

# 研究集会 “Analytic Representation Theory of Lie Groups”

大島芳樹 おおしま・よしき  
Kavli IPMU 博士研究員

研究集会 “Analytic Representation Theory of Lie Groups” は、2015年7月1日から4日間にわたり、Kavli IPMU で開催されました（主催者：小林俊行主任研究員）。Vershik氏をはじめヨーロッパから4人の研究者を含む13人による計20時間の講演が行われました。本集会では小林俊行氏が提唱した以下の2つのプログラムを中心のテーマとしました。

A：“表現論を手がかりとしてそこから大域解析における新しい現象を発見する”。

B：“無限次元表現の分岐則の研究”。

リー群は連続的な変換群として19世紀に現れた古典的な対象ですが、現在に至るまで数学や物理の様々な分野と互いに影響を及ぼし合いながら発展してきました。フーリエ解析や特殊関数などの古典解析の背後にはしばしば対称性があり、それらはリー群の表現によって記述されます。一方で、近年の表現論の大きな発達を踏まえて、逆に表現論を手掛かりとしてそこから大域解析における新しい現象を発見するという最近の研究の方向があります。

Orsted氏はこのような立場から、Kobayashi-Manoの変形理論と、Ben Said-Kobayashi-Orstedによるフーリエ変換、Dunkl変換を取り込んだ変形理

論の解説を行いました。小林俊行氏は幾何学的量子化と極限が可換か？という問題を提起して、それから極小表現を構成する幾何学的アイデアを提案しました。

また、表現の制限についての情報を統制する作用素である symmetry breaking operator もたびたび話題にあげられました。Pevzner氏は微分作用素で表される symmetry breaking operator への小林氏が導入したFメソッドによるアプローチ、落合啓之氏は symmetry breaking operator の保型形式への応用、筆者は symmetry breaking operator を用いたユニタリ表現の分岐則の記述に

ついてそれぞれ話しました。

Vershik氏の講演では補系列表現を使ってカレント群とよばれる無限次元群の表現を構成し、参加者に表現論への新たな視点をもたらしました。また、Bianchi氏はコバリオグラム問題に、フーリエ変換の零点の漸近挙動の分布と幾何学的不変量の関係式を応用して得られた最新の結果について講演しました。

表現論の解析的側面に的を絞って行った集会で、これらのプログラムがさまざまな方向に広がりを見せていることが発見でき、集会は大変有意義なものとなりました。



# 東京ーバークレーサマースクール 「幾何学と数理物理」

河野俊文 こうの・としたけ

Kavli IPMU 主任研究員

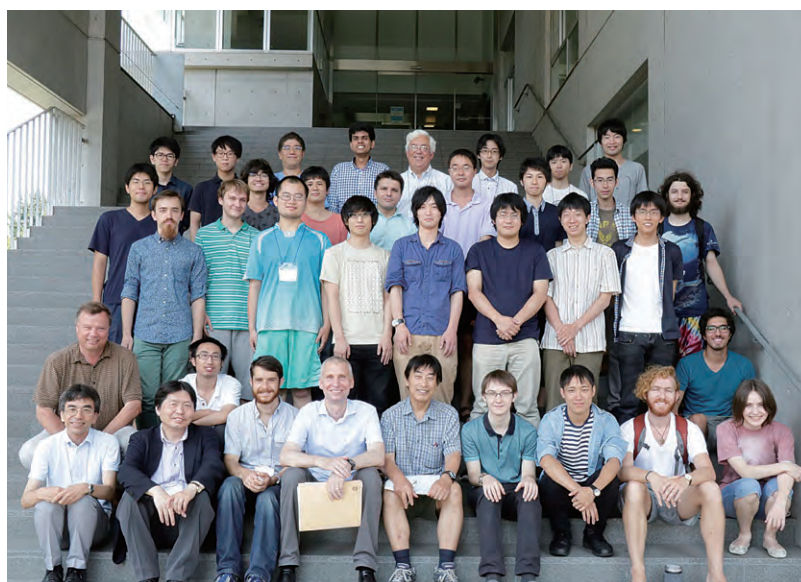
このスクールは東京大学とカリフォルニア大学バークレー校との間の戦略的パートナーシップ構築プログラムの一環として開催されました。カリフォルニア大学バークレー校とロシア国立高等経済学院 (HSE) からそれぞれ5名、また精華大学ヤウ数理科学センターから1名の学生をスクールに招きました。国内の数学、物理双方の学生も多く参加し、スクールの参加者の総数は約80名でした。スクールの開催にあたって、学生への資金援助のため数物フロンティア・リーディング大学院 (FMSP) および日本学生支援機構 (JASSO) からの補助を得ました。

スクールで扱ったテーマは、数学と物理学との関わりに由来する、周期積分の理論、グロモフ-ウィッテン不変量、ミラー対称性、ドナルドソン-トーマス不変量等です。第一週目は、三つの入門的な講義が組まれました。まず、斎藤恭司が古典的な楕円積分の理論から始めて、周期積分の理論について述べました。そして、古典的な理論がいかにして、平坦フロベニウス構造や原始形式の理論につながるのかを説明しました。次に、トードル・ミラノフがグロモフ-ウィッテン不変量と可積分系との関わりについて講義しました。さらに、池田暁志が代数多様体上の接続層の導来圏とブリッジランドの安定性条件について解説しまし

た。第一週目の最終日に学生によるセッションを行い、14名の学生が自身の研究内容についての発表を行いました。第二週目のプログラムは、ミニコースと90分講演からなっていました。ミニコースの概要は次の通りです。ミハイル・カプラノフは曲面の深谷圏の組み合わせ的な方法と、係数付きの深谷圏の概念について述べました。デイビッド・モリソンは、ミラー対称性の弦理論における源流から始めて、そのさまざまな発展について説明しました。ニコライ・レシェティキンがBV量子化の方法について述べ、戸田幸伸は3次元多様体上のブリッジランドの

意味での準安定な対象のモジュライについて解説しました。これらに加えて、堀健太郎の2次元超対称シグマ模型における半球上の分配関数についての講義と山崎雅人のクラスター代数についての講義がありました。

スクールは非常に活気に満ちたもので、学生を含む多くの参加者の間で活発な議論がなされました。今後もこのようなスクールを継続して開催していきたいと考えています。



# “Kavli IPMU-Durham-KIAS Workshop: New Particle Searches Confronting the First LHC Run-2 Data”

竹内道久 たけうち・みちひさ  
Kavli IPMU 博士研究員

標記の国際ワークショップが、2015年9月7日から11日まで Kavli IPMU で開催されました。この研究会は Kavli IPMU、イギリスの Durham 大学、韓国の KIAS の共催で、竹内道久 (Kavli IPMU)、松本重貴 (Kavli IPMU)、野尻美保子 (KEK, Kavli IPMU)、Kai Schmitz (Kavli IPMU)、Pyungwon Ko (KIAS)、Michael Spannowsky (Durham) が組織委員を務めました。

LHC 実験が 8 TeV (Run 1) から 13 TeV (Run 2) にエネルギーを増強して再稼働を開始したのを機に、理論、実験双方から専門家を集め、LHC Run 2 における新粒子、新物理発見について議論する場を設けることを目的として本研究会は行われました。LHC Run 1 においては、di-boson アノマリーをはじめ、標準模型の予言からのずれがいくつか報告されており、Run 2 での更なる検証が待たれています。既に 13 TeV 重心系エネルギーにおける物理解析用データの供給が継続中であり、本研究会直前の 8 月には Run 2 での最新結果がいくつか公表されるなど、とてもタイミングの良い研究会になりました。

研究会は、午前に 2 つ、午後 1 つの招待講演とショートトークセッションを主に構成され、海外から 10 名 +

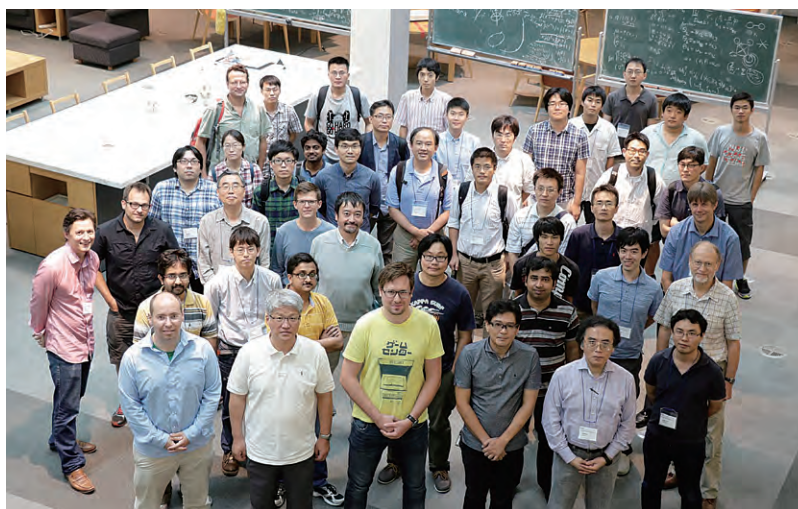
Kavli IPMU から 2 名による招待講演、26 のショートトークが行われました。11 カ国から、計 67 名が参加者し、うち日本からは 33 名の参加者がありました。

招待講演は、初日は野尻氏の Run 2 にむけた overview で始まり、Bryan Webber 氏がイベント生成とジェット構造について 2 つの講演を行い、午後には Yang Bai 氏が LHC における非相対論的粒子生成の講演を行いました。2 日目は、午前中に ATLAS, CMS での 8 TeV での成果、13 TeV での最新結果と展望の報告が Paul de Jong、Teruki Kamon 氏によって、午後には Higgs Portal に関する講演が Valentin V. Khoze 氏によって行われました。3 日目の朝には柳田勉氏が第一、第二世代フェルミオン、スクォークを準南部ゴールドストーンと解釈する理論を紹介し、4 日目は Seung Joon Lee 氏による スピン 1/2 の composite 粒子である トップパートナー、James B. Dent 氏による LHC における暗黒物質探索における有効理論の一般的取り扱い

い、Graham Kribs 氏による複合粒子ダークマターの一つであるステルスダークマターに関する講演が行われました。最終日は Matthew McCullough 氏が naturalness 問題を解決する新しい概念 Relaxion を紹介し、Lian-Tao Wang 氏による LHC における スピン 1 の composite 粒子に関する講演によって本研究会が締めくくられました。

また、毎日の招待講演の後には LHC での新物理探索方法、運動学変数の提案、di-boson アノマリーを説明する模型の提案、レプトンフレーバーの破れ、two-Higgs-doublet 模型、LHC でのダークマター探索等、幅広い話題に関するショートトークが行われました。

閉会の際には、Spannowsky 氏から Durham 大学で次回の会議開催を予定していることが伝えられ、盛会のもと終了しました。コライダー物理学、標準理論を超える物理、ダークマター、ヒッグスなど、幅広い話題が LHC 実験における検証という文脈で議論される素晴らしい機会となりました。



# 新学術領域研究「なぜ宇宙は加速するのか？ —徹底的究明と将来への挑戦」発足シンポジウム

高田昌広 たかだ・まさひろ  
Kavli IPMU 教授

現在の宇宙が加速膨張していること、そして宇宙初期にもインフレーションという加速膨張の時期があったことが、観測的に確からしいことが分かっています。これは「引力である重力は宇宙の膨張を減速させるはずである」という直感に反し、現代宇宙論の大問題となっております。いったい何が宇宙膨張を「後押し」し加速させるのか？インフレーション、アインシュタインの宇宙定数という「理論」が「説明」に使われているものの、様々な不自然さを抱えており、到底満足できる説明とは言えません。本新学術領域研究では、宇宙膨張の加速の原因を究明、また加速に逆らって銀河・銀河団などの宇宙の構造形成を引き起こすダークマターの引力とのせめぎ合いを理解することを目的とします。この加速宇宙の物理を徹底的に究明するため、インフレーションによる加速 (A01: 京大 佐々木節)、ダークマターによる減速 (A02: 東北大 高橋史宜)、ダークエネルギーによる加速 (A03: 名大 杉山直) という三つの宇宙膨張の時期を、宇宙背景放射 (B01: KEK 羽澄昌史)、銀河イメージング (B02: 国立天文台 宮崎聡)、銀河分光 (B03: IPMU 高田昌広)、宇宙膨張の直接測定 (B04: 国立天文台 臼田知史) の四つの手法でアプローチし、そのデータを究極物理解析 (D01: MPA/IPMU 小松英一郎) で

統一的に読み解き、究極理論 (C01: Caltech/IPMU 大栗博司) に結びつける計画研究を遂行します。H27年度からH31年度までの5年間の研究プログラムです。

研究会では、各計画研究班から、研究の背景、期間内での研究目標、計画について紹介がありました。また、若手研究者を中心とした一般講演もあり、活発な議論が交わされました。特に、如何に各研究テーマを跨がる共同研究、連携を推進し、また若手研究者を取り込んでいき、「加速宇宙」の研究を展開するかについての議論に多く

の時間を費やしました。本新学術領域研究を開始するにあたり、機運が大いに高まり、期待、興奮、また大きな責任を再認識することができた大変良い機会となり、会議は大盛況に終わりました。

最後に研究会の運営にあたり、奥村哲平、矢部清人、森谷友由希、新倉広子、村田龍馬および秋津一之の尽力が必要不可欠でした。また開催にあたり多くのサポートをして下さったカブリIPMUの事務スタッフの皆様、特に市川尚子さんに感謝いたします。

