

융합 4casting



I. 융합 에세이

NBC 융합, 애플 융합, 대한민국의 융합?

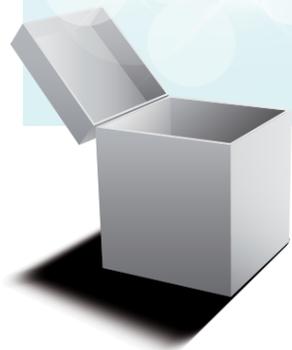
II. 융합연구 기술동향

스마트 세상의 시작, 빅데이터 기술
똑똑한 비서, 라이프로그 기술
빠르고 명석한 두뇌, 바이오 컴퓨터
스스로 알아서 하는 제어 기술

III. KIST 융합연구 동향

KIST 물자원순환연구단의 최근 연구주제
양자역학 계산을 통한 고성능 연료전지 촉매의 합리적 설계

Appendix. 쉽게 읽는 융합기술



CONTENTS

2013. 12 Vol. 07
융합4casting

<div style="border: 1px solid #4F81BD; padding: 5px; width: fit-content; margin-bottom: 10px;"> I. 융합 에세이 </div>	<ul style="list-style-type: none"> ▣ NBIC 융합, 애플 융합, 대한민국의 융화? _ 이종관 02
<div style="border: 1px solid #4F81BD; padding: 5px; width: fit-content; margin-bottom: 10px;"> II. 융합연구 기술동향 </div>	<ul style="list-style-type: none"> ▣ 스마트 세상의 시작, 빅데이터 기술 _ 김찬수 06 ▣ 똑똑한 비서, 라이프로그 기술 _ 김익재 10 ▣ 빠르고 명석한 두뇌, 바이오 컴퓨터 _ 김영수 15 ▣ 스스로 알아서 하는 제어 기술 _ 정두석 17
<div style="border: 1px solid #4F81BD; padding: 5px; width: fit-content; margin-bottom: 10px;"> III. KIST 융합 연구 동향 </div>	<ul style="list-style-type: none"> ▣ KIST 물자원순환연구단의 최근 연구주제 _ 이승학 19 ▣ 양자역학 계산을 통한 고성능 연료전지 촉매의 합리적 설계 _ 함형철 · 조은애 22
<ul style="list-style-type: none"> ▣ <삽화> 쉽게 읽는 융합기술 24 	

NBIC 융합, 애플 융합, 대한민국의 융합?

이종관 교수
성균관대학교 철학과

I 융합 논의의 혼란

2020년을 향해가는 역사, 그 역사의 동력은 적어도 대한민국에서는 융합과 창조가 될 것 같다. 곳곳에서 융합관련 컨퍼런스가 열리고 융합에 기초한 창조경제의 밑그림도 점차 구체화되고 있다. 그러나 아직도 융합에 대한 논의 자체는 여전히 혼란의 와중에 있는 것 같다. 이럴 때는 적어도 융합에 대한 인문학적 연구, 조금 전문 용어를 동원해서 말하자면 융합에 대한 지식 고고학적 연구가 필요하다. 지식 고고학은 미셀푸코란 철학자에 의해 본격화된 철학적 연구의 한 방식이다. 그러나 좀 더 폭넓게 이해하면, 지식고고학이란 어떤 지식이나 이론이 탄생하는 기원을 추적하여 그 탄생 배경과 경로 그리고 발전 과정을 밝힘으로써 그 이론의 잠재력, 나아가 한계를 밝히는 작업이라 할 수 있다.

II 융합의 두 가지 버전

이제 현재 경제 사회문화 그리고 과학기술 및 교육에 이르기까지 엄청난 영향력을 행사하는 이 융합을 지식고고학적으로 추적해보자. 그러면 다음과 같은 사실이 발굴된다.

우선 현재 대대적으로 회자되고 있는 융합의 탄생 장소는 우리나라가 아니라 미국이다. 그리고 미국에서 탄생한 융합을 보다 정치하게 해석해보면 우리나라에서 이슈가 되고 있는 융합은 최소한 두 가지 버전을 갖고 있는 미국식 융합이 혼재된 상태라는 것이 밝혀진다. 그리고 이 두 가지 버전의 융합을 각 버전의 원래 입장에서 보면 사실상 융합이라고 해서는 곤란하다는 사실도 밝혀진다. 우선 우리나라 융합에 어떻게 두 가지 버전이 혼재되어 있는가를 이해하기 위해서는 우리나라 융합의 역사가 두 번의 전기를 통해 전개되고 있다는 점을 인지해야 한다.

■ 첫 번째 에포케(Epoche) : NBIC

융합을 향한 첫 번째 전기가 마련된 시점은 2002년 이후인 것으로 추정된다. 그전에는 융합 대신 특히 학문영역에서는 복합이라는 용어가 사용되었다. 그러나 2002년부터 급격히 융합이란 용어의 사용빈도가 증가한다. 2002년은 미국 과학재단에서 『인간의 성능 향상을 위한 수렴기술』¹⁾ 보고서가 출간된 해이다. 이 보고서에서 Convergence가 미래기술의 패러다임으로 화려하게 등장했다. 이 과정에서 기폭제가 된 것이 바로 그 즈음 각광을 받기 시작한 나노기술(nano-technology)이다. 나노기술은 그 동안 물리적·기술적 한계로 여겨진 극소 세계에 접근할 수 있는 문을 열어 주었다. 그에 따라 새롭게 열린 나노의 세계는 화학이나 물리학, 생물학적 현상들을 원자나 분자 수준의 차원에서 이해할 뿐만 아니라, 정보통신·미디어 관련 산업들을 나노 수준의 단계에서 이해하고, 나아가 기술적으로 조작할 수 있는 가능성들을 열어 주었다. 이렇게 융합의 기원을 NBIC Convergence로 회귀시켜보면 다음과 같은 내용이 눈에 띈다.

우선 NBIC 버전은 기술이 미래를 결정한다는 기술지상주의적 미래주의에 매우 고착되어 있다. 그 다음으로 눈에 띄는 내용은 융합기술이라고 할 때 융합의 대상이 되는 기술의 범위는 비교적

정확히 규정되어 있다는 점이다. 융합의 범위를 이렇게 비교적 정확하게 규정할 수 있는 까닭은 논의되고 있는 융합이 컨버전스의 원래 의미, 즉 '수렴'의 의미를 강하게 지니고 있기 때문이다. 물론 여기서 기술은 각기 다른 영역에서 활용되고 있는 기술이지만, 그 영역의 물리적 구성자는 나노 수준의 물질로 환원될 수 있다는 가정 아래에서 수렴이 시도되고 있다.

주목해야할 사실은 NBIC 컨버전스는 융합이란 말이 자연스럽게 연상되듯 다양한 기술의 수평적 결합이 아니라, 나노기술을 플랫폼으로 하는 수렴이라는 점이다. 따라서 'convergence'를 우리나라에서 '융합'으로 번역한 것은 불행한 사건이었다. 그것은 오역일 뿐만 아니라 학제적(interdisciplinary) 연구와 같은 포괄적 개념으로 오용되기도 하며, 어떤 경우에는 퓨전(fusion), 결합(composition), 조합(combination) 등과 혼동되어 많은 부작용을 초래하고 있다. 이 수렴적 융합이 협력적 연구(collaborative research)와 어떻게 구별되는지도 불분명하게 만들어버렸다. 각각의 학문을 나노스케일 물질로 수렴해 연구하는 방식은 여러 학문이 협력하여 연구하는 방식 중 하나일 뿐이다. 그럼에도 수렴이 융합으로 오역되고, 또한 이 수렴 방식의 연구가 오직 유일한 협력연구 방식으로 연구 유형을 독점화함으로써 다양한 형태의 협력연구 방식이 추방되거나 수렴연구로 획일화되는 부작용이 나타나고 있다.

■ 두 번째 에포케(Epoche) : 애플

융합이 다시 우리 사회의 전폭적인 주목을 받게 된 것은 2010년 어느 날 스티브 잡스가 아이패드를 선보이는 현장에서 일어난 사건 때문이다. 그는 애플의 혁신은 인문학과 기술의 교차로에서 탄생한다고 선언했다. 실로 그 즈음 애플은 망해가던 과거를 거의 기적에 가깝게 극복하고 기하급수적인 성장 속도를 보이며 세계인들을 감동시키고 있었다. 이 애플의 기적은 우리나라의 융합 역사에 새로운 전기를 마련하며 융합을 더욱 가속화하고 확산시켜야 할 강력한 동인으로 흡수되었다. 그런데 이번의 융합은 첫 번째 버전, 즉 NBIC버전처럼 기술지상주의에 고착되지 않고 스티브잡스의 말을 따라 인문학을 참여시키는 방식으로 추진되기 시작했다. 그리고 거기에는 다음과 같은 기대가 있었다. 이제 인문학을 제품화하는 기업은 애플처럼 될 수 있을 것이다. 그러나 이상한 기류가 감돌았다. 인문학자와 기술자가 만나 융합을 하면 금방이라도 애플을 능가하는 혁신제품이 나올 듯, 그래서 곳곳에서 융합을 숨 가쁜 속도로 서두르며 사방에서 융합관련 이벤트가 열렸다.

하지만 여기서 매우 중요한 사실이 간과되고 있다. 우선, 스티브 잡스가 iPad를 소개하는 자리에서 선언한 내용에서 역시 융합이란 용어를 쓰지 않고 인문학과 과학기술의 교차점에서 대해서 이야기하고 있다는 점이다. 그리고 그보다 더 중요한 것은 잡스는 애플이 이루어낸 것을 교차라고 표현했지만 사실은 그 교차는 상당기간의 역사를 갖는 숙성의 과정이라는 점이다. 실로 애플이 오늘날에 이르기까지 오랜 시간을 거친 지혜의 숙성 역사가 있었다. 애플은 1990년대 제록스 파크연구소에서 마크와이저를 이끌던 연구팀이 상당 기간을 거쳐 이루어낸 성과를 충실히 계승한 기업이다. 그런데 와이저는 특히 인간과 컴퓨터의 관계, 전문용어로 HCI라는 분야에 있어서 철학, 특히 현상학적 지혜를 잘 적용시킨 기술자이다. 그는 바로 이미 대학에서 철학을 복수 전공하였고 HCI 분야의 전문가가 되어서도 끊임없이 철학 공부를 하였다. 그러나 그 또한 그에게 철학의 지혜를 전수한 선배가 있다. 그는 70년대 MIT 미디어 랩에서 “컴퓨터가 할 수 없는 것”이라는 책으로 파란을 일으킨 허버트 드레이퓨스라는 철학자이다. 당시 모두가 컴퓨터에 열광하고 있을 때, 그래서 인간의 인지능력마저 컴퓨터와 똑같은 것으로 보려는 인지과학이 대세가 되어갈 무렵 대세를 거스르는 저서를 출간한 것이다. 그리고 드레이퓨스 역시 20세기 초반 철학사에 격변을 일으킨 하이데거라는 철학자의 철학을 오랜 세월 연구하며 지혜를 얻었다. 이렇게 보면 애플의 혁신은 적어도 20세기 초엽 시작된 인문학적 성찰의 역사가 거의 100년의 시간을 거쳐 여러 매개 과정을 거쳐 숙성된 미학이다.

1) Convergent Technologies to Improve Human Performance, edited by Mihail C. Roco, William Sims Bainbridge, 2002, NSF

III 세 번째 에포케(Epoche) : 대한민국 융합, 융화를 향하여?

이제 우리나라 융합의 역사는 세 번째 전기를 맞고 있다. 첫 번째와 두 번째는 모두 미국에서 일어난 과학기술계 그리고 산업계의 혁신적 변화를 급속히 수용하는 과정에서 적지 않은 오해와 오역 그리고 속성의 미학을 간과한 속성의 공학이란 실수를 범했다. 그러나 그러한 가운데서도 새로운 도전은 이루어졌고, 때문에 성과가 전혀 없는 것도 아니었다. 그리고 최근 논의되는 융합에서는 과학기술 영역과 산업 영역을 넘어 문화사회적 가치창출이 상당한 비중으로 강조되고 있다. 어떤 면에서 이러한 융합에 대한 새로운 기획은 이전 NBIC 그리고 애플식 융합의 범위와 목적을 훨씬 넘어서는 담대한 야망을 갖고 있다. 사실 세 번째 전기를 맞는 이 융합은 융합이라는 물리적 화학적 용어를 왜소하게 만드는 사회문화적 포용의 가치를 창출하려는 것으로 그 궁극적인 목적은 인간, 자연, 기술 그리고 경제의 융화를 추구하고 있다고 해야 할 것이다. 이러한 의미에서 현재 추진 중인 융합은 미국에서 비롯된 혁신의 사건을 오역함으로써 탄생했다는 불행한 과거를 청산해야 한다. 동시에 그 담대한 야망을 담아내기 위해서는 속성의 미학에 기초한 융화라는 비전으로 좀 더 선명하게 그려져야 할 것이다.

IV 융화와 협력적 창의성 : 마이크로소프트사 실패의 교훈

그리고 이 담대한 비전을 실행하기 위해서는 창의성에 대한 기존의 상투적 관념을 혁신해야 한다. 이 상투화된 구시대적 창의성은 창조경제를 선구적으로 제창한 플로리다의 창조경제에서도 여전히 목격된다. 플로리다가 주장하는 창의경제에서 창의성은 유감스럽게도 여전히 천재들의 특출한 능력으로 이해되고 있다. 그러나 이러한 창의성 개념은 20세기의 창의성 연구에서는 극복되지 오래이다. 20세기 후반부터 창의성 연구는 개별적 천재의 역할이 지나치게 과장되었다고 비판하며 창의성을 사회적 상호작용의 관점에서 고찰하는 방향으로 나아간다. 특히 최근의 연구에 따르면 개인들이 서로 상호작용하고 서로의 일에 적극적으로 참여할 때 어느 누구에도 속하지 않는 제3의 능력이 창발한다. 협력은 개인들을 자신들이 기대할 수 없었던 새로운 생각에 노출시키고 멀리 떨어져 있는 생각을 연결시키며 생각의 핵심을 변형시켜 새로운 생각으로 창조하기 때문이다.

협력이 창의성과 혁신의 관건이라는 사실은 마이크로소프트사의 사례에서 증명된다. 마이크로소프트는 경쟁과 서열화라는 구시대적 평가제도로 기업을 운영한 결과 직원 간 협력부재 및 직원이탈이라는 상황을 맞이하며 창의적 혁신의 동력을 잃고 말았다. 따라서 마이크로소프트사는 최근 경쟁과 서열 평가제도의 폐해를 인정하고 이를 폐기하기로 결정했다.

결국 융합이 문화사회적 가치를 담기 위해서는 융화로 승화되어야 하며 이를 위해서는 경쟁이 아니라 협력을 증진시키는 방향으로 정책운영 원리 및 제도가 전면적으로 혁신되어야 한다.

II. 융합연구 기술동향

스마트폰, 스마트TV, 스마트 자동차, 바야흐로 스마트 시대에 살고 있다. 스마트는 단어 뜻대로 기기가 똑똑해져서 우리의 삶을 보다 편리하게 해주는 것이다. 그런데 우리 주변에는 날마다 새롭게 등장하는 다양한 첨단기능에 오히려 번거롭고 불편함을 호소하는 사람들이 많다. 미래예측 컨설팅 기관인 넥스트 그룹의 CEO 멜린다 데이비스는 저서 '욕망의 진화'에서 "오늘날 소비자들은 복잡한 기술로부터 자신들을 해방시켜 줄 기술을 갈망한다"고 지적했다. 결국 지금까지는 공급자 중심의 기술개발로 사용자에게 새로운 가치와 편리함을 주는 진정한 스마트 제품과 서비스를 제공하지 못했던 것이다. 사람이 인식하지 못하는 사이에 스스로 알아서 해주는 기술, 즉 인간 중심의 스마트 기술 개발이 ICT 융합연구가 나아가야 할 방향이며 신산업 창출의 지름길이다.



이번 호 II. 융합연구 기술동향에서는 인간 중심의 스마트 세상을 열어갈 4가지 기술을 소개한다.

- ⊕ '스마트 세상의 시작, 빅데이터 기술'에서는 사람과 사회의 숨겨진 니즈까지 찾아내는 빅데이터 기술 동향을 소개하고 있다. 특히 빅데이터 기술로 잠재된 니즈를 찾아내는데 있어 수집-분석-해석의 모든 과정에서 ICT와 인문학, 사회학, 경영학 등과의 융합연구 필요성을 설명하고 있다.
- ⊕ '똑똑한 비서, 라이프로그 기술'에서는 개인 맞춤형 서비스 제공을 위해 정보 자동생성 및 관리기술을 소개하고 있으며, 구글 글래스와 같이 라이프로그 기술을 사용한 제품 동향을 담고 있다.
- ⊕ '빠르고 명석한 두뇌, 바이오 컴퓨터'에서는 개인 일상정보 등 빅데이터를 실시간으로 처리하기 위해 기존 컴퓨터의 한계를 뛰어넘는 방식 중 대표적인 융합연구 분야인 바이오 컴퓨터의 개발 동향을 담고 있다.
- ⊕ '스스로 알아서 하는 제어기술'에서는 스마트 기술의 최종단계로 수집된 정보로부터 기기나 시스템이 스스로 판단하여 작동할 수 있도록 해주는 제어기술에 대해 소개하고 있다.

스마트 세상의 시작, 빅데이터 기술

김찬수 연구원
IT-NT 융합전문위원

체한 듯 속이 내내 더부룩했다. 팽만한 느낌도 계속됐다. 두세 시간 뒤에는 심한 구역질까지 했다. 다음 날 아침 연구실에 와서도 어디에도 참척할 수가 없었다. 38도를 오르내리는 고열과 설사의 고통으로 연구실 근처의 병원을 찾아야만 했다. 이런저런 문답과 진단 끝에 내과 의사 노로바이러스에 의한 위염인 것으로 진단했다. 근래 한 주 동안 병원을 찾은 환자들 중 대부분의 증상이 유사하여 서울 동북부 지역의 노로바이러스의 급격한 확산이 의심된다고 했다.

아니나 다를까, 그 사단이 나고 닷새쯤 지난 뒤 텔레비전 뉴스에서는 노로바이러스의 전염을 경고하고 나섰다.¹⁾ 앞선 내과 의사의 말에서 알 수 있듯이 해당 환자 수가 늘고 있기 때문에 확산되고 있다는 점은 사실일 것이다. 그러나 노로바이러스에 의한 위염과 식중독이 어느 지역에서 시작되어서 어떻게 확산되고 있는지에 대한 정보는 아직 알 도리가 없는 것 같다.²⁾ 개인 대 개인 혹은 음식물 대 개인 사이의 감염 방식은 비교적 잘 알려져 있는데도 불구하고 말이다.³⁾

지난 해 10월 하버드 비즈니스 리뷰(HBR, Harvard Business Review)는 가장 매력적인(sexiest) 직종으로 데이터 과학자(Data Scientist)를 꼽았다. 데이터 과학자란 시간적으로 엄청 빠르게 쌓이며 숫자처럼 표준화 되지 않은 엄청난 양의 자료들을 분석하여 그 함의를 찾아내는 사람들을 일컫는다. 이들은 인터넷 신문기사의 댓글이나 트위터 글에 드러난 사람들의 심리정보 —많은 양이 매우 빠르게 쌓이며 ‘글’이라는 면에서 정형화된 자료가 아닌— 를 분석하려고 한다. 이를 통해 예를 들면 주식시장의 변동 등을 예측해 보려고 한다.

데이터 과학자가 주로 다루는 자료와 그 분석법 전체를 일컬어 빅데이터(Big Data)라고 한다. 빅데이터는 3V라는 키워드로 정의되는데 양(Volume), 속도(Velocity), 다형성(Variety) 등이다.⁴⁾ 빅데이터는 첫째 그 자료를 해석해 자료 속에 숨겨진 의미를 찾아낼 때(그림1), 두번째로 그 함의를 반영하여 새로운 상태를 묘사하며 그에 따른 변화를 예측하는 경우에 그 유용성을 획득한다.(그림2)

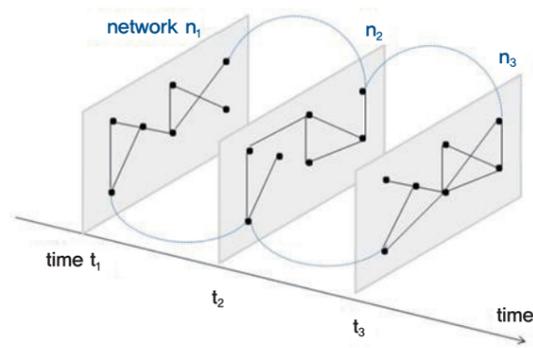


그림1. 인간 행태의 관계망 분석 (network analysis): 빅데이터를 이용함
즉 ① 정보통신기술로부터 자료를 축적하고 ② 통계학 및 계산과학과 같은 과학기술의 기법으로 이를 분석할 수 있음.
이를 통해 시간적으로 변화하는 사람들 사이의 관계망을 이해 가능

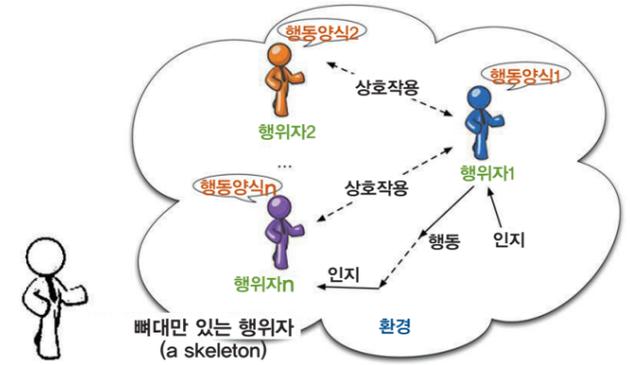


그림2. 입자기반 시뮬레이션: 빅데이터를 이용해 새로운 상태를 묘사하는 기법으로서 개개의 입자 혹은 행위자의 행태가 빅데이터로부터 얻어진 정보로 삽입됨⁵⁾

정보를 ‘수집한다’는 면에서 정보통신기술(CT, Information and Communication Technology)과 이를 ‘분석한다’는 점에서 통계학·수학·계산과학·계산경제학·통계물리학과 같은 과학·기술의 상생적 융합이 요구된다. 나아가 이러한 분석 결과를 바탕으로 하여 그 의미와 변화를 ‘해석하는’ 유관 분야 학문들의 진입도 필요하다.(그림3) 기상예보로서 대기 및 환경 정보 —나아가 여기에 영향을 미치는 인간 활동 및 사회 변화 정보까지— 등을 ‘해석’하려고 하면 기상학이나 대기과학에 대한 연구가 개입되어야 한다. 급증한 DNA·RNA·단백질 서열 및 유전자들의 발현과 조절에 대한 자료를 이용하여 생명을 이해하는 데에는 생명과학 등이 요구된다. 뿐만 아니라 인터넷과 분리될 수 없는 우리 생활에서 개인의 소비 패턴을 분석하는데 있어서 인터넷 이용 흔적이나 트위터 만한 자료가 없다. 이를 통해 소비자가 원하는 것을 예측하려면 경영과학이나 네트워크 과학 등의 연구가 함께 진행되어야 한다.⁶⁾

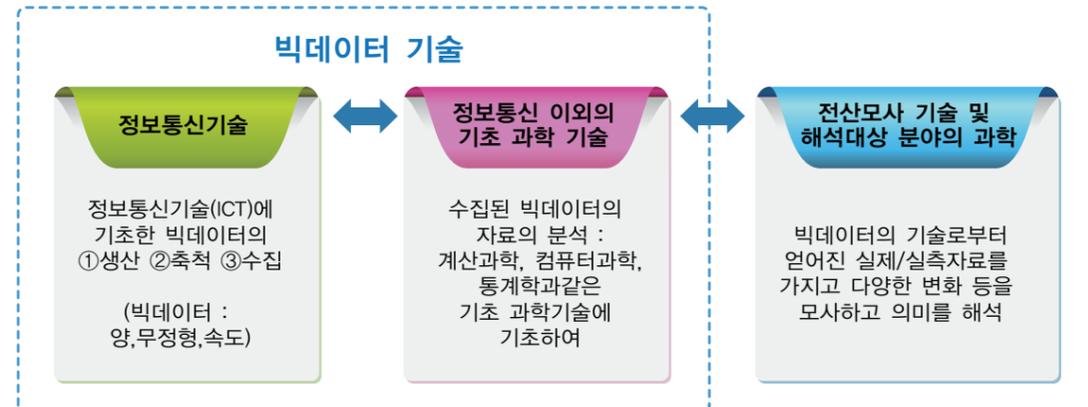


그림3. 융합 기술로서 빅데이터 기술: 정보통신기술(CT)과 과학·기술의 융합이 필수적임⁷⁾

정보통신기술, 이를 제외한 나머지 과학·기술, 이 둘의 협업으로 도출된 결과를 해석하는 학문 등 크게 보면 세 단계의 연구와 학문이 학제를 뛰어넘어 융합 되어야만 제대로 연구될 수 있는 분야가 곧 빅데이터이다. 전술한대로

1) http://news.sbs.co.kr/section_news/news_read.jsp?news_id=N1002082221
2) <http://news.hankooki.com/lpage/society/200606/h2006062520094884100.htm>
3) <http://www.mfds.go.kr/fm/index.do?nMenuCode=78>
4) Phillip Russom(2011), Big Data Analytics, TDWI Research Fourth Quarter

5) 계산과학연구원 김찬수 외
6) 장영재(2012), '아마존닷컴, 현대의 서점 아저씨', 경영학 콘서트, 비즈니스북스
7) 계산과학연구원 김찬수 외

정보통신기술은 24시간 인터넷으로 연결된 우리 시대의 중요한 통신과 정보의 중요한 근간이 된다. '1인 1스마트폰 시대'를 사는 우리는 적극적으로 제 자신을 드러내지 않더라도 모르는 새에 이미 각자가 데이터를 생산하고 전송하고 있다. 어디에 들르는지, 무엇을 사는지 등 일련의 정보들을 말이다. 그것도 엄청나게 빠르고 방대하며 부정형적(ambiguously), 여기에 더불어 트위터와 같은 매체를 사용하여 자신을 적극적으로 개진하고 있다면 통계학, 통계물리학, 혹은 계산과학과 같은 분석 기술은 그 분석의 체를 좀 더 촘촘하게 만들 수 있다. 정보통신기술로부터 모아져 유관 과학·기술로 분석된 자료들은 각 응용 및 해석의 영역에서 함의가 발견되고 사용된다. 이처럼 크게 수집-분석-해석인, 정보통신기술과 이외 과학·기술의 융합은 피할 수 없는 추세가 되었다. 따라서 이를 종합하는 계산과학이나 데이터과학과 같은 학문의 경우 그 기술의 발전과 규모의 확장이 절실하다.

노로바이러스의 이야기로 돌아가 보자. 근래 존스홉킨스 대학(Johns Hopkins University)의 컴퓨터 및 계산과학 분야의 학자들과 구글(Google)의 엔지니어들은^{8) 9)} 미국 질병통제센터(CDC, Centers for Disease Control and Prevention) 보다 열흘 가량 더 빨리 감기 확산 등을 예측할 수 있었다. 트위터에 남겨진 사람들의 감기 관련 트윗들(메시지)을 활용했기 때문이다. 트위터라는 정보통신 기술을 통해 모아진 메시지와 이를 통계학과 계산과학으로 해석한 것이다. 즉 누군가 남긴 감기 관련 메시지의 위치와 시각, 그리고 이 트윗들이 다른 곳에서 어떻게 생겨나는가에 대한 관계를 파악함으로써 가능하다.

필자는 관련된 연구로 거대규모 및 입자기반의 계산과학 기법을 통해 수도권의 신종플루 확산 현상, 그리고 거시경제의 안정성 및 위험성을 천착한 적이 있다. 정보통신기술에 기반을 두고 수집된 개인들의 이동 행태 자료를 통계물리학과 사회학적 기법으로 해석함으로써 개발한 입자기반 전산모사도구에 이를 반영했다. 사람들의 이동방식 및 이동형태의 선호(preference)가 어떻게 달라지는가에 따라 감기 확산을 모사했다. 나아가 어느 지역의 확산을 방지한 경우에 그 확산이 줄어드는지 등을 파악할 수 있었다. 즉 정보통신기술-계산과학-감염과학 세 분야의 지식이 사용된 것이라 할 수 있다.

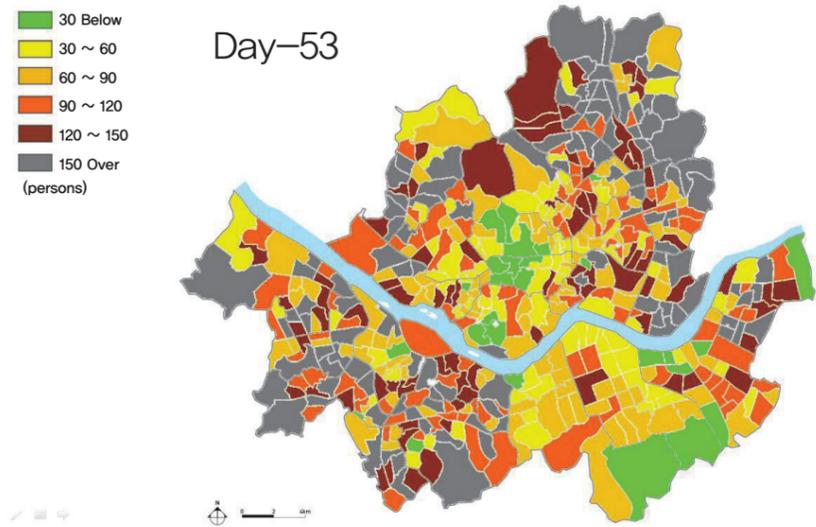


그림4. 서울에서 신종플루는 어떻게 퍼지는가: 입자기반 시뮬레이션 전산모사 도구를 사용했고, 여기에 입력되는 개인별 자료들은 빅데이터로부터 도출되었다. 즉, 개인의 이동 형태, 개인의 건강 상태, 개인의 거주지·근무지, 개인의 가족 정보 등과 같은 자료들을 실측 빅데이터 기반으로 통계적으로 근사하여 사용함.¹⁰⁾

8) <http://www.chicagotribune.com/health/sns-rt-us-usa-flu-twitterbre90n1cq-20130124,0,2344385.story>
 9) <http://news.nationalgeographic.com/news/2013/01/130110-google-twitter-track-flu-cases-health-science/>
 10) 계산과학연구단 김찬수 외

또한 빅데이터로 볼 수 있는 개개인들의 저축, 소비 성향 자료와 기업의 투자 및 비용과 관련된 경영 관련 자료, 그리고 은행들의 담보, 부채 그리고 대출 관련 자료를 이용하였다. 이에 따라서 거시경제 전반이 얼마나 안정되는가(stable) 혹은 더 위험해지는가(risky) 하는 등을 살펴보았다. 정보통신과 관련 과학이 융합된 것은 자명하다. 노로바이러스의 경우에도 트위터에 사람들이 남기는 트윗을 통해서, 혹은 의사들의 진단 관련 자료에서 그 확산 경로 등을 파악할 수 있을 것이다. 또한 주어진 개인들의 이동 행태나 감염 자료 등을 통해 어느 지역을 효과적으로 개재(介在, intervention)해야 하는가를 알 수 있다.

데이터과학과 계산과학 분야는, 포천지에 의해 수요에 비해 공급이 가장 달리는 연구 군으로 꼽히기도 했다.¹¹⁾ 그만큼 필요한 연구 분야가 되어가고 있다는 뜻일 게다. 우리 정부도 같은 생각인 것 같다. 지식경제부의 'R&D전략기획단'은 '10대 핵심기술' 가운데 하나로 빅 데이터를 선정했다.¹²⁾ 정보통신기술과 과학기술의 융합, 계산과학과 빅데이터가 주목되는 바이다.

11) <http://tech.fortune.cnn.com/2012/01/06/data-scientist-jobs/>
 12) '융합스마트시대 IT산업 주도를 위한 쟁점', 지식경제부 보도자료, 2012.

똑똑한 비서, 라이프로그 기술

김익재 박사
IT 융합전문위원

라이프로그(LifeLog) 기술은 사용자의 일상 행위(daily activity)에 관련된 대부분의 정보를 자동으로 디지털화함으로써 기록 및 분류 과정을 거쳐 사용자가 필요할 때 언제 어디서나 이용할 수 있게 해주는 개인 정보 자동 생성 및 관리 기술로서, 이를 위해서는 개인화된 라이프로그 미디어 획득 기술, 저장 및 관리 기술 및 사용자 검색 및 표시 기술들이 필요하다. 사용자의 생활을 디지털화하기 위해서는 카메라, 마이크, 움직임 센서 등 다양한 형태의 미디어들이 혼합되어 획득되고 각 미디어별로 분석 처리 및 분석 처리된 결과를 바탕으로 사용자의 행동을 인지하는 기술이 필요하다.

최근 들어 빅데이터 이슈가 부상하면서 빅데이터 형성을 위한 원천 방법으로서 라이프로그 기술이 다시 조명되고 있는 상황이다.

라이프로그 기술은 2003년경 미국 국방부에서 시작된 과제에서 비롯된 이름으로서 개인이 말하는 것, 보는 것, 전화 및 TV 보는 것, 이메일 보내는 것 등 일상생활의 모든 것을 한 곳에 저장하는 마치 개인 디지털 일기장을 만드는 개념으로 시작되었다. 그러나 이 과제는 미 의회로부터 잠재적인 적의 프로파일링에 활용될 수 있는 치명적인 무기로 사용될 수 있다는 우려로 인해 조기 종료되고 말았다. 하지만 민간 분야로서 마이크로소프트(MS)사는 Gordon Bell 박사를 중심으로 MyLifeBits라는 프로젝트 연구가 진행되었고, 영국에서는 Memories for Life라는 그랜드 챌린지 과제를 도출하여 연구를 활발하게 시작하고 있다. 일본에서는 동경대학교를 중심으로 연구가 진행되었고, 한국에서는 2006년부터 2009년까지 3년간 KIST와 ETRI의 공동 연구를 통해 개인화된 퍼스널 라이프로그 기술을 국내에서는 처음으로 소개하였다.



그림1. 라이프로그 시스템 개념도 ¹⁾

1) KIST 영상미디어연구센터

KIST에서 개발한 라이프로그 시스템은 크게 라이프로그 미디어(LifeLog Media, LLM) 획득 클라이언트와 라이프로그 미디어 서버로 구성되며, LLM 클라이언트에서는 지능형 가젯 기본 모듈들 즉 비디오 센서, 오디오 센서, 위치 센서, 환경 센서, 생체 센서 등이 포함되어 있고, 이를 휴대 또는 착용함으로써 사용자의 경험 데이터를 수집한다. 수집된 사용자의 라이프로그 데이터는 가젯 간 통신망을 통해 라이프로그 미디어 클라이언트로 수집되어 라이프로그 미디어 서버로 전송되는 구조로 이루어져 있다. 라이프로그 미디어 서버에서는 전송되어 오는 데이터들을 전처리 과정을 통해 분류하고 여러 센서들의 데이터들을 융합해 추론에 활용되거나 검색에 활용될 수 있는 고수준의 메타데이터를 생성하게 된다. 이 과정에서 영상 분석, 음성 인식, 데이터 마이닝 기술 등 많은 기술들이 적용된다.

이러한 처리과정을 거친 라이프로그 데이터는 현장에서 개인이 필요할 때 웹서버를 통해 질의한 후 결과를 자신의 소형 모니터링 시스템, 즉 HMD를 통해서 확인하는 구조로 되어 있다.

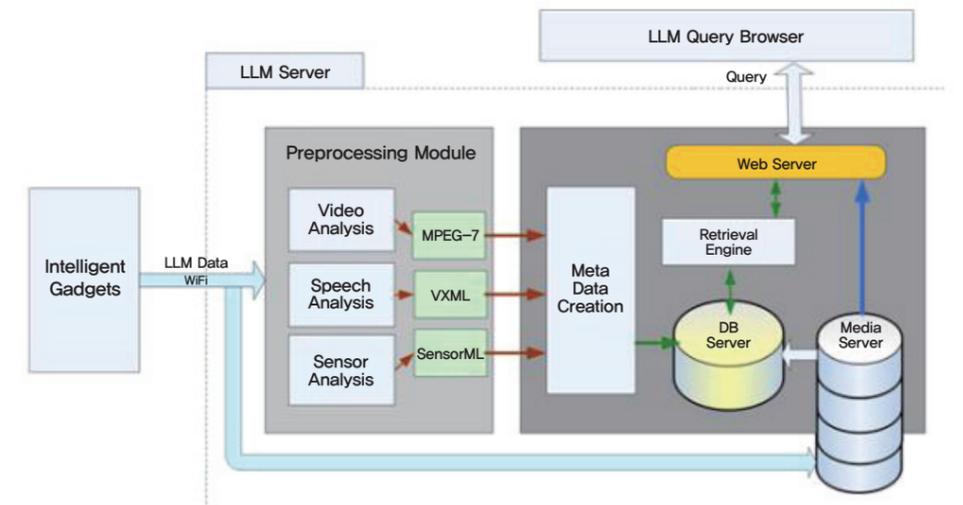


그림2. 라이프로그 미디어 서버 구조 ²⁾



그림3. 구글 글래스 착용 모습 ³⁾

라이프로그 기술의 완성을 위해서는 개인이 일상생활을 로깅하는데 전혀 불편함을 느끼지 않으면서 자신의 시점에서 바라보는 일상의 모습과 대화 내용 및 행동 등을 기록할 수 있는 장치 기술이 선행되어야 한다. 구글에서 발표한 구글 글래스(google glass) 역시 이러한 라이프로그를 하기 위한 도구로 활용될 것으로 예상되고 있다. 많은 일상 데이터를 획득함으로써 자연스럽게 빅데이터가 형성되고, 이러한 데이터로 자신만의 검색 혹은 개별 행동에 대한 예측 등에 활용될 수 있기 때문이다.

2) KIST 영상미디어연구센터

3) <https://plus.google.com/+GoogleGlass/posts>

초창기 라이프로그를 위한 장비들은 실제 일상생활에 활용되기에는 여러 가지 문제점, 예를 들어 장치의 크기, 연산 처리 능력, 배터리 문제 등과 같은 것이 존재하였다. 많은 시행착오를 거친 끝에 그림4와 같이 마이크로소프트에서는 Sensecam을 개발해 사용자의 목에 거는 형태를 개발하였다. Sensecam은 카메라, 조도 센서, 열감지 센서, 다축 가속센서 등을 내장하고 있어 모든 상황을 기록하지 않아도 특별한 이벤트가 발생하는 상황을 감지해 자동으로 저장하도록 설계되어 있다.



The v2.3 SenseCam shown close up and as typically worn by a user
The model pictured here has a clear plastic case that reveals some of the internal components



그림4. 라이프로그를 위한 착용형 카메라 Microsoft's Sensecam⁴⁾

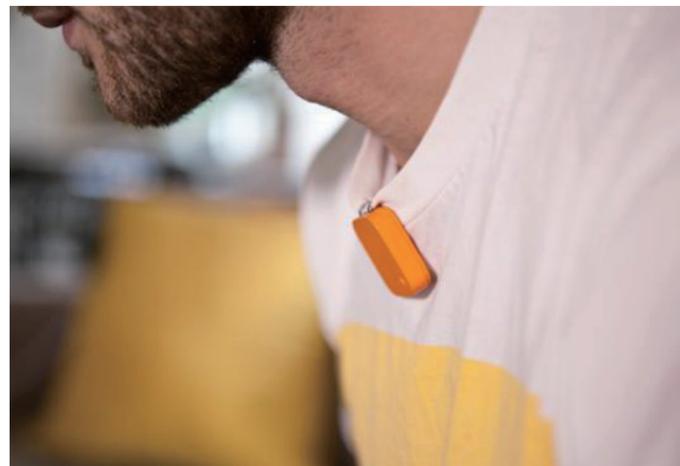


그림5. Narrative사의 Memoto⁵⁾

최근 들어 스웨덴의 벤처회사인 Narrative에서 Memoto라는 제품을 개발했다. 이는 약 30만원 정도의 가격으로 가로 세로가 36mm 정도의 소형 디바이스로서 옷에 달고 있으면 1분마다 2장씩 총 2,880장의 사진을 하루 동안 찍고 영상과 더불어 GPS 위치 정보까지 저장하여 언제, 어디서, 무엇을 보았는지 자동 저장할 수 있다. 물론 일상생활의 모든 경험을 담을 수 없다는 한계를 갖고 있지만 일상생활을 함에 있어 착용에 거부감이 없을 정도의 사이즈와 무게로 자신의 기억을 디지털 영역으로 확장해 기록함으로써 재현할 수 있다면 단순한 건강증 등으로 어려움을 겪는 이들에게는 큰 도움이 될 수 있을 것으로 생각한다.

4) <http://research.microsoft.com/en-us/um/cambridge/projects/sensecam/introduction.html>
5) <http://getnarrative.com/>

최근 삼성에서 출시한 갤럭시 기어(Galaxy Gear) 역시 착용형 디바이스로서 아직은 제한된 기능을 선보이고 있지만 웨어러블 디바이스로서 향후에 업그레이드 된다면 자연스러운 라이프로그를 위한 도구로 활용될 수 있을 것으로 예상된다.



그림6. 갤럭시 기어⁶⁾

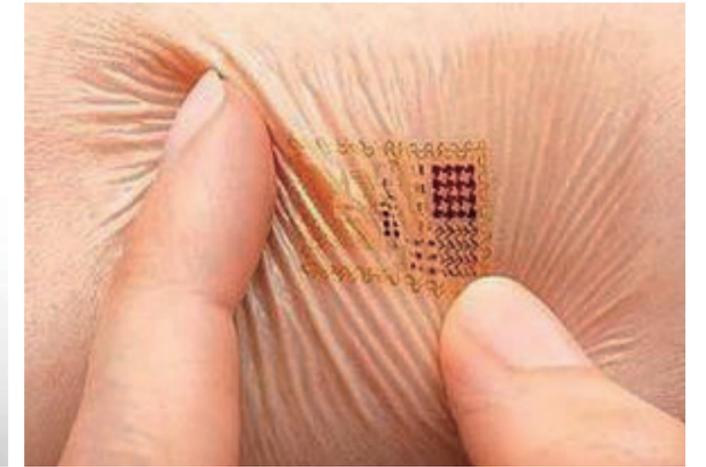


그림7. Motorola사의 Electronic Skin Tatto⁷⁾

근래에는 구글에 인수된 모토로라사에서도 Electronic Skin Tatto 특허를 출원하였다. Biostamp라고도 불리는데 이 특허에 의하면 사용자의 목에 부착되어 전화 통화를 가능케 하고 스마트폰과의 통신을 통해 음성이 전달되는 기능을 갖고 있다. 이처럼 착용형 디바이스를 넘어 심는 형태의 디바이스로 진화되고 있어서 향후 라이프로그를 위한 환경은 점점 더 갖춰지게 될 듯 하다.

이러한 라이프로그 개념을 상품화한 것 중 가장 돋보이는 것이 NIKE+이다. 신발 안쪽에 피에조 센서를 삽입하고 아이팟의 GPS와 연동해 보폭 인지를 통해서 실제 얼마 동안 어디를 뛰었는지 자신의 아이팟에 전송하여 자신의 기록을 남기기도 하고 다른 사람과 데이터를 공유함으로써 함께 하는 운동이라는 개념을 확산시키고 있다.



그림8. NIKE+⁸⁾

6) <http://www.samsung.com/sec/consumer/mobile-phone/galaxygear/>
7) <http://www.telegraph.co.uk/technology/news/10436521/Motorola-wants-to-patent-microphone-skin-tattoo.html>
8) http://nikeplus.nike.com/plus/products/ipod_nano/

결언

라이프로그 기술은 현재 진행형 기술이다. 이 기술은 H/W 및 S/W의 융합형 기술로서 H/W로는 초박형, 초소형, 초경량화 특성을 갖는 다양한 센서, 통신 모듈, 저장 장치 및 디스플레이 기술이 필요하다. 또한 S/W 기술로는 다채널 다차원 데이터 표현 및 압축 기술, 효율적인 저장 기술, 데이터 퓨전 기술, 다양한 인식 기술, 데이터 추론 및 검색 기술 등 고도화된 기술의 응집된 형태가 필요하다. 이러한 기술들을 바탕으로 일부 기능을 상용화 한다면 새로운 융합 형태의 제품으로 도출될 수 있을 것이라 생각한다. IT 강국 특히 우리나라의 하드웨어 기술과 현재 고도화 되어 가는 소프트웨어 기술이 결합될 수 있는 좋은 분야라고 판단된다.

향후는 빅데이터 시대라고 일컬어진다. 빅데이터 분석이 이루어지기 위해서는 우선 체계적인 데이터 축적이 필요하며 개인 일상 경험의 라이프로그화가 선행되어야 할 것이다. 하지만 라이프로그 기술에는 여전히 해결되어야 할 기술적 문제 이외에도 현재 구글 클래스에서도 이슈화되고 있는 것과 마찬가지로 프라이버시 문제가 존재한다. 자신의 프라이버시도 문제이지만 자신의 라이프로그를 하는 동안 원치 않은 일부 다른 사람의 일상도 함께 저장될 수도 있기 때문이다. 늘 선도하는 기술은 사회적 문제를 야기하지만 일정 과정을 거치는 동안 우리는 슬기롭게 여러 문제들을 극복해 왔다. 라이프로그 문제도 역시 그러할 것으로 기대한다.

II. 융합연구 기술동향

빠르고 명석한 두뇌, 바이오 컴퓨터

김영수 박사

BT-CS 융합전문위원

I 기술 정의

- 인간의 몸을 구성하는 생체 재료인 DNA, 아미노산, 단백질 및 세포를 소재로 만드는 컴퓨터
- 바이오칩 기술에 기반한 장치로 인간의 뇌 기능을 모방하여 전자 장치의 한계를 극복하고 고도의 정보 처리 기능을 컴퓨터에 도입할 수 있다.

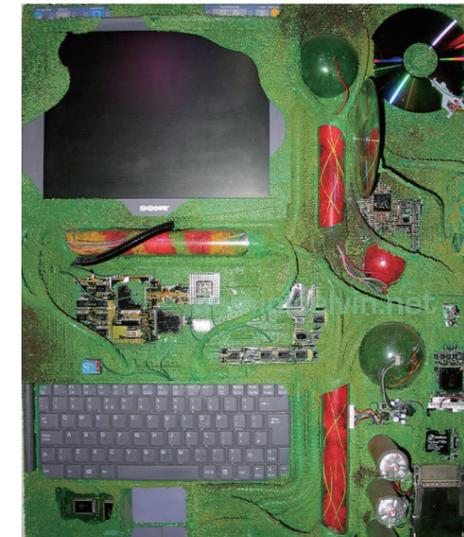


그림 1. 1)

II 개발 배경

- DNA와 단백질 등 우리 몸을 구성하는 생체 재료로 만들어진 컴퓨터 개념은 상당히 오래 전부터 논의되어 왔다. 고전 SF 영화 Tron(1982)에서는 컴퓨터 소자와 인간의 몸이 동일 취급되는 배경을 묘사하였으며, 매트릭스(1999)에서는 인체를 컴퓨터의 에너지원으로 사용하는 시대가 표현되었다.
- 과학계에서는 1990년대 후반부터 biocomputing을 실현하고자 하는 움직임이 일기 시작한다. Alan Dove는 1998년 Nature Biotechnology(Nat Biotechnol, 1998 Sep;16(9):830-2)에 DNA를 사용하는 컴퓨터가 실리콘 기반 컴퓨터의 효율성 및 계산능력 등의 문제점을 보완할 수 있다고 제안하며 실현 가능 시기로 2010년을 예상했다.
- 현재 Biocomputer의 연구는 다각도에서 다양한 목적으로 이루어지고 있다. (1) DNA를 사용한 컴퓨터의 데이터 저장 시스템의 개발, (2) 동식물의 에너지 섭취 및 생산과정에 기반한 컴퓨터 전력 시스템의 개발, 그리고 (3) 복잡한 뇌신경 회로를 모사하여 고성능 수퍼컴퓨터의 효율을 뛰어넘고 인체 기능을 모사할 수 있는 바이오컴퓨터 회로(biocomputational circuit)의 개발이 있다.

1) <http://www.flickr.com/photos/10553052@N03/919430041/>

III 국내외 연구개발 동향

- Biocomputational circuit 기술의 경우 인공지능컴퓨터(AI, artificial intelligence)와 함께 현대 컴퓨터의 한계를 극복할 수 있는 6세대 컴퓨터 방안 중 하나로 평가 받고 있으며, 이미 DNA와 같은 생체분자를 활성 소재로 하여 연구가 활발히 진행 중이다.²⁾
- DNA/RNA-효소 기반 자동화, 유전자 발현 기반 제어 논리(logic control), 세포 내 정보 처리용 RNA 시스템 등을 구현한 기술 또한 최근 보고된 바 있다.³⁾
- 국내에서는 KIST 김태승, 윤의성, 강지윤 박사 및 서울대 전누리 교수 등 바이오칩 연구자들을 중심으로 인간의 뇌를 모사하는 3D brain 및 brain-on-a-chip과 사람의 장기를 모사한 human-on-a-chip의 개발이 진행 중이다.

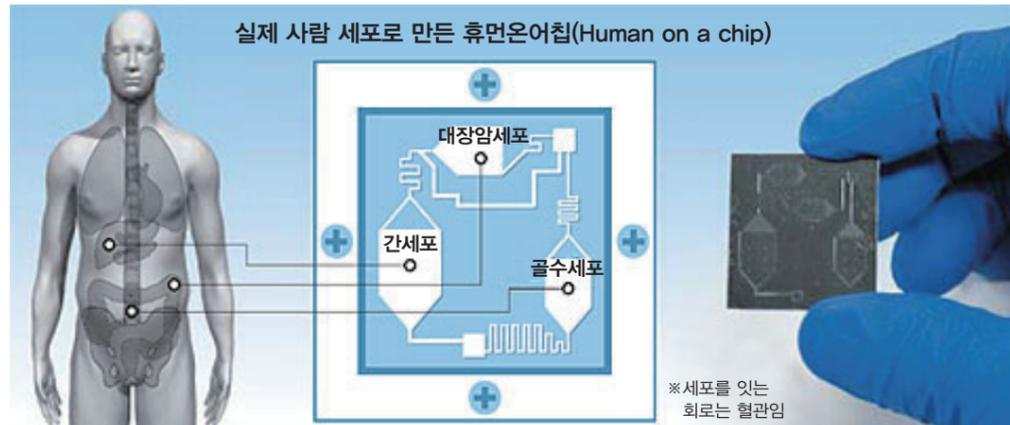


그림2. Human on a chip⁴⁾

IV 파급효과

- 눈부신 과학기술 발전의 혜택을 누리고 있는 21세기 현대인들은 일상생활 곳곳에서 전력과 컴퓨터에 의존하며 살고 있다. 따라서 생체 재료를 소재로 하는 biocomputing은 단순히 컴퓨터 기술의 극복뿐만 아니라 차세대 의료시스템, 에너지원, 환경문제해결 등 다양한 용도로 사용될 수 있다.
- 국내 연구자들이 개발 중인 인간의 장기를 작은 세포 위에 정밀하게 모사하여 만드는 바이오칩은 신약개발 과정에서 동물 모델 및 사람 대상의 임상 시험을 줄이고 개발 기간을 획기적으로 단축시킬 수 있을 것으로 기대된다.
- 아직 초기 개발 단계에 있는 바이오칩은 집적밀도를 획기적으로 높일 수 있어 초소형/초고속 컴퓨터의 개발에 활용될 수 있으며 차세대 나노과학의 핵심 기술이 될 것으로 기대되고 있다.

2) Nature 407, 493-496 (2000), Small 4, 427-431 (2008), Science 314, 1585-1589 (2006), ACS Nano 3, 1831-1843 (2009), Nature Biotechnol, 21, 1069-1074 (2003), Nature Biotechnol, 23, 1424-1433 (2005), Nature 414, 430-434 (2001), Proc. Natl Acad. Sci. USA 103, 17160-17163 (2006)
 3) Nature 414, 430-434 (2001), Nature 429, 423-429 (2004), Nature Biotechnol, 25, 795-801 (2007), Science 322, 456-460 (2008)
 4) http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2011/05/30/2011053001986.html

II. 융합연구 기술동향

스스로 알아서 하는 제어 기술

정두석 박사

IT-NT 융합전문위원

최근 정보통신기술(ICT) 융합 산업에 관한 요구가 날로 증가하고 있으며 “ICT 융합”은 이미 다수 범부처 연구개발사업의 핵심 키워드가 되었다. 스마트 그리드 기술은 효율적인 에너지 소비를 위한 ICT 융합기술의 대표적인 예이다.(그림1) ICT 융합기술의 핵심은 불규칙적인 패턴을 갖는 입력신호 -응용처에 따라 상이함- 를 이용하여 최적화된 출력신호 -역시 응용처에 따라 상이함- 를 생산 가능함에 있다. 즉 피아미디 제어 기술(PID control, proportional-integral-derivative control)을 통한 능동적인 신호처리 기술이 ICT 융합기술의 핵심이다.

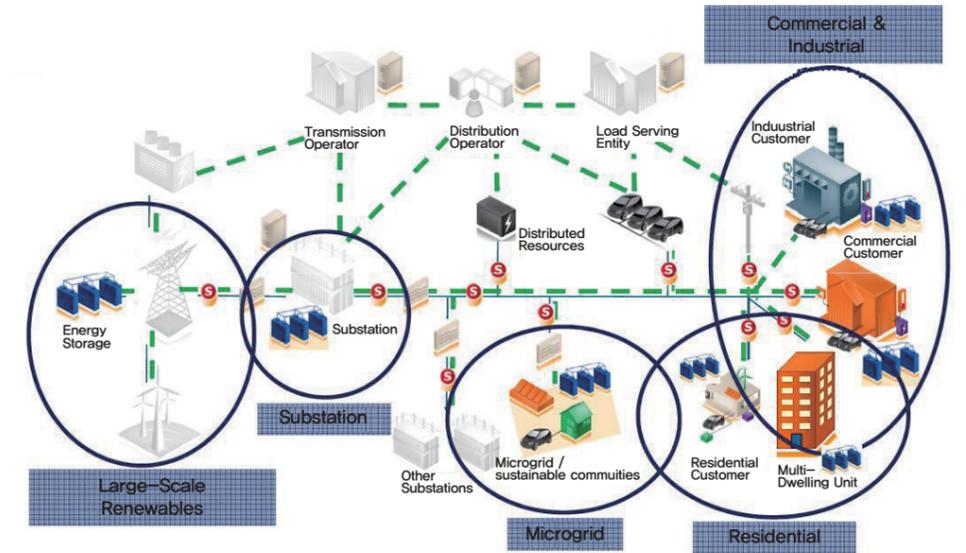


그림1. 스마트 그리드를 이용한 효율적 에너지 분배 도식도¹⁾

비단 스마트 그리드를 이용한 에너지 분배 뿐 아니라 ICT를 이용한 능동 신호처리 기술은 다방면에 응용이 가능하다. 특히 처리하고자 하는 입력신호의 패턴이 불규칙한 경우 효율적인 PID 조절을 통해 안정적인 출력신호 생산이 필요한 분야에 유용하게 응용이 가능하다.

- 환경오염 모니터링 및 능동적 개선 : 환경오염의 정도는 짧게는 날에 따라 길게는 계절에 따라 변화를 하며 이러한 변화에 대해 PID 제어를 통해 능동적인 대처가 가능하다. 예를 들어 수질오염의 경우 지속적인 ICT 기반 실시간 모니터링 및 변화에 대한 능동적인 대처를 통해 적정 수준의 오염정도가 제어 가능하다. 뿐만 아니라 모니터링의 결과로 습득한 데이터는 추후 오염의 패턴파악 등에 유용하게 사용 가능할 것으로 예상된다.
- 무인자동차 : ICT 기반 능동 제어기술이 핵심적으로 필요한 분야로 짧은 시간에 분해능을 갖는 실시간 시각정보 습득 장치를 이용한 자동 운전기능의 구현이 필요하다. 막대한 양의 4차원

1) www.pge.com

시/공간정보를 빠른 응답속도로 처리할 중앙처리장치 및 메모리가 필요하다. 뿐만 아니라 최근 아날로그형 데이터 처리 방식을 이용한 효율적 저비용 데이터 처리 방식에 관한 연구가 전 세계적으로 진행되고 있다. 따라서 ICT 기반 무인자동차 제작기술은 다양한 연구 분야의 동반 발전이 필요한 융합형 산업의 대표적인 예이다.

- 다양한 형태의 입/출력신호 변환 장치 : 궁극적으로 ICT 기반 제어기술의 효과적인 응용을 위해서는 다양한 형태의 입/출력신호를 적절히 변환하는 장치의 개발이 필수적이다. 예를 들어 환경오염 모니터링의 경우 오염물질의 양과 종류를 ICT 제어 체계에 전해줄 수 있는 입력단이 반드시 필요하며, 다양한 형태의 화학센서가 그 역할을 수행할 수 있다. 무인자동차의 경우 실시간 4차원 시/공간정보를 중앙처리장치에 적절히 전달해 줄 수 있는 시각센서가 반드시 필요하다. 출력단 역시 ICT 제어체계의 언어를 실제 동작으로 연결 시켜 줄 수 있는 장치가 반드시 필요하므로 ICT 기반 제어기술의 완성을 위해서는 입/출력단 역할을 충실히 할 수 있는 장치의 개발이 동반되어야 한다.

이상은 ICT 제어기술을 상이한 연구분야에 접목하여 능동적으로 외부요인 변화에 대처할 수 있는 스마트 체계 구축의 예라고 할 수 있다. 비단 앞서 언급한 몇 개의 예 이외에도 ICT 기술을 접목할 수 있는 분야는 무궁무진할 것으로 생각하며, 이는 진정한 융합연구의 대표적인 예임을 알 수 있다.

KIST 물자원순환 연구단의 최근 연구주제

이승학 박사

NT 융합전문위원

본고에서는 저자가 속해있는 한국과학기술연구원(KIST) 물자원순환연구단(Center for Water Resource Cycle, CWRC)에서 진행 중인 최근 연구주제에 대해 소개하고자 한다. CWRC는 70, 80년대 급속한 산업발전과 더불어 발생한 국내 환경오염에 대한 조사(수질 및 대기질 모니터링)를 시작으로 90년대 고효율 하수처리 시스템 개발 등에 집중한 이후 최근에는 나노기술 및 생물기법 등에 기반한 융합환경기술 개발을 통해 세계적 물 문제(양적, 질적) 해결에 대안을 제시하고자 노력하고 있다. CWRC에서 수행 중인 연구주제는 크게 수자원 관리(water resource management), 지속가능한 물순환을 위한 수처리 공정기술 개발(process engineering for sustainable water cycle), 수처리용 나노소재 개발 및 환경영향평가(application and implication of environmental nanomaterials), 에너지 절약/생산 가능형 환경기술 개발(energy saving/ harvesting environmental technology)로 구분할 수 있으며, 각각의 내용은 다음과 같다.

■ 수자원 관리 (water resource management)

기후변화와 지구온난화는 익히 알려진 전 지구적 환경문제로, CWRC에서는 전 지구적 규모의 물순환 변화를 파악하는 연구를 최근 시작한 바 있다. 이를 위해 기존에 축적된 강우자료를 종합해 강우패턴에 영향을 줄 수 있는 대기오염물질을 선별하는 등의 연구를 진행하고 있다. 또한 하천수와 지하수의 수질변화에 대한 자연형 대응방안 마련과 함께 생활양식의 변화로 나타난 의약품, 환경호르몬 등 수계 신종유해물질들의 물 순환계 내 거동을 평가하고 매체와의 상호작용에 대한 연구 또한 진행하고 있다. 최근 KIST ORP(Open Research Program) 중 하나로 출범한 녹조연구단에서도 CWRC가 많은 연구분야를 담당하고 있다.

■ 지속가능한 물순환을 위한 수처리 공정기술 개발 (process engineering for sustainable water cycle)

물 재이용을 위한 공정기술로 도시화 및 산업화 지역의 물공급을 위한 고품질 재이용수 생산기법 연구를 진행하고 있다. 이를 위해 저에너지형 막분리 공정인 정삼투(forward osmosis, FO) 수처리 시스템을 연구하고 있으며, 신재생 에너지 기반 막 증발(membrane distillation, MD) 시스템 개발에도 노력하고 있다. 정삼투 기법의 경우 나노자성입자를 유동용질(draw solute)로 활용하거나 정삼투용 막개발에 나노수준의 조작용을 활용함으로써 전반적인 에너지 소비효율 및 운전성능을 향상시키는 연구를 진행하고 있으며, 막 증발 시스템의 경우 역시 나노기술로 막 표면을 개질하는 방법으로 운전효율을 극대화하는 연구를 수행 중이다. 또한 기존 호기성 생물학적 수처리기술에 소요되는 에너지를 원천적으로 배제할 수 있을 뿐 아니라 추가 에너지 생산이 가능한 혐기성 수처리 기술(anaerobic MBR)의 개발도 진행하고 있으며, 새로운 미생물을 활용한 저에너지형 질소처리기술(ANNAMOX)에 대한 연구 또한 수행 중이다.

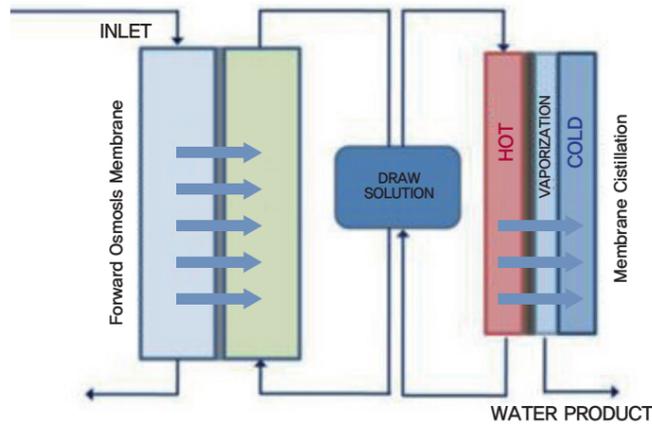


그림1. 막 기반기술(FO/MD) 개요도¹⁾

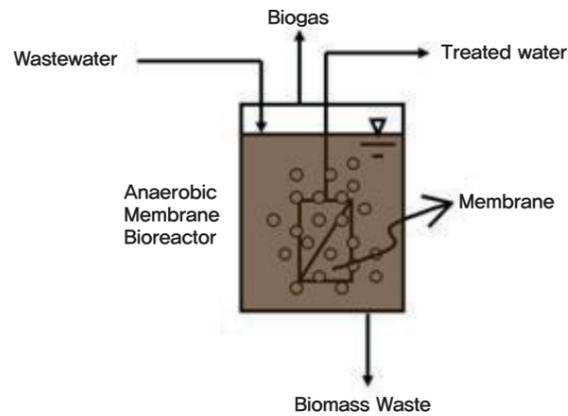


그림2. anaerobic MBR에 대한 개념도²⁾

■ 수처리용 나노소재 개발 및 환경영향 평가
(application and implication of environmental nanomaterials)

나노재료를 활용한 수처리 기술은 최근 들어 주목받고 있는 융/복합 기술의 발전적 시도라 할 수 있다. 이와 관련된 연구로 나노수준의 기공을 가지고 있는 인 흡착제 개발을 시도해 성공적인 적용을 보인 바 있으며, 막 표면에 광반응성을 가진 TiO₂ 나노선을 침착시켜 오염물질의 분리 및 분해를 동시에 이룰 수 있는 소재에 관한 연구를 진행하고 있다. 또한 나노크기 촉매의 반응성을 특정 오염물에 집중시키는 선택적 반응성을 부여하기 위해 나노촉매의 표면을 개질하는 연구 역시 수행하고 있다. 뿐만 아니라 현재 일반산업분야에서 활발히 사용되고 있는 나노물질의 환경계 영향을 평가하기 위해 나노물질의 환경계 거동특성 및 수용체 독성에 대한 연구 역시 병행하고 있다.

1) KIST 물자원순환연구단
2) KIST 물자원순환연구단

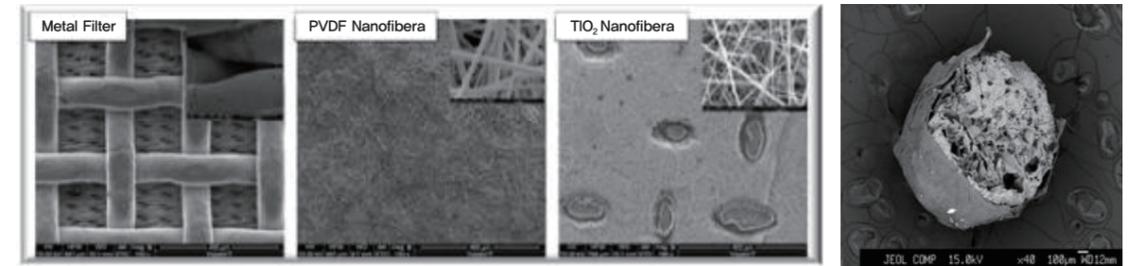


그림3. 나노선(nanofiber)이 침착된 막(membrane)³⁾

그림4. 선택적 반응 촉매⁴⁾

■ 에너지 절약/생산 가능형 환경기술 개발
(energy saving/ harvesting environmental technology)

에너지의 절약 및 확보는 21세기 들어 가장 중요한 이슈라 할 수 있다. 물과 에너지는 밀접한 관계에 있으며 깨끗한 물의 생산을 위해서는 많은 양의 에너지가 필요하다. 최근 몇 번의 석유파동을 겪으면서 환경공정 내 에너지 절감 및 신재생 에너지 개발은 국가 아젠다로 제기되고 있다고 할 수 있다. CWRC는 지속가능한 에너지 생산을 위해 유기성 폐기물로부터 고효율의 바이오 에너지를 생산하고, 하수처리 및 바이오디젤의 생산이 가능한 기능성 조류배양, 하, 폐수 슬러지를 포함한 폐기물 저감 및 효율적 처리에 관한 연구를 수행 중에 있다.

이처럼 CWRC는 국가적, 나아가 전세계적 물 문제 해결을 위해 나노기술 및 생물기술을 융합한 환경기술개발에 힘쓰고 있다.

3) KIST 물자원순환연구단
4) KIST 물자원순환연구단

양자역학 계산을 통한 고성능 연료전지 촉매의 합리적 설계

함형철 · 조은애 박사
NT 융합전문위원

전이 금속 팔라듐(Pd)은 연료전지용 촉매로 주로 사용되는 백금(Pt)의 대체 촉매로서 최근에 많은 연구가 수행되어 왔다. 그러나 Pd는 공기극의 산소 환원 반응(ORR)에서 상대적으로 낮은 활성을 보여 왔고 연료극에서 일산화 탄소(CO) 피독에 낮은 저항성을 보여 왔다. 이러한 Pd 촉매의 활성 및 내구성을 높이기 위해서 Ni, Co, Fe, Y와 같은 전이 금속을 첨가하여 multi-metallic 촉매를 제조하는 방법이 하나의 대안으로 제시되어 왔다.

기존의 multi-metallic 촉매 개발은 입자 단위에서의 설계, 합성, 평가를 반복하며 trial-and-error를 통해 실험적으로 진행되어 시간과 비용이 많이 소모되기 때문에 단기간 내에 연료전지 촉매 분야에서 선진 기술을 추월하는 것이 어려우며 혁신적인 촉매 소재 개발에도 한계가 있다. 대체 방법으로서 양자역학에 근거한 이론적인 계산 접근 방법이 multi-metallic 촉매 개발을 위한 수단으로 최근에 제시되어 왔다.

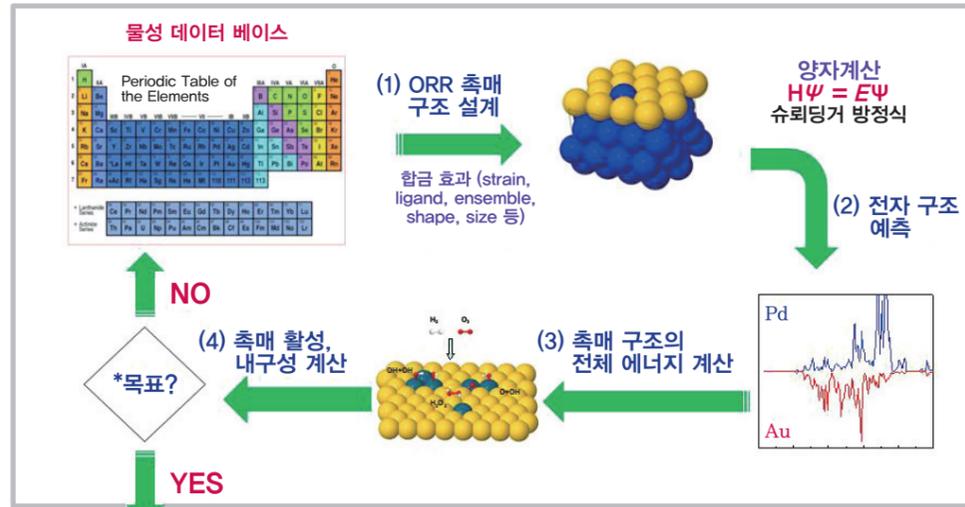


그림1. 연료전지용 합금 촉매의 합리적 설계¹⁾

양자역학 계산을 통한 연구개발의 핵심은 촉매 특성을 원자 단위에서 제어함으로써 기존 촉매보다 활성 및 선택도가 획기적으로 개선된 core-shell, 표면 합금과 같은 multi-metallic 촉매를 개발하는 것이다. 이러한 합리적인 촉매 설계 전략을 그림1에 나타내었다. 먼저 촉매 구조를 설계한 후 양자역학의 기본 식인 슈뢰딩거 방정식을 최신의 DFT(density functional theory)에 의해서 풀게 되면 촉매의 전자 구조와 시스템의 전체에너지를 계산할 수 있고 이를 바탕으로 촉매 활성과 내구성을 예측할 수 있다. 원하는 촉매 활성과 내구성을 달성하도록 촉매의 구조를 계속 수정하여 최종 촉매 후보 물질을 도출하는 것이다. 다음으로 촉매 합성 공학을 통해서 계산으로 도출된 촉매 구조를 합성한 후 최종적으로 촉매 활성 평가를 통해 고성능/고효율 촉매 소재를 개발할 수 있다.

1) 연료전지연구센터 함형철

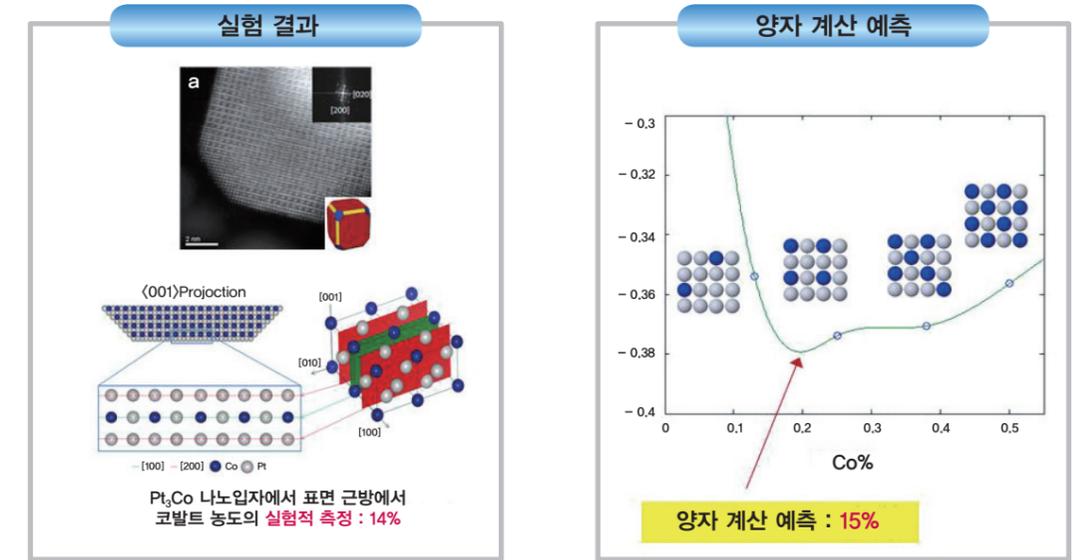


그림2. 촉매 구조 예측²⁾

이러한 촉매의 합리적 설계에 있어 가장 중요한 점 중 하나는 양자 계산의 정확도이다. 그림2에 Pt₃Co 나노 촉매 표면 근방(near surface) Co 농도의 STEM 측정결과와 양자계산 결과를 비교하였는데 두 방법의 결과가 거의 일치함을 알 수 있어 촉매 구조를 예측하는데 양자계산이 유용하게 사용될 수 있음을 알 수 있다.

또 다른 중요한 점은 multi-metallic 촉매에 있어 활성 및 선택도를 결정할 수 있는 인자의 이해도 증가이다. 그림3에 core-shell 혹은 표면 합금과 같은 multi-metallic 촉매의 활성을 지배할 수 있는 다양한 인자(ensemble, strain, ligand 작용, 원자의 배위수 등)를 나타내었다. 양자역학 계산과학은 촉매의 직접 분석이 가능하여 이러한 복잡한 합금 효과를 이해하기 위한 강력하고 유연한 수단으로 사용될 수 있다.

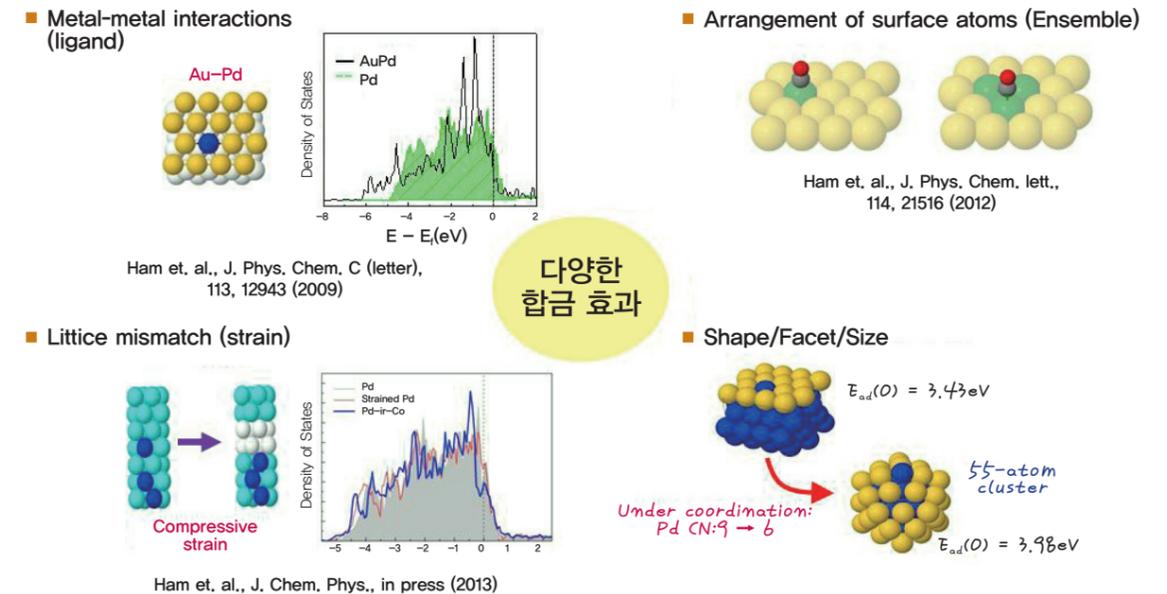
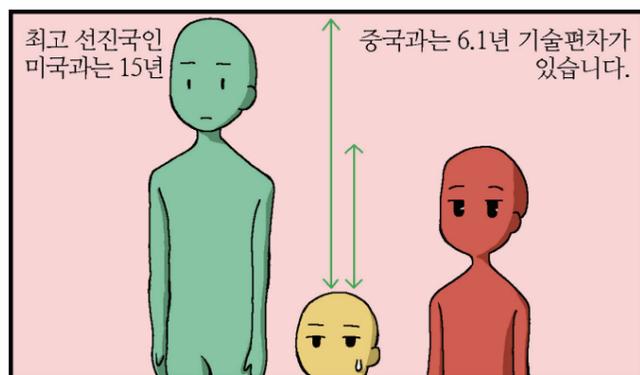
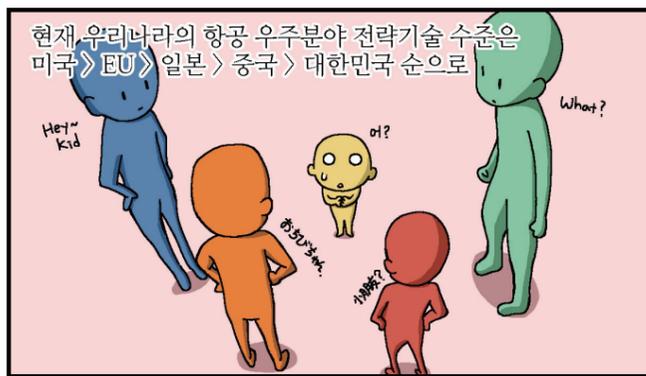
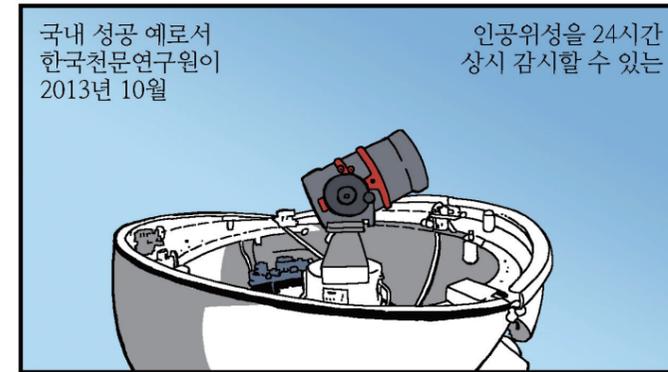
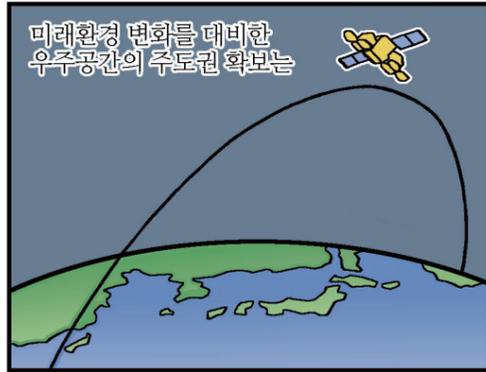


그림3. 촉매 활성을 지배할 수 있는 다양한 합금 효과³⁾

2) Ham H.C. et. al. (2013), Chem. Mater., 25 (4), 530
3) 연료전지연구센터 함형철



융합 4casting

제7호 2013년 12월

발행일 2013년 12월 1일

발행인 윤석진

발행처 한국과학기술연구원 융합연구정책센터

주소 136-791 서울특별시 성북구 화랑로 14길 5 한국과학기술연구원 본관 4층 T. 02-958-4986

미래성장동력의 중심, CONVERGING TECHNOLOGY



융합연구정책센터 KIST

