

数理工学教室創設 60 周年記念誌

令和元年 10 月

京都大学数理工学 60 周年記念事業実行委員会

数理工学教室創設 60 周年記念誌

令和元年 10 月

京都大学数理工学 60 周年記念事業実行委員会

数理工学教室の現状と未来

1959年（昭和34年）4月に設立された京都大学工学部数理工学科は、本年2019年4月に創立60周年（還暦）を迎えました。この間、1995年に工学部改組に伴って情報学科の設立に加わり、数理工学コースとなりました。教育組織上は数理工学科の名称は消滅しましたがカリキュラムの骨格は維持されました。しかしながら、情報学科に入学し数理工学コースに配属される学生の気質は数理工学科時代とは大きく変わったと言われていました。

大学の教育・研究の主体が学部から大学院に移った1998年の大学院重点化では、大学院数理工学専攻は、応用システム科学専攻とともに、大学院情報学研究科の創設に参加し、複雑系科学（現先端数理科学）専攻、数理工学専攻、システム科学専攻の中の合計13分野（一人の教授を中心とする研究室）として大学院教育を担当すると同時に、引きつぎ工学部情報学科数理工学コースを兼担しております。名前の上では情報学研究科数理工学専攻が工学研究科数理工学専攻を引き継いだ形になっておりますが実際は3つの専攻に分かれており、この13分野を総称して「数理工学教室」と呼ぶこととします。

数理工学教室の同窓会である「数理会」の会長は数理工学コース長が務めております。また、私は現在、情報学研究科長（3期目）ではありますが、数理工学教室においてはひとつの分野を担当する教授の立場です。情報学研究科は学部組織をもたない独立研究科として括られることもあります。工学部情報学科を兼担する教員全てが情報学研究科に所属することの重みを感じております。

外部からはたいへんわかりにくいと言われる数理工学教室の現状を続けます。数理工学コース学生定員40名は工学部数理工学科時代（1980年頃）の学科定員40名と同じです。助手ポストの上位職振替で分野の数は約1.5倍に増えましたが、教員総数はほぼ同じ35名程度です。一方、2019年4月1日現在、数理工学教室に所属する大学院生は修士課程M1学生52名、博士課程学生10名です。工学研究科時代（1980年頃）の修士課程募集定員27名、博士課程進学者2~4名と比較すれば、大学院重点化を経て数理工学教室に所属する大学院生数は倍増したことがわかります。学部定員だけでは足りず、修士課程大学院生の30%以上が工学部情報学科以外の出身者（海外の大学を含む）となりました。

情報学研究科の創設時には70%以上の教授が京都大学工学部出身者でした。しかし、2018年に創設20周年を迎えたときには40%程度に下がっていました。工学部を学部兼担する分野が全体の8割以上ある中で、この20年で関連研究分野が大きく変化していることがわかります。数理工学教室においてもこの傾向は顕著です。情報学研究科創設時の13分野教授のうち11名が京都大学工学部出身（空席1）だったものが、2019年4月現在は、2名が京都大学工学部出身（空席3）の状態です。このように、教育組織上も教員の構成においても、数理工学教室は大きな変貌を遂げた上で創設60周年を迎えたことになります。

さて、数理工学教室20周年記念誌の榎木義一先生の巻頭言には、数理工学教室創設には

「工学部に数学や物理学などの刺激を入れてより新しい工学へ脱皮を計るべきではないか」との発想があり、その後「システム工学などの横断的発想法や手法が提唱され」、「どこより早く京都大学の工学部に新しい学問体系の胎動が芽ばえたことは誠に誇らしい」とあります。また、数理工学教室 30 周年記念誌の得丸英勝先生の巻頭言には、「日本には改良とか改善の技術はあるが、独創的な技術は少ないと言われている」が「数学的基礎がしっかりして、かつ具体的事象に理解力があれば、きっと立派な独創的研究成果をあげられると信じている」と結んでいます。数学がイノベーションの起爆剤となるという認識がありました。

数理工学は

数理工学=数学×工学 (モノを扱う工学に対する数学の深い理解に基づく横断的アプローチ)

としてスタートし、数学的基礎を重視しつつ具体的事象を熟視してきました。60 年を経た現代の数理工学を、

数理工学=数学×情報学 (モノとコトの科学である情報学に対する数学の深い理解に基づく横断的アプローチ)

とみなしてはどうかと思います。情報を相手にするためコンピュータ・ネットワークと統計科学が重要なツールとなります。

近年、人工知能に代表される大量のデータから有益な情報を読み取る手法が発展を遂げています。数学を多用しますが数理モデルを前提としなくても「答らしきもの」ができることには注意を要します。数理工学では、数学で問題を解くことだけでなく、問題を切り出すところ、すなわち、具体的事象を数学の言葉で数学の問題として記述しなおす数理モデリングを重視します。もちろん、事象の本質をとらえた抽象化には困難を伴います。未来の数理工学は数理モデリングにおける新しい考え方を必要としています。また、京都大学の数理工学では、深いところで数学と向き合う必要があるのだからと数学自身の発展を促すような方向の研究も大事にしてきました。

数理工学における独創的研究には、数学を基盤とした横断的発想で、けれんみなく具体的事象に切り込んでいくという数理工学の強みを十全に発揮することが大切ではないかと思えます。

数理工学の輝かしい未来を祈念します。

2019 年（令和元年）8 月
京都大学大学院情報学研究科
中 村 佳 正

目次

巻頭言.....	i
はじめに.....	1
寄稿	
名誉教授・旧教員・現教員・卒業生からの寄稿.....	3
資料編	
講座・研究室の変遷.....	55
教員陣容の変遷(2008~2019).....	57
研究室紹介.....	61
カリキュラム	
学部科目標準配当表.....	75
大学院科目標準配当表.....	79
あとがき.....	83

はじめに

昭和 39 年(1959 年)に数理工学教室が設立されてから今年で 60 周年を迎えました。これまでに、数理会では、20 周年から 10 年のおきに記念誌を発行しています。この 60 周年においても、シンポジウム及び記念パーティの開催、『数理工学の世界』(日本評論社)の刊行とともに、60 周年記念誌を編纂することになりました。

60 周年記念誌では、中村佳正情報学研究科長の巻頭言につづき、数理会会員各位による寄稿を掲載しています。また、資料として、数理工学教室の講座の変遷や最近の教員陣容、研究室紹介、情報学科及び大学院のカリキュラムを掲載しています。

ご寄稿は名誉教授、現旧教員、幅広い世代の卒業生から 47 件ありました。第 1 期生を含め多くの卒業生が活躍されていることがわかり、数理工学の発展を感じることができます。

今回の記念誌では、講座・研究室の変遷のグラフを掲載しております。また、現在の研究室を各 1 ページで紹介しています。会員の皆様にはご出身の研究室から現在の研究室の紹介までたどることによって、これまでの研究室の歴史を感じてもらえれば幸いです。

60 年という長い歴史の中で積み上げてきた実績を 100 ページ程度にまとめることは到底不可能です。そこで、本記念誌に入りきらなかった情報は、カラーの pdf ファイルとして、以下の数理会ホームページに載せています。

<https://www.s-im.t.kyoto-u.ac.jp/mat/ja/alumni>



このホームページには、(寄稿などの個人情報を外したうえで)過去の記念誌もアップロードしてあります。ご一読いただけますと、設立の経緯など、結構、面白い発見があります。

50 周年から 60 周年にかけてのこの 10 年には、情報学研究科設立など激動の歴史と比べて、数理工学関連の組織には大きな変化がありませんでした。複雑系科学専攻から先端数科学に専攻名が変わり、一部の分野(研究室)名も変わりましたが、数理工学の教育や研究内容は従来通りに継続しております。

一方、次の 10 年には、少子化やグローバル化の影響で、大きな組織の変化が予想されます。もちろん、組織の変化があっても、高度情報化社会における数理工学の重要性は変わりません。数理会会員の皆さまのご協力のもと、より一層世界に必要とされる数理工学教室となり、70 周年記念誌でご報告できるようにしていきたいと考えています。

令和元年度 数理会会長 兼 数理工学コース長
山下信雄

資料編

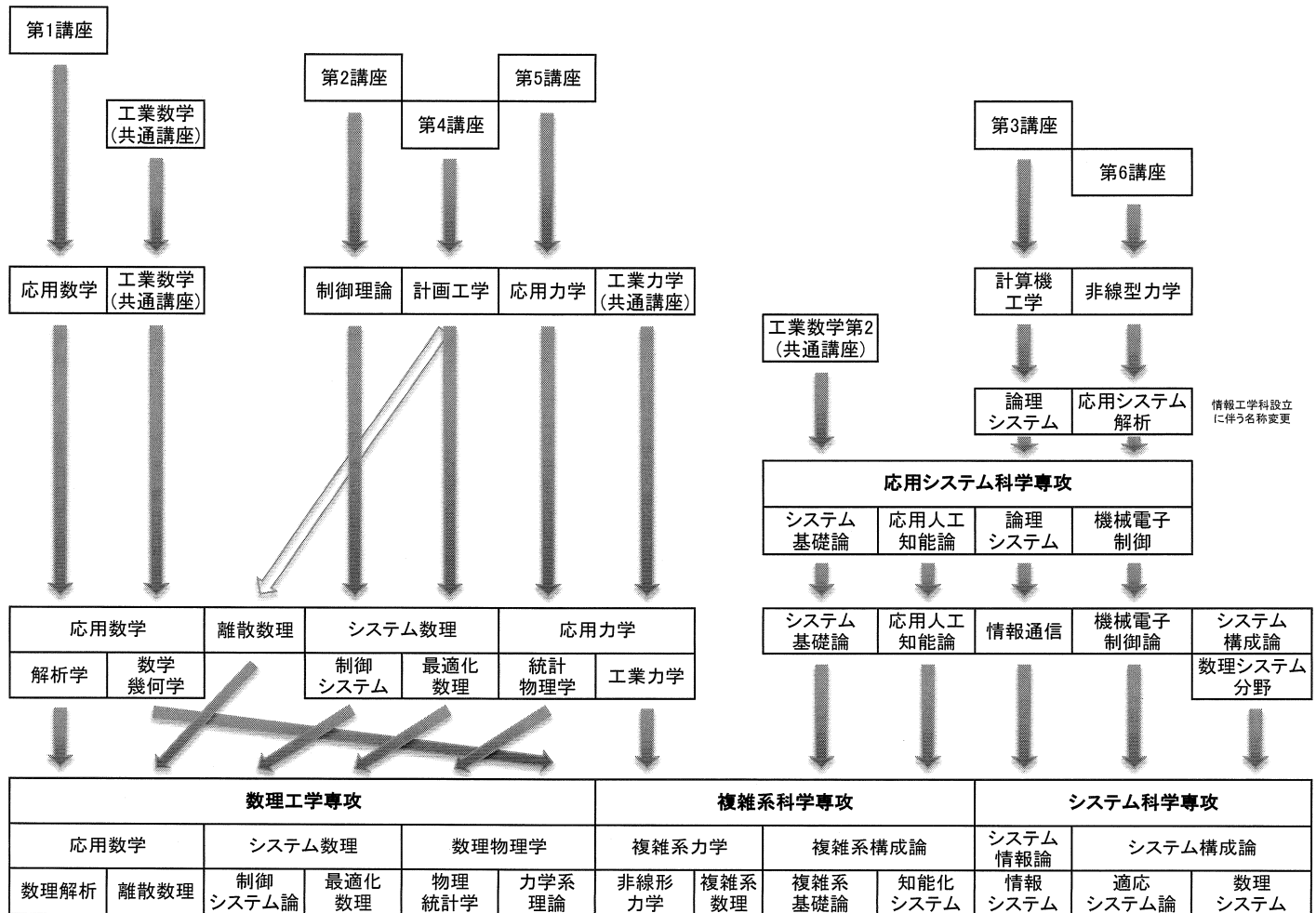
講座・研究室の変遷

教員陣容の変遷

* 各年度の情報は4月1日付のものである。

数理工学科・情報学科数理工学コースにおける講座(研究室)の変遷

数理工学科設立
 1959年(昭和34年)
 1960年(昭和35年)
 1961年(昭和36年)
 1962年(昭和37年)
数理工学専攻設立
 1963年(昭和38年)
 1967年(昭和42年)
 1974年(昭和49年)
応用システム科学専攻設立
 1987年(昭和62年)
大学院重点化
 1995年(平成7年)
情報学研究科設立
 1998年(平成10年)



年度	専攻名称	応用数学講座								
		数理解析分野					離散数理分野			
		教授	准教授	講師	助教	特定教員	教授	准教授	講師	助教
2008	数理工学	中村 佳正		辻本 諭		木村欣司	永持 仁		趙 亮	福永 拓郎
2009			辻本 諭		上岡修平	(2017まで)				
2010										
2011										
2012										
2013						關戸啓人				
2014						(現在に至る)				
2015										
2016										
2017										
2018										
2019								Aleksandar Shurbevski		

年度	専攻名称	システム数理講座								
		最適化数理分野				制御システム論分野				
		教授	准教授	助教	特定教員	教授	准教授	助教		
2008	数理工学	福嶋 雅夫	山下 信雄	林 俊介		太田 快人	鷹羽 浄嗣	田中 秀幸		
2009										
2010										
2011										
2012									大木健太郎	
2013										
2014								福田エレン		加嶋 健司
2015				山下 信雄						
2016										
2017									佐藤 寛之	
2018										
2019								福田エレン		

年度	専攻名称	数理物理学講座												
		物理統計学分野				力学系理論分野								
		教授	准教授	助教	特定教員	教授	准教授	助教						
2008	数理工学	宗像 豊哲	五十嵐 頭人	佐藤 彰洋	特定教員	岩井 敏洋	谷村 省吾	山口 義幸						
2009														
2010														
2011														
2012		梅野 健												
2013														
2014									力学系数理分野(分野名変更)					
2015											矢ヶ崎一幸		山口 義幸	
2016												柴山 充瑠		
2017														
2018										佐藤 彰洋				
2019									岩崎 淳					

年度	専攻名称	システム構成論講座								
		適応システム論分野				数理システム論分野				
		教授	准教授	講師	助教	教授	准教授	助教		
2008	システム科学	田中 利幸		荻野 勝哉	中村 一尊	酒井 英昭		林 和則		
2009								林 和則		
2010										
2011					大久保 潤	大関 真之			金子めぐみ	
2012										
2013										
2014										
2015										
2016										
2017								下平 英寿		
2018							上田 仁彦			劉 言
2019										

年度	専攻名称	システム情報論講座		
		情報システム分野		
		教授	准教授	助教
2008	システム科学	高橋 豊	笠原 正治	増山 博之
2009				
2010				
2011				
2012				
2013				
2014			増山 博之	
2015				
2016				
2017				
2018				
2019				

年度	専攻名称	複雑系力学講座								
		非線形力学分野				複雑系数理分野				
		教授	准教授	講師	助教	教授	准教授	講師	講師	助教
2008	複雑系科学	船越 満明	田中 泰明		金子 豊			宮崎 修次		筒 広樹
2009								青柳富誌生		
2010										
2011							青柳富誌生			
2012										
2013										
2014										
2015										
2016		非線形力学・計算物理学グループ				理論神経科学・非平衡系数理グループ				
		船越 満明			金子 豊	青柳富誌生		宮崎 修次		筒 広樹
2017	先端数理科学 (専攻名変更)	非線形物理学講座(講座名変更)								
						青柳富誌生		宮崎 修次		筒 広樹
2018				宮崎 修次	原田 健自		寺前順之介			
2019										

年度	専攻名称	応用数理学講座								
		複雑系基礎論分野				知能化システム分野				
		教授	准教授	講師	助教	助教	教授	准教授	講師	助教
2008	複雑系科学	西村 直志		青柳富誌生	原田 健自		山本 裕	藤岡 久也		永原 正章
2009				大谷 佳広						
2010										
2011				吉川 仁						
2012										
2013									永原 正章	
2014			計算力学分野(分野名変更)							
			西村 直志		吉川 仁	原田 健自	新納 和樹			
2015										
2016			吉川 仁							
2017	先端数理科学 (専攻名変更)	応用数理科学分野(分野名変更)								
							田口 智清			
2018										
2019										辻 徹郎

数理工学コース

研究室紹介

1. 数理解析
2. 離散数理
3. 最適化数理
4. 制御システム論
5. 物理統計学
6. 力学系数理
7. 適応システム論
8. 数理システム論
9. 情報システム
10. 非線形力学・計算物理学グループ
11. 理論神経科学・非平衡系数理グループ
12. 計算力学
13. 応用数理科学

数理解析分野

応用可積分系・古典解析

連続と離散をつなぐ数学とその応用

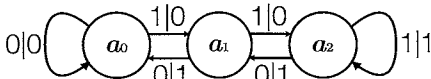
微分方程式

$$u_t + 6uu_x + u_{xxx} = 0$$

漸化式

$$u_{n+1}^{t+1} - u_n^t = \delta \left(\frac{1}{u_{n+1}^t} - \frac{1}{u_n^{t+1}} \right)$$

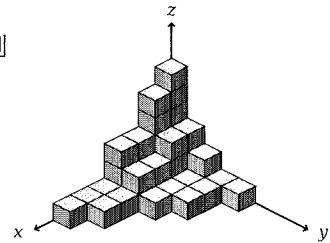
オートマトン



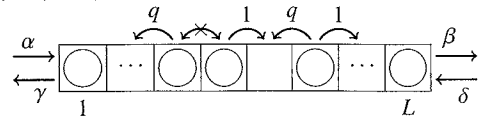
ガウスの超幾何関数

$${}_2F_1(a, b; c | z) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(a)_n (b)_n}{(c)_n} \frac{z^n}{n!}$$

平面分割



非対称単純排他過程 (ASEP)



応用可積分系とは？

可積分系は、積分できる（＝解ける）微分方程式系。転じて、解が閉じた形に書ける離散方程式系（漸化式）を離散可積分系という。

可積分系は、特殊関数や直交多項式などの古典解析と密接に関係する。重要な数理モデルは可積分系であることが多い。

無限個の対称性などの特別な性質を持つ可積分系を「アルゴリズム開発」、「数理モデルの解析」などの幅広い分野に応用していく。

新しい・おもしろい・役にたつ！

研究トピックスの一覧

- ・ 数値計算アルゴリズムの開発
 - ⇒ 高速・高精度アルゴリズム
- ・ オートマトンの解析学
 - ・ 微分方程式の骨格部分の抽出
 - ・ 箱と玉の系（可積分オートマトン）
 - ・ 決定論的力学系の確率論

- ・ 特殊関数の理論（古典直交多項式）
 - ・ 代数学、表現論
- ・ 最適計画
 - ⇒ 精度良く推定できるデータの取り方
- ・ 組合せ論（平面分割）
 - ⇒ 数え上げ、母関数や分配関数の計算
- ・ 生化学ネットワーク／製鉄プロセス

共同研究プロジェクト

京都府大、同志社、京産大、電気通信大、東大、福知山公大、福井大、奈良女子大、気象大、モントリオール大、バンタービルト(米)、中国人民大学、日本製鉄他

2019年度メンバー：総合研究10号館 部屋番号

中村教授：320B ynaka@i.kyoto-u.ac.jp

辻本准教授：316 tujimoto@i.kyoto-u.ac.jp

上岡助教：319 kamioka@i.kyoto-u.ac.jp

關戸特定講師：sekido@i.kyoto-u.ac.jp

矢倉・小島事務補佐：320A

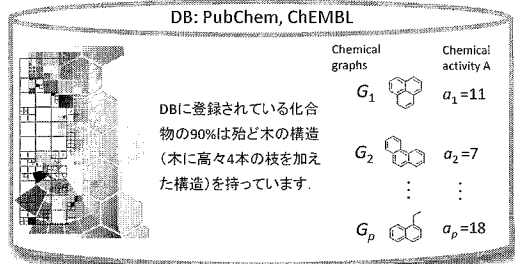
学生(博士3名、修士11名)：310, 312

機械学習と離散最適化に基づく新規物質設計技術

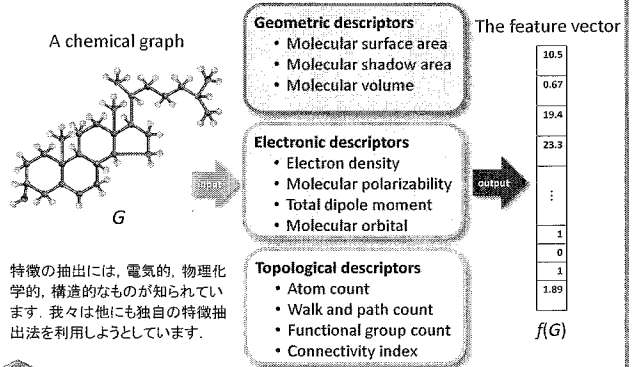
京大化学研究所 阿久津研究室との共同プロジェクト

離散構造上の最適化問題に取り組む当研究室では、現在、有用な化学的活性をもつ新規化学物質のグラフ構造を計算機により探し出す研究に力を入れています。

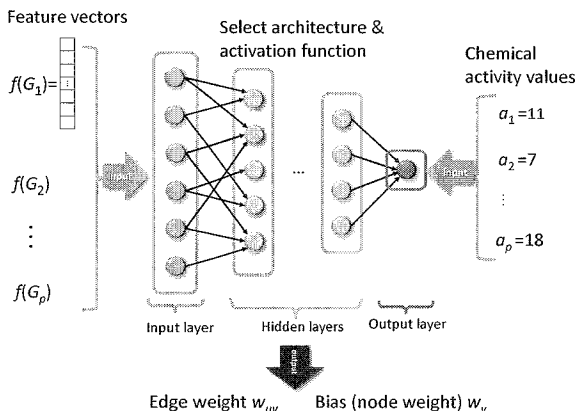
1 1 まず、目的とする化学的活性A(生成熱, 疎水性, 薬効等)を定め、化合物DBから化学グラフ G_1, G_2, \dots, G_p とこれらの活性値 a_1, a_2, \dots, a_p を取り出します。



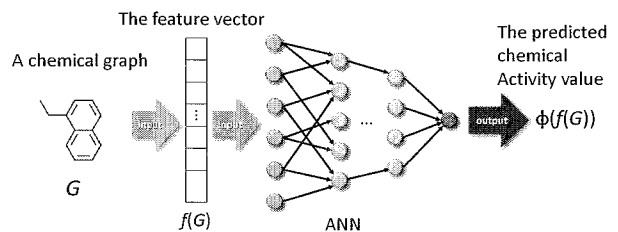
2 2 次に、各グラフ G_i の構造から活性Aと関係のありそうな特徴(記述子, descriptor)をいくつか抽出・算出し、これらを成分とする特徴ベクトル (feature vector) $f(G)$ を用意します。



3 3 特徴ベクトルと活性値の組 $(f(G_1), a_1), (f(G_2), a_2), \dots, (f(G_p), a_p)$ を教師データとして、ニューラルネットワーク(ANN)で学習させ、特徴ベクトルと活性値の関係が最もうまく説明されるようなアーキテクチャ上の枝重みやノード上のバイアスを決めます。



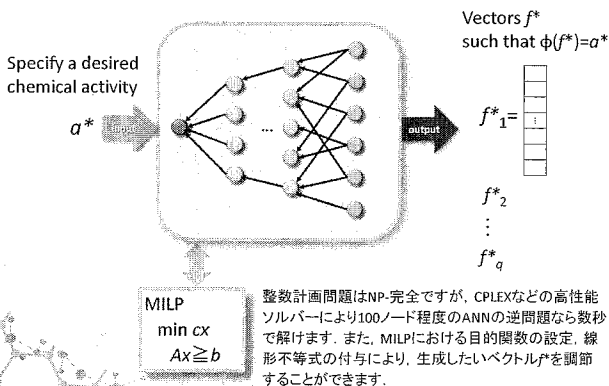
4 4 得られたANNを用いれば、活性の知られていない化合物Gに対する活性Aの予測値 $\phi(f(G))$ が得られます。



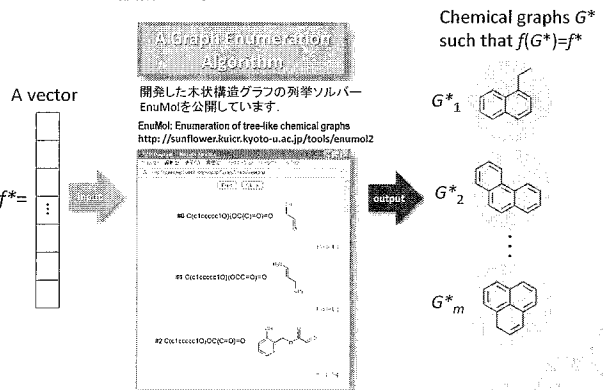
通常は、ここまでが機械学習による従来の問題解決ですが、このプロジェクトでは、逆に、所望の活性値を入力として、この活性値を有するような化合物を予測関数 ϕ の原像として構築する方法を開発しています。

5 5 このためには、まず、指定の値 a^* を予測値 $\phi(f^*)$ として出力されるような特徴ベクトル f^* を求める『逆問題』を解かなくてはなりません。我々は最近、これが混合整数計画問題 (Mixed Integer Linear Programming Problem) として解けることを発見しました。

T. Akutsu and H. Nagamochi, A Mixed Integer Linear Programming Formulation to Artificial Neural Networks, Technical Report 2019-001. <http://www.amp.i.kyoto-u.ac.jp/tecprep/index.html>



6 6 最後に、作られた特徴ベクトル f^* に対して、 $f(G^*) = f^*$ となるようなグラフ G^* を列挙します。このためのアルゴリズムは分枝限定法 (branch-and-bound) や動的計画法 (dynamic programming) に基づき設計します。



最適化数理分野

山下信雄 教授, 福田エレン 秀美 准教授, 佐藤寛之 特定准教授

私たちの研究室では、数理最適化の理論と応用に関する研究を行っています。研究室の基本方針は、現実の問題への応用をしっかりと見据えながら、理論重視の研究を行うことです。非線形最適化問題や均衡問題などの数理最適化問題に対する効率的なアルゴリズムの開発を中心的なテーマとし、機械学習や金融工学など多種多様な応用問題や手法を取り扱っています。

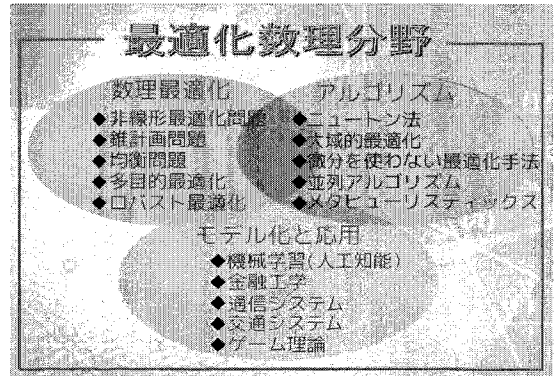
研究テーマ

数理最適化アルゴリズムの開発：

凸最適化，非線形最適化，多目的最適化，錐計画，多様体上の最適化，均衡問題などの重要な最適化問題に対して新しいアルゴリズムを構築し，その諸性質を理論的に明らかにするとともに，その実用性を数値実験により検証する。

新しい数理最適化モデルの構築：

データ解析やリスクを考慮した意思決定において重要な役割を果たす確率的最適化やロバスト最適化，数理工学の諸分野に現れる多様体上の最適化など，新しい最適化モデルの構築を行うとともに，それらに対するアルゴリズムの開発を行う。



数理最適化の現実問題への応用：

機械学習（人工知能），金融工学，ゲーム理論，ビッグデータ解析などの分野に現れる最適化問題のモデル化やそれらの問題に対する効率的なアルゴリズムの開発を行う。

最近の卒論・修論タイトルの抜粋（詳細は研究室のHPを見てください）

- ✓ 多目的最適化問題に対する非単調直線探索 (2019) 【OR学会学生論文賞】
- ✓ Adagrad のリーマン多様体上への拡張について (2019)
- ✓ l_1 正則化問題に対する有効制約法 (2018)
- ✓ ニューラルネットワークの学習における新しい適応的学習係数 (2018)
- ✓ 半正定値計画問題と等価な低次元三角分解を用いた非線形最適化モデル (2017)



研究室HP

数字で見る最適化数理 (2010年～2019年)

教員	5
卒業生・修了生	69
外国人研究者の訪問	22
共同研究学生の訪問	9
受賞	21

制御システム論分野



(<http://www.bode.amp.i.kyoto-u.ac.jp/>)

□ **スタッフ:** 太田 快人 教授 (総合校舎409室東)
加嶋 健司 准教授 (同407室)
大木 健太郎 助教 (同411室)

□ **学生:** 13名 (2019年10月1日時点)
□ **学生居室:** 総合校舎 4階412室
□ **見学可能日:** 平日は随時可能!
(水15時以降不可, 休日は要アポ)
□ **窓口:** 大木 (ohki@i.kyoto-u.ac.jp)

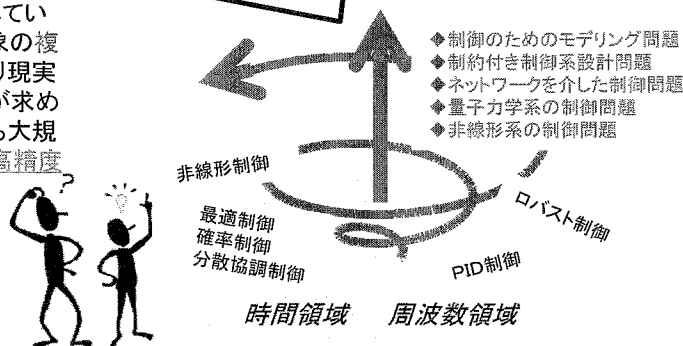
我々の研究

制御理論は、伝達関数法から状態空間法、ロバスト制御へと螺旋状のパラダイムシフトを繰り返して発展しています。現在、制御を必要とする現場では、制御対象の複雑化、多様化、大規模化が急速に進んでおり、より現実的な設定の下で使える制御技術とその基礎理論が求められています。当分野では、微視的なシステムから大規模複雑なシステムまで、様々なシステムに対する高精度な制御の実現を目指して、

- ・ **モデリング**
- ・ **システム解析**
- ・ **制御系設計**

に関する基礎的研究を行っています。

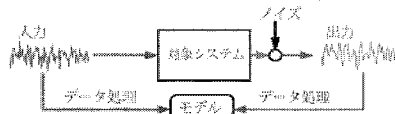
- ✓より現実的な問題 (エネルギー・通信制約など)
- ✓より大規模・複雑・ミクロな問題 (電力網・量子系など)



最近の研究内容

◆ データから数理モデルを作る(システム同定)

入出力データを記述する動的モデルの構築が目的



- ✓ 推定精度保証付き最小エネルギーシステム同定入力設計
- ✓ 量子化システム同定におけるディザの影響

◆ 最適な制御則を設計する(最適制御)

与えられたコスト関数を最小にする制御則を作ることが目的

- ✓ 最適制御の双対性と密度関数
- ✓ 経路積分法を用いた確率最適制御入力の数値計算法

◆ 現場への応用(プロジェクションマッピングなど)

制御理論を用いた品質の向上

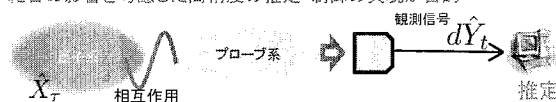


◆ その他

卒論・修論など、詳しくはWebで↓
<http://www.bode.amp.i.kyoto-u.ac.jp/thesis.html>

◆ ノイズがあっても推定・制御する(確率・量子制御)

雑音の影響を考慮した高精度の推定・制御の実現が目的



- ✓ 量子システムの推定制御(フィルタリング, スムージング, 分散協調制御)
- ✓ 不連続な確率システムの近似・最適制御

◆ 大規模システムを制御する(モデル低次元化, 分散協調制御)

制御入力決定のための、計算負荷の低減が目的

- ✓ 再生可能エネルギーの混入した電力システムの制御
- ✓ コスト関数に基づいた制御のための数理モデルの低次元化

学生の一週間の過ごし方(2019年度後期)

	月	火	水	木	金
1限	✓ 勉強, 研究				
2限	✓ 個別ゼミ(論文読み, 本読み)				
3限	✓ 教員との研究打ち合わせ				
	✓ 勉強会, 研究会の資料作り				
4限	✓ 実験, 筋トレ, "読書"などしている学生も				
5限	勉強会	報告会	研究会		

- ✓ 研究会: 水曜日1人1時間程度で2人発表
<http://www.bode.amp.i.kyoto-u.ac.jp/seminar2013.html>
- ✓ 報告会: 週1回 1人5分程度で全員発表
- ✓ 勉強会: 学部と修士で別々の本読み

研究で用いる理論

(線形・非線形)システム制御理論, 数理最適化理論をベースに、研究対象に応じて測度論的確率論, 数理統計学, 微分幾何, 学習理論, ゲーム理論, 関数解析, 量子論, グラフ理論, etc

物理統計学分野

できるからやる、できないからやらないでなく、やりたいことをやってみる

教授 梅野健(UMN):物理学、金融、脳、データ解析、地震予測、革新的通信方式、カオス

助教(新任) 岩崎淳(IWS):暗号、ランダムネス

本研究成果は、2016年9月30日に米国の学術誌「Journal of Geophysical Research - Space Physics」に掲載されました。

本研究成果は、2018年4月2日午前10時に日本物理学会の国際学術誌「Journal of the Physical Society of Japan」の速報版にオンライン公開されました。

研究者からのコメント



左から、梅野教授、岩田博士前期課程学生

この研究のポイントは、携帯電話の一つの通信方式であるCDMA、電波望遠鏡、重力波観測で用いられている、相関検波による微弱信号検出技術を、約1300のGPS観測局からなるGEONETのデータ解析に新しく応用し、また人工知能の予測技術も取り入れ今まで見れなかった大地震直前の電離圏電子数データの異常を捉えたことにあります。

また、本研究成果は、マグニチュード7以上の大地震発生1時間前から20分前の直前予測の可能性、マグニチュード7以上の大地震警報システム構築に道を開くものであり、今後国土地理院のGEONETで公開するデータ等を用いて、本手法

研究者からのコメント



左から、梅野教授、新谷修士課程学

本研究成果は、2018年8月1日に、日本の電子情報通信学会の国際学術誌「IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences」のオンライン版に掲載されました。

かつての偉大な研究者の発見である中心極限定理や一般化中心極限定理に触れた時、とても美しく素晴らしい内容だと思いましたが、一方で、現実のデータに適応するには少々数学的な制約が厳しいと感じたのがこの研究の始まりでした。ビッグデータの時代と言われる昨今、べき則に従うデータは数多く観測されており、この研究が、そろいった世の中に

研究者からのコメント



左から、梅野教授、岩崎助教

暗号通貨の基盤は暗号の安全性に深く関わる様になり、もはや暗号は特定の人向けの技術ではなく、全ての人にとって基盤となるものになりつつあります。歴史的に暗号の安全性は数理と深く関わってきましたが、この研究は、暗号の安全性を公正に評価する乱数性評価に関わる部分で、長年の懸案であった問題を完全に解決したものと考えます。暗号は一見すると地味ですが、暗号は全ての人に関わる技術と言う意識を持ち、今後も、応用と数理が直結する分野で研究を一步一步進めて行きたいと思えます。

場所：総合研究10号館 2階

数理物理学講座 力学系数理分野

教授 矢ヶ崎一幸 / 准教授 柴山允瑠 / 助教 山口義幸

■ 研究テーマ

力学系理論およびその応用

☆さまざまな微分方程式系におけるカオスなどの複雑な挙動や可積分性の解明

ハミルトン系 (天体力学を含む), 時間遅れ系, 確率力学系, グラフ上のネットワーク

☆無限次元力学系における力学系理論の展開と応用

無限自由度ハミルトン系, パルス解の分岐/安定性, パターン形成, 無限可積分系

☆多体ハミルトン系の平衡・非平衡統計力学とダイナミクス

運動論, 安定性, 非平衡相転移, 線形・非線形応答, N 体数値計算, 分布関数の時間発展

☆自然科学, 工学および社会科学分野への応用

データサイエンス, 宇宙ロケットの軌道設計, ドローンの運動制御, カオス制御, 最適制御

■ 力学系とは

「力学系」は英語の「Dynamical System」の訳で, 時間と共に変化する数学モデル全般を表し, また, ポアンカレの研究に始まった, それらを研究対象とした数学分野です. 70年代後半の「カオス」の再発見を契機として急速に発展し, その理論は自然科学や工学から経済学などの社会科学まで, さまざまな分野で応用され, 数多くの重要な研究成果が得られています. 本研究室では力学系理論とその応用のさらなる発展を目指しています.

■ 学生に望むこと

成績はさておき, 数学が好きで, 本を読んだり, じっくり物事を考えたりすることを厭わない人を歓迎します. お互いに知的に刺激し合い, たくさん勉強して, 将来数学や数理物理の分野あるいはこれらの知識を活かしてさまざまな分野で活躍できる人材となって欲しいと思います.

■ 卒業論文テーマ

☆変分法による非等方 Kepler 問題の周期解の存在証明

☆力学系における中心多様体の数値計算

☆ネットワーク上の結合振動子の安定性

■ 修士論文テーマ

☆複数のグラフに依存する結合振動子ネットワークの連続極限

☆変分法による制限 3 体問題の周期解の存在証明

☆非斉次的な時間遅れ項をもつ Hopf 分岐標準形の多様なダイナミクス

☆結合振動子系における臨界指数

☆ KdV 方程式に対する AKNS 系の微分 Galois 理論の意味での可積分性

■ 博士論文テーマ

☆単独および連立非線形 Schrödinger 方程式におけるソリトン解の分岐と安定性

☆平衡点およびホモ/ヘテロクリニック軌道近傍における力学系の非可積分性

☆摂動系に対する周期軌道とホモクリニック軌道の保存およびそれらの近傍での非可積分性

☆周期的な摂動を受ける, 余次元 2 の分岐点近傍における力学系のダイナミクス

■ 研究室の場所 (総合研究 10 号館 (旧工学部 1 号館) 3 階)

矢ヶ崎 (311 号室), 柴山 (309 号室), 山口 (307 号室), 学生室 (306 号室)

■ Web: <http://yang.amp.i.kyoto-u.ac.jp/>

システム構成論講座 適応システム論分野

教授 田中利幸 助教 上田仁彦

研究の紹介

生物や人間が有する適応、学習、推論の能力を持つシステムを人工的に実現するための基礎となる数理的諸問題の解明を目指して研究を行っています。パターン認識、データ科学、機械学習、デジタル情報通信などへの応用を念頭に置きながら、以下のような研究テーマに取り組んでいます。

- ◎ **確率モデルに基づく情報処理** 不確実性を有する環境から意味のある情報をどう効率的に取り出すか、という問題は、機械学習をはじめとして多くの情報処理に現れる理論的課題です。この課題に対して近年注目を集めている、環境の不確実性を確率モデルによって記述し、それに基づいて推論、学習、適応を行う方法論について、統計科学、情報理論、統計力学、情報幾何学等の立場から領域横断的、多面的に研究を行っています。
- ◎ **圧縮センシングの数理と応用** 画像や音声、動画などのデータを考えてみましょう。これらのマルチメディアデータはサイズが年々大きくなってきているので、保存の際には圧縮がなされることが少なくありません。しかしこれは、よく考えてみるとおかしくないでしょうか。データのほとんどをただ圧縮するために取り込むよりも、取り込む段階で圧縮できるのであればそうしたほうが、より好ましいといえることができます。「圧縮センシング」は、データの「スパースさ」をうまく利用してこうしたことを可能とする新しい枠組みとして大いに注目を集めています。圧縮の理論的限界の解明をはじめとして圧縮センシングの数理的性質を明らかにするための研究を行っています。さらに本学医学研究科や薬学研究科の研究室と共同で、圧縮センシングの応用によるMRIなどの医用画像処理やメタプロテオミクスの高性能化に関する研究も行っています。

その他、情報通信理論や統計的学習理論など幅広い研究テーマに取り組んでいます。また、推論、学習、適応の方法論に関する研究成果の検証を主な目的として、劣化画像の修復、多次元データのクラスタリング、デジタル無線通信における情報推定、強化学習、ゲーム理論などの具体的な問題群についても研究を行っています。我々の研究活動の特徴は「領域横断的であること」と考えています。実際、現在の研究テーマも、多岐に渡る学問分野(情報理論、通信理論、確率論、統計科学、統計力学、機械学習など)に関連しています。

教育

個別の研究指導を適宜行っています。また、研究会(週1回)、輪講(週1回)を行っています。研究に必要なもの(計算機、資料等)は可能な限り充実させるようにしています。

構成員と連絡先

2019年度の構成員は、田中教授、上田助教のほか、博士後期課程学生4名、修士課程学生13名(4月入学予定者および大学院の連携ユニットに所属する学生を含む)となっています。

居室: 田中教授(工学部総合校舎 309号室)

上田助教(315号室)、学生居室(313, 314号室)

連絡先: 上田助教 m.ueda@i.kyoto-u.ac.jp

URL: <http://www-adsys.sys.i.kyoto-u.ac.jp/>



統計学, 機械学習, データサイエンスの手法と理論を探索

統計学が注目されています。ビッグデータ、データマイニング、人工知能の流行を支える理論的基盤として統計学は重要な役割を果たしています。ランダムネスを考慮してデータから帰納的推論を行う方法論を提供することが統計学の大きな特徴です。ベイズ統計学の事後確率、頻度論の p -値など、不確実性のもとで信頼度を定量化する試みは科学・工学・医学など様々な分野に普及しました。確率モデルを通してデータから推測、予測、決定を行うための様々な手法や概念、たとえば最尤法、モデル選択、ロバスト統計学、漸近理論、ブートストラップ、仮説検定などが生み出されてきました。一方で、ウェブやソーシャルメディア、または生命科学や宇宙科学では大量のデータが主導する新しい方法論の必要性が増しています。

現実のデータにとりくんで, 新たな理論を作る

かつて遺伝学においてR. A. Fisherが統計学を飛躍的に発展させたように、現実と向き合うことが方法論の発展をもたらします。研究室では、これまでにDNA配列解析、遺伝子発現解析でよく使われる統計手法を提案したり、機械学習の汎化誤差の理論、最近では因果推測、複雑ネットワーク成長メカニズムの統計推測や、新しい情報統合の多変量解析法を提案してソーシャルメディアからの画像認識、文書データからの自然言語処理などの分野でも成果があります。このような応用研究の経験をふまえて2018年度は数理的な研究成果として、ニューラルネットワークと内積によって表現できる関数のクラスを数学的に明らかにして、さらにそれを大幅に拡張する手法(擬ユークリッド空間への埋込)とその理論を提案しました。これを自然言語処理の単語埋込みに応用した修士1年の研究はNLP2019にて若手奨励賞と最優秀ポスター賞を受賞しました。このように走り続けることで次のアイデアが生まれます。

数学とプログラミング, どちらも重要

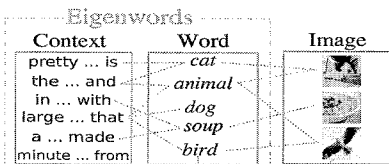
研究で最も重要なのはアイデアとデータです。そして数学とプログラミングは力です。定理の証明とコーディングは似た作業ですね。数学に自信のある人、Python, R, C++のスキルがある人は活躍するチャンスがあるし、やる気さえあれば研究を通して実力はつくものです。

たとえば, こんな研究やってます

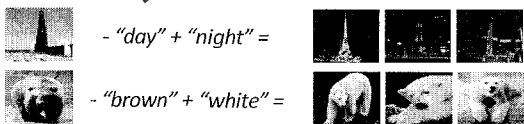
グラフ(ネットワーク)を低次元に埋め込むデータ解析手法を考える

Shimodaira, Neural Networks 2016

↓
ソーシャルメディアのデータを埋め込んでみる

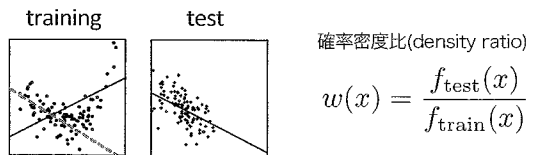


↓
画像と単語を引いたり足したりして検索してみた



Fukui, Oshikiri and Shimodaira, Textgraphs 2017

学習とテストでデータの分布が変わるときの統計理論をひっそりと考える



Shimodaira, Journal of Statistical Inference and Planning 2000

↓
共変量シフトと命名!(covariate shift)

機械学習の分野でよく使われるようになる

Shimodaira (2000)の論文被引用数は900くらい

↓
しらないうちに...

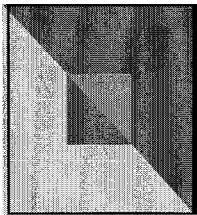
ディープラーニングを加速する手法 (Batch Normalization)に組み込まれる

Batch normalization: Accelerating deep network training by reducing internal covariate shift (Ioffe and Szegedy, ICML 2015)

彼らの論文被引用数はたった4年弱で9400くらい...

<http://stat.sys.i.kyoto-u.ac.jp> 「最近の論文(2019/02/28)」など参照してください

所在地: 工学部総合校舎1階 学生室103号室 教授室109号室



情報システム分野

数理工学コース
(学部)

システム科学専攻
(大学院)

准教授 増山博之 (総合研究8号館405号室)

修士課程2年 1名
修士課程1年 4名
学部生 3名

不確実性の数理

～ 不確実性下における最適な意思決定をめざして～

わたしたちの身の回りには、不特定多数の利用者が競合する様々な情報・サービスシステムが存在し、そこでは、利用者とサービス提供者の双方が、不確実な情報に基づく意思決定を行っています。また、通常の日常生活だけでなく、例えば、確率的アルゴリズムを利用した研究・開発を行う際には、不確実な計算過程の挙動を予測し、計算の継続あるいは停止の判断を行う必要があります。当研究室では、こうした不確実性下での最適な意思決定をめざして、確率過程論、統計学、最適化理論、ゲーム理論などを用いた数理モデルの解析と応用に関する教育・研究を行います。以下にその具体例を挙げます。

● マルコフ解析を中心とした確率過程論とその応用

マルコフ解析とは、不確実な現象に対するマルコフ性を利用したモデル化・解析と、それらを支える数理的手法の開発を目指す応用数学であり、確率過程論の中で最も応用範囲の広い研究分野の一つです。例えば、擬似焼きなまし法(SA)や、遺伝的アルゴリズム(GA)、機械学習でも用いられるマルコフ連鎖モンテカルロ(MCMC)法といった確率的アルゴリズムの性能解析は、マルコフ連鎖(過程)のエルゴード理論を用いて行うことができます。また、混雑現象の数理モデル「待ち行列」もマルコフ連鎖の理論を用いて解析できます。当研究室では、将来の応用を見据えて、ランダムウォーク型マルコフ連鎖のエルゴード解析や、定常分布の数値計算法および漸近特性についての理論研究を行っています。

● 最適化問題に対する確率的アルゴリズムの計算停止基準と性能評価手法の開発

大規模な組合せ最適化問題を解く際には、ランダム多スタート局所探索法や、SA、GAといった確率的アルゴリズムがよく用いられます。確率的アルゴリズムは、実行時間の増加に伴って、より高い確率で質の良い解を出力しますが、計算過程が確定的ではないため、計算停止判断および性能評価は容易ではありません。当研究室では、この問題に対して極値理論を道具に研究を行っています。極値理論は元々、台風、洪水、大地震といった極端な事象のリスク評価のための統計理論として発展してきたものですが、これを確率的アルゴリズムが出力する解系列に適用し、計算継続時の挙動予測(推定)に応用します。これまでに、計算停止判断に向けた暫定最適解の平均改善率や、視覚的な性能比較を可能にするExpected Performance Profileなどの提案を行っています。

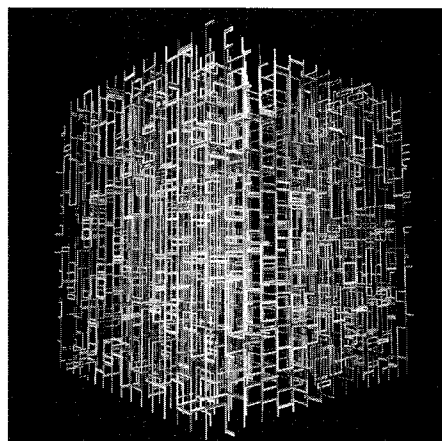
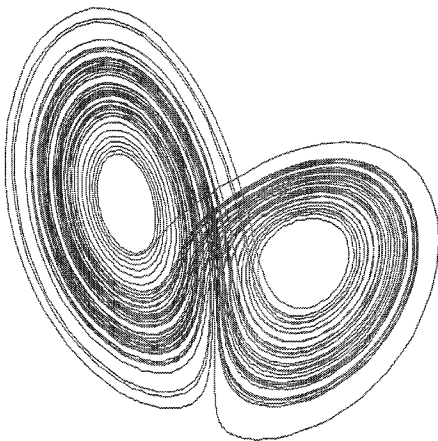
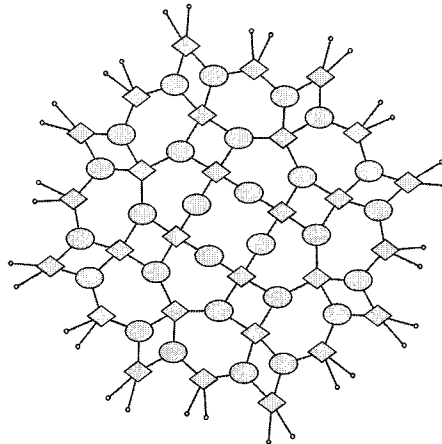
● 情報・サービスシステムの確率モデリングと性能解析

インターネット、携帯電話、クラウドサービス、コールセンタ、空港、病院、大型商業施設など、不特定多数の利用者に開かれた情報・サービスシステムにおいては、利用者が限りあるサービス資源を求めて競合し、混雑現象が発生します。そうした混雑現象は「待ち行列」とよばれる確率モデルで表現できますが、従来の待ち行列研究では、利用者およびサービス提供者の「戦略」を意識しないモデルが解析の中心でした。しかし、現実のシステムでは、利用者およびサービス提供者の双方が、何らかの戦略を持って意思決定を行っています。当研究室では、そうした「戦略」を取り込んだ新しいモデル「戦略的待ち行列(待ち行列ゲーム)」に加え、従来型の未解決な待ち行列モデルや、その解析の基礎となるマルコフ連鎖に関する研究などを行っています。

+

非線形力学・計算物理学グループ

非線形の力学系・計算論的視点を基礎として、物理から、生命、社会現象、情報系までの理解を目指しています！



研究テーマ

本グループでは社会ネットワーク、非平衡系、生物系、量子系、情報系などに特に関心する複雑な現象の背後にある構造を、非線形物理学、統計物理学、非線形力学系、カオス力学、量子情報などの方法を用いてモデル化し理解することを目指しています。

1. 複雑ネットワーク
2. 時間変動の統計熱力学形式
3. 射影演算子法への応用
4. 流行現象の数理
5. 粉体・帯電微粒子の集団運動
6. テンソルネットワーク・モンテカルロシミュレーション
7. 情報と統計物理学
8. テンソルデータ
9. 非平衡臨界過程
10. 量子臨界現象の解明

+

講師 宮崎 修次

総合研究 8号館 202

助教 原田 健自

総合研究 8号館 203

学生部屋

総合研究 8号館 228

講座全体のメンバー

ポストドク 1名

博士課程 4名

修士課程 M2: 9人, M1: 8名



連絡先

E-mail: suyuji.harada の後に @acs.i.kyoto-u.ac.jp をつけたもの。詳細は講座ホームページ <http://www-np.acs.i.kyoto-u.ac.jp/> を参考に！

非平衡・非線形物理学、複雑ネットワーク

カオス力学系が様々な分岐点近傍で呈する特徴的な時間的な揺らぎを統計熱力学形式でとらえることや、統計物理学の射影演算子法を活用して効率よく時間相関や熱力学関数を求めることに興味を持っています。最近では、粉体や帯電微粒子の集団運動の解析も行ったり、自然現象や社会現象における様々なつながり方を複雑ネットワークとしてとらえる研究を行っています。様々な高大連携行事を積極的に推進し、このような研究分野を高校生を中心にわかりやすく解説し、自然科学に対する関心を高める活動も行っています。[宮崎修次]

統計物理的視点から非平衡、量子臨界、情報の解明

構成要素が従う単純なルールからもスケールを超えた驚くべき現象が起きることが知られています。多数の要素が引き起こす興味深い難問に、統計物理的視点と情報論的視点を融合したアプローチで取り組んでいます。最近では、動的システムにおける非平衡相転移現象、テンソルデータに対する線り込み群の情報生成モデルへの導入、量子揺らぎによる臨界現象等に関心をもち、計算手法（テンソルネットワークやモンテカルロ法）の工夫とスーパーコンピュータの活用を組み合わせた先端的研究をおこなっています。[原田健自]

非線形物理学講座

理論神経科学・非平衡系数理グループ

非平衡系の数理・非線形の力学系を基礎とし、物理から生命・社会現象までの理解を目指す！

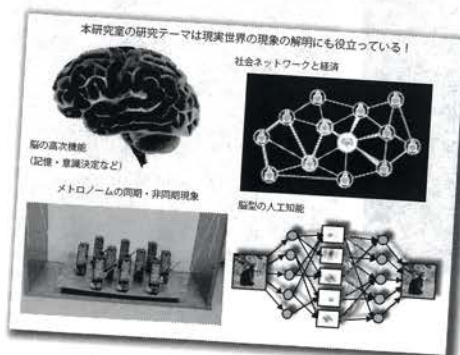
研究内容と問題意識

研究テーマ

本グループでは、脳神経系、社会ネットワーク、非平衡系、生物系などに現れる複雑な現象の背後にある構造を、非平衡物理学、統計力学、非線形動力学、確率過程論などの方法を用いてモデル化し理解することを目指しています。



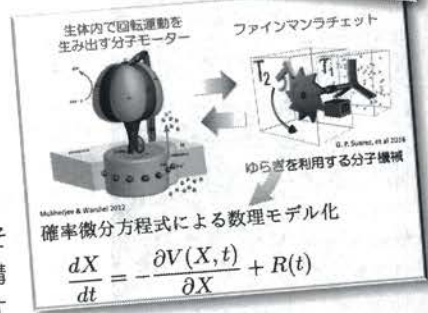
本グループでは、比較的単純な素子が集団となり、単体からは予想もできない複雑な振る舞いや高度な機能を発現する現象に興味を持っています。例えば、神経系ではニューロンという素子が多数集まり相互作用することで学習、記憶、認識、判断といった高度な情報処理能力を獲得しています。このような系を、より一般的な視点で見ると、動的な素子（ニューロン、都市、人など）がネットワーク（シナプス結合、交通網、友人関係など）を形成し、ネットワーク構造と素子の動的振る舞いが同時に変化する自己組織化現象



本グループで行っている 主な研究テーマ

1. 理論神経科学（脳のモデル）
2. ネットワークと非線形力学系
3. リズムと同期
4. 力学系への現代統計学の応用（ベイズ統計・モンテカルロ法）
5. 脳型の機械学習
6. 生命現象における揺らぎ
7. 生体細胞内分子機械の数理モデル
8. 社会・経済現象の数理モデル

象と見なせます。このような多数の要素の協力現象に関して、非線形物理学の観点から様々なテーマを研究しています。動的素子のダイナミクスの典型的なものに一定のリズムを示す周期振動やカオスなどがあります。リズム現象は脳の情報処理や生命現象に重要であり、同期・非同期転移などを数理モデルにより研究しています。このような動的な特性に着目することで、脳のように動作する新しい人工知能を開発する研究も行っています。また確率性や揺らぎに着目することで分子モーターや社会ネットワークへの適用も行っています。最近の理論の発展も取り入れ、その背後にある数理的な普遍的構造の理論的研究を進めています。



講座全体のメンバー：

博士課程：3名、

修士課程M2：9名、M1：8名、

学部学生B4：8名

教授 青柳 富誌生 准教授 寺前 順之介 助教 筒 広樹

総合研究12号館301号室 同302号室 同303号室

E-mail: aoyagi, teramae, tutu の後に @acs.i.kyoto-u.ac.jp をつけたもの
詳細はホームページ <http://www-np.acs.i.kyoto-u.ac.jp/> を参考に

計算力学分野

スタッフ 西村直志 教授, 吉川仁 准教授, 新納和樹 助教

今日の科学技術は計算機の利用を抜きにして語ることは出来なくなっています。しかし多くの現実の問題は単に最新のスーパーコンピュータを利用するだけで解決できるほど簡単ではありません。偏微分方程式の解の構造に立脚した新しい数理的な方法や、並列計算アルゴリズムの開発などによって、初めてスーパーコンピュータを有効に利用することが可能になり、複雑な現実の問題の解決への道が開けます。当分野では計算力学、及び、計算物理において種々の高速算法の数理とアルゴリズムを研究し、複雑な現実の問題の解決を目指しています。

計算力学

- 工学に現れる力学の問題を計算機シミュレーションによって解決する手法を計算力学という。
- 現実に近いシミュレーションを行うには、高速、高精度のアルゴリズムの開発が必要。
- 当研究室は工学の問題に現れる積分方程式法を対象とし、20世紀を代表する10のアルゴリズムの一つにも数えられる高速多重極法を始めとする積分方程式の高速解法の研究を行っている。
- 電磁気学、固体力学における波動問題などへの応用を念頭に置いて、積分方程式の高速解法に関わる数学的基礎、基本アルゴリズムとソフトウェアの開発、その並列化、逆問題への応用などの研究を進めている。

応用例

これからの光技術の基盤と考えられているフォトニック結晶、負の屈折率など自然界の物質の持たない性質を示すメタマテリアルの解析、音響解析、超音波非破壊検査など。



図1 モルフォ蝶の羽の構造色問題への応用。

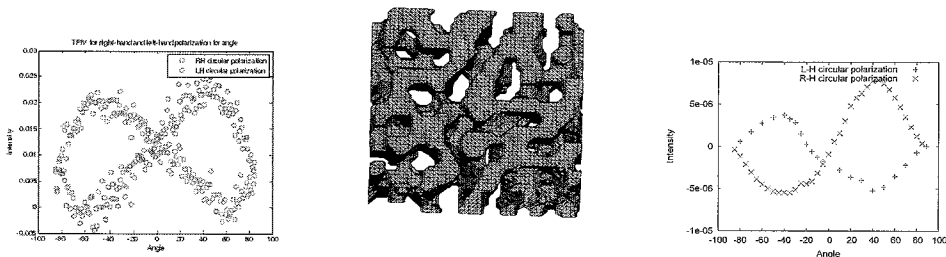


図2 ナノポーラスゴールドの光起電力シミュレーション。左：実験。中，右：シミュレーション。



図3 音響解析の例。左：VR空間での音場の再現。右：教会の鐘による音場の数値解析。

研究室見学

名大との研究会 4月5日13時から17時頃(?)まで@総合研究8号館319。途中入退場自由。

研究室見学 4月8日16時半, 4月9日16時半@総合研究8号館403。

その他の日でも見学OK(ただしアポを取らないと誰もいない可能性が...)

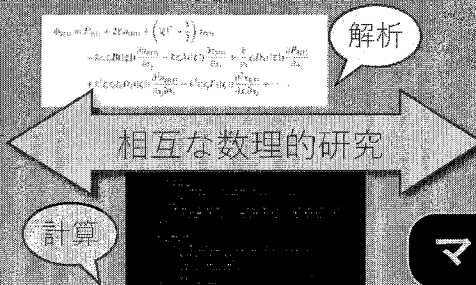
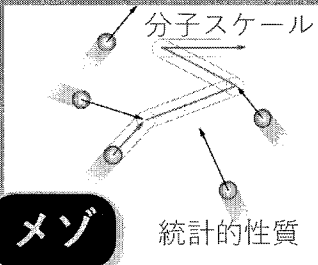
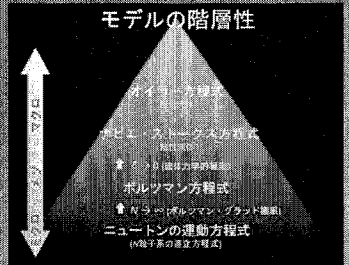
連絡は新納 (niino@i.kyoto-u.ac.jp) まで。

応用数理科学分野 (応用数学講座)

田口 智清 (教授), 辻 徹郎 (助教)

流体力学をメゾとマクロの両方の視点から数理的なアプローチを主体として研究しています

- メゾ：微視的な視点
個々の分子運動やその統計情報
- マクロ：巨視的な視点
流速, 温度など我々が実測可能な物理量



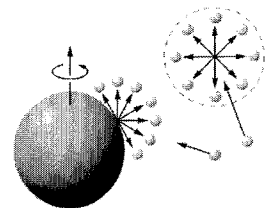
希薄な流れ (航空宇宙産業, 真空系)
微かな流れ (マイクロ・ナノデバイスの熱流体設計)

研究テーマの方向性

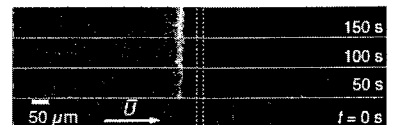
~単純な系に潜む自明でない振舞い~

- 局所平衡から逸脱した流体现象の理解
メゾスコピックな理論 (分子運動論) を基に, 非平衡流体现象の物理的理解を目指す. Navier-Stokes方程式の適用範囲も, そこから大きく外れた現象も研究対象となる.
- 流体现象の新しい記述方法の確立
非平衡流体现象を理解する上で有用となる巨視的連続体モデルの考案を行う. 微視的な視点が有する膨大な情報を縮約することで現れる, 新しい数理モデルを構築する.
- 流れの数値解析 (メゾ & マクロ)
メゾスケールの流れの数値解析法 (Direct Simulation Monte Carlo法, 数値積分核法など) を用いて, 種々の非平衡流れを解析する, また, メゾスケールの効果を含んだマクロな熱流体数値解析にも取り組んでいる.

最近の研究から紹介



流れの中に置かれた回転球に働く力の向きが, 非平衡の度合いによって反転する現象 (逆マグナス効果) の理解に取り組んでいます.



光と熱が誘起する非平衡輸送現象に, 数理および実験的手法を用いて取り組んでいます.

学部科目標準配当表

情 報 学 科

* : 他学科開設科目で()内は開設学科の略 ス:数理工学コース ケ:計算機科学コース
 必:必修科目 選必:選択必修科目 ◎:特に履修することを要望するコース指定科目 ○:コース指定科目
 ※工学部科目欄毎週時数の()内の数は、演習・実験・実習の時間数を示す。

区 分	授 業 科 目 名	単 位 数	コース別 必 選 等 計 算 機 理	配 当 学 年 ・ 毎 週 時 数								担 当 教 員		
				第1学年		第2学年		第3学年		第4学年				
				前	後	前	後	前	後	前	後			
全 学 科 共 通 科 目 群	自然現象と数学	2	◎	2										矢ヶ崎・山本
	微分積分学A	4	◎	4										
	微分積分学B	4	◎		4									
	線形代数学A	2	◎	2										中村
	線形代数学B	2	◎		2									中村
	物理学基礎論A	2	◎	2										田口
	物理学基礎論B	2	◎		2									梅野
	物理学実験	2	◎	4	4									
	力学統論	2	◎		2									寺前
	微分積分学統論Ⅰ	2	◎◎			2								西村
	微分積分学統論Ⅱ	2	○◎				2							柴山
	線形代数学統論	2	○◎			2								
	熱力学	2	○			2	2							(前期・後期いずれかを履修)
	振動・波動論	2	○			2	2							(前期・後期いずれかを履修)
	確率論基礎	2	◎◎			2								
	数理統計	2	◎◎				2							
	数理論理学A	2	○			2								
	数理論理学B	2	○				2							
	情報基礎実践	2	◎		2									
	情報と社会	2	必○			2								神田・吉川(正)・<国>田島
工 学 部 科 目	計算機科学概論	2	◎	2										五十嵐・河原・高木・西田
	数理工学概論	2	◎	2										梅野・山下(信)・下平
	アルゴリズムとデータ構造入門	2	◎		2									鹿島
	線形計画	2	◎		2									山下(信)
	プログラミング入門	2	◎	2										五十嵐
	工業数学A1	2	○◎				2							柴山
	数理工学実験	4	選必				(8)							Shurbevski・福田・<非>松本
	基礎数理演習	2	選必			(4)								宮崎(修次)・上岡・筒・山口
	プログラミング演習	4	選必			(4)								<非>松本・増山
	計算機科学実験及演習1	2	必			(4)								松原・飯山・清水・<非>山本(岳)
	計算機科学実験及演習2	2	必				(4)							松原・中澤・山田・高瀬・<学メ>小谷・<非>高木(一)・<非>玉置
	システム解析入門	2	◎			2								太田
	論理システム	2	◎				入 2 ケ 2							山下(信) 高木
	解析力学	2	◎				2							青柳
	言語・オートマトン	2	◎◎				2							山本
	計算機の構成	2	◎				2							高木
	プログラミング言語	2	◎				2							五十嵐
	プログラミング言語処理系	2	◎					2						末永
	情報符号理論	2	◎◎			2								西田
	電気電子回路入門	2	◎○			2								<エネ>下田・<情>河原(大)
計算機科学のための数学演習	2	◎			2								末永・川原・小林	
コンピュータネットワーク	2	◎○					ケ 2			入 2			<学メ>岡部	
グラフ理論	2	◎				入 2 ケ 2							永持 <学メ>宮崎(修一)	

区分	授業科目名	単位数	コース別 必選等 計算機 数理	配当学年・毎週時数								担当教員
				第1学年		第2学年		第3学年		第4学年		
				前	後	前	後	前	後	前	後	
工 学 部 科 目	数値解析	2	○◎				入 2			ケ 2		西村
	工業数学A2	2	○◎					入 2		ケ 2		中村・辻本
	工業数学A3	2	○◎				2					矢ヶ崎
	力学系の数学	2	◎				2					矢ヶ崎
	線形制御理論	2	○◎					2				加嶋
	確率と統計	2	◎				2					下平
	確率離散事象論	2	○◎				入 2			ケ 2		増山
	応用代数学	2	◎◎					2				辻本
	人工知能	2	◎○				2					神田・松原
	ヒューマンインタフェース	2	◎					2				<学メ>緒方・<非>山下(直)
	数理工学セミナー	2	◎					2				田口・大木・原田・筒・Shurbevski・福田・上岡
	システム工学実験	4	選必				(8)					劉・大木・新納
	計算機科学実験及演習3	4	必				(16)					松原・末永・高瀬・山田・大木・<非>高木(一)・<非>馬谷
	計算機科学実験及演習4	3	必					(12)				松原・馬・飯山・宮井・清水・<学メ>平石・<非>山本(岳)・<非>馬谷
	物理統計学	2	◎				2					梅野
	連続体力学	2	◎					2				田口
	*量子物理学1(物)	2	○						2			宮寺
	*量子物理学2(物)	2	○							2		宮寺
	現代制御論	2	◎						2			加嶋
	最適化	2	○◎					2				永持・山下(信)
	非線形動力学	2	◎				2					青柳
	情報システム理論	2	◎						2			増山
	計算機アーキテクチャ	2	◎				2					<学メ>中島
	オペレーティングシステム	2	◎				2					山本・高瀬
	パターン認識と機械学習	2	◎○						ケ 2		入 2	河原
	データベース	2	◎				2					吉川(正)・馬
	技術英語	2	◎				2					
	情報システム	2	◎					2				<国>田島
	アルゴリズム論	2	◎○					2				湊
	統計的モデリング基礎	2	◎				2					鹿島
	ソフトウェア工学	2	◎					2				<情環>渥美・<非>星野
	メディア情報処理	2	◎					2				河原・飯山
計算と論理	2	◎○						ケ 2		入 2	五十嵐	
生命情報学	2	○○							2		<化>阿久津・<情>熊田	
情報符号理論続論	2	◎						2			田中(利)	
信号とシステム	2	○○					ケ 2		入 2		太田・加嶋	
情報セキュリティ演習	1	○○				集中					<学メ>岡部・<学メ>宮崎(修一)・<学メ>小谷	
数理解析	2	○○							2		西村・吉川(仁)	
ビジネス数理	2	○							2		<非>甲斐	
情報と職業	2	必○							2		吉川(正)・山田	
*通信基礎論(電)	2	○							2		守倉・村田	
特別研究1(注1)	2	必必							(半期)			
特別研究2(注1)	3	必必							(半期)			
工学倫理	2	○○							2		関係教員	
工学序論	1	○○				集中					関係教員	

(注1) 特別研究2を履修するためには、必ず特別研究1を修得済みのこと。

【平成30年度入学用】卒業要件と履修上の注意

		卒業に必要な単位数	特別研究着手に必要な単位数	コース配属の資格
全 学 共 通 科 目	自然科学科目群	当学科でコース毎に上表で指定する科目から28単位以上		上 表 の 第 1 学 年 配 当 科 目 の 中 で ◎ が 付 さ れ た 科 目 か ら 1 5 単 位 以 上
	外国語科目群	16単位 英語8単位(英語リーディング4単位、英語ライティング-リスニングA、B各2単位)、 および独語、仏語、中語、露語、伊語、西語、朝鮮語、アラビア語、日本語のうち から1か国語8単位。なお、日本語は外国人留学生のみ選択することができる。		
	人文・社会科学科目群	14単位以上		
	情報科学科目群	2単位以上8単位以下 ただし、計算機科学コースでは必修科目2単位を含むこと。		
	健康・スポーツ科目群	スポーツ実習は2単位まで		
	キャリア形成科目群	コンプライアンス分野・国際コミュニケーション分野に限る		
	統合科学科目群			
	少数教育科目群	日本語で実施の科目は2単位まで		
		人文・社会科学科目群、情報科学科目群、健康・スポーツ科目群、キャリア形成科目群、 統合科学科目群、少数教育科目群の中から 合計21単位以上26単位以下		
		【E科目について】 人文・社会科学科目群のE1科目「外国文献研究(全・英)」及び情報科学科目群のE2科目の中から4単位を含むこと		
小計		65単位以上		
工 学 部 科 目	必修科目 (特別研究を含む)	計算機科学コース 18単位 数理工学コース 5単位	計算機科学コース 11単位 数理工学コース 0単位	
	選択必修科目	計算機科学コース 0単位 数理工学コース 10単位以上		
	特に履修することを要望する コース指定科目◎、 コース指定科目○	計算機科学コース 48単位以上 数理工学コース 37単位以上	計算機科学コース 37単位以上 数理工学コース 34単位以上	
	小計	66単位以上†		48単位以上
合 計		144単位以上		118単位以上

1. 全学共通科目履修の手引き「全学共通科目一覧」の英語授業の有無欄に「○」の付された科目について、E2科目と日本語科目の両方を履修した場合、最初に修得した科目のみを卒業に必要な単位として認定する。同じ学期に内容が同一とみなされるE2科目・日本語科目の両方を履修した場合、E2科目を卒業に必要な単位として認定する。ただし「Information and Society-E2」は増加単位としてのみ認める。
2. 卒業要件単位数144単位と、当学科が指定した131単位との差は、人文・社会科学科目群、情報科学科目群、健康・スポーツ科目群、キャリア形成科目群コンプライアンス分野、国際コミュニケーション分野、総合科学科目群、少数教育科目群、および当学科がコース毎に上表で指定した科目(自然科学科目群、工学部科目)の中から修得する。ただし、指定外の科目についても、コース毎の「所定の単位認定願い」に基づき、卒業に必要な単位として認定することがある。
3. コース毎の実験演習科目の履修はコース配属後にのみ可能である。

† 数理工学コースでは、「所定の単位認定願い」に基づき、10単位までに限り、必修科目、選択必修科目、コース指定科目◎と○以外の科目を卒業に必要な工学部科目の単位として認定することがある。

大学院科目標準配当表

先端数理科学専攻カリキュラム

博士(情報学)						
3 年 2 年 1 年	博士論文					
	専攻開設科目(計6単位) 数理科学特別セミナーE(2単位 必修) 応用解析学特別セミナーA、B、E(各2単位) 非線形物理学特別セミナーA、B、E(各2単位) 応用数理学特別セミナーA、B、E(各2単位)				研究指導	
修士(情報学)						
2 年 1 年	修士論文					
	専攻開設科目(選択8単位以上) 専攻専門科目(A、Bはそれぞれ隔年開講) 微分方程式特論A、B(各2単位) 非線形解析特論A、B(各2単位) 応用解析学特論I、II(各1単位) 非線形力学特論A、B(各2単位) 非平衡物理学特論A、B(各2単位) 非線形物理学特論I、II(各1単位) 計算力学特論A、B(各2単位) 数理科学特論A、B(各2単位) 応用数理学特論I、II(各1単位)				研究指導科目 (必修8単位)	
	専攻基礎科目(A、Bはそれぞれ隔年開講) 応用解析学通論A、B(各2単位) 非線形物理学通論A、B(各2単位) 応用数理学通論A、B(各2単位)				数理科学特殊研究II (修士2年、6単位) 数理科学特殊研究I (修士1年、2単位)	
研究科共通科目(選択必修 ◎の科目を2単位以上、4単位以下) 研究科共通展望科目 ◎情報学展望1 ◎情報学展望2 ◎情報学展望3 ◎情報学展望4 ◎情報学展望5 (各2単位)				セミナー科目 応用解析学セミナーII 非線形物理学セミナーII 応用数理学セミナーII (博士後期課程進学予定者 修士2年、各4単位) 応用解析学セミナーI 非線形物理学学セミナーI 応用数理学セミナーI (修士1年、各4単位)		
				◎計算科学入門(2単位) ◎計算科学演習A(1単位) ◎情報と知財(2単位) イノベーションと情報(2単位) 情報分析・管理論(2単位) 情報分析・管理演習(1単位) 情報学による社会貢献(1単位) 情報学におけるインターンシップ(1単位)		
				デザイン 学科目 研究科が 提供する その他 科目		
入 学 前	微積分	線型代数	初歩的な 常微分方程式	複素関数論の 初歩的な内容	力学(質点・質 点系および剛 体の力学)	学部で学習する程度の 各自の専攻学術基礎 等

※Eと記された科目は英語だけでも修得可

数理工学専攻カリキュラム

		博士(情報学)				
3 年 2 年 1 年	博士論文					
	専攻開設科目(セミナー4単位を含む計6単位) 数理工学特別セミナーE (4単位) 応用数学特別セミナーE システム数理特別セミナーE 数理物理学特別セミナーE 数理ファイナンス特別セミナーE (各2単位)			研究指導		
		修士(情報学)				
2 年 1 年	修士論文				研究指導科目 (必修10単位) 数理工学特別研究2E (修士2年、5単位) 数理工学特別研究1E (修士1年、5単位) デザイン 学科目 研究科が 提供する その他 科目	
	専攻開設科目(他専攻開設の推奨科目を含む選択12単位以上、 ただし、専攻開設科目・研究科共通科目「計算科学入門」を計8単位以上を含む)					
	専攻専門科目 数理解析特論 離散数理特論 制御システム特論 最適化数理特論 物理統計学特論 力学系理論特論 数理ファイナンス通論 (以上各2単位) 金融工学 応用数理工学特論A 応用数理工学特論B (以上各1単位)		他専攻開設の推奨科目 (知)パターン認識特論E (先端)応用解析学通論A、B 非線形物理学通論A、B (シス)情報システム特論 統計的システム論 適応システム論 スーパーコンピューティング特論 (通)離散アルゴリズム理論 並列計算機アーキテクチャ 情報通信技術のデザイン			
	専攻基礎科目 (各2単位) 計画数学通論 数理物理学通論 システム解析通論		研究科共通科目 研究科共通展望科目(選択必修2単位) 情報学展望1 情報学展望2 情報学展望3E 情報学展望4E 情報学展望5E (各2単位)			
		計算科学入門(2単位) 情報と知財(2単位) 計算科学演習A(1単位) 情報分析・管理論(2単位) イノベーションと情報(2単位) 情報学による社会貢献E(1単位) 情報分析・管理演習(1単位) 情報学におけるインターンシップE(1単位)				
入 学 前	基礎数学 微積分学、線形代数学など		右のいずれかの 基礎事項を修得 している	応用数学 複素関数、フーリエ解析、 数値解析、グラフ理論など	システム数理 線型計画、最適化、 制御理論など	数理物理学 古典力学、微分方程式、 統計力学など

※Eと記された科目は英語だけでも修得可

システム科学専攻カリキュラム

博士(情報学)

3
年
2
年
1
年

博士論文

専攻開設科目(セミナー4単位を含む計6単位)

システム科学特別セミナーE (2単位)
人間機械共生系特別セミナーE システム構成論特別セミナーE
システム情報論特別セミナーE 応用情報学特別セミナーE (各4単位)

研究指導

修士(情報学)

2
年
1
年

修士論文

専攻開設科目(選択8単位以上)

専攻専門科目

システム科学通論Ⅱ 機械システム制御論 ヒューマン・マシンシステム論
統合動的システム論 適応システム論 統計的システム論
情報システム特論 論理生命学 医用システム論
スーパーコンピューティング特論 数理とデザイン
複雑システムのモデル化と問題解決 システム生物学E (以上各2単位)
計算神経科学 計算知能システム論 (以上各1単位)

他専攻開設の
推奨科目

(通)情報通信技術
のデザイン
(2単位)

研究指導科目

(必修10単位)

システム科学特殊研究2
E (修士2年、5単位)

システム科学特殊研究1
E (修士1年、5単位)

専攻基礎科目

システム科学通論Ⅰ (2単位)

研究科共通科目

研究科共通展望科目(選択必修2単位)

情報学展望1 情報学展望2
情報学展望3E 情報学展望4E
情報学展望5E (各2単位)

計算科学入門(2単位) 計算科学演習A(1単位)
情報と知財(2単位) イノベーションと情報(2単位)
情報分析・管理論(2単位) 情報分析・管理演習(1単位)
情報学による社会貢献E(1単位)
情報学におけるインターンシップE(1単位)

デザイン
学科目

研究科が
提供する
その他
科目

入
学
前

微積分

線形代数

学部で学習する程度の
各自の専攻学術基礎 等

※Eと記された科目は英語だけでも修得可

あとがき

数理工学教室創設から、早くも60年という月日が流れました。本記念誌に掲載しました資料を見ますと、これまでの京都大学における数理工学の歴史の重みを感じるとともに、寄稿していただいた卒業生や関係者の方々の多様な分野でのご活躍を拝見し、その裾野の広さと深さをあらためて実感いたしました。また、記念行事の一環として、日本評論社より「数理工学の世界」も刊行され、電子書籍化もされることになりました。その中の座談会のダイジェスト版は『数学セミナー』10月号にも掲載されています。座談会での対話を通して、数理工学という分野が、さまざまに変化する研究の潮流がある中で、今後ますます重要な役割を果たすであろうことは間違いないと感じています。この記念誌が、これまでの京都大学の数理工学の足跡を振り返るときだけでなく、今後の発展を語るときにも参考になることを願っています。最後に、ご多忙中にも関わらず、本記念誌のために原稿をお寄せいただいた名誉教授の先生方や卒業生の方々、ならびに資料収集にご協力頂いた大勢の関係者の方々に、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

(青柳 富誌生 編集委員を代表して)

数理工学 60 周年記念事業実行委員会

青柳 富誌生 太田 快人 加嶋 健司 上岡 修平 木村 敦子 桐山 文 小島 安紀子
關戸 啓人 佐藤 寛之 柴山 允瑠 進藤 真紀 田口 智清 辻 徹郎 辻本 諭
中村 千津子 中村 佳正 原田 健自 馬場 みどり 福田 秀美 増山 博之 矢ヶ崎 一幸
矢倉 文恵 山口 加奈子 山下 信雄 (50音順)

数理工学教室創設 60 周年記念誌

令和元年 10 月 26 日発行

編集・発行者 京都大学数理工学 60 周年記念事業
実行委員会
京都市左京区吉田本町

印刷所 京都大学生協

