

2022年度日本膜学会膜学研究奨励賞

2022年度日本膜学会膜学研究奨励賞受賞者は下記の通りです。表彰式は2022年6月10（金）第44年会表彰式において行う予定です。

2022年度日本膜学会膜学研究奨励賞受賞者

中尾裕之（富山大学）
長尾耕治郎（京都薬科大学）
長澤寛規（広島大学）

2022年度日本膜学会膜学研究奨励賞審査委員会

委員長 岡村恵美子
審査委員

川上浩良，小暮健太郎，高野幹久，谷口雅英，寺田智祐，中瀬生彦，野村幹弘，比嘉 充，松方正彦，松山秀人，丸中良典，森田真也

● 2022年度日本膜学会膜学研究奨励賞受賞者

中尾裕之（富山大学）

研究題目

「リン脂質フリップフロップ促進ペプチドの開発とその細胞機能制御への応用に関する研究」

受賞対象となる研究に関する論文等

- 1) Nakao H, Hayashi C, Ikeda K, Saito H, Nagao H, Nakano M : Effects of hydrophilic residues and hydrophobic length on flip–flop promotion by transmembrane peptides, *J. Phys. Chem. B*, **122**, 4318-4324 (2018)
- 2) Nakao H, Sugimoto Y, Ikeda K, Saito H, Nakano M : Structural Feature of Lipid Scrambling Model Transmembrane Peptides : Same–Side Positioning of Hydrophilic Residues and Their Deeper Position, *J. Phys. Chem. Lett.*, **11**, 1662-1667 (2020)
- 3) Nakao H, Kimura Y, Sakai A, Ikeda K, Nakano M : Development of membrane-insertable lipid scrambling peptides : A time–resolved small–angle neutron scattering study, *Struct. Dyn.*, **8**, 024301 (2021)

受賞者の研究内容

中尾裕之博士は、脂質二重層中のリン脂質の表裏間の移動であるフリップフロップを促進するペプチドの開発と、

それらのペプチドを用いて細胞機能の制御を試みる研究に取り組んできた。

膜貫通ヘリックスによるフリップフロップの促進は以前に報告されていたものの、自発的なフリップフロップ速度の遅い脂質にはほとんど効果がないことが明らかになっていった。そこで中尾氏は、膜貫通ヘリックスの中央に親水性アミノ酸残基を配置したペプチドを合成し、中央の残基の親水性度が上がるにつれて、ペプチドのフリップフロップ促進活性が上昇することを明らかにした。続いて、親水性アミノ酸残基の空間配置に着目し、膜貫通ヘリックスの同一面上に2残基の親水性アミノ酸を配置することで、相乗的に活性が上昇することを示した。さらに、細胞膜のフリップフロップを人工的に制御することを目指してアミノ酸配列の改変を行い、脂質膜形成後に膜挿入されてフリップフロップを促進するペプチドを開発した。このペプチドを培養細胞に添加することで、通常内層に局在しているホスファチジルセリンを露出させることに成功した。そして、ペプチドによってホスファチジルセリンを露出した細胞がマクロファージによって貪食されることを実証した。

以上のように中尾氏の一連の研究成果は、物理化学的な膜学研究にとどまらず、生物学・医学分野にも幅広く貢献するものであり、膜学研究奨励賞に値するものである。（推薦人 中野 実）

中尾裕之 (Nakao Hiroyuki)

このたびは日本膜学会第44年会上におきまして、膜学研究奨励賞を頂戴しますことを、誠に光栄に存じます。選考委員の先生方、ならびに、これまでの研究を支えていただきました共同研究者の皆様、学生の皆様に心より御礼申し上げます。



私は学部4回生のときに配属された研究室で、当時准教授をされていた中野実先生のご指導を受けることになったことで、膜学研究に取り組むことになりました。脂質のみの膜ではほとんど起こらないフリップフロップを単純な構造の膜貫通ヘリックスで制御する、という研究が大変興味深く、研究に没頭する学生時代を過ごすことができました。合成したペプチドが実際に膜貫通していることを明らかにすることが非常に困難で、苦労したことが思い出されます。その後、幸運なことに、中野実先生の主宰する研究室の助教として採用していただき、現在もフリップフロップの研究に取り組んでおります。ペプチドを用いた細胞機能制御は、最近になって取り組み始めた研究であり、今後配列の最適化を行うことで、さらなる活性上昇やオンオフの制御に取り組んでまいります。さらに、DDS技術と組み合わせることで、抗がん剤などの創薬の基盤となるような研究に繋がればと考えております。

今回の受賞を励みに、膜学、ならびに、日本膜学会の発展に貢献できるようより一層尽力していく所存でございます。今後とも本学会の先生方、関係者の皆様の変わらぬご指導ご鞭撻を賜りますよう、何卒よろしくお願い申し上げます。

長尾耕治郎 (京都薬科大学)

研究題目

「ショウジョウバエ細胞を用いた生体膜脂質の動態および機能の解明」

受賞対象となる研究に関する論文等

- 1) Murakami A, Nagao K, Hara Y, Juni N, Umeda M : An N-terminal di-proline motif is essential for fatty acid-dependent degradation of $\Delta 9$ -desaturase in *Drosophila*, *J. Biol. Chem.*, **292**(49), 19976-19986 (2017)
- 2) Matsuo N, Nagao K, Suito T, Juni N, Kato U, Hara Y, Umeda M : Different mechanisms for selective transport of fatty acids using a single class of lipoprotein in *Drosophila*, *J. Lipid Res.*, **60**(7), 1199-1211 (2019)
- 3) Shiomi A, Nagao K, Yokota N, Tsuchiya M, Kato U, Juni N, Hara Y, Mori MX, Mori Y, Ui-Tei K, Murate M, Kobayashi T, Nishino Y, Miyazawa A, Yamamoto A, Suzuki R, Kaufmann S, Tanaka M, Tatsumi K, Nakabe K, Shintaku H, Yesylevsky S, Bogdanov M, Umeda M : Ex-

tre deformability of insect cell membranes is governed by phospholipid scrambling, *Cell Rep.*, **35**(10), 109219 (2021)

受賞者の研究内容

長尾耕治郎氏は、生命科学研究におけるモデル生物であるにも関わらず生体膜研究にほとんど利用されて来なかったショウジョウバエを用いることで、生体膜脂質の動態と機能の解明に向けた研究を新たな切り口から展開している。例えば、生体膜を構成するリン脂質の脂肪酸の構造は、膜の構造と機能に大きく影響するが、細胞がリン脂質の脂肪酸組成を制御する機構には不明な点が多く残されている。長尾氏は、多価不飽和脂肪酸の含量が極端に低く、脂肪酸に二重結合を導入する脂肪酸不飽和化酵素として DESAT1 のみを有するショウジョウバエ培養細胞 S2 を用いることで、脂肪酸不飽和化酵素の発現制御を介した膜脂質組成の恒常性の維持機構を明らかにしている。さらに、長尾氏はショウジョウバエ細胞では哺乳動物細胞とは異なり、形質膜の脂質二分子膜の外層と内層にリン脂質が対称的に分布していることを発見した。また、この特異なリン脂質分布形成の要因として、脂質二分子膜の二層間でリン脂質を双方向に輸送するスクランブラーゼ XKR が恒常的に機能していることを明らかにし、さらに XKR によるリン脂質の輸送により細胞に高い変形能が付与されることを見出している。

このように、長尾氏の研究成果は生体膜脂質の動態・機能の解明へ向けて大きな前進をもたらすと共に、生体膜研究における新たな分野の開拓に繋がる可能性を有しており、膜学研究奨励賞に値するものである。

(推薦人 斎藤博幸)

長尾耕治郎 (Nagao Kohjiro)

このたびは日本膜学会第44年会上におきまして、日本膜学会膜学研究奨励賞を受賞させて頂き、大変光栄に存じます。選考委員会の先生方ならびに一連の研究を支えて下さった先生方、共同研究者の皆様々に心より御礼申し上げます。



私自身が膜に関わりを持ったきっかけは、大学院生時代に植田和光先生のご指導のもと ABC 輸送体の研究を開始したことです。その後、斎藤博幸先生の研究室にて脂質膜の物理化学へと研究分野を広げることが出来ました。さらに、梅田真郷先生のもとで膜脂質の分析・機能解析手法を幅広く学ぶことができました。このように、生化学、細胞生物学、物理化学、分子遺伝学等の多様な背景から生体膜研究に挑むことにより、生体膜脂質の動態および機能に関する研究を進展させることが出来たと考えています。今後も新たな研究手法や解析対象に挑戦し続けることにより、生体膜の機能を独自の切り口から解明していきたいと考えています。また、膜構成成分の分布と組成により膜機能が制御される

機構の解明を目指す私の研究は、生体膜分野のみならず、人工膜分野・境界膜分野の研究にも関連しています。このため、幅広く膜学の知見を取り入れながら研究を推進することにより、自身の研究を深化させるだけでなく、広く膜学へ影響を与えられるような研究を展開し、膜学の発展に貢献していきたいと考えています。今後とも本学会の先生方、関係の皆様の変わらぬご指導ご鞭撻を賜りますよう、何卒宜しくお願い申し上げます。

長澤寛規 (広島大学)

研究題目

「大気圧プラズマCVD法によるシリカ系気体分離膜の低温・超高速製膜技術の開発」

受賞対象となる研究に関する論文等

- 1) Nagasawa H, Kagawa T, Noborio T, Kanezashi M, Ogata A, Tsuru T : Ultrafast synthesis of silica-based molecular sieve membranes in dielectric barrier discharge at low temperature and atmospheric pressure, *J. Am. Chem. Soc.*, **143**, 35-40 (2021)
- 2) Nagasawa H, Yamamoto Y, Kanezashi M, Tsuru T : Atmospheric-pressure plasma-enhanced chemical vapor deposition of hybrid silica membranes, *J. Chem. Eng. Jpn.*, **51**, 732-739 (2018)
- 3) Nagasawa H, Yasunari R, Kawasaki M, Kanezashi M, Tsuru T : Facile low-temperature route toward the development of polymer-supported silica-based membranes for gas separation via atmospheric-pressure plasma-enhanced chemical vapor deposition, *J. Membr. Sci.*, **638**, 119709 (2021)

受賞者の研究内容

長澤寛規氏は、大気圧プラズマを用いた化学気相蒸着法(大気圧プラズマCVD法)を用いたシリカ膜の常温常圧製膜技術の開発に取り組んできた。シリカ膜の製膜法は液相法と気相法に大別され、気相法は熱CVDおよび低温CVDに分類される。さらに低温CVDは減圧および大気圧プラズマCVD法が可能である。本研究の開始時は、減圧プラズマCVD法が新規なシリカ分離膜の製膜技術として開発されつつある状況であり、大気圧プラズマCVDによる製膜は世界的にも研究例は皆無であった。大気圧プラズマCVDは、気相および表面で反応と物質移動が複雑に絡み合うプロセスであり、高透過選択膜の製膜を実現する膜構造制御法の確立や膜形成メカニズムの解明が必要であった。

これらの課題に対して長澤氏は、製膜条件を実験的に詳細に検討するとともに、反応・製膜機構を系統的に整理することで、シリカ前駆体の分子構造や原料ガス組成、放電条件によって膜構造が制御可能であることを見出し、分子ふるい性に優れたシリカ膜を常温常圧で製膜が可能であることを明らかにした。また、大気圧プラズマ中の豊富な活性種を有効に利用することで、数分オーダーの超高速製膜も可能とした。さらに、汎用高分子膜を支持体とするフレキシブルなシリカ膜の製膜にも研究を拡げている。大気圧プラズマCVD法は、高温や高真空が不要で、サイクルタイムの短縮や連続化による高スループットな製膜を実現可能である。一連の研究成果は、製膜プロセスの生産性向上を通じて、シリカ系分離膜の実用化に大きく貢献する技術であり、膜学研究奨励賞に値するものである。(推薦人 都留稔了)

長澤寛規 (Nagasawa Hiroki)

この度は、2022年度日本膜学会膜学研究奨励賞を賜り、誠にありがとうございます。大変光栄に思うと同時に、身の引き締まる思いです。日本膜学会の関係各位に厚く御礼申し上げます。また、都留先生をはじめ、研究を支えて頂きました皆様へ心より感謝申し上げます。



本研究は、2012年に広島大学に赴任して以来、取り組んできたものです。大気圧プラズマを用いたシリカ膜の常温常圧製膜法を開発することを目指して研究に着手しました。当時は、大気圧プラズマが新しい材料合成の場として注目され始めた時期であり、分離膜への応用はまだ報告されておらず、振り返ると良い時期にこのテーマに巡り合うことができたと感じています。私にとっては、膜をつくること自体も初めての挑戦でした。試行錯誤の末に、大気圧プラズマCVD法で初めて、気体透過選択性を示す膜が得られたときには、一緒に研究に取り組んできた学生と狂喜したことを鮮明に覚えています。その後、構造制御や薄膜化による高透過選択膜の開発や、常温常圧製膜を活かした高分子支持体と無機薄膜のハイブリッド化に研究を展開して現在に至っています。年会やシンポジウムでの発表に際しては、先生方から厳しくも示唆に富んだコメントを数多くいただき、大いに励まされ、新たな課題にチャレンジすることができたと思います。改めて感謝申し上げます。

この受賞を契機として、より一層研究に励む所存です。膜学の発展に少しでも貢献することができたらと努力して参りますので、今後とも変わらぬご指導ご鞭撻を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。