

研究タイトル：

完備探索問題の難しさに関する研究

氏名： 石塚 天 / ISHIZUKA, Takashi E-mail: ishizuka@kochi-ct.ac.jp

職名： 助教 学位： 博士(数理学)

所属学会・協会： 日本オペレーションズ・リサーチ学会

キーワード： 計算量理論

技術相談

提供可能技術：

- ・アルゴリズム的ゲーム理論
- ・組合せ最適化

写真掲載不可

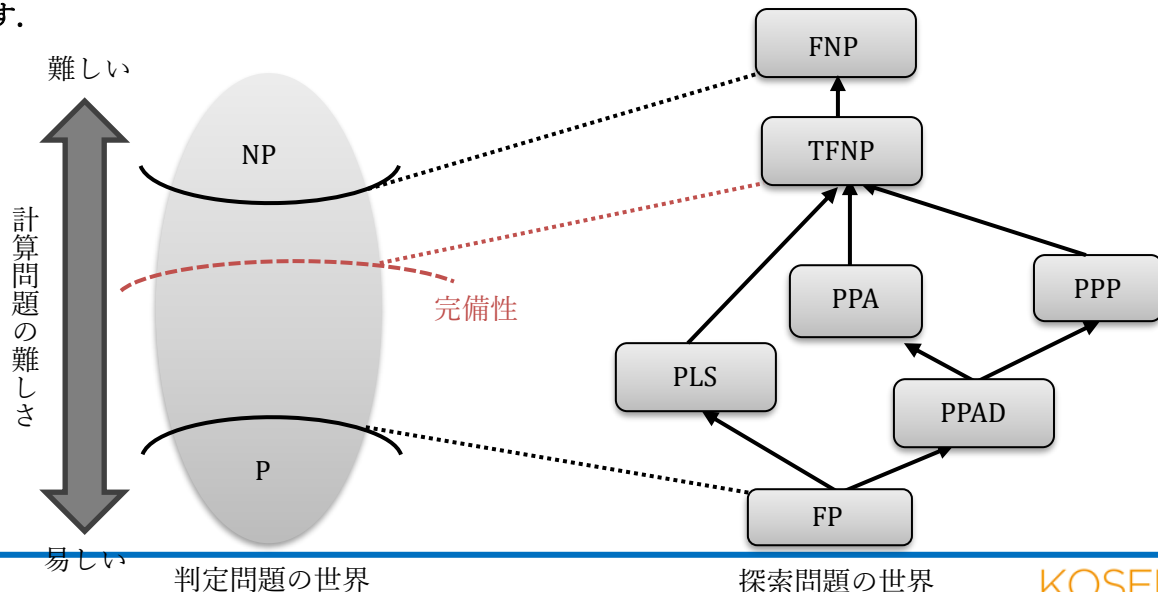
研究内容：

「カーナビは何故一瞬で最短経路を出せるのか?」、「何故、暗号は簡単に破られないのか?」これらの疑問に答える鍵は、問題の難しさを解明する数理にあります。計算量理論（あるいは、計算複雑性の理論）と呼ばれる研究分野は、問題の難しさを定量的に測り、本質的に難しい問題が存在するのかを解明することを目指す数学・情報科学の一分野です。問題の難しさを解明する数学的な問いの重要性は、我々の身近なところに潜んでいます。なぜなら、計算量理論における難しい問題とは、コンピュータでさえ効率的に解くことができない問題を意味します。

現代社会において、コンピュータを使ったことがない人は居ないと言っても過言ではないでしょう。我々が日常的に使うスマートフォンやタブレット、パソコンもコンピュータのひとつです。これらコンピュータの処理は、様々な情報を処理するアルゴリズムに支えられています。つまり、効率の良いアルゴリズムを開発することが、我々の社会では欠かせません。しかし、アルゴリズムの効率性に関する理解は、コンピュータの普及に比べると、遅れているのが実情です。その象徴が、100万ドルの懸賞金が掛けられているミレニアム懸賞問題のひとつである「P対NP問題」です。これは、効率良く解けるのかさえ分からない問題が数多く存在することを示しており、現在でも未解決のままです。

計算量理論は、YES/NOで答えることが可能な判定問題を解明する取り組みから発展してきました。しかし、実社会における課題の多くは、YES/NOで答えられるとは限りません。たとえば、冒頭のカーナビの例がそのひとつです。『目的地までの最短経路を計算する』問題は、YES/NOで答えることができない計算問題の例です。YES/NOで答えられるとは限らず、具体的な解を出力する計算問題のことを探索問題と言います。

私の研究では、探索問題の中でも『常に答えがあることが保証された』探索問題の難しさの解明に取り組んでいます。解が存在することを知っていても、それを実際に見つけることは別の話です。素因数分解が良い例です。全ての自然数に素因数が存在することは、中学生でも知っている事実ですが、ある自然数に対する素因数を計算することは、暗号技術の安全性保証に用いられるほど解くことが難しい問題となっています。これらの問題の難しさを数学的に解明することは、より安全な暗号や、より賢い最適化アルゴリズムの設計へとつながります。『答えは必ずある、でも見つけるのは難しい』——その本質的な理由を明らかにすることが、私の研究の目指すところです。



A Study on the Computational Complexity of Total Search Problems



Name	ISHIZUKA, Takashi	E-mail	ishizuka@kochi-ct.ac.jp
Status	Assistant Professor		
Affiliations	Operations Research Society of Japan		
Keywords	Computational Complexity; Total Search Problems		
Technical Support Skills	• Algorithmic Game Theory • Combinatorial Optimization • Fixed Point Theory (complexity aspects only)		

Research Contents

◆ Personal Profile

I have worked on fixed-point computation, equilibrium computation for strategic-form games, and the fundamental theory of complexity; I have recently focused on the complexity of total search problems for quantum computation models. An aim of my research is to clarify the complexity of problems in TFNP via the computational aspects of Fixed Point Theory and establish novel techniques for resolving these problems.

◆ Publications

Refereed Journal Papers

1. Takashi Ishizuka. "On the Complexity of some restricted variants of Quotient Pigeon and a weak variant of Kőning," Information Processing Letters, Vol. 190, 2025.
2. Takashi Ishizuka. "Note on Constrained Long Choice with Multiple Beginning Elements," Theory of Computing Systems, vol. 69(2), 2025.
3. Takashi Ishizuka. "On the Complexity of a Caristi's fixed point," Information Processing Letters, vol. 170, 2021.
4. Takashi Ishizuka. "The Complexity of the Parity Argument with Potential," Journal of Computer and System Sciences, Vol. 120, pp. 14–41, 2021.

Conference Papers

1. Takashi Ishizuka and Naoyuki Kamiyama. "On the Complexity of Stable Fractional Matching Hypergraph Matching," Proceedings of the 29th International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC), LIPIcs 123, pp. 11:1 - 11:12, 2018.

Available Facilities and Equipment
