

札幌市における雪道転倒による救急搬送者予測

—ディープラーニングを活用した試み—

Prediction of the number of transporting emergency patient slipping on snow roads in Sapporo
- Attempt using “Deep Learning” -

加藤諒¹，星野洋¹，永田泰浩²，金村直俊³，川村文芳⁴，二階堂ひさえ⁴

¹Hiroshi Hoshino, ¹Ryo Kato, ²Yasuhiro Nagata, ³Naotoshi Kanemura, ⁴Fumiyoshi Kawamura, ⁴Hisae Nikaido

¹株式会社シー・イー・サービス

¹C.E.Services Co., Ltd.

²一般財団法人北海道開発技術センター

²Hokkaido Development Engineering Center

³札幌総合情報センター株式会社

³Sapporo Information Network Co.,Ltd.

⁴一般財団法人日本気象協会北海道支社

⁴Japan Weather Association

ウインターライフ推進協議会

Winter Life Promotion Council

1. はじめに

札幌市内では、毎年 1,000 人近くの方が、歩行者の雪道における転倒により、救急搬送されている（図 1）。転倒の主因の一つとして、歩道や横断歩道に形成される非常に滑りやすい路面（つるつる路面）が深く関与していることがわかっており、ウインターライフ推進協議会では、HP「転ばないコツおしえます。」上で提供する「つるつる予報（路面の滑りやすさの予測情報）」やパンフレット・冊子による注意喚起および調査研究活動を継続的に行っている。

図 2 は、平成 26 年 12 月 21 日に札幌市内で約 160 件の

雪道転倒による救急搬送が発生した日の路面の状態である。気象条件（前日午後からの降った雨と当日早朝に気温がマイナスに低下した）の影響により、札幌市消防局には早朝から 119 番通報が相次いだ。



図 2 平成 26 年 12 月 21 日の路面状況

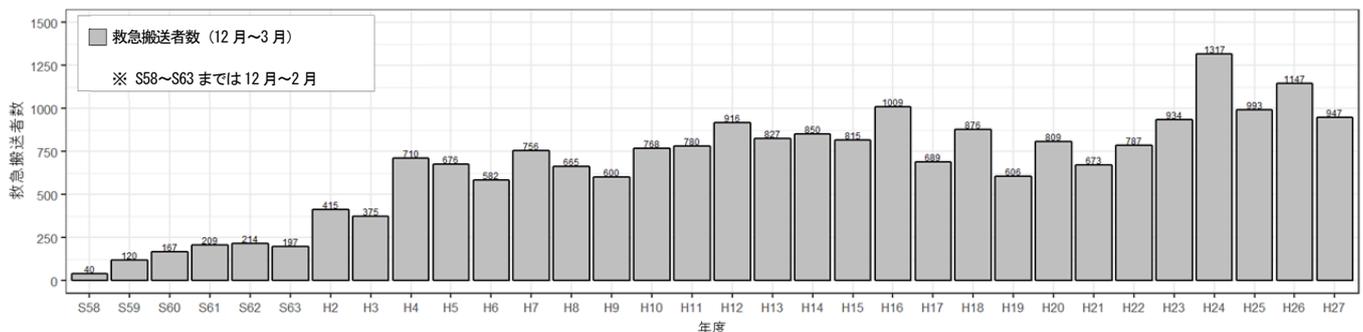


図 1 雪道における転倒による救急搬送者数の推移（札幌市）

加藤諒（株式会社シー・イー・サービス）

〒062-0032 札幌市豊平区西岡 2 条 8 丁目 5-27 tel:011-855-4440 fax:011-854-9552 e-mail:kato.h.r@ces.co.jp

本取組は、このような「つるつる路面」における転倒による救急搬送者数の発生数を事前に予測し、救急出動の初動支援や市民への注意喚起に役立てることを目的として、過去(5冬期)の日別救急搬送件数のデータを基に、ディープラーニングを活用し、救急搬送者数を予測するモデルの構築を試みるものである。

2. 予測モデル構築条件

(1) 予測の対象

平成21年度、22年度、23年度、24年度の4カ年のデータ(N=485日)を学習データとして用いて、図3に示した平成25年度の日別救急搬送者数の予測を行うモデルを構築する。平成25年度の救急搬送者数の傾向は、各月の日別平均搬送者数は12月10.5人、1月7.3人、2月9.1人、3月6.0人であり、20人以上が救急搬送された特異日は4ケース・8日間であった。

(2) 救急搬送者数への影響要素

雪道における転倒による救急搬送者数は、初冬期から厳冬期、晩冬期で変動するとともに、その日の気象条件のほか、路面の状態、市内の人出など様々な要因が複雑に影響していると考えられる。本取組においては救急搬送者数への影響要素を表1のように設定した。

表1 影響要素

影響要素	特徴	要素数
気象データ	当日～過去6日間の日降水量、平均気温、最高気温、最低気温、降水量、最深積雪	42
曜日・祝祭日	曜日、祝祭日、祝前日	3
前日搬送者数	予測日の前日の搬送者数	1

データは当日から過去6日間(当日、1日前、2日前、3日前、4日前、5日前、6日前)の計7日前までを影響要素とした。市内の人出に関する要素として、曜日・祝祭日に関するデータも影響要素に設定した。また、前日の搬送者が多い場合は「つるつる路面」が形成されているか、もしくは形成されやすい状況下にある可能性が高いとして、前日搬送者数も影響要素の1つとして設定した。

3. 予測手法およびモデル構築

予測手法はニューラルネットワークを用いた。ニューラルネットワークは、脳にある脳神経細胞(ニューロン)のネットワークの働きをモデル化したディープラーニング手法の1つであり、学習データを基に繰り返し計算を行うことで、コンピュータがデータの特徴を学習(=ニューラルネットを構築・発達させる)し、データの判別を行うものである。

モデルは表1の影響要素の組み合わせから複数作成した。パターンを表2に示す。

表2 ニューラルネットワークモデル

	モデルA (要素:少ない)	モデルB	モデルC	モデルD (要素:多い)
気象データ (6要素)	2日間 当日と前日 6要素×2日 =12	2日間 当日と前日 6要素×2日 =12	7日間 当日～6日前 6要素×7日 =42	7日間 当日～6日前 6要素×7日 =42
曜日・祝祭日 ・休前日	なし	あり	なし	あり
前日 搬送者数	あり	あり	あり	あり
要素数	13	16	43	46

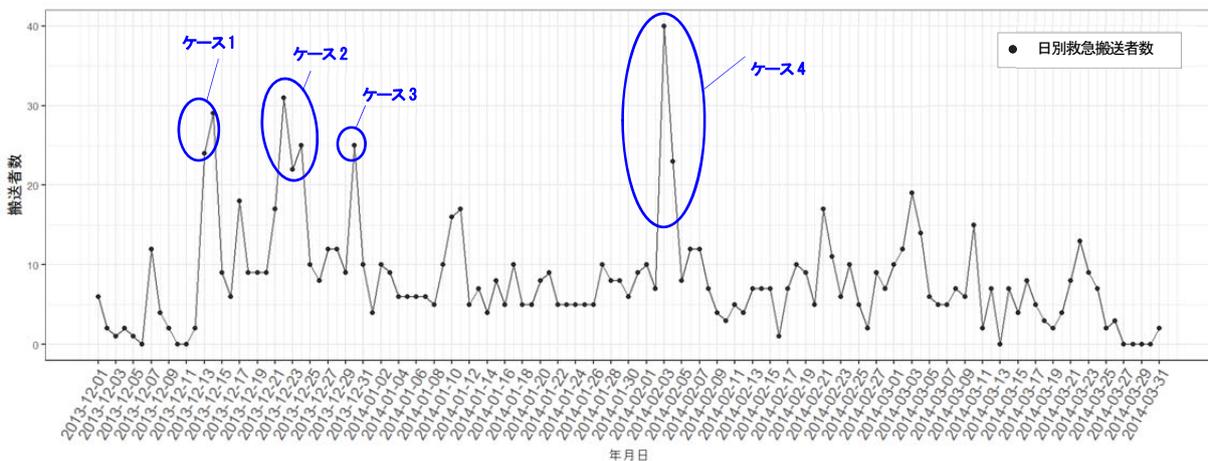


図3 平成25年度 冬期(12月～3月)の日別救急搬送者数 (データ提供:札幌市消防局)

4. 予測モデルの検証

搬送者数を 0~5 人, 6~10 人, 11~15 人, 16~20 人, 20 人以上の 5 グループに分類し, 実際の搬送者数と予測値が同じグループの範囲内である場合を「適中」と定義した. また, 非適中については, 実際の救急搬送者数よりも予測値が下回る場合を「見逃し」, 予測値が上回る場合を「空振り」と定義した. 各モデルの「空振り」「適中」「見逃し」の割合を図 4 に示す. さらに, 予測者数をおよび実際の搬送者数の整理を図 5-1, 5-2, 5-3, 5-4 に示し, 各モデルが予測した転倒者数を図 6-1, 6-2, 6-3, 6-4 に示す.

モデル B とモデル D には, 「曜日・祝祭日・休前日」要素があるが, モデル A と C にはないことから, 「曜日・祝祭日・休前日」要素 (市内の人出状況) 救急搬送者数に大きく影響することが確認できた. また, モデル B の気象データの 6 要素は 2 日分であり, モデル D は 7 日分であるが, 気象データの要素については 2 日分のデータで十分な適中率が得られた.

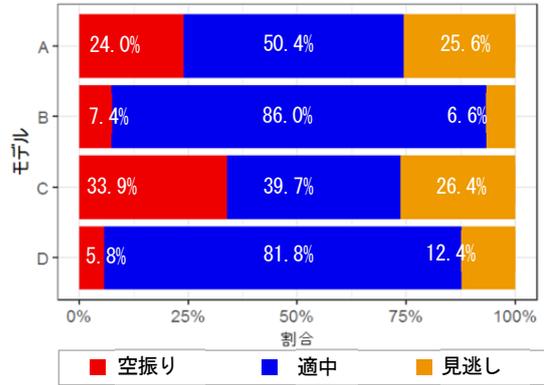


図 4 各モデルによる「空振り」「適中」「見逃し」の割合

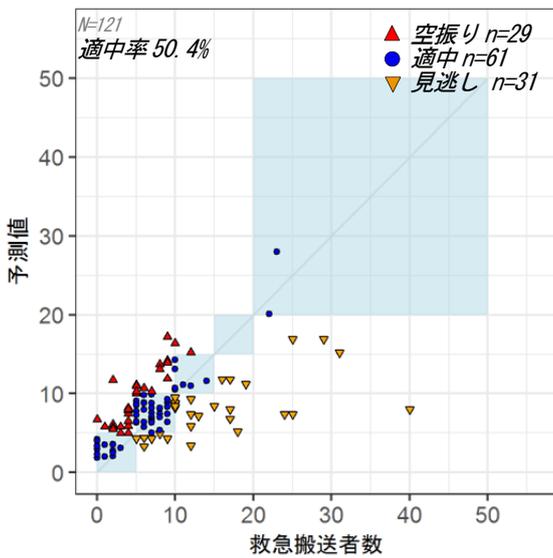


図 5-1 モデル A 結果

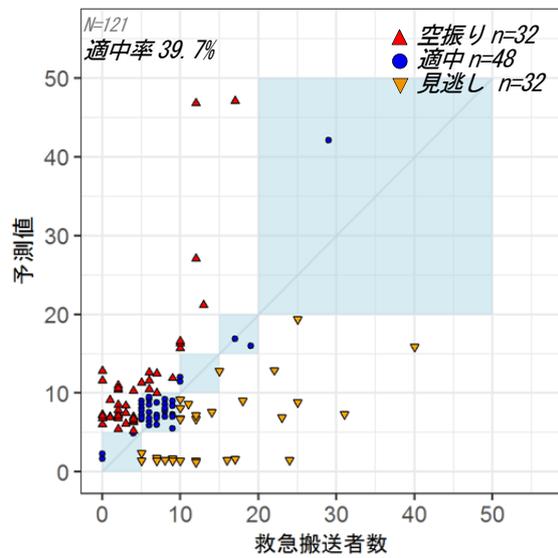


図 5-3 モデル C 結果

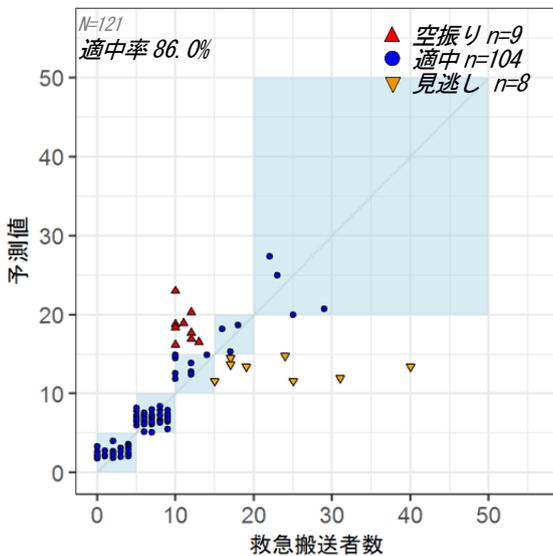


図 5-2 モデル B 結果

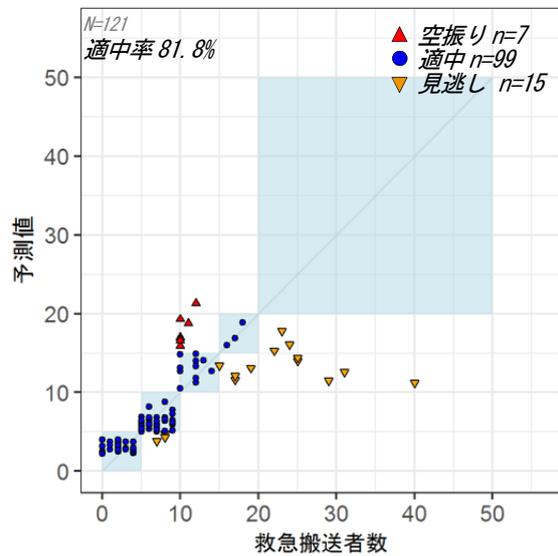


図 5-4 モデル D 結果

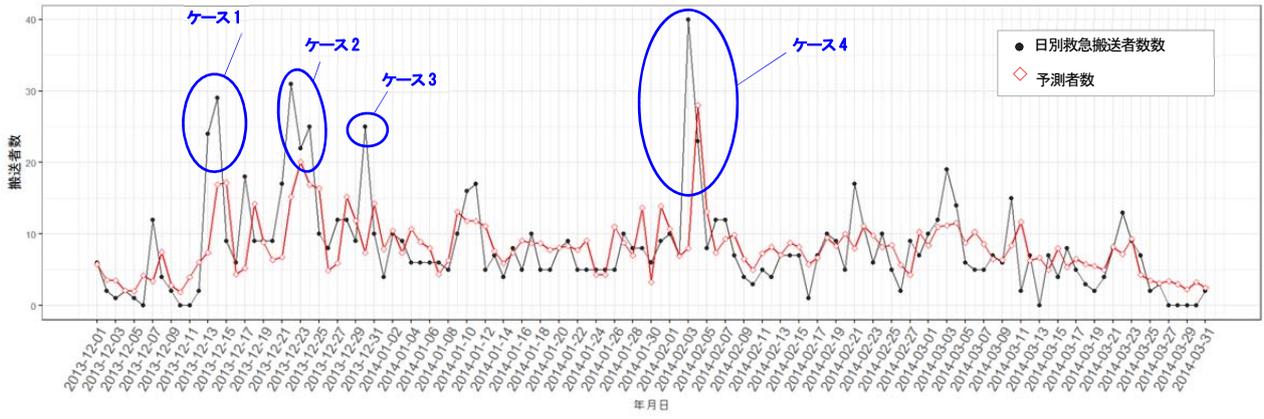


図6-1 モデルA結果

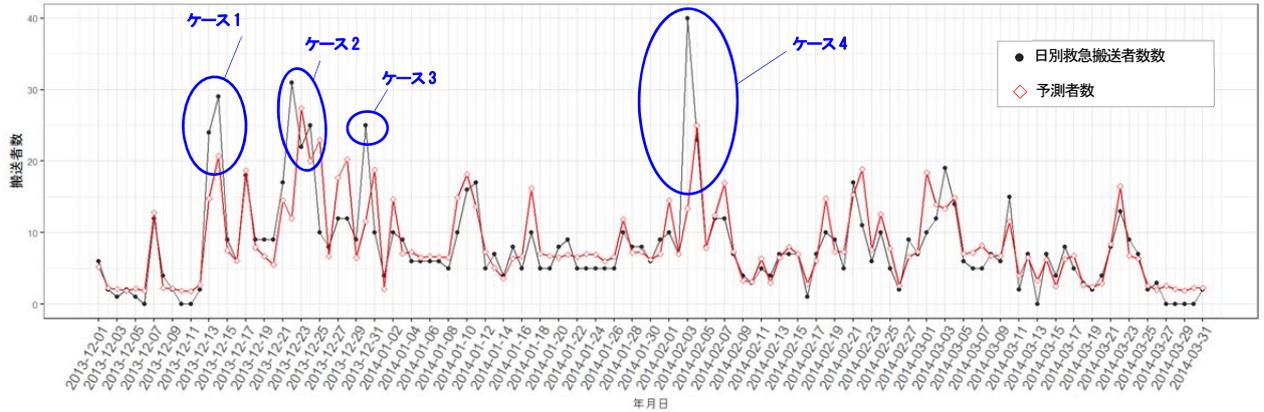


図6-2 モデルB結果

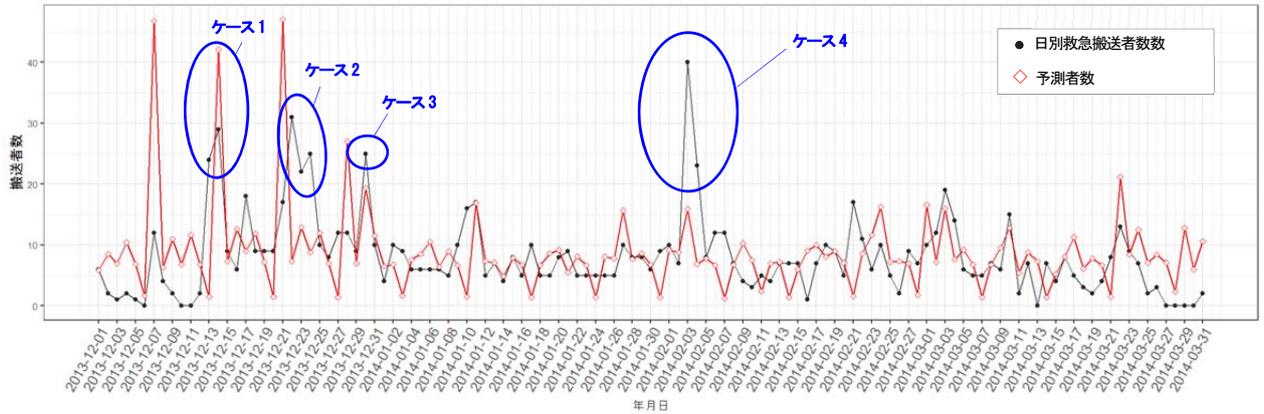


図6-3 モデルC結果

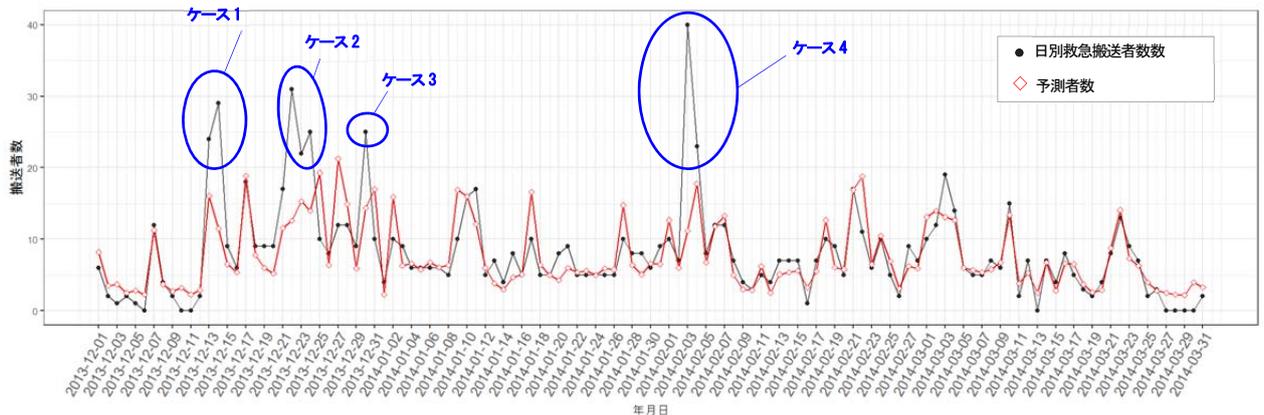


図6-4 モデルD結果

特異日（20人以上搬送される日）は8日間であるが、予測が適中したケースは、モデルAは2日（ケース2と4）、Bは4日（ケース1, 2, 4）、C（ケース1）は1日、Dは0日である。

5. まとめ

ディープラーニングを用いることで、おおむね8割程度の精度で救急搬送者数を予測することができた。さらに、予測においては、「曜日・祝祭日・休前日」要素（市内の人出の状況）が与える影響が大きいことがわかった。前2日～6日間の気象データは「つるつる路面」の形成に影響すると考えていたが、本モデルにおいては予測に影響する要素とは判断できなかった。

今後の課題として、本取組で用いた救急搬送者数の学習

データは、4年間分の485日分であり、データ数としては少ない。ニューラルネットワークに学習させるデータを増やした検証を行いたい。また、20人以上搬送された特異日の予測は不十分なため、特異日の特徴についての考察を行いたい。本取組では気象データに観測値を用いたが、実運用時には予測値を用いることになるため、予測値を用いた場合の予測精度の検証も必要である。

救急出動の初動支援に役立たせることのできる見逃しのない予測モデルの構築を目標に、今後も検討を行っていきたい。

謝辞

転倒による救急搬送者数データをご提供頂いた札幌市消防局様に深く御礼申し上げます。