

オープンスペースディスカッション2022実施報告

Report on Open Space Discussion 2022

中田 雅也 Masaya Nakata	横浜国立大学 Yokohama National University nakata-masaya-tb@ynu.ac.jp
内種 岳詞 Takeshi Uchitane	愛知工業大学 Aichi Institute of Technology takeshi.uchitane@aitech.ac.jp
串田 淳一 Junichi Kushida	日本福祉大学 Nihon Fukushi University kushida@n-fukushi.ac.jp
田中 彰一郎 Shoichiro Tanaka	電気通信大学 The University of Electro-Communications stanaka@uec.ac.jp
谷垣 勇輝 Yuki Tanigaki	産業技術総合研究所 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology tanigaki.yuki@aist.go.jp
西原 慧 Kei Nishihara	横浜国立大学 Yokohama National University nishihara-kei-jv@ynu.jp
原田 智広 Tomohiro Harada	東京都立大学 Tokyo Metropolitan University harada@tmu.ac.jp
能島 裕介 Yusuke Nojima	大阪公立大学 Osaka Metropolitan University nojima@omu.ac.jp

keywords: evolutionary computation, open space technology, pre-symposium event.

Summary

On December 16, 2022, Open Space Discussion 2022 (OSD2022) was held as a pre-event of the 2022 Symposium on Evolutionary Computation. This event was motivated to provide an opportunity to share, discuss, and create future directions in evolutionary computation. This paper provides an event report for OSD2022, including a summary of the discussions made as well as participant feedback.

1. はじめに

進化計算シンポジウム2022においてオープンスペースディスカッション2022 (OSD2022) が前日イベントとして実施された。このイベントは、新たな研究目標やアイデアの着想、コミュニティの形成を期待し、進化計算の将来的な目標を研究・社会応用・教育などの幅広いトピックから自由に議論する機会として開催された。研究者・企業・学生の方を含む37名が参加し、6つのトピックについて議論された。図1に集合写真を示す。本稿では、OSD2022の開催報告として、開催方法、トピック毎の議論内容、ならびに、事後アンケート結果について報告する。なお、OSDの開催に至る経緯は昨年開催報告 [能島22] を参照されたい。

2. OSD 2022 開催方法

進化計算シンポジウム2019で初めて開催されたOSDは今年で4回目の開催となった。2022年12月16日の14時から北海道大学 地球環境科学研究所 講義棟においてOSD2022が開催された。当日のスケジュールを図2に示す。例年の開催方法に従い2セッション構成とし、各セッションでは、1) 議論するトピックの決定と説明、2) 選定した複数のトピックについて参加者が移動・参加可能な自由議論形式のグループディスカッション、3) 議論結果の共有で構成された。

2021年以前に開催されたOSDの開催方法 [能島22] とは異なり、次の3点について開催方法を変更した。まず、対面とオンラインのハイブリッド形式で実施し、



図1 OSD2022 現地会場参加者

(13:30 開場)
14:00-14:20 OSDの趣旨説明
14:20-16:10 第1セッション
トピックの決定と説明 (30分程度)
グループディスカッション (60分程度)
情報共有 (20分程度)
16:10-16:30 休憩
16:30-18:20 第2セッション
トピックの決定と説明 (30分程度)
グループディスカッション (60分程度)
情報共有 (20分程度)
18:20-18:30 総括

図2 OSD 2022 スケジュール

Web 会議サービス (Zoom) を利用して現地参加者とオンライン参加者が同時に議論可能な環境を構築した。次に、第1セッションについては、議論するトピックを事前に募集・選定し、開催当日までに把握ならびに予備議論できるようにした。最後に、上記のトピックを事前選定するにあたり、参加登録時に議論したい内容や興味のある内容について登録者にキーワードを選択してもらい、事前選定の参考とした。

3. 議論されたトピック

事前アンケートおよび当日に提案された6つのトピックと提案者を以下に示す。

- OSD1: 進化計算 × 機械学習の実応用例：テーマパークを最大限楽しむための最適化 (竹味和輝@名古屋工業大学)
- OSD2: 進化計算の教え方 (内種岳詞@愛知工業大学)
- OSD3: オープンエンド進化が可能な人工システム (大西圭@九州工業大学)
- OSD4: 進化計算コンペを語ろう (濱田直希@KLab 株式会社)

- OSD5: 研究活動 TIPS：論文執筆, 効率化ノウハウを共有しよう (中田雅也@横浜国立大学)
 - OSD6: そのアルゴリズムはどう新しいのか? (田中彰一郎@電気通信大学)
- 各トピックの議論内容について以下にまとめる。

3.1 OSD1: 進化計算 × 機械学習の実応用例：テーマパークを最大限楽しむための最適化

進化計算と機械学習の応用事例として、トピック提案者からディズニーランドやディズニーシーのアトラクションルート生成アプリ、TDL/TDS AI ナビをご紹介いただいた。このトピックでは、テーマパークを最大限楽しむための最適化を実現するために必要なことや考慮すべきことが議論された。具体的には、待ち時間誤差の可視化、ルートのパーソナライズ化、協調フィルタリングによる類似選好を持つ人のオススメ情報の考慮、蟻コロニー最適化のフェロモンコミュニケーションの拡張、アトラクション間の因果関係分析などなど、進化計算や機械学習の様々な視点からのアイデアが出された。アプリとしてはテーマパークから観光地への展開、研究としてはオープンエンドな進化計算への展開が考えられ、ワクワクするトピックであった。

なお、TDL/TDS AI ナビは、iOS 版と Android 版が公開されている*1*2。今回のディスカッションを通して、アプリがどのように進化していくのか楽しみである。

3.2 OSD2: 進化計算の教え方

事前アンケートから選ばれたこのトピックでは、ものごとを教える立場の教員と学ぶ立場の学生の両方の視点から議論が展開された。実際にベテラン教員から学部学生までが参加くださり、a. 進化計算との出会い、b. 進化計算の教わり方の変化、c. 進化計算のプログラ

*1 <https://apps.apple.com/jp/app/id6444205829>
 *2 https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tsugitasu.ai_navi

ミング実装経験の有無, d. 統計など勉強しておいた方がよい知識, e. 学生へ課題を与える際のポイント, について活発な意見交換がなされた。

私見にはなるが, 出された意見を簡単にまとめると, “学ぶ人を選ばず, 学ぶ人が面白いと思える課題を与え続ける” ことこそが進化計算の良い教え方に繋がる本質だと言えそうだ。そして, OSD や進化計算コンペティションは, そのような学びの場を提供する貴重な存在である, という新たな認識を抱かせるに至った。教員と学生のどちらの立場からも得るものがあった, まさに有意義なトピックであった。

3.3 OSD3: オープンエンド進化が可能な人工システム

このトピックでは, 実際の生物のように終わりのない進化が可能 (オープンエンド) な人工システムの実現に向けて, 必要な要素技術や実応用先についての議論が行われた。

要素技術としては, 長期間の進化に耐えうる設計変数の拡張性および進化を終わらせないための解評価系の変化, すなわち設計変数と評価関数の共進化が挙げられた。また, 共進化をおこすためには他の評価系の存在 (評価系としての競争相手の存在) が重要であるという提言がなされた。これらの具体例として, 現在の解をコンポーネントとしてより高機能な解を作る変数のモジュール化技術, 制約を考慮しない変数 (無限変数) に対する数理モデル, 未知の評価指標を考慮するために目的関数を固定しないノベルティサーチ [Lehman 11] などが挙げられた。

有望な適用先としては, タイムスケールが大きいという観点から社会インフラやマルチプレイヤーオンラインゲーム, モジュール化技術の応用という観点から量子コンピュータ内のプログラミングやスマートシティ設計が挙げられた。今後の新たな進化計算の形を模索する白熱した議論が交わされたトピックであった。

3.4 OSD4: 進化計算コンペを語ろう

このトピックでは, 実世界ベンチマーク問題分科会^{*3}の運営や活動方針についての議論が行われた。実世界ベンチマーク問題分科会では進化計算シンポジウム 2022 をはじめ, 毎年の進化計算シンポジウムにおいて実世界の最適化問題を対象としたコンペティションを開催している。

今年度のコンペティション問題に関する意見としては, 長い解評価時間やタイトな開催期間などの不満が挙げられた。一方で, 人流シミュレーションを使った最適化問題という題材については高く評価する意見が多く, 今年からコンペティションに参加した研究者からはコンペシステムの分かりやすさが肯定的な意見と

して述べられた。今後の活動方針については, 解の共有機能を活用することで他の参加者の解を分析できるフェーズを持ちたい, 参加者のアルゴリズムを相互評価したいといったコンペティションを複数フェーズに分けて通年で開催するアイデアが出された。また, 過去に出題した実問題ベンチマークの再利用や, コンペシステム自体の宣伝といったこれまでの蓄積を積極的に利用する案が出された。

今年度のコンペティションに参加した研究者達が現在の実世界ベンチマーク問題分科会が抱える課題について議論した有益なトピックであった。

3.5 OSD5: 研究活動 TIPS: 論文執筆, 効率化ノウハウを共有しよう

研究室における論文執筆において, 教員の一極集中的な指導・修正による執筆速度の低下を改善すべく, このトピックが提案された。なお, 議論の進行方法は, 参加登録時に募集したキーワードにおいて, 研究活動方法に関する興味が多かったことを考慮したものとなった。具体的には, 論文執筆や研究活動全般についての悩みが教員・学生の双方から吸い上げられ, 様々な解決策や代替案が主にベテラン教員から提示された。

提示された TIPS をいくつか紹介する。英語論文執筆に関しては, 凝った修飾で英作文をしようとするのではなく, 「自分は中学生だというくらいの気持ちで簡単に短くわかりやすい文章を書く」, 「出版済論文にある表現を使うように心がける」ことが望ましいとされた。教員による論文の指導方法に関して, 技術面では, Overleaf^{*4}などのオンラインエディタを用いることで, 修正とコメントが同時に行えることが提案された。内容面では, 論文の序章は骨格のみで学生と効率的に議論すること, 常に査読者の立場で執筆することが挙げられた。その他にも, 学会で人脈を広げる重要性, 博士論文はよくまとまったサーベイ論文になり得ることが共有された。

3.6 OSD6: そのアルゴリズムはどう新しいのか?

このトピックでは, 進化計算の分野で日々提案されるアルゴリズムの新規性をどのように評価すべきか議論された。現状, 評価される「新しい」アルゴリズムとは, CEC や GECCO で用意されたベンチマーク問題群をテスト問題とし, その最適化性能が state-of-the-art なアルゴリズム群の性能との間に統計的に有意な差が認められるものである。こうした基準を想定すると, 後発の研究者のためにも様々なアルゴリズムとその可能なパラメーター全ての組み合わせでの最適化性能がデータベース化されていることが望ましいだろう。他にも議論では, 単なる最適化性能だけではなく, 解を

*3 <https://ec-comp.jpjpnsec.org/ja>

*4 <https://ja.overleaf.com/>

更新する探索挙動のアーカイブや、問題視点でのアルゴリズムの樹形図の必要性を指摘する声もあった。

我が国では、各研究室・各大学を飛び越えたアルゴリズムのデータベース等の存在は確認できない。その背景には他国で開発された有用なライブラリの存在がある。特に、多目的連続の分野においては、PlatEMO という多くのアルゴリズムや問題、統計手法を内包したプラットフォームが存在する*5。現状の「新しさ」を判定するという点では、PlatEMO のようなプラットフォームは理想的である。ただし、多目的最適化では、解の多様性を評価する性能指標が複数存在するため、結果的に何かの指標では勝っても他の指標では負けるといった事態が発生し得る。このことから、単なる最適化性能の勝ち負けで「新しさ」を判断する無意味さも論じられた。幸運にも本トピックには、単目的・多目的、連続・離散と幅広い分野の研究者が揃い、実問題を対象とする企業のエンジニアや、Quality-Diversity 最適化 [Chatzilygeroudis 21] や多因子最適化 [Gupta 15] など新しい最適化を扱う学生も参加した。現状の進化計算研究のあり方に問題提起する有益なトピックであった。

4. アンケート結果

OSD の参加者に対してアンケートを実施した。結果は、以下の (1)–(14) の通りである。

(1) 職種

参加者の職種は、「教員」53.3%、「学生」13.3%、「企業」33.3%で、「その他」の回答はなかった。

(2) 参加形態を教えてください

今年初めてハイブリッド形式で開催した。回答者のうち、「現地」73.3%、「オンライン」26.7%で、「不参加」の回答はなかった。

(3) キーワードに関するアンケートに回答しましたか？

事前にキーワードに関するアンケートに回答したかどうかという質問に対し、「はい」53.3%、「いいえ」46.7%だった。

(4) キーワードの選択肢は適切でしたか？

「まったく適切ではない(1)」から「非常に適切(5)」の5段階で質問をした結果、(1,2,3,4,5) = (0%,6.7%,20.0%,66.7%,6.7%) だった。

(5) 事前に公開したトピック・議事録をご覧になりましたか？

「はい」66.7%、「いいえ」33.3%だった。

(6) 事前に公開した議事録に事前コメントを残しましたか？

「はい」20.0%、「いいえ」80.0%だった。

(7) 事前にトピック・議事録を公開することは OSD の議論に役立ちましたか？

「まったく役に立たなかった(1)」から「非常に役に立った(5)」の5段階で質問をした結果、(1,2,3,4,5) = (6.7%,0%,20.0%,33.3%,40.0%) だった。

(8) 参加された満足度を教えてください

「物足りなかった(1)」から「非常に満足した(5)」の5段階で質問をした結果、(1,2,3,4,5) = (0%,0%,13.3%,53.3%,33.3%) だった。

(9) ハイブリッド開催の満足度を教えてください

「非常に悪い(1)」から「非常に良い(5)」の5段階で質問をした結果、(1,2,3,4,5) = (0%,13.3%,40.0%,26.7%,20.0%) だった。

(10) 参加して印象に残ったトピック、情報共有によって興味を持ったトピックを教えてください

6トピックのうち、「OSD5: 研究活動 TIPs 論文執筆、効率化ノウハウを共有しよう」と「OSD6: そのアルゴリズムはどう新しいのか？」のトピックが回答数が42.9%と最も多かった。続いて、アンケートの回答者の35.7%が「OSD2: 進化計算の教え方」を挙げ、次に回答数が多かった。その他のトピックについても、回答数は分散しており、OSD の参加者のあいだで、印象に残ったトピック、興味を持ったトピックは多様であることがわかった。

(11) 参加したトピックで印象に残ったことを教えてください

以下のコメントをいただいた。

- 論文執筆 tips のところで学生さんの生の声が聞いて参考になりました。
- 学生さんがトピックスをあげるのはいいですね。今後も博士課程後期の学生さんの積極的な取り組みを期待します。
- 学生さんが主体のトピックに参加しましたが、どちらも熱量が高く面白かったです！よく勉強しているなという印象を受けました。
- ディスカッションが白熱していた。
- 「学生が面白いと思えるように教える」のが大事
- 「添削をお願いする時期など、教員目線と学生目線の両方からの意見が聴けた」のがよかった
- 教え方、という面で進化計算の導入をどうするかという話。
- アルゴリズムの性能評価方法に関する話
- 実際の問題に対して適用している方たちの意見を聞くことができた

(12) 次回開催に向けた改善点などがあれば教えてください

以下のコメントをいただいた。

- ハイブリッドはなかなか難しそうだったので、分けてもよかったかも？

*5 <https://github.com/BIMK/PlatEMO>

- ・開催地の制約上しかたがなかったのかもしれませんが、部屋は別れていたほうが良かったのではないかと思います。他のトピックの内容も聞こえてきて、たまに気がそれました。現地とオンラインで情報を一緒にまとめるホワイトボード的なものがあると良かったなと思いました。トピック議事録がそれにあたると思いますが、現地でトピック議事録を見ている方も少なく、まとめておられる方が少数（ほぼ1人）だったのではないかと思います。同時多人数で書き込む雰囲気を作ることができるかと良さそうです。
- ・1. ハイブリッド形式の場合、複数名がオンラインから参加するときマイク・スピーカーテストを兼ねて、所属と名前ぐらいは最初に共有したほうが良かった。
- ・2. 聴講目的の方が多いと発言者が少なくなり、時間が長く感じた。
- ・学生さんにとっては、自分でトピックを立ち上げ、そのトピックの議論を進行させる経験はとて面白いことだと思いました。そちらの教育的側面を全面に出しても良いなと思いました。
- ・複数のトピックに興味がある時間帯もあったこともあり、共有時・共有後にさらに議論がひろげられる時間や場があっても良いかもしれないと感じました。

(13) 次回開催した場合、参加したいですか？

「参加したい」が80.0%、「今は分からない」が20.0%、「参加しない」の回答は無かった。

(14) 何かコメントがあればご自由にお書きください

以下のコメントをいただいた。

- ・自分がメインで参加している学会でも似たような企画をやってみても面白いかも？ と思いました。参加してよかったです。
- ・初めての参加でしたが、興味深いテーマが多く楽しく議論することができました。
- ・活発に議論を行うことができ、非常に楽しかったです。次回も学会に参加できればOSDもぜひ参加させていただければと存じます。

5. 今後の方向性

今回のハイブリッド形式は、参加者が現地とオンラインに分かれての進行であったが、Zoomなどの活用により制約がある中でも十分な議論ができたと思われる。しかしながら、第4章で挙げられた改善点などもあるため、トピックの募集方法や事前の共有、進行の仕方や時間配分などは、今後検討すべき課題といえる。また、開催形式に合わせた議事録の取り方（ホワイトボード、hackmd）なども、議論をスムーズに進める上

で重要といえる。次回のOSDを開催にするにあたり、より充実した議論ができる場となるように上述の課題に対処する必要がある。

6. ま と め

本稿では、進化計算シンポジウム2022の前日イベントとして実施したOSD2022の開催結果を報告した。昨年以前の開催方法の違いを概説するとともに、議論結果と事後アンケートの結果を述べた。進化計算シンポジウム2023においても、同様のイベントを企画する予定であり、進化計算の将来的な目標を研究・社会応用・教育などの幅広いトピックにおいて議論されることを期待する。

貢 献・謝 辞

オープンディスカッションの実施に関して、本論文の著者らが世話役を務めた。

本報告書に関して、第3章のOSD1は能島裕介、OSD2は内種岳詞、OSD3とOSD4は谷垣勇輝、OSD5は西原慧、OSD6は田中彰一郎が、参加者と議論した内容をもとに執筆、取りまとめ役を務めた。各トピックについて、報告内容を確認して下さったディスカッションの参加者に感謝の意を表す。その他の章については、世話役の中田雅也、串田淳一、原田智広、能島裕介が、総括・執筆した。

最後に、長時間にわたり活発に議論して下さった多数の参加者の皆さまに感謝の意を表す。

著 者 紹 介



中田 雅也(一般会員)

2011年電気通信大学電気通信学部人間コミュニケーション学科卒業、2013年同大学大学院情報理工学研究所総合情報学専攻博士前期課程修了、2015年同博士後期課程修了。博士(工学)。2016年より横浜国立大学大学院知的構造の創生部門助教。2017年に同大学大学院准教授。進化計算、機械学習の研究に従事。



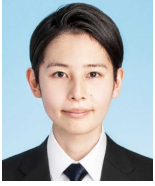
内種 岳詞(一般会員)

2008年大阪大学工学部応用自然科学科卒業。2010年同大学大学院情報科学研究科博士前期課程修了。2013年同博士後期課程修了。博士(情報科学)。同年理化学研究所計算科学研究センター特別研究員。2016年神戸大学経済経営研究所特命講師。2019年愛知工業大学情報科学部情報科学科講師。2020年同准教授。現在に至る。進化計算、交通や避難など社会現象を対象にしたマルチエージェントシミュレーションの研究に従事。



串田 淳一(一般会員)

2006年3月立命館大学理工学研究所フロンティア理工学専攻満期退学。2009年より立命館大学情報理工学部助手。2012年より広島市立大学情報科学研究科助教。2015年より同大講師。2020年より同大准教授。2021年より日本福祉大学健康科学部教授。博士(工学)。進化計算、対戦型ゲームに関する研究に従事。システム制御情報学会、IEEE各会員。



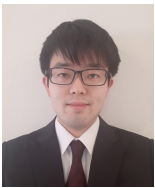
田中 彰一郎(学生会員)

2019 年同志社大学生命医科学部医情報学科卒業。2021 年同大学大学院生命医科学研究科医工・医情報学専攻博士前期課程修了。現在、電気通信大学大学院情報理工学研究科情報学専攻博士後期課程在学中。進化計算、組合せ最適化、適応度地形に関する研究に従事。



谷垣 勇輝(一般会員)

2014 年大阪府立大学工学部卒業。2016 年同大学大学院工学研究科博士前期課程修了。2019 年同大学大学院工学研究科博士後期課程修了。同年より産業技術総合研究所特別研究員。現在に至る。博士(工学)。進化型多目的最適化やマルチエージェントシステムなどの研究に従事。



西原 慧(学生会員)

2020 年横浜国立大学理工学部数物・電子情報系学科卒業。2022 年同大学大学院理工学部数物・電子情報系理工学専攻博士課程前期修了。現在、同博士課程後期在学中。修士(工学)。進化計算の研究に従事。



原田 智広(一般会員)

2010 年電気通信大学電気通信学部人間コミュニケーション学科卒業。2012 年同大学大学院情報理工学研究科総合情報学専攻博士前期課程修了。2015 年同博士後期課程修了。博士(工学)。日本学術振興会特別研究員 DC1。2015 年より立命館大学情報理工学部助教。2018 年マラガ大学(スペイン)客員研究員。2019 年より東京都立大学システムデザイン学部助教。現在に至る。進化計算、機械学習、ゲーム AI、睡眠計測の研究に従事。



能島 裕介(一般会員)

1999 年大阪工業大学工学部機械工学科卒業。2001 年同大学大学院工学研究科博士前期課程機械工学専攻修了。2004 年神戸大学大学院自然科学研究科博士後期課程システム機能科学専攻修了。同年大阪府立大学大学院工学研究科助手。2007 年同助教。2013 年同准教授。2020 年同教授。2022 年 4 月より大学統合により、大阪公立大学大学院情報学研究科教授。現在に至る。博士(工学)。進化型多目的最適化や多目的知識獲得などの研究に従事。

◇ 参 考 文 献 ◇

[Chatzilygeroudis 21] Chatzilygeroudis, K., Cully, A., Vassiliades, V., and Mouret, J.-B.: Quality-Diversity Optimization: a novel branch of stochastic optimization, in *Black Box Optimization, Machine Learning, and No-Free Lunch Theorems*, pp. 109–135, Springer (2021)

[Gupta 15] Gupta, A., Ong, Y.-S., and Feng, L.: Multifactorial evolution: toward evolutionary multitasking, *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, Vol. 20, No. 3, pp. 343–357 (2015)

[Lehman 11] Lehman, J. and Stanley, K. O.: Novelty search and the problem with objectives, *Genetic programming theory and practice IX*, pp. 37–56 (2011)

[能島 22] 能島 裕介, 高木 英行, 棟朝 雅晴, 濱田 直希, 西原 慧, 高玉 圭樹, 佐藤 寛之, 桐淵 大貴, 宮川 みなみ: オープンスペースディスカッション 2021 実施報告, *進化計算学会論文誌*, Vol. 13, No. 1, pp. 1–9 (2022)

[担当委員: 吉川 大弘]

2023 年 06 月 09 日 受理