

## 非線形ラマン散乱イメージング

生命人間情報科学専攻 人間情報工学研究室 教授 橋本 守

10月1日付けで、大阪大学大学院基礎工学研究科から北海道大学に異動しました。雪の降らない土地からの異動で、これから始まる雪の季節に戦々恐々としている毎日です。

さて、私たちは非線形ラマン散乱を利用したイメージング手法により、無染色に生体分子や組織を分別可視化する装置開発・応用研究を行なっています。生命現象を観測するためには、イメージング手法は必須と言って良い程使われています。特に光を用いた観測は、比較的高空間分解で、非接触・遠隔に、生きたままソフトに観測することが可能なため、多用されています。ただ、細胞や組織にはほとんど色がついていないため、タンパク質や組織を見分けるためには一般的には染色を用います。この染色には、時間がかかり、生きた細胞の機能を阻害する場合があります。特に、ヒトに使用するためには認可が必要で、簡単には使用することができません。分子は、原子が化学結合されたものですが、原子は質点、化学結合はバネとして振る舞い振動することができます。この分子の振動は、分子構造に敏感であるため、無染色に生体分子や組織を分別することが可能となります。ラマン散乱分光はこの分子の振動を観測する手法の一つですが、得られるラマン散乱光強度が非常に弱く、観測時間が長いことが難点でした。これを解消する手法が非線形ラマン散乱イメージング法です。

非線形ラマン散乱イメージングを行なうためには、少なくとも2色のパルスレーザーが必要です。また、パルス光を同時に試料へ照射する必要があります。私たちはこれを実現するために、他のパルスレーザーと同期して高速に波長走査が可能なピコ秒レーザーを開発してきました。モードロックチタンサファイアレーザーの共振器内にAOTF (acousto optic tunable filter) と呼ばれる、超音波によって波長を選択できるフィルターが内蔵されており、印可する超音波の周波数を変えることにより、発振波長を走査することができます。また、このレーザーでは、レーザーパルスは丁度共振器を一周する毎に発射されるため、共振器の長さを回転平行平板ペアとピエゾアクチュエータをフィードバック制御することで、他のレーザー光と同時に試料へ照射させています。サブピコ秒の精度で他色のレーザーパルスと同時に照射しながら、120 nmの波長範囲を15秒で波長走査することが可能となっています。

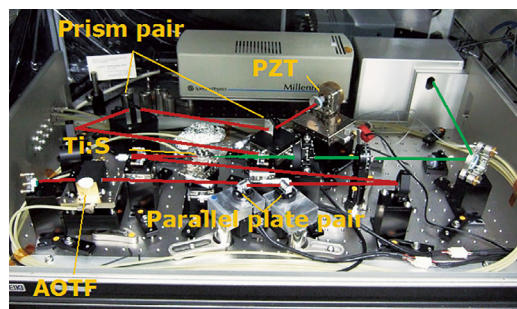
このようなレーザー光源を用いて、CARS (coherent anti-Stokes Raman scattering) やSRS (stimulated Raman

scattering) と呼ばれる非線形ラマン散乱現象によるイメージング装置を開発し、動脈硬化巣のイメージングや、脂質代謝異常細胞の脂質動態追跡等の研究を行なっています。例えば、水素を重水素に置換すると、その分子振動は大きく変化します。このような重水素ラベルした脂質を細胞に取り込ませ、その動態の観測に取り組んでいます。

また最近、非線形ラマン散乱内視鏡の開発を行なっています。近年、腹腔鏡手術や、これが進化したダヴィンチに代表されるロボット支援手術が発達してきています。これらの手術では、僅かな開口を通して手術を行なうことで、出血の少ない、低侵襲な手術が可能です。腹腔鏡手術では術部の観測に内視鏡を用います。直径1-2cm、長さ30-60cm程度の硬性鏡と呼ばれる棒状の内視鏡を使って患部を観測しながら手術を行なっています。また、ダヴィンチでは2眼の内視鏡を使って、立体的な像を術者に提供することが可能となっています。しかしながら、これまで使用されてきた内視鏡は、主に可視光を使っており、可視光の僅かな吸収の変化と、解剖学的知見から患部を特定しています。

これ迄培ってきた無染色な高速イメージング手法により、腹腔鏡手術やロボット支援手術に用いることができる硬性鏡の開発し、患部の認識・特定を行なおうとしています。現在は、神経の可視化に取り組んでいます。神経温存手術は、神経の切除をできるだけ避け、機能障害を低減し早期回復を目指す方法ですが、これまでは比較的太い神経の識別しかできませんでした。非線形ラマン散乱により神経が識別できるようになれば、より機能障害を低減できると考えています。

私たちが観測するイメージは、ハイパースペクトルイメージングと呼ばれる沢山の色成分を持つイメージです。このため、一度に膨大なデータが取得されこれを処理する必要があります。情報科学研究科に異動したことを契機に、これらを高度に高速に処理し、病理診断へとつなげる研究にも、皆様と取り組めたらと考えております。どうぞよろしくお願い致します。



同期高速波長走査ピコ秒レーザー

## 平成28年度北海道大学ホームカミングデー

### ・全学事業

平成28年9月24日（土）、北海道大学ホームカミングデー2016が開催されました。全学行事がクラーク会館にて行われ、交響楽団による演奏のあと、北海道大学山口佳三総長、北海道大学校友会エルク石山喬会長の挨拶や北海道大学総合博物館小林快次准教授による記念講演会が行われ、最後に北海道大学パイプオルガン研究会による歓迎のステージおよび恵迪寮同窓会による「都ぞ弥生」の斉唱が行われました。

### ・北楡会・北海道大学情報系交流会

平成28年9月23日（金）、情報科学研究科・情報エレクトロニクス学科およびその前身である専攻・学科の同窓会である北楡会との交流会が開催されました。昨年同様、ポスター展示、講演会は「北海道大学工学系イノベーションフォーラム2016」との共催行事として実施し、また本年度は電子情報通信学会からの協賛もいただいております。イノベーションフォーラム2016と交流会を合わせて、約120名の方々にご参加いただきました。

開催挨拶に引き続いてポスター発表が行われ、工学研究院から16件、情報科学研究科から21件の最近の研究成果についての説明がありました。

講演会では、経済産業省北海道経済産業局・地域経済部長の寒川卓知様から「地域経済の発展に関わる立場からみた大学の地域貢献・産学官連携への期待」、株式会社日立製作所CSR・環境戦略本部担当部長兼企画部部長の高橋和範様から「日立グループの経営企画と研究開発戦略」、本研究科情報理工学専攻の田中章教授から「色復元の数値モデル-褪色カラーフィルムからの色彩復元-」の3件の講演がありました。

ポスター発表の表彰式では、ヒューマンセントリック工学研究室、情報通信フォトンクス研究室、人間情報工学研究室の3件が優秀ポスター賞に選ばれ、伊藤明男北楡会会長から賞状と副賞が手渡されました。

最後に意見交換会が行われ、ポスター発表に関して、出席者の方々から「どのような応用ができるかを最初に説明した方が発表に興味を持てる」、「3分間で研究の内容を伝える練習が必要」「相手によって説明の方法を変えるなど発表は臨機応変に」といった御意見をいただいた他、「学生が楽しそうに研究の説明をしている姿はとても好ましい」という感想もいただきました。

なお、当日の交流会の様子は北楡会ホームページでもご覧いただくことができます。

<http://www.ist.hokudai.ac.jp/hokuyu-kai/>

### ・北工会サークル展示

平成28年9月24日（土）工学部正面玄関ホールにて北工会サークルによる書道、写真、生花を展示し、同窓生の方々をお迎えしました。

### ・平成28年度情報科学研究科父母懇談会

平成28年9月24日（土）、情報科学研究科初の試みとして「父母懇談会」が開催され、70名近いの方々にご参加いただきました。全体講演では、宮永喜一研究科長による「情報科学研究科の“いま”について」と今年度進学・就職支援室長の金井理教授による「大学院修了後の進路について」の2件の講演が行われました。

全体講演に引き続き、本研究科に在学している首藤聖矢君（メディアネットワーク専攻言語メディア学研究室・修士課程1年）と井上祐馬君（情報理工学専攻大規模知識処

理研究室・博士後期課程3年）から、大学院生の生活や進路を決めるにあたっての体験が紹介されました。

その後、各専攻において個別面談が行われました。出席者の方々からは「大学での生活の様子や就職状況を聞くことができて、良かった。」などの意見が寄せられました。

なお、ホームカミングデーの実施にあたっては本研究科事務課及び工学系事務部総務課の方々に御尽力いただきました。この場をお借りして御礼申し上げます。

（教育企画室長 今井 英幸）



## 教育用電子計算機システムの リニューアルについて

M棟1階の教育用電子計算機システムは、情報エレクトロニクス学科の学生実験、演習、講義などに広く活用されてきました。このたび、本年3月にこの計算機システムが4年ぶりにリニューアルされました。

今回の計算機システムも電源やLANなどがシャーシに組み込まれているブレードサーバを採用しました。各サーバの総電力消費も、6,600Wから5,000Wに削減されました。各サーバの主記憶容量は8GBから16-32GBに増加し、ファイルサーバの容量はこれまでと同様の24TB HDDに加えて800GB SSDを増加しました。今回も端末からネットワークによりOS（Windows、Linux）をブートするシンクライアント方式を取っており、OSブートサーバを始め、各種コントローラサーバ、DNSサーバ等が、すべてブレードサーバに組み込まれています。環境にもよりますがCentOSは1分程度で立ち上がるようになり、ブートにかかる時間は大幅に短縮されました。

ユーザサイドから見た新しい点は、ブート時のブートイメージ選択画面でWindowsとCentOSで1つずつ表示されるようになったこと、端末が19型ワイド（1440×900）から23型ワイド（1920×1080）液晶一体型に拡大されたことにより、使い勝手が向上しました。各自使用できるファイル容量がWindowsとLinuxでそれぞれ10GB確保できることはこれまで通りです。

これまで学生実験・演習等のために貸し出していたノートパソコンが60台から200台に大幅に増えました。これにより、各コース1学年全員に1台ずつ提供できるようになり、実験・演習・講義の利便性が大幅に改善しました。

アプリケーションとしては、Matlabなどが引き続き利用可能となっています（Matlabは60台（リニューアル前は50台）の同時使用が可能なフローティングネットワークライセンス契約ですので研究室からも利用できます）。ポスター用大型プリンタ2台はエプソン製（HP製から変更）とキヤノン製になりました。

一方で、今回廃止したものもあります。まず、第1実習室では電子黒板と中間モニターを廃止しました。第2実習

室では、プラズマディスプレイを廃止しました。また、大型プリンタ室では、DVD/CDのデータ書き込みとレーベル印刷が同時にできるデュプリケータを廃止しました。

本計算機システムは、情報エレクトロニクス学科計算機室運営委員会が運営しています。学期期間中は8:30～21:00、休業期間中は8:30～18:00に使用することができます。演習等で使用していない時間帯には、教職員・学生が自由に使用できます。使用法については計算機室ホームページ (<http://www.iec.eng.hokudai.ac.jp/>) を参照してください。質問がある方は、同室の斉藤、益山両技術職員にお尋ね下さい。

(計算機室運営委員会委員長 岡嶋 孝治)



工学部情報エレクトロニクス学科計算機室

## 全国47都道府県の組合せ 隣接ブロックの数え上げ・索引化に成功

統計調査等で地理的特徴を解析する場合に、都道府県の隣接ブロックをまとめて考慮することがよく行われます。複数の都道府県からなる隣接ブロックの組合せが全国に何通りあるかという問題は、都道府県数が多くなると組合せの総数がネズミ算のような勢いで増えてしまい、計算時間がかかり過ぎるため、これらを全て網羅的に数え上げたという結果は、過去に知られていませんでした。

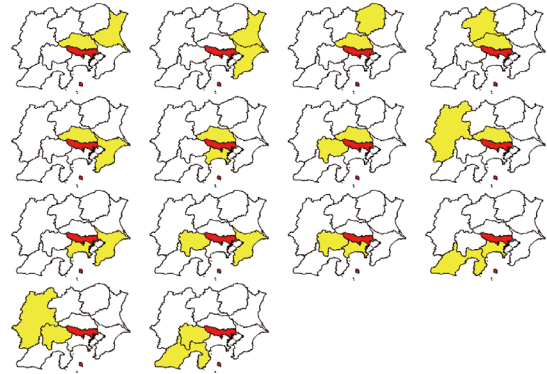
本研究科で実施中の科研費・基盤(S)「離散構造処理系の基盤アルゴリズムの研究」(研究代表者: 湊真一)では、膨大な個数の組合せを超高速に場合分けしながら処理するZDD(ゼロサプレス型二分決定グラフ)と呼ばれるアルゴリズム技法の研究開発を行っています。本研究において、本学情報基盤センターの水田正弘教授、奈良先端大の川原純助教、岡山大学の栗原考次教授、石岡文生准教授らとの共同研究の成果として、隣接ブロックに含まれる都道府県数を1、2、3、…、47と増やした時に、全国の隣接ブロック数が何通りあるかを正確に数え上げることに成功し、それら全てを合計した総数は、1098億5712万5702通りであることを明らかにしました。これは明治以降の都道府県設置以来、初めての計算結果です。今回得られた索引データは、公的統計や疫学調査等における基礎データとして重要であることが認められ、総務省所管の独立行政法人・統計センターから公開されることになりました。(http://www.nstac.go.jp/services/prefcomp.html)

この研究成果は、9月2日付で北海道大学からプレスリリースされ、共同通信社より配信されて、東京新聞、静岡新聞、岡山新聞などの地方紙朝刊、および全国各地の新聞社のweb版に掲載されました。学術的な内容については、2016年度統計関連学会連合大会における企画セッション「超高速グラフ列挙法と統計学への応用」(9月5日)にて発表しています。

本研究成果により、疫学や環境調査等において統計的に最もリスクが高い隣接ブロック(ホットスポット)を、近似的な方法ではなく直接計算して検出することが初めて可能になりました。期待される応用としては、例えば、伝染

病や公害病の発生危険地域の検出、少子高齢化対策の基礎データ(出生率、婚姻率、離婚率、死亡率等)の分析、種々の経済活動の地理的分析等が考えられます。また索引化により、特定の都道府県を含む(または含まない)など様々な制約条件を満たす隣接ブロックを素早く抽出することができ、統計処理の高速化が期待できます。本技法は、都道府県ブロックに限らず、同一県内の市区町村ブロック、全米の州や世界の大都市の行政区などにも適用可能です。

(情報理工学専攻 教授 湊 真一)



東京都を含む隣接3都県ブロックの例(全部で14通り)

## 平成29年度大学院入学試験

平成29年度北海道大学大学院情報科学研究科博士後期課程及び修士課程の入学試験が、8月18日(木)、19日(金)の両日実施されました。入試結果は9月1日(木)に発表され、下表の209名(博士後期課程23名、修士課程186名)が合格しました。

また、同時に行われた平成28年10月入学の外国人留学生及び社会人を対象とする入試では、修士課程6名(情報理工学専攻、情報エレクトロニクス専攻、生命人間情報科学専攻、メディアネットワーク専攻)、博士後期課程5名(情報理工学専攻、メディアネットワーク専攻、システム情報科学専攻)、社会人入学2名(情報理工学専攻、メディアネットワーク専攻)が合格しました。

なお、今後専攻別に2次募集を行うかどうかが決定されます。2次募集を行う場合の日程は次の通りです(詳細は募集要項でお確かめ願います)。

- 平成28年11月上旬 募集要項配布開始
- 平成28年12月中旬 出願資格予備審査申請期間
- 平成29年1月下旬 願書受理
- 平成29年2月16日(木)～17日(金) 入学試験
- 平成29年3月1日(水) 合格発表日

平成29年度専攻別合格者数

専攻	定員	合格者数
情報理工学	48	50[2]
	12	3[1]
情報エレクトロニクス	39	42[3]
	8	7
生命人間情報科学	33	28
	6	1
メディアネットワーク	30	32
	8	5[2]
システム情報科学	27	34
	8	7[1]
計	177	186[5]
	42	23[4]

・上段: 修士課程、下段: 博士後期課程  
・[ ]: 留学生(内数)

## 【人事異動】

### [教授]

(採用) 平成28年10月1日	
橋本 守	生命人間情報科学専攻 バイオエンジニアリング講座 (大阪大学准教授より)

### [准教授]

(採用) 平成28年9月1日	
飯田 勝吉	情報理工学専攻 (協) 大規模情報システム学講座 (東京工業大学准教授より)
(採用) 平成28年10月1日	
高前田 伸也	情報エレクトロニクス専攻 集積システム講座 (奈良先端科学技術大学院大学助教より)
(昇任) 平成28年10月1日	
小川 貴弘	メディアネットワーク専攻 情報メディア学講座 (同講座助教より)

### [特任助教]

(採用) 平成28年8月1日	
Kaewkamnerdpong Boonserm	メディアネットワーク専攻 情報通信システム学講座 (新規採用)

## 【受賞等】

### [教員]

2016年6月1日	大鐘 武雄
メディアネットワーク専攻 情報通信システム学講座 教授	
総務省北海道総合通信局 第66回「電波の日」北海道総合通信局長表彰「多年にわたり、『地域における電波有効利用技術に関する動向調査』において、各種調査検討会の座長、副座長として、北海道内における電波利用の普及・発展に多大な貢献をされました。」	

### [学生]

2016年3月3日	後藤 優太
情報エレクトロニクス専攻 先端エレクトロニクス講座 D1	
公益社団法人応用物理学会 北海道支部 応用物理学会北海道支部学術講演会発表奨励賞「仮想位相共役技術を用いた高速光断層撮影の基礎実験」	
2016年5月20日	以下の賞を2名が受賞
一般社団法人電子情報通信学会無線通信システム研究会	
無線通信システム研究会活動奨励賞	萩原 光義
	メディアネットワーク専攻 情報通信システム学講座 M2
	「確率伝搬法を用いた適応等化に関するEXIT解析」
	上橋 俊介
無線通信システム研究会活動奨励賞	メディアネットワーク専攻 情報通信システム学講座 M2 (発表時)
	「時変動マルチユーザMIMO環境における2段階の圧縮センシングを用いたチャネル予測」
2016年6月9日	阿部 大輔
メディアネットワーク専攻 情報通信システム学講座 M2	
一般社団法人電子情報通信学会 アンテナ・伝播研究会 2015年度下期学生奨励賞「圧縮センシングに基づく散乱体検出におけるゲート処理を用いた探索領域外からの散乱波除去に関する特性評価、他」	

2016年6月24日	木原 光太郎
メディアネットワーク専攻 情報通信システム学講座 M1	
一般社団法人電子情報通信学会 無線通信システム研究会 無線通信システム研究会「初めての研究会」優秀発表賞「Faster-than-Nyquistにおける確率伝搬法を用いた干渉除去の検討」	
2016年7月16日	池田 昌輝
生命人間情報科学専攻 バイオインフォマティクス講座 M1	
日本霊長類学会 第11回日本霊長類学会優秀ポスター発表賞「旧世界ザルにおけるサルレトロウィルスの内在化に関する進化系統解析」	
2016年9月26日	以下の賞を2名が受賞
北海道大学大学院情報科学研究科	
研究科長賞	曹 民圭
	情報エレクトロニクス専攻 先端エレクトロニクス講座 D3
	高橋 亮輔
	生命人間情報科学専攻 バイオエンジニアリング講座 D3

※職名・学年・所属は受賞時

## 新教員紹介

### 1. 最終学歴および学位、2. 前職、3. 専門分野



#### 橋本 守 教授

- 生命人間情報科学専攻 バイオエンジニアリング講座
- 平成3年大阪大学大学院博士前期課程修了、博士(学術)
  - 大阪大学准教授
  - 生体光計測、非線形光学



#### 飯田 勝吉 准教授

- 情報理工学専攻(協) 大規模情報システム学講座
- 平成10年奈良先端科学技術大学院大学博士前期課程修了、博士(情報工学)
  - 東京工業大学准教授
  - コンピュータネットワーク、コンピュータと通信の融合、ネットワークセキュリティ、性能評価



#### 高前田 伸也 准教授

- 情報エレクトロニクス専攻 集積システム講座
- 平成26年東京工業大学大学院博士課程修了、博士(工学)
  - 奈良先端科学技術大学院大学助教
  - 計算機アーキテクチャ、高位設計

## IST NEWS No.47 平成28年10月31日発行

発行：北海道大学大学院情報科学研究科 広報・情報室  
(編集担当：竹本 真紹・工藤 信樹・久保 吉史・大塚 尚広)



情報科学研究科ホームページ  
<http://www.ist.hokudai.ac.jp/>

