

# D-Modules and Hodge Theory

阿部 知行 あべ・ともゆき

Kavli IPMU 准教授

2017年1月23日から27日まで Kavli IPMUで研究集会“D-modules and Hodge theory”が開催されました。15氏の講演者を招聘し、3氏に2コマの講演をしていただきました。

集会のテーマであるホッジ理論は代数・解析・数論幾何の交差に位置する理論です。ホッジ理論の歴史はW.B.D. Hodge氏が調和形式を用いてケーラー多様体の特異コホモロジーの驚くべき分解を発見したことから始まります。証明は完全に解析的であるものの、分解自体は代数幾何学的解釈を持っており、代数幾何学（またはケーラー幾何学）の特徴的な性質と捉えられています。Hodgeの発見から数十年後、A. Weil氏が有限体上の多様体に関する衝撃的な予想を提唱し、J.P. Serre氏がその予想の複素幾何類似はホッジ理論から導かれることを発見しました。これ以降ホッジ理論は有限体上のコホモロジー論において発想の源

泉となってきました。一方で Weil 予想に触発され、P. Deligne氏はホッジ分解の新しいより哲学的な解釈の方法を見いだしました。ホッジ構造の発見です。この哲学とGrothendieckの“6つの関手の哲学”に沿い、またD加群の理論を用いながら、齋藤盛彦氏はホッジ加群の理論を打ち立てました。次に目標となるのは齋藤氏の理論を一般化し不確定特異点に対しても類似の構造を入れることとなります。このプログラムはC. Simpson氏のツイスターホッジ構造の仕事に影響を受けC. Sabbah氏によって始められ、近年望月拓郎氏によって完成を見ました。本研究集会の目標はこの理論とその進展について理解を深めることにありました。

望月氏には件の結果に関する2コマの講演をお願いしました。始めの講演では氏の理論の基礎的な事項を、二つ目の講演ではその応用について講義されました。彼の理論を用いることでミ

ラー対称性に表れるいくつかの事実をより自然な形で説明できることが分かり、更なる応用が期待されます。K.S. Kedlaya氏はターニングポイントの解消に関して講義されました。これは望月氏と同時期に独立に得られた結果です。Kedlaya氏の方法はp進解析を用いるものです。氏の証明の最も面白い側面は、ベルコビッチ空間上の微分方程式の理論と付置環の理論の視点を合わせることで、どこでブローアップを施すべきか、簡明な説明が出来る場所です。A. D'Angnolo氏は不確定リーマン・ヒルベルト対応に関する柏原正樹氏との共同研究について話されました。この結果から高次元多様体上のストークス現象を説明する術を得ます。証明の中核ではターニングポイントの解消を用います。

本研究集会ではたくさんの異なる分野の研究者が参加していただき、大盛況でした。



# 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」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」という直感と反し、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/Kavli IPMU 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/Kavli IPMU 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: Kavli 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/Kavli IPMU 小松英一郎)

で統一的に読み解き、究極理論 (C01: Caltech/Kavli IPMU 大栗博司) に結びつける計画研究を遂行します。平成27年度から31年度までの5年間の研究プログラムです。

この研究プロジェクトの発足から2年間の研究期間を経て、2017年3月8日から10日の3日間にわたり、高エネルギー加速器研究機構 (KEK) で研究会シンポジウムを開催しました。研究グループのメンバーが一堂に会し、各計画研究班、公募研究の研究者が進捗状況を報告し、また若手研究者にも発表の機会が与えられ、それらの研究内容について活発な議論が交わされました。さらに、原始ブラックホールに関するサイエンスの特別セッションの場を設け、観測的な制限の現状、イン

フレーションによる原始ブラックホールの生成機構のモデル、原始ブラックホールがダークマターである可能性、また重力波実験 Advanced LIGO でブラックホール連星による重力波が検出されましたが、原始ブラックホールがその連星の起源である可能性、などについて議論されました。3日間の研究会には120名を超える参加者があり、「加速宇宙」に関する幅広い分野の研究について活発な議論が交わされ、研究会は大盛況に終わりました。

最後に研究会の運営にあたり、長谷川雅也さん、西野玄紀さん、横山修一郎さん、須山輝明さん、大学院生の尽力が必要不可欠でした。またKEKの事務スタッフの皆様にもこの場を借りて御礼申し上げます。

写真提供: KEK 素核研



# ワークショップ「数学と超弦理論」

戸田 幸伸 ただ・ゆきのぶ

Kavli IPMU 准教授

2017年3月21日から23日にかけて、「数学と超弦理論」という題目のワークショップがKavli IPMUにおいて開催されました。このワークショップは、「加速膨張宇宙を紐解く 超弦理論の数学的構築と観測による検証」という課題名によって採択された日本学術振興会の事業「頭脳循環を加速する戦略的研究ネットワークプログラム」の締め括りとして開催されたものです。このプログラムの目的は国内の若手研究者を海外に派遣して共同研究を促すというもので、ワークショップ主催者である山崎雅人、戸田幸伸を含めた様々な国内の研究者が海外に派遣され、現地で議論を深めました。

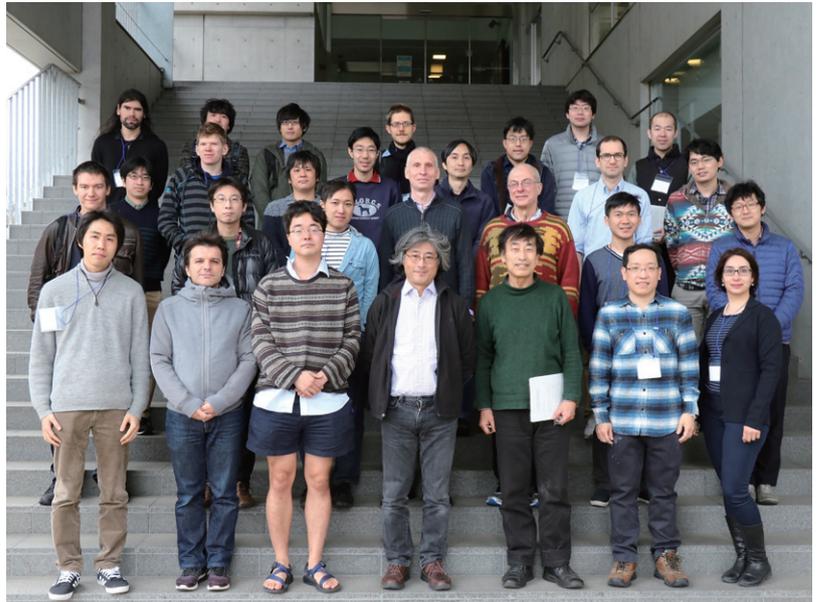
ワークショップでは数学と超弦理論双方の研究者が集まり、有意義な議論が展開されました。数学の側からは Ivan Ip, Zheng Hua, 池田暁志、金沢篤志、Georg Oberdieck、Yinbang Lin、Kyoung-Seog Lee の7名が講演を行いました。内容は導来代数幾何学、ミラー対称性、安定対不変量、連接層の導来圏等と多岐に渡っていました。金沢篤志はカラビヤウ多様体のミラー多様体の構成をその退化を用いて構成するというDoran-Harder-Thompsonの予想について解説し、彼らの予想が楕円曲線と特殊なアーベル曲面の場合に成立することを発表しました。Georg OberdieckはK3曲面と楕円曲線の直積である3次元カラビヤウ多様体上の曲線を数え上げる

Pandharipande-Thomas 安定対不変量についてのKatz-Klemm-Vafa予想を完全に解決するという、非常に強力な結果を発表しました。

超弦理論の側からはMauricio Romo, Nezhla Aghaee, Shamil Shakirov, Pietro Longhi, Bruno Le Floch, Dongming Gang, 渡利泰山の7名が講演を行いました。Mauricio Romoはアフィンではない代数多様体上で超ポテンシャルを考えたハイブリッドモデルにおける球面相関関数について発表しました。Shamil ShakirovはChern-Simons理論による位相的量子場の理論の変形について解説しました。その

様な変形は種数が1以下のリーマン面を境界とする場合には知られていましたが、Shakirovはそれを種数が2のリーマン面を境界を持つ場合に拡張できると発表しました。他にも超タイフイミラー空間の量子化の話や、BPS状態の壁越えに関する話などがあり、数学者にとっても興味深い内容でした。

ワークショップの最中は数学者と物理学者が活発に意見を交し合い、双方の発展を促す良い機会となりました。頭脳循環プログラムの締め括りにふさわしい、実りあるワークショップとなりました。



Workshop