

## 2025年度共同利用研究報告書

2025年11月08日

所属・職名 関西学院大学・理学部・任期制助教  
市田 優

|          |                                      | 整理番号       | 2025a007 |       |
|----------|--------------------------------------|------------|----------|-------|
| 1.研究計画題目 | 防災志向を深化させる実験・産業・数理の融合アプローチの新展開       |            |          |       |
| 2.新規・継続  | 新規                                   |            |          |       |
| 3.種別     | 一般研究                                 |            |          |       |
| 4.種目     | 研究集会（Ⅱ）                              |            |          |       |
| 5.開催方法   | 対面開催                                 |            |          |       |
| 6.研究代表者  | 氏名                                   | 市田 優       |          |       |
|          | 所属                                   | 関西学院大学・理学部 | 職名       | 任期制助教 |
| 7.研究実施期間 | 2025年12月05日(金曜日)～2025年12月07日(日曜日)    |            |          |       |
| 8.キーワード  | 防災数学, 実験数理融合アプローチ, 火災・燃焼科学, バイオマテリアル |            |          |       |
| 9.参加者人数  | 10人                                  |            |          |       |

### 10.本研究で得られた成果の概要

本研究集会は「広い意味での防災」という共通のテーマのもとに1つの分野だけではなく、数学、バイオマテリアルを軸とする化学、機械工学、火災科学、安全科学、の研究者が集まり、分野の垣根を越えて相互に交流し、実験数理産業の融合アプローチの新展開をつくることを目指し開催した。2023年度、2024年度は明治大学MIMSのプログラムの支援のもと開催し、産業界とのつながりを求め、今年度は九州大学IMIにて開催した。本研究集会では、公開型として、上記の分野の中から、6名の講演者により最新の防災にまつわる研究や新たな共同研究への礎を築くことができた。また、組織委員の市田、相澤、桑名、松江、矢崎は本共同研究の報告を行い、防災数学を核となす実験数理融合アプローチの新展開について、今後の推進方策について招待講演者や参加者含め議論を行うことができた。様々な分野の研究者が防災という大きなテーマのもとで集結し、自身の分野の今後の発展だけではなく、新しい融合研究の創出に貢献したと考える。

九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 共同利用・共同研究拠点  
「産業数学の先進的・基礎的共同研究拠点」  
2025年度 一般研究-研究集会II型 成果報告書

## 1. はじめに

- 1) 研究代表者 : 市田 優 (関西学院大学理学部数理科学科, 任期制助教, 博士 (理学))  
連絡先 : [ichidayu@kwansei.ac.jp](mailto:ichidayu@kwansei.ac.jp)
- 2) 研究計画題目 : 防災志向を深化させる実験・産業・数理の融合アプローチの新展開  
IMI 公式 HP : <https://joint.imi.kyushu-u.ac.jp/post-18138/>  
HP : <https://sites.google.com/view/yuichida/2025imiprogram?authuser=0>
- 3) 研究実施期間 : 2025年10月22日水曜終日, 9:30 — 17:00 にて実施  
場所 : 九州大学伊都キャンパスウエスト1号館オーディトリアムD413号室
- 4) 開催方法 : 対面開催, 当日のプログラムは p. 4 以降に掲載
- 5) 参加人数 : 10名
- 6) 組織委員 (敬称略) :
  - 実験班 : 相澤 守 (明治大学), 桑名 一徳 (東京理科大学)
  - 数理班 : 松江 要 (九州大学), 矢崎 成俊 (明治大学), 市田 優 (関西学院大学)
- 7) 講演者 (講演順, 敬称略) : 市田 優, 松江 要, 桑名 一徳, 矢崎 成俊, 相澤 守, 重光 勇介  
招待講演者 : 重光 勇介 (株式会社 GC, Global Biomaterials Manager)
- 8) 会議録の出版希望 : いいえ
- 9) 支援交付金額 : 200千円 (20万円)
- 10) 研究計画に専門分野が関係する本研究所員の氏名 : 松江 要 (九州大学)

## 2. 本共同研究の目的

より豊かな人間生活の実現のためには、突然訪れる「災い」に対して、どのように備えるか考えなくてはいけない。本共同研究が指す「災い」とは、災害をも含む広い意味での災いである。本共同研究では、骨の欠損、現代機器に内蔵される微小電気機械システムのデバイス性能の不安定挙動、火災・粉塵の爆発をひとまずのターゲットとする。複雑な要因が絡み合うなかでその本質を捉え、より完全性の高い防災の実現のためには、1つの分野の知見だけではなく「実験・産業界から数理へ、数理から実験・産業界へ」という双方向な複眼的視点が必要である。そこで、上記の各分野で取り組まれている防災への志向をより発展、加速、深化させため、数理モデリングとその解析を根幹とする実験と数理の融合研究の創発およびその推進を目的とする。具体的には実験との対話に基づいた現象の本質を失わずに単純化されたメカニズムから数理モデルを構築し、それを解析し、実験と比較することでモデルの妥当性を検証する。実験・産業・数理の協働により、論理や仮説の提供、これまで実験で予見されていない現象の示唆とそれに対する実験による検証、新たな実験応用が期待される。本共同研究では様々な災いを背景とする研究者を組織委員としているが、これはそれぞれの問題を適宜共有し互いが互いにアドバイザーとなることで、実験と産業と数理が複数に織りなす新しい双方向複眼的融合基盤研究の実現を促すことを期待している。そして、実験と産業と数理のそれぞれの発展と融合研究が新たな価値や深化を生み出すことを目指す。

### 3. 成果報告

本共同研究は 2023 年度、2024 年度明治大学共同利用・共同研究拠点「現象数理学研究拠点」先端数理科学インスティテュートのライフサイエンス・数理科学融合研究支援プログラムがはじまりである。数理科学を中心として、分野横断を活発化させるキーワードとして「防災」を提示し、そのもとでどのような研究推進と社会貢献までの道筋を構築することができるかを問うてきた。

そして、今年度 2025 年度は九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 2025 年度「産業数学の先進的・基礎的共同研究拠点」共同利用研究の支援のもと、過去 2 年間を継承しつつも「防災志向の数理」としての黎明期を成長期にステップアップすることを目的として開催することができた。

今年度は 10 月 22 日水曜日の 10:00 -- 16:30 の終日にて研究集会という形式で開催し、組織委員である市田、松江、桑名、矢崎、相澤が「災い」そして「防災」をキーワードにして、最新の研究成果や本共同研究の進捗状況について報告した。そして、最後に産業界から株式会社 GC の重光勇介氏を招待講演者として講演していただいた。順に講演内容についてハイライトするとともに本共同研究の進展についても下記にて報告したい。なお、プログラムについては、p. 4 以降に掲載する。

研究代表者である市田は、組織委員でありバイオマテリアル分野の相澤、数学分野の矢崎らとともに、ペースト状人工骨の材料特性を評価する数理モデルの構築および解析、実験との比較により、ペースト状人工骨における非空隙構造出現のメカニズムの一端を示唆する結果を明らかにしつつある。また、市田は機械工学分野の山根大輔氏（立命館大学）と現代機器における微小電気機械システムの技術向上を支援する構造解明を実験と数理の融合から目指しており、簡素化したモデルでの比較検討が進んでいる。そのもとで本研究集会では「防災志向の数理」の意義や立脚点についても参加者と共有し、黎明期から成長期への進展についてディスカッションを行った上で、機械工学との融合研究の成果について報告し、参加者らとその内容について議論し、論文執筆に向けての準備段階に入ることができた。

組織委員の松江は、分岐理論に基づく「火炎構造」記述の方程式を再考し、燃焼現象の新たな基盤を組み立てており、数学的視点からの火炎構造の再解釈について講演した。

組織委員の桑名は防災に係る燃焼現象に関して、着火現象や燐焼から有炎燃焼への遷移現象を表す数理モデルを構築し、実験結果をモデルで再現できるかの比較検討に取り組んでいる。本共同研究では実験班と数理班の架け橋となる役割を担っており、可燃性固体着火モデリングにおいて簡単化した状況での数学的取り扱いについて桑名氏の疑問を問題提起され、それについて会場で議論し方策を見出すことができた。

組織委員の矢崎は防災数学の提唱者であり、現象を界面の動きの追跡として捉えて、界面現象の数理解析を専門としている。画像輪郭抽出などの応用研究もなされており、本共同研究ではその基礎となる曲線の時間発展を追跡する方法についてレクチャーし、火災科学、バイオマテリアルへの応用展開について会場で議論することができた。

組織委員の相澤はバイオマテリアルを通して人類の QOL 向上に貢献することを目指しており、ペースト状人工骨を題材について、矢崎、市田らとの数理との共同研究は別の方向性で機械学習を用いて性能を良くするための材料の提案に関する成果を報告した。加えて、矢崎、市田らとの数理モデルによる材料特性の評価についても次のステージに向けての研究議論を実施することができた。

招待講演者である重光勇介氏は上記の明治大学の相澤守氏の研究室出身であり、株式会社 GC の Global

Biomaterials Manager である。重光氏は歯科業界での骨補填材の開発について、GC の取り組みを中心に防災の視点で丁寧に基本事項から最新の研究成果まで解説していただき、骨形成速度を要素の 1 つとした数理モデルの構築が可能なのではないか、そして数理モデルによる数理解析や機械学習と交わることで数学の持つ普遍性を頼りに、現象の予測や制御、その先の産業との社会実装を目指すことができるのではないかという展望を会場の参加者と共有することができた。特に、歯科産業では専門医による経験とその伝承に由来する部分を多く持ち、それを数値化することの重要性や数理との連携が未開拓な分野であることをご指摘いただき、多くの数学的問題が隠れていることを認識するに至った。

本共同研究では、普段別の分野で活躍する研究者が「広い意味での災い」や「防災」という軸で集結し、自身の研究成果を報告するだけではなく、分野外の専門家の意見を聞き、新たな視点での議論ができる場となった。分野横断の難しさにあるのは言葉の違い (solution は数学では解だが、化学では溶液など) や文化の違いを挙げることができる。しかし、我々研究者が研究を進める上での根底にあるもっとより良い社会にしたい、その貢献がしたいという理念を具現化した「防災」は分野横断の壁を低くし、新たな共同研究の創発につながるものと考える。その意味でも本共同研究がその場の 1 つになったと考え、有意義な時間となったことは間違いない。

**九州大学 IMI 共同利用（研究集会（II））**  
**研究集会：「防災志向を深化させる実験・産業・数理の融合アプローチの新展開」**

New Developments in Combined Experimental, Industrial, and Mathematical Approaches  
to Disaster Prevention

<https://sites.google.com/view/yuichida/2025IMImimsprogram>

組織委員（敬称略、五十音順）：相澤 守、市田 優、桑名 一徳、松江 要、矢崎 成俊

日時：2025年10月22日（水）終日

九州大学伊都キャンパス ウエスト1号館 オーディトリアム D413号室（郵便番号819-0395、福岡県福岡市西区元岡744番地）、アクセス：<https://www.kyushu-u.ac.jp/ja/campus/ito/>

– プログラム –

**10月22日（水曜）**

**セッション1.** 座長：市田 優（関西学院大学）

10:00 – 10:30 市田 優（関西学院大学）  
「防災志向を深化させる数理の一例」

10:40 – 11:10 松江 要（九州大学 IMI）  
「流れ場による火炎構造の再解釈」

昼食休憩（11:15 – 13:00）

**セッション2.** 座長：市田 優（関西学院大学）

13:00 – 13:30 桑名 一徳（東京理科大学）  
「高温粒子による可燃性固体着火のモデリング」

13:40 – 14:10 矢崎 成俊（明治大学）  
「防災数学」

14:20 – 14:50 相澤 守（明治大学）  
「バイオセラミックス研究の新展開：機械学習を活用したバイオセラミックスの材料設計と生体硬組織反応の実験的検証」

**セッション3（特別講演）.** 座長：相澤 守（明治大学）

15:10 – 16:10 重光勇介（株式会社ジーシー、Global Biomaterials Manager）  
「防災視点から見た骨補填材の開発」

**自由討論**

# New Developments in Combined Experimental, Industrial, and Mathematical Approaches to Disaster Prevention

## – Program –

**October 22 (Wed), 2025**

**Session 1.** Chairperson: Yu Ichida (Kwansei Gakuin University)

10:00 – 10:30 Speaker: Yu Ichida (Kwansei Gakuin University)  
Title: Examples of Mathematics to Disaster Prevention

10:40 – 11:10 Speaker: Kaname Matsue (Institute of Mathematics for Industry, Kyushu University)  
Title: Re-interpretation of flame structure based on flow fields

Lunch Break (11:15 – 13:00)

**Session 2.** Chairperson: Yu Ichida (Kwansei Gakuin University)

13:00 – 13:30 Speaker: Kazunori Kuwana (Tokyo University of Science University)  
Title: Modeling hot-particle ignition of a combustible solid

13:40 – 14:10 Speaker: Shigetoshi Yazaki (Meiji University)  
Title: Applied mathematics to disaster prevention

14:20 – 14:50 Speaker: Mamoru Aizawa (Meiji University)  
Title: New frontiers in bioceramics research: Materials designs of bioceramics utilizing machine learning and experimental validation of biological hard tissue response

Break (15:00 – 15:10)

**Session 3 (Special session).** Chairperson: Mamoru Aizawa (Meiji University)

15:10 – 16:10 Speaker: Yusuke Shigemitsu (GC Corporation, Global Biomaterials Manager)  
Title: Development of Bone Graft Substitutes from Disaster Prevention Perspective

## Free discussion

本研究集会は、以下の援助のもとで開催されます。

- 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 共同利用・共同研究拠点「産業数学の先進的・基礎的共同研究拠点」
- IMI 共同利用研究 2025 年度採択課題「防災志向を深化させる実験・産業・数理の融合アプローチの新展開」(研究代表者：市田 優, 組織委員：相澤 守, 桑名 一徳, 松江 要, 矢崎 成俊)