



研究室 理学部 A 館 357 号室 (内線 4534)

電子メール tomomi@math.nagoya-u.ac.jp

所属学会 日本数学会

## 研究テーマ

- 結び目理論
- 低次元トポロジー

## 研究テーマの概要

結び目理論と低次元トポロジーを主な専門分野としています。結び目理論とは、簡単にいうと紐のもつれ具合を調べる幾何学です。特に結び目や絡み目の不変量、即ちその複雑さを数値や多項式などで表したものの性質を考察しています。例えば、紐の交差の上下の入換えを何回すれば解けるかを、交差や「うずまき」の数からどこまで判断できるかという問題に取り組んでいます。一見易しい公式の証明に、特異点論や接続幾何、物理学で発展したゲージ理論や Khovanov ホモロジー理論などの高度な理論で得られた結果が応用される奥深さに、常に驚かされ続けています。

下記の論文 [1] は、ゲージ理論で Kronheimer と Mrowka によって解決された「Milnor 予想」から派生した Rudolph の結果を利用しています。彼らの研究は特異点論や接触幾何と関連があり、論文 [2] と [3] は A'Campo が特異点研究から導入した divide knot の概念に関する研究成果です。その後 Milnor 予想は、2000 年頃に始まった Khovanov ホモロジー理論を用いた組合せ的別証明が与えられ、論文 [4] はそれを踏まえた論文 [1] の再検証によって得られました。論文 [5] では、さらにその結果を改良しております。

結び目理論は低次元トポロジーの研究の一種として捉えられる事が多く、実際私自身はそのつもりで研究を続けておりましたが、最近では、結び目という幾何学的対象を、幾何学だけでなく表現論や整数論の立場から分析する研究者や、さらに化学や生物学との関連に注目する研究者も増えてきたようです。追いつくのがなかなか難しいですが、今後の発展が楽しみです。

## 主要論文・著書

- [1] T. Kawamura, On unknotting numbers and four-dimensional clasp numbers of links, Proc. Amer. Math. Soc. **130** (2002), no. 1, 243–252.
- [2] T. Kawamura, Quasipositivity of links of divides and free divides, Topology Appl. **125** (2002), no. 1, 111–123.
- [3] T. Kawamura, Links associated with generic immersions of graphs, Algebr. Geom. Topol. **4** (2004), 571–594.
- [4] T. Kawamura, The Rasmussen invariants and the sharper slice-Bennequin inequality on knots, Topology **46** (2007), no. 1, 29–38.
- [5] T. Kawamura, An estimate of the Rasmussen invariant for links and the determination for certain links, Topology Appl. **196** (2015), 558–574.
- [6] 川村友美, 「結び目理論外見重視派」, 小川卓克, 斎藤毅, 中島啓 編, 日本の現代数学-新しい展開をめざして, 数学書房 2010, 66–80.

## 受賞歴

- 2003, 日本数学会賞建部賢弘賞奨励賞, 「結び目解消数の4次元的评价とディバイド結び目の研究」

## 経歴

- 2000年 東京大学大学院数理科学研究科博士課程修了
- 2000年 日本学術振興会特別研究員
- 2002年 青山学院大学理工学部助手
- 2007年 名古屋大学大学院多元数理科学研究科准教授

## 学生へのメッセージ

例年の少人数クラスでは、結び目理論や低次元トポロジーに関連したテーマを各自で決め、それに関連した文献を読みすすめ、学んだことを順番に報告する形式で実施しております。修士論文のテーマも最後は自分で決めることとなりますが、はじめは何かの基礎知識の習得を当面の課題とすることが多いです。次のリストは過去の使用テキストの例です。

1. V. V. Prasolov and A.B.Sossinsky, Knots, links, braids and 3-manifolds, AMS, 1997.
2. J. M. Lee, Introduction to topological manifolds, Springer, 2000.
3. L. H. Kauffman, Formal knot theory, Dover Publications, 2006.
4. J. S. Birman, Braids, links and mapping class groups, Ann. of Math. Studies, 82, Princeton University Press, 1974.
5. P. Turner, Five lectures on Khovanov homology, arXiv preprint math/0606464, 2006.
6. D. Rolfsen, Knots and links, Corrected reprint of the 1976 original. Math. Lect. Ser., 7. Publish or Perish, Inc., Houston, TX, 1990.
7. L. H. Kauffman, On knots, Ann. of Math. Studies, 115, Princeton University Press, 1987.
8. 服部晶夫, 位相幾何学, 岩波書店, 1991.
9. 河内明夫, レクチャー結び目理論, 共立出版, 2007.
10. 小林一章, 空間グラフの理論, 培風館, 1995.
11. 河内明夫, 岸本健吾, 清水理佳, 結び目理論とゲーム: 領域選択ゲームで見る数学の世界, 朝倉書店, 2013.
12. 河内明夫, 結び目の理論, 共立出版, 2015.
13. 大槻知忠, 結び目の不変量, 共立出版, 2015.

その他, 学術論文も教材としたり, 途中から複数の文献を同時に扱ったりします。重要事項の省略や誤記などを補いながら文献を読み進める作業に苦勞しながらも, 先輩の皆さんは頑張ってきました。

結び目理論の基礎事項を学ぶにあたっては, 多様体の基本群やホモロジー群の基礎知識があるのとないのとでは, 理解度や楽しさが全然違います。したがって大学院に入ってすぐに本格的な結び目理論の文献を読みたいとお考えであれば, あらかじめ位相幾何学(トポロジー)の入門書でこれらの予備知識を得ておくことを推奨します。もちろん, 位相幾何学の入門から丁寧に始めたのちに結び目理論を始めるというプラン, あるいはそれらを並行して学んでいくプランも対応いたします。

めまいがするほど難しいくらいが大学院では丁度良いと思います。入学を許された皆さんにはそれをクリアできる力があると信じております。クリアできて次の一步を踏み出す喜びが感じられる瞬間を目指して頑張りましょう。