

2016 MARCH
vol.09

09

융합

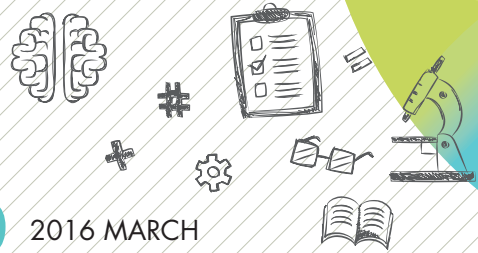
Weekly TIP

Technology • Industry • Policy

청색기술 : 자연모사기술 현황 및 활성화

안주명 | 융합연구정책센터





청색기술 : 자연모사기술 현황 및 활성화

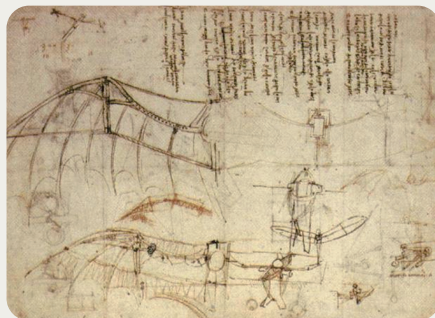
안주명 | 융합연구정책센터

선정 배경

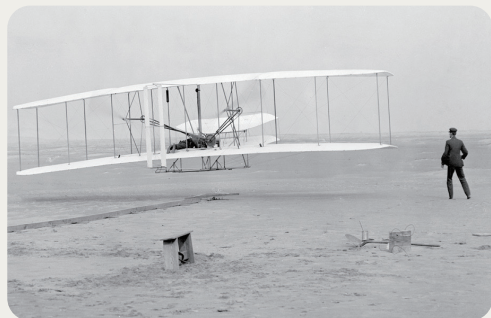
- 자연모사기술은 오랜 기간의 진화를 통해 최적화된 자연의 기본구조·원리·시스템 메커니즘을 모방·응용하여 지속 가능 발전에 기여하는 기술로 정의되며 Biology(자연연구) + Engineering + Physical Science 등으로 통합연구가 필요한 대표적인 융합기술
- - 자연세계의 생물은 높은 에너지 소비 효율, 낮은 폐기물 배출, 자체 정화 능력, 극한 환경 시스템에서의 높은 적응 능력을 보유
- 최근 이를 청색기술이라 일컬으며 자연모사기술의 발전 가능성이 재조명 되어, 이에 대한 기술의 정의와 앞으로의 발전 방향에 대한 제언을 하고자 함

기술개요 및 역사

- (Bio Inspiration) 자연모사기술은 1485년 레오나르도 다빈치의 'Flying Machine'이 새의 날개 골격을 모사하여 디자인한 것으로 시작됨
- - 하늘을 날기 위한 노력은 1903년 Wright 형제에 의해 실현됨



▲ 그림1. (좌) 레오나르도 다빈치의 Flying Machine 스케치,
(우) Wright 형제의 최초 항공기



출처 : 위키미디어, 위키피디아

● **(Bionic)** Bionic은 1958년 Jack E. Steele에 의해 ‘자연으로부터의 기능을 활용한 과학(like life)’으로 명명

- biology + electronics 합성어로 설명되며, 특히 1970~80년 방영된 ‘600만달러의 사나이 (소설원제 : Cyborg)’를 통해 유명해지면서 Bionic은 기계적·전기적인 인공몸체라는 개념으로 인식됨



▲ 그림2. (좌) 세계최초 Bionic man(Walks, Talks and Breath)
(우) BiOM에서 개발한 인공발 BiOM T2 System

출처 : 더 타임즈, BBC

● **(Biomimetics/Biomimicry)** 고대 그리스어로 생명(Life)을 뜻하는 ‘Bios’와 모방(imitation/imitate)을 뜻하는 ‘mimesis’ 또는 ‘mimos’의 합성어

- 1997년 Janine Benyus의 저서 ‘Biomimicry : Innovation Inspired by Nature’로 Biomimicry 용어가 사용되기 시작하였으며, 자연연구를 통한 기술문제 해결과 지속가능성을 제시하는 접근 방법으로 설명됨

● **(Blue Technology)** 자연연구를 통한 기능 영감·모방을 통해 사회문제 해결 뿐만 아니라 지속가능한 사회를 만들 수 있다는 가능성 제시

- 자연 모방을 통한 혁신기술을 청색기술이라고 일컬음(지식융합연구소 이인식)

- 군터 파울리의 블루이코노미(2010)에서 자연시스템 모방을 통한 혁신기술이 지속가능한 경제 발전을 이룰 수 있다고 언급(10년안에 100가지 혁신기술로 1억개의 일자리 창출)

● 자연모사기술에서 청색기술에까지 표현은 계속 변화하였으나, 자연에서 기능 모방·영감을 통해 인간 삶의 질을 향상해 나가는 가능성은 지속적으로 동일함

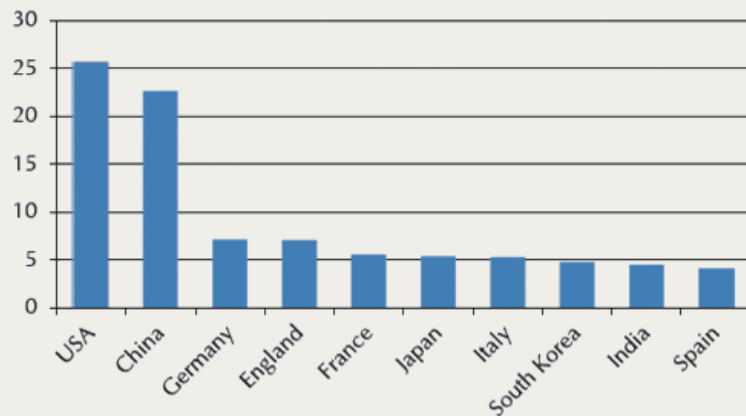
- 과거 자연모사기술 수준보다 더 발전된 과학기술을 통해 자연의 이해와 그 기능 발견이 다각화됨으로써 기술의 활용 가능성이 확대될 것으로 기대됨

기술개발 현황



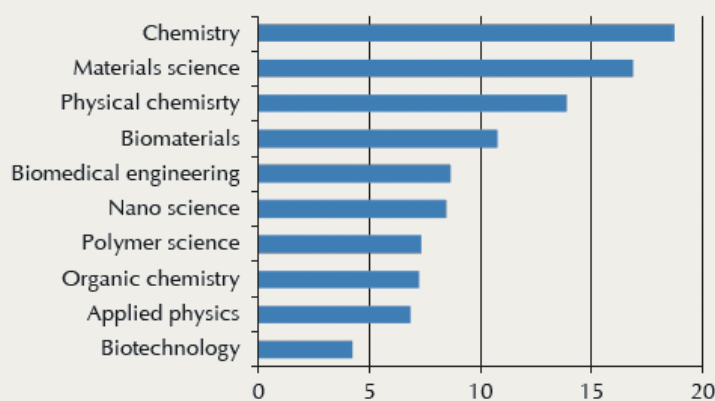
- 2012년 세계적 자연모사기술관련 논문건수로 살펴본 연구 동향은 미국이 25%를 차지하며 1위, 그 뒤를 중국이 23%로 뒤쫓고 있으며, 우리나라는 전체 5%를 차지하며 8위로 조사됨

U.S. and China Top Bioinspiration Research
Percent of scholarly articles, 2012



Source: Thomson Reuters, FBEI

Chemistry and Materials Science Lead Bioinspiration
Percent of scholarly articles, 2012



Source: Thomson Reuters, FBEI

▲ 그림3. (상) 국가별, (하) 연구분야별 자연모사 연구 방향

출처 : Bioinspiration ; An Economic Progress Report(2013. 11)

- 분야별 자연모사기술 연구동향은 화학(Chemistry)과 재료과학(Material Science)이 우세한 것으로 조사되었으며, 물리화학(Physical Science)과 나노과학(Nano Science) 분야에서도 연구가 응용되고 있는 것으로 조사됨

표1. 국내외 연구 동향

구 분	주요내용
	• 국립연구회(National Research Council)에서 'Inspired by biology from molecules to materials to machines' 이라는 과학기술 정책 제언서를 출간('08년)하며 자연모사 기술을 미래에 강력하게 추진 할 핵심과제로 선정
	• (독일) BIONA (Biomimetics Innovations for Sustainable Products and Technologies) 프로젝트 추진(2009) • (영국) 영국무역산업성(DTI)은 "Biomimetics : strategies for product design inspired by nature - a mission to the Netherlands and Germany"라는 보고서('07년)에서 세계적으로 영국, 독일, 네덜란드 및 미국 등에서 활발하게 연구를 추진하고 있으며, 독일은 기초연구와 산업 응용을 통합적으로 추진함으로써 한 발 앞서 있다고 분석
	• 문부과학성은 21세기 COE프로그램(나고야대학, 교토대학 등)에 생체모방형 모노츠클리(공학분야)나 생물자원의 새로운 이용(농학분야)에 관련된 대학원 교육 프로그램 채택 • 2011년 동북지방 태평양해역 지진으로 발생된 후쿠시마 원자력발전소 참사로 자연모사기술에 대해 범 정부 차원에서 관심이 고조
	• 산업부, 미래부, 환경부 등에서 자연모사기술에 관한 통합적인 접근보다는 소관부처 연계사업으로 지원 • 한국기계연구원 중심으로 대학 및 관련 출연연등에서 국제심포지엄 개최 중(2006) • 2015년 다부처 R&D 사업기획 '자연모사 감각기술개발사업' 기획 중

응용제품 개발사례

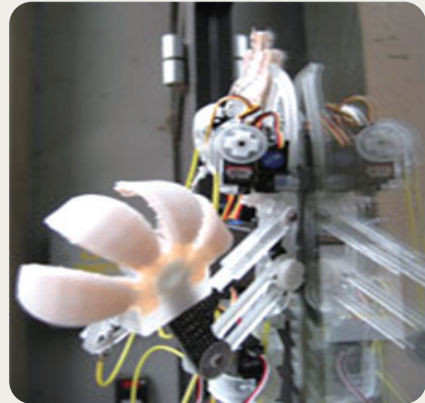


- **(바이오로보틱스)** 파충류를 모방한 로봇은 정찰·지뢰제거 등 활용이 가능하며, 재료, 합성기술, 센서 및 액추에이터 등의 기술 향상에 기여함

- 게코 도마뱀의 발바닥 표면 접착시스템(Adhesive system)연구를 통한 수직이동이 가능한 로봇 Stickybot 개발



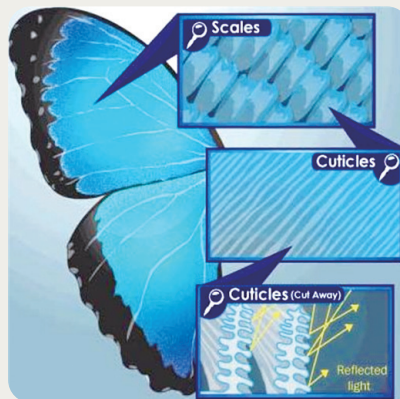
▲ 그림4. (좌) 게코 도마뱀 발바닥,
(우) 게코 도마뱀 발바닥 섬모를 모사한 Stickyout



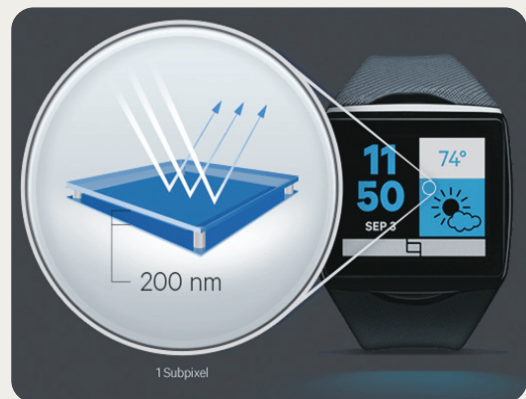
출처 : 위키피디아, 미국 국립과학재단

- **(인지 및 디스플레이)** 파란색소가 없는 모르포(Morpho)나비 날개의 파란 구조색 표면구조(특정 빛 반사기능) 모사를 이용한 켈컴의 IMOD(Inferometric Modulator) 기반 미라솔 디스플레이 기술 (Mirasol Display)

- 가독성(可讀性)과 전력소모가 작아 LCD와 OLED와의 장점이 있지만, MEMS(Micro Electro Mechanical System) 공정에 의한 높은 원가가 단점



▲ 그림4. (좌) 모르포나비 파란 구조색 원리(다층박막 광구조)
(우) 박막층의 특정 빛 반사를 통한 색상출력 Mirasol Display



출처 : 켈컴

● **(섬유)** 갈고리모양의 엉겅퀴 씨앗이 잘 떨어져 나가지 않는 표면구조를 모방하여 만든 벨크로(일명, 찍찍이)부터 제품화 되기 시작

- 상황별 맞춤 고기능성 복합재료 개발 경향이 두드러지며, 특히 스포츠분야 기능성 운동복(초경량, 방수, 방오 등) 분야 개발이 활발
- 2015년 인공 거미줄 합성이 성공함에 따라 이를 이용한 섬유재료의 응용 확대 전망



▲ 그림6. (좌) 작은 씨앗갈고리, (우) 씨앗 갈고리를 모방한 벨크로 테이프

출처 : 위키피디아

● **(유체역학)** 물과 공기의 이동관련 생물들은 운동마찰 감소, 충격 강도 감소와 같은 상황에 최적화되어 있어 이를 모사한 비행기, 선박, 자동차 등 유체역학분야에 다양하게 적용되고 있음

- 물총새가 공기 중에서 물 속으로 이동하는데 물방울이 잘 튀기지 않음을 보고, 그 부리의 모양을 모사한 일본 고속전철 신칸센은 소음과 저항문제를 해결

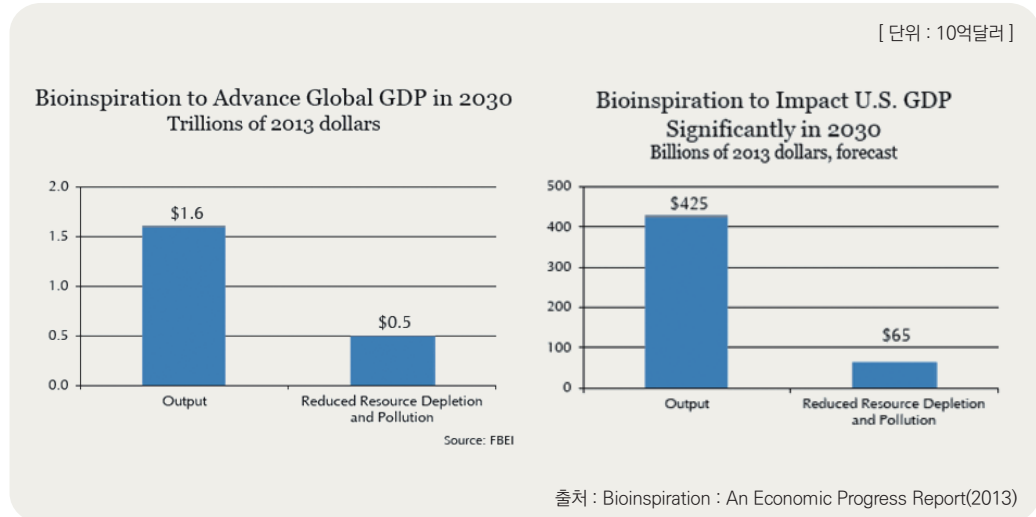


▲ 그림7. (좌) 물총새 부리를 모방하여 만든 신칸센 앞부분, (우) 물총새

출처 : Nature

시장 전망

- 자연모사기술 관련 2030년 세계 시장 규모는 약 1.6조 달러에 이를 것으로 전망(미국 컨설팅 전문기관인 FBEI(Fermanian Business & Economic Institute))



▲ 그림8. 2030년 자연모사 관련 (좌) 세계 GDP 예측 규모, (우) 미국 GDP 예측 규모

- 2030년 자연모사기술 응용 시장 확대로 에너지, 광물 및 산림 자원 고갈을 억제시키며 세계 5,000억 달러 (전체 시장 예상규모의 약 1/3)의 경제적 이익 예상
- 2030년 미국 내 시장은 약 4,250억 달러로 예상하며 240만개의 일자리를 창출 할 것으로 예측

발전 방향

- 자연모사기술은 최적화된 생태계의 구조 및 기능을 공학적으로 모사하여 현대 사회 문제 해결과 다양한 분야 활용이 가능하여 새로운 시장 형성에 대한 기대가 높아짐
- 아직 연구시작 단계로 향후 20년간 지속적으로 기술개발이 활발 할 것으로 예상되나, 다음 단계로 나아가기 위해서는 기업의 문제 해결에 기반한 과학자 네트워크 형성으로 정보교류 활성화 및 융합연구 기반구축으로 새로운 시장이 마련에 되어야 할 것으로 판단됨

참고문헌



- ① 광기호, 박효주 (2013), 자연모사기술과 산업경제, 기계기술정책 2013, 2:54-61
- ② Bioinspiration: An Economic Progress Report(2014), San Diego Zoo Global, Fermanian Business & Economic Institute
- ③ 김성덕, 황수언, 김완두, 임현의(2012) 자연에서 얻은 지혜, 자연모사기술의 현재와 미래, 한국산업기술평가관리원 93-109
- ④ Global Biomimicry Efforts An Economic Game Changer(2010), San Diego Zoo Global, Fermanian Business & Economic Institute
- ⑤ Hargroves, Karlson, and Michael Smith. "Innovation inspired by nature: Biomimicry." Ecos 2006.129 (2006): 27-29
- ⑥ Shimomura, Masatsugu. "The new trends in next generation biomimetics material technology: learning from biodiversity." Quarterly Review 37 (2010): 53-75.