



# Summer.BRAIN.Letter

2016.08.31



Natural speech reveals the **semantic maps** that tile human cerebral cortex. **Authored by Alexander G. Huth, Wendy A. de Heer, Thomas L. Griffiths, Frédéric E. Theunissen & Jack L. Gallant. April 2016. *Nature*, 532, 453-458**

- ◆인사말
- ◆최신논문 요약
- ◆연구소 탐방
- ◆연혁
- ◆행사
- ◆뇌과학연구소 참여교수가 되려면?
- ◆알림



41944, 대구광역시 중구 국채보상로 680  
경북대학교 뇌과학연구소  
<http://brain.knu.ac.kr>





◆ 연구소 인사말

2016년 연구시설 평가 결과, 우리 뇌과학연구소는 **A등급**을 획득하였습니다. 본 평가는 연구시설을 정기적으로 평가하여 연구기능을 활성화하고 기관운영의 효율화를 도모하여 연구중심대학의 기반을 구축하고자 2년마다 정기적으로 실시됩니다. 우리 연구실은 90점 이상 평가점수를 받아 최상위 등급인 A등급을 받았습니다. 결과적으로 우수 연구시설로 지정되어 연1회, 2년간 지원금을 받게 됩니다. 연구교류 행사, 연구실적, 및 연구비 재정에 기여해 주신 모든 분들께 감사 드립니다. 더욱 열심히 하는 연구소가 되겠습니다.



2016. 08. 31.  
뇌과학연구소 운영위 일동

◆ 최신 논문 요약

**단어들은 머리 속 어디에 있을까? 이야기를 들을 때 단어의 의미에 반응하는 자리들이 대뇌피질에 지도로 나타나다**

주연진, 배정옥  
경북대학교 영어교육과

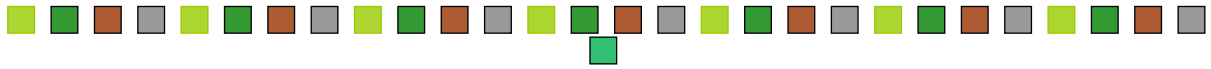
단어들은 머리 속 정확히 어느 곳에 자리잡고 있을까? 2016년 4월 27일 Nature 지 출판물에 단어를 들을 때 두뇌의 어느 곳이 반응하는지를 보여주는 지도가 나타났다. 이 지도를 보면 어휘가 좌·우뇌 대뇌 피질에 타일이 깔린 듯 촘촘하고 넓게 퍼져 있고, 이들은 의미 그룹으로 군집해 있다. 본 소고는 이 내용이 출판된 논문과 동반된 비디오(아래)를 종합하여 한국어로 요약·재구성한 것이다.

**Brain Dictionary:**



비디오 링크: <http://www.nature.com/nature/videoarchive/brain-dictionary/index.html>





◆ **문제점:**

기존 연구에서 대뇌피질에는 언어의 의미 정보를 상징하는 일련의 자리가 있다고 밝혀졌다. 이러한 일련의 자리를 통칭 ‘의미 시스템(semantic system)’이라 하는데, 대부분의 연구들은 단지 소수의 자극조건만 주어(예를 들어 숫자만 들려주거나, 추상명사나 행동동사들만 제시하여) 두뇌의 어느 부분이 단어의 의미에 반응하는지를 보는 국지적 조사를 했다. **두뇌의 다른 영역이** 어떤 의미들에 반응하는지를 밝히는 전체 의미 시스템에 대한 종합적 조사는 없었다.

◆ **방법:**

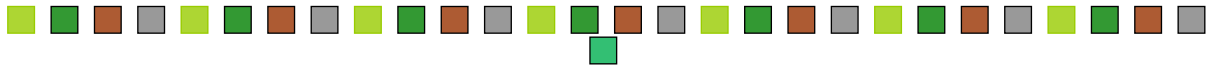
이 문제를 다루기 위해 UC 버클리의 Alexander Huth와 Jack Gallant를 비롯한 4명의 연구진이 데이터주도(data-driven) 접근법을 사용하였다. 구체적으로, 두뇌가 단어들을 들을 때 반응하는 자리를 관찰하기 위한 자극제로써 다양한 의미 영역이 많이 포함된 자연스러운 이야기(natural speech)를 들려주는 방법을 사용하여 데이터를 수집했다. 사용된 이야기는 미국 공영방송의 스토리 말하기 프로그램인 ‘더 모스 라디오 아워(The Moth Radio Hour)에 나오는 이야기로, 여기에는 10,470단어가 포함되어 있었다. 성인 남녀 7명이 각각 이 이야기를 2시간 이상 듣는 동안, fMRI(기능성자기 공명영상법)를 사용하여 전체 두뇌의 BOLD(blood-oxygen-level-dependent) 반응을 기록했다. 그 후 3차원 그래픽 영상장치 모델링(voxel-wise modeling)을 이용하여 두뇌의 어느 부분이 어떤 의미(meaning, semantics)에 반응하는지를 추정하였다.

◆ **결과:**

- 언어의 의미 정보에 반응하는 영역이 대뇌피질 전역에 그리고 좌·우뇌 모두에 분포하여 있었다. 좌반구에는 77개의 의미 영역이, 우반구에는 63개의 의미 영역이 있었다.
- 뇌의 각 다른 부분들이 다른 종류의 단어 개념에 반응했다. 이러한 대뇌 피질의 의미 선택성(semantic selectivity)이 연구참여자들 간에 명백히 일관성 있는 패턴으로 나타났다. 각자 다른 사람들이지만, 같은 종류의 개념이 연구참여자 각자의 두뇌의 같은 곳에 위치해 있었다. 그러므로 이 패턴을 종합하여 대뇌피질 내 의미적으로 선택하여 기능하는 자리 분포를 하나의 지도로 나타낼 수 있었다. 이 지도를 만드는데 Bayesian 알고리즘인 ‘PrAGMATiC’을 개발하여 사용하였다.
- 이야기에 나온 총 10,470개의 단어들은 의미상 무리를 이루어 위치하였다. 이 무리를 다음 12개의 고유한 범주로 나타낼 수 있었다: 촉각적(fingers), 시각적(yellow, stripes), 숫자적(four), 장소적(stadium), 추상적(natural), 시간적(minute), 직업적(meetings), 폭력적(lethal), 공동체적(schools), 정신적(asleep), 감정적(despised), 그리고 사회적(child) 범주이다.

예를 들어, 외측두정엽피질(lateral parietal cortex)과 내측두정엽피질(medial parietal cortex)의 중앙 부분에는 ‘가족(family)’과 같은 사회적 개념의 단어들이 있고(wife, mother), 그 주





위 영역들에는 숫자, 시각 및 촉각과 관련된 개념들이 있다. 전전두엽피질(superior prefrontal cortex) 안쪽 부분 역시 주로 사회적 개념의 단어들 자리하고 있다. 언어 이해를 담당하고 있는 외측측두엽(lateral temporal cortex)에서는 뚜렷한 의미 영역이 발견되지 않았는데 fMRI 화질이 좋지 않아서인 듯하다.

- 단어 하나는 두뇌의 한 곳만이 아닌 여러 곳을 활성화시킬 수 있었다. 예로써, top이란 단어를 들을 때는 전두엽의 일부에서 반응이 일어나기도 했지만, 이 단어는 상의, 꼭대기라는 뜻도 있기에 clothing과 appearance 와 연관된 단어들 있는 곳에서도, building과 place와 연관된 단어들 있는 곳에서도 반응이 일어났다.

◆ **놀라운 점:** 의미 선택(담당) 영역들의 분포가 양 반구에 비교적 대칭적이다.

이 발견은 의미 상징이 좌반구나 측두엽에 편중된다는 기존 개념을 깨뜨린다. 의미 상징을 다룬 많은 fMRI 연구들이 측면 편중의 정도는 약함을 보여주었고, 이야기를 사용한 한 연구에서는 현 연구에서와 같이 양 반구 모두가 반응함을 보여주었다. 이것은 우뇌가 단어나 짧은 구 보다는 이야기에 더 강하게 반응함을 말한다. 좌 · 우뇌가 언어 이해에 어떤 역할을 하는지 많은 연구가 필요하다.

◆ **흥미로운 점:** 의미 선택(담당) 영역들이 대상자들 간에 일관적인 구조로 나타난다.

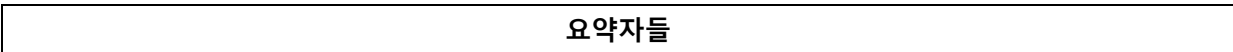
이 결과에 대한 이유는 타고난 해부학적 연결성이 고도의 의미상징 구조를 제한하기 때문이라 할 수 있다. 또한 대상자들이 모두 서구 사회에서 자라 비슷한 인생 경험을 해왔기 때문일 수 있다. 이 구조적 일관성 중 어느 만큼이 타고난 두뇌 구조에서 비롯된 것이며, 어느 만큼이 경험에서 비롯된 것인지 알기 위해서는 앞으로 다양한 배경을 지닌 대상자들을 포함시켜 조사할 필요가 있다.

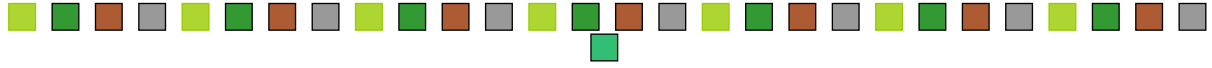
◆ **데이터주도 접근법(Data-driven approach) 기대**



이 연구는 대상자들이 이야기를 듣는 단순한 디자인을 사용했지만, 생성된 데이터는 의미선택 영역을 종합적으로 지도화 할 만큼 풍성했다. 본 연구에서 사용된 데이터는 일반적인 범주에 속하지만, 미래의 자료는 문법이나 발음 같은 언어요소도 범주로 삼을 수 있을 것이다(본 데이터를 이용해서도 가능함). 타 연구자들이 언어를 뇌생물학적으로 연구하는데 현 의미 지도가 유용하기 바라며 더 세련화되고 확대되기를 기대한다.

논문: Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex.

Authored by Alexander G. Huth, Wendy A. de Heer, Thomas L. Griffiths, Frédéric E. Theunissen & Jack L. Gallant. April 2016. *Nature*, 532, 453-458.





 <p style="text-align: center;">주연진</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 주연진은 경북대학교 대학원 영어교육전공 박사과정생이며, 대구외국어고등학교 영어 정교사이다.</li> <li>■ 배정옥(응용언어학 박사, UCLA)은 같은 학과 부교수이다.</li> <li>■ 이들의 주요 관심사는 어휘, 문법, 내용, 일관성 같은 언어 구성요소들의 성질, 언어능력평가, 이야기 작문, 피드백과 언어 수행 향상 등이다.</li> </ul> <p>본 요약자들은 이 논문을 한국어로 요약하여 소개하도록 제안해 준 송건지 교수님께 감사한다.</p>	 <p style="text-align: center;">배정옥</p>
--	--	--



## ◆ 뇌과학연구소 탐방

### 경북대 뇌과학연구소 탐방 소감문

대곡고 장혜정

5월 28일 토요일, 대곡고등학교의 유일한 의학 동아리인 'MES(MEDical Science)'의 여학생들은 경북대학교 뇌과학연구소 신경염증연구실에서 진행되는 여학생 이공계 탐방 프로그램에 참여할 수 있는 기회를 얻게 되었다. 학생들은 설레는 마음으로 세미나실에 들어가 프로그램이 시작되기를 기다렸다. 우선 프로그램에 대한 간단한 진행 순서를 안내 받은 후 첫 프로그램이 진행되었는데, 이는 경북대학교 의학전문대학원에서 박사 학위를 준비 중인 김재홍 재학생 분의 'Neuroinflammation(신경 염증)'에 관한 논문 발표를 직접 ppt 자료를 통해 들어볼 수 있었다. 평소 생명과학 분야에 관심이 상당한 학생들이 모여 있는 동아리이니 만큼 학생들은 귀 기울여 학생 분의 발표를 듣기 시작했다. 하지만 무엇보다도 흥미롭고 신선하게 다가왔던 것은 단지 재학생 분의 발표로만 진행되는 시간이 아닌, 이 시간은 평소에도 경북대학교 의전원에서 일상처럼 이루어지는 교수님과 재학생 간의 커뮤니케이션 시간이라는 것이었다. 교수님은 학생의 발표를 주의 깊게 듣고 계시다가 의문점이 생기면 그 때 그 때 질문을 하셨고, 학생 분은 그 때마다 적절한 답변을 드렸다. 좀 더 보완해야 할 부분이 생기면 교수님께서도 그 부분을 조금 더 보완하여 나중에 이메일을 통해 다시 검토해 보자는 열정적인 모습 또한 보여주셨다. 평소 연구를 희망하고 있었던 주제로 많은 사람 앞에서 우리말이 아닌, 영문으로 된 논문을 발표하고, 질문에 답변하며 또 상황에 알맞게 대처하는 현명한 재학생 분의 모습에서 사뭇 진지함과 노련함이 묻어났다.

학생 분의 발표가 모두 끝난 다음 이제 본격적으로 조별 프로그램이 진행되었다. 조별로 연구소를 돌아보기 전 진행 담당자 분들께서 앞으로 어떠한 내용의 프로그램에 참여할 것인지에 대하여 간단히 사진 자료와 함께 설명을 해주신 다음 간단한 질의응답을 거친 후에 순차적으로 총 4가지의 프로그램이 조별로 진행되었다.

우선 실험용 쥐들을 이용하여 마이크로글리아 세포를 활성화 시킨 쥐들과 그렇지 않은 쥐들을 이용하여 치매가 쥐들에게 어떠한 영향을 끼치는지 Y-maze를 통해 이루어지는 실험을 직접 지켜



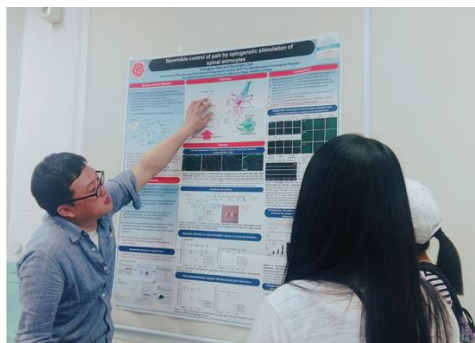
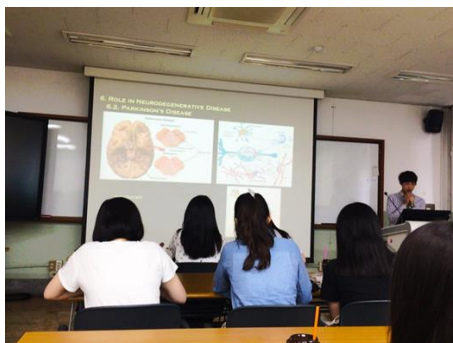


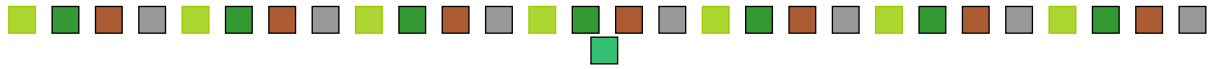
볼 수 있었다. 세포가 활성화 된 쥐들은 신경염증 반응이 발생하여 미로를 제대로 찾아가지 못하지만 그렇지 않은 정상적인 쥐들은 갔던 길은 다시 반복하여 가지 않고 가지 않은 길만 제대로 잘 찾아가는 모습을 보여주었다.

다음으로 세포배양실을 방문해 볼 수 있었는데, 배양기 내부에서 배양되고 있는 여러 샘플들을 직접 볼 수 있었으며, 모든 실험은 무균 상태의 클린벤치 내에서 이루어진다는 흥미로운 사실을 알게 되었다. 하얀 가운을 입고 장갑을 끼고 우리에게 실험 장비들에 대해 하나하나 설명해주는 연구원 분들의 모습이 너무나도 멋있어 보였다. 이후 보다 더 다양한 종류의 실험 장비들이 있었던 연구실도 들어가 볼 수 있었다. DNA 전기 영동 장치를 비롯한 수십 가지의 장비들이 우리들의 시선을 사로잡았다. 이처럼 다양한 장비들을 가지고 수많은 실험과 연구를 거듭하여 본인이 택한 연구 주제에 대하여 하나의 결과물을 만들어내기 위해 지대한 노력을 기울이시는 연구원 분들의 모습이 머리에 저절로 그려졌다.

마지막으로 뇌세포 조직에 마이크로글리아를 활성화시켜 형광 물질로 염색한 모습을 현미경을 통해 직접 관찰해 볼 수 있었는데, 이러한 활동들을 통하여 마이크로글리아라는 어쩌면 우리에게 조금은 생소하게 느껴지는 세포에 대하여 앞서 진행되었던 여러 가지 활동들을 통해 더 많은 정보를 얻을 수 있었던 것 같고, 이제는 신경 염증이라는 분야가 한 층 더 친근하게 느껴지기도 했다.

평소 연구실을 견학하고, 내부를 둘러보며 교수님과 재학생 분들과 함께 대화를 나누고 질의응답을 가질 수 있는 기회를 얻기는 정말 쉽지가 않다. 그럼에도 바쁘신 일과 중 우리를 위해 시간을 내시어 기쁜 마음으로 반겨 주신 진행자 분들 모두에게 큰 감사의 말씀을 전하고 싶다. 백문이 불여일견이라는 말이 있듯이, 동아리 학생들이 관심이 많았던 분야에 대해 직접 눈으로 보고, 느껴볼 수 있는 소중한 기회를 갖게 되어 너무나도 기쁘며, 이러한 기회를 마련해주신 분들께 다시 한 번 감사의 말씀을 전하고 싶다. 이번 견학을 통해 의학자, 연구원 등과 같이 자신의 진로에 대해 한 층 더 다가가고, 꿈에 대한 열망을 가지게 된 학생들이 더욱 늘게 되었다. 경북대학교 연구실에서의 이번 경험이 우리에게 피가 되고 살이 되어, 앞으로 우리의 꿈을 이루는 데에 무궁한 도움이 되리라 믿어 의심치 않는다.





## ◆ 연혁

(뇌과학연구소 설립 이후 현재까지)

- **2016.06.17. 2016 년 뇌과학연구소 하계 워크샵 학술대회**
- 2016.03.17. 뇌주간행사 2016 년: 뇌속 생각의 세계를 조절하는 기술
- 2015. 09.17. 경북대학교 뇌과학연구소-한림대학교 천연의약연구소 공동심포지엄
- 2015.04.15 대구의료원 MOU 체결
- 2015.02.26 Delaware State University 신경과학과정 MOU 체결
- 2014.11.14 뇌과학 융합 연구 심포지엄
- 2014.04.07 2014.04.07 한국뇌연구원 MOU 체결
- 2014.03.15 뇌주간행사 2014 년: 행복을 여는 열쇠 뇌건강
- 2013.12.19 제 4 회 뇌과학연구소 워크샵, 한국뇌연구원 공동 워크샵
- 2013.11.07 치매, 파킨슨병 및 이상운동질환의 비약물적 치료 심포지엄
- 2013.09.09 대구,경북 첨단의료기기개발지원센터 MOU 체결
- 2013.06.05 2013 년 경북대학교 뇌과학연구소-한림대학교 천연의약연구소 공동 심포지엄
- 2013.03.16 뇌주간행사: 미지의 세계 뇌
- 2013.01.31 제 3 회 뇌과학 연구소 워크샵
- 2012.11.15 2012 년 경북대학교 뇌과학연구소 심포지엄 "Neurodegeneration and electrophysiology basis of behavior"
- 2012.03.17 뇌주간행사: 감각기능: 세상을 보고, 듣고, 느끼고, 이해한다
- 2012.02.04 DGIST 뇌과학 전공과 MOU 체결
- 2012.02.04-05 제 2 회 뇌과학연구소와 DGIST 뇌과학전공 공동워크샵
- 2011.09.22 2011 년 경북대학교 뇌과학연구소 & 한림대학교 천연의약연구소 공동심포지엄 "Basic and Applied Neuroscience Research"
- 2011.07.01 치매 및 파킨슨병 심포지엄
- 2011.03.16 뇌주간행사: 뇌졸중을 쉽게 알려드립니다!
- 2011.01.21(금) 제 1 회 뇌과학연구소 워크샵
- 2010.12.07 한림대학교 천연의약연구소와 MOU 체결
- 2010.11.26 2010 년 경북대학교 뇌과학연구소 심포지엄 Systems Neuroscience and Optogenetics
- 2010.03.19 뇌주간 행사: 뇌와 기계의 융합
- 2009.11.25 2009 년 경북대학교 뇌과학연구소 심포지엄 "뇌과학연구의 최신동향 (Current Topics of Brain Research)"
- 2009.10.13 뇌과학연구소 3 대 소장 (석경호 교수, 의학전문대학원 의학과)
- 2009.03.21 뇌주간 행사: 퇴행성 뇌질환의 예방과 치료
- 2009.03.02 뇌과학연구소 홈페이지 위키서버 구축 (DokuWiki 사용)
- 2008.12.02 뇌과학연구소로 명칭 변경 및 규정 개정. 영문이름 Brain Science and Engineering Institute 규정에 명시





- 2008.09.15 신경과학연구소 2 대 소장 (이만기 교수)
- 2008.06.22 퇴행성 신경질환 심포지엄 A Clinical Approach to Common Neurodegenerative Disease: Alzheimer's Disease and Parkinson's Disease
- 2008.03.15 뇌주간(Brain Awareness Week) 행사: 뇌는 어떻게 늙고 병들어 가는가?
- 2007.12.20 Brain Science and Fusion Technology 심포지엄
- 2007.10.26 신경과학연구소 홈페이지 <http://brain.knu.ac.kr/> 개설 (위키서버 DekiWiki 사용)
- 2007.09.15 신경과학연구소 1 대 소장 (이만기 교수, 의과대학 의학과 약리학교실)
- 2007.07.24 신경과학연구소 규정 제정
- 2007.05.09 신경과학연구소 설립 신청서 제출 (위원장 황성규 교수 포함 29 명)
- 2007.05.01 신경과학연구소 설립추진위원회 1 차 회의

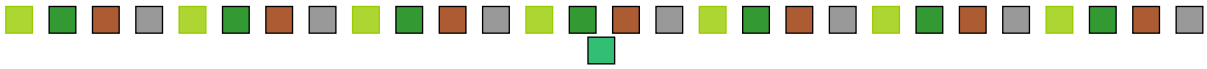
## ◆ 행사

### 초청세미나

- 2016.08.11(목) 17:00-18:00 전보영 교수 세미나: Updates on the pathophysiology and clinical manifestations of mitochondrial dysfunction including dominant optic atrophy
- 2016.07.14(목) 16:00-17:00 David Shum 세미나: Interrogating Genomic Information into Biomarkers & Therapeutics
- 2016.07.14(목) 17:00-18:00 이광희 박사 세미나: Transcription Factors, NAC3 and LBD29, Regulates Vascular patterning, Stem cell Proliferation and Xylem Differentiation
- 2016.06.02(목) 17:00-18:00 전상범 교수 세미나: Optogenetic Neural Interface
- 2016.05.12(목) 17:00-18:00 박환태 교수세미나: Research on peripheral nerves and its clinical implication
- 2016.04.07(목) 17:00-18:00 조경상 교수 세미나: 모델 동물로서의 초파리의 이용: 파킨슨병 관련 인자와 우주공간에서 노화 인자의 탐색
- 2016.03.09(수) 17:00-18:00 류훈 교수 세미나: Ewsr1 deficiency impairs axon myelination of motor neurons by deregulating oligodendrocyte gene expression
- 2016.03.03(목) 17:00-18:00 최우성 박사 세미나: Regulation of cell surface expression of voltage-gated potassium channels
- 2016.02.03(수) 17:00-18:00 김남두 박사 세미나: In silico Approaches in Hit Generation
- 2016.01.07(목) 17:00-18:00 강봉균 교수 세미나: Molecular mechanisms of long-term memory







<6월 전상범 교수님 세미나 후>



<7월 이광희 박사님 세미나>



<2016 뇌과학연구소 워크샵>

<7월 David Shum 세미나>



<2016 뇌과학연구소 워크샵>



### ◆ 뇌과학연구소 참여교수가 되려면?

경북대학교 뇌과학연구소의 **참여교수(연구원)**가 되려면 다음 중 한가지 이상만 하면 됩니다.

1. 연구비의 "관리기관지정/변경신청서"를 작성할 때 관리기관을 "뇌과학연구소"로 지정하여 산학협력단에 제출하면 됩니다.
2. 출판 논문의 저자 주소에 "Brain Science and Engineering Institute" (또는 "Brain Science & Engineering Institute" 또는 "BSEI")를 나타내면 됩니다.
3. 뇌과학연구소 "행사" (초청세미나, 심포지엄 등)에 자주 참석하고 연구소에 참여교수로 활동하겠다고 하면 됩니다.





참여교수가 되면 다음과 같은 **좋은 점**이 있습니다.

1. 연구소로 배정된 **간접비의 대부분을 참여연구원(참여교수)의 연구를 지원**합니다.
2. **초청 세미나**를 개최할 때 **연자비 및 식사비를 지원**합니다.
3. **친목 및 다른 연구원과 공동연구**를 도모할 수 있습니다.
4. **심포지엄 등 행사에 직접 참여**하거나 **주관할 기회**를 가질 수 있습니다.

### ◆ 알림

소식지는 4월, 8월, 12월에 발간될 예정입니다. **발간 예정일 기준하여 ~6개월 이내** 연구소 및 연구원들의 소식과 동정을 게재하도록 하겠습니다.

발행인: 석경호  
편집인: 송건지  
일: 2016-08-31

다음과 같은 소식 및 동정을 편집인 (gjsong@knu.ac.kr) 또는 뇌과학연구소 ([brain@knu.ac.kr](mailto:brain@knu.ac.kr))에게 이메일 주십시오: **[연구실 소개], [학회 참관기], [회원 소개], [발표논문 소개], [최신 연구 동향], [연구소 관련 사진], [수상 내용]** 등. 채택된 원고에 대해서 원고료를 지급합니다.

