

大阪市立大学
学長記者懇談会

数学研究所を拠点とする 国際研究ネットワーク展開 と若手研究者育成

大阪市立大学数学研究所(OCAMI)
所長 大仁田義裕
平成26年7月25日

大阪市立大学数学研究所

2009年度研究科講座表より

本学理学研究科の構成

- 数物系専攻
- 物質分子系専攻
- 生物地球系専攻

+

- 数学研究所

専任教授1名・准教授1名配置
数物系専攻(数学分野)兼担



数学研究所の目標

- 数学研究において世界をリード
- 世界の研究拠点との連携
- 他分野への応用
- 人材の育成と交流
- 市大における教育の向上
- 市民の数学や基礎科学への関心

21世紀COEプログラム(2003~2007)数学分野

「結び目を焦点とする広角度の数学拠点の形成」

大阪市立大学数学研究所



Osaka City University Advanced Mathematical Institute (略称: OCAMI)

拠点リーダー& 所長 河内 明夫 教授

の設立

COE事後 総括評価: 「設定された目的は十分達成された」



恒久的な形態で事業継続中



研究協力協定締結機関(国内・海外)



- ・京都大学数理解析研究所 (RIMS)
- ・慶北国立大学BK21+(韓国) ・釜山国立大学BK21+(韓国)
- ・韓国科学技術院 (KAIST) ・大連理工大学(中国)
- ・国立台湾大学国家理論科学中心 (NTCS)・台大数学中心 (TIMS)
- ・南開大学 S.S.Chern 数学研究所 (CIM)(中国)
- ・華東師範大学(中国) ・蘇州大学数理科学院(中国)

特徴的な研究

市大は日本の
トポロジー研究
発祥の地

数学

偏微分方程式・非線形解析・トポロジー・
結び目理論・表現論・微分幾何学 etc.

理論物理

場の理論・弦理論・ブラックホール理論
・宇宙論 etc.

受賞:

日本数学会幾何学賞 (1987), 井上科学賞 (1995), 大阪科学賞 (1996) (河内)

日本数学会代数学賞 (2008) (谷崎)

日本物理学会論文賞 (1998, 2010) (中尾、石原)

Classical and Quantum Gravity誌 Highlights (2006~2009) (安井, 石原)

日本数学会春季賞 (2006), 学士院賞 (2011), 大阪科学賞 (2012)

望月拓郎 (元本学助手, 現 京大理)

日本数学会建部賢弘賞特別賞 (2007) 市野篤史 (元数学研准教授, 現 京大理) 他多数

院生・数学研究所員のための賞を設置し, 多数受賞:

数学研究会特別賞・数学研究会論文賞・Award for Young Mathematicians

・Award for Presentation Excellence

国際会議組織:

組織委員長: 石原 (2003), 柘田 (2006, 2012 MSJ-SI), 糸山 (2007, 2012 OCUシンポ),
大仁田 (2008 OCUシンポ, 2011 PRGC) ほか, 基調講演・招待講演多数

南部陽一郎先生数学研究所ご訪問(2009年11月18日)



数学研究所における
数学と物理の協働は、
南部陽一郎先生以来の
伝統と精神が継承され
優れた研究や人材育成
が推進されています。



数学研究所関係の最近の受賞:

- 高橋太教授(数学):平成23年度日本数学会函数方程式論分科会福原賞受賞
- 糸山浩教授(理論物理):平成25年度日本物理学会論文賞受賞
- 安井幸則准教授(理論物理)と数学研究所員・宝利剛氏:学術雑誌“Classical and Quantum Gravity”2012/2013年ハイライト論文賞を受賞(2回目)

日韓数学院生ワークショップ

Graduate Student Workshop on Mathematics

between Pusan National Univ., Kyungpook National Univ. and OCAMI

2007, 大阪市立大学(日本)

2008, 釜山国立大学(韓国)

2009, 大阪市立大学(日本)

2010, 慶北国立大学(韓国)

2011, 大阪市立大学(日本)

2012, 釜山国立大学(韓国)

2013, 大阪市立大学(日本)

2014, 慶北国立大学(韓国)



今週！

Young Mathematician 賞
Best Presentation 賞
授賞式

若手研究者育成

- 数学研究所員(若手ポスドク研究者):
開設以来の総在籍者数 123名(2003年9月~2014年7月)
- 現在の在籍者 31名(専任18, 兼任 11, 学振・外部資金雇用2)
- 過去に在籍した若手研究者(92名=123-31)のその後のキャリアパス
 - 国内の教育・研究職(ポスドク職含む) **72名**
 - 海外の教育・研究職(ポスドク職含む) **13名**

国内:

- ・国立大学 **31名**
- ・公立大学 **5名**
- ・私立大学 **17名**
- ・高専 **11名**
- ・高校教諭 **1名**
- ・その他研究機関 **2名**
- ・一般企業 **5名**

海外:

- ・復旦大学(中国)
- ・KAIST(韓国)
- ・POSTECH(韓国)
- ・韓国APCTP(韓国)
- ・KIAS(韓国)
- ・大連理工大学(中国)
- ・華東師範大学(中国)
- ・TATA Institute(インド)
- ・国立台湾大学(台湾)
- ・中央研究院数学研究所(台湾)
- ・国立台湾師範大学(台湾)
- ・Padova 大学(イタリア)
- ・Max Planck Institute(独)
- ・Humboldt-Universität zu Berlin(独)
- ・Imperial College London(英国)
- など

女性数学研究所員・院生の活躍



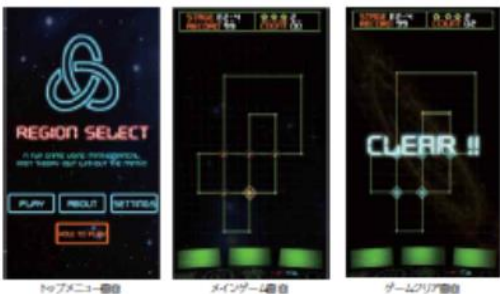
朝日新聞
2005年元旦
宮岡礼子先生
(東北大)

領域選択ゲーム (Region Select)

Androidと先進数学である結び目理論のコラボレーションによって実現した新しいパズルゲームです。数独やルービックキューブのように数学から生まれたゲームで単純なルールでありながら奥が深いため、脳トレ効果や詰め将棋等のような数字先を読む思考能力が問われます！数学を応用したゲームでありながら数学を必要としないという特徴を持っています。

数学的マッチングから最適化までの経緯

実用者と企業との人間がさかかいで、結び目理論を応用した領域選択ゲームをスマートフォンやタブレットで動作させることをテーマに共同研究を開始しました。大学の研究者チームからは領域選択ゲーム課題の提供を行い、グローバルエンジニアリングはアプリ開発技術を提供しました。双方の特性を生かした連携の結果アプリが完成し、無事に最適化まで進められました。



トップメニュー画面 メインゲーム画面 ゲームクリア画面

(2011/10/14 大阪府立大学・大阪市立大学 共同開発者にて発表)

大学or TLO
公立大学法人 大阪市立大学 数学連携推進本部
副産物産生研究センター
〒558-8585 大阪府大阪市住吉区杉本三丁目3番138号
Tel 06-6605-3551
e-mail sangaku-ocu@udo.osaka-cu.ac.jp
URL http://www.osaka-cu.ac.jp/ja/contact

開発元
株式会社グローバルエンジニアリング
〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南2-14-19
住吉生命ビル12F
Tel 052-582-0570
e-mail android_dev@global-eng.co.jp
URL http://www.global-eng.co.jp/

● 現在まで女性ポスドク
若手研究者21名が在籍、
20名が大学(10名、名古屋市立大教授、
福島大准教授、信州大准教授、名古屋工業大准教授、津田塾大助教など)・高専(4名)・海外ポスドク職(2名)に就職、研究員または非常勤等で研究活動継続中(4名)、結婚・出産で休止中1名。

代表研究者の経歴と所属

宮岡 礼子
京都府立大学理学部数学科教授
数論幾何学専攻
数論幾何学専攻
数論幾何学専攻
数論幾何学専攻
数論幾何学専攻

河内 明夫

大阪市立大学大学院工学研究科
数学専攻 数学研究科准教授、
大阪市立大学名誉教授(理学部)
数学研究科准教授、大阪市立大学教授

日野 明子
大阪府立大学理学部数学科准教授
数論幾何学専攻
数論幾何学専攻
数論幾何学専攻
数論幾何学専攻

清水 理佳

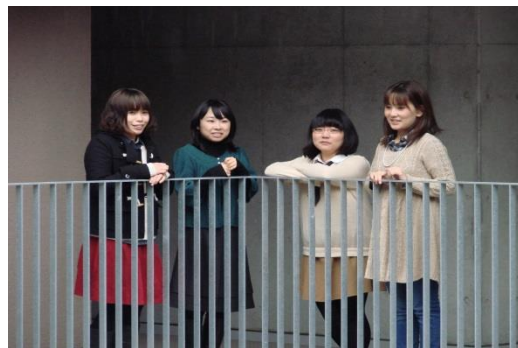
群馬工業高等専門学校 数学科
助教(理学部)
理学部数学科(理学部)
理学部数学科(理学部)

数論幾何学専攻
数論幾何学専攻
数論幾何学専攻
数論幾何学専攻
数論幾何学専攻

岸本 健吾

大阪工業大学工学部 数学科
特任講師

発表開始日
2011年12月5日
参加費無料
アプリ内課金100円
売り上げ実績
約2万ダウンロード



格子からみえる
数学

柘田幹也・福川由貴子

高校数学から大学数学へ、
そして現代数学へ！

《格子》という簡単な数学の対象が、
さまざまな数学と結びつき、豊かな数学が展開される。

9/20
日本評論社



事業の基盤

21世紀COEプログラム(2003~2007)

「結び目を焦点とする広角度の数学拠点の形成」

大阪市大重点研究・学長裁量経費・教育推進本部経費など(学内)

「結び目の数学と科学的オブジェクトへの広角度展開」(2003~2007,2008~2010)

「数学研究所の国際研究交流ネットワークの拠点化」(2011)

「アインシュタインの物理でリンクする研究・教育拠点」(2008~2011) など

JSPS 組織的な若手研究者等海外派遣プログラム(2010~2012)

「数学研究所がリードする数学・数理学の国際的若手研究者の育成」

JSPS二国間(日-露)交流事業 共同研究(2010~2011, 2012~2014)

「組合せ論への応用を伴ったトーリクトポロジー」

「ゲージ理論と弦理論の双対性に立脚する可積分性の統合」など 計4件

JASSO 留学生交流・海外留学支援制度(2011, 2013, 2014)

「数学研究所をハブとする理学の大学院留学生国際研究交流ネットワークプログラム」
など 計3件

日本学術振興会 組織的な若手研究者等海外派遣プログラム
事業「数学研究所がリードする数学・数理科学の国際的若手研究者の育成」

<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/~ohnita/WakateHakenOCAMI.html>

●（平成21年度採択） 2010年3月-2013年2月（3年間）

●数学研究所員を中心に理学研究科の院生・若手研究者等派遣

合計 71人 ここで、人数は延人数。

内、ポスドク以上2か月以上派遣 25人、

内、大学院学生派遣 24人、内 2か月以上派遣 5人、

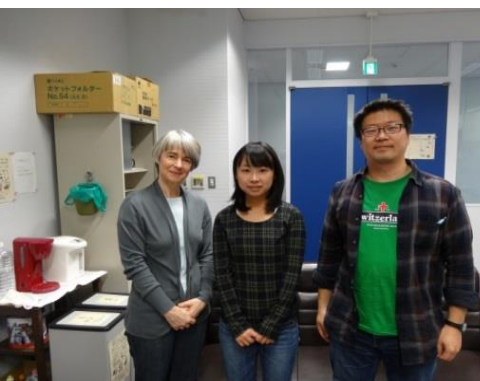
当初の数値目標をすべて達成！

世界22カ国
53大学・研究機関
へ派遣！

内、数学研究所員 44人

分野別: 数学 49人、物理 15人、化学 3人、生物 1人、地球 3人

数理科学
の視点

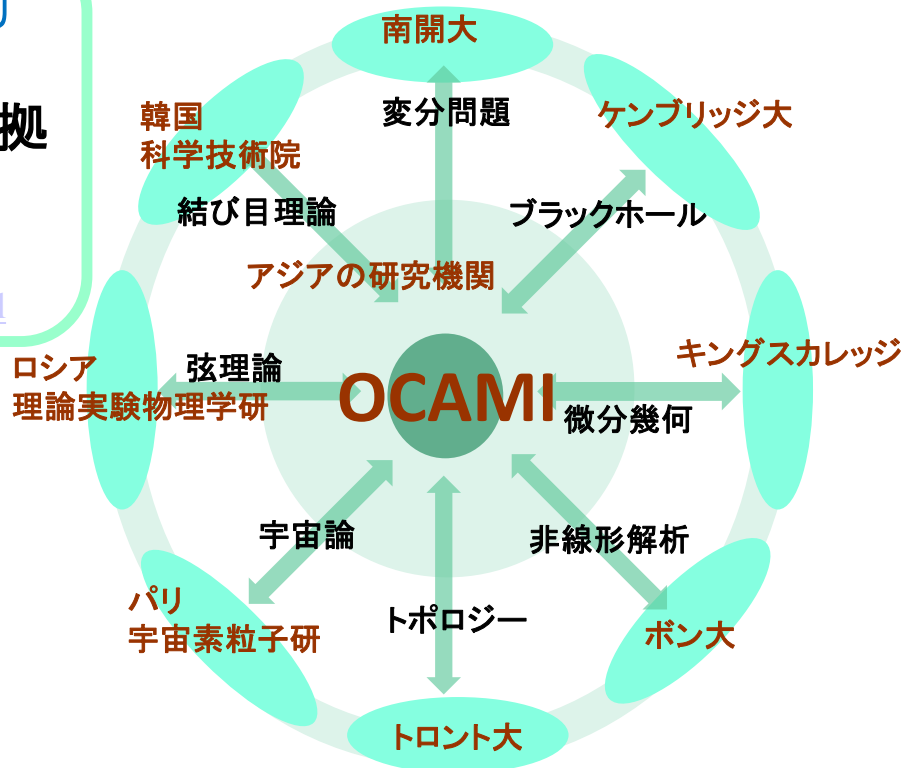


JSPS頭脳循環を加速する若手研究者戦略的
海外派遣プログラム

「数理と物理の深化と展開，数学研究所を拠点とする国際ネットワークハブの形成」

(2011年度-2013年度)

<http://www.osaka-cu.ac.jp/news/20111110175127/research.html>



●中国：南開大学 S. S. Chern 数学研究所
(偏微分方程式・変分問題)

●イギリス：ケンブリッジ大学応用数学理論
物理教室(高次元ブラックホールの幾何学)

●イギリス：キングスカレッジ数学教室
(微分幾何・リー理論)

●ドイツ：ボン大学応用研究所
(非線形解析)

●カナダ：トロント大学数学教室
(トポロジー・シンプレクティック幾何)

●韓国：韓国科学技術(KAIST)
(結び目理論)

●フランス：パリ第7大学宇宙素粒子研究所
(宇宙論・ブラックホール理論)

●ロシア：理論実験物理学研究所(ITEP)
(場の理論・弦理論)

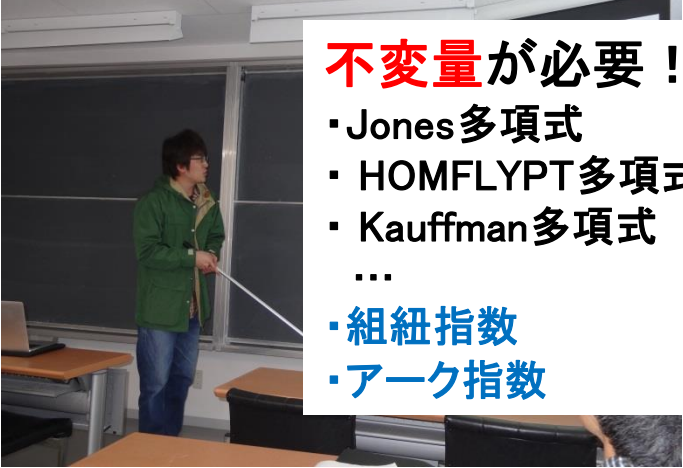
優れた若手数学研究所員9名を世界8拠点へそれぞれ300日以上派遣して成果を挙げる！

結び目理論

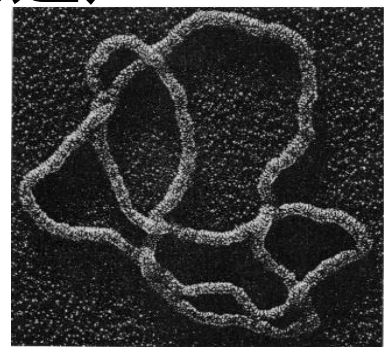
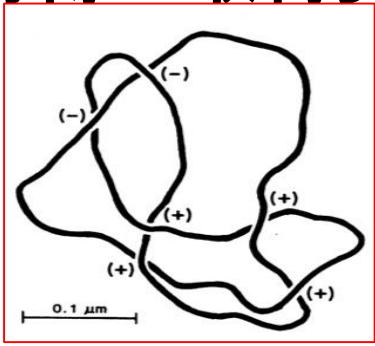
滝岡 英雄 (D3, 2014年9月博士取得見込)

DNA

最も重要な課題は結び目の分類問題



- 不変量が必要!**
- Jones多項式
 - HOMFLYPT多項式
 - Kauffman多項式
 - ...
 - 組紐指数
 - アーク指数

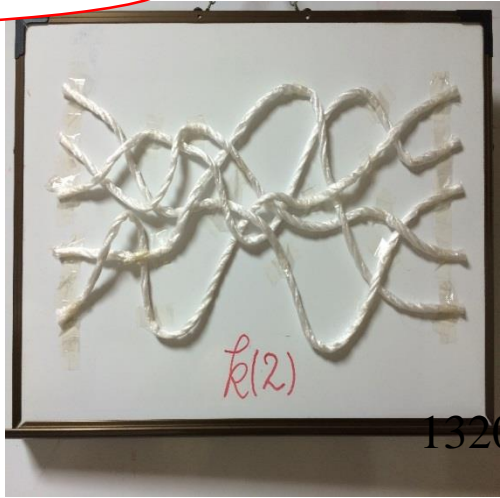
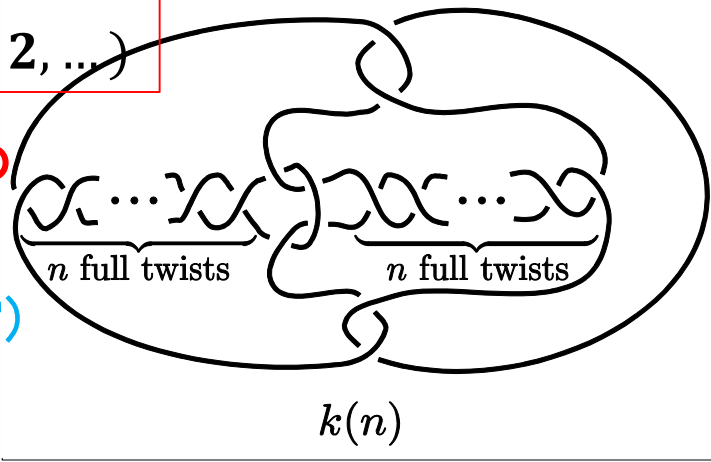


Kanenobu (金信) 結び目の
無限列 $k(n)$ ($n = 0, 1, 2, \dots$)

上のような多項式不変量が同じ!

の組紐指数とアーク指数の
研究に初めて成功!

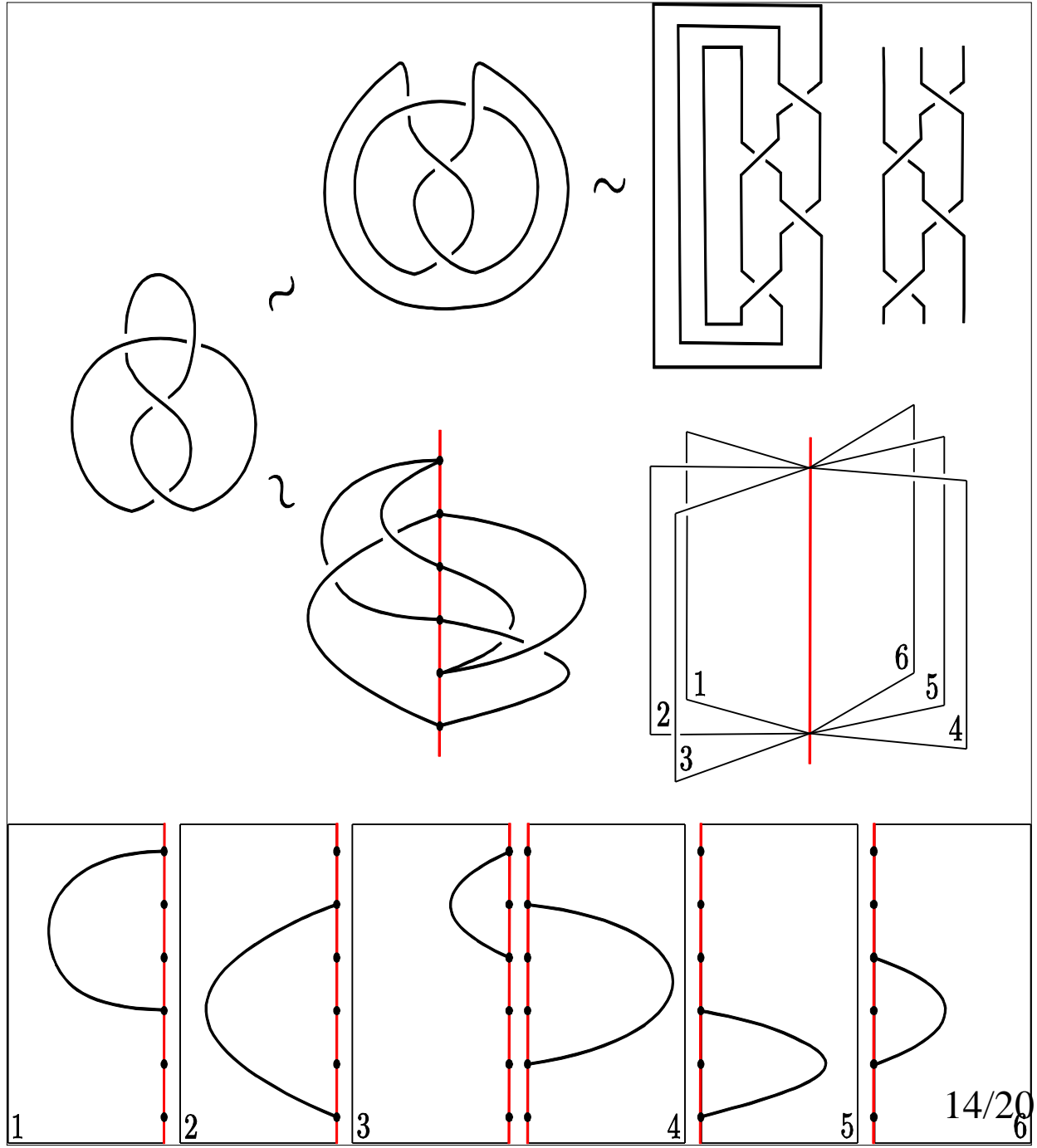
Hwa Jeong Lee (KAIST)
との共同研究も進行中



結び目のさまざまな表示法

すべての結び目は、ある組紐を閉じたもので表すことができ、その紐の最小本数を **組紐指数** とよぶ。

すべての結び目は、ある **本** の中に埋め込むことができ、その頁の最小枚数を **アーケ指数** とよぶ。

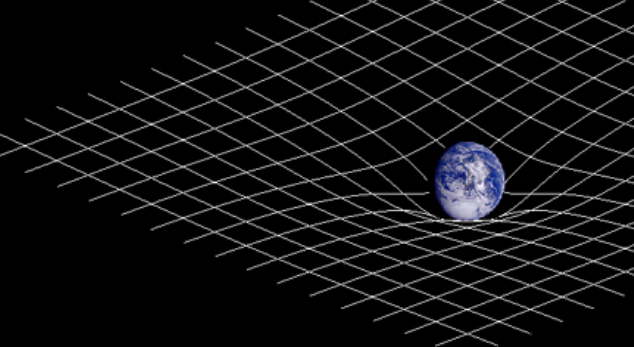


数理物理・相対論 高次元ブラックホールの幾何

宝利 剛 (数学研究所員:ポスドク)

ブラックホールの理解は、現代物理学の最重要課題

●宇宙初期の解明に繋がる



●重力を含む素粒子の統一理論は高次元時空の存在を示唆



●統一理論構築に高次元時空に住むブラックホールの研究は不可欠！


- 時空の対称性
- 厳密解

● T. Houri, T.Oota and Y.Yasui, “Closed conformal Killing–Yano tensor and uniqueness of generalized Kerr–NUT–de Sitter spacetime” *Class. Quant. Grav.*26(2009)145006 (16 pages).

学術雑誌“*Classical and Quantum Gravity*”2008/2009年ハイライト論文賞

● T. Houri, D. Kubiznak, C. M. Warnick and Y. Yasui, Local metrics admitting a principal Killing–Yano tensor with torsion, *Class. Quant. Grav.* 29 (2012) 165001 (30pp).

学術雑誌“*Classical and Quantum Gravity*”2012/2013年ハイライト論文賞

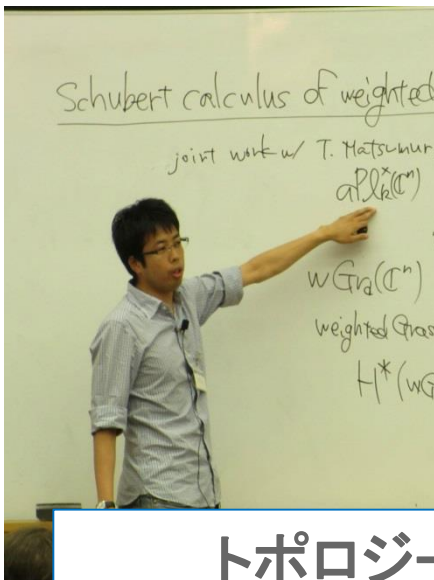


頭脳循環
プログラム・
ケンブリッジ
で活躍

オイラーの公式
 $e-v+f=\chi(X)$

トポロジー

阿部 拓 (数学研究所員)



柁田幹也教授をリーダーとする
「トーリックトポロジーとシューベルトカリキュラス」
(2012年度日本数学会季期研究所を市大で開催)
の融合的な新しい数学の研究領域で
目覚ましい活躍をしているホープ！
ICM Satellite Conference でも研究発表講演。

ヤング図

1	3	4	8
2	5	7	
6			

対称性

トポロジー
(一般次元の空間の
やわらかい幾何学)

パズルのような数学
(多面体, 標準盤)

トーリックトポロジー

シューベルト・カリキュラス

ヤング図の言葉を用いた交叉数の新しい計算公式を発見！

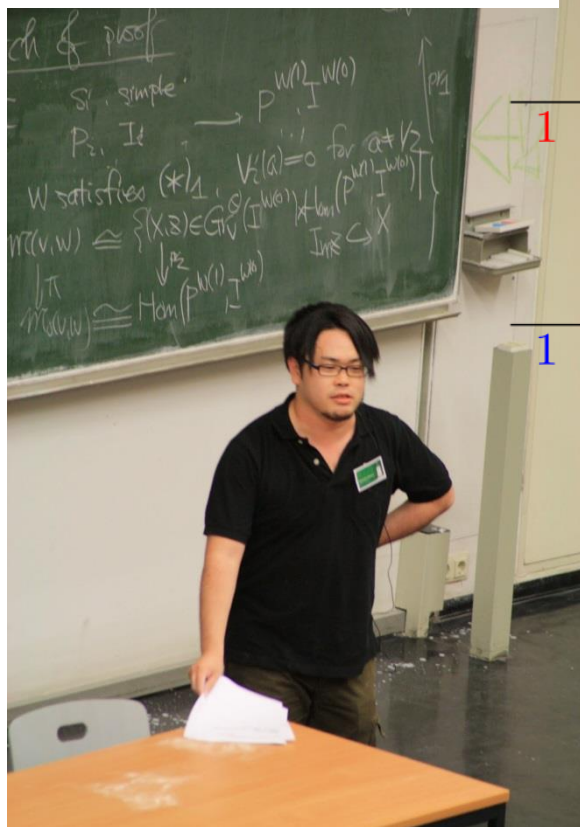
様々な応用

代数学・表現論 対称性の数学

木村 嘉之 (数学研究所員: 特任教員・ポスドク)



フリーズ(帯状装飾)



Conway-Coxeterのフリーズ

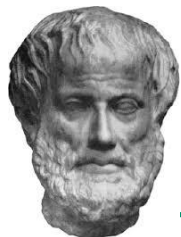
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	2	3	1	2	4	1	2	1	2
1	3	5	2	1	7	3	1	3	1	3
1	7	3	1	1	3	5	2	1	1	3
1	2	4	1	2	2	3	1	2	1	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

抽象化・一般化

「クラスター代数」の概念

非輪状型クラスター代数の基底の構成
(Qin-Kimura, 2014) to appear in Adv.Math

本来の問題意識を幾何学的表現論を通じて解決!



非線型偏微分方程式・変分問題

内免 大輔 (D2, 2014年9月博士取得見込)



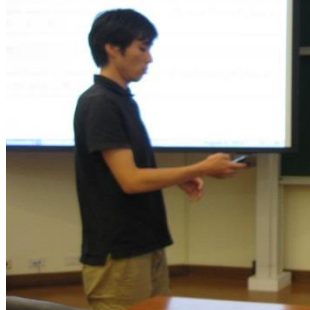
- ・哲学:「神は無駄をしない」(アリストテレス)
- ・数学:等周問題
- ・物理学:フェルマーの原理(幾何光学), ハミルトンの変分原理(解析力学)

u :「エネルギー」の最小点(臨界点)

$$I(u) = \frac{1}{2} A \left(\int |\nabla u|^2 dx \right) - \int F(u) dx$$

問題:解の存在と大域的構造の解明

2013年8月
国立台湾
大学にて



ディリクレ積分量を持つ
非線型楕円型方程式

$$\begin{cases} -a \left(\int |\nabla u|^2 dx \right) \Delta u = f(u) & \text{in } \Omega \\ u = 0 & \text{on } \partial\Omega \end{cases}$$

- ・臨界問題の解決
(N.2014, NoDEA, JDE, 他2編)
- ・解の分岐現象の追及
(N.2014, In preparation)

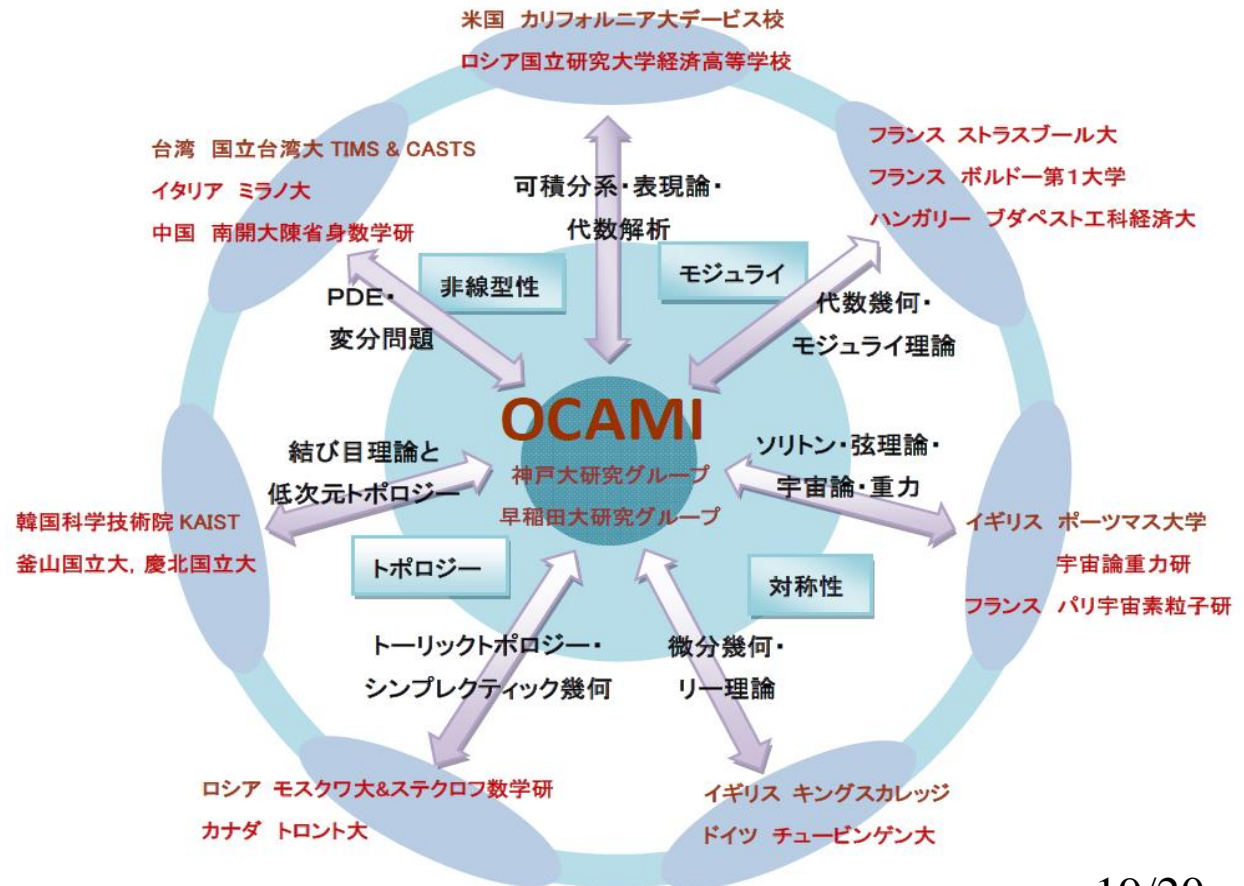
無限次元の『微分法』を武器に、
従来の扱いでは困難な非線形偏
微分方程式を次々に解析

Kirchhoff型方程式に対する大域的集中コンパクト性の解析と4次元臨界問題の解決!

今後の世界研究の展開

●JSPS二国間交流事業 日本-インド 共同研究(DST)
 「結び目不変量と幾何多様体」(2014-2015年度)
 研究代表者: 鎌田聖一教授(数学) **が新たに採択。**

●神戸大学数学教室(九大MI GCOE連携機関)・早稲田大学数理科学教室と協働した国際拠点の新たな展開プロジェクト(JSPS新頭脳循環プログラムへの申請提案)。
 可積分系(ソリトンの数学)の強力な研究者・尾角正人教授(数学)が新たな力に。



2014 国際数学者会議 ソウル(8月)

Seoul ICM 2014

- ・ 望月拓郎氏 ICM Plenary 招待講演者
- ・ ICM Satellite Conferences 3件をリード(組織委員)
- “Knots and Low Dimensional Manifolds”(河内, 鎌田)
- “Topology of Torus Actions and Applications to Geometry and Combinatorics”(柘田, 原田めぐみ)
- “Real and Complex Submanifolds”(大仁田)

その他, 数学研究所関係者や院生らの招待講演・研究発表など多数!

ICM 2014 satellite conference
TOPOLOGY OF TORUS ACTIONS AND APPLICATIONS TO GEOMETRY AND COMBINATORICS

Date: August 7 (Thu) - 11 (Mon), 2014
Venue: Daejeon Convention Center(DCC), Daejeon, Korea
(Address: 4-19 Daejeong-dong Yuseong-gu, Daejeon)
Webpage: <http://toric.kaist.ac.kr>

Invited speakers

• Suyoung Choi (Ajou Univ.)	• Jelena Gibik (Univ. of Southampton)	• Alexandru Suciu (Northeastern Univ.)
• Frederick Cohen (Univ. of Rochester)	• Hiroaki Ishida (RIMS)	• Tatsuru Takakura (Chuo Univ.)
• Alastair Darby (Univ. of Manchester)	• Kiumars Kaveh (Univ. of Pittsburgh)	• Svetlana Terezc (Univ. of Montenegro)
• Matthias Franz (Univ. of Western Ontario)	• Valentina Kirichenko (National Research Univ.)	• Stephen Theriault (Univ. of Southampton)
• Alexander Gaiullin (Steklov Institute of Mathematics)	• Askold Khovanskii (Univ. of Toronto)	• Misha Verbitsky (National Research Univ.)
• Samuel Gitler (Cinvesa, IAS)	• Amalendu Krishna (Tata Institute)	• Li Yu (Nanjing Univ.)
	• Mainak Poddar (Los Andes Univ.)	

Organizers

Scientific Committee	• Zhi Lu (Fudan Univ.)	Local Committee
• Anthony Bahri (Rider Univ.)	• Mikiya Masuda (Osaka City Univ.)	• Suyoung Choi (Ajou Univ.)
• Victor Buchstaber (Steklov Institute of Mathematics)	• Taras Panov (Moscow Univ.)	• Tomoo Matsumura (KAIST)
• Megumi Harada (McMaster Univ.)	• Nigel Ray (Manchester Univ.)	• Seonjeong Park (NIMS)
• Jonghae Keum (KIAS)	• Dong Youp Suh (KAIST)	• Dong Youp Suh (KAIST)

Contributed Talks and Poster Presentations
People who wish to give 30-minute contributed talks or poster presentations are asked to submit the abstracts of their talks and posters through on-line registration of the conference or by e-mailing abstracts to scf@ajou.ac.kr by April 30, 2014.

Financial Aid
We plan to support local expenses including room and breakfast for 5 nights to contributed speakers and some young participants. However due to limitation of the fund, we may not be able to support all speakers and participants. Application for financial aids should be done through on-line registration by April 30, 2014. Financial aid will be decided by scientific committee.

On-line registration
Visit the website <http://toric.kaist.ac.kr>, click the Tap REGISTRATION.

Sponsors
This conference is supported by generous financial aids from KAIST, KIAS, NIMS, and Seoul ICM 2014.