

数理解析研究所講究録 2191

RIMS 共同研究(公開型)

Intelligence of Low-dimensional Topology

京都大学数理解析研究所

2021年7月

数理解析研究所講究録は、京都大学数理解析研究所の共同利用研究集会および共同研究の記録として1964年に刊行が開始されました。当研究所が全国共同利用研究所として発足した翌年のことでしたが、以来半世紀、毎年数十巻を刊行し、2016年には第2000巻が刊行されるに至りました。第1巻から第2000巻までに収録された論文数は29,265編、総頁数は342,960頁という膨大なものであり、最先端の数学・数理科学分野の研究状況を伝えるのみならず、我が国の数学・数理科学の発展の歴史を留める文献として、他に類例を見ない論文集となっています。

講究録の内容は当研究所のウェブサイトおよび京都大学の学術情報リポジトリにおいても公開され、年間の総アクセス数は1,380,032回（2017年度）を数えるなど、多数の方にご利用いただいています。

講究録の使用言語は論文著者の判断に任されていますが、結果的に日本語が多用されていることが特徴の一つとなっています。その結果、講究録は、数学・数理科学の広い領域における最先端の専門知識に母国語でアクセスできるものとして、近年の英語化の流れの中で、重要な文献となりつつあります。

当研究所の共同利用事業に参加し講究録の論文を執筆していただいた多数の方々に対し、講究録を大きく成長させていただいたことを深く感謝いたしますとともに、これからも、当研究所の国際共同利用・共同研究拠点(\*)としての活動にご参加いただき、講究録の発展にご協力いただけますよう心よりお願い申し上げます。

\*数理解析研究所は2018年11月13日、共同利用・共同研究拠点の認定が廃止され、新しく国際共同利用・共同研究拠点に認定されました。

## 講究録

### Kôkyûroku

RIMS Kôkyûroku was started in 1964 as the proceedings of symposia, colloquia and workshops supported by RIMS, the Research Institute for Mathematical Sciences, Kyoto University. It was the next year of the establishment of RIMS as one of the Nationwide Cooperative Research Centers. For half a century since then, several dozen volumes have been issued each year, and the 2,000th volume was issued in 2016. The volumes of Kôkyûroku from the 1st through the 2,000th, containing enormous 29,265 articles and 342,960 pages, not only deliver the latest research activities in mathematics and mathematical sciences but also constitute valuable and incomparable collections of articles that pass down history of progress of mathematics and mathematical science in Japan.

Articles in Kôkyûroku are available on the websites of RIMS and Kyoto University Research Information Repository. They are very frequently accessed on the internet, with a total of as many as 1,380,032 accesses in 2017.

The authors choose the languages to write articles, and many are written in Japanese, which is one of the characteristics of Kôkyûroku. As a result, Kôkyûroku is regarded as a significant and important literature which allows easy access to the latest specialized knowledge in the large fields of mathematics and mathematical sciences written in native language for Japanese readers, while more and more research papers are being written in English in recent years.

We are deeply grateful to many of those who have participated in cooperative research activities of RIMS and greatly developed Kôkyûroku. We heartily ask for your continuous participation in research activities at RIMS as an International Joint Usage/Research Center(\*) and your warm support and cooperation for the fruitful development of Kôkyûroku.

\* RIMS was certified as an International Joint Usage/Research Center on Nov. 13, 2018.

*RIMS Kôkyûroku 2191*

*Intelligence of Low-dimensional Topology*

*May 19 – 21, 2021*

*edited by Tomotada Ohtsuki and Hirotaka Akiyoshi*

*July, 2021*

*Research Institute for Mathematical Sciences*

*Kyoto University, Kyoto, Japan*

This is a report of research done at the Research Institute for Mathematical Sciences,  
an International Joint Usage/Research Center located in Kyoto University.  
The papers contained herein are in final form and will not be submitted for publication elsewhere.

## はじめに

この報告集は、2021年5月19日(水)～21日(金)に京都大学数理解析研究所からオンライン研究集会として配信されたRIMS共同研究(公開型)「Intelligence of Low-dimensional Topology」(組織委員:河内明夫、河野俊丈、金信泰造、鎌田聖一、大槻知忠)の記録である。この研究集会は、トポロジープロジェクトの一環として、行われた。また、この研究集会は科学研究費補助金 基盤研究B「グラフィクスとカンドル理論の観点からの4次元トポロジーの研究」(課題番号19H01788、研究代表者 鎌田聖一氏(大阪大学))と科学研究費補助金 基盤研究A「3次元双曲多様体上の量子トポロジー」(課題番号21H04428、研究代表者 大槻知忠(京都大学))と科学研究費補助金 基盤研究A「結び目と3次元多様体の量子トポロジー」(課題番号16H02145、研究代表者 大槻知忠(京都大学))(繰越)と科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究「ゲージ理論に関する結び目と3次元多様体の不変量と量子トポロジー」(課題番号16K13754、研究代表者 大槻知忠(京都大学))の援助を受けている。

研究集会「Intelligence of Low-dimensional Topology」は、2009年度まで鎌田聖一氏等が広島大学等で行っていた一連の研究集会を、2010年度からは毎年度京都大学で行い、今年度もそれを継続して京都大学で実施したものである。この研究集会の目的は、低次元トポロジー、とくに、結び目理論や3次元多様体論やその関連分野の研究者が研究発表・討論・研究交流を行うことである。今年度は、コロナウィルス感染症による緊急事態宣言の期間中に開催されたため、当初の予定を変更して、Zoomによるオンライン研究集会として開催した。

研究集会では、11件の講演が行われ、約140名(外国人1名を含む)の参加者があった。講演やその前後の時間では、参加者間の議論や情報交換が行われ、緊急事態宣言で制限された社会状況の中で、有意義な研究交流の機会になった。また、講演者から寄せられた未解決問題を、未解決問題集として編集した。

2021年7月

世話人

大槻知忠、秋吉宏尚

# 研究集会 Intelligence of Low-dimensional Topology

京都大学数理解析研究所 RIMS 共同研究（公開型）として、また、トポロジープロジェクトの一環として、標記の研究集会を開催いたします。また、この研究集会は科学研究費補助金 基盤研究B「グラフィクスとカンドル理論の観点からの4次元トポロジーの研究」（課題番号 19H01788、研究代表者 鎌田聖一氏（大阪大学））と科学研究費補助金 基盤研究A「3次元双曲多様体上の量子トポロジー」（課題番号 21H04428、研究代表者 大槻知忠（京都大学））と科学研究費補助金 基盤研究A「結び目と3次元多様体の量子トポロジー」（課題番号 16H02145、研究代表者 大槻知忠（京都大学））（繰越）と科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究「ゲージ理論に関連する結び目と3次元多様体の不変量と量子トポロジー」（課題番号 16K13754、研究代表者 大槻知忠（京都大学））の援助をうけています。

日程： 2021年 5月19日（水）～ 5月21日（金）

ホームページ：<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~ildt/>

この研究集会は、オンライン会議システム Zoom を用いて、オンラインで開催します。参加される方は、5月7日までに、参加登録をお願いします。参加登録の際に「配信映像を録画・録音しないこと」のご同意をお願いします。オンライン会議の視聴のために「ネット環境（wifiなど）」と「パソコン」が必要です。Zoom の映像配信の通信量は、1時間あたり 200MB～300MB 程度の見込みです。（スマホでも、参加自体は可能ですが、講演スライドの文字を読むのは困難とおもわれ、また、通信量もかかるとおもわれるごとに、ご注意ください。）参加登録方法と参加方法について、詳細は、研究集会ホームページ（上記 URL）をご覧ください。

## 5月19日（水）

13:15～13:45 河内 明夫（大阪市立大学数学研究所）  
Smooth homotopy 4-sphere

14:00～14:30 村尾 智（早稲田大学）  
On invariants for handlebody-knots and spatial surfaces

14:45～15:15 吉田 純（理化学研究所革新知能統合センター）  
On Khovanov homology and Vassiliev theory

## 5月20日（木）

10:30～11:00 軽尾 浩晃（京都大学数理解析研究所 / 日本学術振興会特別研究員DC）  
Degenerations of skein algebras and pants decomposition

11:15～11:45 Julien Korinman (Waseda University / JSPS Research Fellow)  
Stated skein algebras

13:15～13:45 飯田 暢生 (東京大学大学院数理科学研究科), 谷口 正樹 (理化学研究所  
iTEHMS)

Seiberg-Witten Floer homotopy and contact structure

14:00～14:30 村上 順 (早稲田大学)

On quantum character varieties of knots

## 5月21日(金)

10:30～11:00 田神 慶士 (水産大学校)

Annulus presentation and dualizable pattern

11:15～11:45 和田 康載 (神戸大学大学院理学研究科)

Combinatorial approach to Milnor invariants of welded links

13:15～13:45 David Leturcq (RIMS, Kyoto University / JSPS Research Fellow)

Knot invariants from diagram counts

14:00～14:30 渡邊 忠之 (京都大学理学研究科)

Trivalent graphs and diffeomorphisms of some 4-manifolds

組織委員：河内明夫、河野俊丈、金信泰造、鎌田聖一、大槻知忠

司会者：大槻知忠 (京大 数理研)、秋吉宏尚 (大阪市立大 理学研究科)

協力スタッフ：石川勝巳、石橋典、軽尾浩晃、清水達郎、湯淺亘

# Intelligence of Low-dimensional Topology

May 19–21, 2021

This is an online conference whose live streaming is distributed from  
RIMS, Kyoto University.

## Program

### May 19 (Wed)

13:15–13:45 Akio Kawauchi (Osaka City Advanced Mathematical Institute)  
Smooth homotopy 4-sphere

14:00–14:30 Tomo Murao (Waseda University)  
On invariants for handlebody-knots and spatial surfaces

14:45–15:15 Jun Yoshida (RIKEN AIP)  
On Khovanov homology and Vassiliev theory

### May 20 (Thu)

10:30–11:00 Hiroaki Karuo (RIMS, Kyoto University / JSPS Research Fellow DC)  
Degenerations of skein algebras and pants decomposition

11:15–11:45 Julien Korinman (Waseda University / JSPS Research Fellow)  
Stated skein algebras

13:15–13:45 Nobuo Iida (The University of Tokyo), Masaki Taniguchi (RIKEN iTHEMS)  
Seiberg-Witten Floer homotopy and contact structure

14:00–14:30 Jun Murakami (Waseda University)  
On quantum character varieties of knots

**May 21 (Fri)**

10:30–11:00 Keiji Tagami (National Fisheries University)  
Annulus presentation and dualizable pattern

11:15–11:45 Kodai Wada (Department of Mathematics, Kobe University)  
Combinatorial approach to Milnor invariants of welded links

13:15–13:45 David Leturcq (RIMS, Kyoto University / JSPS Research Fellow)  
Knot invariants from diagram counts

14:00–14:30 Tadayuki Watanabe (Department of Mathematics, Kyoto University)  
Trivalent graphs and diffeomorphisms of some 4-manifolds

Scientific Committee: Akio Kawauchi, Toshitake Kohno, Taizo Kanenobu,  
Seiichi Kamada, Tomotada Ohtsuki

Organizers: Tomotada Ohtsuki (RIMS, Kyoto University),  
Hirotaka Akiyoshi (Graduate School of Science, Osaka City University)

Support Staff: Tsukasa Ishibashi, Katsumi Ishikawa, Hiroaki Karuo,  
Tatsuro Shimizu, Wataru Yuasa

Intelligence of Low-dimensional Topology  
RIMS 共同研究（公開型）報告集

2021 年 5 月 19 日～5 月 21 日

研究代表者 大槻 知忠 (Tomotada Ohtsuki)

目次

1.	Smooth homotopy 4-sphere (research announcement) . . . . .	1
	河内 明夫 (Akio Kawauchi)      大阪市立大学 (Osaka City U.)	
2.	On invariants for handlebody-knots and spatial surfaces . . . . .	14
	村尾 智 (Tomo Murao)      早稲田大学 (Waseda U.)	
3.	On Khovanov homology and Vassiliev theory . . . . .	32
	吉田 純 (Jun Yoshida)      理化学研究所 (RIKEN)	
4.	Degenerations of skein algebras and pants decomposition . . . . .	45
	軽尾 浩晃 (Hiroaki Karuo)      京都大学 (Kyoto U.)	
5.	Stated skein algebras and their representations . . . . .	52
	Julien Korinman      早稲田大学 (Waseda U.)	
6.	Seiberg-Witten Floer homotopy and contact structures . . . . .	72
	飯田 暢生 (Nobuo Iida)      東京大学 (U. Tokyo)	
	谷口 正樹 (Masaki Taniguchi)      理化学研究所 (RIKEN)	
7.	On quantum character varieties of knots . . . . .	90
	村上 順 (Jun Murakami)      早稲田大学 (Waseda U.)	
8.	Annulus presentation and dualizable pattern . . . . .	105
	田神 慶士 (Keiji Tagami)      水産大学校 (Nat. Fisheries U.)	
9.	Extension of Milnor link invariants to welded links . . . . .	119
	宮澤 治子 (Haruko Aida Miyazawa)      津田塾大学 (Tsuda U.)	
	和田 康載 (Kodai Wada)      神戸大学 (Kobe U.)	
	安原 晃 (Akira Yasuhara)      早稲田大学 (Waseda U.)	

10.	Studying knot invariants that count diagrams .....	134
	David Leturcq      京都大学 (Kyoto U.)	
11.	Diffeomorphisms of some 4-manifolds constructed by theta graph claspers .....	146
	渡邊 忠之 (Tadayuki Watanabe)      京都大学 (Kyoto U.)	
12.	Problems on Low-dimensional Topology, 2021 .....	153
	大槻 知忠 (Tomotada Ohtsuki)      京都大学 (Kyoto U.)	