



業績紹介：“互いに干渉し合わない”多刺激応答性ゲル微粒子を実現

**"Decoupled Thermo- and pH-responsive Hydrogel Microspheres
Cross-linked by Rotaxane Networks"**

Takuma Kureha, Daichi Aoki, Seina Hiroshige, Keisuke Iijima, Daisuke Aoki,
Toshikazu Takata*, and Daisuke Suzuki*

Angew. Chem., Int. Ed., in press, (2017), DOI: [10.1002/anie.201709633](https://doi.org/10.1002/anie.201709633)

鈴木大介
(信州大学
・ A02 公募研究代表者)



高田十志和
(東京工業大学
・ A01 公募研究代表者)



青木大輔
(東京工業大学
・ A01 公募研究連携研究者)

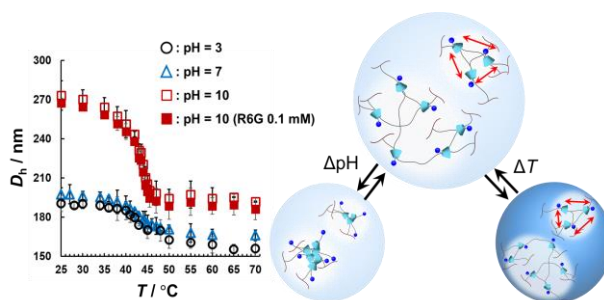


ハイドロゲル微粒子は、水で膨潤したゲルが微小化した素材であり、『ゲル』と『コロイド』の性質を兼ね備える。既に、温度や pH 変化・光照射等の外部刺激によってゲル微粒子の物理化学的性質を制御する試みが数多く報告されてきた。

一方、生体に目を向けると、複数の刺激に応答して形態変化を引き起こし、生命活動の維持に貢献しているタンパク質が存在する。これに倣い、多刺激に応答する人工微粒子を創成する事ができれば、生体物質に類似した機能を発現し、未来材料として活用できる可能性がある。しかし、報告されてきた多刺激応答性微粒子は、一方の刺激に応答すると、他方の刺激応答性が著しく消失するものであった。

そのような背景の下、我々のチームは温度応答性ゲル微粒子の架橋点として、シクロデキストリンからなるロタキサン構造を導入すると“互いに干渉し合わない”多刺激応答性を発現する事を見出した。実現のカギは、東工大高田研究室によって開発された擬ロタキサ

ン構造を有する超分子架橋剤である。ロタキサンを構成する γ -シクロデキストリンは pH 変化に応じて会合／解離現象を示し、架橋構造が動的に変化する事で、ゲル全体のサイズ変化をもたらした。この様に架橋構造に違いが生じた後も、ゲルの主成分が示す温度応答性をはっきりと示す事を確認した(図)。通常の温度・pH 多刺激応答性ゲル微粒子では、温度応答性が発現する pH は限定される。また、pH 応答性は多量の荷電基の導入により達成されていることが多いため、これらのカウンターイオン(不純物)が存在すると、狙った通りの pH 応答性を発現させる事ができない。今回開発したゲル微粒子の pH 応答性はシクロデキストリン間の水素結合によるため、不純物との静電相互作用は大きく作用せず、応答性に影響する事は無かった(図, red square)。今後、複数の分子が存在する生体内のような環境で、意図する多刺激応答機能を発現する事が期待できる。また、本論文は VIP(very important paper)に選出され、プレスリリースする予定である。既に発表した微粒子 (Chem. Eur. J, 2017) と合わせ、我々は世界で一早くソフトな微粒子(エラストマー／ゲル)にロタキサン構造を導入する有意性を実証する事が出来た。



図：開発したゲル微粒子の多刺激応答性。



業績紹介： レプリカ交換分子動力学計算による糖タンパク質複合体上の
糖鎖の3次元構造ダイナミクスの解析

**"Conformational Effects of N-glycan Core Fucosylation of Immunoglobulin G Fc Region
on its Interaction with Fcγ Receptor IIIa"**

Yoshitake Sakae, Tadashi Satoh, Hirokazu Yagi, Saeko Yanaka, Takumi Yamaguchi, Yuya Isoda,
Shigeu Iida, Yuko Okamoto, and Koichi Kato

Sci. Rep., 7, 13780, (2017), DOI: [10.1038/s41598-017-13845-8](https://doi.org/10.1038/s41598-017-13845-8)

加藤晃一

(自然科学研究機構 岡崎統合バ
イオサイエンスセンター・A03 計
画研究代表者)



岡本祐幸

(名古屋大学 大学院理学研究
科・A03 計画研究代表者)



抗体は免疫システムにおける主要なタンパク質で、
バイオ医薬品の中核を占めている。抗体 (IgG) の機能
は、ナチュラルキラー細胞に発現する Fcγ 受容体
(FcγIIIa) に結合することで発揮される。IgG と FcγIIIa
は両者とも糖タンパク質であり、その相互作用には両
タンパク質上に提示された糖鎖が密接に関わっている。
すなわち、抗体の糖鎖からフコース残基を取り除くこ
とによってがんを殺す活性が劇的に向上することが知
られている。これまでに我々は、フコース残基が取り
除かれた IgG の Fc 領域と細胞外領域のみからなる可
溶性 FcγIIIa (sFcγIIIa) の複合体の立体構造解析等を通
じて、その糖鎖-糖鎖相互作用を介した親和性増大の分
子メカニズムを明らかにしてきた。

本論文では、IgG と FcγIIIa との複合体形成における
Fc 糖鎖のフコシル化による負の影響を調べるために、
まず X 線結晶構造解析によって、フコシル化した IgG-
Fc と sFcγIIIa との相互作用様式を明らかにすることを
試みた。その結果、本糖タンパク質複合体を 2.4 Å の
分解能で立体構造を解くことに成功した。しかしなが
ら、結晶構造では sFcγIIIa の糖鎖のほとんどがディス
オーダーしており、相互作用に関わる受容体側の糖鎖
の立体構造情報を得ることができなかった。

そこで、結晶構造を初期構造として本糖タンパク質

複合体 (フコシル化系と略す) のレプリカ交換分子動
力学計算 (REMD) 解析を行い、結晶構造解析データ
の補完を図った。また比較として、フコース残基が取
り除かれた複合体 (非フコシル化系) に関しても、同
様の REMD 解析を行った。フコシル化系、非フコシル
化系それぞれに対して 30 ns の REMD 計算を行い、構
造の揺らぎの指標である root-mean-square fluctuation
(RMSF) を解析した。その結果、結晶構造解析の結果と
同様に、非フコシル化系と比較してフコシル化系では
sFcγIIIa の N162 糖鎖が大きく揺らいでいることが示さ
れた (図 1)。すなわち、Fc の糖鎖へのフコース残基の
付加によって、Fc の糖鎖と sFcγIIIa の N162 糖鎖を介
した最適化された糖鎖-糖鎖相互作用が壊され、結果と
して受容体側の N162 糖鎖が Fc の糖鎖とのコンタクト
が失われていることが明らかとなった。以上本論文を
通じて、抗体の糖鎖からフコース残基を取り除くこと
により伴う受容体への親和性増大の仕組みの理解を深
めることができた。

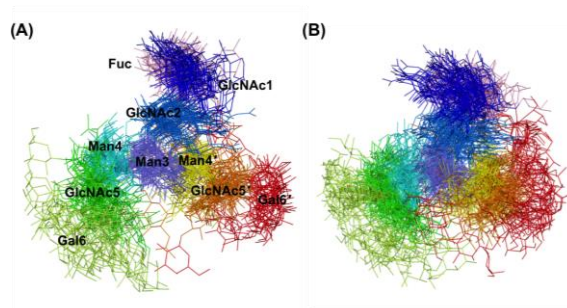


図 1: 非フコシル化 (A) およびフコシル化 (B) した糖
鎖をもつ Fc と複合体を形成した sFcγIIIa の N162 糖
鎖の立体構造の重ね合わせ。Fc の糖鎖がフコシル化す
ると、sFcγIIIa との最適な相互作用が壊れ、受容体上
の N162 糖鎖が大きく揺らぐ。



業績紹介：血液環境下におかれた抗体の NMR 観測

“NMR Detection of Semi-specific Antibody interactions in Serum Environments”

Saeko Yanaka, Toshio Yamazaki, Rina Yogo, Masanori Noda,

Susumu Uchiyama, Hirokazu Yagi, and Koichi Kato

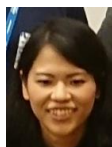
Molecules, 22(10), 1619, (2017), [DOI:10.3390/molecules22101619](https://doi.org/10.3390/molecules22101619)

谷中冴子

(自然科学研究機構

岡崎統合バイオサイエンス

センター・A03 計画連携研究者)



加藤晃一

(自然科学研究機構

岡崎統合バイオサイエンス

センター・A03 計画研究代表者)



内山進

(大阪大学工学研究科

・A03 公募研究代表者)



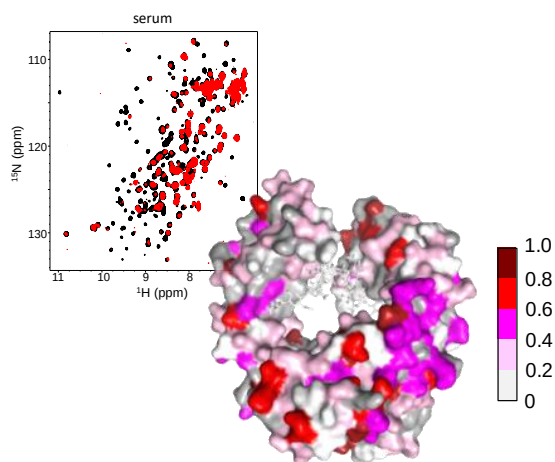
免疫系で機能するタンパク質の働く主な舞台は血液の中である。血液中には様々な生体分子が高濃度でひしめきあって特異的あるいは非特異的な相互作用を織りなしている。このように一見無秩序とも思われる不均一環境下で、免疫システムのネットワークは機能している。

したがって血中における生体分子の機能発現メカニズムを正しく理解するためには、本来の作動環境に近い不均一系において分子の高次構造・ダイナミクス・相互作用の実態を明らかにすることが重要である。しかしながら、驚くべきことに、抗体をはじめ免疫系の糖タンパク質に対して血清タンパク質がいかなる影響を与えられるか詳細に調べられた研究はほとんどない。そこで、本研究では核磁気共鳴 (NMR) 法を用いて、血液環境という混み合った不均一環境に置かれた生体分子の動的な高次構造と相互作用の観測を行った。

本論文では、動物細胞発現系を用いてマウス免疫グロブリン G (IgG) に安定同位体標識を施し、これをヒト血清に加え、NMR を測定した。ここでは特に IgG から切り出した Fc 領域に着目し、血清成分との相互作用を解析した。Fc 領域の NMR 信号を高分解能、高感

度で得ることができ、血清存在下では Fc 由来の多くのシグナルが選択的な減弱を示した。このことは、Fc が血清中の成分と何らかの相互作用をしていることを意味する。血清中の主要な蛋白質成分はアルブミンとポリクローナル IgG である。そこで、これらの蛋白質と安定同位体標識 Fc との相互作用を検討したところ、Fc は血清中のポリクローナル IgG と相互作用することが明らかとなった。また、アルブミンとポリクローナル抗体の粘度の比較から、これらの相互作用は粘度の増大のみに起因するのではないことが示され、さらに血清ポリクローナル抗体の Fab が相互作用を担っていることが明らかとなった(図)。このことは、特定の抗原によって感作されていない血液環境においても、そこに内在するポリクローナル IgG が抗体の Fc 領域を異物として認識し得ることを示唆している。

本研究で開発した in-serum NMR の観測手法は、バイオ医薬品の評価や血中環境での分子認識メカニズムの解明など様々な応用展開が期待される。



図：血清中でのマウス抗体 Fc の NMR スペクトルとそれにより見出されたメタエピトープのマッピング



業績紹介：自己集合性環状錯体の形成機構に及ぼす溶媒と構成要素の効果

“Quantitative Analysis of Self-Assembly Process of Hexagonal Pt(II) Macrocyclic Complexes:
Effect of Solvent and Components”

Ayako Baba, Tatsuo Kojima, and Shuichi Hiraoka

Chem. Eur. J., in press, (2017), DOI: [10.1002/chem.201702955](https://doi.org/10.1002/chem.201702955)

平岡秀一

(東京大学総合文化研究科・
A02 計画研究代表者)



自己集合性マクロサイクルは、構成要素間の相互作用により鎖状オリゴマーを形成する(重合)段階と鎖状オリゴマー内の分子内反応による環化段階に大別されるが、実際にどのような過程を経て進行するか殆ど明らかになっていない。剛直な構成要素を用いるほど環状構造の形成が熱力学的に有利だが、各構成要素が単結合で連結されている場合、自己集合の途中で生成する鎖状オリゴマーは様々なコンフォメーションを取ることができ、必ずしも環化段階が容易に進行するとは限らない。この時、環状自己集合体より重合度の高い鎖状オリゴマーを一過的に生成する可能性がある。本研究では、構成要素の剛直性が高い場合もこのような長鎖のオリゴマーが本当に生成するのか、また構成要素に導入された二箇所の結合部位間の協同性が自己集合過程に及ぼす効果と溶媒効果を調査した。

三種類の環状自己集合体(図 1)について我々が開発した自己集合過程の解析手法(QASAP: Quantitative Analysis of Self-Assembly Process)を使って調べた結果、鎖状オリゴマーが成長していく要素を追跡することに成功した。さらに構成要素が単結合で連結された環状自己集合体でも、環状自己集合体よりも重合度の高い鎖状オリゴマーを形成することなく、環化段階が効率よく進行することが明らかになった。

また、鎖状オリゴマーは三種類に分類され(図 2)、そのうちどれが自己集合過程で生成するかは構成要素に導入された二箇所の結合部位間の協同性に依存する。Ring A 及び B では、Pt(II)二核錯体状の二つの Pt(II)間 Ring C については、有機二座配位子の二箇所の配位部位間の負の協同性の影響も加わり、自己集合の初期段

階では Type I を生成し、オリゴマーの成長に伴って、Type II, III の分布が増していく様子が観測された。

また、本研究は雑誌の Hot Paper 及び Front Cover に選ばれました(図 3)。

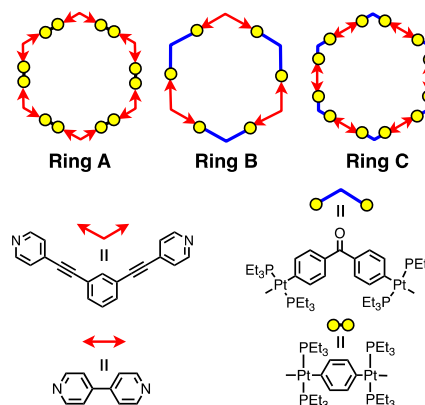


図 1：本研究で調べた三種類の自己集合性環状錯体

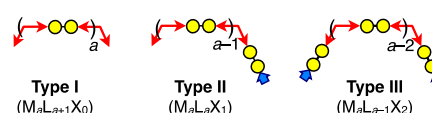


図 2. 末端の異なる三種類の鎖状オリゴマー



図 3: 雑誌の表紙



“Dynamical Ordering & Integrated Functions” Newsletter Vol. 51

November, 2017

研究紹介:

中性子小角散乱法を用いた Fc 受容体結合に伴う抗体の構造変化の解析

與語 理那

(名古屋市立大学薬学研究科

・ 博士前期課程 2 年)



杉山 正明

(京都大学原子炉実験所

・ A03 公募研究代表者)



加藤 晃一

(自然科学研究機構 岡崎統合バイオサイエンスセンター

・ A03 計画研究代表者)



小角散乱法は得られた散乱情報から溶液中における分子の構造解析が可能であり、特に中性子をプローブとした Small-Angle Neutron Scattering (SANS) 法では軽水素と重水素の散乱長密度の違いを利用することで複合体中における特定の分子の構造情報を抽出することができる。杉山、加藤らは、これまで、様々なタンパク質複合体中の特定の成分の構造情報を得るためにタンパク質の重水素標識とコントラストマッチング法を組み合わせた構造解析手法を活用してきており、ニュースレターでもいくつかの研究成果を紹介している。本手法をより様々な複合体に展開するべく本研究では新たな系に挑戦した。

生体機能を司るタンパク質の約 7 割は糖鎖修飾を受けているとされているが、SANS 法ではこれまで糖タンパク質を対象とした構造解析がほとんど行われてきていない。さらに、弱い相互作用系においては結合解離状態が混在するために対象が複雑となるが、これらを考慮した構造変化を定量的に議論した研究は筆者の知る限り存在しない。そこで本研究は糖タンパク質、および結合解離平衡状態にある複合体をターゲットとし、本手法の適用を試みることを目的とした。

抗体は糖タンパク質であり、Fc 領域とその受容体である Fc 受容体が弱く相互作用する。この相互作用系をモデル系とし、大腸菌発現系を用いて Fc 受容体

を重水素標識し、それとの結合に伴う Fc の溶液中における構造変化を解析した。

Fc 領域の X 線結晶構造から散乱の理論曲線を計算したところ、糖鎖修飾を考慮した場合のみ、実測の散乱曲線と理論曲線がよく一致し、溶液構造の SANS を用いた解析において、糖鎖を考慮することの重要性が明らかとなった。また、Fc 領域の結合状態、遊離状態それぞれの X 線結晶構造から理論散乱曲線を構築するといずれの理論曲線も Fc の実測の散乱曲線を正しく再現しなかった。そこで、結合解離定数と濃度から、結合状態と遊離状態の存在比を考慮して、両者の混在系での理論曲線を構築すると、実測の散乱曲線を再現することができた。このことから、結合解離状態が混在する複雑な系においても既知の結晶構造を組み合わせて、正しく散乱曲線を見積もることが可能であることが明らかとなった。(図)

今後様々な糖タンパク質複合体の構造形成の解析に本手法の活用が期待される。

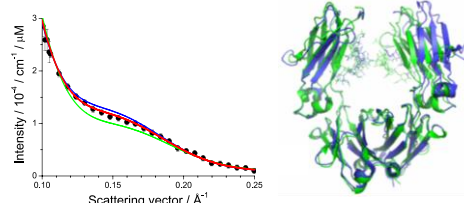


図: 得られた実測の散乱曲線と結合解離状態を考慮し X 線結晶構造 (右) に基づいてもとめた散乱曲線の比較 (左) 黒丸: 実測値、赤、青、緑はそれぞれ解離平衡状態、結合状態、遊離状態の FcR の理論曲線。緑: Fc 単独 (PDB 3AVE)、青: Fc 受容体結合型 Fc (PDB 1T89)

上記研究は Biochemistry and Biophysics Reports に発表されました。

"Characterization of conformational deformation-coupled interaction between immunoglobulin G1 Fc glycoprotein and a low-affinity Fcγ receptor by deuteration-assisted small-angle neutron scattering", Rina Yogo, Saeko Yanaka, Hirokazu Yagi, Anne Martel, Linoel Porcar, Yutaro Ueki, Rintaro Inoue, Nobuhiro Sato, Masaaki Sugiyama, and Koichi Kato, *Biochem Biophys Rep.*, **12**, 1-4, (2017), DOI: [10.1016/j.bbrep.2017.08.004](https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2017.08.004)



“Dynamical Ordering & Integrated Functions” Newsletter Vol. 51

November, 2017

第 18 回 若手 NMR 研究会報告

池谷鉄兵

(首都大学東京理工学研究科・
A01 公募研究代表者)



2017 年 9 月 2 日から 9 月 4 日まで、和歌山県・田辺市・かんぽの宿紀伊田辺にて、第 18 回若手 NMR 研究会を開催しました。本会議は、日本国内で核磁気共鳴分光法の開発および応用研究に従事している研究者・学生が集まり、NMR に関する知識を深めるとともに、情報交換を行うための学術集会として毎年活動を行ってきました。本研究会は、1991 年に前身である第 1 回の若手 NMR 勉強会を箱根で開催して以来およそ四半世紀にわたって、NMR 分光研究の発展に寄与してきました。今回、若手 NMR 研究会としては第 18 回となる研究会を本新学術領域の多大なる支援のもとに、本領域公募研究者の首都大学東京・池谷がアドバイザーという形で、大阪大学・近畿大学・京都大学の研究者 3 名が中心となり企画・運営を進めました。当日は、晴天に恵まれ、紀伊半島の美しい海のそばで大変活発な議論が行われました。

開催内容は、招待講演者による NMR 講座 (基礎および応用) に加え、一般参加者からのポスターおよび口頭発表によって構成いたしました。基礎講座では、NMR 測定やデータ解析のための基礎、蛋白質間相互作用解析への応用、天然物有機化合物の NMR 解析手法、fMRI に関する研究などの講演が行われ、NMR の基礎を改めて勉強し直す良い機会となりました。また一般参加者からは最新の NMR 研究の紹介が行われ白熱した議論がなされました。本領域からは、首都大学東京・池谷、九州大学・松森先生、分子研・加藤先生のグループなどが参加し、溶液・固体 NMR 法の生命システムや秩序構造への今後の応用についても、深く話し合うことができました。

本会は、昨年度首都大学東京の池谷が開催した第 17 回大会を引き継いで、大阪大学・宗先生、近畿大学・櫻井先生、京都大学・星野先生により、一層刺激的な会に発展させていただきました。総勢 70 名の NMR 研究者および学生が集まり、合宿形式で行われたため、通常の学会の枠を越えた参加者全員による活発な議論を通じて、非常に刺激的で実りの多い会となりました。

最後に、このような会に領域として全面的にサポートしていただいた領域代表の加藤先生はじめ、まとめ役をしていただいた谷中先生に深く感謝いたします。



写真 1: 和歌山の海をバックグラウンドに集合写真



写真 2: NMR 基礎講座の様子

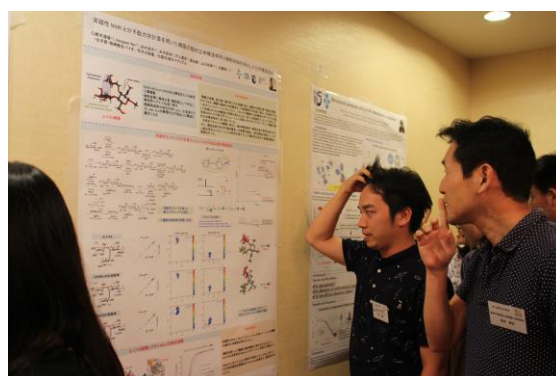


写真 3: ポスター討論の様子

大会世話人：

宗正智 (大阪大学 蛋白質研究所)

櫻井一正 (近畿大学 先端技術総合研究所)

星野大 (京都大学大学院 薬学研究科)



“Dynamical Ordering & Integrated Functions” Newsletter Vol. 51

November, 2017

アウトリーチ活動報告 第 27 回自然科学カフェの集い 「コンピューターで見るタンパク質」

奥村久士
(分子科学研究所
計算科学研究センター・
A03 公募研究代表者)



10 月 28 日に新宿文化センター (写真 1) で本新学術領域との共催で「自然科学カフェの集い (第 27 回)」が開催され、そこで講演いたしました。

7 月に東大の平岡秀一先生からご連絡をいただいた時、11 月に日本物理学会主催の公開講座での講演予定もすではいっていたので、ちょうどいいタイミングと思い、二つ返事で引き受けました。しかし、引き受けたのはいいものの、一般向けの講演というのは私にとっては初めてのことでしたので、何をどの程度詳しく話せばいいのか手探りで準備を進めました。特に分子動力学シミュレーションの基礎理論の説明を一般の人にわかってもらえるかどうか心配しました。2 時から 4 時半まで途中休憩をはさんで 2 時間 20 分の結構長い講演になるので、あきさせないようになるべく式を少なく動画と図を多用するよう心掛けました。

当日はあいにくの雨。「土曜日の午後、雨の中わざわざ都心にまで出てきて研究の話を聞く人たちはどんな人たちなのだろう」と想像しながら新宿に向かいました。会場が新宿三丁目駅の近くだったので末広亭の近くを通った時などは「参加者の人たちは私の話を聞

くために 2000 円払っているみたいだけど、私の話を聞きに来るより、寄席に落語でも聞きに行った方が楽しいんじゃないかしら？」などと思いながら会場に向かいました。

会場に着いてみると定年退職されている方と現役世代の方が半々くらいでした。講演前に皆さんのバックグラウンドを伺ってみましたら、皆さん理系の素養のある方ばかりのようで少し安心しました。

講演が始まると皆さんコーヒー、紅茶、ドーナツなどを片手にリラックスした雰囲気での話を聞いていらっしやいました (写真 2)。結局、今回私が用意した講演内容は以下についてです。

1. タンパク質とは何か？
2. 分子動力学法の基礎
3. タンパク質の折りたたみ問題
4. タンパク質の凝集
5. 超音波によるアミロイド線維の破壊

その場の雰囲気での講演内容も少し変更できるように準備していたのですが、結局用意したスライドは全部使って、例えばニュートンの運動方程式のテイラー展開を使ったシミュレーションの時間発展法を導出するなど詳しく説明しました。皆さんもどういう手順で原子を動かしていくのかもよくお分かりになられたようでした。

当初は一般の人が対象と聞いていたので、ニュートンの運動方程式すら知らない人もいらっしやるのではと心配しましたが、意外に皆さん良くご存知で「解析力学のハミルトン形式から導くような時間発展法はないのですか？」など結構高度な質問もいただきました。(ちなみにその答えは「あります。現在もっともよく



写真 1: 会場となった新宿文化センター

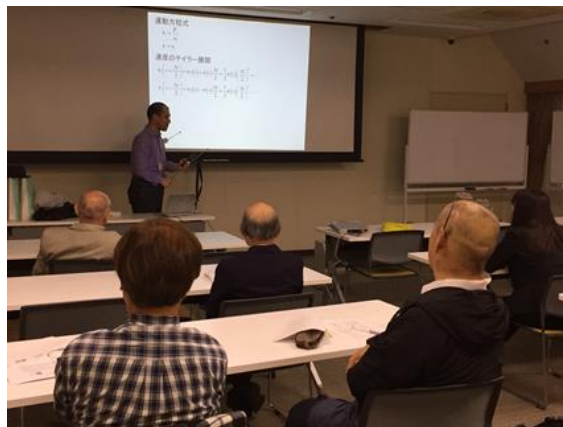


写真 2: 自然科学カフェでの講演の様子



“Dynamical Ordering & Integrated Functions” Newsletter Vol. 51

November, 2017

使われている時間発展法はハミルトン形式から導かれるシンプレクティック解法です。」です。)他にも結構鋭い質問が多く、「参加者の方は全然一般レベルじゃない!」というのが私の感想です。おそらく平均的な日本人なら解析力学はおろか微分もニュートンの運動方程式もよく分からないというのが普通じゃないでしょうか?私の想定を凌駕するレベルの質疑応答で私自身もディスカッションを楽しめました(写真3)。

講演の後には近く中華料理屋さんでの懇親会にご招待いただきました。皆さんと直接触れ合ってザックバランな会話を楽しむ機会となりました。伺ってみると皆さん向学心が非常に高い。中には大学の講義に聴講に行きたいと思っているという人もいらっしゃいました。あくなき探究心にこちらも驚かされるばかりです。

帰りがけにその感想を参加者の1人に伝えたところ、おっしゃっていた言葉が印象的でした。「おたくなんですよ。自然科学おたく。秋葉原にいるおたくの人たちとあんまり変わらないと思いますよ。ただ対象が違うだけで。」なるほど、講演する前に感じていた疑問が解けたような気がしました。

サイエンスカフェは他にもいくつかの団体が開催しているようで、中にはあっちこっちいろいろ聞きに行かれている方もいらっしゃいました。翌週に私が講演する物理学会の公開講座にも参加するという方も何人かいらして、同じ話で申し訳ないです。でも物理学会のイベントだと300人以上集まりますから、講演者と直接話すなんてまずできないので、今回の自然科学カフェに來た意味はあったと思っていただけたら幸いです。



写真3: 質疑応答の様子

す。同じ話でも2回聞くと良くわかるということもありますのでなにとぞご容赦を。

最後に自然科学カフェで紹介していただいた東大の平岡秀一先生、コーディネーターとしてお世話になった自然科学カフェの後藤光範さん、鵜沼豊さん、則武孝志郎さんに感謝いたします。また講演で紹介した分子動力学シミュレーションの動画を提供いただいた名古屋大学の岡本祐幸教授、分子科学研究所の伊藤暁助教および西澤宏晃博士にも感謝いたします。

新学術領域研究「動的秩序と機能」

今後の活動予定

- ・第4回「動的秩序と機能」若手研究会

日時: 2017年11月7日(火)~9日(木)

場所: アイアイランド(大阪府四条畷市)

<http://www.iiland.ne.jp/>

- ・第6回国際シンポジウム

日時: 2018年1月20日(土)、21日(日)

場所: TKP 浜松アクトタワーカンファレンスセンター
(静岡県浜松市)

<http://www.kashikaigishitsu.net/facilitys/cc-hamamatsu-at/>



“Dynamical Ordering & Integrated Functions” Newsletter Vol. 51

November, 2017

重田育照班友が QSCP-XXII において表彰される。

重田照育班友が 2017 年 10 月 16 日～24 日に開催された International Workshop on Quantum Systems in Chemistry, Physics and Biology (QSCP-XXII) において, QSCP Promising Scientist Prize of CMOA を受賞しました。

<http://www.tsukuba.ac.jp/update/awards/20171024170343.html>

<http://www.lcpmr.upmc.fr/prize.html>