



業績紹介：溶液内拡散過程の三次元統計力学理論の開発

"Development of three-dimensional site-site Smoluchowski-Vlasov equation
and application to electrolyte solutions"

Kento Kasahara and Hirofumi Sato

J. Chem. Phys., **140**, 244110 (2014) DOI: [10.1063/1.4884386](https://doi.org/10.1063/1.4884386)

佐藤啓文

(京都大学工学研究科・
A01 計画研究代表者)



拡散は溶液内における最も基本的な過程の一つであり、本領域で対象としている分子の秩序形成においても重要な役割を果たしていると考えられる。この過程を議論する上で、現在もっとも広く用いられているのは分子動力学法 (MD) シミュレーションであろう。溶液の持つ動的特性は、数多くのトラジェクトリー (軌跡) から計算される時間相関関数を基に調べられる。一方で、より直接的・解析的にこうした相関関数を評価する試みは非常に限定されており、とりわけ多原子分子から構成される液体に関する研究例はあまり多くない。分子研名誉教授平田文男先生が開発した SSSV (site-site Smoluchowski-Vlasov) 理論は、その数少ない事例の一つであり、平衡系における溶液構造を特徴づける RISM 法に基礎を置きながら、溶媒の動的構造を特徴づける van Hove 関数を解析的に求める。ごく最近、飯田健二博士 (現：分子研助教) によって同理論の拡張がなされ、溶液を含む幅広い系への展開が可能となった。しかしながら得られる関数は、依然として一次元すなわち動径方向の情報のみであった。

液体・溶液系の統計力学理論に関する最近のもう一つ別の状況として、三次元分布関数理論の重要性が益々増大していることもあげられる。3D-RISM 法などで得られた分布は、現象のより直接的な理解をもたらす。こうした背景を踏まえて、笠原健人君 (博士後期課程) は三次元空間における van Hove 関数の重要性に着目し、これを求める新しい理論 (3D-SSSV 理論) の開発に成功した。

3D-SSSV 理論は、三次元空間における局所密度の時間発展に関する以下の方程式を出発点とする。

$$\frac{\partial}{\partial t} \delta \rho(\mathbf{k}, t) = -|\mathbf{k}|^2 \mathbf{D} \rho \Phi(\mathbf{k}) \delta \rho(\mathbf{k}, t)$$

紙面の都合上、詳細は原著論文に譲るが、平衡状態における三次元分布関数と拡散係数が与えられれば、任意の時刻における三次元空間の van Hove 関数 $G(\mathbf{k}, t)$ を直接計算することが可能となった。

図 1 には、開発した理論で得られた相関関数を MD 法の結果と比較して示している。液体の積分方程式理論で用いる近似法にも僅かに依存するが、いずれの結果も概ねよく一致しており、分子の拡散過程が新理論で適切に記述されていることが分かる。今後の様々な系への展開が大いに期待されている。

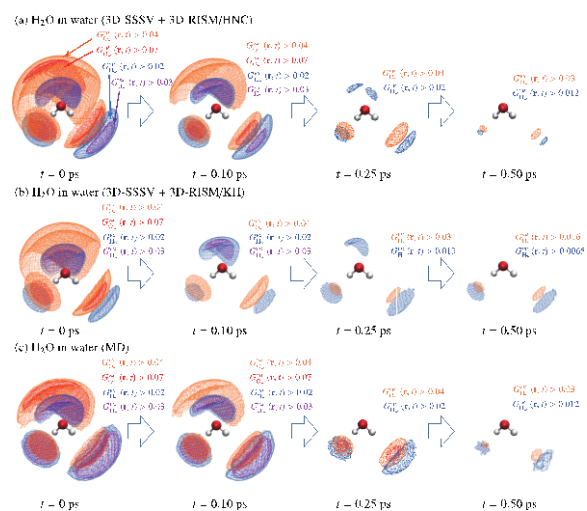


図 1：水分子周辺の水分子の拡散を表す三次元 van Hove 関数。(a)と(b)は HNC 近似、KH 近似をそれぞれ使って 3D-SSSV 理論で求めた結果を、(c)は MD 法で計算した結果を示す。



業績紹介：有限長の単層カーボンナノチューブとフラーレン分子からなる
さやえんどう型ベアリング分子の固体構造の解明

"Solid-state structures of peapod bearings composed of finite single-wall carbon nanotube and fullerene molecules"

Sota Sato, Takashi Yamasaki, and Hiroyuki Isobe

Proc. Natl. Acad. Sci. USA, **111** (23):8374-9(2014) DOI: [10.1073/pnas.1406518111](https://doi.org/10.1073/pnas.1406518111)

佐藤宗太

(東北大学 原子分子材料科学
高等研究機構 (WPI-AIMR)

・ A02 計画研究代表者)



筒状のカーボンナノチューブ (CNT) に球状のフラーレンがとりこまれた、「さやえんどう (ピーポッド)」のような構造の物質は、1998 年に電子顕微鏡観察によって発見された。溶液中では分子は自由に回転するが、固体となった分子は、一般に回転運動が抑制される。ピーポッドは、固体にもかかわらずフラーレンが自由に回転運動することがわかってきており、この特異な物性は興味をひいている。しかし、手に入る CNT は構造 (直径や長さ、炭素の配列) にばらつきがあるために、詳細な構造がわからず、回転の仕組みを十分に理解できない。

構造が明確に定まった分子性のピーポッドを人工合成することをめざし、我々のグループでは、広い共役系を有する芳香族分子を曲げ、環状に連結して合成した有限長の CNT とフラーレン (C_{60}) との秩序化を検討してきており、溶液中ではフラーレンが速く回転していることを報告している。今回、このピーポッド分子の固体中での動態をあきらかにするために、NMR と単結晶 X 線構造像を使って検討を行った。

合成したピーポッド分子の粉末試料に対し、固体 NMR を使って ^{13}C NMR 測定を行った。 C_{60} の化学シフト値は有限長 CNT に閉じ込められることでシフトし、過剰の C_{60} を用いた場合には、閉じ込められた C_{60} の信号と閉じ込められなかった C_{60} の信号とが分離して観測された。このことは、 C_{60} の有限長 CNT への出入りが NMR のタイムスケールよりも十分に遅いことを示しており、溶液状態で非常に大きな会合定数 (最大で k_a : ca. $10^{13}M$) を示すことともよく一致した。 C_{60} は非常に強く閉じ込められていることがわかった一方で、マジック

アングルスピン (MAS) を行わない条件であっても、鋭く、対称性が高い C_{60} の信号が観測され、内部では C_{60} は $-30^\circ C$ の低温下でも自由に回転している様子があきらかになった。さらに、単結晶を作成し、放射光 X 線を用いた単結晶構造解析を行った結果、 C_{60} は回転運動を反映して、4 箇所ディスオーダーして解析された (図 1)。このデータをもとに、Hirshfeld 表面の解析を行ったところ、有限長 CNT の内部には変曲点がなく、平滑な湾曲内面が構築されていることがわかった。

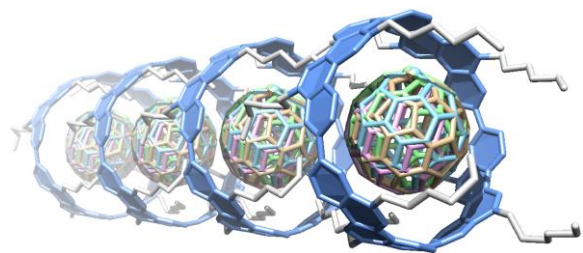


図 1 : 単結晶構造解析で明らかになった分子ピーポッドの構造とパッキング。内部のフラーレンは固体中で回転し、低温 ($-173^\circ C$) においても、さまざまな配置をとることがわかった。

構造の分散があるために構造と回転運動との相関をきちんと理解することが難しかったピーポッドの化学に対し、分子レベルで定まった明瞭な構造のピーポッドを合成し、高分解能な解析を詳細に行うことで、初めて、チューブ内部の滑らかさが動的な分子運動の誘起に重要であることを見いだした。安定な秩序化構造と速い回転運動という、一見すると矛盾する現象を根本的に理解することができ、この後の分子設計に反映できる知見が得られたと考えている。



業績紹介：線維前駆中間体捕捉による
アミロイド核生成機構の解明

“Stepwise Organization of the β -Structure Identifies Key Regions Essential for the Propagation and Cytotoxicity of Insulin Amyloid Fibrils”

Eri Chatani, Hiroshi Imamura, Naoki Yamamoto, and Minoru Kato

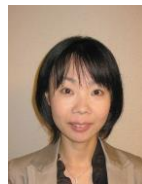
J. Biol. Chem., **289**, 10399-10410 (2014) DOI: [10.1074/jbc.M113.520874](https://doi.org/10.1074/jbc.M113.520874)

茶谷絵理

(神戸大学大学院

理学研究科化学専攻・A03

公募研究代表者)



アミロイド線維は、数多くの重篤な疾病に関与するタンパク質集合体である。アミロイド線維の形成反応は、おもに核生成とそれに続く成長の2段階から構成されるが、核生成は自発的には起こりにくい。そのためアミロイド線維形成反応全体の律速となっている。しかしながら、ひとたび核が生成すると核の持つ伝播性により自己触媒的に成長・増殖し高確率で発病に至ると考えられている。このようにアミロイド線維の核生成は疾病の発症時期を左右する重要な過程であるが、詳細な機構は十分に解明されていない。

そこで本研究では、タンパク質分子のどのような集合および構造化プロセスを経て核構造が生成し、伝播性が発現するののかの詳細をアミノ酸残基レベルで解明することを目標とした。このために、アミロイド研究の有用なモデルタンパク質のひとつであるウシ膵臓由来のインスリンに着目し、核が出現する前の中間体構造（本稿では線維前駆中間体と呼ぶ）を捉えその特性を解析することを試みた。

これまでの実験報告例によると、アミロイド線維形成過程で線維前駆体が顕著に蓄積するケースは稀である。そこで、おもに溶媒条件に着目し線維前駆中間体を過渡的に大量蓄積するような反応系を探索した。その結果、高 NaCl 濃度条件下では、微細で粒状の形状をもった構造体が反応開始直後に大量生成することがわかった。FTIR スペクトルを解析した結果、この構造体のクロス β 構造含有率は最終線維構造に比べて低く、クロス β 構造が十分に発達していないことが確認された。さらに、シーディング効果もほとんど見られない

ことから、この構造体はアミロイド線維核構造が形成される以前の線維前駆中間体であると結論づけた。

その後、プロテアーゼ消化を用いて線維前駆中間体においてクロス β 構造が未完成のアミノ酸配列領域を調べたところ、数か所特定することができた（図1）。これらは、線維前駆中間体から成熟線維へ成熟化する際に構造形成する箇所に対応することを考えると、伝播性の発現に重要な領域であると推測される。

以上の結果から、線維前駆中間体の捕捉観察は、アミロイド線維形成初期のタンパク質の構造形成について具体的なイメージを与えることがわかった。他のタンパク質でも有用な手段として活用できることが期待される。

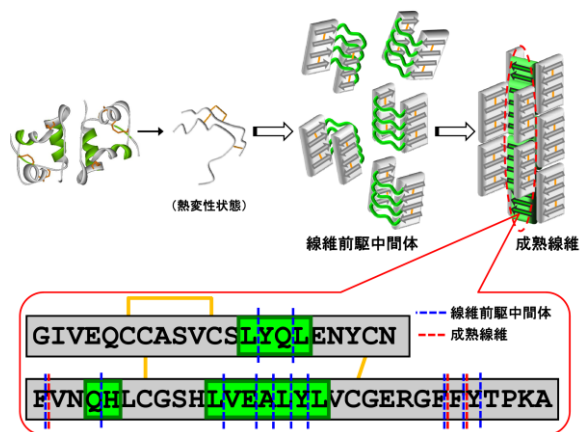


図1：前駆中間体を経た線維形成のスキームと、線維前駆中間体および成熟線維のプロテアーゼ消化による切断部位。緑色に着色したアミノ酸配列領域が核構造の形成に深く関与すると考えられる。



“Dynamical Ordering & Integrated Functions” Newsletter Vol. 11

July, 2014

蛋白質科学会ワークショップ 「蛋白質における動的秩序形成と高次機能 発現」を開催して

上久保裕生
(奈良先端科学技術大学院大学
物質創成科学研究科・A01 計画研
究代表者)



6月27日、第14回日本蛋白質科学会年会(ワークピア横浜/横浜産貿ホール マリネリア)におきまして、本新学術領域共催のワークショップ「蛋白質における動的秩序形成と高次機能発現(Dynamical Ordering of Protein Molecules for Creation of Integrated Functions)」(世話人:加藤晃一、上久保裕生)を開催いたしました。本新学術領域では、動的秩序を示す生命システムに学び、そのコンセプトに基づき新しい超分子化学を創出することを目指し活動しています。このワークショップでは、特に、蛋白質が関わる動的秩序の探査(A01班)、創生(A02班)、展開(A03班)にフォーカスし、我々の活動を紹介すると同時に、国内トップレベルの蛋白質科学の研究者が集う本年会で広く意見交換を行うことを目的として、下記の計画班メンバーが講演を行いました。

講演者/講演タイトル

寺嶋正秀(京大・院理・化学)

「タンパク質反応におけるドメイン間・分子間相互作用時間分解検出(Time-resolved detection of inter-domain and inter-protein interaction during protein reaction)」

上久保裕生(奈良先端大・物質創成)

「マルチドメインタンパク質におけるドメイン再配置と結合調整(Domain rearrangement of a multi-domain protein regulates the association and dissociation of its interaction partners)」

芳坂貴弘(北陸先端大・マテリアル)

「非天然アミノ酸の導入技術を利用したタンパク質の人工機能拡張(Expansion of protein function using nonnatural amino acid mutagenesis)」

岡本祐幸(名大・理・物理)

「生体分子集団の相互作用と自由エネルギー計算(Interactions of biomolecular assembly and free energy calculations)」

稲垣直之、馬場健太郎、久保祐亮(奈良先端大・バイオ)

「生体分子素子の自己組織化による神経軸索の伸張と調節(Protein assembly involved in signal-force transduction for axon outgrowth)」

加藤晃一(自然科学研究機構・統合バイオ、名市大・院薬)

佐藤匡史(名市大・院薬、JST さきがけ)

「プロテアソームのサブユニット集合における動的秩序(Dynamic ordering in proteasomal subunit assembly)」

プログラムを見て、日本語タイトルと英文タイトルが併記されていることにお気づきかと思います。本学術領域のメンバーの内、生命システムを中心に研究を展開している班員の多くは日本蛋白質科学会に所属しています。中でも、評価委員でもある桑島教授、領域代表の加藤教授は理事として本学会の運営に携わっておられます。現在、桑島教授らの強いイニシアチブの元、年会の国際化が推進されており、前々回年会から段階的に英語化する方針が打ち出されています。これは、国際化を目指す目的である一方、研究室を構成する留学生が研究のアクティビティを担いつつある現状を踏まえると学会のあるべき姿なのかもしれません。(ただ、今回は私の周知不足のため、前日にメンバー全員が各々の宿で慌ててスライドを作り直すことになってしまったのはここだけの秘密です。)



会場の様子。おかげさまで100名の座席では不足し立ち見まで出る盛況ぶりでした。



“Dynamical Ordering & Integrated Functions” Newsletter Vol. 11

July, 2014

話が横にそれてしまいましたが、皆様のおかげをもちまして、本ワークショップは、立ち見が出て部屋から人があふれんばかりの盛況ぶりでした。冒頭、加藤領域代表から本新学術の趣旨説明がなされ、生命システムに見られる秩序構造の組み替えにおける、適度な不安定要因の重要性について、Newsletter のヘッダーにもある本新学術のロゴマークの最後の1ピースに込めた思いとともに強調されました。



質疑応答中の寺嶋・加藤両班員。寺嶋先生のご講演では、過渡回折格子法による過渡的に形成される複合体の検出方法について詳細な解説がありました。光応答性の蛋白質以外への適用について質疑があり、溶液へのプローブ分子の混合や蛋白質分子へのプローブ導入の可能性について議論がなされました。

計画班からの発表も、これまで開催してきた公開シンポジウムでの発表を踏まえつつ、より蛋白質科学を中心とした専門的な内容に立ち入った内容になりました。その中で、稲垣先生は神経科学会や細胞生物学会で活躍されています。今回、蛋白質科学会では、神経軸索伸張に関わる蛋白質蛋白質群の集合離散制御について生化学的手法による最新の研究成果に加え、生物物理学的手法による結果を交え発表をなされ、会場からも数多くの質疑がありました。今後、様々な学会でこのようなワークショップを開催して行く予定ですが、分野を横断しての発表ができればと思います。全ての発表を通じ、質疑の中で今後の発展性についての議論が盛んになされ、緊張した中で発表者にとっても刺激的なワークショップとなりました。

ワークショップの後は、会場から少し離れた海辺沿いの倉庫を改造した大変雰囲気のある会場に場所を移し、学会の懇親会が開催されました。先の Newsletter (vol.8) で報告があったように、4月からは公募班のメンバーが新たに加わりました。公募班のメンバーの多くも本年会

に参加しており、奇しくも懇親会がメンバーの初顔合わせの場にもなりました。その後、恒例になってきましたが、公募班の若手のメンバーとともに場所を移動し、アルコールで適度な不安定性を誘起した状態でミーティングを開催し、各自が考える「動的秩序」について意見を交わし、今後の新学術領域の展望について夜が更けるまで討論を続けました。



公募班の若手のメンバーを交えた懇親会二次会

先ほど少し触れましたように、本新学術のメンバーは蛋白質科学会で広く活躍しています。本学会では、若手研究者の育成、男女共同参画の推進を目的としたシンポジウムが開催されています。理事を担当されている加藤領域代表は、ワークショップ開催同日午前には開催された若手奨励賞シンポジウム、翌日に開催された宇宙飛行士の山崎直子さんをお迎えしご講演いただいた男女共同参画特別ワークショップの進行をつとめました。A03班の公募班に加わった茶谷絵理准教授(神戸大学)も、若手奨励賞シンポジウムの座長を務めました。



宇宙飛行士の山崎直子さん(左)をお招きしご講演いただいた男女共同参画特別ワークショップの様子。司会進行をつとめる加藤領域代表(右)。

今後、本新学術領域では、多くの学会と連携し関連分野の発展に貢献すると同時に、若手研究者の育成、男女共同参画の推進に協力してきます。



“Dynamical Ordering & Integrated Functions” Newsletter Vol. 11

July, 2014

海外活動報告

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)



5月後半における国際学術集会等の海外での活動報告をさせていただきます。

アジア・環太平洋の蛋白質科学コミュニティとの交流

まず、5月17日から20日にかけて韓国済州島で開催された The 4th Asia Pacific Protein Association (APPA) Conference に研究分担者の佐藤匡史博士(名市大)とともに参加しました。筆者が、済州島での会議に参加するのは昨年の 8th Asian Biophysics Association (ABA) Symposium からちょうど1年ぶりとなります。そのときに知り合いになった Young Kee Kang 博士(Chungbuk National University) が今回の会議の組織委員長で、島の南部に位置する International Convention Center が会場でした。副委員長の Weontae Lee 博士 (Yonsei University) そして今回の筆者のホストである Sun Choi 博士 (Ewha Womans University) はじめ、本領域が昨年共催した日韓生体分子科学セミナーなどで馴染深いメンバーと再会しました。参加者は21か国400名でしたが、日本からも Council member の中村春木博士(大阪大学:日本蛋白質科学会会長)ならびに後藤祐児博士(大阪大学)はじめ錚々たる顔ぶれが参加されました。特に、後藤研からは大学院生を中心に若手の方がたくさん参加され、アミロイドに関する優れた研究成果を発表され、会を盛り上げていました。本領域からは桑島邦博アドバイザーも参加されていました。桑島先生は初日の Protein folding and dynamics のセッションで、私は最終日の Protein and drug discovery のセッションで講演しました。

特に印象に残ったのは Hajin Kim 博士 (Ulsan National Institute of Science and Technology) による “Protein-guided RNA dynamics during early ribosome assembly” と題する講演です。蛍光共鳴エネルギー移

動の1分子計測を通じて30Sリボソームのアッセンブリーの初期過程における分子複合体の動態を探索し、動的なタンパク質-RNA複合体が安定な非天然型の中間体構造を経て天然型の複合体構造へと変換していく経路を示しました。本領域の趣旨に沿った見事な研究でしたので、講演の終了直後に早速交渉して冬の公開シンポジウムにご招待することにしました。



APPA2014の懇親会にて。右端が本会議のCo-chairのWeontae Lee博士。



Sun Choi博士(右から2人目)がオーガナイズしたProteins and drug discoveryセッションの講演者一同。

アミロイドを巡る欧州の旅

APPA Conferenceが終了した翌日にはケンブリッジに向かいました。私たちのグループより University of Cambridge の Christopher Dobson 博士のもとに昨年より留学している矢木真穂博士(岡崎統合バイオ特任助教)を訪問するためです。彼女の留学体験記は別稿に掲載されているものと思いますが、単身渡英しアミロイド研究のメッカで武者修行に奮闘している様子を視察にいきました。筆者がケンブリッジを訪れるのは実に20年ぶりになりますが、伝統あるカレッジのサイトを巡り、ケム川の舟でゆったりと過ごすことができました。



“Dynamical Ordering & Integrated Functions” Newsletter Vol. 11

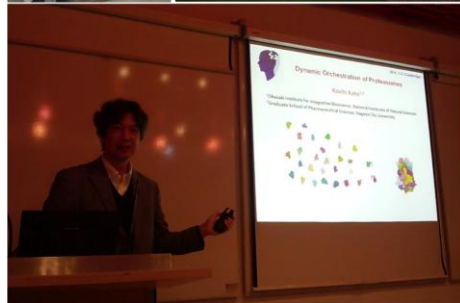
July, 2014

した。そして、5月23日には Department of Chemistry でセミナーをする機会を得ました。セミナーは、“Dynamic orchestration of proteasomes”と題し、プロテアソームの分子集合メカニズムに関する研究成果の現状をお話しし、好評を博することができました。

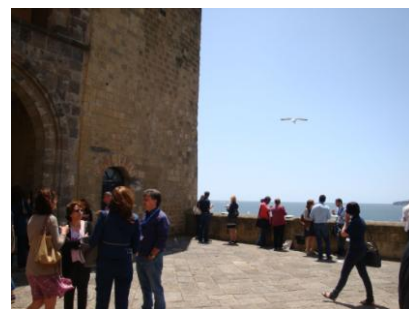
Dobson 博士も St. John's College 学長として多忙を極める中をセミナーに参加していただき、熱心に質問していただきました。セミナーの後で彼のオフィスで歓談した際にも、本新学術領域に随分と興味をもっていただき、活動の現状や領域の目指す方向などについて、いろいろと尋ねていただきました。同学科の Michele Vendruscolo 博士とも議論し、今後の共同研究の可能性について話し合いました。

その翌日に矢木博士らとともにナポリに向かいました。目的は、Biophysics of Amyloids and Prions (5月25-26日) に出席するためです。この会合は The University of California San Francisco と The Department of Chemical Science, University of Naples Federico II が国際学術交流活動の一環として企画されたもので、今回が第1回となります。会場はヴェスヴィオ山をのぞむサンタルチア港の古城要塞 Castel dell'Ovo (日本語で卵城) です。築城の際に基礎の中に卵を埋め込み、「卵が割れるとき、城はおろか、ナポリにまで危機が迫るだろう」と呪文をかけたことが城の名前の由来だそうです。流石に日本からの参加者はほとんどおられませんでした。プリオンの発見でノーベル生理学・医学賞を受賞された UCSF の Stanley B. Prusiner 博士をはじめ、欧米のアミロイド・プリオン研究の第一線の研究者が一堂に会して活発な討議が繰り広げられました。この分野で欧米の研究者のネットワークが強化されていく様子をうかがい知ることができました。筆者はこの学会は単に視察のつもりで参加したのですが、名誉なことに初日午後のセッションの座長を仰せつかりました。アミロイドβの NMR 研究で名高い Astrid Gräslund 博士は流石の貫録でしたが、初めての口頭発表に選ばれた若手の緊張感に満ちた初々しい発表も、心の中で声援を送りながら興味深く聴きました。その他の基調講演では Tuomas Knowles 博士 (University of Cambridge) によるマイクロ流体デバイスを用いたアミロイド核形成の研究、Daniel P. Raleigh 博士 (Stony Brook University) による安定同位体標識と2次元 FTIR を利用したアミロイド形成経路の解明に向けたアプローチなど、印象深い講演をたくさん聴くことができました。

濟州島→ケンブリッジ→ナポリと移動の多い12日間でしたが、本新学術領域に関連する情報の収集・発信とネットワークの構築という点でとても実り多い旅となりました。



ケンブリッジにて。Trinity College の入り口 (左上: 筆者の後方にはニュートンのりんごの木の子孫が見えます) と Great Court (右上)。Department of Chemistry では本領域の趣旨説明も交えたセミナーを行い、好評を得ました (下)。



ナポリの Castel dell'Ovo で開催された Biophysics of Amyloids and Prions の様子。風光明媚な古城の中で熱いディスカッションが繰り広げられました。



“Dynamical Ordering & Integrated Functions” Newsletter Vol. 11

July, 2014

海外留学体験記

矢木真穂

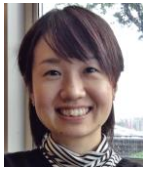
(自然科学研究機構 岡崎統合バイオサイエンスセンター・特任助教)

昨年7月より1年間、イギリス、ケンブリッジ大学にて Visiting

Researcher として勤務し、この度、A03 計画研究代表者 加藤晃一教授の

研究室に特任助教として着任いたしました。アミロイド線維形成をはじめとする超分子複合体における分子アッセムブリ機構に興味を持っています。どうぞよろしく願いいたします。

1年間の海外留学—内藤財団から海外留学助成の採択通知を受け取った時は、全くと言っていいほど実感がわかず、喜びというよりは困惑に近かったのを覚えています。大学院生の頃、学位取得後に機会があれば留学してみたいという想いはあったのですが、何となくタイミングを逃し日本でのポスドクキャリアが始まりました。すでに結婚していたため、平和な家庭生活をぶち壊す危険性を冒してまで何が何でも留学したいというような強い希望は全くなく、夫婦そろって仲良く留学という選択肢も当然なく、そもそも留学に対して明確なビジョンを持っていた訳でもなかったので、その当時、自分が海外留学することになるなんて夢にも考えていませんでした。幸い家族の快い承諾を得、昨年7月2日から1年間、ケンブリッジ大学、化学科、Christopher M. Dobson 教授の研究室に Visiting Researcher として赴任することになりました。



Department of Chemistry のエントランス。12月には巨大なクリスマスツリーが飾られた。

私が所属した Dobson 教授の研究室は、20名ほどで構成されており、ほとんどが Experimentalist でした。

「天然変性タンパク質」「アミロイド形成」「フォールディング」「神経変性疾患」をキーワードに、主に生物物理学・タンパク質科学・構造生物学アプローチによる研究を行っていますが、中には細胞やショウジョウバエ、線虫などを用いた *in vivo* 解析を行っているポスドクもいます。さすが最先端に行く研究室だけあり、ありとあらゆる分光器・計測機器は研究室内に揃っており、いつでも必要な時にすぐに使うことができましたが、人数に対して実験スペースが少なすぎるので自分専用のベンチは与えられず、こまごました備品はすべて共用でした。したがって、1日の始まりは自分の作業場所と必要備品の確保からスタート、共有物を使用する際は常に交渉力が問われる、という何ともサバイバルな環境で、普通に考えたらやや非効率なのですが、何だかんだ文句を言いながらも皆上手くやりくりしていました。



タンパク質精製用デスク。常時少なくとも5~6人でシェアする。

Dobson 研と強力なコラボレーション関係にあるのが、Michele Vendruscolo 教授と Tuomas Knowles グループリーダーの両研究室であり、Vendruscolo 研は NMR 情報をもとにした構造計算やタンパク質のダイナミクスなど、シミュレーション・計算科学的アプローチ、Knowles 研はアミロイド形成速度論の理論解析やマイクロ流体デバイス計測、また1分子計測を中心とした研究を展開しています。3研究室を合わせると総勢60名ほどで、博士課程の学生とポスドクの比はおおよそ半々といったところです。実際、居室や実験室



“Dynamical Ordering & Integrated Functions” Newsletter Vol. 11

July, 2014

をシェアし、合同セミナーを行い、3研究室の垣根はほぼないに等しかったです。Experimentalistにとっては得られた実験結果を解析するのに計算や理論的アプローチが必要であり、計算・理論家にとっては対象となる実験データや実験的バリデーションが必要です。まさに実験と理論の緊密かつ理想的なコラボレーション関係が実現していました。大規模な研究室だけあって、バックグラウンドや専門の異なるメンバーと、常に様々な視点から有意義なディスカッションができるのが魅力的でした。最近のラボでのホットトピックスは、“kinetics”。私も「糖脂質膜上におけるアミロイドβタンパク質のアミロイド形成メカニズムの解明」をテーマに速度論解析をベースとする定量的なアミロイド形成機構の理解に取り組んできました。得られた解析結果をもとに、理論的解析についても学ぶことができました。



Dobson 教授との記念写真。

Dobson 教授は学会や会議で世界中を飛び回ることが多く、また St John's college の学長も兼任しており常に超多忙であったため、2か月に1回程度ディスカッションするというスタイルでしたが、その分ディスカッション中はゆったりと親身に話を聞いてくれ、常に良いアドバイスと頑張りに対する賛辞と励ましをくれる存在でした。日常においては必要に応じて Vendruscolo 教授や Knowles 博士、周りのポスドク達と議論しながら進めることが多かったのですが、ポスドクに対してはどちらかというと自分で研究目標・研究計画を立て遂行する能力が求められている印象でした。計画通り行かないときの軌道修正などに悩むことも多く、自分的には良かれと思った筋も実は回り道

だったり、なかなかスムーズにいかない時期もありましたが、まずは自分で考えてそれをもとに議論し研究を進めるというスタイルを磨くことができました。

ケンブリッジは、世界屈指の大学都市、学問の街であるため、世界各国から優秀な研究者や学生が集まっています。大所帯の研究室だけあって、ラボのメンバーだけでもかなり国際色豊かで、多様な文化・発想・意見の相違は常に刺激的でした。メンバーはイタリア人が1/3を占めていましたが、イギリス、オーストラリア、フランス、ドイツ、スペイン、ポルトガル、中国、インド人が数名ずつ、さらに、スイス、デンマーク、スウェーデン、オランダ、ベルギー、カナダ、ブラジル、シンガポール、マレーシア、韓国などなど、まさにインターナショナル。帰国前にはサッカーのワールドカップが始まり、毎日必ず誰かが一喜一憂する光景が見られました。特にイタリアのグループリーグ敗退が決まった翌日、ラボの大半を占めるイタリア人がひどく落ち込み不機嫌で、いつもは賑やかなラボが静まり返っていた光景は忘れられません。

そんなこんなで1年間の海外生活を終え、今こうして日本に帰国する飛行機の中でこのレポートを執筆中です。人生初の海外生活、渡航前は不安な気持ちでしたが、今は人生初の貴重な経験をたくさん得ることができ、支えてくれた人たちに感謝の気持ちでいっぱいです。ケンブリッジという美しい街、ケンブリッジ大学という歴史ある研究環境、そして何よりも研究室の素晴らしいスタッフや仲間たち、すべてが perfect でした。

思い起こせば赴任初日、早速「英語が聞き取れない」という壁にぶつかり、かなりの消極的モードに突入したのを覚えています。周りに日本人もいないし、相談できる友達もいない。何しろラボの皆は私が英語が聞き取れなかったり流暢に話せないとは思っていない様子で普通に話しかけてくれたので、余計に情けなく気が引けてしまい、最初はなかなか自分から話しかけることができませんでした。黙って待っているだけでは誰も気にかけてくれず、聞き取れないから会話にも入れない。まさに負のスパイラルでした。そんな時、最初にディスカッションをしたシニアポスドクが私に言ってくれた “Don't be shy!” という励ましの言葉は私の心に深く響き、私の留学生活を支えてくれた大切



“Dynamical Ordering & Integrated Functions” Newsletter Vol. 11

July, 2014

な言葉となりました。以後、常にこの言葉を胸に秘め、とにかく何事にも体当たり、自分から能動的にコミュニケーションをとるようにしました。最初は些細なことにもいちいち躊躇してしまい、自分を奮い立たせるのに多大なエネルギーを費やす日々でしたが、その頑張りの甲斐もあって、ラボの皆とも打ち解けることができ、その後の留学は楽しく充実したものになりました。流暢な英語でなくても文法がめちゃくちゃであっても「伝えたい、話したい」という気持ちが大切であって、それが真のコミュニケーションなのでは、と改めて感じることでありました。



私の Farewell dinner に研究室のメンバーが集まってくれた。総勢 24 名。忘れられないディナーとなった。

また、こちらに来て驚いたのは、皆とてもおしゃべり好き!ということ。毎日コーヒーや紅茶を飲みながら自由かつ活発に議論し、その中から新しいアイデアや共同研究が芽生えることに感銘を受けました。また、セミナー後にはコーヒーブレイク&ケーキタイムが必ず設けられており、引き続き意見交換を楽しむことができたのも良い習慣だと思いました。ディスカッションの際は、教授や学生・ポスドクといった肩書や上下関係を気にすることなく、意見を突き合らし、アイデアを出し合うという雰囲気も良いものでした。学生に対する指導も、学生の意見や主張を尊重しつつもお互い納得がいくまで議論しながら進めていくという姿勢が見受けられ、大変勉強になりました。このような日々のコミュニケーション時間を大切にしている習慣は、日本でも是非実践しようと考えています。

留学を通じて研究のネットワーク、人とのつながりを広げることができたのは何よりの財産であると思っ

ています。日本に無事着いた今、早速、イギリスのパブで仲間と飲んだ生ぬるいエールビアが恋しくて仕方ありませんが、今回の素晴らしい経験を糧に、より一層研究を enjoy しつつ成果を挙げ、日本の冷たいビールで乾杯したいものです。



隔週開催の研究室セミナー後、カフェでケーキを食べながらのディスカッション。



テム川でのパンティングを体験。後ろに見えるのは、St John's college の美しい the Bridge of Sighs。