

「ビッグデータ統合利活用のための次世代基盤技術の創出・体系化」  
平成 26 年度採択研究代表者

H26 年度  
実績報告書

加藤直樹

京都大学 工学研究科  
教授

ビッグデータ時代に向けた革新的アルゴリズム基盤

## § 1. 研究実施体制

### (A)「劣線形アルゴリズム」グループ

- ① 研究代表者:加藤 直樹 (京都大学工学研究科, 教授)
- ② 研究項目
  - ・ビッグデータ向け定数時間アルゴリズムの実用化と効率化
  - ・漸進型アルゴリズムの開発
  - ・線形時間アルゴリズムの開発
  - ・組合せ剛性理論によるタンパク質の機能解明
  - ・避難計画問題
  - ・革新的アルゴリズム基盤の構築

### (B)「劣線形データ構造」グループ

- ① 主たる共同研究者:渋谷 哲朗 (東京大学医科学研究所, 准教授)
- ② 研究項目
  - ・情報論的アプローチによる劣線形データ構造に関する研究
  - ・列挙論的アプローチによる劣線形データ構造に関する研究
  - ・実応用アプローチによる劣線形データ構造に関する研究

### (C)「劣線形モデリング」グループ

- ① 主たる共同研究者:田中 和之 (東北大学大学院情報学研究科, 教授)
- ② 研究項目
  - ・統計力学的粗視化理論による劣線形モデリング理論の創出
  - ・機械学習理論によるビッグデータ中のスパース相関の抽出
  - ・ベイズアプローチによるソーシャルネットワーク分割システムの設計

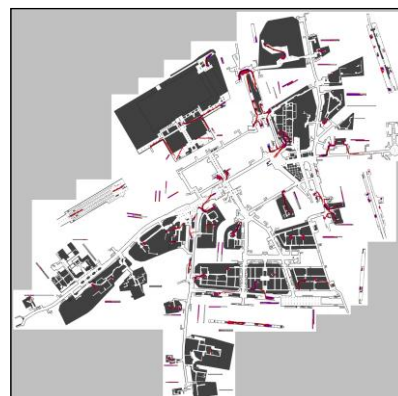
## § 2. 研究実施の概要

### 研究実施概要

今世紀に新たに注目を浴びているビッグデータは、そのデータ量の膨大さ故に、その基礎となるアルゴリズムのモデルは根本的な変革を迫られている。例えば、これまで速いと考えられてきたアルゴリズムが、ペタスケールのビッグデータに対して計算資源や実行時間などの点で大きな困難が伴い、少なくとも線形、場合によっては劣線形時間や定数時間アルゴリズムが求められる。

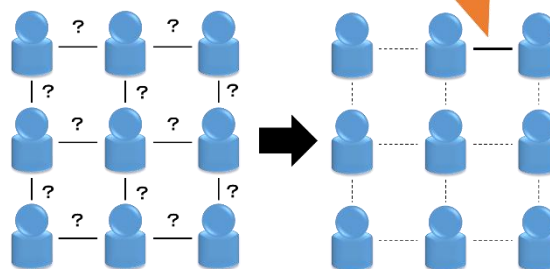
そのために、本研究では、ビッグデータ時代に向けた新しい計算パラダイムとして「劣線形時間パラダイム」を提唱し、その中で、ビッグデータ用のアルゴリズムとデータ構造、およびモデリング技法を提案する。本研究は、劣線形時間アルゴリズムグループ、劣線形データ構造グループ、劣線形モデリングの3つの研究グループから構成されている。以下では、本年度の成果として社会的にも注目を浴びた研究の概要を紹介する。

劣線形アルゴリズムグループの瀧澤は、避難計画問題への効率的アルゴリズムの適用を担当しており、主に現在は世界的に大規模で複雑な地下街である大阪梅田地下街を対象としている。本年度は、地下街全体と接続ビルの立体的な空間モデルを作成し、それを用いて基礎的なマルチ・エージェントによる地下街への浸水からの避難シミュレーションを行った。シミュレーションが開始されてから2分後の画面を右図に示す。地下街と地下鉄の利用者が、最寄りの階段を使って一斉に接続ビルの地上5.5m以上の階に避難するシミュレーションを行い、滞留状況、避難完了時間、各接続ビルへの避難者数などを把握した。この研究の成果は、NHK(関西、全国)のテレビ放送、新聞記事(読売新聞)で報道され、社会的インパクトを与えている。加えて、大阪市地下空間浸水対策協議会が行った図上避難訓練と本年度の避難計画のとりまとめでも活用されるなど、社会的還元も既に行われている。



劣線形モデリンググループはビッグデータ中に存在する少数の重要なつながり合いを機械学習の方法により発見するプログラムを開発し、カンニング検出へと応用した。開発したプログラムは膨大な量の答案データから解答者間の解答傾向の類似性をすばやく発見し、カンニングを検出するといった内容となっている。当成果は朝日新聞・財經新聞・人民日報の新聞報道やNHKニュース「おはよう日本」・TBS「あさチャン！」でのテレビ報道をはじめ、科学雑誌ニュートン(2015年4月号)に記事が掲載されるなど社会的にも非常に大きく注目されている。

誰がカンニングしているか分からない



### 代表的な原著論文

1. Naoyuki Kamiyama and Naoki Katoh, “The Universally Quickest Transshipment Problem in a Certain Class of Dynamic Networks with Uniform Path-Lengths”, *Discrete Applied Mathematics*, Vol. 178, pp. 89–100, 2014 [A-5]
2. Wing-Kin Sung, Kunihiro Sadakane, Tetsuo Shibuya, Abha Belorkar and Iana Pyrogova, “An  $O(m \log m)$ -time algorithm for detecting superbubbles”, in the special issue of the *Genome Informatics Workshop 2014 (GIW/ISCB-Asia 2014)* of *IEEE Transactions on Computational Biology and Bioinformatics*, to appear [B-4]
3. Shogo Yamanaka, Masayuki Ohzeki and Aurelien Decelle, “Detection of cheating by decimation algorithm”, *Journal of Physical Society of Japan*, Vol. 84, No. 2, pp.024801, 2015 [C-4]