

令和 4 年 5 月 4 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K11168

研究課題名（和文）特殊木構造によるFPTアルゴリズム高速化手法の研究

研究課題名（英文）Speeding up FPT algorithms with special tree decompositions

研究代表者

大館 陽太 (Otachi, Yota)

名古屋大学・情報学研究科・准教授

研究者番号：80610196

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）：グラフアルゴリズム設計手法の最重要技術の一つである木分解および木幅の利用を押し進め、特殊木構造による固定パラメータ容易（FPT）アルゴリズム高速化手法の研究を行った。主な成果の例として、以下の問題に対する特殊木構造を用いた高速FPTアルゴリズムを設計した：部分グラフ同型性判定問題、安全集合問題、グラフ焼却問題、グランディ彩色問題、端点および長さの指定されたパス充填問題、消防士問題、独立集合遷移問題。

研究成果の学術的意義や社会的意義

特殊木構造を用いて多くの重要問題のより詳細な計算量を知りたいというのがこの研究課題の動機であったが、結果として種々の問題に対する成果を得ることができ、この手法の有用性を示すことができた。従来の手法では木幅と呼ばれる一般性の高い概念を使って問題を解決することが多かったが、それが難しい場合に対しても本課題で扱った特殊木構造を用いれば高速アルゴリズム設計が可能になる場合が分かった。これは、効率的に解ける問題の範囲を広げより詳しくとらえるために重要なステップであり、今後もこの方向での研究を進める必要がある。

研究成果の概要（英文）：The concept of treewidth is one of the most important techniques in graph algorithm design. Using special tree structures related to treewidth, we investigated parameterized complexity and designed fast fixed-parameter algorithms for several important problems such as Subgraph Isomorphism, Safe Set, Graph Burning, Grundy Coloring, (A, l) -Path Packing, Firefighting, and Independent Set Reconfiguration.

研究分野：グラフアルゴリズム

キーワード：FPTアルゴリズム 木構造 木幅

1. 研究開始当初の背景

一般には計算理論的困難性を持つグラフ上の問題(例: クリーク問題などの NP 困難問題)に対するグラフアルゴリズム設計において、グラフの持つ「木構造」を利用したアルゴリズム設計は盛んに研究されており、グラフアルゴリズム理論において最も成功している分野の一つである。とくに、木幅と呼ばれるグラフの特徴をいかした固定パラメータ容易アルゴリズムはその有用性が広く確認されており、Courcelle の定理と呼ばれるアルゴリズムのメタ定理が知られている。この定理はおおまかには「あるグラフの性質が単項二階論理で記述できるならば、その性質の判定は木幅が小さいグラフに対して線形時間で行える」というものであり、非常に広い適用範囲を持つことが示されている。その一方、漸近的計算量解析では見えづらい定数倍項が非常に大きいという欠点も抱えており、具体的問題に対するより高速な(定数倍項が小さい)アルゴリズムの設計も盛んに行われてきていた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、定数倍項が小さい高速アルゴリズム設計手法を提案することであった。上述のとおり、既知の一般的な手法には漸近的計算量解析(いわゆるビッグオー記法)では隠されてしまいう定数倍項が非常に大きいという欠点がある。これを一つ一つの問題に対して個別に解決するのではなく、なるべく一般的な手法での多くの問題に対する高速化実現を目指した。

3. 研究の方法

本研究で中心となるのは「特殊木構造」と名付けた概念であり、これを用いて木幅および木分解より詳細にグラフ構造をとらえることを目指す。例えば、Pseudoforest Deletion と呼ばれる問題では、上述のアルゴリズムのメタ定理が適用できる問題であるが、より高速なアルゴリズムを得るための研究が行われている。この問題に対して、Philip 等(MFCS 2015)は、問題の特徴をいかした $O(7.5618^k \cdot n^{O(1)})$ 時間アルゴリズムを設計していた。これに対して、研究代表者ら(IPEC 2016)は特殊木構造の一種といえる構造を用い、 $O(3^k \cdot n)$ 時間アルゴリズムの設計に成功していた。これをきっかけに、特殊木構造の有用性に注目し、本課題の着想に至っていた。

4. 研究成果

本研究課題の成果として計 30 件以上の査読付論文を発表した。ここでは特に重要な成果数件について述べる。

(1) 頂点次数制限付き向き付け問題(国際会議 SWAT 2018, 学術誌 Algorithmica)

与えられた無向グラフに対し、各頂点に関する制約がついた辺向き付け可能性を判定する問題を研究した。具体的には、辺向き付け後の各頂点の入次数が決められた数 d 以下になるようにできるかを問う問題である。これは、簡単な議論により上述の Pseudoforest Deletion の一般化と見ることができる($d = 1$ の場合が Pseudoforest Deletion にあたる)。以前の研究において、Pseudoforest Deletion に対して用いた特殊木構造を一般化し、効率的アルゴリズムを設計した。また、強指数時間仮定とよばれる仮定のもとで、与えたアルゴリズムの計算量が改善できないことを示した。

(2) 部分グラフ同型性判定問題(国際会議 CIAC 2019, 学術誌 Algorithmica)

二つのグラフが与えられたときに、片方がもう片方を部分グラフとして含むかという問題である。この問題は多くの重要問題(ハミルトンサイクル問題やバンド幅問題など)を一般化するものである。これまでの研究では片方のグラフが小さい場合がよく研究されており、その仮定のもとで大きい方のグラフの木構造を利用したアルゴリズムなどが設計されてきた。本研究では「片方のグラフが小さい」という仮定をはずし、同じくらいの大きさのグラフ同士の包含関係も調べられるアルゴリズムの設計を行った。この問題は一般には NP 完全なので、ある禁止部分構造によって定義されるグラフクラスを扱った。結果として、禁止構造の特徴によるほぼ完全な計算量二分法を得た。その際、もっとも重要なケースは、頂点インテグリティと呼ばれる特殊木構造で特徴付けできることが分かった。この発見は、研究代表者による次の研究課題での中心的な概念となっている。

(3) グランディ彩色問題と木構造 (国際会議 ESA 2020)

グラフの頂点彩色問題は、隣り合う頂点が同じ色を持つことがないように各頂点の色を決める問題であり、全体でなるべく少ない色数を使うことを目指すものである。これはグラフ理論・グラフアルゴリズムの両分野での最重要研究トピックの一つである。グランディ彩色問題は、ある意味でアルゴリズム的観点から定義された彩色問題であり、貪欲的に頂点の色を決めていった場合どれくらい悪い彩色になり得るか、つまり、最大でどれくらいの色数を使ってしまおうかを求める問題である。このとき「貪欲的に色を決める」とは、適当に頂点を選んで、その頂点に使える色のうち、一番小さい番号がついた色を使うということである。

この問題に対して、三つの結果を示した: (i) グランディ彩色問題は、パス幅をパラメータとして固定パラメータ容易である。(ii) グランディ彩色問題は、木幅をパラメータとして固定パラメータ困難である。(iii) グランディ彩色問題は、クリーク幅が8以下のグラフに対しても NP 困難である。

パス幅とは木幅の特殊化である。木幅はグラフがどれだけ木に近いかを示すのに対し、パス幅はグラフがどれだけパスに近いかを示す指標である。一方、クリーク幅は木幅の一般化であり、グラフをある方法で構成する場合にどれくらいの複雑さが発生するかを表す。上記の三つの結果は、グランディ彩色問題がこれらのグラフ幅パラメータ階層と対応してその計算量が変わるという興味深い結果を示している。特に、パス幅と木幅に関する結果は驚くべきものであったので、以下で詳しく述べる。

パスと木はともに閉路を含まない構造であるが、3方向以上からの合流を許すかどうかのみが違っている。これはパス幅と木幅でも同じであり、もしパス幅に関するアルゴリズムがあれば、あとは合流が処理できれば木幅に対するアルゴリズムも得ることになる。これが本質的な難しさの違いとなり得るかは、グラフアルゴリズム理論分野での長年の未解決問題であった。本結果の共著者である Michael Lampis 氏が2014年に研究者向けフォーラムでこの話題に関する質問をした際にはいくつかの関連した結果が示されたものの、明確な答えはなかった(<https://cstheory.stackexchange.com/questions/27590/>)。上記結果の(i)と(ii)はこの問題を解決するものであり、特殊木構造の優位性を明確に示した初の結果といえる。

(4) 木幅制限グラフに対する劣線形領域での辞書順深さ優先探索 (国際会議 ICALP 2020)

深さ優先探索(Depth-First Search, DFS)とは、グラフの探索手法の一つで多くの基本的グラフアルゴリズムのベースとなっている。辞書順深さ優先探索(Lexicographic DFS, LexDFS)は、さらにその探索順に制約を加えたもので、区間グラフの認識などより複雑なグラフアルゴリズムに用いられている。LexDFSは空間計算量研究においても重要な問題で、その計算量はP完全であることが分かっている。この問題は木幅が小さければ小さな空間計算量をもつことが知られている。ここで、木幅が小さくはないがある程度の制限がある場合にどんなことができるだろうか。一般に木幅は頂点数くらいまで大きくなり得る。そうはならない場合、例えば頂点数 n に対して木幅が $O(n^{1-\epsilon})$ である場合に省スペースのアルゴリズムを設計できるであろうか。この成果では、このような場合に対する劣線形領域の多項式時間LexDFSアルゴリズムを与えた。上述のとおり、LexDFSは様々な場面で使われる重要なアルゴリズム的ツールであり、本結果も多くの応用を持つことが期待される。

もう一つの本成果の重要な点は木幅を活用するための木分解の構成方法も示した点である。木幅が \sqrt{n} 以下の場合、それに対応する近似的木分解で幅が $O(w\sqrt{n} \log n)$ のものを劣線形領域で計算できることを示した。

(5) モジュラ幅を使った独立集合遷移問題 (国際会議 WG 2019, 学術誌 Algorithmica)

独立集合とはグラフの頂点集合の部分集合で、互いに隣接していないものである。独立集合遷移問題とは、グラフと二つの独立集合が与えられ、頂点の入れ替えを繰り返すことで独立集合であることを崩さずに片方からもう片方へ移動できるかという問題である。この問題と木構造の関係は以前から研究されており、例えばパス幅よりずっと限定された木構造を用いても困難であることが分かっている(Wrochna, J. Comput. Syst. Sci., 2018)。このことから、この構造に対する木構造の利用は難しいものと考えられていた。この成果では、モジュラ幅と呼ばれる木幅やパス幅とは比較不能な特殊木構造を用いて効率的なアルゴリズムを設計することに成功した。モジュラ幅はクリーク幅の特殊化であり、グラフ構成に用いられる操作が限定されたものである。遷移問題に対するモジュラ幅の利用はこれ以前には行われたことがなく、遷移問題の研究に対して新たな木構造利用アプローチの提案ができたという点でも重要な結果である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計34件（うち査読付論文 34件 / うち国際共著 19件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Chiba Kyohei, Belmonte Remy, Ito Hiro, Lampis Michael, Nagao Atsuki, Otachi Yota	4. 巻 28
2. 論文標題 K_3 Edge Cover Problem in a Wide Sense	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Information Processing	6. 最初と最後の頁 849 ~ 858
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2197/ipsjip.28.849	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 Bodlaender Hans L., Hanaka Tesshu, Kobayashi Yasuaki, Kobayashi Yusuke, Okamoto Yoshio, Otachi Yota, van der Zanden Tom C.	4. 巻 82
2. 論文標題 Subgraph Isomorphism on Graph Classes that Exclude a Substructure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Algorithmica	6. 最初と最後の頁 3566 ~ 3587
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00453-020-00737-z	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 Demaine Erik D., Korman Matias, Ku Jason S., Mitchell Joseph S.B., Otachi Yota, van Renssen Andr?, Roeloffzen Marcel, Uehara Ryuhei, Uno Yushi	4. 巻 90
2. 論文標題 Symmetric assembly puzzles are hard, beyond a few pieces	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Computational Geometry	6. 最初と最後の頁 101648 ~ 101648
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.comgeo.2020.101648	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 Belmonte Remy, Hanaka Tesshu, Lampis Michael, Ono Hirotaka, Otachi Yota	4. 巻 82
2. 論文標題 Independent Set Reconfiguration Parameterized by Modular-Width	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Algorithmica	6. 最初と最後の頁 2586 ~ 2605
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00453-020-00700-y	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 Hanaka Tesshu, Katsikarelis Ioannis, Lampis Michael, Otachi Yota, Sikora Florian	4. 巻 82
2. 論文標題 Parameterized Orientable Deletion	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Algorithmica	6. 最初と最後の頁 1909 ~ 1938
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00453-020-00679-6	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 Conte Alessio, Kante Mamadou Moustapha, Otachi Yota, Uno Takeaki, Wasa Kunihiro	4. 巻 818
2. 論文標題 Efficient enumeration of maximal k-degenerate induced subgraphs of a chordal graph	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Theoretical Computer Science	6. 最初と最後の頁 2 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tcs.2018.08.009	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 Belmonte Remy, Hanaka Tesshu, Katsikarelis Ioannis, Lampis Michael, Ono Hirotaka, Otachi Yota	4. 巻 24
2. 論文標題 Parameterized Complexity of Safe Set	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Graph Algorithms and Applications	6. 最初と最後の頁 215 ~ 245
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7155/jgaa.00528	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 Yasuaki Kobayashi, Yota Otachi	4. 巻 180
2. 論文標題 Parameterized complexity of graph burning	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Leibniz International Proceedings in Informatics	6. 最初と最後の頁 21:1-21:10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.IPEC.2020.21	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 Remy Belmonte, Eun Jung Kim, Michael Lampis, Valia Mitsou, Yota Otachi	4. 巻 173
2. 論文標題 Grundy distinguishes treewidth from pathwidth	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Leibniz International Proceedings in Informatics	6. 最初と最後の頁 14:1-14:19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.ESA.2020.14	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 該当する

1. 著者名 Taisuke Izumi, Yota Otachi	4. 巻 168
2. 論文標題 Sublinear-space lexicographic depth-first search for bounded treewidth graphs and planar graphs	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Leibniz International Proceedings in Informatics	6. 最初と最後の頁 67:1-67:17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.ICALP.2020.67	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 Kobayashi Yusuke, Okamoto Yoshio, Otachi Yota, Uno Yushi	4. 巻 12301
2. 論文標題 Linear-Time Recognition of Double-Threshold Graphs	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer	6. 最初と最後の頁 286 ~ 297
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-60440-0_23	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 Belmonte Remy, Hanaka Tesshu, Kanzaki Masaaki, Kiyomi Masashi, Kobayashi Yasuaki, Kobayashi Yusuke, Lampis Michael, Ono Hiroataka, Otachi Yota	4. 巻 12126
2. 論文標題 Parameterized Complexity of (A,l)-Path Packing	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer	6. 最初と最後の頁 43 ~ 55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-48966-3_4	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 Belmonte Remy, Hanaka Tesshu, Lampis Michael, Ono Hiroataka, Otachi Yota	4. 巻 11789
2. 論文標題 Independent Set Reconfiguration Parameterized by Modular-Width	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 285 ~ 297
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-30786-8_22	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 Kitamura, Hiroataka Kitagawa, Yota Otachi, Taisuke Izumi	4. 巻 146
2. 論文標題 Low-congestion shortcut and graph parameters	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Leibniz International Proceedings in Informatics	6. 最初と最後の頁 25:1-25:17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.DISC.2019.25	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 Belmonte Remy, Hanaka Tesshu, Kanzaki Masaaki, Kiyomi Masashi, Kobayashi Yasuaki, Kobayashi Yusuke, Lampis Michael, Ono Hiroataka, Otachi Yota	4. 巻 12126
2. 論文標題 Parameterized Complexity of (A,l)-Path Packing	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 43 ~ 55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-48966-3_4	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 Kawamura Akitoshi, Moriyama Sonoko, Otachi Yota, Pach J?nos	4. 巻 80
2. 論文標題 A lower bound on opaque sets	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Computational Geometry	6. 最初と最後の頁 13 ~ 22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.comgeo.2019.01.002	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 SHIRAYAMA Takumu, SHIGEMURA Takuto, OTACHI Yota, MIYAZAKI Shuichi, UEHARA Ryuhei	4. 巻 E102.A
2. 論文標題 On Computational Complexity of Pipe Puzzles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 1134 ~ 1141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transfun.E102.A.1134	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 Belmonte Remy, Khosravian Ghadikolaei Mehdi, Kiyomi Masashi, Lampis Michael, Otachi Yota	4. 巻 23
2. 論文標題 How Bad is the Freedom to Flood-It?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Graph Algorithms and Applications	6. 最初と最後の頁 111 ~ 134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7155/jgaa.00486	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 Ito Takehiro, Otachi Yota	4. 巻 772
2. 論文標題 Reconfiguration of colorable sets in classes of perfect graphs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Theoretical Computer Science	6. 最初と最後の頁 111 ~ 122
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tcs.2018.11.024	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 Kiyomi Masashi, Ono Hiroataka, Otachi Yota, Schweitzer Pascal, Tarui Jun	4. 巻 -
2. 論文標題 Space-Efficient Algorithms for Longest Increasing Subsequence	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Theory of Computing 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/s00224-018-09908-6	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 Das Bireswar, Enduri Murali Krishna, Kiyomi Masashi, Misra Neeldhara, Otachi Yota, Reddy I. Vinod, Yoshimura Shunya	4. 巻 -
2. 論文標題 On structural parameterizations of firefighting	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Theoretical Computer Science	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) 10.1016/j.tcs.2019.02.032	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 Tesshu Hanaka, Ioannis Katsikarelis, Michael Lampis, Yota Otachi, Florian Sikora	4. 巻 101
2. 論文標題 Parameterized Orientable Deletion	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Leibniz International Proceedings in Informatics	6. 最初と最後の頁 24:1-24:13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.SWAT.2018.24	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 Takehiro Ito, Yota Otachi	4. 巻 101
2. 論文標題 Reconfiguration of colorable sets in classes of perfect graphs	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Leibniz International Proceedings in Informatics	6. 最初と最後の頁 27:1-27:13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.SWAT.2018.27	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 Feng Tianfeng, Horiyama Takashi, Okamoto Yoshio, Otachi Yota, Saitoh Toshiki, Uno Takeaki, Uehara Ryuhei	4. 巻 10979
2. 論文標題 Computational Complexity of Robot Arm Simulation Problems	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 177 ~ 188
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-94667-2_15	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 Remy Belmonte, Eun Jung Kim, Michael Lampis, Valia Mitsou, Yota Otachi, Florian Sikora	4. 巻 126
2. 論文標題 Token sliding on split graphs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Leibniz International Proceedings in Informatics	6. 最初と最後の頁 13:1-13:17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.STACS.2019.13	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 Belmonte Remy, Kim Eun Jung, Lampis Michael, Mitsou Valia, Otachi Yota, Sikora Florian	4. 巻 65
2. 論文標題 Token Sliding on Split Graphs	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Theory of Computing Systems	6. 最初と最後の頁 662 ~ 686
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00224-020-09967-8	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 Kiyomi Masashi, Horiyama Takashi, Otachi Yota	4. 巻 168
2. 論文標題 Longest common subsequence in sublinear space	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Information Processing Letters	6. 最初と最後の頁 106084 ~ 106084
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ipl.2020.106084	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 Kitamura Naoki, Kitagawa Hirotaka, Otachi Yota, Izumi Taisuke	4. 巻 34
2. 論文標題 Low-congestion shortcut and graph parameters	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Distributed Computing	6. 最初と最後の頁 349 ~ 365
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00446-021-00401-x	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 Jakovac Marko, Otachi Yota	4. 巻 304
2. 論文標題 On the security number of the Cartesian product of graphs	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Discrete Applied Mathematics	6. 最初と最後の頁 119 ~ 128
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dam.2021.07.030	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 Gima Tatsuya, Hanaka Tesshu, Kiyomi Masashi, Kobayashi Yasuaki, Otachi Yota	4. 巻 12701
2. 論文標題 Exploring the Gap Between Treedepth and Vertex Cover Through Vertex Integrity	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 271 ~ 285
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-75242-2_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 -

1. 著者名 Kanzaki Masaaki, Otachi Yota, Uehara Ryuhei	4. 巻 13025
2. 論文標題 Computational Complexity of Jumping Block Puzzles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 655 ~ 667
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_54	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 Ito Takehiro, Iwamasa Yuni, Kobayashi Yasuaki, Nakahata Yu, Otachi Yota, Wasa Kunihiro	4. 巻 13025
2. 論文標題 Reconfiguring Directed Trees in a Digraph	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 343 ~ 354
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_29	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 Yamauchi Yukiko, Kamiyama Naoyuki, Otachi Yota	4. 巻 13046
2. 論文標題 Distributed Reconfiguration of Spanning Trees	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 516 ~ 520
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-91081-5_40	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 Eto Hiroshi, Ito Takehiro, Kobayashi Yasuaki, Otachi Yota, Wasa Kunihiro	4. 巻 13174
2. 論文標題 Reconfiguration of Regular Induced Subgraphs	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 35 ~ 46
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_4	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 -

〔学会発表〕 計21件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 21件)

1. 発表者名 Tesshu Hanaka, Yasuaki Kobayashi, Kazuhiro Kurita, Yota Otachi
2. 発表標題 Finding diverse trees, paths, and more
3. 学会等名 The 35th AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yasuaki Kobayashi, Yota Otachi
2. 発表標題 Parameterized complexity of graph burning
3. 学会等名 The 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 Remy Belmonte, Eun Jung Kim, Michael Lampis, Valia Mitsou, Yota Otachi
2. 発表標題 Grundy distinguishes treewidth from pathwidth
3. 学会等名 The 28th European Symposium on Algorithms (ESA 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Taisuke Izumi, Yota Otachi
2. 発表標題 Sublinear-space lexicographic depth-first search for bounded treewidth graphs and planar graphs
3. 学会等名 The 47th International Colloquium on Automata, Languages and Programming (ICALP 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yusuke Kobayashi, Yoshio Okamoto, Yota Otachi, Yushi Uno
2. 発表標題 Linear-time recognition of double-threshold graphs
3. 学会等名 The 46th International Workshop on Graph-Theoretic Concepts in Computer Science (WG 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Remy Belmonte, Tesshu Hanaka, Masaaki Kanzaki, Masashi Kiyomi, Yasuaki Kobayashi, Yusuke Kobayashi, Michael Lampis, Hirotaka Ono, Yota Otachi
2. 発表標題 Parameterized complexity of (A, l) -path packing
3. 学会等名 The 31st International Workshop on Combinatorial Algorithms (IWOCA 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1 . 発表者名 Hans L. Bodlaender, Tesshu Hanaka, Lars Jaffke, Hirotaka Ono, Yota Otachi, Tom C. van der Zanden
2 . 発表標題 Hedonic seat arrangement problems (Extended abstract)
3 . 学会等名 The 19th International Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems (AAMAS 2020) (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Remy Belmonte, Tesshu Hanaka, Ioannis Katsikarelis, Michael Lampis, Hirotaka Ono, Yota Otachi.
2 . 発表標題 Parameterized complexity of safe set
3 . 学会等名 The 11th International Conference on Algorithms and Complexity (CIAC 2019). (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Hans L. Bodlaender, Tesshu Hanaka, Yoshio Okamoto, Yota Otachi, Tom van der Zanden.
2 . 発表標題 Subgraph isomorphism on graph classes that exclude a substructure.
3 . 学会等名 The 11th International Conference on Algorithms and Complexity (CIAC 2019). (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Remy Belmonte, Tesshu Hanaka, Michael Lampis, Hirotaka Ono, Yota Otachi.
2 . 発表標題 Independent set reconfiguration parameterized by modular-width
3 . 学会等名 The 45th International Workshop on Graph-Theoretic Concepts in Computer Science (WG 2019). (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Naoki Kitamura, Hirotaka Kitagawa, Yota Otachi, Taisuke Izumi.
2. 発表標題 Low-congestion shortcut and graph parameters
3. 学会等名 The 33rd International Symposium on Distributed Computing (DISC 2019). (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tesshu Hanaka, Ioannis Katsikarelis, Michael Lampis, Yota Otachi, Florian Sikora
2. 発表標題 Parameterized Orientable Deletion
3. 学会等名 The 16th Scandinavian Symposium and Workshops on Algorithm Theory (SWAT 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takehiro Ito, Yota Otachi
2. 発表標題 Reconfiguration of colorable sets in classes of perfect graphs
3. 学会等名 The 16th Scandinavian Symposium and Workshops on Algorithm Theory (SWAT 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tianfeng Feng, Takashi Horiyama, Yoshio Okamoto, Yota Otachi, Toshiki Saitoh, Takeaki Uno, Ryuhei Uehara
2. 発表標題 Computational complexity of robot arm simulation problems
3. 学会等名 The 29th International Workshop on Combinational Algorithms (IWCCA 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Remy Belmonte, Eun Jung Kim, Michael Lampis, Valia Mitsou, Yota Otachi, Florian Sikora
2. 発表標題 Token sliding on split graphs
3. 学会等名 The 36th International Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science (STACS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tatsuya Gima, Tesshu Hanaka, Masashi Kiyomi, Yasuaki Kobayashi, Yota Otachi
2. 発表標題 Exploring the gap between treedepth and vertex cover through vertex integrity
3. 学会等名 The 12th International Conference on Algorithms and Complexity (CIAC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masaaki Kanzaki, Yota Otachi, Ryuhei Uehara
2. 発表標題 Computational complexity of jumping block puzzles
3. 学会等名 The 27th International Computing and Combinatorics Conference (COCOON 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takehiro Ito, Yuni Iwamasa, Yasuaki Kobayashi, Yu Nakahata, Yota Otachi, Kunihiro Wasa
2. 発表標題 Reconfiguring directed trees in a digraph
3. 学会等名 The 27th International Computing and Combinatorics Conference (COCOON 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yukiko Yamauchi, Naoyuki Kamiyama, Yota Otachi
2. 発表標題 Distributed reconfiguration of spanning trees
3. 学会等名 The 23rd International Symposium on Stabilization, Safety, and Security of Distributed Systems (SSS 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tesshu Hanaka, Yasuaki Kobayashi, Kazuhiro Kurita, See Woo Lee, Yota Otachi
2. 発表標題 Computing diverse shortest paths efficiently: A theoretical and experimental study
3. 学会等名 The 36th AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroshi Eto, Takehiro Ito, Yasuaki Kobayashi, Yota Otachi, Kunihiro Wasa
2. 発表標題 Reconfiguration of regular induced subgraphs
3. 学会等名 The 16th International Conference and Workshops on Algorithms and Computation (WALCOM 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------