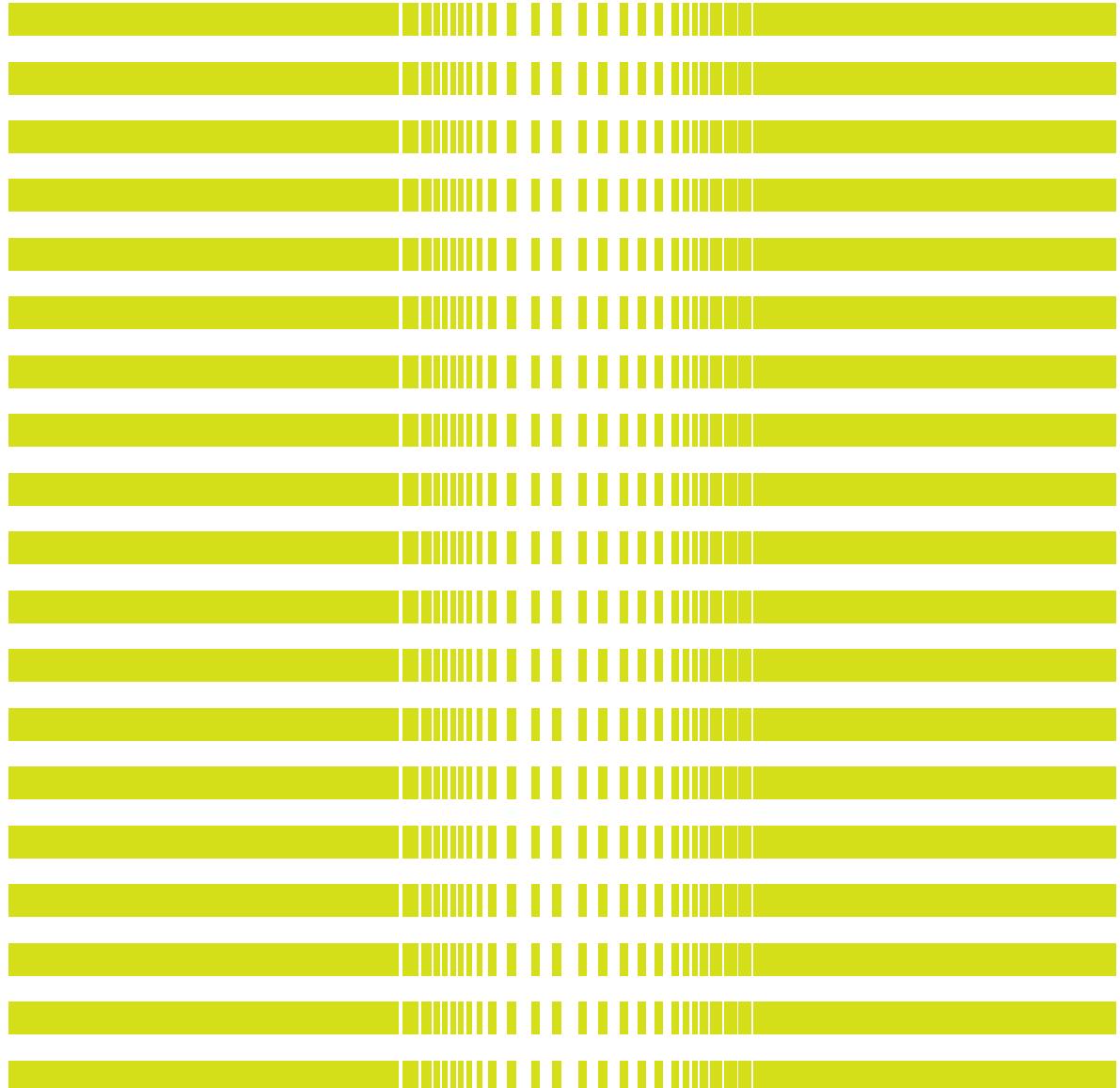


ISSN: 0037-3796



神経化学

Bulletin of the Japanese Society for Neurochemistry
Vol.57 (No.1), 2018



平成 30 年 3 月

目 次

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 日本神経化学会優秀賞・奨励賞候補者募集のお知らせ | 1 |
| 輝け次代の担い手たち | |
| 「Cracking the Brain's Code」を加速する構造と機能の全脳イメージング | 3 |
| 笠井 淳司(大阪大学大学院薬学研究科神経薬理学分野) | |
| 「貪食性アストロサイトによる脳内リモデリング」 | 9 |
| 森澤 陽介(東北大学大学院生命科学研究科超回路脳機能分野) | |
| 研究室紹介 | |
| 新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔生化学分野 | 16 |
| 照沼 美穂 | |
| 名古屋市立大学大学院医学研究科機能組織学分野 | 18 |
| 鶴川 真也 | |
| 海外留学先から | |
| 「リゾート地で繰り広げられる最先端の研究」 | 20 |
| 石野 雄吾(近畿大学東洋医学研究所分子脳科学研究部門) | |
| 「海外へと飛び出してみて」 | 25 |
| 大谷 嘉典(東京薬科大学機能形態学教室) | |
| 「米国マウントサイナイ医科大学留学便り」 | 28 |
| 山室 和彦(マウントサイナイ医科大学フリードマン脳研究所) | |
| 「海外留学のすゝめ」 | 31 |
| 臼井 紀好(大阪大学大学院医学系研究科附属共同研究実習センター / 神経細胞生物学講座) | |
| 学会参加レポート | |
| 西野 尋紀(首都大学東京大学院理工学研究科生命科学専攻 神経分子機能研究室) | 38 |
| Huy Bang Nguyen(Division of Neurobiology and Bioinformatics, National Institute for Physiological Sciences) | 39 |
| Thai Truc Quynh(Division of Neurobiology and Bioinformatics, National Institute for Physiological Sciences) | 40 |
| Yang Sui(Division of Neurobiology and Bioinformatics, National Institute for Physiological Sciences) | 42 |
| Dilina Tuerde(Molecular Neuroscience Laboratory, Department of Biological Sciences, Tokyo Metropolitan University) | 44 |
| 高橋美由紀(首都大学東京理工学研究科神経分子機能研究室) | 46 |
| 大谷 嘉典(東京薬科大学薬学部機能形態学教室) | 48 |
| 天野 元揮(大阪大学大学院連合小児発達学研究科) | 49 |
| 山崎 札二(東京薬科大学薬学部機能形態学教室、 Georgetown University Department of Biology) | 51 |
| 追 悼 | |
| 「植村慶一先生を偲ぶ」 岡野 栄之 | 53 |
| 「植村慶一名誉教授を偲んで」 野村 正彦 | 55 |
| 「植村慶一先生のご逝去を悼む」 白尾 智明 | 56 |
| 次期大会のご案内 | 59 |
| 学会会則等 | 62 |
| 賛助会員一覧 | 70 |
| 「神経化学」投稿規定 | 71 |
| 複写をご希望の方へ | 73 |
| 編集後記 | 74 |

日本神経化学会優秀賞・奨励賞候補者募集のお知らせ

日本神経化学会では神経化学分野で活躍する優秀な研究者を対象に、日本神経化学会優秀賞・奨励賞候補者を募集致します。下記の事項を注意深くお読みいただき、奮ってご応募ください。

なお、2018年度の受賞者の発表と授賞式は第61回日本神経化学会大会（兵庫県神戸市）の会期中に行います。各受賞者は「神経化学」誌にご自身が書かれた総説を掲載することができます。優秀賞受賞者には副賞が贈られ、第61回日本神経化学会大会で研究成果を発表していただくとともに、次年度の大会でシンポジウムの企画をしていただくことができます。

(1) 候補者の対象

本会の会員歴3年以上（応募締切までに3年満了以上）、研究歴3年以上、2018年4月1日現在、優秀賞は満45歳未満の方で特に神経化学の進歩に寄与する顕著な研究を発表した方に、また、奨励賞は原則として満35歳未満の方で日本神経化学会の将来を担うと期待される若手の方に授与されます。なお、一度に2つの賞への応募はできません。

(2) 応募方法

原則的に自薦とします。申請希望者は以下の書類を下記事務局へ必ず簡易書留（宅配便も可）にて送付して下さい。応募に際しては、様式1～様式3のファイルを当学会のホームページからダウンロードしたものをご使用ください。スペースが足りない場合は、適宜枠を拡張してご使用ください。なお、応募書類は返却しません。

1) 申請者の履歴（様式1）

大学卒業からの履歴を記載して下さい。学位取得者はその種類、取得年月日、取得機関も明示して下さい。また、過去5年程度の日本神経化学会大会における発表歴を記載して下さい。なお、他の受賞歴がある場合にはその詳細も記載して下さい。

2) 研究の概要（様式2）

申請研究の概要を、下記項目別にA4用紙3枚以内に記入して下さい。

ア) 研究題目（和英両方のタイトルをつけて下さい）

イ) 背景・目的

ウ) 結果

エ) 学術的意義・特色・独創的な点

オ) 下記4) の主要論文におけるご自身の役割

カ) 自己アピール（優秀賞応募の方）または発展性、将来への展望（奨励賞応募の方）

3) 業績目録（様式3）

英文原著、英文総説、和文原著、和文総説に分けて、全著者名、発表年、タイトル、雑誌名、巻、開始および終了ページを記入して下さい。申請者名は下線を引いて下さい。学会の抄録や要旨、Proceedingsなどは含めず、業績目録の書式は“Journal of Neurochemistry”的投稿規定に準じるようにして下さい。

4) 選考に関連する主要論文の別刷り

別刷り（3編以内）を8部ずつ添付して下さい。

5) 奨励賞応募者で、対象年齢を超過する者は、出産・育児休暇あるいは医師の臨床研修期間等を証明

する書類を提出のこと。

(3) 選考方法

選考委員会による書類審査で、原則として1名の優秀賞受賞者、若干名の奨励賞受賞者を選考委員会において選出します。

本年度選考委員は以下の通りです。

竹林 浩秀（委員長/新潟大学）

井上 猛（東京医科大学）

上野 修一（愛媛大学）

上口 裕之（理化学研究所）

林（高木）朗子（群馬大学）

津田 誠（九州大学）

等 誠司（滋賀医科大学）

*「選考委員は自らが所属する研究室からの自薦者についてはその審査にあたらない（優秀賞・奨励賞内規6.）」と定められております。

(4) 応募締切

2018年5月31日（木）必着

(5) 応募書類の送付先

〒160-0016 新宿区信濃町35 信濃町煉瓦館

一般財団法人国際医学情報センター内

日本神経化学会 優秀賞・奨励賞選考委員会

TEL：03-5361-7107 FAX：03-5361-7091

輝け次代の担い手たち

‘Cracking the Brain’s Code’ を加速する構造と機能の全脳イメージング

笠井 淳司

(大阪大学大学院薬学研究科神経薬理学分野)

はじめに

2013年に米国 BRAIN Initiative (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies Initiative)¹⁾が始動して以降、欧州 Human Brain Project²⁾や本邦 Brain/MINDS (革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト)³⁾など世界各地で大型脳研究プロジェクトが発足し、脳研究が推進されている。これらは革新的な技術（ニューロテクノロジー・コンピュータテクノロジー）を開発し、それにより、個々の細胞や複雑な神経回路がどのようにヒトの脳機能を制御しているのかを理解すること、さらに、脳機能の破綻として表れる脳神経疾患を治療・予防する新たな方法を見出すことを目指している。現在は、単一細胞レベルの全脳イメージング法、全ての脳細胞の単一細胞トランスクリプトーム/エピジェノーム解析法、細胞種特異的なラベリング/トレーシングや神経活動の計測法、神経活動の操作法、コンピュータシミュレーションなどの脳研究の技術開発が盛んに行われている。これらの脳研究ツールは、従来までの脳領域ごとの断片的な解析では解明できない包括的な脳機能の理解を深めるためには必須の技術である。本稿では、筆者らが最近開発した高精細高速全脳イメージングシステム FAST⁴⁾を中心に、全脳から構造的および機能的な情報を取得する光学顕微鏡を用いた全脳イメージング法について概要を紹介させていただく。

光学顕微鏡を用いた全脳イメージング

Paxinos らの The rat brain in stereotaxic coordinates⁵⁾など脳の形態学的、構造学的知見は、機能局在する脳を理解する上で極めて重要な役割を担ってきた。これまで數十～百数十 μm ごとの脳切片の解析が主であったものの、米国 Allen 研究所のマウス脳アトラス⁶⁾に代表される新たな brain atlas やコネクトーム解析⁷⁾を実現させるために、シームレスかつ高精細な全脳イメージングが必要であると認識してきた。そのため最近、全脳を精細にイメージングする光学顕微鏡技術が国内外から次々に開発されている。それらの方法は、1)組織透明化技術と光シート顕微鏡を組み合わせた方法と 2) 光学顕微鏡と脳組織を物理的に切断するマイクロスライサーを組み合わせた順次断層撮影法に大別される。組織透明化法と光シート顕微鏡については、様々な総説^{8)～10)}に各方法の特徴が詳しくまとめられているため、本稿では割愛するが、特に靈長類などの大きな脳において、樹状突起スパンや軸索終末などの微細構造や神経線維を正確に全脳から検出するのは未だ困難であると筆者は認識している。

順次断層撮影法は、脳組織表面から高精細にイメージングし、光の散乱等で観察できない深部に到達すれば、脳組織表面をビブラトームなどで除去し、新たに露出した部位から再度イメージングするということを自動で繰り返し、脳組織全体を観察する方法である¹¹⁾¹²⁾。Ragan らにより 2012 年に開発された serial two-photon tomography

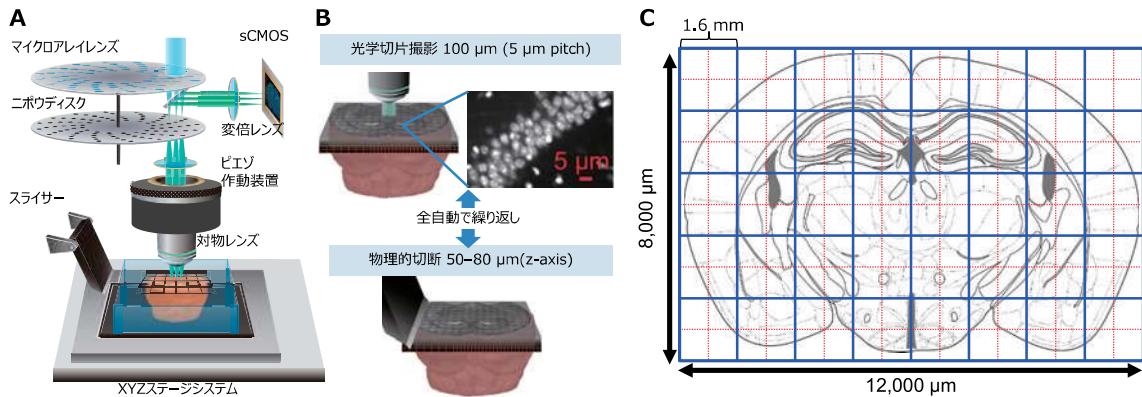


図1 順次断層撮影法を用いた高速高精細全脳イメージングシステムFAST

(A) ニポウディスク方式共焦点スキャナユニット、対物レンズのピエゾ作動装置、リニアスライサー、変倍レンズ、sCMOS および XYZ ステージシステムを組み合わせた FAST の模式図 (文献 4 から改変して転載)。(B) 順次切断法にて撮影。脳組織表面から 100 μm までを 5 μm 毎に光学切片画像を取得。その後、z 方向の overlap 領域を残し物理的にリニアスライサーにより切断・除去を行う。これを全自动で繰り返し脳全体をイメージングする。(C) 0.8 $\text{mm} \times 0.8 \text{ mm}$ の実視野 (FOV、青線と赤線) では 1 平面の脳画像を取得するには、160 FOVs の撮影が必要であったが、拡大した FOV (1.6 $\text{mm} \times 1.6 \text{ mm}$ 、青線) では、40 FOVs で撮影できる。

(STPT)¹³⁾では、2 光子励起顕微鏡を用いることにより 1 光子顕微鏡では到達できない深部まで撮影する。しかし、この方法では、サブミクロンメートルの空間解像度を達成することが可能であるが、その空間解像度で全脳イメージングするには、マウスの脳でさえ、撮影時間が数日間も要するという現状であった¹⁴⁾。最も高解像度かつ高速に全脳イメージングを達成しているものに wide-field large volume tomography があるが、これにおいても、マウスの全脳を 3 日間以上も要するとなっていた¹⁵⁾。

高速・高精細な全脳イメージング法 FAST の開発

脳組織全体のイメージングでは、組織透明化の有無にかかわらず、空間解像度と撮影時間はトレードオフの関係にある。空間解像度を上げるために高倍率の対物レンズを用いると実視野が狭くなり、脳を撮影する総視野数が増え脳全体の撮影に時間がかかるからである。この関係を両立するには、光学顕微鏡の撮影速度の高速化と合わせて、高い分解能のまま実視野を狭くしない

工夫が必要である。特に、撮影速度の高速化については、イメージセンサー技術の改良、励起検出系の並列化などが考えられていた。そこで筆者らは、これらの条件を精査・工夫することにより、高い空間解像度を保ちつつ高速性を高めた方法として block-face serial microscopy tomography、FAST を開発した (図 1)⁴⁾。

FAST の主な改良点は 2 つある。一つ目は、マルチピンホールを敷き詰めた円板とマイクロレンズアレイを高速に回転させるニポウディスク方式を用いたことである。励起検出系の並列化を達成したニポウディスク方式共焦点スキャナユニットでは、そのイメージ取得が最大 2,000fps にもなり、多光子励起顕微鏡や共焦点操作顕微鏡で汎用されていたレゾナントスキャナ方式に比べ、イメージング速度が飛躍的に向上した。このイメージング速度の向上を全脳イメージに適用するには、検出器の感度 (量子効率) とフレームレートが課題であったが、最大量子効率 82% かつ全画素 ($2,048 \times 2,048 \text{ pixel}$) 読み出し時に 100fps を達成する最新の科学用 CMOS を導入することにより、高解像度イメージングの高速化を達成した。實際には、各動作の同期性・蛍光蛋白質の輝度など要因

により、67fps(露光時間 15ms)に設定してイメージングを行っている。

二つ目は、画素サイズをサブミクロンに保ちながら、実視野を拡大させたことである。成体マウスの脳は、概ね $8\text{mm} \times 12\text{mm} \times 12\text{mm}$ の直方体の中に納まる。そのため、脳組織を平たんに切断しやすい冠状面 $8\text{mm} \times 12\text{mm}$ の実視野を 1,000 万画素の検出器と高開口数の対物レンズなどで一度に撮影すれば、画像連結をせずに脳の 2 次元画像を取得できる。しかしながら、その条件下で画素サイズをサブミクロンに保つことは現状ではほとんど不可能である。従って、脳組織を撮影するには、隣接する画像を連結する必要があった。そこで、科学用 CMOS のセンサーサイズ、ニポウディスク型共焦点スキャナユニットの有効視野数、結像・対物レンズの視野数を考慮し、変倍レンズなどの導入により、実視野を $1.6\text{mm} \times 1.6\text{mm}$ まで拡大させた。例えば、 $8\text{mm} \times 12\text{mm}$ の 2 次元脳画像は、 $0.8\text{mm} \times 0.8\text{mm}$ の実視野を用いて撮影すると 160 視野が必要であるが、 $1.6\text{mm} \times 1.6\text{mm}$ の実視野であると 40 視野で済む。この実視野拡大により全脳の撮影時間を 4 倍短縮することに成功した。

FAST では、上述の改良に加え、脳組織の切断面が極めて平たんになるリニアスライサーを組み合わせた。これにより、灌流固定した脳組織の表面付近を、平面分解能 $1\mu\text{m}$ 以下、深さ方向 $5\mu\text{m}$ 間隔で $80\sim100\mu\text{m}$ まで撮影したのち、その撮影済みの脳組織を振動刃のリニアスライサーで除去し、再び撮影することを自動で繰り返して脳全体を撮影した。結果として、成体マウス脳を $0.7\mu\text{m} \times 0.7\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$ の精細さで、2.4 時間で撮影することに成功した。

3 次元全脳画像の再構成とデータ解析

連続する z スタック画像からシームレスに 3 次元全脳画像を再構成するため、切断する脳組織の厚みを z 方向の撮影深度よりも短く設定することにより、連続する 2 つのスタック画像に共通する脳領域の画像を設けた。例えば、z 方向 $100\mu\text{m}$ まで撮影し、 $80\mu\text{m}$ で切断することにより $20\mu\text{m}$

分の共通する脳領域の画像が取得できる。筆者らも開発に関わった TRI/FCS-NUC64 (ラトックシステムエンジニアリング株式会社) を用いて、2 次元スタック画像の重なり除去、位置合わせを行い、ボクセルベースの 3 次元画像に再構築し全脳画像を取得した。

高精細のマウス全脳画像のデータ容量は、約 1 TB にもなる。現状の汎用 PC の性能を考えると、このデータ容量のままでは、病態モデル動物の脳内変化などグループ間の比較解析は非常に困難である。そこで TRI/FCS-NUC64 では、シグナルの形態を球体認識・粒子分離のアルゴリズムを用いて認識し、数密度、重心座標、関心領域 ROI の体積等を数値化することにより、データ容量の軽量化と共に、病態モデル脳と対照脳の比較解析を容易にした(図 2)。筆者らは、このシームレスな全脳 3 次元画像の粒子分離解析により、脳内の細胞分布情報を保持したまま全ての細胞を数え、マウスの脳(7 週齢)に約 1 億 5 千万個の細胞が存在することを示した。また、抽出した数値データを用いた群間比較の検出力を明らかにするため、海馬歯状回神経細胞特異的にアポトーシスを誘導する神経毒(トリメチル錫)を投与した脳において、歯状回特異的に細胞密度の低下や細胞数の減少を検出した。これらの障害モデルや野生型のマウス脳において、各 ROI の大きさや細胞数のバラツキは比較的少なく、各群 3 例の脳画像を元にした定量データを比較することにより差を検出できることを示した。

Post-hoc 解析、免疫組織化学的染色法

光学顕微鏡を用いた全脳イメージングには、Hoechst33258 などの低分子化合物による組織染色、Arc-dVenus マウスなどの蛍光蛋白質を発現する遺伝子改変動物やウイルス投与など、目的の細胞を蛍光標識する必要がある。これまでの全脳イメージングと同様、筆者らも蛍光蛋白質を発現する遺伝子改変マウスやウイルスベクターを用いた蛍光標識を示した⁴⁾。一方で、遺伝子導入の時間や労力・目的産物の異所性発現の可能性等を考慮

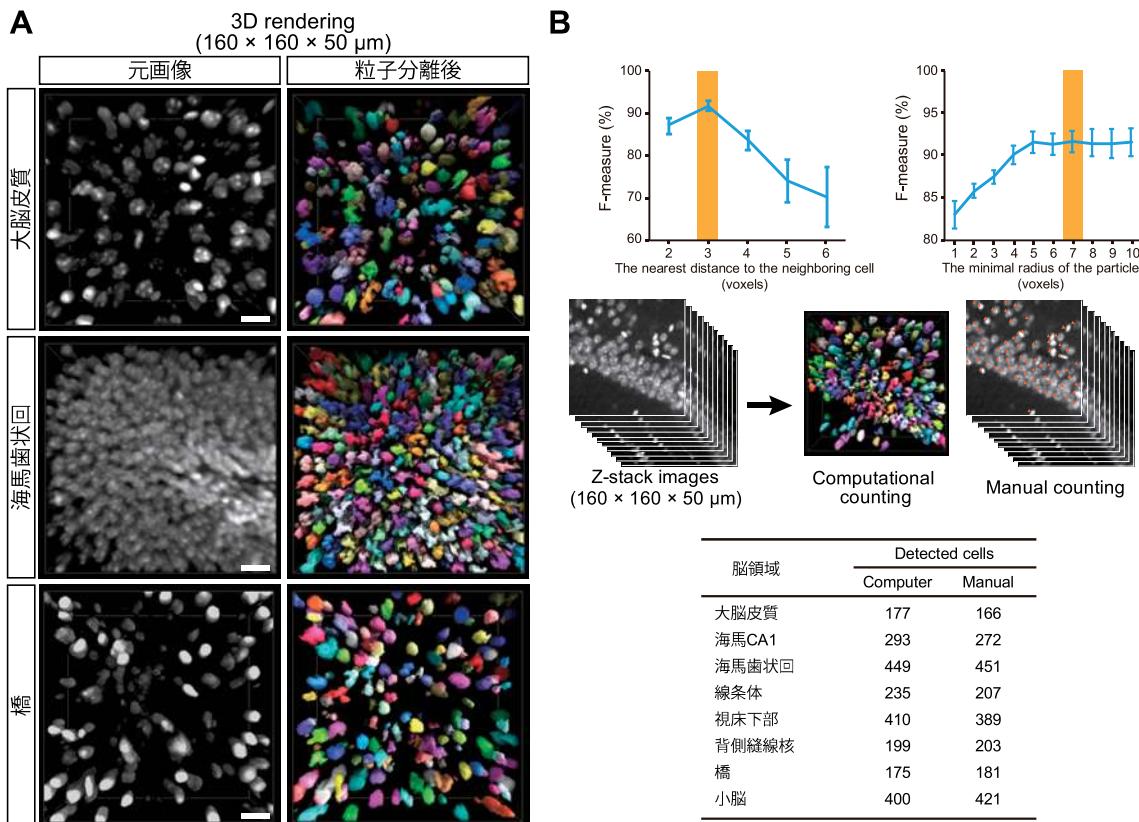


図2 FAST画像の3Dデータ解析

(A) 各種脳領域の3Dレンダリングした元画像(hoechst33258による核染色)とTRI/FCS-NUC64による粒子分離画像。異なる細胞核と認識された粒子はランダムカラーで識別される。Scale bars, 20 μm。(B)粒子分離の2つのパラメータ(the nearest distance to the neighboring cell, the minimal radius of the particle)の各設定値におけるF値(precisionとrecallの調和平均)を図示する。それぞれを3 voxels、7 voxelsに設定すると最もF値が高くなる(橙ハイライト)。これらのパラメータに設定し自動計測した細胞数と、マニュアルにより計測した値の比較を示す(文献4から改変して転載)。

すると、任意の遺伝子の蛋白質発現を簡便に可視化する免疫組織化学法を用いることができれば、詳細な構造、機能、病態解析が可能になる。そのため、抗体を深部まで浸透させて脳全体を染色する方法^{[16]-[18]}がいくつか開発されているものの、使用可能な抗体が少なく、抗体を脳深部まで浸透させる時間や透明化法の中には抗原性の保持が困難な試薬がある^[19]ことなど、全脳イメージングに適用するにはまだハードルが高いと考えられる。FASTやSTPTなどの順次断層撮影法では、全脳イメージング後の脳切片は撮影用水槽に溜まっていることから、全ての脳切片(FASTの場合、80 μm厚の切片が150~200枚)を容易に回収するこ

とが出来る。そのため、通常の免疫組織化学的染色に用いることができる抗体入手すれば、従来のfree-floating法を用いて様々な蛋白質発現や細胞種の同定などの解析ができる。冠状切断する場合、尾側正中嗅内皮質や嗅球などの離散しやすい脳部位をfree-floating法により染色する場合には、脳組織と架橋を形成し形態を保持する酸化型アガロースゲル^{[22][20]}を用いるなどの工夫は必要である。また、FASTによる撮影後に回収した切片の免疫染色画像に対応する元のFAST画像を自動的に見つけるため、筆者らは、OpenCVのcv:matchTemplateを用いたプログラムを作成した。これにより、全脳イメージングにより差を見出し

たのちに、同じ脳において詳細な蛋白質発現解析や細胞種の同定などが簡便に行えるようになつた。

FAST の靈長類脳への適用

FAST によるイメージングでは、組織の透明化は不要であることから、対象とする脳組織の大きさに原理的な制限はない。従って、サブミクロンの高解像度のまま、大きな脳組織のイメージングが可能である。その拡張性を示す例として、成体マウス脳の約 17 倍の重量を有する非ヒト靈長類マーモセットの全脳や、ヒト死後脳においても、筆者らが知る限りでは光学顕微鏡イメージングとして最大となる、マウス脳と同等の高精細 3D 画像の取得にも成功している⁴⁾。実際には、撮影用水槽や電動ステージの可動域、リニアスライサーに装着する刃の長さなどにより撮影可能な組織の大きさは制限されており、現在のところ成獣マーモセットの全脳イメージングにとどまっている。ヒトに近い実験動物として用いられてきたマカクなどの全脳イメージングに FAST を用いるためには、可動域の拡大などの改良が必要である。

おわりに

筆者らが開発した FAST を含む高精細な全脳イメージングに加え、神経活動の操作や標識法など次々に新たな脳研究ツールが開発されている。これらの研究ツールを組み合わせることにより、脳機能の仕組みや精神神経疾患の病態の詳細が明らかになることが期待される。このような脳研究ツールの開発は、従来のような特定の脳領域に着目した研究から、脳全体の中から仮説フリーで変化を見出す研究へ脳研究の手法のパラダイムシフトを加速させると予想する。2017 年 12 月、オーストラリア キャンベラで開催された世界主要脳プロジェクト代表者会議において、International Brain Initiative を設立することが宣言された。これまでに世界各地で推進されている大型脳研究プロジェクトだけでは脳を解読することは時間を要

するが、様々なリソースを世界レベルで協力・集結させることによって、‘cracking the brain’s code’ を加速することが出来る²¹⁾。日本の Brain/MINDS project も International Brain Initiative の初期メンバーとして参画する。本稿で紹介した FAST が、世界規模の脳研究を加速させる一助となることを期待する。

謝 辞

FAST の開発にあたり、多くのご支援とご指導を頂きました大阪大学大学院薬学研究科 橋本均教授および研究室の皆様、共同研究者の先生方に感謝いたします。本稿で紹介した研究内容は、日本学術振興会、文部科学省、日本医療研究開発機構、武田科学振興財団、上原記念生命科学財団からの研究費により行われました。最後に、「輝け次代の担い手たち」の執筆の機会を与えていただきました澤本和延教授、日本神経化学会編集部の皆様にこの場を借りて御礼申し上げます。

文 献

- 1) Insel TR, Landis SC, Collins FS. Research priorities. The NIH BRAIN Initiative. *Science*, 340, 687-688 (2013).
- 2) Amunts K, Ebell C, Muller J, Telefont M, Knoll A, Lippert T. The Human Brain Project: Creating a European Research Infrastructure to Decode the Human Brain. *Neuron*, 92, 574-581 (2016).
- 3) Okano H, Sasaki E, Yamamori T, Iriki A, Shimogori T, Yamaguchi Y, Kasai K, Miyawaki A. Brain/MINDS: A Japanese National Brain Project for Marmoset Neuroscience. *Neuron*, 92, 582-590 (2016).
- 4) Seiriki K, Kasai A, Hashimoto T, Schulze W, Niu M, Yamaguchi S, Nakazawa T, Inoue KI, Uezono S, Takada M, Naka Y, Igarashi H, Tanuma M, Waschek JA, Ago Y, Tanaka KF, Hayata-Takano A, Nagayasu K, Shintani N, Hashimoto R, Kunii

- Y, Hino M, Matsumoto J, Yabe H, Nagai T, Fujita K, Matsuda T, Takuma K, Baba A, Hashimoto H. High-Speed and Scalable Whole-Brain Imaging in Rodents and Primates. *Neuron*, 94, 1085-1100 (2017).
- 5) Paxinos G, Watson C. The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates. San Diego: Academic Press, (1982).
 - 6) McCarthy M. Allen Brain Atlas maps 21,000 genes of the mouse brain. *Lancet Neurol*, 5, 907-908 (2006).
 - 7) Zingg B, Hintiryan H, Gou L, Song MY, Bay M, Bienkowski MS, Foster NN, Yamashita S, Bowman I, Toga AW, Dong HW. Neural networks of the mouse neocortex. *Cell*, 156, 1096-1111 (2014).
 - 8) Richardson DS, Lichtman JW. Clarifying Tissue Clearing. *Cell*, 162, 246-257 (2015).
 - 9) Susaki WA, Ueda HR. Whole-body and Whole-Organ Clearing and Imaging Techniques with Single-Cell Resolution: Toward Organism-Level Systems Biology in Mammals. *Cell Chem Biol*, 23, 137-157 (2016).
 - 10) Keller PJ, Ahrens MB. Visualizing whole-brain activity and development at the single-cell level using light-sheet microscopy. *Neuron*, 85, 462-483 (2015).
 - 11) Ewald AJ, McBride H, Reddington M, Fraser SE, Kerschmann R. Surface imaging microscopy, an automated method for visualizing whole embryo samples in three dimensions at high resolution. *Dev Dyn*, 225, 369-375 (2002).
 - 12) Li A, Gong H, Zhang B, Wang Q, Yan C, Wu J, Liu Q, Zeng S, Luo Q. Micro-optical sectioning tomography to obtain a high-resolution atlas of the mouse brain. *Science*, 330, 1404-1408 (2010).
 - 13) Ragan T, Kadiri LR, Venkataraju KU, Bahlmann K, Sutin J, Taranda J, Arganda-Carreras I, Kim Y, Seung HS, Osten P. Serial two-photon to-
 - mography for automated ex vivo mouse brain imaging. *Nat Methods*, 9, 255-258 (2012).
 - 14) Economo MN, Clack NG, Lavis LD, Gerfen CR, Svoboda K, Myers EW, Chandrashekhar J. A platform for brain-wide imaging and reconstruction of individual neurons. *Elife*, 5, e10566 (2016).
 - 15) Gong H, Xu D, Yuan J, Li X, Guo C, Peng J, Li Y, Schwarz LA, Li A, Hu B, Xiong B, Sun Q, Zhang Y, Liu J, Zhong Q, Xu T, Zeng S, Luo Q. High-throughput dual-colour precision imaging for brain-wide connectome with cytoarchitectonic landmarks at the cellular level. *Nat Commun*, 7, 12142 (2016).
 - 16) Renier N, Wu Z, Simon DJ, Yang J, Ariel P, Tessier-Lavigne M. iDISCO: a simple, rapid method to immunolabel large tissue samples for volume imaging. *Cell*, 159, 896-910 (2014).
 - 17) Chung K, Wallace J, Kim SY, Kalyanasundaram S, Andelman AS, Davidson TJ, Mirzabekov JJ, Zalocusky KA, Mattis J, Denisin AK, Pak S, Bernstein H, Ramakrishnan C, Grosenick L, Gradinaru V, Deisseroth K. Structural and molecular interrogation of intact biological systems. *Nature*, 497, 332-337 (2013).
 - 18) Gleave JA, Lerch JP, Henkelman RM, Nieman BJ. A method for 3D immunostaining and optical imaging of the mouse brain demonstrated in neural progenitor cells. *PLoS One*, 8, e72039 (2013).
 - 19) Hama H, Hioki H, Namiki K, Hoshida T, Kurokawa H, Ishidate F, Kaneko T, Akagi T, Saito T, Saido T, Miyawaki A. ScaleS: an optical clearing palette for biological imaging. *Nat Neurosci*, 18, 1518-1529 (2015).
 - 20) Sallee CJ, Russell DF. Embedding of neural tissue in agarose or glyoxyl agarose for vibratome sectioning. *Biotech Histochem*, 68, 360-368 (1993).
 - 21) Yuste R, Bargmann C. Toward a Global BRAIN Initiative. *Cell*, 168, 956-959 (2017).

輝け次代の担い手たち

貪食性アストロサイトによる脳内リモデリング

森澤 陽介

(東北大学大学院生命科学研究科超回路脳機能分野)

はじめに

脳は変幻自在に回路構造を書き換え、あらゆる変化に適応する。この脳の柔軟性は、我々のアイデンティティを支える記憶の根幹をなすだけでなく、様々な脳病態の形成・修復に関わる特筆すべき特徴である。適切な神経回路を築く上で、不要な神経回路やデブリを除去し、脳内環境を整備、維持する過程は脳機能発現において重要な役割を担う。近年の精力的な研究から、貪食を介した正常・異常な脳内リモデリングが単なる受動的な役割を担うものではなく、創造的破壊とも言える能動的な役割を担うことが明らかになりつつある。本稿では、グリア細胞を中心とした貪食の多彩な側面と、最近筆者らが報告した脳梗塞傷害後に見られる貪食性アストロサイトについての知見を紹介させていただく。

貪食による脳内リモデリング

これまで脳内の死細胞やデブリ、外部から侵入した異物などは、専ら免疫細胞であるミクログリアによって貪食、除去されると考えられてきた¹⁾。脳病態時、ミクログリアはダイナミックにその形質を変化させ、死神経細胞を貪食、除去することで傷害、炎症の終焉に寄与すると考えられている^{2)~4)}。発達期においては、余剰な神経細胞のアポトーシスを誘導し、貪食により刈り込むこと⁵⁾⁶⁾、様々な脳領域においてシナプスの積極的な刈り込みを担うことも示されている^{7)~9)}。ミクログリアによるシナプスの刈り込みに不全が生じる

CX3CR1 欠損マウスにおいては、自閉症関連疾患者で見られる未熟なシナプスの残存や脳領域間の結合性の低下、社会性行動の低下などが認められ、自閉症関連疾患との関連が示唆されている⁸⁾¹⁰⁾。成体脳においても神経前駆細胞を生み出し続ける海馬歯状回の Subgranular zoneにおいて恒常に死細胞を貪食、除去していることや¹¹⁾、脳傷害後に正常な神経細胞やシナプスを刈り込むことで積極的に脳内リモデリングに参画する可能性も示唆されている¹²⁾¹³⁾。またアルツハイマー病患者の初期に見られる認知機能障害にも、ミクログリアによるシナプス刈り込みの亢進が関与する可能性がモデルマウスを用いた実験によって示され、貪食機能が正常、異常な脳回路を形成する可能性に关心が寄せられている¹⁴⁾。

一方、近年の研究からミクログリア以外の貪食細胞にも注目が集まっている。驚くべきことに、脳室下帯の神経前駆細胞も貪食能を有しており、神経回路に組み込まれなかった死細胞を貪食、除去することで組織恒常性の維持に貢献する¹⁵⁾。この貪食の破綻は、神経新生の不全をもたらすことから、新生と同等に重要なイベントであるといえる。また、1970-90 年代の電子顕微鏡観察によって、発達期、老化動物、様々な傷害、病態モデル動物においてアストロサイトの細胞質中に貪食された構造物が散見されることが報告されている^{16)~21)}。ヒトにおいても、様々な疾患において貪食性を呈するアストロサイトが観察されるなど、貪食細胞としてのアストロサイトの側面が知られてきた^{22)~27)}。一方で、培養細胞を用いた実験により、ミクログリアと比べ貪食能に劣るなどの理由か

ら、その性質についてはあまり詳しく検討されてこなかった²⁸⁾²⁹⁾。しかしながら、2008年のマウス脳のトランスクリプトーム解析により、発達期のアストロサイトが貪食関連分子を高発現していることが報告され、再度注目を集めることとなった³⁰⁾。

研究開始当初、中枢神経系における貪食研究のほとんどがミクログリアに関するものであり、アストロサイトの貪食については議論の余地があった。また、その分子メカニズムや生理・病態との関連性についても体系だった知見はなかった。そこで筆者は山梨大学小泉修一教授のもとで1. アストロサイトに貪食能があるのか、2. あるとすればどのような状況か、3. どのような分子メカニズムか、4. ミクログリアの貪食とはどう違うのか、という点に着目し、顕著な構造・機能的な脳内リモデリングを伴う脳梗塞モデルを用い研究を行った。

脳梗塞後の貪食性アストロサイトの出現

脳梗塞とは、脳血管が詰まり、酸素・栄養が行き届かず、脳組織が傷害を受ける現象を指す。成人の死因、後遺症（麻痺、運動・意識障害、失語など）の主因の一つとされる。傷害により死滅した神経細胞は二度と再生しないが、リハビリなどを通じ、梗塞周辺（ペナンブラ）領域の生き残った神経細胞が代償的に新たな回路を築くことで、失った機能をある程度取り戻すことができる³¹⁾。傷害組織の中から再び機能的な回路を作り出すためには、膨大な量の有害かつ不要な傷害組織を除去し、環境を整えることが必要である。この時、アストロサイトによる貪食が一役を担うと仮説を立て、一過性中大脳動脈閉塞モデルを脳梗塞モデルとして用い、傷害後の組織を詳細に観察した。既報の通り、貪食性を呈し、死細胞片を多数取り込んだミクログリアが傷害中心（コア）領域で多数観察された。一方、ペナン布拉領域では、ミクログリアの活性化に遅れて、アストロサイトがコア領域を覆い囲むようにして活性化していた。機能再建に重要とされるこの領域において、活性化アストロサイトが大小の変性神経細胞マーカーの

シグナルをその突起で取り囲んでいる様子が多數観察された。さらにはアストロサイト内には神経細胞、シナプス、免疫細胞マーカーシグナルが観察され、それらは貪食小胞マーカーと一部共局在していた。これらの結果からアストロサイトが貪食性を呈している可能性が示唆された。

しかしながら、ミクログリアとは異なり、アストロサイトがこれらのデブリを貪食しているか否か、光学顕微鏡の解像度で議論するには限界があった。そこで、慶應義塾大学岡野栄之教授、芝田晋介講師に免疫電子顕微鏡観察を、自治医科大学および生理学研究所大野伸彦准教授に3次元電子顕微鏡観察（SBF-SEM）を、それぞれご協力いただき、詳細な検討を行った。その結果、光学顕微鏡観察結果と同様に、ペナン布拉領域の活性化アストロサイト内には多数のデブリが取り込まれていることが確認された。中には、シナプスやミエリン様構造が貪食小胞内に含まれていることも確認された。単位体積当たりの貪食されたデブリ量はミクログリアと比較しても、同程度であった。

以上の結果から、アストロサイトは脳梗塞後、変性神経細胞をはじめ、シナプスやミエリン、免疫細胞断片など様々な基質を取り込む高い貪食性を有することが示された。

異なる貪食性グリア細胞の時空間分布

アストロサイトがミクログリアと遜色ないほどの貪食性を呈することが明らかになったが、ミクログリアの貪食とは何が違うのだろうか。異なる貪食細胞が存在する意義は何であろうか。この問い合わせに対する明確な答えは未だ持ち合せていないが、1つにはこれら2種のグリア細胞の貪食能の活性化には時空間的な隔たりがあった。貪食小胞マーカーの発現変化を指標に、それぞれの細胞の貪食活性を時空間的に定量解析した。その結果、ミクログリアは傷害の初期に、多くの死細胞が存在するコア領域において顕著に貪食性を亢進させていたのに対し、アストロサイトは傷害のより後期に、ペナン布拉領域において、貪食性を亢進させていた。また、3次元電子顕微鏡観察の結果か

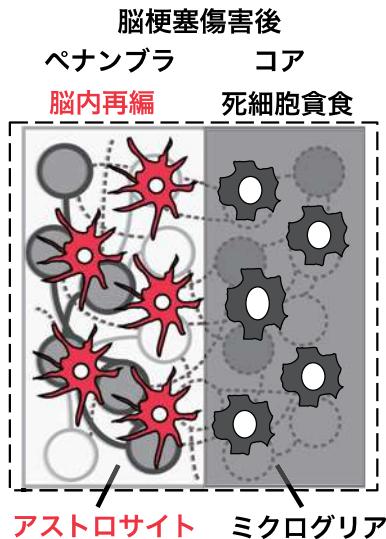


図1 脳梗塞後の貪食性アストロサイトとミクログリアの時空間分布。ミクログリアは傷害後、速やかにコア領域へ集積し、貪食性を示したのに対し、アストロサイトはより後期にペナンブラ領域で貪食性を示した。

ら、ミクログリアの細胞質中には比較的大きなデブリ（フェレ径4μm以上）を取り込んだものが観察されたが、アストロサイトではそのような大きなデブリの取り込みは観察されなかった。これらの結果から、比較的大きな基質も取り込めるミクログリアによる貪食は、コア領域において死細胞から有害な物質が漏出することを防ぐための応急処置として機能し、より後期に観察されたアストロサイトによる貪食は、この時期、ペナンブラ領域で活発に生じる神経回路や組織再編などの脳内リモデリングに寄与するのではないかと類推される³¹⁾（図1）。

貪食を担う分子群の同定

次に、脳梗塞後の活性化アストロサイトの貪食を担う分子の同定を試みた。貪食関連分子をリストアップし、定量PCR法を用いて、脳梗塞傷害に伴う発現変化をスクリーニングした。10種程度の候補遺伝子において、特に発現量の亢進が著明で、

時系列的にもアストロサイトの貪食性とよく相關する変化を示したAbca1分子に着目した。ABCA1はリン脂質やコレステロールといった脂質を輸送するトランスポーターであり、線虫において同定された貪食必須遺伝子ced-7のは乳類相同遺伝子としても知られる。ABCA1は、1. マクロファージに高発現し、貪食に必要なこと、2. 貪食能を持たない細胞への強制発現により貪食能を与えること、3. 欠損動物は発達期の末梢組織における死細胞貪食に不全が生じること、などが示されており、哺乳類においても貪食時に重要な役割を担う^{32)~34)}。その役割については未だ定説がないのが現状だが、1. 貪食基部においてリン脂質の輸送を介し、細胞膜の流動性を調節する役割、2. 貪食受容体の膜トラッフィキングを誘導する役割、3. 貪食基質由来の不要コレステロールが蓄積しないよう細胞外へと放出し、貪食能を維持する役割、などが提案されている^{32)35)~37)}。中枢神経系における貪食機能との関連性を示す報告がなかったことから、脳梗塞後に観察されたAbca1発現亢進の責任細胞を同定するため組織学的な解析を行った。in situ hybridizationおよび免疫組織染色の結果、貪食能の亢進を認めたペナンブラ領域の活性化アストロサイトにおいて顕著な発現亢進を認めた。以上の結果から、ABCA1分子がアストロサイトの貪食に関わる可能性が示唆された。

線虫においてABCA1の相同遺伝子であるced-7はced-1、ced-6と共に役し、貪食を遂行する。ced-1、ced-6はそれぞれ貪食受容体、細胞内アダプタータンパク質として機能することが知られ、それぞれMEGF10、GULP1が哺乳類相同遺伝子として同定されている³⁴⁾³⁸⁾。組織解析の結果、MEGF10、GULP1もまたペナンブラ領域の活性化アストロサイトにおいて発現亢進していたことから、脳梗塞傷害後の活性化アストロサイトの貪食にはABCA1-MEGF10-GULP1分子経路が働いている可能性が示唆された。

ABCA1貪食経路依存的なアストロサイト貪食

次に、培養アストロサイトを用い、貪食性を詳

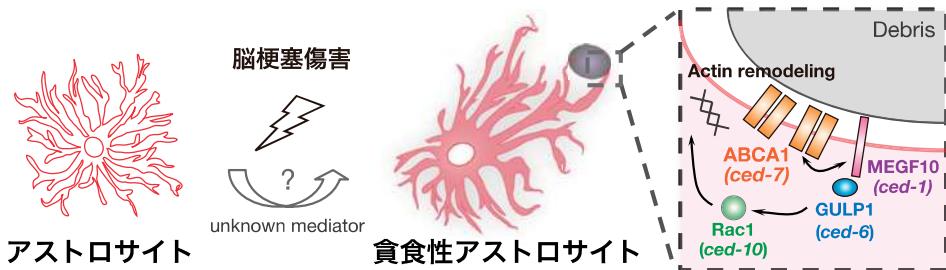


図2 脳梗塞後の貪食性アストロサイトの分子基盤。脳梗塞傷害後、何らかのシグナルを介し、ABCA1 貪食経路分子の発現を亢進させ、細胞外のデブリを貪食する。(Morizawa et al., 2017, Nat. Commun. より改変)。

細に検討した。培養アストロサイトは死細胞、シナプトソーム、ビーズなどを効率良く細胞内へと取り込むことが明らかになった。これらの取り込みは古典的な貪食阻害剤や低温条件で抑制され、かつ phagocytic cup と呼ばれる貪食時に特徴的な王冠状のアクチン集積を伴っていた。貪食時の ABCA1 の局在を観察したところ、貪食基部へと集積することも明らかになった。薬理学的な ABCA1 機能の阻害によって貪食能が抑制されること、遺伝学的に ABCA1 発現を低下または欠損させると貪食能が著しく低下することが明らかになった。さらには、MEGF10、GULP1 発現抑制もアストロサイトの貪食能を低下させることから、ABCA1-MEGF10-GULP1 貪食経路がアストロサイトの貪食に重要な役割を担うことが示唆された。一方、薬理学的に ABCA1 発現を亢進させると、貪食能も亢進した。この貪食能の亢進作用は ABCA1 欠損アストロサイトでは認めなかった。以上のことから、ABCA1 発現および機能はアストロサイトの貪食に必要かつ十分であり、貪食能を強く制御するキーモルコドである可能性が示された。

再び *in vivo* モデルに戻り、脳梗塞後の活性化アストロサイトの貪食における ABCA1 依存性を評価した。Cre-loxP システムを用い、アストロサイト特異的に ABCA1 を欠損させた動物を用いて、脳梗塞後の貪食能を検討した。3次元電子顕微鏡観察の結果、欠損マウスにおいては、アストロサ

イト選択的に貪食能が顕著に低下していることが明らかになった。さらにこの動物では細胞外のデブリ密度が高い傾向にあった。これらの結果から、脳梗塞後、アストロサイトは ABCA1 発現を亢進させ、ABCA1 貪食経路依存的にペナンプラ領域における細胞外の不要物質を貪食、除去し、ミクログリアの貪食とは異なる様式で、傷害後の脳内リモデリングに参画する可能性が示唆された³⁹⁾(図2)。

生理・病態時における貪食性アストロサイト

これまであまり着目されてこなかったアストロサイトによる貪食は、近年重要な報告が数多くなされ、注目を集めている。まず、成熟動物において、視神經乳頭周囲のアストロサイトが恒常的に軸索のデブリを貪食していることが報告された⁴⁰⁾。この貪食は線内障モデルで亢進していることが示されており、さらに続報では、軸索のミトコンドリア貪食を担っていることが示された⁴¹⁾。transcellular mitophagy として軸索の恒常性維持を担うメカニズムとして提案された。また、アストロサイトはミクログリアと同様、発達期のシナプス刈り込みにおいて重要な役割を担うことも明らかにされ、分子経路も同定された⁴²⁾。そのうちひとつの中経路は本研究でも関与が示唆された MEGF10 を介する経路であった。さらに、MEGF10 は小脳の発達過程に生じる死細胞の貪

食にも働いていることも報告されており、この貪食経路は生理・病態時どちらにおいてもアストロサイトの貪食に重要な役割を果たすと考えられる⁴³⁾。ABCALを含めたこの貪食経路分子は、ある統合失調症家系においてリスク変異であることも報告されている⁴⁴⁾。さらに、筋萎縮性側索硬化症、パーキンソン病モデルやヒトの脱髓性疾患などにおいて、アストロサイトの貪食性が亢進している可能性が示唆される一方で、活性化アストロサイトの種類によっては貪食能が低下する可能性も指摘されており、病態への関与にも益々関心が集まっている^{45)~49)}。

おわりに

近年、発達期はもちろん、記憶や学習に伴う神経回路の再編成やその破綻がもたらす異常な神経回路の形成など、脳内リモデリングに注目が集まっている。これまで蓄積してきたミクログリアによる貪食の知見に加え、アストロサイトの貪食が果たす意義を明らかにすることで、生理・病態の両側面における、より詳細な脳内リモデリングの制御様式の解明が期待される。

謝 辞

本研究を行うにあたり、山梨大学の小泉修一教授、平山友里助教および研究室の皆様、共同研究者の先生方に多大なるご指導とご協力を賜りましたこと、深く感謝申し上げます。さらにこのような執筆の機会をくださった澤本和延教授および日本神経化学会の編集部の皆様に感謝申し上げます。

文 献

- 1) Kreutzberg GW. Microglia: a sensor for pathological events in the CNS. Trends in neurosciences, 19, 312-318 (1996).
- 2) Magnus T, Chan A, Savill J, Toyka KV, Gold R. Phagocytotic removal of apoptotic, inflammatory lymphocytes in the central nervous system by microglia and its functional implications. Journal of neuroimmunology, 130, 1-9 (2002).
- 3) Nimmerjahn A, Kirchhoff F, Helmchen F. Resting microglial cells are highly dynamic surveillants of brain parenchyma in vivo. Science, 308, 1314-1318 (2005).
- 4) Koizumi S, et al. UDP acting at P2Y6 receptors is a mediator of microglial phagocytosis. Nature, 446, 1091-1095 (2007).
- 5) Marin-Teva JL, et al. Microglia promote the death of developing Purkinje cells. Neuron, 41, 535-547 (2004).
- 6) Cunningham CL, Martinez-Cerdeno V, Noctor SC. Microglia regulate the number of neural precursor cells in the developing cerebral cortex. The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience, 33, 4216-4233 (2013).
- 7) Tremblay ME, Lowery RL, Majewska AK. Microglial interactions with synapses are modulated by visual experience. PLoS Biol, 8, e1000527 (2010).
- 8) Paolicelli RC, et al. Synaptic pruning by microglia is necessary for normal brain development. Science, 333, 1456-1458 (2011).
- 9) Schafer DP, et al. Microglia sculpt postnatal neural circuits in an activity and complement-dependent manner. Neuron, 74, 691-705 (2012).
- 10) Zhan Y, et al. Deficient neuron-microglia signaling results in impaired functional brain connectivity and social behavior. Nature neuroscience, 17, 400-406 (2014).
- 11) Sierra A, et al. Microglia shape adult hippocampal neurogenesis through apoptosis-coupled phagocytosis. Cell Stem Cell, 7, 483-495 (2010).
- 12) Wake H, Moorhouse AJ, Jinno S, Kohsaka S, Nabekura J. Resting microglia directly monitor the functional state of synapses in vivo and determine the fate of ischemic terminals. J Neurosci, 29, 3974-3980 (2009).

- 13) Neher JJ, et al. Phagocytosis executes delayed neuronal death after focal brain ischemia. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 110, E4098-4107 (2013).
- 14) Hong S, et al. Complement and microglia mediate early synapse loss in Alzheimer mouse models. *Science*, 352, 712-716 (2016).
- 15) Lu Z, et al. Phagocytic activity of neuronal progenitors regulates adult neurogenesis. *Nature cell biology*, 13, 1076-1083 (2011).
- 16) Vaughn JE, Pease DC. Electron microscopic studies of wallerian degeneration in rat optic nerves. II. Astrocytes, oligodendrocytes and adventitial cells. *The Journal of comparative neurology*, 140, 207-226 (1970).
- 17) Vaughan DW, Peters A. Neuroglial cells in the cerebral cortex of rats from young adulthood to old age: an electron microscope study. *Journal of neurocytology*, 3, 405-429 (1974).
- 18) Lemkey-Johnston N, Butler V, Reynolds WA. Glial changes in the progress of a chemical lesion. An electron microscopic study. *The Journal of comparative neurology*, 167, 481-501 (1976).
- 19) Ronnevi LO. Spontaneous phagocytosis of boutons on spinal motoneurons during early postnatal development. An electron microscopical study in the cat. *Journal of neurocytology*, 6, 487-504 (1977).
- 20) Al-Ali SY, Al-Zuhair AG, Dawod B. Ultrastructural study of phagocytic activities of young astrocytes in injured neonatal rat brain following intracerebral injection of colloidal carbon. *Glia*, 1, 211-218 (1988).
- 21) Cheng HW, et al. Response of striatal astrocytes to neuronal deafferentation: an immunocytochemical and ultrastructural study. *Neuroscience*, 62, 425-439 (1994).
- 22) Lee SC, Moore GR, Golenwsky G, Raine CS. Multiple sclerosis: a role for astroglia in active demyelination suggested by class II MHC expression and ultrastructural study. *Journal of neuropathology and experimental neurology*, 49, 122-136 (1990).
- 23) Troost D, Claessen N, van den Oord JJ, Swaab DF, de Jong JM. Neuronophagia in the motor cortex in amyotrophic lateral sclerosis. *Neuropathology and applied neurobiology*, 19, 390-397 (1993).
- 24) Castejon OJ, Valero C, Diaz M. Synaptic degenerative changes in human traumatic brain edema. An electron microscopic study of cerebral cortical biopsies. *Journal of neurosurgical sciences*, 39, 47-65 (1995).
- 25) Akiyama H, et al. Granules in glial cells of patients with Alzheimer's disease are immunopositive for C-terminal sequences of beta-amyloid protein. *Neuroscience letters*, 206, 169-172 (1996).
- 26) Ito U, Nagasao J, Kawakami E, Oyanagi K. Fate of disseminated dead neurons in the cortical ischemic penumbra: ultrastructure indicating a novel scavenger mechanism of microglia and astrocytes. *Stroke*, 38, 2577-2583 (2007).
- 27) Persson A, Englund E. Phagocytic properties in tumor astrocytes. *Neuropathology: official journal of the Japanese Society of Neuropathology*, 32, 252-260 (2012).
- 28) Parnaik R, Raff MC, Scholes J. Differences between the clearance of apoptotic cells by professional and non-professional phagocytes. *Current biology: CB*, 10, 857-860 (2000).
- 29) Magnus T, Chan A, Linker RA, Toyka KV, Gold R. Astrocytes are less efficient in the removal of apoptotic lymphocytes than microglia cells: implications for the role of glial cells in the inflamed central nervous system. *Journal of neuropathology and experimental neurology*, 61, 760-766 (2002).
- 30) Cahoy JD, et al. A transcriptome database for astrocytes, neurons, and oligodendrocytes: a new resource for understanding brain development and function. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 28, 264-278 (2008).
- 31) Murphy TH, Corbett D. Plasticity during stroke

- recovery: from synapse to behaviour. *Nature reviews Neuroscience*, 10, 861-872 (2009).
- 32) Hamon Y, et al. ABCA1 promotes engulfment of apoptotic cells and transbilayer redistribution of phosphatidylserine. *Nature cell biology*, 2, 399-406 (2000).
 - 33) Hamon Y, Chambenoit O, Chimini G. ABCA1 and the engulfment of apoptotic cells. *Biochimica et biophysica acta*, 1585, 64-71 (2002).
 - 34) Hamon Y, et al. Cooperation between engulfment receptors: the case of ABCA1 and MEGF10. *PloS one*, 1, e120 (2006).
 - 35) Marguet D, Luciani MF, Moynault A, Williamson P, Chimini G. Engulfment of apoptotic cells involves the redistribution of membrane phosphatidylserine on phagocyte and prey. *Nat Cell Biol*, 1, 454-456 (1999).
 - 36) Jehle AW, et al. ATP-binding cassette transporter A7 enhances phagocytosis of apoptotic cells and associated ERK signaling in macrophages. *The Journal of cell biology*, 174, 547-556 (2006).
 - 37) Kiss RS, Elliott MR, Ma Z, Marcel YL, Ravichandran KS. Apoptotic cells induce a phosphatidylserine-dependent homeostatic response from phagocytes. *Current biology: CB*, 16, 2252-2258 (2006).
 - 38) Su HP, et al. Interaction of CED-6/GULP, an adapter protein involved in engulfment of apoptotic cells with CED-1 and CD91/low density lipoprotein receptor-related protein (LRP). *The Journal of biological chemistry*, 277, 11772-11779 (2002).
 - 39) Morizawa YM, et al. Reactive astrocytes function as phagocytes after brain ischemia via ABCA1-mediated pathway. *Nature communications*, 8, 28 (2017).
 - 40) Nguyen JV, et al. Myelination transition zone astrocytes are constitutively phagocytic and have synuclein dependent reactivity in glaucoma. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108, 1176-1181 (2011).
 - 41) Davis CH, et al. Transcellular degradation of axonal mitochondria. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111, 9633-9638 (2014).
 - 42) Chung WS, et al. Astrocytes mediate synapse elimination through MEGF10 and MERTK pathways. *Nature*, 504, 394-400 (2013).
 - 43) Iram T, et al. Megf10 Is a Receptor for C1Q That Mediates Clearance of Apoptotic Cells by Astrocytes. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 36, 5185-5192 (2016).
 - 44) Chen X, et al. Apoptotic engulfment pathway and schizophrenia. *PloS one*, 4, e6875 (2009).
 - 45) Baker DJ, et al. Lysosomal and phagocytic activity is increased in astrocytes during disease progression in the SOD1 (G93A) mouse model of amyotrophic lateral sclerosis. *Frontiers in cellular neuroscience*, 9, 410 (2015).
 - 46) Chung WS, et al. Novel allele-dependent role for APOE in controlling the rate of synapse pruning by astrocytes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113, 10186-10191 (2016).
 - 47) Liddelow SA, et al. Neurotoxic reactive astrocytes are induced by activated microglia. *Nature*, 541, 481-487 (2017).
 - 48) Ponath G, et al. Myelin phagocytosis by astrocytes after myelin damage promotes lesion pathology. *Brain: a journal of neurology*, 140, 399-413 (2017).
 - 49) Morales I, Sanchez A, Rodriguez-Sabate C, Rodriguez M. Striatal astrocytes engulf dopaminergic debris in Parkinson's disease: A study in an animal model. *PloS one*, 12, e0185989 (2017).

研究室紹介

新潟大学大学院医歯学総合研究科 口腔生化学分野

教授 照沼 美穂

新潟大学歯学部は日本海側最大の都市である新潟市に昭和40年に3番目の国立大学歯学部として設置されました。市内には日本一長い信濃川が流れおり緑も多く、大変心地良いところです。この冬は記録的な大雪に見舞われていますが、市内では例年雪の日は数えるくらいしかないそうで、とても住みやすい街であると言われています。また新潟といえば日本海の海の幸やお米、そして日本酒が有名ですが、それ以外にも美味しいものに溢れています。日々の食生活はとても豊かです。そのおかげか、新潟に赴任すると体重が急増するとか。私も例外なく、その一人です。

自己紹介から始めますと、私は九州大学歯学部を卒業後、口腔生化学講座（現・口腔細胞工学）の博士課程に入学し、基礎研究を始めました。歯学部と言うと口腔のみを研究対象としているイメージがあるかもしれません、実際には中枢神経の研究をしている人もおり、口腔生化学講座の平田雅人教授（現・九州大学名誉教授）のグループでは脳からイノシトールリン脂質を介したシグナル伝達系に関与する新規分子 PRIP-1 を発見し、研究を続けていました。その中で PRIP-1 が GABA_A受容体に結合することを見出したため、結合意義や結合調節機序を解明することが大学院生である私の研究課題でした。研究を進める過程で当時イギリスのユニバーシティー・カレッジ・ロンドン（UCL）にて GABA_A受容体の分子生物学的・薬理学的解析を行っていた Stephen Moss 教授の研究室にお世話になったことがきっかけで、学位取得後 Moss 研究室にポスドクとして加わりました。Moss 研では GABA_A受容体のリン酸化に焦点を当てて、てんかん発症の発症メカニズ

ムを提唱したり、G タンパク質共役型受容体である GABA_B受容体の細胞膜発現調節機構を明らかにしたりと、GABA 受容体にどっぷりはまって研究していました。Moss 研がアメリカに移ったのをきっかけに、アストロサイトが細胞内カルシウム上昇に伴いグルタミン酸を放出して神経伝達機構に直接関与することを見出した Philip Haydon 教授にも師事し、二人の先生から学んだことを基盤としながら現在研究を続けております。結局 Moss 研には 8 年間在籍し、その間に自分のグランツを取得できたことがきっかけとなり、2013 年にイギリスのレスター大学で研究室を立ち上げることができました。

イギリスの大学で研究室を持つのはアメリカのそれとはだいぶ違っており、ポスドクが雇えませんし、スタートアップも 10 分の 1 くらいです。そのため研究室配属で加入する学部学生や 1 年で修了する修士過程の大学院生らとともに研究を行う日々でした。ある程度自分で実験をする時間は持てるのですが、ポスドクを雇うための大型グランツの申請に時間を取られることも多く、なかなか満足するようなペースでの研究はできませんでした。そのため、3 年で新天地を見つけることにし、2016 年 8 月に新潟大学に着任しました。口腔生化学分野の 3 代目の教授になります。

前任地での一からの研究室の立ち上げとは異なり、今度は研究分野の全く異なる前任の先生が残していくかれたものを仕分けするところから仕事は始まりましたが、学部からの手厚いサポートのおかげで 10 月には高度口腔機能教育研究センターから特任助教の原田先生が加わり、二人で研究室を整備しながら少しづつ研究を開始しました。

2017年2月には二人目の特任助教である岸川先生が加わり、スタッフは准教授を含めて4人になりました。また11月には歯学研究演習として歯学科2年生が二人、当研究室に加わりましたし、4月には着任後初の大学院生が加入することになっています。1年半をかけてようやく研究体制が整いつつあり、面白いデータも揃ってきており、これからがとても楽しみな状況です。

当研究室の主な研究テーマとしては、①アストロサイトにおけるGABA受容体の機能解析と②代謝不全疾患と脳内アストロサイトの機能変化があります。特に血液から栄養素を含む様々な物質を神経細胞へと橋渡ししているアストロサイトの機能制御機構を明らかにしたいと考えております。その他にも原点に帰って、神経細胞に発現するGABA受容体の役割を様々な脳の部位にて解析しています。今後はさらに歯学部にいる特色を生かして、口腔機能と脳機能の連関、ストレスや摂食行動と唾液の分泌、食欲や嚥下の調節を行う脳領域についても研究を行っていく予定です。博士課程・修士課程大学院生は随時募集していますので、ご興味のある方はいつでもご連絡を頂けたら幸いです。

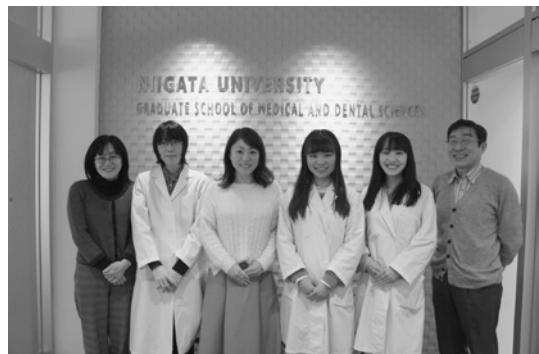


写真 新潟大学歯学部の玄関にて。左から3番目が筆者

私は学位取得後日本を離れてしまい、10年以上神経化学の先生方とはほとんど交流することなく過ごして参りました。遅ればせながら、これから神経化学会で様々な先生方と出会い、交流を深め、刺激を受けながら教室員共々成長して参りたいと思います。どうぞよろしくお願ひいたします。最後になりましたが、執筆の機会をいただきました日本神経化学会広報委員長の澤本和延教授を始め、関係者の皆様に感謝申し上げます。

研究室紹介

名古屋市立大学大学院 医学研究科 機能組織学分野

教授 鶴川 真也

名古屋市立大学は、明治17年に名古屋薬学校が設立されて以来、133年の歴史を持つ伝統ある大学です。昭和25年に、名古屋女子医科大学と名古屋薬学校の後身である名古屋薬科大学を統合して、医学部と薬学部の2学部を有する名古屋市立大学が発足しました。その後、社会の要請に応える形で発展を続け、現在では6学部7研究科を有するに至りました。本年度からは、新たに総合生命理学部が設置されます。

私たちの教室は、医学研究科 生体機能・構造医学専攻 基礎医科学講座の一分野であり、大学院教育の他、学部教育では、統合解剖学分野と協力しながら、系統解剖学・組織学・発生学の講義・実習を担当しています。構成教職員ですが、私の他、准教授の植田高史先生、講師の熊本奈都子先生、助教の柴田泰宏先生、さらに、技術職員2名が在籍しております、全国的な基礎医学分野の人員削減にもかかわらず、比較的、マンパワーに恵まれていると思います。

私自身は、平成8年に、遠山正彌教授（当時）（現 大阪府立病院機構理事長・日本神経化学会監事）が主宰されていた大阪大学大学院 医学系研究科 神経機能形態学講座の博士課程に進みました。入学後は、准教授をされていた島田昌一先生（現 大阪大学大学院 医学系研究科 神経細胞生物学分野教授・日本神経化学会副理事長）のご指導の下、中枢神経系に発現する新規イオンチャネル・トランスポーター遺伝子のクローニングや味覚受容体遺伝子の探索を行いました。博士課程在籍中に、島田先生が名古屋市立大学大学院 医学研究科 機能組織学分野（当教室）を主宰されることになり、私も名古屋に移動しました。移動後は、地元愛知

県にあるミツカン中央研究所の塚本義則所長（当時）（現 中部大学応用生物学部 応用生物化学科教授）からご助言をいただきながら、味覚受容体遺伝子の探索を続け、酸味受容チャネル ASIC2a (acid-sensing ion channel-2a) の単離・同定に成功しました。その後、縁あって、平成22年より私が当教室を主宰させていただいております。

私たちの教室では、これまでの経緯もあって、主に酸感受性イオンチャネル (ASIC) 遺伝子ファミリーの生理機能に関する研究を行っています。この遺伝子ファミリーには6種類のサブタイプが存在し、一部を除いて、細胞外pHの低下に応じて開く陽イオンチャネルをコードしています。ASICチャネルは、中枢・末梢を問わず、多くの神経細胞に発現し、シナプス小胞から放出される水素イオンを受容することで、神経情報伝達に関わっています。私たちは、この遺伝子ファミリー全体の海馬神経新生への関与について、遺伝子改変マウスを用いて解析を進めています。また、ASICチャネルの中で、唯一、活性化機構が解明されていないASIC4に焦点を当て、そのチャネル特性と脳機能への関与について多角的に調べています。実験手法として、従来、標準的な形態学的・分子生物学的・生化学的手法を使っていますが、イオンチャネルを扱うことから、最近、カルシウムイメージングとスライスピッチャクランプとを組み合わせた系を立ち上げました。

ASICチャネルは、その構造上、線虫の触覚受容チャネル degenerin に高い相同意性を示し、機械刺激によって活性化されることも想定されています。そこで、私たちの教室では、ASIC遺伝子ファミリーのメカノセンサーとしての機能も調べてい

ます。特に、内耳有毛細胞における聴覚・平衡覚受容への直接関与や消化管壁内神經叢における伸展刺激受容機構への関与について、生理学的解析を行っています。さらに、消化管上皮細胞に発現する Piezo チャネルや TRP (transient receptor potential) チャネルに関する研究も行っています。

私たちの研究は、必ずしも具体的な疾患を想定したものではありませんが、神經系に広く発現する分子を扱いますので、将来的に、何らかの精神・神經疾患の原因解明に結び付くと考えています。最後になりましたが、日本神經化学会の諸先生方におかれましては、今後ともご指導ご鞭撻のほど、どうぞよろしくお願い申し上げます。



写真 研究室メンバー（前列左から、植田准教授、鶴川（筆者）、熊本講師、後列左から 3 人目が柴田助教）

海外留学先から

リゾート地で繰り広げられる最先端の研究

(近畿大学東洋医学研究所分子脳科学研究部門) 石野 雄吾

私は、2013年8月から2017年4月まで、アメリカのフロリダ・ジュピターにあるマックスプランクフロリダ研究所（谷口研究室）に留学しておりました。今回このような貴重な機会をいただきましたので、特にこれから留学を検討する方々の参考になればと思い、少しばかり私の経験を皆様と共有してみたいと思います。

留学への思い

私が留学したのは、総合研究大学院大学（生理研池中研究室）で学位を取り、1年半ほど経ったときのことでした。その後の計画を考え行き先を模索していた頃、海外での研究を経験したいという思いと池中先生の勧めもあり、留学できる可能性を探ることにしました。実際の所、どれほど海外でやりたいという意識が強かったかは覚えていません。ただ、将来的にプラスになるだろうという思いはあったので、留学を第一に検討することにしました。

インタビューへ

留学先を探していた頃、運良く自分の興味に合った研究室でポスドクの募集がされていることを知りました。すぐにメールを送り、何通かのやりとりの後 Skypeでの面接をしていただきました。これまでの研究内容や興味・将来の事について一通りお話しし、実際にマックスプランク研究所での研究発表・インタビューへ呼んで頂きました。往復の交通費や宿泊代、空港から研究所までの送迎までも研究所が全て準備してくれました。どの研究所でもこのような待遇が受けられるわけでは無いようですが、ポスドクにここまでしてくれるのかと感動したことを覚えています。迎えの車が連れて行ってくれた研究所はとても新しくきれいな建物で、それまで持っていた研究所のイメージが大きく覆され、留学に対する気持ちもさらに強くなったのを覚えています。（内部を少し見ることができます <https://www.maxplanckflorida.org/institute/building-tour/>）

発表はお世辞にもうまいとは言えないものだったと思いますが、何とか終え、その後はラボメンバーやディレクターとの面接でした。一人30分程度だったと思いますが、聞き取れない英語も多く、何度も聞き直しさらにゆっくり話してもらいながらでしたが、採用していただけることになりました。

留学準備

採用決定後は人事担当の方との事務手続きです。主にビザ取得に関する事ですが、必要な情報や書類の提出をしたあとは研究所側が弁護士へ依頼し全て準備してくれました。マックスプラン



写真1 研究所の正面入口前

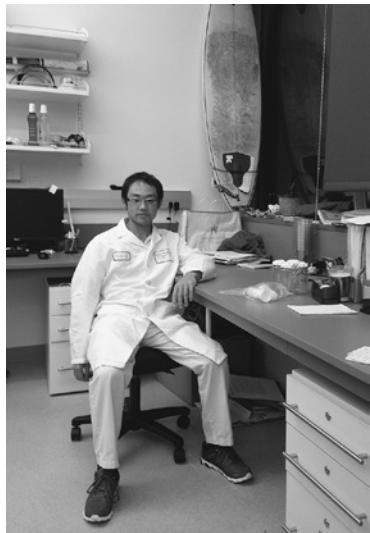


写真2 研究室での一枚。ラボ内にサーフボードがあるのはフロリダあるある？

クは事務方のバックアップがとてもしっかりとしていたので、あまり不安を抱くことがありませんでした。こちらが費用を出す必要は一切なく全てマックスプランクが負担してくれました。米国に留学する多くの研究者はJ-1ビザ（trainee）で渡米することがほとんどですが、私が留学した時期は研究所がオープンしてまだ数年だったためJ-1ビザが準備できず、H-1（employee）ビザでの渡米となりました。また、ビザ申請以外にも生活のセットアップに関するなどいろいろ対応してくれました。渡米前に現地の不動産屋さんも紹介してくれたため、現地に着いてから3日ほどで家に入居することができました。さらに渡米にかかる渡航費用や現地に着いてからのレンタカー代やホテル代も全て研究所が負担してくれました。本当に恵まれた環境に留学できたと思っています。

海外留学を考える時、言葉の問題もありますが、

やはり金銭的な不安を抱える人も多いと思います。幸い私は多方面においてサポートの大きい研究所への留学をすることができましたが、留学先を考える際、どのようなバックアップがあるかも調べておくと留学生活の充実度が変わってくるかもしれません。

海外生活のスタート

ビザの取得もスムーズに進み、無事にアメリカでの研究生活がスタートすることになりました。まずは生活のセットアップから始まります。アメリカのアパートは家電類が備え付けなので、自分で揃える必要はありませんが、それ以外に生活に必要な物を揃えるのが大変でした。アメリカでは信用が第一で、この信用をはかる基準をクレジットスコアといいます（クレジットカードを利用しきちんと支払いしたり、車のローンなどを返済することで個人の信頼度が上がり、クレジットスコアがあがっていきます）。このスコアがなければ、アパートを決めるのも携帯電話を契約するのも車を購入するのも何をするにも一苦労です。しかしクレジットスコアがないとそもそもクレジットカードが作れません。私の場合は、事前に日本でドル建てのクレジットカードを作つておいたのでそれで地道にスコアを上げていきました。アメリカへの留学を検討している人は、渡米前にドル建てのクレジットカードを作つておくことを強く勧めます。最初はスコアがありませんでしたので、何を契約するにもdepositという多額の預け金を払う必要がありました（一定期間後に返ってくるものがほとんどです）。自由の国と謳っていますが、海外から来る者にはなかなか厳しいのが現実だと最初に思い知らされました。だいたいのセットアップが終わり研究に集中できるようになるまでに、一ヶ月程かかったのではないかと思います。

マックスプランクフロリダ研究所

マックスプランクというとドイツというイメージが強いかと思いますが、アメリカ、フロリダ州に唯一Neuroscienceに特化した研究所があります。設立からこれまで毎年のようにトップジャーナルに論文を発表しており、大きなグラントも多数有しています。10年も経っていないにも関わらずとても注目されている研究所です。予算は潤沢にあり、最先端のイメージング機器が揃つており、二光子顕微鏡など何台あったのか正確には覚えていません。とにかく全てにおいて恵まれた環境でした。

研究所には様々な国から研究者が集まっています。それぞれ異なる文化で育った彼らと実際に話を

すると、日本にいたら聞けないような話もたくさん聞けて自分の視野が広がりました。皆気さくでとてもフレンドリーですし、困ったときは親身に助けてくれます。ラボ内も明るく常に笑いが響いていました。フロリダ、しかもリゾート地と言う土地柄のせいか皆普段からTシャツに短パン姿。ラボにはサーフボード、カフェテリアには卓球台、と日本ではあまり目にしない光景がとても新鮮でした。このようにいろいろな世界の人と出会い、様々な文化の違いを体験できることは留学の醍醐味の1つです。国と分化が違えば考え方も違い、「何故?」と思うことも多くありましたが、そのような事も含めていろんな意味でいい刺激を受けることができ、留学が自分を人としても研究者としても一回り成長させてくれた気がします。

ユニークな研究環境

研究所内はラボ毎の区切りは無く広くオープンスペースとなっているため、近隣ラボと容易にコミュニケーションが取れる環境でした。実験が夜遅くなったり際にも隣のラボで頑張っている様子が目に入るので、それに刺激を受けてまた頑張ろうという気持ちになります(夜遅くまでいるのはアジア系が多かった気がします)。

また、研究所のすぐ隣にはスクリプス研究所と Florida Atlantic University があり、3施設で密に連携がとられています。特にスクリプスの施設にはとてもお世話になりました。マックスプランク内には Electron Microscopy、Light Microscopy、Molecular Biology、Mechanical Workshop の core facility があり研究を全面的にバックアップしてくれます。加えて動物実験施設も充実しており、ケージ交換等の基本的な動物の世話は全て行ってくれます。そのため研究以外の雑務に時間を取られる事がなく、思う存分研究に専念することができます。

研究所には毎月のようにその分野でトップを走る研究者が各国からレクチャーに訪れ、最新のデータを惜しげもなく披露してくれます。レクチャー後はポスドクや学生がスピーカーと一緒に昼を食べながら懇談する機会も設けられ非常に貴重な機会を与えていただけたと思っています。ポスドクを中心となってスピーカーにインタビューをする Podcast (Max Planck Florida's Neurotransmissions Podcast) も配信されていますので、是非一度視聴してみて下さい。

研究所内のチームワークも非常に良く、月に一度、ラボ持ち回りでポスドクが研究内容を発表する機会があります。普段話す機会の少ない他ラボのPIや研究者から広く意見を聞くことができ、モチベーションを新たに研究に打ち込むことができます。また、その時のディスカッションがきっかけで共同研究が産まれる事もあり非常に良いシステムだと感じていました。日々の生活ではラボ内で活発に議論しながら切磋琢磨し、定期的に外部の研究者の話を聞きさらにモチベーションを上げていける素晴らしい環境でした。

教育の場としての研究所

マックスプランクでは、教育活動の一環として高校生や大学生を一定期間受け入れるプログラムがありました。中でも印象的だったのが、毎年夏休みを利用して開かれる高校生対象のインターンプログラムです。このプログラムには全米から高校生達が応募しそのなかでも極僅かの優秀な高校生達が採用されます。確かに倍率は20倍ほどだったと思います。実際に参加している高校生たちは皆非常に優秀でやる気もあり、臆することなく次から次へと質問が飛んできます。私もこのインターン生を担当する機会があったのですが、非常に優秀な生徒で教えがいがありました。夏休みの短い間での体験入学ですが、最終日にはまるで高校生とは思えない素晴らしい発表をしてくれました。プログラム終了後もアルバイトとして実験を手伝いに来てくれるほどに研究を好きになってくれたので、担当してよかったです。このように優秀な若い人材を発掘するシステムがあることが、アメリカの高い研究レベルを支えているのだと実感しました。英語が不得意なのに、しかも高校生に教えるなんてと最初はあまり気が進まなかったので



写真3 ハロウィンパーティーでの一枚。皆思い思いの衣装で。



写真5 研究所近くのビーチ。広くてきれいなビーチを思う存分楽しめます。



写真4 クリスマスパーティーでの一枚。バンド演奏がパーティーを盛り上げてくれます。

向かってまた前進していこうという挨拶に添えられるこの口癖を聞くと、いつもふと心が柔らぐと同時に、よし頑張ろうと言う気持ちにもなりました。年間を通して開催されるイベントはもちろん家族同伴で皆お酒を飲みながら楽しみ、研究者だけでなく事務の方々も一緒に研究所を盛り上げているという意識になれてとても良い機会でした。研究所内のコミュニケーションもスムーズになり、気分転換にもつながり、研究者も事務方も気持ちよく自分の仕事に専念する環境が出来上がって行くのだと実感しました。実験するだけではなく、皆一緒に楽しもうという考え方にはマックスプランクを作り上げるとても重要な要素だったと思います。

フロリダ生活

ジュピターはフロリダでも比較的南部に位置しており、年中温暖で冬でもほぼ半袖で過ごせます。研究室のある地域はとても治安がよく、夜に出歩いても危険を感じることはありませんでした。アメリカ国内でも有名なリゾート地で、車で少し走ればきれいなビーチがいくつもあるという環境でした。近くに娯楽施設などが多くあるわけではありませんでしたが、休日などはビーチに行ってのんびりするだけでとても良い気分転換になります。混み合っていることもなく、家族で思う存分楽しんだり、一日中寝

そべって本を読んだりと、皆思い思に過ごしていました。

物価はアメリカ国内では高い方でしたが、果物や野菜は日本で買うよりも安く、自炊をするのであればそれほど大変な出費になることは無かったと思います。子供連れには良くも悪くもとても寛容で、スーパーなどで走っている子供がいても目くじら立てる人はいません。皆微笑んで優しく声をかけてくれるような土地柄です。子連れで留学をするにはとても過ごしやすい環境だったと思います。

留学を終えて

縁がありまして、近畿大学東洋医学研究所でお世話になりましたが、留学先での経験はとても貴重な思い出です。研究に対する考え方や進め方の違いなどに触れることができたことや海外の友達が増えたことは、今後の自分自身の研究にも活かされると信じています。現在、留学を希望している方や迷っているけど留学に興味を持っている方は、条件が整うのであれば一度海外での研究生活を経験するのはとても良いことだと思います。少し思い切って留学へ踏み出してみて下さい。短期でも長期でも、得るものはあるはずです。

最後になりましたが、このような機会を頂きました、名古屋市立大学・澤本和延先生をはじめ関係者の皆様に心から感謝申し上げます。

海外留学先から

海外へと飛び出してみて

(東京薬科大学機能形態学教室) 大谷 嘉典

留学まで

私が現在のラボに移籍したきっかけは、もともと留学をしようと決めており、大学院生の研究で行っていたミクログリアや免疫系の研究をしているlabがいいと思い、様々な論文を検索し、探している時にカリフォルニア大学リバーサイド校のMonica Carson博士の研究に興味をもった。彼女は中枢神経系におけるミクログリアの活性化とその炎症反応を解析している第一人者として知られており、現在までに中枢神経系におけるミクログリアと炎症時に脳に浸潤したマクロファージの遺伝子発現の違いによって両者を単離することや、正常時の脳でのミクログリアの活性化の重要性、ミクログリアとT細胞の関係など多くの新しい知見を見出している。そんな彼女のミクログリアの神経細胞毒性と神経細胞保護の機序を明確にすることや生体内でミクログリアと脳に浸潤したマクロファージを操作することによって疾患の発症や進行を防ぐことができるかどうかを明らかにすることといった研究に惹かれ、連絡を取ろうと思い、当時大学院生だった私は研究室の教授に相談した。始めは普通に自己PRメールやCVを送ろうと思っていたが、私が次に参加する学会であるInternational Society for NeurochemistryのCouncilを務めていることがわかり、そこでインタビューを受ければ一石二鳥じゃないかとの御達しを受け、メールとCVを送った。幸運なことにその後すぐに返信を受け取り、私のポスター発表後にインタビューを受けることが決まった。ポスター発表当日ポスターどころではない私は緊張の渦の中にインタビューを受けた。不慣れな英語で2年間ではどうやっても中途半端な結果で終わってしまう可能性が高いから3年間いるという条件なら受け入れるという返事を頂き、どうにか初めての英語のインタビューを切り抜け、留学が決まった。

ラボライフ！in California

学位取得からおよそ1ヶ月後、飛行機で約10時間かけてロサンゼルス空港に到着した私は、迷いながらも事前に調べておいた電車に乗り込みおよそ1時間半でリバーサイドに辿り着いた。リバーサイドは日本の皆様には馴染みの薄い地名というか知らない方が多数だと思う。その場所はアメリカ西海岸のロサンゼルスの東部に位置し、ロサンゼルスとサンディエゴといった大都市から車で一時間程度で行けるのでさほど交通の便は悪くなく、物価も安いので快適に暮らせる。そんな田舎のおかげか、学生が夜出歩いても大丈夫なくらい治安がいい場所である。またカリフォルニア大学のお膝元であるので日本を始めとするアジア系や中東の留学生が多く、多国籍な店が立ち並び、多くの学生がコーヒーショップやカフェで勉強している姿が見られる。加えて、天候は夏は湿度が低くカラッとしていて、冬も気温が15度くらいとさほど寒くなく、非常に過ごしやすい気候である。雨も一年間で10日ほどとほとんど降らず、スポーツ等をやる方にとっては天国と言っても差し支えなく、実際に隣のラボの日本人の先輩は毎週サーフィンをやりにビーチまで通っていた。

カリフォルニア大学リバーサイド校はカリフォルニア大学10校のうちの1つであり、2012年には医学部が約40年ぶりに開設され、基礎研究とともに臨床研究にも力を入れ始めており、研究をするのには



一片の曇りもない青空とカリフォルニア大学リバーサイド校のシンボルベルタワー。



Carson's Lab 御用達の restaurant “salted pig” にて下段一番右が筆者で下段一番左が Dr. Monica Carson.

表するといったセミナーもある。また日本とは異なり lab 同士の垣根が非常に低く、様々な背景を持つ研究者と discussion をする機会が多いので、研究が思わぬ方向に進み、共同研究をするといったことも珍しくない。アメリカのそのようなフットワークの軽さは本当にいいものだと私は思う。

私がカリフォルニア大学に着いてからの Monica の第一声が「明日 Joint lab meeting (複数の lab で行われる meeting) で発表してね」だった。寝耳に水の状態だったが、時差ボケで眠い目をこすりながら発表資料を作成した記憶がある。そんな無茶ぶりをする Monica だが基本的に穏やかな人であるが、一旦火がつくとマシンガンのように会話をし、meeting やセミナーが延長したことは数知れずである。そんな Monica の人柄か、Monica は様々な役職についており、知り合いが多い。そういうところも見習いたいと思う。そんな我が Carson's Lab はポスドク 2 人、大学院生 2 人と大学生 4 人と小さい lab であるが、皆やる気が高く、ポスドクはもちろんのこと大学院生や大学生のプレゼンテーションはとても上手であると感じる (日本人もぜひ見習ってもらいたい)。Lab outing (飲み会的なもの) も頻繁に行われ、lab メンバー同士の交流も積極的でいつも賑やかに過ごしている。

アメリカでは祝日には大きなパーティーが催されることが多い、特にクリスマスには Monica の家で毎年ホームパーティーが催される。豪勢な料理とお酒そしてダンスパーティーに圧倒されたのも良い思い出だ。

留学の感想

大学時代の私を知る学友は私が英語が不得意であるということを知っているので、「まさか本当に留学するとは…」と帰国するたびに会う人会う人に言われる。事実、留学した当時は英語をほとんど喋れず、meeting でも思うような discussion ができずに不甲斐ない思いをしてきたが、数ヶ月英語圏の環境下に置かれると、耳が慣れたのかなんとなく聞き取れるようになってきたのがとても嬉しかったのを今でも覚えている。この時思ったのがまさに習うより慣れろである。日本でも英語の勉強は少し行っていたが、本場にきてからの成長率はすごいと私は思った。また英語の上達を除いたとしても留学はいいものだと思う。それは私がこの留学で本当に多くのことを学べたと思っているからであり、研究に対する考え方

や恩師・仲間と出会うことができた。始めは色々な先生方や先輩から日本で職を探して、その後留学したほうがいいのではないかとアドバイスを受けたが、今思えば早めに留学をして本当によかったと思う。留学の経験は月並みだが私の素晴らしい財産になっていると自負できる。最近では日本人の留学が減少しているとの報告があるが、私はぜひとも留学をしてもらいたいと思っている。もちろん楽しいこともそれと同じくらい楽しくないことも起こるだろうがそれも留学の醍醐味だと思って日本人にぜひとも世界に飛び立ってほしい。

最後にこの場をお借りして、今回このような留学体験記を書く機会を与えて下さいました澤本和延先生、またお世話になった諸先生方、並びにご支援くださいました上原記念生命科学財団に感謝の気持ちを申し上げます。

海外留学先から

米国マウントサイナイ医科大学留学便り

(マウントサイナイ医科大学フリードマン脳研究所) 山室 和彦

はじめに

私は2017年4月よりアメリカのニューヨークにあるマウントサイナイ医科大学フリードマン脳研究所にて新しく研究生活を始めました。そのため、この留学記を執筆させて頂いている時点で、まだ半年足らずの留学経験しかないため、私の経験がどれほどこれから海外留学を目指す先生方のお役に立てるのか一抹の不安を抱いております。しかし、この拙いニューヨークでの留学生活からですら、新しい経験や出会いなど、全てが新鮮で貴重な時間を家族と共有できていると感じております。もちろん、渡米するまでは新たな環境での期待より不安が勝り、留学生活開始直後のライフラインの手続きを含めた生活の立ち上げは苦労の連続でした。

留学に至る背景

奈良県立医科大学を卒業後、ヒトの認知や思考の発達に興味があり同大学精神医学講座に入局をしました。入局当初は、海外留学はおろか、基礎研究にも特に興味がなく、児童精神科医として日常臨床に勤しむ毎日でした。ただ研究自体に全く興味がなかったと言われたら決してそうではなく、注意欠如多動性症（ADHD）や自閉スペクトラム症（ASD）といった児童思春期の患者を対象として、光トポグラフィー（NIRS）や事象関連電位（ERP）などの臨床研究を行っていました。しかし、ヒトを対象としたこのような研究はもちろん重要ですが、いつからか社会性などの認知がどのようなメカニズムで発達しているのか、また ADHD や ASD 患者でみられる社会性の異常に関わるメカニズムについて検証したいという気持ちが日増しに強くなり、大学院に行くことを決めました。実際に、大学院での研究テーマも Social isolation mouse の電気生理学検討で、isolation mouse では皮質下に投射する錐体細胞でのみ興奮性の低下などの異常を認めることを明らかにすることことができました。しかし、日常臨床に応用するには、より詳細なメカニズムや何らかの方法で社会性の異常を改善させる必要性を感じ、これらを行うベストな環境として、臨界期や認知の研究に秀でているマウントサイナイ医科大学フリードマン脳研究所の森下先生のラボ（森下ラボ）に留学をすることに決めました。

マウントサイナイ医科大学フリードマン脳研究所

ニューヨーク市はアメリカ合衆国北東部の大西洋に面し、ブロンクス、ブルックリン、マンハッタン、クイーンズ、スタテンアイランドという5つの行政区に分けられ、マウントサイナイ医科大学はこの中のマンハッタンに位置しています。その中でもアッパーイースト地区とイーストハーレム地区の境界で、セントラルパークに接しております。マウントサイナイ医科大学フリードマン脳研究所には Eric Nestler (Director, Friedman Brain Institute) や Joseph Buxbaum (Seaver Autism Center)、Schahram Akbarian (Division of Psychoepigenomics) といった生物学的精神医学研究の分野で最先端の研究室があり、森下ラボもフリードマン脳研究所に属します。これらのラボを始め神経科学に関わる複数のラボが集まり、週に朝2回、夕方には飲食をしながら気軽に月1回、ミーティングが行われています。これは、大学院生もしくはポスドクが自分の研究を発表する work in progress (WIP) というものであり、



図1 マウントサイナイ医科大学：マンハッタン・アッパーイースト地区セントラルパーク横、ミュージアムマイル北端にキャンパスは位置します。森下ラボのあるフリードマン脳研究所は2012年に完成したHess Center for Science and Medicineの9、10階を占めています。

未発表データーに対してフィードバックを得る貴重な機会といえます。研究所長で生物学的精神医学研究の第一人者であるEric Nestlerの肝いりの企画で、自身のラボで最先端の研究を進めつつも、他のラボの研究にも建設的なコメント・サポートを惜しまない姿勢は、研究者のあるべき姿として大変勉強になります。

もちろん他の参加者からも盛んに質問が飛び交い、アジア、ヨーロッパ等、非常に多様な人種が集まっていますが、皆ディスカッションが大好きで、どんどん意見を言いますし、分からぬ点は納得するまで説明することを求められます。意見を言うだけによく勉強している人も多く、その姿勢は学ぶべき点も多いかと思います。他の大学や研究所から講師を招いてのレクチャーも頻繁に行われていて、最新の研究を直ぐにアップデートできます。また、研究の進め方、考え方等、日本と違う点も多く、毎日が勉強の日々です。そのままのスタイルを日本でやろうとすると、日本人のメンタリティーに合わないこともありますがあるとは思いますが、取り入れた方が良いと思うことが多いと感じます。

ニューヨークでの生活

やはり生活の立ち上げは大変でしたが、まず最初に苦労したのが銀行口座の開設でした。家の契約には銀行口座が必要だと言われ、ではと思い銀行に行くと、ケーブルテレビなどの請求書（つまり住んでから1ヶ月経ってから）が必要と言われ、じゃあどうすればと途方に暮れました。しかし、日本人のいる銀行では、日本の運転免許証で銀行口座が開設できることを知りなんとか解決しました。次に、ケーブルテレビの開設や子どもの学校の手続きでした。英語力不足が一番の原因ですが、話すスピードが速く、普通に会話についていくのが大変なのに、電話での対応となるとより一層苦労しました。しかし、これらは避けて通ることもできず、自分で解決しなければならないので、この歳になってかなり鍛えられました。

マンハッタンにあるポスドクハウジングに住めば少なくとも家の契約に関しては楽だったと思いますが、アメリカ生活で車を持ちたいというのがあったため、ウエストチェスターというマンハッタンから北に電車で30分ほど離れたところに住みました。ここはマンハッタンよりも綺麗で治安もよく、車でブ



図2 森下先生とラボメンバーでHess Center for Science and Medicineで撮影しました。

ロンクス動物園やレゴランドなどの子どもが楽しめるレジャー施設や、少し車で走れば森と湖が広がっているため子ども達と散策を楽しんだり、ナイアガラやモントリオールといったカナダにも気軽に足を運べます。

留学生活の道半ば

まだ渡米して半年ほどですが、国籍問わず研究者や医者、駐在できている方など、さまざまな人と出会い、日本の生活では経験できないことを学びました。このような研究以外にも多くのことを経験できるのが海外留学のメリットと感じています。最後になりましたが、海外留学を積極的に勧めて下さった奈良県立医科大学精神医学講座の岸本年史教授、海外留学をサポートしていただきました内藤記念科学振興財団（2017年度）、持田記念医学薬学振興財団（2017年度）、上原記念生命科学財団（2018年度）に御礼申し上げます。

海外留学先から

海外留学のすゝめ

(大阪大学大学院医学系研究科附属共同研究実習センター/神経細胞生物学講座) 白井 紀好

私は2012年4月から2017年3月まで米国テキサス州のテキサス大学サウスウェスタンメディカルセンター(Genevieve Konopka博士)に留学しました。5年間の留学生活から得たこと、苦労したこと、留学のきっかけや失敗談、本帰国へのヒントなどをお伝えしたいと思います。本稿がこれから海外留学を目指される方、興味をお持ちの方、学位取得後の進路に悩んでいる方々の参考になれば幸いです。

留学のきっかけ

私が留学した直接のきっかけは、学位審査前の11月頃に池中一裕先生から「ところで卒業後の進路はどうするんや? ポスドクとして雇う余裕はないぞ」と衝撃的なカミングアウトをされ、急遽職探しのお尻に火がついたのを覚えています。池中先生からは海外留学を強く進められたものの、当時の私は“いつか”留学に行くことは決めていましたが、“どのタイミングで行くべきか”については決めかねていました。特に学位取得後は、研究業績も乏しく、奨学金返済に加え、お金もなく、留学するための気持ちの準備さえできていませんでした。日本で職に就き、準備した後に留学しても遅くないのでは?と周りの先生方からも様々な助言を頂きましたが、散々悩んだ末に留学を決意しました。

私は大学院で、“高次機能の基盤となる神経回路の形成メカニズム”と“進化の過程で増大したグリア細胞の発生メカニズム”的大きく2つの研究に従事しました。留学先においても、愛着のあるグリア細胞の研究を極めたいという思いと、ヒトの高次機能の研究を始めたいという異なる思いがあったものの、後者については明確なビジョンがありませんでした。あまり時間がなかったこともあり、まずはオリゴデンドロサイト研究分野の大御所とされる研究者数人にメールとCVを送り、それから考えることにしたのです。しかし、意外なことに1つの研究室から良い返事を頂き、僅か2週間で留学先が決まりました。インタビューは電話で行われ、私は指導者と直接会うことなく留学を決めましたが、後にこれが大きな間違いだったと痛感することになるとは当時は思いもしませんでした。学位授与式から数日後の2012年3月28日、私は期待と不安を胸に渡米しました。

失敗から始まった留学生活

初めての渡米、機内では時間がいつもよりも長く感じられ、西海岸上空を過ぎてさらに3時間、テキサス州ダラスに到着しました。実は留学するまでテキサス州の位置をなんとなくでしか知らず、ダラスという街の名前すら知りませんでした。カウボーイ、乾いた砂漠、サボテンをイメージしていたのですが、この期待はいい意味で裏切られ、窓の外には緑が広がっていました。入国審査を終え、ダラス初上陸でした。

「失敗した…」これが初めての留学先の研究室



写真1 Neuroscience Retreat 2013にて
初期ラボメンバーと

に入った第一印象です。そこは中国語しか聞こえず、冷蔵庫には赤い民芸品の飾り物と中国語のプロトコール、どこの国に留学したのかわからなくなりました。そうです、私が留学したのは、米国で俗にチャイニーズラボ（日本人ばかりで日本語を日常的に使用するジャパニーズラボもあります）と呼ばれる研究室だったので。この研究室での生活は非常に辛く、プログレスレポートやディスカッションといった場面でさえ中国語が使用されることがほとんどでした。半年ほど努力しましたが、最終的に研究室を移る決意をしました。私の失敗経験からお伝えしたいことは、貝淵弘三先生が留学前の私に言われた通り、「留学先の指導者は結婚相手のようなものであり、留学というのはそこへ嫁ぐようなものだ」ということです。

失敗からの運命の出会い

その後、私は縁があって Department of Neuroscience にある Genevieve Konopka 博士の研究室に移ることができました。Konopka 博士を選んだ理由は、研究内容が魅力的だったことはもちろんですが、彼女の人柄が一番の決め手でした。結果として、この研究室移動が良い機会となり、私はヒトの高次機能に関わる研究を始めることができました。Konopka 博士の研究室には 4 年半在籍し、主にゲノミクスの手法を用いてヒトの脳進化と高次機能の獲得を分子レベルで明らかにしていくプロジェクトに従事しました。

また、高次機能が破綻した病気にも着目し、自閉症と統合失調症の基礎研究にも従事しました。幸いなことに、ここでの経験が現在の研究に繋がっています。

研究室のイベントは、個別ディスカッション（30 分程度）、プログレスレポート（2-3 ヶ月に 1 回担当）が週 1 回、Konopka 邸でのサマーパーティー、ホリデーパーティーが年 1 回、何かの節目に定期的な食事会などがありました。当時は、ポスドク 2 名、大学院生 2 名、ラボマネージャー 1 名という駆け出しの小さな研究室でしたが、現在はポスドク 4 名、大学院生 5 名、ラボマネージャー 1 名、テクニシャン 1 名のアクティブな研究室へと成長しました。ネイティブスピーカーが多く、英語環境にも恵まれた研究室でした。

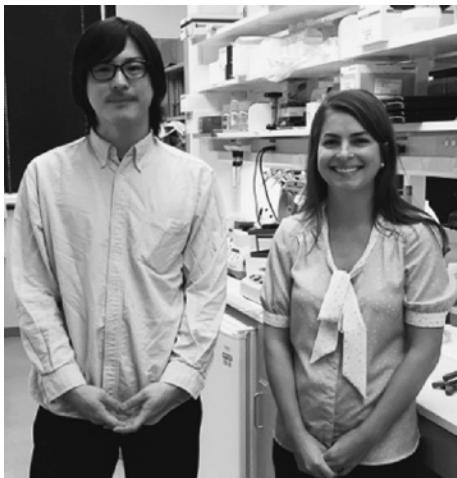


写真 2 研究室にて Konopka 博士と



写真 3 ラボメンバーと Neuroscience Holiday Party 2013



写真4 サマースクールの学生さん最終日にラボランチ（左）、学会発表後に Konopka 博士とポスドクで記念撮影（右）

海外留学はスタートから躊躇いたため一時期は辛い時期を経験しましたが、そのおかげで Konopka 博士という素晴らしい指導者と出会うことができました。ラボメンバーと共同研究者にも恵まれ、本当に充実した留学生活を過ごすことができました。そして、研究室の立ち上げ時期から運命を共にした Konopka 博士とは強い信頼関係を築くことができ、現在も共同研究を継続しています。

留学先で研究室を移るにはどうするか（米国の場合）

米国の大学には私たちのような海外からやってくる研究者や学生の支援を担当する International Affairs Office とポスドクの支援を担当する Postdoctoral Affairs Office があります。前者は主に米国滞在中の手続き（DS-2019 や米国ビザの更新や取得など）や日常生活で困った時に助けてくれます。後者は日本には馴染みのないもので、ポスドクのキャリアアップ支援やハラスマント問題への対応など、ポスドクの味方ってくれるオフィスです。研究室を移る場合はまず Postdoctoral Affairs Office に相談するのが良いでしょう。PIたちの評価や人柄、学内で空いているポジションの情報を持っているので私たちにとって有益な情報を教えてくれます。Jビザの場合、DS-2019は留学先の大学や研究所が発行しますので、同じ大学内で研究室を変わっても問題はありません。ただ、制度上ギャップを置くことは認められませんので、例えば今所属している研究室を1月31日に退職した場合、翌日の2月1日からは新しい研究室で働き出す必要があります。学外に移る場合や米国外に出る場合はまた条件が変わりますので、担当のオフィスに相談されると良いと思います。

University of Texas Southwestern Medical Center

テキサス大学サウスウェスタンメディカルセンターはテキサス州立のメディカルスクールです。ノーベル賞受賞者6名、米国科学アカデミー会員22名、米国医学アカデミー会員18名、ハワード・ヒューズ医学研究所研究員14名が在籍し、年間4億2千万ドルを超える研究費を用いて臨床から基礎まで質の高い研究が行われています。本校に併設された Parkland Memorial Hospital は、1963年に暗殺されたジョン・F・ケネディ大統領が搬送され、死亡が発表された場所としても知られています。キャンパスにはメディカルスクールと大学院、付属病院があり、臨床・基礎を合わせると40を超える部門と200を超える研究室、関連センター、コアファシリティからなる巨大なメディカルセンターです。海外の大学や研究所はコアファシリティが充実しているのが特徴だと思います。テキサス大学サウスウェスタンメディカルセンターでは次世代シークエンス、バイオインフォマティクス、プロテオミクス、フローサイトメトリー、イメージング、遺伝子組換え動物作製、動物行動解析など各専門スタッフと最新機器による支援を受けることができます。私が留学していた Konopka 博士の研究室は Department of Neuroscience に属しており、哺乳類の時計遺伝子 *Clock* を最初に同定した Joseph Takahashi 博士が部



写真5 テキサス大学サウスウエスタンメディカルセンターと奥に見えるダウンタウン



写真6 日本からの共同研究者訪米記念写真

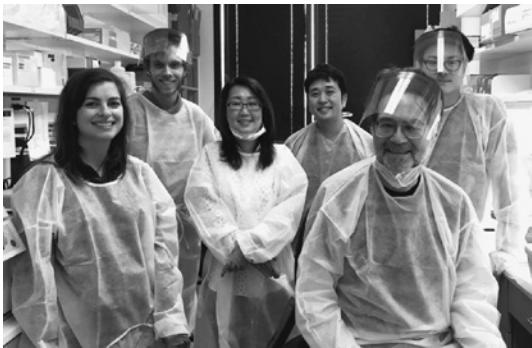


写真7 共同研究者たちと研究室にてチンパンジーとマカクザルの脳組織切り出し作業

門長を務めています。部門のイベントとしては、大学院生によるプログレスレポート（大学院プログラムの一環で、大学院生は年1回の発表が義務）と外部講師によるセミナーが週1回、ラボプログレスレポート（PIによるイントロ、ポスドク2名による研究発表）、ハッピーアワー（担当研究室が軽食とアルコールを準備し、最終金曜日の夕方から交流会）が月1回、学外で行うリトリート、ハロウィンパーティー、サンクスギビング、ホリデーパーティーが年1回あり、アクティブでとても良い環境でした。また、大学には日本人研究者のコミュニティーもあり、BBQパーティーが年1回、有志メンバーでの研究発表会が月1回あり、研究だけでなく、海外生活でも困った時はお互いに助け合えるような環境ができます。臨床・基礎、研究分野を問わず多くの友人に恵まれたことは大きな財産です。

ダラスの街並み

ダラスは米国南部、テキサス州の中心に位置し、夏は100°Fを越える灼熱の日が続き、冬は雪が降るほどに冷える日もありますが、建物内は常に快適な温度に設定されています。意外にも四季を感じることができ、街には緑や湖もあり、湖畔やプールサイドでBBQを楽しむのが夏の定番です。ダラスは全米トップ10に入る大都市ですが、西海岸・東海岸の都市に比べて家賃が安く、経済的にも暮らしやすい街でした。治安は比較的安全ですが、何度か発砲事件もあり、“テキサス”を体感することができました。公共交通機関があまり発展していないため車は必需品ですが、車があればどこへでも行けます。米国の広大な自然を感じることができるロードトリップはオススメです。ダラスにはレストランが多く、テキサス名物のBBQ、テクスマックス、ステーキを筆頭に様々な国のおいしい料理が楽しめ、日本人オーナーが経営する日本食レストランもあります。また、スポーツが盛んで、ダルビッシュが所属していたTexas Rangers、NBAファイナル優勝を果たしたこともあるDallas Mavericks、NFL名門のDallas Cowboysが気軽に観戦できます。最近はトヨタ自動車北米本社がダラス近郊に移転したことから、日本食料品スーパーのミツワ、くら寿司、牛角、ダイソーやなど馴染みのあるお店が次々にオープンし、日本人にとって住みやすい街に変わりました。お子さんがいらっしゃる方にはホールフーズ、セントラルマーケット、トレーダージョーズなどのオーガニックスーパーもありますし、ダラス補習授業校もあります。



写真8 テキサスサイズのTボーンステーキ850g（左）、
と同僚との夏のBBQパーティー（右）



写真9 SFN2016にて一足先に巣立った仲間と1年ぶり
の再開

テキサスの人は親切で陽気な人が多く、初めての海外生活も楽しく過ごせました。

留学生活を振り返って

帰国して思うことは“人間万事塞翁が馬”私の留学体験を一言で表すとまさにこの言葉です。海外留学を通して、良き指導者であるKonopka博士に巡り会えたこと、現在の研究テーマに出会えたことは、思い切って海外留学を選んだからだと強く思います。短い人生、何が起こるかは全くわかりません。留学してからよく聞かれることの1つに「いつ留学するのがおすすめですか？」という質問がありますが、留学のタイミングにベストはありません。思い立った時がきっとそのタイミングなのだと受け入れ、先のことで悩むよりも後悔しないように楽しむことをオススメします。辛い時も楽しい時も全てが自分の糧になると信じていれば大丈夫でした。結果論ではありますが、私は海外留学を通して想像以上に多くのことを経験することができ、それによって考え方や視野が大きく広がったのではないかと思っています。国籍問わず多くの仲間と出会えたことは、今までの小さな価値観を大きく変えてくれました。海外での生活は非常に刺激的で、異国の地で暮らすという経験は研究だけでなく、私生活を含め、色々なことに対して自信を持たせてくれました。海外留学は単に海外で研究をするだけではないのです。そして、自分が多くの人から支えられていることに感謝し、人の繋がり、家族の大切さ、日本の素晴らしいを改めて実感することもできました。

これから海外を目指される方へ

私の海外留学経験からお伝えしたいことは3つあります。1つは、“留学先の研究室を実際に訪問し、受入先の指導者だけでなくラボメンバーと納得できるまで直接話すこと”です。私の場合、電話インタビューだったのですが、事前に確認した内容と大きく異なり、現実は悲惨でした。指導者には良い人もいれば悪い人もいます。そして、こちらにとってネガティブになる情報を自ら進んで伝えてくれるPIはほとんどいません。今は国際学会やSkype等でインタビューをすることが多くなっていますが、留学先のリアルな状況はわかりません。留学を希望する研究室で実際に働いているポストドク、学生と話すことで、PIの人柄や指導方針、研究室の財政や本当の雰囲気を自分で感じ取るしかありません。もし、同じ大学や研究所で働いている日本人研究者と話すことができれば、より有益な情報が手に入ります。留学の目的と期間は人によって異なりますが、今は私のように一旗揚げたい片道切符の先生が大半かと思います。思い描いていたものと違う、失敗したと後悔することに比べたら、訪問する出費など安いのではないでしょうか。海外留学への不安が消え、期待に変わるならむしろプラスだと今だからこそ思います。

2つ目は、“自分から動くことの大切さ”です。日本でもそうですが、特に海外では自分から動かない



写真 10 ロードトリップで立ち寄ったニューメキシコ州のホワイトサンズ・ナショナル・モニュメント



写真 11 本帰国前にポスドクたちで最後のディナー



写真 12 Konopka 博士と涙で笑えなかった本帰国前のラストショット

フェローシップ、本帰国をお考えの方には重要な変更点かと思います。そして、出会いがあれば別れがあるように、留学にも出国と本帰国があります。日本神経化学会では2018年の大会から鍋島俊隆先生のご厚意によって、鍋島トラベルアワードという素晴らしい制度ができました。私が留学していた時代ではなく、本当に羨ましく思います。このような制度をうまく利用され、私がそうであったように日本神経化学会大会に参加されるのが帰国への近道かと思います。海外でPIを目指される方以外は、本帰国するまでが海外留学です。

海外留学は正直不安なことが多いと思います。しかし、思い切って海外へ飛び出せば、研究をはじめ、それ以外にも多くの貴重な体験と新しい出会いが待っています。もちろん苦労することも多々ありますが、それも留学の醍醐味の1つではないでしょうか、きっと何年後かには笑い話に変わることだと思います。今、海外留学に興味があってこの海外留学先からを読んで頂けたのであれば、私は海外留学をオススメしたいと思います。きっとあなたの人生をより豊かにしてくれるはずです。そして、人生の大重要な時期だからこそ、この人と研究したいと思える指導者に巡り会って欲しいと願っています。

最後にこの場をお借りして、私に留学の機会を与えて下さった池中一裕先生、竹林浩秀先生、小野勝

と何もありません。私たちの気持ちを察して、黙っていても気にかけてもらえるとか、与えてももらえるという日本人的な発想は捨てて行動してみましょう。ラボミーティングでも黙っていては参加している意味がなく、何も言わない人は学生からも相手にされなくなります。海外の学生はわからないことは何でも聞いてきます。それが良いか悪いかは置いておいて、このような積極的な姿勢から学ぶことは沢山ありました。自分から動くことで世界は大きく変わります。

3つ目は、“日本学術振興会の海外特別研究員、科学研究費助成事業の若手研究の各申請資格が変更された点”です。海外学振が博士の学位取得後5年未満、若手研究が博士の学位取得後8年未満に変更され、大学院生や学位取得後の若手にはチャンスが大きくなりました。海外留学のため

彦先生、留学先として受け入れて下さったGenevieve Konopka博士、帰国の機会と現在のポジションを与えて下さった松崎秀夫先生、島田昌一先生、橋本均先生に心から感謝致します。また、本稿執筆の機会を与えて下さった澤本和延先生、留学を支援して下さった上原記念生命科学財団、日本学術振興会に厚くお礼申し上げます。そして、日本から支えてくれた家族と愛犬に感謝して、私の海外留学先からとさせて頂きます。

学会参加レポート

ISN-ESN 2017 に参加して

西野 尋紀

(首都大学東京大学院 理工学研究科生命科学専攻 神経分子機能研究室)

私は ISN-ESN 2017 よりトラベルアワードを頂き、2017 年 8 月の学会に参加しましたのでここに学会レポートとして報告させていただきます。

私は初の国際学会への参加に加え、初めての海外でした。そのためパスポートをとることや外国行きのチケットを取ること自体が初めてでした。海外への期待や不安もありましたが、学会直前は準備に追われており、そのことを気にすることはありませんでした。私は長時間のフライトは初めてでしたが、出発が 2 時間ほど遅れるなど不安の残る始まりとなりました。合計 30 時間の移動は疲れましたが、体力のあるうちにしかできない貴重な体験が出来たと思います。フランスの空港では入国審査があると思っていて緊張していましたが、質問などはなく通過でき、一安心でした。パリ市内は景観が非常に整っており、とてもいい町でした。治安への不安もありましたが、無事に過ごせてよかったです。順調に会場に到着し、学会が始まりました。学会で 1 番感じたことは口頭発表が非常に面白かったことです。どの発表も興味深く、中には論文として読んだものもありました。私自身のポスター発表では「Dendritic spine formation is regulated by Lemur kinase 1A (LMTK1A) via Rab11A-positive endosome trafficking」というタイトルで発表を行いました。LMTK1、Rab11A のような膜輸送を制御する因子がスペインの形成に関与していることを報告しました。発表では議論を通して、良い意見を頂くことが出来ました。これまでに参加した学会では無かった新しい視点の質問も頂けました。さらに説明の中で使う英文が伝わりにくいものがあり、それらに気づき、修正する良いきっかけにもなりました。国際学会の参加者は博士課程やポスドク以上の方が多いと感じ、国内の学会よりも年齢層が高いと感じました。私は修士の 2 年生でかなり若い参加者であったと思います。しかし、国際学会への参加が早すぎるとは思いませんでした。国際学会は世界中の良質な研究に触れる機会であり、自分の視野を広げる良いチャンスです。アカデミアに進むか就職するかで迷っている方には非常に良い経験になると思いますので是非、参加してみてください。

最後になりましたが、本学会の参加にあたってご指導頂いた久永眞市教授、参加にあたりご尽力頂いた日本神経化学会の皆様に深く御礼申し上げます。

学会参加レポート

26TH ISN – ESN BIENNIAL MEETING 2017 REPORT

Huy Bang Nguyen

(Division of Neurobiology and Bioinformatics, National Institute for Physiological Sciences.)

(Department of Anatomy and Molecular Histology,

Interdisciplinary Graduate School of Medicine and Engineering, University of Yamanashi)

I was awarded a travel award from ISN and since then I attended both 26th ISN – ESN Biennial Meeting Paris, France (Aug. 20th – 24th) and The 13th Biennial ISN Satellite Meeting Myelin Biology 2017, Paris, France (Aug. 25th – 28th).

The main conference was held in “Palais des congrès de Paris”, where have many hall for symposia and big exhibition room for poster session. The meeting timetable was well organized with many plenary lectures, Young Scientist Lectureship together with symposia. This timetable allowed me to listen to the lecture without overlapping with other sessions. At the symposium, I can listen to many presentation in English which help me easy to understand and improve my knowledge in many fields of neurochemistry. Poster session was held in three days but the poster exhibition hall was big enough for hundred of posters, so I can read and discuss with many presenters. I present a poster with the title “Alterations of synaptic terminals in cerebellum of the chronic demyelination mouse model”, which investigated alterations of axon terminals in cerebellum, using a progressive demyelination mouse model caused by overexpression of proteolipid protein. Attending the 26th ISN – ESN Biennial Meeting has a significant impact in my career, because my research project needs multidisciplinary approaches including neuroscience, cell biology, morphology, physiology and medicine. I was eager to introduce my study to many researchers and have communications with them. Interacting with and obtaining feed-backs from the researchers with various backgrounds help progress of my project and establishment of my career. Since then I can acquire more knowledge about glia, glia-neuron interactions and myelin disorders, which will be critical for development of my new research projects and my future career as a neuroscientist.

I am grateful to my supervisor and also Professor Ikenaka that gave me a big chance to attend an international conference during my doctoral course in Japan.

学会参加レポート

14th ISN Advanced School of Neurochemistry and 26th ISN – ESN Biennial Meeting Participation report

Thai Truc Quynh

(Division of Neurobiology and Bioinformatics, National Institute for Physiological Sciences)

I was fortunately got the ISN Advanced School award and since I participated the 14th ISN Advanced School of Neurochemistry and 26th ISN – ESN Biennial Meeting of the International Society for Neurochemistry and the European Society for Neurochemistry in France, which were hold from 16 to 24 August, 2017. This is my great pleasure to send you a participation report of the ISN-ESN Meeting.

Paris, wow, one of the most famous city in the world. This is a greatly present for me this year. I'm really so excited to read the acceptable email from the conference secretaries. First of all, I attended the Advanced School from 16-20 in Varennes Jarcy, France. This is an amazing time for me to meet and have a relationship with other young students from everywhere in the world. We have some classes about neurochemistry during 3 days, which were taught by expert Professors. They not only taught us about science, but also about some basic skill in research such as how to publish the high quality papers, how to write the papers in the professional way....They gave us a chance to express ourself in many different roles : poster presenter, master of ceremonies, I received a lot of constructive feedbacks and advices for my study. I also enjoyed the sightseeing, we went to the Chateau of Louis XIV in the Ile-de-France region and enjoy their cultures.

After that I went to the main meeting which was hold in Paris from 20-24 in Paris. This meeting is out of my imaging. This is really a surprise huge meeting for me. There were many sessions in four halls during these days. I had a chance to listen directly some of presenters whom I always read their papers. The poster sessions also much larger in many topics. It really took time to go around all the poster presentations. I found some topics which is helpful for my research. I discussed with them and got many informative ideas which helps further progress of my project. My poster session was neurodegenerative disease and the topic was Association between mitochondria and endoplasmic reticulum in dysmyelinated axons. I had meaning time to introduce my research with other



young scientists and expert neuroscientists. I met more friends at this meeting as well as my old Japanese coauthors. I understood more about Nigerian, Australian, Indian, Malaysian, Belarusian...cultures. I also had a time to enjoy the city view. Paris at night is romantic, charming. We had a farewell party at the last day, people enjoyed together in the friendly and informal atmosphere.

And the last but not least, I would like to express my deep gratitude to all Japanese neurochemical members who gave me such a valuable opportunity.

Conference Report

26TH ISN-ESN BIENNIAL MEETING REPORT

Yang Sui

(Division of Neurobiology and Bioinformatics, National Institute for Physiological Sciences)

I was fortunately got a travel award from ISN and since then I attended The 14th ISN Advance School of Neurochemistry in Paris, France (August 16th-20th) and 26th ISN-ESN Biennial Meeting Paris, France (Aug. 20th-24th).

The advance school was held at Château Varennes in the Île-de-France region. That is a magnificent building dating from 1750. The peaceful, rural atmosphere is enhanced by the wooded park, and beautiful materials will invite you to relax. The topic of the School is “The energetic brain”, which reflects the fact that the brain has a high need for energy and maintains a delicate interplay between energy metabolism, neurotransmission and plasticity. Disturbances to the energetic balance, to mitochondria quality control or to glia-neuron metabolic interaction may lead to brain circuit malfunction or even severe disorders of the CNS. We approach this topic from different angles from neurochemistry, neurophysiology and molecular and cellular neurobiology, but also towards application in the clinic, which offers a lot of very promising new developments. Our lectures were given by leading experts in these fields. By attending this school, I can learn not only from neurochemistry, neurophysiology and molecular and cellular neurobiology, but also learn how to write a good paper. I have the opportunity to present my own work in short oral presentations and in a poster session. At the same time, I also have a chance to discuss with the Chief editor of the Journal of Neurochemistry, which help me understood scientific publishing.

After the advance school, I moved to the main ISN conference. The meeting schedule was well organized with many plenary lectures, Young Scientist Lectureship together with symposia. This timetable allowed me to listen to the lecture without overlapping with other sessions. At the symposium, I can listen to many presentation in English which help me easy to understand and improve my knowledge in many fields of neurochemistry. Poster session was held in three days but the poster exhibition hall was big enough for hundreds of posters, so I can read and discuss with many presenters. I present a poster with the title “A novel model: Optical stimulation causes axonal degeneration mediated by axoplasmic calcium”, which is the first time to show my research. I have received many valuable suggestions and questions worth considering.

I am grateful to organizers and my supervisor that gave me a big chance to attend an international conference during my master course in Japan. I learned a lot in this conference. And I also making a lot of friends from all over the world. This will be a beautiful memory of my life and memorable chapter of my career.



Conference Report

The 26th International Society of Neurochemistry (ISN) and the European Society for Neurochemistry (ESN) Biennial meeting 20-24 August 2017, Paris, France

Dilina Tuerde

(Molecular Neuroscience Laboratory, Department of Biological Sciences,
Tokyo Metropolitan University)

I am very delighted indeed that I had the opportunity to attend the 26th International Society of Neurochemistry (ISN) and the European Society for Neurochemistry (ESN) in Paris France, 20-24 August 2017. It was a very valuable experience that it provided me a chance to learn from numerous innovative studies presented, and also to meet and discuss with world renowned researchers.

The conference was conducted for 4 days (21-24 August) with morning plenary lectures including a senior keynote speaker and a junior keynote speaker, followed by two breakout sessions covering different topics including development, gene and genetics, synapses and neurotransmission, molecular basis of diseases, neurodegeneration or cell energetics. It was indeed an excellent occasion for me to develop ideas, raise visibility, and get inspired. I was tremendously fascinated by Prof. Giovanna Mallucci who is a professor of clinical neurosciences at the University of Cambridge. She talked on the importance of unfolded-protein response stress and its contribution to several neurodegenerative diseases, with the importance of elongation factor 2E (eIF2E) as a rescue pathway in neurodegeneration. More interesting portion was the description in the second part of the cold-shock response and the contribution of RBM3 as a neuroprotective agent. Another interesting keynote lecture was from Dr. Deborah Toiber, Ben-Gurion University of the Negev. Her group used mice to show that levels of the stress responsive protein Sirtuin-6 (SIRT6) are correlated with DNA repair functions. A decrease in SIRT6 protein levels resulted in increased DNA damage and preceded other indications of neurodegenerative diseases. Fortunately, I got the chance to talk and discuss with her about my research and interesting point in neurodegeneration. Therefore, I consider this was a unique opportunity for me to discuss with number of academics and professionals from different countries who have similar research interests.

My submitted abstract entitled “Isoform-independent and -dependent phosphorylation of microtubule-associated protein tau in mouse brain during postnatal development”, was accepted for poster presentation. My findings, in summary, indicate that tau phosphorylation state change is not required their isoforms change. During poster session, I discussed my findings with other researchers and also



Writer (center) is talking with Dr. Deborah Toiber (right).



Writer (third from right) at farewell party.

received valuable feedbacks that might contribute to improve my research in future. Moreover, I got a chance to visit Dr. Mitchell K.P. Lai Lab at National University of Singapore. It was a great opportunity for me to meet people, hone my communication skill, discuss ideas and get input about my work.

Attending the ISN-ESN biennial meeting exposed me to many novel techniques and interesting findings within my field, which have given me new ideas for my research. It also provided me an opportunity to establish a network of connections, which will grow throughout my PhD and hopefully contribute to my career. I am very thankful for the excellent opportunity that I could meet many eminent personalities and share my views with them effectively. I greatly appreciate Japanese Society for Neurochemistry for supporting my travel to Paris to attend this conference.

学会参加レポート

The International Society for Neurochemistry and the European Society for Neurochemistry Meeting に参加して

高橋美由紀

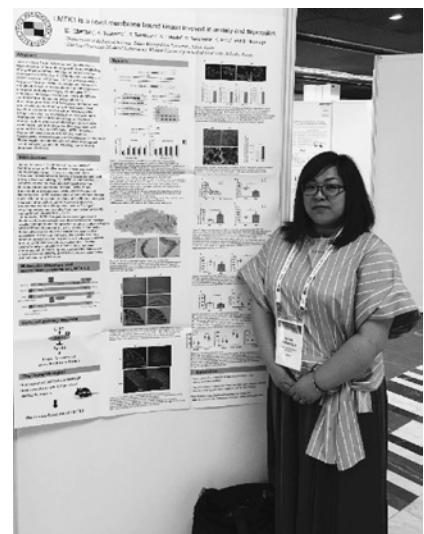
(首都大学東京 理工学研究科 神経分子機能研究室)

私は、ISN からのトラベルアワードを受賞し、2017 年 8 月 20 日～24 日の間、フランス・パリで開催された The 2017 ISN-ESN Meeting に参加してきましたので、ここに学会レポートとして報告させて頂きます。

パリでの開催が決まった時から、必ずこの学会に参加し発表をしよう！と目標にして研究に励んできました。何故ならば、この学会参加がヨーロッパ圏への初めての訪問だったからです。憧れのパリは、観光のトップシーズンであったことから、各国からの様々な人種の観光客でごった返していました。ISN-ESN Meeting の会場は凱旋門に近く、そこからシャンゼリゼ通りまでの統一された綺麗な街並みに感動したのを覚えております。

私は前回の 25th ISN Meeting にも参加させて頂きましたが、その時に比べ、オーラル・ポスター共に非常にコンパクトな会場となっており、興味のあるセッションへの往来が楽に行えました。また、発表ポスターを閲覧できる時間も多く設けられており、全体を通して焦らずゆっくり学べたことは、大変良かったと思います。本学会は ESN との共同開催のため、多くのヨーロッパ圏の研究者にお会いすることができました。オーラル・ポスター発表のどちらにおいても女性研究者、それも若い方が多く、同性の私としては大変印象深いものでした。何人かの女性研究者たちとお話しさせて頂いたところ、国の法規や福利厚生が整っているため、子育てをしながら第一線で活動し続けられている、とのことに感銘を受けました。日本においても女性研究者が家庭と両立ができ、子育てをしながらも活動し、上位職に就ける環境の整備が早急に必要であることを肌で感じました。

本学会において私は、「LMTK1 is novel membrane bound protein involved in anxiety and depression」というタイトルでポスター発表を行い、軸索や神経突起伸長の制御因子 LMTK1 がうつ・不安様行動に及ぼす影響について報告致しました。ポスター発表は 2 時間のランチタイム、及び夕方 2 時間のディスカッションタイム内で計 2 日間行いました。幸いなことに興味をもって来聴してくださる方がおり、とても有意義な時間を過ごすことができました。また、夕方の



ディスカッションタイムではお酒を片手に行ったこともあり、いつもよりも緊張することなく、質問やディスカッションを活発に行うことができました。英語での発表は緊張しっぱなしの私ですが、この様な経験を積むことが何よりも一番の勉強であると自負しております。もし、海外発表にチャレンジされていない若手研究者の方がいらっしゃるのなら、ぜひ思い切って経験を積んでいきましょう。最後になりましたが、この様な大変貴重な機会を与えてくださいました日本神経化学会員の皆様に深く御礼申し上げます。

学会参加レポート

ISN-ESN 26th Biennial Meeting 参加レポート

大谷 嘉典

(東京薬科大学 薬学部 機能形態学教室)

2017年8月20日から8月24日までフランスのパリで開催された第26回 ISN-ESN Biennial Meeting に参加させて頂きましたのでご報告させて頂きます。

ISN国際学会はいつも機会があれば参加しているのですが、今回フランスで行われると知り、一度もフランスには行ったことがなかったのもあり、ぜひ参加したいと思い立ち ISN の Travel award に申し込みをしました。様々な先生方の支援があり、今回 Travel award をいただけることになり非常にうれしかったと記憶しています。

無事に初めてのフランスに到着し、バスで会場であるパレ・デ・コングレ・ド・パリに到着しその大きさに感動しました。ポスター会場では ISN の歴史が描かれている場所があり、自分がいつから ISN に参加したのかが一目で分かり、とても懐かしい気持ちになりました。オーラル・ポスター発表とともに自分に興味がある分野に絞って聞こうと思いましたが、自分の興味があるセッションが多く、全部は聞けなかったものの、自分の研究内容にも応用できるのではないかと積極的に質問・ディスカッションができるのはとても良かったです。海外での学会では様々な分野の先生がたと出会えるのはとてもいい経験になると思います。Farewell party はパリの一等地にある Westin ホテルの imperial room で行われ、豪華なその部屋はさすがパリという印象を残してくれました。

私ごとになりますが、今回の ISN の大会において Young Scientists Steering Committee (YSSC) に選出され、毎月 skype を用いた meeting をメンバーと行っており、次回のカナダモントリオールの若手主催のいろいろな企画を計画させていただいています。若手研究者の皆様にはぜひ次回 ISN 大会であるカナダ・モントリオールへご参加してくれたらと思っています。

最後に、私は本大会の Travel award に応募し、和中先生をはじめ多数の先生方のお力添えにより当選し、このような貴重な機会を賜りました。ここに深く感謝の意を表します。



ISN の大会にて、YSSC のメンバーと（後ろ真ん中が筆者）

学会参加レポート

The ISN-ESN Meeting 2017 に参加して

天野 元揮

(大阪大学大学院連合小児発達学研究科)

私は幸いにも ISN トラベルアワードを受賞し、The ISN-ESN Meeting 2017 に参加しましたので、ここに学会レポートとして報告させて頂きます。さて私が ISN-ESN パリ大会に参加した経緯ですが、ISN トラベルアワードの申請締め切りの少し前に異動してこられた吉村助教の「ISN トラベルアワードを受賞すれば、飛行機代がほぼ無料で学会に行けるよ。」という魅惑の一言から始まりました。英語が人一倍苦手の私には時期尚早でしたが、国際学会に出たい!!パリに行きたい!!と思い、ISN トラベルアワードの申請を決意しました。CV や abstract などの申請書類の作成は大変苦労しました。しかし、指導教員の先生方及び日本神経化学会国際対応委員会の皆様にご指導して頂き、ISN トラベルアワードを勝ち取ることが出来ました。ISN-ESN パリ大会はパリ地下鉄ポルト・マイヨー駅のすぐ側のパレ・デ・コングレ・ド・パリという国際会議場で行われました。学会開催日の直前にスペインでテロが起り非常に心配していましたが、会場出入口は警備員が常に駐在していたため、安心して学会に参加することが出来ました。パリ大会ということもあり、ワインセプションが設けられ、フランス産のワインやチーズを楽しみながら、他の研究者との交流を深めるためのプログラムが組まれているのは ISN ならではと感じました。私は運動神経の研究に興味があり、Young Scientist Lecture のセッションの中でも Xinglong Wang 先生の発表が印象深く、今後の実験系に大いに参考になりました。研究内容だけでなく、自身の研究の面白さの伝え方や質疑応答まで大変勉強になりました。今回参加した ISN-ESN パリ大会では出会いもありました。日本神経化学会の若手研究者と知り合い、研究や留学の話などを聞き、大変刺激を受けました。海外学会は海外の研究者との交流だけでなく、その国の文化や歴史に触れることも非常に魅力でした。ISN-ESN パリ大会は私にとって初めての海外でもあり、学会期間中の空き時間は、パリ市街地の観光やフランス料理を満喫することが出来ました。特に、モナ・リザなどのルーヴル美術館の絵画



凱旋門（左）モナ・リザ（中）サモトラのニケ（右）

や凱旋門に感動したことを覚えています。ISN-ESN パリ大会は全てが初めての体験で、研究活動のみならずプライベートにおいても大変有意義な時間を過ごすことが出来ました。これを機に様々な海外学会に積極的に参加し、海外の研究者とも交流を深めたいと考えています。最後に、このような貴重な経験を積む機会にお力添えをして頂いた指導教員の先生方及び日本神経化学会国際対応委員会の皆様に改めて深く御礼申し上げます。

学会参加レポート

14th ISN advanced school of neurochemistryに参加して

山崎 礼二

(東京薬科大学薬学部機能形態学教室、Georgetown University Department of Biology)

私は2017年の8月16～20日にフランスで開催されました14th ISN advanced school of neurochemistryに参加しました。今回スクールの参加レポートを執筆する機会を頂きましたので、ここにご報告いたします。私がスクールに応募したのは今回が2回目でした。前回は残念ながら落選してしまいましたが、今回は幸運にもスクールに参加することができ、光栄に思います。スクールへの参加が決まった後、偶然にも以前から面識のあった友人（東京慈恵会医科大学、小川優樹くん）がスクールに参加することを知り、連絡を取り合って一緒に入国しました。集合場所はリュクサンブル公園の入り口で、集合時間が近づくにつれて英語に自信がない私はとても不安を感じたことを覚えています。今回のスクールはアジア系研究者の参加を中心に、様々な国から計45人の若手研究者が選抜されていました。スクール会場にはバスで移動し、宿舎ですぐにディナーとなり、異国の研究者とワインを飲みながら楽しく交流することができました。翌日の朝にはスクール生全員が3分間のプレゼンテーションを行いました。3分間の中で自己紹介スライドを取り入れるなど、ユニークな発表をするスクール生もいました。自身の発表時は大変緊張しましたが和やかなムードだったため、落ち着いて発表することができたと思います。その後、先生方の講義が続き、かなりハードなスケジュールでしたが、最新の研究トピックなどとても勉強になる話を聞くことができました。また、昼食やコーヒーブレイクでは同世代の研究者と各国の研究事情やキャリアについて話したり、スクール中のエクスカーションではバスに乗ってChateaux Vaux-le-Vicomteというお城まで行きました。その雰囲気はまるで修学旅行のようで、とても楽しかったことを覚えています。その後、スクール生によるポスター発表があり、講師の先生やスクール生と有意義なディスカッションができました。そして最終日の夜にはパーティーがあり、お酒を飲みながら夜中まで踊り通したことはとても良い思い出になりました。

今回のスクールを通して海外の研究者と友人になれただけでなく、普段の研究生活にはない刺激的な5日間を過ごすことができました。そして、この経験が今後の研究人生に多大な影響を与えてくれたと感じています。もし次回のスクール参加を考えている若手研究者がいらっしゃいましたら、是非積極的にアプライすることをお勧めしたいと思います。最後になりますが、今回執筆する機会をえてくださいました国際対応委員会の先生方、常日頃からご指導ご鞭撻を承っております日本神経化学会の先生方にこの場をお借りして深く御礼申し上げます。





追 悼

植村慶一先生を偲ぶ

(慶應義塾大学医学部生理学教室) 岡野 栄之

本学名誉教授であられる植村慶一先生は、昨年平成29年の12月29日16時5分、急性呼吸不全のためご自宅でご逝去されました。享年82歳であられました。ご葬儀は、ご親族の方々のみで行われました。昨年末の12月30日に、その日から休みを取っていた私の自宅に一本の電話がかかってきました。植村先生のご家族からありました。「突然ですが、父・植村慶一が昨晚亡くなりました。。。」とのお話に、私は一瞬何のことかわかりませんでした。つい最近も、医学部開設100年の祝賀会にご出席いただきお祝いの言葉をいただいたり、医学部開設100年記念の冊子の原稿で相談させていただいたり、学部長職を終えた私を労っていただいたりと、とてもお元気であった植村先生が、御急逝されると、私は全く心の準備もなく、言葉もでなかつたのを私は生涯忘ることはないでしょう。大変面倒見がよく、誰に対しても暖かく、そしてフェアに接してこられた人格者である植村先生の周りにはいつも多くの人たちが集まっていました。テニスと賑やかな食事会が大好きで、本当にいつも周りの人々を楽しませてくれる素晴らしい先生がありました。まだまだいくつも、ご報告したいこと、相談したいことが山ほどありましたのに、もう先生にお目にかかる事が、出来ないかと思いますと、本当に残念であります。

植村先生は、昭和34年に慶應義塾大学医学部をご卒業され、当時東邦大学大学院において塙田裕三教授の神経化学的研究手法の薰陶を受けられました。その後フランスのストラスブール大神経化学中央研究所の Mandel 博士の研究室に留学し研鑽を積まれ、末梢神経系のミエリンを構成する P0 および P2 蛋白質、さらに L1、PMP22 などの細胞接着蛋白質の構造と機能および病態解析で国際的に注目される成果を上げられました。また、30歳代で、埼玉医科大学生理学教室の初代教授として着任され、以降16年間、同大学の創成期において大きく貢献されました。同50年、北里賞を受賞されました。昭和63年に塙田教授の後任として、慶應義塾大学医学部生理学教室教授に就任され、11年間勤められ、その間、抜群のリーダーシップを發揮され、白尾智明 博士（現・群馬大学医学部教授）、岡本仁 博士（現・理化学研究所脳科学総合研究センター・副センター長）、三浦正幸 博士（現・東京大学薬学部教授）、戸田正博 博士（現・慶應義塾大学医学部脳神経外科学教室准教授）など多くの人材を輩出されました。



植村慶一教授

た。また、植村先生は、日本神経化学会の理事、理事長として発展に尽くし、1994年には国際神経化学会（ISN）のカウンシルメンバーを勤め、日本での学会の開催を行なったという素晴らしい足跡を残されました。このような素晴らしい先輩をもつ私たち日本神経化学会の現役のメンバーは、本当に幸せだと思います。植村先生のような素晴らしい国際的な指導力と人徳を、皆で磨いていくことこそ、植村先生の後輩の私たちの責務だと思っております。

追 悼

植村慶一名誉教授を偲んで

(埼玉医大名誉教授・初代国際交流センター長) 野村 正彦

慶應義塾大学名誉教授・埼玉医科大学名誉教授の植村慶一先生が12月29日、82歳で逝去されました。大好きだったテニスを、80歳を過ぎても若者達と興じておられました。

健康は元気にテニスをやっているから大丈夫だよ、とのお言葉を伺っていただけに信じられません。

1959年 慶應義塾大学医学部を卒業されました。

1965年 ストラスブル大学に留学され、フランスへは塚田裕三教授門下では初めての事で、大学院生であった小生には植村先生の輝かしい今後の研究の発展を強く感じました。

1972年、東邦大学生理学助教授の時、新設される埼玉医大の第一生理学教授に赴任されました。37歳でした。

教養・基礎・臨床のそれぞれ2年間のカリキュラムを含め、教育の立案・企画作成をされ、新学期から実行され、最も若い教授であり、あらゆる面での御活躍をされた事は長く語り草でした。

そして、生理学の教育は熱く、檄を飛ばされての講義であり、生理学の実習はその日の課題をレポート作成まで課され、時に深夜まで及んだのは有名でした。

研究は、神経生理学、ミエリン形成に存在する脱髓疾患関連物質の探索を中心として神経化学を終生の研究テーマとされました。そして、これらの関連学会の理事長職を長く歴任されて、多くの学会をリードされて来ました。

1989年母校慶應義塾大学生理学の教授に就かれた後も、週一度の生理学教室の勉強会・研究発表会には欠かさず埼玉医大まで足をお運び頂き、教室員一同の御指導をして下さいました。

テニスをこよなく愛され、国際学会・国内の学会であれ、ラケットを手に学会の前後には、プレイする日程が必ず確保されていました。

このように、あらゆる面での御活躍御指導を頂き、まだまだ高所からの御指導を賜ることが多々あった中、植村先生、黄泉の世界は早すぎます。

先生の御冥福を心よりお祈り致します。

追 悼

植村慶一先生のご逝去を悼む

(群馬大学大学院医学系研究科神経薬理学分野) 白尾 智明

本学会の大会長、理事長、監事を歴任された慶應義塾大学名誉教授植村慶一先生は去る平成29年12月29日に逝去されました。享年82歳でした。突然の知らせに遭遇したその時はとても信じられず、しばらく茫然自失の状態でした。私が追悼の言葉を申し上げるのに最適な人間とは思いませんが、植村先生が主宰された慶應義塾大学生理学教室に助教授としてお仕えしたものとして、植村先生のお人柄をしのびたいと思います。植村先生に最初にお会いしたのは、私が群馬大学の大学院生の時で、植村先生が当時群馬大学医学部脳外科教授の大江千廣教授に招かれて髄鞘の膜タンパクについてのセミナーをされた時でした。昔の話ですので、定かではありませんが、P0タンパクやPASI蛋白のお話をされたように記憶しております。臨床の教室のセミナーに一人紛れ込んだ基礎の大学院生の私にも気さくに接してくださいり、いろいろご助言をくださいました。

それから7年後、私は慶應義塾大学に移られた植村先生に助教授として迎えていただけたこととなりました。植村先生が塚田裕三先生の後を継がれたばかりの時でしたが、三浦正幸先生（現東京大学教授）をはじめとする新進気鋭の若手研究者が集って、L1タンパクの研究を中心にいろいろな研究が進んでいました。

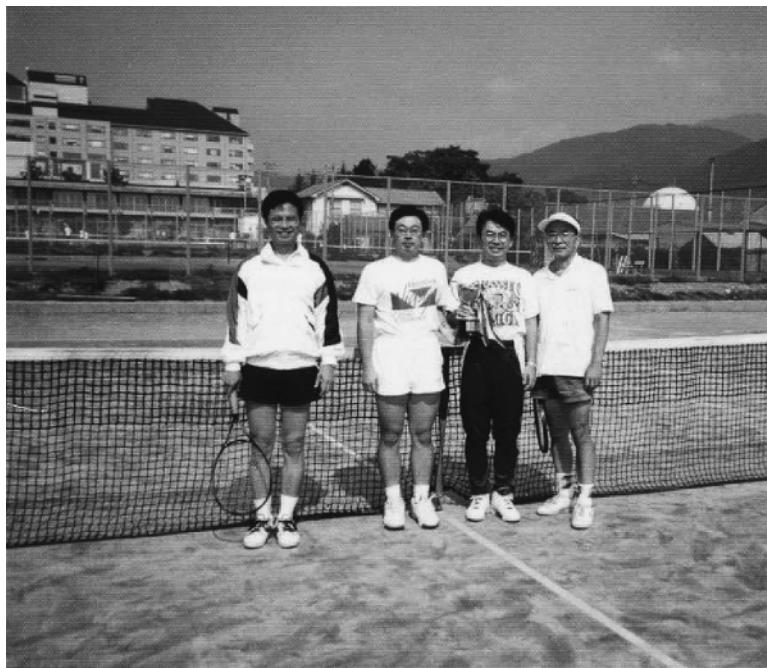


写真1



写真 2



写真 3

る素晴らしい研究室でした。そんな中で、私がドレブリンの研究を続けることを、植村先生は快く許してくださいました。そればかりでなく、当時脳外科から生理学教室に研究に来ていた優秀な若者達を私のチームに加えてくださいました。ドレブリン研究の今の展開は植村先生なしには語れません。実は、これまでのドレブリン研究の集大成であるモノグラフが昨年秋に出版され、植村先生にお届けする矢先の計報がありました。植村先生に喜んでいただけると思っておりましたが、大変に残念でなりません。

植村先生は研究ばかりでなく、テニスを大愛されておりました。写真1は神経化学学会のテニス大会での写真です。左から、池中一裕先生（当時大阪大学蛋白研）、吉田明先生（当時三菱化学生命研）、白尾、植村先生が並んでいますが、当時は植村先生が優勝されることがほとんどでした。植村先生は御自宅そばの三鷹のテニスクラブで我々弟子一同を集めてしばしばテニス大会を開催されました。テニス

大会の後ご自宅にお伺いした時に、大型のディスクオルゴールが据え付けられた素敵なりビングルームを見て、植村先生のセンスの良さを再認識したことをまるで昨日のことのように思い出します。

私が植村先生から直接の御指導をうけたのはわずか2年だけでしたが、母校の群馬大学に教授として戻って以降も、研究室運営、外国の研究者との付き合い方、論文のオーサーシップの決め方など、様々な局面でいろいろご指導いただきました。感謝の念に堪えません。

最近の思い出は、2015年に私が大会長を務めさせていただいた第58回日本神経化学会の最終日の、「History and future of Japanese Society of Neurochemistry (JSN) and International Society of Neurochemistry (ISN)。」と題した特別企画ラウンドテーブル（写真2）で、植村先生にはその企画と司会をお願いしたことです。植村先生（写真3の右から二人目）はいつもの軽妙洒脱な口調で会を進行されました。植村先生の周りはいつも笑い声が絶えません。写真の向かって左側の鈴木邦彦先生と御子柴克彦先生の笑顔からも、植村先生のお人柄が偲ばれます。

当学会の会員から国際神経化学会（ISN）の理事や種々の委員長になられた方が大勢いらっしゃいますが、これもまた植村先生のご尽力の賜物です。植村先生は日本においてISNの会を立ち上げられ、All Japanのサポート体制を敷いてくださいました。2014年には第6回ISN Special Conferenceの東京への招致に成功し、昨年は2021年のISN Biennial Meetingの日本での開催が決まったのは会員諸氏もご存知のところだと思います。2021年の大会でも、あの植村先生の絶妙な語り口を拝聴できるものと思っておりましたが、誠に残念でなりません。

急逝された植村慶一先生の偉大なる業績と人格とに深く敬意を表し、心より御冥福をお祈り申し上げます。

次期大会のご案内

第 40 回日本生物学的精神医学会・ 第 61 回日本神経化学会大会 合同年会（神戸）のお知らせ

2018 年 9 月 6 日（木）～8 日（土）に、神戸国際会議場におきまして「第 40 回日本生物学的精神医学会・第 61 回日本神経化学会大会 合同年会」を開催いたします。この合同年会と時期を同じくしてアジア太平洋地域生物学的精神医学会国際会議（WFSBP 2018 KOBE、同年同月 7 日から 9 日、神戸商工会議所）が行われますので、3 学会が連携した企画を考えるとともに、相互の学会場を行き来しやすいような参加登録のあり方も検討しています。

今回の合同年会では、「脳とその病いを成り立ちから理解する」をテーマと致しました。脳が営む様々な機能は、脳内の無数の細胞たちから成る回路網からどのようにして生まれてくるのか。そもそも脳が正しく機能できるための回路網は発生発達過程でいかにして作られるのか。また、その回路網が正常に機能できなくなる病態はどのようにして生じるのか。本大会では、そのような様々な観点の「成り立ち」から脳とその病いを解明し、理解することを目指して、両学会の研究者の間で議論を深めたいと考えています。多くの皆様方のご参加を心よりお待ち申し上げます。

● 大会長

第 61 回日本神経化学会大会 仲嶋 一範（慶應義塾大学医学部 解剖学）
第 40 回日本生物学的精神医学会 神庭 重信（九州大学大学院医学研究院 精神病態医学）

● テーマ

脳とその病いを成り立ちから理解する

● 会期

2018 年 9 月 6 日（木）～8 日（土）

● 会場

神戸国際会議場 〒650-0046 神戸市中央区港島中町 6-9-1

URL : <http://kobe-cc.jp/kaigi/>

● 一般演題募集

募集期間：2018 年 3 月 6 日（火）～4 月 27 日（金）

● 事前参加登録

登録期間：2018 年 3 月 1 日（木）～6 月 29 日（金）

● 大会 URL

<http://www.c-linkage.co.jp/jsbpjsn2018/>

●現在の予定シンポジウム

- 1) 日本神経化学会理事会企画シンポジウム
「オートファジー 分子から神経疾患治療まで」
- 2) 日本生物学的精神医学会/WFSBP ジョイントシンポジウム
- 3) 日本神経学会/日本神経化学会ジョイントシンポジウム
- 4) 国際神経化学会 (ISN)/日本神経化学会ジョイントシンポジウム：
「Neurochemistry of Neuron-Glia interaction」
- 5) アジア太平洋神経化学会 (APSN)/日本神経化学会ジョイントシンポジウム：
「“Vascular-signpost” in the nervous system guides its development and disease—from basic science to applied science—(仮題)」
- 6) 日本神経化学会臨床連携委員会企画シンポジウム
「パーキンソン病：臨床から研究へのトランスレーショナル」
- 7) 日本神経化学会優秀賞受賞者企画シンポジウム
- 8) 公募シンポジウム

このほか、学会プログラムに関するご意見・ご提案がございましたら、是非お聞かせください。多数の応募をお待ち申し上げております。本大会を成功させるため、学会全体で盛り上げていく所存です。
皆様方には一層のご協力をよろしくお願い申し上げます。

第 40 回日本生物学的精神医学会
第 61 回日本神経化学会大会 合同年会 運営事務局
株式会社 コンベンションリンクエージ内
〒102-0075 東京都千代田区三番町 2
TEL : 03-3263-8688/FAX : 03-3263-8693
Mail : jsbpjsn2018@c-linkage.co.jp

第61回 第40回
日本生物学的精神医学会
大会
合同年会

脳とその病いを 成り立ちから理解する

会期 | 2018.9.6 (Thu) ▶ 8 (Sat)

会場 | 神戸国際会議場

大会長 | 第40回日本生物学的精神医学会 大会長
神庭 重信 (九州大学大学院医学研究院)
(精神病態医学)

大会長 | 第61回日本神経化学会大会 大会長
仲嶋 一範 (慶應義塾大学医学部)
(解剖学)

運営事務局 | 株式会社コンベンションリンクージ内
〒102-0075 東京都千代田区三番町2
TEL: 03-3263-8688 FAX: 03-3263-8693
E-mail: jsbpjsn2018@c-linkage.co.jp

<http://www.c-linkage.co.jp/jsbpjsn2018/>



日本神経化学会会則

(昭和 40 年 10 月 8 日改正)
(昭和 45 年 10 月 17 日改正)
(昭和 50 年 11 月 15 日改正)
(昭和 51 年 10 月 16 日改正)
(昭和 55 年 11 月 14 日改正)
(昭和 56 年 11 月 27 日改正)
(昭和 57 年 11 月 14 日改正)
(昭和 59 年 11 月 17 日改正)
(昭和 62 年 10 月 29 日改正)
(昭和 63 年 10 月 27 日改正)
(平成 3 年 10 月 15 日改正)
(平成 4 年 10 月 21 日改正)
(平成 5 年 10 月 26 日改正)
(平成 6 年 10 月 7 日改正)
(平成 7 年 7 月 1 日改正)
(平成 9 年 10 月 23 日改正)
(平成 11 年 9 月 16 日改正)
(平成 14 年 7 月 18 日改正)
(平成 16 年 9 月 23 日改正)
(平成 20 年 9 月 12 日改正)
(平成 21 年 6 月 22 日改正)
(平成 22 年 9 月 3 日改正)
(平成 24 年 10 月 1 日改正)
(平成 26 年 9 月 30 日改正)
(平成 27 年 9 月 12 日改正)
(平成 27 年 11 月 30 日改正)
(平成 28 年 9 月 9 日改正)
(平成 29 年 9 月 8 日改正)

第 1 章 総 則

- 第 1 条 本会は日本神経化学会 (The Japanese Society for Neurochemistry) という。
第 2 条 本会の事務所を東京都新宿区信濃町 35 一般財団法人国際医学情報センター内におく。
第 3 条 本会は理事会の議決を経て必要の地に支部をおくことができる。

第 2 章 目的および事業

- 第 4 条 本会は会員の研究発表、知識の交換ならびに会員相互間および国内外の関連機関との連絡提携の場として神経化学ならびに関連領域の発展を促しもって学術文化の進歩に寄与することを目的とする。

第 5 条 前条の目的を達成するために次の事業を行なう。

1. 大会および講演会の開催
2. 会誌、研究報告および資料の刊行
3. 国内外の関連機関との連絡および協力
4. その他目的を達するための必要な事業

第 3 章 会 員

第 6 条 本会の会員は次のとおりとする。

1. 正会員：神経化学に関する学識または経験を有するもので本会の目的に賛同し、会費年額 10,000 円を納める者。但し、評議員の会費年額を 12,000 円とする。
2. 名誉会員：本会に特に功労のあった会員のうちから別に定める細則により総会が承認する者。ただし名誉会員は会費を納めることを必要としない。
3. 功労会員：本会に功労のあった会員のうちから別に定める細則により総会が承認する者で、会費年額 5,000 円を納める者。
4. シニア会員：原則 66 歳以上で、本会の目的に賛同し、会費年額 5,000 円を納める者。
5. 団体会員：本会の目的に賛同し会費年額 10,000 円を納める公共性のある団体（図書館等）。
6. 賛助会員：本会の事業を後援し、会費年額 20,000 円以上を納める者または団体。
7. 学生会員：大学もしくはこれに準ずる学校、または大学院に在籍し、本会の目的に賛同し会費年額 3,000 円を納める者。
8. 若手会員：大学もしくはこれに準ずる学校、または大学院を卒業後 5 年以内の者であって、本会の目的に賛同し会費年額 5,000 円を納める者。

第 7 条 会員になろうとする者は正会員の推薦により細則に示す様式に従い会費を添えて入会申込書を事務局に提出し理事長の承認を受けなければならない。

第 8 条 会員は毎年開かれる大会に演題の申込みをすることができる。但し、演題の筆頭発表者は正会員または学生会員でなければならない。

第 9 条 会員は本会が刊行する機関誌「神経化学」の配布を受ける。

第 10 条 会員は第 6 条に規定する会費を納入しなければならない。

第 11 条 会員は次の事由によって資格を喪失する。

1. 退会
2. 死亡
3. 除名

第 12 条 会員で退会しようとするものは退会届を提出し、その届出が本学会学術集会以降である場合は、その年度の会費まで完納するものとする。なお、卒業した学生会員が若手会員へ会員区分を変更しない場合は、その年度末である 12 月 31 日に自動退会となる。

第 13 条 会員が次の各号の一に該当するときは、理事会の議決を経て除名される。

1. 会費を滞納したとき
2. 本会の名誉を傷つけ、また会員としての義務に反したとき

第 14 条 長期海外留学等の海外居住や産休・育休等で、一時的に学会活動が困難となる場合、休会届を提出した上で休会できることとする。海外留学等終了後には、ただちに本会活動に復帰する旨申し出なければならない。

なお、休会中は次の通り取り扱うこととする。

1. 年会費は免除する
2. 機関誌「神経化学」は配布しない
3. 大会等当会主催の集会等の参加費は非会員扱いとする
4. 総会議決権は有しない
5. 役員等の選挙権及び被選挙権は有しない
6. 当会奨励賞の応募資格は有しない
7. 休会期間は会員歴に含めない

ただし、次の場合は休会を認めない。

1. 年会費を滞納しているとき
2. 休会中常時連絡可能な連絡先（日本国内住所・電子メールアドレス等）を申し出ないとき
3. その他当会理事会にて不適当と判断されたとき

第15条 既納の会費は、いかなる理由があってもこれを返還しない。

第4章 役員、評議員および職員

第16条 本会に次の役員をおく。

理事 15名

監事 2名

第17条 理事および監事は細則の定める方法に従って正会員から選出する。理事は互選で理事長1名、副理事長1名を定める。

第18条 理事長は本会の業務を総理し、本会を代表する。

2. 副理事長は理事長を補佐し、理事会及び総会の決議した事項を処理する。
3. 副理事長は理事長に事故のあるときはその職務を代行する。

第19条 理事は、理事会を組織し、会則に定めるものほか、本会の総会の権限に属せしめられた事項以外の事項を議決し執行する。

第20条 監事は民法第59条に準じてその職務を行なう。

第21条 本会の理事で会員の選挙により選出されたものの任期は4年とし、任期終了後2年間は再任されない。理事会により選出された理事の任期は2年とし、重任されない。

監事の任期は4年とし、任期終了後4年間は再任されない。在任中の監事は、理事となることは出来ない。

2. 補欠による役員の任期は、前任者または現任者の残任期間とする。
3. 役員は、その任期満了後でも後任者が就任するまでは、なおその職務を行なう。

4. 役員は本会の役員としてふさわしくない行為のあった場合、または特別の事情のある場合には、その任期中であっても総会および理事会の議決により、理事長がこれを解任することができる。

第22条 本会に評議員をおく。

2. 評議員の定数は50名及至300名とする。
3. 評議員は正会員中から総会において選任する。
4. 理事はその任期中は評議員となる。
5. 新規評議員の選任は、別に定める細則の手続きを必要とする。

- 第23条 評議員の任期は4年とし、再任を妨げない。評議員には第21条、2. 3. 4. 項の規定を準用する。
- 第24条 評議員は評議員会を組織し、本会の運営上の重要事項について理事会の諮問に応ずるものとする。
- 第25条 本会の事務を処理するため職員をおくことが出来る。
2. 職員は理事長が任免し理事会の承認をうける。
 3. 職員は有給とすることが出来る。

第5章 会議

- 第26条 理事会は毎年二回理事長が招集する。ただし理事長が必要と認めた場合、或いは理事現在数の三分の一以上から会議の目的たる事項を示して請求のあったときは、理事長は臨時理事会を招集しなければならない。
- 第27条 理事会は理事現在数の五分の三以上出席しなければ議事を開き議決することは出来ない。ただし委任状を提出したものは出席者とみなす。
2. 理事会の議事は理事会の過半数をもって決し、可否同数のときは議長の決するところによる。
- 第28条 通常総会および大会の担当機関（施設）および会長は理事会において指定する。
2. 会長は大会の開催にあたり、当該地区会員の中から組織委員を指名し、組織委員会を組織する。
 3. 会長はその年度中理事会に出席する。
- 第29条 通常総会は毎年1回大会の際、理事長が招集する。
2. 臨時総会は理事会または監事が必要と認めたとき、いつでも招集することができる。
- 第30条 通常総会の議長は会長とし、臨時総会の議長は会議のつど会員の互選で定める。
- 第31条 総会の招集は少なくとも10日以前にその審議すべき事項、日時および場所を記載した書面、電子メール、または会誌の公告をもって通知する。
- 第32条 次の事項は、通常総会に提出しその承認を受けなければならない。
1. 事業計画および収支予算についての事項
 2. 事業報告および収支決算についての事項
 3. その他理事会において必要と認めた事項
- 第33条 総会は、会員現在数の十分の一以上出席しなければその議事を開き議決することが出来ない。ただし当該議事につき委任状を提出したものは出席者とみなす。
- 第34条 総会の議事は出席者の過半数をもって決し、可否同数のときは議長の決するところによる。
- 第35条 総会の議事の要項および議決した事項は会員に通知する。
- 第36条 評議員会は隨時理事長が招集する。評議員会の議長は理事長がこれに当る。
- 第37条 評議員会は評議員現在数の五分の一以上出席しなければ会議を開くことが出来ない。ただし委任状を提出したものは出席者とみなす。
- 第38条 総会、理事会および評議員会の議事録は議長が作成し理事長が保管する。

第6章 会 計

- 第39条 本会の事業遂行に要する費用は、会費、事業に伴う収入をもって支弁する。
- 第40条 本会の収支決算は毎年会計年度の終了後理事長が作成し、監事の意見をつけ理事会および総会の承認を受けなければならない。
- 第41条 本会の会計年度は毎年1月1日に始まり12月31日迄とする。

第7章 会則の変更

- 第42条 この会則は理事会および総会においておのおの三分の二以上の賛成決議を経て変更することが出来る。

第8章 補 則

- 第43条 この会則施行についての細則は、理事会および総会の議決を経て別に定める。

第9章 付 則

- 第44条 新総会発足以前の役員、評議員は現神經化学懇話会常任委員及び委員により代行される。
- 第45条 現会員はそのまま本会の会員となる。
- 第46条 会計年度の改定は昭和56年1月1日より実施する。
- 第47条 昭和55年度会費として納入したもの（昭和54年9月1日～昭和55年8月31日迄）は昭和55年12月31日迄有効期限を延長する。
- 第48条 昭和56年度までの正会員及び団体会員の会費は年額2,500円とする。

日本神経化学会細則

(昭和 41 年 10 月 8 日制定)
(昭和 51 年 10 月 16 日改正)
(昭和 59 年 11 月 17 日改正)
(平成 3 年 10 月 15 日改正)
(平成 6 年 10 月 7 日改正)
(平成 11 年 9 月 16 日改正)
(平成 20 年 9 月 12 日改正)
(平成 21 年 6 月 22 日改正)
(平成 25 年 6 月 21 日改正)
(平成 27 年 9 月 12 日改正)
(平成 27 年 11 月 30 日改正)
(平成 28 年 9 月 9 日改正)
(平成 29 年 9 月 8 日改正)

第 1 章 会 員

第 1 条 本会に会員として入会を希望する者は本会ホームページより次のことがらを入力の上、入会申込書をダウンロードし推薦者の署名を得て、同書面を事務局に提出しなければならない。

1. 入会希望者氏名
2. 最終出身校、学科名および卒業年次。ただし学生会員になろうとするものは学生証の写しもしくは在学証明書の写しを添付し、卒業予定年月を報告する。
3. 勤務先とその所在地および勤務先での地位
4. 会員の現住所ならびに連絡先住所
5. 専攻分野

第 2 章 役員、評議員、名誉会員

第 2 条 理事定数 15 名のうち 12 名は細則第 3 条及び第 4 条に定める方法に従い、会員の直接選挙により選出する。残り 3 名は専門別、地域別を考慮して理事会で選定し、評議員会の議を経て委嘱する。この 3 名は 2 年毎に理事会で選定する。理事選挙は 2 年ごとに 6 名の改選を行う。理事は就任する時期に満 65 才までのものとする。

第 3 条 理事の選挙に当って選挙管理委員会を設け委員は正会員の中から理事長が委嘱する。選挙管理委員会は理事選挙要項に従い事務局の所在地で選挙事務を行う。

第 4 条 理事選挙要項は下記の如くする。

1. 理事選挙は立候補制とする。立候補資格は会費の滞納がない評議員および正会員とする。評議員の資格がない正会員は、会員歴 5 年以上かつ、評議員または会員歴 5 年以上の正会員 1 名以上の推薦がある場合のみ立候補できる。
2. 理事長の指名により構成される選挙管理委員会の委員は立候補できない。
3. 理事選挙に自ら立候補する者は選挙管理委員会が指定する期間内に選挙管理委員会に届け出る。

4. 立候補者は理事会が定める立候補届出書に必要事項を記載し、選挙管理委員会に届け出る。
5. 4 項の立候補届出書の必要事項は、氏名、年齢、所属、職名、略歴と抱負を記載するものとする。
6. 評議員および会員歴 5 年以上の正会員は、理事候補にしたい評議員および会員歴 5 年以上の正会員を被選挙人として選挙管理委員会へ、選挙管理委員会が指定する期間内に推薦することができる。
7. 理事選挙に被選挙人を推薦する場合は、選挙管理委員会が指定する期間内に選挙管理委員会に被推薦人の氏名、所属、連絡先を届け出る。
8. 選挙管理委員会は、6 項における被推薦人に理事選挙立候補の意志があるかどうか確認する。
9. 6 項における被推薦人が候補になることを受諾する場合は、3、4、5 項にて定められた手続きに従って立候補する。
10. 理事の選挙権は投票締切日の 6 カ月以前に正会員となったものに限る。
11. 会員で選挙事務に異議あるものは投票締切日の 10 日前までに選挙管理委員会に申し出なければならない。
12. 選挙管理委員会は学会ホームページの会員ページにおいて理事候補者名簿と立候補届出書を会員に周知する。
13. 学会事務局は前項 12 に関し選挙期間等の情報を選挙権のある会員へ電子メールで連絡する。
14. 投票は電子投票とし、立候補者の中から 3 名以内を選択する。電子投票期間は選挙管理委員会が定める。
15. 学会事務局は選挙管理委員会が定める投票期間において投票を行っていない選挙人に電子メールにより再通知する。
16. 当選者は得票数の多い上位から 6 名を決定する。同票の場合は年令の昇順とする。
17. 立候補者が定数以下の場合は、立候補者全員に対して信任投票を実施する。
信任投票は電子投票を行い、諾否を選択する。有効投票数の過半数を獲得した者を当選とする。
18. 当選者が定数未満の場合、又は選挙終了後 1 年未満の期間内に理事に欠員を生じた場合は、得票数、専門別、地域別などを考慮して理事会において補充を決定する。補充理事の任期は、2 年以内とする。
19. 選挙後 1 年以上経過した後理事に欠員を生じた場合は補充を行なわない。但し 3 名以上の欠員を生じた場合は 6 ヶ月以内に補充選挙を行うものとする。補充理事の任期は、2 年以内とする。
20. 開票は選挙管理委員よりの開票承認を得たのち学会事務局にて開票する。ただし会員は誰でも開票に立会うことが出来る。

第 5 条 理事長、副理事長は理事会の互選により決める。任期は 2 年とし重任を妨げない。

第 6 条 新規に評議員を申請する者については、次の方法により選出する。

申請者は、研究歴・会員歴満 5 年以上で、評議員 2 名以上の推薦を必要とし、履歴書・業績目録を添付の上、理事長に提出する。

神経化学領域に関連した講座あるいは部門の長になった者等には上記の原則によらず、特別の考慮を払う。

理事長はこれに基づき、理事会において審査し、適格者は総会において選任される。

第7条 監事の選出については理事会が理事以外の正会員の中から候補者を選び総会の承認を経て理事長が委嘱する。

第8条 名誉会員は、次の1項に掲げるもののいずれかの資格を有する場合、2項の手続きを経て総会の議決をもって承認される。

1. 資格

- (1) 永年、会員として本会に多大な貢献をした者で、原則として満65歳以上であること。
- (2) 神経化学領域で学術的に特に顕著な業績をあげた者（外国人を含む）。

2. 手続き

- (1) 理事または監事を経験した者2名以上による推薦書（本学会への貢献度を示すもの）と履歴書、業績目録（10篇以内）を添えて、理事長に提出する。
- (2) 理事長はこれを理事会で審議し、候補者を総会に推薦し、総会にて了承を得る。
- (3) 名誉会員として総会で了承を得られた者に対し推戴式を行い、推戴状を授与し、その功勞を讃えるものとする。

第9条 功労会員は、次の1項に掲げるもののいずれかの資格を有する場合、2項の手続きを経て総会にて承認される。

1. 資格

- ・評議員経験者でかつ定年により現職を退いた者。
- ・永年、会員として本会に貢献した者。

2. 手続き

理事会が候補者を決定し、総会へ推薦する。

第3章 事業

第10条 機関誌「神経化学」の編集委員は理事会の承認を得て理事長より委嘱する。

第11条 機関誌の英文名は「Bulletin of the Japanese Society for Neurochemistry」とする。

第12条 本会の目的を達成するため理事会が必要と認めた時、会員の中から専門委員を委嘱し、委員会を構成することが出来る。

委員の任期は2年とし、原則として再任を妨げない。

第4章 付則

第13条 昭和59年11月の会則及び細則変更後に行われる最初の理事選挙に限り、会則第20条及び細則第2条、第4条の規定にかかわらず、次の特例を設ける。

1. 投票期日の〆切を昭和60年2月16日とする。
2. 今回の選挙にあたっては被選挙権者に現理事を含むものとし、得票順に12名の当選者を決定する。投票は無記名6名以内の連記として郵送をもって行う。
3. 当選者のうち得票数上位6名のものの任期は4年とし、下位6名のものは2年とする。
4. 今回の当選理事の任期は上位6名のものについては昭和64年2月迄、また下位6名のものについては昭和62年2月迄とし、重任されない。理事会で選ばれる3名の理事の任期は昭和62年2月迄とし、重任することは出来ない。

日本神経化学会 賛助会員

株式会社エイコム
シスメックス株式会社
武田薬品工業株式会社
田辺三菱製薬株式会社
日本たばこ産業株式会社 医薬総合研究所

(50 音順)

日本神経化学会雑誌「神経化学」投稿規定

1. 日本神経化学会の機関誌として、日本神経化学会及び関連学会の活動に関する記事、神経化学領域の研究紹介等の投稿を受け付けます。学会からの依頼原稿以外については、投稿前に、日本神経化学会事務局または出版・広報委員会の「神経化学」編集委員長にご相談下さい。なお、大会号の掲載記事については、大会プログラム委員会の指示に従って下さい。
2. 投稿原稿の著者は、すべて日本神経化学会の会員である必要があります。非会員による記事については、日本神経化学会の承認が得られた場合にのみ掲載します。
3. 投稿内容は、他誌に掲載されておらず、また投稿中でもないものに限ります。
4. 本誌に掲載する著作物の複製権・翻訳権・上映権・譲渡権・公衆送信権（送信可能化権を含む）を含む著作権及び出版著作権は、日本神経化学会に帰属します。なお、ここでいう「著作物」とは、紙媒体に限らず電子媒体も含むものとします。ただし、著者自身による使用を拘束するものではありません。本誌は2016年1月からオープンアクセス化されました。出版された著作物は、本会ホームページ等で公開される可能性があることをご了承下さい。
5. 投稿原稿の採否は、通常号については出版・広報委員会が、大会号については大会プログラム委員会が決定します。受理した原稿の体裁は、全体の統一のため出版・広報委員会または大会プログラム委員会において修正することがあります。
6. 執筆要領

(以下は通常号についての要領です。大会号については、大会プログラム委員会の指示に従って下さい。)

- 1) 原稿は全て電子情報化して下さい。本文は一般的な文書作成ソフト（Microsoft Office Word等）にて入稿をお願い致します。図表・写真も、jpeg、tiff、Illustrator、PowerPoint、Excel等、一般的に使われているデータ形式でご用意ください。解像度については、できる限り高い状態のものでお願い致します。電子情報化できない図表・写真に関しては、制作会社でスキャニング処理を致しますので原版をお送り下さい（郵送時等に破損する可能性がありますので、極力電子化をお願い致します）。
- 2) 「神経化学」は、電子媒体を含めて日本神経化学会が独自の版権をもつ雑誌ですので、お使いになる図表や写真については他の雑誌との複版にならないようご注意下さい。複版の場合は必要に応じた許諾を事前に必ずとっていただきますようお願い致します。
- 3) 字数制限は設けません。ご参考までに、既刊の「神経化学」をご覧下さい。
- 4) 原稿はプリント出力したもの（図表、写真は、まとめて添付し、本文中に挿入されるべき位置を明示する）と電子媒体（CDないしはUSBメモリー）の両者をお送り下さい。例外として、文章のみの原稿は学会からEメール添付ファイルとして送付していただく依頼をした場合に限りEメールに添付してご送付下さい。
- 5) 引用文献は、本文中には文献番号を引用順に括弧に入れて示し、本文の最後に一括して引用順に並べて記載して下さい。詳細は、既刊の「神経化学」をご覧下さい。

例：

- 1) Sekine K, Honda T, Kawauchi T, Kubo K, Nakajima K. The outermost region of the developing cortical plate is crucial for both the switch of the radial migration mode and the Dab1-dependent “inside-out” lamination in the neocortex. *J Neurosci*, 31, 9426-39 (2011).
- 2) ...

- 6) 投稿原稿の著者以外による未発表データ等を“personal communication”や“unpublished data”として記載する場合は、公表に関してご本人の同意があることを証明できる文書を投稿時に必ず添付していただきますようお願い致します。
- 7) 原稿の送付先は、学会から著者の方に直接お知らせします。
- 8) 投稿内容に関連して開示すべき利益相反（conflict of interest）がある場合には、その内容を記事の末尾等に記載して下さい。利益相反に関する一般的な概念については、“Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals” (http://www.icmje.org/ethical_4conflicts.html) をご参照下さい。

複写をご希望の方へ

日本神経化学会は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。

本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社) 学術著作権協会より許諾を受けて下さい。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター((社) 学術著作権協会が社内利用目的の複写に関する権利を再委託している団体)と包括複写許諾契約を締結している場合にあっては、その必要はございません。(社外頒布目的の複写については、許諾が必要です。)

権利委託先：一般社団法人 学術著作権協会

〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3 階

電話：03-3475-5618 FAX：03-3475-5619 E-mail：info@jaacc.jp

複写以外の許諾（著作物の引用、転載、翻訳等）に関しては、(社) 学術著作権協会に委託致しておりません。直接日本神経化学会（e-mail：jsn@imic.or.jp FAX：03-5361-7091）へお問合せ下さい。

Reprographic Reproduction outside Japan

Making a copy of this publication

Please obtain permission from the following Reproduction Rights Organizations (RROs) to which the copyright holder has consigned the management of the copyright regarding reprographic reproduction. Obtaining permission to quote, reproduce ; translate, etc. Please contact the copyright holder directly.

Users in countries and regions where there is a local PRO under bilateral contract with Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC).

Users in countries and regions of which RROs are listed on the following website are requested to contact the respective RROs directly to obtain permission.

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Address 9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

Website <http://www.jaacc.jp/>

E-mail info@jaacc.jp

Fax +81-33475-5619

編集後記

ご承知の通り、昨年12月29日に植村慶一先生がご逝去されました。追悼特集として、3名の先生方からの追悼文を掲載致しましたので、ご一読下さい。大会長・理事・理事長等として長年にわたり本学会の発展に尽くされた植村先生のご貢献に感謝し、心よりご冥福をお祈り申し上げます。

今回の「輝け次代の担い手たち」では、笠井先生に全脳イメージングの新しい技術(*Neuron* 2017)について、森澤先生にはアストロサイトの貪食作用に関する最新の研究成果(*Nature Communications* 2017)について、ご紹介頂きました。各々の研究の背景や、関連分野の状況、今後の展望などを含めてわかりやすく解説されております。「研究室紹介」では、照沼先生と鶴川先生が、各々の研究室立ち上げに関するご経験や現在の研究内容等についてご紹介下さいました。「海外留学先から」は、本誌の記事の中で最も人気の高いシリーズの一つとなっておりますが、今回は石野先生、大谷先生、山室先生、臼井先生の4名にご執筆いただきました。いずれも大変な力作で、研究室の選び方から、現地での苦労話など、留学に興味がある方々の参考になる情報が満載です。「学会参加レポート」では、9名のTravel Award受賞者の方々が、国際学会への参加についてご報告して下さいました。

さて、この「神経化学」は、2019年よりオンラインジャーナルとなることが、昨年の理事会・総会で決定し、検討・準備が進められております。ペーパーレス化によりコスト削減効果が期待され、ページ数を増やすことも可能になりますので、さらに内容を充実させることができます。希望者には実費をお支払いただいて、従来通り印刷物をお送り致します。オンラインジャーナル化に際して、掲載すべき企画などのアイディアをお持ちの方がいらっしゃいましたら、是非ご連絡下さいますようお願い申し上げます。

最後になりましたが、お忙しい中、快くご執筆下さった皆様と、編集にご協力下さいました杏林舎、学会事務局の方々に御礼を申し上げます。今後共ご指導とご協力をお願い致します。

(澤本和延)

公式アカウントによるFacebookを始めました。

<https://www.facebook.com/694342057338890/>

学会からの情報（大会開催・公募情報・学術集会等）や
記事（神経化学トピックス・研究室紹介等）を随時配信
していきます。

是非、「いいね！」をクリックして下さい。

皆様からの情報もお待ちしております！



QRコードからも
アクセスできます

神経化学 57巻 第1号

平成30年3月31日発行

編集兼発行者 日本神経化学会

代表者 和田 圭司

発行者 日本神経化学会

〒160-0016 東京都新宿区信濃町35 信濃町煉瓦館

一般財団法人 国際医学情報センター内

印刷所 株式会社 杏林舎