

深層強化学習による行動戦略の獲得： 企業の地震津波被害における復旧計画

小川芳樹

本研究は南海トラフ地震津波後の企業の生産回復過程を多様なジオビックデータを用いて深層強化学習を適用することでシミュレーションする。本研究の特色は、①大規模携帯電話GPSデータや建個別建物データなどの空間情報により非集計分析を可能にし、各企業間取引被害を全国160万社のSC全体にまで拡張する点、②深層強化学習を用いて復興シミュレーションに災害時の企業の意思決定を取り込みモデル化する点である。

研究背景・目的

■ 背景

過去の地震災害では被災企業だけでなく**サプライチェーン(SC)全体に企業被害が波及し長期生産停止**など大きな経済的な損失を被った。被害軽減に向けては、企業・自治体は**SCへの被害影響を考慮したBCP・復興計画**を策定する必要があるためその評価環境が必要。

■ 既往研究における課題

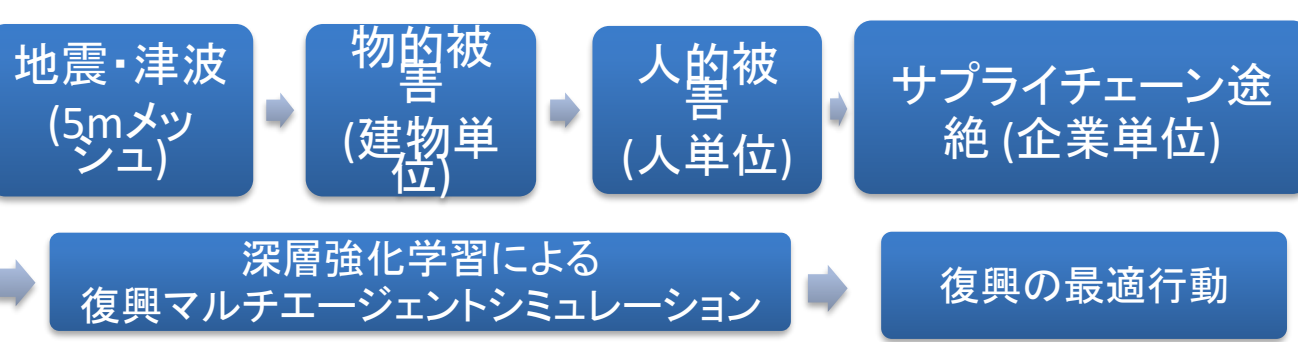
産業連関表を用いた統計ベースの分析や一部のサプライチェーンでしか検討されていない。加えて代替取引や発災時の従業員の位置情報(勤務中・在宅中など)を考慮し、各企業の意思決定にAIを利用した企業間取引の復興シミュレーションは見られない

■ 目的

南海トラフ地震・津波による被害からの復興に向けた企業行動の最適化

- 南海トラフ地震・津波による各企業の人的・物的被害推定
- 強化学習＋深層学習を用いて復興に向けた企業の意思決定をモデル化し、波及シミュレーションに取り込む。

災対象地域:高知市, 分析対象企業:全国160万社



データ

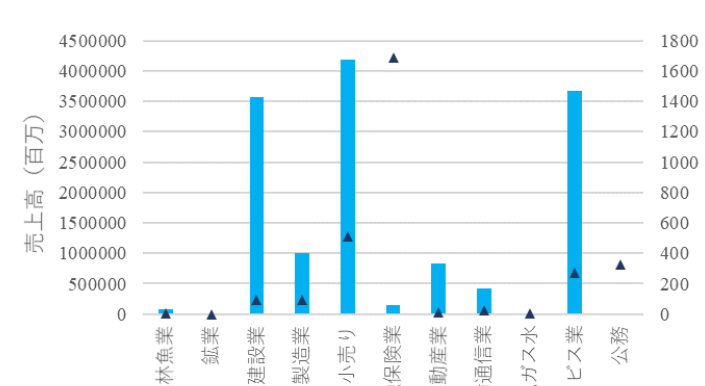
企業間取引データ

企業間取引データ
企業間の取引を格納したデータ。全国590万の取引データ。
・発注/受注企業ID
・取引品目
・取引発生月
・推定取引額

企業データ
約160万社の企業情報を格納したデータ。
・企業ID
・売上高
・緯度経度
・資本金
・業種など

事業所データ
約55万の事業所情報を格納したデータ。
・事業所ID
・企業ID(本社と紐づけ可)
・緯度経度
・事業所種別
・従業員数など

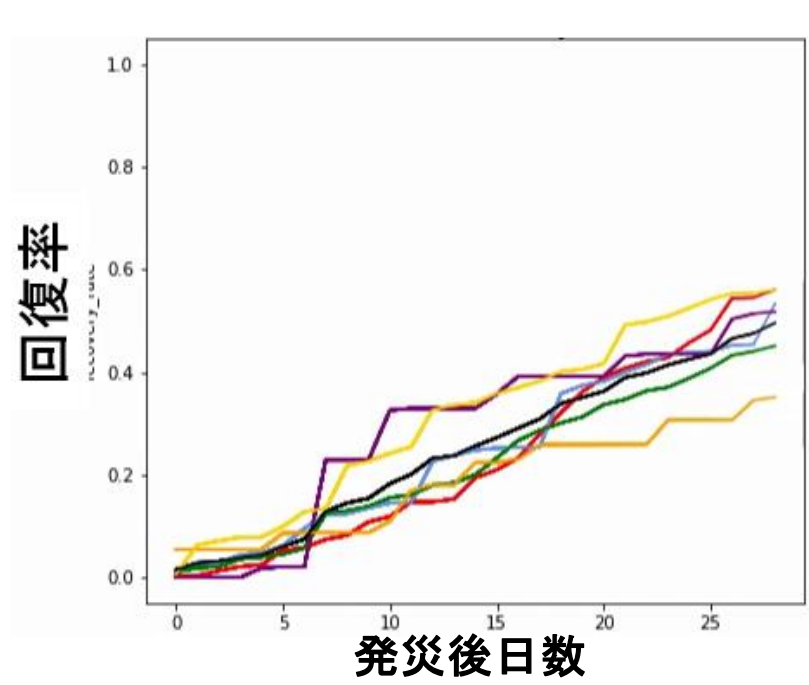
高知市(被災対象エリア)
◆ 企業: 5500社
◆ 事業所: 1608事業所



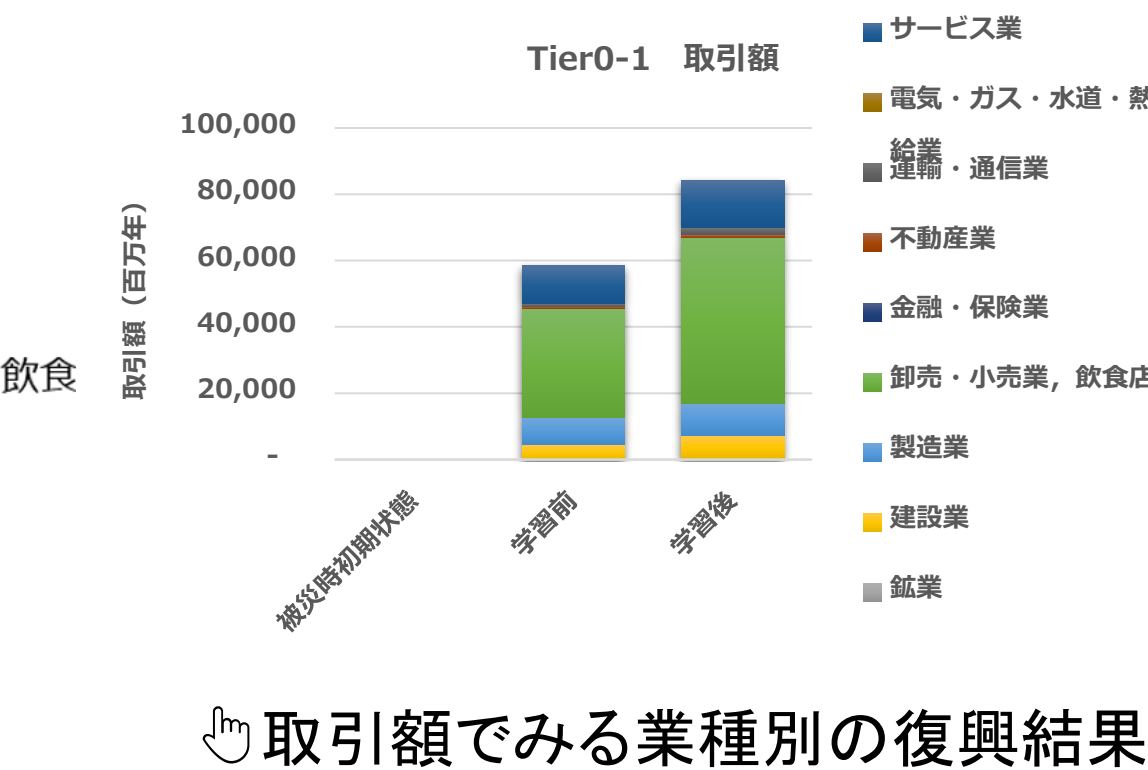
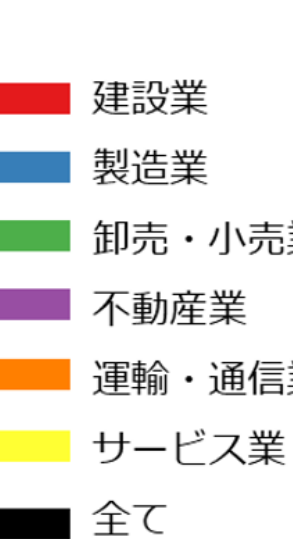
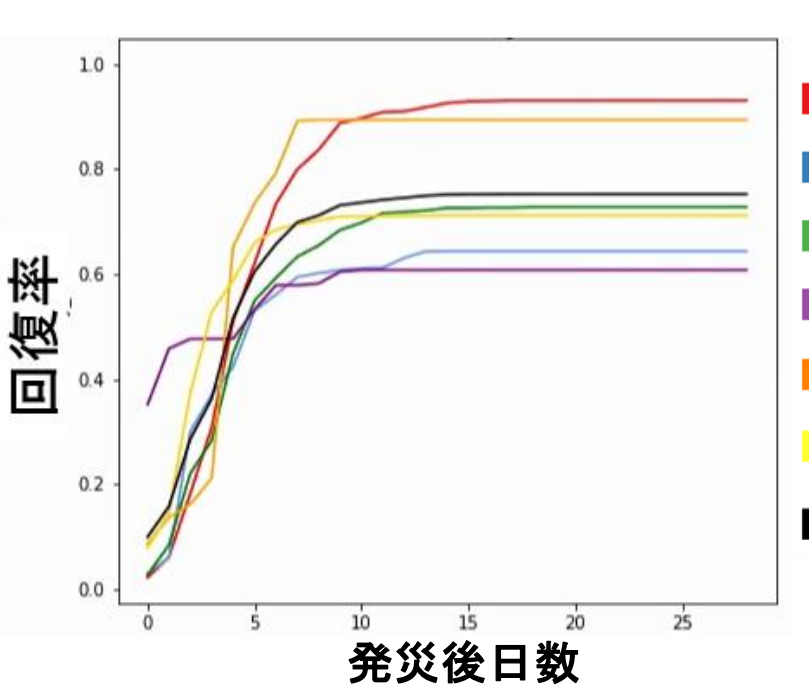
業種別企業数と売上高(高知市)

分析結果

学習前

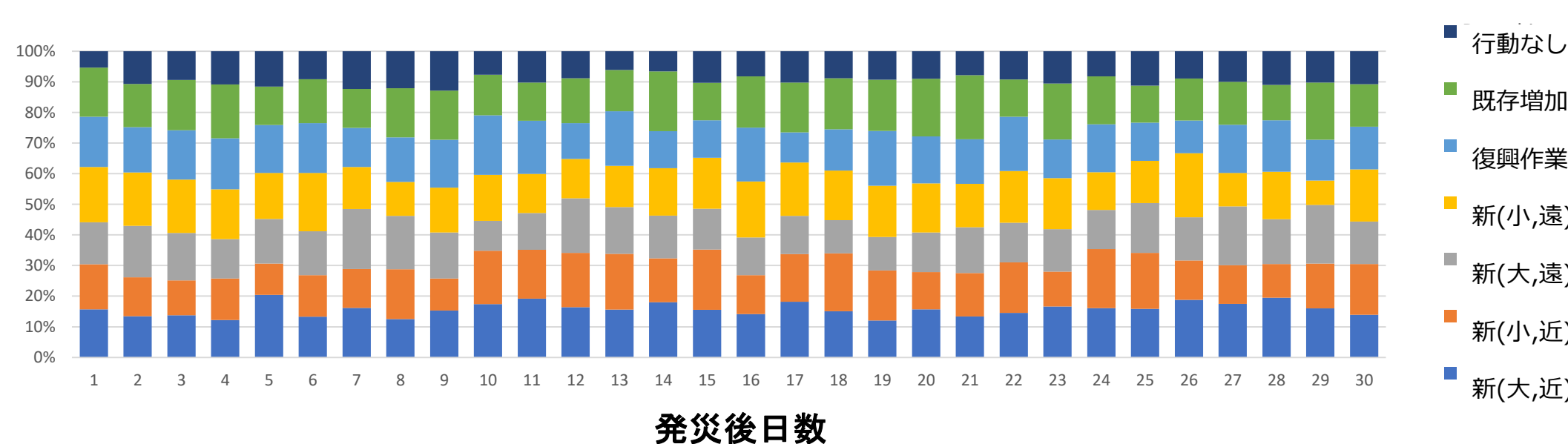


学習後

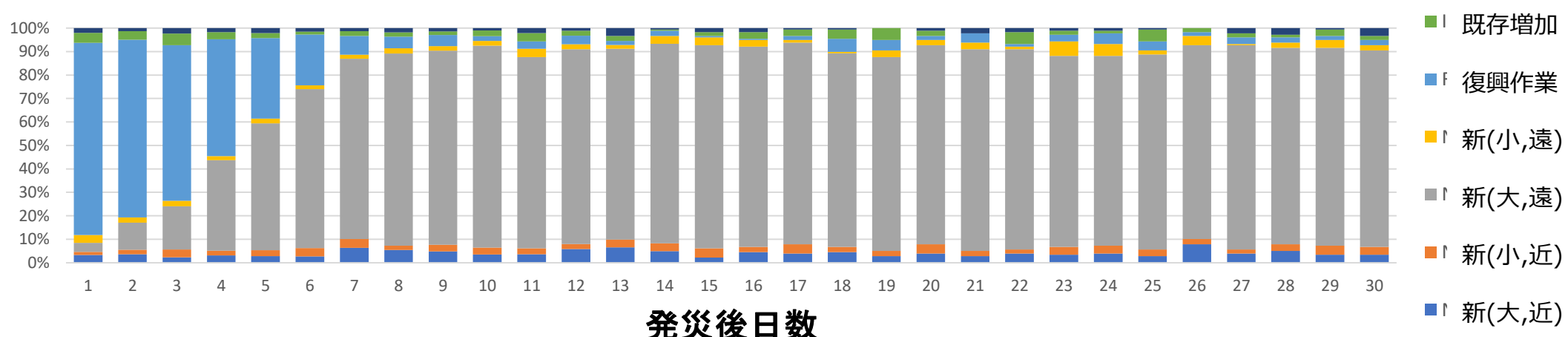


取引額でみる業種別の復興結果

学習前

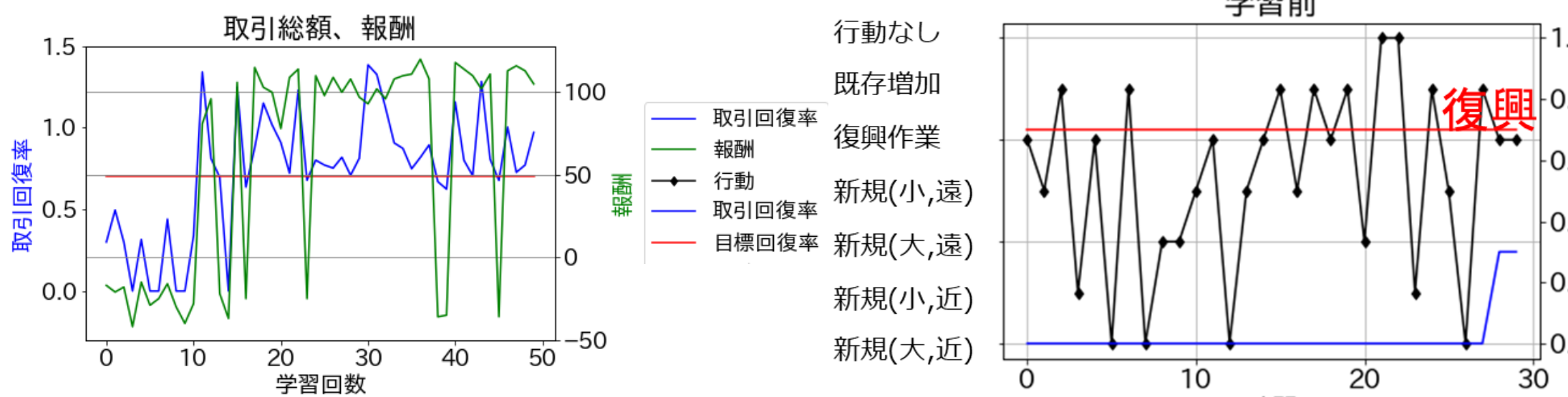


学習後

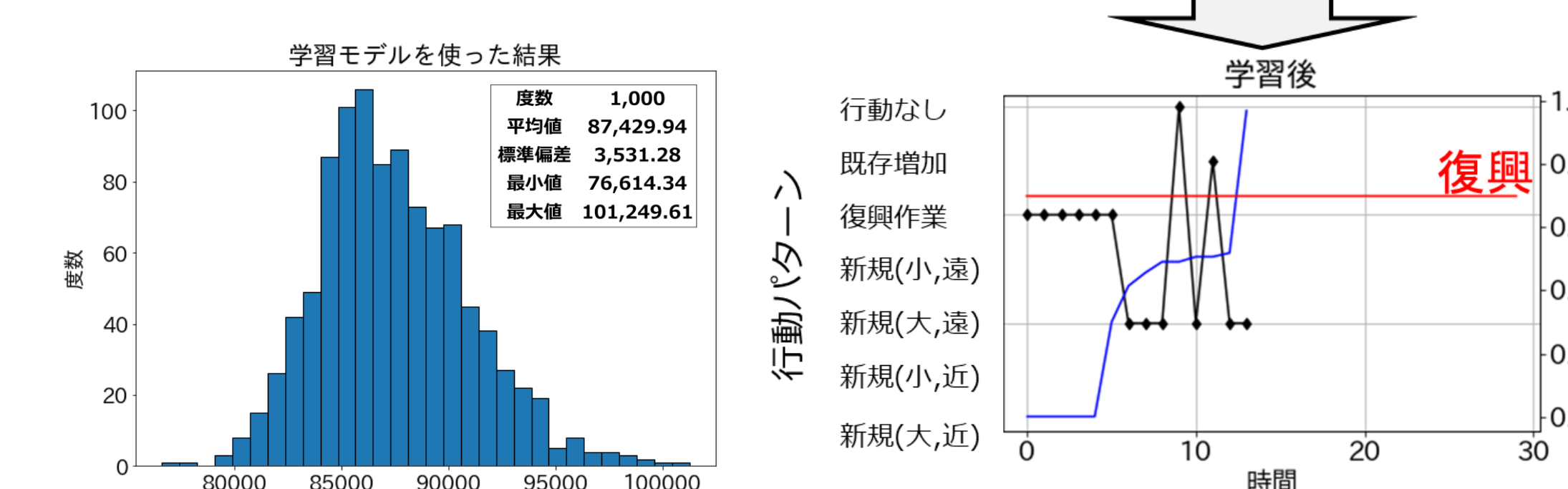


学習前後における各日の各行動の集計結果

学習後の特徴:県内では被災企業が多く、安定な取引不可。→高いコストを払ってでも、県外の大企業と取引契約を結ぶ傾向がある



学習過程における取引回復率と報酬の結果



モデルを1000回適用したときの回復率のヒストグラム

エージェントにおける復興過程の結果の例(上:学習前, 下:学習後)

まとめ

本研究は、高知市における南海トラフ地震時にSCを通して企業間取引への経済的被害を推定するために多様なビッグデータと深層強化学習のDQNを応用してシミュレーションするフレームワークを開発した。その中で企業の意思決定を最適化するために復興過程をモデル化しマルチエージェント強化学習を適用した。その結果、DQNで復興過程を学習することにより復興への最適な行動パスが得られ、部門別の復興傾向が明らかになった。また復興過程の企業間取引ネットワークを地図上に可視化した。今後は、モデルに政策的な評価を入れるなど手法の高度高度化を試みる。