Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2025-07-01

概均質ベクトル空間論の発展（第30回整数論サマースクール報告集、写真なし）

谷口，隆 ； 杉山，和成 ； 石塚，裕大 ； 佐藤，文広 ； 都築，正男 ； Thorne, Frank ； 鈴木，雄太 ； 伊吹山，知義 ； 鈴木，美裕 ； 佐野，薫 ； 山本，修司

(Citation)
第30回整数論サマースクール報告集「概均質ベクトル空間論の発展」:1-421

(Issue Date)
2024-01-31

(Resource Type)
conference proceedings

(Version)
Version of Record

(JaLCDOI)
https://doi.org/10.24546/0100486229

(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/0100486229

第 30 回
整数論サマースクール報告集
「概均質ベクトル空間論の発展」

2023 年9月 4 日～9月8日

於　神戸大学

目次

まえがき …… iii
プログラム …… iv
テーマと開催趣旨 …… vi
参加者リスト …… viii
写真 …… ix

1. 例で学ぶ概均質ベクトル空間 …… 1
谷口隆
2. 概均質ゼータ関数の定義と基本的性質（1 変数の場合） …… 19
杉山和成
3. 本論のための準備 …… 53
谷口隆
4. 三元二次形式のペアと射影空間の幾何 …… 71
石塚裕大
5. 有理軌道、整軌道の解釈 …… 93
石塚裕大
6. 概均質ゼータ関数の関数等式の一般化 …… 111
佐藤文広
7. 新谷 2 重ゼータ関数 …… 155
都築正男
8. Counting cubic fields using Shintani's zeta function …… 221
Frank Thorne
9. 整数軌道の数え上げ：数の幾何と平均法 …… 243
鈴木雄太
10. 概均質ベクトル空間：Retrospective account …… 273
伊吹山知義
11. 保型形式付き概均質ゼータ関数 …… 339
鈴木美裕
12. 余正則空間と楕円曲線の Selmer 群 …… 365
佐野薫
13. 大野・中川型鏡映定理と Poitou-Tate 双対性 …… 407
山本修司

まえがき

第 30 回整数論サマースクール『概均質ベクトル空間論の発展』は、2023 年 9 月 4 日から 8 日までの 5 日間、神戸大学六甲台キャンパスで開催されました。本報告集には、サマースクールでの講演をもとに、講演者の方々に執筆していただいた記事を収録しています。

コロナ禍の影響で 2020 年のサマースクールは延期になり、2021 年と 2022 年はオンラインで開催されました。2023 年、社会活動も全体的にはコロナ以前に戻りつつあり、今年度はサマースクールを 4 年ぶりに対面で開催しました。

常連の方も初参加の方も、年配の方から学生の方まで、約 75 名の幅広い立場の方にご参加いただきました。一つの会場に集まって、他の参加者と一緒に、その様子も感じながら講演を聞くことは、オンラインにはない良さがあります。久しぶりの対面開催でとても楽しかったという声を多くいただいて、対面開催ができたことを嬉しく思いました。参加してくださった皆様に感謝いたします。

インターネットと国際化の時世にあたり、新しい試みの一つとして、講義の一つを米国の Frank Thorne さんにお願いし、Zoom を用いて遠隔で講義をしていただきました。英語の講演でしたが聞きやすく、評判もよかったように思います。

講演者の皆さまには当日の講演だけでなく、事前準備、予稿作成、報告集執筆などに多くの労を取っていただきました。とても熱心に取り組んでいただいたおかげで、サマースクールもこの報告集も充実した内容になったと思います。深く御礼申しあげます。また、過去のサマースクール世話人の方々に様々な相談に乗っていただきました。特に東京理科大の青木宏樹さんには多くの助言をいただきました。ありがとうございました。このほか、参加者の皆様はもちろん、本サマースクールの開催にあたりご理解とご協力をいただいた関係の皆様に感謝いたします。

会場は神戸大学農学研究科の C101 大講義室でした。収容人数が多く機能性の高い会場を提供してくださった農学研究科と、開催中ご支援をいただいた同研究科事務室の皆様に御礼申し上げます。このサマースクールと報告集は科学研究費基盤研究(B)「数論的不変式論の深化と数論統計学」(22H01115, 谷口隆) の助成を受けております。

第 30 回整数論サマースクール世話人
谷口隆・杉山和成・石塚裕大

2023年度整数論サマースクール
「概均質ベクトル空間論の発展」

日程	9月4日 (月) – 8日 (金)
開催地	神戸大学・六甲台第2キャンパス
会場	農学研究科C棟・C101大講義室
世話人	谷口隆 (神戸大)、杉山和成 (千葉工大)、石塚裕大 (九州大 IMI)
Website	`https://sites.google.com/view/ntss2023/`

プログラム

4日 (月)

13:30-	受付
14:00-14:10	開会
14:10-15:00	谷口隆 (神戸大) 例で学ぶ概均質ベクトル空間
15:20-16:10	杉山和成（千葉工業大） 概均質ゼータ関数の定義と基本的性質（1変数の場合）
16:30-17:20	谷口隆 (神戸大) 本論のための準備

5日 (火)

9:00-9:50	石塚裕大（九州大） 三元二次形式のペアと射影空間の幾何
10:10-11:00	石塚裕大（九州大） 有理軌道、整軌道の解釈 (1)
11:20-12:10	石塚裕大（九州大） 有理軌道、整軌道の解釈 (2)
14:10-15:00	佐藤文広（立教大名誉教授） 関数等式の一般化 (1)
15:20-16:10	佐藤文広（立教大名誉教授） 関数等式の一般化 (2)
16:30-17:20	都築正男（上智大） 新谷二重ゼータ関数

6日 (水)

9:00-9:50	Frank Thorne（University of South Carolina） Counting integral orbits : Zeta function method (1)
10:10-11:00	Frank Thorne（University of South Carolina） Counting integral orbits : Zeta function method (2)
11:20-12:10	鈴木雄太（立教大） 整数軌道の数え上げ：数の幾何と平均法 (1)
12:30-	懇親会（会場：レストランさくら）

7 日 (木)

9:00-9:50	鈴木雄太（立教大） 整数軌道の数え上げ：数の幾何と平均法 (2)
10:10-11:00	伊吹山知義（大阪大名誉教授） 概均質ベクトル空間：Retrospective account(1)
11:20-12:10	伊吹山知義（大阪大名誉教授） 概均質ベクトル空間：Retrospective account(2)
14:10-15:00	鈴木美裕（京都大） 保型形式付き概均質ゼータ関数 (1)
15:20-16:10	鈴木美裕（京都大） 保型形式付き概均質ゼータ関数 (2)
16:30-17:20	佐野薫（NTT 基礎数学研究センタ） 余正則空間と楕円曲線のセルマー群 (1)
17:30-	今後のサマースクールについて

8 日 (金)

9:00-9:50	佐野薫（NTT 基礎数学研究センタ） 余正則空間と楕円曲線のセルマー群 (2)
10:10-11:00	山本修司（慶応大） 大野・中川型鏡映定理と Poitou-Tate 双対性 (1)
11:20-12:10	山本修司（慶応大） 大野・中川型鏡映定理と Poitou-Tate 双対性 (2)
12:20-	閉会

タイムテーブル

	9/4	9/5	9/6	9/7	9/8
9:00-9:50		石塚	Thorne	鈴木雄	佐野
10:10-11:00		石塚	Thorne	伊吹山	山本
11:20-12:10		石塚	鈴木雄 (懇親会)	伊吹山	山本
14:10-15:00	谷口	佐藤		鈴木美	
15:20-16:10	杉山	佐藤		鈴木美	
16:30-17:20	谷口	都築		佐野 (今後)	

連絡先： `tani@math.kobe-u.ac.jp` (谷口隆)

テーマと開催趣旨

サマースクールの開催趣旨については、「テーマと目的」と題して、ウェブサイトで次のように案内しました。

概均質ベクトル空間の概念は 1960 年代に佐藤幹夫により提唱されました。1970年代前半に佐藤幹夫と新谷卓郎により、関数等式をみたすゼータ関数が各々の空間に伴っていることが発見されてから、概均質ベクトル空間は整数論における基本的な研究対象の一つとなりました。以来ゼータ関数についての数多くの知見を含む、多様な成果、応用が得られています。また 21 世紀に入ってから Bhargava の研究により、概均質ベクトル空間の整数軌道に豊富な数論的構造が宿っていることが明らかになり、さらなる展望が開かれました。現在も、さまざまな問題意識に基づいて、活発な研究が行われています。

概均質ベクトル空間をテーマとする整数論サマースクールは 2002 年にも開催されています。二度目となる今回は、基礎理論を手短に復習したのち、前回のサマースクール以降に進展のあった話題に比較的重点を置いて、それらの入門的解説を行います。

概均質ベクトル空間については整数論的な視点に限ってもさまざまな話題があり、網羅することはできませんが、概均質ベクトル空間について学び、研究の現状を知る一助としていただけたらと思っています。同時にこのサマースクールが、参加者どうしの交流の場としても有意義になるようにしたいと思います。皆様のご参加をお待ちしております。

プログラムは全体を「基礎」と「本論」のカテゴリーに分け、「基礎」の部分を世話人３名で分担し、「本論」を世話人以外の講演者８名が担当しました。谷口、杉山、石塚の担当した初めの６コマが「基礎」で、残りの１５コマが「本論」です。

「基礎」の部分で解説した知識は、「本論」でさまざまな形で陰に陽に用いられています。他方、「本論」の８つの講演どうしは、動機や問題意識で様々な繋がりはあるものの、論理的な依存関係はほとんどありませんので、気になった記事から読んでいただくことができます。具体的な内容については、各記事の冒頭の概要（または目次）が参考になると思うので、ご覧ください。

「テーマと目的」に記したように、今回のサマースクールでは比較的、第 10 回整数論サマースクール『概均質ベクトル空間』(2002 年開催) 以降に進展のあった整数論的な話題を中心に取り扱っています。ただし進展と言ってもかなり多様なものがあり、今回取り上げたのは一部にとどまります。また、概均質ベクトル空間は創立当初から表現論、不変式論、代数解析学とも関わりが深く、その整数論への寄与や影響も大きなものがありますが、時間的な制約もあり、今回のサマースクールでは扱えませんでした。

これらについて、文献をうまく選んで手短に紹介することは難しいのですが、文献探索の出発点としては、本報告集や 2002 年の整数論サマースクール報告集での引用文献、そして、過去の数理解析研究所講究録なども手引きになると思います。1995 年以前の文献については佐藤文広先生の「概均質ベクトル空間の文献」(数理解析研究所講究録 924 所収, 1995 年) があります。

本報告集と上記案内が、概均質ベクトル空間に関心のある方の何かの参考になれば幸いです。

谷口隆

参加者リスト

青木 宏樹	東京理科大学
浅野 拓己	北海道大学
池田 保	京都大学
石井 竣	慶應義塾大学
石塚 裕大	九州大学
伊吹山 知義	大阪大学
LIM HANJUN	東京工業大学
大江 亮輔	東京大学
大下 達也	群馬大学
大塚 瑛介	東北大学
大野 泰生	東北大学
小田部 秀介	名古屋工業大学
小野 雅隆	早稲田大学
片岡 武典	東京理科大学
桂田 英典	北海道大学
金井 和貴	呉工業高専
金村 佳範	慶應義塾大学
木田 雅成	東京理科大学
木村 巌	富山大学
小林 真一	九州大学
小宮 涼	東京工業大学
齋藤 陽平	慶應義塾大学
佐々野 詠淑	龍谷大学
佐藤 文広	立教大学
佐野 薫	NTT
佐野 昂迪	大阪公立大学
志賀 明日香	東北大学
渋川 元樹	神戸大学
白鳥 翔	創価大学
杉山 和成	千葉工業大学
鈴木 健正	神奈川大学
鈴木 美裕	京都大学
鈴木 雄太	立教大学
関 真一朗	青山学院大学
高瀬 幸一	宮城教育大学
高田 佑太	北海道大学
武田 渉	東京理科大学
竹平 航平	東北大学
田島 凌太	九州大学
田嶋 和明	福島工業高専
立谷 洋平	弘前大学
舘野 荘平	名古屋大学
田中 拓弥	東京工業大学
谷口 隆	神戸大学
近田 真治	慶應義塾大学
土見 怜史	神戸大学
都築 正男	上智大学
角皆 宏	上智大学
戸澗 勇一郎	名古屋大学
冨田 拓希	慶應義塾大学
富安 亮子	九州大学
富山 和樹	早稲田大学
内藤 浩忠	香川大学
中川 仁	上越教育大学
中田 裕貴	京都大学
中野 光	富山大学
並川 健一	東京電機大学
西岡 斉治	山形大学
西山 享	青山学院大学
根岸 崚	北海道大学
Lucas Hiroyuki Ragni Hamada	東京工業大学
原 隆	津田塾大学
広中 由美子	早稲田大学
古澤 昌秋	大阪公立大学
堀永 周司	NTT
松川 寿人	北海道大学
村上 友哉	九州大学
村原 英樹	北九州市立大学
森本 和輝	神戸大学
柳澤 拓也	東京理科大学
八尋 耕平	京都大学
山崎 義徳	愛媛大学
山田 智宏	神戸大学
山本 修司	慶應義塾大学
横溝 真紘	東北大学

(75 名)

敬称略、所属は参加時のもの

書名	第 30 回整数論サマースクール報告集 「概均質ベクトル空間論の発展」
編集・発行	谷口隆（神戸大）、杉山和成（千葉工業大）、石塚裕大（九州大）
発行日	2024 年 1 月 31 日
連絡先	657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院理学研究科　谷口隆
印刷・製本	株式会社ルネック