

2018 年度

「物質階層原理研究」 & 「ヘテロ界面研究」
合同春合宿

要旨集

2018 年 5 月 11 日(金) – 12(土)

於 かんぽの宿熱海本館

理化学研究所

はじめに

理化学研究所の独創的研究提案制度の新領域開拓課題として「物質階層原理研究（正式名称：“Fundamental Principles Underlying the Hierarchy of Matter: A Comprehensive Experimental Study”（物質階層の原理を探究する統合的実験研究））」が2017年度から5年プロジェクトとしてスタートしました。持続可能な社会の実現に向け、物質科学がエネルギー・環境・情報・医療技術等への基幹的な寄与を行うためには、その基盤をなす「物質」が如何に構築され如何に振る舞うかを総合的に理解することが必須です。本プロジェクトは、理研が有する他に類を見ない総合性を最大限に発揮して、ハドロンから生体分子に至る物質階層の原理と機能を、物理・化学的な実験的アプローチを用いて探究する点が特徴となっています。

当初、「物質階層原理研究」は、各物質階層において、その構造・機能を定める「相互作用」に関する実験研究に始まり、より複雑で未だその全容を理解していない「励起現象」の探索と解明に取組み、さらには電子デバイスや生体膜等の高度な機能を有する系における構造の「不均一性」に基づく機能発現の原理に迫るという3つのサブ・プロジェクトから構成されていました。紆余曲折を経て、このうち「不均一性」については、研究目的・規模を拡大し、別の新領域開拓課題「ヘテロ界面研究（正式名称：“Heterogeneity at Materials Interfaces”（物質界面の不均一性がもたらす構造および機能の制御と解明））」として、2018年度から5年プロジェクトとしてスタートすることになりました。今後、両プロジェクトを一体的に運営し、より大きな目標に向かって効果的に研究を推進していきたいと考えています。そこで今回、両プロジェクト合同で春合宿を実施することになりました。

「物質階層原理研究」及び「ヘテロ界面研究」では、ボトムアップ研究に基づく理研横断的な物質科学研究ネットワークの構築、及びその研究環境の中での若手研究者の育成も大きな目標の一つです。その一環として、昨年度は「レーザー」と「信号処理・データ収集」を中心とした研究会シリーズ「ExpRes 道場」を開催しました。実は「ヘテロ界面研究」で提案されている実験課題の一つは、「ExpRes 道場」での議論から生まれたものです。今後も引き続きこれらの活動を通じ、先端計測技術の共有・開発・展開のネットワーク化による物質科学の新しい知的基盤の構築を目指します。

幸いにして昨年度のキックオフミーティングに続き、今回も所内のみならず所外からも多くの方々に参加していただきました。異なる研究室・組織・研究分野の連携は、本プロジェクトの根幹をなすものです。分野・組織の枠組みをこえた活発な議論を通じ、今回の合同春合宿が新たな研究・技術交流の機会となることを期待いたします。

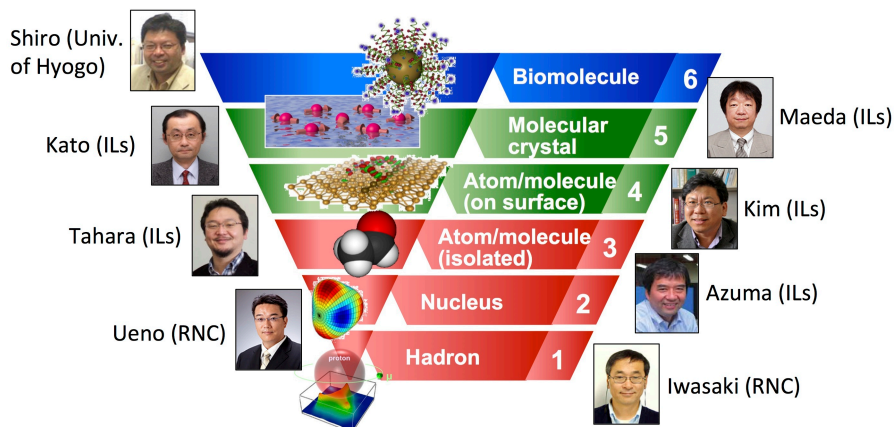
2018年5月11日

「物質階層原理研究」 & 「ヘテロ界面研究」 合同春合宿
担当 上野秀樹

Fundamental Principles Underlying the Hierarchy of Matter: A Comprehensive Experimental Study

• Organization

This project is being carried out as a collaboration involving eight participating laboratories, in which we treat the hierarchy of matter from hadrons to biomolecules with three underlying and interconnected key concepts: *interaction*, *excitation*, and *heterogeneity*. The project consists of experimental research conducted using cutting-edge technologies, including lasers, signal processing and data acquisition, and particle beams at RIKEN RI Beam Factory (RIBF) and RIKEN Rutherford Appleton Laboratory (RAL).



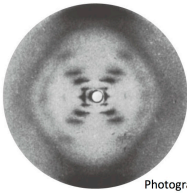
• Physical and chemical views of matter lead to major discoveries

Although this project is based on the physics and chemistry of non-living systems, we constantly keep all types of matter, including living matter, in our mind. The importance of analyzing matter from physical and chemical points of view was demonstrated in the case of DNA. The Watson-Crick model of DNA was developed based on the X-ray diffraction, which is a physical measurement. The key feature of this model is the hydrogen bonding that occurs between DNA base pairs. Watson and Crick learned about hydrogen bonding in the renowned book “The Nature of the Chemical Bond,” written by their competitor, L. Pauling, who was a leading authority on chemical bonding. This important lesson in history teaches us that viewing matter from physical and chemical perspectives can lead to dramatic advances in science.

物理

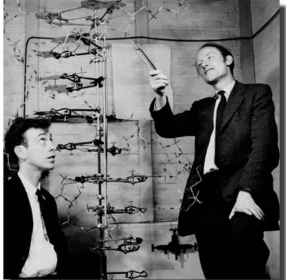


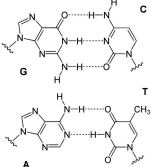
R. Franklin



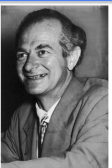
Photograph 51

X-ray diffraction





化学



L. Pauling



Hydrogen bond

• Hierarchy of Matter: Universality vs. Diversity

We believe that the behavior of matter, including biological systems, can be understood through physical laws. P. Dirac, a great physicist, stated this universality as follows: “once we know the underlying physical laws, *the rest is chemistry*.” On the other hand, P. W. Anderson, another great

physicist, claimed that the interactions among multiple components in complex systems create entirely new properties in each layer of the hierarchy, with his famous phrase “*More is different*”. This means that the science governing each layer is different, and it is not until we understand this diversity that we understand the universal principles completely. Therefore, we have selected “interaction” as the first key concept of this project. In addition, we selected “excitation” and “heterogeneity” as the other important key concepts to understand diversity in the hierarchy.

普遍性



P. Dirac

- *The rest is chemistry*

The underlying physical laws necessary for the mathematical theory of a large part of physics and the whole of chemistry are thus completely known, and the difficulty is only that the exact application of these laws leads to equations much too complicated to be soluble.

The behavior of matter including biological systems can be understood through physical laws.

多様性



P. W. Anderson

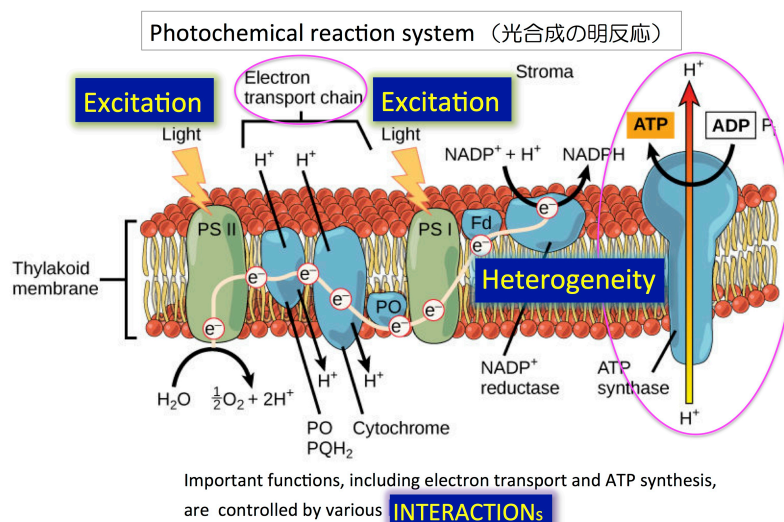
- *More is different*

The behavior of large and complex aggregates of elementary particles is not to be understood in terms of a simple extrapolation of the properties of a few particles. Instead, at each level of complexity entirely new properties appear.

The interactions among multiple components in complex systems create entirely new properties in each layer of the hierarchy.

- Three Key Concepts: Interaction, Excitation, and Heterogeneity

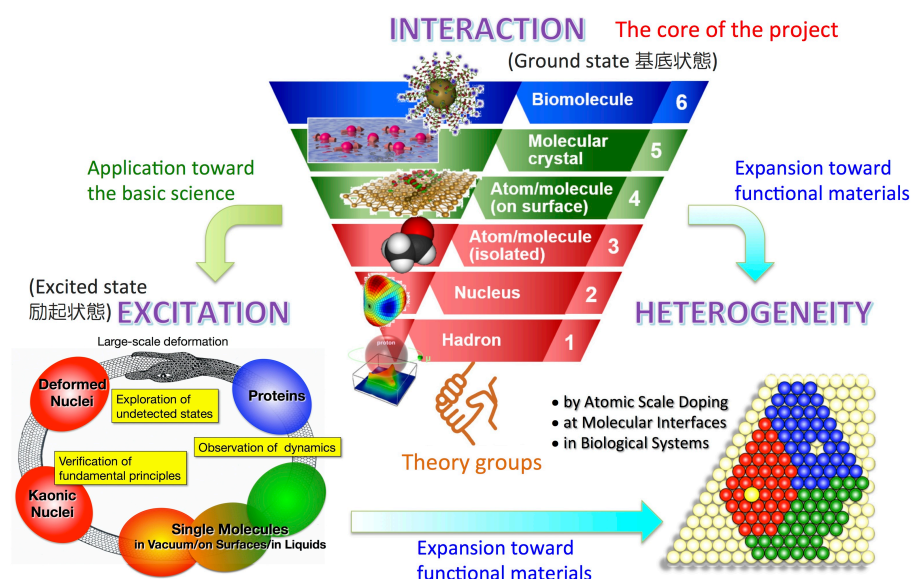
The importance of these three key concepts is well illustrated by the photochemical reaction system, involved in photosynthesis. First, the photosynthesis proceeds in the thylakoid membrane, which has a heterogeneous structure. This *heterogeneity* is essential for the emergence of the functionality of the membrane. *Excitation* by light is the most important step in photosynthesis. Finally, important processes, including electron transport and ATP synthesis, are controlled by various *interactions*.



- Three Key Concepts and Sub-projects

The three key concepts are associated with three sub-projects: “Interaction in matter” lead by Dr. Ueno, “Excitation in matter” lead by Dr. Azuma, and “Heterogeneity in matter” lead by Dr. Kim. As mentioned, the “Interaction” sub-project is the core of this project. To comprehensively understand the nature of interactions that take place in each layer, it is essential to collaborate with theory groups. The knowledge obtained by the “Interaction” sub-group will be applied toward the basic science of excitation. The “Interaction” sub-project investigates the ground state of systems, and the “Excitation” sub-project

focuses on the excited states of systems. The results obtained by these two sub-projects will be expanded towards the development of functional materials by the “Heterogeneity” sub-group. A unique point of this project is that almost all members participate in more than two sub-projects, which enhances comprehensive understanding of these concepts.



• Interaction in Matter

The “Interaction” sub-group investigates the diversity of phenomena caused by interactions that occur in each level in the hierarchy of matter. The strong interaction and the electromagnetic interaction give rise to a variety of phenomena depending on many-body effects, geometry, dimensionality, external conditions and so on. The interactions studied by each team range from the strong interaction between quarks to the van der Waals interaction between single-stranded DNA molecules, with a focus on how interactions in systems with multiple degrees of freedom lead to a diversity of phenomena. This means that many-body effects and multiple degrees of freedom are key issues in every layer of the hierarchy.

• Excitation in Matter

Excitation is a key step for the emergence of functionality, but knowledge on this topic is surprisingly limited. Thus, in this sub-group, we carry out three types of research on excitation, “Exploration of undetected excited states” in deformed nuclei, “Verification of fundamental principles through excited states” in kaonic nuclei, and “Observation of excited state dynamics” in excited molecules in liquids, on surfaces, and in vacuum. We study excitation over a wide range of energies, sizes, and time scales. At the same time, we study universality as indicated by the large-scale deformations observed in both excited-state nuclei and proteins.

• Heterogeneity in Matter

Heterogeneity is an important spatial property for the emergence of functionality as well as a challenging research target that drives the development of cutting-edge measurement technologies. This sub-group will apply the results of the “Interaction” and “Excitation” sub-groups toward the development of functional materials. In this sense, the “Heterogeneity” sub-group is closely tied to practical applications. The main topics investigated are superconducting doped diamond (as “Heterogeneity by Atomic Scale Doping”), electrical double layers in the field effect transistors (as “Heterogeneity at Molecular Interfaces”), and lipid membranes in solution (as “Heterogeneity in Biological Systems”), which are tackled through a wide range of collaborations.

• Goal of the Project

The most important goal of the project is the construction of a new cross-disciplinary research network based on the bottom-up style research activities at RIKEN, which will drive a dramatic evolution of

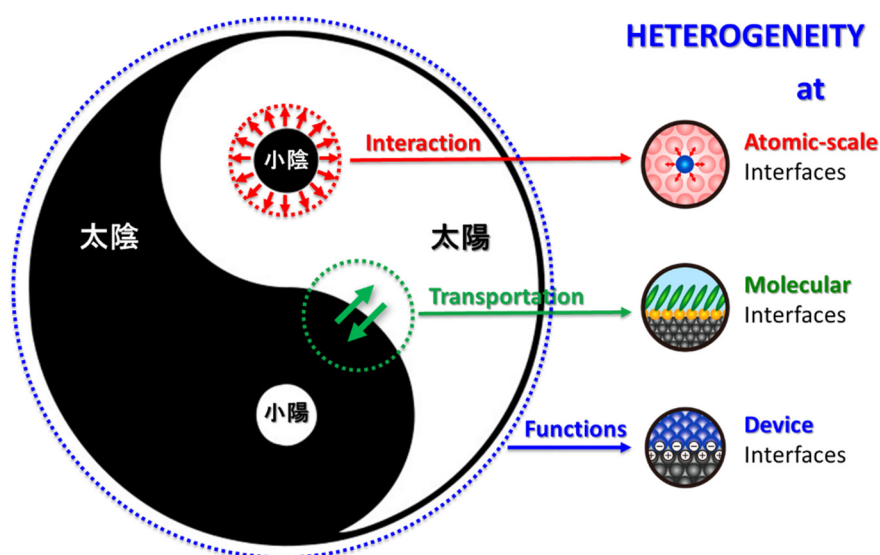
science and lead to unpredictable by-products. This network includes *ExpRes Dojo* where we share, learn, and report information on cutting-edge experimental technologies, primarily laser and signal processing and data acquisition technologies. This consists of school-type meetings and workshops. An important output of the *ExpRes Dojo* is the application of new technologies developed thorough the physics and chemistry research to biological systems. At the same time, we nurture young researchers with wider and deeper views of matter. We believe that the scientific community is one where innovative discoveries are frequently achieved by newcomers in different research fields. The present project will maintain the diversity of science at RIKEN and ensure an environment in which young researchers with high ambitions can easily cross over the boundaries between disciplines.

Lead researcher

Dr. Reizo Kato

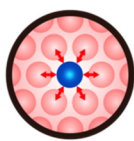
Heterogeneity at the interface

Heterogeneity at the interface between two different materials plays pivotal roles in transport of charge, matter, and energy across the interfaces, chemical reactions and interactions, functions of materials and devices, and biological activities in living systems. The heterogeneity is frequently associated with functions of the materials systems. For example, the doping that effectively modulates electrical properties of various solids (semiconductor, metal, and superconductor) induces heterogeneous distribution of atoms/molecules. The heterogeneity is also a key concept in the evolution of matter from non-living matter to life. Field effect transistor and biological membrane are artificial and natural examples of functional heterogeneous systems, respectively. The heterogeneity, where the periodicity is missing to reveal gradients, is a challenging research target of the cutting-edge measurement technology, mainly due to its structural and phenomenal complexity. Especially, we focus on the heterogeneity at interfaces in various kinds of materials systems, regarding how it affects the functions accompanying with the peculiar chemical/physical properties.



In this project, we investigate the heterogeneity at three kinds of interface systems by three sub-projects. At **atomic-scale interfaces**, isolated impurities are introduced to solid (single-crystal diamond) and to liquid (He II) to understand the quantum-level interactions between each dopant with surrounding atoms. We challenge to realize superconducting diamond by high-concentration doping of nitrogen (n-type) for the first time, although superconductivity of boron-doped (p-type) diamond has been reported. It is still unknown how the quantum interaction occurs among the dopants and surrounding atoms to evolve unprecedented phenomena, which is a crucial issue to understand and utilize heterogeneity at atomic-scale interfaces in matters. At **molecular interfaces**, our knowledge and ability to control the molecular interfaces at the molecular-level are very immature, compared to those for the molecules in the bulk, although the molecular interfaces play

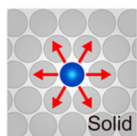
Heterogeneity at Materials Interfaces



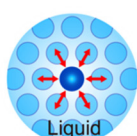
Atomic scale Interfaces

Interaction between
isolated impurity and surroundings

Doping in solid
(diamond)



Doping in liquid
(Helium (II))

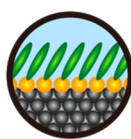


Fabrication (Ueno G, Azuma G)

Magnetic property measurement
(Iwasaki G, Kato R G)

Laser spectroscopy (Tahara G)

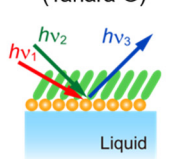
Scanning probe microscopy (Kim G)



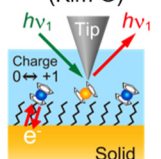
Molecular Interfaces

Structure and dynamics of
molecular assemblies at interfaces

Liquid interfaces
(Tahara G)

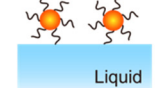


Solid interfaces
(Kim G)

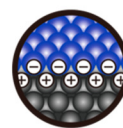


Functional interfaces (Maeda G)

DNA/nanoparticle



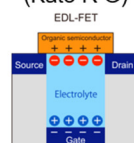
DNA



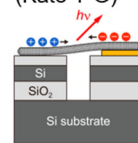
Device Interfaces

Device functions by controlling
interfacial charge carriers

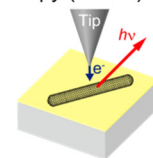
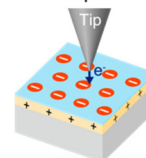
Superconductivity
(Kato R G)



Light emission
(Kato Y G)



Local spectroscopy (Kim G)



essential roles in various phenomena such as wetting, adhesion, biocompatibility, tribology, electrical properties as well as complex reactions in living things. Therefore, a concerted spectroscopic and microscopic study is highly desired for elucidating structural and functions of molecular interfaces. At **device interfaces**, the heterogeneity of electric field at the electrode interface largely influences on the various kinds of charge carrier dynamics, such as electron/hole injection, trapping, recombination and transport, which play a central role in device performance. We will evolve novel functions of organic transistor devices, such as superconductivity and light emission, by controlling charge carriers at the interface between electrodes and materials, based on the atomic/molecular-level understanding of charge carrier distribution and dynamics at the device interface.

As a strong novelty of this project, we propose a comprehensive solution for long-standing issues regarding influence of atomic/molecular level structures and charge carrier dynamics resulting from the heterogeneity at interfaces on macroscopic properties and functions of a variety of materials systems by cutting-edge spectroscopic and microscopic techniques in RIKEN.

Project Leader
Dr. Yousoo Kim

プログラム

「物質階層原理研究」 & 「ヘテロ界面研究」 合同春合宿 プログラム

日時: 2018/5/11(金) 13:00 – 22:00、5/12(土) 9:30 – 15:20

場所: かんぽの宿 熱海本館 (静岡県熱海市水口町 2-12-3) 会議室、サンレモ

Time table (May 11)

13:00 - 13:05	はじめに 加藤 礼三 (理化学研究所 加藤礼三分子物性研究室)
13:05 - 13:15	ヘテロ界面概要説明 金 有洙 (理化学研究所 Kim 表面界面科学研究室)
Chair – 金 有洙	
13:15 - 13:55	O-01 糖鎖の不均一性による生体内パターン認識 田中 克典 (理化学研究所 田中生体機能合成化学研究室)
13:55 - 14:25	O-02 電気化学界面の微視的理解に向けた In situ 及び Ex situ 手法の開発 横田 泰之 (理化学研究所 Kim 表面界面科学研究室)
14:25 - 14:55	O-03 二次元蛍光寿命相関分光法を用いた生体高分子の構造形成機構の研究 石井 邦彦 (理化学研究所 田原分子分光研究室)
14:55 - 15:15	Coffee break
Chair – 岩崎 雅彦	
15:15 - 15:55	O-04 レーザー冷却原子・イオン混合系で探究する極低温物理 向山 敬 (大阪大学 基礎工学研究科)
15:55 - 16:25	O-05 超流動ヘリウム液滴中で探る低温分子イオンの物理 久間 晋 (理化学研究所 東原子分子物理研究室)
16:25 - 16:55	O-06 超流動ヘリウム中原子の分光測定による原子間相互作用と原子核構造研究 松尾 由賀利 (法政大学理工学部)
16:55 - 17:15	Coffee break
Chair – 加藤 雄一郎	
17:15 - 17:55	Panel discussion パネラー 山本 浩史 (分子科学研究所) 高峰 愛子 (理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 核分光研究室) 横田 泰之 (理化学研究所 Kim 表面界面科学研究室) 梅野 太輔 (千葉大学大学院工学研究院) 神田 聡太郎 (理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 中間子研究室) 金 栄鎮 (理化学研究所 前田バイオ工学研究室)
17:55 - 18:00	Break
18:00 - 20:00	意見交換会 (at 大広間)
20:00 - 22:00	Poster session (at サンレモ)

Time table (May 12)

Chair - 加藤 礼三

- 9:30 - 10:10 O-07 氷における水分子の配向秩序と表面での構造乱れ
松本 吉泰 (豊田理化学研究所)
- 10:10 - 10:40 O-08 磁気熱量測定による有機三角格子磁性体における量子スピン液体の研究
磯野 貴之 (理化学研究所 加藤礼三分子物性研究室)
- 10:40 - 11:10 O-09 Room-temperature single photon emission from carbon nanotubes
石井 晃博 (理化学研究所 加藤ナノ量子フォトンクス研究室)
- 11:10 - 11:30 Coffee break
- Chair - 上野 秀樹
- 11:30 - 12:10 O-10 重いクォークを探針としてバリオン内部のクォークの動きを探る
野海 博之 (大阪大学 核物理研究センター)
- 12:10 - 12:40 O-11 K 中間子原子核探索実験の現状、及び、今後の展開
佐久間 史典 (理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 中間子研究室)
- 12:40 - 13:30 Lunch
- Chair - 田原 太平
- 13:30 - 14:10 O-12 センサと制御ネットワーク機能の「生まれ方」
梅野 太輔 (千葉大学大学院工学研究院)
- 14:10 - 14:40 O-13 Laminar flow dendritic amplification-assisted microRNA detection
on a power-free microfluidic chip
金 栄鎮 (理化学研究所 前田バイオ工学研究室)
- 14:40 - 15:10 O-14 ヒトの鉄吸収機構を原子・分子 $\leftrightarrow$ 細胞・組織の階層で相互に理解する
澤井 仁美 (兵庫県立大学 大学院生命理学研究科)
- 15:10 - 15:20 おわりに

Poster session (5/11 night)

- P-01 Studying Negative Ions in Cryogenic Electrostatic Ion Storage Rings
Kiattichart Chartkunchand (Atomic, Molecular, and Optical Physics Laboratory)
- P-02 枯渇効果で見る DNA ナノ粒子の分散安定性
藤田 雅弘 (理化学研究所 前田バイオ工学研究室)
- P-03 先端増強ラマン分光法による極限的空間分解能への挑戦
早澤 紀彦 (理化学研究所 Kim 表面界面科学研究室)
- P-04 STM を用いた分子系エネルギーダイナミクスの研究
今田 裕 (理化学研究所 Kim 表面界面科学研究室)
- P-05 ニュートリノ質量分光へ向けた 3 光子放出過程の増幅実験
今村 慧 (岡山大学 異分野基礎科学研究所 量子宇宙研究コア)
- P-06 エレクトロスプレー・冷却イオントラップ法による
K⁺イオンチャンネル部分ペプチド・アルカリ金属イオン錯体の赤外分光
石内 俊一 (東京工業大学化学生命科学研究所)
- P-07 ミュオン水素原子の精密レーザー分光による陽子半径の測定
神田 聡太郎 (理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 中間子研究室)
- P-08 核破砕反応を用いた高スピンアイソマーの生成
川田 敬太 (理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 核分光研究室)
- P-09 単一分子プラズモン誘起化学反応の実空間・実時間観測
数間 恵弥子 (理化学研究所 Kim 表面界面科学研究室)
- P-10 アト秒精度で制御されたパルス対によるフーリエ変換 2 次元電子分光
倉持 光 (理化学研究所 田原分子分光研究室)
- P-11 波長領域における空気モードナノビーム共振器と単一カーボンナノチューブの光結合の制御
町屋 秀憲 (理化学研究所 加藤ナノ量子フォトンクス研究室)
- P-12 λ -(STF)2GaCl₄ の圧力下超伝導相と隣接する常磁性相の磁氣的性質
南館 孝亮 (理化学研究所 加藤分子物性研究室)
- P-13 スピン偏極 ²³Ne を用いた ZnO 単結晶電場勾配測定
西畑 洸希 (理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 核分光研究室)
- P-14 ミリ波を用いた電子スピン共鳴/サイクロトロン共鳴装置の開発
大島 勇吾 (理化学研究所 加藤分子物性研究室)
- P-15 同位体プログラミングによる単層カーボンナノチューブの成長過程追跡
大塚 慶吾 (理化学研究所 量子オプトエレクトロニクス研究チーム)

- P-16 ユーグレナの青色光忌避応答のシグナルパス
尾笹 一成 (理化学研究所 前田バイオ工学研究室)
- P-17 能動帰還型核スピンメーザーを用いたスピン歳差周波数測定における誤差とその低減
佐藤 智哉 (理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 核分光研究室)
- P-18 入射核破碎反応で得られる不安定核ビームに対するコリニアレーザー分光装置の開発
田島 美典 (理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 核分光研究室)
- P-19 RF トラップの原理を応用した超低速不安定核ビーム生成装置の開発
高峰 愛子 (理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 核分光研究室)
- P-20 Ne 二量体の二光子吸収二電子励起による原子間クーロン緩和過程の時間分解測定
高梨 司 (理化学研究所 田原分子分光研究室)
- P-21 DNA 修飾ナノ粒子集合体の会合操作
宝田 徹 (理化学研究所 前田バイオ工学研究室)
- P-22 時間分解可視・赤外吸収分光を用いた一酸化窒素還元酵素が触媒する NO 還元反応の直接観測
武田 英恵 (兵庫県立大学大学院 生命科学研究科 生命科学専攻)
- P-23 Molecular screening effects on trion binding energies and electronic band gaps
in air-suspended carbon nanotubes
田中 駿介 (理化学研究所 加藤ナノ量子フォトンクス研究室)
- P-24 トリフェニルアミン骨格を持つ混合原子価分子の電荷/スピン移動
上辺 将士 (理化学研究所 加藤分子物性研究室)
- P-25 超流動ヘリウム中 In 原子の偏極生成に向けたパルス Ti:Sa レーザーの開発
矢田 智昭 (法政大学大学院 理工学研究科)
- P-26 QM/MM 法に基づく生体分子の非調和振動解析
八木 清 (理化学研究所 杉田理論分子科学研究室)

口頭発表

O-01 田中 克典

理化学研究所 田中生体機能合成化学研究室

〒351-0198 埼玉県和光市広沢 2-1 物質科学研究棟 N508-1

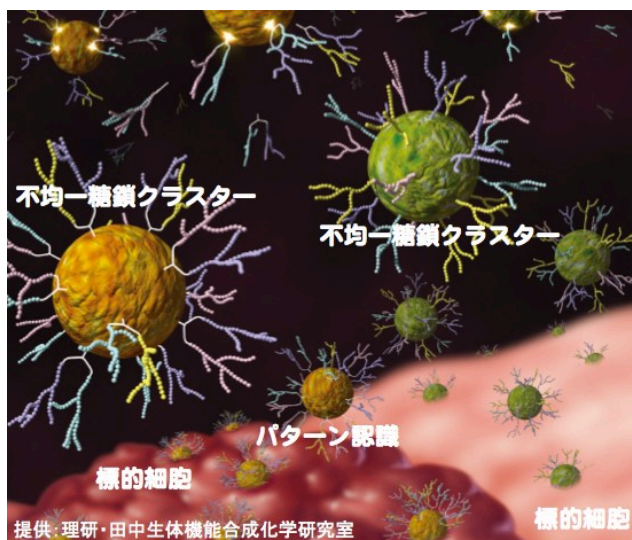
e-mail: kotzenori@riken.jp



2002 年関西学院大学大学院理学研究科化学専攻博士課程修了、同年コロンビア大学化学科博士研究員、2005 年大阪大学大学院理学研究科・助手、助教を経て、2012 年より現職（2012 年埼玉大学大学院理工学研究科・連携教授（兼任）、2014 年ロシアカザン大学化学科・教授（兼任）、2014 年 JST さきがけ・研究者（兼任）、2017 年理研-マックスプランク連携研究センター・グループリーダー（兼任）、2017 年理研産業連携本部・イノベーション推進センター・糖鎖ターゲティング研究室・副チームリーダー（兼任））。

糖鎖の不均一性による生体内パターン認識

グルコースやガラクトース、あるいはマンノースなどの単糖が繋がって糖鎖（まさに糖の鎖である）となる。この繋がり方によって、いろいろな形の糖鎖分子ができる。生体を作る糖鎖の「ライブラリー」である。発表者は、この糖鎖分子が単独ではあまり顕著な活性を示したり、強い相互作用があるとは考えていない。生体内では、これら様々な糖鎖分子がさらに寄り集まってクラスターを形成する（図参照）。この糖鎖クラスターの形成により、さらに生体の「ライブラリー」の数が増大する。糖鎖の組み合わせによって、そのクラスターの数は一天文学的な数となる。発表者は、この天文学的な数の糖鎖クラスターによって、生体内に存在する、これまた天文学的な数の生体分子を選択的に認識していると考えている。不均一性が生体の高度な認識を担っていると考えます。



この概念は、生物学や糖鎖科学の分野で提唱されていたものの、誰も証明できていなかった。発表者は独自の化学手法により、位置や構造を厳密に制御した不均一な糖鎖クラスターを合成することに成功し、世界で初めて糖鎖の不均一性によるパターン認識機構を実験的に証明した。本発表では、報告者らの最近の成果を報告するとともに、このパターン認識を活用した動物内での合成化学やその臨床展開について紹介する。

参考文献

(1) Sci. Rep., 6, 21797 (2016); (2) Adv. Sci., 1700147 (2017); (3) Angew. Chem. Int. Ed., 56, 3579-3584 (2017); (4) Adv. Sci., 4, 1600394 (2017); (5) ChemCommun, (2018).

O-02 横田 泰之

理化学研究所 Kim 表面界面科学研究室

e-mail: yyokota@riken.jp

2007 年 東京工業大学 大学院理工学研究科化学専攻修了 博士(理学)

2007 年 理化学研究所川合表面界面化学研究室 基礎科学特別研究員

2009 年 大阪大学 大学院基礎工学研究科 物質創成専攻 助教

2015 年 理化学研究所 Kim 表面界面科学研究室 研究員



電気化学界面の微視的理解に向けた In situ 及び Ex situ 手法の開発

200 年以上前に水の電気分解が報告されて以来(Fig. 1(a))、溶液と電極の界面で起こる電気化学反応に関する基礎及び応用研究が行われてきた。特に近年では、蓄電池等の電気化学デバイスの開発が急務となっており、デバイス性能を決定する電気二重層の詳細を原子・分子スケールで評価できる手法の開発が望まれている(Fig. 1(b))。電気化学の分野では、1980 年代の後半から電気化学 STM (溶液中に直接探針を挿入して電極表面をスキャンすることで原子分解能観察できる顕微鏡)を用いた電極や吸着種の構造解析が盛んに行われ、現在では最も強力な In situ (その場) 計測手法の一つと考えられている。しかしながら、電気化学環境下では電解質溶液の存在によって測定に様々な制限がかかるため、界面における反応生成物の識別や電子状態の評価を行うことは困難である。そこで我々は、電気化学 STM と近接場分光を組み合わせた In situ 計測システム(電気化学探針増強ラマン分光(EC-TERS))、及び電気化学セルと超高真空機器を組み合わせた Ex situ 計測システムの開発を行っている(Fig. 2)。発表では、それぞれの計測システムの意義と開発の現状について議論を行う。

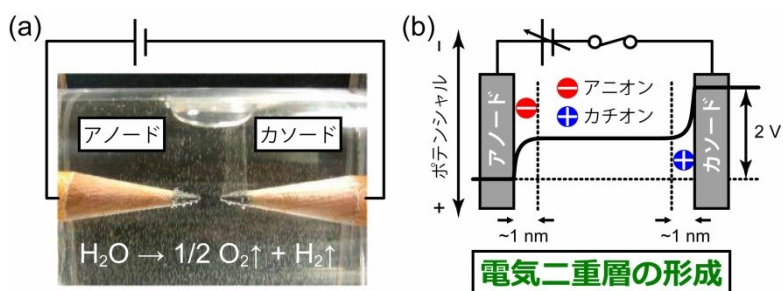


Fig. 1. (a) 電気分解の写真。(b) 電気二重層の模式図。

ること原子分解能観察できる顕微鏡)を用いた電極や吸着種の構造解析が盛んに行われ、現在では最も強力な In situ (その場) 計測手法の一つと考えられている。しかしながら、電気化学環境下では電解質溶液の存在によって測定に様々な制限がかかるため、界面における反応生成物の識別や電子状態の評価を行うことは困難である。そこで我々は、電気化学 STM と近接場分光を組み合わせた In situ 計測システム(電気化学探針増強ラマン分光(EC-TERS))、及び電気化学セルと超高真空機器を組み合わせた Ex situ 計測システムの開発を行っている(Fig. 2)。発表では、それぞれの計測システムの意義と開発の現状について議論を行う。

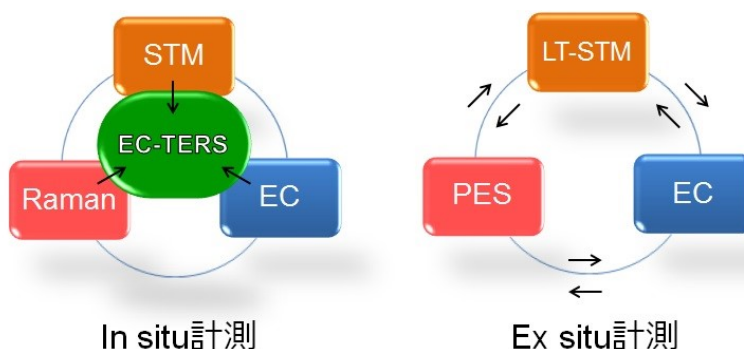


Fig. 2. 開発中の In situ 及び Ex situ 計測法の概念図。
EC: 電気化学、PES: X 線及び紫外光電子分光、LT-STMT: 極低温超高真空 STM。

O-03 石井 邦彦

理化学研究所 田原分子分光研究室

e-mail: kishii@riken.jp



2003 年 東京大学大学院理学系研究科化学専攻博士課程修了

2003 年 理化学研究所田原分子分光研究室協力研究員

2006 年 理化学研究所田原分子分光研究室研究員

2014 年 理化学研究所田原分子分光研究室専任研究員

二次元蛍光寿命相関分光法を用いた生体高分子の構造形成機構の研究

タンパク質・RNAなどの機能性生体高分子の多くは、機能発現に必須な固有の最安定構造（天然構造）をもつ。天然構造はアミノ酸や塩基の配列によって異なり、配列の空間的不均一性が生体高分子の構造と機能の多様性につながっている。また高分子鎖が常温水溶液中で天然構造を形成する過程（折り畳み）は水素結合などの局所的な相互作用と高分子鎖の構造エントロピーの微妙なバランスに支配されており、そこには構造形成の協同性や準安定状態の存在など、多自由度分子系に特有の問題が現れる。一方、生体高分子の構造揺らぎは機能発現や高効率な天然構造形成のために重要な役割を果たすと考えられている。

我々は生体高分子の折り畳み機構を調べるため、二次元蛍光寿命相関分光法（2D-FLCS）¹を用いた研究を進めている。2D-FLCSは蛍光共鳴エネルギー移動（FRET）法を応用して我々が開発した一分子分光計測法であり、蛍光寿命測定と二次元分光法の原理²を取り入れることで、マイクロ秒オーダーの時間分解能で生体高分子の構造不均一性と揺らぎの時間スケールを調べることができる。2D-FLCSを利用してシトクロム *c* の酸変性過程を調べた結果、天然構造と完全変性構造に加えて複数の中間状態が検出され、それらの状態の間の構造変換がマイクロ秒以下からミリ秒以上まで幅広い時間スケールで起こっていることが観測された³。一方2状態的な折り畳みを示すタンパク質として知られる BdpA の場合、天然構造そのものが速い構造揺らぎを示し、環境によりその構造を少しずつ変化させることが分かった⁴。またヘアピン型 RNA の折り畳み速度の温度依存性を DNA と比較した結果では、折り畳み過程におけるエントロピーの寄与に差異が見られ、RNA だけがもつヒドロキシ基が関与する水素結合の効果が現れたものと解釈された⁵。これらの結果は生体高分子という物質階層における相互作用（水素結合、疎水性相互作用等）、励起（常温下での構造揺らぎ）、不均一性（配列の空間的不均一性と構造の時間的不均一性）の役割を例示するものと言えるだろう。

参考文献

- (1) K. Ishii and T. Tahara, *J. Phys. Chem. B* **117**, 11414-11422 & 11423-11432 (2013).
- (2) 石井邦彦・田原太平、*日本物理学会誌* **72**, 854-861 (2017).
- (3) T. Otsu, K. Ishii and T. Tahara, *Nat. Commun.* **6**, 7685 (2015).
- (4) T. Otsu, K. Ishii, et al., *J. Phys. Chem. B* **121**, 5463-5473 (2017).
- (5) C.-H. Cheng, K. Ishii and T. Tahara, manuscript in preparation.

O-04 向山 敬

大阪大学 大学院基礎工学研究科
560-8531 大阪府豊中市待兼山町 1 - 3
e-mail: muka@ee.es.osaka-u.ac.jp



2002 年 東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 博士（工学）
2002 年 マサチューセッツ工科大学 研究員
2004 年 東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 助手
2006 年 ERATO 上田マクロ量子制御プロジェクト グループリーダー
2009 年 電気通信大学 特任准教授
2014 年 電気通信大学 准教授
2017 年 大阪大学 教授

レーザー冷却原子・イオン混合系で探究する極低温物理

中性原子気体やイオンとレーザー光との間の相互作用を利用することにより、マイクロケルビンというオーダーの極低温の原子・イオン集団を生成する技術が確立されました。この技術を用いて 1995 年には中性原子気体系においてボース・アインシュタイン凝縮が実現され、その後も原子系の持つ高い実験自由度を利用したさまざまな量子多体効果の研究や極限的技術への応用を目指した研究が進められています。特に冷却中性原子気体は量子凝縮状態でありながらもその希薄さゆえに原子間相互作用の理論的記述の精度が高く、さらに散乱の共鳴現象を利用することにより原子間相互作用が人為的に可変であることから強相関係から理想気体系にわたる様々な状況を系統的に研究することができるため、凝縮系物理の理解と新しい理論の構築を可能にする様々な研究への応用が期待されています。また原子・イオン系を共振器や物質表面、光ファイバーなどの系を用いて制御する新しい技術も提案されており、現在世界中の研究グループにより量子技術への応用を目指した研究が進められているところです。本講演では私自身が進めている研究の中から、極低温に冷却されたフェルミ原子気体を用いた強相関係や少数粒子多体系に関する研究[1, 2]、極低温原子・イオン混合系を用いた極低温化学反応の研究[3, 4]に関する話題について紹介します。

参考文献

- [1] J. Yoshida et al., Submitted. (arXiv:1709.04160).
- [2] M. Waseem, et al., Phys. Rev. A **96**, 062704 (2017).
- [3] R. Saito et al., Phys. Rev. A **95**, 032709 (2017).
- [4] S. Haze et al., Phys. Rev. Lett. **120**, 043401 (2018).

O-05 久間 晋

理化学研究所 東原子分子物理研究室

e-mail: susumu.kuma@riken.jp

2006 年 京都大学大学院理学研究科化学専攻 博士課程修了

2007 年 University of British Columbia 博士研究員

2010 年 岡山大学極限量子研究コア 助教

2014 年 理化学研究所 東原子分子物理研究室 研究員



超流動ヘリウム液滴中で探る低温分子イオンの物理

超流動ヘリウム中に分子を埋め込みたい、という分子科学の夢は、1990 年代真空中に生成したヘリウム液滴が分子を容易に捕捉し且つその分子が液滴内部に存在する事が明らかになった時に実現された [1,2]。ヘリウム液滴は、数千から数十万のヘリウム原子が凝集したナノサイズの液体ヘリウムの粒である。この発見以降、多種多様な分子（原子を含む）に対してヘリウム液滴が応用され、主に電波から赤外・可視・紫外領域に渡る光を用いた分光により、低温分子系の新たな性質やヘリウム液滴そのものの物性が次々と見出されてきた。

超流動ヘリウム液滴を分子物理の研究に利用する際の最大の特徴は、分子の内部自由度が液滴温度の 0.4 K まで冷却されること、およびヘリウムとの相互作用（ファン・デル・ワールス力に起因）が微弱であるため分子そのものの性質が保たれることである。分子やそのイオンが持つ、原子核の変位による振動や空間等方性に起因する回転自由度は、他の方法では 1 K 以下まで冷却するのが容易ではないが、ヘリウム液滴中では捕捉後瞬く間に液滴温度まで冷却される。また液体ヘリウム環境では分子は気相同様のエネルギー構造を保つだけでなく、分子回転運動とヘリウムの集団運動が結合することにより、液滴そのものの微視的スケールでの超流動性を探索する新たなプローブともなる。

我々は、このヘリウム液滴と理研の極低温静電型蓄積リング RICE を組み合わせ、これまでにない液滴捕捉分子イオンの長時間に渡るダイナミクスの探索を進めている。分子イオンを捕捉したヘリウム液滴は静電場により並進運動制御が可能となるため、通常の観測時間ミリ秒を大幅に超えたヘリウム液滴中分子の追跡が実現される。それと同時にヘリウム液滴の物性が変化していくさまを捉えることで、極低温下のナノ量子系ダイナミクスを探る事が出来る。講演ではミクロンサイズ液滴の生成[3]など、最新の研究の進展を交え報告する。

参考文献

- (1) Goyal, Schutt and Scoles, *Phys. Rev. Lett.* **69**, 933 (1992).
- (2) Hartmann, Miller, Toennies and Vilesov, *Phys. Rev. Lett.* **75**, 1566 (1995).
- (3) Kuma and Azuma, *Cryogenics* **88**, 78 (2017)

O-06 松尾 由賀利

法政大学理工学部

e-mail: yukari.matsuo@hosei.ac.jp

1987 年 東京大学大学院理学系研究科物理学専門課程修了，理学博士

1987 年 ミシガン州立大学化学科博士研究員

1989 年 マックスプランク量子光学研究所博士研究員

1990 年 理化学研究所研究員（1996 年 前任研究員）

2013 年 法政大学理工学部教授



超流動ヘリウム中原子の分光測定による原子間相互作用と原子核構造研究

超流動ヘリウムなどの凝縮相ヘリウムは紫外からラジオ波に至る広い波長域で透明な媒質であり、マトリクス分光環境として特異な性質を持つ。超流動ヘリウム中に原子を導入するとパウリの排他律のため、原子の外殻電子と周囲のヘリウムの電子との反発力により”原子バブル”と呼ばれる空乏領域が生じる（図1）。この場合、真空中と同様に外殻電子の光励起、脱励起過程が起こり、孤立原子としてのレーザー分光が可能になる。

この状態にある原子は、周囲のヘリウム原子との相互作用が原因で、真空中と比べて励起線幅は大きく広がり（数 nm 程度）、さらに著しく短波長側へシフトする（数～数十 nm 程度）。一方、発光波長のシフトは真空中と比べて 2-3 nm 程度にとどまるので、原子種の同定が可能である。これらの特徴は精密分光測定には不向きに見えるが、我々のグループでは光ポンピングによる電子スピン偏極法と、レーザー・マイクロ波二重共鳴法を組合せることで、Cs 原子の副準位である超微細構造準位間隔を 6 桁の精度で求めることに成功している[1]。さらに超微細構造は核電磁モーメントの情報を持っていることから、この技術をビームラインからの高速度の Rb ビーム閉じ込めと”その場”分光に適用することで、原子核構造研究に応用できることを示した[2]。

この系は見方を転じれば、電子の振舞いをプローブとして、原子と周囲のヘリウムとの相互作用、および、電子と原子核の相互作用を低温環境下で観測可能な系である。光励起直後、ピコ秒オーダーの時間をかけて原子バブルが変形すると考えられており、励起波長と発光波長の違いをもたらすものであるが、この現象を超高速分光により直接観測することで、超流動ヘリウムのダイナミクス解明が期待される。

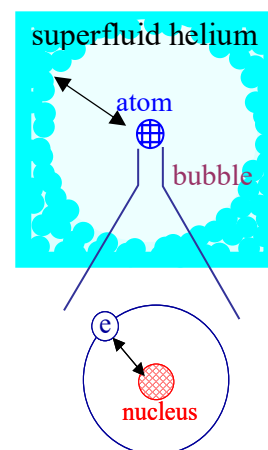


図 1

参考文献

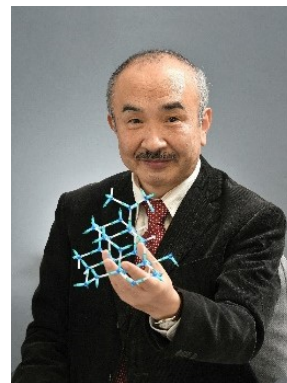
- (1) K. Imamura *et al.*, *Hyperfine Int.* **230**, 73 (2015)
- (2) X. F. Yang *et al.*, *Phys. Rev. A* **90**, 052516 (2014)

O-07 松本 吉泰

豊田理化学研究所

〒480-1192 愛知県長久手市横道 41 番地の 1

e-mail: marioym09@gmail.com



1975 年京都大学工学部工業化学専攻卒業、1977 年同大学院修士課程修了、1981 年東京大学大学院工学系研究科修了。工学博士（東京大学）。ピッツバーグ大学・博士研究員、理化学研究所・研究員、分子科学研究所・助教授、総合研究大学院大学・教授、分子科学研究所・教授を経て、2007 年から京都大学大学院理学研究科化学専攻分子分光分科・教授。2018 年より現職。

氷における水分子の配向秩序と表面での構造乱れ

氷結晶中では水分子の酸素原子が規則正しく配列しているが、水素原子の配列、すなわち水分子の配向は無秩序であるため、氷結晶は巨視的には正負の偏りがない常誘電状態にあることは古くからよく知られている。一方、分子配向が揃った強誘電性の氷結晶は常誘電氷結晶より熱力学的には安定であるものの、大きな速度論的障壁のために常誘電氷結晶から強誘電氷結晶の作製は極めて困難である。しかし、氷とは異なる固体物質を基板として空間異方性を導入すると基板の原子と水分子の相互作用によって特殊な水素結合ネットワークが基板・結晶氷界面において形成され強誘電性氷結晶を成長させることができる可能性がある。しかし、水素結合ネットワーク中の水素原子の配置の仕方を高感度に直接観測する実験手法が無かったため、この可能性の検証は長年にわたって困難であった。

本講演では、二次の非線形光学現象を利用した和周波発生法にヘテロダイン検出法を組み合わせることで、白金結晶表面の直上の水分子が水素原子を白金原子に向けて配列する（H-down 構造）こと、また、その上に結晶成長させた氷薄膜が H-down の配向を持った強誘電状態にあることを示す。さらに、この強誘電秩序は昇温に際して 175 K まで保持され、通常の結晶氷における 72 K の強誘電ー常誘電転移温度よりも約 2 倍以上もの高温でも熱力学的な安定状態として存在しうることを示す [1]。

一方、一般に固体結晶と真空との界面（結晶表面）では、結晶表面法線方向の周期構造が失われるため、表面近傍ではバルク固体結晶中とは異なる構造、すなわち表面緩和が起きることが知られている。氷表面も例外ではないが、その表面緩和の詳細は不明であった。そこで、本講演では、表面に敏感な和周波発生分光を適用し、その結果を分子動力学計算により解釈することにより、特に表面第一層にある水分子における構造乱れについて議論する [2]。

参考文献

- [1] T. Sugimoto, N. Aiga, Y. Otsuki, K. Watanabe, and Y. Matsumoto, *Nature Physics* 12, 1063 (2016).
- [2] Y. Otsuki, T. Sugimoto, T. Ishiyama, A. Morita, K. Watanabe, and Y. Matsumoto, *Phys. Rev. B* 96, 115405 (2017).

O-08 磯野 貴之

理化学研究所 加藤分子物性研究室

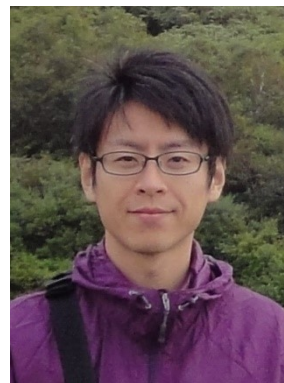
e-mail: takayuki.isono@riken.jp

2011 年 東京工業大学大学院理工学研究科物性物理学専攻修了

2011 年 東京大学物性研究所特任研究員

2013 年 物質・材料研究機構 NIMS ポスドク研究員

2016 年 理化学研究所 特別研究員



磁気熱量測定による有機三角格子磁性体における量子スピン液体の研究

一般的に、系は低温で自発的に対称性を破って秩序化する。磁性体の場合、磁性を担う電子スピンの間に働く交換相互作用によって、充分低温ではスピンの回転対称性を破って整列した磁気秩序状態となる。ところが近年、強い量子揺らぎによって、ゼロケルビンまで磁気秩序が抑制された「量子スピン液体」と呼ばれる磁性体の新奇的な状態が、凝縮系物理・物質科学の分野で注目されている。理論的には、1973 年の P. W. Anderson による Resonating Valence bond 状態に始まり、現在では多くの量子スピン液体のモデルが提案されている [1,2]。一方で、その実験的探索は現在でも困難な研究課題であり続けているが、2003 年以降、交換相互作用を同時に満足できない競合関係（スピンプラストラーション）を有する格子系（三角格子、カゴメ格子など）において幾つかの候補物質が発見されてきている [2]。

それらの物質では、極低温まで磁気転移を示さずに、多くのスピンエントロピーが保たれた状態が実現していると予想される。したがって、熱力学的相転移の有無を判断でき、尚且つエントロピー(S)の定量が可能な比熱($C = TdS/dT$, 温度 T)の測定は、量子スピン液体研究における強力な実験手段の一つとなる。また、比熱ほど知られていないが、磁気熱量効果($\Delta T \sim -dS/dH$, 磁場 H)もエントロピーに直結する。比熱が系のあらゆる自由度を観測する一方で、磁気熱量効果は、通常、格子系の影響を受けずにスピン系の情報のみを選択的に取り出すことができるという特徴を有する。我々は最近、量子スピン液体的振る舞いを示す有機三角格子磁性体の比熱および磁気熱量効果の測定を進めている。その中において、二つの測定を比較することによって、極低温で電子スピン系と格子系の相互作用が弱くなる、という量子スピン液体の新たな性質を発見した [3]。当日は、比熱および磁気熱量効果の実験手法や、有機三角格子磁性体の測定結果を紹介する。

参考文献

[1] P. W. Anderson, Mat. Res. Bull. **8** 153 (1973).

[2] L. Balents, Nature **464** 199 (2010).

[3] T. Isono et al., Nat. Commun. in press.

O-09 石井 晃博

理化学研究所 加藤ナノ量子フォトニクス研究室

e-mail: akihiro.ishii@riken.jp



2017 年 東京大学大学院 工学系研究科 電気系工学専攻 博士取得

2017 年～ 理化学研究所 特別研究員

Room-temperature single photon emission from carbon nanotubes

Single-walled carbon nanotubes are a promising material as quantum light sources at room temperature and as nanoscale light sources for integrated photonic circuits on silicon. Here we discuss the use of carbon nanotubes as room-temperature single photon emitters from two different approaches. The first is where efficient exciton-exciton annihilation process [1] is used to reduce the number of mobile excitons. We investigate photon statistics in as-grown individual air-suspended carbon nanotubes and perform theoretical analysis to show that diffusion-driven annihilation of mobile excitons can produce high-purity single photons [2]. In the second approach where exciton trapping sites are created to localize excitons [3], we demonstrate integration of carbon nanotube dopant states to silicon photonic crystal microcavities [4]. The coupling of the dopant emission to the microcavity results in an increase of photoluminescence by a factor of ~ 100 , corresponding to a single-photon emission rate of 1.7×10^7 Hz which is the highest reported for room-temperature operation of nanotube single photon sources. Our results show that both diffusive (1D) and localized (0D) excitons in carbon nanotubes can produce high quality single photons at room temperature, opening up a pathway to quantum light sources with additional functionality and flexibility.

参考文献

- [1] A. Ishii, M. Yoshida, Y. K. Kato, Phys. Rev. B **91**, 125427 (2015).
- [2] A. Ishii, T. Uda, Y. K. Kato, Phys. Rev. Appl. **8**, 054039 (2017).
- [3] X. He, N. F. Hartmann, X. Ma, Y. Kim, R. Ihly, J. L. Blackburn, W. Gao, J. Kono, Y. Yomogida, A. Hirano, T. Tanaka, H. Kataura, H. Htoon, S. K. Doorn, Nature Photonics **11**, 577 (2017).
- [4] A. Ishii, X. He, N. F. Hartmann, H. Machiya, H. Htoon, S. K. Doorn, Y. K. Kato, arXiv:1803.08628

O-10 野海 博之

大阪大学核物理研究センター

高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所

e-mail: noumi@rcnp.osaka-u.ac.jp



2007 年 9 月～ 大阪大学核物理研究センター 教授

2016 年 10 月～ 高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所 特別教授

重いクォークを探針としてバリオン内部のクォークの動きを探る

宇宙開闢 1 万分の 1 秒後、宇宙の膨張と冷却に伴い、それまで空間に満ちていたクォークが凝集して、陽子や中性子（総称して、核子）が形成されました。核子の形成は、その後、（軽い）原子核の形成、原子の形成と続く、宇宙の物質形成進化の始まりと言えます。

今日、核子はハドロンと呼ばれる粒子群の 1 つであることが知られています。ハドロンは核子のように 3 つのクォークからなるバリオンと、核子間に働く力（核力）を媒介する粒子として湯川が予言した π 中間子のようにクォークと反クォークからなるメソンとに大別され、多数のハドロンが発見されています。では、これらのハドロンはクォークからどのように組み立てられているのでしょうか。ハドロンのスピンやクォークは文字通り「強い力」でハドロンに閉じ込められており、単独で取り出せません。したがって、複合粒子であるハドロンの内部を知るためには、その励起状態の振る舞いを調べるのが有力な手段となります。ゲルマンの提唱したクォーク模型は、ハドロンの記述に大きな成功を収めました。励起状態においては必ずしもうまく記述できていません。クォークの運動は量子色力学（QCD）によって規定されます。QCD の基本方程式は知られているので、方程式を解いてハドロンを記述できそうなものです。ところが、低エネルギーになるほどクォーク間の結合が強くなり、方程式は、非摂動的振る舞いとなって解くことが極めて困難になります。今日では、格子 QCD と呼ばれる数値実験によって基底状態のハドロンの質量を再現することが可能になりつつあるものの、励起状態については未だに困難です。ハドロンの励起構造をきちんと記述することは、ハドロンの成り立ちを解明する重要なカギとなります。

我々は、核子を構成するクォークのうちの 1 つをほかの 2 つより圧倒的に重いチャームクォークに置き換えたチャームバリオンの励起状態に注目しました。チャームバリオンでは、重いチャームクォークと残りの軽い 2 つのクォークが運動学的によく分離されることを見出しました。とくに、バリオン内部の 2 クォークの運動（ダイクォーク相関）は、チャームバリオンの励起エネルギー準位のみならず生成断面積や崩壊様式に反映されます。チャームバリオンの生成は容易ではありませんが、我々は、J-PARC の高エネルギーハドロンビームを用いた実験を提案し、その装置を準備しています。

O-11 佐久間 史典

理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 中間子研究室

e-mail: sakuma@ribf.riken.jp



2007 年 京都大学 大学院理学研究科 博士号取得

2007 年 理化学研究所 岩崎先端中間子研究室 基礎科学特別研究員

2009 年 理化学研究所 岩崎先端中間子研究室 研究員

2012 年 理化学研究所 岩崎先端中間子研究室 専任研究員

K 中間子原子核探索実験の現状、及び、今後の展開

我々の世界を形作る全ての物質は、クォークやレプトン、ゲージボソンを最小の単位としてその複合体で構成される。今日知られている数百種類に及ぶ全ての原子核はクォーク 3 つで構成される核子(陽子や中性子)から出来ており、クォーク 2 つで構成される中間子の 1 つである π 中間子がこれら核子を糊のように繋いで原子核を安定な状態にしている。このように原子核中で重要な働きをする中間子のうち、K 中間子は π 中間子-核子間に働く核力(強い相互作用)よりもさらに強い引力で核子と相互作用することが近年明らかになった。この K 中間子と原子核が束縛状態として存在すると、「原子核密度の数倍にも及ぶ非常に密度の高い状態になっている」と予想されており[1]、中性子星内部構造の解明に向けた布石となることが期待される。

このような束縛状態(K 中間子原子核)の存在を実験的に確かなものにするべく、我々は K 中間子原子核の一番基本的なシステムである“K-pp”束縛状態の探索を行ってきた。1GeV/c K- $+3\text{He} \rightarrow$ “K-pp”+n 反応検出に特化したスペクトロメーターを 2007 年より J-PARC ハドロンホールに建設し[2]、2013 年と 2015 年にデータ取得を行った。このデータ解析の結果、我々は 50MeV 程度の束縛エネルギーを持つ“K-pp”束縛状態と考えられるシグナルを発見した[3,4,他投稿論文準備中]。この束縛状態の存在が確立すれば、湯川博士が中間子を予言して以来初めて中間子-原子核束縛系が同定される事となる。

本講演では、現在までの解析で K 中間子原子核について明らかになった事を紹介し、今後の課題と展開について議論する。

参考文献

- (1) Y. Akaishi and T. Yamazaki, Phys. Rev. C 65, 044005 (2002).
- (2) K. Agari et al., Prog. Theor. Exp. Phys. 02B011 (2012).
- (3) T. Hashimoto et al., Prog. Theor. Exp. Phys. 061D01 (2015).
- (4) Y. Sada et al., Prog. Theor. Exp. Phys. 051D01 (2016).

O-12 梅野 太輔

千葉大学大学院工学研究院

e-mail: umeno@faculty.chiba-u.jp

1998 年 九州大学大学院工学研究院 博士課程修了

1999 年 カリフォルニア工科大学 博士研究員

2003 年 ワシントン大学医学部 シニアフェロー

2005 年 現職



センサと制御ネットワーク機能の「生まれ方」

細胞（生命）は紛れもなく分子の集積体であり、すべての生命現象は、物理化学的現象として理解可能である（そうでなければ困る）。実際、生命現象の構造的、メカニズム的理解は、驚異的なスピードで深化している。しかし一方で、これらの分子装置・メカニズムがいかにして生まれたのか、なぜそのような形態をとるのか、その「なれそめ」についての好奇心は、分子系統学だけでは到底満たされ得ないものである。今日の生命が保有する精緻な分子部品（生体高分子）やその集積体（デバイス）はすべて、ダーウィンプロセス（ランダムな多様化と淘汰）によって生まれたとされるが、一見複雑すぎるこれらが、奇跡（ありえないほど稀有な幸運）なくして、どのように生まれ発展し得たのだろうか。

たとえば細胞は、細胞内外の多くの分子情報を同時に感知し、それらを統合し・判断し、適切な応答を返すことができる。これら情報処理ネットワークの第 1 層をなすのは、各種レセプタや誘導型転写因子など、「センサ」と呼ばれるタンパク質たちである。現在の生物に見るセンサタンパク質の多くは、標的分子との結合をトリガーとした、読み出し可能な構造変化によって、情報伝達を実現している。この精巧な「アロステリシティ」の精巧なデザイン・建設は、今日のタンパク質工学者にとって大きな挑戦である。そしてその設計学は、まだものづくりの手が拙かった頃の原始生命体にとっても、頭を抱える難問であったろう。また、たとえ分子スイッチが奇跡的に生まれ得たとしても、それらが歩止まりよく統合し、複雑な「判断回路」をなしてゆくためには、奇跡以外のどんなメカニズムが必要だったのだろう。

私たちは、遺伝子発現調節システムを対象とした、スループットの高い実験室内進化実験系を開発し、センサや誘導系の開発・改良研究を重ねて来た。様々な遺伝子スイッチに対して機能進化実験を行ううちに、多くのモチーフにおいて、ランダムプールの中に、驚くべき高い頻度（～20%）で、センサ機能の向上が起こることを繰り返し観察した。本講演では、この興味深い観察事実をもとに、生命進化の黎明期にも簡単に生まれ発展しえたであろう、情報処理装置の創発原理を提案したい。また、この工法で得られるセンサ素子を複数使うことによって、人工の多入力・他出力型の制御ネットワーク回路の建設ペースが圧倒的に高速化できること、またその堅牢性とポータビリティを飛躍的に向上できることを、実例をもってお示ししたい。

O-13 Young-Jin Kim

理化学研究所 前田バイオ工学研究室

e-mail: young-jin.kim@riken.jp

～2013 年：筑波大学大学院物質・材料工学専攻（博士）

～2015 年：東京大学、JSPS 外国人特別研究員

～2018 年：理化学研究所、特別研究員

～現在：理化学研究所、基礎特別研究員



Laminar flow dendritic amplification-assisted microRNA detection on a power-free microfluidic chip

Isolation and separation of cancer cells or RNAs in a peripheral blood sample are clinically important for development of cancer diagnosis systems. Especially, circulating microRNAs (miRNAs), which are non-coding RNAs as a cancer marker, have been identified and attracted much attention because of their key role in cancer metabolism. One of the major challenges in field of miRNA detection is development of a robust diagnosis tool using patients' biofluid with high accuracy, sensitivity and short analysis time. Here, we suggest a power-free microfluidic chip as a new class of miRNA detection tool that requires no power source for flow generation. The miRNA detection is carried out on the chip with laminar flow-assisted dendritic amplification (LFDA) on the capture probe-DNA (CP-DNA) immobilized area on glass surface (Figure). Using this method, we demonstrated a capability of the power-free microfluidic chip to accurately detect the miRNAs from human sample within 20 minutes.

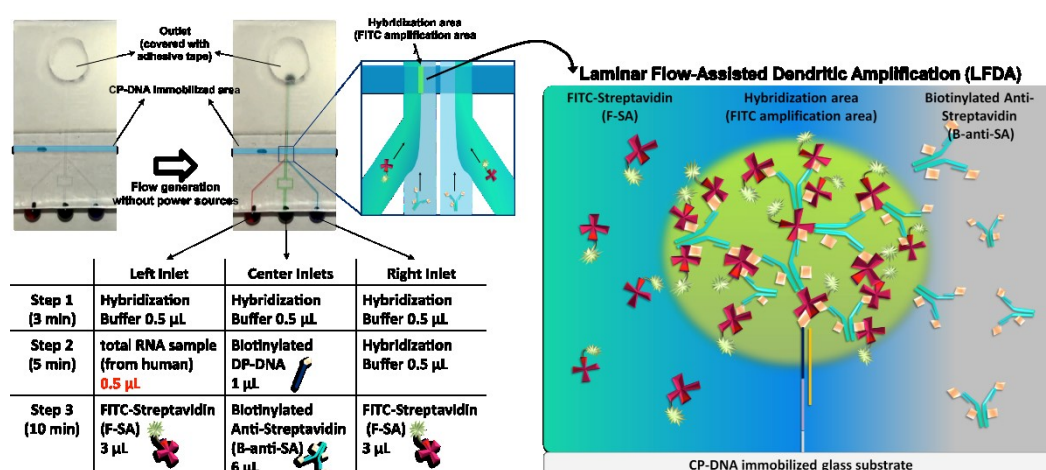


Figure. Photos for a power-free chip and schematic illustrations of chip-based miRNA detection with LFDA.

References

- (1) K. Hosokawa, K. Sato, N. Ichikawa and M. Maeda, Lab Chip, 2004, 4, 181
- (2) K. Hosokawa and M. Maeda, Lab Chip, 2009, 9, 464
- (3) H. Arata, H. Komatsu, K. Hosokawa and M. Maeda, PLoS One, 2012, 7, e48329

O-14 澤井 仁美

兵庫県立大学 大学院生命理学研究科 細胞制御学Ⅱ

e-mail: sawai@sci.u-hyogo.ac.jp



2006 年 姫路工業大学 (現 兵庫県立大学) 大学院理学研究科
生命科学専攻博士後期課程修了

2006 年 分子科学研究所 IMS フェロー

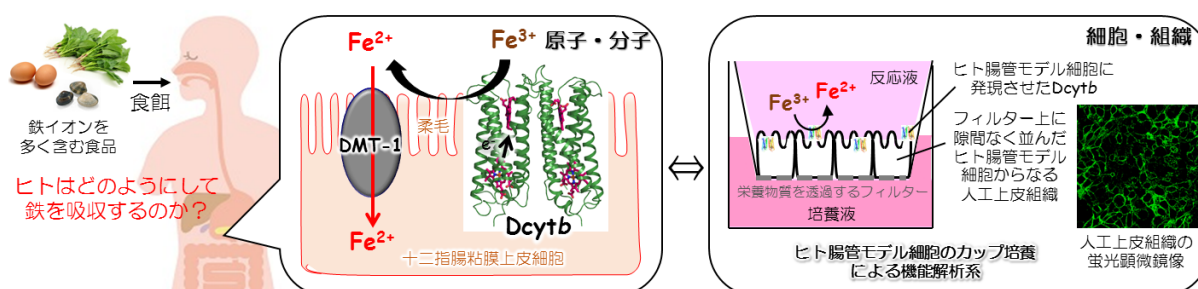
2007 年 日本学術振興会 特別研究員

2010 年 岡崎統合バイオサイエンスセンター 特任助教

2013 年 兵庫県立大学大学院生命理学研究科 助教

ヒトの鉄吸収機構を原子・分子 ⇔ 細胞・組織の階層で相互に理解する

「鉄」はすべての生物に必須の遷移金属元素である。私たちヒトの健康維持に「鉄」が必要であることは、古代ギリシャ時代に“医学の父ヒポクラテス”が「鉄は貧血の薬になる」と唱えていたように、大昔から知られていた。しかし、現代になっても、鉄代謝機構が厳密に理解されていないため、鉄栄養素の効率的で無害な摂取方法や鉄代謝に関わる疾病の確実な治療法は不明である。ヒトは、鉄源（鉄イオン、ヘム鉄など）を十二指腸の柔毛を形成する粘膜上皮細胞で吸収する。ヒトなどの哺乳類には、鉄の積極的な排出経路がないため、鉄イオンの吸収調節が生体内鉄濃度の恒常性維持に最も重要なステップとなる。食物を消化して獲得した鉄イオンは、粘膜上皮細胞膜上に局在する膜貫通型鉄還元酵素 *Dcytb* によって Fe^{3+} から Fe^{2+} に還元された後、2 価金属トランスポーター *DMT-1* により細胞中に取り込まれる。これらの膜タンパク質の機能不全により鉄代謝のバランスが崩れると、鉄欠乏あるいは鉄過剰になり生命維持に危険をもたらすため、これらの膜タンパク質の機能制御機構を詳細に理解することは重要である。本研究では、ヒトの鉄吸収機構に関わる膜タンパク質としては初めて X 線結晶構造解析に成功し、2.6 Å 分解能で金属イオン結合型 *Dcytb* の分子構造を決定した。さらに、この分子構造を基盤とし、ヒト腸管モデル細胞から構築した人工上皮組織を用いた機能解析により、ヒトの鉄吸収機構を原子・分子のみならず細胞・組織の階層で相互に解明することを目的として研究を展開している。本発表では、膜タンパク質の分子構造から得られた知見を細胞や組織に再展開することで初めて明らかにした情報も含めて紹介する。



ポスター発表

P-01 Kiattichart Chartkunchand

RIKEN Atomic, Molecular, and Optical Physics Laboratory
e-mail: kiattichart.chartkunchand@riken.jp

2015 Ph.D. in Physics, University of Nevada, Reno, USA

2015 Postdoctoral Researcher, Stockholm University,
Stockholm, Sweden

2018 Postdoctoral Researcher, RIKEN, Tokyo, Japan



Studying Negative Ions in Cryogenic Electrostatic Ion Storage Rings

The recent introduction of cryogenic electrostatic ion storage rings has opened up new possibilities in the study of atomic and molecular species in general, and negative ions in particular. In these experiments, ions are stored at temperatures and vacuum conditions similar to those found in interstellar space, allowing the ions to be stored for tens of minutes and even hours. Such long storage times allow for the study of long-lived metastable states of negative ions, as well as allow for manipulation of negative ion state populations through such techniques as state-selective photodetachment. I will present my work with such studies from my time at the world's first cryogenic storage ring, the Double ElectroStatic Ion Ring ExpEriment (DESIREE) facility at Stockholm University, and how they apply to my planned work with the world's newest cryogenic storage ring, the RIKEN Cryogenic Electrostatic (RICE) ring

P-02 藤田 雅弘

理化学研究所 前田バイオ工学研究室
e-mail: mfujita@riken.jp

2001 年 理研 高分子化学研究室 協力研究員/研究員

2011 年 理研 前田バイオ工学研究室 専任研究員



枯渇効果で見る DNA ナノ粒子の分散安定性

金ナノ粒子表層にオリゴ DNA を密に修飾した粒子 (DNA ナノ粒子) は、DNA 鎖に起因する静電相互作用と立体斥力のエントロピックな効果などにより、極めて安定的に水中で分散できるようになる。しかしながら、DNA 構造の違いに応答してそのコロイド分散安定性は異なることが知られている。コロイド分散安定性の界面特性は DNA 鎖に起因したエントロピー反発の差異によるものと考えられるが、詳細は不明なままである。DNA ナノ粒子間に枯渇剤を加えて引力を誘起すると、安定的に分散している粒子も凝集しうることを見出した。この現象を利用して分散安定性を定量化することが可能となった。また、粒子の凝集構造の枯渇引力依存性を詳細に調べることで、DNA ナノ粒子の界面現象のメカニズムに関する詳細な知見を得ることができた。

P-03 早澤 紀彦

理化学研究所 Kim 表面界面科学研究室
e-mail: hayazawa@riken.jp



2001 年大阪大学大学院工学研究科応用物理学専攻修了・博士（工学）
2001~2002 年 日本学術振興会特別研究員
2002~2004 年 科学技術振興機構ポスドク
2004~2009 年 理化学研究所・研究員
2009~現在 理化学研究所・専任研究員

先端増強ラマン分光法による極限的空間分解能への挑戦

我々の開発した先端増強ラマン分光法(TERS)では、微弱な信号であるラマン散乱光を局所的に増強し検出する。これまでに、波長 633nm の光と金探針を用いて、カーボンナノチューブを 1.7nm の空間分解能で TERS 分光イメージングを可能とし、常温大気中におけるラマン分光の世界記録となっている(Wikipedia の TERS 参照)。本手法を多様な試料に適応させ、分析技術として意味のあるものにするには、さらなる空間分解能の向上と用途にあった多様な環境下への適応が必須となる。現在、常温大気中での開発を土台として、超高真空・極低温環境～常温大気中～ガス環境制御下～液中のそれぞれで装置開発を行っている。今回の報告では、空間分解能向上にむけた開発状況について発表する。最新の成果では、新たに環境制御された常温大気圧下にて 1nm 以下の空間分解能と 10^9 倍の信号増強度が得られつつあり、量子的な効果の観測が実空間で物性情報平均化をすることなく可能になりつつある。

P-04 今田 裕

理化学研究所 Kim 表面界面科学研究室
e-mail: himada@riken.jp



2004 年 ~ 2010 年 東工大 物性物理学専攻 博士課程
2010 年 ~ 2015 年 理研 特別研究員
2015 年 ~ 2017 年 理研 協力研究員
2017 年 ~ 理研 研究員（現職）

STM を用いた分子系エネルギーダイナミクスの研究

分子の励起状態から始まるダイナミックな現象は、発光や光電変換、光合成、光触媒反応などのエネルギー変換“機能”の起源である。分子の励起状態ダイナミクスを調べる方法として用いられるレーザー分光法は、光の回折限界のために空間分解能が低くナノスケールで起こる励起ダイナミクスの空間的な情報は得られていない。

近年我々は、原子レベルの空間分解能をもつ走査トンネル顕微鏡 (STM) のトンネル電流を励起源とした発光分光法 (STM 発光分光法) を開発し、新たな実験技術・理論手法開発からそれらを用いた局所エネルギーダイナミクスの研究に取り組んでいる。発表では、STM 発光分光を応用した単一分子吸収分光法の開発から、その手法を二分子間エネルギー移動の実空間計測に応用した研究を例にして、高い空間分解能をもつ分光計測によって明らかにされつつある分子系エネルギーダイナミクスの新しい一面を紹介する。

P-05 今村 慧

岡山大学 異分野基礎科学研究所 量子宇宙研究コア
e-mail: kimamura@okayama-u.ac.jp

2016 年 明治大学大学院 理工学研究科 博士(理学) 取得
2016~2017 年 明治大学 研究知財戦略機構 研究推進員
2017~年 岡山大学 異分野基礎科学研究所 特別研究員



ニュートリノ質量分光へ向けた

3 光子放出過程の増幅実験

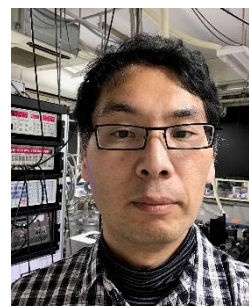
ニュートリノは宇宙に最も豊富に存在しながら、解明の進んでいない素粒子の一つである。近年のニュートリノ振動実験において、ニュートリノが質量を持つことや、その質量二乗差、混合角などが測定されている。しかしながら、ニュートリノの絶対質量、質量階層性、など多くの点が依然として未確定のままである。

これに対し近年、励起原子・分子が光子 1 つとニュートリノ対を放出し脱励起する過程 (RENP, Radiative Emission of Neutrino Pair) を利用したニュートリノ質量分光法が提唱されている。RENP は未確定要素の系統的な測定を可能にするが、宇宙年齢以上の脱励起寿命を持つため何らかの遷移増幅機構が必要となる。そこで我々はレーザーを用いて原子・分子集団に対し巨視的な量子力学的干渉性(マクロコヒーレンス)を付与し、遷移レートを増幅することで RENP の様な稀過程観測を目指している。この様な遷移増幅機構は水素分子の 2 光子放出過程において遷移レートを 10^{18} 増幅することで実験的な実証がなされている。現在、次段階として Xe の準安定状態に着目し RENP 過程と同様に 3 粒子を放出する、3 光子放出過程の増幅実験に着手している。本ポスターでは、実験の詳細と現状について報告する。

P-06 石内 俊一

東京工業大学化学生命科学研究所
e-mail: ishiuchi.s.aa@m.titech.ac.jp

2001 年 総合研究大学院大学 (分子科学研究所) 修了 博士 (理学)
2001 年 慶応義塾大学理工学部特任助手
2003 年 JST さきがけ研究員
2005 年 東京工業大学資源化学研究所助教
2017 年 東京工業大学化学生命科学研究所准教授



エレクトロスプレー・冷却イオントラップ法による K^+ イオンチャンネル部分ペプチド・アルカリ金属イオン錯体の赤外分光

K^+ イオンチャンネル KcsA は K^+ を選択的に透過させる膜タンパク質であり、X 線結晶構造解析により選択フィルターと呼ばれるドメインが K^+ と選択的に結合することが解明された。 K^+ よりイオン半径の小さい Na^+ がなぜイオンチャンネルを透過できないのかは、 Na^+ は選択フィルターと結合するより水和している方が安定であるためと考えられている。しかし、実験的には Na^+ が選択フィルターと結合するとどのような不都合があるのかは分かっていない。本研究では、選択フィルターの部分ペプチドである AcYNHMe の種々のアルカリ金属イオン錯体をエレクトロスプレー法により気相中に生成し、極低温冷却イオントラップ中で異性体選別した赤外スペクトルを測定してその構造を調べた。

P-07 神田 聡太郎

理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 中間子研究室
e-mail: sohtaro.kanda@riken.jp



2017年3月より理化学研究所 基礎科学特別研究員
2017年2月東京大学より博士(理学)取得
2016年4月より2017年2月まで 東京大学 リサーチアシスタント
2014年4月より2016年3月まで 日本学術振興会 特別研究員
2013年4月より2014年3月まで 理化学研究所 JRA

ミュオン水素原子の精密レーザー分光による陽子半径の測定

陽子は物質の基本的な構成要素でありながら、その内部構造は複雑で未だ理解されていない部分が多く残されている。陽子の構造を知るためには電氣的・磁氣的形状因子を調べるのが有効である。近年、異なる二つの手法で決定された陽子の荷電半径が測定の不確かさを大きく超えて食い違っていることが発見された。この問題に対する新たな取り組みとして、陽子の Zemach 半径をミュオン水素原子の基底状態における超微細構造をレーザー分光して決定することを計画している。実験は低温低圧の水素気体標的に負電荷のミュオンビームを照射し、ミュオン水素原子を生成して行う。中赤外レーザーを遷移光源として用い、状態遷移はミュオン崩壊電子の角度異方性によって評価する。

P-08 川田 敬太

理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 核分光研究室
e-mail: keita-kawata@cns.s.u-tokyo.ac.jp



2017年 東京大学大学院修士課程 修了
2017年 東京大学大学院博士課程 入学
2017年 理化学研究所 JRA

核破碎反応を用いた高スピンアイソマーの生成

励起状態や高スピン状態のような極限状態における原子核反応は原子核の構造や超新星爆発や天体内部での元素合成を理解する上で重要である。これまでの基底状態における原子核反応ではなく、励起状態の原子核をビームとして用いた反応を行うことでこれまで調べることができなかった恒星内部や超新星爆発時の原子核の構造や元素合成の過程を調べ理解することができるようになる。また、超変形している励起状態核の核融合反応を用いることによってスピンの限界を知ることできると期待する。一般に原子核の励起状態を維持することは難しいが、特定の核種では高スピン状態でアイソマーと呼ばれる寿命の長い状態が存在するため、ビームとして用いることができる。今回は入射核破碎反応と呼ばれる反応を用い、高スピンアイソマーである $^{52}\text{Fe}(12+)$ のビーム開発状況について報告を行う。

P-09 数間 恵弥子

理化学研究所 Kim 表面界面科学研究室
e-mail: emiko.kazuma@riken.jp



2012 年 3 月 東京大学大学院 工学系研究科応用化学専攻 博士取得
2012 年 4 月～2013 年 3 月 東京大学生産技術研究所 特任研究員
2013 年 4 月～2015 年 3 月 日本学術振興会 特別研究員 SPD
2015 年 4 月～2018 年 3 月 理化学研究所 基礎科学特別研究員
2018 年 4 月～理化学研究所 Kim 表面界面科学研究室 研究員

単一分子プラズモン誘起化学反応の実空間・実時間観測

金属ナノ構造が示す局在表面プラズモン共鳴は、金属表面近傍のナノ領域に光を効率よく集め、強い光電場を生じることから、近接場分光法ならびに物質の光応答を増強する手段として幅広い応用が期待されている。近年、プラズモンが誘起する化学反応(プラズモン誘起化学反応)が報告され、新奇の光触媒反応として注目を集めている。本研究では、走査型トンネル顕微鏡(STM)の探針と金属基板の間のナノギャップに光を照射することで励起できるプラズモンを用いて、ジメチルジスルフィドの単一分子レベルのプラズモン誘起化学反応を実空間・実時間観測することにより反応機構を明らかにした。実空間観測により、プラズモンの電場が強い場所で分子の解離反応が優先的に起こることが示された。さらに、反応効率の入射光エネルギー依存性と反応の実時間観測により、プラズモン誘起化学反応が金属から分子へのホットエレクトロンの移動によるものではなく、分子の非占有状態への直接励起に基づくものであることを明らかにした。

E. Kazuma *et. al*, *Science*, accepted for publication.

P-10 倉持 光

理化学研究所 田原分子分光研究室
e-mail: h.kuramochi@riken.jp



2013 年 東京工業大学大学院 博士後期課程修了
2013 年 理化学研究所 基礎科学特別研究員
2016 年 理化学研究所 超高速分子計測研究チーム 研究員
2018 年 JST さきがけ 研究員 (専任)

アト秒精度で制御されたパルス対によるフーリエ変換 2 次元電子分光

化学反応は単純化された一次元ポテンシャル図を用いてしばしば記述され、反応物から生成物に至るまでの二状態間の遷移として理解される。一方で実際の化学反応において分子が多く自由度からなる多次元ポテンシャル曲面上をどのように伝播し、どのようにして反応生成物が生まれるのかは自明ではなく、これまでその研究は主として理論計算によるものに限られてきた。そこで我々はこうした反応性励起状態ポテンシャル曲面上における波束の伝播過程を可視化するべく、新たな多次元電子分光法、“過渡 2 次元電子分光法”の開発に取り組んでいる。励起状態における核波束の発展過程の違いを反映し得られる過渡 2 次元電子スペクトルはそれに対応した特異的な振る舞いを示すことが予想され、これを解析することで励起状態のポテンシャル曲面上における核波束の伝播過程を理解することが可能になる。今回この手法の検出過程に用いる 2 次元電子分光装置の開発を行ったのでそれについて報告する。

P-11 町屋 秀憲

理化学研究所 加藤ナノ量子フォトニクス研究室
e-mail: hidenori.machiya@riken.jp

2017 年- 東京大学工学系研究科電気系工学専攻博士課程
2017 年- 大学院生リサーチアソシエイト



波長領域における空気モードナノビーム共振器と 単一カーボンナノチューブの光結合の制御

We design high quality factor air-mode nanobeam cavities by finite-difference time-domain simulations, and utilize the cavities to enhance the emission of air-suspended carbon nanotubes [1]. The cavities are fabricated from silicon-on-insulator wafers, and nanotubes are synthesized over the cavities by chemical vapor deposition. Photoluminescence spectroscopy is performed on the devices, where we observe optical coupling when the nanotube emission energy is close to the cavity resonance. Taking advantage of laser-heating-induced blueshifts of the nanotube emission, we can reduce the detunings [2]. We derive and numerically calculate the generalized expression for the spectral overlap, and good correlation to the enhancement factors is obtained.

[1] R. Miura, S. Imamura, R. Ohta, A. Ishii, X. Liu, T. Shimada, S. Iwamoto, Y. Arakawa, and Y. K. Kato, *Nature Commun.* **5**, 5580 (2014).

[2] H. Machiya, T. Uda, A. Ishii, and Y. K. Kato, *Appl. Phys. Lett.* **112**, 021101 (2018).

P-12 南館 孝亮

理化学研究所 加藤分子物性研究室
e-mail: minamidate@sci.hokudai.ac.jp

2014～2017 年 北海道大学大学院理学院物性物理学専攻 博士課程
2017～2018 年 日本学術振興会特別研究員
2018～ 理化学研究所 特別研究員



λ -(STF)₂GaCl₄ の圧力下超伝導相と隣接する常磁性相の磁氣的性質

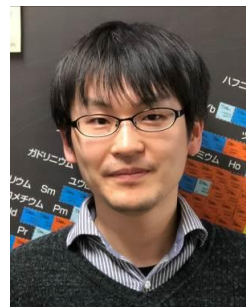
擬二次元有機伝導体 λ -(BETS)₂GaCl₄ は、 $T_c = 5.5$ K 以下で超伝導相を示すことで知られ、類似する結晶構造を持つ λ -(ET)₂GaCl₄ の基底状態である反強磁性相と、超伝導発現機構の関係が議論されてきた。我々は BETS と ET の中間的な構造を持つ STF 分子をドナーとして用いた λ -(STF)₂GaCl₄ の圧力下電気伝導度測定を行い、1.2 GPa 以上の圧力下で超伝導相を示すことを明らかにし、STF 塩が BETS 塩の負圧領域に位置づけられることを示した [1]。また、同塩の常圧下での磁性測定により、強い反強磁性相互作用を持ちながら、常磁性相が極めて低温まで維持される事を明らかにした。超伝導相の隣接相に反強磁性秩序を強く抑制するメカニズムが存在することは、超伝導の発現メカニズムに関与している可能性があり、研究会では、この特異な常磁性絶縁相の磁氣的性質について議論する。

[1] T. Minamidate *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **84**, 063704 (2015).

P-13 西畑 洸希

理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 核分光研究室
e-mail: hiroki.nishibata@riken.jp

2013 年 大阪大学大学院理学研究科物理学専攻修士課程修了
2016 年 大阪大学大学院理学研究科物理学専攻博士課程修了
2016 年 学術振興会特別研究員(PD)、理化学研究所訪問研究員



スピン偏極 ^{23}Ne を用いた ZnO 単結晶電場勾配測定

ベータ NMR 法は、不安定核がベータ崩壊する際に放出されるベータ線をプローブとして NMR 信号を取り出す手法で、不安定核の生成量が毎秒数十個以下での測定が可能という極めて高感度な手法である。我々のグループでは、この手法を用いて理化学研究所の加速器を用いて生成した不安定原子核の磁気双極子(μ)モーメントや電気四重極(Q)モーメントを測定し、その構造を研究してきた。我々が次に測定を計画しているのは、中性子数が陽子数に比べて極端に多い(中性子過剰な)Ne 同位体である。この中性子過剰 Ne は基底状態で大きくレモン型に歪んでいるという理論的予測があり現在注目を集めている。しかし、どの程度変形しているかの定量的評価が可能なデータは非常に限られている。そこで、我々は、Ne を ZnO 単結晶に打ち込み、Ne の Q モーメントと結晶中での電場勾配の相互作用によるゼーマン分離エネルギーのずれをベータ NMR 法により測定することで、中性子過剰 Ne の μ 、 Q モーメントを決定する。その前段階の実験として、比較的安定核に近く収量の多い ^{23}Ne を用いて ZnO 単結晶の電場勾配の測定を行ったので、それについて報告する。

P-14 大島 勇吾

理化学研究所 加藤分子物性研究室
e-mail: yugo@riken.jp

2003 年 神戸大学大学院 自然科学研究科構造科学専攻 修了
2003 年 National High Magnetic Field Laboratory ポスドク研究員
2004 年 東北大学金属材料研究所 磁気物理学部門 助手
2007 年 東北大学金属材料研究所 磁気物理学部門 助教
2009 年 理化学研究所 加藤分子物性研究室 研究員
2012 年 理化学研究所 加藤分子物性研究室 専任研究員



ミリ波を用いた電子スピン共鳴／サイクロトロン共鳴装置の開発

ここ数年、我々の研究室では、ミリ波やサブミリ波を用いた高感度の電子スピン共鳴(ESR)ならびにサイクロトロン共鳴(CR)の測定装置の開発を行ってきた。通常使用されるマイクロ波に比べて、ミリ波やサブミリ波を利用する利点は(1)高感度であること(2)分解能が高いこと(3)強磁場中での測定が可能であることである。我々が開発した測定装置は、分子性物質にも適用できるよう設計されているが、基本的にはどのような物質でも測定可能である。本ポスターでは、これらの利点を活かして得られた成果を紹介しつつ[1,2]、菌に感染した肝細胞から排出されるラジカル種(ROS)を同定した ESR 実験を紹介する。

[1] Y. Oshima *et al.* Phys. Rev. B 86 (2012) 024525

[2] Y. Kasahara *et al.*, Phys. Rev. Lett. 109 (2012) 246401

[3] R. Shrestha *et al.*, Scientific Rep. 7 (2017) 4746

P-15 大塚 慶吾

理化学研究所 量子オプトエレクトロニクス研究チーム
e-mail: keigo.otsuka@riken.jp

2015 年 日本学術振興会 特別研究員 DC1
2018 年 東京大学工学系研究科 博士号（工学）取得
2018 年 理化学研究所 特別研究員



同位体プログラミングによる単層カーボンナノチューブの成長過程追跡

単層カーボンナノチューブ（SWCNT）はその原子配列（カイラリティ）に応じて電子構造が金属的にも半導体にもなり得るという特異な性質から、幅広い応用が可能である。半導体性の SWCNT はシリコンに代わるトランジスタの材料として期待されるが、カイラリティの多様性がかえって実用を困難にしているのが現状である。近年、特定のカイラリティを多く含む SWCNT を高密度に配向させて合成する手法が報告されているものの、依然として実用レベルの純度（>99.9999%）には到達していない。多くの研究がカイラリティごとの総量比の議論にとどまる中、高度な制御に向けて、本数とその成長過程に切り分けて分析し、制御することが必須である。本研究では、単結晶水晶基板上の孤立水平配向 SWCNT の合成中に、異なる割合の ^{13}C 同位体を含む原料ガスを周期的に混合することで、SWCNT 内に同位体のデジタル的な符号を組み込んだ。合成後に、走査ラマン分光によってその符号の位置を割り出すことで、多彩なカイラリティを持つ SWCNT の成長過程（成長待機時間、成長速度、寿命など）を個別に時間分解して追跡することが可能となったので、その結果を報告する。

P-16 尾笹 一成

理化学研究所 前田バイオ工学研究室
e-mail: ozasa@riken.jp

1989 年 京都大学工学研究科 電気電子工学専攻 工学博士
1990-03 年 理化学研究所 半導体工学研究室 研究員
1992-95 年 JST さきがけ研究者
2001-10 年 埼玉大学 工学研究科 連携准教授
2003-現在 理化学研究所 前田バイオ工学研究室 専任研究員
2006-17 年 東京工業大学 総合理工研究科 連携准教授



ユーグレナの青色光忌避応答のシグナルパス

光合成を行う遊泳性の単細胞微生物ユーグレナ（ミドリムシ）は、光受容体と鞭毛を有し、強い青色光に対して忌避運動を行う。この忌避運動には、光の入射方向とは反対の方向に移動する光走性とランダムに運動方向を変える光驚動がある。光強度が一定の閾値を超えると光走性から光驚動に移る。また、光受容体タンパクの PAC をサイレンシングしたセルは光走性も光驚動も示さない。従来、光走性のメカニズムは PAC への光入射量がセルの方向によって変化し、それが鞭毛の運動に反映されるためと考えられてきた。ところがセルの特定の酵素群をサイレンシングしたセルで我々が実験すると、光驚動は示すが光走性は抑制されることがわかった。PAC が光活性によって作り出している cAMP からのシグナルパスがこの特定酵素群の生成物によって一定の光強度以下でのみ影響されることを示唆している。

P-17 佐藤 智哉

理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 核分光研究室
email: tomoya.sato@riken.jp

2013 年 東北大学大学院 博士課程前期 修了
2013 年 日本学術振興会特別研究員
2016 年 東京工業大学大学院 博士後期課程 修了
2016 年 理研仁科センター 上野核分光研 基礎科学特別研究員



能動帰還型核スピンメーザーを用いた スピン歳差周波数測定における誤差とその低減

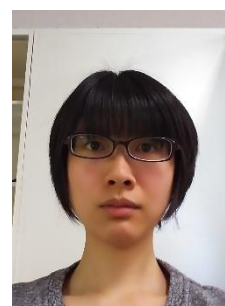
核スピン歳差周波数の精密測定は物質優勢宇宙の謎を解く鍵の一つと考えられる粒子の永久電気双極子能率 (EDM) や新粒子アクシオンの探索等、低エネルギーにおける基礎物理学の研究において重要な役割を果たしている。これらの新物理はスピン歳差周波数の変化として検出されると考えられるが予測される変動はわずかであり、そのため測定における周波数測定誤差の低減が探索感度の向上に必須である。

本研究ではキセノン (Xe) 核スピン歳差周波数の精密測定を目的として、歳差運動の長時間連続観測を可能とする独自の技術である能動帰還型核スピンメーザーを用いる。この発表では、これまで行ってきたメーザー系の特性の評価や、統計精度向上及び系統誤差低減のための観測・スピン偏極生成レーザーの強度・周波数・経路安定化、 ^{129}Xe と ^{131}Xe の同位体二種を用いた同時測定 (共存磁力計) や新規なメーザー運転方法である間欠帰還方式等、種々の開発について報告する。

P-18 田島 美典

理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 核分光研究室
e-mail: mtajima@riken.jp

2017 年 11 月 東京大学大学院総合文化研究科博士号取得
2017 年 12 月 理化学研究所特別研究員



入射核破碎反応で得られる不安定核ビームに対する コリニアレーザー分光装置の開発

不安定核の原子に対しレーザー分光を適用し原子準位を精密に測定することで、原子核の Q モーメント、磁気モーメント、スピン、荷電半径等の物理量が、高精度・高確度で求められてきた。理研 RIBF の BigRIPS は、従来不安定核のレーザー分光に使われてきた不安定核ビーム供給源と異なり、幅広い不安定核種を元素の制限なく供給することができる。ただしエネルギー広がりが大きいためそのままでは原子分光には向かないが、理研 RIBF で開発が進んできた SLOWRI を用いれば、低速でエネルギーの揃ったイオンビームを引き出して、レーザー分光を適用できる。我々のグループでは、この低速不安定核イオンビームに適用するレーザー分光装置の開発を行って、今まで未測定であった不安定核の物理量を系統的に測定し、原子核の変形度の変遷、ひいては原子核物理のさらなる理解につなげることを目標としている。具体的には、ビームを 50 keV 程度に再加速して同軸上にレーザーを走らせることでドップラー幅を抑え、イオンを下流で同時計測して迷光によるバックグラウンドを減らすべく、100 cps 程度の少数個にも適用可能な装置の開発を進めている。まずは、レーザーアブレーションで引き出した安定核ビームを用いるテスト実験を準備しており、現状について報告したい。

P-19 高峰 愛子

理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 核分光研究室
email: icot@riken.jp

2007 年 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻修了
2007 年 理化学研究所 山崎原子物理研究室 基礎科学特別研究員
2010 年 青山学院大学理工学部物理数理学科 前田研究室 助教
2015 年 理化学研究所 上野核分光研究室 研究員



RF トラップの原理を応用した超低速不安定核ビーム生成装置の開発

原子分光技術は不安定核の質量・大きさ・電磁気モーメントなどの静的特性を高精度・高精度に決定する手法として、不安定核物理分野において長らく重要な位置を占めてきた。理研 BigRIPS 施設では実に広範な核種の不安定核ビームを生成することができるが、エネルギーが高く、その広がりも大きいためそのままでは原子分光技術を用いることは適わない。そこで、我々は理研 BigRIPS 施設で得られるような高エネルギー不安定核ビームを He ガスで受け止め熱化させ、停止した不安定核イオンを RF トラップの原理を応用した手法で引き出すことで、超低速の高品質なビームを引き出す装置を、理研 RIBF の基幹施設の一つとして開発を進めている。

今回は本手法の詳しい紹介、開発状況の報告、および本装置が運用開始となった暁に計画されている実験研究の紹介を行う。

P-20 高梨 司

理化学研究所 田原分子分光研究室
email: tsukasat@mail.tagen.tohoku.ac.jp

2016 年 日本学術振興会特別研究員 DC2 (東北大多元研上田研究室)
2017 年 東北大学大学院理学研究科博士号 (理学) 取得
2018 年 日本学術振興会特別研究員 SPD (理研田原分子分光研究室)



Ne 二量体の二光子吸収二電子励起による 原子間クーロン緩和過程の時間分解測定

原子間クーロン緩和 (ICD) 過程とは、電子励起された化学種がクーロン相互作用によって励起エネルギーを隣接した化学種に移行し、イオン化することで効率的に脱励起する過程である[1]。近年、Ne 二量体 (Ne₂) において極紫外 (XUV) 二光子吸収によって生成する二電子励起状態[Ne*(2p¹3s)]₂ を始状態とする ICD 過程が理論的に提案された[2]。この過程では、XUV 二光子吸収により Ne₂ 中の 2 つの Ne サイトの 2p 電子が同時に 3s 軌道へと励起される。生成した[Ne*(2p¹3s)]₂ は ICD 過程により、一方の 3s 電子を放出することでもう一方は脱励起し、Ne₂⁺イオンを生成する。本研究では、XUV 自由電子レーザー FERMI を用いて、[Ne*(2p¹3s)]₂ を生成し、これを始状態とする ICD 過程を紫外レーザーをプローブとして時間分解測定した。

【文献】 [1] L. S. Cederbaum *et al.* 1997 *Phys. Rev. Lett.* **79** 4778.

[2] Ph. V. Demekhin *et al.* 2013 *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* **46** 021001.

P-21 宝田 徹

理化学研究所 前田バイオ工学研究室
e-mail: ttkrd@riken.jp



1999 年 東京大学大学院工学系研究科化学生命工学専攻修了
2000 年 東京大学先端科学技術研究センター 協力研究員
2001 年 九州大学大学院工学研究院 助手
2003 年 理化学研究所 前田バイオ工学研究室 研究員
2007 年 同 専任研究員

DNA 修飾ナノ粒子集合体の会合操作

ナノ粒子集合体を自在に操作する技術は、さまざまなナノデバイス作製への応用が期待できる。短い一本鎖 DNA を表面に密生させたナノ粒子は、高塩濃度の水溶液中でも安定に分散するが、相補鎖を添加して表面の DNA を二重らせんにすると自発的に凝集する。本研究ではこの特異なコロイド挙動を利用して、ナノ粒子集合体の階層構造をコントロールすることを試みた。まず、一本鎖 DNA 修飾金ナノ粒子を鋳型 DNA の上に等間隔で結合させ、ナノ粒子の線形 3 量体を作製した。つづいて特定の粒子の表面 DNA を二重らせんにしたところ、当該粒子の間のみで引力が生じ、ナノ粒子 3 量体が配向を揃えて会合することが透過型電子顕微鏡で観察された。二重らせんにした粒子の位置と数、および粒径を変えた場合でも同様の結果が得られ、統計解析によって高い配向選択性が実証された。

P-22 武田 英恵

兵庫県立大学大学院 生命理学研究科 生命科学専攻
e-mail: hn358-hahaha@spring8.or.jp



～2015 年 兵庫県立大学 理学部 生命科学科
～2017 年 兵庫県立大学大学院 生命理学研究科 博士前期過程
2017 年～ 兵庫県立大学大学院 生命理学研究科 博士後期過程
理化学研究所 大学院リサーチ・アソシエイト (JRA)

時間分解可視・赤外吸収分光を用いた 一酸化窒素還元酵素が触媒する NO 還元反応の直接観測

土壌中の細菌や病原菌が行う嫌気呼吸（脱窒）では、細胞毒性の高い一酸化窒素 NO が中間生成物として生成される。この NO を速やかに還元・無毒化しているのが一酸化窒素還元酵素（NOR）である。NOR はヘム鉄および非ヘム鉄からなる活性中心において、2 分子の NO を 2 プロトンと 2 電子を用いて N_2O へと還元する ($2\text{NO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$) が、この反応機構は未解明である。我々は現在、NO 還元反応機構を解明するため、時間分解可視・赤外吸収分光法を用いて酵素反応の直接観測に取り組んでいる。ポスター発表では、時間分解可視吸収測定を用いた速度論解析の結果と、時間分解赤外吸収測定により観測された NO 結合同型中間体の電子状態および配位構造を合わせて報告し、そこから予想される反応機構を提案する。

P-23 田中 駿介

理化学研究所 加藤ナノ量子フォトンクス研究室
email: shunsuke.tanaka@riken.jp

2014 年 4 月～2017 年 11 月 京都大学松本研究室 (博士課程)
2017 年 11 月～2018 年 1 月 京都大学松本研究室 (PD)
2018 年 2 月～現在 加藤ナノ量子フォトンクス研究室 (特別研究員)



Molecular screening effects on trion binding energies and electronic band gaps in air-suspended carbon nanotubes

The quasi-one-dimensional geometry of single-walled carbon nanotubes results in enhanced Coulombic interactions. The strong electron-hole attractive force leads to a formation of tightly bound excitons and trions. These optical properties are sensitive to environmental screening, which causes the reduction of the Coulombic interactions. For air-suspended nanotubes, the excitons are known to be affected by screening of adsorbed molecules. Here, we investigate the molecular screening effects on trion binding energies and electronic band gaps in air-suspended carbon nanotubes within field-effect transistor configuration. Measurements of gate voltage dependence on photoluminescence from nanotubes before and after the molecular adsorption show that the molecules significantly modify the trion binding energies as well as the electronic band gaps. We further observe large influence of the excitation power on the gate dependence of photoluminescence, which could be a signature of the band gap renormalization induced by excitonic screening.

P-24 上辺 将士

理化学研究所 加藤分子物性研究室
email: masashi.uebe@riken.jp

2016 年 日本学術振興会特別研究員(DC2)
2018 年 京都大学大学院分子工学専攻終了
2018 年 理化学研究所 特別研究員



トリフェニルアミン骨格を持つ混合原子価分子の電荷/スピン移動

トリフェニルアミンは高いドナー性を有しており、比較的安定なラジカルカチオンを生成できることから、有機エレクトロニクスにおけるホール輸送材料として、その誘導体が現在まで広く研究されている。そこで、本研究では、分子内電荷移動の機構に関する基礎科学的知見を得るためのモデル分子としてトリフェニルアミンを複数有する化合物を合成した。化合物を酸化することで混合原子価状態を発現させ、量子化学計算や電気化学測定、吸収スペクトル測定、温度可変 ESR スペクトル測定などの物性測定を用いて、酸化種の電子状態を明らかにした。その結果、トリフェニルアミンユニット間の共役系スペーサーの違いにより、混合原子価状態を制御可能であった。当日はそれらの結果について報告する。

P-25 矢田 智昭

法政大学大学院 理工学研究科 システム理工学専攻
理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 核分光研究室
email: tomoaki.yada@riken.jp

2018 年 3 月 法政大学理工学部創生科学科 卒業
2018 年 4 月 法政大学大学院理工学研究科システム理工学専攻



超流動ヘリウム中 In 原子の偏極生成に向けた パルス Ti:Sa レーザーの開発

我々は、高速イオンビームのストッパーとしての超流動ヘリウム(He II)とレーザー分光を組み合わせた核分光法を開発を行っている。この手法では原子の偏極状態を生成する必要がある、現在、光ポンピング法により Rb 等の一電子系原子の偏極生成に成功している。さらに適用可能な核種を増やすため電子準位構造の複雑な 13 族原子の In に注目し偏極生成を目指す。まず、He II 中 In 原子の励起光源(370nm)として、Ti:Sapphire レーザーの共振器内部に非線形光学結晶を導入し、第 2 高調波の取得を行った。
今回は、開発したレーザーの性能評価、また、このレーザーを励起光源とした He II 中 In 原子の蛍光観測実験の結果について報告する。

P-26 八木 清

理化学研究所 杉田理論分子科学研究室
e-mail: kiyoshi.yagi@riken.jp

2004 年 東京大学工学系研究科応用化学専攻 博士号(工学)取得
2005 年 東京大学工学系研究科応用化学専攻 助手・助教
2009 年 山梨大学燃料電池ナノ材料研究センター 講師
2011 年 米国イリノイ大学アーバナシャンペーン校
Research Assistant Professor
2012 年 理化学研究所杉田理論分子科学研究室 研究員
2015 年 理化学研究所杉田理論分子科学研究室 専任研究員(現職)



QM/MM 法に基づく生体分子の非調和振動解析

振動分光法は水素結合などの分子間相互作用を鋭敏にプローブできる有力な手法であるが、観測されるスペクトルの解釈は容易でない。我々はこれまで非調和性を考慮した振動計算法を開発し、分子クラスターに対する応用計算を展開してきた。本研究では、量子化学計算(QM)と分子力場(MM)を組み合わせたQMMM法を当グループで開発しているプログラム GENESIS に実装し、これを用いて生体分子の振動解析を実施する。溶液中のリン酸イオンと NO 還元酵素(P450_{nor})に対する応用計算を示す。

合宿参加者

東 俊行

理化学研究所 東原子分子物理研究室

e-mail: toshiyuki-azuma@riken.jp

1988年 東京大学大学院工学系研究科原子力工学専攻博士課程修了

1988年 チューリヒ大学およびスイス連邦工科大学 博士研究員

1989年 東京大学教養学部 助手

1998年 筑波大学物理工学系 助教授

2000年 東京都立大学理学部 助教授

2005年 首都大学東京都市教養学部 教授

2009年 理化学研究所 主任研究員



藤井 正明

東京工業大学科学技術創成研究院化学生命科学研究所

e-mail: mfujii@res.titech.ac.jp

1985年 東北大学理学部・助手（化学科）

1987年 学位取得（理学博士）

1988年 日米科学技術協力事業派遣研究研究員（Cornell 大）

1993年 早稲田大学理工学部・助教授（化学科）

1993-1996年 新技術事業団さきがけ 21 研究員

1997年 岡崎国立共同研究機構分子科学研究所・教授

1999-2009年 同研究所分子制御レーザー開発研究センター長併任

1993年 東京工業大学資源化学研究所・教授

2007-2011年 科研費特定領域研究「高次系分子科学」領域代表

2016年～東京工業大学科学技術創成研究院・教授（現職、組織変更による）



加藤 礼三

理化学研究所 加藤分子物性研究室

e-mail: reizo@riken.jp

1984年 東京大学大学院理学系研究科化学専攻博士課程修了

1984年 東邦大学理学部 助手

1988年 東邦大学理学部 講師

1990年 東京大学物性研究所 助教授

1999年 理化学研究所 主任研究員



市川 雄一

理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 核分光研究室
e-mail: yuichikawa@riken.jp

2008 年 東京大学 博士 (理学)
2008 年 理化学研究所 リサーチアソシエイト
2009 年 理化学研究所 基礎科学特別研究員
2012 年 東京工業大学 特任助教
2013 年 理化学研究所 研究員
2017 年 理化学研究所 専任研究員



石田 勝彦

理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 中間子研究室
e-mail: ishida@riken.jp

1985 年 理研金属物理研究室 研究員補
2000 年 理研ミュオン科学研究室副主任研究員
現在 理研仁科加速器科学研究センター中間子研究室副主任研究員



岩崎 雅彦

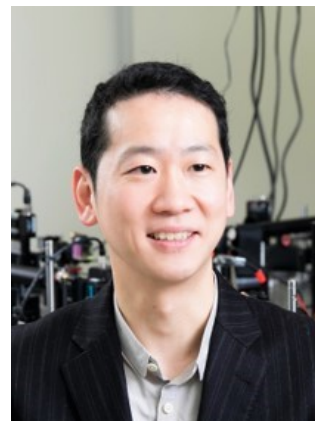
理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 中間子研究室
e-mail: masa@riken.jp

東京大学理学部附属 中間子科学研究施設 助手 1987～1996 年
東京工業大学大学院 理工学研究科 助教授 1997～2001 年
理化学研究所 主任研究員 2002～年



加藤 雄一郎

理化学研究所 加藤ナノ量子フォトンクス研究室
e-mail: yuichiro.kato@riken.jp



2005 年 カリフォルニア大学サンタバーバラ校 物理学科
博士課程修了(Ph. D.)
2005 年 スタンフォード大学 化学科 博士研究員
2006 年 科学技術振興機構さきがけ研究者
2007 年 東京大学 大学院工学系研究科 総合研究機構 准教授
2016 年 理化学研究所 准主任研究員
2017 年 理化学研究所 主任研究員

金 有洙

理化学研究所 Kim表面界面科学研究室
e-mail: ykim@riken.jp



1999年 東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻博士課程修了
1999年 理化学研究所 表面化学研究室 協力研究員
1999年 理化学研究所 表面化学研究室 基礎科学特別研究員
2002年 理化学研究所 川合表面化学研究室 研究員
2006年 理化学研究所 川合表面化学研究室 先任研究員
2007年 理化学研究所 川合表面化学研究室 専任研究員
2010年 理化学研究所 Kim表面界面科学研究室 准主任研究員
2015 年 理化学研究所 Kim 表面界面科学研究室 主任研究員

MA, Yue

Meson Science Laboratory, RIKEN
e-mail: y.ma@riken.jp

2004～2009 年 PhD. Student, Tohoku University, Japan
2009～2012 年 Postdoc, Helmholtz Institute Mainz, Germany
2012～present, Research Scientist, RIKEN, Japan



前田 瑞夫

理化学研究所 前田バイオ工学研究室
e-mail: mizuo@riken.jp

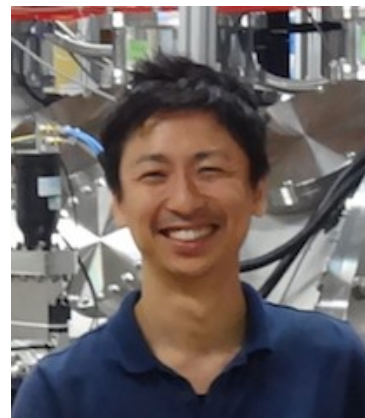
1978 年 東京大学工学部卒
1983 年 東京大学大学院工学系研究科修了・工学博士
1983 年 東京大学工学部 助手
1988 年 九州大学工学部 助教授
1995 年 九州大学大学院工学研究科 教授
2001 年 理化学研究所 主任研究員



中野 祐司

立教大学理学部
e-mail: nakano@rikkyo.ac.jp

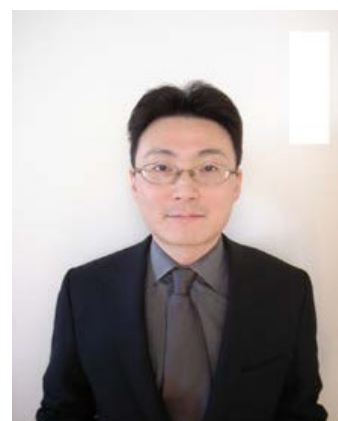
2009 年 首都大学東京理工学研究科 修了, 博士 (理学)
2009 年~ 日本学術振興会 特別研究員 PD
2010 年~ 理化学研究所東原子分子物理研究室 研究員
2016 年~ 理化学研究所東原子分子物理研究室 専任研究員
2017 年~ 立教大学理学部 准教授



二本柳 聡史

理化学研究所 田原分子分光研究室
e-mail: nsatoshi@riken.jp

2004 年 北海道大学大学院理学系研究科化学専攻博士課程修了
2004 年 テンプル大学化学部博士研究員
2007 年 理化学研究所田原分子分光研究室基礎科学特別研究員など
2014 年 理化学研究所田原分子分光研究室研究員
2016 年 理化学研究所田原分子分光研究室専任研究員



城 宜嗣

兵庫県立大学大学院生命理学研究科

e-mail: yshiro@sci.u-hyogo.ac.jp

1985 年 京都大学工学研究科石油化学専攻 博士後期課程 修了

工学博士 取得

1985～87 年 日本学術振興会特別研究生

1987～93 年 理化学研究所 研究員

1993～2000 年 同上 副主任研究員

2000～2017 年 同上 主任研究員

2015 年～ 兵庫県立大学 教授



杉田 有治

理化学研究所開拓研究本部杉田理論分子科学研究室

e-mail: sugita@riken.jp

1998 年 京都大学大学院理学研究科化学専攻博士課程終了

1998 年 理化学研究所奨励研究員

1998 年 岡崎国立共同研究機構分子科学研究所助手

2002 年 東京大学分子細胞生物化学研究所講師

2007 年 理化学研究所杉田理論生物化学研究室准主任研究員

2012 年 理化学研究所杉田理論分子科学研究室主任研究員



田原 太平

理化学研究所 田原分子分光研究室

e-mail: tahei@riken.jp

1989 年 東京大学理学系大学院化学専攻 博士課程修了

1989 年 東京大学理学部化学教室 助手

1990 年 神奈川科学技術アカデミー

極限分子計測プロジェクト 研究員

1995 年 岡崎国立共同研究機構 分子科学研究所 助教授

2001 年 理化学研究所 主任研究員



上野 秀樹

理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 核分光研究室
e-mail: ueno@riken.jp

1995年 東京工業大学大学院博士退 (1996 博士 (理学))
1995年 阪大理助手
2000年 理研応用原子核物理研究室研究員
2009年 理研仁科セ 偏極RIビーム生成装置開発チームリーダー
2010年 理研仁科セ 共用促進・産業連携部副部長
2013年 理研 (仁科) 上野核分光研究室主任研究員 (現職)
2016年 理研仁科セ 実験装置運転・維持管理室長
2018年 理研仁科セ 核分光研究室長&共用促進室長 (現職)



山本 浩史

分子科学研究所 協奏分子システム研究センター
e-mail: yhirosi@ims.ac.jp

1998 年 学習院大学理学部物理学科 助手
1999 年 理化学研究所 基礎科学特別研究員
2000 年 理化学研究所 研究員
2007 年 理化学研究所 専任研究員
2012 年 分子科学研究所 教授

