



つつる予報情報の精度向上のための分析 ～雪道の転倒事故防止に向けて～

Analysis to improve accuracy of Forecast information on the winter pavement surface

上田聖也¹, 川村文芳¹, 二階堂ひさえ¹, 金田安弘², 永田泰浩²,
金村直俊³, 渡邊祥史³, 星野洋⁴

Seiya. UEDA¹, Fumiyoshi. KAWAMURA¹, Hisae. NIKAI¹, Yasuhiro. KANEDA², Yasuhiro. NAGATA²,
Naotoshi. KANEMURA³, Yoshifumi. WATANABE³, and Hiroshi. HOSHINO⁴

¹一般財団法人日本気象協会, ²一般社団法人北海道開発技術センター

¹Japan Weather Association, ²Hokkaido Development Engineering Center

³札幌総合情報センター株式会社, ⁴株式会社シー・イー・サービス, ウィンターライフ推進協議会

³Sapporo Information Network Co., Ltd., ⁴C.E.Services Co., Ltd., Winter Life Promotion Council

1. はじめに

スパイクタイヤが禁止となった平成初期以降, 札幌市の雪道の自己転倒に伴う救急搬送者数は増加し, 近年は1冬期に1,000人前後に達している(図1)。特に高齢者の転倒は大ケガにつながるケースが多く, 雪道の転倒事故対策は急務と言える。平成26年12月21日には1日で163人が救急搬送され, それまでの1日最多57人を大きく上回っただけでなく, 救急車の大半が出勤したことで救急搬送に支障が出た。ウィンターライフ推進協議会(以後, 協議会)では平成18年度から雪道転倒事故防止に向けた啓発活動を行っており, つつる予報情報提供はその一環で行っているものである。

協議会は, 平成16・17年度に活動した「つつる路面転倒防止委員会」の提言を踏まえ, 平成18年度, 民間企業や地域団体, 教育機関, 行政機関など, 多様な主体が参画する「さっぽろウィンターライフ推進協議会」として設立した。その後平成22年度より「ウィンターライフ推進協議会」と名称を改定し, 札幌市を拠点に積雪寒冷地における冬を安全・安心・快適に過ごすとともに, 冬を楽しむための環境づくりを通じて地域社会へ貢献することを目的とし, さまざまな活動を継続的に実施している。

本稿では, 協議会が冬期に提供している「つつる予報」の概要と平成29年度の取り組み, 予測精度検証結果と精度向上に向けた留意点を報告する。

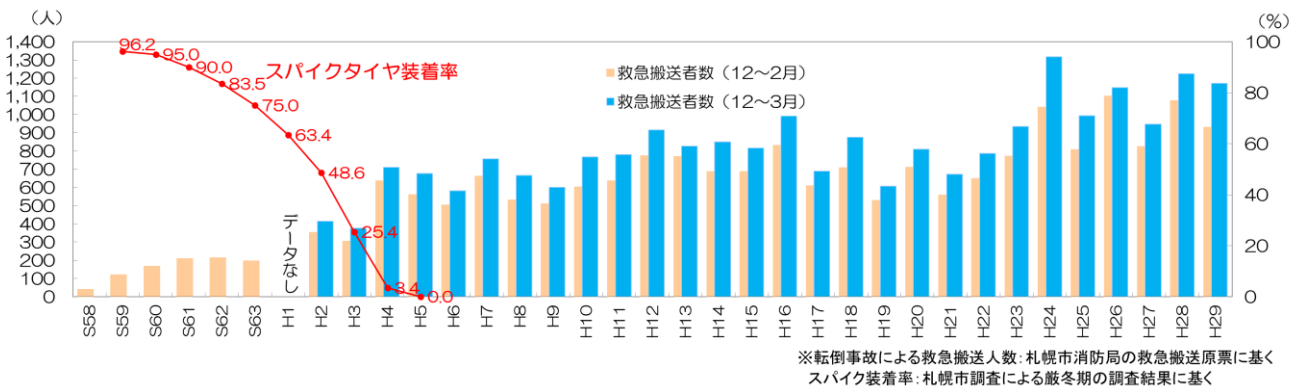


図1 雪道の自己転倒による救急搬送者の推移

上田 聖也 (一般財団法人 日本気象協会)

〒064-8555 札幌市中央区北4条西23丁目1番18号 tel:011-622-2236 fax:011-622-8398 e-mail: ueda.seiya@jwa.or.jp

2. つるつる予報の概要

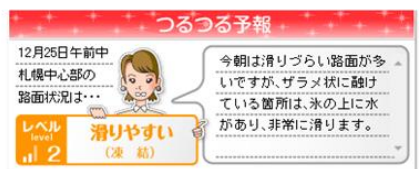
2.1. つるつる予報の提供内容

つるつる予報は、今晚から明日にかけての気象予測情報（気温、降雪量、積雪の有無）と札幌市内の路面観察情報をもとに、市内の冬期歩道路面の滑りやすさを図 2 に示す滑りやすさレベル 1～レベル 3 の 3 段階で予測している。この滑りやすさレベルを、当日特に注意が必要な路面についての概況コメントとともに発表した。

レベル1：あまり滑らない (乾燥、湿潤、積雪、シャーベット)



レベル2：滑りやすい(凍結)



レベル3：非常に滑りやすい (凍結；つるつる路面)



図 2 つるつる予報における滑りやすさレベル (3 段階)

(1) つるつる予報の対象路面

冬期路面は場所や条件により路面状態が大きく異なる。まとまった降雪の後は全体的に新雪路面であるが、その後の車両や歩行者など交通量の多さや日射の影響などで滑りやすい路面に変化していく。さらに数日間降雪がないと、幹線道路では舗装路面が現れて乾燥していても、日陰の小路だけがつるつる状態になるなど、その時々で路面状態は様々である。

そこで、つるつる予報では継続的に路面観察が可能な予測担当者の事務所周辺 (3 箇所) (図 3) を基準点とした。これらの基準点の路面状態と市内の路面観察情報に翌朝までの気象予測 (気温・降雪など) を加味し、川村・金田 (2008) の調査結果を基礎に、翌朝の市内の歩道および横断歩道の平均的な滑りやすさを図 2 に示す 3 段階で予測した。



図 3 路面観察の基準点 (3 箇所)

(2) つるつる予報の提供期間

冬期間 12 月 1 日～翌年 3 月※

※提供終了時期は、札幌市内の歩道の積雪状況を見て判断した (平成 29 年度は平成 30 年 3 月 16 日に終了)。

(3) つるつる予報の対象時間

自己転倒による救急搬送者数が多い時間帯である、翌朝 (7 時～10 時) の歩道および横断歩道の滑りやすさを予測した。

(4) つるつる予報の提供時間

毎日 17 時から翌日 10 時まで提供した。

2.2. つるつる予報の提供方法

平成 28 年度の提供方法 (二階堂ら, 2017) と同様に、Web サイト『転ばないコツおしえます。』 (<http://tsurutsuru.jp/>) および報道機関を通じた発表を行った。また、平成 29 年度はスマートフォン対応 Web サイト『つるばん』での提供も行った。

3. つるつる予報発表結果と検証

3.1. つるつる予報発表結果

平成 28 年度および平成 29 年度について、つるつる予報の発表結果を図 4 に整理した。非常に滑りやすい「つるつる路面」を示すレベル 3 の日数は、平成 28 年度は 24 日 (22%)、平成 29 年度は 17 日 (16%) であった。

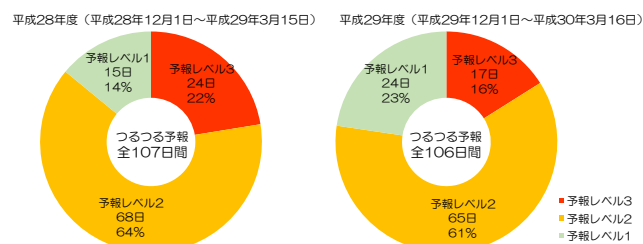


図 4 つるつる予報の発表結果

3.2. つるつる予報の検証結果

(1) 実況レベルとの比較による検証

つるつる予報の発表期間中、翌朝7時～10時の札幌市内の代表3地点の路面状態から実況レベル(1～3)を取得し、予報レベルと比較することで精度検証を行った。最近3冬季の検証結果を図5に示す。平成29年度の実況レベル取得日数は89日であった。

平成29年度は、予報レベルと実況レベルが一致した“適中”が57日(64.0%)、実況レベルが予報レベルを上回った“見逃し”が11日(12.4%)、実況レベルが予報レベルを下回った“空振り”が21日(23.6%)であり、平成28年度の適中率(64.2%)と同程度の精度であった。

また、予報・実況レベルのいずれか、または両方がレベル3であった日に限定した精度は、“適中”が8日(44.4%)、“見逃し”が4日(22.2%)、“空振り”が6日(33.3%)であり、平成28年度の“適中”6日(28.6%)より向上している。これは、レベル3の空振り日数が平成28年度の12日(57.1%)から半減したためである。一方で、“空振り”のうち、レベル3の予報に対し実況がレベル1であった“大空振り”の日数は平成28年度が0日であったのに対し、平成29年度は2日であった。これらの日の気象状況や予測判断をまとめた詳細な検証は3.3.事例検証に示す。

平成27年度		実況(翌朝7時～10時)				計	見逃し	9回	10.5%			
		レベル1	レベル2	レベル3								
つるつる予報 (タ方発表)	レベル1	20	4	0	24	全レベル	適中	46回	53.5%			
	レベル2	23	22	5	50		空振り	31回	36.0%			
	レベル3	3	5	4	12		レベル3※	見逃し	5回	29.4%		
計					46	31		9	86	適中	4回	23.5%
										空振り	8回	47.1%

(回)

平成28年度		実況(翌朝7時～10時)				計	見逃し	9回	11.1%			
		レベル1	レベル2	レベル3								
つるつる予報 (タ方発表)	レベル1	7	6	0	13	全レベル	適中	52回	64.2%			
	レベル2	8	39	3	50		空振り	20回	24.7%			
	レベル3	0	12	6	18		レベル3※	見逃し	3回	14.3%		
計					15	57		9	81	適中	6回	28.6%
										空振り	12回	57.1%

(回)

平成29年度		実況(翌朝7時～10時)				計	見逃し	11回	12.4%			
		レベル1	レベル2	レベル3								
つるつる予報 (タ方発表)	レベル1	11	7	0	18	全レベル	適中	57回	64.0%			
	レベル2	15	38	4	57		空振り	21回	23.6%			
	レベル3	2	4	8	14		レベル3※	見逃し	4回	22.2%		
計					28	49		12	89	適中	8回	44.4%
										空振り	6回	33.3%

(回) ※予報・実況のいずれか、または両方でレベル3だった日

図5 つるつる予報の滑りやすさ検証結果

左：各レベルの回数，右：適中率 (平成27～29年度)

(2) 救急搬送者数による検証

昨冬期(平成29年度)の転倒による救急搬送者数を用いて検証を行った。図7に転倒による救急搬送者数の時刻毎の平均値の、年間(11月～3月)の総数に占める割合を示す。搬送者数が最大となるのは8時～9時頃の通勤・通学

時間帯であることから、つるつる予報の対象時間帯(7時～10時)は適切であると考えられる。なお、この傾向は二階堂ら(2017)が示した一昨冬期以前(平成22年度～平成28年度)の傾向と同様である。

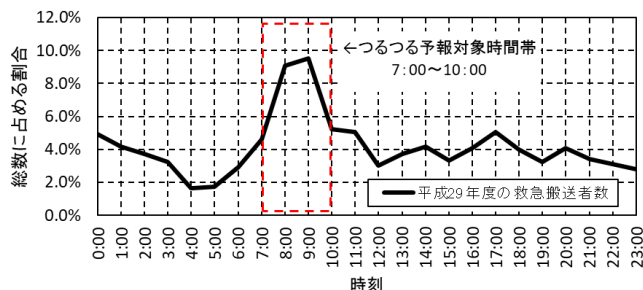


図6 転倒による救急搬送者数(時間毎) (平成29年度)

次に、最近3冬期(平成27～29年度)について、つるつる予報レベル毎の1日の救急搬送者数を表1に整理した。平成29年度は、平成27、28年度と同様に予報レベルが高まるほど搬送者の平均人数が増加しており、予報に近い滑りやすい路面であったことが示唆される。一方、各レベルのうち最も搬送者数が多かった日はその限りではなく、レベル1での搬送者数の最大は43人であるのに対し、レベル3の場合は34人であった。レベル1の搬送者数最大日は、歩行者が雪道に慣れきっていない初冬期に発生しており、路面状況以外の要因も考えられる。また、レベル2の搬送者数最大日である平成30年3月9日の路面状況は、凍結路面の上に降雨による水膜が張った非常に滑りやすい路面(レベル3に相当)であり、予報は“見逃し”であった。この日の気象状況や予測判断をまとめた詳細な検証は3.3.事例検証に示す。

平成29年度は、平均人数では滑りやすい路面と予報した時ほど転倒者が多くなる傾向がみられたが、最大人数は必ずしも一致しなかった。予測精度の更なる向上が求められる。

表1 転倒による1日の救急搬送者数 (つるつる予報レベル毎) (平成27～29年度)

年度	1日の搬送者数(人)	前日に発表されたつるつる予報レベル		
		レベル1	レベル2	レベル3
平成27年度	平均人数	8	10	13
	最大人数	39 H27/12/26(土)	50 H27/12/27(日)	39 H27/12/29(火)
平成28年度	平均人数	9	9	18
	最大人数	23 H29/2/17(金)	39 H29/1/7(土)	53 H28/12/28(水)
平成29年度	平均人数	9	10	16
	最大人数	43 H29/12/6(水)	56 H30/3/9(金)	34 H30/2/26(月)

※表内の日付は発表レベル毎の搬送者数が最大となった日を示す。対応するつるつる予報はその前日に発表されている。

(3) アンケートによる検証

協議会の Web サイト上で、利用者向けにつるつる予報についてのアンケートを実施した。実施期間は平成 29 年 12 月 21 日～平成 30 年 5 月 15 日とした。なお、平成 28 年度はアンケートサイトへのアクセス数が 100 回、有効回答数が 7 件と非常に少ないことが課題であった。これは、つるつる予報の提供期間が終了した後にアンケートサイトを公開したためであったと考え、平成 29 年度は公開時期を早めて実施した。その結果、アンケートサイトへのアクセス数は 523 回、有効回答数は 52 件となり、改善が見られた。なお、Web サイトトップページのビュー数から取得したユニークユーザー数は、5321 ユーザーであった。

アンケート項目は、つるつる予報の精度のほか、利用状況などについての計 10 項目である。アンケート項目の一覧を表 2 に、集計結果の抜粋を図 7 に示す。Q1 の回答結果によると、平成 29 年度に新たにつるつる予報を知った利用者が 70%以上 (37 件) であり、市民への認知度の向上が伺える。Q3 の回答結果によると、70%以上 (37 件) の利用者が予報の発表内容に対して何らかの備えをしている。Q4 の回答結果によると、予報内容は「よく合っていた」「だいたい合っていた」がおおよそ 90% (56 件) であり、一定の精度を保っているものと考えられる。また、Q7 の回答結果によると、回答者の中ではあるものの「とても賛同できる」「どちらかといえば賛同できる」と好意的な意見が 100% を占めている。

3.3. 事例検証

平成 29 年度で予報が“大空振り”となった 2 事例、および救急搬送者数が平成 29 年度で最大となった 1 事例の計 3 事例について、今後の予測に活かすため、気象状況や予測判断を整理した。

(1) 平成 29 年 12 月 22 日の事例

平成 29 年 12 月 22 日は、前日のつるつる予報はレベル 3 で発表していたが、実際の路面状況はシャーベットまたは湿潤路面で滑りにくいレベル 1 相当であった，“大空振り”となった事例である。図 8 に、札幌アメダスにおける前日からの気象の経過および転倒による救急搬送者数を、図 9 に当時の路面状況の写真を示す。12 月 21 日 17 時頃の段階では、日中の気温が 0 度前後で経過し、17 時までに 1cm の降雪があったことにより、市内の路面はシャーベット状であった。夜間に気温が低下し、シャーベット状の路面が凍結することで、ブラックアイスバーンを含むつるつる路面が発生すると予測し、レベル 3 で発表を行った。しかし、実際の気象状況は、夜間の気温がプラスで経過したため路面の凍結には至らず、朝もシャーベット状のあまり滑らな

い路面 (レベル 1 相当) となった。本事例の大空振りは、気温が予測よりも高く経過したことによるものであった。

表 2 つるつる予報に関するアンケート項目 (実施期間：平成 29 年 12 月 21 日～平成 30 年 5 月 15 日)

No.	内容	回答方式
Q1	あなたは、つるつる予報を何から見聞きして知りましたか。	選択式
Q2	つるつる予報をどんなときに利用しましたか。	選択式
Q3	つるつる予報を見て (聞いて)、その後の行動 (外出予定など) を変えましたか。	選択式
Q4	つるつる予報は実際の路面状況と合っていましたか。	選択式
Q5	Q3 の回答の理由について具体例などをお聞かせください。	自由記述式
Q6	大きな交差点にある砂箱には、砂 (滑り止め材) があり、どなたでも自由に使うことができます。あなたは、滑りやすい路面に砂まきをしていますか。	選択式
Q7	つるつる予報の取り組みについてどのようにお考えですか。	選択式
Q8	つるつる予報に対してのご意見・ご要望	自由記述式
Q9	お住まいの場所	選択式
Q10	お勤め先の場所	選択式

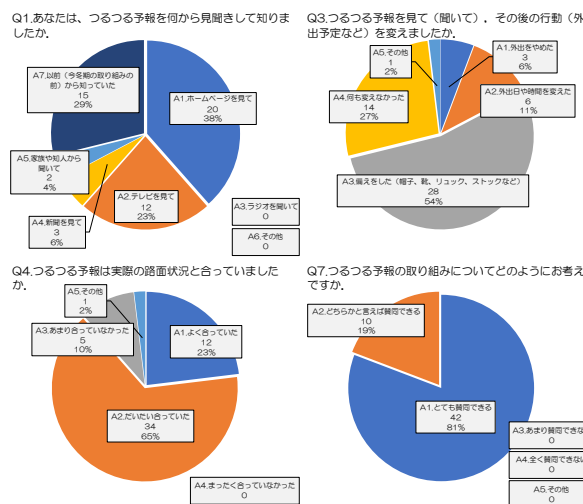


図 7 平成 29 年度 アンケート結果抜粋

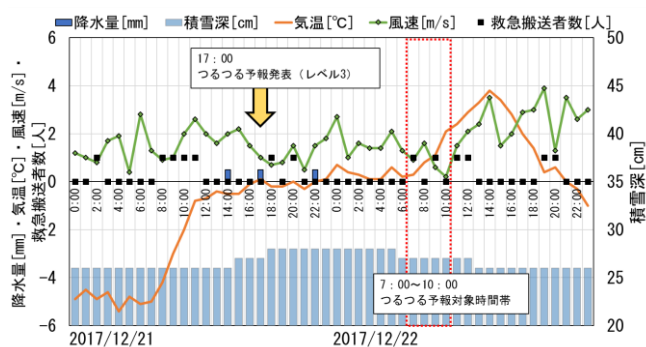


図 8 札幌アメダスにおける気象の経過および転倒による救急搬送者数 (平成 29 年 12 月 21 日～22 日)



図 9 平成 29 年 12 月 12 日の路面状況 (北 12 条駅付近)

(2) 平成 30 年 1 月 12 日の事例

平成 30 年 1 月 12 日は、前日のつるつる予報はレベル 3 で発表していたが、実際の路面状況は夜間の降雪により滑りにくいレベル 1 相当であった，“大空振り”となった事例である。図 10 に、札幌アメダスにおける前日からの気象の経過および転倒による救急搬送者数を、図 11 に当時の路面状況の写真を示す。1 月 11 日 17 時頃の段階では、翌朝まで気温は-8 度前後で経過し、降雪はほとんどないと予測していた。10 日の路面状態は非常に滑りやすいつるつる路面であり、翌朝まで同じ状態が継続するとしてレベル 3 で発表を行った。しかし、実際の気象状況は、気温は予測通りに 0 度以下で経過したものの、未明から明け方にかけて 3cm の降雪があり、翌朝の路面は新雪に覆われたあまり滑らない路面 (レベル 1 相当) となった。本事例の大空振りは、降雪を見逃したことによるものであった。

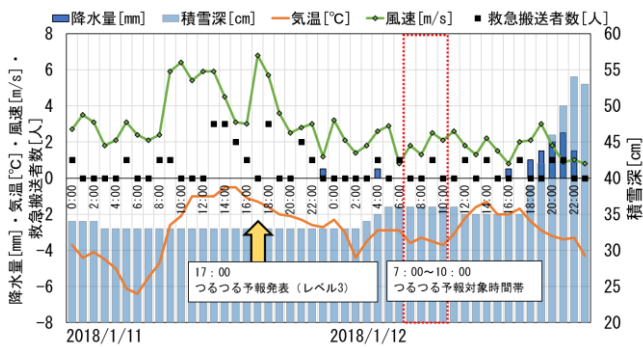


図 10 札幌アメダスにおける気象の経過および転倒による救急搬送者数 (平成 30 年 1 月 11 日～12 日)



図 11 平成 30 年 1 月 12 日の路面状況 (北 12 条駅付近)

(3) 平成 30 年 3 月 9 日の事例

平成 30 年 3 月 9 日は、平成 29 年度で最も救急搬送者数が多い 56 人となった日である。前日のつるつる予報はレベル 2 で発表していたが、凍結路面の上に降雨が水膜を作ったつるつる路面が発生し、当日の路面状況はレベル 3 相当であった。図 12 に、札幌アメダスにおける前日からの気

象の経過を、図 13 に当時の路面状況の写真を示す。3 月 8 日 17 時の段階で、翌日にかけて気温は 3 度以上で経過し、最大で 10 度に達する可能性もある予想であった。また、9 日午前中にかけて最大で 40mm の降雨が予想されていた。歩道では雪や氷の表面が融けて一部でつるつる路面、その他の範囲でシャーベット状になるとしてレベル 2 で発表を行った。実際の気象状況は、気温は 3 度以上で経過し最大で 6.4 度となったものの、明け方から気温が下がり始めたため、歩道に形成されていた氷板が融け切らなかった。朝 7 時までの総降水量は 18mm であり、氷板の上に水膜が張ったつるつる路面が広い範囲で形成された。さらに、日中も降水が続き、歩行者の多くが傘をさしていたことも転倒での怪我が発生しやすい状況に影響したと考えられる。

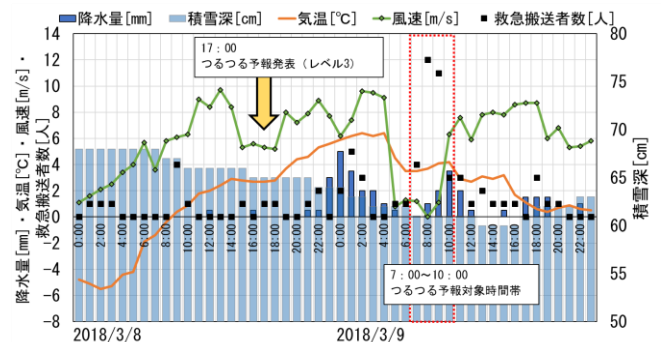


図 12 札幌アメダスにおける気象の経過および転倒による救急搬送者数 (平成 30 年 3 月 8 日～9 日)



図 13 平成 30 年 3 月 9 日の路面状況 (北 12 条駅付近)

今後のつるつる予報の精度向上に生かすため、救急搬送者数の日別データが得られた過去 11 冬期において、札幌アメダスで平成 30 年 3 月 9 日と類似の気象条件であった (前日夕方から朝までに降雨があった) 日を探した。ここで、類似の気象条件として以下の条件を設定した。

- ・前日夕方から朝までの最低気温が-1 度以上
 - ・前日夕方から朝までの降水量が 5mm 以上
 - ・前日夕方から朝までの降雪量 (積雪深差から算出) が 0cm
- なお、つるつる予報の発表時刻と対象時刻を考慮し、「前日夕方から朝まで」は前日 18 時～7 時のこととした。

過去の類似事例は表 3 に示す 15 事例 (平成 30 年 3 月 9 日を含む) であった。表内の「日中」は、8 時～17 時を示す。このうち、救急搬送者数が 10 人を超過していたのは、平成 30 年 3 月 9 日以外には、平成 21 年 1 月 23 日および平成 26 年 12 月 17 日の 2 事例であった。

表 3 平成 30 年 3 月 9 日と類似の気象条件であった日 (平成 19 年度～平成 29 年度の冬期 (12 月～3 月))

年月日	降水量 [mm]		気温 [°C]				前日夕方から朝までの降雪量 [cm]	日平均風速 [m/s]	救急搬送者数 [人]
	日中の降水量 [mm]	前日夕方から朝までの降水量 [mm]	日中の最低気温 [°C]	日中の最高気温 [°C]	前日夕方からの最低気温 [°C]	前日夕方からの最高気温 [°C]			
H20.3.15	1.5	8	2.7	5.4	3.8	5.3	0	4.0	0
H20.3.28	1	5.5	1.5	4.2	0.9	5.7	0	2.4	0
H20.12.19	0	5	-0.8	1.7	-0.9	3.5	0	4.0	0
H21.1.1	0	6	2.3	4.6	1.9	2.9	0	4.1	1
H21.1.23	13	5	3.8	6.6	2.5	3.9	0	9.2	18
H21.3.14	2	6	1.4	9.4	3.1	7.8	0	7.7	0
H21.3.31	0	6	2.2	5.3	-0.2	1.9	0	2.6	0
H21.12.6	0	34	2.3	8.7	3	7.4	0	5.1	0
H22.12.4	1	10	5.1	6.9	7.9	11.4	0	4.4	1
H25.12.11	0	13.5	2.7	5.4	2.1	8.3	0	5.7	0
H26.12.17	0	26.5	-2.5	-0.5	-0.6	2.5	0	3.8	16
H27.3.10	44.5	29.5	0.9	6.5	5	7.2	0	4.9	6
H27.12.22	0	7.5	-0.7	2	1.4	3	0	4.6	6
H30.1.2	2.5	5.5	0.5	4.1	0.9	2.7	0	2.1	4
H30.3.9	11	18	1.1	4.2	2.8	6.4	0	6.0	56

※日中：8時～17時 前日夕方から朝まで：前日18時～7時
※赤枠は転倒による救急搬送者数が10人以上であった日

平成 21 年 1 月 23 日の気象の経過を図 14 に示す。20 日に 30cm の降雪があったのち、22 日朝までほとんどの時間で 0 度以下で経過しており、厚い氷板が形成されていたと考えられる。22 日昼過ぎから気温が上昇し、23 日は明け方から降雨があった。平成 30 年 3 月 9 日と近い路面状態であったと考えられる。

平成 26 年 12 月 17 日の気象の経過を図 15 に示す。17 日 7 時頃に気温が 0 度を下回っていることから、夜間の降雨が凍結したことで滑りやすい路面が形成されたものと考えられ、平成 30 年 3 月 9 日とは異なる状況であった。

平成 30 年 3 月 9 日は過去 11 年間で見ても稀な事例であったことがわかった。このようなパターンも予測検討手法に取り入れ、更なる予測精度向上に取り組む。

4. まとめと課題

つるつる予報は平成 18 年度の提供開始から 12 年、平成 27 年の報道機関を通じた情報提供の開始から 3 年が経過する。アンケートの結果からも、市民の認知度も向上していることがわかった。また、改良や検証に取り組むことでつるつる予報の精度も向上してきている。一方、雪道の自己転倒に伴う救急搬送者数は未だに多く、依然として冬の安心・安全な生活のための課題は多い。以下に今後の課題を整理する。

(1) 利用者意見の収集

平成 29 年度のアンケート有効回答数は 52 件であり、平成 28 年度の 7 件から大きく向上した。しかし、Web ページのビュー数から取得したユニークユーザー数は 5321 ユーザーであり、アンケートの回答率は 1% に満たない。今後も、アンケート項目の内容や数、アンケートサイトへの誘導方法を検討し、さらなる意見収集に取り組む。

(2) 精度向上

アンケート回答結果によると、回答者の 7 割以上がつるつる予報の発表内容に合わせて何らかの備えをしており、

多くの方に有効に利用いただいていると考える。一方、予測の精度のうちレベル 3 に関する適中率は、平成 28 年度より向上しているものの、5 割に満たない。より有効に利用いただくためには、さらなる精度向上が必要となる。路面状況がレベル 3 相当となった日について前後の気象をさらに解析し、予測手法のより具体的な改良を目指す。

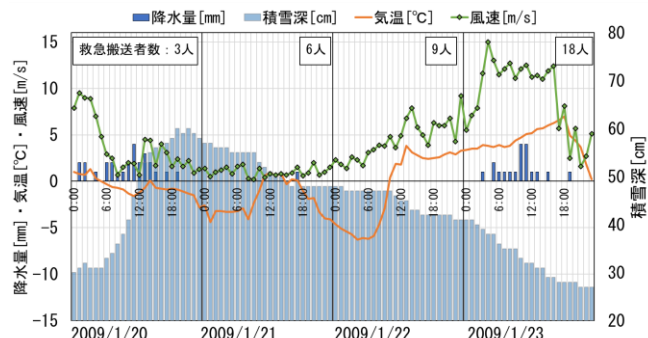


図 14 札幌アメダスにおける気象の経過および転倒による救急搬送者数 (平成 21 年 1 月 20 日～23 日)

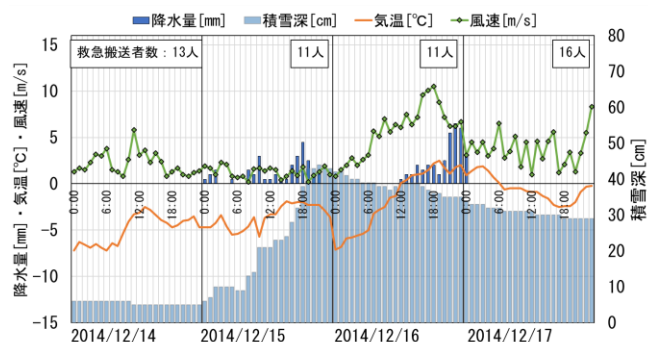


図 15 札幌アメダスにおける気象の経過および転倒による救急搬送者数 (平成 26 年 12 月 14 日～17 日)

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感謝申し上げます。

また、朝のお忙しい時間帯にもかかわらず路面情報をお寄せくださったつるつる路面特派員の方々、アンケートに貴重なご意見をご回答いただいた皆様、ご協力いただいた関係の方々にも深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 川村文芳, 金田安弘, 2008 : 札幌市中心部の歩道の路面状況と冬期歩行者転倒事故 (平成 19 年度冬期) . 北海道の雪氷, No.27
- 2) 二階堂ひさえ, 川村文芳, 金田安弘, 永田泰浩, 金村直俊, 渡邊祥史, 星野洋, 2017 : つるつる予報情報提供の取り組み～雪道の転倒事故防止に向けて～. 寒地技術論文・報告集, No.33