

埼玉大学 テニュアトラック

令和元年度 研究概要・成果集

Saitama University
Tenure track

巻頭言

テニュアトラック令和元年度研究概要・成果集 発行にあたって



埼玉大学研究機構長
重原孝臣

今年の4月に研究機構長（研究担当理事）に就任しました重原です。副機構長（研究企画推進室長）の高柳敏幸先生をリーダーとするテニュアトラック推進オフィスの皆さんとともに、本学のテニュアトラック制度が一層発展するように努めてまいります。どうぞよろしくお願いいたします。

さて、昨年4月に5名であったテニュアトラック教員のうち、Noh Sung Chul 准教授（平成27年4月着任、経営学）、乙須拓洋准教授（平成27年4月着任、応用化学）の2名がテニュア審査に合格し、4月よりそれぞれ人文社会科学研究科准教授、理工学研究科准教授になりました。

また、昨年12月には新たに江幡修一郎助教が理工学研究科に卓越研究員として採用され、現在、以下の4名の方（着任順）が本学のテニュアトラック教員として理工学研究科及び研究機構で活躍しています。

- ・ 豊田正嗣准教授（分子生物）
- ・ 勝田哲助教（X線・光赤外線宇宙物理）
- ・ 川村隆三助教（ライフ・ナノバイオ）
- ・ 江幡修一郎助教（核物理、時間依存密度汎関数理論）

令和元年度もテニュアトラック教員の皆さんは着々と研究を進められました。Noh Sung Chul 准教授の2019 Giarratani Rising Star Award 受賞、豊田正嗣准教授のNIKON JOICO AWARD 2019 最優秀賞“JOICO”賞受賞などが代表的な例です。これを含めて、テニュアトラック教員の皆さんの研究成果は本学テニュアトラック HP に掲載しておりますのでご覧ください。

「大学全入時代」が到来して約10年が経過し、大学の役割も多様化してきていますが、やはり国立大学が果たすべき役割は、研究面で時代の先端を走るとともに、研究活動に基づく、薄っぺらでない厚みのある教育を次世代に施せる体制の維持・発展にあると言えます。本学のテニュアトラック教員は研究エフォート率が6割（卓越研究員は7割）と、たいへん恵まれた環境下で研究に取り組まれています。是非、テニュアトラックの期間に、短期的な成果に追われるだけでなく、将来に渡って息長く充実した研究活動を送るために必要になる、学者としての確固とした基盤づくりをしていただきたいと思います。将来テニュアになられた後には、本学を研究・教育の両面で牽引するリーダーに成長されることを期待いたします。本学教職員はじめ、多くの関係者の皆様には、若い彼らの成長を見守るとともに、時には背中を押して激励いただければ幸いです。

埼玉大学のテニユアトラック制度

埼玉大学では、平成 24 年度にテニユアトラック制を導入することを決定し、卓越した若手研究者の育成を目指した『埼玉大学・若手研究リーダー育成プロジェクト（SUTT プロジェクト）』を立ち上げました。このプロジェクトの推進により、自立的に研究できる環境整備等を通じて、新しい研究体制の構築を目指しています。また、新領域の開拓やイノベーションの創出、教員の年代・ジェンダー・国際バランスの是正等の効果をも期待しています。

5年間のテニュアトラック教員ポストは、理工系については理工学研究科教員ポストを流用し、人文・社会系については学長裁量教員ポストを措置しています。また、国際公募・選考は実施部局が行うものの、研究企画推進室が必ず関与することとしています。採用後は、研究の自主性・独立性確保と異分野融合を目的として、テニュアトラック教員を部局から全学的な組織である研究機構に配置換えして集約し、十分な研究費と研究スペースを支援するとともに実施部局と研究企画推進室からの複数のメンターを充てることとしています。

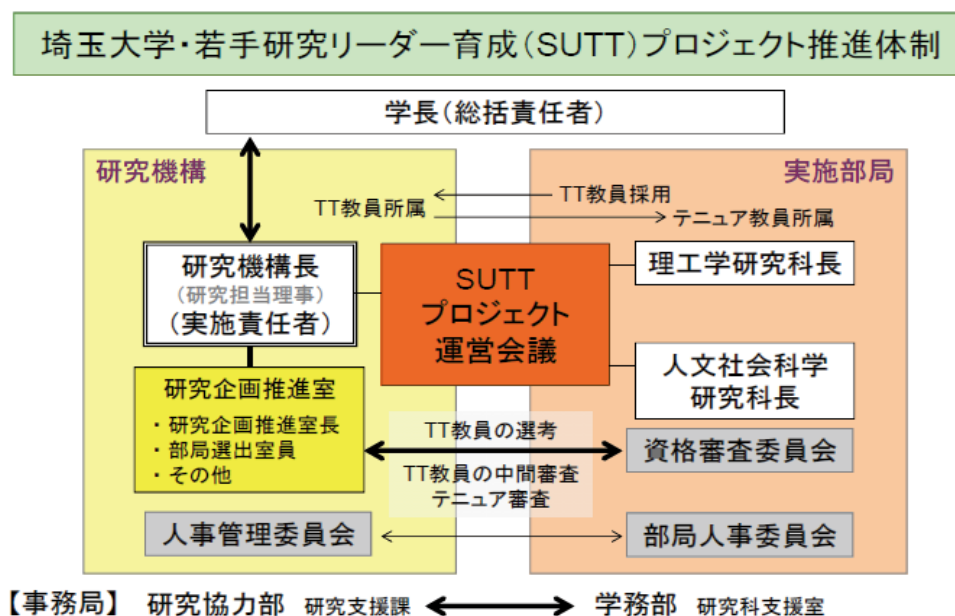
現在は、テニュアトラック制の定着及び円滑化を図るため、若手研究者情報交換の場の定期的な開催や学内普及活動を実施しています。

推進体制

学長のリーダーシップのもと、研究機構と実施部局（人文社会科学研究科、理工学研究科）が連携して SUTT プロジェクトを推進しています。具体的には、研究機構内にある研究企画推進室が主たる役割を担うとともに、研究機構長と各部局長で構成する『SUTT プロジェクト運営会議』において、研究機構と部局との連携を実質的なものとして運営しています。

また、事務的な体制として研究機構に対応した研究協力部研究支援課と、各部局に対応した研究科支援室が連携した体制を取っています。さらに、研究支援課内にテニユアトラック推進オフィスを設け、事務的なサポートを行うなどの支援をしています。

機関としてのテニユアトラック制の推進体制



卓越研究員について

卓越研究員事業は、若手研究者が、安定かつ自立して研究を推進できる環境を実現すること等を目的として文部科学省が実施している事業です。本学では、理工学研究科戦略的研究部門のライフ・ナノバイオ領域及びX線・光赤外線宇宙物理領域で、平成29年度に2名採用、また、理工学研究科の物質科学部門で令和元年度に1名採用しました。卓越研究員には、研究費の支援、メンターの配置、研究スペースの確保等の環境整備を理工学研究科と研究機構が連携して行っています。

目次

巻頭言 テニュアトラック令和元年度研究概要・成果集 発行にあたって.....	1
I 令和元年度研究概要	
「Organizing the unorganizable : Dynamics of collective representation of dependent self-employed workers」	7
Sung-Chul Noh 人文社会科学研究科 准教授（経営学）	
「単層膜選択的な脂質拡散計測法の開発と支持脂質二重膜への応用」	10
乙須 拓洋 理工学研究科 准教授（応用化学）	
「オジギソウの長距離シグナルと葉の高速閉合運動」	14
豊田 正嗣 研究機構 准教授（理工学研究科・分子生物学）	
「分子が動くゲル材料 ―ツールとしての可能性―」	18
川村 隆三 理工学研究科 助教（戦略的研究部門 ライフ・ナノバイオ領域） ・卓越研究員	
「X線天文衛星「すざく」による巨大太陽フレアの元素組成比の測定」	22
勝田 哲 理工学研究科 助教（戦略的研究部門 X線・光赤外線宇宙物理領域） ・卓越研究員	
「微視的原子核理論による核分裂片の荷電偏極の導出」	26
江幡 修一郎 理工学研究科 助教（物質科学部門） ・卓越研究員	
II 令和元年度テニュアトラック教員の研究成果	
Sung-Chul Noh 人文社会科学研究科 准教授（経営学）	33
乙須 拓洋 理工学研究科 准教授（応用化学）	34
豊田 正嗣 研究機構 准教授（理工学研究科・分子生物学）	35
川村 隆三 理工学研究科 助教（戦略的研究部門 ライフ・ナノバイオ領域）	36
勝田 哲 理工学研究科 助教（戦略的研究部門 X線・光赤外線宇宙物理領域）	37
江幡 修一郎 理工学研究科 助教（物質科学部門）	38
III 研究発表会開催の記録	41
IV メンターからの一言	52

I

令和元年度 研究概要



Organizing the unorganizable
: Dynamics of collective representation of dependent self-employed workers

人文社会科学研究科 准教授

Sung-Chul Noh

In recent decades, we have been witnessing the significant increase in the number of workers falling in a ‘grey area’ between subordinate employment and self-employment (European Commission, 2006; Kuhn & Maleki, 2017; Muehlberger, 2007; Perulli, 2003). The trend has been led by employers who replace employment with commercial contrasts in order to circumvent labor laws and offload entrepreneurial risks and fixed costs to the workers (ILO, 2017). Research has well documented that dependent self-employment, in which workers are formally self-employed yet economically dependent on a single firm, contributes to increasing work precarity (Kautonen et al., 2010; McKay et al., 2012). Dependent self-employed workers lose their rights under labour law including social security protection and collective bargaining, which expose them to a high degree of variability of income, job security, social status, and career progression. Accordingly, previous studies focus primarily on the legal status of and protection for dependent self-employed workers (Buschoff & Schmidt, 2009; Pereiro, 2008; Sorge, 2009) or the attempt by trade unions to organize and represent them (Jansen, 2017; Pernicka, 2006; Wynn, 2015). Notably lacking in the literature, however, is explicit attention to the process by which such workers develop collective identity out of their experiences of work precarity and organize collective representation in a bottom-up manner.

Collective representation of nonstandard workers has received a great deal of scholarly attention particularly in the context of union renewal or revitalization (Benassi & Dorigatti, 2015; Martínez Lucio et al., 2017; Saundry et al., 2012; Yu, 2019). Thus, the literature has shed light on the efforts and changes existing unions make to integrate increasingly heterogeneous

workers into the union movement in order to offset the problem of membership losses. Much of this interest has been directed to examining the union structures, strategies and leadership styles required for organizing formerly excluded groups of workers (Benassi & Dorigatti, 2015; Marino, 2015; Murray, 2017). This focus on union renewal has come at the detriment of understanding microprocesses among nonstandard workers involved in ‘organizing from below’ that can reach beyond the traditional organizational models of trade unions.

I examine the process of formation and evolution of collective organizations of dependent self-employed professionals who sought to protect their status and rights as both a professional and worker. Based on our longitudinal case study of media professionals economically dependent on a handful of broadcasting companies, we propose a process model that explain how a collective identity and forms of collective representation are intertwined in their collective effort to organize themselves. Our analysis shows that occupational solidarity and identity served as a relational and discursive resource to overcome individualistic, utilitarian orientations among them and organize a professional association. However, overtime, we find that the association’s emphasis on professionalism (to be economically independent of a handful of broadcasting networks) came to characterize its activities and campaigns. This led to create and widen representational gap between the experienced and inexperienced within the occupational community. Eventually, a labor union was organized by those who acknowledge their dependence on broadcasting companies as part of their occupational identity.

The contributions of this study are to the literatures on collective representation and dependent self-employment respectively. We extend current understandings of a non-union representation plan (NERP) by shedding light on identity dynamics in its mobilization and decline. While much of the literature on organizing has been predicated on the simple dichotomy between no representation and unionization” (Mironi, 2010; Taras & Copping, 1998; Timur et al., 2012), we argue based on our findings that nonstandard workers’ experience

with NERPs affect and are influenced by their collective sense of occupational selves and, in turn, shape their preferences for different forms of collective representation. Doing so allows us to theorize about the conditions under which a particular form of collective representation can emerge, sustain or evolve into other forms, providing a dynamic perspective to a concept that has hitherto been theorized statically. Secondly, we extend the literature on dependent self-employed workers by highlighting the contested nature of occupational identity as a driver of the evolution of their collective organizations and by calling attention to occupational communities as a free space of forging a collective identity ‘beyond the workplace’ or incubating multiple, potentially conflicting identities.

参考文献

- Benassi, C., & Dorigatti, L. (2015). Straight to the Core—Explaining Union Responses to the Casualization of Work: The IGMetall Campaign for Agency Workers. *British Journal of Industrial Relations*, 53(3), 533–555.
- Kautonen, T., Down, S., Welter, F., Vainio, P., Palmroos, J., Althoff, K., & Kolb, S. (2010). “Involuntary self-employment” as a public policy issue: A cross-country European review. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 16(2), 112–129. <https://doi.org/10.1108/13552551011027002>
- Kuhn, K. M., & Maleki, A. (2017). Micro-entrepreneurs, Dependent Contractors, and Instaserfs: Understanding Online Labor Platform Workforces. *Academy of Management Perspectives*, 31(3), 183–200. <https://doi.org/10.5465/amp.2015.0111>
- Marino, S. (2015). Trade unions, special structures and the inclusion of migrant workers: On the role of union democracy. *Work, Employment and Society*, 29(5), 826–842.
- Martínez Lucio, M., Marino, S., & Connolly, H. (2017). Organising as a strategy to reach precarious and marginalised workers. A review of debates on the role of the political dimension and the dilemmas of representation and solidarity. *Transfer: European Review of Labour and Research*, 23(1), 31–46.
- McKay, S., Jefferys, S., Paraksevpoulou, A., & Keles, J. (2012). *Study on precarious work and social rights*. London Metropolitan University.

Development of leaflet-specific lipid diffusion analysis and its application to a supported lipid bilayer

乙須拓洋 Takuhiro OTOSU

理工学研究科・応用化学 准教授

Abstract: A supported lipid bilayer (SLB) is a versatile platform to understand the dynamical and structural properties of cell membranes. SLB is a lipid bilayer formed on solid supports such as a glass and mica, and the thin water layer in between SLB and the support gives mobility (fluidity) on the SLB. In spite of its widespread applications, the effect of a support on the dynamical properties of SLB remains elusive, which hamper the quantitative understanding of the lipid dynamics.

In this study, we applied two-dimensional fluorescence lifetime correlation spectroscopy to elucidate the leaflet-specific lipid diffusion in SLBs. The data showed that the lipid diffusion in the proximal (support side) leaflet of a glass-supported lipid bilayer is sensitive to the surface charge density of the glass as well as the charge of lipid headgroups, and the diffusion can be faster than that of the distal leaflet by increasing the electrostatic attraction between the lipid headgroup and the support. This finding may have an important implication on lipid-lipid and lipid- protein interactions on cell membranes.

Key Words: biological membrane; fluorescence correlation spectroscopy; fluorescence lifetime; supported lipid bilayer

1. 諸言

生物の最小構成単位である細胞は細胞膜に覆われている。その細胞膜はリン脂質からなる脂質二重膜を基本骨格としているが、膜中には膜蛋白質やコレステロールといった様々な分子が存在し非常に複雑な構造をとっている。生体内ではこれら膜中分子が流動性のある脂質二重膜中で離散集合を繰り返すことにより、細胞内部の恒常性維持や細胞内外への情報伝達といった細胞膜特有の機能を発現している。ゆえにこれら細胞膜上で起こる多彩な機能を理解する上では、細胞膜を構成する脂質二重膜の物性、特にダイナミクスに関する基本的な知識が必要である。

細胞膜中脂質のダイナミクス研究においては脂質組成の制御が容易なモデル細胞膜がしばしば用

いられる。特にガラスに代表される固体基板上に形成した支持脂質二重膜 (SLB) は脂質膜の平坦さや高い安定性から多くの研究で用いられている。また、センサー基板上に SLB を形成させ、高感度なバイオセンサーとして応用する研究も近年広がりを見せており、今後ますます応用の幅が広がっていくことが期待されている。

その一方で固体基板が SLB の物性、特に脂質二重膜を構成する 2 つの脂質単層膜中脂質のダイナミクスに与える影響についてはいまだ未解明の点が多い。この点はモデル細胞膜としての SLB の利用のみならず、バイオセンサー等さらなる応用のためにもきちんと理解しておくべき課題であると考ええる。

この点に関して、我々は自作の全反射顕微鏡シ

システムに励起光源としてパルスレーザーを導入し、蛍光寿命と蛍光強度の同時測定に基づく界面選択的な蛍光寿命相関分光法 (TIR 2D-FLCS) の開発を行った。蛍光寿命の相関を解析する利点は、後述するように複数の分子種由来の蛍光信号を蛍光寿命の違いをもとに分離し、解析できる点にある。この点を利用すれば、蛍光寿命の違いをもとに脂質二重膜を構成する各単層膜中脂質の信号を分離し、単層膜選択的に拡散計測を行う事が可能となる。本報告では溶液 pH ならびに脂質組成が単層膜選択的な脂質拡散に与える影響について、TIR 2D-FLCS により得られた結果を報告する。

2. 実験装置

TIR 2D-FLCS 装置の基本設計については市販の全反射顕微鏡と同じであるが、蛍光寿命測定のためのパルスレーザーと単一光子計測を可能とする検出系を備えている。本装置ではパルスレーザーとしてピコ秒ダイオードレーザーを用い、繰り返し周波数は 50 MHz とした。

3. 解析方法

TIR 2D-FLCS で用いる解析について概念的に説明する。^{1,2} 一般的な FCS においては次の式で定義される相関関数(G)を実験データより得る(図1上)。

$$G(\Delta T) = \frac{\langle I(T)I(T+\Delta T) \rangle}{\langle I(T) \rangle^2} \quad (1)$$

式中 $I(T)$ は時刻 T における蛍光強度を表し、 $\langle \rangle$ は T に関する平均を意味する。詳細は割愛するがここで得られる G の減衰時間は拡散による分子の焦点領域通過時間に対応することから、この時定数より拡散係数を得ることができる。蛍光強度の解析では異なる分子種を区別して検出、解析する事が困難なため、得られる時定数は各分子種の拡散係数の平均値を反映した値となる。

一方でパルスレーザーを使用すると、検出される蛍光信号について励起後どのくらい遅れて蛍光が発光されたか、という情報が得られる。この時間(ここでは t で表す)のヒストグラムを作成することにより、ある時刻 T における蛍光減衰カーブを得ることができる(図1左下, 赤線)。この蛍光減衰カーブには、系に存在するすべての分子の蛍光寿命に関する情報が含まれている。ゆえに系に蛍光寿命の異なる2種類の分子が存在すれば、この蛍光減衰カーブは2つの分子種の寄与に分解することが可能となる(図1左下, 青, 緑破線)。ここで、ある時刻 T で得られた蛍光減衰カーブ

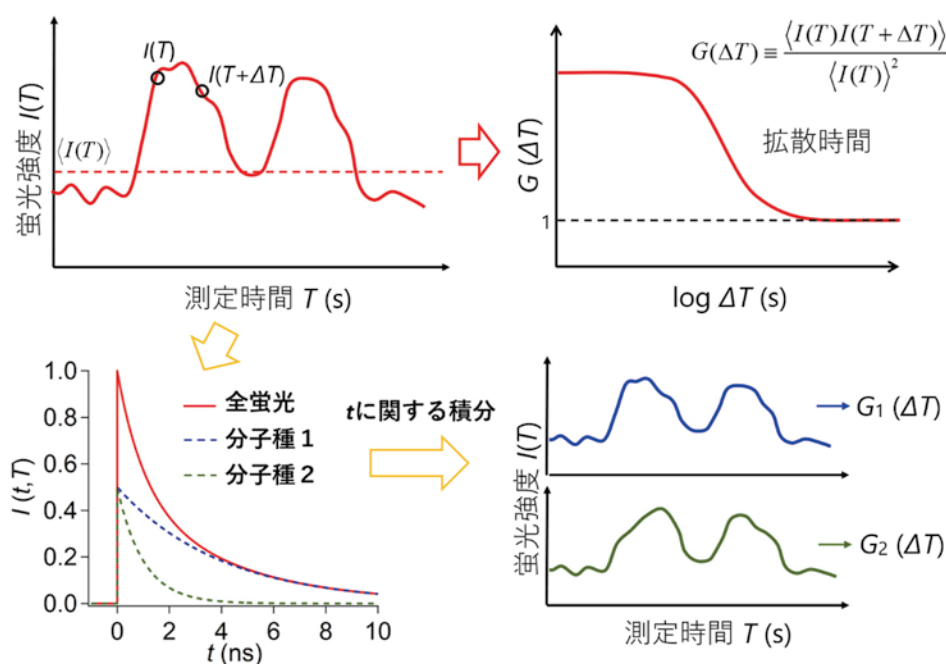


図1：一般的な FCS での解析の流れ（赤矢印）と TIR 2D-FLCS で行う解析の流れ（黄色矢印）。

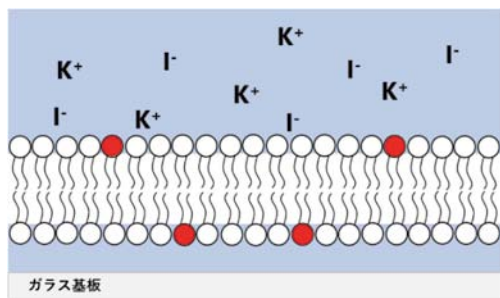


図 2：計測に使用する支持脂質二重膜のモデル図。バルク側には蛍光消光剤として知られているヨウ化カリウムが存在しており，バルク側リーフレット中蛍光脂質のみが消光され，その蛍光寿命が短くなる。

$(I(t, T))$ は t に関して積分すれば，時刻 T における蛍光強度 $(I(T))$ になることから，各成分の寄与 $(I_i(t, T))$ についても同様に t に関して積分することで，時刻 T におけるそれぞれの分子種の蛍光強度 $(I_i(T))$ を得ることができる。ゆえに，この作業をあらゆる T で行い，式(1)を適用することで，個々の分子種の相関関数 $(G_i(\Delta T))$ が得られ，それぞれのデータから分子種ごとの拡散係数を得ることができる。これが蛍光寿命をもとにした成分ごとの FCS 解析のコンセプトである。

4. 実験結果と考察

測定に際し，ガラス基板上に蛍光脂質を少量含む SLB を作製した(図 2)。支持脂質二重膜作製後，脂質二重膜上部のバルク層に蛍光消光剤であるヨウ化カリウムを添加した。ヨウ化カリウムは膜不透過であるため，これによりバルク側リーフレット中蛍光脂質の蛍光寿命のみが短くなる。この蛍光寿命の違いをもとに図 1 に示した解析法で各リーフレット中脂質の相関関数を抽出し，そこからそれぞれの拡散速度を議論した。

図 3 には異なる脂質組成および pH で得られた各リーフレット中脂質の相関関数を示している。脂質には双対イオン性脂質である DOPC，カチオン性脂質である DOTAP，ならびにアニオン性脂質である DOPS を用いた。これらの脂質は計測した pH 領域においては電荷の変化を示さないことがわかっている。その一方でガラス基板表面のシラノール基は中性 pH 以下では徐々にプロトン化す

ることが知られていることから，アルカリ pH では負の電荷密度が大きく，酸性 pH になるほど電荷密度が減少していく。ゆえに pH を変えた計測より，基板の負電荷密度ならびに脂質親水基との静電的な相互作用が単層膜選択的な脂質拡散に与える影響について包括的な理解が可能となる。

まず酸性 pH 条件下で得られた結果について考察する。結果より脂質組成に関わらずガラス基板側単層膜中脂質の拡散速度はバルク側脂質よりも遅くなった。異なる電荷を有する脂質において共通の結果を示した事は，酸性条件下におけるガラス側脂質の物性には静電的な相互作用はほとんど寄与せず，Van der Waals 力等の相互作用が決定因子であることを強く示唆する結果となった。

その一方でガラス表面の負の電荷密度が高くなるアルカリ pH 条件下においては，脂質親水基の電荷とガラス側脂質の拡散特性には明確な関係性が見られた。具体的には静電引力が働くと拡散が早くなり，静電反発が働くと拡散が遅くなるという結果が得られた。また特に注目すべき点は，カチオン性脂質を使った SLB，つまり脂質—ガラス間の静電引力が最大となる SLB においてはガラス側脂質の拡散がバルク側脂質の拡散速度を上回る結果を示したことである。これは，非常に興味深い結果であると考えている。

これらの結果について現在のところ 2 つのモデルを考えている。1 つは脂質—ガラス間相互作用によりその間に存在する水の構造が変化するというモデルである。ガラス表面に存在する薄い水の層は脂質二重膜に対し潤滑油として機能するため，この水の層の厚さや水素結合ネットワークはガラス側脂質の物性に大きな影響を与えることが予想される。アルカリ pH 条件下で見られたようにバルク側脂質より早い拡散を示すような水の構造がどのようなものかは想像しがたいが，少なくとも酸性条件下における結果を説明するモデルとしては妥当なモデルであると考えられる。

もう 1 つのモデルは，脂質—ガラス間相互作用

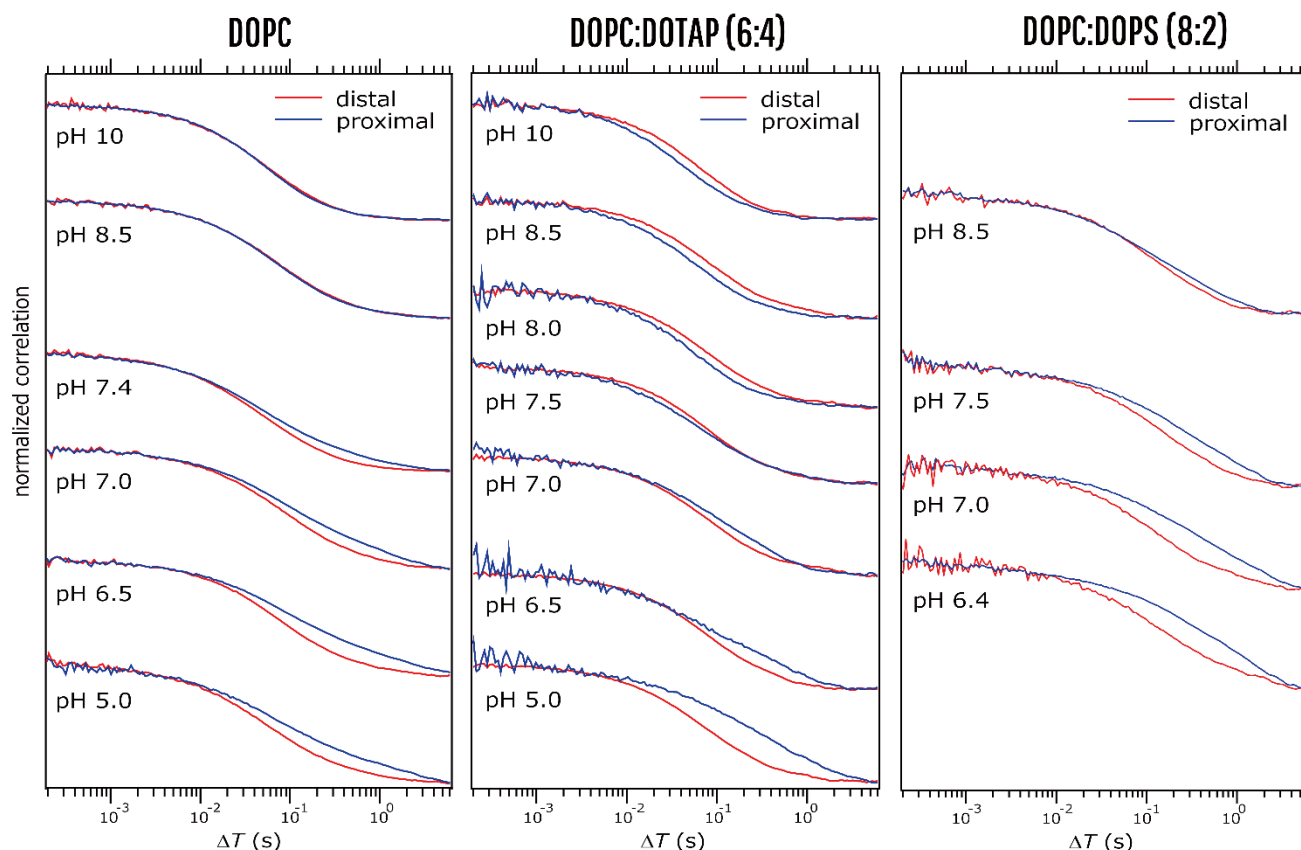


図3：異なる脂質組成 SLB の pH に依存した単層膜選択的な蛍光相関カーブ．それぞれ赤線がバルク側単層膜，青線がガラス側単層膜中脂質の結果である．DOPS に関して pH 10 では安定な膜形成が困難であること，pH 6 以下ではプロトン化により双対イオンとなることから，計測は pH 6.4-pH 8.5 で行った．

によりガラス側脂質単層膜の脂質密度が変化するとするモデルである．脂質密度は脂質分子の運動性に大きな影響を与えるため，ガラスとの静電引力によりガラス側脂質単層膜の脂質密度が下がれば，バルク側脂質よりも早い脂質拡散が可能となる．実際に DOTAP からなる脂質二重膜が pH 変化に応じてその密度を変化させることを示唆する結果も報告されていることから，³現在のところこちらのモデルが有力であると考えている．今後はこのモデルの妥当性について，理論実験両側面から検討していきたいと考えている．

最後に，今回用いたすべての脂質においてガラス側脂質の物性変化はバルク側脂質に影響を与えないことが示された．これは単層膜間での相互作用（コミュニケーション）が弱いことを示唆している．細胞膜は各単層膜が細胞外，細胞内の異なる環境と相互作用しており，また両単層膜におい

て異なる脂質組成，つまり物性を有していることから，今回得られた単層膜間相互作用に関する知見は SLB の物性のみならず細胞膜の物性，具体的には機能ドメインの形成や脂質を介した細胞内外シグナル伝達を理解する上でも重要な知見であると考えている．

5. 謝辞

埼玉大学 山口祥一教授には，研究の遂行にあたり多大なるご尽力をいただいた．ここに記して謝意を示す．

6. 参考文献

1. T. Otsu and S. Yamaguchi, *J. Phys. Chem. B* **122**, 10315-10319 (2018).
2. T. Otsu and S. Yamaguchi, *Molecules* **23**, 2972 (2018).
3. C. Kataoka-Hamai and M. Higuchi, *J. Phys. Chem. B* **118**, 10934-10944 (2014).

Long-range signaling and rapid leaf movements in *Mimosa pudica*

オジギソウの長距離シグナルと葉の高速閉合運動

Masatsugu Toyota

豊田 正嗣

Associate Professor, Research and Development Bureau

研究機構 准教授 (理工学研究科・分子生物学)

Animals possess the neurons and muscles that facilitate movement, whereas plants do not have such a luxury system. However, several plant species can move rapidly in response to a variety of stimuli, for example touch. The sensitive plant *Mimosa pudica* has been the focus of significant research, due to its rapid movement and long-range signaling. *Mimosa pudica* has the motor organ pulvinus at the junction of the petiole stem, rachilla-petiole and leaflet-rachilla, and shuts the leaflets and moves the rachilla and petiole immediately in response to mechanical stimulation. Numerous electrophysiological studies have reported that a long-range and rapid electrical signal propagates through *Mimosa pudica* upon mechanical stimulation. Moreover, the spatial and temporal patterns of the so-called action potential in the pulvinar motor cells are closely correlated with rapid movements. In this report, I summarize past electrophysiological data and discuss the mechanisms underlying long-range signal transduction in *Mimosa pudica*. I also introduce a model in which the action potential followed by water flux (loss of turgor pressure) in the pulvinar motor cells is a critical step for rapid movement.

Introduction: an overview of plant movements

Plants are often regarded as immotile organisms because they do not make rapid movements that can be easily observed by humans. However, they slowly displace their bodies in response to various stimuli. For example, plant organs are able to sense changes in the direction of gravity and bend their bodies towards it, a phenomenon called gravitropism (Toyota and Gilroy 2013). Furthermore, plants (most leguminous species) open and fold their leaves (nyctinastic movement) in relation to the diurnal cycle (Minorsky 2019). Charles/Francis Darwin studied these plant movements, including in the sensitive leguminous plant *Mimosa pudica* (Darwin and Darwin 1880). These kinds of slow movements are widely seen in plants as they adapt to the ever-changing environment. However, some plant species can move rapidly in response to external stimuli. For example, *Mimosa pudica* quickly folds its leaves in response to mechanical stimulation, and numerous studies have documented the propagation of action potentials induced by mechanical or electrical stimuli (Ball 1927; Snow 1924). These phenomena have been the focus of various studies, yet there are still many gaps remaining in our knowledge of the mechanisms underlying these movements. In this report, I will discuss our understanding of mechanical signaling for rapid movement and long-range signal propagation in *Mimosa pudica*.

Rapid leaf movements in *Mimosa pudica*

Many animals can move their bodies quickly and intricately, using their specialized organs, the nervous and muscular systems. However, when a *Mimosa* leaf is mechanically stimulated (e.g., touched by hand), the whole leaf drops and the leaflets are folded upward, even though it does not contain structures like those found in animals (Fig. 1). The rapid movement in *Mimosa* is only possible due to the existence of the pulvinus, which is found at the base of several tissues (Fig. 1). Of the three types of pulvini found in *Mimosa*, the primary and tertiary pulvini are very sensitive to mechanical stimuli, whereas the secondary pulvinus is less sensitive. In the early literature, it was reported that movement was still generated in *Mimosa*, even when the upper half of the primary pulvinus (the flexor side) was excluded [Dutrochet (1837) and Pfeffer (1873)]. This finding indirectly led to the view that sudden turgor loss on the extensor side of the pulvinus is the driving force of movement. Subsequently, Asprey and Palmer (1955)

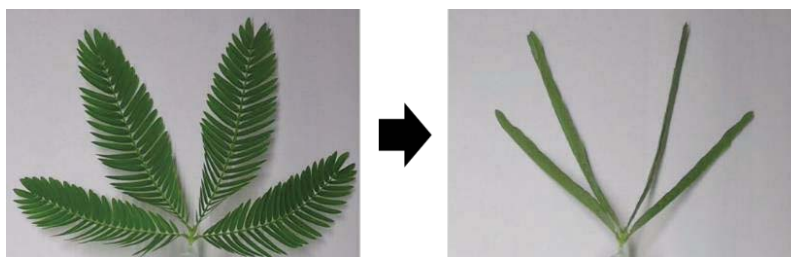


Fig. 1. Rapid leaf movements before (left panel) and after mechanical stimulus (touch; right panel), in *Mimosa pudica*.

hypothesized that the flexor half of the primary pulvinus was also necessary. However, finally, in 1988, the water redistribution in the primary pulvinus was imaged directly, both before and after movement (Tamiya et al. 1988). Addressing the question of how turgor loss at the extensor motor cells in the pulvinus is accomplished, Toriyama (1955) observed that K^+ accumulated in the motor cells prior to movement, then was found in the intercellular space after the movement had taken place. This phenomenon was also examined by Allen (1969) using radioactive $^{42}K^+$. It was later demonstrated that apoplastic Cl^- concentration also increases during movement (Samejima and Sibaoka 1980). Extensor cells release more Cl^- than the flexor cells, and the Cl^- leakage from the pulvinar cells is initiated immediately, before or almost simultaneously with rapid pulvinar bending (Samejima and Sibaoka 1980). Although only some of the ion channels at the plasma membrane of motor cells have been identified, the outwardly rectified K^+ current, which is activated by membrane depolarization, has been electrophysiologically characterized (Stoeckel and Takeda 1993).

In addition to the ions described above, it has also been reported that photoassimilates such as sucrose may be associated with rapid movement in *Mimosa*. Fromm and Eschrich (1988) observed that ^{14}C -labelled photoassimilates which were restricted to the phloem of the pulvini before stimulation, were found in the apoplastic regions of other tissues, such as extensor motor cells in the pulvini, after stimulation. These results indicate that water efflux may be achieved osmotically. While the water efflux from the extensor motor cells has not yet been identified, the possible contribution of the water channel aquaporin has been considered (Fleurat-Lessard et al. 1997). In a study by Fleurat-Lessard et al. (1997) who detected putative aquaporins on the tonoplasts of motor cells in the pulvini, the density of the aquaporins on the tonoplasts in the mature pulvini was higher than that of the less sensitive young pulvini. As Toriyama (1957) observed that colloidal substances in the central vacuole before stimulation were found in the intercellular space after stimulation, he concluded that the unknown colloidal substances were effused from the motor cells together with the K^+ . Furthermore, Sibaoka (1991) considered that the efflux of the sap from the central vacuole decreases the motor cell volume, resulting in rapid pulvinar bending. These hypotheses were largely motivated by experiments with the primary pulvinus. However, they could also be applied to the rapid bending found in the tertiary pulvinus. As described above, the turgor loss model driving pulvinar movements has also been proposed (Fig. 2).

This leads to the question of what is the “trigger” signal required for initiating movement. One possible answer is action potentials. Early attempts at electrical signal measurements were primarily made using galvanometers. This meant that while the electrical activities of *Mimosa* plants could not be precisely traced, the electrical changes in the pulvinus could be observed (Bose 1907). As electrophysiological measurement techniques have developed, more accurate measurements have been made, and the action potentials with differences in the waveforms have been compared to those from other tissues (Abe and Oda 1976; Houwink 1935; Samejima and Sibaoka 1980, 1982). These action potentials were generated prior to, not only rapid movement (Oda and Abe 1972; Samejima and Sibaoka 1980) but also the aforementioned Cl^- efflux from the pulvinar cells (Samejima and Sibaoka 1980). Despite the fact that rapid movement and action potential generation are spatiotemporally related, the mechanism underlying the perception of mechanical stimuli still remains to be determined. In addition, the fact that the extensor and the flexor motor cells on the primary pulvinus are excitable (Abe and Oda 1976) is a confusing factor. However, the putative mechanoreceptor cells on the tertiary pulvinus have recently been identified using electrophysiological and anatomical techniques, which indicates the mechanism may be identified in the near future (Visnovitz et al. 2007). The mechanoreceptor cell, which is bright red in color, seems to be derived from a stomatal subsidiary cell, which

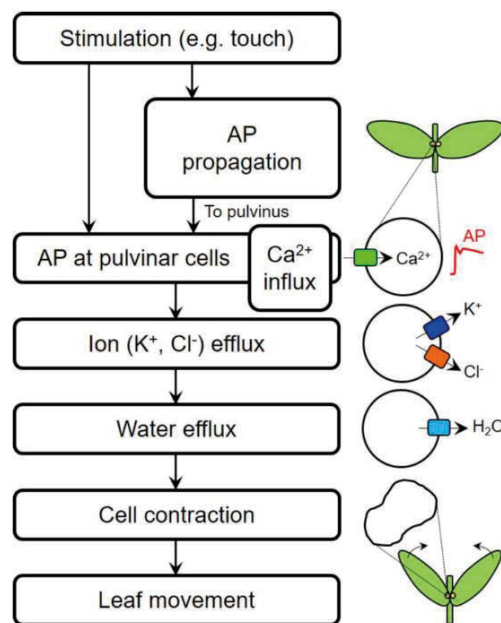


Fig. 2. A model of the long-distance electrical signal and turgor loss to make rapid leaf movements in *Mimosa pudica*. AP: action potential.

generates a receptor potential in response to mechanical stimulation (Visnovitz et al. 2007). These cells also have direct connections to excitable motor cells via plasmodesmata in the tertiary pulvini (Visnovitz et al. 2007).

Largely using pharmacological techniques, the potential relationship between the rapid movement of *Mimosa* and Ca^{2+} have also been tested. Research has demonstrated that tannin vacuoles contain Ca^{2+} before movement, although this is not present after, suggesting that this structure acts as a Ca^{2+} store (Toriyama and Jaffe 1972). Furthermore, when the tertiary pulvini were treated with the conventional Ca^{2+} channel blocker La^{3+} , or the divalent cation chelator EDTA, they gradually lost their ability to fold. Although the effect of the EDTA was reversed following additional treatment with Ca^{2+} (Campbell and Thomson 1977). In addition, various Ca^{2+} channel inhibitors such as ruthenium red, verapamil and nifedipine have been found to effectively retard the movement of the primary pulvinus, and the Ca^{2+} channel agonist, Bay-K 8644, was shown to increase the speed of pulvinar movement (Turnquist et al. 1993; Yao et al. 2008). Additionally, when alterations in the Ca^{2+} concentration in the motor cell protoplasts were directly imaged (using the Ca^{2+} -sensitive chemical probe Fura-2), it was shown that EGTA and ruthenium red retarded both the increases in $[\text{Ca}^{2+}]_{\text{cyt}}$ and contractile movements (Yao et al. 2008). These findings suggest that Ca^{2+} is essential for triggering the rapid movement in *Mimosa* and that the $[\text{Ca}^{2+}]_{\text{cyt}}$ increase might also be important for this process. However, to determine the mechanism through which Ca^{2+} contributes to movement, further analysis is required.

Generating and transmitting signals in *Mimosa pudica*

When *Mimosa* is stimulated, it generates a stimulus-induced signal transmission. Even without the use of specialized equipment, it is possible to observe the long-range signal propagation as continuously generated pulvinar movements along the stem or the rachilla. Early studies of this phenomenon were performed by monitoring the pulvinar movements as visible indicators of the signal transmissions [e.g., (Ball 1927; Snow 1924)]. Although this indirect measurement method was limited, through these pioneering studies it was identified that there are several types of stimulus transmission [e.g., (Ball 1927; Snow 1924)]. For example, Ricca (1916) observed that stimuli could pass through the region of the stem separated by the water-filled tube in *Mimosa spegazzinii* (one of the sensitive relatives of *Mimosa pudica*). As the stem extract solution applied to the cut end of the shoot generated this stimulus propagation, he concluded that this conduction was a result of stimulating chemicals, released from wounded tissues through the water current in the xylem vessels (Ricca 1916). This phenomenon was later confirmed in *Mimosa pudica* by Snow (1924). However, subsequent research revealed faster transmissions, which the hypothesis could not explain (Ball 1927; Snow 1924). Finally, electrophysiological methods were used to identify that there were three types of

signal transmissions in *Mimosa pudica* (Houwink 1935). Since then, several studies have been published which use electrophysiological methods to reveal multiple types of propagations. In this report, I discuss these transmissions, in particular the action potential, based largely on the research performed by Houwink (1935). The action potential is the most commonly observed signal, and has a steep spike-like waveform. Houwink, who concluded that there were three kinds of signals, referred to the action potential as the “action current” and described it as “the action of living cells” (Houwink 1935).

The action potential can be generated by both wounding (i.e., flame and cut) and non-wounding stimuli (i.e., chilled water drop). Interestingly, when pairs of recording electrodes are placed across the primary or secondary pulvini, one is unable to detect it, indicating that it cannot propagate over the pulvini (Houwink 1935; Sibaoka 1966). Signal transmission over the pulvini is possible but requires another signal called variation potential, which is believed to be associated with the flow of stimulating chemicals through the xylem vessels described by Ricca. When an intracellular measurement method which could detect the true action potential generated by a single cell was introduced, the excitable cells in various tissues in *Mimosa pudica* were explored. These attempts identified that the excitable cells in petioles were parenchyma cells in protoxylem and parenchyma or companion cells in phloem, although they were not identified in extravascular tissues (Sibaoka 1962). However, using an aphid stylet as a passage to the sieve tube in the petiole, its excitability was also confirmed (Fromm 1991). These vascular excitable cells may contribute to the propagation of the action potential in *Mimosa*. On the excitable protoxylem cells in the petiole, Samejima and Sibaoka (1982) attempted to understand the relationship between the generation of the action potential, and the ion strength and composition in the extracellular fluid in which the target tissues were immersed into. They found that the amplitudes of the action potentials recorded from the excitable protoxylem cells in the petioles were affected by the external Cl^- concentration. Subsequently, it was also determined that the amplitudes of the action potentials obtained from the excitable cells in the petioles immersed into Ca^{2+} -free extracellular fluid were smaller than those in the Ca^{2+} -containing solution, although this result was not discussed in detail in the paper (Samejima and Sibaoka 1983). However, these results support the idea that Ca^{2+} and Cl^- contribute to action potential generation in *Mimosa pudica*. In any case, further analysis is required to obtain conclusive evidence. As discussed, the action potential in *Mimosa pudica* has been studied considerably and is widely thought to be one of the mechanisms of stimulus transmission. However, this hypothesis is not yet universally accepted. In studies where part of the leaf is burned, changes in the thickness of other, more distant leaves have been observed almost immediately (Malone 1994). This has prompted the hypothesis that there is a “hydraulic signal” which passes through the xylem vessel, and may facilitate the dispersal of chemicals from the wounded tissues and cause the local electrical response (such as the action potential) in the cells (Malone 1994).

Conclusions

Electrical signals, in particular action potentials, are likely to be important for movement and long-range signaling in *Mimosa pudica*. While a large part of the underlying mechanisms remain to be determined, the contribution of several ions which play a role in these events have been identified. Furthermore, although it has not been discussed in this report, actin filaments may also be involved in rapid movements (Kameyama et al. 2000; Kanzawa et al. 2006; Yao et al. 2008). Many of the studies investigating mechanical signaling in *Mimosa* are now very dated, and were based on the limited techniques available at that time. Recently, a stable transformation method using *Agrobacterium* was developed (Mano et al. 2014) meaning it is now possible to use genetic approaches in studies on *Mimosa*. This methodological breakthrough is expected to open up many new avenues of research into mechanical signaling in *Mimosa*.

Acknowledgements

I would like to thank Professor Ikuo Nishida (Saitama University, Japan) for the invaluable suggestions. I also thank Takuma Hagihara and all the colleagues in the Cell Signaling (Toyota) Lab (Saitama University, Japan) for their assistance throughout the projects. This work is supported by the Tenure-Track Program of Saitama University and grants from KAKENHI (17H05007, 18H04775, 18H05491).

分子が動くゲル材料 ―ツールとしての可能性―

理工学研究科 戦略的研究部門 ライフ・ナノバイオ領域 (卓越研究員事業)

助教 川村 隆三

■Abstract: Cytoskeletal proteins and motor proteins are powering various movements of living cells such as cell deformation, inner transport, migration, division and so on. Inspired from the cooperative behaviors of these powering molecules in natural system, I have been developing active materials employing kinesin and microtubule which are representative combination of motor protein and the rail. So far, based on a method to reproduce sliding movement of microtubules by kinesins decorated on a glass substrate, methods to scale up the motions by forming network structure of the moving microtubules has been established. Here, new attempts to improve the driving lifetime and to clarify the uniqueness of movements generated by the networked microtubules driven by kinesins are reported with aim to improve the functionality for future applications.

■研究の背景と目的

生物と無生物の違いとは何か？様々な答えがありえるが、「能動的に変形する」ということは、一つの生物らしさではないだろうか。無生物であっても、何か集団が協調的に動く様子をみた時に「生きてみたい」と感じたことがある人も多いと思う。細胞は、自律的に活動して1匹が2匹に分裂(つまり増殖)することができるので、生物を構成する最小の単位の一つと言われるが、そこには能動的な動きが様々な含まれている。細胞を顕微鏡で観察するとシャーレの底で、接着したり、変形を繰り返して横方向に移動(「遊走」と呼ぶ)したり、細胞分裂したり、と様々な動きを実際に見ることができる。細胞がこれらの動きを能動的に発現できるのは、モータータンパク質が化学エネルギーを消費して運動を発生する仕組みを利用しているからである。細胞の大きさが、10マイクロメートルくらいだとすると、モータータンパク質一つの大きさは10ナノメートル以下なので、千倍以上小さい部品の機械的な動きが無数に積み重な

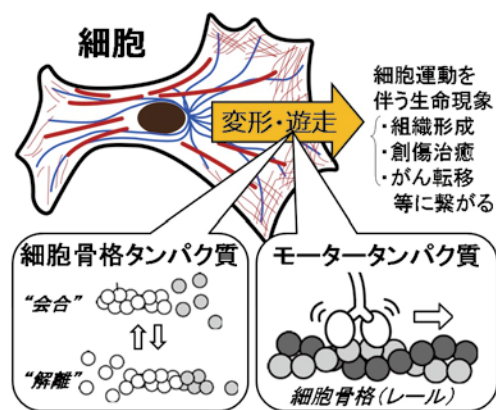


図1: 細胞の運動を支える細胞骨格タンパク質とモータータンパク質。

って、細胞としては「変形」して見えるのである。このようなモータータンパク質の「小ささ」と「動く」という機能、そして「多数で協調的な動きを生み出す能力」に着目して、川村は、人工的な材料開発に活用する研究に取り組んでいる。

■研究方針:

集団的な運動を発生することができるモータータンパク質は2種類に大別できる(図1)¹。一つは、タンパク質分子が会合/解離して、繊維を形成/分解するタイプのものである。塩濃度や温度、化

学エネルギーなどの条件が揃うことで、会合／解離が進む。細胞はこの繊維を細胞の形状保持材料（すなわち細胞骨格）として利用しつつ、必要に応じて伸縮する（まるで、孫悟空の如意棒のようである）ことで形状変化を行なう。もう一つのモータータンパク質は、特定の細胞骨格タンパク質の上を歩くように移動する（図1右下）。細胞骨格をずらすように力を発揮したり、骨格上を歩いて細胞内物質輸送を担う。代表的な細胞骨格・モータータンパク質組合せとして、微小管とキネシンが知られており、抽出・精製したタンパク質でその運動を顕微鏡観察できる。本研究では、ガラス基板上で再現する微小管・キネシンの運動を制御・集積化することで分子が能動的に動くゲルを開発している。

■令和元年度までの研究進捗：

～可逆的な脱離による運動機能の再生～

ガラス基板上に本来「歩く」キネシン分子を吸着し、微小管をその上で駆動すると微小管が長軸方向に滑り運動する様子を観察できる^{2,3}。動く分子をツールとして用いるならば、機能を発揮する寿命は、その有用性を大きく左右する性能である。しかし、キネシンが再現系で微小管

を駆動できるのはせいぜい1日程度である。工学的な応用を考えると、改善の余地が大いにあった。本研究では、レーザー光の照射によって非接触的にキネシンを基板から除去する方法を実現した（研究成果、論文4）⁴。図2Aのようにガラス基板上に吸着したキネシン（観察のために蛍光タンパク質と融合してある）にレーザー光を掃引して照射すると、照射領域ではキネシンの除去が蛍光の消失で示され、消光した領域では微小管が解離することが経時的な追跡から分かった（図2B左）。原子間力顕微鏡で基板表面のナノメートルの凹凸変化を調べてもキネシンの除去が確認できている。除去後に改めてキネシンを添加して吸着を促すと、レーザーを照射した領域で再び微小管が駆動されて、運動機能を再生することに成功した（図2B右）。更に、この剥離再生は複数回繰り返せることが微小管の滑り運動観察から明らかになった（図2C）。長時間の観察で微小管の速度が低下する場合でもキネシンを再生した場所では駆動速度を回復できることを確認しており、将来的なデバイス応用に向けて、運動機能を実質的に長寿命化させる手段を得ることができた。また長寿命化に限らず、レーザーの照射によって駆動／非駆動領域

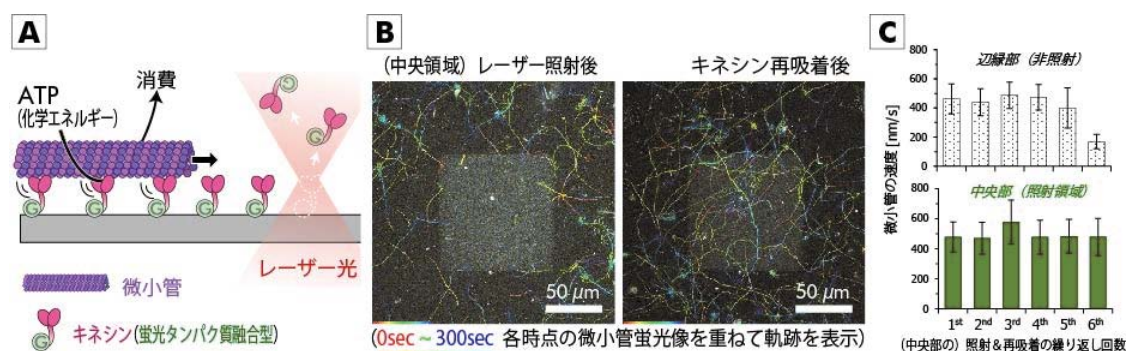


図2：運動制御に向けて基板上的キネシンを配置・剥離・再配置する技術を確認した。論文4より改変を加えて転載 (Copyright 2019 The Japan Society of Applied Physics)。

を作製したり、非駆動領域を再生できるようにした事は、モータータンパク質駆動系の設計自由度を広げたとと言える。

～架橋による集積的な動きの解明～

川村は、運動機能を集積化するアプローチの一つとして、微小管を化学架橋によってネットワーク構造化する方法をこれまでに開発している⁵。微小管には運動方向を定める構造を備わっており、これをランダムに架橋したネットワークであるにも関わらず、キネシンを吸着した基板上では、数十マイクロメートルスケールの揺らぎ運動を発揮することができる。細胞に匹敵するスケールでの揺らぎを発揮できることから、培養細胞に動的微小環境を提供する『運動界面』としてこの系を応用することにも成功しており⁶、細胞の未知なる挙動を捉えつつあることも昨年度の成果で報告していた。一方で、ミクロの揺らぎ運動を発生するツールとして、その物理的な運動性能については未解明であった。運動界面がマイクロのスケールで発している揺らぎを運動について、他の機械的な振動発生法と比較することで、その特徴を明かにした。機械的に振動を与える単純な手法として、振動モーターで外場から微粒子懸濁液の容器ごと振動を与える方法と、弾性材料の容器中に微粒子懸濁液を入れ、容器を機械的に伸縮する方法で、水溶液中のシリカ微粒子(直径5マイクロメートル)に揺らぎを与える試みを行った。多数ある微粒子を顕微鏡で経時観察して追跡し、その軌跡から動態を解析した。振動モーターや伸縮基板で外場から揺動を与える方法でも、微粒子の群れが移動する様子が観察されたが、移動方向がいずれも一方向に揃う結果になり、運動界面上では

微粒子が多方向にランダムに運動する様子とは対照的な結果となった。微粒子同士の相対的な距離の変化を調べてみると、振動モーターおよび基板伸縮を用いる方法では、1次元的な変位であったのに対し、運動界面では2次元的な相対移動の広がりを示した。水中の物体に揺らぎを与えるツールとしてみた時に、外場から揺動を与えた場合では、微粒子が群れとして同方向に移動し、群れの中では衝突する動きが1次元的に制約されている。これに対し、運動界面では微粒子間の衝突が2次元方向に広がりを見せており微粒子間の多様な接触が可能である。つまり、新たな「かき混ぜ」ツールの可能性を見出したと言える。微粒子の動態追跡による運動界面の駆動性能解明に加え、直接的な出力の計測についても取り組んでいる。古典的な手法だが、微小管の運動が架橋によってスケールアップしているメリットを活かして、ガラスマイクロニードルを探針として、そのしなりから出力を見積ることができる。最新の結果では、マイクロニュートンレベルの出力を観測しており、これはキネシン分子数百個分に相当する。今後、測定の実験が必要であるが、細胞に揺らぎを与える力として妥当と言える。

運動界面が微粒子に揺らぎを与えることの意味を考える。そもそも、数マイクロメートル以下の微粒子は、水などの溶媒に浮かんで存在する場合、水の分子が熱で運動している影響を受けて揺らぐ、ブラウン運動を示す。しかし、数マイクロメートルよりも大きい物体は、ブラウン運動の影響を受けにくくなる。つまり、細胞くらいのスケールでは、細胞膜のような部位が揺らぎの影響を受けても、細胞

全体が揺らぐことはないのである。運動界面は、このような大きさの物体についても衝突を促すように揺らぎを与えられるのである。「物体が揺らいで衝突する」という現象は、化学反応の進行に非常に重要な過程であるが、運動界面はこれをより大きなスケールの対象物に対しても起こすことで、「かき混ぜる」という事の可能性を広げたとも解釈できる。細胞を含め、微粒子を使った、様々な反応に対して本手法を適用することが今後新たな反応を可能にするものと期待される。

■今後の展望：

今後は、運動界面の作製条件が出力特性に与える特性などメカニズム解明について取り組む予定である。分子力学ツールとしての性能と原理を明らかにすることで、細胞の微小力学環境としての応用性向上も期待される。細胞用の動的微小力学環境としての応用について、がん細胞以外の細胞挙動に与える影響について調べることで、方法としての一般性を検証する予定である。

■まとめ：

微小管・キネシンを用いた分子モーターの運動系において、キネシンを再配置して駆動する方法の開発に成功しており持続性向上の手段を得た。また、分子由来の運動を集積化した運動界面の動きについてその特異性を明らかにし、出力を直接的に計測する方法を確立した。

■謝辞：

本研究では、卓越研究員事業に基づいて研究費、研究環境整備費の支援を文部科学省から頂いております。深く御礼申し上げます。

■参考文献：

1. J. Howard, Mechanics of motor proteins and the cytoskeleton, Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA first edn., 2001.
2. R. D. Vale, T. S. Reese and M. P. Sheetz, Cell, 1985, 42, 39-50.
3. J. Howard, A. J. Hudspeth and R. D. Vale, Nature, 1989, 342, 154-158.
4. K. Meguriya, S. Kikuchi, N. Kobayashi, H. Y. Yoshikawa, S. Nakabayashi and R. Kawamura, Japanese Journal of Applied Physics, 2019, 58.
5. R. Kawamura, K. I. Sano, K. Ijiro and Y. Osada, RSC Adv., 2014, 4, 32953-32959.
6. R. Kawamura, D. Uehara, N. Kobayashi, S. Nakabayashi and H. Y. Yoshikawa, ACS Biomaterials Science & Engineering, 2016, 2, 2333-2338.

X 線天文衛星「すざく」による巨大太陽フレアの元素組成比の測定

X-Ray Measurements of Elemental Abundances for Giant Solar Flares with Suzaku

勝田 哲 (Satoru KATSUDA)

理工学研究科 助教 (戦略的研究部門 X 線・光赤外線宇宙物理領域)

We report X-ray spectroscopic results for four giant solar flares that occurred on 2005 September 7 (X17.0), 2005 September 8 (X5.4), 2005 September 9 (X6.2), and 2006 December 5 (X9.0), obtained from Earth albedo data with the X-ray Imaging Spectrometer (XIS) on board Suzaku. The good energy resolution of the XIS (FWHM~100 eV) enables us to separate a number of line-like features and detect the underlying continuum emission. These features include Si He α , Si Ly α , SHe α , S Ly α , Ar He α , and Ca He α originating from solar flares as well as fluorescent Ar K α and Ar K β from the Earth's atmosphere. Absolute elemental abundances (X/H) averaged over the four flares are obtained to be ~2.0 (Ca), ~0.7 (Si), ~0.3 (S), and ~0.9 (Ar) at around flare peaks. This abundance pattern is similar to those of active stars' coronae showing inverse first ionization potential (i-FIP) effects, i.e., elemental abundances decrease with decreasing FIP with a turnover at the low end of the FIP. The abundances are almost constant during the flares, with the exception of Si which increases by a factor of ~2 in the decay phase. The evolution of the Si abundance is consistent with the finding that the i-FIP plasma originates from chromospheric evaporation and then mixes with the surrounding low-FIP biased materials.

1. はじめに

太陽表面の温度は 6000 度程度であるが、2000 km ほど上空に行くと 100 万度を超える高温のプラズマ「太陽コロナ」が存在している。この状況は、冷たいストーブの上のやかんが沸騰するようなもので、コロナ加熱問題と呼ばれる太陽物理学上の難問の一つとなっている[1]。この問題ほど有名ではないが、コロナの元素組成比が太陽表面のそれと異なることも、半世紀ほど前から知られる興味深い観測事実である[2]。このような太陽表面からコロナにかけての温度と組成比の変化の解明は、太陽物理学上の重要課題である。

コロナ組成比を表面組成比で規格化すると、第一イオン化ポテンシャル(First Ionization Potential: FIP)への依存性を示す。すなわち、低 FIP (< 10 eV) 元素の存在量がコロナで表面の 2—4 倍に高くなることが知られており、これを「FIP 効果」と呼ぶ[3]。太陽のような不活性な恒星のコロナでは、共通して FIP 効果

が観測されている[4]。

他方、磁場の強い活発な恒星のコロナでは、inverse FIP (i-FIP) 効果—低 FIP 元素が高 FIP 元素に比べて欠乏する現象—が観測されることがわかってきた[5]。一般に、FIP の減少とともに元素組成比も減少する傾向になるが、詳細な観測結果によれば、低 FIP の極限において「折り返し」(それ以下の FIP を持つ元素の組成比が跳ね上がる現象)が見られることも判明している[6]。

FIP 効果は、イオンと中性粒子が混在する彩層上部において、Pondermotive force (非一様な電磁場環境下で荷電粒子が感じる非線形な力)が、イオン化された低 FIP 元素のみを巻き上げたり(FIP 効果)、押し下げたり(i-FIP 効果)することで発生すると考えられている[7]。この力の方向は、太陽表面では通常上向きとなるため、太陽コロナでは低 FIP 元素の巻き上げ、すなわち FIP 効果が基本となる。ただし、黒点など強磁場環境では下向きの力とな

ることが予想され、磁場の強い恒星コロナで見られる i-FIP 効果も自然に説明できる。

太陽フレアは、黒点上空の磁場のもつれによって発生する爆発現象である。太陽フレアにより、大量のガスが高温に加熱され、宇宙空間に放出される。この放出ガスの組成パターンはコロナと表面の中間程度とされてきた。ところが近年、太陽フレア中の黒点の小さな領域において、非常に高い Ar/Ca 輝線強度比が発見され、太陽における i-FIP 効果の初検出と解釈された[8]。これは上記の Laming らのモデルで矛盾なく説明できる。

「すざく」は日本で5番目のX線天文衛星である[9]。この衛星の主目的はもちろんX線天体の観測であるが、地球低軌道を固定姿勢で周回するため、毎周回地球に遮られるタイミングが存在し、その際、非常に強い太陽からの照り返しX線を検出する。そこで本研究では、この副産物とも言える太陽観測データを活用し、太陽コロナの組成比を計測した。これまでの太陽観測装置は、バックグラウンドによって連続X線放射強度の測定が難しかったり、エネルギー分解能が不十分のため輝線の分離が難しかったりで、絶対元素組成比(水素に対する元素の存在比=X/H)の測定が困難であった。「すざく」搭載のX線 CCD カメラ(XIS)はその低く安定したバックグラウンド、及び比較的高いエネルギー分解能(FWHM ~ 120 eV at 3 keV)により、高精度の輝線/連続成分比および絶対元素組成比の測定を可能にした。

2. 「すざく」による太陽フレア観測

「すざく」の稼働期間は、2005年7月から

2015年6月までの10年間である。この間、59の巨大フレア(GOES X-class)が発生した。そのうち、「すざく」が地没中に捉えたフレアは14発存在した。我々はその中で、XISの経年劣化が目立たず高品質なデータが取得できる、観測初期に発生した4つのフレアに着目した。フレアの発生日と規模は、Flare-1, 2, 3, 4 on 2005-09-07 (X17.0), 2005-09-08 (X5.4), 2005-09-09 (X6.2), 2006-12-05 (X9.0)である。

3. スペクトル解析

図1に、Flare-1のピーク時付近に取得したXISスペクトルを示す。複数の輝線をはっきりと分離され、その中心エネルギーから、Si He α , Si Ly α , S He α , S Ly α , Ca He α が特定できた。加えて、地球大気中に含まれる中性ArのK α , K β 輝線、及びその間に位置する太陽フレア由来のAr He α も検出できた。エネルギー帯域を広げると、MgやFeのK輝線も確認できたが、これらは観測機器に含まれるAlや衛星筐体での散乱成分の混入が見られたため、本研究では図1に示す4元素のみに注目する

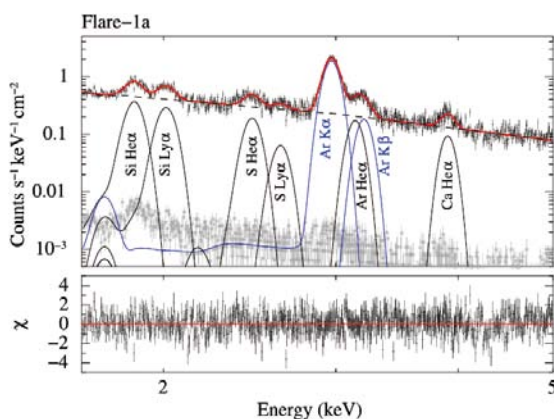


図1: 「すざく」XISで取得した地球大気に反射された太陽フレアのスペクトル。黒ガウシアンは高階電離した太陽X線の反射成分、青ガウシアンは地球大気由来の蛍光X線、点線は、連続成分として導入したベキ関数。灰色のデータはフレア発生前のバックグラウンドスペクトルを示す。

表 1: 各種輝線の等価幅

Flare ID	Si He α	Si Ly α	S He α	Ar He α	Ca He α
Flare-1a	103 $\pm$ 5	72 $\pm$ 4	71 $\pm$ 5	109 $\pm$ 7	105 $\pm$ 8
Flare-1b	237 $\pm$ 7	80 $\pm$ 5	108 $\pm$ 7	92 $\pm$ 10	117 $\pm$ 15
Flare-1c	276 $\pm$ 13	62 $\pm$ 9	107 $\pm$ 14	125 $\pm$ 20	123 $\pm$ 31
Flare-2a	96 $\pm$ 3	62 $\pm$ 2	86 $\pm$ 3	87 $\pm$ 5	131 $\pm$ 5
Flare-2b	234 $\pm$ 7	83 $\pm$ 5	112 $\pm$ 7	92 $\pm$ 10	119 $\pm$ 15
Flare-3a	55 $\pm$ 5	44 $\pm$ 4	67 $\pm$ 5	94 $\pm$ 7	98 $\pm$ 7
Flare-3b	195 $\pm$ 6	69 $\pm$ 4	97 $\pm$ 6	75 $\pm$ 9	129 $\pm$ 11
Flare-3c	243 $\pm$ 12	112 $\pm$ 9	80 $\pm$ 14	67 $\pm$ 21	109 $\pm$ 25
Flare-4a	74 $\pm$ 6	81 $\pm$ 5	40 $\pm$ 5	80 $\pm$ 8	135 $\pm$ 8
Flare-4b	334 $\pm$ 20	90 $\pm$ 12	95 $\pm$ 18	97 $\pm$ 24	103 $\pm$ 37

ことにした。このスペクトルを、複数のガウシアンとベキ関数モデルでフィッティングすることで、輝線の等価幅を計測した。結果を表 1 にまとめる。なお、Flare 番号に続く英字 (a, b, c) は、ピーク付近の周回(a)、次の周回(b)、その次の周回(c)に対応する。

次に、等価幅を絶対元素組成比(X/H)に変換した。この際、等価幅が元素組成比だけでなく温度や電離状態にも依存する効果を考慮する必要がある。そのため我々は、2 温度モデルと多温度モデルで期待される等価幅を算出し、これを測定値と比較することで元素組成比を導出した。結果、両モデルで有意な差がないことを確認した。図 2 は、4 つのフレアの Si 組成比の時系列プロットである。Si 組成比はフレアピーク時に太陽表面組成比の半分程度と低いが、その後、徐々に太陽組成比程度まで増加する傾向が見られた。

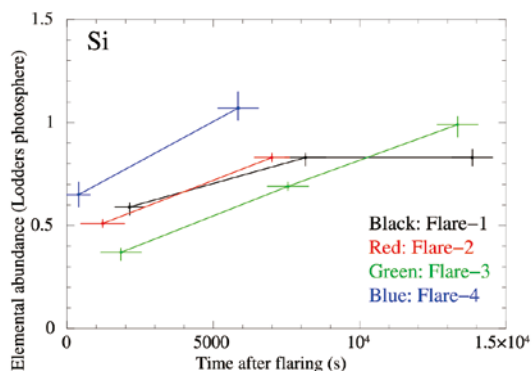


図 2: 時系列に並べた各フレアの Si 組成比

4. 議論

フレアピーク時の組成比を FIP に対してプ

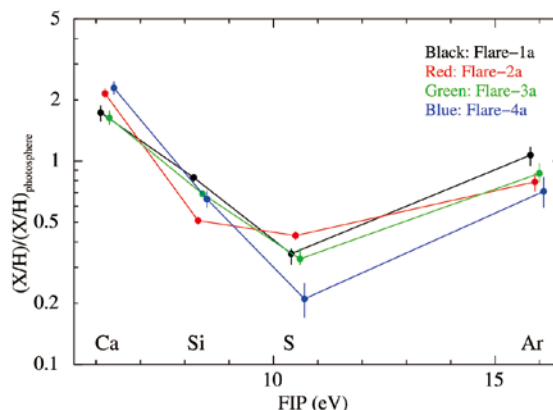


図 3: FIP の関数としてプロットした、4 つのフレアのピーク時の元素組成比。

ロットすると図 3 を得る。4 つのフレアの平均組成比は、Ca/H $\sim$ 2.0, Si/H $\sim$ 0.7, S/H $\sim$ 0.3, Ar/H $\sim$ 0.9 と得られた。この組成パターンは、Si と S の間に「折り返し」を持つ i-FIP を想起させる。

図 2 に示したように、フレア減衰時には、Si, S 組成比は 2 倍ほど増大し、その結果、i-FIP から通常の(FIP 効果を示す)コロナ組成比に遷移する。このようなフレア組成比の推移、すなわちフレアピーク時に強い FIP(ないし i-FIP)を示した後、徐々にフレア前の組成比に戻る変動は、他の恒星でもしばしば観測されてきた[9]。この振る舞いは、フレア直後には彩層蒸発で汲み上げられた i-FIP プラズマの影響が強いが、その後フレア減衰とともに周辺コロナに含まれる通常 FIP プラズマが混合してゆくことで説明できる。

我々が得た i-FIP 組成パターンは、近年黒点中の微小領域で発見された i-FIP パッチのそれとは異なっている。i-FIP パッチでは、Ar/Ca 比が太陽表面組成に比べて 10–30 倍と異常に高い[8]。対して、我々の測定では太陽表面組成の高々 3 倍程度である。加えて、i-FIP

パッチでは Ca 欠乏が示唆されているが[11]、我々の測定では Ca は太陽表面の2倍程度と高めである。これらの相違は、i-FIP パッチが黒点のごく一部の特異な領域であることを踏まえれば、特に驚きでもなかろう。

i-FIP パッチとフレア全体の組成比の違いは、i-FIP の「折り返し」位置の違いで説明できるかもしれない。実際、恒星コロナの観測では、i-FIP の「折り返し」位置が、K (FIP = 4.3 eV) [6]から Ca (FIP = 6.1 eV) [12]まで様々に変化することが報告されている。i-FIP パッチとフレア全体で、「折り返し」が Ca の前後に位置していれば、組成パターンの違いが説明できるはずである。

2022 年度に打ち上げが予定されている日本の次期 X 線天文衛星「X-Ray Imaging Spectroscopy Mission: XRISM [13]」は、「すざく」と同じく地球低軌道を周回するため、本研究と同じ手法で太陽フレア・コロナを観測できる。主要観測装置である X 線マイクロカロリメータは、X 線 CCD の 20 倍ほど高いエネルギー分解能を持つ。したがって、Si, S, Ar, Ca に加え、C, N, O, Na, Mg, Al, Fe, Ni など他の多くの元素からの輝線が検出でき、ひいては詳細な元素組成パターンを調べることが可能となる。XRISM の地没データを用いた、太陽の観測的研究の躍進に期待している。

4. まとめ

本研究では、「すざく」衛星が地球に遮られるタイミングに捉えた、地球に反射された太陽フレア X 線を解析した。「すざく」搭載の X 線 CCD「XIS」は、Si, S, Ar, Ca 元素からの輝線及び連続成分の検出に成功した。我々は

それを基に各輝線の等価幅を計測し、フレアピーク時の元素組成比を Si~0.7, S~0.3, Ar~0.9, Ca~2.0 (太陽表面との相対値)と導出した。この組成パターンは、活発な恒星で見られる i-FIP 効果を示唆している。また、フレアの減衰とともに Si, S 組成比が2倍ほど増加することを確認した。この振る舞いは彩層蒸発に起因する i-FIP プラズマが徐々に周囲の FIP プラズマに埋もれる様子を捉えたものと解釈できる。

謝辞

本研究は、多数の研究者の協力無しに為し得なかった。論文[14]の共著者全員に感謝する。特に、「すざく」の地没データを活用する着想を頂いた田代信氏(埼玉大学)、太陽 X 線の大気反射時のスペクトル変形を検討くださった大野雅功氏(ハンガリー・エトヴェシュ大学)、XIS の昼地球データに効果を発揮する新バックグラウンド推定法を考案、適用いただいた森浩二氏(宮崎大学)に深く感謝する。また、メンターの寺田幸功准教授には多岐にわたりご助言いただいた。ここに記して感謝を示す。

参考文献

- [1] 清水敏文, 1998, 天文月報, 91, 399
- [2] Pottasch, S.R., 1963, ApJ, 137, 945
- [3] Meyer, J.-P., 1985, ApJS, 57, 173
- [4] Drake, J.J., et al. 1997, ApJ, 478, 403
- [5] Brinkman et al. 2001, A&A, 365, L324
- [6] Huenemoerder, D.P., et al. 2013, ApJ, 768, 135
- [7] Laming, J.M., 2004, ApJ, 614, 1063
- [8] Doschek, G.A., 2015, ApJL, 808, L7
- [9] Liefke, C., et al. 2010, A&A, 514, A94
- [10] Mitsuda, K., et al. 2007, PASJ, 59, S1
- [11] Brooks, D.H. 2018, ApJ, 863, 140
- [12] Sanz-Forcada, J., et al. 2003, A&A, 408, 1087
- [13] Tashiro, M., et al. 2018, Proc. SPIE, 10699, 1069922
- [14] Katsuda, S., et al. 2020, ApJ, 891, 126

微視的原子核理論による核分裂片の荷電偏極の導出

Charge Polarization of Fission Fragments deduced from Microscopic Nuclear Theory

江幡 修一郎 (Shuichiro EBATA)

理工学研究科 助教 (物質科学部門)・卓越研究員

We suggest a new method for the theoretical evaluation of the charge polarization of fission fragments (FF). The charge distribution of FF is an important quantity to calculate several statistical quantities deduced from the FF, such as the prompt neutron multiplicity, delayed neutron yields, decay heats, and so on. The current charge distribution is compiled as the combination of the un-changed charge distribution assumption and the deviation from it, namely charge polarization. Our method is based on the microscopic nuclear theory which is the constrained Skyrme Hartree-Fock plus BCS theory represented in three-dimensional Cartesian coordinate. We compare our results on charge polarization with that in the current nuclear data library (Wahl systematics) for $^{235}\text{U}+n$ Thermal fission reaction.

1. はじめに

本研究は原子核の核分裂現象を、原子核物理に基づく非経験的な微視的な方法によって記述し、核分裂片の情報(荷電分布)を導出する。そして原子力工学で利用されているデータと比較し、手法の評価を行うものである。

原子核は中性子と陽子(総称して核子)で構成される有限量子多体系であり、多様な状態が現れる。原子核は量子流体の様相を持ち、核子が原子核中で軌道を運動する様に振る舞う殻構造を有しており、系が平均場を形成する描像が良く成立している。この様な核構造を持つ原子核の励起状態には、平均場描像に基づく一粒子状態の励起や系全体が振動・回転する様な集団励起状態も現れる。核融合や核分裂現象は大振幅集団運動と呼ばれている。この様な有限量子多体系が示す、多様な状態を理解する事が原子核物理学の目標である。

一方で、原子力発電に代表される様に、核分裂の様な原子核反応を応用した分野が社会貢献している。核分裂現象の微細を理解せずとも応用する事は可能である。核分裂現象で生じる核分裂片の収量及び元素分布を決定す

る荷電分布のデータは非常に重要である。それは核廃棄物の性質や、核分裂片から放出される中性子収量を知る上で必須な為である。原子力技術は非常に多くの測定データにより安全性を確認しながら発展してきた。しかし、それは測定困難なデータがある場合、新しい技術開発が困難である事を示している。

任意の核分裂反応で生じる核分裂片に関する核データを整備する為には、原子核物理に基づく非経験的な方法を用いる事が有力なアプローチの一つである。そこで我々は原子核物理で利用されている微視的理論模型の一つである平均場模型を用いて、核分裂現象を記述し、核分裂片の核子数分布を導出する。実際に利用されている核データと比較し、核分裂における核構造の影響を調べる。

微視的平均場模型には核超流動性を記述する模型を採用し、ウランウム-235 が熱中性子を吸収した系($^{235}\text{U}+n$)を想定してウランウム-236 (^{236}U)の分裂現象を記述する。 $^{235}\text{U}+n$ で生じる核分裂反応は原子力発電で最も基本的な反応で、非常に精密な核データが整備されている。原子炉内の主な核反応に関する核分裂

片の荷電分布は Wahl systematics と呼ばれるライブラリ[1,2]に荷電偏極という物理量で収録されている。原子力分野における荷電偏極とは、核分裂片の陽子と中性子の比が核分裂する親核(ここでは ^{236}U)と同じとする不変荷電分布(Unchanged Charge Distribution: UCD)仮定からのズレとして定義される。微視的平均場模型で核分裂片を記述し、この荷電偏極を導出し、Wahl systematics のものと比較する。以下で微視的平均場模型の簡便な説明と結果の比較を報告する。

2.微視的平均場模型による核分裂片の核子数の導出方法

2.1 微視的平均場模型

本研究では原子核の核分裂現象の記述に、拘束条件付き Skyrme Hartree-Fock+ BCS 模型を三次元座標空間で解く方法を採用する[3]。

原子核は有限量子多体系である為、形を定義する事が可能で、その基底状態においても変形していると考えられている。核分裂現象は原子核の大きな変形の末、分裂に至ると考えられているので、核変形を記述出来る模型が望ましい。また、これまで測定されている核分裂片の質量数分布を概観すると非対称な質量数分布が現れる。 ^{236}U の場合、対称に分裂するとパラジウム-116 が生成されるが、測定では殆ど現れない。軽い核分裂片は質量数 $A_L \sim 96$ 、一方の重い核分裂片は $A_H \sim 140$ にピークを持つ非対称な核分裂収率が現れる。原子核の形からこの非対称性を考えた場合、それ

は空間反転に対して非対称である事を示している。従って、本研究では模型計算を三次元座標空間で行い、任意の変形を取り扱える方法を採用した。

また原子核の核超流動性を誘因する重要な相関に対相関がある。凝縮系物理でも現れる超流動状態と似た状態が、原子核では一般的に現れる。本研究ではこの核超流動性を記述する為に BCS 模型を採用した。原子核構造研究で利用される平均場模型では、密度汎関数理論に基づく有効相互作用が用いられており、本研究では Skyrme 型相互作用を採用した。

2.2 核分裂片の配位とその核子数

前節で紹介した平均場模型で原子核の形に関する拘束条件を課して変形に関するポテンシャルエネルギー面(PES)を調べる。変形させた原子核が断裂するまで変形を行い、断裂した点を核分裂の配位と定め、その核子密度分布から核子数を計算する。

核変形の拘束条件は四重極及び八重極変形について課す。四重極変形は核の伸長に対応する Q_{20} ($=r^2 Y_{20}$)、八重極変形は質量非対称性の誘因に対応する Q_{30} ($=r^3 Y_{30}$)について拘束条件を課した。その他の変形パラメータは期待値が 0 になる様に拘束条件を課している。 Q_{20} - Q_{30} PES は基底状態のエネルギーと各々の配位点のエネルギー差から導出する： $dE(Q_{20}, Q_{30}) = E_{\text{g.s.}} - E(Q_{20}, Q_{30})$ 。図 1 は ^{236}U の Q_{20} - Q_{30} PES を表しており、(A)基底状態、(B)準安定状態、(C) Q_{30} モーメントを持つ状態、(D)断裂状態の陽子密度が記載されている。

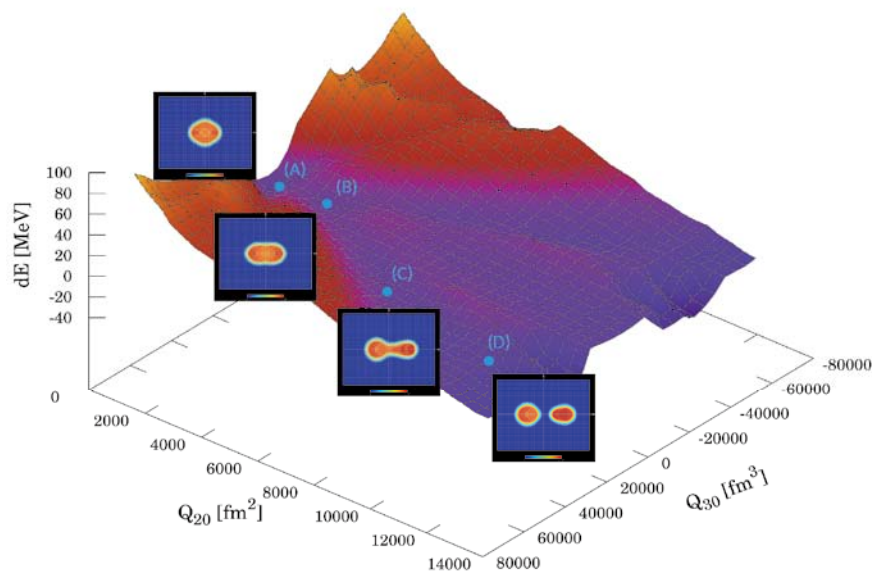


図 1: ^{236}U の Q_{20} , Q_{30} に関する PES dE (MeV)。計算領域は Q_{20} [435:13,050] fm^2 , Q_{30} [0:65,000] fm^3 。埋め込まれた陽子密度分布はそれぞれ(A)基底状態、(B)準安定状態、(C)有限 Q_{30} を持つ状態、(D)断裂状態に対応する。

微視的平均場模型では、核子の密度分布から平均場が形成され、その平均場を核子が受けて、核子の一粒子状態が決定される。自己無撞着に収束するまで計算し、原子核の状態を得る。図 1 に示す様に ^{236}U の基底状態の核子密度分布はプロレート変形と呼ばれる四重極変形状態が自然に現れる。 Q_{20} に関する拘束を課して原子核を伸長していくと、(B)に示すような密度分布を持つ準安定状態が現れる。次にエネルギーが低い状態は質量非対称性を誘因する Q_{30} を持つ配位になる(C)。密度分布に”くびれ”が現れ、さらに Q_{20} で伸長していくと配位(D)の様に断裂に至る。図 1 では断裂の配位を 1 例挙げたが、大きな Q_{20} を持つ PES 上の配位は断裂に至る為、準備している配位点毎に断裂した密度分布が得られ、各々の点で分裂片の領域を決定し、それぞれの領域で密度を積分して核子数を得る事が出来る。

3. 結果と比較

得られた PES から核分裂に至る経路には有限の Q_{30} が重要である。対称分裂の経路上 ($Q_{30}=0$)を確認すると準安定状態(B)よりも伸長させる為には障壁があり、対称分裂が容易では無い。この PES の示唆は、実際の非対称な核分裂片の質量数分布と矛盾が無い。

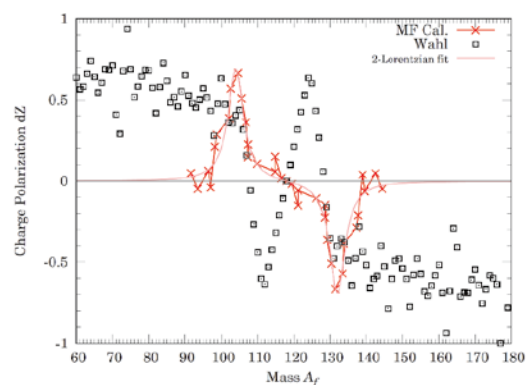


図 2: 核分裂片の質量数に関する荷電偏極。十字は微視的平均場模型で得られた結果、四角は Wahl systematics [2]に基づく結果を示す。

図2は得られた核分裂片の質量数に関する荷電偏極を示す。断裂した配位から計算した核子数から、核分裂片の荷電偏極 dZ を求めた: $dZ = Z_f - Z_{UCD}(A_f)$, $Z_{UCD}(A_f) = 92/236 A_f$ 。 Z_f 及び A_f は核分裂片の陽子数と核子数を表し、 Z_{UCD} は UCD 仮定における核分裂片の陽子数を表す。

図2は微視的平均場模型で得られた結果と Wahl systematics で採録されているデータとの比較を示している。対称分裂 $A_f=118$ 周りの振る舞いは特に大きく異なっている。Wahl の荷電偏極とは逆符号のピークを持った構造をしている。本研究で得られた荷電偏極は $A_f=131.43$ (or 104.57), $Z_f=50.57$ (or 41.43) にピークを持っており、これ等は原子核構造の魔法数($Z=50, N=82$)を示唆しており、荷電偏極に殻効果が強く現れている事を示している。一方で荷電偏極の大きさの最大値(~ 0.6)の差は小さかった。対称核分裂の周辺の核分裂収率が小さいので、特徴的な振る舞いの差の測定値への反映は小さい事が予想される。

本研究結果を評価する為には、原子力分野で得られている測定値まで導出する必要がある。核分裂片の荷電偏極は重要な物理量であるが、直接測定できない量である。Wahl は与えた荷電分布が中性子放出や β 崩壊、 γ 崩壊を経て測定される最終的な収量(核分裂収率など)を再現する様に荷電偏極を決定している。Wahl と同様に最終的な測定値を得る為に、既存の統計崩壊計算[4]を通して実行する。実際に本研究結果を入力値として統計崩壊計算を行ったところ、核分裂片の崩壊熱(β 崩壊及び γ 崩壊由来)はほぼ再現する事が明らかに

なった。但し、中性子収量(即発及び遅発のもの)については有意なズレがあった。それは中性子を多く放出する特定の核分裂片を再現出来ていない事に由来する。Wahl のデータが示す様に $A_f < 100$, $A_f > 135$ の領域にある 0.6 程度の荷電偏極が重要になる。

4. まとめと今後の発展

我々はこれまで経験的に得られてきた核分裂片の荷電偏極を微視的原子核理論に基づく方法を使って導出した。得られた荷電偏極は対称分裂周りの振る舞いがこれまでと大きく異なる事が分かった。またその振る舞いは原子核構造を示唆している。

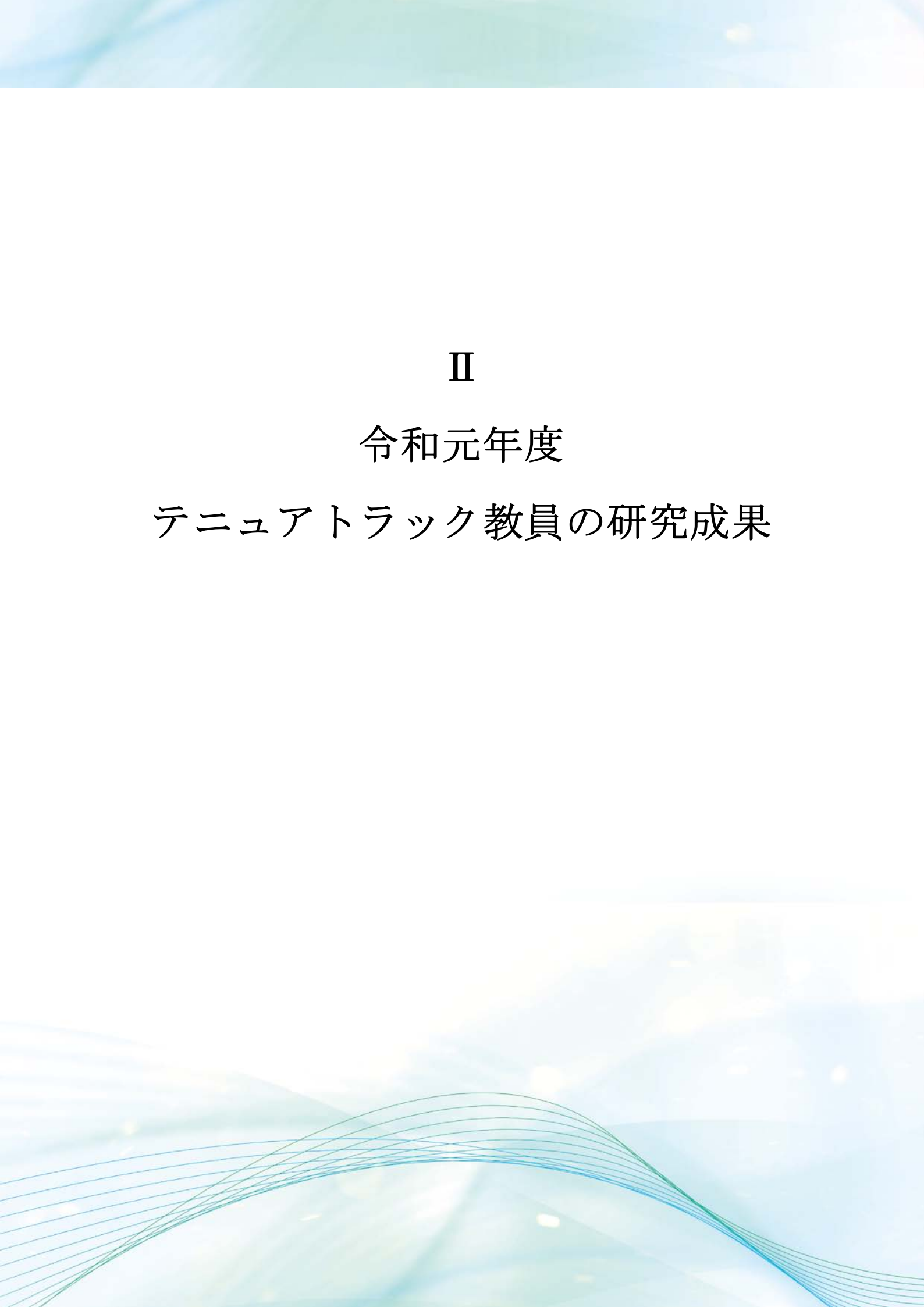
本研究は静的な方法による導出である為、動的な効果や熱的な効果を考慮すべきである。これ等の効果が $A_f < 100$, $A_f > 135$ の領域においてどのような影響があるか今後調べていく。また微視的模型による研究である為、未知の核分裂反応に対しても同様の精度で核データを提供できる事が期待される為、採録されている核分裂反応だけでなく、より中性子過剰な核分裂性核種の分裂を調べ、分裂片の性質の核子数による変化を明らかにしたい。

謝辞

共同研究者の奥村森氏、石塚知香子氏、千葉敏氏に深く感謝する。埼玉大学の吉永教授にはメンターとして多岐に亘りご助言を頂いた。

参考文献

- [1] A. C. Wahl, At. Data Nucl. Data Tables, **39**, 1, 1988.,
- [2] A. C. Wahl, Los Alamos National Laboratory; 2002. LA- 13928.
- [3] S. Ebata and T. Nakatsukasa. Phys. Scr. **92** (2017) 064005.
- [4] S. Okumura, et al. J. Nucl. Sci. Technol. **55** (2018) 1009.



Ⅱ

令和元年度

テニユアトラック教員の研究成果



Sung-Chul Noh

人文社会科学研究科・経営学 准教授
(2019年度(令和元年度) テニユア審査合格)



[学位]

2015 年 8 月: 博士 (Management)
(McGill University)

「Seeking solidarity among the heterogeneous:
Exploring the process of collective action in
pluralistic organizations」

[研究分野]

Workplace conflict, Social identity, Professional
career, Corporate scandals

[研究の内容]

1. Collective action and institutional change.
2. Non-standard work arrangement and its
implication for individuals and organizations.
3. Professionals and professional organizations.
4. Human Resource Management in Asia.

令和元年度の研究成果

[論文(査読付)]

- [1] Noh, S. & Kim, S. (2019) “Imprisoned Genius:
Specifying the Organizational Socialization Process of
Industrial Researchers at the Firm-Owned Research

Institute”, *Korean Journal of Management*, 27(4): 1-27.

- [2] Jung, H., Lee, J., Cho, H. & Noh, S. (2019) “The
Divergence in the Forms of Collective Representation
and the Role of Organizing Intermediaries”, *Korean
Journal of Labor Studies*, 25(3): 41-78

- [3] Noh, S. (2019) “The Reproduction of Low-skill
Regime in the High-tech Industry: A Case of System
Integration (SI) Industry in Korea”, *Korean Journal of
Labor Studies*, 25(3): 371-420

- [4] Noh, S. (2019) “The Changing Face of Work
Precarity: Dependent self-employed professionals and
collective response to work precarity”, *Korean Journal of
Industrial Relations*, 29(1): 55-81.

[論文(査読なし)]

- [1] 雇用関係の多角化と労働者の利害代弁. *Korea
Labor Institute. Policy Report* (2019-19)
[2] 将来の職業フリーランス (Ⅱ) : ソフトウェア
開発者, *Korea Labor Institute. Policy Report* (2019-11)

[国際学会発表(一般講演)]

- [1] Chu, J. & Noh, S. (2019) “Weapons of mass
attention direction: Competitive dynamics of the
Korean popular music industry” 35th EGOS
Colloquium, Edinburgh, UK, July 4-6, 2019

[受賞]

The Korea Academy of Management, Best Paper
Award 2019

[外部資金獲得]

- [1] 2018. 4~2020. 3 平成 30 年度科学研究費助成事業
若手研究, 18K12834, “Non-standard(Dependent
self-employed) Work in Professional Organizations and
Workplace Conflict” 4,160,000 円

乙須拓洋

理工学研究科・応用化学 准教授
(2019年度(令和元年度)テニユア審査合格)



[学位]

2009年3月：博士(農学)(九州大学)

「The Electronic Relaxation Mechanism of Excited State Tryptophan as a Probe for Protein Conformation and Dynamics」

[研究分野]

生物物理化学, 分光物理化学

[研究の内容]

生体膜はあらゆる細胞に存在し、細胞内外を隔てることにより細胞内の恒常性維持に大きく寄与している。この生体膜の機能を理解するためには、その構成要素である脂質や膜蛋白質の膜上での挙動を正確に計測することが必要である。特に膜蛋白質の並進拡散速度は、膜蛋白質複合体の形成解離といった生体機能に重要なダイナミクスの速度論的な知見を与えるため、正確な計測が重要となってくる。拡散速度の計測には蛍光相関分光法と呼ばれる測定手法が広く用いられているが、現行の手法では複雑な構造を有する生体膜上分子の拡散係数を定量的に解析する事が困難なため、改良が求められている。

その点を克服するために、膜上での分子の並進拡散係数の正確な計測に特化した新たな蛍光相関分光装置の開発と、生体膜への応用を行っている。現在使用している装置は、全反射顕微鏡とパルスレーザー

を組み合わせた蛍光相関分光装置である。全反射顕微鏡は、光の全反射により発生するエバネッセント光を励起光として試料の観察を行う顕微鏡であり、通常の共焦点顕微鏡と比較して深さ方向の分解能が10倍近く高いのが特徴である。この特性はカバーガラス上に作成した人口生体膜の研究には非常に有利である。さらにパルスレーザーを励起光源として使用することで、蛍光寿命の情報を蛍光強度の情報とともに取得することが可能になる。これにより蛍光寿命の情報をもとに、検出される信号を異なる分子種ごとに分離し、それぞれの拡散係数を解析する事が可能になると期待される。

今後は本装置を生体膜特有の様々な課題に適用することにより、生体膜物性理解に向けた研究を推進していく。

令和元年度の研究成果

[論文(査読付)]

1. Takuhiko Otosu and Shoichi Yamaguchi “Reduction of Glass-surface Charge Density Slows the Lipid Diffusion in the Proximal Leaflet of a Supported Lipid Bilayer” *J. Chem. Phys.* **151**, 025102 (2019).
2. Takuhiko Otosu, Kunihiko Ishii, and Tahei Tahara “Multifocus Fluorescence Correlation Spectroscopy with Spatially Separated Excitation Beams” *Bull. Chem. Soc. Japan* **92**, 1495-1502 (2019) (Selected Paper).
3. Takuhiko Otosu and Shoichi Yamaguchi “Effect of Electrostatic Interaction on the Leaflet-specific Lipid Diffusion in a Supported Lipid Bilayer Revealed by Fluorescence Lifetime Correlation Analysis” *Phys. Chem. Chem. Phys.* **22**, 1242-1249 (2020).

[外部資金獲得]

平成31年度科学研究費助成事業 基盤研究(B), 「アミロイド形成を促す脂質-蛋白質間相互作用の分子機構解明」, 8,200,000円(直接経費, 平成31年度), 平成31~34年度

豊田正嗣 研究機構 准教授

(理工学研究科・分子生物学、平成28年10月1日
着任)



[学位]

2008年3月: 博士 [医学] (名古屋大学)

「シロイヌナズナ胚軸および葉柄における重力応答性
細胞内カルシウム上昇」

[研究分野]

生物物理学・植物生理学

[研究の内容]

研究目標

「遠心顕微鏡」「超高感度発光測定装置」「広視野蛍光
顕微鏡」などの世界に1つしかないイメージング技術
を駆使して細胞内シグナルを可視化し、植物の様々な
感覚応答・伝搬機構を解き明かす。

研究内容

- ・ 植物の重力感受機構の研究
- ・ 植物-昆虫間相互作用の研究
- ・ オジギソウの高速接触運動の研究
- ・ 揮発性物質(緑のかおり)を介した植物-植物間コ
ミュニケーションの研究
- ・ グルタミン酸誘導性の植物の長距離カルシウムシ
グナル/病虫害抵抗性研究
- ・ 屈曲誘導性の側根形成の研究
- ・ 動物のイオン透過型グルタミン酸受容体の研究

令和元年度の研究成果

[論文・雑誌]

[1] Hagihara, T., *Toyota, M. (2020) Mechanical Signaling in

the Sensitive Plant *Mimosa pudica* L. *Plants* 9: 587. 【表紙
に選出】

[2] Kimura S, Hunter K, Vaahtera L, Tran HC, Citterico M,
Vaattovaara A, Rokka A, Stolze SC, Harzen A, Meissner L,
Wilkens MMT, Hamann T, Toyota M, Nakagami H,
*Wrzaczek M (2020) CRK2 and C-terminal Phosphorylation
of NADPH Oxidase RBOHD Regulate Reactive Oxygen
Species Production in Arabidopsis. *Plant Cell* 32:1063-1080.

[3] Hunter K, Kimura S, Rokka A, Tran HC, Toyota M,
Kukkonen JP, *Wrzaczek M (2019) CRK2 enhances salt
tolerance by regulating callose deposition in connection with
PLDalpha1. *Plant Physiology* 180:2004-2021

[4] 豊田正嗣 (2019) 「かじられた！」とぺんぺん草もシ
グナルを送る. *Nextcom* 39:42-43.

[5] 豊田正嗣 (2020) 植物が傷つけられたことを感じ
て、全身に情報を伝える仕組み グルタミン酸の新しい
機能. *化学と生物* 58 (2): 70-72 【表紙に選出】

[学会発表 (招待講演)]

[1] Toyota M (2019) Glutamate is a wound signal triggering
systemic calcium propagation. The 23rd International
Conference on Plant Growth Substances, June 28, Paris,
France.
(その他4件)

[受賞]

[1] 2020年2月19日 NIKON JOICO AWARD 2019
最優秀賞 JOICO 賞 [ニコニインステック]

[外部資金獲得]

[1] 平成30年度 科学研究費助成事業 新学術領域研
究 (研究領域提案型), “張力センサーを用いた細胞壁-
細胞膜インターフェイスの構造力学的研究” 44,700,000
円 (直接経費総額), H30~R4 年度, 代表 (総括班/計画
班)

[2] 平成30年度 科学研究費助成事業 若手研究 (A),
“新規顕微鏡法を用いた植物の重力センサーの解明”
20,200,000 円 (直接経費総額), H29~R1 年度, 代表

[3] 平成31年度 共同研究費 (味の素株式会社), “Cu/ア
ミノ酸誘導性の植物抵抗性誘導および Ca シグナル発
生の分子メカニズム解析” 2,081,818 円 (直接経費総額),
H31~R2 年度, 代表

川村隆三 理工学研究科 助教

(戦略的研究部門 ライフ・ナノバイオ領域
平成29年10月1日着任)



【学位】

2008年12月：博士（理学）（北海道大学）
「キネシンによる微小管の動的自己組織化」

【研究分野】

生物物理化学、高分子化学（モータータンパク質、細胞運動、ゲル）

【研究の内容】

生物の運動機能の根幹的な動力源であるモータータンパク質、細胞骨格タンパク質が分子の集団として発揮する機能の探索・解明、および工学的応用について研究している。生物の運動に特有な、「集団が協調的に作用することやしなやかさ、エネルギー効率の良さなど、生物らしい特徴を再現するにはどうすればよいか」、また「どうすれば材料として有効活用できるのか」、という問いを念頭に研究を展開している。

令和元年度の研究成果

【査読付き学術論文】

- [1] Megumi Umemoto, Ryuzo Kawamura, Hiroshi Y. Yoshikawa, Seiichiro Nakabayashi, Naritaka Kobayashi. Simultaneous atomic-resolution flexural and torsional imaging in liquid by frequency modulation atomic force microscopy. *Jpn. J. Appl. Phys.*, 59 SIII01 (2020).
- [2] Shodai Togo, Ken Sato, Ryuzo Kawamura, Naritaka Kobayashi, Makoto Noiri, Seiichiro Nakabayashi, Yuji Teramura, and Hiroshi Y. Yoshikawa. Quantitative Evaluation of the Impact of Artificial Cell Adhesion via DNA Hybridization on E-cadherin-Mediated Cell Adhesion. *APL*

Bioengineering, 4, 016103, 8 pages (2020). (Selected as "Featured Article". Featured in Scilight)

- [3] K. Hatazawa, H. Miyazako, R. Kawamura, T. Hoshino. Start/Stop Motion Control of a Targeted Microtubule Using Virtual Cathode Display. *Biochem. Biophys. Res. Comm.*, **514**, 821–825 (2019).
- [4] K. Meguriya, S. Kikuchi, N. Kobayashi, H.Y. Yoshikawa, S. Nakabayashi, R. Kawamura. Reversible surface functionalization of motor proteins for sustainable motility. *Jpn. J. Appl. Phys.*, **58**, SDDI01 (2019).

【学会発表（招待講演）】

- [1] Ryuzo Kawamura, Keisuke Meguriya, Tsuyoshi Yokoyama, Daiki Uehara, Naritaka Kobayashi, Seiichiro Nakabayashi, Hiroshi Y. Yoshikawa. "Active network of motor proteins as artificial dynamic microenvironment for cells", ISAGMSM (The 3rd International Symposium for Advanced Gel Materials & Soft Matters), 陝西科技大学、(中国・西安, 2019).

- [2] 川村隆三. 「細胞骨格タンパク質を利用した動的ゲル材料の開発」 高分子埼玉地区懇話会, (2020) COVID-19の影響により紙面上の発表のみ.

【学会発表（一般公演）】

- [1] R. Kawamura. "ATP-fueled active network of microtubules as a dynamic environment for cells", (口頭発表) 2nd GLowing Polymer Symposium in KANTO, 東京理科大学葛飾キャンパス(東京都・葛飾区, 令和元年11月).
- [2] K. Meguriya, T. Yokoyama, N. Kobayashi, H.Y. Yoshikawa, S. Nakabayashi, R. Kawamura. "Construction of Kinesin-Driven Active Substrate with Improved Uniformity and Reproducibility toward Quantitative Analysis", (口頭発表) NMC 2019, 広島国際会議場(広島県・広島市, 令和元年10月).

【その他の活動】

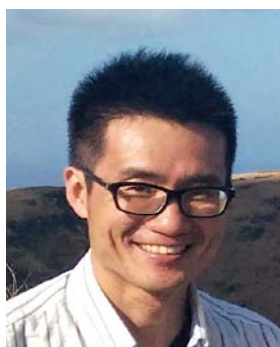
- [1] 32nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (国際学会) 論文委員

【外部資金獲得】

- [1] 科研費 基盤（C）「運動界面によるがん細胞の転移性評価指標の導出」 R1-3年度 4, 290千円（代表）
- [2] 科研費 基盤（B）「超高速分子ディスプレイを用いた分子知能機械の研究（代表：星野隆行）」 R1-4年度（分担）
- [3] 科研費 国際共同研究強化（B）「レーザー技術による機能性分子の秩序構造形成制御（代表：吉川洋史）」 R1-5年度（分担）

勝田 哲 理工学研究科 助教

(戦略的研究部門 X線・光赤外線宇宙物理領域
平成29年10月1日着任)



[学位]

2008年3月: 博士(理学)(大阪大学)

「古い超新星残骸のX線による観測的研究」

[研究分野]

天文学

[研究の内容]

大学院時から一貫して宇宙物理学、とりわけ「超新星残骸」という天体の観測的研究を進めています。超新星残骸とは、星が一生の最期に起こす大爆発「超新星爆発」の痕跡で、電波からガンマ線まで様々な波長で明るく輝く花火のような天体です。私は日々これらの詳細な観測を通じ、超新星爆発の仕組みの解明、恒星内部および超新星爆発時に進む元素合成理論の直接検証、超高エネルギー粒子「宇宙線」の加速メカニズムの解明など、様々な研究課題に取り組んでいます。最近、X線天文衛星を用いた太陽および地球大気の観測にも手を広げています。

令和元年度の研究成果

[論文(査読付き)]

- [1] Chiba, Y., Katsuda, S., Yoshida, T., Takahashi, K., & Umeda, H. 2020, Publ. Astron. Soc. Japan, Vol.72, 2, 25 (10 pages)
- [2] Katsuda, S., Ohno, M., Mori, K., et al. 2020, The Astrophysical Journal, 891, 126 (13 pages)

[国際学会発表]

- [1] Katsuda, S., “Supernova Remnants Interacting with Circumstellar Medium”, Supernova Remnants II: An Odyssey in Space after Stellar Death, Crete (Greece), June 2019 (招待講演)
 - [2] Katsuda, S., “Linking Overluminous Ia and Ia-CSM from Observations of Supernova Remnants”, Progenitors of Type Ia Supernovae, Lijiang (China), August 2019 (招待講演)
 - [3] Katsuda, S., “Kicks and Spins of Neutron Stars in Supernova Remnants and Pulsar Wind Nebulae”, Multi-dimensional Modeling and Multi-Messenger observation of Core-Collapse Supernovae, Fukuoka U. (Japan), October 2019 (招待講演)
 - [4] Katsuda, S., “Neutron Star Properties Recording Core-Collapse Supernova Explosion Physics”, Collaborative Meeting on Supernova Remnants between Japan and USA, RIKEN (Japan), November 2019 (招待講演)
 - [5] Katsuda, S., et al., “Efficient Cosmic-Ray Acceleration at Reverse Shocks in Supernova Remnants”, STARTS2019, Havana (Cuba), May 2019 (口頭発表)
 - [6] Katsuda, S., et al., “High-resolution X-ray spectroscopy of southeastern knots in Tycho’s SNR with XMM-Newton/RGS”, XCalibur 2019, Winchester (UK), July 2019 (口頭発表)
 - [7] Katsuda, S., et al., “Large-scale X-ray Structure of the Vela Pulsar Wind Nebula Revealed by Suzaku/XIS”, 30th Texas Symposium on Relativistic Astrophysics, Portsmouth (UK), December 2019 (口頭発表)
- その他ポスター発表1件。

[国内学会発表]

- [1] 勝田 哲, “超新星残骸から探る超新星の親星”, 2019年度天文・天体物理若手の会夏の学校, 愛知県豊橋市, 2019年7月(招待講演)
 - [2] 勝田 哲, “FORCEによる超新星の観測”, 高感度・広帯域X線天文衛星FORCEで探る高エネルギー宇宙, 京都大学, 2020年2月(招待講演)
- その他、口頭発表1件。

[外部資金獲得]

- [1]平成29年度科学研究費助成事業 若手研究B, “超新星残骸のX線および可視光観測で迫るIa型超新星の親星と最大光度の関係” 3,100,000円(直接経費総額), 平成28~30年度
- [2]令和2年度科学研究費助成事業 挑戦的研究(萌芽), “X線天文衛星SuzakuとXRISMによる太陽コロナと地球超高層大気研究の新展開” 5,000,000円(直接経費総額), 令和2~4年度

江幡修一郎 理工学研究科 助教

(物質科学部門 令和元年12月1日着任)



[学位]

2011年3月: 博士(理学)(筑波大学)

「Canonical-basis Time-Dependent Hartree-Fock-Bogoliubov Theory and Linear-Response Calculation for Light to Heavy Nuclei」

[研究分野]

原子核物理学, 核データ

[研究の内容]

原子の中心にある原子核の性質を理論的な方法を用いて研究しています。原子核は原子の10万分の1のサイズと非常に小さい系です。この系は数百程度の核子(中性子と陽子の総称)という粒子で構成されています。一般にこのような系を有限量子多体系と呼び、量子力学が支配しています。構成粒子数と同数のシュレディンガー方程式またはディラック方程式を同時に解く事は一般的に困難な為、多くの模型が提案されています。私はその理論模型の一つである平均場模型に基づく方法を使って原子核を研究しています。

有限量子多体系の問題とは、平たく言えば物がたくさん集まった時に現れる秩序を理解する事です。原子核には様々な秩序が現れます。例えば、原子核は核子の集まりなので一見液滴の様に理解できる部分があります。同時に核子が独立して運動している様相もあります。さらに凝縮系物理で扱われる超伝導と同じような性質を示す事もあります。原子核には様々な様相があり、これらが複

雑に絡み合い、現象の多様性が現れます。その中でも原子核を大きく変質させる核分裂や核融合は社会ではよく知られています。原子力発電、放射線治療などは核崩壊を利用しています。ニホニウム(陽子数113)が話題になりましたが、人工的に元素を合成する為に、核融合が利用されています。

私は多様な原子核のダイナミクスのメカニズム解明の為、高速計算機を用いた理論的方法で研究を進めています。

令和元年度の研究成果

[論文(査読付き)]

[1] S. Kunieda, et. al, including S. Ebata as a 7th author, Journal of Nuclear Science and Technology, **56**, 1073-1091, 2019.

[2] M. Tanaka, et. al., including S. Ebata as a 18th author, Physical Review Letters, **124**, 102501, 2020.

[国際学会発表]

[1] S. Ebata, et al., “Charge polarization of fission products deduced from the microscopic calculation”, The international workshop on nuclear physics for astrophysical phenomena, Tokyo Tech., Oct, 2019.

[2] S. Ebata, et al., “Theoretical study on Z=120 super-heavy element synthesis with time-dependent mean-field models”, Nuclear Fission Dynamics 2019, Kyoto YITP, Nov, 2019.

[国内学会発表]

[1] 江幡修一郎, 他, “時間依存平均場計算で導出する U-236 核分裂片の荷電偏極”, 日本原子力学会 2020 年春の大会, 福島大学, 2020 年 3 月

[2] 江幡修一郎, 他, “東工大における原子力規制人材育成プログラム「原子力安全・核セキュリティ・保障措置教育の体系化と実践」(4) 2019 年度実施状況”, 日本核物質管理学会第 40 回年次大会, 東京国際交流会館プラザ平成, 2019 年 11 月

[3] 江幡修一郎, 他, “微視的理論計算で導出する Pu-240 核分裂片の荷電偏極”, 日本原子力学会 2019 年秋の大会, 富山大学, 2019 年 9 月

[外部資金獲得]

令和 2 年度科学研究費助成事業 基盤研究 C, “核分裂片の荷電偏極が繋ぐ微視的理論研究と応用研究” 3,200,000 円(直接経費総額), 令和 2~4 年度獲得。

Ⅲ

研究発表会開催の記録



第1回 テニュアトラック 研究発表会

日時：2015年4月17日(金)

場所：総合研究棟1階 シアター教室

【プログラム】

13:00-13:05

「学長挨拶」

山口 宏樹 埼玉大学 学長

13:05-13:20

「新入のテニュアトラック教員自己紹介」

Sung-Chul Noh 助教(経営学)

乙須 拓洋 助教(応用化学)

13:20-13:50

「埼玉大学のテニュアトラック普及・定着
事業の現状と課題ーテニュアトラック
制度を新時代の要請に応える教員採用
制度とするためにはー」

小田 匡寛 特任教授

13:50-14:20

「気体デトネーション(爆轟)で生成され
る高圧・高温環境を利用した新しい飛翔
体加速装置」

前田 慎市 助教(機械)

14:20-14:50

「調和解析と偏微分方程式及び幾何計算
との相互作用」

Neal Bez 准教授(数学)

14:50-15:20

「神経回路の構築機構

ー光を用いて脳の形と機能を観るー」

津田 佐知子 助教(生体制御)

15:50-16:20

「テニュアトラック教員を経験して」

遠山 忠 山梨大学 准教授

16:20-16:50

「音響情報を利用した非侵襲的診断法」

坂井 建宣 准教授(機械)

16:50-17:20

「相対性海面上昇評価とリージョナル予測」

李 漢洙 准教授(社会基盤)

17:20-17:50

「「ロシア・ユダヤ人」と「ユダヤ人」のあ
いだー帝国崩壊後のシオニズムとユダ
ヤ・ナショナリズムー」

鶴見 太郎 准教授(社会学)

17:50-18:00

「挨拶と研究発表会の総括」

坂井 貴文 教授(理工学研究科長)

第1回テニユアトラック研究発表会の様子



学長挨拶 山口宏樹 埼玉大学学長



講演中の津田佐知子助教



講演中の Sung-Chul Noh 助教



講演中の坂井建宣准教授



講演中の乙須拓洋助教



講演中の李漢洙准教授



講演中の前田慎市助教



講演中の鶴見太郎准教授



講演中の Neal Bez 准教授



閉会挨拶 坂井貴文 理工学研究科教授

第2回 テニュアトラック 研究発表会

日時：2016年4月15日（金）

場所：総合研究棟1階 シアター教室

【プログラム】

13:00-13:05

「開会挨拶」

佐藤 勇一 埼玉大学 研究機構長

13:05-13:20

「気体デトネーション（爆轟）の
「抑止」と「応用」

前田 慎市 助教（機械）

13:20-13:35

「分子動力学シミュレーションを用いた
フィジカルエージング現象の再現」

坂井 建宣 准教授（機械）

13:40-13:55

「Structural and functional
compartmentalization in the cerebellar
circuitry development」

津田 佐知子 助教（生体制御）

13:55-14:10

「新規蛍光相関分光法の開発に基づく
生体膜中分子の並進拡散測定」

乙須 拓洋 助教（応用化学）

14:30-15:10

「信州大学テニュアトラック制度の歩み」

伊藤 建夫 信州大学テニュアトラック事業
コーディネーター特任教授

15:10-15:25

「Application of harmonic analysis
techniques to dispersive partial
differential equations」

Neal Bez 准教授（数学）

15:25-15:40

「Impacts of tides on tsunami propagation
in the Seto Inland Sea, Japan」

李 漢洙 准教授（広島大学大学院）

15:45-16:00

「The Transformation of Jewish Identity
behind the Militarization of Zionism」

鶴見 太郎 准教授（東京大学大学院）

16:00-16:15

「A Pacified Labour? The Transformation
of Labour Conflict」

Sung-Chul Noh 助教（経営学）

16:20-16:25

「閉会挨拶」

桐谷 正信 研究機構研究企画推進室 室長

第2回テニユアトラック研究発表会の様子



開会挨拶 佐藤勇一研究機構長



講演中の Neal Bez 准教授



講演中の前田慎市助教



講演中の李漢洙広島大学大学院准教授



講演中の坂井建宣准教授



講演中の鶴見太郎東京大学大学院准教授



講演中の津田佐知子助教



講演中の Sung-Chul Noh 助教



講演中の乙須拓洋助教



閉会挨拶 桐谷正信研究企画推進室 室長

第3回 テニュアトラック 研究発表会

日時：2017年7月28日（金）

場所：総合研究棟1階 シアター教室

【プログラム】

14：25－14：30

「開会挨拶」

佐藤 勇一 埼玉大学 研究機構長

14：30－14：50

「デトネーション燃焼を応用したエンジン」

前田 慎市 助教（機械）

14：50－15：10

「CFRP 積層板の接着不良評価」

坂井 建宣 准教授（機械）

15：10－15：30

「高次元における立方体の切断面」

Neal Bez 准教授（数学）

15：30－15：50

「Managing PhDs: 専門家たちの人的資源
管理（サムスン電子のケース）」

Sung-Chul Noh 助教（経営学）

16：05－16：25

「細胞膜研究のための新規分光法の開発と
応用」

乙須 拓洋 助教（応用化学）

16：25－16：45

「小脳の形と機能の形成」

津田 佐知子 助教（生体制御）

16：45－17：05

「植物の長距離・高速シグナル」

豊田 正嗣 准教授（分子生物）

17：05－17：10

「閉会挨拶」

桐谷 正信 研究機構研究企画推進室 室長

第3回テニユアトラック研究発表会の様子



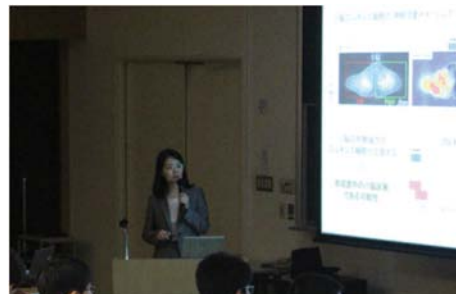
開会挨拶 佐藤勇一研究機構長



講演中の乙須拓洋助教



講演中の前田慎市助教



講演中の津田佐知子助教



講演中の坂井建宣准教授



講演中の豊田正嗣准教授



講演中の Neal Bez 准教授



閉会挨拶 桐谷正信研究企画推進室 室長



講演中の Sung-Chul Noh 助教



会場の様子

第4回 テニュアトラック 研究発表会

日時：2018年7月27日（金）

場所：総合研究棟1階 シアター教室

【プログラム】

14:05-14:10

「開会挨拶」

伊藤 修 埼玉大学 研究機構長

14:10-14:30

「オジギソウは、何のためにお辞儀をするのか？」

豊田 正嗣 准教授（分子生物）

14:30-14:50

「Brascamp-Lied の不等式:掛谷予想と
Vinogradov 予想の架け橋」

Neal Bez 准教授（数学）

14:50-15:10

「Professionals in the hierarchical order:
Balancing control and autonomy」

Sung-Chul Noh 助教（経営学）

15:10-15:30

「運動界面を用いた細胞の動的力学環境
構築と変形性評価」

川村 隆三 助教（ライフ・ナノバイオ領域）

15:45-16:05

「超新星残骸の X 線観測から迫る超新星爆
発の仕組み」

勝田 哲 助教（X 線・光赤外線宇宙物理領域）

16:05-16:25

「細胞膜研究のための新規分光法の開発と
応用」

乙須 拓洋 助教（応用化学）

16:25-16:45

「高分子材料の粘弾性変形機構」

坂井 建宣 准教授（機械）

16:45-17:05

「新たな手法として気体デトネーションを
用いた爆風シミュレータ」

前田 慎市 准教授（機械）

17:05-17:10

「閉会挨拶」

石井 昭彦 研究機構研究企画推進室 室長

第4回テニユアトラック研究発表会の様子



開会挨拶 伊藤修研究機構長



講演中の勝田哲助教



講演中の豊田正嗣准教授



講演中の乙須拓洋助教



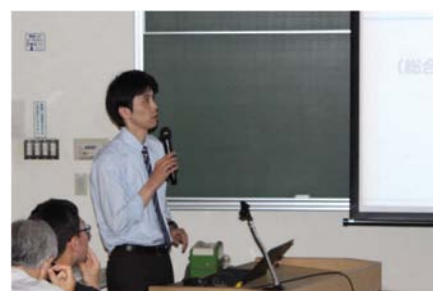
講演中の Neal Bez 准教授



講演中の坂井建宣准教授



講演中の Sung-Chul Noh 助教



講演中の前田慎市准教授



講演中の川村隆三助教



閉会挨拶 石井昭彦研究企画推進室 室長

第5回 テニュアトラック 研究発表会

日時：2019年7月26日（金）

場所：総合研究棟1階 シアター教室

【プログラム】

14:00-14:05

「開会挨拶」

伊藤 修 埼玉大学 研究機構長

14:05-14:30

「炭素繊維強化ポリアミドの結晶化が
曲げ特性に及ぼす影響」

坂井 建宣 准教授（機械）

14:30-14:55

「分散型クラウド労働プラットフォーム
（Cloud-Crowd labor Platform）」

Sung-Chul Noh 助教（経営学）

14:55-15:20

「天の川銀河とマゼラン銀河の
重力崩壊型超新星の親星質量分布」

勝田 哲 助教（X線・光赤外線宇宙物理領域）

15:30-15:55

「細胞膜研究のための新規分光法の
開発と応用」

乙須 拓洋 助教（応用化学）

15:55-16:20

「グルタミン酸はカルシウムシグナルを介
した植物の全身性防御応答を引き起こす」

豊田 正嗣 准教授（分子生物）

16:20-16:45

「分子が動くゲル材料
ー細胞のゆりかごとしてー」

川村 隆三 助教（ライフ・ナノバイオ領域）

16:45-16:50

「閉会挨拶」

石井 昭彦 研究機構研究企画推進室 室長

第5回テニユアトラック研究発表会の様子



開会挨拶 伊藤修研究機構長



講演中の乙須拓洋助教



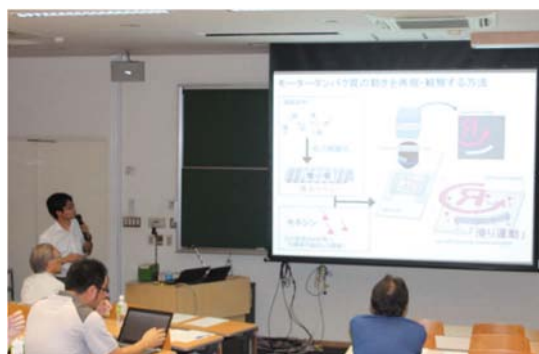
講演中の坂井建宣准教授



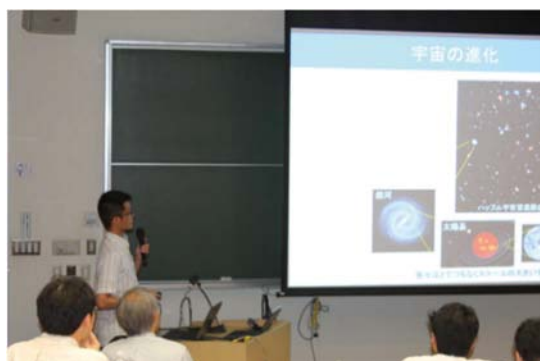
講演中の豊田正嗣准教授



講演中の Sung-Chul Noh 助教



講演中の川村隆三助教



講演中の勝田哲助教



閉会挨拶 石井昭彦研究企画推進室 室長

IV

メンターからの一言

ウージョンウォン人文社会科学研究科教授 (Sung-Chul Noh 准教授のメンター)

去る5年間、優れた研究成果を出したNoh准教授を、今年の4月1日付でテニユア教員として採ることができました。ほかのところに逃げず(笑)、本学に留まってくれたNoh准教授に感謝いたします。Noh准教授は、たとえばプラットフォーム労働のような、先端の研究課題に精力的に取り組んできました。プラットフォーム労働においても、通常いわれる労働者への影響だけでなく、経営側の動機や管理戦略を含む、プラットフォームでの働き方の全体像に迫る研究を積み重ねています。

このような研究は、テニユアトラック制度のよさが実現してはじめて、可能になったものと考えます。特に、自立的に研究できる環境の整備や、専門を超えた若手同士の交流は、斬新な研究の進展に重要と思います。わが大学のこのよさが、引き続き多くの成果を生み出すことを期待してやみません。

山口 祥一 理工学研究科教授(応用化学) (乙須 拓洋 准教授のメンター)

我が国の現在の人口減少、特に若者が減っていることは、私たちの研究・教育分野の将来にとっても非常に深刻な問題です。研究が継続されない分野が徐々に拡大し、これまで蓄積された知識と経験が失われつつあります。旧帝大ですら、助教公募に一件も応募がないこともあると聞いています。そのような中で優秀な若い研究者を本学に招き入れるために、テニユアトラック(TT)制度は重要な役割を果たしています。成果発表会でのプレゼンテーションを何度か拝聴して、TT教員のレベルの高さに感心しています。同時に、もしTT制度が無かったら、これほどの人材を確保することは困難だっただろうとも思います。大学の運営や教育の仕事の負担について、TT教員とそれ以外の教員の不均衡を問題視する声もあるようですが、均衡化を目標にすることは無益だと思います。



- 編集 テニユアトラック推進オフィス
- 住所 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255
- TEL 048-829-7113
- ホームページ <http://www.saitama-u.ac.jp/iron/tt/>