

第5回 雪センターTCワーキング レポート 2010

日時：平成 22 年 10 月 15 日(金) 13：00～17：00
場所：スター貸会議室(井門小伝馬町ビル 2F)



< 目 次 >

I. 開催要領	1
1. TCワーキング次第	1
2. 会場	2
3. 出席者	3
4. 会場風景	4
II. 議事	6
1. 発表者資料 平成 21 年度 TC 研究助成成果報告書(パワーポイント)	6
(1) 新潟県内における雪室実態調査と雪室技術の高度化に関する研究	6
(2) 河川水熱を利用した橋梁凍結防止舗装(潜り通水舗装)に関する基礎研究	9
(3) 新しい着雪・冠雪除去技術の開発	12
(4) 地吹雪時の道路管理に関わる気象予測の基礎研究	15
2. 発表者資料 TCワーキング発表者(パワーポイント)	17
(1) 2010 年 1 月 17 日 北海道石狩中部で発生した局地的大雪と交通行動	17
(2) 簡易型降雪粒子形状測定装置開発の試み	19
(3) 消雪パイプの節水技術の現状と地下水保全のあり方	22
(4) 冬期歩行者転倒事故の問題点と課題	25
(5) 塩化ナトリウム湿潤路面の凍結モデルの開発	28
(6) パスکیل安定度を用いた夜間の路面温度分布の推定手法	31
(7) 雪中発破による積雪中の圧力伝播	33
(8) 雪崩柵の列間斜距離の考え方	35
(9) ネットワークカメラを用いた雪崩発生状況観測と雪崩対策への応用	40
III. 意見交換(要旨)	43

I. 開催要領

1. TCワーキング次第

第5回 雪センターTCワーキング次第

平成22年10月15日（金）

1. 挨拶 丸山 暉彦 雪センター技術研究委員会委員長 13:00～13:05（5分）

2. 平成21年度TC研究助成成果報告 13:05～13:50（45分）

- 1) 『新潟県内における雪室実態調査と雪室技術の高度化に関する研究』
新潟大学 災害復興センター 教授 いずみ かおる 和泉 薫
- 2) 『河川水熱を利用した橋梁凍結防止舗装(潜り通水舗装)に関する基礎研究』
福井大学 大学院 工学研究科 教授 ふくはら てるゆき 福原 輝幸
- 3) 『新しい着雪・冠雪除去技術の開発』
長岡技術科学大学 機械系 准教授 かみむら せいじ 上村 靖司
- 4) 『地吹雪時の道路管理に関わる気象予測の基礎研究』
(株)応用気象エンジニアリング 代表取締役 たかた よしはる 高田 吉治

～～休憩～～ 13:50～14:00（10分）

3. TCワーキング 14:00～16:45（165分）

発表者	タイトル	話題提供	意見交換	計
1. 丹治 和博	『2010年1月17日北海道石狩中部で発生した局地的大雪と交通行動』	14:00～		
2. 高田 英治	『簡易型降雪粒子形状測定装置開発の試み』	8分×3 =24分	21分	45分
3. 坂東 和郎	『消雪パイプの節水技術の現状と地下水保全のあり方』			
(休憩)		—	—	5分
4. 金田 安弘	『冬期歩行者転倒事故の問題点と課題』	14:50～		
5. 藤本 明宏	『塩化ナトリウム湿潤路面の凍結モデルの開発』	8分×3 =24分	21分	45分
6. 高橋 尚人	『パスکیل安定度を用いた夜間の路面温度分布の推定手法』			
(休憩)		—	—	5分
7. 町田 敬	『雪中発破による積雪中の圧力伝播』	15:40～		
8. 大槻 政哉	『雪崩柵の列間斜距離の考え方』	8分×3 =24分	21分	45分
9. 上石 勲	『ネットワークカメラを用いた雪崩発生状況観測と雪崩対策への応用』			
今日のテーマ、全体を通して		16:25～ —	20分	20分
計		72分	79分	165分

4. 閉会 桐越 信 (社) 雪センター理事長職務代行 16:45～16:50（5分）

2. 会場

会場案内図



TCワーキング会場

(13:00~16:50)

スター貸会議室

中央区日本橋小伝馬町 4-1 井門小伝馬町ビル 2F

日比谷線「小伝馬町駅」2分
JR線「新日本橋駅」5分
銀座線「三越前駅」5分
都営新宿線「馬喰横山町駅」5分

懇親会会場

(17:30~)

(社)雪センター

中央区日本橋堀留町 1-3-17

日本橋三洋ビル 8階 TEL : 03-6740-2941



3. 出席者

平成22年度 第5回TCワーキング 出欠表

No.	技術 委員	氏名	所属		役職	ワーキング
1	○	石本 敬志	一般財団法人 日本気象協会	北海道支社	参与	○
2	○	真下 英人	独立行政法人 土木研究所	つくば中央研究所 道路技術研究グループ	グループ長	○
3	○	苔米地 司	北海道工業大学	空間創造学部 建築学科	教授	
4	○	原 文宏	社団法人 北海道開発技術センター		理事	○
5	○	丸井 英明	新潟大学	災害復興科学センター	教授	
6	○	丸山 暉彦	長岡技術科学大学	環境・建設系	教授	○
7	○	村國 誠	日本雪工学会	道路研究委員会	委員長	○
8	○	元田 良孝	岩手県立大学	総合政策学部	教授	
9	○	下村 忠一	元 株式会社 アルゴス		副社長	○
10	○	浅野 基樹	独立行政法人 土木研究所	寒地土木研究所 寒地道路研究グループ	グループ長	○
11		安彦 宏人	山形大学	理学部	非常勤講師	
12		池野 正志	株式会社 興和	水工部	取締役部長	
13		和泉 薫	新潟大学	災害復興科学センター	教授	○
14		伊藤 颯	国立秋田高専		名誉教授	○
15		梅宮 弘道	山形大学		名誉教授	
16		大槻 政哉	株式会社 雪研スノーイーターズ	技術部	部長	○
17		上石 勲	独立行政法人 防災科学技術研究所	雪氷防災研究センター	主任研究員	○
18		上村 靖司	長岡技術科学大学	機械系	准教授	○
19		小林 俊一	新潟大学		名誉教授	
20		媚山 政良	室蘭工業大学		教授	
21		酒井 與喜夫	株式会社 イートラスト		特別顧問	
22		佐藤 篤司	独立行政法人 防災科学技術研究所	雪氷防災研究センター	研究参事	○
23		佐藤 清一	弘前大学	医療技術短期大学部	名誉教授	○
24		佐藤 威	独立行政法人 防災科学技術研究所	雪氷防災研究センター 新庄支所	支所長	
25		高田 吉治	株式会社 応用気象エンジニアリング		代表取締役社長	○
26		高山 純一	金沢大学		教授	○
27		竹内 政夫	NPO法人 雪氷ネットワーク		理事	○
28		対馬 勝年	富山大学		客員教授	○
29		西村 浩一	名古屋大学	大学院 環境学研究科	教授	
30		沼野 夏生	東北工業大学	工学部 建築学科	教授	○
31		花岡 正明	国土交通省 東北地方整備局 新庄河川事務所		所長	○
32		福原 輝幸	福井大学		教授	○
33		町田 誠	町田建設株式会社		代表取締役	○
34		松澤 勝	独立行政法人 土木研究所	寒地土木研究所 寒地道路研究グループ 雪氷チーム	上席研究員	○
35		横山 孝男	山形大学	大学院理工学研究科	教授	○
36		若林 隆三	アルプス雪崩研究所		所長	○
37		松田 宏	国際航業株式会社	砂防部 空間情報推進グループ	グループ長	
38		小川 紀一郎	アジア航測株式会社	社会基盤システム開発センター	センター長	
39		早川 典生	NPO法人 水環境技術研究会		理事長	○
40		新開 龍三郎	株式会社 アルゴス		雪氷技術一課長	○
41		川田 邦夫	富山大学		名誉教授	
42		長野 克則	北海道大学		教授	
43		井良沢 道也	岩手大学	農学部 共生環境課程	准教授	
44		高野 伸栄	北海道大学		准教授	○
45		浜岡 秀勝	秋田大学	土木環境工学科	准教授	
46		中辻 隆	北海道大学	工学研究科	教授	
47		貴堂 靖昭	富山大学	工学部 知能情報工学科	教育研究支援スタッフ	○
48		高田 英治	富山高等専門学校	専攻科	准教授	○
49		藤巻 英俊	大原技術株式会社	設計部	副部長	
50		佐藤 吉一	開発技建株式会社	企画調査部	部長	○
51		陸 旻皎	長岡技術科学大学	環境・建設系	教授	
52		高橋 尚人	独立行政法人 土木研究所	寒地土木研究所 寒地道路研究グループ 寒地交通チーム	総括主任研究員	○
53		坂東 和郎	株式会社 興和	水工部	課長	○
54		池本 敏和	金沢大学	理工研究域環境デザイン学系	講師	
55		野呂 智之	独立行政法人 土木研究所	土砂管理研究グループ 雪崩・地すべり研究センター	特命上席研究員	
56		高松 衛	富山大学	大学院理工学研究部	講師	○
57		藤本 明宏	福井大学	大学院工学研究科	研究機関研究員	○
58	○	小松崎 通雄	社団法人 新潟県融雪技術協会		会長	○
59		町田 敬	長岡技術科学大学	エネルギー・環境工学専攻	博士後期課程3年	○
60		金田 安弘	社団法人 北海道開発技術センター		調査研究部長	○
61		丹治 和博	一般財団法人 日本気象協会	北海道支社	担当部長	○
雪センターTC出席者数						39
技術研究委員(TC以外)出席者数						1

4. 会場風景





Ⅱ. 議事

1. 発表者資料 平成 21 年度 TC 研究助成成果報告書(パワーポイント)

報告書は雪センターホームページの平成 21 年度 TC 研究助成成果報告書に掲載

http://www.yukicenter.or.jp/technology/tc/tc_report2009.pdf

(1) 新潟県内における雪室実態調査と雪室技術の高度化に関する研究

新潟大学 災害復興センター 教授 和泉 薫

平成21年度TCワーキング研究成果報告
平成22年10月15日

新潟県内における雪室実態調査と 雪室技術の高度化に関する研究

新潟大学災害復興科学センター 和泉 薫
長岡科学技術大学名誉教授 早川典生
町田建設株式会社社長 町田 誠

1. 新潟県内における雪室実態調査

雪室の時代的変遷

雪室・・夏季に冷熱源として利用する雪を貯蔵する施設

伝統的雪室

雪山を藁などで覆った施設
貯蔵雪を食物冷蔵等に使用
(冷蔵庫としても使用)



十日町市・昭和初期の雪室

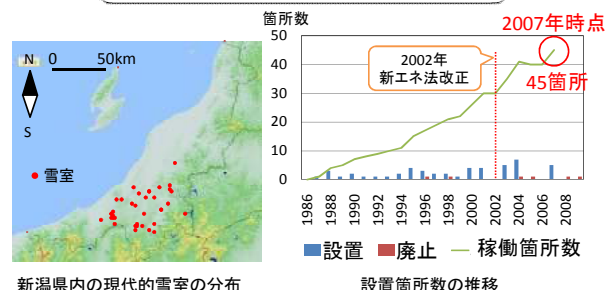
現代の雪室

冷蔵庫仕様で断熱性に優れる
冷水・冷風を循環させ食物など
の冷蔵や冷房に使用



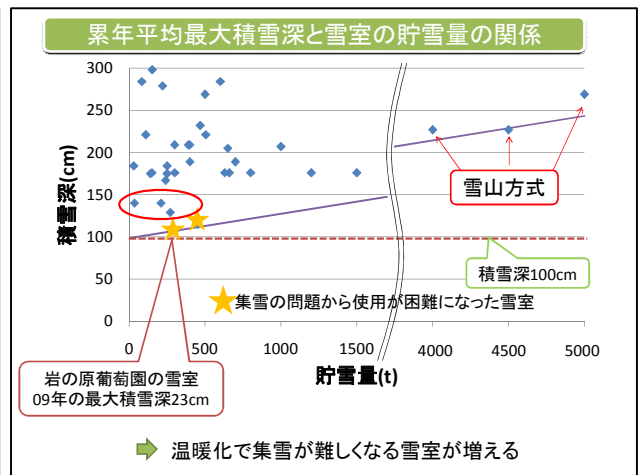
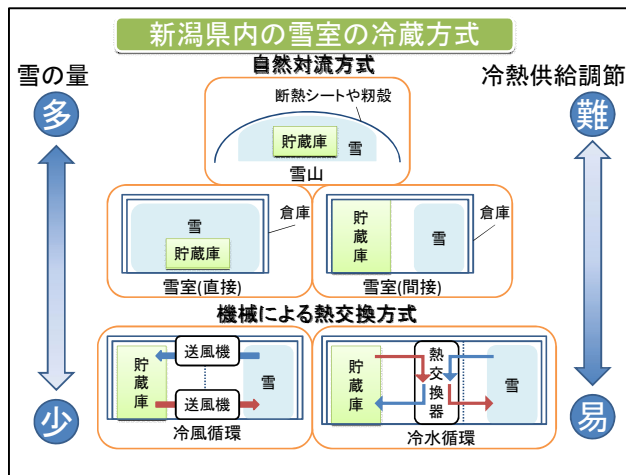
十日町市・仙田体験交流館の雪室

新潟県内雪室45箇所の現地調査 (2007年現在の新潟県のリスト:49箇所)



・上中越地方の平均最大積雪
深が1m以上の地域に分布

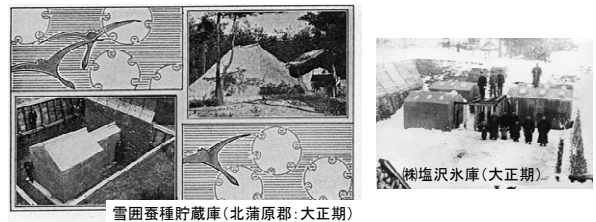
・2002年の新エネ法改正
をきっかけに設置急増



2. 伝統的的雪室(雪穴)を使った雪貯蔵実験

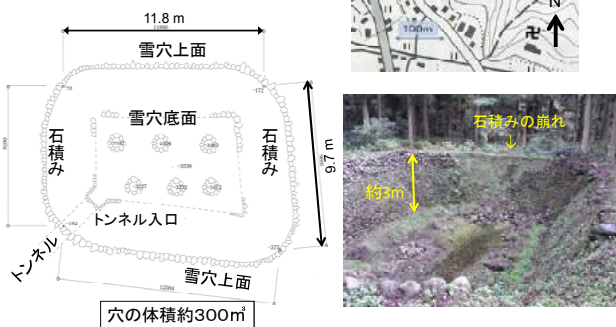
・明治・大正時代に養蚕が盛んだった新潟県南魚沼地方
蚕種(夏・秋蚕)冷蔵用など大規模な雪室が各地に造営

大きな雪穴の中に冷蔵室、雪穴の上まで雪を積み、
藁などで屋根掛。冷蔵室に横の多重扉から出入り



・蚕種貯蔵用の大きな雪室のうち、石積みなどがほぼ
当時のまま残るのが、**南魚沼市麓地区の雪室(雪穴)**
→ 文化遺産である**伝統的雪室を地域の宝として活用**

南魚沼市麓地区の雪室(雪穴)での雪貯蔵実験



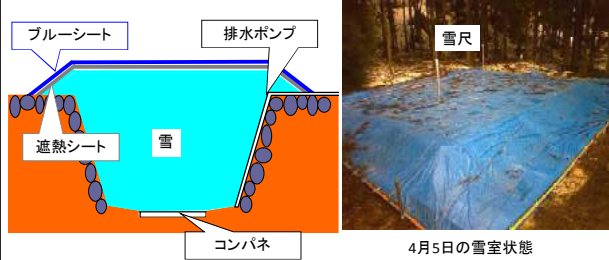
・中越地震 → 雪穴石積み壁の崩落、
滲出地下水が底部に湛水

・石積みの補修(TC研究助成)
排水用水中ポンプの設置



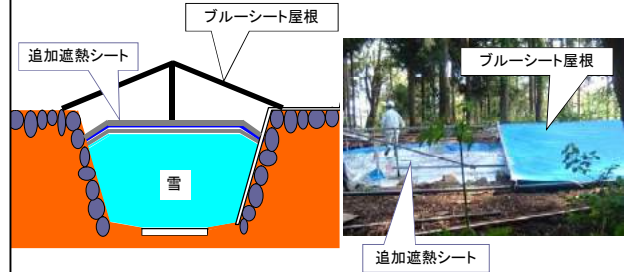
貯雪・断熱方法

- ・2010年3月9日 重機で雪入れ 貯雪量:420m³(250トン)
- ・建築用遮熱シート(8mm厚)+ブルーシート(TC研究助成)で雪面被覆



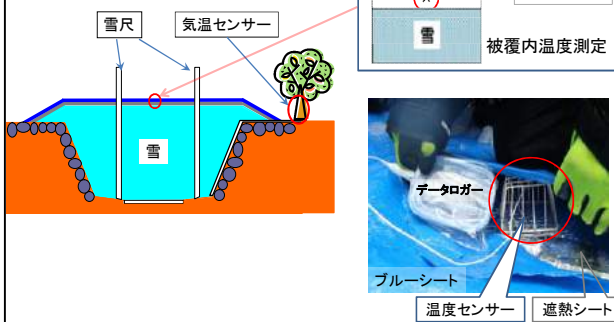
4月5日の雪室状態

- ・融雪の進行抑制と梅雨対策(5月21日)
遮熱シート1枚追加、ブルーシート屋根掛け

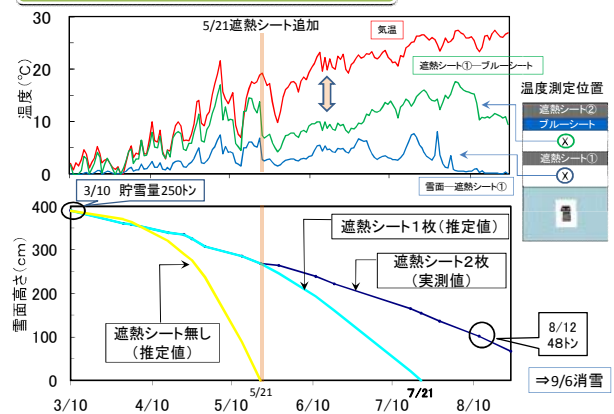


融雪量・温度の計測方法

- ・気温と被覆内温度の測定
- ・雪面高さ(密度)の測定



雪面高さ・気温・シート内温度・貯雪量の推移



地域での雪室貯蔵雪の活用

- 8月12日 長森まつり(飲み物冷却, 雪塊クーラー)
- 8月26日 八海醸造(納涼祭(雪の遊び場, 飲み物冷却))



まとめ

- ・新潟県内の現代的雪室は1980年代後半から設置され、2002年の新エネ法改正以降は、冷蔵庫仕様の建物内で冷水・冷風を循環し熱交換(冷蔵・冷房)する方式が多い(通年貯蔵も可能)
- ・現代的雪室は、断熱など構造的な問題は少なくなったが、温暖化による貯雪量不足で冷蔵に支障をきたす雪室が出はじめた。平均最大積雪深が100cm以上ないと雪室の運用は難しい
- ・地域の文化遺産である伝統的雪室を活用する試みとして、蚕種貯蔵に使われた麓地区の大規模な雪室跡で貯雪実験
- ・3月9日に雪入れした貯雪量250トンは、8月12日に約1/5の48トンに減少したが、夏のイベント用には十分使うことができた。簡単なシート被覆でも猛暑の夏を超えて9月まで雪貯蔵が可能
- ・蚕種貯蔵と同様に、雪穴内に貯蔵庫を設置すれば、農産物や酒類を真夏まで出し入れ自由に低温貯蔵することができる

(2) 河川水熱を利用した橋梁凍結防止舗装(潜り通水舗装)に関する基礎研究

福井大学大学院 工学研究所 教授 福原 輝幸

NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION
UNIVERSITY OF FUKUI

**河川水熱を利用した橋梁凍結防止舗装
(潜り通水舗装)に関する基礎研究**

平成22年10月15日(金)
第5回雪センターTCワーキング
福井大学大学院工学研究科
教授 福原 輝幸

河川水熱を利用した橋梁凍結防止舗装(潜り通水舗装)に関する基礎研究

◆ 潜り通水融雪のコンセプト

1. 融雪能力・コストの点で、散水消雪と無散水融雪の中間に位置する技術
2. 河川水のような低温度の熱源でも融雪できる通水・伝熱能力
3. 道路上に水を流さない
(システム停止後や末端での凍結の危険性がない)

第5回雪センターTCワーキング

河川水熱を利用した橋梁凍結防止舗装(潜り通水舗装)に関する基礎研究

◆ 排水性舗装における凍結対策

	効果	経済性
散水消雪	?	◎ (3万円/m ²)
潜り通水融雪	○	○
無散水融雪	◎	△ (10万円/m ²)

第5回雪センターTCワーキング

河川水熱を利用した橋梁凍結防止舗装(潜り通水舗装)に関する基礎研究

◆ 無散水舗装の断面構造

従来型 (鋼管パイプ) 透水ー不透水層間 通水型 (潜り通水舗装) コンクリート 通水孔型

第5回雪センターTCワーキング

河川水熱を利用した橋梁凍結防止舗装(潜り通水舗装)に関する基礎研究

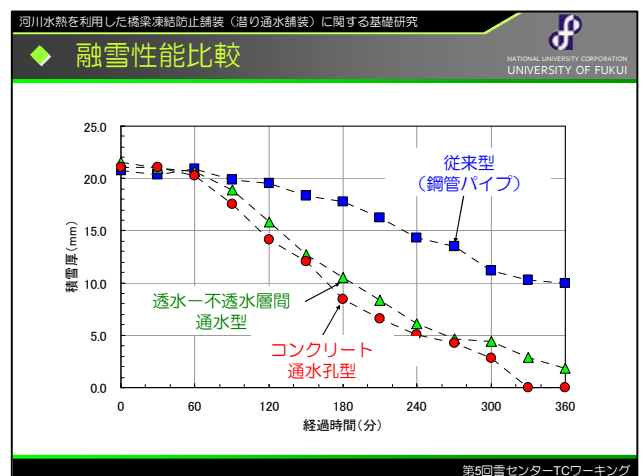
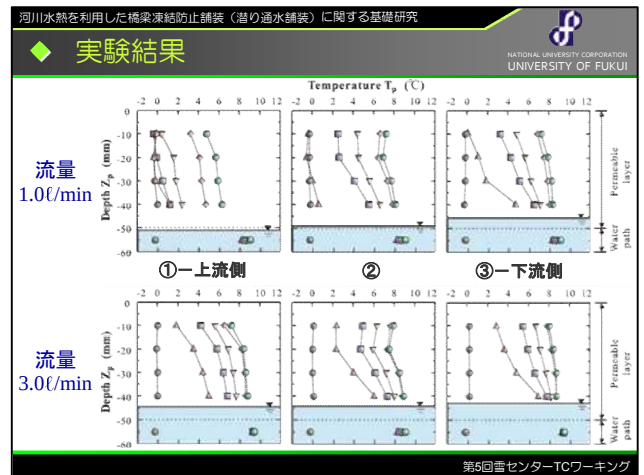
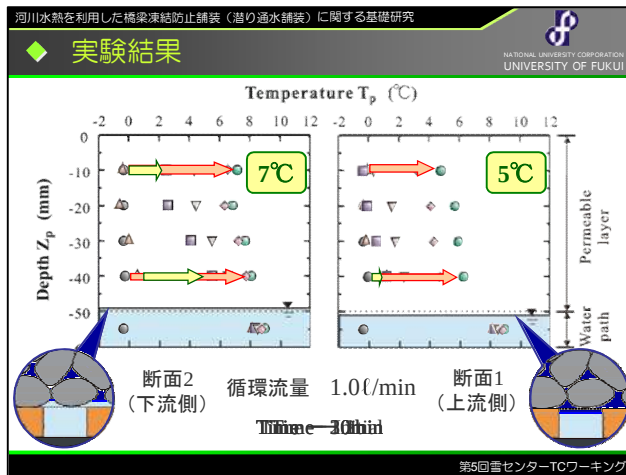
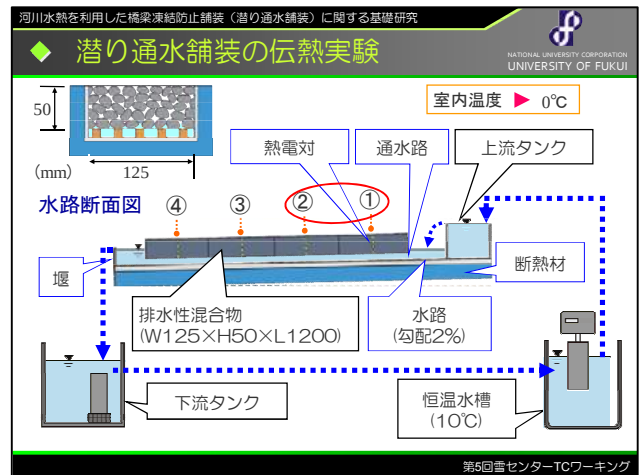
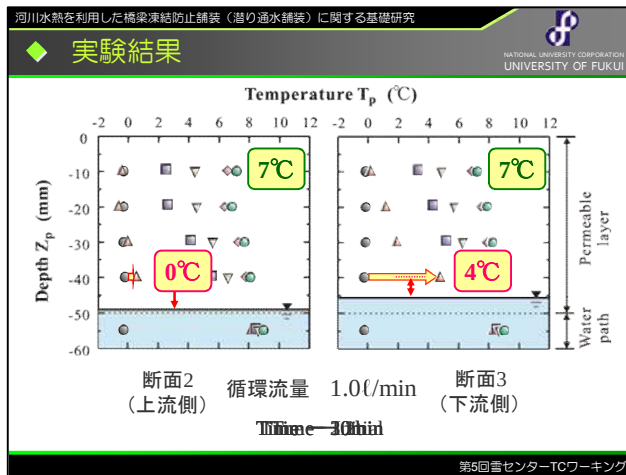
◆ 潜り通水舗装の伝熱メカニズム

第5回雪センターTCワーキング

河川水熱を利用した橋梁凍結防止舗装(潜り通水舗装)に関する基礎研究

◆ 潜り通水舗装の伝熱実験

第5回雪センターTCワーキング



◆ まとめ

◆ 融雪性能

コンクリート通水孔型
透水－不透水層間通水型



従来型
（鋼管パイプ）

◆ 今後の課題

- ・ 伝熱解析モデルの構築 → 熱的(融雪)性能の向上
 - ・ 耐久性、水密性、経済性
動荷重に対する強度
- の検討 → 実用化

(3) 新しい着雪・冠雪除去技術の開発

長岡技術科学大学 機械系 准教授 上村 靖司

上村 靖司
長岡技術科学大学 機械系

新しい着雪・冠雪除去技術の開発

目標

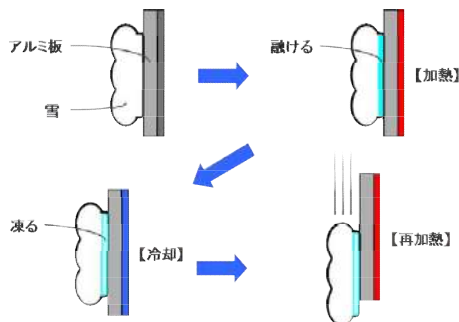
①周期加熱による着雪除去技術の開発

- + 全量融解: 消費エネルギー大、氷柱発生
- + 周期加熱: 氷結部分を形成による落下促進
 - × 融解水が流れでない
 - × 消費エネルギーを抑制
- + 滑雪成否を決める諸条件の検討

②新しい冠雪除去技術の試験

- + 新しい原理に基づく冠雪除去技術の試験
- + 成果を報告できるまでには至らず

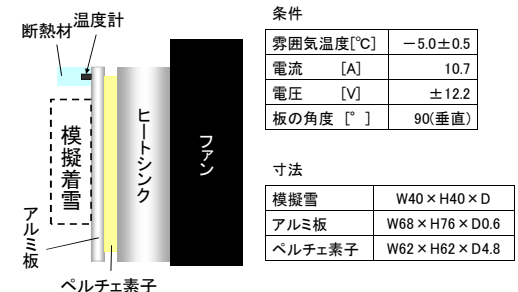
周期加熱の原理



実験

× 実験① 模擬着雪の滑雪実験

× 実験② 氷結部分の観察実験

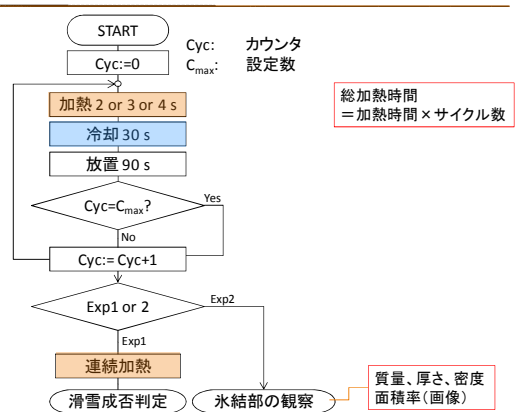


模擬着雪の作成

1. アルミ板を水平に置き、型枠を載せる
2. 霧吹きで30~50cm上方から水を1回噴く
3. 模擬雪をふるい、アルミ板に降りかける
4. 型上面で摺り切る
5. 型をはずす

	模擬着雪		
模擬雪厚さ [mm]	15	20	25
着雪寸法 [mm]	40 × 40		
模擬雪重さ [g]	4.9	6.2	8.6
密度 [g/cm³]	0.20		
粒径 [mm]	< 1.0		

実験のフロー



滑落成否判定実験



模擬着雪厚さ 15 mm

加熱時間 4 s

周期加熱 2 cyc

模擬着雪厚さ 15 mm

加熱時間 4 s

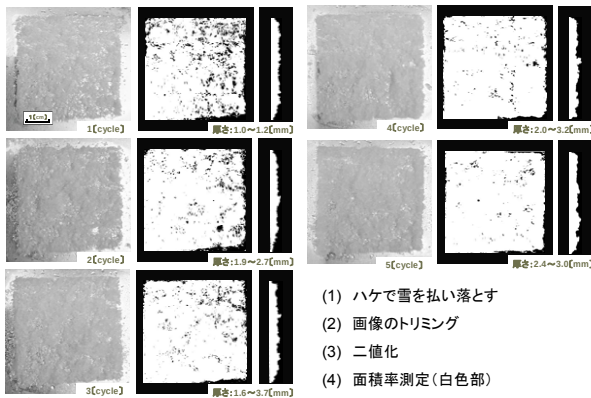
周期加熱 3 cyc

滑落成否判定実験の総括

着雪厚さ	15mm			20mm			25mm		
加熱時間	2s	3s	4s	2s	3s	4s	2s	3s	4s
滑落成否	○	×	○	×	○	×	○	×	○
1 cycle	0	5	0	5	1	4	1	4	3
2 cycle	0	6	0	5	1	4	2	3	5
3 cycle	2	5	0	5	1	4	4	1	5
4 cycle	1	3	1	4	1	4	2	5	0
5 cycle	3	1	0	1	4	2	3	2	4

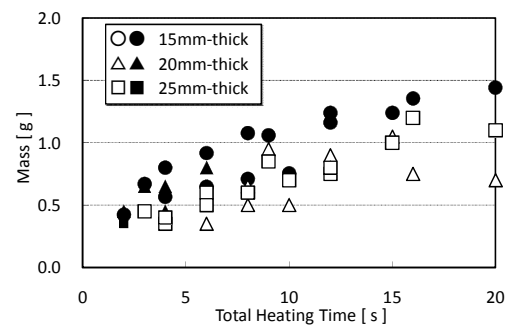
8

氷結部の観察



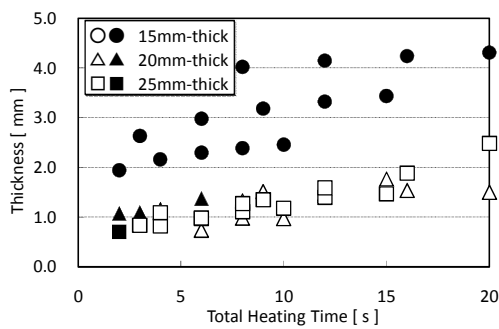
9

氷結部質量



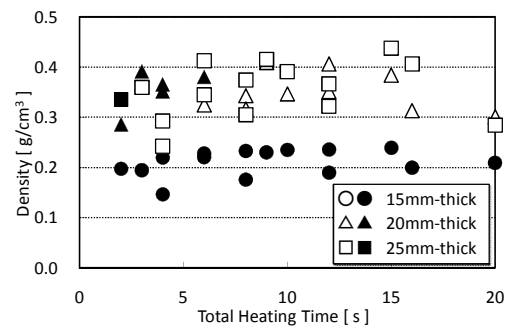
10

氷結部厚さ



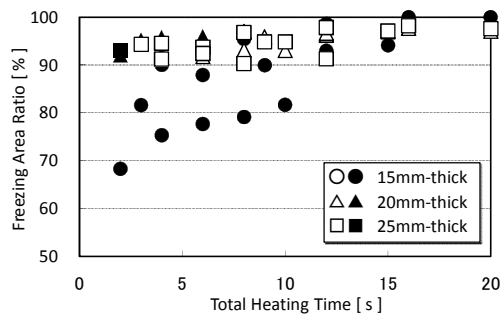
11

氷結部密度



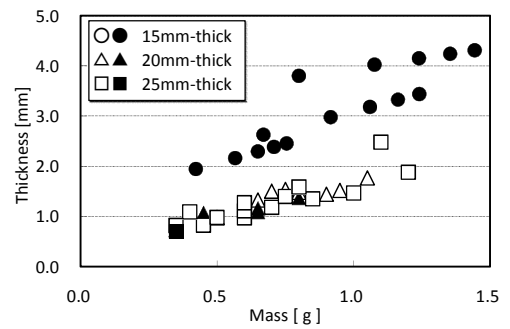
12

氷結部面積率



13

氷結部質量と厚さ



14

まとめ

※ 周期加熱

- + 全量融解でなく 滑落促進
- + 滑落成否判定実験と氷結部分観察

※ 滑落条件

- + 着雪厚さが20mm以上、加熱時間2秒以上、周期加熱3サイクル以上
- + 氷結部面積率90%以上、氷結部厚さは1.3mm以上（着雪厚さ20mm）、0.8mm以上（25mmの場合）

※ 冠雪除去技術について継続して研究中

本研究は（社）雪センターTC研究助成制度の支援を受けて実施された

15

(4) 地吹雪時の道路管理に関わる気象予測の基礎研究

(株)応用気象エンジニアリング 代表取締役 高田 吉治

平成21年度 雪センターTC研究助成制度 地吹雪時の道路管理に係わる気象予測の 基礎研究

株式会社 応用気象エンジニアリング

高田吉治、安木 啓、青柳秀夫、荒居光徳、荒木龍蔵

目次

1. 序章 (研究背景と研究目的)
2. 解析領域・期間・データの説明
3. 地吹雪時の気象特性 (観測データによる地吹雪時の気象特性と数値シミュレーションによる地吹雪時の風の分布)
4. 考察 (数値シミュレーションの再現性)
5. まとめ

1. 序章

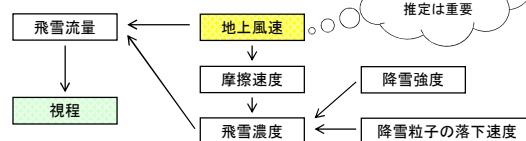
1.1 研究背景

地吹雪時による視程障害発生への面的予測・情報提供

→ 雪国生活者・道路利用者にとって有益

地吹雪時、吹雪時の視程に関する研究 :

竹内・福沢(1976)、近藤(1987)、松沢・竹内(2002)

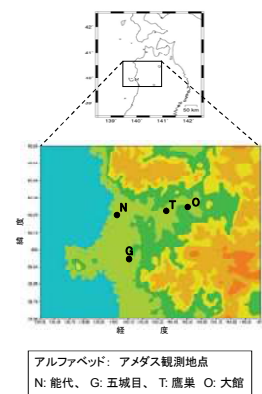


1.2 研究目的

地吹雪時の視程推定によって重要な要素である風の詳細な分布を明らかにすること

2

2. 解析領域・期間・データの説明



解析領域: 秋田県能代地域

解析期間: 2008年12月1日~2009年2月28日

使用データ:

気象官署(アメダス)観測データ

NCEP' 客観解析データ

* National Centers for Environmental Prediction

解析には、
風向・風速・最大瞬間風速・気温
60分値
を使用。

3

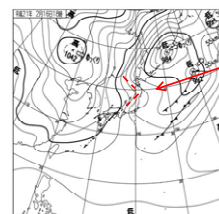
3. 地吹雪時の気象特性

3.1 地吹雪期間の抽出

地上気温 -2°C 以下 + 最大瞬間風速 8.5 m/s 以上 が記録された日

→ 8事例抽出

3.2 地吹雪時の気象状況① (2009年2月16日~17日の事例)



- ・ 冬型気圧配置(西高東低)の卓越
- ・ 等圧線走向の変化(NW-SE → NE-SW)

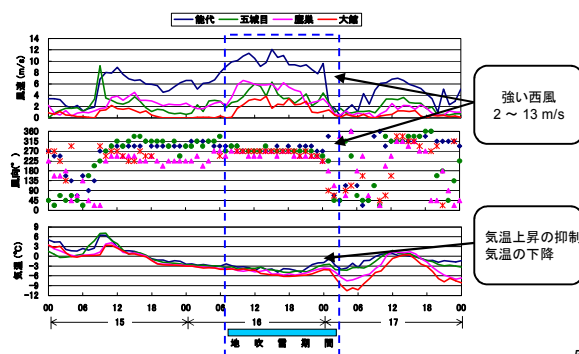
地上天気図 (2009年2月16日18時)

4

3. 地吹雪時の気象特性

3.2 地吹雪時の気象状況② (2009年2月16日~17日の事例)

地上風向風速・気温変動



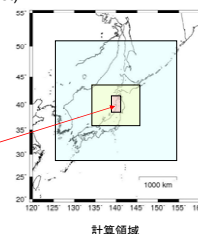
5

3. 地吹雪時の気象特性

3.3 数値シミュレーションによる風の水平分布推定① (2009年2月16日~17日の事例)

数値モデル: WRF (Weather Research Forecast)

初期値	NCEP GFS - FNL
初期値分解能	1度
地形分解能	0.5分(約700m)
ネスト数	3
グリッド数	100, 200, 200
鉛直層数	28
グリッド間隔(km)	25, 5, 1
時間間隔(秒)	150, 30, 6



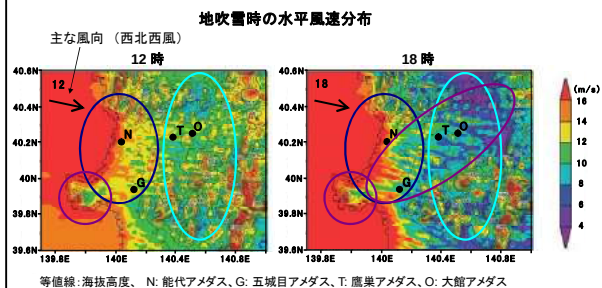
初期時刻 2月15日15時のデータ から 17日09時(48時間)を積分

→ 地吹雪時におけるモデル結果の地上10mの風向風速は、
アメダス観測データの最大瞬間風と対応が良かった。

6

3. 地吹雪時の気象特性

3.3 数値シミュレーションによる風の水平分布推定②（2009年2月16日～17日の事例）

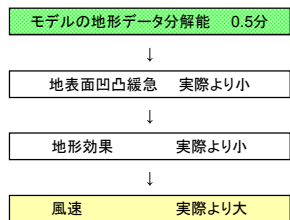


- ・風速は、海岸沿いで強く、内陸部で弱い
- ・波状の風速分布（男鹿半島山岳の風下側）

7

4. 考察（数値シミュレーションの再現性について）

- ・シミュレーション結果の風速は、アメダスの最大瞬間風速との対応が良い
- シミュレーション結果の風速はアメダスの風速よりも強い



より地形の影響を考慮した風の分布推定にとって・・・
数値シミュレーションの地形データの解像度の向上が重要

8

5. まとめ①

秋田県能代地域における地吹雪時の気象特性と風の詳細な分布

観測データ解析結果

- ・冬の気圧配置で地吹雪が卓越
- ・風速は2～13 m/s（最大瞬間風速では20 m/s 以上も記録）
- ・海岸沿い平野部の方が山岳内陸部よりも風が強い

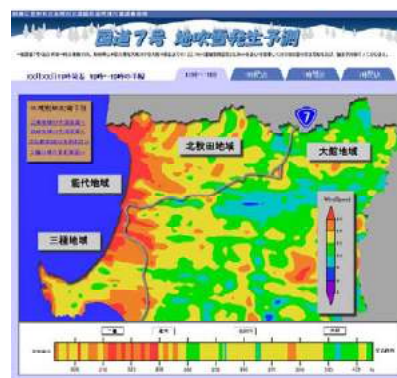
数値シミュレーション結果

- ・定性的な風速分布は再現性が良い
- ・男鹿半島の風下側に波状の風速分布
- ・地形影響のさらなる考慮が必要（地形データの詳細化）
- ・初期値データ分解能の詳細化が必要（1度グリッドでは大きい）

9

5. まとめ②

将来の地吹雪予報イメージ図



（社）雪センターの地吹雪予報HP を参照に今回の数値シミュレーション結果（水平風）を使用して作成

10

2. 発表者資料 TCワーキング発表者(パワーポイント)

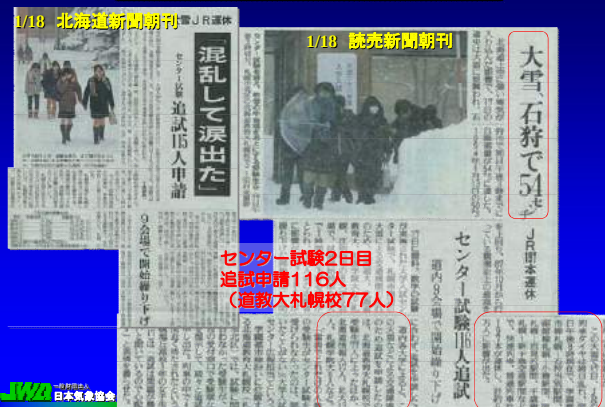
(1) 2011年1月17日北海道石狩中部で発生した局地的大雪と交通行動

一般財団法人 日本気象協会 丹治 和博

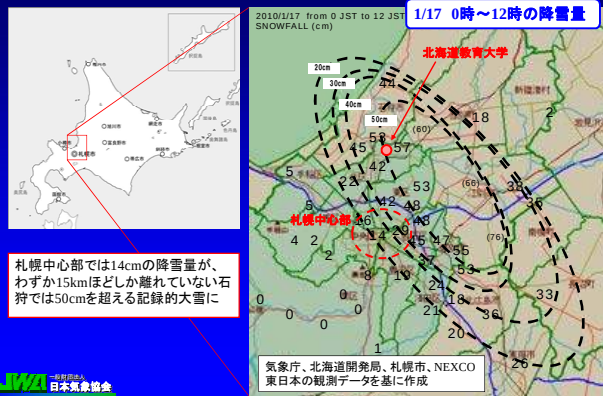
2010年1月17日北海道石狩中部で発生した局地的大雪と交通行動

丹治 和博
一般財団法人 日本気象協会 北海道支社

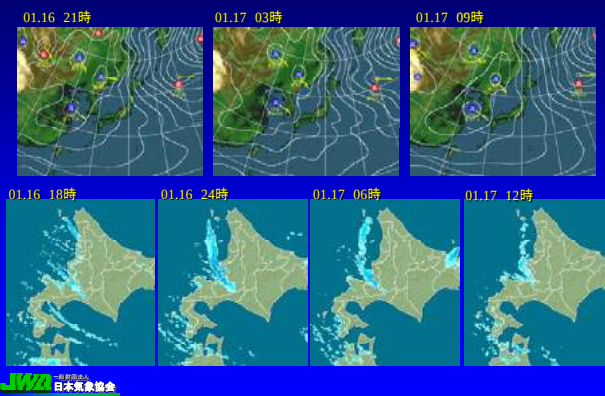
局地的な大雪が受験者を直撃！



大雪の状況



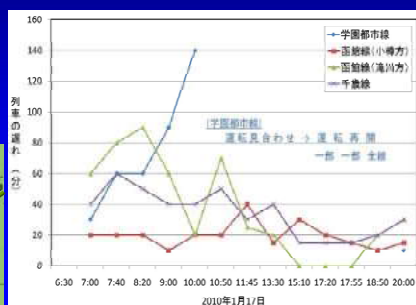
天気図とレーダ解析雨量図



大雪による影響～JRは？

- 1月17日6時30分からJR北海道からの速報が発表
- 7時には函館線、千歳線で遅れや運休が相次ぐ
- 学園都市線の運休は9時から始まり、18時50分まで運転見合わせ

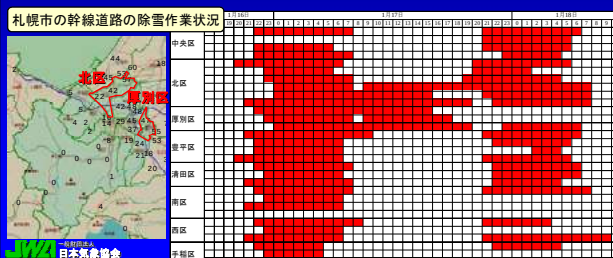
運休本数197本
・学園都市線74本
・快速エアポート31本
(千歳線、千歳空港)
・その他92本
・50,000人の足に影響



大雪による影響は～幹線道路は？

- 降雪量の非常に多かった北区や厚別区の一部の地域では、降雪が止んだ後の1月18日朝まで幹線道路の除雪が続く大雪となった。
- その他の地域の幹線道路では、1月17日朝には一旦除雪作業が終了している。高速道路は札幌西～江別東間で17日夕方まで通行止め。

⇒JR、道路とも、受験会場となったあいの里周辺でマヒ状態となった。

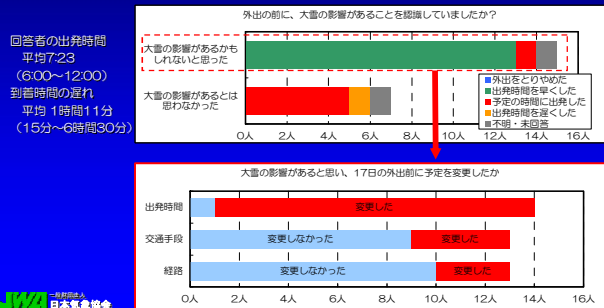


この大雪の中、外出した人へのアンケート調査



大雪の影響に対する認識と出発時の交通行動

- 大雪の影響を認識していなかった人が23人中7人 ←大雪の局地性?
- 大雪の影響を懸念した人の殆どは早めの出発、交通手段の変更は少ない
⇒交通手段ではなく出発時間で大雪に対応しようとしていた。



アンケート回答者の交通行動の変化

No.	出発前の予定	出発時点での変更	移動中の交通手段	変更後の交通手段	到着に遅れた時間	備考
1	バス		バス	JR	15分	
2	自家用車	バス	JR	バス	60分	自家用車からJR・バスに変更するが、再び自家用車を利用
3	JR				90分	
4	自家用車				30分	
5	自家用車	徒歩			15分	自家用車をやめ徒歩に変更、目的地は自宅に近い
6	自家用車				予定通り	
7	バス	自家用車			30分	バスから自家用車に変更
8	JR				135分	
9	自家用車				40分	
10	徒歩	タクシー		タクシー	30分	徒歩からタクシーに変更
11	JR		JR	タクシー	210分	移動中にJR利用からタクシーに変更
12	自家用車				40分	
13	自家用車				予定通り	
14	自家用車	徒歩			予定通り	自家用車から徒歩に変更、目的地は自宅に近い
15	自家用車				30分	
16	自家用車				20分	
17	自家用車				15分	
18	自家用車				20分	
19	自家用車				未回答	
20	自家用車				390分	
21	バス	JR		JR	60分	バスからJR利用に変更
22	バス			バス	90分	バスからJR利用に変更するが、移動中に再びバス利用に転換
23	バス	バス	JR		40分	バスからJR利用に変更

・JR利用を予定していた人は、1時間以上到着が遅れることとなった。
・目的地が自宅から近い人と、一部の自家用車利用の人のみがほぼ予定通り到着

今回と同じような大雪が、昨夜のうちに確実に予測されるとしたら

【交通手段】

自家用車を選択

⇒10名

JRを選択

⇒6名

【出発時刻】

全員が早めに出発

No.	1/17に予定していた交通手段	出発時点、または出発からの交通手段の変化	今回、同じような大雪が降るとした時に選択する交通手段
1	バス		バス
2	自家用車	自家用車からJR・バスに変更するが、再び自家用車を利用に転換	自家用車
3	JR		JR
4	自家用車		自家用車
5	自家用車	自家用車をやめ徒歩に変更	徒歩
6	自家用車		自家用車
7	バス	バスから自家用車利用に変更	自家用車
8	JR		JR
9	自家用車		自家用車
10	徒歩	徒歩からタクシーに変更	JR
11	JR	移動中にJR利用からタクシーに変更	JR
12	自家用車		自家用車
13	自家用車		その他(交通情報による)
14	自家用車	自家用車から徒歩に変更	徒歩
15	自家用車		自家用車
16	自家用車		自家用車
17	自家用車		自家用車
18	自家用車		自家用車
19	自家用車		自家用車
20	自家用車		JR
21	バス	バスからJR利用に変更	JR
22	バス	バスからJR利用に変更するが、移動中に再びバス利用に転換	自家用車
23	バス	バスからJR利用に変更	JR

自家用車や徒歩⇒公共交通に変更(3名)
公共交通⇒自家用車や徒歩に変更(4名)

■自家用車・徒歩に変更 ■公共交通機関に変更

まとめ

- 北海道石狩市から札幌市北東部、北広島市の一部にかけての局地的な大雪は、JRや道路に大きな影響を与えた。
 - 中止できない用事のために被災地域に向かった人でさえ、大雪による影響を意識していなかった人が多い。
→大雪の局地性、自宅周辺の様子からの判断(情報を未入手)
 - 大雪の影響を出発前に認識した人は23人中14人で、13人が出発を早め、4人が交通手段を変更し、3人が経路変更。
→地域的に、選択できる交通手段が限られていることも大きい。
 - その一方で、次回、同じような大雪が予想される場合には、交通行動を変えると回答している人もいた。
- ⇒ 選択する交通手段の多い札幌中心部での大雪を想定すると、大雪情報の伝達的重要性、気象情報のリテラシー向上と、これらに伴う適切な交通行動の選択が重要になると考えられる。

(2) 簡易型降雪粒子形状測定装置開発の試み

富山高等専門学校 准教授 高田 英治

簡易型降雪粒子形状測定装置 開発の試み

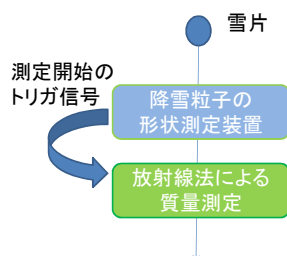
富山高等専門学校
高田 英治

背景・目的

- 雪の密度は重量計によって測定された積雪の質量と体積から算出されており、リアルタイム測定ではない。
- 我々の研究室では放射線を使用し、その減衰から雪片の密度をできるだけリアルタイム測定する手法について検討している。
- 密度を知るためには、まず雪片の体積を知ることが必要である。
- 本研究では、ラインレーザによる光幕とフォトダイオードを使用し、落下する雪片の体積を測定する小型システムについて検討を行っている。

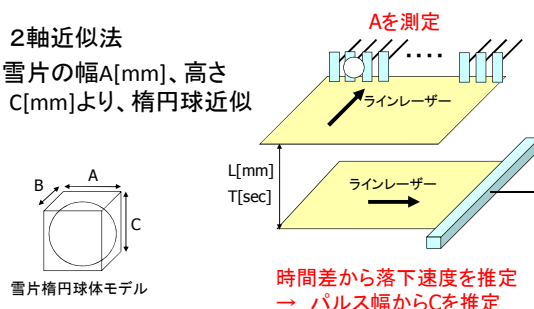
落下雪片の密度測定概念(計画)

- 雪片はまず形状測定装置(本発表)を通過
- 同時にトリガ信号を放射線法の装置に送出
- 放射線法装置で雪片の質量を測定

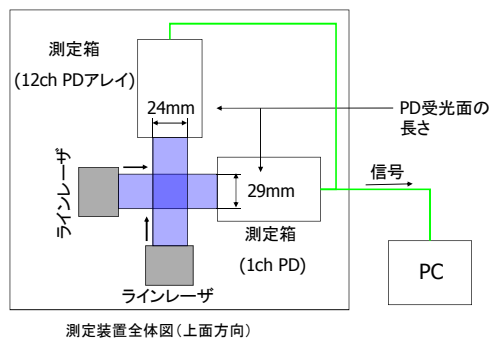


降雪粒子体積算出方法

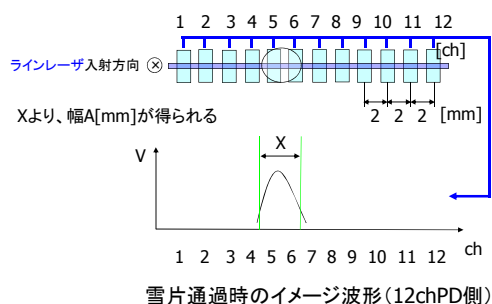
- 2軸近似法
雪片の幅A[mm]、高さC[mm]より、楕円球近似



測定装置全体図

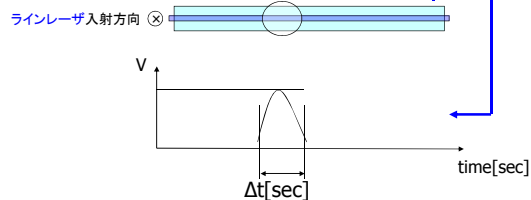


イメージ波形(12ch側)

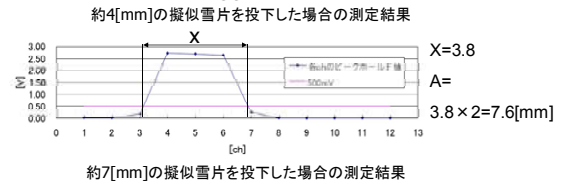
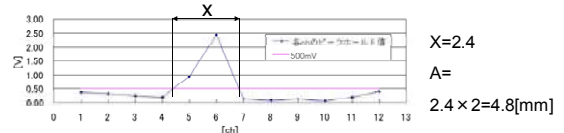


イメージ波形(1ch側)

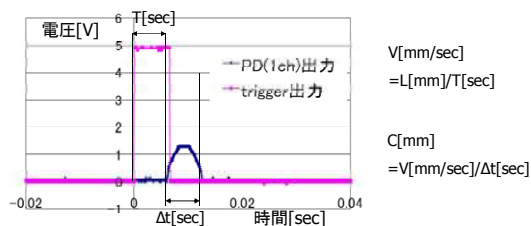
- 2つのレーザーを通過する時間差から落下速度を計算
- 下側のレーザーを通過するのに要する時間から、高さCを計算



幅Aの算出 (擬似雪片:発泡スチロール球)



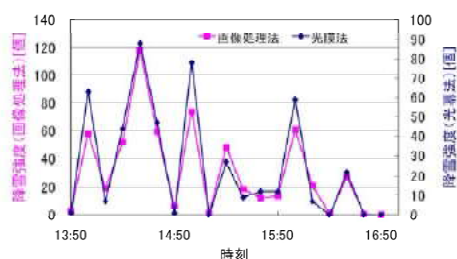
高さCの算出



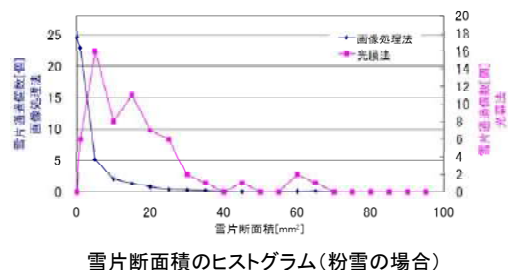
画像処理法による 雪片データとの比較

- 測定は富山高専構内
- 画像処理による降雪観測装置:
椎名徹ら:「画像処理手法を用いた自動観測による降雪粒子の同定について その1」、日本雪氷学会誌、Vol. 66、No. 6、pp. 637-646、2004.
- 上記観測装置からの生データの提供を受け、各画像に含まれる雪片数を計算
- 雪片の面積(ピクセル数)を算出
- 本研究で対象としているシステムとの比較

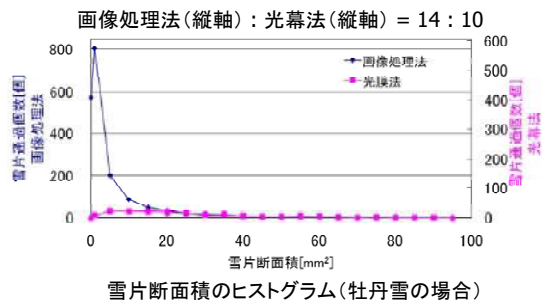
画像処理法との 降雪強度(雪片数)比較



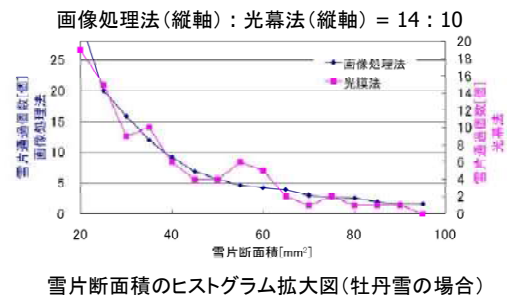
画像処理法との断面積比較 (粉雪の場合)



画像処理法との断面積比較2-1



画像処理法との断面積比較2-2



まとめ

- 非常に小さな雪片でなければ、降雪強度、雪片体積の算出が可能。
- 特に雪片の大きさが小さい領域で画像処理法と違いがある。
- しかし、大きい雪片については画像処理法と概ね一致した。

今後の課題

- 使用ch数を多くし、chピッチを小さくする
→算出精度の向上と小雪片への対応
- 風の影響を考慮した、測定体系の構築
- 測定領域の拡大
- 画像処理法との再比較
- 放射線法による質量測定システムの開発

(3) 消雪パイプの節水技術の現状と地下水保全のあり方

㈱興和 水工部 課長 坂東 和郎

平成22年10月15日
(社)雪センター 第5回TCワーキング

消雪パイプの節水技術と 地下水保全のあり方

株式会社 興 和
坂東 和郎

消雪パイプの今日の課題

1961年 長岡市で誕生

2011年「消パイ50歳」

① 建設投資の大幅削減

→新設予算の確保困難、維持管理費の抑制

→設備の延命化、長寿命化の必要性

② 地下水問題

→未だに続く地下水枯渇、地盤沈下の発生

→建設投資の削減、他熱源工法は高価

→地下水を上手に使い続ける必要性



昭和38年の施工風景(高田)

全国の地盤沈下地域



全国の地盤沈下の状況

出典:平成19年度 全国の地盤沈下地域の概況(平成20年11月 環境省 水・大気環境局)

大雪になれば雪国がワースト1に

年間2cm以上沈下した地域の推移(平成15~19年度)

順位	平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度
1	4.2 宮城県仙台市(宮城県)	4.7 埼玉県熊谷市(埼玉県)	3.7 新潟県新潟市(新潟県)	6.3 新潟県新潟市(新潟県)	3.7 新潟県新潟市(新潟県)
2	3.0 宮城県仙台市(宮城県)	4.7 新潟県新潟市(新潟県)	3.0 新潟県新潟市(新潟県)	3.3 新潟県新潟市(新潟県)	3.0 新潟県新潟市(新潟県)
3	2.6 新潟県新潟市(新潟県)	3.4 新潟県新潟市(新潟県)	2.5 新潟県新潟市(新潟県)	2.5 新潟県新潟市(新潟県)	3.0 新潟県新潟市(新潟県)
4	2.5 新潟県新潟市(新潟県)	3.1 新潟県新潟市(新潟県)	2.2 新潟県新潟市(新潟県)	2.4 新潟県新潟市(新潟県)	3.0 新潟県新潟市(新潟県)
5	2.3 新潟県新潟市(新潟県)	3.0 新潟県新潟市(新潟県)	2.1 新潟県新潟市(新潟県)	2.1 新潟県新潟市(新潟県)	2.9 新潟県新潟市(新潟県)
6	2.1 新潟県新潟市(新潟県)	2.6 新潟県新潟市(新潟県)	2.1 新潟県新潟市(新潟県)	2.1 新潟県新潟市(新潟県)	2.8 新潟県新潟市(新潟県)
7		2.2 新潟県新潟市(新潟県)	2.0 新潟県新潟市(新潟県)		2.7 新潟県新潟市(新潟県)
8		2.1 新潟県新潟市(新潟県)			2.5 新潟県新潟市(新潟県)
9		2.1 新潟県新潟市(新潟県)			2.4 新潟県新潟市(新潟県)

(注)沈下量は、各地域内の最大沈下量(単位:cm)を示す。
毎年測量が実施されていない場合は、測量が実施された期間の平均年間沈下量
※下欄は複数年のデータを年平均としたもの。

出典:平成19年度 全国の地盤沈下地域の概況(平成20年11月 環境省 水・大気環境局)

地盤沈下の状況(南魚沼市)



車両が入れなくなった車庫



抜け上がった建物基礎



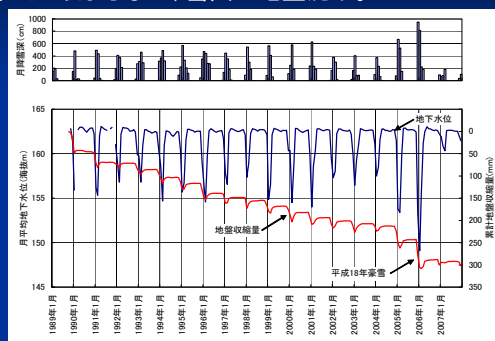
縦ぎ足された階段



抜け上がった観測井

地下水位と地盤沈下の変化(南魚沼市)

未だに収まらない、雪国の地盤沈下。



(新潟県民生活・環境部、南魚沼地区の地盤沈下(32)、平成20年3月 を基に作成)

消雪パイプの節水技術

20～50%の節水は可能だが
70～100万円と高価
安価なものでも15万円。



節水型消雪パイプの分類

さまざまな節水対策機器



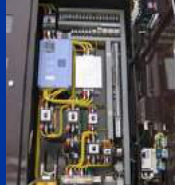
交互散水装置 (S50)



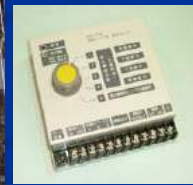
降雪強度方式 (S55)



熱平衡制御 (H17)



インバーター制御 (H17)



気温制御装置 (H16)

地下水の値段

地下水の原価 : 1m³あたり数円代前半
水道料金 : 1m³あたり100～200円弱

消雪効果が高く、安価だから普及したが、本当に安いのか？

- ・地下水位の低下 → 井戸枯れ → ポンプ変更
井戸掘り直し
水源切り替え
- ・地盤沈下の発生 → 道路、建築物、用水、護岸の補修
排水機場の整備



新潟市山の下地区

過剰用水のツケ
経済的損失は大きい

地下水原価が230円になった事例もある(江東デルタ)

古くからの湧水の枯渇(社会的損失)

貨幣価値に換算できない損失

- ・湧水を利用した生活、コミュニティ
- ・湧水に生きる生物など、自然環境
- ...など



枯渇した境内の湧水



水中ポンプで地下水を送っている御清水(おしよず)
(いずれも福島県喜多方市)

地下水を作る試み(地下水人工涵養)

冬水田んぼ、涵養池、雨水注入など実験が行われているが、事例は少ない。



冬水田んぼ実験
(きたかた清水再生プロジェクト)



地下水人工涵養池実験
(福島県大野市)

地下水散水から除雪へ(福島県大野市)

昭和52年 地下水保全条例施行
消雪用地下水の汲み上げ原則禁止



大野盆地全景



御清水(おしみず)



停止した消雪パイプ



河川水消雪パイプ



機械除雪

雪国の地下水保全への課題(地下水盆管理)

・地域全体で取り組む

【技術者】

地下水はどれだけ使えるのか(地下水収支解析)

安価な節水技術の開発

社会的・経済的損失の検討

【市民・事業者】

地下水障害・損失への理解

市民の節水意識の高揚、節水協力

【行政・道路管理者】

節水の推進

代替工法への転換(機械除雪など)

地下水を作る取り組み



地下水位揭示板
(大野市)

ご静聴ありがとうございました

末永くお達者に

株式会社 興 和 水工部

坂東 和郎

〒950-8565 新潟市中央区新光町6番地1

TEL 025-281-8816

E-mail k-bandou@kowa-net.co.jp



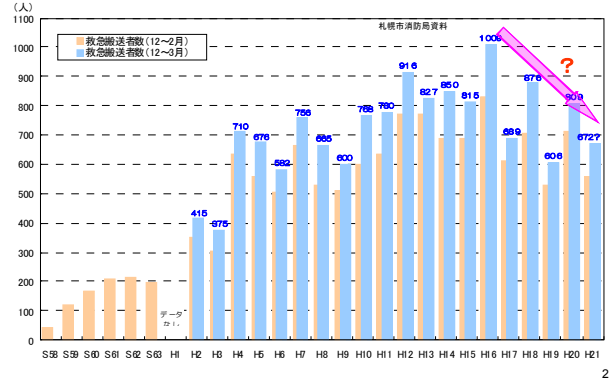
(4) 冬期歩行者転倒事故の問題点と課題

(社) 北海道開発技術センター 金田 安弘



雪道転倒による救急搬送者数の推移(札幌市)

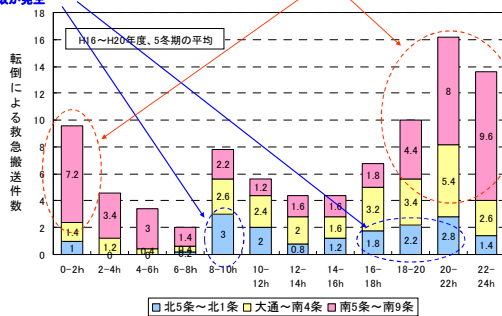
平成4年以降、一冬に600～800人、年によっては千人を超える人が転倒事故で救急搬送されている。



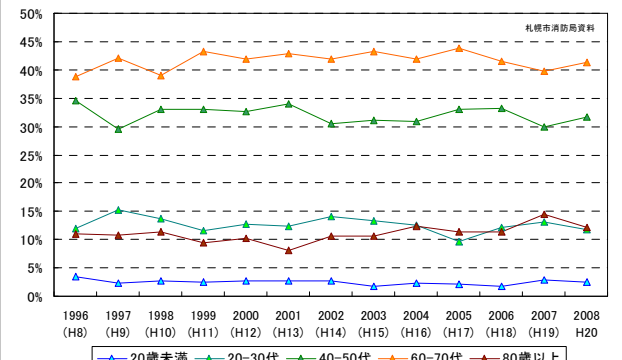
札幌市街地中心部での転倒箇所 (H16～H20年度、5冬期の平均)

朝・夕の通勤時間帯にJR札幌駅
等で転倒事故が発生

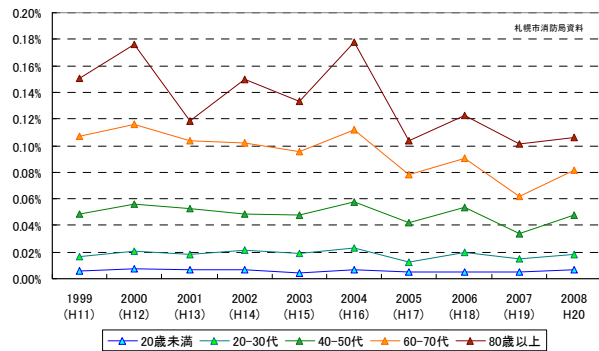
ススキノでの飲酒後の転倒事故



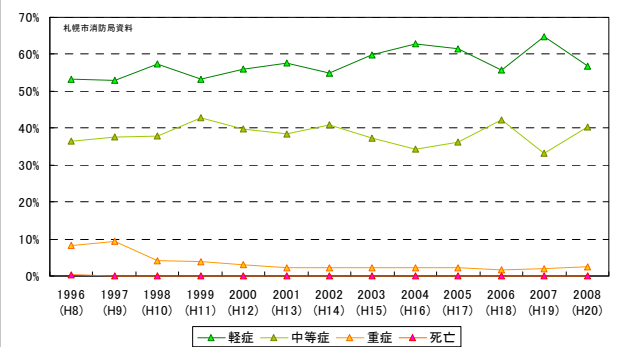
雪道での転倒による 救急搬送者の年齢別割合の推移



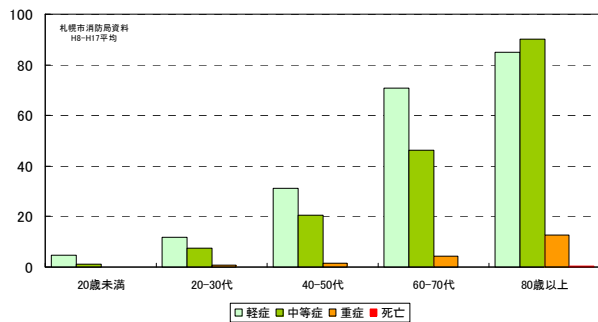
雪道での転倒による 年齢別人口に占める救急搬送者割合の推移



雪道での転倒による救急搬送者の ケガの程度別割合の推移

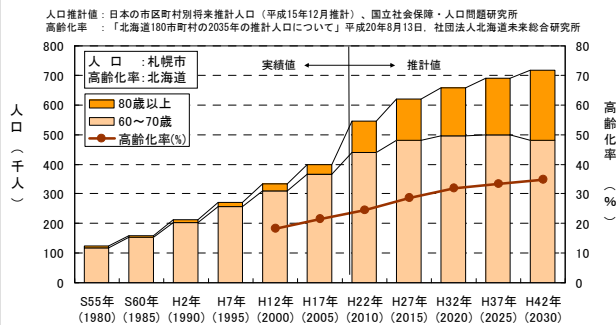


雪道での転倒による1万人当たりの年齢層別のケガの程度別救急搬送者割合の推移



60歳以上の高齢者が転倒でケガをし易く
かつ
大ケガになり易い。

転倒事故の危険が大きい高齢者は今後ますます増加

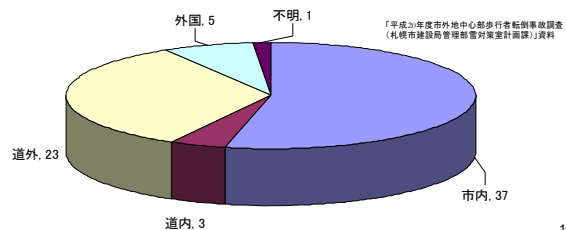


札幌中心市街地での雪道転倒による救急搬送者の住まい(H20年度)

調査区域内の昼間人口は約18万人、調査区域を訪れる道外在住者は約1万人。
市民18万人の内37人が転倒でケガしているため、**市民は約4,800人に1人、道外在住者は約430人に1人**が転倒事故で救急搬送されていることになる。

雪に不慣れな道外在住者が観光等で札幌を訪れ、転倒事故に至っている可能性が大。

せっかくの観光旅行でマイナスイメージ！

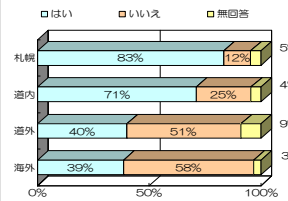


「雪道での転倒事故への認知度」と「転倒経験」

～H16雪まつり開催時のアンケート調査結果～

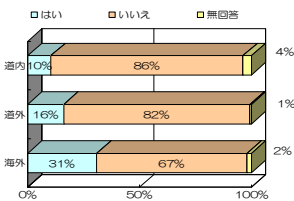
Q.雪道で転倒事故が多いことを知っていますか？

道外・海外観光客の約5割の人は「札幌で冬に転倒事故が多い」ことを知らずに訪れている。



Q.今回の旅行中、雪道で転倒しましたか？

道外観光客は1割強、海外観光客は約3割が滞在中に転倒を経験。



あらためて、雪道転倒の問題点・課題を整理する！

➤ ますますすむ高齢化社会を迎えるに際して、「**転倒し易く、大ケガになり易い高齢者**」の転倒事故防止は今後の大きな課題

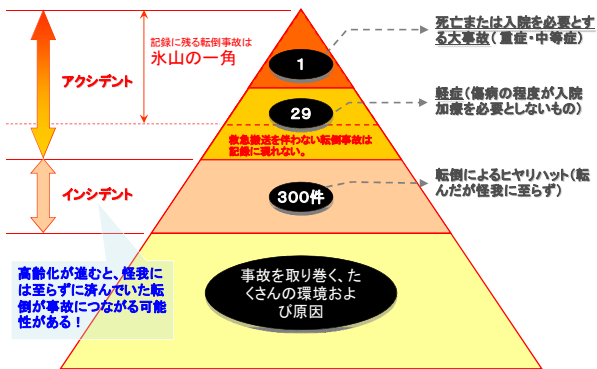
転倒後症候群

一度転ぶと恐怖心が芽生え、家に引きこもりがちになる。あまり動かなくなると身体機能が低下し、閉じこもること生きがいを喪失したり、最終的に寝たきりになってしまう場合がある。

➤ 最近増えつつある「**雪に不慣れな道外や海外からの観光客**」は高い確率で転倒事故を引き起こす。

冬の観光振興を目指す札幌(北海道)にとって、マイナスイメージにつながる。観光客の転倒事故防止対策は重要！

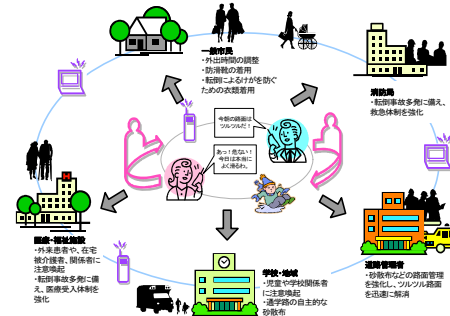
冬期歩行者転倒事故と「ハインリッヒの法則」



13

冬期歩行者転倒事故防止に向けて

- つるつる路面での転倒事故を共通の課題として位置づけ、**自助**（自ら注意する）、**共助**（他の人のためにできることをする）、**公助**（取り組むことが必要）。



14

(5) 塩化ナトリウム湿潤路面の凍結モデルの開発

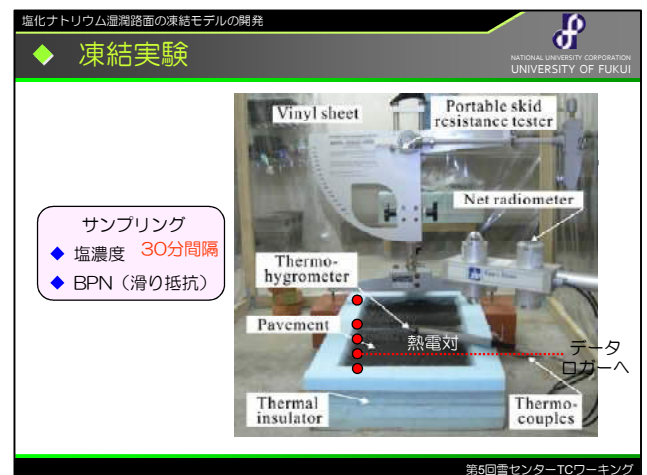
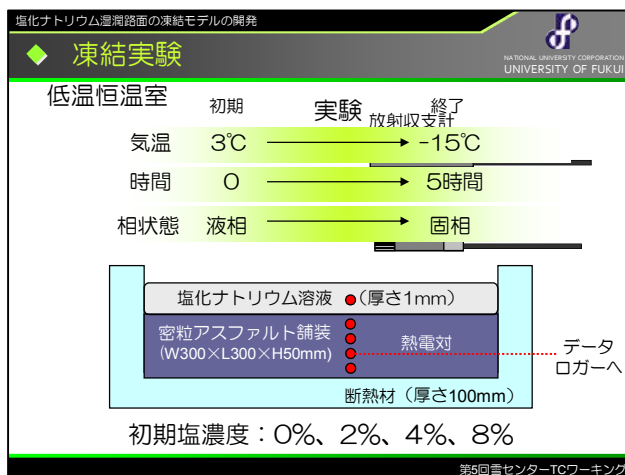
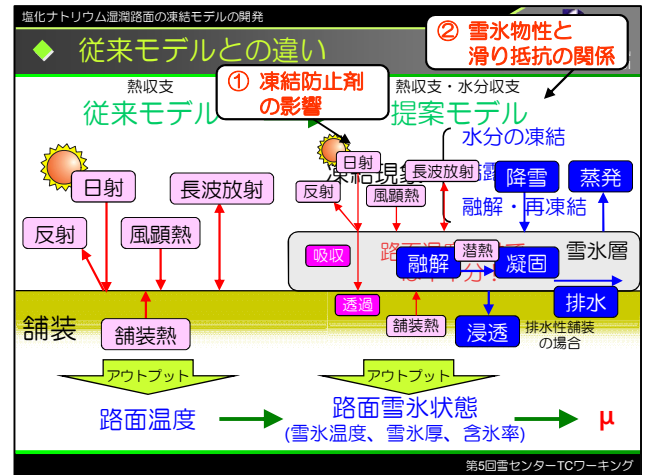
福井大学 大学院 工学研究科 藤本 明宏

NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION
UNIVERSITY OF FUKUI

**塩化ナトリウム湿潤路面
の凍結モデルの開発**

平成22年10月15日(金)
第5回雪センターTCワーキング

福井大学大学院工学研究科
研究員 藤本 明宏



塩化ナトリウム湿潤路面の凍結モデルの開発

◆ 仮定・条件

- ◆ 通過車両の人為要因、日射、降雨降雪および道路勾配に伴う排水はない。
- ◆ 系外への塩の流出はない。
- ◆ 道路縦横断方向の熱・水分移動は無視する。

第5回雪センターTCワーキング

塩化ナトリウム湿潤路面の凍結モデルの開発

◆ 水、氷および塩の質量収支

◆ 水質量収支 (M_w)
$$\frac{\partial M_w}{\partial t} = -M_{wl} - M_{wi}$$

(蒸発) (凝固)

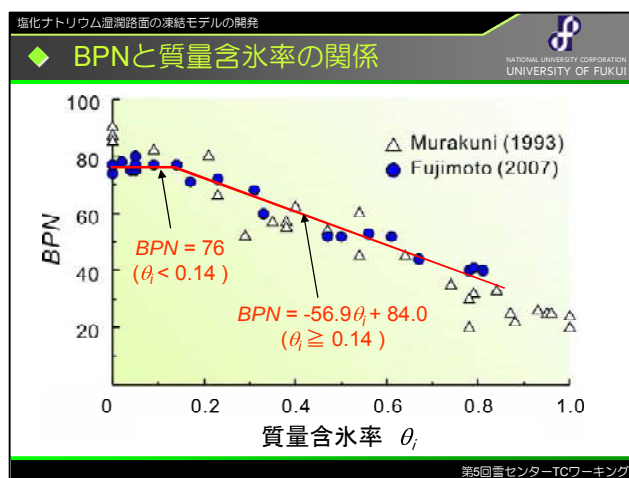
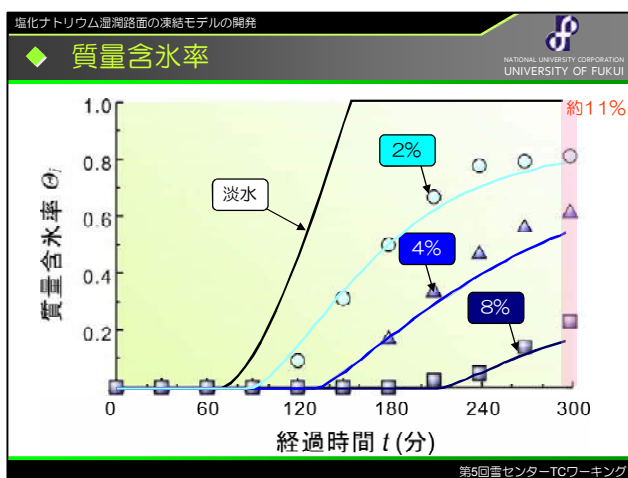
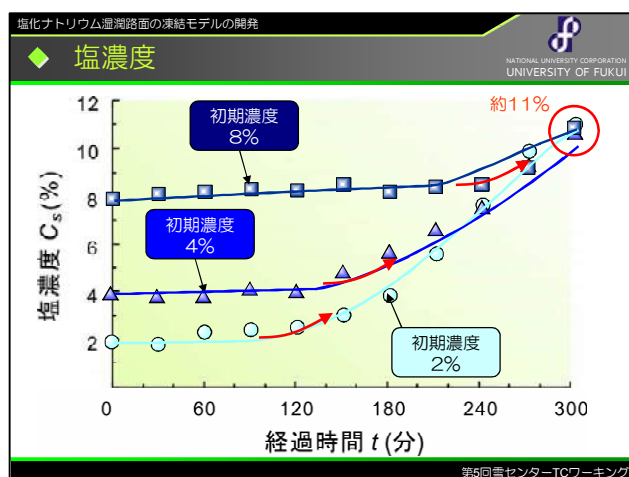
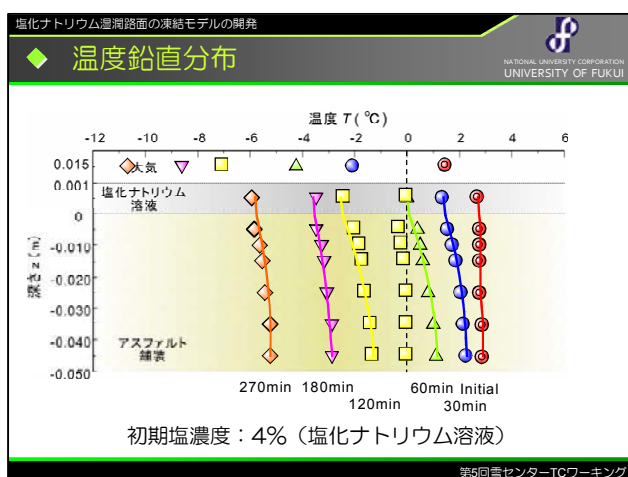
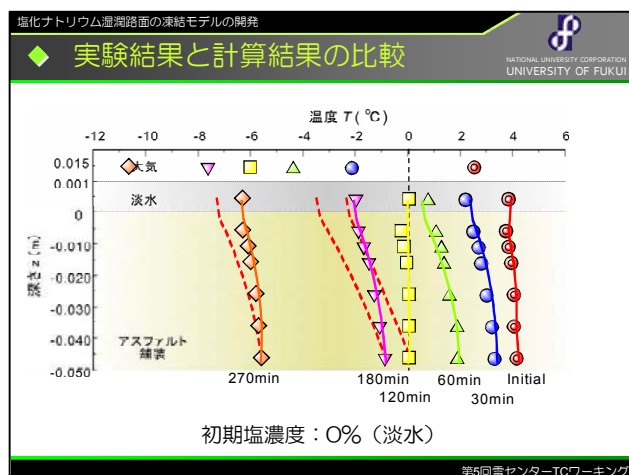
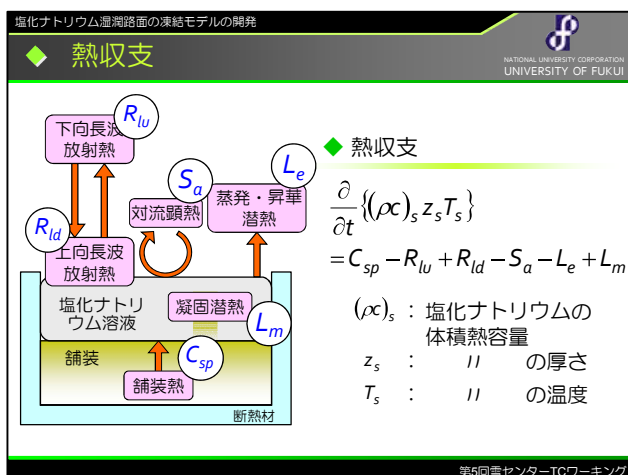
◆ 氷質量収支 (M_i)
$$\frac{\partial M_i}{\partial t} = -M_{il} + M_{wi}$$

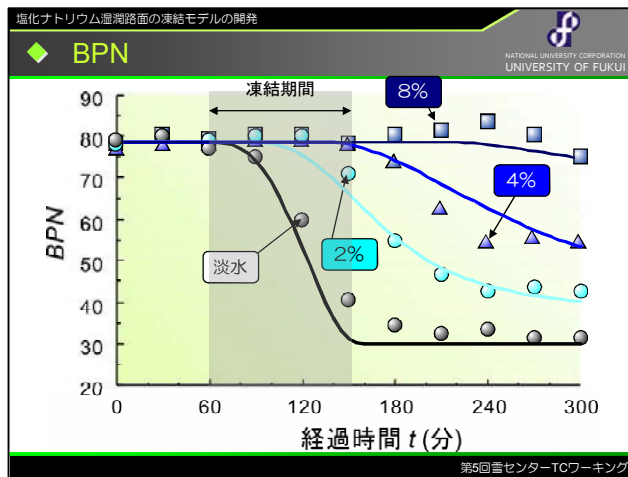
(昇華) (凝固)

◆ 塩質量収支 (M_{sa})
$$\frac{\partial M_{sa}}{\partial t} = 0$$

蒸発 液相→気相
昇華 固相→気相
凝固 液相→固相
塩化ナトリウム溶液
舗装
断熱材

第5回雪センターTCワーキング





塩化ナトリウム湿潤路面の凍結モデルの開発

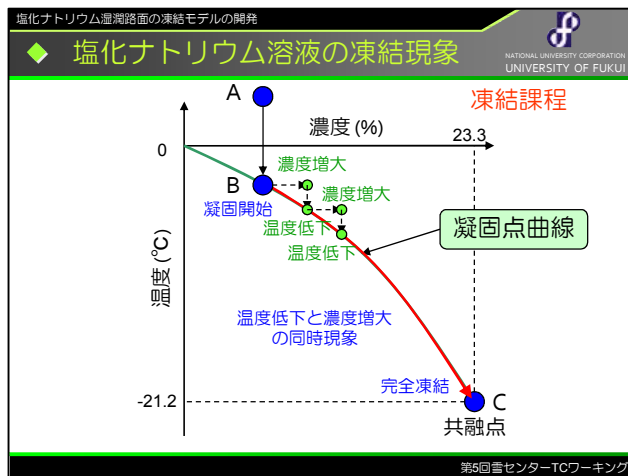
◆ まとめ

塩化ナトリウム散布路面の凍結
モデルの構築および妥当性の検証

↓

実道路へのモデルの適用性検証

第5回雪センターTCワーキング



(6) パスکیل安定度を用いた夜間の路面温度分布の推定手法

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 高橋 尚人

パスکیل安定度を用いた夜間の路面温度分布の推定手法

平成22年10月15日
第5回 雪センターTCワーキング

独立行政法人土木研究所 寒地土木研究所
寒地道路研究グループ 寒地交通チーム
高橋尚人

研究の背景・目的:

- 凍結防止剤を的確かつ効率的に散布するためには、路線の凍結しやすい箇所を把握することが必要
- 気象・地形のメッシュデータから路面温度分布を求める研究があるが、地形・沿道状況がめまぐるしく変化する日本で、凍結防止剤のスポット散布の検討に適用するのは難しい
- 夜間から未明にかけて多く実施される凍結防止剤を的確かつ効率的に散布するため、夜間の路線の路面温度分布を推定する手法を構築



研究の手法:

サーマル・マッピング (Thermal Mapping)

- 放射温度計を設置した車両を走行させて路面温度を計測
- 夜間の路面温度分布の特徴を、気象条件に応じて **extreme**、**intermediate**、**damped** に分類
- 各条件時の路面温度分布図 (Thermal Fingerprint) を作成

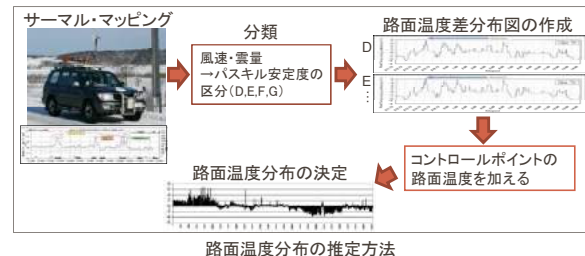
— **extreme**、**intermediate**、**damped** は、パスکیل安定度の G、F、E 及び D に大まかに対応 (Chapman & Thornes, SIRWEC)

		日射(日中)		日中/夜間の雲量		夜間の雲量	
風速 (m/s)		強い	中くらい	弱い	8 - 10	上層雲量 5 - 10, 下層雲量 5 - 7	0 - 4
< 2	A	A - B	B		D	G	G
2 - 3	A - B	B	C	D	E	F	F
3 - 4	B	B - C	C	D	D	E	E
4 - 6	C	C - D	D	D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D	D	D

サーマル・マッピングとパスکیل安定度を用いて、夜間の路面温度分布の推定手法を構築

路面温度分布の推定手順

- サーマル・マッピングの実施
- サーマル・マッピングの結果をパスکیل安定度ごとに分類
- パスکیل安定度ごとに路面温度差分布図の作成
- コントロールポイントの路面温度を路面温度差分布図に加えて、路面温度分布を決定



ケーススタディの実施

路面温度差分布図の作成:

対象路線: 一般国道 5号及び 274号 (L= 20.23km)

路温差分布作成用サーマルマッピング: 2006、2007年冬期:

東→西方向: 9回実施。パスکیل安定度: D 3回、G 6回

西→東方向: 10回実施。パスکیل安定度: D 3回、G 7回

精度検証:

路温(実測)を作成した路温差分布図に加え、

別途実施したサーマル・マッピング結果と比較

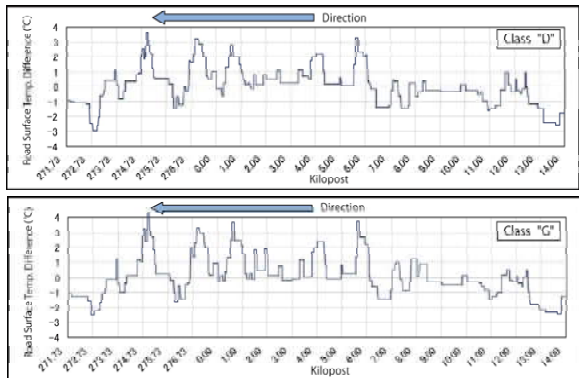
- 精度検証用のサーマルマッピング: 2009年2月4日
- 3回走行 (Run-1、Run-2及びRun-3)
- 実施時のパスکیل安定度: G (雲量1、風速2 m/s以下)
- 精度検証にはRMSE値等を使用

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}$$

$\hat{y}_i$ = Predicted Value
 y_i = Measured Value

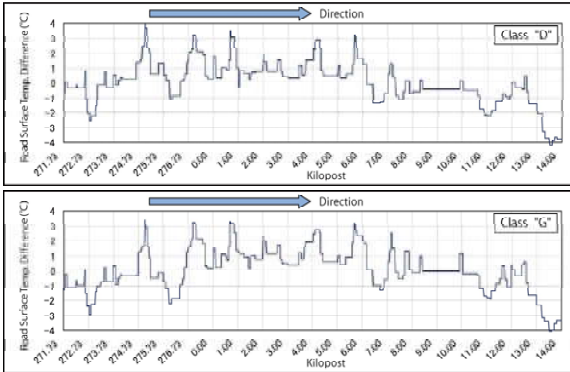
路温差分布図

方向: 東→西



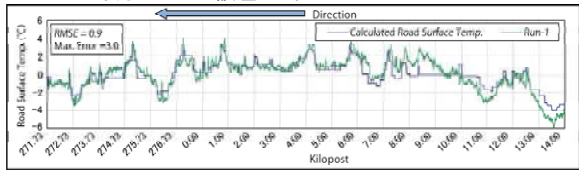
路温差分布図

方向: 西→東



Run-1: (東→西方向)

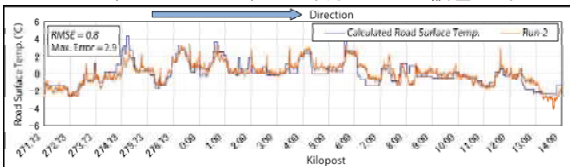
- 誤差1°C以内に74.2%、2°C以内は97.7%
- KP8.0 及び KP9.0で誤差2°C以上



計算値とサーマル・マッピング結果の比較 (Run-1)

Run-2: (西→東方向)

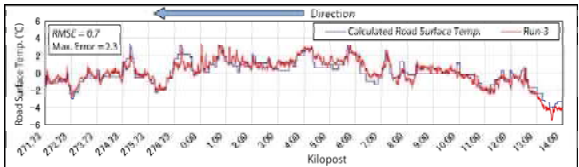
- 誤差1°C以内に84.3%、2°C以内は98.1%
- KP274.8、KP5.6~KP8.1、KP8.3及びKP11.6で誤差2°C以上



計算値とサーマル・マッピング結果の比較 (Run-2)

Run-3: (東→西方向)

- 誤差1°C以内に86.4%、2°C以内に99.5%
- KP276.9で誤差2°C以上



計算値とサーマル・マッピング結果の比較 (Run-3)

今後の課題:

- 誤差原因の究明。
- パスکیل安定度E及びFの路温差分布図の作成と精度検証
- 日中の路面温度分布の推定手法

ご静聴ありがとうございました

Naoto TAKAHASHI,
Civil Engineering Research Institute for cold region
takahashi-n24k@ceri.go.jp

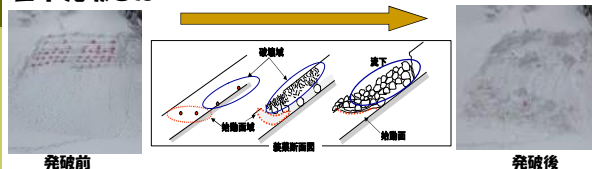
(7) 雪中発破による積雪中の圧力伝播

長岡技術科学大学 エネルギー・環境工学専攻 町田 敬



はじめに

雪中発破とは・・・



実験目的

雪中発破による積雪を伝わる圧力
(以下「爆雪圧」とする。)を計測し、
人工雪崩誘発に適切な装薬間隔を導くことを目的とする。

使用爆薬(含水爆薬)

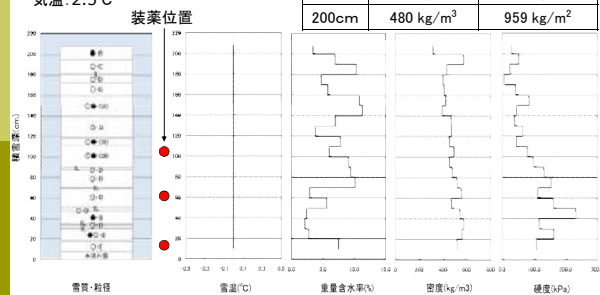
項目 製品名	ハイゼックス 紙巻品	デタマイト 紙巻品
仮比重	1.10~1.20	1.05~1.15
爆速[JIS法] (m/s)	5,500~6,000	4,000~6,600
砂上拘爆度(径倍)	2.5~5.0	2~4
低温起爆感度	-25℃で完爆	-10℃で完爆
耐水性 耐吸湿性	優秀	良好
落槌感度 [JIS法]	8級	8級
後ガス	最優秀	最優秀
火薬力(0.1atm)	8,327	8,323
薬径・薬長	25mm・177mm	25mm・175mm
薬量	100g/本	100g/本

積雪中での性能向上!

積雪層構造

観測日時: 2010年3月31日8時40~
積雪深: 208cm
天候: 晴れ
気温: 2.5℃

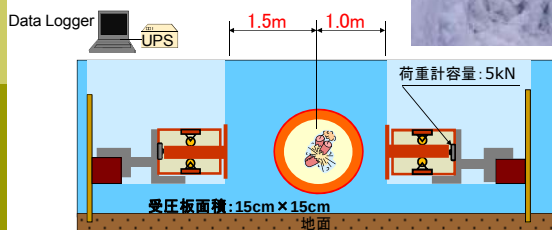
積雪深	全層平均密度	積雪重量
100cm	461 kg/m ³	461 kg/m ²
150cm	456 kg/m ³	685 kg/m ²
200cm	480 kg/m ³	959 kg/m ²



実験方法



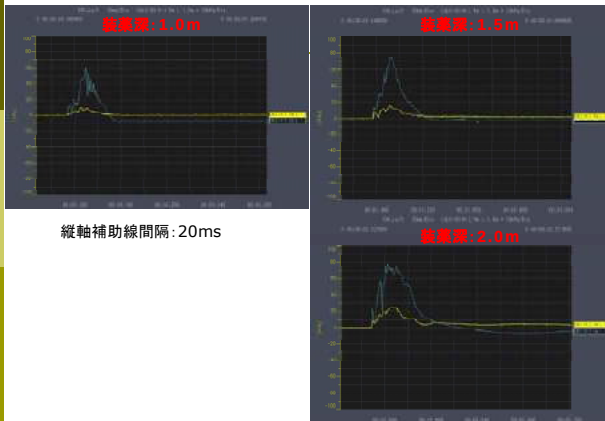
サンプリング周期: 10kHz
(100 μ 秒間隔)
装薬量: 300g
装薬深: 1.0m, 1.5m, 2.0m



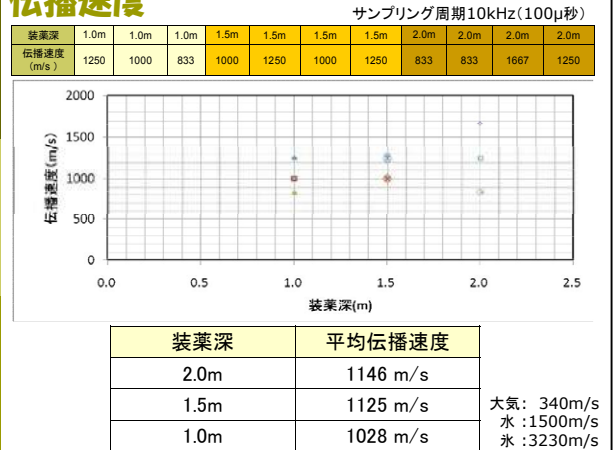
実験状況 (動画)



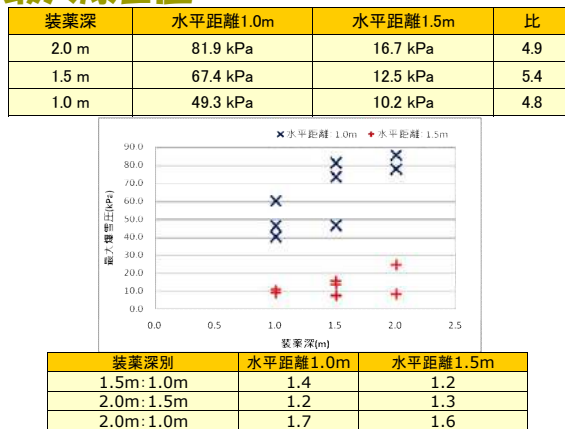
爆雪圧計測結果



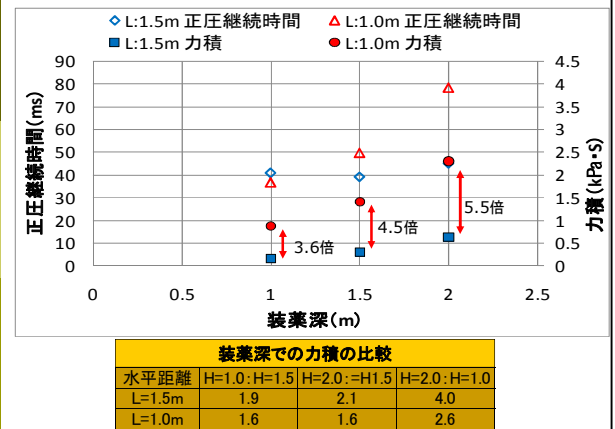
伝播速度



最大爆雪圧



正圧継続時間と力積



まとめ

水平距離1.0mと1.5mの50cmの差

- 最大爆雪圧: 4.8~5.4倍
- 力積: 3.6~5.5倍

装薬深による差(装薬深2.0mと1.0mの比から)

- 最大爆雪圧: 1.6~1.7倍
- 力積: 水平距離1.5mで4.0倍

湿雪中の爆雪圧は、伝播距離による減衰が著しい

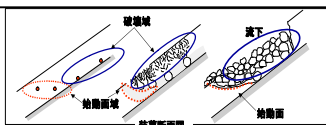
装薬深が浅く、積雪表面から発破の圧力が噴出することにより伝播する圧力が著しく減少

本実験を考慮すると

噴出現象が生じる装薬深1.0m以下の装薬では、圧力の伝播する範囲・最大値が小さい。
装薬深を浅くする場合は、装薬間隔を密にする必要がある。
破壊域は装薬間隔を2m、始動領域は1mとすることが適切と考えられる。

今後の方針

斜面でも実験を行っているので、圧力伝播の解析を進める。
平場・斜面における湿雪中の爆雪圧における減衰特性を定式化する。



(8) 雪崩柵の列間斜距離の考え方

(株)雪研スノーイーターズ 技術部長 大槻 政哉

雪崩柵の列間斜距離 の考え方

大槻 政哉
(株)雪研スノーイーターズ

道内の雪崩予防柵(吊柵)



道路脇に背の高い鋼製構造物が沢山並んでいる。ドライバーに圧迫感を与え景観阻害要因とも言われているが、**防災上必要で設計手法に根拠があれば問題はない。**

本日の発表内容

- 列間斜距離の考え方に関する問題提起
- 現行指針における列間斜距離の決め方
- 列間斜距離算出方法の根拠と考察
- あるべき列間斜距離算出の方法

雪崩予防柵設計方法の問題点

とある雪崩柵設計業務の
中間打ち合わせ...



発注者



受注者

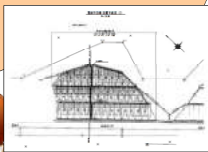
雪崩予防柵設計方法の問題点

ちょっと待って。
一昨年度の隣接区間では、
積雪深150cmでやっているなあ...
何でかなあ？



発注者

雪崩柵の設計条件、積雪深は
ラウンド値で200cmとしました。
それで割り付けた図面です。



受注者

雪崩予防柵設計方法の問題点

あーなるほど、
積雪深のコンターがどちらに
も読めるんだね
今回も同様に、150cmを使っ
て下さい。



発注者

了解いたしました。
150cmでやり直します。。。。



受注者

第5回TCワーキング
2010/10/15

雪崩予防柵設計方法の問題点

数日後・・・



発注者 受注者

第5回TCワーキング
2010/10/15

雪崩予防柵設計方法の問題点

お疲れ様です。
どうなりましたか？

それが・・・
積雪深を減らしたら、雪崩柵の基数が増加して、結果お金が上がっちゃいました！



発注者 受注者

第5回TCワーキング
2010/10/15

雪崩予防柵設計方法の問題点

うー！
なんでっ！？！？！？！

それが・・・
よくわからないんです……



発注者 受注者

第5回TCワーキング
2010/10/15

道内の雪崩予防柵(吊柵)

道南太平洋側の道道



柵高の低い柵が密に並んでいる

第5回TCワーキング
2010/10/15

道内の雪崩予防柵(吊柵)

道北の道道



柵高の高い柵が比較的疎に並んでいる

第5回TCワーキング
2010/10/15

現在の列間斜距離Lの算出式

列間斜距離 $L = f_L \cdot H$

$$f_L = \frac{2 \tan \theta}{(\tan \theta - \tan \phi)}$$

柵 高 $D = H \cos \theta$

D : 柵高(m) f_L : 距離係数
 H : 積雪深(m) θ : 斜面角度
 L : 列間斜距離(m) ϕ : 雪と地面の摩擦角

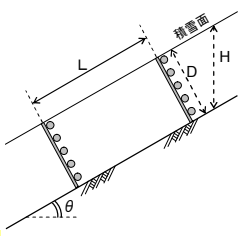


図 斜面積雪と雪崩予防柵の概念図

積雪深H→小 傾斜角θ→大 ⇒ 列間斜距離L→小

※2005除雪・防雪ハンドブック
 ※道路設計要領(北海道開発局)
 ※集落雪崩対策工事技術指針(案)

列間斜距離Lの算出式導入過程

斜面積雪の雪圧算定式

※スイス示方書(1966:道路)による

$$S = \rho g \frac{H^2}{2} KN \quad \dots \textcircled{1}$$

←基本的に積雪深で決まる(雪圧傾斜は一定と仮定?)

$$S = \rho g H \cos \theta (\sin \theta - \mu \cos \theta) L \quad \dots \textcircled{2} \quad \leftarrow \text{積雪深の他、柵の離れ距離(列間斜距離)で決まる}$$

両式の交点を列間斜距離Lとする

$$\frac{L}{H} = \left(\frac{K}{\sin 2\theta} \right) N \left(\frac{\tan \theta}{\tan \theta - \mu} \right)$$

$$L = \frac{2 \tan \theta}{(\tan \theta - \mu)} \cdot H$$

仮定の導入
($K(\sin 2\theta) = 0.74$
... $\rho = 270 \text{ kg/m}^3$ を仮定
 $N = 2.7$
...標準状態の仮定

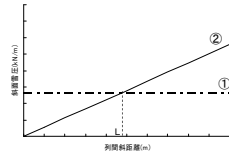


図 列間斜距離と雪圧の関係

○雪圧算定式の根拠は?(なぜ二つの式?)
○なぜ両式の交点を列間斜距離に?

ρ : 積雪密度(kg/m^3) K : クリーブ係数
 g : 重力加速度(m/s^2) N : グライド係数
 μ : 積雪の地面に対する摩擦係数

雪圧の算出式について

2つの雪圧式の場合分け考え方

	積雪状態	積雪底面が滑りにくい状態	積雪底面が滑りやすい状態
出展			
スイス示方書 (Haefeliの雪圧論, 1954)	せん断強度 > 積雪底面の斜面向応力	せん断強度 < 積雪底面の斜面向応力	
雪崩防止柵に作用する 斜面雪圧 (遠藤, 1996)		グライド速度 < あるしき い値*1	グライド速度 > あるしき い値*2

*1の場合、せん断抵抗はグライド速度に比例、*2の場合、せん断抵抗は垂直応力に比例
endo(1983)は実験により、しきい値として雪地面で0.22m/dayを得る

雪圧の算出式について(①式)

■積雪底面が滑りにくい状態

(せん断強度 > 積雪底面の斜面向応力)

スイス示方書
(Haefeliの雪圧論, 1954)

○右図の積雪モデルを仮定し、圧縮圏下端の圧縮応力(σ_c)、側面抵抗(τ)、中立面変位速度(U_0)とすると、以下のように求まる。

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{4}{3}} \frac{U_0 \rho}{a_c} \sin \theta$$

○Haefeliの雪圧分布(三角分布)に基づく以下の仮定により、

$$U_0 / a_c = U_A / a_A = U_G / a_G = \text{const}$$

$$\rho = \text{const}$$

○圧縮応力を積雪深方向に積分し易く、雪圧を求める以下の式が得られる。

$$S = \rho g \frac{H^2}{2} \sin 2\theta \sqrt{\frac{2}{9 \tan \theta \tan \beta}} \sqrt{1 + 3n} \quad \Rightarrow \quad S = \rho g \frac{H^2}{2} KN$$

クリーブ係数K グライド係数N

$$n = \frac{U_0}{U_A - U_G}$$

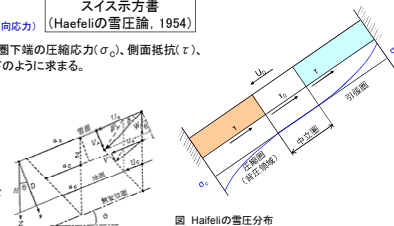


図 Haefeliの雪圧分布

雪圧の算出式について(②式)

■積雪底面が滑りやすい状態

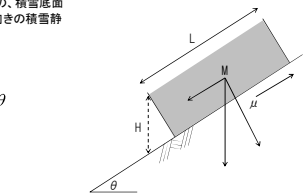
(せん断強度 < 積雪底面の斜面向応力)

スイス示方書
(Haefeliの雪圧論, 1954)

○柵と柵に挟まれた積雪ブロック(質量M)の、積雪底面の摩擦による抵抗力を考慮した斜面向きの積雪静荷重と仮定し、以下の雪圧の式を導入。

$$S = M \sin \theta - \mu M \cos \theta$$

$$M = \rho g H \cos \theta \cdot L$$



$$\Rightarrow S = \rho g H \cos \theta (\sin \theta - \mu \cos \theta) L$$

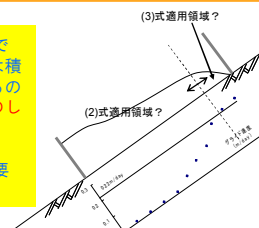
二つの雪圧式の交点としたワケは?

見解1

雪崩柵の背面近くではグライドは遅く、ある程度離れれば早いことから、柵間隔が短い場合は①式、長い場合は②式が適用できるので、その交点しが両式を満たすことからLを列間斜距離としたのでは? (雪崩と吹雪(古今書院)より)

①Lはあくまでも理論式の交点とであり、またグライド速度の分布は積雪底面状態や季節によって異なるので、この交点で、グライド速度のしきい値が現れるわけではない。

②その交点を列間斜距離にする必要性・合理性が不明...



二つの雪圧式の交点としたワケは?

見解2

雪圧算定に①式を採用する場合、Lが大きくなりグライド速度が大きくなると、抵抗とグライド速度の比例関係が成り立たなくなり①式が適用できなくなるため、交点をLの適用限界としたのでは? (遠藤(1996)より)

➢列間斜距離Lと積雪底面のすべり状態の関係は明らかでないため、どの程度のLで①式が適用できなくなるのか、わからないのでは?

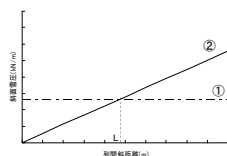
➢そもそも雪圧算定に際して、①式の適用に拘る必要性が不明

二つの雪圧式の交点としたワケは？

見解3

雪崩柵の設計荷重が最小で、且つ列間斜距離が大きく（柵基数が少なく）経済設計になるのでは？

（松澤(2008)より）



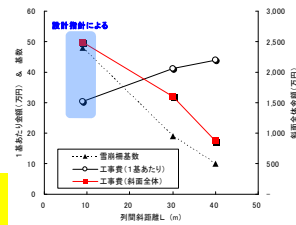
二つの雪圧式の交点としたワケは？

見解3

雪崩柵の設計荷重が最小で、且つ列間斜距離が大きく（柵基数が少なく）経済設計になるのでは？

（松澤(2008)より）

延長	65m
斜面	47m
傾斜	1:1.2 (40°)
柵高D	2.0m
柵幅W	5.5m
パイプアンカー	L=2.5m
掘下段位置	斜面下端から直線5m
積雪密度	350kg/m ³
摩擦係数μ	0.5
クリップ係数K	0.783
グライド係数N	2.4



列間斜距離を交点よりも大きくすることで、1基あたりの価格は高くなるが、柵基数が減少する分、全体工事費は抑制！

新たな列間斜距離の考え方について

交点Lを列間斜距離に採用した明確な根拠を得ることが出来なかった
それなら思い切って、本来のあるべき列間斜距離について考えてみようと思う

現在 雪圧算定と連動した列間斜距離の決め方

今後 雪崩発生を抑制することを考慮した列間斜距離の決め方

新たな列間斜距離の考え方について

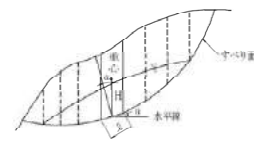
●地すべり対策(グラウンドアンカー工)の場合

$$① \text{ 滑動の安定率 } F_s = \frac{\sum (c + l + (W - u - b) \cos \alpha \cdot \tan \phi)}{\sum W \sin \alpha}$$

$$② \text{ 計画安全率 } F_{sp} \text{ を想定した必要抑止力 } P_r$$

$$F_{sp} = \frac{\sum (c + l + (W - u - b) \cos \alpha \cdot \tan \phi) + P_r}{\sum W \sin \alpha}$$

$$③ \text{ 設計アンカー力 } = \frac{P_r}{\sin \beta \cdot \tan \phi + \cos \beta} \cdot n$$



斜面全体で計画安全率を担保する必要抑止力 P_r を求めた上で、間隔や1本あたりの設計アンカー力を設計

発生抑止を前提！

新たな列間斜距離の考え方について

●雪崩対策の場合

① 積雪の安定率

$$F_s = \frac{f_c}{\sigma_c}$$

f_c : 圧縮強度
 F_s : 安全率
 σ_c : 圧縮応力 (雪圧)

※雪崩柵直上の圧縮破壊で雪崩発生と仮定

② 確保すべき安定率を満たす σ は？

$$\sigma_c = f(L_s, H_s, \rho, \dots)$$

雪崩を発生させないための安全率を見込んだ応力、ひいては列間斜距離Lの最大値が得られる。

その上で構造計算 → 最も経済的な設計

- ・L=40mでの雪圧
- ・350kg/m³ではかなり安全 (L=40mでもOK)
- ・200kg/m³ではNG
- ・250kg/m³では、安全率を見込めばNG？

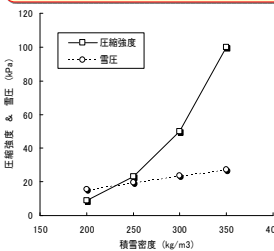


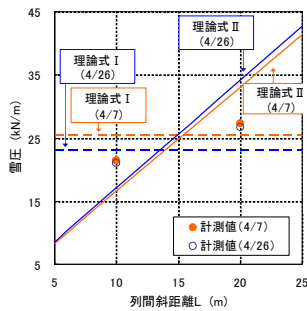
図 積雪の圧縮強度と雪圧
※圧縮強度はMellorから読み取り

今後の課題

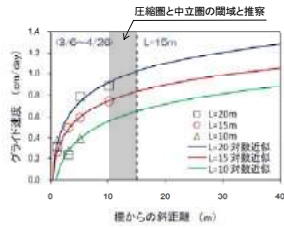
➢ 既往の雪圧算出式はすべてが理論式であることから、雪圧（圧縮応力）を正確に評価するために、**列間斜距離や地表面状態(グライド状態)に応じた雪圧計測が必要**

➢ 雪崩柵の雪崩抑止効果を明らかにするためには、**定量的な雪崩発生モデルの確立**が必要であり、現地における調査や実験、数値実験の取り組みが必要

雪圧の測定例(2010中山峠、寒地土研)

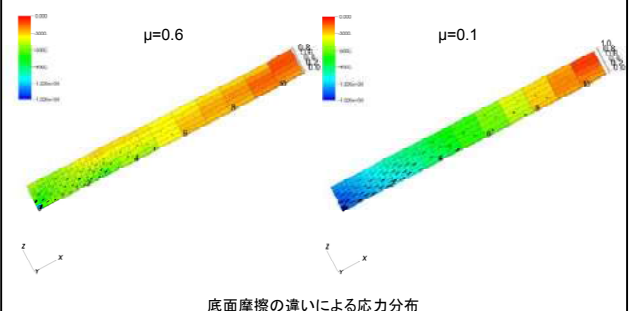


列間斜距離と雪圧の関係(松下ら,2010)



グライド速度と柵からの斜距離の関係
(松下ら,2010)

積雪大変形モデル(FEM)開発の例



底面摩擦の違いによる応力分布

原稿提供: 大塚政幸, 井上一郎, 成田英彦
有限変形有限要素法による積雪変形解析
雪氷研究大会(2010-仙台)講演要旨集

以上です、有難うございました。

(9) ネットワークカメラを用いた雪崩発生状況観測と雪崩対策への応用

(独) 防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター 上石 勲

ネットワークカメラを用いた雪崩発生状況観測と雪崩対策への応用

防災科学技術研究所
雪氷防災研究センター

上石 勲

1. はじめに

- これまで雪氷防災研究センターでは、3次元流体雪崩運動解析モデルを用いた雪崩ハザードマップの作成、積雪変質モデルを用いた雪崩予測について研究、試験運用
- 雪氷災害のソフト対策として**現地のモニタリング技術**も重要
- 2009-10年冬期に新潟県中越地域でネットワークカメラによる雪崩観測を実施
- 画像解析を用いて、雪崩発生だけでなく**雪崩の動態の把握**

2. 雪崩発生状況観測

・長岡市山古志地区にネットワークカメラを設置、映像データを雪氷防災研究センターのHPに公開、道路管理者や雪崩パトロール業者に情報を提供

・2箇所(長岡市竹沢(山古志トンネル)、西川口)で、1秒おきの画像データを現地に設置したハードディスクに記録

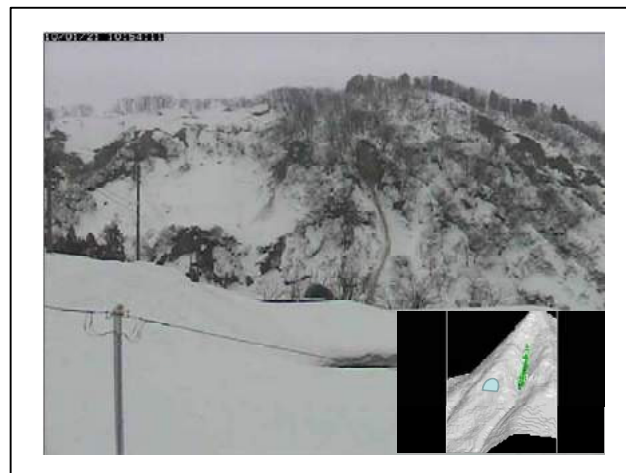
新潟県中越震災地域
雪氷防災研究センターHPにて斜面状況公開
→道路管理者など利用

積雪ライブカメラ



画像を一部は1秒インターバルで記録





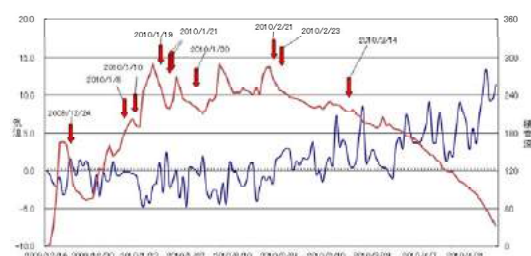
雪崩発生状況観測結果

- ・ 流下時間10秒以上の比較的大きな雪崩

山古志トンネル				
NO	発生年月日	開始時刻	終了時刻	流下時間
1	2009年12月24日	14:58:11	14:58:27	0:00:16
2	2010年1月8日	8:56:27	8:56:37	0:00:10
3	1月10日	13:44:28	13:44:59	0:00:31
4	1月19日	12:29:25	12:29:41	0:00:16
5	1月21日	10:53:50	10:54:09	0:00:19
6	1月21日	11:21:00	11:21:11	0:00:11
7	1月30日	17:27:11	17:27:28	0:00:17
8	2月21日	7:39:28	7:39:47	0:00:19
9	2月23日	15:21:45	15:22:05	0:00:20
10	3月14日	17:36:18	17:36:36	0:00:18

西川口				
NO	発生年月日	開始時刻	終了時刻	流下時間
1	2010年1月4日	3:49:45	3:50:01	0:00:16
2	1月19日	7:54:24	7:54:36	0:00:12
3	1月19日	7:55:34	7:55:54	0:00:20
4	1月24日	4:31:21	4:31:36	0:00:15
5	1月31日	15:03:34	15:03:45	0:00:11
6	2月15日	17:12:58	17:13:12	0:00:14

雪崩発生と気象積雪データの比較



今年は寒暖の差が激しいこともあり、雪崩の発生件数が多く、記録された雪崩はすべて湿雪雪崩

3. 雪崩の発生と動態の画像解析

- ・ 1秒おきの画像から雪崩発生と動態把握のために画像解析
- ・ 1秒前の画像との差分
- ・ 10×10ピクセルの1セル内の白色(白:差分大、黒:差分無)のピクセル数を%で数値化



図2 画像解析 (図1の1秒間の差分)

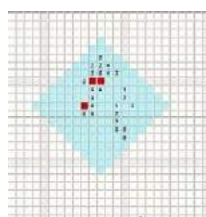
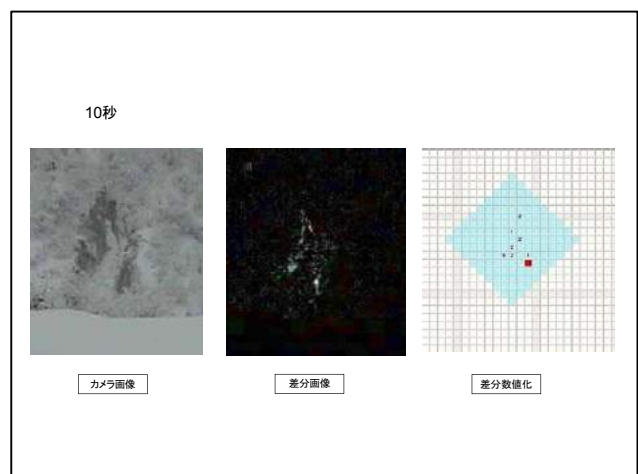
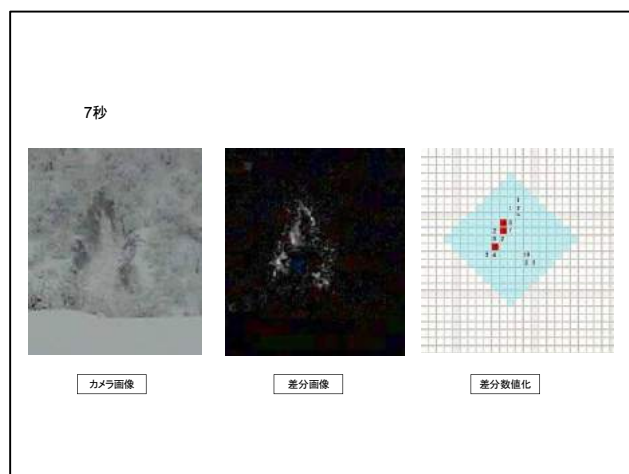
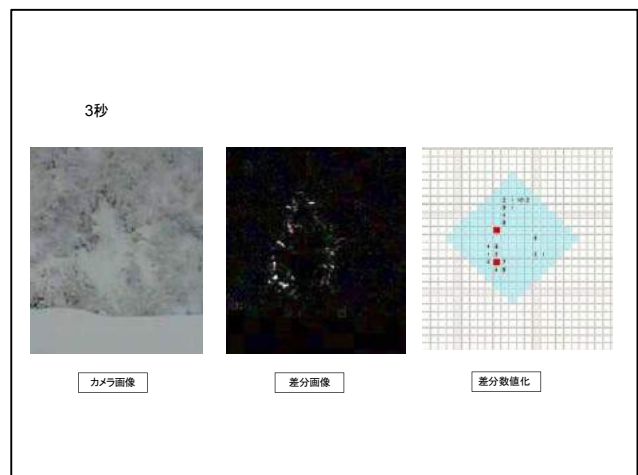
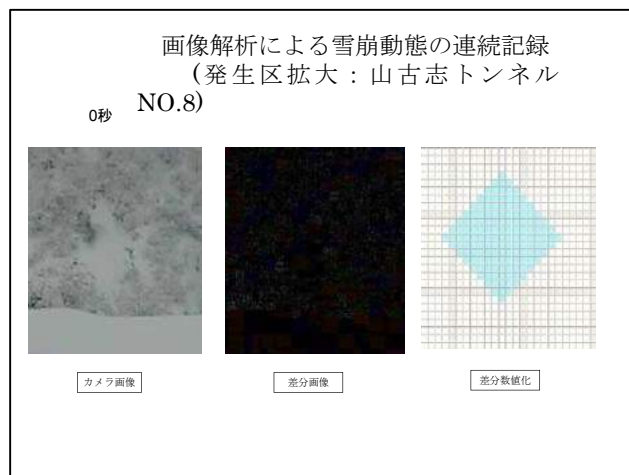


図3 差分を数値化した画像解析例

画像解析結果

- 差分画像ならびに数値でも表現可能
- ・ 雪崩発生時のクラック破壊
- ・ 雪崩発生から斜面全体の流下状況

- 雪崩発生だけでなく雪崩の流下速度なども画像解析から求めることができる可能性



まとめと今後の予定

- ・ 画像解析技術を応用した雪崩斜面のモニタリングによって雪崩動態や雪崩前兆現象を把握
- ・ 雪崩発生 of 自動判別、雪崩速度の自動判別
→ ネットワークカメラの画像精度向上
- ・ 夜間、降雪中の撮影 リモートセンシング技術

Ⅲ. 意見交換

- 2004 年から 2009 年まで、アメリカで交通網が気象災害を受けているということでナショナルプロジェクトが進んでいて、2009 年の 9 月に最終レポートが数百ページ出まして、縦割りだった各機関で観測した気象データを共有できるような仕掛けが動き始めている。
- これまではお金があったから各省庁でデータを観測していたわけですが、こういう時代ですので、もっと真剣に情報の共有を図るべきではないか。
- 道路気象テレメータはアメリカでは、道路気象ではなくて、地下水の流量、環境など、他目的で使えるようにステーションを作って共有できるようにしている。
- 重複する観測点を減らして、その分の金をメンテナンスに回すなど、効率的な仕掛けを本気で考えた方がよいのではないか。
- この話をするすると反対する人はいないけれども、依然として縦割り。
- 観測点は、世界中で日本が一番、空間密度が多いと思うけれども、共有化が進んでいないので、何とかならないものかと思いながら何十年も経っている。
- 短時間で雨や雪の気象災害が出ますので、何とか実現する必要があるのではないか。
- これから物を作っていく時に、夏だけではない、いろいろなものを考えながら便益を図って行かなくてはならない。
- まだまだ全国の標準的な課題に対して、制度的にもどう触れていくべきか、というところを各分野でやっていくべきではないかと思いました。
- 今日的課題は、もっとクロスオーバーする形で整理していけるのではないか。
- はやり気象の精度を上げていくということが、我々のような路面予測という部分に非常に必要になってくると思いますし、地域性を考慮する時にどの程度の分解能で考えていけばよいかという面的な話で、山間部の道路雪の路面状態とか、あるいは市街地とか、市外とかで分解能が分かれてくると思う。
- したがって地形情報も含めて総合的に気象屋さんや、雪氷屋さん、あるいは測量関係、いろいろなところと横断的な協力をしていかないと今日的テーマが解けないのではないかという印象を受けました。
- 不確実性、リスクといった方がよいかもしれないが、大雪になるのか、暖冬になるのか、ゲリラ的になるのか、といったことがよくわからない中で、たとえば除雪予算をどれだけ用意するのか、という確率的なことや、それをどうカバーするのか、といったことが少し欠けているという気がする。
- 道路管理者の立場にしても、どう考えていくか、という根拠を考えておかないと難しいと思う。
- 今日的テーマでは冬期交通に特化せず、もう少し広い捉え方が出来ないかと思う。
- 平成 18 年豪雪で課題になった高齢者の被害を踏まえて、雪処理の担い手の確保が大事だが、行政では限界があるので、共助、互助が必要。
- さらに、済む場所をもう一度、再考した方がよいのではないか。交通も大事だが、住宅や建物、集落の対策が必要なので、総合的な視点で見なければ、なお良いのではないか。

- 非常に熱心に議論されたように思います。発表のレポートや提出レポートが資料にも沢山、掲載されていますが、私自身、北海道の出身ですが、ご発表いただいている物理的な論文や、化学的な論文は、なかなかついていけないレベルの高いものだと思います。こういう議論が重要だと思っています。
- 雪に関する研究は、高野先生や高山先生もおっしゃったように、「評価の議論があまり無い」、とかねてから思っていました。なかなか社会的な評価は難しいでしょうが、一般に認められている経済学の観点からの評価が加わると、雪に関して全体がカバーされて良いのではないかと考えているところです。
- このような各専門の第一人者が集まって意見交換をする場は、雪氷学会や日本雪工学会などでは実現できない
- 貴重な会議なので、ぜひ続けて欲しい
- 日本には、この人達しかいない、これ以上の人達は見つからない、何とかつなげて欲しい
- 雪に関する専門家のネットワークは必要

-以上-