

日本－イスラエル 国際共同研究「レジリエントな社会のための ICT」 平成 30 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	災害や攻撃に対してデータ依存公共ユーティリティの生存性と継続的操作を効率よく実現する手法
研究課題名（英文）	Efficient survivability and uninterrupted operation of data-depending public utilities in spite of disasters and attacks
日本側研究代表者氏名	増澤 利光
所属・役職	大阪大学 大学院情報科学研究科 教授
研究期間	平成 29 年 1 月 20 日 ～ 令和 2 年 3 月 31 日

1. 日本側の研究実施体制

氏名	所属機関・部局・役職	役割
増澤 利光	大阪大学・大学院情報科学研究科・教授	研究代表者。すべての WP に取り組む。WP1, WP6 の主担当。
泉 泰介	名古屋工業大学・大学院工学研究科・准教授	主たる共同研究者。すべての WP に取り組む。WP2, WP5 の主担当。
Xavier Defago	東京工業大学・情報理工学院・教授	主たる共同研究者。すべての WP に取り組む。WP3, WP4 の主担当。

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

今年度は、本国際共同研究で計画しているすべての WP に取り組む。

WP1、WP2、WP3 および WP4 については、前年度に引き続き、具体的な問題に対する検討を引き続き行うとともに、そこで蓄積される知見や技術をベースに汎用的手法の提案を目指す。また、平成 30 年度には、WP5 および WP6 への取り組みを開始する。

WP5 に関しては、これまで WP1～WP4 でも、データ・ネットワークに加えて検討してきた、動的ネットワーク、ポピュレーション・プロトコル・モデル（PP モデル）、自律ロボ

ット群ネットワーク、モバイル・エージェント・モデルなどのネットワーク・モデルを対象とする予定である。

3. 日本側研究チームの実施概要

今年度の各 WP での成果を以下にまとめる。

WP1：本 WP では、任意の状況からの復旧中においても高度な可用性を有する自己安定分散システムの実現を目指している。今年度はいくつかの具体的問題に取り組み、任意の状況あるいはトポロジ変化が生じた状況からの復旧過程において、優れた特性を有する自己安定アルゴリズムを提案した。具体的な成果は以下の通りである。

- 1) 一般化支配集合自己安定プロトコル
- 2) 動的に変化する互いに素な 2 つの支配集合を維持する自己安定プロトコル
- 3) 互いに素な 2 つの極小支配集合を求める安全収束自己安定プロトコル
- 4) トークン分配自己安定プロトコル
- 5) 極大マッチング維持アルゴリズム

WP2：本 WP では、自己安定性の効率的な実現法の確立を目指している。今年度は、計算時間、通信量などの効率化について、いくつかの具体的問題を対象に取り組むとともに、汎用的な手法の提案を試みた。具体的な成果は以下の通りである。

- 1) 通信効率に優れた自己安定プロトコル
- 2) グラフの連結性に関するパーコレーション
- 3) 基本グラフ・アルゴリズムの計算機ネットワーク上での効率的な実現

WP3：本 WP では、動的問題に対する自己安定プロトコルの提案と汎用的な設計法の確立を目指している。今年度はいくつかの具体的問題を対象に取り組むとともに、汎用的な手法の提案を試みた。具体的な成果は以下の通りである。

- 1) クリティカルセクション問題に対する分散アルゴリズム
- 2) 終了検出のための自己安定分散アルゴリズム
- 3) 連結度制御
- 4) 2 ステージ確率的最適化のための分散アルゴリズム

WP4：本 WP では、永久故障に対する耐性を有する自己安定性を実現するための手法の確立を目指している。今年度は、耐ビザンチン故障性を実現する手法や、モバイル・アドホック・ネットワークのための耐タンパ性を持った通信プラットフォームの基盤技術として、ブロックチェーン技術に基づく分散型合意形成の仕組みについて研究を進めた。具体的な成果は以下の通りである。

- 1) 耐ビザンチンコミュニケーション
- 2) 分散ロボット群に対する Blockchain 技術の応用
- 3) モバイル・ビザンチン故障耐性のある強安定生成木構成プロトコルの設計

WP5：本 WP では、上記 4 つの WP で得られた成果（自己安定性の実現法）を、他のネットワーク・モデルに適用する手法の確立を目指している。今年度は、モバイル・エージェント・モデル、個体群プロトコル・モデル、自律移動ロボット・モデル、量子分散などのモ

デルを対象として研究を進めた。具体的な成果は以下の通りである。

【モバイル・エージェント・モデル】

- 1) 自己安定ランデブー・プロトコル
- 2) 単方向リングにおいて部分集合問題を解決する移動数最適な匿名モバイル・エージェント乱択アルゴリズム

3) 動的トーラスの探索

4) 定数スペースの作業領域を用いたグラフ探索分散アルゴリズム

【個体群プロトコル・モデル】

5) ノードの速度差を考慮した個体群プロトコル

6) 個体群プロトコル・モデルにおける効率的な集合通信

【自律移動ロボット・モデル】

7) 視野が制限されたロボット群の一点集合問題に対する高速なアルゴリズム

8) ロボット・アルゴリズムのためのモデル検査フレームワーク

【量子分散】

9) ネットワーク上の並列量子探索を用いた高速なグラフアルゴリズムの設計

WP6 : 本 WP では、WP1、WP2、WP3 および WP4 で得られた成果（自己安定性の実現法）を汎用的手法として統合することを目指している。今年度は、メッセージ削減法や自己安定プロトコルの設計法などについて研究を進めた。具体的な成果は以下の通りである。

- 1) 分散アルゴリズムにおける汎用メッセージ数削減手法
- 2) 反復合成フレームワークによる自己安定プロトコルの設計
- 3) 低競合ショートカットを用いた分散アルゴリズム設計
- 4) Multi-agent pick-up and delivery

以上