

マルチエージェント深層強化学習を用いた水害復興過程における企業行動の制御

楊 少鋒¹, 小川 芳樹², 池内 幸司³, 柴崎 亮介⁴, 大熊 裕輝⁵

¹ 東京大学大学院 新領域創成科学研究科, ² 東京大学 生産技術研究所

³ 東京大学大学院 工学系研究科, ⁴ 東京大学 空間情報科学研究センター, ⁵ 株式会社三菱総合研究所

連絡先: <sfyang@csis.u-tokyo.ac.jp>

(1) 動機: 近年, 水害によって企業間の取引ネットワークを通じて間接的に多くの企業が生産停止するなど被災地以外にも甚大な被害が生じた. そのため, 水害後のサプライチェーン被害の把握及び制御が非常に重要である. そこで, 本稿では, 水害時に各地域や各産業に与える影響を推定し, 復興過程における各企業の行動戦略獲得のためのモデリング手法を開発する. また, 企業を主体としたマルチエージェント深層強化学習に基づいた企業の行動方針を提案し, 復興過程における企業の意思決定の最適化を行う.

(2) 方法:

- ・シミュレーション設計: 荒川水害のケーススタディとして, 企業間取引データ及び荒川氾濫シミュレーションデータを用いて, 水害復興過程の仮想環境を構築する. 被災地である荒川流域に立地する約3万の企業とその取引先約17万の企業をエージェントとする. シミュレーション期間は1Stepを1日と想定し, 2ヶ月間とする. 企業エージェントの生産力は生産関数に従い, 復興期間中は労働力及びライフライン(建物, 道路)の被災状況によって変化するとする. 発災後, 被災企業は取引先を失い, 取引の回復を目指して, 「復興作業」, 「取引先を探す」, 「事業拡大」などの行動を取ることができるとする.
- ・マルチエージェント深層強化学習: 個々の企業が災害復興過程において行動戦略を得るために, 深層強化学習の手法を用いてエージェントの行動の最適化を行う. エージェントは試行錯誤を通して, 自身の行動ポリシーの最適化を行っていく. 学習

手法は Foerster et al. (2016) が考案したエージェント間の相互作用を考慮した Reinforcement inter-agent learning を参考にしている. 深層強化学習のメリットは, 深層ニューラルネットワークを利用することで, 企業間取引のような大規模で複雑なシステムを処理することが可能である.

(3) 結果: 図1は学習済のモデルを使用した荒川水害の復興過程で得られる各市区町村の取引回復率を示す. 首都圏付近では水害の直接的及び間接的被害が大きく, 災害直後(Day1)は多くの地域で取引回復率が約70%以下になる. その後徐々に回復し, 災害2ヶ月後(Day60)では多くの地域で約80%以上に回復している. 今後の課題として学習結果を使った有効性の評価実験を予定している.

(4) 使用したデータ:

- ・「企業概要情報データ(2015年), 企業間取引データ(2015年)」株式会社帝国データバンク
- ・「荒川氾濫シミュレーションデータ」国土交通省荒川下流河川事務所

(5) 謝辞: 本研究を行うにあたり, JSPS 科研費JP20K15001の助成を受けた. また本研究は株式会社帝国データバンクとの共同研究の研究成果の一部である. 荒川下流河川事務所よりデータの提供を得て実施した. ここに記して謝意を表したい.

(6) 参考文献:

Foerster, J. N. Assael, Y. M. de Freitas, N. and Whiteson, S. (2016) Learning to communicate with deep multi-agent reinforcement learning. CoRR, abs/1605.06676.

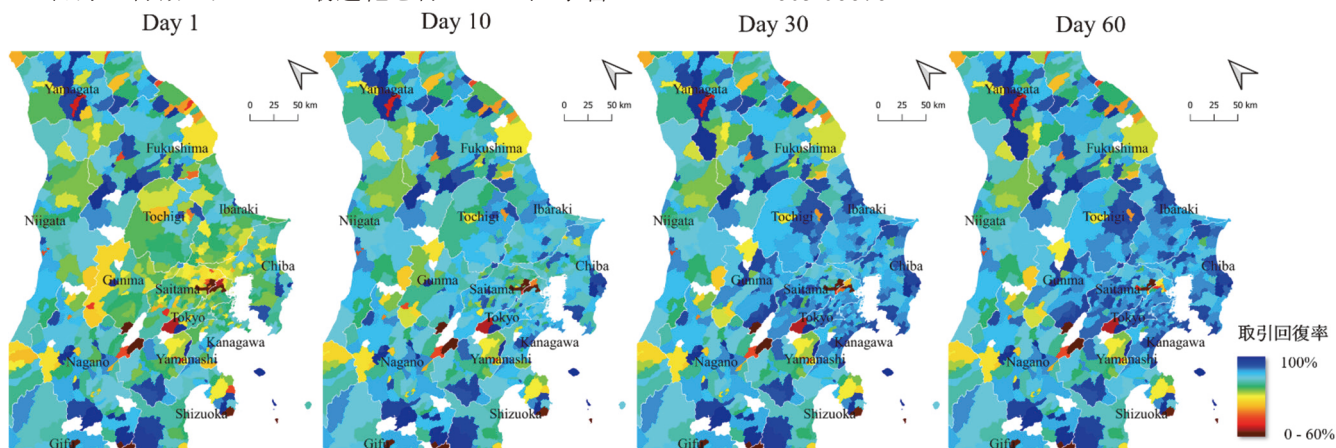


図1: 復興過程における市区町村別の取引額回復率の推移