

# 大学院教育支援機構（DoGS）海外渡航助成金 報告書

## Outcome report

計画名 Plan	国際数理地球科学会での研究発表及び従化地熱地域での野外調査
氏名 Name	稗山 拓実 / Akiyama Takumi
研究科・専攻・学年 Graduate school/Division/Year level	工学研究科 都市社会工学専攻 博士後期課程 1年 / Engineering, Department of Urban Management, D1
渡航国 Country	中国 / China
渡航日程 Travel schedule	2025年10月9日 ~ 2025年10月16日

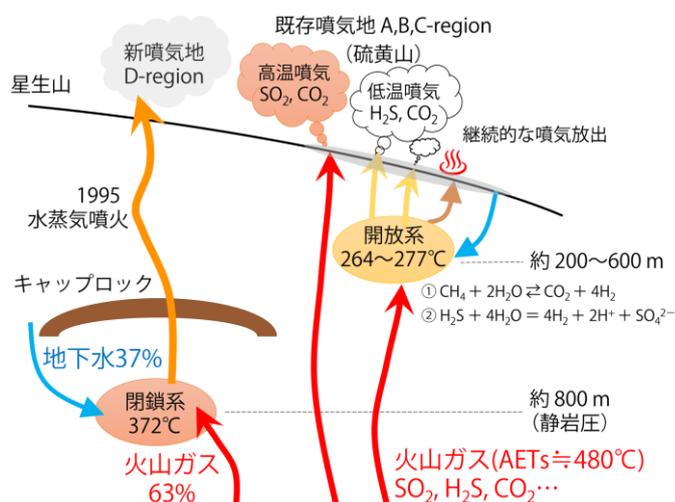
- ページ数に制限はありません。No limits on the number of pages
- 写真や図なども組み込んでいただいて結構です。You can include pictures or illustrations.
- 各項目について具体的に記述してください。Please fill in each item specifically.
- 日本語または英語で記載ください。Please use Japanese or English.

### 渡航計画の概要 Outline of the travel plan

本渡航には、IAMG2025（国際数理地球科学会2025年会）での学会発表と、従化地熱地帯に訪問し、ガス湧出状態に関する野外調査・情報収集を行う、という大きく2つの目的がある。

まず前者について、報告者は2023年度より「活火山熱水系における不均一系地球化学平衡に関する理論的ならびに観測的研究」に従事している。本研究は、火山ガスを用いた既往研究では着目されてこなかった、火山体内の**気液二相系の熱水貯留層に由来する低温噴気**に焦点を当て、気液二

相系の物理化学の理論に基づき、噴気の水同位体組成やガス組成から、水蒸気噴火を引き起こす火山熱水系の重要な情報である、温度や蒸気分率の値を推定したものである（図A）。本研究は「水同位体組成と熱量保存則による温度推定」及び「低温噴気ガス組成の不均一化学平衡解析」の二本柱により構成されており、現在は得られた成果をもとに、**国際学術誌への投稿を進めている**最中である。特に後者は、世界中に分布する酸性熱水へ適用可能な“新規温度推定手法”として非常に高い独創性を有し、**水蒸気噴火予測への応用も大きく期待される**。そこで、論文投稿（現在査読中）に先行して、地球化学現象における数理モデリングの世界トップクラス研究者も多く所属するIAMG2025（国際数理地球科学会／中国・珠海）にて口頭発表を行うことで、本研究成果の新規性と実用性を国際的な関連領域の研究者コミュニティへ強力にアピールするとともに、研究ネットワークの拡充を図りたいと考えた。こ



図A. 新規温度推定手法の九重硫黄山への応用の概念図。本研究は、噴気の化学組成を用い、突発的水蒸気噴火の原因となる酸性熱水系の温度推定手法を確立し、高温の熱水系の検出及び深度推定も可能となった。

のため、2025年10月9日～2025年10月14日にIAMG2025に参加し、2025年10月10日午後2時50分～午後3時10分には口頭発表「Temperature Estimation of the Hydrothermal System in Active Volcanoes based on Heterogeneous Geochemical Equilibria of Low-Temperature Fumarolic Gas Composition」を行った。

後者について、報告者は博士課程より新たに「二酸化炭素の地下貯留に関するナチュラルアナログ」に関する研究に従事し、国内の姫島（冷えた火山体）を対象にCO<sub>2</sub>の貯留・放出メカニズムの解明を進めているが、ナチュラルアナログ的研究を深化させるためには、地質構造や熱源の異なるより多様な地質環境への理解が必要である。そこで本渡航では、先に述べた学会の開催地近郊に位置する、広東省・従化地熱地域を実際に訪れ、現場の地質構造・熱水分布・ガス湧出状況を直接観察し、その特徴に関する情報収集を行った。Zheng and Luo(2024)によれば、従化地熱地帯の位置する地域には花崗岩の亀裂性貯留層が断層帯と連結する形で発達しており、これが深部熱水とともにCO<sub>2</sub>を含むガスを上昇させる経路となり、Na-HCO<sub>3</sub>型の温泉やCO<sub>2</sub>を含む噴気を多数湧出する地熱活動域が形成されている。実際にこのような現場に立ち、温泉や噴気の分布、断層帯の露頭地形、湧出量の空間変化などを目で見て把握することは、地球化学データの背後にある現象を定性的に理解する上で極めて有意義である。このため、2025年10月15日に従化地熱地帯に足を運んだ。

なお、渡航当時、中国では国家安全に危害を与えるような行為は反スパイ法に違反する行為と認定される危険性があり、地図を所持して、無闇に写真をとることは控える必要があった。そこで、渡航前の事前準備段階で、従化地熱地帯の位置する地域の地質環境や、特徴的な熱的活動について、Zheng and Luo (2024)を筆頭に複数の論文を読み込み、情報を整理した上で、従化地熱地帯に行く当日の出発前に、観察したいポイントを再度確認して記憶し、現地では、地質構造・熱水分布（湯の色、変質状況を含む）・ガス湧出状況を注意深く観察した。実際には現地での写真撮影は可能であったが、反スパイ法に抵触するような行為（地図を参照した記録など）は避けた。

## 成果 Outcome

まずは各日程でどのような活動を行ったかを具体的に記述し、その後にまとめを述べる。

**Day 1, 10月9日** 羽田 9:10→広州 13:05

台風の影響で運航に影響が出るかもしれないとのことで少し心配であったが、羽田広州便はその影響は受けなかった。まず朝 5 時 30 分に羽田空港第 1 ターミナルにある宿を出発し、羽田空港第 3 ターミナルで受け取りを予約していた GLOBAL WiFi を受け取りに行った。その後、朝食を済ませた後に羽田空港第 2 ターミナルから、広州空港行きの飛行機（朝 9:10 発）に搭乗した。羽田からの行程は、同研究室所属の江夏さんと池内くんと共に行動した。江夏さんは当日の早朝に関西空港を出発する便で羽田空港に来て、同様に WiFi ルーターの受け取りのためにターミナル間を移動する必要があり、乗り継ぎ時間が極めて

僅少となった。今回は広州空港行きの飛行機が定刻よりも遅い出発であったため、3人無事搭乗することができたが、この経験から、渡航機材の受け取り場所と出発ターミナルを事前に正確に把握し、余裕を持った行動計画を立てることの重要性が教訓として得られた。広州空港に到着後、タクシーで珠海の宿（青竹書院）まで移動した。タクシーの代金支払いのためのキャッシュレス決済アプリ「Alipay」使用時に、初回利用のためのパスポート認証が未了であったため、支払いに時間を要した。運転手との意思疎通において、英語が通用せず、中国語も方言による訛りが入っていたこともあり、翻訳アプリを用いての会話も（普通話と広東語の両方を試したが）一苦勞であった。Alipayの支払い方法や、翻訳アプリについては日本にいる間に練習しておくことが重要であると感じた。

ホテルに荷物を置いた後、近くのレストランで夕食をとった（図1）。この店主は、自分たちが中国語をあまり理解できないとわかっていながらも、終始一貫して早口の中国語で一方的に話しかけてきた。自分が英語で相手に話しかけるも、相手は英語を理解できないため、たまたま店にいた中国人大学生を介して、自分の話す英語を中国語訳してもらうことでコミュニケーションを図ることができた。先程のタクシーと同様、中国では英語が通じない場面が多いように感じた。現地の中国人は、話し相手が言語の壁に阻まれた外国人であっても、中国語という唯一の武器を手にも、熱量と気迫で話し続けるのである。相手にとっては聞き手の理解度などどうでも良いのかもしれない。言語が通じぬ相手に対しても、臆することなく自国語で語りかけるその姿勢には、意思疎通の可否を言語能力のみに帰結させない、全身全霊の突破力・強い意志があり、この熱意は、グローバルな環境で今後活躍する我々日本人が今一度見つめ直すべき資質であると感じた。



図1. 珠海に到着した初日に食べた夕食

その後、中山大学珠海キャンパスに移動した。その道中、歩道を歩く自分たちの間を縫って高速で走り抜けていく自転車等と多く遭遇した。横断歩道では、車通りが多い場所でも信号がない場所が多い。日本では「歩行者優先」の常識があるが、中国にはその考え方は存在せず、日本よりも電動の移動手段が普及しているため、騒音が少ないままに歩行者

に近づいてくるため、より周りへの細心の注意を払い歩行することが重要であると感じた。 中山大学珠海キャンパス到着（図2）後、IAMGのIce Breakに参加した（図3）。飲み物やデザートが多く用意されており、参加者と話すことができた。阿蘇や桜島といった火山に対する関心を持ち実際にその場に行ったことのある、地球物理学専攻の中国人との会話が特に興味深かった。



図2. 中山大学・珠海キャンパス到着時



図3. IAMG 2025のIce Breakに参加した。

Day 2, 10月10日 口頭発表 14:50~15:10, Conference Dinner

朝食を食べた後、すぐに学会会場へと向かい、開会式から出席した。冒頭の基調講演では、最初に映画や著名な絵画といった、聴衆が興味を持ちやすい身近な題材を導入とし、本学会が扱う多岐にわたる分野及び研究手法を巧みに概観しており、その構成は非常に明快であった。また、視覚的に訴えるスライドの活用法や、その明快な話し方は、プレゼンテーション技術の観点からも示唆に富む内容であった。その後、主に地球化学分野に関わる講演を聴いた。地球化学の中でも、特に大気化学に関する内容（例えば PM2.5 と有害金属の関係など）は普段の研究テーマとは異なる視点からの地球化学的考察であり、多様な分析手法に関する知見を深める貴重な機会となり、興味深かった。午前のセッション終了後、バイキング形式の昼食（図4）を食べた。



図4. 10月10日の昼食。

午後の部では、本渡航の主要な目的である、口頭発表を行った（図5~7）。自分が発表を行った部屋は、今回の口頭発表の会場として使用された会場の中で最も広い講堂であり、その分スクリーンの大きさが今までで見てきた中で最大であった。発表時間は規定の14分ぴったりで終わることができたが、セッション全体の時間調整の都合で、質疑応答は発表時間内ではなく、後の休憩時間等を利用するよう座長より指示があった。セッション終了後に行われた Coffee Break（図8）ではコーヒーやスイーツを食べながら、多くの研究者から声をかけられ、非常に活発な質疑応答やコメントを頂く機会を得た。特に火山現象を専門とする研究者からは、発表した研究で採用した熱水系の温度推定手法について、地球化学的アプローチとしての独自性や、結果を示した図の視覚的明瞭さに関して高い評価を得られた。この肯定的な意見は、本研究の客観的な妥当性を確認する上で、大きな自信となった。同研究室の Vitor さん（図8の自分の隣）の研究仲間との会話では、「どれくらい発表練習に時間を費やしましたか?」、「何という学術誌に論文を投稿する予定ですか?」といった質問を頂いたり、専門分野によるフィールド研究の頻度の差や、個人による研究

室に滞在する時間の違いといった研究スタイルに関する雑談までも楽しむことができ、良い情報交換となった。さらに、Coffee Break が終わった後のセッション中に、部屋の移動のため廊下を歩いていた最中にも、すれ違った学会参加者から、プレゼンに対するお褒めの言葉を頂くことができた。自分は国際学会に参加するのは今回が初めてであり、国内学会に比べて、発表者と聴衆の間のコミュニケーションがより積極的かつ双方向的であるという印象を強く持った。実際に、自身の発表にコメントをくれた研究者の発表を聴講し、逆にこちらから質問を投げかけるといった交流を通じて、専門的なネットワークを広げることができたのは大きな収穫であった。また、国内学会ではあまり見られない、長めに設定された Coffee Break は、研究者同士の交流を深める場として非常に有効に機能していた。交流を通じてその人の専門分野等の背景を少しでも知ってから発表を聴くことで、より集中して発表を聴くことができるという気づきも得られた。これは今後の学会参加における効果的な情報収集の在り方として、大いに参考とすべき点である。

この日の全てのセッションが終了した後、会場と同じ建物の3階にある博物館に足を運び、絶滅した魚類の標本(図9)など、学術的に貴重な資料を見ることができた。その後の Conference Dinner では、広東料理とともに、中国の歌や踊り、獅子舞(図10)といった現地の伝統文化が披露された。学会の主催者や受賞者が各テーブルを回って参加者と交流を図る姿が見られ、その際に交わされる頻繁な乾杯は、日本の慣習とは異なるおもてなし文化の一端に触れる貴重な機会であった。



図5. 口頭発表の様子(1)

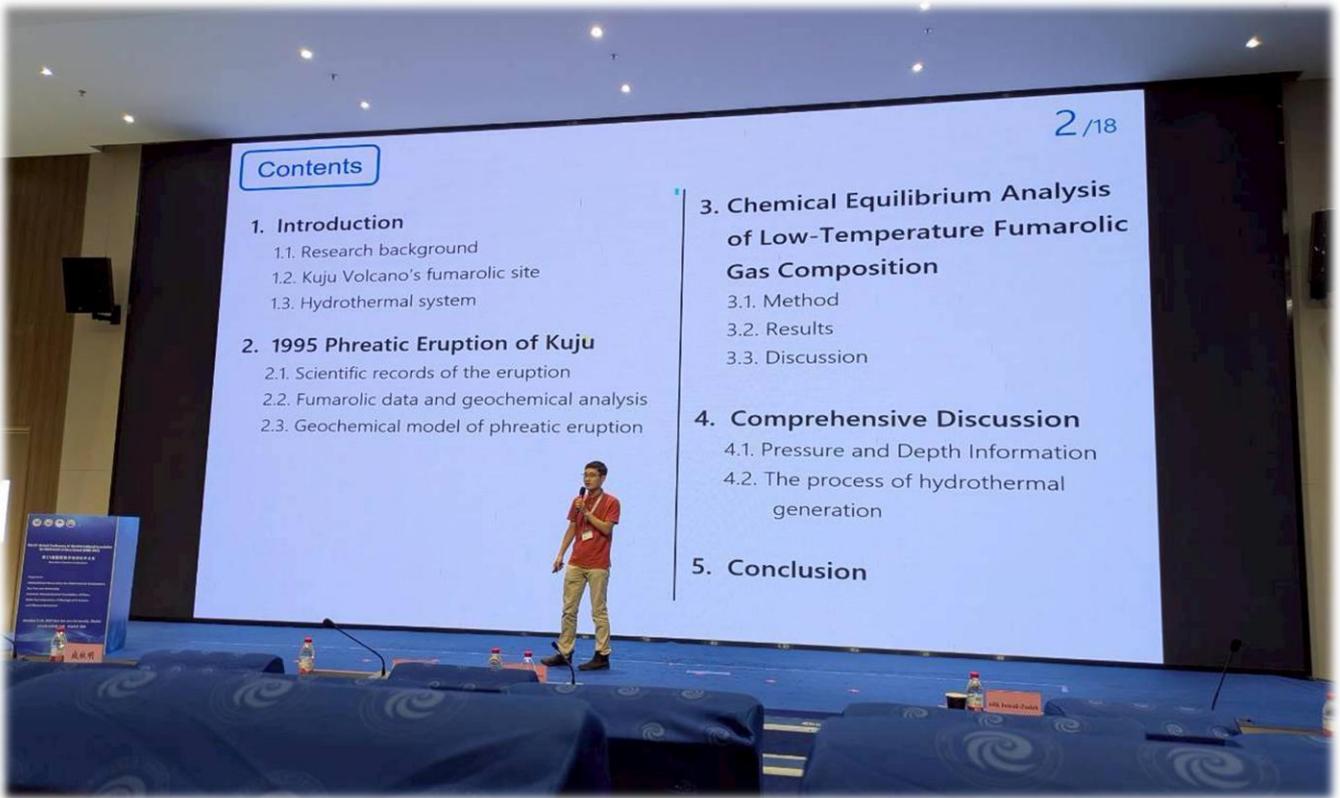
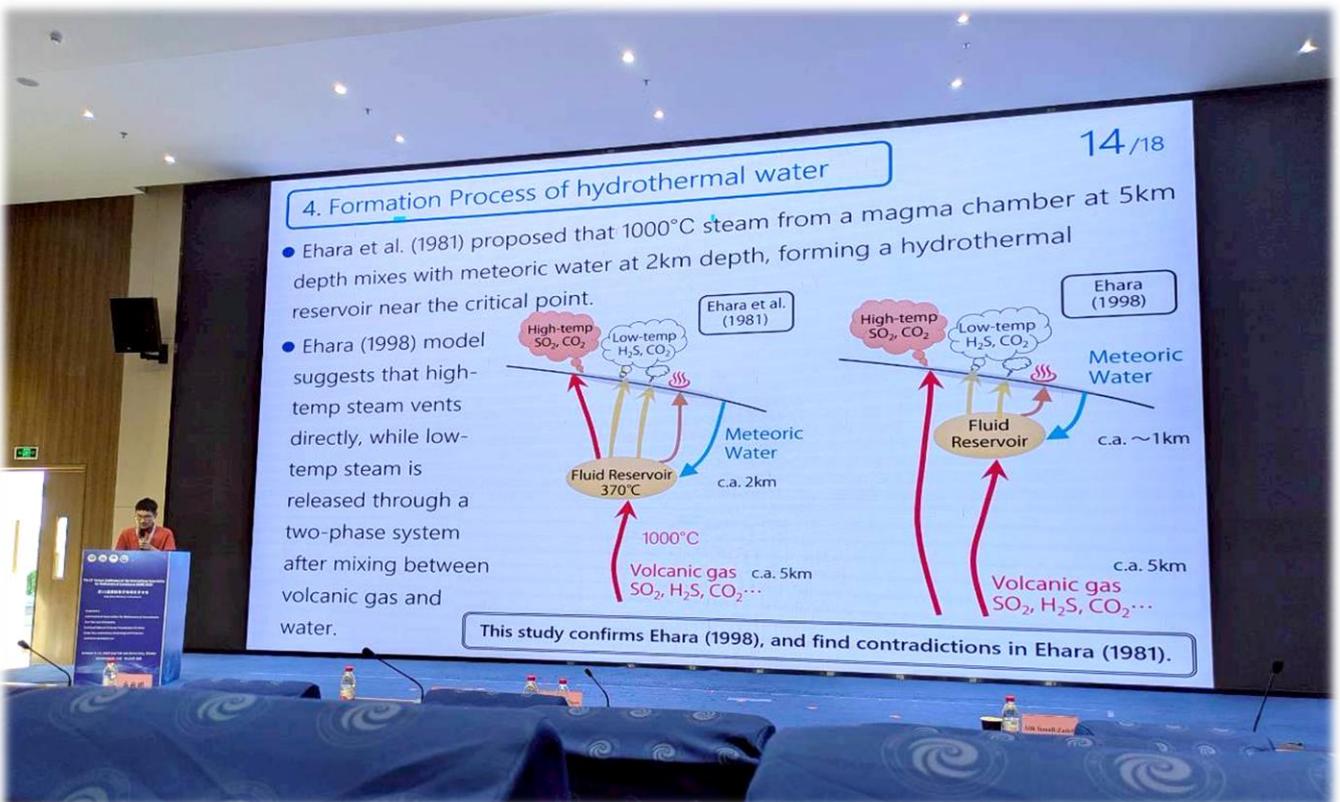


図6. 口頭発表の様子 (2)



#### 4. Formation Process of hydrothermal water

**Ehara et al. (1981)**

**Ehara (1998)**

This study confirms Ehara (1998), and find contradictions in Ehara (1981).

図7. 口頭発表の様子 (3)



図 8. 口頭発表のセッション終了後の Coffee Break での参加者との対話



図 9. 全セッション終了後に博物館に足を運んだ。



図 10. Conference Dinner では獅子舞など中国の伝統文化が披露された。

Day 3, 10月11日 同研究室メンバーの発表,

昨日と同様にホテルで朝食（図 11）をとった。飲み物はまず橙汁（オレンジジュース）を飲んだ後、水を飲んだのであるが、日本の常温水と比較して温度が高く、若干生ぬるい状態であった。調べてみたところ、中国では冷たい水よりも温かい白湯を飲む習慣が一般的であり、好まれるとのことであった。朝食を食べた後、すぐに学会会場へ向かい、1つ講演を聴いた後、昨日同様に Coffee Break があった。昨日自分が発表した内容に関して、この日の Coffee Break でも複数の参加者から質問を頂いた。その内容は、「火山噴気を採取する際の健康上の安全対策、特に工夫している装備品は何か?」、「試料採取時における空気の混入を如何に防いでいるか」という具体的な手法に関するものであった。このように発表から1日経った時点においても、質疑応答を活発に行えたことは、聴衆が発表内容に対し高い関心を持っていることを示すものであり、大変有意義な時間となった。



図 11. ホテル（青竹書院）での朝食。朝食から餃子が用意されている。

その後午前のセッションが終了し昼食を食べた後、受賞者の記念講演を聴いた。その内容は原始地球の大酸化事変に伴う大規模な鉱物化に関するものであった。自分は卒業研究で「岩石熱水化学平衡からみた初期原始海洋の進化過程」（穂山・大沢，2024）というテーマで、原始海洋の化学組成という流体的側面からの研究を行っていたが、記念講演は堆積物の沈み込みといった固体的側面からの考察が中心に展開され、自身の研究テーマを多角的に捉える上で大変興味深く、有益な知見を得ることができた。その後の午後のセッションの時間は、同研究室の Vitor さんと江夏さんが口頭発表を、池内くんがポスター発表を行っており、自分も彼らの発表を聴き、学会活動の記録として写真撮影を担当した。彼らの発表においても、多くの参加者が熱心に耳を傾け、発表後には活発な質疑応答や議論が交わされており、その研究内容に対する関心の高さが伺えた。

学会の午後のセッションが終了した後、同研究室の池内くんと、その友人の中山大学で留学して天文学に関する研究活動を行っている博士課程学生と合流し、マカオと珠海の境界（図 12）にて夕食を共にした。目的地までタクシーで約 45 分を要したが、料金は 800

円であり、日本の物価水準と比較して交通費が著しく安価であることが確認できた。到着したショッピングセンターは全体的に照明が明るく、人や車の往来も非常に多く、学会会場付近とは対照的にかなり人口密度の高い活気あるエリアであるとの印象を受けた。夕食の際に緑茶を注文したところ、日本で提供されるものとは異なり、多量の糖分が加えられており、不味かった。また、現地では偽造品の流通が常態化しているとの情報をタクシー運転手より得ていたが、実際に有名ブランド名が記載された商品が極端な低価格で販売されている様子が確認され、その情報が事実であることが裏付けられた。これらの経験を通じ、現地の生活文化や商習慣について理解を深めることができた。



図 12. マカオと珠海の境界

#### Day 4, 10月12日 Panel Discussion

朝食を食べた後、衣服の洗濯を行った。その際、本学会で面識を得た海外の研究者より洗濯機の操作方法について尋ねられ、これに対応する機会があった。この経験を通じ、言語的な意思疎通の特性について改めて考察を行った。日本語と中国語は「漢字」という共通の表記体系を持つため、日本人であれば、たとえ言語が異なっても表記から意味の概要の推測が他の文化圏の人に比べて比較的容易である。一方で、漢字の読み方は両言語で全く異なるため、口頭でのコミュニケーションは依然として困難を伴う。実際に、中国の方と交流する際に「日本人とは、会話よりも筆談の方が意思の疎通が早い」と評されることが多く、今回の件も、この言語的特性を実感する一例となった。その後、学会会場（図 13）へと向かい、午前のセッションを聴き昼食を食べた後に、午後のセッションを聴いた。



図 13. 学会会場での写真。左は小池教授。

今日の内容で特筆すべきは、口頭発表の後に Pannel Discussion (図 14) が行われた点である。「IAMG の数理地球科学は、持続可能な開発目標 SDGs に対し、どのような貢献ができるのか?」という点について、IAMG の主催者 5 人を中心に議論が行われた。議論において、数理地球科学は特に SDGs の目標 7「エネルギーをみんなに そしてクリーンに」および目標 9「産業と技術革新の基盤をつくろう」に対し、資源探査の最適化やインフラの安全性評価、エネルギーの持続可能な開発計画という側面において、極めて大きな貢献が可能であることが確認された。しかし、その貢献は限定的なものではない。水資源管理、食料生産基盤の安定、気候変動予測など、地球システム全体を対象とする地球科学の特性上、本質的に他の全ての到達目標に対しても深く関与し、貢献し得る学問であることが強調された。また、これらの貢献を最大化する上で、研究者コミュニティの多様性が不可欠である点も指摘された。性別や出身国といった多様な背景を持つ研究者が地球科学の分野に参画することで、これまで見過ごされてきた社会課題にも光が当たり、より創造的で包括的な研究が可能となるのである。



図 14. 主催者を中心に Pannel Discussion が行われた。

議論の後半では、人工知能 (AI) がもたらす科学研究の変革に焦点が当てられた。AI は、インターネット接続環境さえあれば高度な科学的分析へのアクセスを可能にし、地理的な制約を超えて世界中の知性を結集させ、地球規模の課題解決を加速させる上で非常に重要な役割を担う。科学研究の出発点は、基本的に人間が立てる「問い」にある。AI は、その答えを導き出す過程の中で、膨大な文献整理やデータ解析といった面で人間を強力に支援する。しかし、AI の真に革新的な価値は、研究プロセスの補助にとどまらず、人間がまだ認識していない未知の「問い」そのものを発見し得る点にある。我々は「何を知らないのかすら知らない (We don't know what we don't know)」という状況にあるが、AI は世界

中の膨大なデータの中から、人間では到底認識し得ない複雑な関連性やパターンを見出し、新たな研究へと繋がる問いを切り拓く可能性を秘めている。つまり AI は単なる分析ツールではなく、研究の協働者ともなり得る存在である。だからこそ、我々人間には、その強大な力を責任感と共に賢く、社会にとって有益な方向へと導いていく責務がある。特に、人間の一生を遥かに超える時間スケールで事象を捉える地球科学に携わる我々は、AI により得られた知見を、目先の利益最大化のために利用してはならない。その卓越した予測能力を、地球の持続可能性 (Sustainability) そのものを高めるために行使することこそが、現代の地球科学者に課せられた、AI に対する最も重要かつ根源的な責任 (Responsibility) であると結論付けられた。

その後、夜ごはんをいつもの昼食の場所で、中国人研究者とともに食べた (図 15)。日本やアメリカのアーティスト・音楽が中国でも有名であり、その共通の話題を通じて互いの親睦を深めることができた。日本のアーティストが中国、香港でライブをするのでそれに参加するといった話も聞いた。海外で影響力を持つ日本の文化としてはアニメや漫画が筆頭に挙げられることが多いが、今回の対話を通じて、音楽もまた国際的な共感を呼ぶ重要な文化コンテンツであることを再認識した。こうした学術外の交流は、現地の若手研究者の価値観や文化背景への理解を深める上で、非常に有意義であったとともに、日本の現代文化が持つ国際的な影響力を肌で感じる貴重な経験となった。



図 15. 中国人研究者を交えて夕食を共にした。



14時30分からIAMG主催のCity Tourに参加した。淇澳大橋（図18）を渡り、淇澳島の白石街（図19）を訪問し、その文化的特徴についての情報収集を行った。淇澳大橋はコンクリート製単索面斜張橋の中では、その径間長が中国国内で1位、世界でもフランスのブロンヌ橋に続く2位の長さであり、中国における先進的な橋梁技術の象徴であり、珠海市のランドマークの一つとなっている。白石街に入ると、漢澳抗英禁烟勝利広場（図19）と砲台の跡（図20）があった。砲台は、19世紀頃の侵略者に対して土砲や銅砲を用いて迎撃するために用いられた。広場は澳門地域でのアヘン取締りや、英国との闘争の歴史を記念して建てられており、整備の財源は、侵略者から得た賠償金によるものであるようだ。



図18. 淇澳大橋。中国では1番長いコンクリート製単索面斜張橋である。



図19. 淇澳島の白石街に位置する漢澳抗英禁烟勝利広場。



図20. 淇澳島の白石街に位置する砲台の遺跡。

その後、唐家エリア（図 21）を訪問し、その文化的特徴についての情報収集を行った。唐家は珠海市の文化保護地区としても知られる歴史ある港町であり、清代・近代にかけて発展した古い街並みや建築が残されている。実際に、唐家の街中には、中国の国旗や、多数の黄色い提灯が設置されており、道の両脇には伝統的な商店や現代的な店舗が並び、提灯が頭上に連なることによって、祝祭的で華やかな雰囲気が演出されていた。街並みは、石造りや煉瓦造りの古い建築物が多数現存し、伝統的な商店と現代的な店舗が混在しており、文化遺産の保存と観光業の発展が両立している点が特徴的である。また、唐家エリアの中には地元住民の生活空間も広がっており、小学校や住宅街などが観光エリアと隣接して存在していた。このように、唐家エリアの景観・施設の配置からは、都市計画に基づく歴史的・文化的価値の保護と、現代都市としての持続的発展のバランスが意識されていることがうかがえた。

このような土地（洪澳島・唐家エリア）を訪れる経験は、都市社会工学専攻としての立場から見て、地域の歴史・文化に根ざした都市開発や文化資源の保存の重要性を理解し、視点を広げる上で非常に意義深いものであった。



図 21. 唐家エリアに見られる観光エリアの例。

その後、夕食を参加者とともにした後、City Tour のバスでホテルまで戻った。部屋についてから 30 分後には、ロビーの 1 階で中国・ブラジル・ドイツ・オーストラリア出身の女性研究者と合流し、ホテル内のセブンイレブンで各自飲み物を調達し、非公式の懇親会が開催された。10 月 14 日の Field Trip は不参加の人も多かったため、今後の旅程について、どの経路を経て各々の国へ帰国するかといった話題で雑談が弾んだ。学会中の普段の食事ではあまり酒が提供されなかったため、季節によって嗜好される酒の種類が異なることな

どの雑談も広がり、終始和やかな雰囲気であった。このように異なる国籍や背景を持つ研究者同士で交流は、研究者コミュニティの結束を強める上で非常に有意義であった(なお、このようなホテル近辺での非公式な懇親会は毎晩のように開催されていたと聞き、その積極的な交流姿勢と体力の維持に感銘を受けた)。

#### Day 6, 10月14日 Field Trip

朝食を食べた後、7時45分に学会会場に集合し、IAMG主催のField Tripに参加した。まずはバスで那琴半島地質海洋公園(図22)に行き、海触柱・海触洞を訪れた。この公園付近は、国家AAAA級旅游景区に指定されており、特に「海上石林」と呼ばれる奇岩群や美しい海岸線が広がり、ウェディングフォトの聖地としても人気が高いリゾート地である。那琴半島は地質的には複雑な断層活動と白亜紀前期の花崗岩貫入が特徴である。発達した花崗岩と侵食地形により、高さ40~50mの海食崖、海食柱、透き通った海食洞窟が壮大な海岸景観を作り出していた(図23)。これらの地形は、花崗岩の節理や亀裂が波による繰り返しの衝突・洗掘・削磨作用を受けて形成されるものであり、中国南部、特に広東省台山・那琴半島沿岸がもっとも典型的に発達していることで知られている。



図22. 那琴半島地質海洋公園のプール及び砂浜。



図23. 那琴半島地質海洋公園に見られる特徴的な奇岩。

昼食後、広東省江門市開平市自力村へと移動し、2007年にユネスコ世界遺産に登録された「開平の望楼と村落群」に関する情報収集を行った（図 24）。当該地域では都市部と異なり Alipay が使えず、現金決済が主流であった。ここでは、伝統的な西洋と中国の文化が混ざった、レンガと石造りの多層建築からなるユニークな建築（図 25）を見学した。望楼（釣楼）は、西洋の建築様式と中国の伝統が混在する折衷様式を特徴とし、防御、居住、監視といった複合的な機能を満たし、堅牢な下層部と開放的な上層部から成る合理的な構造を有している（図 25）。釣楼は通常 3～7 階建てで、高さは 20 m を超える。これらの建築物は、単なる芸術的価値に留まらず、華僑が近代技術を導入・応用した過程を示す社会史の物証として、極めて高い資料的価値を持つものである。地層や岩石が地球の活動履歴を物語るように、この望楼群は、華僑の海外進出、異文化との接触、そして故郷への富と技術の還流といった、壮大な社会史を物語る物証であり、非常に有益な訪問であった。この後に現地で夕食を食べ、バスで珠海のホテルまで帰った。



図 24. 世界遺産「開平の望楼と村落群」の自力村入口と関連展示



図 25. 自力村の望楼の外観、内部の居住空間、および屋上の監視用施設

## Day 7, 10月15日 従化地熱地帯での野外調査

朝食を食べたあと、午前8時にホテルを出発し、目的地である従化温泉（広州市北東部）への移動を開始した。当初、高德地図の案内に従いバスと鉄道を乗り継ぐ計画であったが、路線バスにて Alipay 及び WeChat Pay での運賃決済が不可能であったため、計画の変更を余儀なくされた。代替案としてタクシーを利用し午前8時45分に翠亨駅へ出発したものの、到着時には翠亨駅の始発が11時台と判明し、鉄道での移動も時間的に困難であると判断した。最終的に、配車アプリケーション DiDi を導入して車両を手配し乗車することで、無事従化温泉（広東温泉ホテル付近）へ到着することができた。

闫晓雪ほか（2019）によれば、従化温泉は、華夏構造体（北東方向）と南嶺構造体（東西方向）の交差するところに位置している。実際に訪問してみると、温泉は流溪河（図26）に沿うように、北東－南西方向に並んでおり、これは谷や尾根といった地域の小地形の配列とも一致する。流溪河の両岸には、広東温泉ホテルに代表されるように、高温（広東省地質実験測定センターの水温水質認証によれば、源泉71℃）の湯気を伴う手湯（図27）や、時間によって高温の温泉を噴き出す場所（図27）が存在した。図27の左図は嶺南第一温泉、中図は従化温泉眼という名称の天然物であり、右図は世界珍稀温泉館の展示である。流溪河の両岸には多くの温泉ホテルが並んでおり、ランドマークとして高温の温泉が噴水のように吹き上げる湯のモニュメント（図28）が存在した。温泉の湧出点が河川の流路に近接している事実は、地表水が地熱水系に供給されやすい水文環境であることを示唆する。

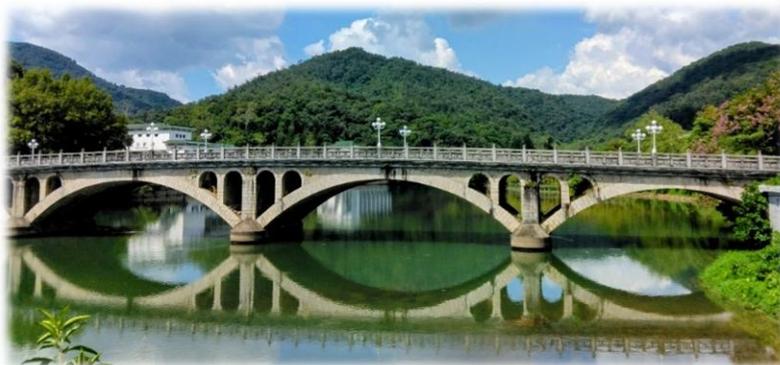


図26. 従化温泉地帯を流れる流溪河。ここに沿って温泉が点在する。



図27. 流溪河・広東温泉ホテルの近くに存在する手湯および噴泉



図 28. 従化温泉地帯の高温の温泉が噴水のように吹き上げる湯のモニュメント

従化温泉は古くから知られ、1634 年の『従化県志』には、「その湯の湧き出る様はまるで熱湯が沸騰するようで、生き物を煮ることができる（日本語訳）」との高温性を示す記述が記載されている。近代的な化学的調査は 1950 年代に中山大学によって行われ、その泉質が炭酸水素ナトリウム泉であることが明らかにされた。従化博物館の展示によれば、泉質は  $\text{HCO}_3^-$  を主成分とし、その濃度は 202.19 mg/L に達する（表 1）。特筆すべきは、放射性ラドンを豊富に含む点である。現地の看板によればその濃度は 151.7~888 Bq/L の範囲にあり、これは日本の主要な放射能泉と比較しても極めて高い値である。この特徴から、現地では「世界珍稀温泉」や「小苏打氡温泉（重曹ラドン温泉）」と称され、その薬理的効能が評価されている。このほか、マンガンや銅などの微量元素の含有も報告されている。

従化博物館の展示に基づき、本温泉の生成モデルについて考える。温泉の涵養源は、亜熱帯気候に特徴的な豊富な降雨である。地表に到達した雨水は、黄褐色砂質粘土や礫石層、砂頁岩といった堆積層を浸透し、深部へ供給される。熱源は、地下に存在する中生代の黒雲母花崗岩に関連する地熱であると考えられている。深部に浸透した地下水は、この地熱によって加熱され熱水となる。熱水の主要な貯留層は地下浅部（約 200m 深程度）に存在し、地殻応力と水圧差を駆動力として、地域の主要な地質構造である断裂帯の亀裂を介して地表へ上昇する。地表を覆う第四紀砂礫層が 3~5m と比較的薄いことも、熱水の効率的な湧出を促す要因となっている。以上の一連の地質学的プロセスを経て、従化温泉特有の炭酸水素ナトリウム泉が形成されていると考えられる。なお、温泉周囲の岩石における熱水変質状態の確認を試みたが、調査範囲内での観察は困難であった。温泉の湧出点周辺は公園として人工的に整備されており、護岸や舗装によって地表が覆われているため、自然の岩盤（露頭）が確認できなかったためである。

表 1. 従化温泉の水質分析表（従化博物館の展示より抜粋）

物質	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{K}^+, \text{Na}^+$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{F}^-$	$\text{CO}_2$	$\text{SiO}_2$
mg/L	12.63	71.94	8.86	9.00	202.19	微量	10-11	10.91	80.0

従化博物館での情報収集を終えた後、ホテルまでタクシーで移動した。移動の途中、運転手が高速道路のパーキングエリアでの休憩を試みたが、当該施設はすでに閉鎖されており、利用できなかった。この事態に対し、運転手が高速道路の管理スタッフへ状況の改善を強く求める場面が見受けられた。これは、インフラの閉鎖情報がサービス従事者まで共有されていない可能性、および問題発生時の現地における典型的な対応（日本の丁寧な対応とは異なる）の一例を示すものと考えられる。**普段慣れない環境に行く場合は、実際のインフラ状況が想定と異なるリスクを考慮し、複数の選択肢を考えて動くべきである**と感じた。ホテルに到着後はホテル 1 階にある飲食店で夕食をとった（図 29）。当該飲食店は、今回の渡航において、初めて英語での円滑な意思疎通が可能であった場所である。加えて、日本人向けのドレッシングが用意されているなど、利用者の文化的背景に配慮したサービスが提供されていた点は特筆すべきである。現地の中国語での意思疎通が困難な環境下での調査活動は、継続的な緊張を伴う。その中で、**ホテル内の飲食店のように英語が通じ、かつ自国の食文化に近いものが提供される環境は、調査者の心理的負担を大幅に軽減するセーフティネットとして機能するため、こうした環境の確保は重要である**と感じた。



図 29. ホテル内の英語が通じる飲食店で夕食をとった。

**Day 8, 10月16日** 広州 14:15→羽田 19:45

朝食を食べたあと、午前 8 時にホテルを出発し、目的地である広州空港への移動を開始した。昨日の経験を踏まえて今回も配車アプリケーション DiDi でタクシーを手配して移動した。同行者（同研究室の江夏さん、池内くんを含む計 3 名）がそれぞれ大型のスーツケースを所持している状況を鑑み、車両クラスは前日利用した「Economy」ではなく、より大型の「Standard」を選択して手配した。結果、手配された車両には 3 名分の大型スーツケース全てを荷室に積載することができ、追加の交渉や車両の再手配といったトラブルもなく、空港まで極めて円滑かつ快適に移動することができた。**複数名かつ大型荷物での移動が想定される場合、事前の適切な車種選択が、当日の時間的ロスや不測のトラブルを回避する上で極めて有効な手段であると確認できた**。空港到着後は、手荷物検査、保安検

査（身体検査）、および税関審査を完了した。特に保安検査は厳格であり、詳細な身体確認が行われた。海外での調査・学会参加時には、こうした手続きに想定以上の時間を要するリスクを考慮し、**空港には十分な時間的余裕を持って到着するスケジュールを組むことの重要性を再認識した。**なお、空港内の全日本空輸（ANA）カウンターでは、一部の職員が日本語による対応を行っていた。諸手続きを無事完了した後、予定通りの便に搭乗し帰国した。日本到着後は、鉄道を利用し京都へ帰着した。帰国後においても、本国際学会で連絡先を交換した国内外の研究者との交流は、学会期間中に撮影した写真の共有等を通して継続している。構築した国際的な人的ネットワークは、今後の研究活動を推進する上で貴重であり、今後も積極的に維持・活用していく所存である。

## Day 1-8, 10月9-16日 渡航のまとめ

以上の渡航を総合して、簡潔にまとめると以下のような成果が得られた。

### 1. **国際学会 IAMG2025 における研究成果の発表と国際的ネットワークの構築**

本渡航の学術活動の主目的の一つである IAMG2025（国際数理地球科学会）での口頭発表を「Temperature Estimation of the Hydrothermal System in Active Volcanoes based on Heterogeneous Geochemical Equilibria of Low-Temperature Fumarolic Gas Composition」の演題で研究成果を発表する機会を得た。発表では、火山現象の専門家をはじめ、分野の垣根を越えた多くの研究者から、研究手法の独自性や結果の視覚的明瞭さに関して高い評価を得ることができ、研究成果の客観的な妥当性に大きな自信を得た。また、国内学会と比べて、発表者と聴衆間の双方向的なコミュニケーションが活発であり、セッション後の Coffee Break においても、具体的な観測手法に関する質問や多岐に関する情報交換など、多くの研究者と深く議論できた。基調講演での発表技術や、パネルディスカッションにおける地球科学と SDGs・AI の関連性など、専門分野内外の広範な知見も得られた。これらの経験を通じ、研究成果を国際的に発信できただけでなく、将来の共同研究に繋がる貴重な研究ネットワークを拡充することができた。

### 2. **従化地熱地帯における野外調査と地質学的知見の獲得**

本渡航の第二の目的である従化地熱地帯の野外調査を実施した。現地では、流溪河沿いに温泉が分布する状況を直接観察し、嶺南第一温泉や従化温泉眼といった高温（源泉 71℃）の湧出点を確認した。従化博物館での情報収集により、当該温泉が炭酸水素ナトリウム泉であること、および日本の主要な放射能泉と比較しても極めて高濃度のラドンを含む「世界珍稀温泉」として知られていることを確認した。さらに、豊富な降雨が浸透し、中生代の花崗岩に関連する地熱で加熱され、断裂帯を通過して上昇するという温泉の生成モデルに関する情報を得た。湧出点周辺は人工的な整備が進み、岩石の変質状態や露頭の直接観察は困難であったが、文献情報と現地の地形・湧出状況、及び看板や博物館での情報を照合することで、熱水の分布様式や貯留構造のイメージを具体化できた。

### 3. 海外調査遂行能力の向上と学際的視点の獲得

本渡航を通じて、実践的な課題解決能力と異文化への適応力といった経験を通じて、トランスファラブルスキル全般を涵養する貴重な機会となった。行程管理の面では、渡航前の準備 (WiFi 受取場所の確認、決済アプリの事前認証) の重要性を認識した。また、現地での移動においては、公共交通機関での決済失敗などの不測の事態に直面し、配車アプリ「DiDi」の導入など、状況に応じた柔軟な代替案を講じる実践的スキルを習得した。コミュニケーション面については、中国国内では英語が通じない場面が多く、言語的障壁下での緊張を経験した。この課題に対し、スマートフォン等の翻訳アプリケーションを活用することに加え、英語が可能な第三者 (中国人大学生) に通訳を依頼したり、漢字という共通の表記体系を活かして筆談を試みたりするなど、利用可能な手段を柔軟に組み合わせることで意思疎通を図った。これらの経験から、翻訳ツールの事前準備の重要性と共に、言語的制約下でも代替手段を講じてコミュニケーションを試みる実践力を習得した。また、City Tour (淇澳島、唐家エリア) や Field Trip (開平の望楼群) への参加を通じ、地質海洋公園の地形のみならず、地域の歴史・文化に根差した都市開発や文化遺産の保存・活用 (例: 西洋と中国の折衷様式建築) といった学際的視点についても学ぶことができた。これらは、自身の専攻 (都市社会工学専攻) の観点からも有意義であり、研究活動における視野を広げる一助となった。

### 今後の展望 Prospects for the future

本渡航で得られた学術的知見、実践的スキル、そして国際的な人的ネットワークは、今後の研究活動を大きく前進させるための重要な基盤となる。口頭発表では、スライド構成や図表には入念な事前準備を行うことで、専門外の研究者にも本研究内容の新規性や意義を明確に伝えることができた。交流会等にも積極的に参加し、学会に参加する研究者と英語で対等に議論を交わし、地球物理学・地球統計学など周辺領域の専門的知見までもも吸収し、国際的視野を拡大できた。この国際学会だからこそ得られたネットワークや経験を今後の研究活動に活かし、将来の多様な進路を選択する際の材料にするとともに、今後も研究成果を継続的に世界へ発信すべく努力していく所存である。

また、従化地熱地帯の調査では、露頭の直接観察は叶わなかったものの、現地での地形観察や博物館で得た情報を統合し、熱水系に関する具体的なイメージを構築するという貴重な経験を得た。このフィールドで体得した知見は、博士後期課程での研究で進めていく地球化学シミュレーションの現実性を向上させる上で直接的に貢献するものであり、妥当性の検討といった面で重要な示唆を与えるものである。

総括すると、本渡航は、専門分野の研究深化のみならず、実践的な課題解決能力や学際的視点といったトランスファラブルスキルの重要性を再認識する機会ともなった。これらの経験を糧に、博士課程の研究を一層深化させるとともに、将来の多様なキャリア形成へ繋げていきたいと考える。