

トポロジ的グラフ理論の 総合的研究

(課題番号：05302006)

平成6年度科学研究費(総合研究(A))

研究成果報告書

平成7年3月

研究代表者 鈴 木 晋 一
(早稲田大学教育学部教授)

研究組織

研究代表者	鈴木 晋 一	早稲田大学教育学部教授
研究分担者	樹 下 真 一	関西学院大学理学部教授
	小 林 一 章	東京女子大学文理学部教授
	津久井 康 之	専修大学経営学部助教授
	池 田 裕 司	神戸大学理学部教授
	山 下 正 勝	東洋大学工学部教授
	渋谷 哲 夫	大阪工業大学工学部助教授
	横 山 和 夫	上智大学理工学部助手
	石 井 一 平	慶應義塾大学理工学部助教授
	相 馬 輝 彦	東京電機大学理工学部助教授
	河 野 正 晴	神戸大学理学部助教授
	根 上 生 也	横浜国立大学教育学部助教授
	作 間 誠	大阪大学理学部助教授
	森 元 勘 治	拓殖大学工学部助教授
	原 正 雄	東海大学理学部講師
	谷 山 公 規	東京女子大学文理学部講師

研究経費

平成5年度	3、300千円
平成6年度	2、800千円
計	6、100千円

はじめに

トポロジ的グラフ理論のスタートは、いわゆる四色問題から始まったと言える。グラフを平面に埋め込み、その際そのグラフによって分割される領域を、境界を共有する領域には異なる色が塗られるように、四色で塗り分けることができるか？という問題（予想）であった。この問題は自然に平面から一般の曲面の上のグラフへと拡張され、グラフはどんな曲面上に埋め込まれるか？と言うようなトポロジーと結び付いた新しい問題を生み出し、グラフ理論の内容を豊にしてきた。

一方、グラフは何時でも3次元空間には簡単に埋め込むことができる。ところが、この埋め込みの方法は極めて多様であり、数学的な取扱いが難しく、1970年代までは際立った成果は見られなかった。唯一、1920年代の Alexander による、任意の3次元閉多様体は3次元球面のグラフ上で分岐する分岐被覆空間として得られる（その後、Lickorish や Montesinos 等によって整理された）という結果があるだけであった。このような状況の中で、樹下真一（分担者）や鈴木晋一（代表者）が結び目の一般化として細々と研究を続けていた。

1980年代に入って、Sacks と Conway-Gordon により、6頂点完全グラフの空間内の埋め込みには必ず非自明な絡み目が含まれていること、また7頂点完全グラフの空間内の埋め込みには必ず非自明な結び目が含まれていることが示され、グラフの組合せ的構造と結び付いた新しい成果が得られた。

また、高分子化学において位相幾何学的に興味深い分子構造式をもつ分子が次々と合成されるようになり、分子生物学において結び目になっているような環状DNAが人工的に造られるようになり、chirality の判定問題を中心に、結び目理論が高分子の構造や機能の研究に応用されるようになってきた。さらに、逆にこれらの分野からの要請に刺激されて新しい空間グラフの研究も芽生え始めた。

さらに、Jones 多項式に始まって、結び目・絡み目の新しい多項式不変量が多数誕生したが、統計力学に根ざすものが無限に見つかり、これらは空間グラフにまで色々な形で一般化されている。

こうして、1980年代から空間グラフの理論は急速に進歩・発展している。このような潮流の中で、この研究成果報告書に見られる如く、日本のトポロジ的グラフ理論の研究は、結び目理論研究者を中心に、多くのまた本質的な成果を挙げている。

研究発表

著書，発表論文，口頭発表は，個人別，氏名アルファベット順に記載してある．

浅野 考平 Asano, Kohei (関西学院大学理学部)

発表論文

- [1] On the thickness of graphs with genus 2, *Ars Combinatorica*, to appear.
種数 2 のグラフの厚さは 3 以下であることを証明した．
- [2] Maximum independent set of graphs on the surface, preprint.
曲面上に埋め込まれたグラフの最大独立点集合を求める近似アルゴリズムを構成した．

口頭発表

- [1] (with 古堅真彦) 非交差線分列挙アルゴリズムについて，名古屋大学「情報処理学会アルゴリズム研究会」，1993年5月28日．
- [2] 多角形結び目の射影について，横浜国立大学「位相幾何学的グラフ理論」，1993年11月9日．
- [3] (with 富原政則) 空間内の直線の集合と多角形結び目の射影，横浜国立大学「位相幾何学的グラフ理論」，1994年11月11日．

遠藤 敏喜 Endo, Toshiki (早稲田大学理工学部)

発表論文

- [1] (with T.Otsuki)

Notes on spatial representations of graphs, Hokkaido Math.J.,
23, 383-398(1994).

完全グラフの最小シートでの本綴じ埋め込みは, 3次元空間で考えると, シートの交換とバインダーを固定した空間のイソトピーの下では一意であること等を証明した.

- [2] Thepagenumber of toroidal graphs is at most seven, preprint.
トロイダルグラフのページ数は高々7であるという予想を肯定的に証明した.

口頭発表

- [1] Circular embeddings of planar graphs on the torus. 横浜国立大学「位相幾何学的グラフ理論研究集会」, 1994年11月12日.

合田 洋 Goda, Hiroshi (東京理科大学理工学部)

発表論文

- [1] On handle number of Seifert surfaces in S^3 , Osaka J.Math.,30,
68-80(1993).

Heegaard 分解の cancelling disk に関するある命題を示し, その応用として, handle number に関するある定理を示した. それによって, 10 交点以下の素な結び目の最小種数 Seifert 膜の handle number を完全に決定した.

- [2] A construction of taut sutured handlebodies which are not disk decomposable, Kobe J.Math., to appear.

種数2の taut sutured handlebody で disk decomposable でないものを無限個構成した.

口頭発表.

- [1] 結び目の最小種数サイフェルト膜に付随する finite depth foliation と Heegaard 分解, 信州大学「第40回トポロジーシンポジウム」, 1993年7月22日.

- [2] A construction of taut sutured handlebodies which are not

- disk decomposable, 大阪府立大学「日本数学会1993 年度秋季総合分科会」, 1993年9月29日.
- [3] Sutured Manifolds の最近の話題から, 東京女子大学「低次元トポロジーセミナー」, 1994年5月28日.
- [4] θ -curve の bridge number について, 加太国民休暇村研修センター「結び目の代数と位相と幾何」, 1994年10月12日.

原 正雄 Hara, Masao (東海大学理学部)

発表論文

- [1] Q-polynomial of pretzel links, Tokyo J.Math., 16, 183-190 (1993).
- [2] (with Y.Ohyama and S.Yamashita)
On the linear vertex-arboricity of a surface, J.Comb.Math.& Comb.Computing, to appear.

張替 俊夫 Harikae, Toshio (関西学院大学理学部)

発表論文

- [1] (with Y.Uchida)
Irregular dihedral branched covering of knots, Proc.NATO ASI on Topics in Knot Theory (ed.M.E.Bozhuyuk), Kluwer Academic Publishers, 269-276(1993).
結び目の補空間の基本群の p 次の二面体群への表現を調べ, $p = 5$ の場合の表現に付随する分岐被覆空間と二重分岐被覆空間のホモロジー群との間の関係を調べた.
- [2] On the triviality of spatial theta-curves and handcuff graphs, Proc.Appl.Math.Workshop(eds. K.H.Ko and G.T.Jin), KAIST, 13-19(1994).
空間グラフ, 特に θ -曲線および手錠型グラフが自明となる(空間内の球面にのせることができる)ための必要条件および十分条件を求

めた.

口頭発表

- [1] On the triviality of spatial theta-curves and related topics,
早稲田大学学術情報センター「結び目と高分子科学」, 1993年12月
25日.
- [2] On the triviality of spatial theta-curves and handcuff gra-
phs, 韓国大田 (KAIST) 「第3回日韓セミナー」, 1994年2月21日.
- [3] On the triviality of spatial theta-curves and handcuff gra-
phs, 神戸大学「日本数学会 1994 年度年会」, 1994年4月2日.

林 忠一郎 Hayashi, Chuichiro (東京大学数理科学研究科)

発表論文

- [1] (with M.Wada)
Constructing links by plumbing flat annuli, J. Knot Theory
and its Ramifications, 2, 427-429(1993).
全ての絡み目は, flat annuli を plumbing してできる曲面の境界
として得られることを示した.
- [2] The finiteness of the number of minimal Seifert surfaces up
to homeomorphisms, Kobe J.Math., 10, 79-105(1993).
各結び目について, その最小種数の Seifert surfaces の同相類は
高々有限個であることを示した.
- [3] On parallelism of strings in tangles, Topology and its Appl.,
to appear.
タングル内の2本のひもが平行であるための必要十分条件を与えた.
- [4] Links with alternating diagrams on closed surfaces of posit-
ive genus, Math.Proc.Camb.Phil.Soc., to appear.
絡み目の diagrams を種数が正の曲面上で考えて, そこに alter-
nating diagrams を持てば, その絡み目はほとんどの場合, prime
かつ simple であることを示した.
- [5] (with K.Motegi)

Only single twist for unknots can produce composite knots,
preprint.

自明な結び目を twisting して得られる結び目は、ほとんどの場合
prime であることを示した。

- [6] On parallelism of more than two strings in tangles, preprint.
タングル内の任意本のひもが平行であるための必要十分条件を与えた。

- [7] Dehn surgery and essential annuli, preprint.
essential annulus を含む 3 次元多様体の中の結び目に沿った Dehn
surgery によって得られた多様体が, essential annulus を含むこ
とはめずらしいことを示した。

- [8] (with K.Motegi)
Dehn surgery on knots in solid tori creating essential annu-
li, preprint.
輪環体内の結び目に沿った Dehn surgery によって得られる多様体
が essential annulus を含むことはめずらしいことを示した。

口頭発表

- [1] Links with alternating diagrams on closed surfaces of posit-
ive genus, 加太国民休暇村研修センター「結び目の研究」, 1993年
10月15日.
- [2] (with 茂手木公彦) On single twist on unknots can produce co-
mposite knots, 津田塾大学「低次元多様体のトポロジーと結び目
理論」, 1993年3月7日.
- [3] On parallelism of more than two strings in tangles, 加太国民
休暇村研修センター「結び目の代数と位相と幾何」, 1994年10月
13日.

今井 淳 Imai, Jun (東京都立大学理学部)

発表論文

- [1] Energy functions of knots II, Topology and its Appli., to

appear.

- [2] Critical knots of the knot energy, preprint.

口頭発表

- [1] 結び目のエネルギー（その2），大阪府立大学「日本数学会1993年度秋季総合分科会」，1993年9月27日．
- [2] 結び目のエネルギー（その2），加太国民休暇村研修センター「結び目の研究」，1993年10月13日．
- [3] 空間曲線の幾何学的量，早稲田大学学術情報センター「結び目と高分子科学」，1993年12月24日．
- [4] 結び目のエネルギー（曲率と最小元の存在について），東京工業大学「日本数学会1994年度秋季総合分科会」，1994年9月28日．

鎌田 聖一 Kamada, Seiichi （大阪市立大学理学部）

発表論文

- [1] A characterization of groups of closed orientable surfaces in 4-space, Topology and its Appl., to appear.
4次元空間に埋め込まれた有向閉曲面は2次元閉ブレイドに変形できることを示し，それによって，2次元絡み目群の特徴付けを与えた．
- [2] 2-dimensional braids and chart descriptions, Proc. NATO-ASI on Topics in Knot Theory (ed.M.E.Bozhuyuk), Kluwer Academic Publishers,(1993).
- [3] Alexander's and Markov's theorems in dimension four, preprint.
- [4] Generalized Alexander's and Markov's theorems in dimension four, preprint.
2次元ブレイドと2次元絡み目において，Alexander と Markov の定理の類似が成立することを示した．
- [5] Non-simple braids surfaces and braid isotopies, preprint.

口頭発表

- [1] 曲面の埋め込みに関する Alexander と Markov の定理について,
大阪府立大学「日本数学会 1993 年度秋季総合分科会」,1993年9月
27日.
- [2] 2次元ブレイドのマルコフ定理, 大阪商工会議所賢島研修センター
「位相不変量とその関連」, 1993年10月25日.
- [3] 曲面の埋め込みとブレイド表示について, 広島大学「4次元多様体
の諸構造と曲面の埋め込み」, 1993年10月29日.
- [4] Survey on 2-dimensional braids, 愛媛大学「第41回トポロジー
シンポジウム」, 1994年7月22日.
- [5] On 3-braid 2-knots, 津田塾大学「4次元多様体とその周辺」,
1995年3月22日.

金信 泰造 Kanenobu, Taizou (大阪市立大学理学部)

発表論文

- [1] (with T.Sumii)
Polynomial invariants of 2-bridge knots through 22 crossings,
Math.Computation, 60, 771-778(S17-S28)(1993).
交点数が 22 までの 2 橋結び目について, その homfly, Jones, Co-
nway, Q, Kauffman 多項式を計算して, それらの多項式不変量のう
ちで同じものをもつような対をすべてリストアップし, その実験結
果により種々の問題点を提起した.
- [2] (with K.Kazama)
The peripheral subgroup and the second homology of the group
of a knotted torus in S^4 , Osaka J.Math., to appear.
4次元球面に埋め込まれたトーラスの補空間の基本群の2次元ホモ
ロジー群とペリフェラル部分群の間にはある関係があるが, 逆にそ
の関係を満たすようなトーラスを部分的に実現した.
- [3] The Homfly and the Kauffman bracket polynomials for the gen-
eralized mutant of a link, Topology and its Appl., to appear.
結び目・絡み目のミュータントの一般化を定義して, この場合にも

カウフマンのブラケット多項式，従って，ジョーンズ多項式，あるいは，Homfly 多項式が等しくなるような結び目を数多く構成できることを示した．但し，一般に Q 多項式は等しくない．

- [4] Weak unknotting number of a composite 2-knot, preprint.

2次元結び目の結び目解消数を代数的に考えると，弱結び目解消数が定義される．結び目解消数は連結和に関して加法的ではないことが知られているが，弱結び目解消数について，さらに強く，次のようなことを示した．任意の自然数 n に対して， n 個の弱結び目解消数が 1 の 2次元結び目で，これらの連結和の弱結び目解消数が再び 1 になるようなものが存在する．

口頭発表

- [1] Alexander polynomials of unlinking number one links, 大阪市立大学文化交流センター「The 2nd Japan-Korea Seminar of Knots and Links」, 1993年8月4日．
- [2] 絡み目解消数 1 の絡み目のアレキサンダー多項式, 大阪府立大学「日本数学会 1993 年度秋期総合分科会」, 1993年9月27日．
- [3] 2次元結び目の弱結び目解消数, 神戸大学「日本数学会 1994 年度年会」, 1994年4月2日．
- [4] 向きの付いていない絡み目の Vassiliev 不変量, 東京工業大学「日本数学会 1994 年度秋期総合分科会」, 1994年9月28日．
- [5] Vassiliev-type invariant of a θ -curve, 加太国民休暇村研修センター「結び目の代数と位相と幾何」, 1994年10月11日．
- [6] 空間グラフの Vassiliev 型不変量, 早稲田大学学術情報センター「空間グラフとその応用」, 1994年12月19日．

金戸 武司 Kaneto, Takeshi (筑波大学数学系)

発表論文

- [1] (with K.Inoue)

A Jones type invariant of links in the product space of a surface and the real line, J.Knot Theory and its Ramificati-

ons, 3, 153-161(1994).

口頭発表

- [1] (with 井上芳里) A Jones type invariant of links in the product space of a surface and the real line, 早稲田大学学術情報センター「結び目と高分子科学」, 1993年12月23日.
- [2] (with 井上芳里) A Jones type invariant of links in the product space of a surface and the real line, 東京工業大学「日本数学会 1994 年度秋季総合分科会」, 1994年9月28日.

河内 明夫 Kawauchi, Akio (大阪市立大学理学部)

発表論文

- [1] Almost identical imitations of $(3,1)$ -dimensional manifold pairs and the manifold mutation, J.Austral.Math.Soc.(Ser.A), 55, 100-115(1993).
($3,1$)次元多様体対の位相的概同型イミテーションの理論で, (多様体の意味で) 互いにミュータントであるものを任意有限個構成した.
- [2] Introduction to topological imitations of $(3,1)$ -dimensional manifold pairs, in : Topics in Knot Theory, Kluwer Academic Publishers, 69-83(1993).
($3,1$)次元多様体対の位相的概同型イミテーションの理論について, その基礎理論を紹介している.
- [3] Topological imitation, mutation and the quantum $SU(2)$ invariants, J.Knot Theory and its Ramifications, 3, 25-39(1994).
任意有限個の有限群が与えられたとき, $SU(2)$ 不変量, η 不変量, Chern-Simons 不変量を同時に不変にするような, 互いに異なる 3 次元多様体で, それらの等長変換群が与えられた群となっているものを構成した.
- [4] On coefficient polynomials of the skein polynomial of an oriented link, Kobe J.Math., 11, 49-68(1994).
スケイン多項式のある係数多項式の性質を調べた.
- [5] A survey of topological imitations of $(3,1)$ -dimensional man-

ifold pairs, in : Proc.Appl.Math.Workshop vol.4 (eds.K.H.Ko and G.T.Jin), KAIST Korea, 43-52(1994).

[6] (with J.A.Hillman)

Unknotting orientable surfaces in the 4-sphere, J.Knot Theory and its Ramifications, to appear.

4次元球面内の連結有向閉曲面についての位相的 unknotting 予想を解決した.

[7] Splitting a 4-manifold with infinite cyclic fundamental group, Osaka J.Math., to appear.

無限巡回群を基本群にもつ4次元連結有向多様体は, $S^1 \times S^3$ とある単連結多様体の連結和に同相になることを示した.

[8] Mutative hyperbolic homology 3-spheres with the same Floer homology, preprint.

$SU(2)$ 不変量, η 不変量, Chern-Simons 不変量, 等長変換群, Floer homology を同時に不変にするような,互いに異なる3次元双曲的ホモロジー球面を, 任意有限個構成した.

口頭発表

[1] (with J.A.Hillman) Unknotting orientable surfaces in 4-sphere, 大阪府立大学「日本数学会 1993 年度秋期総合分科会」, 1993年9月27日.

[2] Mutative hyperbolic homology 3-spheres with the same Floer homology, 大阪商工会議所賢島研修センター「位相不変量とその関連」, 1993年10月24日.

[3] Slice knots and the Floer homology, 大阪商工会議所賢島研修センター「Art of low dimensional topology」, 1994年11月10日.

茅嶋 孝大 Kayashima, Takahiro (九州大学数理科学研究科)

発表論文

[1] Construction of compact 4-manifolds with infinite cyclic fundamental group, preprint.

閉3次元多様体とエルミート形式を与え、それぞれを境界，交叉形式にもつ4次元多様体の構成法を示した．

口頭発表

- [1] On compact 4-manifolds with infinite cyclic fundamental groups, 津田塾大学「低次元多様体のトポロジーと結び目理論」, 1994年3月9日．
- [2] Construction of 4-manifolds with $\pi_1 = \mathbb{Z}$, 大阪商工会議所賢島研修センター「Art of low dimensional topology」, 1994年11月7日．
- [3] Spin cobordism of homology handles, 早稲田大学学術情報センター「空間グラフとその応用」, 1994年12月19日．

樹下 真一 Kinoshita, Shin'ichi (関西学院大学理学部)

発表論文

- [1] On the three-fold irregular branched coverings of spatial four-valent graphs and its applications, J.Math.Chem., 14, 47-55(1993).

口頭発表

- [1] (with J.Mikasa)
On projections of spatial polygonal theta-curves, Columbia, SC, USA, Spring Topology Conference, 1993年3月11日．
- [2] (with J.Mikasa)
Spatial θ -curve の projection について, 大阪府立大学「日本数学会 1993 年度秋季総合分科会」, 1993年9月27日．

小林 一章 Kobayashi, Kazuaki (東京女子大学文理学部)

著書

[1] (with 石井一平)

数学概説, 培風館, 1993.

[2] 空間グラフの理論, 培風館, 1995.

発表論文

[1] (with C.Toba)

Topological symmetry group of spatial graphs, Proc.TGRC-KOSEF, 4, 153-171(1993).

[2] Book presentation and local unknottedness of spatial graphs, Kobe J.Math., 10, 161-171(1993).

小林 雅子 Kobayashi, Masako (大阪市立大学理学部)

発表論文

[1] Finite group actions on rational homology 3-spheres with 0-dimensional singular set, preprint.

3次元有理ホモロジー球面上に有限群が作用しており, その群の自明でない各元に対する固定点集合が空襲号または孤立点集合であったならば, その群は位数2の巡回群であることを示した.

口頭発表

[1] Finite group actions on rational homology 3-spheres with 0-dimensional singular set, 大阪府立大学「日本数学会 1993 年度秋季総合分科会」, 1993年9月27日.

[2] (with 小林毅) On canonical genus and free genus of knot, 東京工業大学「日本数学会 1994 年度秋季総合分科会」 1994年9月27日.

[3] Group actions on 3-manifolds, 東京女子大学「低次元トポロジーセミナー」, 1994年1月8日.

[4] Finite group actions on 3-manifolds containing orientation reversing elements, 東京工業大学「日本数学会 1994 年度秋季総合分科会」, 1994年9月27日.

[5] Free genus of a knot, 加太国民休暇村研修センター「結び目の代

数と位相と幾何」，1994年10月12日．

小林 毅 Kobayashi, Tsuyoshi (奈良女子大学理学部)

発表論文

[1] (with H.Nishi)

A necessary and sufficient condition for a 3-manifold to have genus g Heegaard splitting, Osaka J.Math., to appear.

[2] A construction of arbitrarily high degeneration of tunnel number of knots under connected sum, J.Knot Theory and its Ramifications, to appear.

口頭発表

[1] Hyperbolic knots which do not admit depth 1 foliations(A negative answer to a question of Cantwell-Conln), 大阪府立大学「日本数学会 1993 年度秋季総合分科会特別講演」,1993年9月27日.

[2] 結び目の Depth について, 加太国民休暇村研修センター「結び目の研究」, 1993年10月14日.

[3] (with 小林雅子) On canonical genus and free genus of knot, 東京工業大学「日本数学会 1994 年度秋季総合分科会」,1994年9月27日.

[4] 結び目の thin position について, 大阪商工会議所賢島研修センター「Art of Low Dimensional Topology」, 1994年11月9日.

前原 潤 Maehara, Hiroshi (琉球大学教育学部)

発表論文

[1] (with I.Barany and P.Frankl)

Reflecting a triangle in the plane, Graphs and Combinatorics, 9, 97-104(1993).

[2] (with M.Deza)

Projecting a simplex onto another one, European J. Combinatorics,

- [3] Why is P^2 not embeddable in R^3 ?, Amer. Math. Monthly, to appear.
- [4] (with P. Frankl and J. Nakashima)
On a section of convex polyhedron, preprint.
- [5] An extremal problem for arrangements of great circles, Math. Japonica, to appear.

口頭発表

- [1] Projecting a simplex onto another one, 大阪府立大学「日本数学会 1993 年度秋季総合分科会」, 1993年9月27日.
- [2] Lattice angle について, 横浜国立大学「位相幾何学的グラフ理論研究集会」, 1993年11月8日.
- [3] On \sqrt{Q} -distances, 東京工業大学「日本数学会 1994 年度秋季総合分科会」, 1994年9月27日.
- [4] Geometric applications of β -distribution, 横浜国立大学「位相幾何学的グラフ理論」, 1994年11月10日.

牧野 慶吾 Makino, Keigo (N T T 通信網研究所)

発表論文

- [1] (with S. Suzuki)
Sufficiently decomposable surfaces in the 3-sphere, Yokohama Math. J., 42, 95-102(1994).
3次元球面内に埋め込まれた種数 n の閉曲面が n 個の種数 1 の閉曲面に素分解されるための十分条件を証明し, 津久井予想を肯定的に解決した.
- [2] (with S. Suzuki)
Notes on neighborhood congruence of spatial graphs, 早稲田大学教育学部学術研究数学編, 43, 13-18(1994).
空間グラフの近傍同型と空間内でのグラフの edge-sliding の関係

を考察した.

丸本 嘉彦 Marumoto, Yoshihiko (大阪産業大学教養部)

発表論文

- [1] Infinitely many prime equatorial knots of a ribbon 2-knot,
大阪産業大学論集自然科学編, 94, 21-26(1993).
任意の 2-knot に対して, その equatorial knots で prime なもの
が無限個存在することを示した.
- [2] Ribbon knots and theta-curves, In : Proc.Appl.Math.Workshop
vol.4 (eds.K.H.Ko and G.T.Jin), KAIST Korea, 103-108(1994).
- [3] Ribbon knots and invariants of theta-curves, J.Knot Theory
and its Ramifications, to appear.
2重分岐被覆空間を用いて θ -curves の不変量を定義し, それがり
ボン結び目のリボン表示の分類に有効であることを示した.
- [4] (with Y.Uchida and T.Yasuda)
Motions of links, and ribbon knots, preprint.
自明な絡み目の motion group について, 一般次元への拡張を試み
た. これにより, handcuff graph の分類のために有効な不変量が
得られた.

宮内 美樹 Miyauchi, Miki (NTT基礎研究所)

発表論文

- [1] Algorithms for embedding graphs into 3-page book, In : ALCOM
International Workshop on Graph Drawing (Paris), 51-52(1993).
- [2] Topological Ramsey theorem for complete bipartite graphs, J.
Comb.Theory B, 62, 164-179(1994).
- [3] An $O(mn)$ algorithm for embedding graphs into a 3-page book,
IEICE Trans.Fundamentals, vol.E77-A, 1-9(1994).
- [4] Complete bipartite graphs in R^3 with knotted circles or li-

nked families of disjoint circles, preprint.

宮崎 桂 Miyazaki, Katura (東京電機大学工学部)

発表論文

- [1] The cobordism group of theta curve is not abelian, Tokyo J. Math., 17, 165-169(1994).
- [2] (with A.Yasuhara)
Knots that cannot be obtained from a trivial knot by twisting, Contemporary Math., 164, 139-150(1994).
- [3] Band sums of links which yield prime knots, preprint.
- [4] (with A.Yasuhara)
Generalized #-unknotting operations, preprint.
- [5] (with K.Motegi)
Producing Seifert fibred spaces by surgery in a knot, preprint.
- [6] (with K.Motegi)
Seifert fibred manifolds and Dehn surgery, preprint.

口頭発表

- [1] (with 茂手木公彦) 結び目の Dehn 手術と Seifert 多様体, 大阪府立大学「日本数学会 1993 年度秋季総合分科会」, 1993年9月27日.
- [2] (with 茂手木公彦) Producing Seifert fibred spaces by surgery in a knot, 加太国民休暇村研修センター「結び目の研究」, 1993年10月13日.
- [3] (with 茂手木公彦) Seifert fibred manifolds and Dehn surgery, 東京工業大学「Symposium on Geometry of 3-manifolds and Fundamental Groups」, 1994年2月9日.
- [4] (with 茂手木公彦) Seifert fibred manifolds and Dehn surgery, 大阪商工会議所研修センター「Art of Low Dimensional Topology」 1994年11月8日.

宮澤 康行 Miyazawa, Yasuyuki (山口大学理学部)

発表論文

- [1] Conway polynomials of periodic links, Osaka J.Math., 31, 147-163(1994).
周期性をもつ絡み目の Alexander 多項式について, 村杉, Hillman, 作間等によって知られている定理を, Conway potential function を使って精密化し, Conway 多項式に応用した.
- [2] Wrapping numbers of links, Kobe J.Math., 11, 25-31(1994).
成分数が2で, 成分が共に自明な結び目であるような, 向き付けられた絡み目について, ある関係を満たす3つの数を与えたとき, それらを linking number と2つの wrapping numbers にもつ絡み目が存在することを示した.
- [3] Arf invariants of strongly invertible knots obtained from unknotting number one knots, Osaka J.Math., to appear.
結び目解消数が1の結び目 K 上分岐する3次元球面の2重分岐被覆空間を K から得られるある強可逆的な結び目 C に沿う Dehn 手術で得るとき, K の Conway 多項式の4次の係数と C の Arf 不変量との間にはある関係が成り立つことを示した.
- [4] The third derivative of the Jones polynomial, preprint.
絡み目 L の Jones 多項式の3階微分の特値と L の部分絡み目の Conway 多項式の係数との間に成り立つ1つの関係を示した.
- [5] The Jones polynomial of an unknotting number one knot, preprint.
結び目を分岐集合とする3次元球面の2重分岐被覆空間の Casson 不変量を考察することによって, 結び目解消数1の結び目の Jones 多項式が満たすべき条件式を導き, 結び目解消数が1かどうかを判定する新しい方法を与えた.

口頭発表

- [1] On the third derivative of the Jones polynomial, 中央大学「日本数学会1993年度年会」, 1993年3月.

- [2] The determinants of unknotting number one, amphicheiral knots, 大阪府立大学「日本数学会 1993 年度秋季総合分科会」, 1993年9月27日.
- [3] The Jones polynomial of an unknotting number one knot, 韓国大田「The third Japan-Korea School of Knots and Links」, 1994年2月.
- [4] Vassiliev's invariant and link polynomials, 津田塾大学「低次元多様体のトポロジーと結び目理論」, 1994年3月7日.
- [5] The Jones polynomial of an unknotting number one knot, 愛媛大学「第41回トポロジーシンポジウム」, 1994年7月21日.
- [6] Vassiliev type invariant of order 3, 東京工業大学「日本数学会 1994 年度秋季総合分科会」, 1994年9月28日.
- [7] The Jones polynomial of an $H(2)$ -unknotting number one knot, 早稲田大学学術情報センター「空間グラフとその応用」, 1994年12月17日.

森元勘治 Morimoto, Kanji (拓殖大学工学部)

発表論文

- [1] On the additivity of tunnel number of knots, *Topology and its Appl.*, 53, 37-66(1993).
2つの結び目の連結和である結び目のトンネル数が2のとき, それらのトンネル数を決定した.
- [2] On the additivity of h -genus of knots, *Osaka J. Math.*, 31, 137-145(1994).
2つの結び目の連結和である結び目の h -種数が2のとき, それらの h -種数はともに1であることを示した.
- [3] On composite tunnel number one links, *Topology and its Appl.*, 59, 59-71(1994).
合成絡み目がトンネル数1を持つための必要十分条件は, それが2橋結び目とホップ絡み目の連結和となることであることを示した.
- [4] There are knots whose tunnel numbers go down under connected

sum, Proc.Amer.Math.Soc., to appear.

トンネル数が2の結び目で, どのような2橋結び目と連結和を行っても再びトンネル数が2となる結び目が無限個存在することを示した.

- [5] Characterization of tunnel number two knots which have the property " $2+1=2$ ", Topology and its Appl., to appear.

2橋結び目と連結和を行っても再びトンネル数が2となるような, トンネル数2の結び目の結び目形を決定した.

- [6] (with M.Sakuma and Y.Yokota)

Examples of tunnel number one knots which have the property " $1+1=3$ ", Math.Proc.Camb.Phil.Soc., to appear.

連結和を行ってトンネル数が3となるような, トンネル数1の結び目を具体的に構成した.

- [7] (with M.Sakuma and Y.Yokota)

Identifying tunnel number one knots, preprint.

モンテシーノス結び目が, トンネル数1を持つための必要十分条件を決定した.

口頭発表

- [1] 結び目のトンネル数と連結和, 信州大学「第40回全日本トポロジーシンポジウム」, 1994年7月.
- [2] On unknotting tunnels for 2-bridge knots, 加太国民休暇村研修センター「結び目の研究」, 1993年10月14日.
- [3] (with 作間誠, 横田佳之) Identifying tunnel number one knots, 東京工業大学「日本数学会1994年度秋季総合分科会」, 1994年9月28日.
- [4] (with 作間誠, 横田佳之) 性質 " $1+1=3$ " を持つトンネル数1の結び目の具体例, 東京工業大学「日本数学会 1994 年度秋季総合分科会」, 1994年9月28日.
- [5] (with 作間誠, 横田佳之) On tunnel number one knots which have the property $1+1=3$, 早稲田大学学術情報センター「空間グラフとその応用」, 1994年12月18日.

茂手木 公彦 Motegi, Kimihiko (日本大学文理学部)

発表論文

- [1] Primeness of twisted knots, Proc.Amer.Math.Soc., 119, 979-983 (1993).

自明な結び目を twist して得られる結び目が prime か? という Mathieu の問題に対して, twist 数が 5 より大きければ得られた結び目が prime になることを示した.

- [2] Knotting trivial knots and resulting knot types, Pacific J. Math., 161, 371-383(1993).

自明な結び目を preimage knot として持つ satellite knot の結び目型について調べた.

- [3] (with M.Kouno)

On satellite knots, Math.Proc.Camb.Phil.Soc., 115, 219-228 (1994).

pattern (V, K) を指定した際に, 埋め込み $f: V \rightarrow S^3$ により 1 つの satellite knot $f(K)$ が定まる. ここでは, $g(K)$ と $f(K)$ が同値となるような埋め込み $g: V \rightarrow S^3$ の isotopy 類を決定した.

- [4] (with K.Miyazaki)

Seifert fibred manifolds and Dehn surgery, preprint.

once cabled satellite knot 以外の satellite knot に対しては整数-surgery のみが Seifert fibred manifold を生み出しうることを示した. また Dehn surgery により non-simple Seifert fibred manifold を生み出すような non-hyperbolic knot の結び目型について調べ, 更にそのような結び目の新しい例を無限個構成した.

- [5] (with C.Hayashi)

Only single twist on unknots can produce composite knots, preprint.

自明な結び目を twist して合成結び目が得られるのは ± 1 -twist のときに限ることを示した.

- [6] A note on unlinking numbers of Montesinos links, Rev.Mat.Univ.Complut.Madrid., to appear.

4つ以上 branch を持っている Montesinos knot の結び目解消数が2以上になることを示した。また, 4つ以上 branch を持っている Montesinos link の絡み目解消数が2以上になることを示した。

[7] (with C.Hayashi)

Dehn surgery on knots in solid tori creating essential annuli, preprint.

solid torus 内の結び目に沿った Dehn surgery によって essential annulus を生み出すものの surgery slope について調べた。

その1つの応用として Luft-Zhang の結果を改良し, 2以外の周期を持つ結び目に対して cabling conjecture が成り立つことを証明した。

口頭発表

[1] (with 宮崎桂) 結び目の Dehn 手術と多様体, 大阪府立大学「日本数学会1993年度秋季総合分科会」, 1993年9月27日。

[2] (with 宮崎桂) Producing Seifert fibred spaces by surgery on knots, 加太国民休暇村研修センター「結び目の研究」, 1993年10月13日。

[3] (with 宮崎桂) Seifert fibred manifolds and Dehn surgery, 東京工業大学「Symposium on Geometry of 3-manifolds and Fundamental Groups」, 1994年2月9日。

[4] (with 林忠一郎) Only single twist on unknots can produce composite knots, 津田塾大学「低次元多様体のトポロジーと結び目理論」, 1994年3月7日。

[5] (with K.Miyazaki) Seifert fibred manifolds and Dehn surgery, Marseille Luminy, CIRM, International Conference in Low Dimensional Topology - Knots, 3-manifolds and Applications」, 1994年7月20日。

[6] (with K.Miyazaki) Seifert fibred manifolds and Dehn surgery II, 大阪商工会議所賢島研修センター「Art of Low Dimensional Topology」, 1994年11月8日。

[7] Montesinos link の unlinking number について, 早稲田大学学術情報センター「空間グラフとその応用」, 1994年12月18日。

本橋 友江 Motohashi, Tomoe (N T T 通信網研究所)

発表論文

- [1] (with Y.Ohyama and K.Taniyama)
Yamada polynomial and crossing number of spatial graphs, Rev.
Mat.Univ.Complut.Madrid, 7, 247-277(1994).

村上 斉 Murakami, Hitoshi (市立大学理学部)

発表論文

- [1] Delta-unknotting number and the Conway polynomial, Kobe J.
Math., 10, 17-22 (1993).
結び目の Δ 型結び目解消数と Conway 多項式の間の性質を論じた.
- [2] (with S.Sakai)
Sharp-unknotting number and the Alexander module, Topology
and its Appl., 52, 169-179 (1993).
結び目の $\#$ 型結び目解消数と Alexander加群の階数の間に成り立つ
不等式を示した.
- [3] (with A.Yasuhara)
Crossing number of a knot, Pacific J. Math., to appear.
結び目の張る, 向き付け不可能な曲面の最小種数について論じた.
- [4] Quantum $SU(2)$ -invariants dominate Casson's $SU(2)$ -invariant,
Math.Proc.Camb.Phil.Soc., 115, 253-281 (1994).
整係数3次元ホモロジー多様体に対しては, Witten による $SU(2)$
不変量が Casson 不変量を決定することを示した.
- [5] Quantum $SO(3)$ -invariants dominate the $SU(2)$ -invariant of
Casson and Walker, Math.Proc.Camb.Phil.Soc., to appear.
有理係数3次元ホモロジー多様体に対しても, 量子 $SO(3)$ 不変量が
Casson-Walker 不変量を決定することを示した.
- [6] Quantum invariants for 3-manifolds, Proc.Appl.Math.Workshops,
4, "The 3rd Korea-Japan School of Knots and Links" (eds.K.H.

Ko and G.T.Jin),129-143 (1994).

3次元多様体の量子 $SU(n)$ 不変量についての概説を，特にその位相的な性質を中心に行った．

[7] (with T.Ohtsuki and S. Yamada)

HOMPLY polynomial via an invariant of colored planar graphs, preprint.

絡み目の HOMPLY 多項式を，平面上の3頂点グラフの不変量を用いて初等的に再定義した．

口頭発表

[1] Quantum $SU(2)$ -invariants dominate Casson's $SU(2)$ -invariant
あるいは Quantum $SO(3)$ -invariants dominate Walker's $SU(2)$ -invariant?, 信州大学「第40回トポロジーシンポジウム」, 1993年7月.

[2] Quantum $SO(3)$ -invariants dominate the $SU(2)$ -invariant of Casson and Walker, 大阪市立大学「The 2nd Japan-Korea Seminar on Knots and Links」1993年8月.

[3] 3次元多様体の量子不変量について, 広島大学「トポロジーセミナー」, 1993年10月.

[4] Vassiliev 不変量概説, 大阪商工会議所賢島研修センター「位相不変量とその関連」, 1993年10月.

[5] 3次元多様体の量子不変量と Casson-Walker 不変量, 熊本大学理学部, 談話会, 1993年11月4日~5日.

[6] Quantum invariants for 3-manifold, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Taejeon, Korea「The 3rd Korea-Japan School of Knots and Links」, 1994年2月.

[7] (with T.Ohtsuki and S.Yamada) A graphical approach to quantum invariants of a link, 兵庫県立城崎大会議館「無限自由度の可積分系とその周辺」(重点領域研究「無限」可積分系城崎ワークショップ), 1994年6月.

[8] (with T.Ohtsuki) 量子 $Sp(2)$ 不変量について, 加多国民休暇村研修センター「結び目の代数と位相と幾何」, 1994年10月.

[9] 3次元多様体の量子不変量, 九州大学理学研究科, 談話会, 1994年

10月26日.

- [10] 3次元多様体の量子 $PSU(2)$ 不変量, 九州大学数理学研究科, トポロジー金曜セミナー, 1994年10月28日.
- [11] (with T.Ohtsuki and S.Yamada) A graphical approach to the quantum $SU(N)$ invariant of a link, 大阪大学理学部, 談話会, 1994年11月28日.
- [12] HOMPLY 多項式の微分, 早稲田大学学術情報センター「空間グラフとその応用」, 1994年12月.

仲 久則 Naka, Hisanori (関西学院大学理学部)

発表論文

- [1] On the n -fold cyclic branched coverings of a spatial θ_n -curve, Kobe j.Math., 11, 69-87(1994).

口頭発表

- [1] On the n -fold cyclic branched coverings of a spatial θ_n -curves, 加太国民休暇村研修センター「結び目の研究」, 1993年10月13日.
- [2] Extended pretzel θ -curve について, 神戸大学「日本数学会1994年度年会」, 1994年4月2日.

中本敦浩 Nakamoto, Atsuhiro (慶応義塾大学理工学部)

発表論文

- [1] Diagonal Transformations in Quadrangulations of Surfaces, J. Graph Theory, to appear.
- [2] (with S.Negami)
Diagonal Transformations of Graphs on Closed Surfaces, Sci. Rep.Yokohama Nat.Univ.Sec.I, 40, 71-97 (1993).
- [3] (with K.Ota)

Note on Irreducible Triangurations of Surfaces, J.Graph Theory, to appear.

[4] Irreducible Quadrangulations of the Torus, preprint.

[5] Diagonal Transformations in Quadrangulations of surfaces II, preprint.

[6] (with K.Ota)

Diagonal Transformations and Dehn Twists on Surfaces, preprint.

[7] Irreducible quadrangulations of the Klein bottle, preprint.

論文 1,2,5,6 では, どんな閉曲面の 2 つの四角形分割も, 頂点数が等しく十分に大きければ, 対角変形で移り合うことを示した. 論文 3,4,7 は, 既約な四角形分割についてのもので, 3 では, 頂点数を曲面の種数の 1 次式で抑え, 4,7 では, トーラスとクラインの壺上で具体的な形を定めた.

口頭発表

[1] Generating Quadrangulations of the Torus, 慶応義塾大学「グラフ論と組み合わせ論」, 1993年7月27日.

[2] Generating Quadrangulations of the Torus, 大阪府立大学「日本数学会1993年度秋季総合分科会」, 1993年9月27日.

[3] (with 根上生也) Cycle Parity of Quadrangulations on Closed Surfaces, 大阪府立大学「日本数学会1993年度秋季総合分科会」, 1993年9月27日.

[4] Diagonal Transformations in Quadrangulations of Surfaces II, 横浜国立大学「位相幾何学的グラフ理論研究集会」, 1993年11月9日.

[5] (with 太田克弘) On Irreducible Triangurations and Quadrangulations of Surfaces, 横浜国立大学「位相幾何学的グラフ理論研究集会」, 1993年11月9日.

[6] Diagonal Transformations in Quadrangulations of surfaces II, 京都大学「応用数学合同研究集会」, 1993年12月21日.

[7] (with 太田克弘) Note on Irreducible Triangurations and Quadrangulations of Surfaces, 神戸大学「日本数学会1994年度年会」, 1994年3月31日.

- [8] Diagonal Transformations in Quadrangulations of surfaces,
慶應義塾大学「Japan Workshop on Graphs and Combinatorics」,
1994年7月18日.
- [9] (with 太田克弘) Diagonal Transformations in Graphs on Surfa-
ces, 東京工業大学「日本数学会1994年度秋季総合分科会, 1994年9
月27日.
- [10] (with 太田克弘) Diagonal Transformations in Quadrangurati-
ons of surfaces III, 横浜国立大学「位相幾何学的グラフ理論研究
集会, 1994年11月11日.
- [11] Diagonal transformations in quadrangulations of surfaces, 早
稲田大学学術情報センター「空間グラフとその応用」, 1994年12月
18日.

中西康剛 Nakanishi, Yasutaka (神戸大学理学部)

発表論文

- [1] On generalized unknotting operations, J.Knot Theory and its
Ram., 3-2, 197-209 (1994).
ある局所的な変形の有限回の操作により任意の結び目が自明な結び
目に変形できるときにこの局所的な変形を一般化した結び目解消操
作と呼ぶ。既に知られている一般化した結び目解消操作を整理する
ために、これらの局所的な変形を局所同値で分類した。
- [2] (with M.Suketa)
On Alexander polynomials of two bridged knots, J.Australian
Math.Soc.Ser.A.
結び目を 2 bridged knots の類に限ったときに Alexander 多項式
の係数にどのような制限が加わるかを研究した。既知の事実として
は、係数の符号に正負が交互に現れることと、係数の絶対値が中央
に向かうほど大きくなることである。本論文では、この係数の増大
の仕方について評価式を与えた。
- [3] Union and tangle, preprint.
渋谷氏により証明された「局所的結び目を含まないユニオンは素で

ある」との結果をより一般的な形で証明した。また、その応用として、どのような非平凡な結び目に対しても、交差を1つ入れ換えるだけではほどこけないような正則射影図が存在することを示した。

[4] Unknotting number and knot diagram, preprint.

交差の数が最小であるような正則射影図が与えられたときに、適切にひとつの交差をいれかえると、より結び目解消数が小さいものになるかとの予想に対して、unknotting number one 2 brided knots であれば正しいことを証明した。

口頭発表

[1] Link graphs and link invariants, 大阪市立大学文化交流センター「The Second Japan-Korea Seminar on Knots and Links」, 1993年8月4-7日。

[2] 結び目のユニオンの素性について, 東洋大学箱根研修所「箱根セミナー93」, 1993年10月19-22日。

[3] Union and tangle, Korean Advanced Institute for Science and Technology「The third Japan-Korea School on Knots and Links」1994年2月18-22日。

[4] On unknotting operation, 津田塾大学AVセンター「低次元多様体と結び目理論」, 1994年3月7-9日。

[5] Alexander invariants and twisting, 東洋大学箱根研修所「箱根セミナー」, 1994年10月25-28日。

中尾 正広 Nakao, Masahiro (関西学院大学理学部)

発表論文

[1] On the $Z_3 \oplus Z_3$ branched coverings of a spatial θ -curve, preprint.

spatial θ -curve G について, 4種類の $Z_3 \oplus Z_3$ branched coverings を導入して, G の $Z_3 \oplus Z_3$ branched covering with one singularity の整数係数1次元ホモロジー群が G の3つの constituent knot の 3-fold cyclic branched covering の整数係数1次

元ホモロジー群の直和及び G の 3-fold cyclic branched covering with one singularity の整数係数 1 次元ホモロジー群の直和と同型であることを示した.

口頭発表

- [1] Spatial θ -curve の $\mathbb{Z}_3 \oplus \mathbb{Z}_3$ branched covering について, 神戸大学「日本数学会1994年度年会」, 1994年4月2日.

中山 栄治 Nakayama, Eiji (早稲田大学理工学部)

発表論文

- [1] On the tree number of alternating links, preprint.

口頭発表

- [1] On the tree number of alternating knots and links, 加太国民休暇村研修センター「結び目の研究」, 1993年10月13日.

根上 生也 Negami, Seiya (横浜国立大学教育学部)

著書

- [1] 離散構造, 共立出版, 1993年5月20日.
[2] (共訳), 数学辞典, 朝倉書店, 1993年6月25日.
[3] (翻訳), 幾何学と群, シュプリンガー東京, 1993年10月1日.
[4] トポロジカル宇宙, 日本評論社, 1993年12月10日.
[5] (共著), アルゴリズム辞典, (編集委員: 島内剛一, 有澤誠, 野下浩平, 浜田穂積, 伏見正則), 共立出版, 1994年9月1日.

発表論文

- [1] Projective-planar graphs with even duals II, Contemp.Math., 147, 363-379 (1993).
射影平面に領域がすべて偶角形になるように埋め込み可能なグラフ

をその被覆空間の構造と関連させて特徴づけた.

[2] (with D. Archdeacon)

The construction of self-dual projective polyhedra, J.Comb. Theory Ser.B., 59, 122-131 (1993).

双対グラフがそれ自身と同型になるように埋め込まれたグラフの構成法を示し, それを分類した.

[3] Topological bipartite graphs, "Proceedings of the JSPS Workshop on Graph Theory and Combinatorics", edited by J.Akiyama and M.P.Ruiz, 61-64 (1993).

閉曲面上に埋め込まれた二部グラフの部集合はいつでも閉曲線で分離できることを示した.

[4] (with A.Nakamoto)

Diagonal transformations of graphs on closed surfaces, Sci. Rep.Yokohama Nat. Univ.Sec.I, 40, 71-97(1993).

閉曲面上のグラフの対角変形に関するサーベイ.

[5] (with M.Tsuchiya)

Manifold posets, Sci.Rep.Yokohama Nat.Univ.Sec.I, 41, 23-32 (1994).

半順序集合で, それで誘導される複体が多様体を定めるものに関して研究した.

[6] Diagonal flips in triangulations on surfaces, Discrete Math., to appear.

任意の閉曲面に対して, 頂点数が十分に大きく等しい三角形分割が対角変形で移り合うことを示した.

[7] (with S.Lawrencenco and A.T.White)

Three nonisomorphic triangulations of an orientable surface with the same complete graph, Discrete Math., to appear.

同一の完全グラフによる異なる三角形分割の例を構成した.

西 晴子 Nishi, Haruko (九州大学数理研究科)

発表論文

[1] (with T.Kobayashi)

A necessary and sufficient condition for a 3-manifold to have genus g Heegaard splitting, Osaka J.Math., to appear.

[2] $SU(n)$ Chern-Simons invariants of Seifert fibred 3-manifolds, preprint.

口頭発表

[1] $SU(n)$ Chern-Simons invariants of Seifert fibred 3-manifolds, 東京工業大学「日本数学会1994年度総合分科会」, 1994年9月28日.

[2] $SU(n)$ Chern-Simons invariants of Seifert fibred 3-manifolds, 戸京女子大学「低次元トポロジーセミナー」, 1994年10月29日.

[3] $SU(n)$ chern-Simons invariants of Seifert fibred 3-manifolds, 大阪商工会議所賢島研修センター「Art of Low Dimensional Topology」, 1994年11月8日.

[4] $SU(n)$ Chern-Simons invariants of Seifert fibred 3-manifolds, 奈良女子大学「3次元多様体の単体分割とその周辺」, 1995年1月6日.

大山 淑之 Ohyama, Yoshiyuki (名古屋工業大学)

発表論文

[1] (with T.Motohashi and K.Taniyama)

Yamada polynomial and crossing number of spatial graphs, Rev. Mat.Univ.Complut.Madrid, 7, 247-277(1994).

山田多項式による空間グラフの最小交点数に関する研究.

[2] Twisting and unknotting operations, Rev.Mat. Univ. Complut. Madrid, 7, 289-305(1994).

結び目の局所的な twisting move と従来の unknotting operation に関する研究.

[3] Vassiliev invariants and similarity of knots, Proc. of Amer. Math. Soc., to appear.

任意に結び目 K と自然数 n を与えると, order が n 以下の Vassiliev

invariant が K と一致するような結び目が無限個存在することを示した.

[4] (with M.Hara and S.Yamashita)

On the linear Vertex-arboricity of a surface, J.Comb.Math.& Comb.Computing, to appear.

[5] Local moves on a graph in R^3 , preprint.

結び目理論における unknotting operation の概念を空間グラフに拡張し, その性質, 特に結び目, 絡み目との差を調べた.

口頭発表

[1] Vassiliev invariants and similarity of knots, 大阪府立大学
「日本数学会1993年度秋季総合分科会」, 1993年9月.

[2] Vassiliev invariants and similarity of knots, 大阪商工会議所
賢島研修センター「位相不変量とその周辺」, 1993年10月.

[3] Vassiliev 不変量と knot diagrams, 愛媛大学「第41回トポロジー
シンポジウム」, 1994年7月.

[4] Local moves on a graph in R^3 , 東京工業大学「日本数学会 1994
年度秋季総合分科会」, 1994年9月.

[5] Local moves on a graph in R^3 , 加太国民休暇村研修センター「結
び目の代数と位相と幾何」, 1994年10月.

大槻 隆志 Otsuki, Takasi (シャープ総合研究所)

発表論文

[1] (with T.Endo)

Notes on spatial representations of graphs, Hokkaido Math.J.,
23, 383-398(1994).

[2] Knots and links in certain spatial complete graphs, preprint.

口頭発表

[1] Knots and links in spatial complete graphs, 早稲田大学学術情
報センター「結び目と高分子科学」, 1993年12月24日.

作問 誠 Sakuma, Makoto (大阪大学理学部)

発表論文

- [1] Minimal genus Seifert surfaces for special arborescent links, Osaka J.Math., to appear.
special arborescent link の最小種数サイフェルト曲面を完全に分類し, それから構成される垣水複体が球体に同相になる事を証明した. 又, very special arborescent link の最小種数サイフェルト曲面の村杉和への分解法を決定し, それを用いてシンメトリー群を計算した.
- [2] Homology of abelian coverings and spatial graphs, Canadian J. Math., to appear.
絡み目のアーベル被覆の Betti 数をアレクサンダー不変量を用いて表す公式を与えた. 応用として, 複素曲面のアーベル被覆の Betti 数の polynomial periodicity に関する E.Hironaka の結果がもっと一般的な状況の下で成り立つ事を示した. また, 空間グラフのアーベル被覆のホモロジー群とその構成絡み目のアーベル被覆のホモロジー群との間の関係を調べた.
- [3] (with J.Weeks)
The generalized tilt formula, Geometriae Dedicata, to appear.
カスプ付双曲的多様体の標準的分解を求める際に重要な役割を果たす Tilt 公式を, 一般次元の公式へ一般化すると同時に, その簡単な証明を与えた.
- [4] (with J.Weeks)
Examples of canonical decompositions of hyperbolic link complements, Japanese J.Math., to appear.
幾つかの双曲的絡み輪補空間の標準的分解, および二橋絡み輪補空間の標準的分解の候補となる(位相的)分解を構成した.
- [5] (with K.Morimoto and Y.Yokota)
Examples of tunnel number one knots which have the property " $1+1=3$ ", Math.Proc.Cambridge Phil.Soc., to appear.
トンネル数 1 の結び目, K_1, K_2 で $K_1 \# K_2$ のトンネル数が 3 となるも

のを構成した.

[6] (with K.Morimoto and Y.Yokota)

Identifying tunnel number one knots, preprint.

与えられた結び目がトンネル数 1 を持つための条件を与え, それを用いて 10 交差点までの結び目のトンネル数を決定すると同時に, モンテシノス結び目がトンネル数 1 を持つための条件を与えた.

口頭発表

[1] Minimal genus Seifert surfaces for special arborescent links, 中央大学「日本数学会1993年度年会」, 1993年3月.

[2] Polynomial periodicity of the first Betti numbers of abelian coverings of complex surfaces, 大阪府立大学「日本数学会1993年度秋季総合分科会」, 1993年9月.

[3] Minimal genus Seifert surfaces for special alternating links, 加太国民休暇村研修センター「結び目の研究」, 1993年10月.

[4] Minimal genus Seifert surfaces for special alternating links, 神戸大学「日本数学会1994年度秋季総合分科会」, 1994年4月.

[5] Minimal genus Seifert surfaces for special alternating links, Bochum(Germany)「Mini workshop on low dimensional topology」1994年7月.

[6] Identifying tunnel number one knots, Bochum (Germany)「Mini workshop on low dimensional topology」, 1994年7月.

[7] Identifying tunnel number one knots, Marseille (France)「Low dimensional topology」, 1994年7月.

[8] (with 森元勘治, 横田佳之) Identifying tunnel number one knots, 東京工業大学「日本数学会 1994年度秋季総合分科会」, 1994年9月28日.

[9] (with 森元勘治, 横田佳之) 性質“ $1+1=3$ ”を持つトンネル数 1 の結び目の具体例, 東京工業大学「日本数学会1994年度秋季総合分科会」, 1994年9月28日.

[10] Identifying tunnel number one knots (位相的, 幾何的側面), 加太国民休暇村研修センター「結び目の代数と位相と幾何」, 1994年10月11日.

- [11] Classification of 2-generator non-Euclidean crystallographic groups, 京都大学数理解析研究所「組み合わせ論」, 1994年11月.
- [12] (with 森元勘治, 横田佳之) On tunnel number one knots which have the property $1+1=3$, 早稲田大学学術情報センター「空間グラフとその応用」, 1994年12月18日.
- [13] Classification of 2-generator non-Euclidean crystallographic groups, 東京工業大学「3次元多様体週間」, 1994年12月.

佐藤 巖 Sato, Iwao (鶴岡工業高等専門学校)

発表論文

- [1] (with H.Mizuno)

完全対称有向グラフ上の交代関数のスイッチングクラス, 日本応用数学会論文誌, 3-4, 353-365(1993).

完全対称有向グラフ KD の弧集合上の交代関数のあるスイッチングクラスと, その自己同型の群 $(V(KD))$ 上の置換群としての) について, 2つのコホモロジー的不変量を定義し, それらが0になる条件を考えた. とくに, $A(KD)$ 上の交代関数の1つのスイッチングクラス L と, その自己同型 g について, L と巡回群 $\langle g \rangle$ に関する, 2つのコホモロジー的不変量が0となるための条件を与えた. また, 完全対称有向グラフ上の交代関数の, ほとんどすべてのスイッチングクラスは, 恒等的でない自己同型を許さないことを示した.

- [2] Isomorphisms of some graph coverings, Discrete Mathematics, 128, 317-326(1994).

グラフ G とその自己同型の群 Γ に対して, G の正則 p -重被覆グラフ (p :素数) の Γ -同型類を数え上げた.

- [3] (with H.Mizuno)

Characteristic polynomials of some graph coverings, Discrete Mathematics, to appear.

グラフ G の任意の正則被覆グラフの特性多項式の展開公式を, 有限群の表現の性質を用いて与えた.

[4] (with H.Mizuno)

Characteristic polynomials of some covers of symmetric digraphs, *Ars Combinatoria*, to appear.

対称有向グラフ D と有限群 A の元 g に対して, グラフの正則被覆グラフの構成と類似の方法により, D の g -cyclic A -cover を構成し, その特性多項式の一つの展開公式を与えた.

[5] (with H.Mizuno)

対称有向グラフのある被覆の同型について, 日本応用数学会論文誌, preprint.

完全対称有向グラフ D と有限群 A に対して, 2つの cyclic A -covers が, D の自己同型写像の群 Γ について同型 (Γ -同型) であるための代数的な特徴付けを与えた. とくに, D が連結で A が有限体上の有限次元ベクトル空間のとき, D の cyclic A -cover の Γ -同型類の個数について議論し, D の nonzero-cyclic A -covers の Γ -同型類の構造を決定した.

口頭発表

[1] (with H.Mizuno) The image of a linear operator with respect to graphs, 慶応大学「グラフ論と組合せ論の研究集会」, 1993年7月27日.

[2] (with H.Mizuno) The image of a linear operator with respect to graphs, 大阪府立大学「日本数学会1993年度秋季総合分科会応用数学分科会」, 1993年9月27日.

[3] (with H.Mizuno) 対称有向グラフのある covers の特性多項式, 神戸大学「日本数学会1994年度年会応用数学分科会」, 1994年4月1日.

[4] (with H.Mizuno) Some covers of symmetric digraphs, Keio Univ. 「Japan Workshop on Graph Theory and Combinatorics」, 1994年7月22日.

[5] (with H.Mizuno) Isomorphisms of some covers of symmetric digraphs, 東京工業大学「日本数学会1994年度秋季総合分科会応用数学分科会」, 1994年9月27日.

[6] (with H.Mizuno) Some covers of symmetric digraphs, 横浜国立大学「位相幾何学的グラフ理論研究集会」, 1994年11月11日.

相馬 輝彦 Soma, Teruhiko (東京電機大学理工学部)

発表論文

- [1] Covering 3-manifolds with almost compact interior, Quart.J. Math.Oxford, 44, 345-353(1993).
- [2] A rigidity theorem for Haken manifolds, Math.Proc.Cambridge Phil.Soc., to appear.
- [3] Equivariant, almost homeomorphic maps between S^1 and S^2 , Proc.Amer.Math.Soc., to appear.
- [4] (with H.Sugai)
Rotation of spatial graphs, Topology and its Applications, to appear.
- [5] (with H.Sugai and A.Yasuhara) Disk/band surfaces of spatial graphs, preprint.
- [6] Bounded cohomology of closed surfaces, preprint.
- [7] Bounded cohomology and topologically tame Kleinian groups, preprint.
- [8] (with M.Fujii)
Totally geodesic boundaries are dense in the moduli space, preprint.

鈴木 晋一 Suzuki, Shin'ichi (早稲田大学教育学部)

発表論文

- [1] (with S.Yamashita)
The strong embedding theorem for certain graphs, Bull.Sci.& Engin.Res.Labo.Waseda Univ., 142, 57-69(1993).
- [2] (with K.Makino)
Sufficiently decomposable surfaces in the 3-sphere, Yokohama Math.J., 42, 95-102(1994).
3次元球面 S^3 内に埋め込まれた種数 n の閉曲面 F について, 補空間

$S^3 - F$ の 2 つの閉包が共に n 個の素な多様体に境界連結和の意味で分解されるならば, F 自身が S^3 内で対の意味で n 個に分解されることを示した.

[3] (with K.Makino)

Note on neighborhood congruence of spatial graphs, Sci.Rep. School of Edu.Waseda Univ., 43, 13-18(1994).

空間グラフの近傍同型という関係が, グラフの辺を空間内で滑らせるという操作と 1 体 1 の関係で捉えられることを示し, 関連するいくつかの性質を示した.

[4] (with F.Hosokawa)

On singular cut-and-pastes in the 3-space with applications to link theory, Rev.Mat.Univ.Complut.Madrid, to appear.

2 次元多様体から 3 次元空間への連続写像をホモトピーの範囲である良い状態に変形する手法を自然な形で整理し, これを絡み目理論に応用した.

口頭発表

- [1] (with 細川藤次) 平凡な絡み目のホモトピー変形, 東洋大学箱根保養所「グラフと 3 次元多様体」, 1993 年 10 月 21 日.
- [2] 空間グラフに含まれる結び目・絡み目, 東洋大学箱根保養所「グラフと 3 次元多様体の研究」, 1994 年 10 月 25 日.
- [3] Notes on knots and links in spatial graphs(survey), 早稲田大学学術情報センター「空間グラフとその応用」, 1994 年 12 月 20 日.

谷山 公規 Taniyama, Kouki (東京女子大学文理学部)

発表論文

- [1] Link homotopy invariants of graphs in R^3 , Rev. Mat. Univ. Complut.Madrid, 7, 129-144(1996).
- [2] On embeddings of a graph into R^3 , Contemporary Mathematics, 164, 239-246(1994).
- [3] Cobordism, homotopy and homology of graphs in R^3 , Topology,

33, 509-523(1994).

[4] (with A.Yasuhara)

On C-distance of knots, Kobe J.Math., 11, 117-127(1994).

[5] (with T.Motohashi and Y.Ohyama)

Yamada polynomial and crossing number of spatial graphs, Rev. Mat.Univ.Complut.Madrid, 7, 247-277(1994).

[6] Knotted projections of planar graphs, Proc.Amer.Math.Soc., to appear.

[7] Homology classification of spatial embeddings of a graph, Topology and Its Applications, to appear.

[8] Total curvature of graphs in Euclidean spaces, preprint.

[9] (with C.Yoshioka)

Regular projections of knotted handcuff graphs, preprint.

[1],[2],[3],[7] は空間グラフの位相的な種々の同値関係に関する研究, [4] は結び目上の新しい幾何的な距離の研究, [5] は山田多項式による空間グラフの最小交点数の評価の研究, [6],[9] は平面グラフの射影図の研究, [8] はユークリッド空間内のグラフの全曲率を定義して研究したものである.

口頭発表

[1] 空間グラフのトポロジー, 大阪府立大学「日本数学1993年度秋季総合分科会」, 1993年9月.

[2] Link homotopy invariants of graphs in \mathbb{R}^3 , 和歌山県加太「結び目の研究」, 1993年10月

[3] Total curvature of graphs in Euclidean spaces, 横浜国立大学「位相幾何学的グラフ理論研究集会」, 1993年11月.

[4] Total curvature of graphs in Euclidean spaces, 早稲田大学学術情報センター「結び目と高分子科学」, 1993年12月.

[5] Link homotopy invariants of graphs in \mathbb{R}^3 , 神戸大学「日本数学会1994年度年会」, 1994年4月.

[6] Total curvature of graphs in Euclidean spaces, 東京工業大学「日本数学会1994年度秋季総合分科会」, 1994年9月.

[7] Edge homotopy and vertex homotopy of graphs in \mathbb{R}^3 , 大阪商工

会議所賢島研修センター「Art of Low Dimensional Topology」,
1994年11月8日.

- [8] Knotted projections of planar graphs, 早稲田大学学術情報センター「空間グラフとその応用」, 1994年12月18日.

寺垣内 政一 Teragaito, Masakazu (神戸大学理学部)

発表論文

- [1] Homology handles with multiple knot-surgery descriptions, *Topology and its Applications*, 56, 249-257(1994).

任意の自然数 N に対して, 3次元球面内の異なる N 個の結び目で, 0-surgery して得られる3次元多様体が全て一致するものが存在することを証明した.

- [2] Twist-roll spun knots, *Proc.Amer.Math.Soc.*, to appear.

3次元球面内の結び目から, twist-spinning と roll-spinning の組み合わせで得られる twist-roll spun 2-knot が, いつ自明になるかを, Smith 予想と Cyclic Surgery Theorem を利用して決定した.

- [3] Twisting operations and composite knots, *Proc.Amer.Math.Soc.*, to appear.

素でない結び目を twisting という操作によって自明な結び目に変える場合, twist の回数は2以下でなければならないことを証明した.

口頭発表

- [1] Twisting operations and composite knots, 大阪市立大学文化交流センター「第2回結び目・絡み目に関する日韓合同セミナー」, 1993年8月4日.

- [2] Twisting operations and composite knots, 加太国民休暇村研修センター「結び目の研究」, 1993年10月12日.

- [3] Twisting operations and composite knots, 韓国科学技術大学院「第3回結び目・絡み目に関する日韓合同セミナー」, 1994年2月

21日.

津久井 康之 Tsukui, Yasuyuki (専修大学経営学部)

発表論文

- [1] Edge-irreducible quartic graphs, preprint.
- [2] Transformations of a cubic graph, preprint.
- [3] Transformations of edge-coloured cubic graphs, preprint.
- [4] Transformations of bipartite cubic graphs, preprint.

口頭発表

- [1] Coverings of edge-coloured cubic graphs, 東洋大学箱根保養所「グラフと3次元多様体野研究」, 1993年10月22日.
- [2] Multi regular graphs and manifolds, 東洋大学箱根保養所「グラフと3次元多様体」, 1994年10月27日.

内田 吉昭 Uchida, Yoshiaki (神戸大学自然科学)

発表論文

- [1] On delta-un knotting operation, Osaka J.Math., 30, 753-757 (1993).

与えられた結び目に対して unknotting operation の同相での分類を考える. X-型の unknotting operation では, T.Kobayashi と M. Scharlemann-A.Thompson が別々に non-trivial doubled knot に対して同値類は, 1つ, そして K.Taniyama が two-bridge knot に対して高々2つである事を示した. ところが, delta-un knotting operation では, 常に無限個であることを, この論文で示した.

- [2] (with M.Eudave-Munoz)

Non simple links with unknotting number one, preprint.

K.Morimoto と M.Sakuma により結び目解消数が1の non-simple knots がすべて決定され, 更に各々の結び目に対してその tunnel

の分類がなされた．そこで，Munoz の研究している手法を使うことで，結び目解消数 1 の non-simple な絡み目をすべて決定することができた．また，Munoz は，Morimoto-Sakuma とは，異なる独自の方法で，結び目のときの結果を得ている．

[3] (with Y.Marumoto and T.Yasuda)

Motions of trivial links, and ribbon knots, preprint.

高次元 trivial links の motions を考察する事により，リボン結び目のリボン表示を完全に分類した．さらに任意有限の n ， m に対して，リボン表示を n 個持つ m 次元リボン結び目を構成した．さらに，Handcuff-graphs の不変量を構成した．

口頭発表

[1] (with M.Eudave-Munoz) Non-simple links with tunnel number one, 大阪市立大学文化交流センター「The Second Japan-Korea Seminar on Knots and Links」, 1993年8月.

[2] (with M.Eudave-Munoz) Non-simple links with tunnel number one, 大阪府立大学「日本数学会1993年度秋季総合分科会」, 1993年9月.

[3] (with M.Eudave-Munoz) Non-simple links with tunnel number one, 和歌山県加太国民休暇村研修センター「結び目の研究」, 1993年10月.

[4] Covering space と unknotting tunnel について, 東京女子大学「低次元トポロジーセミナー」, 1993年11月6日.

[5] (with M.Eudave-Munoz) Non-simple links with tunnel number one, Korea Advanced Institute of Science and Technology (韓国大田市)「The 3rd Korea-Japan School of Knots and Links」, 1994年2月.

[6] (with Y.Marumoto and T.Yasuda) Ribbon presentations の分類と graph の分類への適用, 東京工業大学「日本数学会1994年度秋季総合分科会」, 1994年9月27日.

[7] (with Y.Marumoto and T.Yasuda) Motion of trivial links, and its applications, 大阪商工会議所賢島研修センター「Art of Low Dimensional Topology」, 1994年11月9日.

和田 昌昭 Wada, Masaaki (奈良女子大学理学部)

発表論文

- [1] Coding link diagrams, J.Knot Theory and its Ramifications, 2, 233-237(1993).
- [2] (with C.Hayashi)
Constructing links by plumbing flat annuli, J.Knot Theory and its Ramifications, 2, 427-429(1993).
- [3] Twisted Alexander polynomial for finitely presentable groups, Topology, to appear.

口頭発表

- [1] 結び目群の表現, 信州大学「第40回トポロジーシンポジウム」, 1993年7月23日.
- [2] Parabolic representations of the groups of mutant knots, 加太国民休暇村研修センター「結び目の研究」, 1993年10月13日.

渡辺 守 Watanabe, Mamoru (岡山理科大学)

発表論文

- [1] (with M.Urabe)
On counterexample to conjecture of Mirzaian, Comp.Geometry: Theory and Applications, 2, 51-53(1992).
- [2] A few problems related to the art gallery problem, Proceeding of the JSPS Workshop in Graph Theory and Combinatorics, 1990, 99-109(1993).
- [3] (with A.Saito)
Partitioning Graphs into induced stars, Ars Combinatoria, 36, 3-6(1993).

口頭発表

- [1] Plane partitions and digraphs, 大阪府立大学「日本数学会 1993 年度秋季総合分科会」, 1993年9月27日.
- [2] (with 金子篤司) 2 部的部分グラフについて, 東京工業大学「日本数学会1994年度秋季総合分科会」, 1994年9月27日.
- [3] (with 徳永伸一, 金子篤司) 平面上の有限点集合の連結における交差数の問題, 東京工業大学「日本数学会1994年度秋季総合分科会」, 1994年9月27日.
- [4] On drawing of graphs on the plane lattice, 横浜国立大学「位相幾何学的グラフ理論」, 1994年11月11日.

山本 慎 Yamamoto, Makoto (中央大学理工学部)

発表論文

- [1] (with K.Ishihara)
Optimum relaxarion parameter of SOR iterations for discrete Neumann type arising from two-point boundary value problems, *Mathematica Japonica*, 39, 385-393(1994).
- [2] (with K.Ishihara)
On the optimum SOR iterations for finite difference approximation to periodic boundary value problems, *Mathematica Japonica*, 40(1995), to appear.
特異および特異に近い Neumann型差分方程式, 周期境界値問題に対する特異に近い差分行列に対する SOR 法について 加速係数反復法は束し, 最適加速係数も存在することを証明し, これらの定理の有効性を示す数値例を示した.

口頭発表

- [1] (with K.Ishihara) 周期境界値問題に対する特異に近い差分行列の SOR 法, 京都大学数理解析研究所「数値計算アルゴリズムの現状と展望」, 1993年10月25日.
- [2] (with K.Ishihara) 周期境界値問題に対する特異および特異に近い差分行列の SOR 法, 神戸大学「日本数学会1994年度年会」, 1994年

3月31日.

山下 哲 Yamashita, Satoshi (木更津工業高専)

発表論文

[1] (with S.Suzuki)

The strong embedding theorem for certain graphs, 早稲田大学
理工学研究所報告, 142, 57-69(1993).

[2] The strong embedding theorem for 3-representative chain gra-
phs, Yokohama Math.J., 41, 175-186(1993).

[3] (with M.Hara and Y.Ohyama)

On the linear vertex-arboricity of a surface, J.Comb.Math.&
Comb.Computing, to appear.

口頭発表

[1] グラフの測地的埋め込みについて, 横浜国立大学「位相幾何学的グ
ラフ理論」, 1993年11月9日.

[2] Isoperimetric numbers of graph bundles, 横浜国立大学「位相幾
何学的グラフ理論」, 1994年11月12日.

安田 智之 Yasuda, Tomoyuki (奈良工業高専)

発表論文

[1] On ribbon presentations of ribbon knots, J. Knot Theory and
Ramifications, J.Knot Theory and its Ramifications, 3, 223-
231(1994).

口頭発表

[1] (with 丸本嘉彦, 内田吉昭) Ribbon presentations の分類とgraph
の分類への適用, 東京工業大学「日本数学会1994年度秋季総合分科
会」, 1994年9月27日.

安原 晃 Yasuhara, Akira (東京電機大学理工学部)

発表論文

- [1] (with T.Soma and H.Sugai)

Disk/band surfaces of spatial graphs, preprint.

空間グラフの disk/band surface について研究する. 応用として, 平面的グラフの graph-homology 類が, グラフの disjoint cycles pair の linking number を用いて分類できることがわかる.

- [2] (with K.Taniyama)

On C-distance of knots, Kobe Journal of Mathematics, 11, 117-127(1994).

knots 間の距離として, C-distance を定義し, それと既知の不変量との関係を調べる.

- [3] (with K.Miyazaki)

Knots that cannot be obtained from the trivial knot by a twisting, Contemporary Mathematics, 164, 139-150(1994).

結び目が自明な結び目から 1 回の “twisting” により得られる為の必要十分条件を与える.

- [4] Link homology in 4-manifolds, preprint.

4次元多様体内の link homology を定義し, 研究する. この研究の結果として, 境界が S^3 となる 4次元多様体の境界内の link が各成分ごとに orientable surface を張る為の必要十分条件を与える.

- [5] (with K.Miyazaki)

Generalized #-unknotting operations, preprint.

#-unknotting operation の一般化として, $\#^p$ -move を定義し, この move を 4 次元の視野から研究する.

口頭発表

- [1] (with 村上 斉) Crosscap number of a knot, 中央大学「日本数学会 1993 年度年会」, 1993 年 4 月.
- [2] Tori representing characteristic homology classes of almost definite 4-manifolds, 大阪府立大学「日本数学会 1993 年度秋季総

合分科会」, 1993年9月.

- [3] Connecting Lemmas and representing homology classes of simply connected 4-manifolds, 広島大学「4次元多様体の諸構造と曲面の埋め込み」, 1993年10月.
- [4] Connecting Lemmas and representing homology classes of simply connected 4-manifolds, 早稲田大学学術情報センター「結び目と高分子科学」, 1993年12月25日.
- [5] (with 相馬輝彦, 菅井秀行) Disk/band surfaces of spatial graphs, 東京工業大学「日本数学会1994年度秋季総合分科会」, 1994年9月27日.
- [6] (with 相馬輝彦, 菅井秀行) Disk/band surfaces of spatial graphs, 加太国民休暇村研修センター「結び目の代数と位相と幾何」, 1994年10月12日.
- [7] Disk/band surfaces と graph-homology, 早稲田大学学術情報センター「空間グラフとその応用」, 1994年12月18日.

横田 佳之 Yokota, Yoshiyuki (九州大学理学部)

発表論文

- [1] The Kauffman polynomial of periodic knots, *Topology*, 32, 309-324(1993).
- [2] The Kauffman polynomial of alternating links, *Topology and its Appl.*, to appear.
- [3] On quantum $SU(2)$ invariants and generalized bridge number of knots, *Math.Proc.Camb.Phil.Soc.*, to appear.
- [4] Topological invariants of graphs in 3-space, *Topology*, to appear.
- [5] (with K.Morimoto and M.Sakuma)
Examples of tunnel number one knots which have the property $1+1=3$, *Math.Proc.Cambridge Phil.Soc.*, to appear.
- [6] (with K.Morimoto and M.Sakuma)
Identifying tunnel number one knots, preprint.

口頭発表

- [1] On Witten's quantum $SU(2)$ -invariants and generalized bridge numbers of knots, 東京女子大学「低次元トポロジーセミナー」, 1993年6月26日.
- [2] On Witten's quantum $SU(2)$ -invariants and generalized bridge numbers of knots, 大阪市立大学文化交流センター「The 2nd Japan-Korea Seminar on Knots and Links」, 1993年8月6日.
- [3] Polynomial invariants of graphs in S^3 , 大阪府立大学「日本数学会1993年度秋季総合分科会」, 1993年9月27日.
- [4] Topological invariants of graphs in 3-space, 大阪商工会議所賢島研修センター「位相不変量とその関連」, 1993年10月26日.
- [5] Topological invariants of graphs in 3-space, Korea Advanced Inst.Sci.and Techn. 「The third Korea-Japan School of Knots and Links」, 1994年2月21日.
- [5] (with 森元勘治, 作間誠) Identifying tunnel number one knots, 東京工業大学「日本数学会 1994年度秋季総合分科会」, 1994年9月28日.
- [6] (with 森元勘治, 作間誠) 性質“ $1+1=3$ ”を持つトンネル数1の結び目の具体例, 「日本数学会 1994年度秋季総合分科会」, 1994年9月28日.
- [7] Identifying tunnel number one knot; 代数的側面, 加太国民休暇村研修センター「結び目の代数と位相と幾何」, 1994年10月11日.
- [7] (with 森元勘治, 作間誠) On tunnel number one knots which have the property $1+1=3$, 早稲田大学学術情報センター「空間グラフとその応用」, 1994年12月18日.

研究集会プログラム

以下は，平成5年度・平成6年度文部省科学研究費（総合研究(A)）

「トポロジ的グラフ理論の総合的研究」（課題番号：05302006）
の費用（全額または一部分）によって開催された研究集会のプログラム
である．

研究集会「結び目の研究」

平成5年度文部省科学研究費（総合A 課題番号 05302006，研究代表者鈴木晋一（早稲田大学教育学部）「トポロジー的グラフ理論の総合的研究」）による表記の研究集会を下記のように開きます．

記

日時：平成5年10月12日（火）15時～15日（金）12時

会場：加太国民休暇村研修センター

〒640-01 和歌山市深山483 Tel. (0734)-59-0321

世話人：作間 誠（大阪大学・教養部）

10月12日（火）

15:30～17:00 寺垣内 政一（神戸大・理）

Twisting operations and composite knots.

19:30～20:00 鳥巢 伊知郎（大阪大・理）

Boundary slopes for knots with essential tangle decompositions.

20:00～20:30 自由講演

10月13日（水）

9:00～10:00 宮崎 桂（東京電大・工），茂手木 公彦（日本大・文理）

Producing Seifert fibred spaces by surgery on knots.

10:30～12:00 佐伯 修（広島大・理）

Stable maps into the plane and links in 3-manifolds.

- 13:30~14:10 谷山 公規 (東京女子大)
Link homotopy invariants of graphs in \mathbb{R}^3 .
- 14:30~15:10 仲 久則 (関西学院大・理)
On the n -fold cyclic branched coverings of a
spatial θ_n -curve.
- 15:30~16:10 中山 栄治 (早稲田大・理工)
On the tree number of alternating knots and links.
- 16:30~17:10 落合 豊行 (奈良女子大・理)
Separating Heegaard diagrams.
- 19:30~20:00 和田 昌昭 (奈良女子大・理)
Parabolic representations of the groups of mutant
knots.
- 20:00~20:30 自由講演

10月14日 (木)

- 9:00~10:00 垣水 修 (新潟大・教育)
群の曲面積と3次元多様体.
- 10:30~12:00 小林 毅 (大阪大・理)
結び目の Depth について (following Cantwell-Conlon)
- 13:30~14:10 竹内 義浩 (愛知教育大)
Bad orbifold conjecture の部分解.
- 14:30~15:10 遠藤 久美子 (東京女子大)
Double cover of S^3 branched along a cycle in a
spatial K_4 .
- 15:30~16:10 内田 吉昭 (神戸大・理)
Non-simple links with tunnel number one.

16:30~17:10 森元 勘治 (拓殖大・工)
On unknotting tunnels for 2-bridge knots.

19:30~20:30 自由講演

10月15日 (金)

9:00~10:00 林 忠一郎 (東京大・数理)
Links with alternating diagrams on surfaces with
positive genus.

10:30~12:00 大原 淳 (東京都立大・理)
結び目のエネルギー (II) .

* 報告集有り (大阪大学・理学部 : 作間 誠)

研究集会「グラフと3次元多様体の研究」

標記研究会を次のように開催しますのでご案内申し上げます。なお、本研究会には文部省科学研究費総合A〔代表：鈴木晋一(早稲田)〕からの援助があります。

世話人：津久井康之（湘南工大）

期日： 1993年10月19日（火）15：00～22日（金）正午

場所： 東洋大学箱根保養所 TEL：0460-3-7030

神奈川県足柄下郡箱根町元箱根字大芝 103-308

19日（火）

15:00～16:00 研究会運営協議，分担者会議

16:00～17:30 小林 一章（東京女子大・文理）
Standard Spatial Graphs.

20:00～21:00 池田 裕司（神戸大・理）
E-data の計算.

21:00～22:00 渋谷 哲夫（大阪工大）
Twisting of knots in a solid torus.

20日（水）

9:00～12:00 石井 一平（慶應大・理工）
Heegaard 分解の可約性について.

16:00～17:00 小室 秀雄（電通大）
H-transformations of cubic 3-connected planar graphs.

20:00~22:00 山下 正勝 (東洋大・工)
DS 変形.

21日(木)

9:00~9:50 堀口 俊二 (新潟産業大)
基本群の相互代入について.

10:00~12:00 根上 生也 (横浜国大・教育)
Note on the extended Negami polynomial of graphs.

13:30~14:30 河野 正晴 (神戸大・理)
DS-diagrams の表現について.

14:30~15:30 本間 龍雄 (青山学院大・理工)
3次元ポアンカレ予想について.

16:00~17:30 鈴木 晋一 (早稲田大・教育)
平凡な絡み目のホモトピー変形.

22日(金)

9:00~10:00 津久井 康之 (湘南工大)
Coverings of edge-coloured cubic graphs.

10:30~11:30 横山 和夫 (上智大・理工)
閉曲面上の自己同相写像について.

* 報告集有り (慶應義塾大学・理工学部: 石井 一平)

研究集会「神戸トポロジーセミナー」

平成5年度文部省科学研究費（総合A 課題番号 05302006，研究代表者鈴木晋一（早稲田大学教育学部）「トポロジー的グラフ理論の総合的研究」）による標記の研究集会を以下の要領で開催致します。

日時： 1993年11月5日（金）～7日（日）

会場： 神戸大学理学部

プログラム

11月5日（金）

13:30～15:00 山下正勝（東洋大・工）
Geometry of DS-diagrams(I).

15:30～17:00 横山和夫（上智大・理工）
Fundamental theorem of DS-deformation.

11月6日（土）

10:30～12:00 津久井康之（湘南工科大・工）
Edge colored graphs for 3-manifolds.

13:30～15:00 山下正勝（東洋大・工）
Geometry of DS-diagrams(II).

15:30～17:00 河野正晴（神戸大・理）
Incompressible surfaces in 3-manifolds.

11月7日（日）

10:30～12:00 池田裕司（神戸大・理）
Graphs and DS-diagrams.

世話人 池田裕司，河野正晴

連絡先 神戸大学理学部

研究集会「結び目と高分子科学」

平成5年度文部省科学研究費（総合A 課題番号 05302006，研究代表者鈴木晋一（早稲田大学教育学部）「トポロジー的グラフ理論の総合的研究」）による標記の研究集会を下記のように開きます。

記

日時： 平成5年12月23日（木）～25日（土）

場所： 早稲田大学学術情報センター第三会議室（本部キャンパス）

世話人： 鈴木晋一（早稲田大・教育）

12月23日（木）

13:00～13:30 河村 博之（早稲田大・理工）

The Alexander polynomial of alternating algebraic links.

13:30～14:00 大井 啓正（早稲田大・理工）

$T^2(g)$ 上の Kauffman bracket polynomial について.

14:20～15:00 佐藤 智史（横浜国大・教育）

Seifert fibered spaces with the Temperley-Lieb algebra.

15:10～15:40 井上 芳里，金戸 武司（筑波大・数学系）

A Jones type invariant of links in the product space of a surface and the real line.

16:00～16:30 鎌田 直子（津田塾大）

Alternating simple formal presentation について.

- 16:40~17:30 堀口 俊二 (新潟産業大)
Heegaard diagram に付随した基本群の変換について.
- 17:40~18:10 藤川 裕子 (九州大・理)
On quantum $SO(3)$ invariants of lens spaces.

12月24日(金)

- 9:00~ 9:40 杉原 進一 (大阪市立大・理)
Spin structure を保存する3次元ハンドル体の自己同相写像について.
- 9:50~10:20 田村 誠 (大阪大・理)
3次元多様体の単体分割の average edge order について.
- 10:40~11:30 今井 淳 (都立大・理)
空間曲線の幾何学的量.
- 11:40~12:10 藤井 浩純 (大阪市大・理)
Alexander polynomials of tunnel number 1 and bridge index 3 knots.
- 13:30~14:20 出口 哲生 (東京大・理)
ランダム結び目の高分子への応用.
- 14:30~15:20 穴戸 和夫 (東工大・生命理工)
Knotted DNA.
- 15:40~16:30 田中 文彦 (東京農工大)
高分子の研究と結び目・絡み目.
- 16:40~17:30 谷山 公規 (東京女子大・文理)
Total curvature of graphs in Euclidean spaces.
- 17:40~18:10 大槻 隆志 (早稲田大・理工)

Konts and links in spacial complete graphs.

1 2 月 2 5 日 (土)

9:20~10:00 安原 晃 (東京電機大・理工)

Connecting lemmas and representing homology
classes of simply connected 4-manifolds.

10:10~10:50 丸本 嘉彦 (大阪産業大)

リボン表示と θ -曲線.

11:10~11:50 中村 一路 (大阪大・理)

かずかずの結び目解消操作.

13:00~13:40 張替 俊夫 (関西学院大・理)

On the triviality of spatial theta-curves and
related topics.

13:50~14:40 菅井 秀行 (東京電機大・理工)

Zero Seifert linking form をもつ空間グラフ.

津田トポロジーシンポジウム
『低次元多様体のトポロジーと結び目理論』

科学研究費(A)トポロジー的グラフ理論の総合的研究(代表者 鈴木晋一氏)プロジェクトの一つとして, 下記の通り研究会を開催致しますので, ご案内申し上げます.

世話人: 小島 定吉(東工大) 福原 真二(津田塾大)
協力: 津田塾大学数学・計算機科学研究所

日時: 1994年3月7日(月) 10:00 ~ 3月9日(水) 14:30.

場所: 津田塾大学5号館(AVセンター) 2階 5206 教室

3月7日(月)

10:00~10:50 林 忠一郎(東大数理) 茂手木 公彦(日大文理)
Only single twist on unknots can produce composite knots.

11:00~11:50 宮澤 康行(阪市大理)
Vassiliev's invariant and link polynomials.

13:20~14:10 葉広 和夫(東大数理)
A family of local moves associated to bracket arrangements.

14:20~15:10 中西 康剛(神戸大理)
On unknotting operations.

15:30~16:20 小笠 英志(東大数理)
On the intersection of spheres in a sphere.

3月8日(火)

10:00~10:50 大槻 知忠(東大数理) 山田 修司(京都産大理)

- Quantum $SU(3)$ invariants via linear skein theory.
- 11:00~11:50 福原 真二 (津田塾大) 円山 憲子 (文理情報短大)
Dedekind sums and low dimensional topology.
- 13:20~13:50 吉田 はん (九大理)
On ideal tetrahedral decomposition of hyperbolic
3-manifolds.
- 13:50~14:20 伊藤 賢一 (東大数理)
平面領域におけるドミノタイリングについて.
- 14:30~15:00 別所 克人 (阪大理)
Non-orientable incompressible spanning surfaces of
links.
- 15:00~15:30 Pham Anh Minh (University of Hue)
A description of the second mod p cohomology of
 p -groups.
- 15:50~ 飛び入り講演

3月9日(水)

- 10:00~10:50 笠原 泰 (東工大理)
曲面の写像類群の有限部分群の既約分解.
- 11:00~11:50 松本 堯生 (広大理) 関根 光弘 (広大理)
Homologically antipodal locally linear involutions
on 4-manifolds.
- 13:20~13:50 茅嶋 孝大 (九大理)
On compact 4-manifolds with infinite cyclic funda-
mental groups.
- 14:00~14:30 酒井 健 (津田塾大)
ある種の 3-manifolds の spine と bracket 多項式.

* 報告集有り (津田塾大学: 宮澤 治子)

第41回トポロジーシンポジウムのお知らせ

1994年度のトポロジーシンポジウムを下記のように行いますので、
ご案内申し上げます。

世話人 平田浩一
鈴木晋一
小宮克弘

日時: 1994年7月19日～7月22日

場所: 愛媛大学教養部第11講義室

プログラム

7月19日(火)

9:30～10:30 秋田利之(大阪大)

離散群とG空間の有理 Euler 標数について

10:45～11:45 長瀬昭子(大阪経済大)

Equivariant algebraic vector bundles over adjoint representations

13:00～14:00 小島定吉(東京工業大)*

3次元多様体の幾何化の現況

14:15～15:15 神島芳宣(熊本大)

Global rigidity of manifolds with symmetry

15:30～16:30 田村 誠(大阪大)

3次元多様体の単体分割の average edge order について

7月20日(水)

9:30～10:30 後藤達生(埼玉大)

ε -translations and dimension

10:45～11:45 酒井政美(神奈川大)

各点収束位相をもつ関数空間の位相的性質について

13:00~14:00 大山淑之(名古屋工業大)*

Vassiliev 不変量と knot diagrams

14:15~15:15 河野俊丈(東京大)

Vassiliev invariants, graph complex and differential forms on the space of knots

15:30~16:30 太田啓史(東京大)

An integral lift of the Rochlin invariant and gauge theory

7月21日(木)

9:30~10:30 大槻知忠(東京大)

HOMFLY polynomial via an invariant of colored planar graphs

10:45~11:45 宮沢康行(山口大)

The Jones polynomial of an unknotting number one knot

13:00~14:00 Martin Guest (Univ.of Rochester, 東京工業大)

Applications of labelled configuration spaces

14:15~15:15 竹田雄一郎(東京都立大)

同変代数的K理論の局所化定理とその応用

15:30~16:30 福井敏純(名古屋工業大)

実代数曲線のトポロジーと Newton 図形

7月22日(金)

9:30~10:30 鎌田聖一(大阪市立大)

Survey on 2-dimensional braids

10:45~11:45 関根光弘(広島市立大)

Homologically antipodal locally linear involutions on 4-manifolds

* 印を付したものは、総合報告です。

*講演集有り（早稲田大学教育学部：鈴木晋一）

箱根 세미나「グラフと3次元多様体の研究」

標記研究会を次のように開催しますので、ご案内申し上げます。なお、本研究会には文部省科学研究費総合(A)〔代表：鈴木晋一(早稲田)〕からの援助があります。

世話人 津久井康之（専修大経営）

期 日： 1994年10月25日(火)15:00～28日(金)正午

場 所： 東洋大学箱根保養所 TEL: 0460-3-7030

神奈川県足柄下郡箱根町元箱根字大芝 103-308

25（火）

15:00～16:00 研究会運営協議，分担者会議

16:00～17:00 鈴木 晋一 （早稲田大教育）

「空間グラフに含まれる結び目・絡み目について」

19:30～21:30 石井 一平 （慶應大理工）

「3次元球面の特徴付け」

26（水）

9:00～10:00 山下 正勝 （東洋大工）

「DS-diagrams の変形」

10:30～12:00 池田 裕司 （神戸大理）

「DS-diagrams の E-data について」

13:30～15:30 河野 正晴 （神戸大理）

「Closed curves with higher contractibility」

16:00~17:00 小室 秀雄 (電通大)

「On the characterization of the Hamiltonian Prisms」

27 (木)

9:00~10:00 津久井康之 (専修大経営)

「Multi regular graphs and manifolds」

10:30~12:00 小林 一章 (東京女大文理)

「On spatial graphs」

13:30~14:30 本間 龍雄

「3次元ポアンカレ予想について」

14:45~15:15 渋谷 哲夫 (大阪工大)

「Link self #-equivalences の話題から」

16:00~17:30 根上 生也 (横浜国大教育)

「位相幾何学的グラフ理論の最近の話題から」

28 (金)

9:30~10:30 横山 和夫 (上智大理工)

「D S -diagrams の基本変形について」

11:00~12:00 中西 康剛 (神戸大理)

「Alexander invariants and twisting」

* 報告集有り (慶應義塾大: 石井 一平)

「位相幾何学的グラフ理論」研究集会

平成 6 年度科学研究費総合 A（研究代表者：鈴木晋一）の援助を受け、
下記の要領で第 6 回位相幾何学的グラフ理論の研究集会を開催致します。
この分野に関心のある方は奮ってご参加下さい。

世話人：横浜国立大学教育学部
根 上 生 也

日時： 平成 6 年 1 1 月 1 0 日～1 2 日

場所： 横浜国立大学教育学部 第 2 研究棟 5 階 会議室 5 2 0

1 1 月 1 0 日（木）

- 緑川俊英（横浜国立大学） 13:30～14:00
Tight triangulations of closed surfaces
- 平地 豊（横浜国立大学） 14:00～14:30
Minor minimals of 3-representative toroidal graphs
- 山田泰之（琉球大学） 14:40～15:10
How many icosahedral disk?
- 土屋守正（東海大学）+ 恵羅 博（文教大学） 15:10～15:50
Upper bound graph について.
- 小室秀雄（電気通信大学） 16:00～16:40
H-transformation of 3-regular graphs on surfaces
- 前原 潤（琉球大学） 16:40～17:20
Geometric applications of β -distribution

1 1 月 1 1 日（金）

- 佐藤 巖（鶴岡工業高専） 10:30～11:00

Some covers of symmetric digraphs

- 渡辺 守 (岡山理科大学) 11:00~11:40
On drawing of graphs on the plane lattice.
- 石渡万希子 (東京女子大学) 13:30~14:10
完全 n 部グラフの book presentation について
- 水沼彩子 (東京女子大学) 14:10~14:50
向きづけ可能な閉曲面上の正則グラフについて
- 富原雅則 + 浅野考平 (関西学院大学) 15:00~15:30
空間内の直線の集合と多角形結び目の射影
- Richard Brunet (横浜国立大学) 15:30~16:10
Every 5-connected toroidal triangulation is hamiltonian
- 中本敦浩 + 太田克弘 (慶應義塾大学) 16:20~17:00
Diagonal transformations in quadrangulations on surfaces III
- 根上生也 (横浜国立大学) 17:00~17:40
Irreducible triangulations of the Klein bottle

11月12日 (土)

- 樋口雄介 (東京大学) 10:30~11:10
Infinite line graph における random walk と spectrum
- 遠藤敏喜 (早稲田大学) 11:10~11:50
Circular embeddings of planar graphs on the torus
- 山下 哲 (木更津工業高専) 11:50~12:30
論文『Isoperimetric numbers of graph bundles』の紹介

研究集会「空間グラフとその応用」

平成6年度文部省科学研究費（総合研究A：課題番号 05302006, 研究者代表者鈴木晋一(早稲田大学教育学部)「トポロジ的グラフ理論の総合的研究」）による標記の研究集会を下記のように開きます。

記

日時：平成6年12月17日（土）～20日（火）

場所：早稲田大学学術情報センター第1・3会議室（本部キャンパス）

世話人：鈴木晋一（早稲田大・教育）

12月17日（土）

13:30～14:00 中村 一路（大阪大・理）

Generalized unknotting operations of polygonal type.

14:15～15:00 宮沢 康行（山口大・理）

The Jones polynomial of $H(2)$ -unknotting number one knots.

15:30～17:00 下川 航也（東京大・数理科学）

Incompressibility of closed surfaces in toroidally alternating link complements.

12月18日（日）

9:30～10:15 安原 晃（東京電機大・理工）

Disk/band surfaces と graph-homology.

10:30～11:00 吉岡 千鶴（東京女子大・文理）

Regular projections of knotted handcuff graphs.

11:15～11:45 谷山 公規（東京女子大・文理）

Knotted projections of planar graphs.

13:15~14:00 茂手木公彦 (日本大・文理)

Montesinos links の unknotting number について.

14:15~14:45 小沢 誠 (早稲田大・理工)

The crossing number of knots on a Heegaard surface.

15:15~16:00 中本 敦浩 (慶應義塾大・理工)

Diagonal transformations in quadrangulations of surfaces.

16:15~17:00 森元 勘治 (拓殖大・工), 作間 誠 (大阪大・理),
横田 佳之 (九州大・数理)

On tunnel number one knots which have the property $1+1=3$.

12月19日(月)

9:30~10:15 金信 泰造 (大阪市立大・理)

空間グラフの Vassiliev 型不変量.

10:30~11:15 門上 晃久 (京都大・理)

Characterization of the Alexander polynomial of closed 3-manifolds.

11:30~12:15 遠藤久美子 (東京女子大・文理)

Double covers of S^3 branched along a 4-cycle in a spatial K_4 .

13:30~14:00 吉田 貴行 (大阪市立大・理)

S^4 内の曲面の knot type の基礎について.

14:15~14:45 茅嶋 孝大 (九州大・数理科学)

Spin cobordism of homology handles.

15:15~16:00 村上 斉 (大阪市立大・理)

Homfly 多項式の微分.

16:15~17:00 宮沢 治子(津田塾大・学芸), 岡本 美雪(早稲田大・理工)
Linear skein theory による quantum $SU(3)$ invariant の
構成.

12月20日(火)

9:30~10:15 石渡万希子(東京女子大・文理)
完全 n 部グラフの book presentations について.

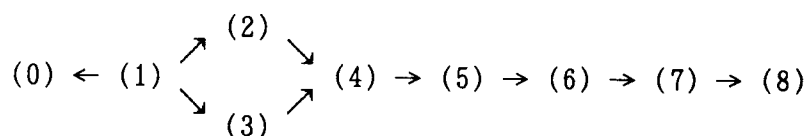
10:30~11:15 野田 千恵(東京女子大・文理)
The topological symmetry group for the canonical bud
presentation of K_n .

11:30~12:15 鈴木 晋一(早稲田大・教育)
Notes on knots and links in spatial graphs (survey) .

研究成果

本研究は、「トポロジー的グラフ理論」の表題のもとに、グラフを位相空間（距離空間，CW複体）と考え，これと関連する数学的研究対象すべてを総合的に研究してみようということで始めた．前掲の「研究発表」およびこの研究費を利用して開催された研究集会の「プログラム」に見られるように，極めて多くの新しい成果が得られ，また現在も活発に研究されている．発展途上にあるこの分野において，これらの成果すべてをとりまとめることは到底不可能であるが，当初の研究計画の中心であった「空間グラフの結び目理論の観点からの研究」に焦点を絞ってその成果をまとめてみる．

グラフの3次元空間（または3次元球面）の中への埋め込みに対して，最も自然な位相的な同値関係は(1)全同位と(0)同相である．一方，結び目や絡み目に対しては，(2)コボルディズム，(3)同位，(5)絡み目ホモトピーなどの位相的な同値関係が定義され，研究されてきた．これらの概念は自然に空間グラフに対しても一般化されるが，谷山はさらに新しい同値関係(4)I-同値，(6)弱絡み目ホモトピー，(7)ホモロジー，(8) \mathbb{Z}_2 -ホモロジーを導入した．そして，これらの同値関係の間に次の基本的な関係があることを示した：



グラフ G が (i) -同値を除いて一意的であるとは， G の任意の2つの空間への埋め込みが (i) -同値となる場合をいう．谷山を中心に，各 $i=0,1,\dots,8$ について， (i) -同値に関して一意的であるようなグラフを特徴付けた．また，(5),(7)に関する不変量が谷山，安原等によって導入され，これらによって任意のグラフ G の空間への埋め込みの(7)ホモロジーによる分類が得られた．グラフ G の空間への埋め込みの特徴付けの1つとして，J.Simmon による位相的対称群が考えられるが，この群を各 (i) -同

値に一般化して利用するのは、今後の研究課題であろう。

この他、空間グラフに対する(1)全同位の不変量は、横田等によって新たに導入された。また、Vassiliev 不変量も金信等によって研究されている。一般的に空間グラフへの関心が高まり、結び目・絡み目の不変量を可能な限り空間グラフに一般化しようという試みが、多くの発表論文の中に見られる。大山による局所移動の研究などは、その典型であり、樹下・三笠、谷山・吉岡による θ 曲線や手錠グラフの正則図形の研究も面白い。本橋・大山・谷山は、1989年に導入された山田多項式の簡約次数によって空間グラフの正則図形の最小交差点の個数の評価を行い、 θ 曲線など多く空間グラフの最小交差点数を決定した。グラフで分岐する3次元球面の分岐被覆空間の研究は、樹下、張替、仲、中尾などで続けられていて、多くの成果が得られた。また、結び目のトンネル数に関する研究は、森元・作間・横田、小林(毅)等により飛躍的に進んだが、空間グラフの問題として考え直すことによって、多くの面白い研究課題を内蔵しているように思われる。

グラフの空間への埋め込みに関しては、グラフが平面的である場合を除いて、“自明”な埋め込みというもののが定義しにくい。小林(一)は本綴じ表示を用いて“標準的(standard)”な埋め込みを提唱した。グラフの本綴じ表示に関しては、小林自身の研究のほかに、遠藤・大槻、石渡などがある。大槻は、完全グラフの標準的な埋め込みの中からさらに特別な“canonical”な埋め込みを抽出し、その基本的な性質を調べた。この結果は、いろいろな意味で今後の空間グラフ研究上の基礎となるものと考えられる。

空間グラフの中のサイクルは、自然に結び目や絡み目となる。これらの結び目・絡み目によって、この(空間)グラフを特徴付けることは大きな問題であり、本研究の目標の1つであったが、特記するような大きな成果は得られなかった。残された大きな課題である。

空間グラフを、高分子化学・分子生物学などに応用しようという試みも本研究の課題の1つであり、この方面の研究者との交流も試みられたが、お互いにまだ相手のことを学習している段階で、共同研究をするまでには至っていない。