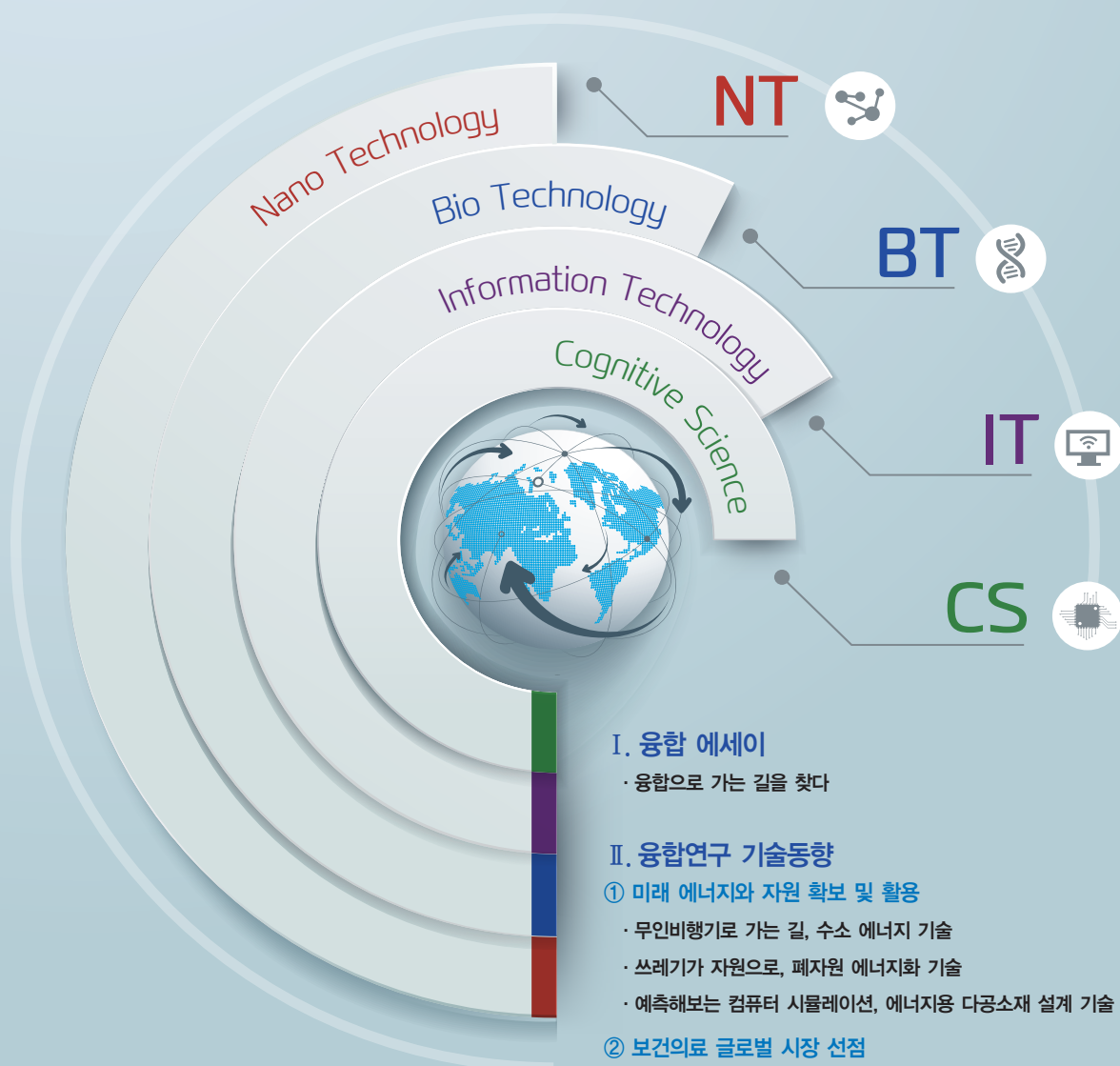




I. 융합 에세이

- 융합으로 가는 길을 찾다

II. 융합연구 기술동향

① 미래 에너지와 자원 확보 및 활용

- 무인비행기로 가는 길, 수소 에너지 기술
- 쓰레기가 자원으로, 폐자원 에너지화 기술
- 예측해보는 컴퓨터 시뮬레이션, 에너지용 다공소재 설계 기술

② 보건의료 글로벌 시장 선점

- 내 몸에 불필요한 부분만을 고치는 표적 치료제
- 정확성을 높이는 의료 영상 기기
- 모바일 기반의 센서, 질병 진단 바이오칩 기술



융합 4casting

CONTENTS

I. 융합 에세이	02	융합으로 가는 길을 찾다
II. 융합연구 기술동향	08	무인비행기로 가는 길, 수소 에너지 기술
① 미래 에너지와 자원 확보 및 활용	11	쓰레기가 자원으로, 폐자원 에너지화 기술
	13	예측해보는 컴퓨터 시뮬레이션, 에너지용 다공소재 설계 기술
II. 융합연구 기술동향	16	내 몸에 불필요한 부분만을 고치는 표적 치료제
② 보건의료 글로벌 시장 선점	18	정확성을 높이는 의료 영상 기기
	23	모바일 기반의 센서, 질병 진단 바이오칩 기술
Appendix	26	쉽게 읽는 융합기술

융합 4casting

융합의 대표적 4가지 분야(NT, BT, IT, CS)와 미래예측(Forecasting)의 합성어로서 인류의 행복과 사회적 성과의 향상을 위해 미래 창조적 가치를 창출할 수 있는 융합기술을 전망하고 관련 종합 정보를 제공하는 동향지

융합으로 가는 길을 찾다

김원섭 교수 서울과학기술대학교 산업디자인학과

● 화성에서 온 전문가

톰과 메리는 파티에 가는 중이었다. 톰이 운전을 하고 있었다. 그런데 똑같은 곳을 빙빙 돌기 시작하자 메리는 그가 길을 잘못 찾는 게 분명하다고 생각했다. 그녀는 다른 사람에게 도움을 요청해 보는 게 어떻겠느냐고 톰에게 말했다. 톰은 그때부터 아무 말도 하지 않았다. 그들은 결국 파티 장소에 도착했지만, 팽팽한 긴장감이 저녁 내내 두 사람을 감싸고 돌았다. 메리는 그가 왜 그토록 기분이 상했는지 알 길이 없었다.

— “화성에서 온 남자 금성에서 온 여자” 중에서

10년 전 쯤 일본 출장에서 있었던 일이다. 당시 일본에서 박사 후 과정에 있던 후배와, 같은 연구실의 일본인, 그리고 나는 동경에서 오사카로 자동차를 타고 이동했다. 우리가 탄 차에는 당시 일본에는 보급화된 네비게이터가 설치되어 있었고 실시간으로 교통정보도 전달되었다. 하지만 좁은 골목길은 지도에 표기되지 않았고 GPS의 오차가 제법 커서 숙소 근처에서 길을 헤매고 있었다. 같은 도로를 세 번이나 지나치면서도 우리는 숙소를 보지 못했다. 어느덧 해는 지고, 할 수 없이 지나가던 현지인들에게 물어보고 나서야 우리는 겨우 숙소에 도착할 수 있었다.

한 달 전, 시내 출장을 갔다가 이사한지 얼마 되지 않은 집으로 가기 위해 서울에서 가장 빨리 도착한다는 지하철을 탔다. 거리상으로는 제법 가깝지만 지하철을 두 번이나 갈아타야 했다. 며칠 뒤 같은 곳으로 출장간 나는 아내가 알려 준 버스를 타고 훨씬 더 빨리 편하게 도착할 수 있었다.

어떤 일을 수행할 때 다른 사람의 힘을 빌리면 무능한 사람으로 인식되기 쉽다. 그래서 우리는 대부분의 일을 처리할 때 자기가 가진 한정된 기억과 지식, 그리고 경험에만 의존하는 경향이 있다. 그런 이유로 일이 중요할수록 자신의 능력을 시험대에 세우는 것을 당연히 한다. 하지만 자신도 모르는 사이에 자신의 능력이 한계에 달하게 되는 상황을 자주 접하곤 한다. 앞서 언급했듯이 낯선 목적지를 찾다가 길을 잃어버린 경우를

포함하여 양 손에 커피를 들고 당겨야만 열리는 문 앞에 서게 될 때, 집에 있는 컴퓨터에서 밤새 작업한 파일을 두고 출근한 경우, 지갑이나 열쇠를 집에 두고 출근한 상황 등 혼자서 감당해야만 하는 힘든 일들을 자주 겪게 된다. 이때 우리는 누군가의 도움이 절실히 필요하고, 그 누군가의 도움을 통해 이러한 난관들을 극복할 수 있다.

앞서 두 가지 사례와 같은 맥락에서 융합을 이해해 보고자 한다. 우리는 융합이라는 과정을 통해 내가 가지지 못한 다른 사람의 기억과 지식, 경험을 공유할 수 있고 그 과정에서 새로운 관점을 갖게 된다. 이러한 새로운 관점은 나의 지식과 경험을 지금까지와는 다른 방법으로 해석함으로써 내가 인식하지 못했던 잠재적인 능력을 이끌어낸다. 이처럼 융합은 나 혹은 우리가 낯선 목적지를 향해 갈 때 도움을 주는 이들과 동행하게 되는 과정과 흡사하다고 생각한다. 편협한 지식과 경험은 때로는 심각한 오류와 문제로 이어지게 되는데, 창의적인 사고를 연구하는 분야에서는 이를 이미 위협적인 요소로 인식하고 있다. 창의적 문제해결 이론인 트리즈(TRIZ) 개념에서 위험 요소로 ‘심리적 타성(Psychological inertia)’을 들고 있다. ‘심리적 타성’이란 자신의 지식과 경험을 진리라고 굳게 믿고 있는 상태로 창의적인 사고를 통한 기술 혁신을 이루어나가는 데 있어서 이는 중대한 장애의 요인이 된다. 우리가 낯선 장소에서 길을 잃어버렸을 때 가장 최악의 상황 중 하나로 승객을 가득 태운 버스를 가정할 수도 있다. 길을 잃은 버스 운전사에게는 버스를 가득 메운 승객들이 열성적으로 쏟아내는 여러 가지 말들보다 현지인의 한 마디가 더욱 절실할 것이다. 하지만 학문이나 산업처럼 문제가 전문적이고 복잡할수록 전문가라는 이름표를 달고 있는 우리는 누군가의 도움을 허락하기가 쉽지 않을 것이다. 화성에서 온 남자처럼...

● 전문가로 사는 길

내가 처음 대학에 부임할 때 일이다. 학과장님이 내게 전공이 무엇이냐고 물었다. 난 “산업디자인입니다”라고 대답했고, 학과장님은 다시 “산업디자인 중에서 어떤 것을 전공하셨나요?”라고 다시 물으셨다. 학과장님의 질문에 대한 의도를 알고는 있었지만, 내 머릿속은 잠깐 혼란에 빠졌다. “SUV 자동차 인테리어 파트의 직물 시트 패턴 디자인이 제 전공입니다” 아마 이런 종류의 대답을 기대했겠지만 대학원 졸업 후 자동차 회사에서 일한 후 디자인 전문회사에서 인테리어와 제품디자인 일을 했고, 에너지 관련 연구소에서는 기계 설계를 담당했으며, 대학에서는 CAD, 디자인 이론과 웹디자인을 강의했다. ‘내 전공이 뭐지?’ 그때부터 나는 몇 년 동안 로봇디자인에 몰입했고, 그 뒤 나는 로봇디자인 혹은 메카닉디자인 전문가로 자리매김을 하게 되었다. 그 이전에 대학이라는 동네 사람들에게 그저 이것저것 수박 겉핥기만 하고 다닌 방랑자처럼 보였을지도 모른다. 대학이라는 울타리에 정착하면서 이런 생각은 더욱 굳어졌는데, 그동안의 다양한 경험과 역량이 내 연구와 활동에 그다지 큰 도움을 주진 못했다. 예전에는 자주 학생들에게 다양한 경험을 해 보고 대학원은 다른 전공을 해 보는 것도 좋다고 말했고, 공학을 전공한 학생이 디자인을 전공하는 것에 대해서는 매우 긍정적이었다. 하지만 그들이 학문의 울타리 안에서 인정받지 못하는 것을 보면서 지금은 전공을 바꾸거나 자신의 전공과는 다른 직업을 가지려고 하는 학생을 보면 내가 적극적으로 만류하곤 한다.

현대는 전문가가 인정받는 사회이다. 텔레비전의 토론 프로그램이나 뉴스는 물론 심지어 예능 프로그램을 보더라도 전문가 패널의 등장을 자주 볼 수 있다. 분야에 따라 논란이 있겠지만 적어도 학문에서만큼은 한 분야에서 오랫동안 연구와 경험을 쌓은 사람들이 인정받는 것이 우리 사회의 현실이다. 융합교육에서 지향하는 교육이나 프로그램을 보면 내가 걸어온 길과도 많이 닮아 보인다. 그래서 걱정이다. 융합교육을 통한 인재가 나처럼 방랑자로 오해받지는 않을지 걱정되는 것은 단지 기우에 지나지 않는 것일까?

● 융합인재 vs. 인재융합

나스카 평원에 그려진 200여개의 거대한 기하학 도형, 이집트 기자의 피라미드, 칠레 이스터 섬의 모아이 석상을 보며 우리는 도구도 발달하지 않았던 그 옛날 도대체 어떻게 그런 작업이 가능했는지 궁금해 한다. 많은 가설에도 불구하고 아직도 미스터리로 남아있는 선조들의 유물이 세계 곳곳에 산재해 있다. 대부분 과학과 종교조차도 구분되지 않았을 시기에 이루어진 작업들이다. 그 시대에는 신이 과학이고 종교가 공학이던 시대였다. 추측으로만 알고 있는 아틀란티스의 이야기처럼 우리가 알지 못하는 방법들과 기술력을 그들은 가지고 있지 않았을까? 만약 다방면에 능통한 능력자라면 지금이라도 미스터리에 대한 해답을 찾을 수 있지는 않을까? 가능할지 모르겠지만 우리는 융합교육을 통해 그러한 능력자, 즉 융합인재를 길러내고자 시도한다. 한국과학창의재단에서 말하는 융합인재교육(STEAM)에서는 ‘융합적 소양(STEAM Literacy)’을 강조하는데 이는 “다양한 지식을 활용해 복합적인 문제까지도 해결할 수 있는 능력”을 의미한다. 이 해석대로 융합인재가 양성된다면 앞서 서술한 것처럼 우리가 누군가에게 길을 묻는 일은 없을 것이다. 하지만 융합인재교육에서 의미하는 융합은 ‘통섭(統攝, Consilience)’에 보다 가깝지 않을까 싶다. 통섭에는 역사적인 고찰이 필요하다. 통섭은 아리스토텔레스(Aristoteles, BC 384-322) 시대 혹은 그 이전에 분화되었을 수도 있는 학문의 재통합을 이야기하고 있다. 현대의 전문화된 지식이 다시 과거의 통합된 지식으로 회귀할 수 있을까? 오늘날 학자들은 대부분 세분화된 영역과 방대한 전문 지식들로 이루어진 나무들에 가려 진리의 숲을 보기 힘들다. 물론 과거의 선지자나 대학자처럼 개인이 전지전능한 힘을 발휘할 수 있다면 좋겠지만, 현대 사회에서 다양한 분야의 기술을 아우를 수 있는 능력자가 되기란 쉽지 않을 것이다. 그래서 전문가들이 함께 일할 수 있는 사회적 기반과 기회가 필요하다. 여기 그 기회를 성공적으로 이끈 몇 가지 사례를 소개하고자 한다.

● 융합 속 디자인

애니뮤직(Animusic)은 애니메이션 뮤직만을 전문적으로 제작하는 컴퓨터 애니메이션 회사에서 제작된 뮤직 비디오로서 얼핏 보면 복잡하고 흥미로운 영상이지만, 조금만 주의를 기울인다면 이종 분야의 조합에 의해 얼마나 창의적인 결과를 가져올 수 있는지를 알 수 있다. 애니뮤직을 완성하기 위해서는 크게 음악, 공학, 디자인 영역이 융합되어야 하고 각 영역 내에서도 기악과 작곡, 기계공학과 컴퓨터공학, 그리고 3D 모델링과 영상 연출 등이 융합되어야 한다. 다양한 악기의 연주 경험, 악기의 구조와 이로부터 소리가 생성되는 원리, 소재에 따른 음색의 차이와 소재의 가공에 따른 음색의 변화, 물리학과 수학, 공학을 기반으로 한 창의적인 설계와 청중의 인지적 특성을 고려한 영상 편집 등과 같은 요소들이 유기적으로 결합되면서 놀라운 경험을 제공한다.

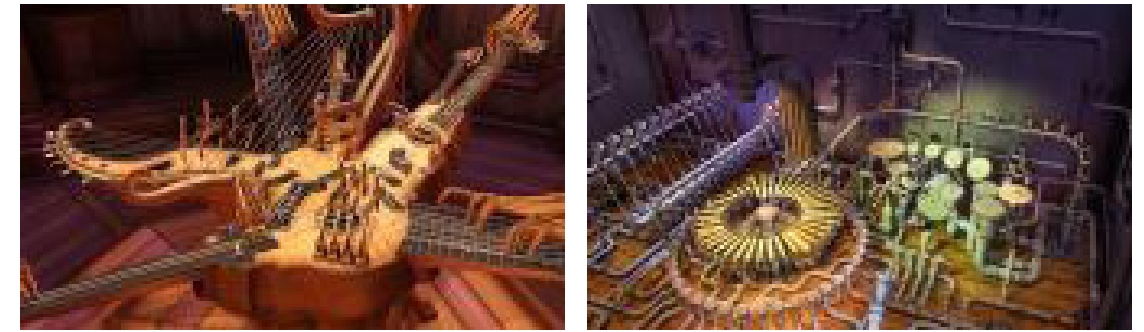


그림1 애니뮤직 영상의 일부분

국내 휴먼스케일 휴머노이드 로봇의 대표적인 모델인 휴보(Hubo)는 프로젝트 4년 기간 동안 5개의 모델을 개발했고, 이 중 4개의 모델을 제작해 활용하고 있다. 당시 시간과 금전적인 악조건에도 불구하고 혼다(Honda)의 아시모(ASIMO)와 비교할만한 결과를 산출한 이면에는 공학과 디자인의 유기적인 결합에 의한 시너지 효과, 그리고 개발에 참여한 연구자들 간 무한 신뢰와 협조가 있었다. 이제는 고인이 된 스티브 잡스(Steven Paul Jobs)와 그의 이상을 실현시켜 준 조나단 아이브(Jonathan Paul Ive)가 애플의 걸작들을 만들어낸 것처럼 휴보의 탄생도 유사했다고 회상한다.

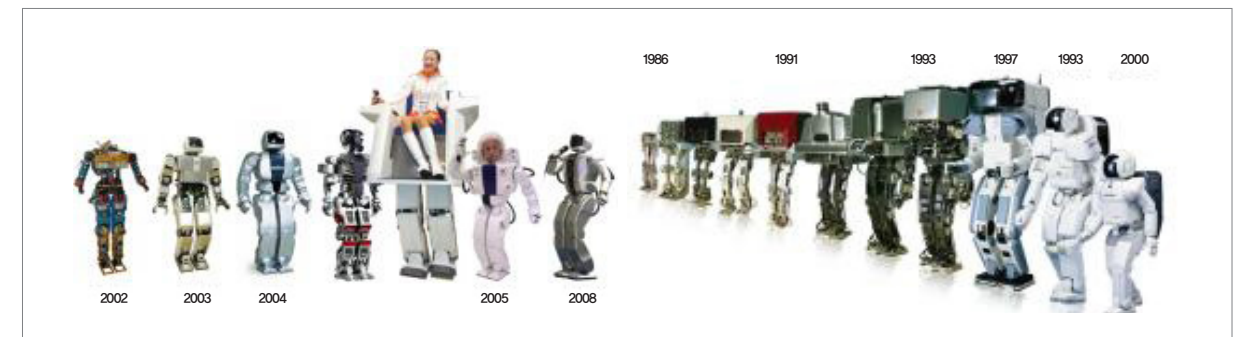


그림2 휴보(Hubo)와 아시모(ASIMO)의 개발 역사

일반적으로 산업디자인을 부가가치산업이라 칭하는데, 최근 위에서 언급한 두 사람으로 인해 애플 상품의 성공적인 마케팅 결과로서 디자인이 핵심가치로 부상하고 있다는 점은 디자이너의 한 사람으로서 매우 반가운 일이다. 애플의 아이맥(iMac)이나 아이팟(iPod) 이전에도 우리는 문화를 소비하는 과정에서 기술과 디자인의 이상적인 결합을 보아 왔다. 뱅앤올룹슨(Bang & Olufsen)의 오디오 시스템은 눈으로 음악을 듣는다고 해도 과언이 아닐 만큼 아름다운 외관이 기계에서 뿜어져 나오는 소리를 한층 고급스럽게 만들어주었고, 람보르기니 미우라(Lamborghini Miura)는 미려한 외관이 슈퍼카가 가진 매력을 배가 시켜주었다. 서로 다른 가치가 조화를 이루면서 산술평가로 측정할 수 있는 범위 이상의 가치를 창출해 낸 대표적인 사례라 생각한다.

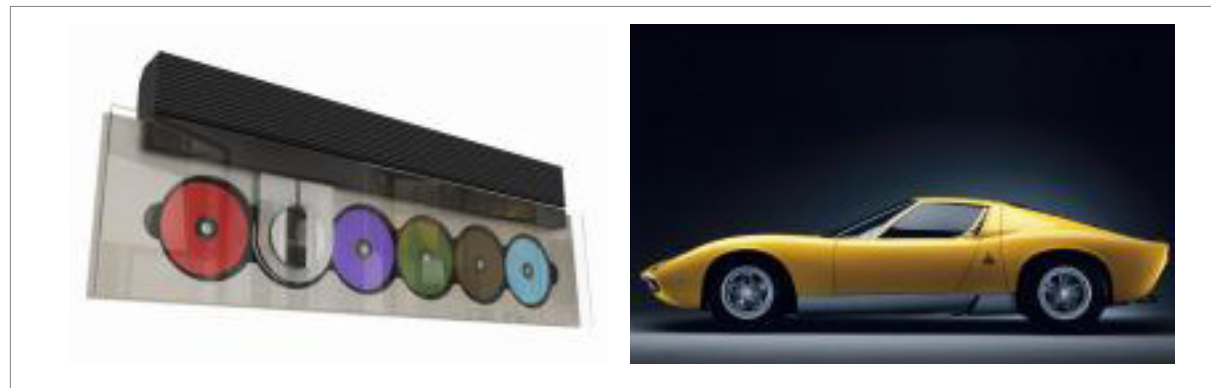


그림3 뱅앤올룹슨의 베오사운드(BeoSound) 9000 모델과 람보르기니 미우라(Miura)

현대 사회는 때로는 전문가(Specialist)를 필요로 하기도 하고 때로는 다방면에 재능을 가진 사람(Generalist)을 필요로 하기도 한다. 그들이 융합이라는 길목에서 서로를 응원하면서 혹은 새로운 조력자를 맞이해 목적지를 찾아갈 수 있다면 그 끝에서 아름다운 무지개를 함께 볼 수 있을 것이다. 앞으로 성공적인 융합의 길 위에서 아름다운 기술들을 인류에게 선사할 수 있는 기회가 많이 생겨나기를 기대해 본다.



많은 전문가들이 한국 경제의 고성장 시대는 끝났다고 우려하고 있다. 우리의 잠재성장률은 1990년대에는 6%대였지만 지금은 3%대 후반으로 내려와 있다. 또한 경제협력개발기구(OECD)는 34개 회원국 중 한국이 가장 빠른 속도로 잠재성장률이 하락하여 2038년에는 1.0%로 떨어질 것으로 전망하고 있다. 더 늦기 전에 융합기술을 통해 미래 성장기반 확충에 나서야 한다.

이번 호에서는 미래 성장기반 확충을 위해 미래 에너지·자원 확보 및 활용과 보건의료 글로벌 시장 선점에 필요한 대표적인 전략기술 6가지를 2개의 분야로 나누어 소개한다.

II. 융합연구 기술동향

① 미래 에너지와 자원 확보 및 활용

- ‘무인비행기로 가는 길, 수소 에너지 기술’에서는 에너지 기술과 항공공학의 융합으로서 수소생산 및 정제 등 기술개발(기초연구)부터 무인비행기의 시스템 개발까지 소개하고 있다.
- ‘쓰레기가 자원으로, 폐자원 에너지화 기술’에서는 폐기물을 기반으로 바이오 에너지를 생산해내는 기술을 소개하고 있다. 특히 음식물 폐기물을 자원으로 하여 메탄가스 생산을 거쳐 환경오염은 줄이면서 동시에 자원을 얻는 기술을 담고 있다.
- ‘예측해보는 컴퓨터 시뮬레이션, 에너지용 다공소재 설계 기술’에서는 컴퓨터 시뮬레이션을 활용해 시행착오를 줄임으로써 개발의 정확도를 높이는 방법으로서 계산과학 기반의 기술개발을 에너지용 다공소재의 설계를 예시로 소개하고 있다.

② 보건의료 글로벌 시장 선점

- ‘내 몸에 불필요한 부분만을 고치는 표적 치료제’에서는 약물 치료 과정 중 필요한 부분만 선택적으로 제거하는 약물을 통해 환자 삶의 질을 높이는 기술에 대한 필요성을 강조하고 있다.
- ‘정확성을 높이는 의료 영상 기기’에서는 정확히 진단하기 어려운 질병을 진단하고 나아가 조기 진단을 통해 진단 시간의 단축 및 실시간 진단을 가능케 하는 첨단 인체 영상 기기를 설명하고 있다.
- ‘모바일 기반의 센서, 질병 진단 바이오칩 기술’에서는 기존 진단 기술을 넘어, 환자 건강의 실시간 검사뿐만 아니라 질병 관련 데이터를 구축하는 등 환자 맞춤형 질병 진단 센서에 대해 설명하고 있다.

무인비행기로 가는 길, 수소 에너지 기술

조은애, 윤창원 박사 NT 융합전문위원

최근 인류는 에너지 고갈, 지구온난화 등과 같은 유래 없는 에너지 및 환경 문제에 직면해 있으며, 이러한 전 지구적 문제의 해결을 위해 신재생 에너지 기술의 개발과 새로운 탄소중립 에너지 발굴에 많은 노력을 기울이고 있다. 이러한 노력의 일환으로 화석연료 기반의 고효율 청정 에너지 기술 개발뿐만 아니라 수소를 기반으로 하는 수소경제의 구축을 위한 기술 개발이 다각도로 이루어져 왔다. 특히 수소경제는 신재생 에너지를 비롯한 다양한 에너지원에 기반한 수소의 제조 기술, 저장 및 이송 기술, 그리고 이송된 수소를 직접 연소하거나 연료전지를 사용해 에너지를 얻는 수소 에너지 이용 기술을 포함하며, 상술한 각각의 요소 기술들은 순수과학뿐만 아니라 여러 분야의 공학을 필요로 하는 총체적 융합 기술이다.

미국 Department of Energy(DOE)는 transportation application을 위한 수소제조, 저장, 연료전지 기술을 비롯해 다양한 관련 기술의 개발을 위해 대학, 연구소, 및 기업으로 구성된 컨소시엄을 구성해 실용적 기술개발에 박차를 가하고 있다. 특히 수소경제사회의 구현을 위해서는 언급한 요소기술 중 안정성이 확보된 고용량 수소저장 기술의 개발이 필수적인데, 운송용 고효율 수소저장 기술의 경우 2015년 수소저장 목표치를 시스템 무게 대비 5.5 wt% 및 부피 대비 0.04kg H₂ L⁻¹로 설정하여 이를 충족하기 위한 다양한 수소저장물질의 개발에 노력을 경주하고 있다. 재료 기반의 수소저장 기술에는 저온수소흡착 기술, 금속수소화물 기반 수소저장 기술, 그리고 화학수소화물 기반 수소저장 기술 등이 있는데 특히 화학적 수소저장 기술의 경우 화합물에 화학적으로 저장된 수소를 촉매의 존재 하에 필요시 탈착시키는 기술로서 재료가 가지는 높은 수소저장용량으로 인해 많은 관심을 받아왔다. 대표적인 화합물로는 aqueous sodium borohydride(NaBH₄ 수용액) 및 ammonia borane(AB, NH₃BH₃)이 있으며, 특히 AB의 경우 높은 수소저장용량으로 인해 운송용 수소저장물질로 각광받고 있다. (재료기반 17.6 wt%)

이러한 AB는 에탄(CH₃-CH₃)과 등전자구조를 가지며 화합물이 보유한 protonic N-H와 hydridic B-H 결합 간 이수소결합(dihydrogen bonding)에 의해 상온에서 고체로 존재한다. 그러나 열을 가할 경우 이수소결합의 붕괴를 수반하며 천천히 수소를 발생하는 특성을 갖고 있다.

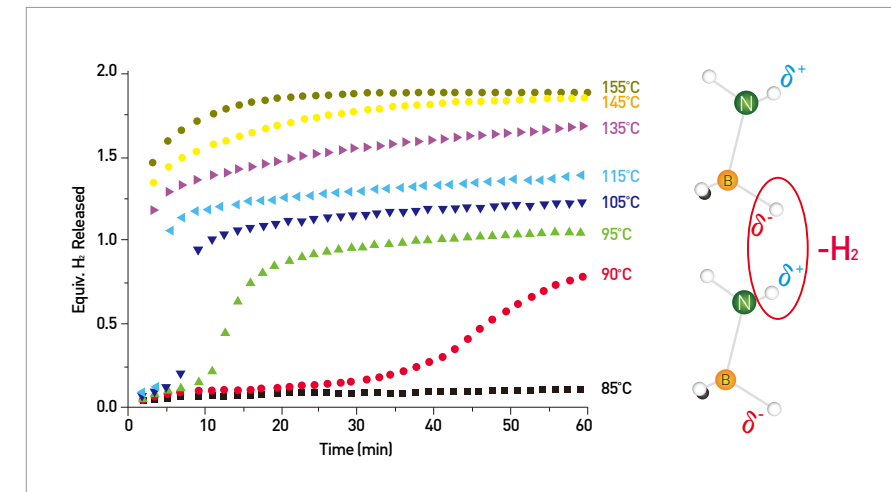


그림1 온도에 따른 ammonia borane의 탈수소화반응 ¹⁾

한국과학기술연구원 연료전지연구팀은 에테르 기능기를 갖는 화학적첨가제를 사용하여 100°C 이하에서 발생하는 느린 AB의 탈수소화반응의 속도를 가속화하는데 성공했다.²⁾ 이러한 저온 AB 탈수소화반응의 속도 향상은 첨가제에 위치한 산소원자와 AB 간 수소결합을 통한 상호작용으로부터 기인하는데, KIST 연구팀은 이론적 방법 및 caltech과의 공동연구에서 첨가한 에테르 작용기의 전자밀도가 수소결합을 통해 AB로 전달됨으로써 반응성이 큰 중간체를 형성해 AB 탈수소화반응의 속도를 향상시킬 수 있음을 규명하였다.

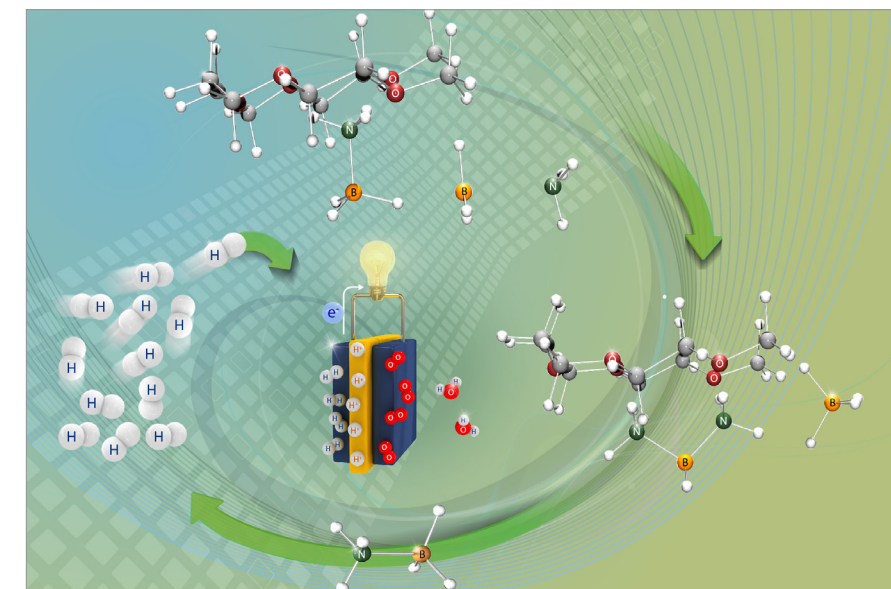


그림2 화학적 첨가제에 의한 AB 탈수소화반응의 개념도 ³⁾

1) KIST 연료전지연구팀

2) Phys. Chem. Chem. Phys. 2013, 15, 19584

3) KIST 연료전지연구팀

쓰레기가 자원으로, 폐자원 에너지화 기술

이영행 박사 NT 융합전문위원

과거 인류는 나무와 식물성 기름 등 시간이 지나면 자연스럽게 얻을 수 있는 순환적 에너지를 사용해 왔다. 그러나 18세기 석탄을 시작으로 석유, 천연가스 등 지속 불가능한 화석연료 시대가 도래 하면서 인류는 에너지 풍요의 시대를 맞이하게 되었으나, 산업의 급속한 발전 뒤에 환경오염과 화석연료 고갈이라는 문제에 직면하게 되었다. 이제 21세기 사회는 한정된 자원으로 인류의 산업과 생활을 지속적으로 영위하기 위한 효율적인 방법인 '자원순환사회' 구축을 위해 노력하고 있으며, 이를 위하여 폐기물의 4R 정책(감량화, Reduce; 재사용, Reuse; 재활용, Recycle; 에너지화, Recovery)을 전 세계적으로 채택하여 추진 중이다. 이는 매립, 소각, 해양 배출되던 폐기물의 에너지화를 통해 자원소비형 성장사회에서 폐기물 제로형인 자원 순환형 사회로의 전환을 의미하는 것이다.

런던협약 의정서가 2006년 3월 24일 발표됨에 따라 국내의 경우 2013년부터 음식물 폐기물 및 폐수의 해양배출이 금지되었고, 2014년부터는 모든 종류의 폐기물 해양 배출이 전면 금지될 예정이다. 따라서 생활에서 배출되는 주요 유기성 폐기물인 음식물 폐기물의 육상처리 대안 및 대체에너지원으로 활용을 위해 실용적이고 유효한 바이오에너지 변환 기술에 대한 개발이 필수적으로 요구되고 있는 실정이다. 국내외적으로 음식물 폐기물에서의 바이오에너지 생산 기술 개발은 혐기성 소화 공정을 통해 발생하는 바이오가스(메탄가스) 생산을 중심으로 활발한 연구가 진행 중이다.

음식물류 폐기물은 크게 음식물 쓰레기와 음식물 찌꺼기를 혐기성 소화 공정에 주입하기 전에 전처리 과정에서 발생하는 음식물 폐수(음폐수)로 구분된다. 국내에서 음식물 폐기물을 처리하여 바이오 에너지화 및 자원화 하는 대표적인 시설로서 부산 생곡 음식물 자원화센터와 서울 동대문 환경자원센터 두곳이 있으며, 일 처리 용량은 각각 200톤과 98톤이다. 두곳 모두 민간 투자 사업으로 운영되며, 벨기에 OWS사가 개발한 DRANCO 공법(건식단상혐기성소화방식)을 음식물 자원화센터에 도입하여 국내 실정에 맞게 개선해 적용하고 있다. (그림1) DRANCO 공법의 경우 유럽 10개국 이상에서 상용화 적용되고 있는 공법으로, 우선 혐기성 소화조로 들어온 음식물 쓰레기는 1차 소화과정을 거친 뒤 탈수기로 보내어진다. 물기를 짜낸 뒤 남은 고형물은 새로 들어온 음식물 쓰레기와 함께 다시 혐기성 소화조에 투입되며 음폐수는 폐수처리설비에서 1차 처리된 뒤

4) KIST 연료전지연구팀
5) <http://www.youtube.com/watch?v=utoDzF1IDYY>

하수처리장으로 보내진다. 생성된 바이오 가스는 정제한 후에 발전기를 돌려서 전기를 생산하게 된다. 부산 생곡 사업소의 경우 생산된 전기 2,000 kw/h에서 사업소 운영에 사용되고 남은 전력을 한국전력에 판매하여 수익을 올리고 있다. 또한 혐기성 소화 과정을 거쳐 발생하는 슬러지는 퇴비화해 진주 소재의 청솔농협동조합에 유상으로 판매하고 있다.

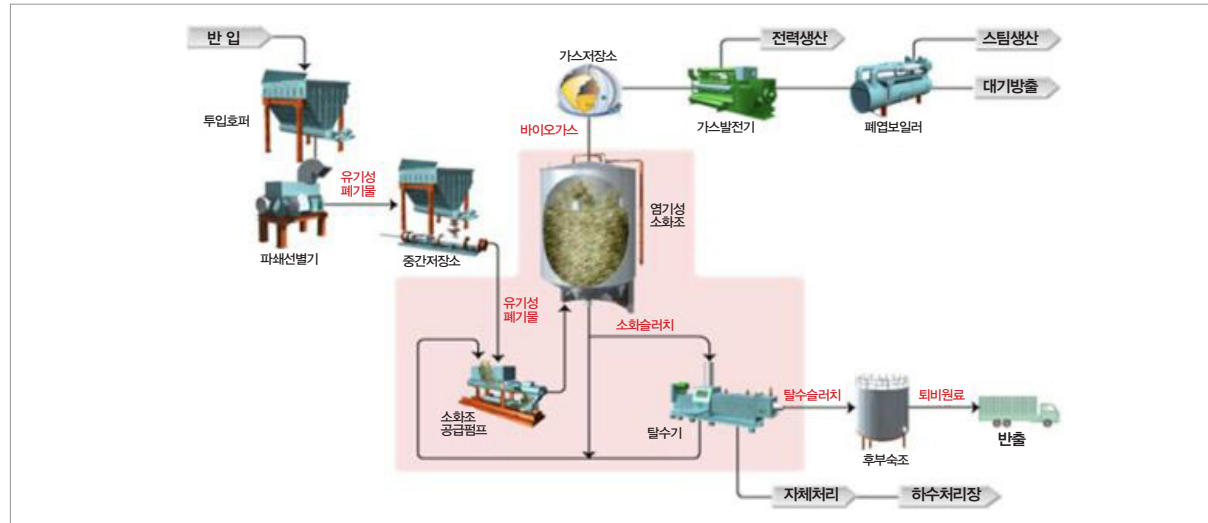


그림1 벨기에 OWS사가 개발한 DRANCO 공법 공정도 1)



그림2 서울 동대문 환경자원센터 2)

지속가능하면서 환경 친화적인 연료로 현재의 에너지 소비를 충족시켜야 하는 시점에서 음식물 폐기물을 원료로 한 바이오 에너지는 자연 순환의 원리에 순응하여 친환경적이면서도 지속적으로 생산이 가능하다는 장점이 있다. 특히 음식물 폐기물의 혐기성 소화 과정을 거쳐 메탄가스 생산을 통해 얻는 바이오 에너지의 경우 환경오염을 줄이고 에너지와 비료를 얻는 일거양득의 효과가 있다.

1) 김수평, 김동일(2009), 매립가스와 음식물류폐기물을 이용하여 전력을 생산하는 기술, 유기물자원화, 17(4), 13~15.
2) 좌 : 환경일보(김규천 기자), 동대문구, 지방자치 환경관리 최우수상 수상, 2011.09.28
우 : 문화일보(유병권 기자), 동대문 환경자원센터 '친환경 성공모델' - 쓰레기 처리때 발생 바이오 가스 이용 전기 생산, 2011.08.16.

예측해보는 컴퓨터 시뮬레이션, 에너지용 다공소재 설계 기술

한상수 박사 NT-IT 융합전문위원

2010년 8월 서울 행당동에서 운행 중이던 천연가스(Compressed Natural Gas, CNG) 시내버스가 폭발해 승객 등 17명이 중경상을 입는 사고가 발생했다. 이 사고의 근본 원인은 천연가스 저장용기에 200 bar 정도의 고압을 이용한 점 때문이었다. 이와 관련해 최근 몇몇 자동차 기업에서는 고압(약 700 bar) 수소저장기술을 이용하여 수소 자동차를 개발하려는 연구를 수행하고 있다. 천연가스 자동차 사고에서 볼 수 있듯이 고압 수소 자동차 역시 안전성에 문제가 있을 수 있다. 최근 이러한 이유로 안전하고 효율적인 가스 저장을 위해 다공소재에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

다공소재에는 제올라이트, 활성탄, 나노튜브 등 다양한 종류가 있다. 최근에는 비표면적이 10,000 m²/g 이상을 갖는 금속-유기 골격체(Metal-Organic Framework, MOF)가 개발되었다. 이는 MOF 소재 1g 안에 축구장 넓이의 표면이 존재한다는 바를, 면적이 크다는 점은 가스 분자들이 붙어 있을 자리가 많다는 것을 의미한다. 이러한 이유에서 가스 흡착재로서 MOF 소재는 매우 매력적이다. 최근 독일의 자동차 회사인 폭스바겐에서 MOF 소재를 이용해 주성분이 CH₄인 천연가스 자동차를 제작하고 테스트까지 진행하였다. MOF와 같은 다공소재의 가스흡착 기술을 이용하면 H₂ 저장은 100 bar 이내, CH₄ 저장은 35 bar 이내로 가능하게 되어 안전한 친환경 자동차를 실현할 수 있게 된다.

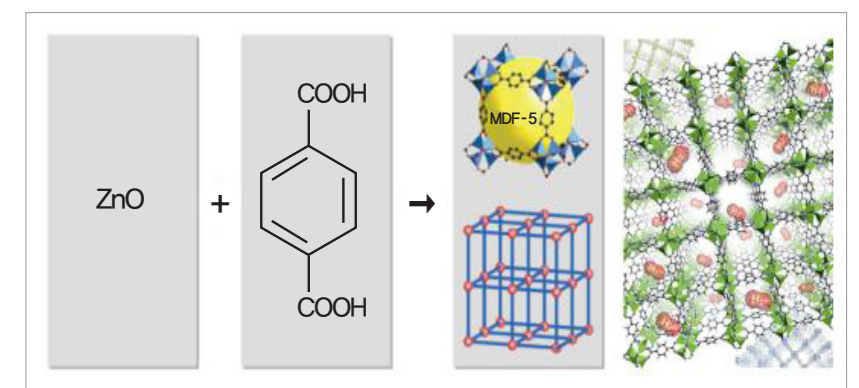


그림1 MOF의 구조 및 H₂ 가스 저장 도식도 1)

1) U.C. Berkeley Yaghi 교수팀 홈페이지 (<http://yaghi.berkeley.edu/>)

MOF 소재는 다중 기능 유기분자와 금속 이온들이 3차원 네트워크로 결합되어 만들어지고 높은 규칙성을 갖고 합성도 간단하다. 또한 유기분자와 금속 이온을 바꿔주면 비표면적, 기공 크기 및 모양 등을 쉽게 조절할 수 있고 그 종류 또한 거의 무한하다. 이와 같이 다양한 MOF를 실험적으로 일일이 가스 흡착특성을 평가하는 것은 여간 어려운 일이 아니다. 따라서 최근 컴퓨터 시뮬레이션을 이용해 MOF 소재의 가스 흡착특성을 평가하고 더 나아가 새로운 MOF를 설계하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

몇 년 전까지만 하더라도 MOF 관련 시뮬레이션 연구는 주로 몇몇 MOF 소재에서 가스(H_2 , CH_4 , CO_2 등) 흡착량 및 흡착자리를 예측하는 연구가 진행되었다. 하지만 2012년부터 대규모(100,000개 정도)의 MOF를 설계 및 스크리닝 하는 기술이 미국 연구진들에 의해 발표되고 있다. 대표적으로 미국 노스웨스턴(Northwestern) 대학에서는 컴퓨터 시뮬레이션을 이용해 137,953개의 MOF를 설계하고, 이들의 CH_4 가스흡착 용량을 예측하는 기술이 Nature Chemistry에 발표되었다.²⁾ 이 시뮬레이션 기술을 이용해 MOF의 구조와 가스 흡착용량 간 상관관계를 연구하였고, MOF 구조 내 메틸기($-CH_3$)가 함유될 시 높은 CH_4 용량을 얻을 수 있음을 발견하였다. 또한 실험 그룹과 공동연구를 통해 시뮬레이션에서 예측된 MOF를 실제로 합성하기도 하였다. 같은 해에 미국 캘리포니아대학-버클리(U.C. Berkeley)에서도 유사한 연구를 Nature Materials에 발표하기도 했다.³⁾ 캘리포니아 대학팀은 CO_2 포집 소재 개발을 위해 컴퓨터 시뮬레이션에서 100,000개 정도의 제올라이트 및 MOF 소재를 스크리닝 하였다. 특히 계산 속도를 향상시키기 위해 GPU(Graphics Processing Unit) 기반의 프로그램을 개발하였다.

지난 2005년부터 KIST 계산과학연구단에서는 컴퓨터 시뮬레이션을 활용해 고효율 가스흡착을 위한 MOF 설계 연구를 진행하고 있다. 특히 양자역학 기반의 제일원리 계산방법과 통계역학 기반의 몬테카를로 시뮬레이션 기법을 병합한 멀티스케일 시뮬레이션 기술을 이용하여 세계 최초로 MOF계 다공소재의 가스 흡착용량 및 흡착자리를 정확하게 예측할 수 있는 기술을 개발한 바 있다.⁴⁾ 더불어 이러한 멀티스케일 시뮬레이션 기술을 이용하여 상온에서 높은 수소저장용량을 갖는 리튬(Li)이 도핑된 MOF를 설계하기도 하였다.⁵⁾ 본 결과가 발표된 후 여러 실험 그룹에서 실제로 리튬이 도핑된 MOF를 합성하였고, 실제로 리튬 도핑에 의해 수소저장용량이 크게 향상된 바를 발표했다. 이는 신소재 설계에 있어서 계산과학의 중요성을 다시 한 번 일깨워 주는 좋은 예가 될 수 있다. 현재 KIST 계산과학연구단에서는 멀티스케일 시뮬레이션을 이용하여 에너지(H_2 , CH_4 등) 및 환경(CO_2 , CO 등) 분야로의 응용을 위한 MOF 설계 연구와 MOF 소재의 새로운 응용 분야를 찾기 위한 연구가 병행되고 있다.

2) Wilmer et al.(2012), Large-scale screening of hypothetical metal-organic frameworks, Nature Chem, 4, 83.
3) Lin et al.(2012), In silico screening of carbon-capture materials, Nature Mater, 11, 633.
4) Han et al.(2007), Improved Designs of Metal-Organic Frameworks for Hydrogen Storage, Angew. Chem. Int. Ed, 46, 6289.
5) Han et al.(2007), Lithium-Doped Metal-Organic Frameworks for Reversible H₂ Storage at Ambient Temperature, 129, 8422.

지금까지 설명한 바와 같이 MOF 소재는 에너지 및 환경 분야에 폭넓게 활용될 수 있다. 또한 합성이 간단하고 종류 또한 매우 다양하다. 이러한 점에서 새로운 MOF 소재를 설계하는 데 있어 컴퓨터 시뮬레이션은 유용하게 활용될 수 있다. 이미 가스 흡착량을 정확하게 예측할 수 있는 기술과 수십만 개의 MOF를 다룰 수 있는 계산 자동화를 통한 스크리닝 기술 또한 개발되었다. 이러한 기술을 통해 시뮬레이션에서 예측된 소재는 충분히 실험에서 구현할 수 있게끔 해줄 수 있다. 앞으로 MOF를 비롯한 여러 다공소재를 개발하는 데 있어 계산과학은 필수요소가 될 것으로 기대한다.

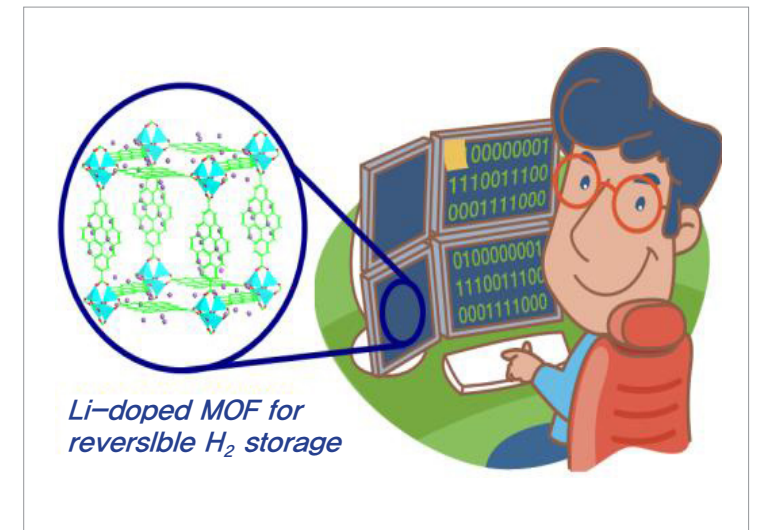


그림2 계산과학 기반 수소저장용 MOF 소재 설계기술⁶⁾

6) Han et al.(2007), Lithium-Doped Metal-Organic Frameworks for Reversible H₂ Storage at Ambient Temperature, 129, 8422

내 몸에 불필요한 부분만을 고치는 표적 치료제

김영수 박사 BT-CS 융합전문위원

기술 정의

- 질환 특이적 바이오마커를 표적으로 하여 선택적으로 병원체를 사멸·제거·억제하는 약물

국내외 연구개발 동향

- 미국 NCI에서는 닉슨 대통령 이후 꾸준히 표적항암치료제의 개발 및 임상 시험을 지원하고 있으며, NIH는 2013년 33백만 달러를 들여 알츠하이머병 표적 치료제 개발을 지원하기로 하였다.
- Roche, Sanofi-Aventis, Novartis, AstraZeneca, Eli Lilly 등 외국계 글로벌 제약사들은 표적치료제 시장을 잠재력이 큰 시장으로 간주하고 있으며, 2009년 406억 달러의 시장에서 시작해 2019년 3.5% 증가한 572억 달러의 시장으로 간주하고 있다. 그중 Top 20개 회사가 전체 표적치료제 시장의 75%인 304억 달러의 시장을 점유하고 있지만 2019년에는 63%로 줄어든 것으로 예상하고 있다.
- 표적 치료제는 현재 글로벌 제약사 Novartis의 미국 법인에서 개발한 Bcr-Abl 표적 골수백혈병 치료제인 Gleevec이 가장 앞서 있다.
- 표적 치료제 개발이 가장 활발한 항암제의 경우 지금까지 115개의 분자 표적 치료제가 개발 되고 있는데, 그 중 83개는 항체를 이용한 약물이고 47개는 신호전달 체계를 타겟으로 한 약물로서 12개 파이프라인은 late-phase 개발 단계에 진입했고 2018년 295만 달러 시장 규모로 예상하고 있으며 aflibercept(Regeneron/Sanofi-Aventis), Pertuzumab(Genentech/Roche/Chugai), trastuzumab-DM1(ImmunoGen/Genentech/Roche/Chugai)와 Figitumumab(Pfizer)이 개발되고 있다.
- 국내에서는 출연연과 대학 중심으로 개발단계의 연구와, 제약사 중심으로 전임상/임상 연구가 활발히 진행 중이다.
- 2011년 출범한 범부처 신약개발 사업단을 비롯하여 미래부의 21세기 프런티어 사업, 보복부의 보건의료 기술사업, 그리고 산자부의 신약개발 관련 사업 등으로 정부는 지속적으로 치료 약물 개발 사업에 국가 예산을 투입하고 있다.

정부 R&D 투자 확대의 필요성

- 하나의 글로벌 수준 표적치료제를 위해서는 실패 비용을 포함해 신약개발 전 과정에 매년 약 600억원이 투자되며, 전체 연구비의 34% 정도가 소모되는 후보물질 도출의 경우 연간 약 200억원이 필요하다. 즉 세계 시장을 겨냥한 신약 후보물질을 발굴할 수 있는 개별 연구 집단의 평균 연구비 임계규모가 연간 200억원임을 감안할 때 후보물질 도출에 대한 정부연구비(약 300억원 규모)의 효율적인 집행이 절실하다.
- 글로벌 제약사(Novartis, Pfizer, Merck, GSK)에 비하여 현재 국내수준은 신규 분자표적 발굴/동정/검증, 의약화학, CADD, 구조생물학, 약효평가, 독성평가, formulation에서 80-90% 수준이다.
- 시장규모 7.8조원에 불과한 국내시장만으로는 제약기업들이 임계규모의 매출을 올리기 어렵고 성장성에 한계가 있으며 FTA 등 제약 산업 전반의 위기를 극복하기 위해서는 신규 대형 신약개발 연구사업과 같은 글로벌 unmet needs에 맞춘 표적치료제 R&D 전략의 강화를 통한 세계시장 진출만이 유일한 대안이다.

파급효과

- 표적치료제의 부재로 아직까지 근원적인 치료제가 없는 전 세계 치매 치료제 시장은 2014년 이후 7조원에 이를 것으로 추산된다.
- 최근 출시된 표적항암제의 Best in Class 계통의 출시 5년 후 매출액 예상치 Tarceva 11억불(First in Class로 경쟁제품은 Iressa), Sutent 5.0억불(First in Class로 경쟁제품은 Nexavar), Sprycel 4.4억불(First in Class로 경쟁제품은 Gleevec) 정도로 예측된다.
- 중앙 및 뇌신경질환의 치료제를 개발할 수 있는 신약개발 타겟을 제공하고 이에 대한 근원적 치료를 가능하게 하여 의료비용 및 노동 가능 인구 확보 등 난치성 질환에 의한 경제적·사회적 비용이 절감될 것으로 예상된다.
- 2000년 이후 고령화 사회(노인인구비율 7%)로 접어든 우리나라는 2019년 고령사회(노인인구 비율 14%), 2026년에는 초고령사회(노인인구비율 20%)가 될 것으로 예측하고 있다. 노인 인구의 약 10%가 뇌신경질환에 걸린다고 가정하면 건강한 노후생활에 대한 보장이 없다. 건강한 노후생활을 영위하기 위한 해결책으로 뇌신경질환의 표적치료제 개발이 시급하다. 중양환자 또한 노령인구의 증가로 매우 급속도로 증가해 2020년에는 매년 1천7백만의 새로운 환자가 발생할 것으로 예상하고 한국인의 사망원인 중 1위를 차지하고 있다. 따라서 치료제의 개발은 이러한 사회적 문제를 해결할 수 있다.

정확성을 높이는 의료 영상 기기

김익재 박사 IT 융합전문위원

최근 경제성장과 고령화사회에 진입함에 있어서 국민의 삶의 질을 향상에 기여하는 고급 의료기술산업의 중요성이 강조되고 있으며, 그 중에서 의료영상기기는 전체 의료기기시장에서 절반이상의 비중을 차지할 만큼 대표적인 분야이며 향후 고부가가치를 창출 할 수 있는 산업이라고 할 수 있다.

의료 영상 기기 기술은 인체 내부의 기관, 조직, 세포 등의 정보에 대한 영상분석을 통해 질병의 진단 및 치료에 필수적인 자료를 제공해 주는 기술이다. 최근 기술의 고도화에 따라 고해상도 의료 영상 기술은 IT, BT 및 NT 등의 융합형 기술로서, 기존의 기술로는 정확히 진단하기 힘든 질병들의 진단 및 조기진단을 가능케 하는 미래 핵심 기술 중 하나이다.

● 의료 영상 기기 기술 현황

의료 영상 기기는 크게 방사선 영상 기기, 핵의학 영상 기기와 비방사선 영상 기기로 나뉘어진다.

◎ 방사선 영상 기기

X-ray 영상 장치, X-ray 단층촬영(CT) 및 핵의학 영상 기기 등이 있다. X-ray CT는 X선 일반진단장치와 유사한 물리적 특성을 이용하고 있다. EM사가 최초로 설치한 X-ray CT에 의하여 임상적으로 비약적인 진보를 이루어 왔다. 초창기에는 3mm 해상도에서 오늘날 0.1mm에 이르는 고해상도 영상으로 발전해 왔다. X-ray의 기본원리는 X선관이 인체 주위를 360도회전하여 얻은 데이터를 영상 재구성과 영상 처리를 이용하여 삼차원 영상을 얻는 것이다.

◎ 핵의학 영상 기기

핵의학 영상 기기는 방사성 동위원소를이용하여 영상을 얻는 장치를 말한다. 인체의 구조적 정보를 제공하는 다른 진단 장치들과 달리 방사성 약품을 이용하여 인체의 기능적 정보를 제공한다. 이는 방사성동위원소에서 감마선이 생성되는 물리적 원리의 차이에 따라서 단일 광자 영상과 양전자 영상으로 구분된다. 단일 광자 영상을 얻는 영상장치를 감마 카메라 또는 섬광 카메라(scintillation camera) 등으로 부르며, 감마 카메라를

우리 몸 주위로 회전시키며 여러 방향의 투사 영상을 얻고 이를 수학적으로 재구성하여 단면 영상을 얻는 방식을 SPECT(single photon emission tomography)라 한다. 양전자 단층 촬영(positron emission tomography, PET)은 양전자 방출체에서 방출된 양전자가 전자와 결합하여 방출되는 2개의 감마선을 검출하는 영상기기로 민감도와 해상도가 단일 광자 영상 장치보다 뛰어난 장점이 있다.

◎ 비방사선 영상 기기

비방사선 방식으로는 자기공명 영상 장치(MRI), 초음파 진단 장치, 내시경 등이 있다. 자기공명 촬영 장치는 고자장 내에서 원자핵이 인가된 고주파 에너지에 공명하여 방출하는 에너지를 측정하고 이를 영상으로 재구성함으로써 인체의 해부학적인 정보를 얻게 하는데, 이것은 인체의 대부분을 차지하고 있는 물성분 중 수소의 자기 모멘트 성질을 이용하여 주변 조직 상태에 자기공명신호 크기의 공간적 분포를 영상화하는 원리를 이용한 것이다.

초음파 진단장치는 초음파 빔의 방향 특성을 이용하여 인체에 주사된 신호의 반향 신호를 수신하고 인체 내부의 단면을 재구성함으로써 인체 영상 정보를 제공한다. 최초의 실시간 초음파 영상 진단기는 1965년 W. Krause와 R. Soldner 등에 의해 개발되었다. 이는 비침습적으로 생체내부를 진단하는 의료영상진단기술 중에서 X선 영상기술 다음으로 많이 사용되어오고 있다. 인체에 무해하며 가격이 비교적 저렴하고 실시간 영상을 얻을 수 있기 때문에 시장 규모가 점점 증가하고 있다. 내시경은 소화기질환을 진단하거나 치료를 위해 신체내부에 직접 기기를 주입하여 영상을 얻는 기기이다. 내시경은 의학계 여러 분야에서 사용되고 있는 의료기구로 특히 내과에서 크게 활용되어 왔다. 인체의 입이나 코 등을 통하거나 최소절개를 통해 진단 및 수술용 기구를 넣어 치료함으로써 수술 후유증을 최소화할 수 있다는 장점을 갖고 있다. 또한 질병의 정확한 진단뿐만 아니라 외과수술의 많은 부분을 대체시킬 수 있다.

이러한 의료 영상기기는 비침습적으로 종양을 보여줄 수도 있고 주위 조직 침범 여부와 크기에 대한 의사의 접근을 도와주는 것을 가능하게 하며 영상에 의한 검사는 현대 진단의학에서 없어서는 안되는 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 또한 빠른 속도의 연산이 가능한 컴퓨터 하드웨어와 소프트웨어 기술의 발달은 2D 영상보다는 3D 영상을 이용해 진단하는 것을 가능하게 하였고, 최근 영상진단기기는 해당 전 분야에 걸쳐 촬영시간의 단축, 고해상도, 입체화 되어 가는 추세로 다양한 진단 분석 방법이 개발되고 있다.

● 의료 영상 기기 분야 기술 트렌드

최근 의료 영상 기기의 생명은 속도와 융합에 있다고 할 수 있다. 환자들에게 방사선 피폭량을 적게 하기 위해 가능하도록 빨리 찍으면서 두 개 이상의 다른 검사를 하나로 묶어서 할 수 있는 융합형 기술이 진화를 거듭하고 있는 실정이다.

대표적인 기능 및 분자영상기법인 핵의학적 영상은 생화학적, 물리적 원리로 인해 제공해 주는 해부학적인

정보가 부족하고 해상도가 낮으므로 우리 몸의 구조를 높은 해상도를 가지고 보여주는 X선 CT 또는 MRI 등과의 영상융합이 필요하다. 이에 PET와 CT를 결합한 PET/CT가 개발되었으며 이는 현재 가장 널리 활용되고 있는 융합의료영상 시스템이라 할 수 있다. PET/CT는 독립적인 PET과 CT 시스템이 병렬적 또는 순차적으로 연결되어 있으며 촬영시간이 수 분 이내인 CT를 먼저 시행하고 바로 이어서 PET 영상을 얻어 두 영상을 융합하는 방식으로 사용되고 있다. 이러한 PET/CT는 특히 공간 해상력이 낮고 해부학적 정보가 상대적으로 적은 PET 영상에서 발견된 병변의 정확한 위치와 크기를 CT를 통해서 알 수 있는 진단적 장점이 있다. 또한 정량적으로 정확한 PET 영상을 얻기 위하여 필수적인 인체에 의한 감마선의 감쇠보정을 별도의 감마선 투과 스캔 없이 CT 영상을 이용해 시행함으로써 PET 촬영 시간을 획기적으로 줄일 수 있게 되었다.



그림1 Siemens Biograph PET-CT scanner ¹⁾

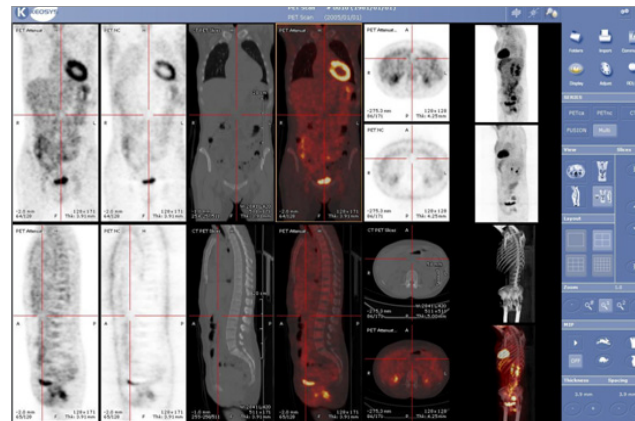


그림2 A complete body PET / CT Fusion image ¹⁾

또 다른 융합영상시스템들로 SPECT/CT가 이미 임상에서 활용되고 있으며, 광학영상과 CT 또는 PET를 결합한 optical-CT, optical-PET 등에 대한 연구가 있는데, 현재 가장 관심을 받고 있는 것은 PET와 MRI를 결합한 PET/MRI이다.

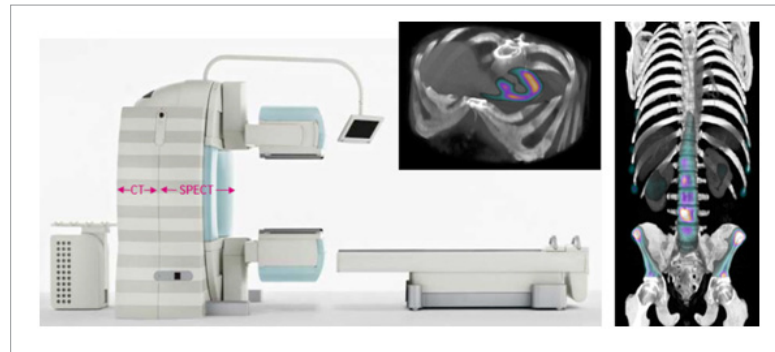


그림3 SPECT/CT 기기 ²⁾

1) <http://en.wikipedia.org/wiki/PET-CT>
2) SIEMENS Healthcare, <http://www.medical.siemens.com>

최근 국내 연구진에서 PET와 MRI를 결합하는 방법에 대한 새로운 연구 결과들을 선보이고 있다. KAIST, 서울대, 서강대 등 공동 연구팀에서는 방사선 검출기로 들어오는 빛을 증폭하는 센서를 강한 자기장 내에서도 사용이 가능하도록 실리콘 광증배 센서로 개선하여 자기장 간섭이 없는 PET 검출기 및 영상 처리 기능을 가진 일체형 PET/MRI 장치를 개발하였다. 기존에는 MRI에서 발생하는 강한 자기장의 영향으로 PET와 MRI 영상을 각각 찍은 후 결합하는 방식을 사용했으나, 긴 촬영시간과 환자의 움직임에 따른 오차 등으로 두 기기의 결합이 절실한 실정에서 얻은 좋은 결과물이라고 할 수 있다. ³⁾

최근 개최된 제99회 북미 영상 의학회(2013년 12월 1일~6일)에서는 새로운 의료 영상 기기들이 소개되었다. 이번 학회의 핵심 키워드는 환자들에게 편안함을 주는 기술이었다. GE Healthcare에서는 ‘조용한 MRI’를 발표했다. MRI를 찍을 때 환자가 가장 괴로운 것이 바로 망치소리와 같은 굉음을 촬영하는 1시간 동안 듣는 것이다. GE는 소음을 대화하는 수준의 목소리까지 낮춘 ‘사일런트스캔(silent scan)’을 선보였다. ⁴⁾

기존 MR는 소음이 락 콘서트 수준의 110데시벨(dBA)에 달했지만 사일런트스캔은 76dBA수준이다. 또한 GE Healthcare에서는 기존 CT 촬영의 경우 심장질환 환자에서는 3번 촬영을 하여 환자에게 방사선 노출 빈도가 높지만, 이번 신기술은 한번 촬영으로 주변 16cm 까지 및 0.23mm 정도의 미세물질까지 자세히 볼 수 있도록 하고 있다. ⁵⁾

MRI는 움직이면 영상구현이 힘들어 간과 같이 동적인 기관을 촬영하려면 환자가 15~20초이상 길게 숨을 참아야 하기 때문에 고통스러운데, SIEMENS Healthcare에서는 3초~10초 정도로 시간을 줄여주는 첨단기술을 선보였다.

Philips Healthcare에서 소개한 스펙트럴 CT 기기는 완전히 새로운 디텍터를 사용해 고에너지 및 저에너지의 X-ray 광자들을 동시에 구별해 낼 수 있도록 하고, 해부학적 정보뿐 아니라 인체 내부 물질의 성분을 구별해 컬러로 나타내어 CT 영상의 질을 향상시키고, 추가로 iPatient 플랫폼에서는 한번 CT를 촬영한 후 추가 촬영 없이도 필요에 따라 스펙트럴 정보를 평가할 수 있기 때문에 추가 촬영으로 인한 피폭 문제를 줄였다. 이와 같이 의료 영상 기기에서는 방사선 노출을 현저히 줄이거나 촬영 시간을 단축시켜 환자들에게 제공하는 의료 질을 향상시키는 방향으로 개발되고 있다. ⁶⁾

향후 전망

의료 영상 기기 분야는 최근 치료보다 예방에 더 많은 비용을 들이고 있는 경향에 맞춰 향후 질병 진단을 신속하고 정확하게 하는 혁신적인 기술을 요구하고 있다. 현재 세계 의료 영상 기기 판매량의 36%를 차지하는 독일 SIEMENS Healthcare는 세계 각국의 의료기관에 보급한 CT와 MRI가 지난해 기준 5만여대가 넘고, 이를

3) A prototype MR insertable brain PET using tileable GAPD arrays, Medical Physics 2013, 4.
4) [http://www.gehealthcare.com/en/Products/Categories/Magnetic Resonance Imaging/Silent Scan](http://www.gehealthcare.com/en/Products/Categories/Magnetic%20Resonance%20Imaging/Silent%20Scan)
5) http://www.healthcare.philips.com/us_en/products/ct/products/ipatient/
6) <http://www.gizmag.com/gehealthcare-silent-scan-mri/25655/>

통해 7,500만명이 암, 뇌졸중, 심장병 진단을 받고 있는 실정이다. 국내에서도 의료 영상 분야 기술의 고도화를 통해 향후 급성장할 세계 시장을 선점할 기업이 등장할 시점이다.

의료 영상 기기 시장은 기술혁신에 따라 원격진료 시장과 맞물려 향후 거대시장으로 지속적 우위확보가 가능한 분야이며, 외과적인 수술을 하지않고 질병이나 신체의 이상을 검사하는 방법은 현대 진단의학에서 중요성이 더욱 강조되고 있다. 의료 영상 기기는 전자의료기기 중에서 세계 시장 규모가 큰 고부가가치 첨단기술 제품으로서 물리학, 화학, 의학, 재료공학, 전자공학, 컴퓨터공학 등 학제간 연구로 이루어진 결정체이다. 특히 영상진단기기는 전분야에 걸쳐 진단시간의 단축, 실시간 진단 및 입체화 되는 추세이며, 이에 따라 특수 분야에 적용시킬 수 있는 다양한 진단 방법도 개발되고 있다.

모바일 기반의 센서, 질병 진단 바이오칩 기술

정두석 박사 NT-IT 융합전문위원

미래 신산업의 핵심 키워드로 “인간을 위한 기술”은 인간의 평균수명이 증가하고 고령화가 진행될수록 그 중요성이 더욱 부각되고 있다. 따라서 세계 각국의 기업 및 연구소는 이에 발맞추어 “인간을 위한 기술”에 연구역량을 집중하고 있고 앞으로도 질병진단, 치료, 의료기기산업의 규모는 꾸준히 증가할 것으로 예상된다. 이미 현대사회의 헤게모니로 자리 잡은 키워드로서 “모바일”을 기반으로 한 질병진단 기술의 개발은 현재 미래 신산업의 주류로 각광받고 있는 추세이다. 질병진단의 방법론은 꾸준히 변화해 왔지만 핵심은 역시 진단의 정확성이다. 기존의 방법론에 비해 더 나은 정확성을 확보하지 못할 경우 보수적인 질병진단 시장에서 긴 수명을 유지하지 못할 것이 예상 가능하다.

최근 숨 분석(breath analysis)에 기반한 천식, 당뇨, 암 등의 진단체계 개발은 진단분야 연구개발의 핵심 기술로 활발히 연구가 진행되고 있다. 특히 전기적인 분석에 의존하지 않으며 기존의 분석방법론에 비해 매우 높은 민감도 및 신뢰도를 갖는 광학분석 기반 숨 분석 기술 개발은 미래 진단시장의 주류 기술로 발전할 가능성이 매우 높다. 광의 효율적 운용과 광을 매개로 한 질병진단 기능 구현에 있어 플라즈모닉스(Plasmonics) 기술은 일종의 돌파구 기술로서 기존 진단 기술의 한계를 뛰어넘을 수 있는 기술로 주목받고 있다.

표면 플라즈몬(Surface plasmon)이란 금속과 유전체 계면에서 발생하는 자유전자가스의 양자화된 진동을 의미하며, 자유전자의 거동을 입자가 아닌 전자 간 결맞춤 파동으로 제어함으로써 광 에너지의 증폭이 가능하고 나노미터 수준의 금속 도선에서 광주파수 대역의 신호를 전달하는 것이 가능하다. 전자의 파동적 특성에 기반 하므로 양 끝단을 고정시킨 현악기의 줄처럼 금속 나노구조체의 크기, 기하구조 및 물질계 선택에 따른 특성 제어가 매우 용이하며, 특히 금속-유전체 계면에 구속되는 표면 플라즈몬의 특성상 인접한 국소 주변 환경에 대해 매우 민감한 반응성을 나타내는 특징이 있다. 따라서 플라즈모닉스 기반 질병진단 기술을 활용하면 특정 질병 관련 생체분자에 대한 매우 높은 민감도를 확보할 수 있다.

표면 플라즈몬을 이용한 질병진단 체계는 그림1에 도식화하였다. 금속표면에 형성된 표면 플라즈몬과

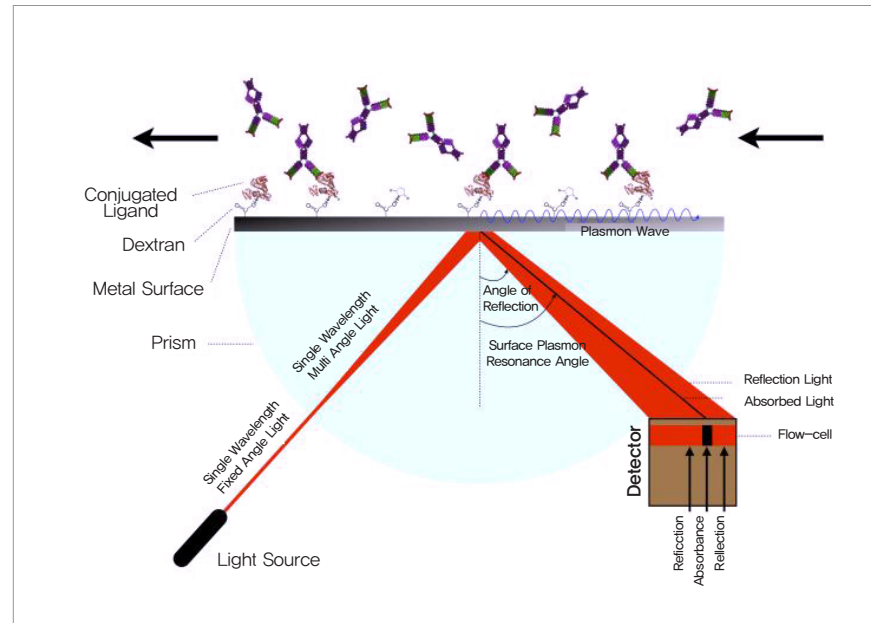


그림1 표면 플라즈모닉 기술을 이용한 특정질병관련 생체분자 분석 기술의 개략도 ¹⁾

금속표면에 흡착되는 생체 분자와의 공진으로 인해 흡착 전후 광학특성이 큰 차이를 보이게 되고 이를 이용하여 특정 생체분자의 존재 유무를 확인할 수 있다.

플라즈모닉 진단센서 분야의 중요성에 대한 공감대가 전 세계적으로 형성되고 있으며, 최근 이에 관하여 활발한 연구가 진행되고 있는 추세이다. 최근 연구동향은 나노구조체를 이용한 국소표면 플라즈몬 공진센서와 이의 응용에 집중되고 있으며 다양한 형태의 금 나노입자 합성법 및 대면적 표면에 균일한 나노구조체를 형성할 수 있는 나노임프린트, 자기조립형 리소공정 개발이 활발히 진행되고 있다. 미국 노스웨스턴 대학의 van Duyne 교수 연구팀이 대표적으로 자기조립형 나노구조체를 이용한 플라즈모닉 센서 응용연구를 주도하고 있으며 미국 라이스 대학의 Halas 교수 연구팀은 플라즈몬 공진파장의 제어능 확대에 유리한 금속 쉘 형태의 나노입자계를 합성하고 광학적 특성 연구에 매진하고 있다. 미국 UC 버클리 대학의 Luke Lee 교수는 초승달 형태의 금 나노입자 형성공정을 개발하고 개구부에 집중되는 국부전기장 증진효과를 이용한 표면증강라만분광(SERS) 활성입자 기술을 제안한 바 있다.

최근 스마트폰 등 모바일 기기를 이용한 이동도가 높은 광학분석장치 및 방법론의 개발로 인해 광학신호 기반 질병진단 기기의 소형화 및 저가화가 가속화될 것으로 예상된다. 그림2는 스마트폰의 카메라를 진단센서의 광신호 검출기로 응용한 센서체계의 모식도이다. 추후 광원의 소형화 및 전체 체계의 소형화를 통해 스마트폰

1) http://en.wikipedia.org/wiki/Surface_plasmon_resonance

부착형 센서체계 등에 대한 개발이 가능할 것으로 예상되며 이는 미래 의료진단산업의 주류로 부상될 가능성이 높을 것으로 예상된다.

이상 언급한 광학 기반 간편 질병진단 키트 개발연구는 의학, 재료공학, 생물학, 전자공학 등 다양한 학제 간 융합이 반드시 필요한 연구 분야로 각 분야의 전문성을 심분 발휘할 때 본 기술의 의료시장 진입을 앞당길 수 있다. 뿐만 아니라 모바일 질병진단 기술을 ICT 기술과 결합함으로써 사용자의 건강 실시간 검사 및 각종 질병 관련 데이터베이스 구축 등이 가능하므로 본 융합 기술의 성공 시 파급효과는 막대할 것으로 예상된다.

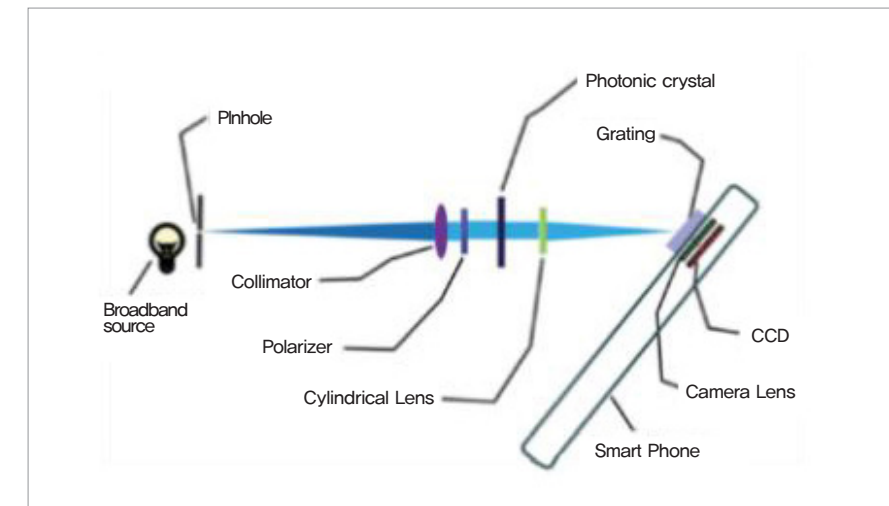
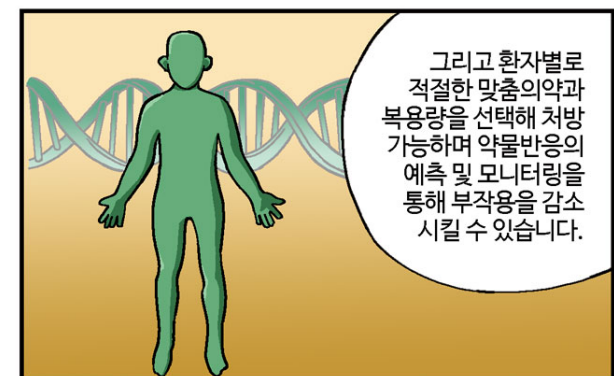
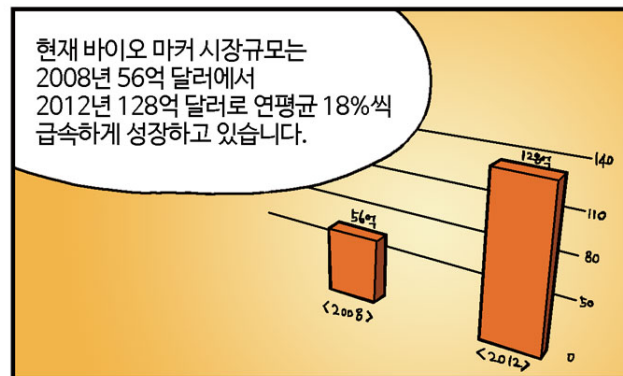


그림2 스마트폰 카메라를 이용한 생체분자 센서 검출방법의 모식도 ²⁾

2) Dustin Gallegos, Kenneth D. Long, Hojeong Yu, Peter P. Clark, Yixiao Lin, Sherine George, Pabitra Nath and Brian T. Cunningham(2013), Lab on a Chip, 2013, 13, 2124

바이오 마커 기술 (Biomarker)



4^{융합}casting

○ 제8호 2014년 1월

발 행 일 2014년 1월 1일

발 행 인 윤석진

발 행 처 한국과학기술연구원 융합연구정책센터

주 소 136-791 서울특별시 성북구 화랑로 14길 5 한국과학기술연구원 본관 4층

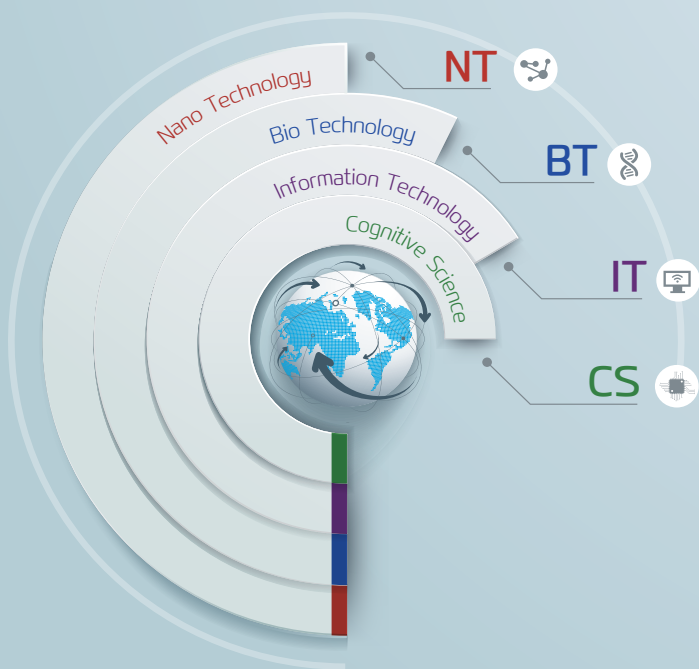
T. 02-958-4986

<http://www.crpc.kist.re.kr>

미래성장동력의 중심, CONVERGING TECHNOLOGY



융합연구정책센터 **CRPC**



융합연구정책센터 **CRPC**

136-791 서울특별시 성북구 화랑로 14길 5 한국과학기술연구원 본관 4층

02-958-4986

<http://www.crpc.kist.re.kr>