

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：14301

研究種目：学術変革領域研究(B)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H05794

研究課題名（和文）工学アプローチによる組合せ遷移の展開：配電切替を足がかりとして汎用ソルバーへ

研究課題名（英文）Engineering Approach for Expanding Combinatorial Reconfiguration: Toward a General-Purpose Solver Using Power Distribution Systems as a Steppingstone

研究代表者

川原 純 (KAWAHARA, Jun)

京都大学・情報学研究科・准教授

研究者番号：20572473

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 33,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、組合せ遷移問題に対する実装技術の構築と産業応用に向けた研究を行った。有界モデル検査や二分決定グラフ等に基づく組合せ遷移アルゴリズムの実装手法を提案した。それらを含む4種のソフトウェアやライブラリを開発し、非専門家が利用しやすいよう整備を行い公開した。産業応用に向けた研究として、配電網において多段融通を許した停電復旧の手順算出に取り組み、本研究のソルバーを活用したプログラムを開発した。なお、切替手順の最短性は理論保証される。繰越期間を含む3.5年間の研究期間に査読付き学術論文を48件発表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

公開した組合せ遷移ソフトウェアにより、非専門家が組合せ遷移の最先端の技術に容易にアクセスできるようになり、自領域内の問題を組合せ遷移問題として定式化して解くことが期待できる。また、組合せ遷移の国際プログラミング競技会の開催によって、組合せ遷移の実装技術の統一的評価を可能とし、ソルバー開発のコミュニティ形成への土台が構築できた。配電網の停電復旧アルゴリズムは、激甚災害に伴う大規模停電やライフスタイル変容に伴う需要密度の変化など、可用性を担保しながら、より広域な配電システムの制御へと展開されていくことが期待できる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we developed an implementation technology for combinatorial reconfiguration problems and studied it for industrial applications. Specifically, we proposed algorithms based on bounded model checking and binary decision diagrams. We also developed four kinds of software and libraries containing them, and made them publicly available for easy use by non-specialists. For industrial applications, we worked on the computation of a multi-stage switching procedure of power distribution networks, and developed a program using our solver. It is theoretically guaranteed that the obtained procedure is the shortest. During the 3.5 years of research including the carry-over period, we published 48 peer-reviewed academic papers.

研究分野：社会システム工学

キーワード：組合せ遷移 ソルバー SAT モデル検査 ゼロサプレス型二分決定グラフ 配電制御

1 . 研究開始当初の背景

スケジューリングや生産計画法, ネットワーク最適化をはじめ, 組合せ最適化問題の解決を要する場面は, 理論研究でも産業応用でも頻繁に生じる。その際, 研究者や実務家が第一に試す手段として, 汎用ソルバーの利用が広く普及している。組合せ最適化の分野では, 命題論理式の充足可能性判定 (SAT) ソルバーや, 制約を満たす最適な解を求める整数計画法 (IP) ソルバーの開発が長年進められ, アルゴリズムの非専門家であっても, 様々な実用規模の問題を解くことができている。すなわち, これら汎用ソルバーを通して, 利用者が意識することなく, アルゴリズムの最先端技術が社会利用されている。

汎用ソルバーの開発は, アルゴリズム技術の単なるコーディングではなく, 「実装技術」として学術的に重要な研究対象である。例えば, SAT ソルバーの研究は, 1960 年代の自動定理証明に端を発し, 2000 年以降現在まで AI 関係の著名な国際会議でも主要な研究トピックとして継続して研究成果が発表されている。

研究開始当初, 組合せ遷移の汎用的な実装技術は, まだ確立されているとは言い難い状況にあった。一方で, 配電網における電力供給経路の切替等, 少数の具体例に対しては, 組合せ遷移のアルゴリズム技術を活用して, 実用規模の問題を解くことに成功していた。本研究では, この成功事例を足がかりとし, 組合せ遷移の実装技術の確立を目指すこととした。

2 . 研究の目的

本研究では, 「組合せ遷移に対する実装技術の構築と産業応用」を大目標に掲げた。本計画研究では, 下記に挙げる具体的な目標に向かって, 研究に取り組むこととした。

(1) 組合せ遷移問題に対する汎用ソルバーの開発を行い, 組合せ遷移の実装技術の確立を目指す。幅広い分野で障壁なく組合せ遷移アルゴリズムを利活用するためのツールとして, また理論研究と産業応用の共通のコミュニケーション基盤として, 本研究では組合せ遷移ソルバーを提供することを目的とする。共通のソフトウェアが整備されることで, 非専門家が最先端の技術に容易にアクセスできるようになり, 自領域内での問題解決が可能となる。専門家の助けを求めずとも組合せ遷移の最先端の技術にアクセスできる状態を目指す。

(2) 配電切替への組合せ遷移技術の適用は, 組合せ遷移の産業応用に向けた世界初の成功事例である。本研究では, この成功事例を足がかりとするだけでなく, さらに進化させることで電力分野との協働を促進し, より広範な産業応用へ向けたモデルケースを提示する。具体的には, 停電復旧における多段融通に着目した。停電の発生時には, 近隣地域の余剰電力を融通して, 停電地域の迅速な復旧を行う。しかし, 台風による千葉県大停電 (2019 年) やクレーン船事故による首都圏大停電 (2006 年) 等, 大規模な停電が発生した際には, 近隣地域の余剰電力だけでは停電を復旧しきれない。その場合には, 停電が起きていない地域のスイッチ構成を変更してでも, 遠方地域から余剰電力をかき集める必要が出てくる。これが多段融通である。多段融通では, 復旧過程で新たな停電を起こしてはならない等, 組合せ遷移の概念を活用すべき制約があり, 本研究の産業応用に向けた展開が求められる。

3 . 研究の方法

(1) 組合せ遷移問題に対する汎用ソルバーの開発は以下の手順で取り組んだ。組合せ遷移問題を解くために, 複数の技術の適用を行い, それらの長所と短所を見極める。特に, SAT ソルバーを用いた方法, 有界モデル検査に基づく方法, ゼロサプレス型二分決定グラフ (ZDD) と呼ばれるデータ構造を用いた方法を開発し, 様々な入力データに対して比較を行った。対象とする組合せ遷移問題は, 最も基本的な独立集合問題から始め, 全域木遷移問題, マッチング遷移問題, 支配集合遷移問題等へと検討を広げていった。研究開始当初, これらソルバー手法の評価に必須となる入力データが存在していなかったため, 本研究ではそれらの作成整備も行った。

(2) 多段融通に対応した停電の復旧手順を算出するため, 項目(1)で述べた ZDD を用いた手法を適用することにした。配電網には多数の開閉器が存在し, それらの開閉状態を決定することで電力の供給経路が決定される。本研究では, どの区間も高々一つの開閉器を通して給電を受けるようにする放射状制約, 各線路が許容電流以下になるようにする線路容量制約, 配電網の各箇所が許容電圧範囲に収まるようにする電圧制約という 3 つの制約を取り扱うこととした。既存研究 (Inoue et al. 2014) では, これらの制約を満たすスイッチ構成の集合を保持する ZDD を効率

良く構築するアルゴリズムを提案し、配電網における実行可能なすべてのスイッチ構成を圧縮保持することを可能としている。全てのスイッチ構成を保持していることから、その中から停電復旧するスイッチ構成を求めることもできる。

本研究の提案アルゴリズムは、既存研究 (Inoue et al. 2014) の手法を用いて実行可能な全てのスイッチ構成を保持する ZDD を構築し、それに対して、項目(1)で述べた ZDD を用いた手法を適用する。ただし、これらの手法は、単純に本研究の設定に適用することはできない。既存研究 (Inoue et al. 2014) では放射状制約として停電区間は想定されていなかったり、項目(1)で述べた ZDD を用いた手法では切替途中で新たな停電を生む危険性があったりするためである。このような課題に対応するため、計画研究 A01 班とも共同で研究を進めることとした。

4. 研究成果

(1) 組合せ遷移問題に対する複数のアプローチによるソルバーの開発を行った。その中で特に 2 つのアプローチについて述べる。

論理式の充足可能性判定問題 (SAT) に基づく有界モデル検査アプローチをグラフの組合せ遷移問題に適用する方法を考え、汎用ソルバーの構築技法を確立した。本研究では、グラフの性質を表現するために、専用のモデリング言語を使用せずに、一階述語論理式へのエンコーディングによって記述する方法を提案している。このエンコーディングを使用して、グラフの頂点に関する個々の組合せ遷移問題を一階述語論理式で定義することにより、統一的なフレームワークで様々なグラフ頂点の組合せ遷移問題を扱うことができる。このエンコーディングに基づき、変更操作の適用回数が限定された場合において、有界モデル検査を用いて組合せ遷移問題を解く方法を提案した。本手法により、独立集合遷移問題 (トークンジャンプモデル、トークンスライドモデル等) や支配集合遷移問題、頂点被覆遷移問題等、グラフ頂点に関する多くの組合せ遷移問題を解くことが可能となる。ただし、このフレームワークの制限として、一階述語論理式のエンコーディングが素朴な限量子除去を用いるため、その処理時間が頂点の数と限量子の数に依存する点が挙げられる。本研究に関して以下の論文発表を行った。

T. Toda, T. Ito, J. Kawahara, T. Soh, A. Suzuki, J. Teruyama, "Solving reconfiguration problems of first-order expressible properties of graph vertices with Boolean satisfiability," The 35th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI 2023), pp. 294--302, 2023.

<https://doi.org/10.1109/ICTAI59109.2023.00050> (A01 班と B01 班による共同研究)

ゼロサプレス型二分決定グラフ (ZDD) と呼ばれるデータ構造に基づく手法も考案した。ZDD は集合族を圧縮して効率良く保持するデータ構造であり、和集合や共通部分等、集合演算を効率的に行うことができる。近年、組合せ最適化問題に対して ZDD を用いる解法が研究されており、本研究では組合せ遷移問題に対して適用を行った。組合せ遷移問題の解空間を ZDD として表現し、1 ステップの遷移を ZDD の演算として表現し、解空間 ZDD との共通部分をとることで、解の条件を満たしながら、初期状態から目標状態まで遷移する手順を求める。本手法は解空間を ZDD で表すことができれば適用可能であり、グラフの組合せ遷移問題を含む多くの組合せ遷移問題を解くことができる。遷移長を限定する必要がないのが本手法の特徴である。欠点はメモリを大量に使用することである。また、本手法の計算時間に関する理論的な評価も行った。本研究に関して以下の論文発表を行った。

T. Ito, J. Kawahara, Y. Nakahata, T. Soh, A. Suzuki, J. Teruyama, T. Toda, "ZDD-based algorithmic framework for solving shortest reconfiguration problems," Proc. of the 20th International Conference on the Integration of Constraint Programming, Artificial Intelligence, and Operations Research (CPAIOR 2023), vol. 13884, pp. 167--183, 2023. https://doi.org/10.1007/978-3-031-33271-5_12 (A01 班と B01 班による共同研究)

(2) 配電切替への組合せ遷移技術の適用については、前述した方法で組合せ遷移ソルバーを活用し、停電の復旧手順を算出する高速なアルゴリズムを設計した。本アルゴリズムは多段融通にも対応でき、切替手順の最短性を理論保証する。配電網のベンチマークデータである標準解析モデルを用いて、提案アルゴリズムを検証した。標準解析モデルには、開閉器が 468 個、送り出しが 72 個ある。開閉器の初期状態として制約を満たす状態からランダムに選択し、電力の送り出しの 1 つを故障状態とすることで停電を発生させ、本アルゴリズムを実行する計算機実験を行った。その結果、最短の復旧に 10 回の切替手順で 4 段融通を要する例が発見され、その最短切替手順を求めることに成功した。激甚災害に伴う大規模停電やライフスタイル変容に伴う需要密度の変化等、可用性を担保しながら、より広域な配電系統を制御することが現代社会では求められる。本研究のアルゴリズムは、このような要請に応え、系統事故時の自動復旧や系統混雑の解消、設備容量スリム化の計画業務等、より高度な配電運用へ活用されていくことが期待される。本研究については、以下の特許を出願し、また、プレスリリース発表をしてい

る。

特許，特願 2022-130841「電力融通システム，電力融通方法，電力融通プログラム」，2022 年 8 月 19 日出願。

東北大，京大，中部大，明電舎 共同プレスリリース（2022 年 11 月 7 日）： 停電復旧の最短手順を算出するアルゴリズムを開発 多段融通にも対応，より広域な配電運用への活用を期待。

(3) 組合せ遷移に関する 4 種類のソフトウェア及びドキュメントを作成した。

有界モデル検査に基づく組合せ遷移ソルバー pygplib

項目(1) で述べた有界モデル検査に基づくソルバーを Python ライブラリとして公開している。Python 言語標準の pip によりコマンド 1 つで簡単にインストールができ，すぐに使用を開始できる。一階述語論理で記述可能な様々なグラフ頂点の組合せ遷移問題に対応している。

<https://github.com/toda-lab/pygplib>

ZDD に基づく組合せ遷移ソルバー ddreconf

項目(1) で紹介した ZDD に基づく C++ のプログラムである。コマンド型のプログラムであるため，やや専門的な知識を必要とする（非専門家向けには，次項目，等がある）。MIT ライセンス（オープンソース）により自由に使用することができる。独立集合遷移問題や全域木遷移問題等，数種類の組合せ遷移問題に対応している。

<https://github.com/junkawahara/ddreconf>

Python 組合せ遷移ライブラリ Reconfillion

既存研究により，与えられたグラフに対して，指定された制約を満たすすべての部分グラフを ZDD として表現して組合せ最適化問題を解く Python 言語のライブラリ Graphillion

（<https://github.com/takemaru/graphillion>）が存在する。本研究で開発した Reconfillion は，項目(1) で紹介した ZDD に基づく手法であり，Graphillion と連携をして組合せ遷移問題を解く。Graphillion が扱えるグラフはすべて組合せ遷移問題として定式化でき，解くことができる。これにより，例えば独立集合遷移問題，支配集合遷移問題，全域木遷移問題，マッチング遷移問題等，数十種類のグラフの組合せ遷移問題を解くことが可能になる。Python 言語を扱えるプログラムは，組合せ遷移問題のアルゴリズムの知識が無くとも簡単に組合せ遷移問題を解くことができる。遷移中の制約等，問題の条件を柔軟に記述できる。

<https://github.com/junkawahara/reconfillion>

組合せ遷移 GUI インターフェイス CoReViewer

組合せ遷移ソルバーに他分野の研究者や実務家がアクセスしやすいよう，GUI インターフェイスの開発を行った。図 1 にソフトウェアのスクリーンショットを示す。グラフの GUI による編集機能や，初期集合と目標集合を設定する機能，グラフの自動レイアウト機能を備え，ボタン押下により，様々な組合せ遷移問題を解くことができる。対応している組合せ遷移問題は，独立集合遷移問題や全域木遷移問題，頂点彩色遷移問題，辺彩色遷移問題等，グラフに関する様々な組合せ遷移問題である。解いた結果は 1 ステップずつ表示することができる。内部で動作するソルバーは指定の入出力形式に従う任意のソルバーに差し替えることができ，様々な組合せ遷移問題に対応させることができる。本ソフトウェアは Windows/Mac/Linux に対応している。

<https://github.com/junkawahara/CoReViewer>

(4) 組合せ遷移の実装技術の統一的評価や，組合せ遷移ソルバー技術に関するコミュニティ醸成を意図して，組合せ遷移の国際プログラミング競技会「CoRe Challenge 2022」及び「CoRe Challenge 2023」を開催した。特に CoRe Challenge 2022 には，A*探索ベースのプログラムや解集合プログラミングベースの解法等，様々なアプローチに基づく 7 種類のソルバーが世界から投稿された。本競技会開催にあたり，組合せ遷移問題に対する広く知られたベンチマークデータが存在せず，その作成自体が理論的考察の対象となることが明らかになった。そのため，計画研究 A01 班と共同で，アルゴリズムの性能比較に適切な入力データ作成に関する研究を行った（Ito et al., SEA 2024）。また，DIMACS 形式に基づく入出力形式の整備も行った。本競技会の結果から，組合せ遷移問題を解く際の種々のソルバーの特徴が明らかになった。ベンチマークデータや参加ソルバーのプログラムとソースコード，競技会の結果はすべて以下のページで公開している。

<https://core-challenge.github.io/2022/>

<https://core-challenge.github.io/2023/>

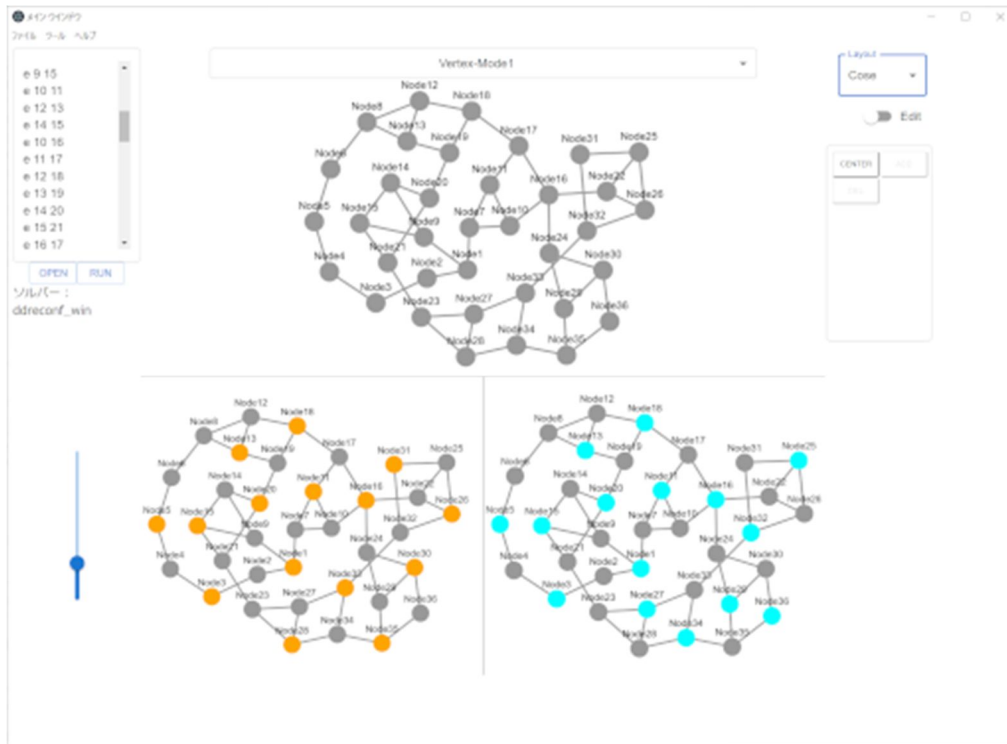


図 1 GUI インターフェイス CoReViewer

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計54件（うち査読付論文 48件 / うち国際共著 15件 / うちオープンアクセス 32件）

1. 著者名 Takehiro Ito, Yuni Iwamasa, Yasuaki Kobayashi, Yu Nakahata, Yota Otachi, Masahiro Takahashi, Kunihiro Wasa	4. 巻 241
2. 論文標題 Independent set reconfiguration on directed graphs	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc. of 47th International Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science (MFCS 2022), Leibniz International Proceedings in Informatics	6. 最初と最後の頁 58:1-58:15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.MFCS.2022.58	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Duc A. Hoang, Akira Suzuki, Tsuyoshi Yagita	4. 巻 E105-D
2. 論文標題 Reconfiguring k-path vertex covers	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 1258-1272
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2021EDP7177	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Takehiro Ito, Jun Kawahara, Shin-ichi Minato, Yota Otachi, Toshiki Saitoh, Akira Suzuki, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno, Katsuhisa Yamanaka, Ryo Yoshinaka	4. 巻 226
2. 論文標題 Sorting balls and water: Equivalence and computational complexity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc. of 11th International Conference on Fun with Algorithms (FUN 2022), Leibniz International Proceedings in Informatics	6. 最初と最後の頁 16:1-16:17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.FUN.2022.16	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Takehiro Ito, Yuni Iwamasa, Yasuaki Kobayashi, Yu Nakahata, Yota Otachi, Kunihiro Wasa	4. 巻 943
2. 論文標題 Reconfiguring (non-spanning) arborescences	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Theoretical Computer Science	6. 最初と最後の頁 131-141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tcs.2022.12.007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Soichiro Fujii, Yuni Iwamasa, Kei Kimura, Akira Suzuki	4. 巻 248
2. 論文標題 Algorithms for coloring reconfiguration under recolorability digraphs	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc. of 33rd International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC 2022), Leibniz International Proceedings in Informatics	6. 最初と最後の頁 4:1-4:19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.ISAAC.2022.4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takehide Soh, Morgan Magnin, Daniel Le Berre, Mutsunori Banbara, Naoyuki Tamura	4. 巻 hal-03964870
2. 論文標題 SAT-based method for finding attractors in asynchronous multi-valued networks	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proc. of 16th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies	6. 最初と最後の頁 --
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5281/zenodo.7460388	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tomu Makita, Atsuki Nagao, Tatsuki Okada, Kazuhisa Seto, Junichi Teruyama	4. 巻 E105-A
2. 論文標題 A satisfiability algorithm for deterministic width-2 branching programs	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 1298-1308
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transfun.2021EAP1120	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Jun Kawahara, Toshiki Saitoh, Hirokazu Takeda, Ryo Yoshinaka, Yui Yoshioka	4. 巻 13973
2. 論文標題 Efficient non-isomorphic graph enumeration algorithms for subclasses of perfect graphs	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proc. of 17th International Conference and Workshops on Algorithms and Computation (WALCOM 2023), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 151-163
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-27051-2_14	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Jun Kawahara, Takanori Hara, Masahiro Sasabe	4. 巻 105
2. 論文標題 On robustness against evacuees' unexpected movement in automatic evacuation guiding	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Computers and Electrical Engineering	6. 最初と最後の頁 108531
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.compeleceng.2022.108531	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shin-ichi Minato, Mutsunori Banbara, Takashi Horiyama, Jun Kawahara, Ichigaku Takigawa, Yutaro Yamaguchi	4. 巻 2201.08118
2. 論文標題 Interval-Memoized Backtracking on ZDDs for Fast Enumeration of All Lower Cost Solutions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 arXiv	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.48550/arXiv.2201.08118	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takehiro Ito, Jun Kawahara, Yu Nakahata, Takehide Soh, Akira Suzuki, Junichi Teruyama, Takahisa Toda	4. 巻 2207.13959
2. 論文標題 ZDD-based algorithmic framework for solving shortest reconfiguration problems	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 arXiv	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.48550/arXiv.2207.13959	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takehiro Ito, Jun Kawahara, Yu Nakahata, Takehide Soh, Akira Suzuki, Junichi Teruyama, Takahisa Toda	4. 巻 13884
2. 論文標題 ZDD-based algorithmic framework for solving shortest reconfiguration problems	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proc. of 20th International Conference on the Integration of Constraint Programming, Artificial Intelligence, and Operations Research (CPAIOR 2023), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 167-183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-33271-5_12	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hiroshi Eto, Takehiro Ito, Eiji Miyano, Akira Suzuki, Yuma Tamura	4. 巻 85
2. 論文標題 Happy set problem on subclasses of co-comparability graphs	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Algorithmica	6. 最初と最後の頁 1-21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00453-022-01081-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yusuke Yanagisawa, Akira Suzuki, Yuma Tamura, Xiao Zhou	4. 巻 8
2. 論文標題 Decremental optimization of vertex-coloring under the reconfiguration framework	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal of Computer Mathematics: Computer Systems Theory	6. 最初と最後の頁 80-92
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/23799927.2023.2185543	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yusuke Yanagisawa, Akira Suzuki, Yuma Tamura, Xiao Zhou	4. 巻 13973
2. 論文標題 Parameterized complexity of optimizing list vertex-coloring through reconfiguration	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proc. of 17th International Conference and Workshops on Algorithms and Computation (WALCOM 2023), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 279-290
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-27051-2_24	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takehiro Ito, Yuni Iwamasa, Naoyuki Kamiyama, Yasuaki Kobayashi, Yusuke Kobayashi, Shun-ichi Maezawa, Akira Suzuki	4. 巻 14079
2. 論文標題 Reconfiguration of time-respecting arborescences	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proc. of 18th Algorithms and Data Structures Symposium (WADS 2023), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 521-532
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-38906-1_34	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tatsuhiko Hatanaka, Felix Hommelsheim, Takehiro Ito, Yusuke Kobayashi, Moritz Muhlenthaler, Akira Suzuki	4. 巻 959
2. 論文標題 Fixed-parameter algorithms for graph constraint logic	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Theoretical Computer Science	6. 最初と最後の頁 113863
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tcs.2023.113863	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Nicolas Bousquet, Takehiro Ito, Yusuke Kobayashi, Haruka Mizuta, Paul Ouvrard, Akira Suzuki, Kunihiro Wasa	4. 巻 85
2. 論文標題 Reconfiguration of spanning trees with degree constraints or diameter constraints	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Algorithmica	6. 最初と最後の頁 2779-2816
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00453-023-01117-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Nicolas Bousquet, Felix Hommelsheim, Yusuke Kobayashi, Moritz Muhlenthaler, Akira Suzuki	4. 巻 979
2. 論文標題 Feedback vertex set reconfiguration in planar graphs	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Theoretical Computer Science	6. 最初と最後の頁 114188
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tcs.2023.114188	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Takehide Soh, Morgan Magnin, Daniel Le Berre, Mutsunori Banbara, Naoyuki Tamura	4. 巻 14173
2. 論文標題 SAF: SAT-based attractor finder in asynchronous automata networks	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proc. of 21st International Conference on Computational Methods in Systems Biology (CMSB 2023), Lecture Notes in Bioinformatics	6. 最初と最後の頁 175-183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-42697-1_12	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Takahiro Hirate, Mutsunori Banbara, Katsumi Inoue, Xiao-Nan Lu, Hidetomo Nabeshima, Torsten Schaub, Takehide Soh, Naoyuki Tamura	4. 巻 14238
2. 論文標題 Hamiltonian cycle reconfiguration with answer set programming	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proc. of 18th European Conference on Logics in Artificial Intelligence (JELIA 2023), Lecture Notes in Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 262-277
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-43619-2_19	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Takehiro Ito, Jun Kawahara, Shin-ichi Minato, Yota Otachi, Toshiki Saitoh, Akira Suzuki, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno, Katsuhisa Yamanaka, Ryo Yoshinaka	4. 巻 978
2. 論文標題 Sorting balls and water: Equivalence and computational complexity	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Theoretical Computer Science	6. 最初と最後の頁 114158
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tcs.2023.114158	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tatsuya Gima, Tesshu Hanaka, Yasuaki Kobayashi, Yota Otachi, Tomohito Shirai, Akira Suzuki, Yuma Tamura, Xiao Zhou	4. 巻 14549
2. 論文標題 On the complexity of list H-packing for sparse graph classes	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Proc. of 18th International Conference and Workshops on Algorithms and Computation (WALCOM 2024), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 421-435
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-97-0566-5_30	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yuya Higashikawa, Naoki Kato, Guohui Lin, Eiji Miyano, Suguru Tamaki, Junichi Teruyama, Binhai Zhu	4. 巻 14292
2. 論文標題 On computing a center persistence diagram	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proc. of 24th International Symposium on Fundamentals of Computation Theory (FCT 2023), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 262-275
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-43587-4_19	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Yuya Higashikawa, Ayano Nishii, Junichi Teruyama, Yuki Tokuni	4. 巻 14422
2. 論文標題 Sink location problems in dynamic flow grid networks	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proc. of 29th International Computing and Combinatorics Conference (COCOON 2023), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 155-167
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-49190-0_11	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sergey Bereg, Yuya Higashikawa, Naoki Katoh, Junichi Teruyama, Yuki Tokuni, Binhai Zhu	4. 巻 14422
2. 論文標題 Red-black dpanners for mixed-charging vehicular networks	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proc. of 29th International Computing and Combinatorics Conference (COCOON 2023), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 220-231
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-49190-0_16	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Yuya Higashikawa, Naoki Katoh, Junichi Teruyama, Yuki Tokuni	4. 巻 14461
2. 論文標題 Faster algorithms for evacuation problems in networks with a single sink of small degree and bounded capacitated edges	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proc. of 16th Annual International Conference on Combinatorial Optimization and Applications (COCO A 2023), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 29-42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-49611-0_3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kenya Kobayashi, Guohui Lin, Eiji Miyano, Toshiki Saitoh, Akira Suzuki, Tadatoshi Utashima, Tsuyoshi Yagita	4. 巻 85
2. 論文標題 Path cover problems with length cost	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Algorithmica	6. 最初と最後の頁 3348-3375
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00453-023-01106-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Naoki Domon, Akira Suzuki, Yuma Tamura, Xiao Zhou	4. 巻 14549
2. 論文標題 The shortest path reconfiguration problem based on relaxation of reconfiguration rules	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Proc. of 18th International Conference and Workshops on Algorithms and Computation (WALCOM 2024), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 227-241
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-97-0566-5_17	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kota Kumakura, Akira Suzuki, Yuma Tamura, Xiao Zhou	4. 巻 14422
2. 論文標題 On the routing problems in graphs with ordered forbidden transitions	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proc. of 29th International Computing and Combinatorics Conference (COCOON 2023), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 359-370
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-49190-0_26	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takahisa Toda, Takehiro Ito, Jun Kawahara, Takehide Soh, Akira Suzuki, Junichi Teruyama	4. 巻 -
2. 論文標題 Solving reconfiguration problems of first-order expressible properties of graph vertices with Boolean satisfiability	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proc. of 35th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI 2023)	6. 最初と最後の頁 294-302
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICTAI59109.2023.00050	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Jun Kawahara, Chuta Yamaoka, Takehiro Ito, Akira Suzuki, Daisuke Iioka, Shuhei Sugimura, Seiya Goto, Takayuki Tanabe	4. 巻 4
2. 論文標題 Algorithmic study for power restoration in electrical distribution networks	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proc. of 4th Asia Pacific Conference of the Prognostics and Health Management (PHMAP 2023)	6. 最初と最後の頁 1-3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shoji Kasahara, Jun Kawahara, Shin-ichi Minato, Jumpei Mori	4. 巻 E106.D
2. 論文標題 DAG-pathwidth: graph algorithmic analyses of DAG-type blockchain networks	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 272-283
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2022FCP0007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Toshimasa Ishii, Jun Kawahara, Kazuhisa Makino, Hirotaka Ono	4. 巻 13595
2. 論文標題 Reallocation problems with minimum completion time	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc. of 28th International Computing and Combinatorics Conference (COCOON 2022), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 292-304
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-22105-7_26	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shou Ooba, Jun Kawahara, Shin-ichi Minato	4. 巻 3
2. 論文標題 Designing algorithms for the shortest path reconfiguration problem using decision diagram operations	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Proc. of 16th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2024)	6. 最初と最後の頁 641-648
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5220/0012379900003636	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takehide Soh, Takumu Watanabe, Jun Kawahara, Akira Suzuki, Takehiro Ito	4. 巻 301
2. 論文標題 Scalable hard instances for independent set reconfiguration	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Proc. of 22nd Symposium on Experimental Algorithms (SEA 2024), Leibniz International Proceedings in Informatics	6. 最初と最後の頁 掲載予定
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takehide Soh, Tomoya Tanjo, Yoshio Okamoto, Takehiro Ito	4. 巻 -
2. 論文標題 CoRe Challenge 2022/2023: Empirical evaluations for independent set reconfiguration problems (Extended Abstract)	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Proc. of 17th International Symposium on Combinatorial Search (SoCS 2024)	6. 最初と最後の頁 285-286
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1609/socs.v17i1.31583	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yuma Tamura, Akira Suzuki, Takaaki Mizuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Card-based zero-knowledge proof protocols for the 15-puzzle and the token swapping problem	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Proc. of 11th ACM ASIA Public-Key Cryptography Workshop (APKC 2024) held in the 19th ACM ASIA Conference on Computer and Communications Security (ACM ASIACCS 2024)	6. 最初と最後の頁 掲載予定
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yota Otachi, Akira Suzuki, Yuma Tamura	4. 巻 294
2. 論文標題 Finding induced subgraphs from graphs with small mim-width	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Proc. of 19th Scandinavian Symposium on Algorithm Theory (SWAT 2024), Leibniz International Proceedings in Informatics	6. 最初と最後の頁 38:1-38:16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.SWAT.2024.38	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takahiro Suzuki, Kei Kimura, Akira Suzuki, Yuma Tamura, Xiao Zhou	4. 巻 14637
2. 論文標題 Parameterized complexity of weighted target set selection	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Proc. of 18th Annual Conference on Theory and Applications of Models of Computation (TAMC 2024), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 320-331
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-97-2340-9_27	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yuya Higashikawa, Naoki Kato, Junichi Teruyama, Koji Watase	4. 巻 873
2. 論文標題 Almost linear time algorithms for minsum k-sink problems on dynamic flow path networks	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Theoretical Computer Science	6. 最初と最後の頁 87-113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tcs.2021.05.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takehide Soh, Hidetomo Nabeshima, Mutsunori Banbara, Naoyuki Tamura, Katsumi Inoue	4. 巻 --
2. 論文標題 Towards CEGAR-based parallel SAT solving	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. of 12th International Workshop of Pragmatics of SAT	6. 最初と最後の頁 --
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takashi Horiyama, Shin-ichi Nakano, Toshiki Saitoh, Koki Suetsugu, Akira Suzuki, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno, Kunihiro Wasa	4. 巻 E104-A
2. 論文標題 Max-min 3-dispersion problems	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 1101-1107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transfun.2020DMP0003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 James Andro-Vasko, Wolfgang Bein, Hiro Ito, Shoji Kasahara, Jun Kawahara	4. 巻 --
2. 論文標題 Decrease and Reset for Power-down	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Energy Systems	6. 最初と最後の頁 --
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12667-021-00475-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Robert Benkoczi, Binay Bhattacharya, Yuya Higashikawa, Tsunehiko Kameda, Naoki Katoh, Junichi Teruyama	4. 巻 96
2. 論文標題 Locating evacuation centers optimally in path and cycle networks	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. of 21st Symposium on Algorithmic Approaches for Transportation Modelling, Optimization, and Systems (ATMOS 2021), Open Access Series in Informatics	6. 最初と最後の頁 13:1-13:19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/OASICS.ATMOS.2021.13	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Yusuke Yanagisawa, Yuma Tamura, Akira Suzuki, Xiao Zhou	4. 巻 13025
2. 論文標題 Decremental optimization of vertex-coloring under the reconfiguration framework	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. of 27th International Computing and Combinatorics Conference (COCOON 2021), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 355-366
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-89543-3_30	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nicolas Bousquet, Takehiro Ito, Yusuke Kobayashi, Haruka Mizuta, Paul Ouvrard, Akira Suzuki, Kunihiko Wasa	4. 巻 --
2. 論文標題 Reconfiguration of spanning trees with degree constraint or diameter constraint	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 arXiv	6. 最初と最後の頁 2201.04354
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.48550/arXiv.2201.04354	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Takehiro Ito, Jun Kawahara, Shin-ichi Minato, Yota Otachi, Toshiki Saitoh, Akira Suzuki, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno, Katsuhisa Yamanaka, Ryo Yoshinaka	4. 巻 --
2. 論文標題 Sorting balls and water: equivalence and computational complexity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 arXiv	6. 最初と最後の頁 2202.09495
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.48550/arXiv.2202.09495	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nicolas Bousquet, Takehiro Ito, Yusuke Kobayashi, Haruka Mizuta, Paul Ouvrard, Akira Suzuki, Kunihiro Wasa	4. 巻 219
2. 論文標題 Reconfiguration of spanning trees with degree constraint or diameter constraint	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc. of 39th International Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science (STACS 2022), Leibniz International Proceedings in Informatics	6. 最初と最後の頁 15:1-15:21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.STACS.2022.15	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Hiroshi Eto, Takehiro Ito, Eiji Miyano, Akira Suzuki, Yuma Tamura	4. 巻 13174
2. 論文標題 Happy set problem on subclasses of co-comparability graphs	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc. of 16th International Conference and Workshops on Algorithms and Computation (WALCOM 2022), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 149-160
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-96731-4_13	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kenya Kobayashi, Guohui Lin, Eiji Miyano, Toshiki Saitoh, Akira Suzuki, Tadatoshi Utashima, Tsuyoshi Yagita	4. 巻 13174
2. 論文標題 Path cover problems with length cost	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc. of 16th International Conference and Workshops on Algorithms and Computation (WALCOM 2022), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 396-408
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-96731-4_32	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tatsuhiko Hatanaka, Felix Hommelsheim, Takehiro Ito, Yusuke Kobayashi, Moritz Muhlenthaler, Akira Suzuki	4. 巻 --
2. 論文標題 Fixed-parameter algorithms for graph constraint logic	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 arXiv	6. 最初と最後の頁 2011.10385
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.48550/arXiv.2011.10385	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kei Kimura, Akira Suzuki	4. 巻 856
2. 論文標題 Trichotomy for the reconfiguration problem of integer linear systems	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Theoretical Computer Science	6. 最初と最後の頁 88-109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tcs.2020.12.025	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tetsuya Fujie, Yuya Higashikawa, Naoki Katoh, Junichi Teruyama, Yuki Tokuni	4. 巻 12635
2. 論文標題 Minmax regret 1-sink location problems on dynamic flow path networks with parametric weights	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. of 15th International Conference and Workshops on Algorithms and Computation (WALCOM 2021), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 52-64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-68211-8_5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計51件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 21件)

1. 発表者名 Takehiro Ito, Jun Kawahara, Yu Nakahata, Takehide Soh, Akira Suzuki, Junichi Teruyama, Takahisa Toda
2. 発表標題 A ZDD-based solver for combinatorial reconfiguration problems
3. 学会等名 4th Combinatorial Reconfiguration Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takehiro Ito, Jun Kawahara, Shin-ichi Minato, Yota Otachi, Toshiki Saitoh, Akira Suzuki, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno, Katsuhisa Yamanaka, Ryo Yoshinaka
2. 発表標題 Sorting balls and water: equivalence and computational complexity
3. 学会等名 11th International Conference on Fun with Algorithms (FUN 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大場 翔, 川原 純, 湊 真一
2. 発表標題 最短路遷移問題のZDDを用いた解法と評価
3. 学会等名 2022年度 人工知能学会全国大会 (第36回)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takehiro Ito, Jun Kawahara, Shin-ichi Minato, Yota Otachi, Toshiki Saitoh, Akira Suzuki, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno, Katsuhisa Yamanaka, Ryo Yoshinaka
2. 発表標題 Computational complexity of ball/water sort puzzles
3. 学会等名 Japanese Conference on Combinatorics and its Applications 2022 離散数学とその応用研究集会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤 健洋, 川原 純, 中畑 裕, 宋 剛秀, 鈴木 顕, 照山 順一, 戸田 貴久
2. 発表標題 ZDDを用いた組合せ遷移ソルバー
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2022年秋季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 畠山 航, 鈴木 顕, 伊藤 健洋, 周 暁, 杉村 修平, 田邊 隆之
2. 発表標題 配電損失最小化問題に対する組合せ遷移的アプローチ
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2022年秋季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 有園舜, 中畑裕, 笠原正治
2. 発表標題 時間変化するネットワークに対する二分決定グラフを用いた信頼性評価法
3. 学会等名 2022年度日本オペレーションズ・リサーチ学会 関西支部若手研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shin-ichi Minato, Mutsunori Banbara, Takashi Horiyama, Jun Kawahara, Ichigaku Takigawa, Yutaro Yamaguchi
2. 発表標題 A ZDD-Based Method for Exactly Enumerating All Lower-Cost Solutions of Combinatorial Problems
3. 学会等名 5th Workshop on Enumeration Problems and Applications (WEPA 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Soichiro Fujii, Yuni Iwamasa, Kei Kimura, and Akira Suzuki
2. 発表標題 Algorithms for coloring reconfiguration under recolorability digraphs
3. 学会等名 The 33rd International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 市野 達也, 川原 純, 湊 真一, 堀田 敬介
2. 発表標題 MDDを用いた変更の少ない選挙区割の列挙
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2023年春季研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川原 純, 山岡 宙太, 伊藤 健洋, 鈴木 顕, 飯岡 大輔, 杉村 修平, 後藤 誠弥, 田邊 隆之
2. 発表標題 停電復旧の最短手順を算出するアルゴリズム
3. 学会等名 令和5年電気学会全国大会(IEEJ2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Jun Kawahara, Toshiki Saitoh, Hirokazu Takeda, Ryo Yoshinaka, Yui Yoshioka
2. 発表標題 Efficient non-isomorphic graph enumeration algorithms for subclasses of perfect graphs
3. 学会等名 17th International Conference and Workshops on Algorithms and Computation (WALCOM 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yusuke Yanagisawa, Akira Suzuki, Yuma Tamura, Xiao Zhou
2. 発表標題 Parameterized complexity of optimizing list vertex-coloring through reconfiguration
3. 学会等名 17th International Conference and Workshops on Algorithms and Computation (WALCOM 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takehiro Ito, Jun Kawahara, Yu Nakahata, Takehide Soh, Akira Suzuki, Junichi Teruyama, Takahisa Toda
2. 発表標題 ZDD-based algorithmic framework for solving shortest reconfiguration problems
3. 学会等名 20th International Conference on the Integration of Constraint Programming, Artificial Intelligence, and Operations Research (CPAIOR 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大森 嶺, 宋 剛秀, 田村 直之
2. 発表標題 最大独立集合問題のSAT技術を用いた解法に関する研究
3. 学会等名 2023年度人工知能学会全国大会 (第37回)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 伊藤 健洋, 岩政 勇仁, 神山 直之, 小林 靖明, 小林 佑輔, 前澤 俊一, 鈴木 顕
2. 発表標題 時間制約付き有向木の遷移
3. 学会等名 2023年度夏のLAシンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takehiro Ito, Yuni Iwamasa, Naoyuki Kamiyama, Yasuaki Kobayashi, Yusuke Kobayashi, Shun-ichi Maetzawa, Akira Suzuki
2. 発表標題 Reconfiguration of time-respecting arborescences
3. 学会等名 18th Algorithms and Data Structures Symposium (WADS 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 赤川 雄紀, 川原 純, 湊 真一
2. 発表標題 A*探索に基づく組合せ最適化問題の上位解列挙とZDDの構築
3. 学会等名 第22回情報科学技術フォーラム (FIT2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Jun Kawahara, Chuta Yamaoka, Takehiro Ito, Akira Suzuki, Daisuke Iioka, Shuhei Sugimura, Seiya Goto, Takayuki Tanabe
2. 発表標題 Algorithmic study for power restoration in electrical distribution networks
3. 学会等名 Asia-Pacific Conference of the Prognostics and Health Management (PHM) Society 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宋 剛秀
2. 発表標題 SATソルバーと利用技術
3. 学会等名 2023年度 電子情報通信学会 ソサイエティ大会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 杉村 修平, 金子 曜久, 林 泰弘, 野崎 哲平, 鈴木 顕, 伊藤 健洋, 田邊隆之
2. 発表標題 事故復旧を考慮した配電系統構成の最適化に関する検討
3. 学会等名 電力技術 / 電力系統技術合同研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takahisa Toda, Takehiro Ito, Jun Kawahara, Takehide Soh, Akira Suzuki, Junichi Teruyama
2. 発表標題 Solving reconfiguration problems of first-order expressible properties of graph vertices with Boolean satisfiability
3. 学会等名 35th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 熊倉 航太, 鈴木 顕, 田村 祐馬, 周 暁
2. 発表標題 グラフ構造に基づく順序付き禁止トランジションを避ける経路に関する研究
3. 学会等名 第195回アルゴリズム研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kota Kumakura, Akira Suzuki, Yuma Tamura, Xiao Zhou
2. 発表標題 On the routing problems in graphs with ordered forbidden transitions
3. 学会等名 29th International Computing and Combinatorics Conference (COCOON 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tatsuya Gima, Tesshu Hanaka, Yasuaki Kobayashi, Yota Otachi, Tomohito Shirai, Akira Suzuki, Yuma Tamura, Xiao Zhou
2. 発表標題 List variants of packing problems on sparse graphs
3. 学会等名 第196回アルゴリズム研究発表会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Naoki Domon, Akira Suzuki, Yuma Tamura, Xiao Zhou
2. 発表標題 Shortest path reconfiguration with relaxed constraints
3. 学会等名 第196回アルゴリズム研究発表会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 鈴木 隆央, 鈴木 顕, 田村 祐馬, 周 暁
2. 発表標題 点重み付きグラフにおける標的集合選択問題に関する研究
3. 学会等名 第196回アルゴリズム研究発表会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Shou Ooba, Jun Kawahara, Shin-ichi Minato
2. 発表標題 Designing algorithms for the shortest path reconfiguration problem using decision diagram operations
3. 学会等名 The 16th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2024) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 菅 達皓, 鈴木 顕, 田村 祐馬, 周 暁
2. 発表標題 遷移ルールの緩和に基づく独立集合遷移問題
3. 学会等名 電子情報通信学会 2024年 総合大会 COMP-AFSA学生シンポジウム
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Takahiro Suzuki, Kei Kimura, Akira Suzuki, Yuma Tamura, Xiao Zhou
2. 発表標題 Algorithms for weighted target set selection
3. 学会等名 電子情報通信学会 2024年 総合大会 COMP-AFSA学生シンポジウム
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 古渡 健太, 川原 純, 湊 真一
2. 発表標題 コンテナ積載計画問題へのゼロサプレス型二分決定グラフの応用
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2024年春期研究発表会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 岩政 勇仁, 川原 純, 上田 結大
2. 発表標題 タイを含む無羨望マッチングの遷移
3. 学会等名 電子情報通信学会 コンピューテーション研究会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 吉 浩, 川原 純, 湊 真一
2. 発表標題 0-1整数線形計画問題の実行可能解を列挙するZDDの生成法とその評価
3. 学会等名 情報処理学会 第86回全国大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Tatsuya Gima, Tesshu Hanaka, Yasuaki Kobayashi, Yota Otachi, Tomohito Shirai, Akira Suzuki, Yuma Tamura, Xiao Zhou
2. 発表標題 On the complexity of list H-packing for sparse graph classes
3. 学会等名 18th International Conference and Workshops on Algorithms and Computation (WALCOM 2024) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Naoki Domon, Akira Suzuki, Yuma Tamura, Xiao Zhou
2. 発表標題 The shortest path reconfiguration problem based on relaxation of reconfiguration rules
3. 学会等名 18th International Conference and Workshops on Algorithms and Computation (WALCOM 2024) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 小西 岳志, 川原 純, 湊 真一
2. 発表標題 ZDDを用いた独立集合遷移問題の解空間グラフの直径をなす独立集合対の計算
3. 学会等名 第128回人工知能基本問題研究会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 宮本 照之, 川原 純, 湊 真一
2. 発表標題 ZDDの区間メモ化探索法を改良した頂点被覆問題のコスト制約解列挙アルゴリズム
3. 学会等名 第128回人工知能基本問題研究会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Takehide Soh, Hidetomo Nabeshima, Mutsunori Banbara, Naoyuki Tamura, Katsumi Inoue
2. 発表標題 Towards CEGAR-based parallel SAT solving
3. 学会等名 12th International Workshop of Pragmatics of SAT (a workshop of SAT 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Akira Suzuki
2. 発表標題 Combinatorial reconfiguration applied to power distribution systems
3. 学会等名 Workshop on Combinatorial Reconfiguration, affiliated with ICALP 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yusuke Yanagisawa, Yuma Tamura, Akira Suzuki, Xiao Zhou
2. 発表標題 Decremental optimization of vertex-coloring under the reconfiguration framework
3. 学会等名 27th International Computing and Combinatorics Conference (COCOON 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柳澤 佑介, 鈴木 顕, 田村 祐馬, 周 暁
2. 発表標題 グラフ彩色の最適化遷移問題について (Optimization variant of vertex-coloring reconfiguration problem)
3. 学会等名 第185回アルゴリズム研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroshi Eto, Takehiro Ito, Eiji Miyano, Akira Suzuki, Yuma Tamura
2. 発表標題 Algorithms for happy set problem on interval graphs and permutation graphs
3. 学会等名 第186回アルゴリズム研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 戸田 貴久, 伊藤 健洋, 川原 純, 宋 剛秀, 鈴木 顕, 照山 順一
2. 発表標題 有界モデル検査による独立集合遷移問題の解法に関する考察 (On solving independent set reconfiguration problems with bounded model checking)
3. 学会等名 第186回アルゴリズム研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤 健洋, 川原 純, 宋 剛秀, 鈴木 顕, 照山 順一, 戸田 貴久
2. 発表標題 ZDDを用いた組合せ遷移ソルバーについての考察
3. 学会等名 2021年度冬のLAシンポジウム, 京都大学数理解析研究所RIMS共同研究 (公開型), 情報社会を支える計算機科学の基礎理論
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小林 賢也, リン グオフイ, 宮野 英次, 斎藤 寿樹, 鈴木 顕, 歌島 侃勇, 八木田 剛
2. 発表標題 長さコスト付きパスカバー最大化問題の近似アルゴリズム
3. 学会等名 2021年度冬のLAシンポジウム, 京都大学数理解析研究所RIMS共同研究 (公開型), 情報社会を支える計算機科学の基礎理論
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤 健洋, 川原 純, 湊 真一, 大館 陽太, 斎藤 寿樹, 鈴木 顕, 上原 隆平, 宇野 毅明, 山中 克久, 吉仲 亮
2. 発表標題 Computational complexity of ball/water sort puzzles
3. 学会等名 第16回組合せゲーム・パズル研究集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Nicolas Bousquet, Takehiro Ito, Yusuke Kobayashi, Haruka Mizuta, Paul Ouvrard, Akira Suzuki, Kunihiro Wasa
2. 発表標題 Reconfiguration of spanning trees with degree constraint or diameter constraint
3. 学会等名 39th International Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science (STACS 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroshi Eto, Takehiro Ito, Eiji Miyano, Akira Suzuki, Yuma Tamura
2. 発表標題 Happy set problem on subclasses of co-comparability graphs
3. 学会等名 16th International Conference and Workshops on Algorithms and Computation (WALCOM 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kenya Kobayashi, Guohui Lin, Eiji Miyano, Toshiki Saitoh, Akira Suzuki, Tadatoshi Utashima, Tsuyoshi Yagita
2. 発表標題 Path cover problems with length cost
3. 学会等名 16th International Conference and Workshops on Algorithms and Computation (WALCOM 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tatsuhiko Hatanaka, Felix Hommelsheim, Takehiro Ito, Yusuke Kobayashi, Moritz Muhlenthaler, Akira Suzuki
2. 発表標題 Fixed-parameter algorithms for graph constraint logic
3. 学会等名 15th International Symposium on Parameterized and Exact Computation (IPEC 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤 颯介, 鈴木 颯, 伊藤 健洋, 周 暁
2. 発表標題 区間グラフに対するハミルトン閉路遷移問題
3. 学会等名 電子情報通信学会 2021年 総合大会 COMP 学生シンポジウム
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 鈴木 颯	4. 発行年 2021年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 208
3. 書名 機械学習アルゴリズム	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 電力融通システム、電力融通方法、電力融通プログラム	発明者 伊藤健洋, 鈴木颯, 飯岡大輔, 川原純 他4名	権利者 東北大学, 中部 大学, 京都大 学, 明電舎
産業財産権の種類、番号 特許、特願2022-130841	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

<p>工学アプローチによる 組合せ遷移の展開 https://core.dais.is.tohoku.ac.jp/project/project_b01/ 有界モデル検査に基づく組合せソルバー pygplib https://github.com/toda-lab/pygplib ZDDに基づく組合せ遷移ソルバー ddreconf https://github.com/junkawahara/ddreconf Python 組合せ遷移ライブラリ Reconfillion https://github.com/junkawahara/reconfillion 組合せ遷移GUIインターフェイス CoReViewer https://github.com/junkawahara/CoReViewer</p>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	飯岡 大輔 (IIOKA Daisuke) (30377808)	中部大学・工学部・教授 (33910)	
研究分担者	戸田 貴久 (TODA Takahisa) (50451159)	電気通信大学・大学院情報理工学研究科・准教授 (12612)	
研究分担者	宋 剛秀 (SOH Takehide) (00625121)	神戸大学・情報基盤センター・准教授 (14501)	
研究分担者	鈴木 顕 (SUZUKI Akira) (10723562)	東北大学・情報科学研究科・准教授 (11301)	
研究分担者	照山 順一 (TERUYAMA Junichi) (40709862)	兵庫県立大学・情報科学研究科・准教授 (24506)	
研究分担者	中畑 裕 (NAKAHATA Yu) (50942067)	奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・助教 (14603)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------

フランス	Nantes Universite	Univ. Artois, CNRS,	Universite Grenoble Alpes	他2機関
ドイツ	Fakulte Mathematik	University of Bremen	Universitat Potsdam	他1機関
カナダ	University of Alberta	University of Lethbridge	Simon Fraser University	
米国	Montana State University	University of Texas at Dallas	University of Nevada	