

当初の計画概要

- (1) 2024 年 4 月と 2025 年 3 月は、国立台湾大学 (NTU) 数学教室を訪問する。主目的は、Chiun-Chuan Chen 教授(NTU)および Chueh-Hsin Chang 教授 (中正大学) と、3 変数反応拡散系の進行波解の大域分岐構造に関する共同研究を進めることである。まず 4 月に方向性を議論して、次の訪問までの間は、オンライン・メールベースで確認しながら 3 月にまとめるという計画を立てた。
- (2) 5 月から 8 月初めの 3 ヶ月間は、90 日間を超えない範囲で、フランス・パリに滞在する。訪問先はフランス社会科学高等研究院(EHESS)で、Henri Berestycki 教授に受け入れをお願いした。Berestycki 教授は、反応拡散系やその生態学モデルへの応用に関して著名な研究者であるが、犯罪のホットスポットモデルや社会科学的な問題にもリーダーシップをとって進めている。社会科学研究所は数理科学と社会科学の融合研究を推進するところであるので、Berestycki 教授との研究交流だけでなく、研究所やパリの学際研究の雰囲気を直に感じとり研究ネットワークを広げることも期待した。
- (3) 8 月前半の 2 週間は、特にホストを定めず、英国スコットランドのスターリング大学を中心にして資料収集・研究活動を行なう。数値的な天気予報の先駆者として知られる Lewis Fry Richardson に関する文献や足跡を訪ねること、また暗号の歴史の中でもよく知られるメアリ女王に関連する文献や史跡訪問を実施することを目的とした。
- (4) 8 月後半から 2025 年 2 月までの 7 カ月半は、米国フィラデルフィアに滞在し、ペンシルベニア大学 (UPenn) を訪問する。UPenn の数理生物学センターは 2022 年に明治大学先端数理科学インスティテュートおよび大学院先端数理科学研究科と研究交流に関する覚書を交わしている。数理生物学センターは、森 洋一朗教授と Joshua Plotkin 教授がセンター長を務めて活発に研究活動を推進している。さらに森教授は、米国の応用数学コミュニティに広い研究ネットワークを持っているので、UPenn を長期滞在拠点にするのは、とても有意義だと期待した。なお、米国滞在は 90 日を超えるので、長期滞在ビザを取得する必要がある。そのために UPenn の International Student & Scholar Services(ISSS)に早めにビザ申請のための書類 (J1 ビザ取得のためには受け入れ先が発行する DS2019 という書類を持って米国領事館に申請する必要がある) の発行をお願いしていたが、手元に届いたのが台湾に滞在していた 4 月だったので、フランス滞在中にパリの米国領事館に申請手続きをすることになった。

研究活動概要

- (1) 2024 年 4 月 1 日から 2024 年 4 月 30 日 (台湾滞在) : 台北市の国立台湾大学 (NTU) 数学教室を訪問した。大安区にある国立台湾大学のメインキャンパスのほぼ北端に位置する数学教室に研究スペースを借りてそこを中心に研究活動を行った。そのさらに北隣

の台大次震宇宙館というビルに NCTS (国家理論科学研究中心) の数学部門と物理学部門の研究所があり、こちらで研究集会を開催あるいは参加したりしてよく利用した。NCTS はいずれも部門もそれぞれポスドク 16,17 名を雇用し、海外からの訪問者も常に数名は滞在し、国際研究集会も毎週のように行っている組織である。住居は公館エリアにある修斎会館(Hsiu Chi House)という NTU のゲストハウスを利用したので、キャンパス内を南北に横断する 1.5 キロを毎日歩いて通った。Chiun-Chuan Chen 教授とのディスカッションは反応拡散系の進行波解の大域分岐構造に関するもので週 2 回ぐらいのペースで行い、特に自明解からの局所分岐を大域的なヘテロクリニック分岐にいかにして接続するかに関して議論した。また、NCTS ポスドクの Kuan-Wei Chen 氏と結合振動子系の分岐構造に関して議論した。滞在中のイベントとしては NCTS workshop on Nonlinear PDE(4/8~4/10)に参加、NCTS workshop on Bifurcation Phenomena and Evolutionary Equations(4/17~4/19)開催、嘉義・中正大学談話会講演(4/24)、台南・成功大学談話会講演(4/26)なども行い、台湾での研究ネットワークがさらに広がった。

- (2) 2024 年 5 月 7 日から 2024 年 8 月 1 日(フランス滞在):EHESS を訪問し Henri Berestycki 教授や Jean-Pierre Nadal 教授とディスカッションをした。特に彼らがオーガナイズしているセミナー (Modélisation en sciences sociales et en sciences du vivant) では数理モデルと社会科学・人文科学との融合に関する議論に参加した。Joshua B. Plotkin 教授 (UPenn) “Measuring evolutionary forces of cultural change”, Camille Roth 教授(CNRS, CAMS) “Echo chambers? filter bubbles? it depends”, 大塚 淳教授(京都大学) “Why Use Statistics? Objectivity and Justification in Science” などの講演があり、特に統計学を哲学的に考察する大塚教授の切り口には議論が盛り上がった。このセミナーは数理と人文社会科学の融合ゆえか、EHESS のあるラスパイユ通りの研究所とパリ市北郊外にある Campus Condorcet で交互開催されている。Campus Condorcet はその昔は倉庫街だったところで、区画整理して人文社会科学系キャンパスとして再開発したらしい。パリ滞在中もイベントが多く、ReaDiNet international conference (Clermont-Ferrand, 6/9~6/14) 出席、International workshop on Mathematical modeling of epidemiological dynamics (Le Havr, 6/17~6/21)出席、偏微分方程式セミナー講演(IRMAR, Rennes, 7/4)があり、それぞれフランスでの研究ネットワークを広げることができた。また、パリでは La Fondation Maison des Sciences de l'Homme (人間科学財団) が運営する Mason suger というゲストハウスに滞在した。ここには、EHESS を含めてパリに滞在する海外からの (多くは人文科学系の) 研究者が滞在しており毎週のように交流イベントや研究集会も企画されている。明治大学からは MIMS の俣野博研究特別教授も滞在されていたが、環境問題を経済学的な観点から研究する有村俊秀教授 (早稲田大学)、ショパンをポーランドとフランスの比較文学的な観点から研究する松尾梨沙さん (早稲田大学高等研究所) などとも交流することができた。また、松尾さんと、言語分析を研究してい

る Nazarii Nazarov 氏（ウクライナ）と私で音楽イベントを開催(6/21 パリの音楽祭の日)し、30 名ぐらいの聴衆を前にした国際イベントになった。バロック音楽（Nazarov 氏）とショパン（松尾さん）の演奏に対比する形でそれぞれ対応する日本の古典箏曲を小川が演奏し文化交流も行った。なお、6/24 に、米国領事館に J1 ビザ申請に関する面談を受けに行った。案の定「本来は自分の国の米国領事館で申請するはずだがなぜパリで」と質問されたが、UPenn の森教授から事情を説明する文面を書いておいてもらったのでこれが功を奏して受理してもらえた。それから 1 週間パスポートを米国領事館に預けなければならなかったのが心配したが、無事に 7/1 に指定の場所で受け取ることができてほっとした。

- (3) 2024 年 8 月 2 日から 2024 年 8 月 19 日（英国滞在）：スコットランドでは、スターリング大学をベースにして、Lewis Fry Richardson に関する文献調査、さらにメアリ女王に関連する文献や史跡訪問を行った。Lewis Fry Richardson は第一次世界大戦中と戦後というかなり早い時期に気象予報の研究を行っただけでなく、戦争や紛争の数値モデルを作るなど現象論の数値モデリングの先駆者である。スコットランドの風土や複雑な気象パターン、そして、スコットランドの教育機関や思想界や価値観が、Richardson の思考形成に影響を及ぼしたと言われている。また、メアリ女王は、幽閉当時、フランスの支持者に暗号書簡を送りそれが解読されてついにイングランドで処刑されるという激動の人生をおくったことで知られる。私も時々、暗号に関する一般向けの講演をしたりすることがあるので、女王にゆかりのある場所を自分で訪ねておこうと考えた。実際には、期間が短すぎてスターリング大学の図書館での資料閲覧、エジンバラでの古書巡りとスターリング城の見学ぐらいしかできなかったのだが、ある程度の資料収集ができた。詳細な調査は次の訪問時の課題とする。

- (4) 2024 年 8 月 20 日から 2025 年 2 月 27 日（米国滞在）：ペンシルベニア大学（UPenn）を訪問した。数学教室内に研究スペースを借りて研究活動を行った。UPenn キャンパスはスクールキル川の西側、東西方向の座標で言うと 34th から 40th st. で、南北方向はチェスナットからサウスストリートまでの範囲に位置し、広大である。数学教室のあるリッテンハウス棟は 34th st.にあり、住まいのあるローガンスクエアから 2.5 キロの道のりを毎日徒歩で通った。まずは森教授および Josh McGinnes 氏と 3 人で共同研究を立ち上げるためのディスカッションに多くの時間を割いた。加えて Plotkin 教授とも月 1 回程度の頻度で情報交換を行った。さらに森教授のグループが開催しているリーディングセミナーにも参加し、P.C.Bressloff の Stochastic Processes in Cell Biology の輪講をした。また数理生物学センターの開催するセミナーがほぼ毎週行われ、そこでは生物流体に関する話題や確率偏微分方程式の応用に関する話題が多く提供された。私の滞在中に京都大学の平岡裕章教授のグループがフィラデルフィアに立ち寄られたので、数理

生物学センターで特別企画(11/7)を設けて最適輸送を使ったシングルセル解析の話題を提供してもらった。森グループの PhD 学生がメトリックグラフに興味を持っていたので、二人で Berkolaiko-Kuchment の「Introduction to Quantum Graphs」を輪行し研究方向を議論しあった。その結果、周期メトリックグラフの進行波の構造を調べることに重要であることに気づき、森教授とともにプロジェクトを立ち上げた。1 月末に可積分系の研究者 Baofeng Feng 教授の招待で U.Texas Rio Grand Valley を訪問し、談話会での講演、および研究集会での講演を行った。研究集会で、Dmitry Pelinovsky 教授ともディスカッションし、彼も NLS 方程式の定常解の観点からメトリックグラフを研究していることを知り、有意義な情報交換ができた。なお、研究集会は、メキシコ湾（アメリカでは最近アメリカ湾というようだが）に突き出した長い砂州の Padre Island で開催された。McAllen から Padre Island に向かう途中で Space X の発射台を一眼見ることができた。1、2 月は、森教授から New Jersey Institute of Technology の研究グループを紹介してもらい Yuan-Nan Young 教授とも情報交換を行った。メトリックグラフ上のパターン形成に関してセミナー講演を行った(2/24)。NJIT では、他にも James Maclaurin, Roy Goodman がかなり研究分野も近く今後もメトリックグラフなどで研究情報の交換を約束した。

- (5) 2025 年 3 月 2 日から 2025 年 3 月 29 日（台湾滞在）：4 月に続き再び台湾に滞在した。まず台南に向かい成功大学で開催された大学院生の交流ワークショップ The 15th Taiwan-Japan Joint Workshop for Young Scholars in Applied Mathematics(3/3~3/5)に教員として参加した。明治大学からも 15 名の大学院生が参加し、年々研究発表のレベルが上がっていることに感心した。3/6 から 3/29 日は再び国立台湾大学（NTU）数学教室を訪問した。Chiun-Chuan Chen 教授との共同研究では、分岐解の大域的な構成に比較定理を利用できるか詳細な検討を行なった。Kuan-Wei 氏との共同研究は 1 年通してオンラインでディスカッションしてきたものを再確認し、さらに Chih-Wen Shi 教授（陽明交通大学）も交えて成果をまとめるための論文構成などを議論した。NTU 滞在中に NCTS Workshop on Evolution Systems and Their Steady States 講演(3/10)、Jia-Yuan Dai 教授（清華大学）を訪問し Bernold Fiedler 教授と研究討議(3/17)、陽明交通大学談話会講演(3/18)、NCTS One-Day Workshop on Nonlinear Evolutionary Dynamics 講演(3/20)、国立師範大学研究集会講演(3/28)などをこなし、さらに多くの研究ネットワークが構築できた。

その他の研究活動

- (1) サバティカル期間中も滞在場所を問わず以下のプロジェクトのディスカッションを定期的に行った。(A)結合振動子系の大域分岐構造（NCTS ポスドクの Kuan-Wei Chen 氏と）、(B)精細管のセグメント振動パターン（三浦岳教授（九州大学）のグループと）、

(C)コンパクトメトリックグラフのパターンダイナミクス (小林俊介氏 (宮崎大学)、坂元孝志氏 (明治大学) と)。ヨーロッパに滞在中は日本とのオンラインミーティングは比較的スケジュールしやすいが、米国滞在中は早朝か夕食時に設定しなければならずお互いに配慮しながら行った。

- (2) サバティカル後も以下のプロジェクトが続いている。(A)結合振動子系の大域分岐構造 (NCTS ポスドクの Kuan-Wei Chen 氏と)、(B)精細管のセグメント振動パターン (三浦岳教授 (九州大学) のグループと)、(C)コンパクトメトリックグラフのパターンダイナミクス (小林俊介氏 (宮崎大学)、坂元孝志氏 (明治大学) と)、(D)周期的メトリックグラフの定常解構成 (UPenn 森教授のグループと)。(B)は目下論文投稿中で、(A)(C)は近く投稿予定である。