

AI技術に基づく短期交通予測手法と 総合的な交通需要マネジメントの研究開発

広島大学
カ石 真

1

研究担当者（6名）

Varun Varghese（広島大学・研究員）
浦田淳司（東京大学・助教）
美添一樹（理化学研究所・エディター）
円山琢也（熊本大学・准教授）
塩見康博（立命館大学・准教授）
早川敬一郎（豊田中央研究所・プログラムマネージャー）

研究協力者（7名）

羽藤英二（東京大学・教授）
井料隆雅（神戸大学・教授）
吉野大介・佐藤啓輔・山下大輔・
平井健二・安達誠（復建調査設計）

学生研究協力者（6名）

渡邊萌（熊本大学・博士課程後期生）
Maya Safira（広島大学・博士課程後期生）
Nur Diana Safitri（広島大学・博士課程前期生）
Santos J.R. Ayopila（広島大学・博士課程前期生）
Prateek Garg（インド工科大学デリー校・学部生）
Arpit Jain（インド工科大学デリー校・学部生）

2019年度（2年目）の活動概要【成果】査読付論文(5本[内4本査読中])，査読付国際学会発表8本，国内学会発表2本

(1) リンク交通量，時間占有率の短期予測（カ石，Prateek，Varghese，美添，塩見，浦田）

平成30年7月豪雨災害時の交通状態の短期予測を対象に，(1) 機械学習手法は，交通流理論が示唆するメカニズムを模倣できているか？，(2) 転移学習の適用により予測精度はどの程度改善するか？の2点について検証。その結果，(1) **予測精度が高い手法であっても交通渋滞の発生メカニズムを模倣したモデルとなっていないケースがあること**，(2) **転移学習の適用によりモデルの予測精度は大幅に改善**することを確認。

(2) OD交通量の短期予測（浦田，カ石）

平成30年7月豪雨災害時のOD交通量の短期予測に深層学習モデルを適用。その結果，(1) 恐らくは標本数が限られていることに起因して，**予測精度の向上は限定的**であること，(2) **ただし，被災直後の規則性の低いOD交通量の予測において少ない標本数でも予測精度の改善に寄与**することを確認。

(3) PP-SP調査による動的プライシングの影響評価（円山，早川，カ石）

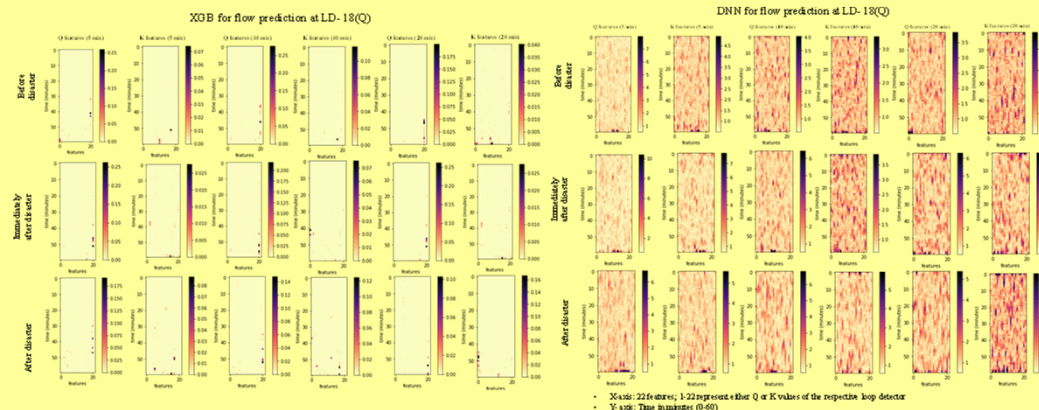
選好誘出システムとしての，プローブパーソン調査と選好意識調査を統合したPP-SP調査に基づき動的プライシングの影響を評価する枠組みを構築。課金エリアを通過するトリップ完了直後に回答を依頼することにより，**記憶の劣化に伴う回答値の信頼性低下を抑制する仕組みを導入**。2020年2月9日調査完了予定。

(4) PP-SP調査によるICT利用が生活行動に及ぼす影響評価（Safira，カ石）

PP-SP調査に基づきICT利用が生活行動に及ぼす影響を評価する枠組みを構築。**ICT利用（配車サービス，e-shopping，デイバリーサービス等の利用）に関連する行動履歴を観測**するとともに，**e-サービス改善時の行動変容に関するSP設問を導入**。2020年2月3日調査完了予定。

機械学習による渋滞メカニズムの模倣可能性

機械学習を用いた交通短期予測に関する論文レビューに基づき, 交通短期予測の文脈において広く使われている複数の機械学習モデルの挙動が一般的な渋滞メカニズムを再現しているかどうかを確認. **モデルの予測精度と渋滞メカニズム記述力の間には明確な相関関係がない**ことを確認.



特徴量の重要度 (XGBoost)

特徴量の重要度 (DNN)

転移学習による災害時交通状態の推定

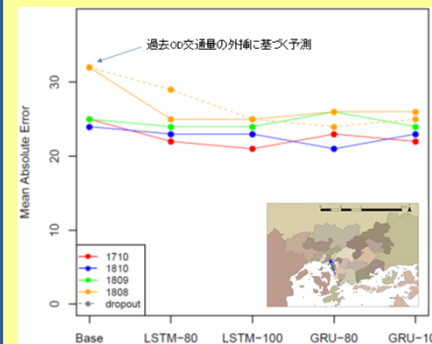
災害に伴う入出力関係の変化 (Concept shift) に対応するため, 転移学習 (ファインチューニング) を適用. **転移学習により大幅に予測精度が改善**することを確認.

転移学習によるCNN-BLSTMの予測精度(MAPE)の改善

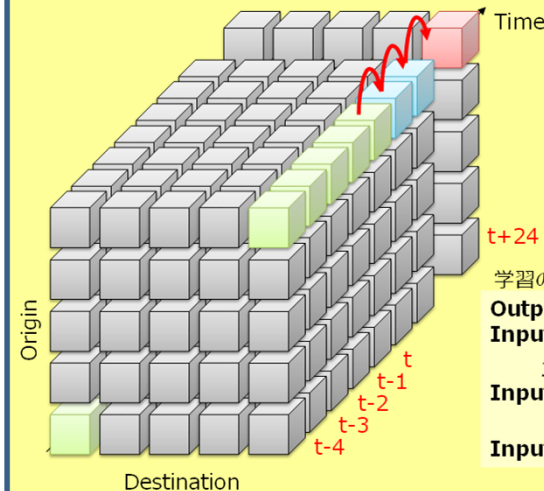
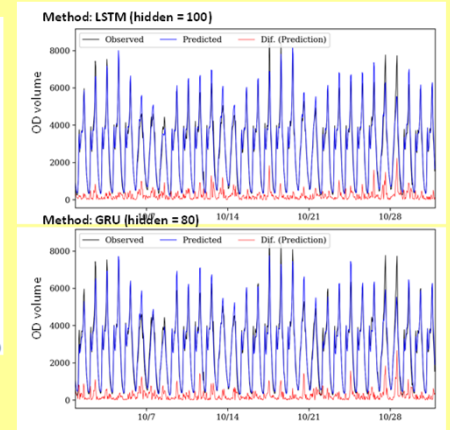
元ドメイン	災害前2年間のトラカンデータ(178カ所)					
目標ドメイン (学習データ)	7/12-18 (発災後1週間)	7/12-18 (発災後1週間)	7/19-25 (発災後2週間)	7/12-25 (発災後1-2週間)	7/26-8/8 (発災後3-4週間)	7/12-8/8 (発災後4週間)
目標ドメイン (検証データ)	7/26-8/2 (発災後3週間)	7/19-25 (発災後2週間)	7/26-8/2 (発災後3週間)	7/26-8/2 (発災後3週間)	8/9-15 (発災後5週間)	8/9-15 (発災後5週間)
学習の種類 (数字はMAPE)						
ファインチューニングなし(元ドメイン + 目標ドメイン(学習データ)で学習)	38.677	22.631	34.864	30.718	23.440	30.009
ファインチューニングあり (正則化項無)	19.257	18.142	22.501	22.211	16.215	16.838
ファインチューニングあり (正則化項有)	19.108	18.101	21.422	22.211	17.265	16.097

OD交通量予測モデルの精度比較

携帯電話の位置情報データ (モバイル空間統計データ) を使用し, 前日同時刻までのデータから, 24時間後のOD交通量を予測するモデルを複数構築しその精度を比較. 発災前, 発災後いずれのケースにおいても, 各層のニューロン数の増加やドロップアウトの導入は予測精度の改善にほとんど寄与せず. 被災直後の**規則性の低いOD交通量の予測においては深層学習による予測が有効**.



呉市天応一広島市南区間 OD交通量予測誤差



比較したモデル:
 RNN (Recurrent neural network)
 GRU (Gated Recurrent Unit)
 GRU + Dropout
 LSTM (Long Short term Memory)
 LSTM + Dropout

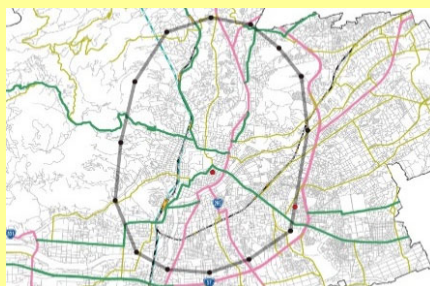
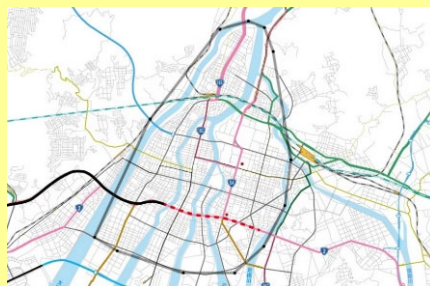
学習の入出力:
Output: travel demand of OD y_{od}^t
Input 1: past d -days demand $y_{od}^{t-(24)\cdot(d-1)}, \dots, y_{od}^{t-24}, y_{od}^{t-23}, \dots, y_{od}^{t-1}$
Input 2: opposite OD demand $y_{do}^{t-(24)\cdot d}, \dots, y_{do}^{t-24}$
Input 3: weekday/weekend dummy

OD交通量予測のモデル構造

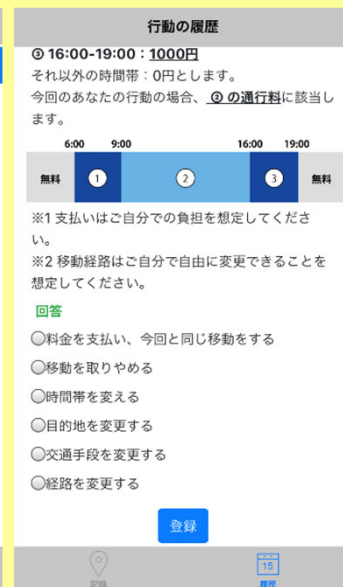
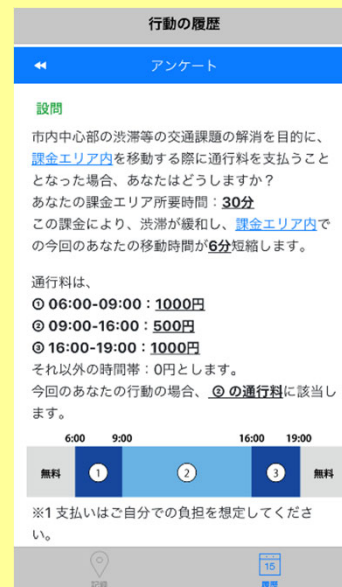
(3) PP-SP調査による動的プライシングの影響評価

選好誘出型プローブパーソン (PP)調査：動的プライシング

- ✓ 自動車にて課金対象エリアに流入／通貨／流出するトリップに対して、コードン課金システム，対距離課金システムに対応するSP調査を実施。
- ✓ トリップ完了直後に，トリップ情報に基づき生成したPivot型のSP設問を尋ねることにより，記憶劣化に伴う回答値の精度低下を回避。
- ✓ 2020年2月9日調査完了予定。



混雑課金対象エリア

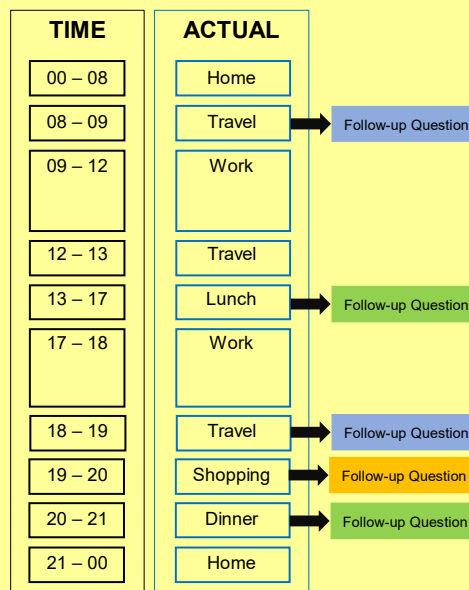


SP調査画面

(4) PP-SP調査によるICT利用が生活行動に及ぼす影響評価

選好誘出型プローブパーソン (PP)調査：ICT利用

- ✓ 我が国の今後の配車サービス導入の在り方に関する知見を得ることを目的に，既に配車サービスが普及しているインドネシア・ジャカルタ市においてPP-SP調査を実施。
- ✓ ICT利用（配車サービス，e-買物，デリバリーサービス等の利用）に関連する行動を詳細に観測。
- ✓ e-サービス改善時の行動変容に関するSP調査。
- ✓ 2020年2月3日調査完了予定。



Given all constraints you had, would you shift to online food delivery service instead of making an eat-out trip, if the following online food delivery service was available? Please assume that you get the exactly the same food in either case.

Actual Trip
Travel Cost Rp. 30,000,-
Travel Time is the actual trip that you made (in minutes)
50
Food Cost Rp. 55,000,-

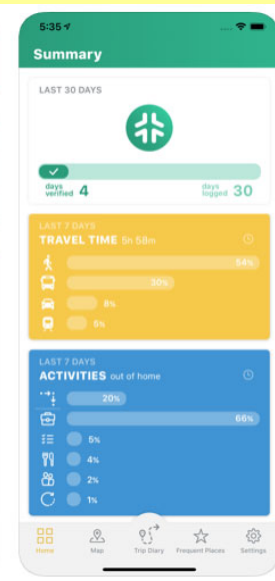
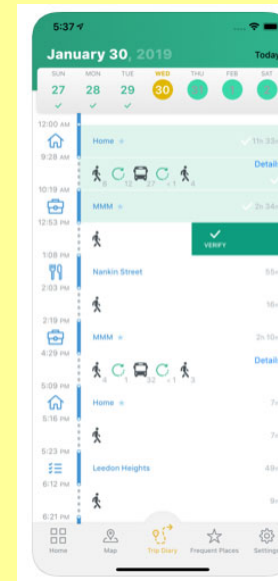
E-Food
Delivery Cost Rp. 10,000,-
Waiting time varies. You will experience one of the following waiting times (in minutes)
35 40 45 50 55
Food Cost Rp. 60,500,-

Choose

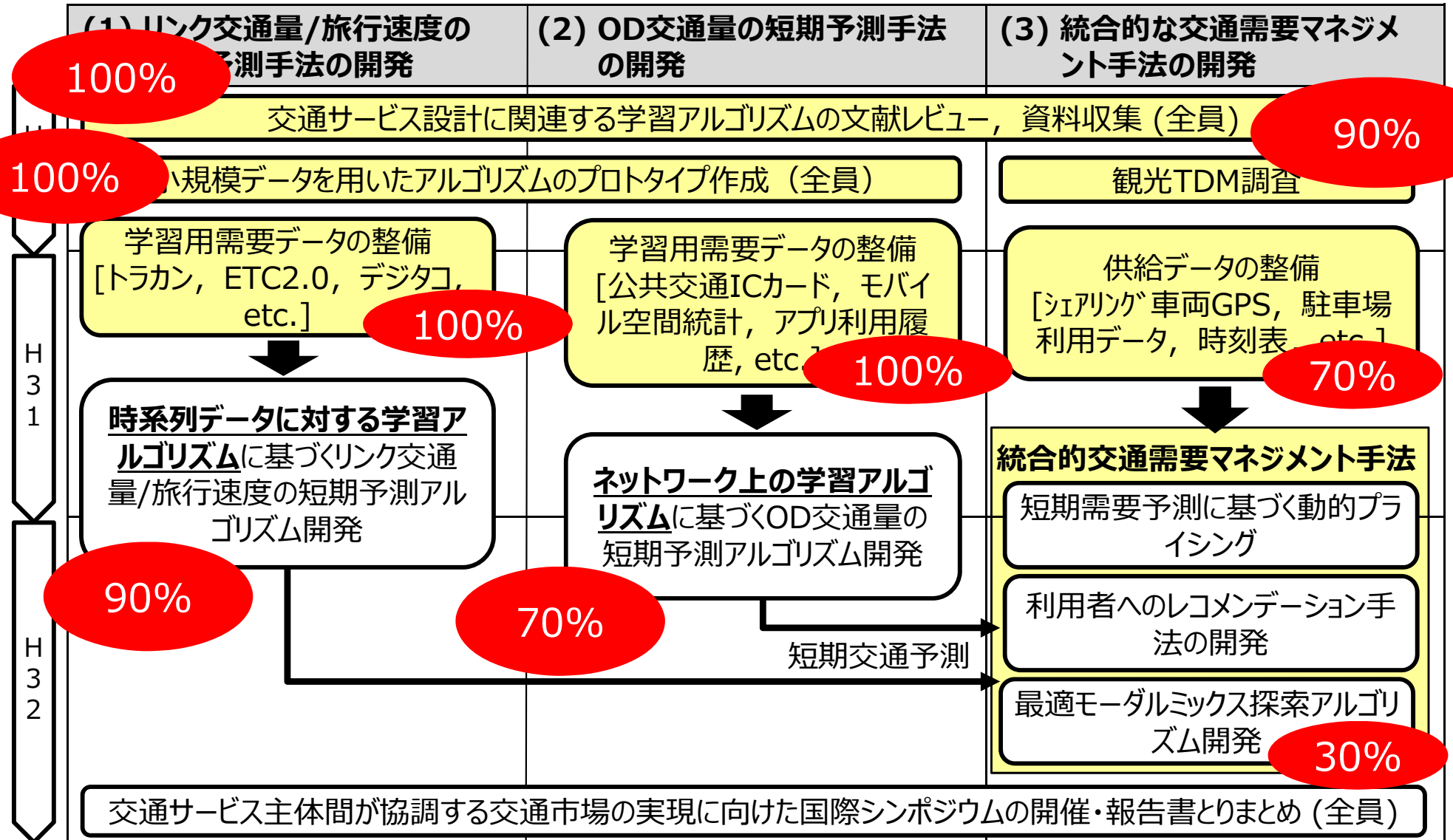
Actual Trip E-Food

Stated Preference Questionnaire Design from mobile application interface

ICT利用に関するSP調査



PP調査画面



今後の予定

【今年度】 2つのPP-SP調査の完了とデータ解析, 論文の修正・投稿 (転移学習による災害時交通状態予測精度の改善, SP調査の回答タイミングが回答値の精度に与える影響評価など)

【来年度】 (1) 交通マネジメントに必要な選好情報を即座かつ簡便に取得し, (2) 必要に応じてレコメンデーションを発信できる機能を有した交通マネジメント用アプリのプロトタイプを構築. レコメンデーション生成アルゴリズムの開発. プロトタイプを用いた社会実験型調査の実施とレコメンデーションの効果検証.