

研究集会「結び目の数学 IX」

日本数学会トポロジー連絡会議・トポロジープロジェクトの一環として、2016年度科学研究費補助金（基盤研究（A））「結び目理論研究とその応用」（研究代表者：河内明夫，課題番号 24244005）および2016年度科学研究費補助金（基盤研究（A））「結び目と3次元多様体の量子トポロジー」（研究代表者：大槻知忠，課題番号 16H02145）の援助を受け、標記の研究集会を以下の日程で開催致します。

世話人：市原 一裕，茂手木 公彦（日本大学文理学部）

日時：2016年12月20日（火）13:20–23日（金）12:50

会場：日本大学文理学部 百周年記念館 国際会議場

（156-8550 東京都世田谷区桜上水3 - 25 - 40）

プログラム

12月20日（火）	12月21日（水）	12月22日（木）	12月23日（金）
	9:30 – 10:00 淵上 美規	9:30 – 10:00 柳 宏和	9:30 – 10:00 鈴木 心之助
	10:10 – 10:40 杉山 龍太郎	10:10 – 10:40 吉原 和也	10:10 – 10:40 日浦 涼太
	11:00 – 11:30 杉野 裕子	11:00 – 11:30 岩切 雅英	11:00 – 11:30 阪田 直樹
	11:40 – 12:10 植木 潤	11:40 – 12:10 畠山 えりか	11:40 – 12:10 久野 恵理香
13:20 – 13:50 松土 恵理	12:20 – 12:50 片山 拓弥	12:20 – 12:50 境 圭一	12:20 – 12:50 吉田 はん
14:00 – 14:30 嘉藤 桂樹	14:00 – 14:30 石地 知興	14:00 – 14:30 井上 侑平	
14:40 – 15:10 吉池 俊	14:40 – 15:10 村尾 智	14:40 – 15:10 Jieon Kim	
15:20 – 15:50 湯浅 亘	15:20 – 15:50 伊藤 昇	15:20 – 15:50 酒井 健	
16:10 – 16:40 稲葉 和正	16:10 – 16:40 瀧村 祐介	16:10 – 16:40 Nafaa Chbili	
16:50 – 17:20 福田 瑞季	16:50 – 17:20 直江 央寛	16:50 – 17:20 谷山 公規	
17:30 – 18:00 丹下 基生	17:30 – 18:00 野坂 武史		

懇親会：12月22日（木）18:00 –

カフェテリア「チェリー」（日本大学文理学部キャンパス）

アブストラクト

12月20日(火)

13:20 – 13:50 松土 恵理 (日本大学総合基礎科学研究科)

On the minimal coloring number of even parallels of links

A parallel of a link is defined as the link given by replacing each component of the given link with several parallel strands. An even parallel of a link is shown to be \mathbb{Z} -colorable except for the case of 2 parallels with non-zero linking number. In this talk, we report some results on the minimal number of colors for such even parallels of links.

14:00 – 14:30 嘉藤 桂樹 (東京工業大学大学院理工学研究科)

Extension of the interior polynomial to signed bipartite graphs

There are many relations between graph theory and knot theory. In particular, certain knot invariants have been expressed in terms of graph invariants. As an example, the interior polynomial is an invariant of bipartite graphs, and a part of the HOMFLY polynomial of a special alternating link coincides with the interior polynomial of the Seifert graph of the link. We extend the interior polynomial to signed bipartite graphs, and we show that, in the planar case, it is equal to a part of the HOMFLY polynomial of a naturally associated link.

14:40 – 15:10 吉池 俊 (日本大学大学院総合基礎科学研究科)

Forbidden detour move and Jones polynomial

In 2001, Kanenobu and Nelson introduced a generalization of forbidden move, which is now called the forbidden detour move. In this talk, I will report a result on a variation of Jones polynomials by a forbidden detour move.

15:20 – 15:50 湯浅 亘 (東京工業大学大学院理工学研究科)

2 橋絡み目の $sl(3)$ 色付き Jones 多項式について

Kuperbeg によって定義された A_2 web space のスケイン関係式を用いて得られたスケイン加群に関する公式を紹介する。その応用例として、2 橋絡み目の $sl(3)$ 色付き Jones 多項式に関する公式を紹介する。

16:10 – 16:40 稲葉 和正 (東北大学大学院理学研究科)

Topology of the Milnor fibrations of polar weighted homogeneous polynomials

We study deformations of polar weighted homogeneous polynomials which are also polar weighted homogeneous polynomials. We describe a round handle decomposition of the Milnor fibration of a deformation of a polar weighted homogeneous polynomial concretely and give the number of round handles by the number of positive and negative components of the links of singularities appearing before and after the deformation.

16:50 – 17:20 福田 瑞季 (東北大学大学院理学研究科)

Branched twist spins and knot determinants from the point of view of representations

A branched twist spin is a 2-knot in the standard 4-sphere, and obtained from an 1-knot. For any 1-knot, it is known that the knot determinant detects the number of irreducible metabelian representations of the knot group into the special unitary group of degree 2. In this talk, I give a presentation of the knot group of a branched twist spin and show relations between the knot determinant and the number of irreducible metabelian representations.

17:30 – 18:00 丹下 基生 (筑波大学数理物質系)

Upsilon-invariants and Alexander polynomials of torus knots

We prove a formula of the Upsilon-invariant of (p, q) -torus knots by using the continued fraction of q/p . We also give generators in $C([0, 2])$ of the image of the concordance subgroup generated by torus knots.

12月21日(水)

9:30 – 10:00 瀧上 美規 (広島大学大学院理学研究科)

トーラス束と準トーラス束上の Sol 構造の具体的構成と対合の分類

アノソフモノドロミーを持つ円周上のトーラス束およびそれを二重被覆にもつ準トーラス束 (Sapphire space) は Sol 構造が入ることが知られている。この講演では, Sol 構造を具体的に構成した後, その等長変換群の決定と対合の分類に向けて行っている研究の途中経過報告を行う。なお, トーラス束上の対合は Sakuma [1985] により, 準トーラス束上の自由対合は Barreto-Goncalves-Vendruscolo [2016] により分類されているので, この研究が完成すれば, Sol 構造をもつ 3 次元多様体上の対合の完全な分類が得られる。

10:10 – 10:40 杉山 龍太郎 (信州大学大学院理工学系研究科)

曲線の和に関する Arnold 不変量の加法性

(一部 境 圭一氏 (信州大学) との共同研究)

本講演では, generic 平面閉曲線に対する generic homotopy 不変量である Arnold 不変量 St, J^\pm の加法性について述べる。Arnold は 2 つの閉曲線の連結和に関して, St, J^\pm が加法的であること, 連結和の一般化である strange sum に関して, St が加法的であることを示した。本講演では, strange sum を含む, 一般化された連結和に関して, St, J^\pm の公式を与える。この講演の一部は, 境圭一氏 (信州大学) との共同研究に基づく。

11:00 – 11:30 杉野 裕子 (広島大学大学院教育学研究科)

On shifted Q polynomials

結び目の Q 多項式に対して, 変数変換を行った shifted Q 多項式を定義する。もとの Q 多項式の最高次の係数が正のとき, shifted Q 多項式の係数はすべて正になると予想する。この予想を種数 1 の交代結び目に対して証明する。また, 11 交差点までのすべての結び目について予想を確認した。

11:40 – 12:10 植木 潤 (東京大学大学院数理科学研究科)

3次元多様体の主イデール群の幾何的解釈について

(Topological interpretation of principal ideles of 3-manifolds)

(新甫 洋史氏 (九州大学大学院数理学府) との共同研究)

3次元多様体のイデールの類体論の進展について解説する。これは局所理論を束ねて分岐アーベル被覆全体を記述する枠組みであり, 整数論における Artin-高木, Chevalley の理論の類似である。まず素数全体の集合の類似物である許容的絡み目の定義を改良し, ある種の関手性を担保する。次に新甫の主イデール群が 2 次相対ホモロジー群からイデール群への自然な射の像と一致することを示し, Mazur-Kapranov-Reznikov+森下の辞書の拡張を与える。

12:20 – 12:50 片山 拓弥 (広島大学大学院理学研究科)

An obstruction to the existence of embeddings between right-angled Artin groups

The right-angled Artin group on a finite graph Γ with the vertex set $V(\Gamma)$ and the edge set $E(\Gamma)$ is the group given by the following presentation, where we employ the convention opposite to the usual one:

$$G(\Gamma) = \langle v \in V(\Gamma) \mid [v_i, v_j] = 1 \text{ if } \{v_i, v_j\} \notin E(\Gamma) \rangle$$

The edgeless graph \overline{K}_n with n vertices is a well-known global obstruction in the following sense: for any finite graph Γ , $G(\overline{K}_n) (\cong \mathbb{Z}^n)$ can be embedded into $G(\Gamma)$ if and only if \overline{K}_n can be realized as a full subgraph of Γ . In this talk, I first introduce an obstruction theorem which generalizes this fact to linear forests. Then I demonstrate how to apply the theorem to concrete embedding problems of right-angled Artin groups. Finally I explain the proof of the theorem.

14:00 – 14:30 石地 知興 (東京工業大学大学院理工学研究科)

一般の閉曲面をファイバーとする 2次元ブレイドについて

2次元ブレイドとは $D_1^2 \times D_2^2$ にプロパーに埋め込まれ D_2^2 への射影が単純分岐被覆となっている境界が自明なコンパクト有向曲面である。この場合ファイバーは D_1^2 である。私はこれを、一般の閉曲面をファイバーとして持つものへと拡張した。私はこれを Σ -2次元ブレイドと呼んでいる。 Σ -2次元ブレイドには積が定義できる。非分岐な次数 m の Σ -2次元ブレイド全体はこの積に関して群をなし、それが Σ の m 点配置空間の 2次ホモトピー群と同型になることを示した。そして、 $\Sigma = S^2$ の場合に集中的に研究を行った。2次元ブレイドとしては同値ではないが、 S^2 -2次元ブレイドとしてみると同値になる対を構成した。次数が偶数の S^2 -2次元ブレイド上分岐する 2重分岐被覆をとると Lefschetz fibration が現れる。この Lefschetz fibration を用いることで、次数 $2m \geq 6$ の S^2 -2次元ブレイドの不変量を発見した。

14:40 – 15:10 村尾 智 (筑波大学大学院数理物質科学研究科)

ハンドル体結び目の (同辺) 結び目解消数と Alexander バイカンドルの G 族彩色

任意のハンドル体結び目は、そのスパインである空間 3 価グラフにおける交差交換と IH-変形により自明なハンドル体結び目に変形できることが知られている。このとき、自明なハンドル体結び目に変形するために必要な交差交換の最小回数をハンドル体結び目の結び目解消数という。また、この結び目解消操作において、交差交換を同じ辺同士に制限しても同様に自明なハンドル体に変形できることが知られており、この制限付きの結び目解消数を特に同辺結び目解消数という。本講演では Alexander バイカンドルの G 族彩色を用いることで、ハンドル体結び目の結び目解消数及び同辺結び目解消数を評価する方法を与える。

15:20 – 15:50 伊藤 昇 (東京大学大学院数理科学研究科)

Any nontrivial knot projection with no triple chords has a monogon or a bigon
(瀧村 祐介氏 (学習院中等科) との共同研究)

コード図とは偶数個の点が円周上に配置し、かつ、点は2個ずつペアになったもののことである。伝統的に、これらのペアはコードで結ばれる。例えばコード図として、円周上に6点があり、かつ2個ずつペアとなって3組をなしているものを考えるとする。円周上の6点があり、円周に沿ってABCABCといった形で読めるようにペアになっているコード図をトリプルコードと呼ぶ(ここでA, B, Cは組ごとに1つ勝手に与えたラベル達である)。よく知られているように、結び目の影 (knot projection) はコード図を与える。それは結び目の影を immersion の像として見たときは、交点達の逆像はコード図と見なすことができるからである。本講演では、「任意の交点を持つ結び目の影を与えるコード図が、もしトリプルコードを部分コード図として含まないならば、その結び目の影は1辺形もしくは2辺形を持つ」、このことを示す。また、この定理は応用があるので、それについても言及する。時間が許せば、本研究の背景についてコメントする。

16:10 – 16:40 瀧村 祐介 (学習院中等科)

32 equivalence relations on knot projections
(伊藤 昇氏 (東京大学) との共同研究)

球面上の knot projection における、射影された Reidemeister move RI, strong RII, weak RII, strong RIII, weak RIII を用いた同値関係を全て (32通り) 考え、どの同値関係が同じで、どの同値関係が異なるかを決定した。

16:50 – 17:20 直江 央寛 (東北大学大学院理学研究科)

Homology 4-balls with complexity zero and collapsing of shadows

We can represent every compact, oriented, smooth 4-manifold as a shadow. Costantino defined the shadow complexity of a 4-manifold, and the closed 4-manifolds with (special) shadow complexity zero have been completely classified by Costantino and Martelli. In this talk, we focus on the case of 4-manifolds with boundary, especially integral/rational homology 4-balls. We show that every integral homology 4-ball with shadow complexity zero is diffeomorphic to a 4-ball. We will also talk about a correspondence between shadows of rational homology 4-balls with shadow complexity zero and tree graphs.

17:30 – 18:00 野坂 武史 (九州大学数理学研究院)

べき単マグナス展開によるミルナー不変量
(小谷 久寿氏 (九州大学) との共同研究)

われわれは、ミルナー不変量を、群の中心拡大と冪単マグナス展開をもちいて、再構築した。それにより当不変量の図式計算方法を確立した。本講演ではその再構成と計算法を説明し、いくつか例示をする。この研究は九州大学の小谷久寿氏との共同研究である。

12月22日(木)

9:30 – 10:00 柳 宏和 (東北大学大学院理学研究科)

仮想トールス結び目の結び目解消数

標準的なトールス結び目図式の交差のいくつかを仮想交差に変えたものを仮想トールス結び目と呼ぶことにする。本講演では任意の overstrand 1つの上の交差を全て仮想交差にして得られる仮想トールス結び目について、その結び目解消数が標準的なトールス結び目の結び目解消数と等しくなることを紹介する。

10:10 – 10:40 吉原 和也 (九州大学数理学府)

Generating the mapping class group of a surface by torsion

曲面の写像類群はタイヒミュラー空間の理論や Lefschetz fibration の理論、代数幾何学で重要な役割を持っており、古くから様々な研究がされてきた。写像類群の生成系の研究は Dehn により開始され、Dehn twist により生成されることが知られている。Dehn twist ではない生成元を発見する研究もなされており、有限位数の元による生成系の研究は Brendle 氏、Farb 氏、Kassabov 氏や門田氏によって行われ普遍的な個数で生成できることが示されている。本講演では講演者などにより最近得られた有向・非有向曲面の写像類群の有限位数の元からなる生成系について紹介する。

11:00 – 11:30 岩切 雅英 (佐賀大学大学院工学系研究科)

ハンドル体結び目と partially multiplicative biquandle について

(石井 敦氏 (筑波大学), 鎌田 聖一氏 (大阪市立大学), Jieon Kim 氏 (大阪市立大学), 松崎 尚作氏 (早稲田大学), 大城 佳奈子氏 (上智大学) との共同研究)

本講演では、石井敦氏と Sam Nelson 氏によって導入された partially multiplicative biquandle を簡明な形で再定義する。partially multiplicative biquandle は、ハンドル体結び目の semi-arc に対する彩色の不変量を定義するために partially multiplication を付加した普遍的な biquandle である。また、いくつかの partially multiplicative biquandle を紹介する。

11:40 – 12:10 畠山 えりか (広島大学大学院理学研究科)

交代絡み目の二重分岐被覆に関する Greene の予想へのアプローチ

同相な二重分岐被覆を持つ2つの絡み目に対し、それらは共に交代的であるか、または共に非交代的であるという Greene の予想がある。本講演では、Boileau により示唆された π -hyperbolic 結び目に対する Greene の予想解決のアイデアを紹介し、そのアイデアに従った研究に関する経過報告を行う。

12:20 – 12:50 境 圭一 (信州大学理学部)

The space of short ropes and the classifying space of the space of long knots
(Joint work with Syunji Moriya (Osaka Prefecture University))

Jacob Mostovoy (2002) has introduced the space B of “short ropes” and proved that $\pi_1(B)$ is isomorphic to the group completion of the monoid of isotopy classes of (long) knots. Mostovoy has then raised a conjecture that B is the classifying space of the space of long knots. We prove affirmatively this conjecture. This is joint work with Syunji Moriya (Osaka Prefecture University).

14:00 – 14:30 井上 侑平 (東北大学大学院情報科学研究科)

Thompson's F and links

2013年, 四色定理は Thompson's F と呼ばれる群の元から構成されるグラフの彩色問題と同値であることが Bowlin 氏と Brin 氏によって示された。また 2015 年に東北大学で開催された高木セミナーにて, Jones 氏が Thompson's F から全ての link が構成できることを話された。我々は Thompson's F とその彩色の組から Jones 氏とは異なる方法で link を構成し, 更にその方法で全ての link が構成されることを示した。今回は Thompson's F と四色定理の関係の背景と, 具体的に link の構成法を紹介する。

14:40 – 15:10 Jieon Kim (Osaka City University, JSPS)

Biquandle cocycle invariants from marked graphs

(Joint work with S. Kamada, A. Kawauchi, and S.Y. Lee)

A quandle is a set equipped with a binary operation satisfying certain axioms derived from the Reidemeister moves in knot theory. Quandle homology and cohomology theories have been studied extensively in recent years. L.H. Kauffman and D.E. Radford introduced a generalization of quandles, called biquandles and J.S. Carter, M. Elhamdadi and M. Saito defined a (co)homology theory and cocycle invariants for biquandles. J.S. Carter, S. Kamada and M. Saito defined shadow quandle colored diagrams and shadow quandle cocycle invariants of oriented links and surface-links. Surface-links are represented by broken surface diagrams and marked graph diagrams. In this talk, we'd like to introduce shadow biquandle colorings of oriented broken surface diagrams and those of oriented marked graph diagrams, and describe shadow biquandle cocycle invariants of oriented surface-links via broken surface diagrams and marked graph diagrams. This is a joint work with S. Kamada, A. Kawauchi, and S.Y. Lee.

15:20 – 15:50 酒井 健 (日本大学文理学部自然科学研究所)

ザイフェルト手術への古典的不変量の応用

(門上 晃久氏 (金沢大学), 圓山 憲子氏 (武蔵野美術大学) との共同研究)

以下の論文の要点を紹介し, 関連する話題について述べる。

1. T. Kadokami, Reidemeister torsion of Seifert fibered homology lens spaces and Dehn surgery, *Algebr. Geom. Topol.*, (2007), 1509–1529.
2. T. Kadokami, N. Maruyama and T. Sakai, Seifert surgery on knots via Reidemeister torsion and Casson-Walker-Lescop invariant, *Top. And Appl.*, 188 (2015), 64–73.
3. T. Kadokami, N. Maruyama and T. Sakai, Seifert surgery on knots via Reidemeister torsion and Casson-Walker-Lescop invariant II, *Osaka J. M.* (2016).

16:10 – 16:40

Nafaa Chbili (United Arab Emirates University)

Characterization of quasi-alternating links

(Joint work with Kalid Kazaqzeh (Kuwait University))

Quasi-alternating links represent a natural generalization of the well-known class of alternating links. They have been introduced recently by Ozsváth and Szabó in their paper about the Heegaard-Floer homology of branched double-covers. The main feature of this new class of links is that they share the same homological properties with alternating links. However, unlike the latter which admit a direct diagrammatic definition, quasi-alternating links are defined in a recursive way.

The recursive definition of quasi-alternating links involves the local relations that appear in the definition of the Kauffman bracket polynomial. Hence it suggests that quantum invariants of links might be a useful tool in the characterization of this class of links. The main purpose of this talk is to introduce an obstruction criterion for quasi-alternating links which states that the Brandt-Lickorish-Millet polynomial of any quasi-alternating link is less than its determinant. This inequality has been applied to rule out the possibility of being quasi-alternating to a large number of knots and links. In particular, it was used to prove that there are only finitely many Kanenobu knots which are quasi-alternating. This result was improved by Teragaito, who also extended our work to the two-variable Kauffman polynomial.

16:50 – 17:20 谷山 公規 (早稲田大学教育学部)

Stick number of tangles

(Joint work with Youngsik Huh (Hanyang University)

and Jung Hoon Lee (Chonbuk National University))

We consider n -string tangles in the unit 3-ball \mathbb{B}^3 made of finitely many straight line segments. Given a sequence of natural numbers a_1, \dots, a_n , we completely answer whether or not there exists a nontrivial n -string tangle $T = t_1 \cup \dots \cup t_n$ in \mathbb{B}^3 such that t_i is made of exactly a_i straight line segments for each $i \in \{1, \dots, n\}$. This is a joint work with Youngsik Huh (Hanyang University) and Jung Hoon Lee (Chonbuk National University).

12月23日(金)

9:30 – 10:00 鈴木 心之助 (名城大学大学院理工学研究科)

$\pi_1(\Sigma_2 K)$ 固有の $SL_2(C)$ -表現と Ng 予想の反例について

(長郷 文和氏 (名城大学) との共同研究)

プレプリント [F. Nagasato: Trace-free characters and abelian knot contact homology I, preprint] において, 結び目 K の幽霊指標という概念を用いて, 以下2つの条件が与えられている。

1. K の次数0可換ノットコンタクトホモロジー $HC_0^{ab}(K)$ と K で分岐する3次元球面の二重分岐被覆 $\Sigma_2 K$ の指標多様体 $X(\Sigma_2 K)$ との関係についての Ng 予想が成立しない条件,

2. 論文 [F. Nagasato-Y. Yamaguchi: On the geometry of the slice of trace-free $SL_2(C)$ -characters of a knot group, Math. Ann.354 (2012), 967-1002] で与えられたトレースフリー断面 $S_0(K)$ から $X(\Sigma_2 K)$ への写像 $\hat{\Phi}: S_0(K) \rightarrow X(\Sigma_2 K)$ が全射にならない条件

この講演では, ある結び目 K について基本群 $\pi_1(\Sigma_2 K)$ の $SL_2(C)$ -表現を実際に計算し, その $SL(2, C)$ -表現と幽霊指標についての関係から $\pi_1(\Sigma_2 K)$ 固有の $SL_2(C)$ -表現を与え, 上記条件を用いて, Ng 予想の反例と $\hat{\Phi}$ が全射にならない例を挙げる。この研究は長郷 文和氏 (名城大学) との共同研究である。

10:10 – 10:40 日浦 涼太 (広島大学大学院理学研究科)

強可逆結び目の不変ザイフェルト曲面

周期結び目に対して, 周期写像で不変な最小種数ザイフェルト曲面が存在することが Edmonds により示された。一方, 強可逆結び目に対しては, 対合で移り合う互いに交わらない最小種数ザイフェルト曲面の組が存在することが Tollefson により示されている。本講演では, 次の結果を発表する。(a) 与えられた強可逆結び目に対して, 対合で不変なザイフェルト曲面を構成するアルゴリズム。(b) 強可逆結び目の族で, 対合で不変なザイフェルト曲面の最小種数と結び目の種数との差がいくらでも大きくなるようなものの存在。

11:00 – 11:30 阪田 直樹 (広島大学大学院理学研究科)

Veering triangulations of mapping tori of some pseudo-Anosov maps arising from Penner's construction

Agol proved that every pseudo-Anosov mapping torus of a surface, punctured along the singular points of the stable and unstable foliations, admits a canonical “veering” ideal triangulation. In this talk, I will describe the veering triangulations of the mapping tori of some pseudo-Anosov maps arising from Penner's construction.

11:40 – 12:10 久野 恵理香 (東京工業大学大学院理工学研究科)

Abelian subgroups of the mapping class groups for non-orientable surfaces

Birman-Lubotzky-McCarthy proved that any abelian subgroup of the mapping class groups for orientable surfaces is finitely generated. We apply Birman-Lubotzky-McCarthy's arguments to the mapping class groups for non-orientable surfaces, and especially for any torsion-free subgroup of the mapping class groups we find a finitely generated group which is isomorphic to it.

12:20 – 12:50 吉田 はん (群馬高専一般教科 (自然))

双曲 3次元多様体の通約可能性と体積

2つの双曲多様体が共通の有限被覆を持つときこの2つの双曲多様体は通約可能であるという。この講演では M_1 が向きづけ可能なカスプ付き非数論的雙曲 3次元多様体, M_2 が向きづけ可能な完備雙曲 3次元多様体で $0 < |vol(M_1) - vol(M_2)| < v_0/4$ ならば M_1 と M_2 は通約可能でないことを証明する。(ここで v_0 は regular ideal tetrahedron の体積。) M_1 が閉雙曲 3次元多様体のときも同様の結果が得られることも証明する。