Graph Convolutional Networks を用いた阪神高速道路における交通渋滞発生予測

寺前智文(阪神高速技研), 向井梨紗, 西海能史(阪神高速道路), 鈴木健太郎, 小島悠紀子(阪神高速技研),

廣田敦士, 幡山五郎, 影本義明, 櫻木伸也, 阿部敦(オムロンソーシアルソリューションズ)

概要

交通渋滞の発生を事前に予測することができれば、交通渋滞を緩和したり未然に防いだりすることが期待できる。以前、我々は機械学習（Convolutional Neural Networks: CNN）を用い、車両検知器データを利用した交通渋滞発生予測に取り組んだ。CNNは、路線の分合流や出入口地点における車両検知器の位置関係等を適切に扱うことが困難で、道路構造が複雑な地点の予測精度が低かった。
そこで本稿では、**複雑な道路構造を考慮できる機械学習手法として、Graph Convolutional Networks（GCN）を用い、10分後の交通渋滞発生予測を行った結果について報告する。また、CNNを用いて構築し、検証を行った交通渋滞発生予測モデルの予測結果との比較分析した結果についても報告する。**

目次

目的
↓
既往研究と課題
↓
今回予測に用いたモデル
↓
推定結果
↓
まとめ

研究の目的

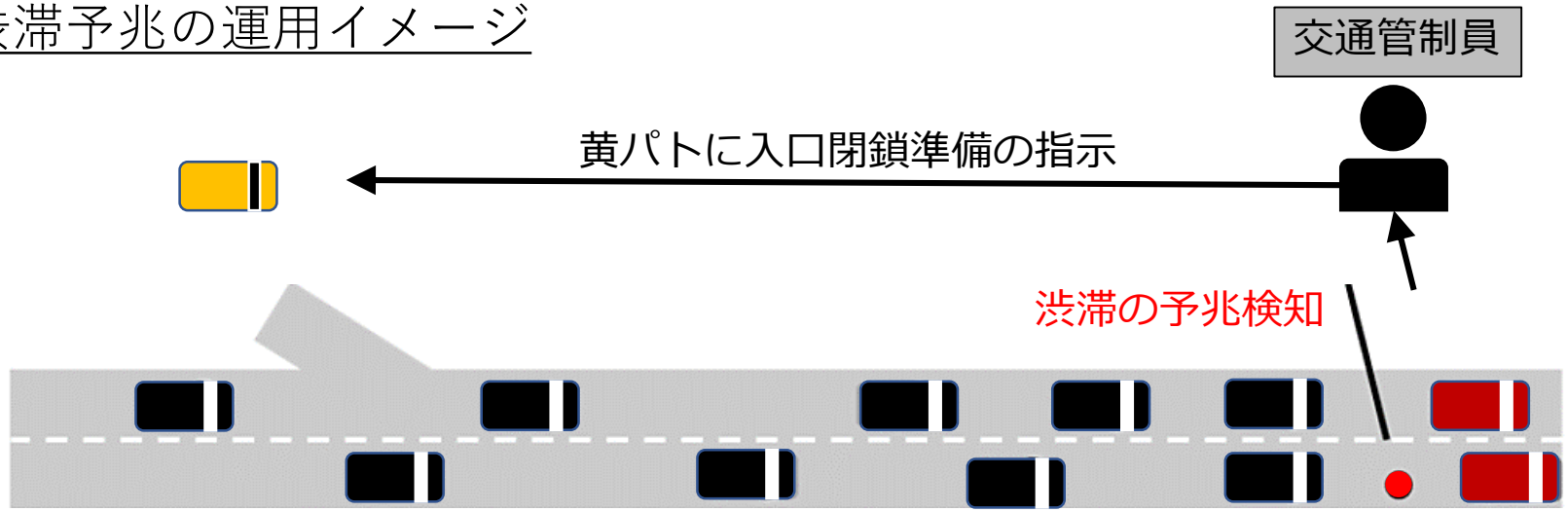
阪神高速道路上の渋滞予兆を検知する

渋滞の予兆を検知することがなぜ必要か

【現在の交通管制システム】
渋滞が発生・延伸してから情報提供、入路閉鎖を行う仕組み

【渋滞予兆の把握】
渋滞発生・延伸前での対策を行い、渋滞の軽減する

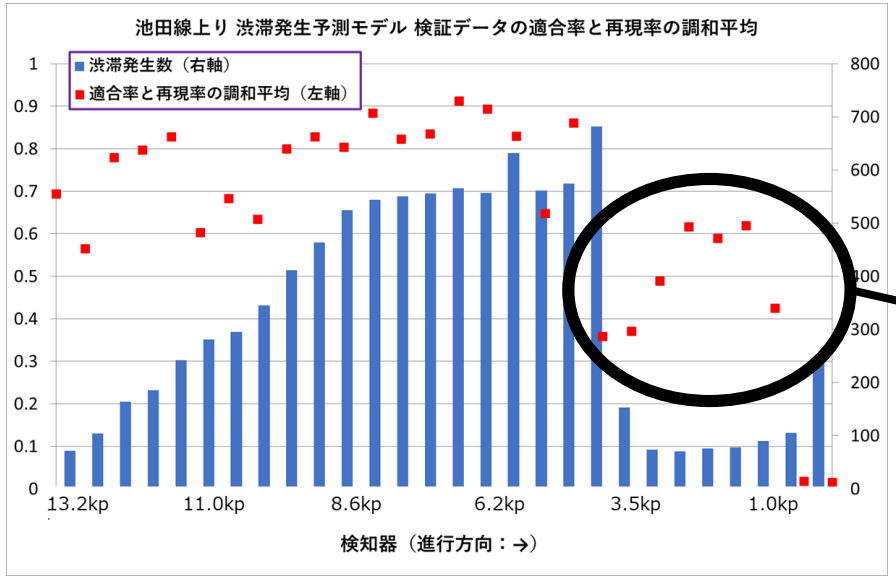
渋滞予兆の運用イメージ



既往研究

【CNNを用いた渋滞予兆検知】

CNNを用いて「10分後の渋滞発生を予測するモデル」を構築



池田線上りの検討を行った結果、全体での予測精度は70％⇒有効

地点ごとに見ると、環状線との**<u>合流部付近の精度が極端に悪い</u>**

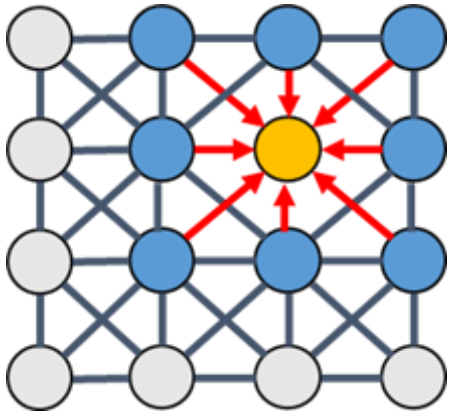
↑

上記の課題解決のため、新たなモデルの構築

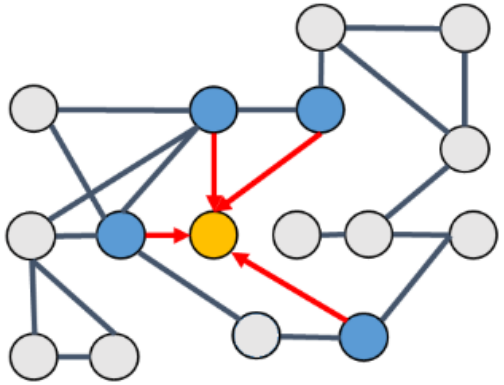
GCN

分合流部付近での予測精度を改善するため、
GCN（グラフ・コンボリューショナル・ネットワーク）を用いる

CNNの計算モデルイメージ



GCNの計算モデルイメージ



・CNN（既往研究）
各ノードに隣接するノードの特徴量をまとめる（畳み込む）計算を行う

・GCN（本研究）
ノードが縦横に整列していないデータ構造であっても、関連する情報を畳み込む計算が可能
隣接する地点だけでなく、分合流部の情報も加味した予測モデルの構築

モデルの精度検証方法

①：〇正解（モデルは渋滞発生しない、実際も発生しない）
②：×不正解（モデルは渋滞、実際は発生しない）
③：×不正解（モデルは渋滞発生しない、実際は発生）
④：〇正解（モデルは渋滞、実際も渋滞）

		予測	
		10分後に渋滞発生しない	10分後に渋滞発生する
真値	5分前～30分後に渋滞が発生しない	①	②
	5分前～30分後に渋滞が発生した	③	④

不意打ち　空振り

モデルの精度検証方法

		予測	
		10分後に渋滞発生しない	10分後に渋滞発生する
真値	5分前～30分後に渋滞が発生しない	①	②
	5分前～30分後に渋滞が発生した	③	④

指標	内容	算出方法
適合率	予測モデルが渋滞発生と予測した数のうち 実際に渋滞が発生した割合　→　正確率	④/（②＋④）
再現率	実際に渋滞が発生した数のうち 予測モデルが渋滞発生と予測できた割合	④/（③＋④）
調和平均	適合率と再現率のバランスを見るための指標	2/（1/適合率＋1/再現率）

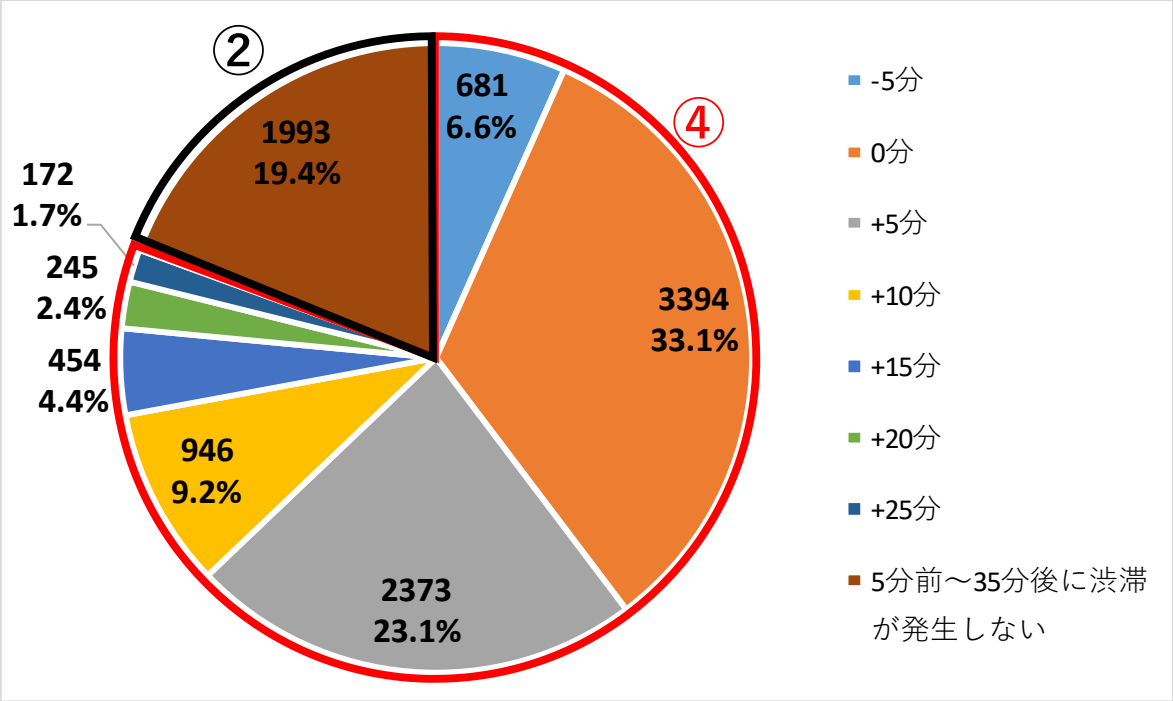
適合率が低い：「②空振り」の多いモデル

再現率が低い：「③不意打ち」の多いモデル

適合率と再現率のバランスのとれた予測モデルが
最も望まれる ➡ **調和平均**

GCNモデルの予測結果

【池田線上り】



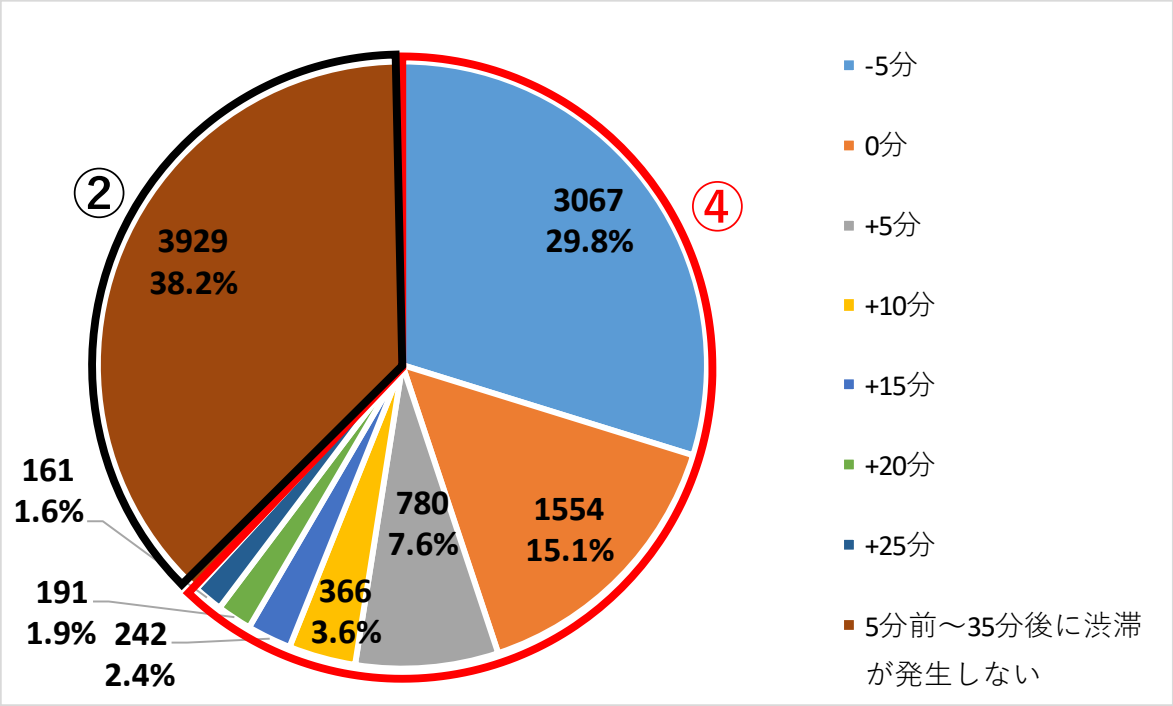
池田線上り全線		予測	
		10分後に渋滞発生しない	10分後に渋滞発生する
真値	5分前～30分後に渋滞が発生しない	4,613,067 ①	1,993 ②
	5分前～30分後に渋滞が発生した	1,955 ③	8,265 ④

	適合率	再現率	調和平均
11号池田線上り	80.6%	80.9%	80.7%

どの指標も約8割と同程度の割合であった。

GCNモデルの予測結果

【環状線】



環状線全線		予測	
		10分後に渋滞発生しない	10分後に渋滞発生する
真値	5分前～30分後に渋滞が発生しない	2,404,925 ①	3,929 ②
	5分前～30分後に渋滞が発生した	2,545 ③	6,361 ④

	適合率	再現率	調和平均
1号環状線	61.8%	71.4%	66.3%

適合率の方が低くく、少し偏りがある結果となった。

CNNモデルとGCNモデルの比較

【池田線上り】

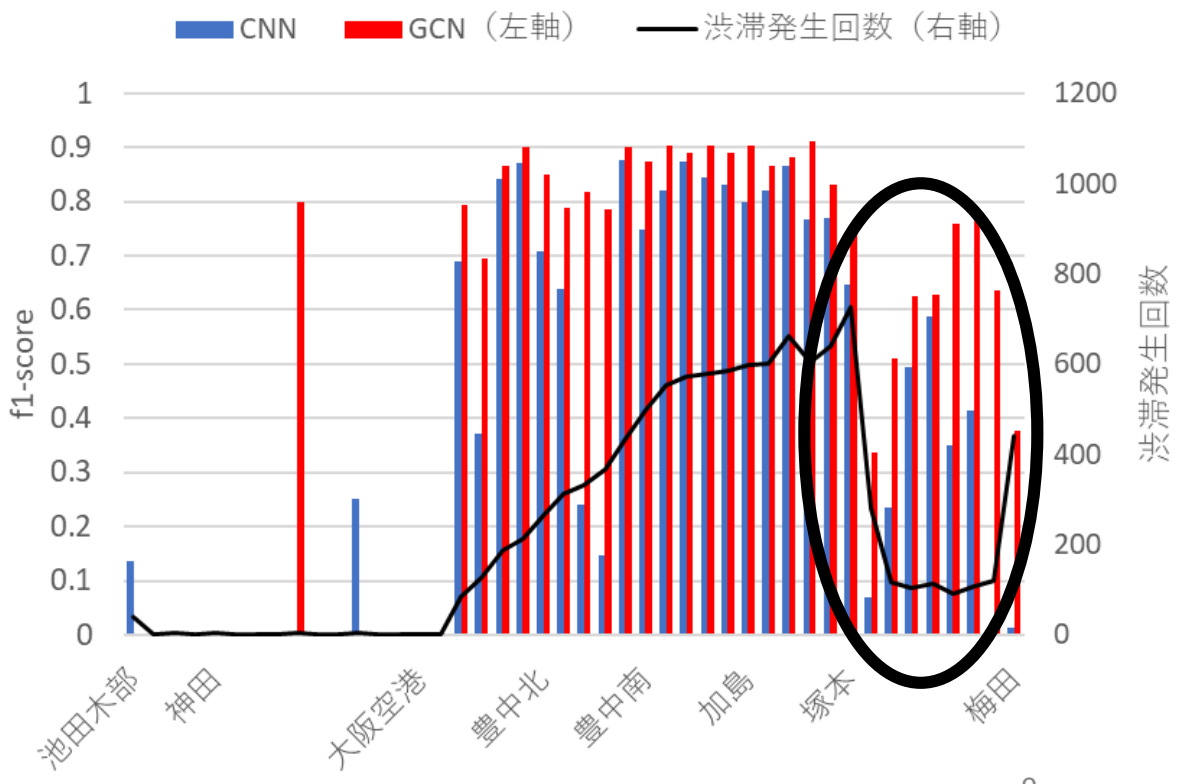
・再現率UP

・GCNの方がよりバランスの取れたモデル。

・地点別にみると全ての地点で精度向上

・CNNモデルで精度が悪かった分合流部にてもGCNモデルでは大幅に精度向上

	適合率	再現率	調和平均
CNN	84.8%	61.6%	71.4%
GCN	80.6%	80.9%	80.7%



CNNモデルとGCNモデルの比較

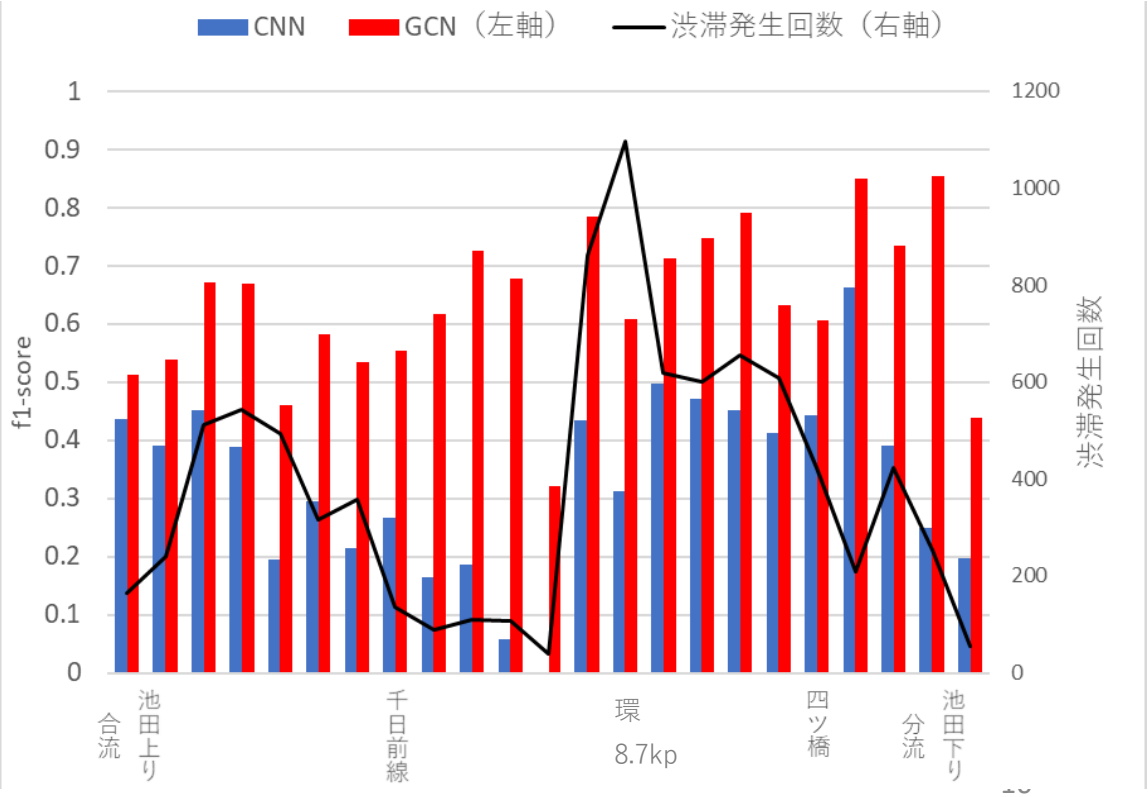
【環状線】

・すべての指標において数値がUP

・精度は向上しているが、60％程度であり、実装に向けては、さらなる精度向上に向けた検討が必要

・地点別にみると全ての地点で精度向上

	適合率	再現率	調和平均
CNN	35.8%	44.2%	39.6%
GCN	61.8%	71.4%	66.3%



得られた知見

予測精度の向上

・CNNモデルで課題となっていた、分合流部において
GCNを用いることで、予測精度の向上を確認した。

・CNNモデルとの比較では、11号池田線上り、1号環状線
ともに、ほぼ全ての予測地点で予測精度が向上している
ことがわかった。

環状線における予測精度の課題

・環状線においては、GCNモデルは、CNNモデルに比べ
精度が向上しているものの、実装に向けては、更なる
精度向上に向けた検討が必要であることがわかった。