

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 13 日現在

機関番号：12612

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2015

課題番号：24700008

研究課題名(和文) 厳密計算における信頼性とその理論保証のための数理的アプローチ

研究課題名(英文) Mathematical Approaches to Reliable Exact Computation and Its Theoretical Guarantee

研究代表者

岡本 吉央 (Okamoto, Yoshio)

電気通信大学・情報理工学(系)研究科・准教授

研究者番号：00402660

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：厳密な理論保証を持つアルゴリズム設計理論，計算複雑性理論に関して以下に記載するものを含め多くの成果を得た。「厳密計算の費やす資源に対する信頼性評価」に関して，指数時間計算困難性に関して，種々の問題の相互関係を明らかにし，厳密計算理論の一分野を開拓した。「信頼性の低い計算構成要素を用いて信頼性の高い計算結果を得るアルゴリズム設計理論」に関して，信頼性の低い比較による最大値最小値同時発見問題に対して，必要比較回数を改善した。「頑健な厳密計算アルゴリズム設計技法とその現実的計算量解析手法の発展」に関して，グラフにおけるトークン整列問題のNP完全性を示し，一般グラフの4近似，木の2近似を達成した。

研究成果の概要(英文)：Results on theory of algorithms and computational complexity with exact theoretical guarantees have been obtained, including those below. (1) Relationship among several problems with respect to exponential-time complexity has been revealed, which opened up a new direction in the field. (2) Improvement has been obtained for finding the maximum and the minimum by unreliable comparisons. (3) The labeled token swapping problem has been shown to be NP-complete, 4-approximable for general graphs and 2-approximable for trees.

研究分野：アルゴリズム

キーワード：アルゴリズム 計算理論 離散数学

1. 研究開始当初の背景

20世紀後半から続く計算機パワーの増大は言うまでもないほどの社会変革をもたらしたが、これにより、新たに解くべき問題も多く生じてきた。特に、多主体の関わる意思決定や膨大なデータに裏打ちされた科学的探究においては、厳密計算に関わる技術が必要になってきている。厳密計算とは入力されたモデルに対する計算を近似や不確定性を持たせずに行うことである。例えば、多主体の関わる意思決定においては、計算する度に異なる出力を与えるような不確定性があったり、計算結果が近似的なものであれば、計算結果を基にした協議が不安定になり、安定な妥協点(均衡)を見出すことができなくなる。また、膨大なデータに裏打ちされた科学的探究においては、精度・確度が低く、不確定性の大きな計算結果に基づく科学的推論には誤りが生じやすく、結果として、信頼できる結論を導くことができなくなる。すなわち、厳密計算は自然科学だけに留まらず、人文・社会科学にも必要な、極めて重要な枠組となっている。

しかし、現実世界で生じる問題は極めて複雑かつ巨大であり、さらに、計算機や計算プロセス自体も複雑になっているため、「信頼できる計算」というものが何を指すのか、ということすら不明確な状況にある。すなわち、厳密計算によって得られた結果に対する検算が不可能な例が世界に溢れかえっている。この状況のデメリットは明白で、例えば、科学的探究においては科学知識の再現可能性が保証されにくくなり、また、多主体の関わる意思決定においては代替案の批判的・論理的比較が困難になっている。

そのため、厳密計算による計算結果の信頼性を数学的に保証する技術が要請されている。

2. 研究の目的

本研究は厳密計算の信頼性評価に関する数学理論をアルゴリズム理論、および、計算理論の観点から追求する。すなわち、本研究の貢献は「信頼できる計算」に対する理論的枠組を与え、それを数学的に保証する技術を開発しようとするものである。

3. 研究の方法

次のような部分テーマに対する研究を主に進める。

(1) 厳密計算の費やす資源に対する信頼性評価

計算資源を多く費やすことで、計算から近似や不確定性を排除することが可能となる場合も多いが、計算資源には限りがある。そのため、厳密計算を追求する際に費やす計算資源の必要量と十分量に対する評価を与えることで、プログラムの投機的実行、プロセッサに対する負荷分散、通信遅延の解消などのパフォーマンス向上を期待できる。計算資源の十分量に対する評価はアルゴリズム設計

理論を通して与えることができる。特に、計算資源十分量の小さなアルゴリズムを設計することができれば、上記のパフォーマンス向上に大きく役立つ。一方、計算資源の必要量に対する評価は計算複雑性理論を通して与えることができる。

(2) 信頼性の低い計算構成要素を用いて信頼性の高い計算結果を得るアルゴリズム設計理論

大規模な分散環境を用いた計算では、個々のプロセスが行う計算、および、それらの間の通信が不均質であるため、計算結果の信頼性を評価することが難しくなっている。しかし、アルゴリズム設計の段階からそのような不均質性を考慮することで、計算結果の信頼性にある程度の評価を与えることが可能となる場合もある。これを達成するために、既存のアルゴリズム設計理論の軽微な改変で済む場合もあるが、それでは済まず、既存のアルゴリズム設計手法を根底から見直す必要のある場合もある。また、不均質性の程度によっては信頼性向上に理論的限界が存在する場合がある。そのような理論的限界を数理的な手法により示す。

(3) 頑健な厳密計算アルゴリズム設計技法とその現実的計算量解析手法の発展

現実的な入力に対するアルゴリズム設計とその計算量解析手法も発展してきたが、そのアプローチに従うと、現実的な問題を数理的にモデル化した際の齟齬により、そのモデルに合うような場合にしかアルゴリズムが厳密計算を行えないといった脆弱性が存在していた。この問題を克服するために、どのような入力を与えられても厳密計算を行い、さらに、現実的な入力に対してはその計算量を数学的に解析できる、という特性を持つアルゴリズム設計を行う。

4. 研究成果

「研究目的」に挙げた3つの部分テーマに対する成果を分けて、代表的なものに限定して記述する。

(1) 厳密計算の費やす資源に対する信頼性評価

指数時間計算困難性に関して、充足可能性問題、集合分割問題、集合被覆問題、部分集合和問題、シュタイナー木問題など、種々の問題の相互関係を明らかにし、厳密計算理論における強指数時間仮説に対する分野を開拓した。

木における最小費用 b -辺支配集合問題の厳密計算複雑性を解明するため、近似計算や固定パラメータ計算の観点から調査を行い、全多項式時間近似スキーム、および、葉の数に関する固定パラメータアルゴリズムを得た。また、動的計画法における表の圧縮という技法により、道に対する厳密アルゴリズムを開発した。

(2) 信頼性の低い計算構成要素を用いて信頼性の高い計算結果を得るアルゴリズム設計

理論

信頼性の低い比較を用いて、最大値と最小値を同時に発見する問題に対して、必ず正しい結果を出力するアルゴリズムを開発した。また、従来提案されていたアルゴリズムに比べて、必要とする比較回数を大幅に削減した。

(3) 頑健な厳密計算アルゴリズム設計技法とその現実的計算量解析手法の発展

グラフ上のトークン整列問題に対して、2次式による組合せ的上界、一般グラフに対するNP困難性の解明、一般グラフに対する多項式時間4近似アルゴリズム、木に対する多項式時間2近似アルゴリズム、完全二部グラフに対する多項式時間厳密アルゴリズムを導出した。

多角形領域のL1直径を計算する $O(n^4)$ 時間アルゴリズムを開発し、さらに、穴の数が定数の場合には、それが $O(n^2)$ 時間で動作することを証明した。(nは総頂点数。)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計45件)

(1) Satoru Iwata, Naoyuki Kamiyama, Naoki Katoh, Shuji Kijima, and Yoshio Okamoto, Extended formulations for sparsity matroids. *Mathematical Programming*, 掲載決定. 査読有

DOI:10.1007/s10107-015-0936-8

(2) Sang Won Bae, Matias Korman, and Yoshio Okamoto, Computing the Geodesic Centers of a Polygonal Domain. *Computational Geometry: Theory and Applications*, 掲載決定. 査読有

DOI:10.1016/j.comgeo.2015.10.009

(3) Marek Cygan, Holger Dell, Daniel Lokshantov, Daniel Marx, Jesper Nederlof, Yoshio Okamoto, Ramamohan Paturi, Saket Saurabh, and Magnus Wahlström, On problems as hard as CNF-SAT. *ACM Transactions on Algorithms*, 掲載決定. 査読有

DOI:10.1145/2925416

(4) Tillmann Miltzow, Lothar Narins, Yoshio Okamoto, Günter Rote, Antonis Thomas, Takeaki Uno, Tight Exact and Approximate Algorithmic Results on Token Swapping, arXiv:1602.05150 [cs.CC], 2016. 査読無 <http://arxiv.org/abs/1602.05150>

(5) Sang Won Bae, Matias Korman, Joseph Mitchell, Yoshio Okamoto, Valentin Polishchuk, and Haitao Wang, Computing the L1 Geodesic Diameter and Center of a Polygonal Domain. *Proceedings of 33rd International Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science (STACS 2016)*, *Leibniz International Proceedings in Informatics (LIPIcs)* 47 (2016) 14:1-14:14. 査読有

DOI:10.4230/LIPIcs.STACS.2016.14

(6) Takehiro Ito, Shin-Ichi Nakano, Yoshio Okamoto, Yota Otachi, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno, and Yushi Uno, A polynomial-time approximation scheme for the geometric unique coverage problem on unit squares. *Computational Geometry: Theory and Applications* 51 (2016) 25-39. 査読有

DOI:10.1016/j.comgeo.2015.10.004

(7) Masashi Kiyomi, Yoshio Okamoto, and Yota Otachi, On the treewidth of toroidal grids. *Discrete Applied Mathematics* 198 (2016) 303-306. 査読有

DOI:10.1016/j.dam.2015.06.027

(8) Sang Won Bae, Matias Korman, Yoshio Okamoto, and Haitao Wang, Computing the L_1 geodesic diameter and center of a simple polygon in linear time. *Computational Geometry: Theory and Applications* 48 (2015) 495-505. 査読有

DOI:10.1016/j.comgeo.2015.02.005

(9) Katsuhisa Yamanaka, Erik D. Demaine, Takehiro Ito, Jun Kawahara, Masashi Kiyomi, Yoshio Okamoto, Toshiki Saitoh, Akira Suzuki, Kei Uchizawa, and Takeaki Uno, Swapping Labeled Tokens on Graphs. *Theoretical Computer Science* 586 (2015) 81-94. 査読有

DOI:10.1016/j.tcs.2015.01.052

(10) Zachary Abel, Robert Connelly, Sarah Eisenstat, Radoslav Fulek, Filip Morić, Yoshio Okamoto, Tibor Szabó, and Csaba Tóth, Free edge lengths in plane graphs. *Discrete & Computational Geometry* 54 (2015) 259-289. 査読有

DOI:10.1007/s00454-015-9704-z

(11) Takashi Horiyama, Yoshio Okamoto, and Ryuhei Uehara, Ls in L and Sphinxes in Sphinx, *情報処理学会研究報告アルゴリズム*, 2015-AL-154(9) (2015) 1-3. 査読無

(12) Takehiro Ito, Naonori Kakimura, Naoyuki Kamiyama, Yusuke Kobayashi, Yoshio Okamoto, Minimum-Cost b -Edge Dominating Sets on Trees, *情報処理学会研究報告アルゴリズム*, 2015-AL-152(2), (2015) 1-6. 査読無

(13) Masayuki Kobayashi and Yoshio Okamoto, Submodularity of minimum-cost spanning tree games. *Networks* 63 (2014) 231-238. 査読有 DOI:10.1002/net.21540

(14) Yota Otachi, Toshiki Saitoh, Katsuhisa Yamanaka, Shuji Kijima, Yoshio Okamoto, Hirotaka Ono, Yushi Uno, and Koichi Yamazaki, Approximating the path-distance-width for AT-free graphs and graphs in related classes. *Discrete Applied Mathematics* 168 (2014) 69-77. 査読有 DOI:10.1016/j.dam.2012.11.015.

(15) Erik D. Demaine, Yoshio Okamoto, Ryuhei Uehara, and Yushi Uno,

- Computational complexity and an integer programming model of Shakashaka, IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences E97-A (2014) 1213-1219. 査読有 DOI:10.1587/transfun.E97.A.1213
- (16) Takehiro Ito, Shin-Ichi Nakano, Yoshio Okamoto, Yota Otachi, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno, and Yushi Uno, A 4.31-approximation for the geometric unique coverage problem on unit disks. Theoretical Computer Science 544 (2014) 14-31. 査読有 DOI:10.1016/j.tcs.2014.04.014
- (17) Sang Won Bae, Matias Korman, Yoshio Okamoto, and Haitao Wang, Computing the L1 geodesic diameter and center of a simple polygon in linear time. Proceedings of 11th Latin American Theoretical Informatics Symposium (LATIN 2014), Lecture Notes in Computer Science 8392 (2014) 120-131. 査読有 DOI:10.1007/978-3-642-54423-1_11
- (18) Lukas Barth, Sara Irina Fabrikant, Stephen G. Kobourov, Anna Lubiw, Martin Nöllenburg, Yoshio Okamoto, Sergey Pupyrev, Claudio Squarcella, Torsten Ueckerdt, and Alexander Wolff, Semantic word cloud representations: hardness and approximation algorithms. Proceedings of 11th Latin American Theoretical Informatics Symposium (LATIN 2014), Lecture Notes in Computer Science 8392 (2014) 514-525. DOI:10.1007/978-3-642-54423-1_45
- (19) Zachary Abel, Robert Connelly, Sarah Eisenstat, Radoslav Fulek, Filip Morić, Yoshio Okamoto, Tibor Szabó, and Csaba Tóth, Free edge lengths in plane graphs. Proceedings of 30th Annual Symposium on Computational Geometry (SoCG 2014), 2014, pp. 426-435. 査読有 DOI:10.1145/2582112.2582172
- (20) Luis Barba, Otfried Cheong, Jean-Lou De Carufel, Michael Gene Dobbins, Rudolf Fleischer, Akitoshi Kawamura, Matias Korman, Yoshio Okamoto, János Pach, Yuan Tang, Takeshi Tokuyama, and Sander Verdonschot, Tianhao Wang, Weight balancing on boundaries and skeletons. Proceedings of 30th Annual Symposium on Computational Geometry (SoCG 2014), 2014, pp. 436-443. 査読有 DOI:10.1145/2582112.2582142
- (21) Takashi Horiyama, Masashi Kiyomi, Yoshio Okamoto, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno, Yushi Uno, and Yukiko Yamauchi, Sankaku-Tori: An Old Western-Japanese Game Played on a Point Set. Proceedings of 7th International Conference on Fun with Algorithms (FUN 2014), Lecture Notes in Computer Science 8496 (2014) 235-244. 査読有 DOI:10.1007/978-3-319-07890-8_20
- (22) Katsuhisa Yamanaka, Erik D. Demaine, Takehiro Ito, Jun Kawahara, Masashi Kiyomi, Yoshio Okamoto, Toshiki Saitoh, Akira Suzuki, Kei Uchizawa, and Takeaki Uno, Swapping Labeled Tokens on Graphs. Proceedings of 7th International Conference on Fun with Algorithms (FUN 2014), Lecture Notes in Computer Science 8496 (2014) 369-380. 査読有 DOI:10.1007/978-3-319-07890-8_31
- (23) Takehiro Ito, Naonori Kakimura, Naoyuki Kamiyama, Yusuke Kobayashi, and Yoshio Okamoto, Minimum-Cost b -Edge Dominating Sets on Trees. Proceedings of 25th International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC 2014), Lecture Notes in Computer Science 8889 (2014) 195-207. 査読有 DOI:10.1007/978-3-319-13075-0_16
- (24) 山中克久, エリックドメイン, 伊藤健洋, 川原純, 清見礼, 岡本吉央, 斎藤寿樹, 鈴木顕, 内澤啓, 宇野毅明, グラフ上のラベル付きトークン整列問題, 信学技法 114(19) (2014) 5-12. 査読無
- (25) Sang Won Bae, Matias Korman, and Yoshio Okamoto, The geodesic diameter of polygonal domains. Discrete & Computational Geometry 50 (2013) 306-329. 査読有 DOI:10.1007/s00454-013-9527-8
- (26) Takuya Umesato, Toshiki Saitoh, Ryuhei Uehara, Hiro Ito, and Yoshio Okamoto, The complexity of the stamp folding problem. Theoretical Computer Science 497 (2013) 13-19. 査読有 DOI:10.1016/j.tcs.2012.08.006
- (27) Yoshio Okamoto, Yuichi Tatsu, and Yushi Uno, Exact and fixed-parameter algorithms for metro-line crossing minimization problems. Proceedings of 21st International Symposium on Graph Drawing (GD 2013), Poster Presentation, Lecture Notes in Computer Science 8242 (2013) 520-521. 査読有 DOI:10.1007/978-3-319-03841-4
- (28) 横尾真, 岩崎敦, 櫻井祐子, 岡本吉央, 『計算機科学者のためのゲーム理論入門』シリーズ第4回 メカニズムデザイン(発展編), コンピュータ ソフトウェア, 30 (2013) 1_34-1_52. 査読有 DOI:10.11309/jssst.30.1_34
- (29) 横尾真, 岩崎敦, 櫻井祐子, 岡本吉央, 『計算機科学者のためのゲーム理論入門』シリーズ第5回 協力ゲーム, コンピュータ ソフトウェア, 30 (2013) 2_33-2_51. 査読有 DOI:10.11309/jssst.30.2_33
- (30) 岡本吉央, グラフを通じたパズル・ゲームの一般化, オペレーションズ・リサーチ

53 (2013) 161-166. 査読無
(31) 並河雄紀, 岡本吉央, 大館陽太, 費用2種類の施設配置ゲームの仁とシャープレイ値の計算について, 情報処理学会研究報告アルゴリズム, 2013-AL-143(3) (2013) 1-8. 査読無
(32) Erik Demaine, 岡本吉央, 上原隆平, 宇野裕之, ペンシルパズル「シャカシャカ」の計算複雑さと整数計画モデル, 信学技報, 113(14) 2013, 43-48. 査読無
(33) 岡本吉央, 近似アルゴリズムと数理解法: 最近の進展, 数学セミナー 52(12) (2013) 23-27. 査読無
(34) Akinori Kawachi, Yoshio Okamoto, Keisuke Tanaka, Kenji Yasunaga, General Constructions of Rational Secret Sharing with Expected Constant-Round Reconstruction, IACR Cryptology ePrint Archive 2013/874 (2013), 査読無
<http://ia.cr/2013/874>
(35) Sang Won Bae and Yoshio Okamoto, Querying two boundary points for shortest paths in a polygonal domain. Computational Geometry: Theory and Applications 45 (2012) 284-293. 査読有
DOI:10.1016/j.comgeo.2012.01.012
(36) Walter Didimo, Michael Kaufmann, Giuseppe Liotta, Yoshio Okamoto, and Andreas Spillner, Vertex angle and crossing angle resolution of leveled tree drawings. Information Processing Letters 112 (2012) 630-635. 査読有
DOI:10.1016/j.ipl.2012.05.006.
(37) Michael Hoffmann, Jiri Matousek, Yoshio Okamoto, and Philipp Zumbstein, Minimum and maximum against k lies. Chicago Journal of Theoretical Computer Science 2012 (2012), Article 2, pp. 1-10. 査読有
DOI:10.4086/cjtcs.2012.002
(38) Hiroshi Toyozumi, Seiichi Tani, Naoto Miyoshi, and Yoshio Okamoto, Reverse preferential spread in complex networks. Physical Review E 86, 021103 (2012), 6 pages. 査読有
DOI:10.1103/PhysRevE.86.021103
(39) Marek Cygan, Holger Dell, Daniel Lokshantov, Daniel Marx, Jesper Nederlof, Yoshio Okamoto, Ramamohan Paturi, Saket Saurabh, and Magnus Wahlström, On problems as hard as CNF-SAT. Proceedings of 27th IEEE Conference on Computational Complexity (CCC 2012), 2012, pp. 74-84. 査読有
DOI:10.1109/CCC.2012.36.
(40) Takehiro Ito, Shin-Ichi Nakano, Yoshio Okamoto, Yota Otachi, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno, and Yushi Uno, A polynomial-time approximation scheme for the geometric unique coverage problem on

unit squares. Proceedings of 13th Scandinavian Symposium and Workshop on Algorithm Theory (SWAT 2012), Lecture Notes in Computer Science 7357 (2012) 24-35. 査読有

DOI:10.1007/978-3-642-31155-0_3.

(41) Masashi Kiyomi, Yoshio Okamoto, and Toshiki Saitoh, Efficient enumeration of the directed binary perfect phylogenies from incomplete data. Proceedings of 11th International Symposium on Experimental Algorithms (SEA 2012), Lecture Notes in Computer Science 7276 (2012) 248-259. 査読有 DOI:10.1007/978-3-642-30850-5_22.

(42) Takehiro Ito, Shin-Ichi Nakano, Yoshio Okamoto, Yota Otachi, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno, and Yushi Uno, A 4.31-approximation for the geometric unique coverage problem on unit disks. Proceedings of 23rd International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC 2012), Lecture Notes in Computer Science 7676 (2012) 372-381. 査読有
DOI:10.1007/978-3-642-35261-4_40

(43) Patrizio Angelini, Carla Binucci, William Evans, Ferran Hurtado, Giuseppe Liotta Tamara Mchedlidze, Henk Meijer, and Yoshio Okamoto, Universal point subsets for planar graphs. Proceedings of 23rd International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC 2012), Lecture Notes in Computer Science 7676 (2012) 423-432. 査読有 DOI:10.1007/978-3-642-35261-4_45

(44) Sang Won Bae, Yoshio Okamoto, and Chan-Su Shin, Area bounds of rectilinear polygons realized by angle sequences. Proceedings of 23rd International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC 2012), Lecture Notes in Computer Science 7676 (2012) 629-638. 査読有
DOI: 10.1007/978-3-642-35261-4_65

(45) 横尾真, 岩崎敦, 櫻井祐子, 岡本吉央, 『計算科学者のためのゲーム理論入門』シリーズ第3回 メカニズムデザイン(基礎編), コンピュータ ソフトウェア, 29 (2012) 4_15-4_31. 査読有

DOI:10.11309/jssst.29.4_15

〔学会発表〕(計 39 件)

(1) 伊藤健洋, 垣村尚徳, 神山直之, 小林佑輔, 岡本吉央, ネットワーク型交渉ゲームの安定化アルゴリズム, 第157回情報処理学会アルゴリズム研究会, 2016年3月6日, 電気通信大学(東京都)

(2) Yoshio Okamoto, Non-Planar Graph Drawing, 研究集会「トポロジーとコンピュータ2015」, 2015年11月7日, 日本大学(東京都)

(3) 岡本吉央, 行列の分解と組合せ最適化問題の拡張定式化, 京都大学数理解析研究所共

同研究「組合せ最適化セミナー」, 2015年7月23日, 京都大学 (京都府)

(4) 伊藤健洋, 垣村尚徳, 神山直之, 小林佑輔, 岡本吉央, 木における最小費用 b -辺支配集合問題, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2015年春季研究発表会, 2015年3月26日, 東京理科大学 (東京都)

(5) Takehiro Ito, Naonori Kakimura, Naoyuki Kamiyama, Yusuke Kobayashi, and Yoshio Okamoto, Minimum-Cost b -Edge Dominating Sets on Trees, 第152回情報処理学会アルゴリズム研究会 2015年3月3日, 電気通信大学 (東京都)

(6) 河村彰星, 岡本吉央, 徳山豪, 境界上の重みの釣合せ, 日本数学会 2014年度秋季総合分科会, 2014年9月25日, 広島大学 (広島県)

(7) Yoshio Okamoto, Extended Formulations for Sparsity Matroids, The fifth Cargese Workshop on Combinatorial Optimization, 2014年9月12日, Institut d'Etudes Scientifiques de Cargese (フランス)

(8) Sang Won Bae, Matias Korman, Yoshio Okamoto, Computing the Geodesic Centers of a Polygonal Domain, 26th Canadian Conference on Computational Geometry, 2014年8月11日, ダルハウジー大学 (カナダ)

(9) Sang Won Bae, Matias Korman, Yoshio Okamoto, Computing the Geodesic Centers of a Polygonal Domain, 17th Korea-Japan Joint Workshop on Algorithms and Computation, 2014年7月13日, 沖縄コンベンションセンター (沖縄県)

(10) Yoshio Okamoto, Extended Formulations for Sparsity Matroids, 7th Combinatorial Algorithms Day, 2014年6月30日, ETH Zurich (スイス)

(11) Yoshio Okamoto, Swapping Labeled Tokens on Graphs, The Japanese-Swiss Workshop on Combinatorics and Computational Geometry, 2014年6月5日, 東京大学 (東京都)

(12) 山中克久, エリック ドメイン, 伊藤健洋, 川原純, 清見礼, 岡本吉央, 斎藤寿樹, 鈴木顕, 内澤啓, 宇野毅明, グラフ上のラベル付きトークン整列問題, 電子情報通信学会コンピュータシミュレーション研究会, 2014年4月24日, 東北大学 (宮城県)

(13) 岩田覚, 神山直之, 加藤直樹, 来嶋秀治, 岡本吉央, 疎性マトロイドの拡張定式化, 研究集会「最適化: モデリングとアルゴリズム」, 2014年3月25日, 政策研究大学院大学 (東京都)

(14) 岡本吉央, 平面グラフにおける辺長の自由性, 日本数学会 2014年度年会, 2014年3月15日, 学習院大学 (東京都)

(15) Yoshio Okamoto, Theory of Computation and Its View to Science, KAIST Computer

Science & WebST Colloquium Fall 2013, 2013年11月4日, KAIST (韓国)

(16) Yoshio Okamoto, Efficient Enumeration of the Directed Binary Perfect Phylogenies from Incomplete Data, Dagstuhl Seminar 13391 "Algorithm Engineering," 2013年9月24日, Schloss Dagstuhl (ドイツ)

(17) Masashi Kiyomi, Yoshio Okamoto, Yota Otachi, On the treewidth of toroidal grids, 16th Japan Conference on Discrete and Computational Geometry and Graphs, 2013年9月18日, 東京理科大学 (東京都)

(18) Luis Barba, Jean-Lou De Carufel, Rudolf Fleischer, Akitoshi Kawamura, Matias Korman, Yoshio Okamoto, Yuan Tang, Takeshi Tokuyama, Sander Verdonschot and Tianhao Wang, The inverse barycenter problem, 16th Japan Conference on Discrete and Computational Geometry and Graphs, 2013年9月17日, 東京理科大学 (東京都)

(19) 岡本吉央, 計算複雑性にまつわる10の誤解, オペレーションズ・リサーチ学会北海道支部サマースクール 2013, 2013年8月8日, 利尻町営ホテル利尻 (北海道)

〔図書〕(計1件)

(1) 日本応用数理学会 (監修), 薩摩順吉, 大石進一, 杉原正顯 (編集), 岡本吉央 他 224名 (執筆), 「応用数理ハンドブック」, 朝倉書店, 2013.

〔産業財産権〕

出願状況 (計0件)

取得状況 (計0件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡本 吉央 (OKAMOTO, Yoshio)

電気通信大学・情報理工学研究科・准教授
研究者番号: 00402660

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし