발행일 2019. 11. 11
발행처 융합연구정책센터

2019 11 NOVEMBER vol. 156

융합 FOCUS

융합연구정책센터
Convergence Research Policy Center

융합
FOCUS

융합연구정책센터
Convergence Research Policy Center

발행일 2019년 11월 11일
발행처 한국과학기술연구원 융합연구정책센터
02792 서울특별시 성북구 화랑로 14길 5
Tel. 02-958-4980 http://crpc.kist.re.kr
펴낸곳 주식회사 동진문화사 Tel. 02-2269-4783

네이처 150주년 – 10 extraordinary Nature papers & 학제간(interdisciplinary) 연구

권영만 한국과학기술연구원 융합연구정책센터

01
네이처(Nature)

- 1869년 영국의 천문학자 조셉 로키어(Joseph Norman Lockyer)가 창간한 과학 전문 주간지
  - 물리학, 의학, 생물학, 화학, 우주과학 등 과학 분야 전반을 다루며, 매년 1,000편 안팎의 논문 게재
  - 미국과학진흥협회*에서 발행하는 사이언스(Science)와 함께 과학저널의 쌍두마차

  * American Association for the Advancement of Science, AAAS

02
10 extraordinary papers

- 네이처 창간 150주년을 맞아 여태껏 발행된 논문 중 중요도와 영향력을 고려하여 10편 선정
  - 1925년에 발행된 오스트랄로피테쿠스 화석발견에 관한 논문을 시작으로 1995년 페가수스 51b 가스형 행성 발견까지 여러 분야에 걸친 주요 연구 소개
  - 연구를 통해 해당 분야의 기초가 되는 연구 및 타 연구분야에도 큰 영향력을 끼친 연구를 선정

표 1. 네이처 선정 '10 extraordinary papers' 리스트(출처: Nature)

논문명	저자	발행일/ 볼륨 No.
Australopithecus africanus The Man-Ape of South Africa	Raymond A. Dart	1925년 2월 7일/ Vol. 115
Evidence for the Existence of New Unstable Elementary Particles	G.D.Rochester & C.C.Butler	1947년 12월 20일/ Vol. 160
Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid	J.D.Watson & F.H.C.Crick	1953년 4월 25일/ Vol. 171
Sexually Mature Individuals of Xenopus laevis from the Transplantation of Single Somatic Nuclei	J.B.Gurdon, T.R.Elsdale & M.Fischberg	1958년 7월 5일/ Vol. 182
Continuous cultures of fused cells secreting antibody of predefined specificity	G.Köher & C.Milstein	1975년 8월 7일/ Vol. 256
Single-channel currents recorded from membrane of denervated frog muscle fibres	Erwin Neher & Bert Sakmann	1976년 4월 29일/ Vol. 260
Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO_x/NO_x interaction	J.C.Farman, B.G.Gardiner & J.D.Shanklin	1985년 5월 16일/ Vol. 315
C_{60}: Buckminsterfullerene	H.W.Kroto, J.R.Heath, S.C.O'Brien, R.F.Curl & R.E.Smalley	1985년 11월 14일/ Vol. 318
Ordered mesoporous molecular sieves synthesized by a liquid-crystal template mechanism	C.T.Kresge, M.E.Leonowicz, W.J.Roth, J.C.Vartuli & J.S.Beck	1992년 10월 22일/ Vol. 359
A Jupiter-mass companion to a solar-type star	Michel Mayor, Didier Queloz	1995년 11월 23일/ Vol. 378

03 주요 내용

① Australopithecus africanus The Man-Ape of South Africa

- 요하네스버그 비트바테르스란드(Witwatersrand) 대학 레이먼드 다트(Raymond A. Dart) 교수가 아프리카에서 이전에는 알려지지 않은 인류 종 화석 발견
- 타웅스(Taungs) 지역 석회암 채석장에서 발견된 두개골을 분석, 인류와 유인원의 중간단계인 것으로 결론
- 발견된 화석은 오스트랄로피테쿠스 아프리카너스로 인류 초기 진화에 대한 이해를 획기적으로 변화

② Evidence for the Existence of New Unstable Elementary Particles

- C. 로체스터와 C. 버틀러가 우주선* 관측에서 소립자 종류 중 하나인 K중간자(K-meson) 발견

  * 宇宙線/cosmic ray: 우주에서 지구로 쏟아지는 높은 에너지의 미립자와 방사선

- 1,500시간 동안 촬영한 5천 장의 사진 중 2장의 사진에서 특이점 발견
- 본 연구를 통해 입자물리학 표준모델 설정 및 확립

③ Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid

- 英 케임브리지(Cambridge) 대학 캐번디시(Cavendish) 연구소의 왓슨과 크릭은 한 장짜리 논문을 통해 DNA의 구조가 이중나선형이라는 것을 밝힘
- 이는 생물학계의 가장 중요한 수수께끼를 푼 것으로, 공로를 인정받아 1962년 노벨 생리의학상 수상

④ Sexually Mature Individuals of Xenopus laevis from the Transplantation of Single Somatic Nuclei

- 아프리카발톱개구리의 세포를 재프로그래밍하여 분화 이전 단계로 옮겨 올챙이의 세포로 만드는 데 성공
- 이를 통해, 한번 분화된 세포를 다시 분화 전 상태로 되돌릴 수 있다*는 것을 발견

  * 이전까지는 돌이킬 수 없는 것으로 알려져 있었음

- 저자 존 고든은 연구가 발표된 54년이 지난 2012년 노벨 생리의학상 수상

⑤ Continuous cultures of fused cells secreting antibody of predefined specificity

- 英 케임브리지(Cambridge) 대학 MRC 분자생물학 실험실의 쾰러와 밀스타인은 원하는 항체를 대량으로 만들어낼 방법에 대해 연구
- B세포와 골수종(myeloma)세포를 혼합, 단일한 항체만 만들어내는 혼종세포만 골라내는 하이브리도마*(hybridoma) 기술 개발

  * 종양 세포 및 어떤 기능을 갖는 정상 세포를 융합하여 얻은 잡종 세포

- 이를 통해 단클론항체의 제작 방법이 개발되었으며, 현재까지 수많은 질병 연구 및 치료방법 연구에 기여

⑥ Single-channel currents recorded from membrane of denervated frog muscle fibres

- 세포 단일 이온채널의 기능에 관한 연구로 세포막의 극히 제한된 부분을 유리 피펫(glass pipette)에 밀착시켜 전위를 고정, 단일 이온채널의 전류를 측정하는 패치클램프(patch-clamp)방법 개발

- 신경세포의 전기생리학적 이해 증진에 기여, 공로를 인정받아 1991년 노벨 생리학상 수상

⑦ Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO_x/NO_x interaction

- 英 남극연구소(British Antarctic Survey) 연구진은 할리베이(Halley Bay) 지상관측기지에서 남극 상공 성층권 오존 수치의 비정상성* 발견

  * 매년 봄철에 오존량이 감소, 1970년대 이후 감소수치가 급격히 빨라짐

- 이로 인해 오존구멍(ozone hole)이 생기고 이러한 현상은 염소산화물(ClO_x)과 질소산화물(NO_x)로 인한 것임을 증명
- 이후 몬트리올 의정서를 통해 오존층 파괴물질 배출을 규제하는데 큰 토대 역할

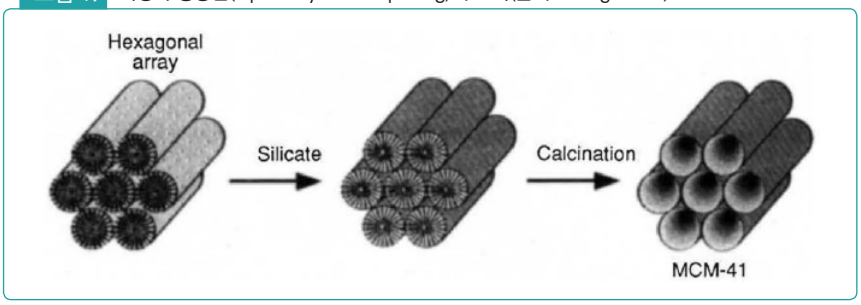
⑧ C_{60}: Buckminsterfullerene

- 탄소 원자 60개가 육각형 20개와 오각형 12개로 이뤄진 축구공 모양으로 연결된 '버크민스터 풀러렌(Buckminsterfullerene)' 발견
- 이전까지 순수한 탄소 형태는 흑연과 다이아몬드 두 가지만 존재한다고 믿었으나 풀러렌의 발견으로 새로운 탄소동소체 발견
- 이의 발견으로 그래핀, 탄소나노튜브와 같은 신소재와 나노 기술의 토대 마련

⑨ Ordered mesoporous molecular sieves synthesized by a liquid-crystal template mechanism

- 모빌(Mobil)연구소 소속 과학자들에 의해 메조다공성 물질의 합성을 가능케 한 화학반응 원리 규명
- 액정 주형방법(liquid-crystal templating)을 통해 계면활성제를 구조유도체로 사용해 3세대 육방구조 마이셀(micelles) 메조다공성 물질 MCM-41 개발
- 이를 기반으로 수많은 다공성 물질 연구가 진행되었으며, 석유정제를 위한 촉매, 약물 전달체 등 다양한 분야에서 현재까지 다공성 물질 응용

그림 1. 액정 주형방법(liquid-crystal templating)의 도식(출처: Kresge et al)



⑩ A Jupiter-mass companion to a solar-type star

- 미셸 마요르 및 디디에 쿠엘로는 프랑스 호우테 프로빈스(Haute-province) 천문대의 에셀분광기 ELODIE를 통해 '페가수스 51b(51 Peg b)' 관측
- 세계 최초로 발견한 외계행성으로 페가수스자리 51번 별에서 발견되었으며, 도플러 효과*를 이용하여 발견

  * 파동원과 관측자가 상대운동을 하고 있는 경우, 파동의 주파수(혹은 파장)가 거리에 따라 다르게 관측되는 현상
- 질량은 목성의 절반 정도이나 크기는 1.5배 더 큰 가스 행성으로 모항성에서 0.05AU(약 750만 km) 떨어진 거리에 위치, 이로 인해 약 1,300K(약 1,026℃)의 온도를
- 이의 발견으로 암석형 행성은 별 근거리, 가스형 행성은 장거리에 생긴다는 기존의 이론을 뒤집는 결과

04
네이처와 다학제(interdisciplinary) 연구

네이처에서는 융합(convergence)보다는 다학제(interdisciplinary)라는 용어를 사용

- 발간 초기 기초과학분야에 집중되었던 연구는 시간이 지남에 따라 분야 간 경계를 넘어서 다학제간 연구 활성화
- 네이처는 지난 '15년 9월 다학제 연구에 관한 특별호 발간
- 해당 호에서 네이처는 다학제 연구를 '과학자와 사회과학자가 협동하여 에너지, 식량, 물, 기후, 건강과 같은 그랜드 챌린지를 해결'*하는 방법이라고 소개

  * 'How scientists and social scientists are coming together to solve the grand challenges of energy, food, water, climate and health'

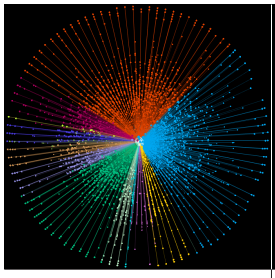
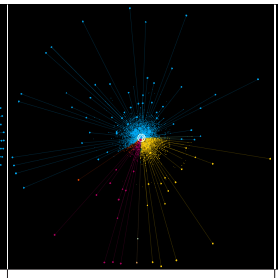
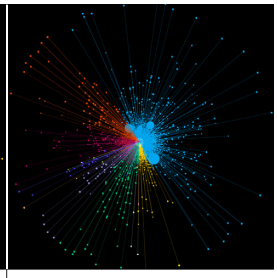
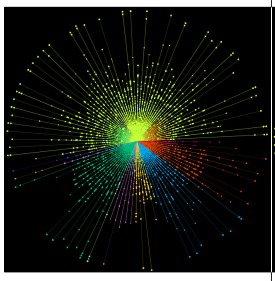
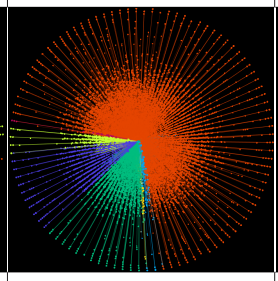
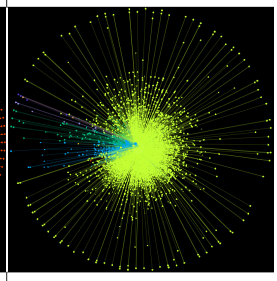
150주년을 맞아 현재까지 네이처에서 발간된 88,637개의 논문 간 네트워크 분석 시행

- 1800년대 후반에는 학문 분야별 연구 중심으로 논문 발간
- 1900년대 초반에는 학문 내에서의 인용이 활발하였으나, 1930년대부터는 학문 경계를 넘어서는 인용 발생 시작
- 현재는 많은 연구가 다학제 연구를 기반으로 하여, 기초과학 분야를 제외하고는 한 개의 분야만을 특정하기에 어려움 존재

그림 2. Nature 출판 전체 논문의 네트워크맵(출처: Nature 150 interactive)

- 앞서 선정한 10대 논문 중 6개 논문의 다학제성(interdisciplinarity) 분석
  - 각 색깔이 분야를 나타내며, 색이 다양할수록 해당 논문을 인용한 분야가 많은 것을 의미
  - 10대 논문 중 특히 DNA의 이중나선형을 증명한 연구와 남극 상공 오존구멍의 존재를 알린 연구는 수많은 과학 분야에 인용되어 영향력 확산

표 2. 6개 대표 논문의 분야별 인용 네트워크맵(출처: Nature 150 interactive)

		
발간연도: 1953 **논문명**: Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid **분야**: 생의학(Biomedical)	**발간연도**: 1958 **논문명**: Sexually Mature Individuals of Xenopus laevis from the Transplantation of Single Somatic Nuclei **분야**: 생물학(Biology)	**발간연도**: 1976 **논문명**: Single-channel currents recorded from membrane of denervated frog muscle fibres **분야**: 생의학(Biomedical)
		
발간연도: 1985 **논문명**: Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClOx/NOx interaction **분야**: 지구 및 우주(Earth and Space)	**발간연도**: 1992 **논문명**: Ordered mesoporous molecular sieves synthesized by a liquid-crystal template mechanism **분야**: 화학(Chemistry)	**발간연도**: 1995 **논문명**: A Jupiter-mass companion to a solar-type star **분야**: 지구 및 우주(Earth and Space)

참고자료

1. Kresge, C., Leonowicz, M., Roth, W. et al. “Ordered mesoporous molecular sieves synthesized by a liquid-crystal template mechanism”, Nature 359, 710-712(1992)
2. Nature, 2019.11.4., “10 extraordinary Nature papers”, https://www.nature.com/collections/fajcgfjdgh/
3. Nature 150 Interactive, https://www.nature.com/immersive/d41586-019-03165-4/index.html
4. 네이버 지식백과, “네이처”, https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1225238&cid=40942&categoryId=31773
5. 네이버 지식백과, “도플러효과”, https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1913910&cid=50313&categoryId=50313
6. 두산백과, “K중간자”, https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1149802&cid=40942&categoryId=32286
7. 매일경제, “과학저널 `네이처` 창간 150주년…인류史 바꾼 과학 연구들”, https://www.mk.co.kr/news/it/view/2019/11/906022/
8. 박태준, “Fullerene의 발견과 장래 전망”, https://www.cheric.org/PDF/NICE/NI33/NI33-6-0717.pdf
9. 사이언스온, “[뉴스] 화학공정 꿈의 촉매제 ‘20년 숙제’ 풀었다”, http://scienceon.hani.co.kr/31397
10. 서울신문, “네이처誌 150년... 위대한 발견으로 인류사 뒤흔들다”, https://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20191107023001&wlog_tag3=naver
11. 융합연구정책센터, “융합연구리뷰 2017년 8월호: 불면증 치료, 피톤치드 연구에서 답을 찾다”, http://crpc.kist.re.kr/user/nd49151.do?View&uQ=&pageST=TOTAL&pageSV=&itemShCd1=172&pageLS=10&page=1&pageSC=REGDATE&pageSO=DESC&dmlType=&boardNo=00006066&dmlType=
12. 화학용어사전, “하이브리도마”, https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=611360&cid=50317&categoryId=50317

융합연구정책센터
Convergence Research Policy Center
02792 서울특별시 성북구 화랑로 14길 5
Tel. 02-958-4980 Fax. 02-958-4989