



CHIBA UNIVERSITY 千葉大学

大学院理学研究院・理学部

NEWS

No. 43

2017 October

## 研究担当としての雑感

言うまでもないことですが、大学が高校と大きく異なっている点は、教育機関であると同時に、研究機関であるということです。しかも大学の評価には、研究機関としての成果が重要視されます。千葉大学は、第3期中期目標・中期計画において重点支援第3群を選択したわけですが、これは「世界最高水準の研究と教育をめざす」ということの意味表示です。その対策の一つとして、グローバルプロミナント研究基幹が創設されました。このうち戦略的重点研究強化プログラムのハドロン宇宙科学とキラリティ物質科学には、理学研究院・理学部の教員が深くかかわっています。他の先生方も新たな領域の形成をめざしましょう。

私はこの4年ほど、教養コア科目で「ノーベル賞と生物学」という授業を担当しています。近年、日本人のノーベル賞受賞者に、いわゆる旧帝国大学以外の国立大学の出身者が多いのが目につきます(2008年以降では13名中5

名)。もちろん賞を得た研究だけが優れているというわけではありませんが、いつの日か千葉大学からもノーベル賞受賞者が現れることを願いつつ、この授業を行っています。

そのためには、大学院博士後期課程に進学する学生を育てることが重要です。しかし近年は、博士後期課程に進学する学生は減っています。これは千葉大学に限らず全国的な傾向です。また日本人が出す論文数の割合も減っています(たとえば、Nature Index 2017 Japan, S10-S15参照)。そこで先見の明のある独創性の高い先駆的研究を行って、このような数の減少を補っていききたいものです。



副研究院長  
(研究担当)教授  
遠藤 剛

## 夏季オープンキャンパス報告

平成29年8月5日(土)におきまして、理学部夏季オープンキャンパスが実施されました。今年度も午前との部と午後との部に分けて実施しました。当日は、高校生及びその家族等、合計1573人の方にお越しいただきました。

ほぼ昨年度同様の実施体制で臨み、午前との部においては、総合校舎2号館における学部全体説明会(計2回開催)、及び理学部1号館2階の会議室における学科別個別相談会を実施しました。

午後との部においては、文学部・法政経学部棟、総合校舎、理学部棟にて、学科別説明会、模擬授業、在学生等による講演、個別相談会、研究室訪問等を実施しました。

幸い、例年に比べると若干涼しめの天候下での実施となり、特に具合を悪くされる参加者の方はおらず、大きなトラブルなしにプログラムを進めることができました。各学科・コースの先生方並びに学生の皆様、事務職員の皆様の多大なご協力に改めて御礼申し上げます。



## ホモロジー的ミラー対称性から可積分系へ

数学・情報数理学研究部門 特任助教 二木 昌宏

シンプレクティック幾何は古典力学のハミルトン形式から生まれた起源の古い分野で、大域的な構造を持つ相空間の力学系の性質を基本的な問題意識としています。一方でミラー対称性は'90年代に超対称シグマ模型のA模型とB模型の双対性(等価性)を調べる過程で発見されました。

Aツイストの古典解として現れるのが、'80年代にグロモフとフレアーによって調べられ大域的シンプレクティック幾何にブレイクスルーを齎した擬正則曲線であった事から、ミラー対称性はシンプレクティック幾何と複素(ケーラー)幾何のこれまで知られていなかった関係を示唆しました。これを「(導来)圏化」したものが'94年にコンツェヴィッチにより提唱されたホモロジー的ミラー対称性で、シンプレクティック幾何側の対応物は提唱者の名前を取って深谷圏と呼ばれ、これ自体が重要な研究対象となっています。

フレアーホモロジーや深谷圏がシンプレクティック幾何や力学系の問題に応用される一方で、ホモロジー的ミラー対称性は他にもリーマン・ヒルベルト対応や特異点論など多くのトピックと深い関わりを持つ事が明らかになり、超弦理論とつまず離れずの関係を保ちながら現在も発展を続けています。

私はこれまでファノ多様体や特異点のホモロジー的ミラー対称性を研究しており、可積分系や周期などの古典的問題との関係を探るため、現在これを更に「変形の空間」まで込めて調べています。

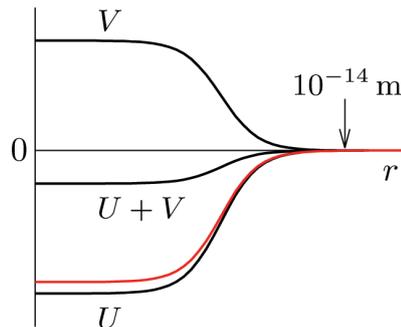
## 原子核における相対論的效果

物理学研究部門 教授 倉澤 治樹

原子核は核子(陽子と中性子の総称)の集合体で、その大きさは  $10^{-14}$ m程度です。原子核中の核子の速さは光速に比べて十分小さいため、通常、原子核を核子の非相対論系として扱いますが、特殊相対論的效果が重要になる可能性が指摘されています。「非相対論系」ならば「核子の速さは光速に比べて十分小さい」ですが、この逆、「核子の速さは光速に比べて十分小さい」ならば「非相対論系」は、必ずしも成り立ちません。

核子間には「強い相互作用」と呼ばれる力が作用するため、核子は  $10^{-14}$ m程度の極微小世界に閉じ込められます。「強い相互作用」は、核子間で各種の中間子と呼ばれる粒子を交換することで発生します。ちなみに、湯川秀樹は理論的に中間子の存在を予言しノーベル賞を受賞しました。

核子に作用するポテンシャルは、主に、 $\sigma$  中間子交換による強い引力  $U$  と  $\omega$  中間子交換による強い斥力  $V$  です。 $U$  と  $V$  は大きさは同程度で符号が異なるため、 $U+V$ は弱い引力になります(図参照。  $r$  は原子核中心からの距離です)。 $U$  には相対論



的補正が加わり、赤で示した曲線になります。 $U$  に比べて非常に小さい相対論的補正は、 $U+V$ と同程度になるため、相対論的效果が重要になります。原子核が非相対論系か相対論系か、を明らかにする理論的研究に取り組んでいます。

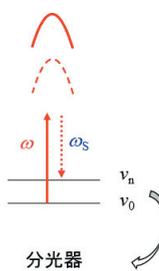
## 低振動数領域の分光法：フェムト秒ラマン誘起カー効果分光

化学研究部門 准教授 城田 秀明

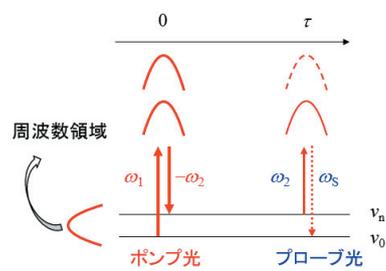
私の研究室では、液体・溶液の低振動数領域における分子運動を研究しています。ここでの低振動数とは約  $100\text{cm}^{-1}$ 以下(もしくは約  $3\text{THz}$ 以下)の周波数領域のことを指し、液体・溶液において分子間振動、集団的な配向ダイナミクス、構造緩和など、凝縮相の性質を決定する重要な分子運動が現れます。これらの分子運動はまた、溶液中の反応素過程を決定する鍵となる重要な現象です。

しかしながら、低振動数領域の分子運動を観測するのは容易ではありません。例えば、ラマン分光では低振動数領域ではレイリー散乱の影響が出てきます(図)。私の研究室で作製したフェムト秒ラマン誘起カー効果分光(fs Raman-induced Kerr effect spectroscopy: fs-RIKES)は三次の非線形光学分光の一つ

定常状態ラマン分光



フェムト秒ラマン誘起カー効果分光



定常状態ラマン分光(左図)とfs-RIKES(右図)。左写真の分光器はRamanが当時使っていたもの(Indian Association for the Cultivation of Scienceで筆者が撮影したもの)、右写真は筆者が作製した分光装置。

で、時間領域のラマン分光になります(図)。

フェムト秒光パルスのように周波数領域では幅広く、時間領域では瞬間的に強い電場を持つ光(ポンプ光)が物質に照射されると、その周波数内のラマン活性な分子運動が誘起されます。ポンプ光からある時間遅れた状態について、プローブ光により信号光の強度を検出します。この時間に依存した信号強度をフーリエ変換すると、ラマンスペクトルが得られます。実はこのフーリエ変換の時間と周波数の関係が、レイリー散乱の影響を排除できる根本原理となります。

現在稼働しているfs-RIKESの装置は、(私が知る限り)日本国内では私の研究室のもの一台のみ、世界的にも米国、英国などで十台ほどです。

## 多核の骨格筋における核配置の決定機構

生物学研究部門 助教 高野 和儀

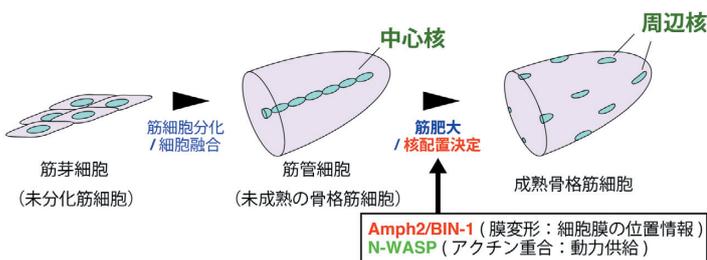
骨格筋や心筋(横紋筋)は運動や呼吸、心臓の拍動などを介して我々の生活の質を支え、生命を維持する重要な組織です。私は細胞内の動力制御に働くアクチン線維を形成するN-WASPが骨格筋肥大に関与することを解明してきました。

一方、骨格筋細胞は筋芽細胞同士の細胞融合により生じる多核の細胞ですが、この過程における核は非常に興味深い動態を示します。まず、それぞれの核は骨格筋細胞の中心に沿って一直線に並んだ中心核となり、その後、中心核が周辺の細胞膜直下へと移動し周辺核となって骨格筋は成熟します。核配置の制御は細胞の機能に関わることが近年報告されており、骨格筋においても遺伝性筋疾患の中心核病では中心核のまま留まるために骨格筋の働きが弱くなります。

また、中心核病の原因は、筋収縮に重要なT管とよばれる細胞膜の陥入構造を作る Amph2/BIN-1 の点変異が知られています。

私はN-WASPがAmph2/BIN-1と結合することを見出し、さらにAmph2/BIN-1の中心核病発症に関わる点変異により両者の結合が抑制されることを解明しました。

つまり、中心核が周辺核となる際の動力供給と核の移動の方向性をAmph2/BIN-1とN-WASPの結合が制御する可能性があります。したがって、本研究により細胞の核配置の決定機構が明らかになるだけでなく、中心核病の治療の分子基盤を提供できると考えられます。



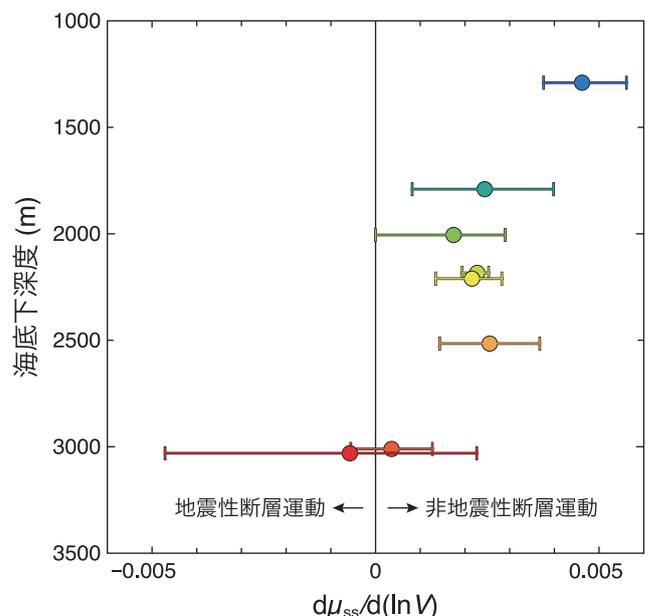
## 南海トラフ沈み込み帯の断層運動の深度変化

地球科学研究部門 教授 金川 久一

南海トラフ沈み込み帯の断層運動は、浅部から深部に向かって非地震性から地震性へと変化することが知られています。統合国際深海掘削計画の一環として2007年に開始された南海トラフ地震発生帯掘削計画は、これまでに紀伊半島沖の15地点で海洋研究開発機構の掘削船「ちきゅう」による掘削が行われ、このうち熊野海盆南東縁の掘削地点では水深約1940mの海底から3058.5mの深度まで掘削が行われました。

この掘削地点の海底下3058.5mでは、圧力は約83MPa、間隙水圧は約50MPa、温度は約98℃に達すると推定されています。我々は掘削により得られた海底下1290.5~3030.5mの泥質堆積物試料について、試料原位置の想定圧力、間隙水圧、温度の下で摩擦実験を行い、断層運動の深度変化について検討を行いました。その結果、温度100℃未満の海底下深度約2500 mまでは断層運動は非地震性であるのに対し、温度100℃程度の海底下深度約3000mでは断層運動は非地震性と地震性の中間的な断層運動となることが判明しました(図)。

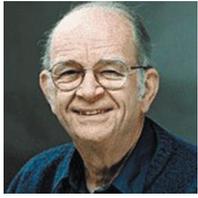
以上の結果は、温度が100℃より高くなる海底下3000m以深では地震性の断層運動が起こることを示唆しています。熊野海盆南東縁の掘削地点では、2018年10月から海底下約5200mのプレート境界断層に向けた超深度掘削が再開される予定で、掘削試料の摩擦実験に基づいてこの仮説の検証に挑みたいと考えています。また、このような断層運動の変化が何故起こるのかについても、実験に基づいて明らかにしたいと考えています。



熊野海盆南東縁の掘削地点の海底下1290.5~3030.5 mから得られた泥質堆積物試料の、定常摩擦係数の自然対数変位速度依存性 ( $d\mu_{ss}/d(\ln V)$ ) の深度変化。 $d\mu_{ss}/d(\ln V)$  が正の場合は非地震性の断層運動となり、負の場合は地震性断層運動になり得る。

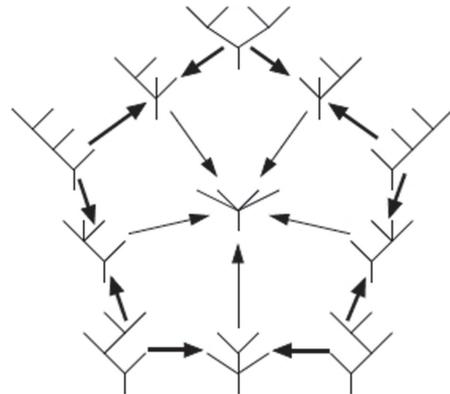
### 高次の積構造：ホモトピー代数

数学・情報数理学研究部門 准教授 梶浦 宏成



ホモトピー代数の創始者の Jim Stasheff 氏。ホモトピー結合代数の定式化を行った。

空間を代数的に研究する幾何学を一般に代数トポロジーといいます。例えば空間に対して定められる(コ)ホモロジーは最も基本的な道具のひとつであります。実数係数のコホモロジーは、空間の次元ごとにベクトル空間を定めますが、さらに自然な積構造が定まり、その構造を込めたコホモロジー環によって空間を粗く分類することができます。しかし、異なる空間が同じコホモロジー環構造を持つこともあります。一方、積構造に加えて3個以上の元からひとつの元を与える高次の積を持つ構造としてホモトピー代数と呼ばれるものがあり、様々な応用が期待されています。コホモロジー環においても高次の積構造まで考えるとほどよく空間を分類できることが分かっています。



ホモトピー結合代数の定式化の元となる結合則多面体の、4次の積の場合(5角形)。Tom Leinster 著, "Higher operads, higher categories" London Mathematical Society Lecture Note Series 298 から引用

### 平成29年度 生物学科サマースクール報告

生物学研究部門 教授 土谷岳令

生物学科では8月24日と25日の二日間、「生態学からみた自然の測り方」というテーマでサマースクールを開催しました。受講者は高校2年生3名、3年生5名で、千葉、神奈川、埼玉、茨城、新潟県からの計8名でした。

1日目は村上が担当し、生物群集における各種の個体数の多寡をもたらす要因、そして、このパターンが種数-面積関係におよぼす影響について、2つの簡単な実習をおこなって紹介しました。

2日目は土谷が担当し、午前中は植物をとりまく環境について講義をしました。午後は学内にある実験園場の水槽に生育している水生植物の観察とハスやヨシの葉の加圧現象の測定をおこないました。

千葉大生物学科を志望している受講生、園芸とどちらかにしようか悩んでいる受講生などもいて、生物学科の雰囲気を感じ取ろうと、みんな



熱心に受講してくれました。また、ミクロな分野に興味のある受講生も多く参加していましたが、野外の生き物に直接触れることで熱心に観察や測定に取り組み、意義のあるサマースクールでした。

### 平成29年度 理学部後援会理事会・総会 報告

7月1日(土)、平成29年度理学部後援会理事会及び総会が開催されました。理事会では、昨年度の経費や事業内容に関する報告、また今年度の活動予定について意見交換がありました。

総会では滞りなく議事が運ばれ、平成29年度役員が選出されました。総会に引き続き行われた後援会長賞表彰式では、昨年度の課外活動等において功績があった2名の学部在学生在が表彰されました。

続いて、生物学科の板倉英祐助教による講演が

行われ、たんぱく質を分解する仕組みの一つである「オートファジー」が、私たちの体の中でどのように作用しているのか、実際にマウス等を使った実験結果を用いてわかりやすくご説明いただきました。

この後、学科別懇談、全学科合同の懇親会が行われ、盛況のうちに閉会となりました。詳しい報告は理学部ホームページに掲載されています。(HPアドレス [http://www.s.chiba-u.ac.jp/pr/files/supporters\\_20170701soukai\\_report.pdf](http://www.s.chiba-u.ac.jp/pr/files/supporters_20170701soukai_report.pdf))



### 学事報告

- 平成29年9月28日(木)  
千葉大学卒業式、大学院修了式が行われ、理学研究科博士後期課程2名が修了しました。
- 平成29年10月2日(月)  
千葉大学大学院入学式が行われ、融合理工学府博士後期課程1名が入学しました。

### 新任教職員紹介



事務部総務係 主任 渡辺 幸子



事務部学務係 一般職員 田澤 文恵