의 현황을 살펴보겠다. 또한 해외 주요 성공사례를 분석함으로써, 기술사업화 성공률 제고를 위한 주요 이슈와 시사점을 도출하고자 한다.



공공기술사업화의 新 모델 필요

정부의 지속적 노력을 통해 공공R&D성과의 기술이전율은 개선된 반면, 기술사업화 성공률은 선진국 대비 여전히 미흡

- 기술이전 · 사업화 촉진을 위한 정부의 지속적 투자와 노력에 힘입어 국내 공공연구기관의 기술이전율은 과거에 비해 크게 개선

* 공공연구기관의 기술이전율(KIAT, 2015) : ('08) 22.2 → ('10) 23.1 → ('12) 27.1 → ('14) 31.7

- 반면, 기술거래시장 및 정부 지원사업 확대 등 전반적 여건개선에도 불구하고, 국내 기술사업화 성공률은 선진국 대비 여전히 크게 미흡

* 정부 R&D투자대비 성과활용 · 확산 예산 비중(%) : ('10) 1.3 → ('12) 2.58 → ('15) 3.0(목표)

- 국내 R&D성공률은 99.5%에 육박하는 반면, R&D성과의 사업화 성공률은 20%대에 그쳐 주요 선진국 대비 크게 저조한 상황(KIAT, 2014)

* 주요국의 R&D사업화 성공률(%) (영국) 70.7, (미국) 69.3, (일본) 54.1, (한국) 20.0

국내 공공기술사업화 부진의 주요 요인으로서는 폐쇄성 혁신의 한계, 기술사업화 생태계 미성숙 등이 지적

- R&D 및 사업화 과정에서 외부의 지식/기술을 적극 활용하는 글로벌 기업과 달리 국내 기업은 기술정보 유출 등의 이유로 외부 협력에 수동적인 폐쇄적 혁신의 한계에 고착

* 외부 기술과 지식을 활용하고 있는 국내 기업은 49.2%로 국외 선진기업의 78%보다 30%가량 낮은 수준 (대한상공회의소, 2016)

* 중소기업의 기술개발 추진방법 : 단독개발 87.9%, 공동개발 8.9%, 위탁개발 1.7%, 국내 외 기술도입 1.4% 순('15, 중소기업 기술통계조사)

- 국내 공공 · 민간 기술이전 전담조직(Technology Licensing Office, TLO)은 역량 및 전문성, 수평적 협력 활성화 등에서 성숙도가 매우 낮은 상태

* 대학 · 출연(연)의 TLO는 소관 기술의 기술경영 및 기술 중개자의 역할을 담당해야 하나, 수행에 필요한 전문 인력 확보 부족

* 국내 대학 TLO인력 중 기술이전 · 사업화 전담인력은 3.12명, 국가자격을 보유한 전문 인력은 총 88명(2.8%)에 불과

- 연구자-기업을 연계해주는 주요 창구인 민간TLO(연구개발서비스업체)는 규모가 영세하고 폐쇄적 R&D생태계 특성으로 실적 또한 부족하여 전문인력 확보가 미흡해지는 악순환에 고착화

* 매출액이 10억원 미만인 연구개발서비스 기업 비중은 68.4%('13년)로, 종사자 1인당 매출은 미국의 50%, 일본의 70% 수준인 7천 백만원에 불과

해외 기술사업화 생태계의 주요 특징과 우수 사례

주요국의 공공기술사업화 체계 특징은 ‘지역중심’, ‘산학연간 경계없는(Seamless) 협력’, ‘미래 신산업에의 선택과 집중’ 등으로 요약

- 국가 차원의 과학기술혁신 환경 하에서 지역의 물리적 인접성(Proximity)을 기반으로 원활한 소통과 협력 강조
 - * 미국의 실리콘밸리 및 리서치트라이앵글파크, 스웨덴의 시스타사이언스시티, 핀란드의 울루테크노폴리스 및 오타니에미 사이언스 파크 등은 지역 내 대학·연구기관과 기업을 주축으로 운영
 - * 특히 핀란드의 오타니에미 사이언스 파크는 2km에 불과한 면적에 글로벌 기업 및 알토 대학, VTT 등이 밀집하여 핀란드 R&D투자의 50%를 사용
- 산학연 참여주체간 대등한 관계 속에서 지속적 상호작용 및 신뢰 형성을 통해 Win-Win하는 협업 생태계 구현
 - * 생태계 내 기업-대학-연구소간 수평적 기술·인재 교류뿐만 아니라, R&D장비/시설 및 연구공간 등의 공유를 통해 산학연 대협력 네트워크를 가동
 - 특히 대학-연구기관 등 공공혁신주체간 Seamless한 기술/인력교류를 통해 기초·원천단계 및 응용기술에 걸쳐 기업이 원하는 기술과 인재를 공급
- 북유럽 등 강소국을 중심으로 ‘선택과 집중형’ 산업성장을 위한 산학연 클러스터를 적재적소에 활용하는 경향이 뚜렷
 - * 핀란드 오타니에미 사이언스 파크, 중국 중관촌 등은 ICT산업 중심의 R&BD 및 창업 활성화에 초점을 두는 등 지역 내 기업생태계 특성 등을 고려한 ‘선택과 집중형’ 생태계 운영이 특징

(미국, 리서치 트라이앵글 파크) 노스캐롤라이나 지역의 주요 대학 및 국립환경보건 과학연구소가 주축이 된 미국 최대 규모 연구단지

- 듀크대, 노스캐롤라이나주립대 등 유수의 대학과 환경보호국 산하 연구기관인 국립 환경보건과학연구소(NIEHS)를 주축으로 IBM, 글락소스미스클라인 등 글로벌 기업이 입지한 전자·바이오산업 특화 혁신클러스터로 성장
 - 1959년 조성 이래 지역 내 대학과 공공연구기관, 대기업 유치에 의해 성장
 - * 1950년대말 조성 이래 활성화되지 못하였으나, 1965년 NIEHS 입주를 계기로 글락소스미스클라인, 백트 디킨슨 등 바이오 기업, IBM 등 글로벌 기업이 입주하면서 전자산업 및 바이오산업에 특화된 클러스터로 성장
 - 1990년대 중반 이후에는 창업활성화를 통한 벤처·중소기업 중심의 혁신클러스터로 성장
 - * 특히 80년대 반도체와 바이오기술 지원기관인 MCNC, NCBC 등이 설립되고, RTP 내 대학, 연구기관, 민간기업의 체계적 협력하에 창업이 활성화되면서 본격적인 신산업 창업 생태계로의 성장이 가속화

- RTP의 조성은 지역 내 대학의 기술을 체계적으로 산업계에 연계·활용하는 교두보를 마련, 지역경제 구조 고도화 및 소득수준 향상 등에 크게 기여

* RTP 조성 이전 노스캐롤라이나 주의 평균 소득은 미국 내 평균 대비 86% 수준에 불과하였으나, 1990년대 중반 이후 110% 수준으로 향상

(핀란드, 오타니에미 사이언스 파크) '앵그리버드 신화' 등 창조경제전인 원동력으로 평가되는 ICT산업 특화형 산학연 혁신클러스터

- 오타니에미 사이언스 파크 등 핀란드 내 20개 이상의 첨단과학기술단지는 ICT 산업 세계 4위 등 핀란드가 세계 최상위 혁신경쟁력을 유지하는 핵심 원동력으로 평가

* 인구 550만명에 불과한 소국 핀란드가 ICT, 바이오, 나노 등의 분야에서 세계 최상위 혁신 경쟁력을 유지하는 데에 있어 사이언스파크, 테크노폴리스 등 산학연 클러스터가 크게 기여

- 특히 대기업이 주도하는 기존 산업클러스터의 한계를 넘어 노키아의 쇠퇴 이후에도 '앵그리버드 신화'로 대표되는 혁신동력이 지속될 수 있는 근간을 제공

- 핀란드 국립기술연구소(VTT), 알토대학 등 강력한 학연 연계를 바탕으로 800여개 기업이 입주, 북유럽의 대표적 첨단과학기술단지로 성장

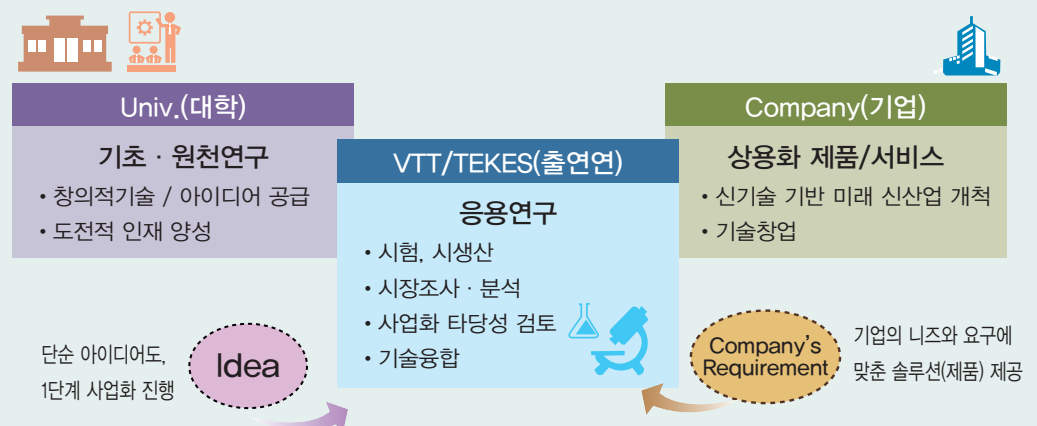
- 2km에 불과한 면적에 29개 건물, 800여개 기업이 입주

* Nokia 글로벌 본사, MS, 삼성전자 등 주요 글로벌 ICT기업의 본사 및 유럽법인과 더불어 25개 R&D 센터 등에 하이테크 기술인력 약 16,000명을 포함한 약 32,000명이 종사

- 정부출연(연)인 VTT, TEKES 등을 중심으로 알토대학 등 대학의 창의적/도전적 기술 및 인재와 기업의 수요간의 능동적 교류가 특징

* VTT는 대학의 창의적 기초·원천기술 및 아이디어를 기업이 원하는 단계까지 level-up하는 응용연구를 담당하며, 전체 3,200명의 연구인력 중 약 2,200명이 오타니에미 클러스터에 상주

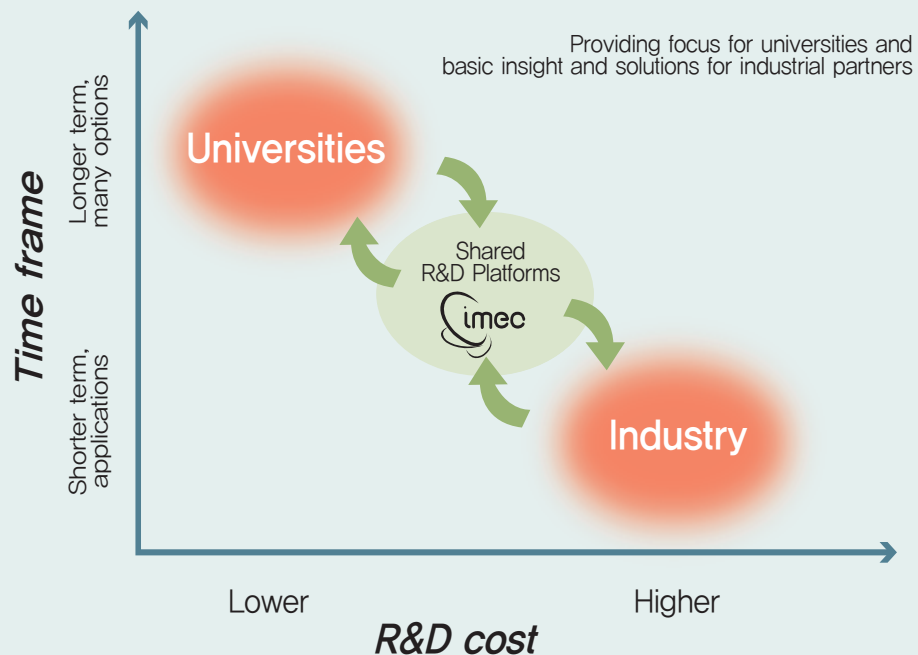
| VTT의 역할 개념도 |



(벨기에, IMEC) 플랜더스 주정부 기금으로 설립, 대학-기업 밀착형 R&D 및 사업화 파트너십을 구축한 유럽 최대 나노·반도체 연구센터

- 반도체 및 나노 분야 시장의 니즈를 3~10년 앞서 발굴하고, 대응하는 R&D활동의 수행하며, 특히 대학과 기업 사이에서 기술-시장의 Gap을 완화하는 전환주체(Transformer)의 역할을 강조
 - 반도체 및 나노기술분야에서 글로벌 경쟁력을 가진 CoE(Center of Excellence) 로써 대학에는 기초·원천R&D의 방향성을 제시하고, 대학과 연계한 기술적 솔루션을 기업에 제공하는 역할을 수행

| IMEC의 '전환주체(Transformer)' 역할 개념도 |



- 대학-기업 등과의 긴밀한 협력은 IMEC의 연구역량 강화 뿐만 아니라 솔루션 서비스 등을 통한 재정자립 기반을 제공
 - 나노·반도체분야 전문기술역량을 바탕으로 반도체산업의 기술·제품 관련 솔루션 서비스 및 수탁 R&D 등 수익사업을 통해 정부지원 의존도가 획기적으로 감소
 - * IMEC 수입 중 정부지원금 비중 : (1984년 설립 당시) 92.1% → (2012) 15%
 - 특히 학-연 연계형 교육 등에 기반한 학생연구원, R&D파트너십 기업 소속 방문 연구원 등이 지속 확대되면서 산학연 인력 교류뿐만 아니라 내부 인건비 절감에 기여

(일본) AIST의 '新산학관 연대전략', 츠쿠바 이노베이션 아레나(TIA) 등을 통해 산·학·연 협력 기반 신산업 창출 및 인재양성 강화

- 일본 산업기술종합연구소(AIST)는 '新산학관 연대 전략(Special Post-doc Researcher)'을 추진, 산학연 협동 R&D과 인재양성전략의 일체화를 도모
 - 산·학·연이 연구과제와 포닥(Post-doc)을 공동선정 및 채용하고 과제종료 후 연구성과의 이전과 함께 기업에 고용하는 제도 신설
 - * 중소기업은 기술과 자금부족을 해소하고 맞춤형 우수인력의 유치가 가능하며, 공공연구소는 신속한 기술이전 및 상용화를 제고가 가능
- 경제산업성 주관하에 산학관 연구거점인 '츠쿠바 이노베이션 아레나(Tsukuba Innovation Arena : TIA)'를 구축
 - * AIST, NIMS(물질재료연구기구), 츠쿠바대학, 경제단체연합회 등이 주축
 - 기업의 R&D 기간이 단축되고 획기적인 신제품 개발을 위한 연구소와의 공동연구와 협력 수요가 증가함에 따라 산·학·연 공동 연구센터를 설립
 - * 연구자, 기술자들을 한 곳에 집결시켜 R&D 및 실증부터 인재육성 및 사업화까지의 통합 연구를 실시할 수 있는 여건을 제공
 - '10년부터 '14년까지 산학연간 네트워킹을 할 수 있는 오픈 플랫폼을 구축하고, '15년부터 '19년까지 구축된 오픈 플랫폼의 재구축을 통해 혁신적 R&D의 가속화를 추진 중
 - * 6개 핵심 영역(파워일렉트로닉스, 나노일렉트로닉스, N-MEMS, 카본 나노 튜브, 나노그린, 나노재료)을 선정하여 문부과학성으로부터 1,000억엔의 지원을 받아 연구개발 및 실용화 역량 확보, 성능 및 안정성 확보, 인재양성 역량 확보 등을 목표

국내 공공기술사업화 생태계 현황

국내 대부분의 대학이 산학협력단 내 TLO를 운영 중이나, 독립성 및 전문역량이 취약

- 142개 대학의 대부분인 121개 대학이 TLO를 운영 중이며, 이중 30개 대학은 선도 TLO로 지정·운영 중
 - 대부분의 대학 TLO는 산학협력단 내 하부조직으로 운영되고 있어 독립적 운영에 한계가 존재
- 대학 TLO 내 전담인력의 양적·질적 보유수준이 미흡*
 - 국내 대학 TLO인력은 평균 4.55명에 불과하며, 이중 행정·관리 등 지원인력을 제외한 기술이전 사업화 업무 전담인력은 3.09명에 불과

* TLO인력 중 정규직은 기관고유사업을 통해 인건비를 지급하고, 비정규직의 인건비는 TLO지원 사업을 통해 충당하는 것이 일반적

- 대학 산학협력단 인력 중 국가자격*을 보유한 전문인력은 77명(1.3%)에 불과하며, 대학 산학협력단 인력 중 기간제 계약직 인력은 79.0%이며, 전체 인력 중 4년 이하 근속인력은 87.5%에 달하는 상황

* 변호사, 변리사, 회계사, 기술사 등 국가공인자격

구분		근속연수				
		2년이하	2~4년이하	4~6년이하	6년초과	계
정규직	인원(명)	145	92	97	77	334
	비중(%)	10.2	6.5	6.9	5.4	23.6
무기계약직	인원(명)	222	215	139	68	576
	비중(%)	15.7	15.2	9.8	4.8	40.7
기간제계약직	인원(명)	1,004	90	24	28	1,118
	비중(%)	70.9	6.4	1.7	2.0	79.0
기타	인원(명)	45	4	0	1	49
	비중(%)	3.2	0.3	0.0	0.1	3.5
계	인원(명)	1,416	401	260	174	2,077
	비중(%)	68.2	19.3	12.5	8.4	100.0

※ (출처) 대학 산학협력활동 조사보고서(교육부, '14.6.)

- 반면, 수익이 보장되지 않는 공공기술이전·사업화보다는 정책연구, 특허출원 지원 등 매출이 보장되는 비즈니스로 사업 운영 불가피
 - 공공기술사업화에 참여하더라도 대부분이 정부 지원사업을 통한 공공TLO의 용역 수행기관임에 따라 기술거래중개 수익 창출은 매우 미약*

* 민간거래기관 매출 중 기술중개수수료 비중은 3.9%에 불과(산업부, '12)

공공기술사업화시장 내 민간전문기관*은 총 364개 기관, 5,690여명 규모로 운영 중인 것으로 추정

* 기촉법에 의한 61개 정부지정 기술거래기관 중 공공거래기관(7개) 및 테크노파크(16개) 등을 제외한 38개 민간 기술거래기관 및 사업화전문회사와 더불어 특허법인/사무소 중 IP이전/거래사업을 영위하는 326개 특허법인 사무소를 포함

- 민간 기술거래시장 종사인력은 총 5,690명으로 추정되며, 이중 석·박사 인력은 1,594명(28.0%)이며, 변리사 등 국가자격 인력은 1,304명(22.9%)으로 추정

구분	기관수	총원*	석/박사 인력		변리사 등	
			업체당 평균	전문인력	업체당 평균	전문인력
민간거래기관	38개	1,740명*	5.7명	218명	N/A	
특허법인/사무소	326개	3,950명**	4.2명	1,376명	4.0명	1,304명
합계	364개	5,690명	1,594명		1,304명	

* (사)한국기술거래기관협회에 가입된 23개 거래기관 중 22개 기관에 총 종업원수 1,007명을 기준으로 38개 거래기관 인력을 추산한 결과 1,740명으로 추정

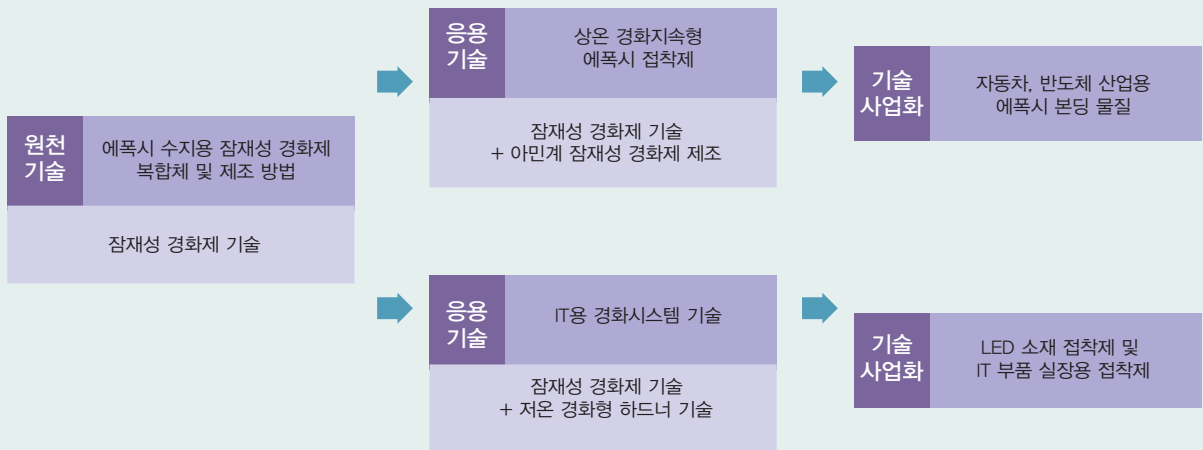
** 특허법인/사무소 534개의 IP전문인력 6,470명을 기준으로 IP이전·거래사업을 영위하는 326개 기관의 IP전문인력을 추산한 결과 3,950명으로 추정

※ (출처) 국내 지식재산서비스산업 실태조사(특허청, '12.8.), '14년 한국기술거래기관협회 등록 업체 23개 기준으로 기촉법에 지정된 38개 업체 추정

최근 과기특성화대학, 출연(연) 등을 중심으로 기술·산업의 대융합 추세에 대응하는 공동 TLO 구성·운영 및 개별 기관 간 협력이 증가하는 추세

- '13년 이후 과기특성화대학 및 출연(연) 공동의 기술지주회사 설립, 연구회 주도의 출연(연) 공동 TLO 운영 등 미래 융복합산업에 대응하는 기술사업화 역량 강화 노력이 활성화
 - 4개 과기특성화대학 공동의 미래과학기술지주(주) 출범, 17개 출연(연) 공동 한국과학기술지주(주)가 출범하는 등 융복합 산업 추세에 대응하는 융복합기술 공동 연구 및 사업화 추진이 활성화
 - 국가과학기술연구회는 25개 소관 출연(연)이 보유한 기술의 이전·사업화를 목표로 하는 '공동 TLO'를 구성·운영
- 한국과학기술연구원(KIST)와 생산기술연구원(KITECH)은 2014년 상용화 공동연구사업을 통해 KIST의 원천기술과 생기원의 응용기술 매칭, 산업계 수요에 부합하는 상용화 연구를 수행
 - 양 기관이 보유한 기술 중 기술사업화 시너지 창출 가능성이 높은 기술을 중심으로 공동연구 및 사업화를 추진 중

| KIST와 KITECH의 상용화 공동연구 및 기술사업화(예시) |



국내 공공기술사업화 관련 주요 이슈 및 시사점

국내 공공 TLO는 규모 및 전문성 미흡, 연구자 주도의 기술이전·사업화 문화 등으로 기술사업화보다는 단편적 기술이전에 주력하는 양상

- 대부분의 대학 및 출연(연)이 TLO조직을 운영하고 있으나, 규모 및 전문성이 열악하고, 높은 정부지원 의존도 및 연구자 중심 기술이전·사업화 문화 등에 따라 활성화가 미흡한 실정
 - 대부분의 대학·출연(연)이 자체 예산보다는 정부 지원예산을 통해 TLO조직을 운영함에 따라 규모 및 전문성에 대한 투자가 미흡한 결과를 초래
 - * 주요국 공공TLO 전담인력 규모 : (일본) 19.2명, (미국) 11.8명, (EU) 7.8명 Vs. (한국) 2.7명
 - 연구자 중심의 기술이전·사업화 문화에 따라 기술이전·사업화 과정에서 TLO의 기여도는 미흡한 현실
 - * 공공기술이전·거래 중 연구참여 및 발명자 접촉 등 연구자 주도의 거래가 78.2%에 달하고 TLO를 통한 거래는 10.3%에 불과(KIAT, 2012)

| 공공기술을 이전받은 기업의 기술도입경로 |

기술도입 경로	연구참여 (직접거래)	발명자접촉 (직접거래)	TLO접촉 (간접거래)	거래기관 중개 (Market-Pull)	기타
비중(%)	54.7	23.5	10.3	5.9	5.5

* (출처) 이전기술 사업화현황조사(2012, KIAT) 결과 재가공

** 선도TLO 지정 대학 및 출연(연)으로부터 기술을 이전('06~'10)받은 기업 중 기술도입경로를 밝힌 1,199개 기업의 기술도입경로별 빈도를 비중으로 표현

- TLO내 전문인력이 부족하여 연구계약 관리 등 행정업무에 치중하고, 협력기업 매칭 등 기술사업화 업무에는 소홀한 현실

최근 증가하는 대학·출연연 등 기관간 협력체계 또한 물리적 비인접성, 연구자의 배타성, 운영 프로세스 미성숙 등으로 가시적 성과창출에 한계

- 대부분의 협력체계가 Virtual Network 체제로 운영됨에 따라 상시적/지속적 기술사업화 협업체계보다는 공동 사업화 이슈 대응 중심으로 운영되는 경향
 - 기술공급자 중심의 융합형 기술공급 형태보다는 지속적 교류와 신뢰형성을 통해 시장과 교류할 수 있는 체계로의 전환이 보다 중요한 시점
- 기관간 협업체계에 대한 소유권 및 이전 등 기초적 협의는 이루어졌으나, 사업화 과정에서 발생하는 실무적 차원의 이슈해결 등 협업 프로세스가 미흡한 실정
 - 연구자의 배타성, 기술의 기여도 산정, 기술사업화 참여기업에 대한 실무지원 등 보다 구체적이고도 실무적 차원의 공동 기술사업화 지원체계 마련이 시급

기존의 산업단지, 연구단지 등 기능분화형 클러스터를 지양하고, 산학연 대융합을 지향하는 통합혁신 클러스터로의 전환 필요

- 지역을 중심으로 혁신생태계와 산업생태계의 일체화를 추구하는 선진국 사례와 달리 국내 클러스터 정책은 산업단지와 연구단지 등 기능분화형으로 발전
 - 핀란드 오타니에미 사이언스 파크 등은 지역을 중심으로 지역 내 대학과 기업, 국가 연구기관이 공동으로 R&D 및 사업화, 창업을 통해 신산업 생태계를 조성
 - 반면, 국내의 경우 산업단지(산업부), 연구단지(미래부) 등 기능분화형 집적단지 중심으로 정책 및 프로그램이 운영됨에 따라 기술-산업간 융합에 한계
- 미래 창조산업 육성 정책에 부합하여 관련 R&D 및 사업화, 창업 등의 뒷받침할 수 있는 통합혁신 클러스터 육성 기반이 필요한 상황

산-학 Gap 극복을 위한 Big-Connector로써 출연연의 역할 확대 필요

- 산-학 협력에 기반한 기술사업화 노력의 확대에도 불구하고, 기초/원천단계 기술개발 주체인 대학과 사업화 주체인 기업 간의 간극(Gap) 해소가 지연
 - 한국과학기술지주, 미래기술지주 등 기존 대학 또는 출연(연) 공동의 기술지주회를 통해 주체간 기술획득 범위 확대에 대한 노력이 증가되는 반면,
 - 기술사업화의 성공은 기술획득 범위의 문제보다는 시장이 요구하는 수준의 기술적 완성도가 관건
- 대학의 창의적 기술/인재와 시장을 연결시킬 수 있는 Big Connector로써 출연(연)의 역할 확대가 긴요한 시점
 - 대학의 기초/원천기술에 기반한 응용기술(Platform Tech.) R&D를 통해 기업이 원하는 수준으로 업그레이드하고, 기업의 창의적 제품/서비스 개발을 지원

I. 주요 과학기술 정책 : 연구자 중심 연구지원 확대 강화

개요

연구자 중심 연구지원으로 '연구자 편의성 제고'와 '수준 높은 연구'를 위한 정책의 필요성 제기

- 미래창조과학부는 최근에 제기된 '연구자 주도 기초연구지원 확대 청원' 등 연구현장의 의견을 토대로 '연구자 중심의 연구지원'을 더욱 강화할 것을 발표
 - 연구자들이 실질적으로 변화를 체감할 수 있도록 연구개발 수행 부처들과의 협의를 통한 개선이 목표
- ※ 미래창조과학방송통신위원회 신상진 위원장 주재로 열리는 기초연구 발전을 위한 청원 관계자 간담회 등 국회 차원의 지원 방안 논의도 병행

| 연구자 주도 기초연구지원 확대 청원 사례 |

- 연구자 주도 기초연구 지원 확대 청원(9.30 국회 제출)
 - 자유공모 연구확대, 소액과제편중 개선, 국책사업 정부-연구자협력적 의사 결정 등
- 정부 R&D 지원방식 개선 건의문(10.19, 10개 거점국립대학교 총장)
 - 창의적 기초연구 집중 투자, 대형연구 기획단계부터 연구자들의 적극 참여 필요

| 연구자 중심의 연구지원 강화 추진방향 및 검토과제 |

추진 방향	과 제
기초연구 투자 확대 및 체감도 제고	① 자유공모형 기초연구 정부투자 확대 ② 장기·안정적 연구 지원 강화 ③ 기초연구 재원 다양화 유도(공공기관, 민간 등)
연구 자율성 및 예측 가능성 제고	④ 연구개발사업의 자유 공모형 과제 추진 확대 ⑤ 자유공모 방식 연구개발사업 통합 안내(공고) ⑥ 충실한 연구계획 수립 준비기간 확보 지원 ⑦ 평가과정의 실시간 공개 추진
R&D 정책결정 과정 연구자 참여 촉진	⑧ 연구개발사업 과제 기획의 개방성 강화

기초연구 투자 확대 및 체감도 제고

1 자유공모형 기초연구 정부투자 확대

- 전 분야를 대상으로, 미래부와 교육부가 추진하고 있는 기존의 연구지원을 확대
 - 기초연구지원사업 예산의 확대목표를 대통령 주재 과학기술 전략회의에서 제시('16년 1.1조원 → '18년 1.5조원)
 - ※ '17년 정부예산(안)으로는 '16년 대비 1,600억원이 증액된 1.26조원을 반영
 - 전년 대비 증액된 미래부 예산인 약 1,150억원은 신진연구자* 및 중견연구자**에 대해 집중 지원
 - * 생애 첫 연구비 항목을 신설하여 300억원 1,000여개 과제를 지원 예정
 - ** 연구자당 0.5-3억원/년을 지원

2 장기·안정적인 기초연구 지원 강화

- '17년부터 연 5천만원 이하 신규과제를 10년 과제*로 지원하여 연구 안정성 제고
 - * 신규과제 중 20%(488개 과제)를 10년 과제로 지원('16년도 기준, 10년 장기 지원 과제는 39개)
 - 연구개시일 10개월 이내 기존과제 종료 시 신규 신청 허용하여 기초연구사업 리더연구의 신청 제한 조건을 완화
 - 신진연구·중견연구 신청화제의 후속 지원 강화와 국제 공동연구비 추가 지원 방안도 함께 마련
- 향후 각 학문 분야별로 학문분야 특성이 반영된 적정 규모의 예산 지원토록 방안 마련 예정

3 기초연구 자원 다양화 유도(공공기관, 민간 등)

- 정부와 민간 기업의 역할 분담이 체계적으로 이루어 질 수 있도록 추진
 - (삼성 미래기술육성 재단) '22년까지 총 5,000억원(200~400개 과제) 지원 예정
 - (서경배 과학재단) 총 3,000억원 출연, 매년 생명분야 3~5개 과제 지원 예정

추진 방향	〈 As-Is 〉	〈 To-Be 〉
자유공모형 기초연구 지원 확대	1.1조원('16)	- 1.26조원('17) - 생애 첫 연구비 신설('17)
장기, 안정적 연구지원 확대	10년 지원 신규과제 39개 지원	- 신규 과제 20%(488개) 10년 지원
기초연구 자원 다양화 유도	정부 자원 위주 기초연구 지원	- 공공기관·민간 기초연구 지원 확산

연구 자율성 및 예측가능성 제고

4 연구개발사업 자유공모형 추진 확대

- 특정 기술 및 제품 개발 등이 목표인 하향식 연구개발사업도 자유공모형 확대
 - 미래부의 원천기술개발사업을 중심으로 연구 목표 기획 후 연구계획서를 공모하여 과제를 선정하는 혼합형 방식으로 확대 예정
 - 최종 목표 달성을 위해 창의적인 연구방법 적용이 필요한 융합형 기술개발 과제 등에 우선 적용

5 자유공모 방식 연구개발 통합 안내(공고)

- 자유공모형 방식으로 추진 예정인 과제를 분류하여, 예산 최종 확정시 대상 과제 및 규모 등을 연구자들에게 사전 안내
 - 국가연구개발사업 설명회 등을 통해 과제별 지원규모, 지원 분야, 지원 자격, 신청 시기 등 정보 제공으로 연구자가 지원받을 수 있는 과제 파악의 수월성을 제고

6 충실한 연구계획 수립 준비기간 확보 지원

- 기초연구사업은 정부(안) 국회 제출 이후 차년도 지원과제에 대한 사업공고, 신청, 평가 등의 예비 선정절차를 진행하는 방법 도입을 추진
- 미래부 원천기술개발사업의 경우, 회계연도 개시 前 신규 과제의 예비 목록(예산 규모 등은 제외) 공지를 검토할 예정

7 평가 과정의 실시간 공개 추진

- 과제접수 → 요건검토 → 평가준비 → 평가 → 결과종합 및 과제확정 → 결과발표의 과정을 세분화
 - 연구사업 통합지원시스템을 통해 진행상황 및 발표 일정 등을 사전에 공지

구분	〈 As-Is 〉		〈 To-Be 〉
연구개발사업 자유공모형 추진 확대	원천기술개발사업 중 자유공모 방식 12%(과제수)		- 자유공모 방식 더욱 확대 * 구체적인 목표치는 추후 산정
자유공모 방식 연구개발통합안내(공고)	자유공모 연구개발 사업에 대한 별도 공고 無	➡	- 소부처 자유공모 사업을 구분, 통합 안내(공고)
충실한 연구계획 수립 준비기간 확보 지원	연구계획 수립 준비기간 부족 수시 공고로 예측 가능성 ↓		- 과제 예비 선정 - 신규 후보과제 목록 공지
평가 과정의 실시간 공개 추진	선정, 탈락 결과만 공개		- 평가 세부 과정 진행상황 표시 - 평가결과발표일정사전공지

R&D 정책결정 과정의 연구자 참여 촉진

8 연구개발 과제기획 연구자 참여 확대

- 미래부 원천기술개발사업의 과제 도출 및 기획 절차 등을 선도적으로 개방으로 연구개발사업 추진의 개방성·투명성 제고
- 복수의 과제 제안서 공모로 최적 RFP를 선정하는 등 현장 연구자의 기획 참여를 촉진

구분	〈 As-Is 〉	〈 To-Be 〉
연구개발 과제기획 연구자 참여 확대	소수 전문가 중심의 투자 분야 설정 및 기획 (과제기획 검증 부족 등)	<ul style="list-style-type: none"> - 투자·기술 수요조사 다양화 - 기획연구자, RFP 공개 선정 - RFP 사전공개 및 검증 도입

선도적·중장기적 과제를 구분하여 연구현장 의견 수렴 등을 통해 추진방안을 더욱 구체화해 나갈 계획

- 공론화 과정을 거쳐 2017년 하반기 수립 예정인 제4차 기초연구진흥종합계획('18~'22)에도 반영할 예정

정상배(미래전략팀, UST 석사과정, G15503@kist.re.kr)

II. 월간 과학기술 현안

미래부, 부처별로 상이한 연구비 규정 통일 추진

- 관리에서 지원으로, 연구비의 자율성 제고로 불편사항 최소화 -

- 미래창조과학부는 10월 31일 제24회 국가과학기술심의회 운영위원회를 개최하고, 「정부R&D(연구개발) 연구비 관리 규정 통일방안」을 심의·의결
 - 정부R&D 연구비 관리 규정 통일 수립('16.5.13)은 정부 R&D 혁신방안('16.5.13)의 일환
 - 범부처 연구비 통합관리를 위한 시스템 구축을 사전에 준비함과 동시에, 연구자의 행정부담을 완화 및 연구몰입 환경 조성
 - 「정부 R&D 연구비 규정 통일방안」은 하나의 연구비 관리규정으로 연구과제를 수행하도록 범부처 통일된 연구비 관리기준을 마련한다는 내용
 - 그동안 범부처 공통의 연구비 관리규정*을 운영하여 왔으나, 일부 부처에서 동 규정이 정하지 않은 내용과 소관 법령에 따른 세부적인 사항에 대해 별도 기준을 정하여 적용
 - * 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 및 이에 근거한 연구비 관리 표준매뉴얼
 - 연구비를 원활히 사용할 수 있도록 연구비 규정의 표준화 및 단순화를 요구
 - 부처간 비목(세목)별 상이한 기준으로 인해 불편한 사항을 통일하고 연구비를 관리에서 지원 중심으로 전환
 - 비목별 연구비 계상·집행기준의 통일방안
 - (인건비) 동일한 연구원에 대한 부처별로 상이하게 적용하는 기준을 통일하여 범부처 일관된 인건비 지급기준을 적용 할 예정
- ※ 국조실 신산업투자위원회 규제개선 건의과제 후속조치

| 프리랜서·개인사업자의 과제 참여 시 인건비 지급 여부 및 통일방안 |

- (기존) (프리랜서) 미래부(NRF): 가능, 산업부: 불가능
(개인사업자) 산업부: 가능, 미래부(NRF): 불가능
 - (개선) 프리랜서는 미래부(NRF), 개인사업자는 산업부 기준으로 통일
- (연구활동비 등) 일부부처에서는 인정하지 않는 소속기관 내 전문가 활용비* 등에 대해 인정하는 방향으로 규정을 통일하여 연구비의 자율성 제고 및 행정부담 완화
 - * 소속기관 내 연구자를 전문가로 활용하는 비용을 미래부 등은 인정, 산업부, 중기청, 안전처는 불인정
 - (간접비) 중소·중견기업의 경우 특허출원 등 예상치 못한 비용을 부담할 수 있도록 간접비 계상 기준을 직접비의 10%로 확대·통일
 - 승인을 받아야하는 연구비 집행 변경 사항 최소화, 연구수당의 집행기준 단순화 등 행정부담을 완화하는 방향으로 연구비 규정 통일
- 통일된 연구비 관리 규정을 현장에 적용하기 위해 「연구비 관리규정 통일방안」을 '연구비 관리 표준매뉴얼'에 반영
 - 표준매뉴얼을 의무적으로 이행하도록 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」을 '17년 상반기까지 개정하여 실효성 강화
 - 미래부는 “연구비 관리 규정을 통일하고 중장기적으로 R&D사업의 관리규정까지 통일해 나갈 것”이라고 밝힘

미래부, 콜마BNH 1차 수익금 330억원, 성과 극대화 재투자

- 원자력연, 연구개발 재투자 등에 매각 수익금 중 절반을 사용하고 나머지는 연구 참여자에 보상 -

- 한국원자력연구원이 제1호 연구소기업인 콜마비앤에이치(주)의 주식을 1차 매각해 발생한 수익금 330억원에 대한 배분계획(안) 확정
 - ※ 1차 매각대금 총 484억원 중 관련비용을 제외한 순수익금은 약 330억원
 - 1차 매각 수익금의 50%인 약 165억원 연구개발 재투자, 연구소기업 재출자 및 성과사업화 경비 등에 사용
 - 1차 매각 수익금의 나머지 50%(160억원)은 연구개발 참여 연구원 17명에 대해 보상금 배분
- 원자력연은 '06년 '항암치료 보조식품 제조기술' 및 '화장품 관련 나노기술'을 출자해 한국콜마홀딩스와 연구소기업을 설립
 - ※ 연구소 기업: 대학·출연연 등 공공연구기관의 보유기술을 직접 사업화하기 위해 자본금의 20%이상을 출자하여 연구개발특구 내 설립하는 기업
 - 제1호 연구소기업인 콜마BNH가 '15년 2월, 코스닥에 상장되어 총액 1조원대 기업으로 성장, 이에 관련 원자력연 보유지분의 가치는 1,685억원대로 상승
 - ※ 1차지분(25%) 매각 후 원자력연 보유지분의 현재가치는 788억원('16.11.2.기준)
- 원자력연은 우선적으로 1차 매각 수익금 중 50%(165억원)를 연구개발 재투자, 연구소기업 재출자 및 성과사업화 경비 등에 사용
 - 원자력 안전성을 위한 기술개발, SEED형 창의연구사업 및 신진연구자 연구개발 등 원자력 관련 연구개발(R&D) 재투자에 사용할 계획
 - 신규 연구소기업 출자 및 기존 연구소기업에 대한 추가 출자를 위해서도 수익금을 재투자
 - 연구개발 투자성과가 연구기관에 대한 수익금이 되고, 연구개발, 연구소기업 성장 등에 재투자 되는 'R&D 투자 선순환 체제'가 확립될 것으로 기대
- 나머지 50%(165억원)는 총 17명의 기술개발 연구자에게 배분될 예정이며, 이중에서 기여도가 가장 큰 연구원이 받는 보상금 규모는 약 41억원
 - 나머지 보유 주식까지 매각할 경우 최대 100억원이 넘는 보상금액을 받는 연구자도 생길 전망

| 콜마비앤에이치(주) 현황 |

• 출자내역

출자기관명	출자내역	설립시		상장직전	
		출자금	지분율	자본금	비율
원자력연구원	현물	378,000,000	37.8%	428,000,000	18.20%
한국콜마 등	현금	622,000,000	62.2%	1,923,780,000	81.80%
합계		1,000,000,000		2,351,780,000	100%

• 매출액 및 고용현황

(단위: 백만원, 명)

연도	'07년	'08년	'09년	'10년	'11년	'12년	'13년	'14년	'15년
매출액	3,835	9,967	20,106	32,000	52,762	88,300	125,100	173,900	236,200
고용	10	12	14	19	20	34	38	136	141

산자부, 엔지니어링, 앞으로 고부가가치 분야에 역량 집중한다

－ 제16차 경제관계장관회의에서 “엔지니어링산업 경쟁력 강화방안” 발표(10.19) －

- 선진국 기업들은 시공보다 기본설계 등 공학(엔지니어링)에 역량을 집중하면서, 지속적으로 고부가가치를 창출
 - － 엔지니어링 점유율 : 미국 31.5%, 캐 12.6%, 네 9.9%, 호 9.0%, 영국 7.4%, 한국 2.4% 시공 점유율 : 중국 19.3%, 스페인 12.3%, 미국 9.7%, 한국 8.3%
- 우리 엔지니어링은 아직까지 엔지니어의 역량과 경험이 부족해 기본설계 등 고부가 엔지니어링은 대부분 해외에 의존
 - － 인재양성 교육 부족, 수주와 직결되는 수주이력(트랙레코드) 부족, 지나치게 가격에만 의존하는 사업자 선정 방식, 제조업에 비해 부족한 정부지원 등이 복합적으로 작용

① 실무 훈련과 수주이력(트랙레코드) 구축 지원 등을 통해 기본설계, 프로젝트 관리 등 고부가가치 분야의 엔지니어링 역량을 강화

- 엔지니어링개발연구센터를 통해 입체(3D) 기반의 가상훈련 플랜트를 구축 운영하고, 액화천연가스(LNG) 액화플랜트 설비를 엔지니어 실무 교육에 활용하는 방안 마련
 - － 원천기술역량을 보유한 해외 우수기관에 실제 프로젝트 참여 등 맞춤형 실무교육 개설·운영
- 세계적으로 공인된 국제 교육과정을 국내에 조속히 도입
 - － 엔지니어링개발연구센터를 통해 미국 페트로스킬스, 프랑스 아이에프피(IFP), 미국 유오피(UOP) 등 해외 3대 플랜트 설계 엔지니어링 교육기관의 교과과정 국내 도입
 - － 피엠(PM)분야 국제기구교육과정과 인증과정을 내년부터 도입
- 산업부, 국토부 등 부처간 공동 연구개발(R&D) 과제기획으로 유관분야는 설계기술 개발에서 실증까지 연계해 수주실적(트랙레코드) 축적 지원

② 기술 역량 강화를 위한 제도 및 성장기반 구축

- 저가 경쟁을 개선하고 기술력 중심 경쟁 안착
 - － 산업자 선정시 적격심사방식의 기술배점을 상향하고, 단계적으로 종합심사제 도입
 - * 적격심사방식 : 사업수행능력평가(가격항목+기술항목) 통과자 중 최저가 선정
- 추가업무 등에 대한 대가지급이 원활히 이루어지도록 지급 관행을 개선하고, 대가지급 금액에 실제 비용이 정확히 반영되도록 개선
 - － 현행 공사비 요율방식을 난이도 등으로 세분화하고, 단계적으로 실비 정액가산 방식 확산
 - * 현행 공사비 요율방식 : 총공사비 중 일정비율을 엔지니어링 대가로 지급
- 엔지니어링 기술자를 점진적으로 확대하고, 풍부한 경험을 가진 학·경력자를 기술자로 인정하여 기업수요 대응

③ 제조 엔지니어링 시장 창출을 통해 제조업 혁신에 기여

- 엔지니어링 소프트웨어(SW) 활용 우수 사례를 창출하여 중소·중견기업에 엔지니어링 소프트웨어 필요성 인식 확산
- 중소기업용 저렴한 엔지니어링 소프트웨어를 개발하고, 수퍼컴과 연계한 클라우드 엔지니어링 소프트웨어 서비스를 강화해 기업의 비용부담 감소
 - － 산업기술대학교 엔지니어링 소프트웨어학과 등을 개설해 시화산단에 활용인력 배출
- 또한 연구개발(R&D) 참여시 엔지니어링소프트웨어로 연구결과물 성능검증 등 공공 분야부터 엔지니어링 소프트웨어 활용 확산 (엔지니어링 연구개발(R&D)부터 적용)

미래부, 부처합동 「과학기술기반 미세먼지 대응 전략」발표

– 과학기술로 미세먼지 위기를 넘어 新산업 · 新시장 창출을 위한

① 기술개발, ② 산업화 정책, ③ 중장기 투자방향 포함 –

- 「과학기술기반 미세먼지 대응 전략」을 미래창조과학부 · 환경부 · 보건복지부 합동으로 발표
 - ‘미세먼지 관리 특별대책’에 포함되던 이어, 9대 국가전략 프로젝트 중 하나로 선정됨에 따른 구체적인 세부 이행계획(‘17년~’23년)
 - ‘범부처 미세먼지 연구기획위원회를 구성하여 전략(안) 초안 마련
- '17년부터 3년간 우선 423억원을 투자하여 미세먼지 대응 기술개발을 추진할 범부처 사업단 발족할 계획

| 종전 연구방식과 차이점 |

구분	종전의 연구방식	금번 대응 전략
기본 방향	정책현안 해소를 위한 과학기술 (정책 우선)	과학기술 · 정책 간 연계 강화 (과학적 근거 및 기술적 수단 제공)
연구 방식	부처 · 영역별 개별 연구 (원인규명, 배출저감, 측정 · 예보 등 따로따로)	부처 · 영역간 칸막이 제거 (단일사업단에서 종합적 연구 수행)
R&D 투자	1차 배출 중심 (PM10 및 PM2.5 직접배출)	위해성 해소 중심으로 전환 (PM2.5 직접배출 및 2차 생성)
R&D 관리	정부 R&D 관리 부족 (기술정의 및 분류체계, 현황 관리 등)	정부 R&D 관리 강화 (기술정의 및 분류체계 정립, 현황 관리 강화)
민 · 관 협업	과학기술기반 협업생태계 미비	과학기술기반 협업생태계 구축 (범부처 TF, 민 · 관 협의회 등)

Ⅰ 미세먼지 대응 중점기술 개발

◆ ‘미세먼지 국가전략 프로젝트’를 통해 국민 삶의 질 개선을 위한 성공적 R&D 모델 창출

- 국가 R&D 역량을 집중하여 ①발생 · 유입 ②측정 · 예보 ③집진 · 저감 ④보호 · 대응 등 4대 분야의 근본적 · 과학적 해결책 마련
 - ① (발생 · 유입) 초미세먼지 발생원인과 발생원별 기여도 규명 등 기반연구 강화
 - 초미세먼지 생성 · 변환 메커니즘을 규명하고 모수화*
* 미세먼지 예측 모델 개발, 정부 정책의 효과 분석 등에 활용 가능한 화학 반응식 도출
 - 미세먼지 해외 유입량과 국내 주요 오염원별 기여도(1차 배출과 2차 생성을 포함)를 정량적으로 규명
 - ② (측정 · 예보) 실시간 농도 · 성분 측정 원천기술을 확보하고 미세먼지 정보를 종합 분석하여 중장기 정밀예보 실시
 - 실시간 농도 · 성분 측정기술을 확보하고, 대도시 · 육상 중심의 기존 관측망을 상공과 해상을 포함하는 실시간 입체관측망으로 확대
 - 독자 예보모델 개발, 빅데이터 · 인공지능 적용을 통해 미세먼지 예보정확도 · 기간을 획기적으로 향상

- ③ (집진·저감) 종전 대비 2배 이상의 성능을 가지는 고효율 저감기술을 개발하고, 그간 간과되었던 응축성 미세먼지와 비산먼지 저감기술 개발
 - 대·중소사업장 대상 비용효과적 저감기술을 개발하고 공동실증을 통한 확산 지원
 - 도로, 지하철, 건설현장 등 다양한 생활현장에서 발생하는 비산먼지 저감 기술 개발
- ④ (보호·대응) 미세먼지 노출량과 미세먼지의 위해성 정보를 제공하고, 노출저감 기술을 개발, 확산 지원
 - 생활환경에서 국민들의 미세먼지 노출을 저감할 수 있는 기술을 개발
 - 미세먼지의 인체건강영향에 대한 과학적 정보 확보 및 제공
 - 분산·파편화되어 있는 미세먼지 관련 정보(농도, 배출량, 위해성 등)를 ICT 기반으로 통합하여 '개인 맞춤형 미세먼지 정보 체계'를 구축

② 기술산업화 및 글로벌 협력 강화

◆ 과학기술에 기반한 민·관 협력(기술개발·산업화, 글로벌 진출 등)을 통해 미세먼지 위기를 새로운 기회(신기술·신시장)로 전환

- 공공부문의 R&D 성과를 민간에 확산하고 민간의 기술개발 및 산업화 촉진
- 기술발전에 부합하는 '스마트 미세먼지 규제시스템'을 구축
 - 배출원 관리는 강화하는 한편, 새로운 저감기술 개발 및 산업화 저해 규제는 개선
- 부처간(범부처 TF)·민관간(미세먼지 대응 기술협의회) 협업 생태계 구축·운영
- 국내 환경기술의 글로벌 진출과 미세먼지 해결을 위한 국제 연구협력 활성화
 - 국내 환경설비기업의 중국 현장실증 확대* 및 친환경제품의 중국수출 전 과정을 지원**
 - * '16.9월 현재, 3개 사업 327억원 계약 체결, 43개 2,841억원 규모 협상 진행 중
 - ** 환경부 산하 '환경기업 수출종합 지원센터'에서 수출전략 수립 → 마케팅 역량 강화 → 무역실무(FTA 대응) → 전자무역('16.6월 현재 10개사) 등을 지원하고 중국 시험인증기관(CCIC, CDC 등)과 협약을 통해 국내 제품 인증절차 간소화
 - 정부간 협력을 확대(기존: 중국 → 확대: 동북아 주요국)하고 민간 차원의 연구협력 지원

③ 정부 R&D 중장기 투자방향

◆ 중장기적 관점에서, 정부의 미세먼지 R&D 투자에 대한 전략성을 강화하고 철저한 기술관리를 통해 사회·경제적 성과창출을 극대화

- '미세먼지 대응 기술'의 개념 및 기술분류 체계(대분류 3개, 중분류 10개, 세부기수 25개) 정립

| 미세먼지 대응 기술 개념 및 관련 현황 |

- ◆ 미세먼지 대응 기술 정의 : 미세먼지(PM10), 초미세먼지(PM2.5) 및 관련 원인물질(SOx, NOx, VOC 등)을 대상으로 피해 예방 및 저감을 주목적으로 하는 기술
- ◆ 정부 R&D 투자 규모 : 420.3억원 ('15년말 기준, 상향식 과제(bottom-up)과제 제외)
- ◆ 미세먼지 대응 기술 수준 : 최고기술 보유국 대비 평균 70.5%, 기술격차 7.5년

• 분야(10개 중분류)별 중장기 투자 방향을 마련

대분류	중분류	중점 투자분야(예시)
현상규명 및 예측	원인규명	• 분산된 연구역량 결집
	현상진단 및 측정 · 조사	• 실시간 성분 · 농도 측정 원천기술 개발
	대기질 모델링	• 예보 정확도 제고 등 정책현안 해결
미세먼지 배출저감	고정오염원	• 초미세먼지 고효율 저감기술 확보
	도로 이동오염원(자동차, 이륜차 등)	• 초미세먼지 원인물질 저감 핵심소재 · 부품 국산화
	비도로 이동오염원(선박, 항공, 철도 등)	• 소형(연안)선박 배출현황 조사 및 저감기술 개발
	비산먼지	• 도로비산먼지 저감수단 확보(현재는 살수차 수준)
국민생활 보호	건강영향평가	• 미세먼지 노출 · 독성 · 위해성 평가 장기 지원
	미세먼지 노출저감 기술	• 신소재 필터 및 핵심부품(고감도 센서 등) 개발
	정책 및 정보 서비스	• 미세먼지 정보 공개 확대

※ 분야별 투자전략은 국가과학기술심의회 심의 등을 통해 최종 확정 예정

- 기술투자 뿐만아니라, 다양한 연구주체로 R&D 활동 정보를 미세먼지기술로드맵(PTR)으로 집대성하고 주기적으로 갱신 · 활용할 계획
- '23년까지 사업장 초미세먼지 배출량을 절반으로 줄이고, 총 47조원의 국내외 시장창출 기여예상

| 미세먼지 대응전략의 기대효과 |

		'14년	'23년
기술개발	초미세먼지 농도(서울)	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	예보정확도(고농도) 및 기간	62%('15), 2일	75% 이상, 7일
	초미세먼지 배출량	약 170만톤	85만톤
신시장 창출	국내 시장	6.2조원	17조원
	해외 수출	3.3조원	30조원
일자리 창출		3.7만명	10만명

우정수(정책기획팀, 학연생, t6626@kist.re.kr)

임혜진(미래전략팀, 선임연구원, hjlim@kist.re.kr)

I. TePRISM :

초저전력 소비 차세대 정보전자소재 개발

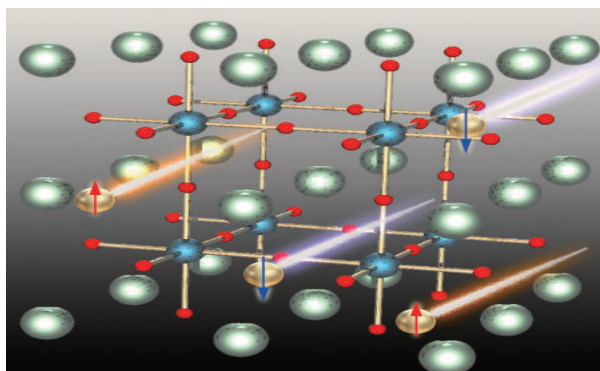
※ TePRISM은 TePRI + PRISM의 준말로 KIST의 주요 연구·경영성과에 대하여 소개하는 코너입니다.

산화물 기반 고성능 스핀 트랜지스터 개발 앞당겨

신개념 산화물 전자소재 개발로 성능 대폭 개선

- KIST 이수연 박사 연구팀은 건국대, 가톨릭대, 서울대, 미국 켄터키주립대와의 공동연구를 통해 초저전력으로 제어 가능한 정보전자 신소재 개발 성공
 - 각종 정보처리 및 전자장비의 에너지 소비량이 크게 증가함에 따라, 정보처리기에 사용되는 고성능 스핀 트랜지스터 제작에 필요한 정보전자소재에 대한 연구가 활발히 진행 중
 - 기존의 전자소재는 화합물 반도체와 같은 소재가 주로 연구되고 있으나, 매우 높은 전하 이동도*를 보유한 반면, 약한 스핀-궤도 결합* 등의 문제점 존재
 - * 전하 이동도 : 소재 내 전하가 움직일 때 자유롭게 움직일 수 있는지 나타내는 척도
 - * 스핀-궤도 결합 : 전기장을 통한 전자의 운동으로 전자 스핀의 방향을 제어하는 현상
- 연구팀은 산화물에 금속 원소를 도핑하는 방식을 통해 높은 전하이동도와 강한 스핀-궤도 결합을 보이는 정보전자소재 개발
 - 부도체 산화물인 스트론튬-타이타늄 산화물(SrTiO_3)에 금속 원소인 나이오븀(Nb)을 주입하여 기존 정보전자소재의 결점을 최소화할 수 있는 공정 연구
 - 정보전자 신소재는 높은 전하이동도로 인해 스핀 정보를 먼 거리까지 전달 가능하며, 강한 스핀-궤도 결합으로 전자 및 스핀 운동의 제어가 용이함을 실험 결과 확인

| 초저전력 소비 정보전자 신소재 |



고성능 스핀 트랜지스터 및 다양한 정보전자소재 개발에 기여

- 초저전력 정보전자 신소재는 높은 전하이동도와 강한 스핀-궤도 결합의 특성을 통해 효율성이 대폭 개선되어 다양한 스핀트로닉스 분야에서 응용 가능
 - 고성능 스핀 트랜지스터 개발 단축 및 다른 특성을 지닌 다양한 산화물 전자소재와 결합으로 새로운 정보전자소재 개발에 기여할 것으로 기대

II. 신규 보고서 :

4차 산업혁명 시대를 대비한 기후변화 정책동향 및 시사점

개요

최근 몇 년간 UN 미래포럼, 다보스포럼 등 세계 주요 기관을 통해서 기후변화 대응 과제가 글로벌 주요 이슈로 부상

- 향후에도 기후변화에 대응하기 위한 다양한 기술과 정책은 주요 글로벌 과제로 부상하게 될 것으로 예상
- 세계 온실가스 배출량 감축을 목표로 하는 파리협정이 채택(2015.12.)됨에 따라, 온실가스를 효율적으로 감축하기 위한 기반 조성이 시급 문제로 부상
 - ※ 다보스포럼(WEF)은 올해 전 세계 정치, 경제, 사회에 대한 영향력 측면에서 가장 큰 위험요인으로 '기후변화 대응 실패(Failure of Climate-change Mitigation and adaption)'를 선정

크게 3가지 측면을 중심으로 제도적 문제점을 검토하여 시사점을 도출

- (기상예측의 불확실성) 온난화로 인한 기상이변현상* 발생에 따라 예측의 불확실성이 높아지고 재해 재난 대응의 어려움 발생
 - * 폭우, 홍수, 가뭄, 폭염 등 극단적인 기후현상 및 미세먼지 증가
- (탄소 배출량** 증가) 이산화탄소 과다 배출은 기후변화의 주범이며, 이로 인해 온실효과, 해수면 상승, 지구 온난화 등의 문제 발생
 - 유엔미래보고서는 해수면상승으로 2060년경 지구촌의 15~30%가 수몰할 것으로 예상
 - ** 가정, 공장, 자동차 등에서 화석연료 사용 등에 따라 이산화탄소를 대기 중으로 내보내는 양
 - ※ 이산화탄소 배출량은 1990년과 2012년 사이에 약 50% 증가. 특히 1990년~2000년에 10%, 2000년~2012년에는 38%가 증가하는 등 최근 증가 추세가 더욱 강화
- (생물 다양성 감소) 서식지 감소 및 변화로 인해 생물다양성이 감소하고 있으며 이에 따라 생태계 교란 및 자정능력 감소

지능정보기술이 기후변화 문제 해결을 위한 새로운 대안으로 부상

- IBM은 인공지능 '왓슨'을 미세먼지 저감 솔루션 등으로 활용
- 구글은 향후 인공지능 기술을 기후변화 해결에 적용할 계획으로 연구를 진행 중
 - 구글 딥마인드 CEO는 "2010년 딥마인드를 창업한 것은 기후 변화나 질병처럼 다양한 사회 문제를 해결할 수 있는 '범용(汎用) 인공지능'을 개발하기 위해서였다"고 말하며 알파고 대국은 이를 위해 거쳐가는 중간과제 였다고 언급

해외 주요 기후변화 정책 동향

(미국) 오바마정부는 기후변화 대응을 주요 정책수단으로 채택

- “기후변화 액션플랜(Climature Action Plan, CAP)”을 발표하며, 온실가스 배출량 감축, 기후변화 영향에 대한 준비 강화, 국제사회에서 기후변화대응 주도 등의 주요 방침을 수립
- 북유럽, 북미지역 등과 기후변화에 대해 다국적 협력 방안을 검토함으로써 공동 대응을 주도하기 위한 전략 수립
- 민간 기업, 대학기관, 국립연구소의 연계로 재생에너지 및 에너지 효율성 기술 향상을 위한 투자도 시행 중
 - 차세대 수소전지기술 개발에는 1,400만 달러(약 160억원)의 연구 예산 지원, 해조류를 기반으로 한 바이오연료와 바이오제품의 개발에는 1,500만 달러(약 170억 원)를 투자하는 방안 발표
- 스마트 도시 기술 연구에 1억 6,000만 달러(약 1,820억원)의 연방 투자 발표
 - 국제무역청(ITA)은 에너지, 교통, ICT 등 스마트 도시에 적용될 수 있는 기술과 관련 사업을 소개하는 보고서 발표

(영국) '08년 세계 최초로 기후변화법 제정하며 기후변화 적응 추진을 의무화

- 영국 기후변화적응 프로그램은 5개의 주요 부문과 기업, 지방정부 2개의 대응 주체로 구분해 정리
- 기후변화 대응기술에 1,900만 파운드를 투자하여 기업들의 기술 개발을 유도
 - 탄소배출 감소, 에너지 안보 강화, 비용 절감을 위한 기술개발 및 신제품 개발 사업 지원에 1,400만 파운드를 지원
 - 화석연료의 환경영향을 줄일 수 있는 기술 개발에 5백만 파운드를 투자하고, 1백만 파운드는 소형기업 지원에 활용

(EU) “2030 기후 · 에너지 정책패키지”를 채택하며, 기후변화 대응에 대한 지속적인 관심 피력

- 2050년까지 역내 온실가스 배출을 1990년 대비 80~95% 감축하기 위해 2030년까지 1990년 배출량 대비 40% 감축 목표 수립
- 유럽집행위원회(EC)는 225개의 환경 · 기후 관련 프로젝트에 2.8억 유로를 지원

(중국) 국가 차원에서 최초로 “기후변화대응 정책과 행동보고서”를 발간

- APEC을 계기로 기후변화 및 청정에너지 협력에 관한 美 · 中 공동 선언문을 발표하는 등 기후기술에 대한 관심이 점차 증대
- 4개 부처*가 공동으로 AI 산업을 위주로 시행하는 3년 실천 방안을 마련
 - 추가로 AI 시장을 1,000억 위안(약 18조 1,200억 원) 규모로 성장시킨다는 액션플랜 발표

* 국가발전개혁위원회, 과학기술부, 공업정보화부, 인터넷정보판공실

국내 기후변화 정책 동향

기후변화 관련 정책 현황

- 제2차 대기환경개선 종합계획(2016-2025), 녹색성장 국가전략(2009-2050), 제2차 녹색성장 5개년 계획(2014-2018) 등 기후변화 관련 정책을 수립하며 점차 기후변화 대응에 대한 관심 고조

기후변화 관련 주요 사업 계획

- 해양수산부, 인공신경망 기법으로 어종변화 대응방안 모색
 - ‘(가칭)기후변화에 따른 연근해 어종변화예측 인공지능(AI) 서비스 지원 사업(안)’ 추진 계획
 - 빅데이터 기반의 관측·수치모델을 도입하여 인공신경망 기법으로 어종의 분포와 패턴을 예측
- 미세먼지 저감대책에 인공지능 투입을 검토 중
 - 국내에 IBM 인공지능인 ‘왓슨’ 기반 미세먼지 예보 시스템을 도입하여 예측 정확도 제고 및 대응 방안 마련 논의

지능정보기술 및 기후변화 관련 주요 계획

- 2016년도 과학기술·ICT 연구개발 추진방향 및 분야별 추진계획
 - 미래부 R&D 사업 전반을 종합적으로 제시, 과학기술과 ICT분야의 상호연계 강화
 - ※ 개별적으로 수립하던 과학기술, ICT 분야 시행계획을 2015년부터 종합하여 수립
 - ※ 과학기술기본법 제11조, 과학기술분야 연구개발사업 처리규정(훈령) 제4조, 방송통신발전기본법 제16조, 정보통신산업진흥법 제7조, 정보통신·방송 연구개발 관리규정(훈령) 제16조

2016년도 기후변화 대응 환경정책 예산

- 과학기술·정보통신기술(ICT) 분야 주요 연구개발(R&D) 사업에 총 3조 9,446억 원 투입
 - 과학기술 분야 2조 9,600억 원, ICT 분야 9,846억 원에 대한 사업 대상
 - 기후변화대응 기술개발은 원천기술개발사업 대상이며, 지능정보기술개발은 ICT 분야로 투자 비용 분산
- 6조 7,297억 원 규모의 2016년도 환경부 예산안 및 기금운용계획안이 최종 확정
 - 국회 심의과정 중 하이브리드차량 구매 보조금 지원사업 등 9개 사업에서 509억 원 감액
 - ※ 국토교통부 21조 9,000억 원(심의과정 중 2조 8,000억 원 증액), 산업통상자원부 7조 5,850억원(심의과정 중 1,351억 원 증액), 해양수산부 4조 8,778억 원(심의과정 중 675억 원 증액)

시사점 및 개선방안

지능정보기술이 글로벌 난제인 기후변화 해결의 실마리

- 기후기술, 에너지 절감 솔루션 등 온실가스 절감을 위한 다양한 기술이 활용되어 왔으나 기후변화 문제는 여전히 난제
- 지능정보기술은 비용 대비 고효율 기술로써 기후변화 해결에 적합하며 기존 기술의 한계를 극복 가능
- 기후변화 관련 지능정보기술의 개발 지원 및 활용 정책을 수립하여 한국형 지능정보기술 고도화로 글로벌 시장 선점 필요

유관기관 교류·협력 체계 구축

- 유관기관 간의 소통 부재로 기후변화 대응 목적의 지능정보 기술 개발 현황이 미비
 - 공익적 차원에서 유관기관(지능정보기술·사회 연구기관 및 기후변화 연구기관)의 협력체계 구축 지원이 시급

기후변화 대응에 지능정보기술의 활용을 확대하기 위한 정책 수립 고려 필요

- 지능정보기술 등 신기술을 반영하여 기술용어 재정립
 - 녹색지능기술에 대한 R&D 지원 방안을 재정비하여 기후변화 문제 해결을 위한 실질적 개발 성과 제고
- 녹색지능기술의 개발·보급 및 상용화를 위한 체계적인 지원책 마련
 - 정책 및 법령의 단일화를 통한 예산 집중 및 R&D 지원 강화 기대

III. TePRI Wiki :

로봇팔, 현실이 되다



▲ 로봇팔

뇌나 척추 손상으로 사지가 마비된 환자가 혼자서도 정상적인 생활을 할 수 있는 시대가 성큼 다가왔다. 뇌와 컴퓨터를 연결해 로봇팔을 마음대로 작동하는 기술이 개발되고 있기 때문이다. 또한 사지마비 환자가 로봇 팔 같은 기기의 도움을 얻지 않고 신체 일부를 실시간으로 움직일 수 있게 해주는 시스템이 처음으로 개발됐다

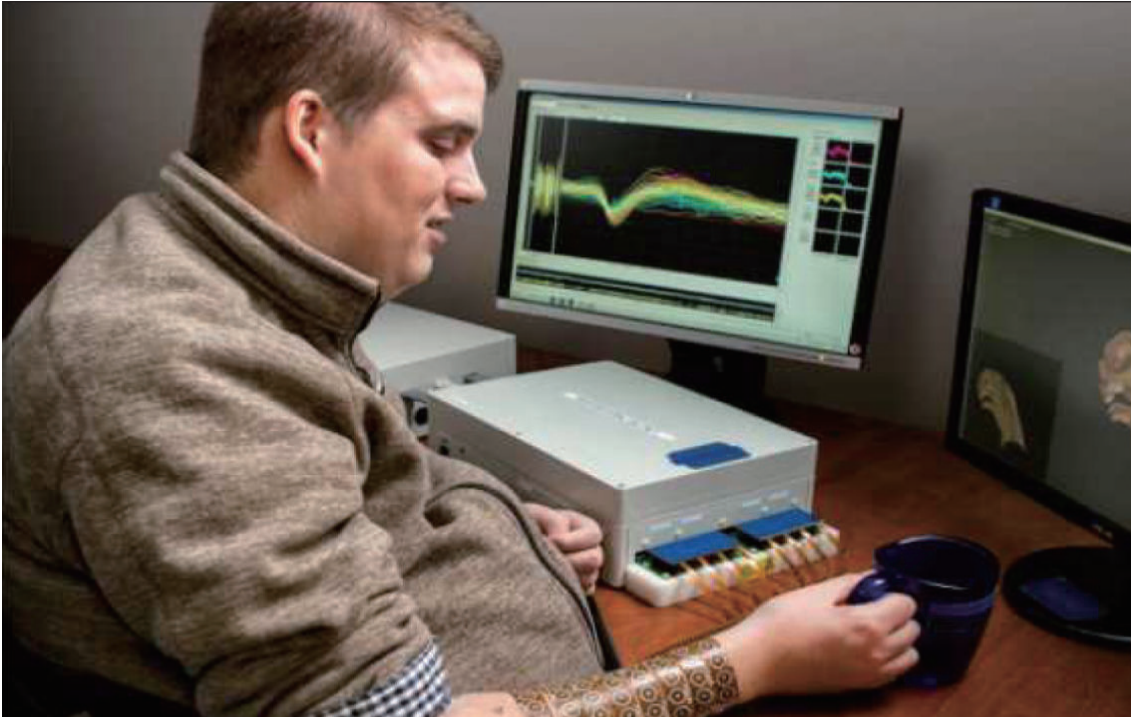
미국 연구팀이 사지마비 환자를 다시 느끼게 만드는데 성공하고 그 연구 결과를 ‘사이언스중계의학’ 10월 13일자에 발표했다. 미국 피츠버그대 재활의학과 로버트 가운트 교수팀은 사지마비 환자가 생각만으로 로봇팔을 움직이고, 또 로봇 팔이 사물에 닿을 때 촉감을 느끼게 하는 데 최초로 성공했다.

관련된 기술로 먼저 뇌컴퓨터접속(Brain-Computer Interface)이 있다. 궁극적으로 마비가 된 팔을 다른 기계의 도움 없이 생각만으로 움직이거나, 로봇팔이나 웨어러블 혹은 컴퓨터 등을 역시 생각대로 사용할 수 있게 하는 기술이다. 기본 원리는 뇌 속에 칩을 이식하고, 이식한 칩과 신경세포 사이에서 일어나는

상호작용 즉, 뇌신경접속(Brain-Neural Interface)을 사용해 두뇌에서 발생하는 전기신호를 탐지하고 움직이고자 하는 신체 부위 혹은 장치에 전달하는 것이다. 두 번째는 개인영역네트워크(BAN, Body Area Network)인 근거리 통신분야다. 개인영역네트워크는 웨어러블이나 몸에 이식된 센서에서 수집한 생체정보를 무선으로 연결하는 기술을 말하는데 궁극적으로 몸의 변화 상태를 파악해 이상이 있는 경우 적절히 대응하는 원격의료에 활용할 수 있다.

최근 사람들이 시도한 바이오해킹에는 체온을 측정하는 블루투스칩을 이식해 모바일로 체크를 한다거나, 두개골에 와이파이 통신장비를 이식해 색깔을 보는 대신 듣는다거나, 귀에 스피커를 설치해 음악을 감상하거나 하는 것들이 있다.

근거리 통신에서는 흔히 블루투스라는 통신 방식을 사용한다. 그런데 블루투스 통신에 사용하는 전자파는 사람의 몸을 잘 통과하지 못하기 때문에 몸속의 장기에 있는 이식형웨어러블이나 센서로부터 오는 정보가 제대로 전달되지 못하는 단점이 있다. 이런 한계를 극복하기 위해 과학자들은 인체를 통신의



▲ 사지마비 환자 이언 버크하트(24)

매질로 사용하는 인체매질통신이라는 방식에 대해 연구를 해왔는데, 최근 미국 캘리포니아대학교 샌디에이고캠퍼스의 연구자들이 몸을 통과할 수 있는 자기장무선통신시스템을 개발하는 데 성공했다.

세 번째는 소위 신체개조 혹은 바이오해킹이라는 분야다. 이 분야는 몸 일부를 기계로 대체하는 포스트 휴머니즘과는 달리 몸 일부분을 중복되게 만들거나 몸의 형태를 바꾸어 몸을 증강하는 것을 말한다. 호주 커틴대학교의 대체해부학실험실에서는 팔의 안쪽에 성형외과에서 귀를 복원할 때 사용하는 방법을 사용해 인공귀를 만드는 데 성공했다

이 인공귀에는 앞으로 소형마이크를 이식하고 인터넷으로 연결해 일거수일투족을 생중계할 것이라 한다. 이런 신체개조의 궁극적인 목적은 인체 일부를 복제해 몸의 다른 부위에 부착시키고 근거리 통신을 통해 새로운 기능을 수행하게 하는 것이다. 예를 들면 2개의 팔을 더 만들어 매달려 있기 쉽게 한다거나 머리 뒤에 카메라를 설치해 뒤를 보는 눈과 같이 사용하는 것과 같은 것이다.

최근 사람들이 시도한 바이오해킹에는 체온을 측정하는 블루투스칩을 이식해 모바일로 체크를 한다

거나, 두개골에 와이파이 통신장비를 이식해 색깔을 보는 대신 듣는다거나, 귀에 스피커를 설치해 음악을 감상하거나 하는 것들이 있다

앞으로 계속 인공지능(AI) 기술이 개발된다면 상상이 현실이 되는 로봇 세상을 만들 수 있을 것이고, 로봇을 새로운 성장 동력으로 만드는 더 나은 세상을 향한 한걸음 다가갈 수 있을 것이다.

또한 촉감을 느끼지 못하는 것이 큰 단점으로 여겨진 로봇 의수가 이런 기술 개발을 계기로 더 많은 사람의 삶의 질을 향상할 것으로 기대된다.

우정수(정책기획팀, 학연생, T16626@kist.re.kr)

*참고자료

동아사이언스(2016.10) 마비환자, 로봇 팔로 새 감각 얻다.
서울경제(2016.9) 더 나은 세상을 향한 한걸음 '웨어러블 로봇' 시대가 온다..
여성신문(2016.05) 두뇌칩 · 뇌신경접속으로 마비된 팔 움직여
동아일보(2016.04) AI, 사지마비 환자 손을 움직이게 하다
한국경제(2016.5) 생각만으로 로봇팔 움직인다
매일경제(2016.6) DGIIST, 의료부터 수술 · 재활 · 산업용까지 · · ·
로봇연구의 메카

