

## AIMaP 研究集会等実施報告書

(Part 1/4) 名称・重点テーマ・キーワード等

項目	内容
名称	Study Group Workshop 2019
採択番号	2019A003
重点テーマ	産業・行政課題の数学的解決への集中的取り組み
キーワード	多変量解析、可視化、地域社会、EBPM、グラフ構造、グラフ埋め込み、距離空間、リーマン多様体、動線解析、クラスタリング、データ可視化、暗号、エッジデバイス、学習済みモデル、熱力学第2法則、エントロピー、熱伝導、熱伝達、輻射、スイッチ力学系(微分方程式、ランダムウォークなど)、マクスウェルの悪魔、偏微分方程式、境界値問題、連続体力学、数値解析、結晶、準結晶、群論、結晶群、グロース、デロン集合、モデル集合、不変量、結晶群の拡大解釈
主催機関	九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 九州大学大学院数理学研究科 東京大学大学院数理科学研究科
運営責任者	九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 佐伯修
開催日時(開始)	2019/07/24 10:30
開催日時(終了)	2019/07/30 17:00
開催場所	2019/07/24-07/27 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 伊都キャンパス 2019/07/29-07/30 東京大学大学院数理科学研究科 駒場キャンパス

項目	内容																																																																				
最終 プログラム	<div style="text-align: center;"> <b>Study Group Workshop 2019</b>                      九州大学 伊都キャンパス      東京大学 駒場 I キャンパス                 </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">九州大学 伊都キャンパス</th> <th colspan="2">東京大学 駒場 I キャンパス</th> </tr> <tr> <th>2019年7月24日(水)</th> <th>2019年7月25日(木)</th> <th>2019年7月26日(金)</th> <th>2019年7月27日(土)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10:30-17:00 問題提起 (初日プログラム) [受付]10:10-10:30 (オーデイウム前)</td> <td>10:00-17:00 問題解決への取り組み</td> <td>10:00-17:00 問題解決への取り組み</td> <td>10:00-15:00 問題解決への取り組み</td> </tr> <tr> <td>10:30-10:40 オープニング</td> <td colspan="2">10:00-17:00 [受付]10:00-17:00 (各教室)</td> <td>10:00-14:00 問題解決への取り組み</td> </tr> <tr> <td>10:40-11:20 糸島市 中村 勇喜 氏・西 正文 氏・ 渡辺 浩一 氏・野田 純子 氏 糸島市の地域・行政課題を、 「数学」で解決する</td> <td>糸島市 ウエスト1号館D棟5階 C503・C504小講義室</td> <td>糸島市 ウエスト1号館D棟5階 C503・C504小講義室 C408大会議室</td> <td>糸島市 122</td> </tr> <tr> <td>11:20-11:40 DISCUSSION &amp; BREAK</td> <td colspan="2">ウエスト1号館C棟D棟 講義室・セミナー室</td> <td>10:00-14:00 問題解決への取り組み</td> </tr> <tr> <td>11:40-12:20 株式会社 ABEJA 大垣 翔 氏 機械学習およびデータサイエンスにおける 課題への数学的アプローチ</td> <td>株式会社 ABEJA ウエスト1号館 C514号小講義室</td> <td>株式会社 ABEJA ウエスト1号館 C514号小講義室</td> <td>株式会社 ABEJA 126</td> </tr> <tr> <td>12:20-14:00 LUNCH</td> <td>E701・E705フロア小講義室</td> <td>E701・E705フロア小講義室</td> <td>10:00-14:00 問題解決への取り組み</td> </tr> <tr> <td>14:00-14:40 株式会社 デンソー 安部井 淳 氏 低温から高温へ熱は伝わるのか？</td> <td>株式会社 デンソー ウエスト1号館C棟6階 C615号中セミナー室</td> <td>株式会社 デンソー ウエスト1号館C棟6階 C615号中セミナー室</td> <td>株式会社 デンソー 270</td> </tr> <tr> <td>14:40-15:00 DISCUSSION &amp; BREAK</td> <td colspan="2">ウエスト1号館C棟D棟 講義室・セミナー室</td> <td>10:00-14:00 問題解決への取り組み</td> </tr> <tr> <td>15:00-15:40 株式会社 豊田中央研究所 山中 玄太郎 氏・松森 唯益 氏 偏微分方程式近似解法の探索</td> <td>株式会社 豊田中央研究所 ウエスト1号館C棟6階 C616号中セミナー室</td> <td>株式会社 豊田中央研究所 ウエスト1号館C棟6階 C616号中セミナー室</td> <td>株式会社 豊田中央研究所 158</td> </tr> <tr> <td>15:40-17:00 DISCUSSION &amp; BREAK</td> <td colspan="2">ウエスト1号館C棟D棟 講義室・セミナー室</td> <td>10:00-14:00 問題解決への取り組み</td> </tr> <tr> <td>17:00-19:00 懇談会 (会費別) 九州大学伊都キャンパス 福岡村田記念館 1 階 中国家庭科 理 天 天</td> <td colspan="2">7/25 10:00-19:00 懇談会 (会費別) 東京大学大学院数理科学研究科 中川 淳一 氏 (W1-C512号) 結晶と準結晶を動機付けとする 数学の問題</td> <td>118</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">7/25-26の2日間はお休みを準備しております ぜひご利用ください</td> <td>東京大学 大学院数理科学研究科 ウエスト1号館C棟5階 C512号中講義室</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">7/29-30の2日間はお休みを準備しております ぜひご利用ください</td> <td>東京大学 大学院数理科学研究科 ウエスト1号館C棟5階 C512号中講義室</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">7/29-30の2日間はお休みを準備しております ぜひご利用ください</td> <td>118</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">7/29-30の2日間はお休みを準備しております ぜひご利用ください</td> <td>370</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ワークショップ中、写真撮影をさせていただきます。 撮影した画像はバックショットをメインとしてWEBページや活動報告書などに活用させていただきますこととなります。 あらかじめご了承くださいようお願い申し上げます。問題がある場合はSGW事務局までご連絡ください。</p> <p>※7月29日から途中参加される方向けに10時よりD003教室にて問題の内容や進捗を説明します。ぜひご参加ください。</p>	九州大学 伊都キャンパス		東京大学 駒場 I キャンパス		2019年7月24日(水)	2019年7月25日(木)	2019年7月26日(金)	2019年7月27日(土)	10:30-17:00 問題提起 (初日プログラム) [受付]10:10-10:30 (オーデイウム前)	10:00-17:00 問題解決への取り組み	10:00-17:00 問題解決への取り組み	10:00-15:00 問題解決への取り組み	10:30-10:40 オープニング	10:00-17:00 [受付]10:00-17:00 (各教室)		10:00-14:00 問題解決への取り組み	10:40-11:20 糸島市 中村 勇喜 氏・西 正文 氏・ 渡辺 浩一 氏・野田 純子 氏 糸島市の地域・行政課題を、 「数学」で解決する	糸島市 ウエスト1号館D棟5階 C503・C504小講義室	糸島市 ウエスト1号館D棟5階 C503・C504小講義室 C408大会議室	糸島市 122	11:20-11:40 DISCUSSION & BREAK	ウエスト1号館C棟D棟 講義室・セミナー室		10:00-14:00 問題解決への取り組み	11:40-12:20 株式会社 ABEJA 大垣 翔 氏 機械学習およびデータサイエンスにおける 課題への数学的アプローチ	株式会社 ABEJA ウエスト1号館 C514号小講義室	株式会社 ABEJA ウエスト1号館 C514号小講義室	株式会社 ABEJA 126	12:20-14:00 LUNCH	E701・E705フロア小講義室	E701・E705フロア小講義室	10:00-14:00 問題解決への取り組み	14:00-14:40 株式会社 デンソー 安部井 淳 氏 低温から高温へ熱は伝わるのか？	株式会社 デンソー ウエスト1号館C棟6階 C615号中セミナー室	株式会社 デンソー ウエスト1号館C棟6階 C615号中セミナー室	株式会社 デンソー 270	14:40-15:00 DISCUSSION & BREAK	ウエスト1号館C棟D棟 講義室・セミナー室		10:00-14:00 問題解決への取り組み	15:00-15:40 株式会社 豊田中央研究所 山中 玄太郎 氏・松森 唯益 氏 偏微分方程式近似解法の探索	株式会社 豊田中央研究所 ウエスト1号館C棟6階 C616号中セミナー室	株式会社 豊田中央研究所 ウエスト1号館C棟6階 C616号中セミナー室	株式会社 豊田中央研究所 158	15:40-17:00 DISCUSSION & BREAK	ウエスト1号館C棟D棟 講義室・セミナー室		10:00-14:00 問題解決への取り組み	17:00-19:00 懇談会 (会費別) 九州大学伊都キャンパス 福岡村田記念館 1 階 中国家庭科 理 天 天	7/25 10:00-19:00 懇談会 (会費別) 東京大学大学院数理科学研究科 中川 淳一 氏 (W1-C512号) 結晶と準結晶を動機付けとする 数学の問題		118		7/25-26の2日間はお休みを準備しております ぜひご利用ください		東京大学 大学院数理科学研究科 ウエスト1号館C棟5階 C512号中講義室		7/29-30の2日間はお休みを準備しております ぜひご利用ください		東京大学 大学院数理科学研究科 ウエスト1号館C棟5階 C512号中講義室		7/29-30の2日間はお休みを準備しております ぜひご利用ください		118		7/29-30の2日間はお休みを準備しております ぜひご利用ください		370
	九州大学 伊都キャンパス		東京大学 駒場 I キャンパス																																																																		
2019年7月24日(水)	2019年7月25日(木)	2019年7月26日(金)	2019年7月27日(土)																																																																		
10:30-17:00 問題提起 (初日プログラム) [受付]10:10-10:30 (オーデイウム前)	10:00-17:00 問題解決への取り組み	10:00-17:00 問題解決への取り組み	10:00-15:00 問題解決への取り組み																																																																		
10:30-10:40 オープニング	10:00-17:00 [受付]10:00-17:00 (各教室)		10:00-14:00 問題解決への取り組み																																																																		
10:40-11:20 糸島市 中村 勇喜 氏・西 正文 氏・ 渡辺 浩一 氏・野田 純子 氏 糸島市の地域・行政課題を、 「数学」で解決する	糸島市 ウエスト1号館D棟5階 C503・C504小講義室	糸島市 ウエスト1号館D棟5階 C503・C504小講義室 C408大会議室	糸島市 122																																																																		
11:20-11:40 DISCUSSION & BREAK	ウエスト1号館C棟D棟 講義室・セミナー室		10:00-14:00 問題解決への取り組み																																																																		
11:40-12:20 株式会社 ABEJA 大垣 翔 氏 機械学習およびデータサイエンスにおける 課題への数学的アプローチ	株式会社 ABEJA ウエスト1号館 C514号小講義室	株式会社 ABEJA ウエスト1号館 C514号小講義室	株式会社 ABEJA 126																																																																		
12:20-14:00 LUNCH	E701・E705フロア小講義室	E701・E705フロア小講義室	10:00-14:00 問題解決への取り組み																																																																		
14:00-14:40 株式会社 デンソー 安部井 淳 氏 低温から高温へ熱は伝わるのか？	株式会社 デンソー ウエスト1号館C棟6階 C615号中セミナー室	株式会社 デンソー ウエスト1号館C棟6階 C615号中セミナー室	株式会社 デンソー 270																																																																		
14:40-15:00 DISCUSSION & BREAK	ウエスト1号館C棟D棟 講義室・セミナー室		10:00-14:00 問題解決への取り組み																																																																		
15:00-15:40 株式会社 豊田中央研究所 山中 玄太郎 氏・松森 唯益 氏 偏微分方程式近似解法の探索	株式会社 豊田中央研究所 ウエスト1号館C棟6階 C616号中セミナー室	株式会社 豊田中央研究所 ウエスト1号館C棟6階 C616号中セミナー室	株式会社 豊田中央研究所 158																																																																		
15:40-17:00 DISCUSSION & BREAK	ウエスト1号館C棟D棟 講義室・セミナー室		10:00-14:00 問題解決への取り組み																																																																		
17:00-19:00 懇談会 (会費別) 九州大学伊都キャンパス 福岡村田記念館 1 階 中国家庭科 理 天 天	7/25 10:00-19:00 懇談会 (会費別) 東京大学大学院数理科学研究科 中川 淳一 氏 (W1-C512号) 結晶と準結晶を動機付けとする 数学の問題		118																																																																		
	7/25-26の2日間はお休みを準備しております ぜひご利用ください		東京大学 大学院数理科学研究科 ウエスト1号館C棟5階 C512号中講義室																																																																		
	7/29-30の2日間はお休みを準備しております ぜひご利用ください		東京大学 大学院数理科学研究科 ウエスト1号館C棟5階 C512号中講義室																																																																		
	7/29-30の2日間はお休みを準備しております ぜひご利用ください		118																																																																		
	7/29-30の2日間はお休みを準備しております ぜひご利用ください		370																																																																		
参加者数	7/24 課題説明講演(講演者) 九州大学伊都キャンパス 糸島市 中村 勇喜 氏・西 正文 氏・渡辺 浩一 氏・野田 純子 氏 「糸島市の地域・行政課題を、「数学」で解決する」  株式会社 ABEJA 大垣 翔 氏 「機械学習およびデータサイエンスにおける課題への数学的アプローチ」  株式会社デンソー 安部井 淳 氏 「低温から高温へ熱は伝わるのか？」  株式会社 豊田中央研究所 山中 玄太郎 氏・松森 唯益 氏 「偏微分方程式近似解法の探索」																																																																				
	7/25 課題説明講演(講演者) 九州大学伊都キャンパス 東京大学大学院数理科学研究科 中川 淳一 氏 「結晶と準結晶を動機付けとする数学の問題」  7/25-27 課題検討 九州大学伊都キャンパス  7/29-30 課題検討, 成果発表 東京大学駒場キャンパス  詳細は下記ワークショップホームページに記載 <a href="http://sgw2019.imi.kyushu-u.ac.jp/schedule.html">http://sgw2019.imi.kyushu-u.ac.jp/schedule.html</a> 数学・数理科学:102 人, 諸科学: 0 人, 産業界: 8 人, その他: 8 人 (大学教員 34 人, 大学院生 57 人, 研究員 14 人, その他 13 人)																																																																				

項目	内容
当日の論点	産業界や地方自治体から提供された実践的な課題を数学に落とし込みモデル化することから始め、それらに対し既知の研究を学習し、その研究を進展させる、あるいは新しい数学的視点や手法、また機械学習を中心とするプログラミングや統計的手法を用いて、数学・数理科学によって課題の解決を試みるのが論点であった。課題と専門分野に近い数学教員をモデレータにあて、モデレータがリードして、参加者が合議する形で取り組んだ。学生モデレータも指名し、大学院生が主体的に取り組めるような雰囲気づくりを行った。
研究の現状と課題 (既にできていること、できていないことの切り分け)	5つの課題について、分けて述べる。(1)糸島市 都会からの糸島市への移住定住の促進と関連する諸問題、及び、路線バスが抱える赤字の削減が課題であった。(2) ABEJA データ解析に用いるグラフの埋め込みの工夫、人の移動データの解析手法の探索、機械学習モデルの情報保護が課題であった。(3) デンソー 自動車の冷房効率を上げるため、定常状態を高温と低温に分離する、さらに、低温から高温に状態を移行させる過程でエネルギーを取り出す、という熱力学第二法則に矛盾する技術を、Maxwell の悪魔に立脚した情報学的視点を用いて開発あるいはモデル化することが課題であった。(4) 豊田中央研究所 低炭素社会の実現に向けて効率化が要求される現代において重要な位置を占めるのが、エンジンなどのパラメータを決めた際の様々な効率性を可視化する損失マップの作製である。従来は時間がかかっていたこのマップ作成作業を行うため、偏微分方程式によるモデルの数値計算の効率化が課題であった。(5) 東京大学 結晶格子の中でも周期構造を持たない準結晶や Bravais 格子の群論等による数学的特徴づけを得ることが課題であった。
新たに明らかになった課題	5つの課題について、分けて述べる。(1) 糸島市 前者・後者ともに AHP (Analytic Hierarchy Process: 階層分析法)などの統計的手法を用いて問題点を絞り込んだ。前者については決定木を用いた移住候補地の推薦システムを作成した。後者についてはバスルートの統合及びそのダイヤの案を提出し、その場合の赤字の削減額などを計算したうえで、より正確な提言を行うために必要なデータを明示した。推薦システムの精度向上が課題である。(2) ABEJA グラフの頂点を円盤にして埋め込む手法を提案した。いくつかのケースではよい可視化が可能であることがわかった。動線解析はデータを九大で作成したうえで、いくつかの解析を試みた。機械学習のプロジェクトは、ほしい情報にダミーを挟み込む手法を提案した。どれも実際のデータを用いない結果のため、実装の際にはそれらと合わせた多くの工夫が必要と考えられる。(3) デンソー 力学系におけるスイッチダイナミクスをヒントに、切り替え(スイッチ)によって、ポテンシャルエネルギーの高い状態に移行させる確率微分方程式モデルを作成し、数値実験を行った。また、バイアス付きランダムウォークを用いたモデルの作成にも着手した。実際にはスイッチ切り替えのタイミングが問題で、その改良が課題である。(4) 豊田中央研究所 Reduced basis と呼ばれる手法を用いて、すべての点ではなくサンプル点でのみ損失マップを作成することで、その周辺でも高い精度で近似的に損失マップが作成できる可能性を提言した。実際のケースに適用するにはまだ多くの工夫が必要と思われる。(5) 東京大学 2次元および3次元の Bravais 格子のある場合について Gram 行列の言葉などを用いてそれらの構造を明確にすることに成功した。3次元の場合は全ての場合にできたわけではないので、今後の更なる進展が期待される。
今後解決すべきこと、今後の展開・フォローアップ	昨年より参加者数が大きく増え、いずれの課題においても取り組みに活気があり、昨年以上の成果があった。東京工業大学から複数の修士課程学生の参加があった。すべての課題に対して一定の答えを出すことができ、いくつかの課題については予想以上の

良い結果を得ることができた。デンソー、豊田中央研究所、東京大学の課題に対する成果は、原著論文として出版できる可能性がある。

しかし無論、まだ完成していない研究も多い。それは同時に今後の研究の可能性が幅広いことも意味しているため、各課題に携わったチームごとに課題提供者と連絡を取り合いつつ、研究を進展させることが期待される。

研究面以外では、SGWを持続的に開催するための運営上の課題がある。

○ 問題提供企業から資金援助(問題提供料)をいただくことが望まれる。今回、東京大学の出題者から寄付金を頂戴した。産学協働イノベーション人材育成協議会(C-ENGINE)の協力を仰ぎたい。

○ 会場と開催時期をどのように設定するか。今回、東京大学で、同時期に開催された夏季イベントとぶつかり、東京大学での会場が確保されていなかった。東京大学からの参加学生も減少した。例年、7月の最終週にSGWを開催しているが、来年夏は、7月後半から8月前半にかけて、東京オリンピックが控えている。

(Part 4/4) 写真

項目	内容
添付写真 1	
添付写真 2	

添付写真 3



添付写真 4

