

第4回 雪センターTCワーキング レポート 2009

日時：平成21年10月16日(金) 13:00～17:00
場所：東京都中央区 堀留町区民館



はじめに

近年、国民の意識・価値観が多様化する中で、雪国においてもより高いレベルの利便性、快適性が求められ、安全快適な雪国の生活を維持するために解決すべき、多くの課題が残されています。

雪センターでは、様々な雪氷分野の技術的課題の解決に向けて、広く専門家の協力を得るための支援体制として、雪センターTC制度を平成17年10月より発足させ、「平成18年豪雪」等に関連する各種要請にも対応してまいりました。

現在、全国の雪氷の専門家の方々61名に雪センターTCとして登録をいただいております、これらTCの方々毎年1度一堂に会して、雪国の発展に寄与することを目的として、雪氷対策の技術的課題について議論していただいております、第4回のTCワーキングを平成21年10月16日に開催しました。

今回のTCワーキングでは、平成20年度TC研究助成対象者からの研究成果報告を行った後、7名のTCの方にご自身の研究レポートを発表していただき、参加者全員による討論を行いました。また、最後に「雪氷に関する今日のテーマ」など、参加者が普段から感じていることなどについて意見交換を行いました。

本冊子は、第4回雪センターTCワーキングの内容をとりまとめたものであり、雪国における冬期道路管理並びに地域づくりに携わるの方々にとって一助となれば幸いです。

平成22年1月

社団法人 雪センター
理事長 酒井 孝

< 目 次 >

I. 開催要領	1
1. 開催要領.....	1
2. 会場.....	2
3. 出席者.....	3
4. 会場風景.....	4
II. 議事	5
1. 開会.....	5
2. 平成20年度 TC 研究助成成果報告.....	6
(1) 「雪崩の連続体モデルの開発」	6
(2) 「雪中爆破工法による雪層中の圧力伝播と人工雪崩誘発技術の確立」	12
(3) 「路面状況測定のためのデータ処理方法に関する検討」	16
(4) 「連続滑り抵抗測定車による路面雪氷と滑り摩擦に関する研究」	20
《意見交換》	25
3. TC ワーキング	28
◆セッションⅠ	28
(1) 「自然エネルギー利用でのエントロピー視点」	28
(2) 「熱サイホン式雪発電の導入可能性調査」	34
(3) 「TRB における冬期道路管理の業績評価にかかわる国際調査」	38
(4) 「物理的凍結抑制舗装の凍結抑制効果評価方法に関する研究」	42
《意見交換》	46
◆セッションⅡ	49
(1) 「道路上の気象現象と交通障害」	49
(2) 「冬期道路管理と気象予測情報の使い方」	55
(3) 「登山者位置情報伝達システムについて」	59
《意見交換》	63
◆セッションⅢ	67
「雪氷に関する今日的テーマ」	67
4. 閉会.....	75

I. 開催要領

1. 開催概要

第4回雪センターTCワーキング開催要領

平成21年10月16日（金）
堀留町区民館 03-3661-8448

1. 挨拶	まるやま てるひこ 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20年度TC研究助成成果報告			13:05～13:45（40分）
		『雪崩の連続体モデルの開発』 名古屋大学 大学院 教授 西村 浩一	にしむら こういち
		『雪中爆破工法による雪層中の圧力伝播と人工雪崩誘発技術の確立』 町田建設株式会社 代表取締役社長 町田 誠	まちだ まこと
		『路面状況測定のためのデータ処理方法に関する検討』 富山高等専門学校 准教授 高田 英治	たかだ えいじ
		『連続滑り抵抗測定車による路面雪氷と滑り摩擦に関する研究』 福井大学 大学院 教授 福原 輝幸	ふくはら てるゆき

3. TCワーキング 13:55～16:55（180分）

セッション	進行	パネラー	話題提供	討論	計
I エネルギー利用 業務評価 凍結抑制舗装の評価	野口 (小林)	1. 横山 孝男 (よこやまたかお) 自然エネルギー利用でのエントロピー視点 2. 対馬 勝年 (つしまかつとし) 熱サイホン式雪発電の導入可能性調査 3. 浅野 基樹 (あさのもとき) TRBにおける冬期道路管理の業績評価にかかわる国際調査 4. 丸山 暉彦 (まるやまてるひこ) 物理的凍結抑制舗装の凍結抑制効果評価方法に関する研究	7分×4 =28分	32分	60分
(休憩)			-	-	10分
II 道路上の気象・気象予報 情報伝達システム	大島 (小林)	1. 高田 吉治 (たかたよしはる) 道路上の気象現象と交通障害 2. 石本 敬志 (いしもとけいし) 冬期道路管理と気象予報情報の使い方 3. 貴堂 靖昭 (きどうやすあき) 登山者位置情報伝達システムについて	7分×3 =21分	29分	50分
(休憩)			-	-	10分
III 雪氷に関する 今日のテーマ	中川	出席者全員によるディスカッション		30分	30分
IVその他、全体を通して	中川			20分	20分
計		パネラー 名 (全レポート 7件)	49分	111分	180分

4. 閉会	さかい たかし 酒井 孝	(社) 雪センター理事長	16:55～17:00（5分）
-------	-----------------	--------------	-----------------

2. 会場

堀留町区民館

中央区日本橋堀留町1-1-1

TEL：03-3661-8448



J R総武線 新日本橋駅より徒歩7分
東京メトロ 日比谷線 小伝馬町駅より徒歩4分
東京メトロ 日比谷線、都営浅草線 人形町駅より徒歩7分
東京メトロ 銀座線、半蔵門線 三越前駅より徒歩7分
都営新宿線 馬喰横山駅より徒歩7分

3. 出席者

No.	技術委員	氏名	所 属	役 職	出欠状況	
1	○	石本 敬志	(財)日本気象協会	北海道支社	参与	○
2		内山 宏文	元(社)北陸建設弘済会		専務理事	
3	○	真下 英人	(独)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	○
4		桑原 剛	(社)新潟県融雪技術協会		会長	
5	○	苦米地 司	北海道工業大学		教授	
6	○	原 文宏	(社)北海道開発技術センター		理事	○
7	○	丸井 英明	新潟大学	災害復興科学センター	教授	
8	○	丸山 暉彦	長岡技術科学大学		教授	○
9	○	村國 誠	e-J E C 東日本(株)	雪氷防災支援センター	センター長	○
10	○	元田 良孝	岩手県立大学		教授	
11	○	下村 忠一	(株)アルゴス		副社長	○
12	○	浅野 基樹	(独)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	○
13		安彦 宏人	山形大学		非常勤講師	○
14		池野 正志	(株)興和	水工部	部長	
15		和泉 薫	新潟大学	災害復興科学センター	教授	
16		伊藤 驍	国立秋田高専		名誉教授	
17		梅宮 弘道	山形大学		名誉教授	
18		大槻 政哉	(株)雪研スノーイーターズ	技術部	部長代理	○
19		上石 勲	(独)防災科学技術研究所	雪氷防災研究センター	研究員	○
20		上村 靖司	長岡技術科学大学		准教授	
21		小林 俊一	新潟大学		名誉教授	
22		堀山 政良	室蘭工業大学		教授	○
23		酒井 與喜夫	(株)イトラスト		特別顧問	
24		佐藤 篤司	(独)防災科学技術研究所	雪氷防災研究センター	センター長	
25		佐藤 清一	弘前大学	医療技術短期大学部	名誉教授	○
26		佐藤 威	(独)防災科学技術研究所	雪氷防災研究センター 新庄支所	所長	
27		島原 利昭	(株)興和		代表取締役社長	
28		高田 吉治	(株)応用気象エンジニアリング		代表取締役社長	○
29		高山 純一	金沢大学		教授	
30		竹内 政夫	NPO 法人雪氷ネットワーク		理事	○
31		対馬 勝年	富山大学		客員教授	○
32		西村 浩一	名古屋大学		教授	○
33		沼野 夏生	東北工業大学		教授	○
34		花岡 正明	(株)高速道路総合技術研究所	道路研究部	砂防研究担当部長	○
35		福原 輝幸	福井大学		教授	○
36		藤原 忠司	岩手大学		教授	
37		町田 誠	町田建設(株)		代表取締役	○
38		松澤 勝	(独)土木研究所	寒地土木研究所 雪氷チーム	上席研究員	
39		山本 恭逸	青森公立大学		教授	
40		横山 孝男	山形大学		教授	○
41		若林 隆三	アルプス雪崩研究所		所長	○
42		和田 惇	元(社)北陸建設弘済会		理事	
43		山田 正雄	(独)防災技術(株)	技術本部	副本部長	
44		松田 宏	国際航業(株)	東京事業所 河川砂防部	雪氷担当リーダー	
45		小川 紀一郎	アジア航測(株)	技術統括部 プロジェクト推進室	室長	○
46		早川 典生	NPO 法人 水環境技術研究会		理事長	○
47		新開 龍三郎	(株)アルゴス		企画課長	○
48		川田 邦夫	富山大学	極東地域研究センター	センター長 教授	
49		長野 克則	北海道大学		教授	○
50		井良沢 道也	岩手大学		准教授	
51		小杉 健二	(独)防災科学技術研究所	雪氷防災研究センター 新庄支所	主任研究員	○
52		佐藤 馨一	北海商科大学		教授	
53		高野 伸栄	北海道大学		准教授	
54		浜岡 秀勝	秋田大学		准教授	○
55		中辻 隆	北海道大学		教授	
56		貴堂 靖昭	富山大学	工学部	教育研究支援スタッフ	○
57		高田 英治	富山高専専門学校		准教授	○
58		藤巻 英俊	大原技術株式会社	設計部	課長	
59		佐藤 吉一	開発技建株式会社	調査部	部長	
60		陸 旻皎	長岡技術科学大学			
61		石井 靖雄	(独)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		
雪センター TC 出席者数					30	
技術研究委員 (TC 以外) 出席者数					5	
雪センター		酒井 孝	社団法人 雪センター		理事長	○
		桐越 信	社団法人 雪センター		専務理事	○
		中川 誠	社団法人 雪センター		企画部長	○
		小林 光夫	社団法人 雪センター		研究部長	○
		佐々木 透	社団法人 雪センター		東北支部長	○
		田中 義明	社団法人 雪センター		北陸支部長	○
		近藤 精治	社団法人 雪センター		研究調査役	○
		大島 淳一	社団法人 雪センター		研究員	○
		野口 卓記	社団法人 雪センター		研究員	○
		松永 扶有子	社団法人 雪センター		研究員	○
		横田 貢	社団法人 雪センター			○
		安部 進	社団法人 雪センター			○
		細貝 浩士	社団法人 雪センター			○
	雪センター出席者数					13
出席者総数					48	

4. 会場風景



Ⅱ. 議事

1. 開会

〔中川〕 ただ今より、第4回雪センター TC ワーキングを開催させていただきます。今日の進行を務めさせていただきます企画部長の中川と申します。よろしくお願い致します。

はじめに、雪センター技術研究委員会委員長の丸山先生、ご挨拶をお願いいたします。

〔丸山〕 長岡技術科学大学の丸山でございます。どうも今日は大勢出席いただきありがとうございます。今日で TC ワーキング 4 回目ということですが、ぜひ活発な議論をお願いしたいと思っております。今日午前中に雪センターで技術研究委員会というのがありまして、そこでもいろいろ議論されました。後ほどまた皆さんにもご討論いただく、「雪氷に関する今日的テーマ」という中でも、いろいろなご意見がありました。例えば、他業界との交流ですね。タイヤメーカーとか自動車メーカーとの交流も含めて考えていくとか、あるいは新技術の活用をもっとこれから取り入れていく可能性もあるとか、あるいは温暖化の影響でゲリラ的な降雪が増えている、あるいは今まで北陸の問題だったものが、どんどん北のほうにシフトしていて、北海道でも同じような状況が起こる可能性があるとか、あるいはもっと若手研究者の発掘とか育成、それも重要なので考えて欲しいとか、いろいろな議論をいただきました。加えて、今日はまた TC の皆さんに普段から研究していただいていることを報告していただき、活発な意見交換をお願いしたいと思います。5 時までの長時間に渡りまして、その後も意見交換会が予定されているそうですので、ぜひ活発に意見交流をしていただければと思います。どうもありがとうございます。



2. 平成20年度 TC 研究助成成果報告

中川 どうもありがとうございました。それでは、平成20年度の雪センター TC 研究助成対象の成果報告に入りたいと思います。発表者の方にお断りですが、1人8分程度でまとめていただきたいと思っております。失礼ですがベルを鳴らすことにしております、2分前、6分のところで一鈴を鳴らします。残り2分くらいでまとめていただくということで、1人8分くらいということをお願いしたいと思います。それでははじめに、名古屋大学の西村先生、お願いいたします。

(1) 雪崩の連続体モデルの開発

名古屋大学大学院 教授 西村 浩一

雪崩の連続体モデルの開発



西村 浩一
(名古屋大)

資料 2-1-1

雪崩の連続体モデル I

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(hu) + \frac{\partial}{\partial y}(hv) = 0 \quad \text{質量保存}$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(hv) + \frac{\partial}{\partial x}(hv \cdot u) + \frac{\partial}{\partial y}(hv \cdot v) = -\frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial y}(gh^2 \cos \theta) + gh \sin \theta_y + F_y$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(hu) + \frac{\partial}{\partial x}(hu \cdot u) + \frac{\partial}{\partial y}(hu \cdot v) = -\frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial x}(gh^2 \cos \theta) + gh \sin \theta_x + F_x$$

運動量保存

x, y : 斜面に平行な座標系、 θ : 斜面の傾斜角、 h : 雪崩の厚さ、
 u, v : x, y 方向の雪崩の速度

摩擦力:

$$F = -gh \cos \theta \tan \delta \frac{\bar{u}}{|u|}$$

$\mu = \tan \delta$ クーロン摩擦

$\mu = \tan \delta_1 + (\tan \delta_2 - \tan \delta_1) \exp\left[-\frac{h}{D}\right] \frac{\sqrt{gh}}{u}$ フールド数と厚さの関数 (Pouliquen, 1999)

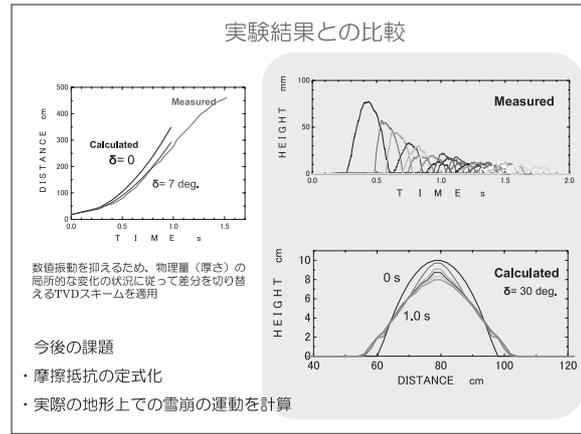
資料 2-1-2

西村 ご紹介いただきました名古屋大学の西村です。よろしくお願ひ致します。まず初めに私どもが昨年度申請しました研究を採用していただいたことにお礼を申し上げます。どうもありがとうございました。研究課題名は、「雪崩の連続体モデルの開発」です。雪崩の研究そのものはおおよそ65年くらい、すでに延々と続けられてきております。当然、少しずつ進歩してはおりますが、運動モデルに関しては、1960年代に開発されたフェルミーのモデルですとか、質量中心のモデルが、今でもかなり広く使われているのが現状です。それぞれのモデルにはいくつかパラメータが含まれておりますが、多くの雪崩を対象にチューニングが続けられてきましたので、どれくらいの距離をどの程度のスピードで流れるかについては、それなりの成果は出るようになりました。ただ、どうしても雪崩を点と仮定するとか、あらかじめ走路を決めたりして計算を行いますので、流れる雪崩の幅や高さは予想できないという制約がございます。そこで、既存のモデルをもう少し発展させた連続体モデルを日本でも考えて良いのではないかと考えた次第です。

モデルの細かな点はここでは特にお話しいたしません、まず私が始めましたのは、皆さんも昔物理で習ったことがあるかと思いますが、質量保存の法則、それから運動の法則の式、これらを使って雪崩を連続体のモデルとして記述するという事です。ここにFとありますが、これが雪崩の運動に対する摩擦力になります。それをどうやって定めるかについては、これまで数多くの研究者がいろいろと試みておりますが、とりあえず単純なクーロン摩擦のみを考えることにして、こうした実験を行いました。



資料 2-1-3



資料 2-1-4

斜面の一つの区画が20センチで、この部分に雪を詰めまして一挙にバツと流します。まずはこの極めて単純な雪崩の運動のシミュレートに取り組みました。簡単な形状で、式自体もさほど複雑ではないのですが、それでもちょっと計算を始めますとすぐ発散してしまう問題が出てまいりました。それでも何とか計算をした結果がここに出ております。こちらが実験による測定値で、計算結果がこちらです。少しパラメータの調整が必要ですが、一応それなりの速度というか動きの変化は、ある程度再現することができました。

Titan2D Patra et al. 2005

2D - depth averaged equations:

continuity $\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hv_x}{\partial x} + \frac{\partial hv_y}{\partial y} = 0$

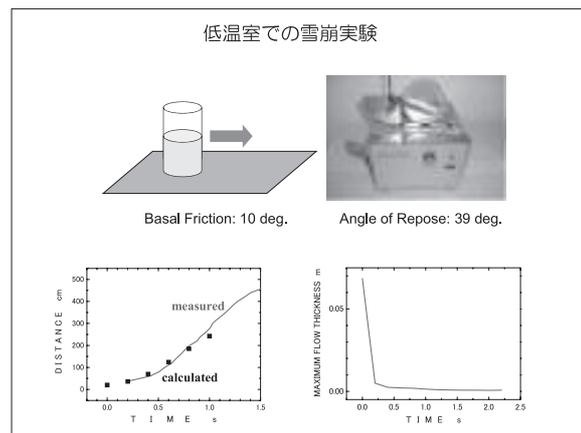
x momentum

$$\frac{\partial hv_x}{\partial t} + \frac{\partial hv_x^2 + 5k_{ap}g_z h^2}{\partial x} + \frac{\partial hv_y v_x}{\partial y}$$

$$= g_x h \left[\frac{v_x}{\sqrt{v_x^2 + v_y^2}} \right] g_z + \frac{1}{v_x^2} \left[\frac{\partial v_x}{\partial x} \right] h \tan \beta_{bed} \left[\frac{\partial v_x}{\partial y} \right] h k_{ap} \frac{\partial hg_z}{\partial y} \sin \beta_{int}$$

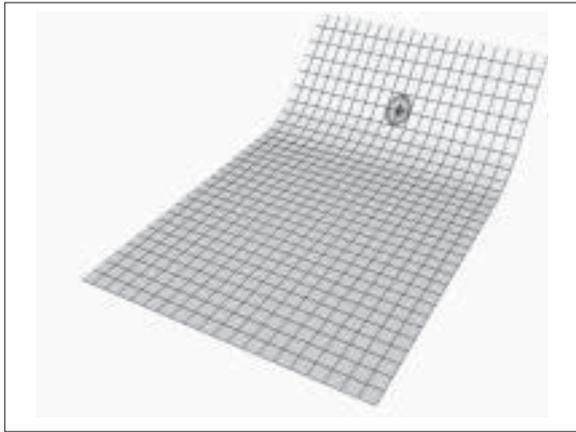
1. Gravitational driving force.
2. Resisting force due to Coulomb friction at the base.
3. Intergranular Coulomb force due to velocity gradients normal to the direction of flow.

資料 2-1-5

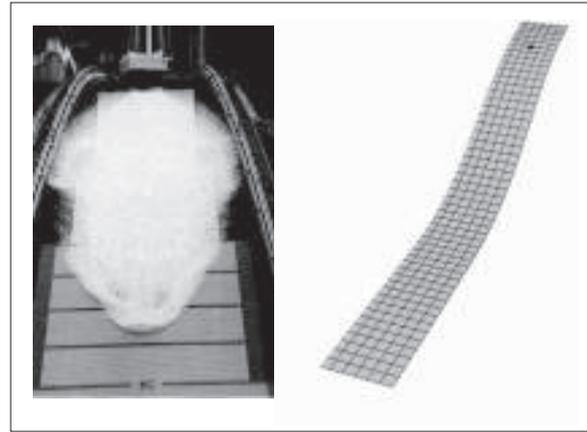


資料 2-1-6

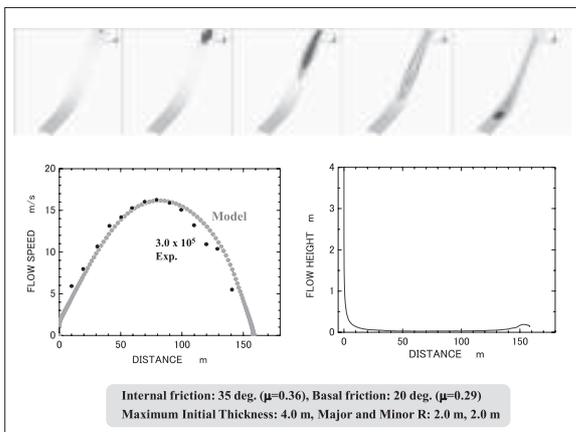
ただ、実際の地形上の運動を議論するとなりますと、すべてのプロセスが極めて複雑になり、ちょっと我々では手に負えません。そこで溶岩流などのシミュレーションですでに実績のあるこのモデル (Titan 2D) を雪崩の運動に応用してみることにいたしました。これが連続の式で、こちらが運動量保存の式です。これも先程と同様、こことここに2つの摩擦抵抗が入ってきます。ひとつは底面摩擦でもうひとつは粒子の内部摩擦です。まず、先程ご紹介いたしました雪崩実験に応用することとし、2つのパラメータのうち底面摩擦に関しては、このように粒子を引っ張ることで摩擦を測りました。また円筒に雪を充填して、これを回転させることで、安息角つまり内部摩擦を求めました。これらのパラメータを先程の式に入れて計算した結果がこちらです。この赤い印が測定値で、黒が計算結果になります。速度はそれなりに一致するのですが、計算では流れの高さは20センチくらいから一挙にグーッと減ってしまいました。短時間でほとんど数ミリ以下になってしまうのです。実際の実験とはこの辺の状況が合いません。内部摩擦の値に問題があるのではと考えておりますが、とにかくこれが現状です。この雪崩の計算結果を動画で示しますと、このように雪崩が流れていくということになります。



資料 2-1-7



資料 2-1-8



資料 2-1-9

もうひとつ、我々が昔、スキージャンプ台で実施いたしましたピンポン玉を用いた雪崩実験についてもシミュレーションを行ってみました。斜面は人工芝ですが、この上で底面摩擦やピンポンの内部摩擦角を測定いたしました。その値を入れて計算を行った結果がこのようなになりました。こちらも速度はそれなりに再現できるのですが、流れの高さは先程の室内実験の場合と同様に一挙に小さくなってしまい実際の結果とは一致いたしません。



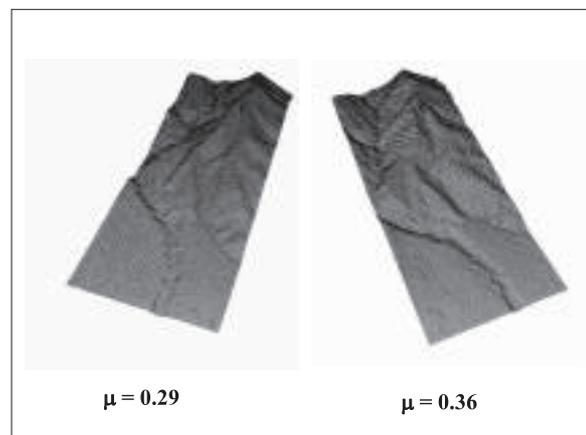
資料 2-1-10



資料 2-1-11

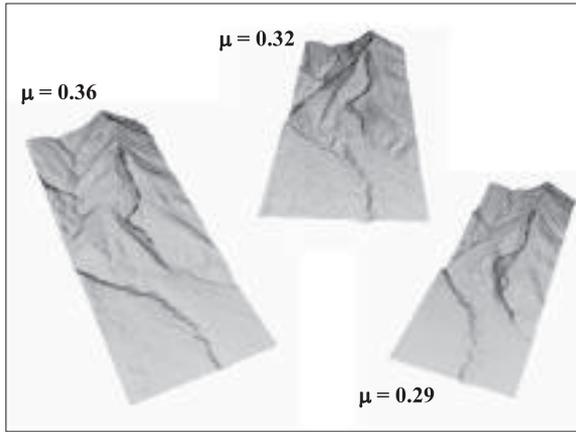


資料 2-1-12

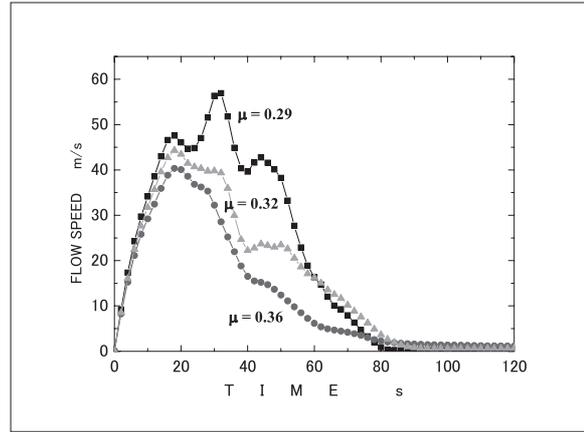


資料 2-1-13

このように解決すべき問題はまだまだ残っているのですが、次に、はたしてこのモデルを使って実際の地形上で雪崩を流してみるとどうなるかを試みてみることにいたしました。まず対象としたのは、2008年2月に妙高で発生した雪崩です。こちらが対象とした地域の写真で、デジタル表示した図がこちらです。こちらはこの雪崩がもたらした被害の状況です。この雪崩については発生後に詳細な調査が行われており、雪崩はこのように流れたことがおおよそわかっております。こちらは計算結果ですが、底面摩擦を変えると、雪崩の流れ方がかなり違っている様子がお分かりになるとと思います。摩擦角が小さい場合は、流れは斜面を乗り越えて2つに分かれます。一方、摩擦角が大きい場合は、雪崩は沢の流れに沿って流れ、堆積状況も両方で違った様相を示しております。

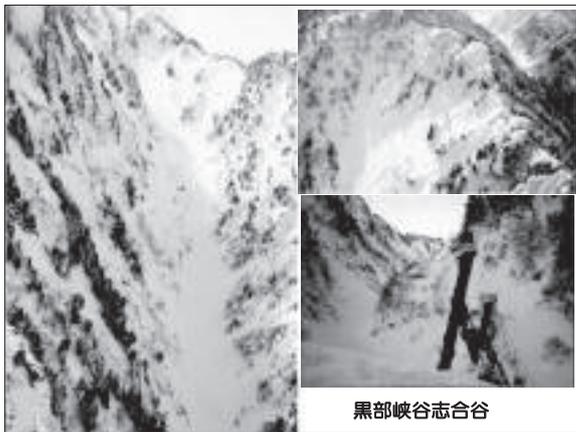


資料 2-1-14



資料 2-1-15

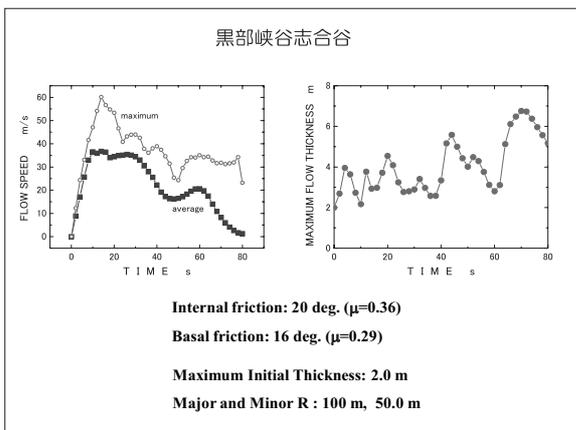
実際の雪崩と計算結果を比較すると、 $\mu = 0.29$ とした場合が一番、雪崩の広がりが一致しておりました。そういったしますと、このときは雪崩の流れの速度は、最大で秒速60メートル位に達し、このように時間変化をしていったと推定されるわけです。



資料 2-1-16

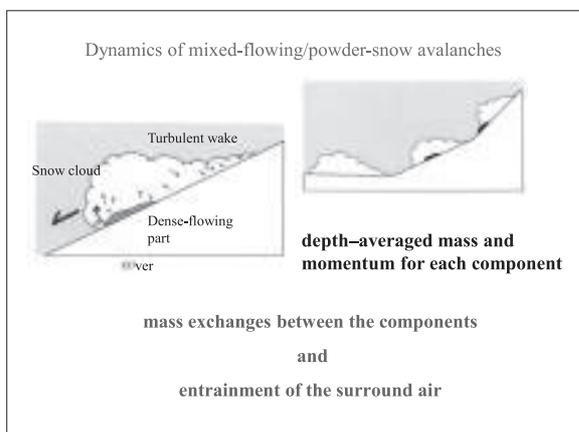


資料 2-1-17

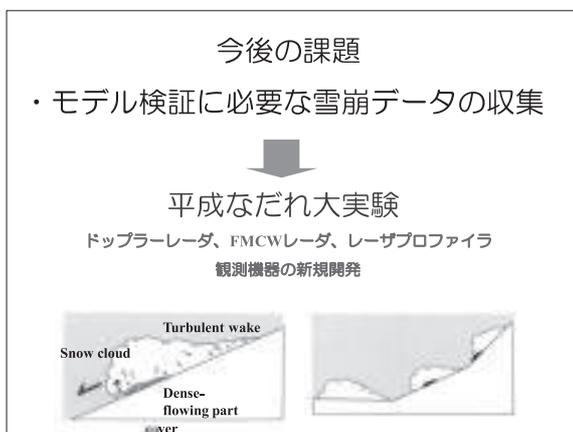


資料 2-1-18

最後に御紹介いたしますのは、我々が以前雪崩観測を行っておりました黒部峡谷の志合谷の例です。これが現地の全容で、ここが観測地点です。モデルにより、雪崩はこのように流れ、観測点のまさにすぐ横を通過した後に黒部川の本流にぶつかっていく状況をシミュレーションすることが可能となりました。先程の妙高の例で妥当とされたパラメータを入れてみますと、速度は平均で秒速40メートル、最大では60メートルに達しております。これは実際に我々が観測点で計測した速度とほぼ一致しております。



資料 2-1-19



資料 2-1-20

この図が最後です。これまでのお話、今回紹介いたしましたモデルは、雪崩の煙に隠れた、その下の方の層、いわゆる流れ層の部分の運動について再現を試みたものです。実際には流れ層の上には雪煙部等がありますから、相互での質量や運動量の交換を考慮したモデルが今後必要になってまいりますことは言うまでもありません。それから、今回のモデルでは、この雪崩が積雪をどうやって取り込むかというメカニズムも入っておりませんし、雪崩が流れていく過程で底面の摩擦もいろいろ変化すると考えられますので、そうした効果も組み込んでいかななくてはなりません。

このように、モデルに関してはさまざまな問題があるのですが、一方でまた雪崩そのもののデータも決して十分ではありません。モデルの検証には、比較に耐えうるデータが不可欠です。最近いろいろな機会を利用してお話しさせていただいているのですが、現在利用可能なシステムと知識を全部集約した「平成なだれ大実験」というのをどこかで実施してみたいということで、来年ぐらいから、少しその準備を始めようかと思っていますところですので、以上です。

中川 どうもありがとうございました。

今日の進め方の話をしませんでしたが、4名の方にまず発表をいただいて、終わったところでまとめて質疑をするというふうに進めさせていただきたいと思います。では、西村先生、ありがとうございました。

続きまして、町田建設の町田様に「雪中爆破工法による雪層中の圧力伝播と人工雪崩誘発技術の確立」ということで、発表をお願いいたします。

(2) 雪中爆破工法による雪層中の圧力伝播と人工雪崩誘発技術の確立

町田建設株式会社 代表取締役社長 町田 誠

町田 ご紹介をいただきました町田でございます。このたびは TC の研究助成のご承認をいただきまして、たいへんありがとうございます。それでは、「雪中爆破工法による雪層中の圧力伝播と人工雪崩誘発技術の確立」ということで、お話しをさせていただきます。



資料 2-2-1

背景と目的

これまで、雪崩誘発を目的とした雪中爆破工法では、長年の経験に基づきに計画、実施してきた。

↓

実験目的

雪中爆破工法における、装薬条件の違いによる発破騒音・爆風圧・爆雪圧の影響評価を行い安全で効率的な装薬条件を導く。

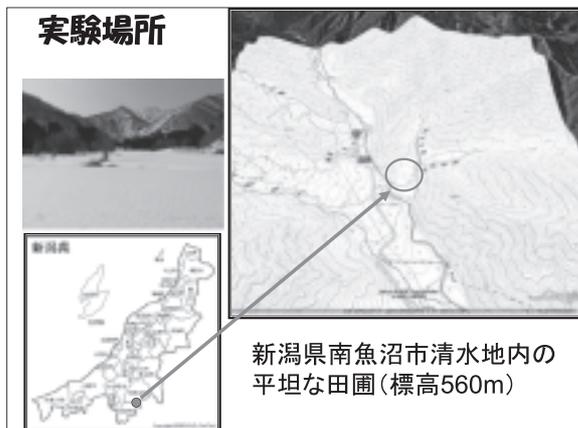
計測項目

- 発破騒音・・・大気中を伝播する音圧。積雪中での爆破による発破騒音については、計測例がない
- 爆風圧・・・爆発による積雪中を伝播する空気圧の計測
- 爆雪圧・・・爆発による積雪中を伝播する圧力の計測

資料 2-2-2

この一番の目的といたしましては、過去に行われておりました人工雪崩の技術が、ほとんど経験に基づくなかでやられていたということから、これからその積雪層における火薬影響等をもう一度検証してみようということで行ったわけでありまして。それで、ひとつは爆破工法における装薬条件の違いによるこの発破騒音、これは噴き上げ・噴き抜けと呼ばれるような現象が起こることがどういうふうに影響するのかということ。それから、爆風圧と爆雪圧ですね。これは推進力と破壊力の影響評価を行って、その結果によって効率的な装薬条件を開発していきたい、ということで、目的を3つに絞って行いました。

まず計測なのですが、発破騒音に対しましては、大気中を伝播する音圧、積雪中での爆破による発破騒音が、いままで計測事例がありませんでしたので、どんなものかということで測りました。もう一点は爆風圧、これは爆発による積雪層を伝わる空気の計測、要は推進力というものです。それから、今度は爆雪圧ですね。これは爆発による積雪層を伝わる圧力、これは破壊力だと思っています。これがどういうふうに伝わるかというのを、3つの観点でテストしました。



資料 2-2-3



資料 2-2-4

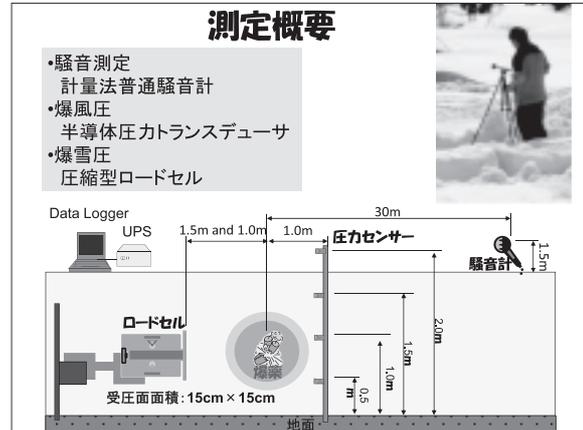
今冬は記録的な暖冬少雪で、なかなか思った条件ができなくて、南魚沼市の山の中の標高600メートル近いところで、清水という昔からの豪雪の古里があるのですが、そこで場所を選定して行きました。現地につきましては、暖冬少雪とは言っても、1メートル50以上の積雪が見られたというような場所であります。

これが当日の雪の条件なのですが、3月21日、まさに全層雪崩の発生する時期を狙って行ったわけでありまして。非常に狙い目なのは、地方特有のザラメ層が多い、非常に柔らかくて湿った雪の条件下での実験でありました。

使用爆薬の性能(含水爆薬)		
人工雪崩誘発に用いている含水爆薬HIGH JEXを使用した。 経験的に1孔当り300gでの使用している。 この爆薬は、安全性、耐水性、耐衝撃に優れており低温化においても爆薬性能の低下がない。		
項目製品名	ハイジェックス 紙巻品	チタマイト紙巻品
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
砂上殉爆度(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(ℓ・atm)	8.327	8.323
薬径・薬長	25mm・177mm	25mm・175mm
薬量	100g/本	100g/本

雪中での性能向上!

資料 2-2-5

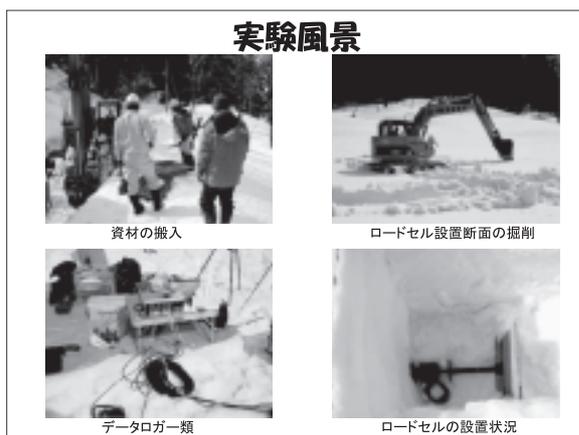


資料 2-2-6

研究助成報告

使用爆薬につきましては、普段使っておりますこのチタマイト、ハイジェックス、これは含水爆薬ですね。非常に爆速が遅くて、そして破壊力、ガス量が大量に出る。要は柔らかいものを碎くのに適している、というような火薬を選定して使っております。

これは測定の概要なのですが、こういうふうに計測器を設置しました。それで爆心から1メートル離れたところに圧力センサー、それから1.5メートル離れたところにロードセル。これは衝撃破壊ですね。それから推進力、それから騒音、というようなことで設定をやりまして、各々火薬の量を変えて設定しました。



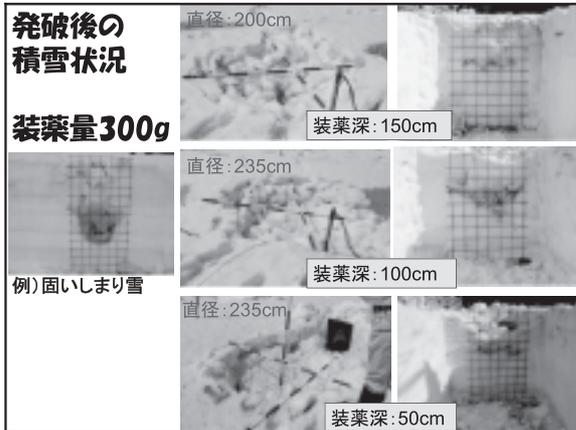
資料 2-2-7



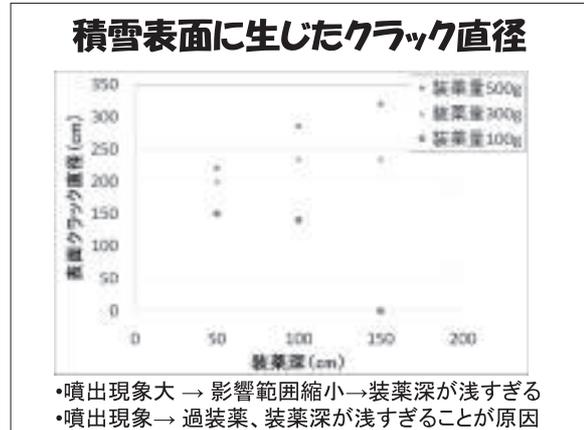
資料 2-2-8

これが当日の状況であります。丘のほうでは50センチほどの雪なのですが、1メートル50くらいというようなことで、いろいろロードセルを設置したりして計測したわけであります。

これは当日の、1メートル50の装薬100グラムの動画であります。こういうふうの上にボンと抜けたのが分かると思います。これは1メートル50センチになると非常に低くなります。これは今度100グラムです。これは300グラムですね。そして今度は500グラムです。非常に高い噴き抜け現象が見られたわけであります。浅ければどうしても噴き出し・噴き抜けが、やはり発破騒音となって、どういうふうに影響を及ぼすか、というような状況でございます。



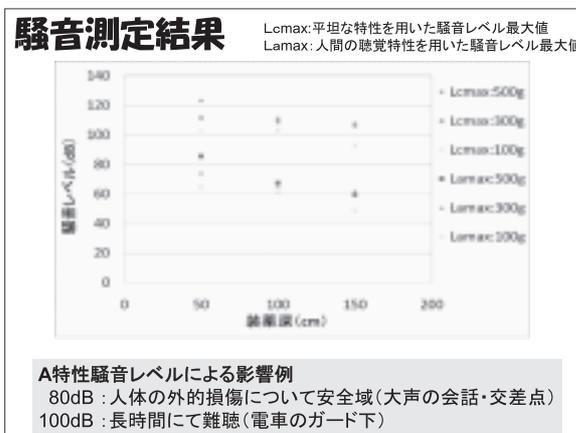
資料 2-2-9



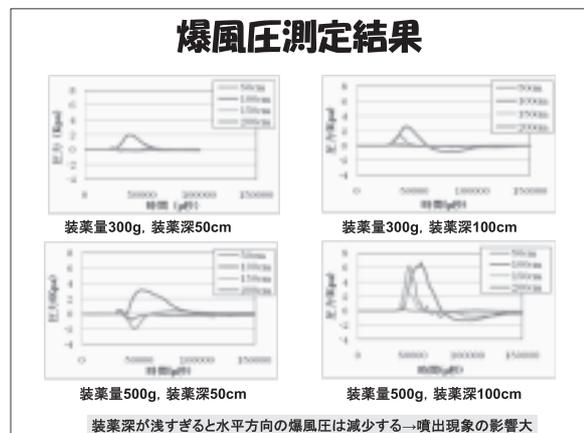
資料 2-2-10

これが、発破終了後に積雪の表面に発生した破壊孔です。普段の硬い締めり雪の状況ですと、こういうふうに円形の破壊孔が積雪層中に形成されるわけですが、これは非常にザクザクなものですから、穴が開いても上が陥没するというようなことで、穴の形成がほとんど見られません。しかしながら、装薬深がある程度、これは1メートルを境に、1メートルよりも浅いと、装薬の抜け出しの破壊孔が大きく、表面の破壊孔が大きくなります。逆に今度は1メートル50というふうに深くなってきますと、表面の破壊孔は小さくなるわけです。しかしながら、こちらの積雪層の破壊の状況は、やはり深いほうがよく伝わるということが、これで証明されております。

次にクラックの量です。これも同じことですが、やはり1メートル50くらいになると、非常にクラックの直径等が小さくなりますが、こういうふうに浅くなると、ある場所によってはそれが見られます。ひとつのものが1メートルというのが、ひとつの分かれ目であるという印象を受けたわけです。



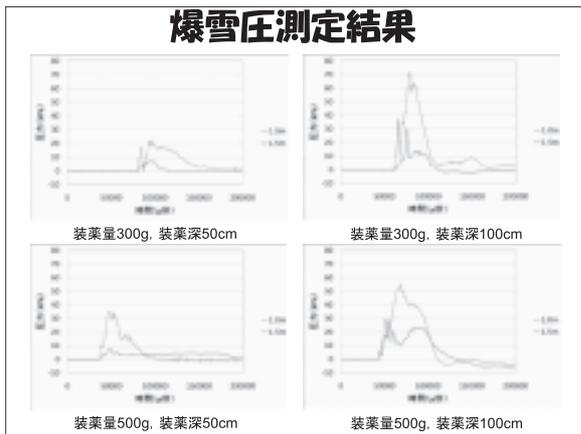
資料 2-2-11



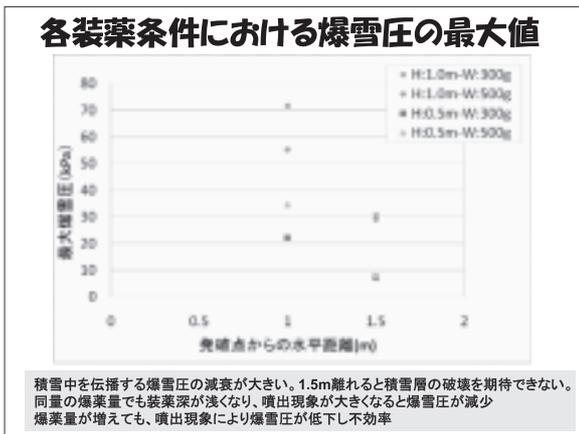
資料 2-2-12

騒音の結果ですが、これもやはり装薬深が浅ければ、騒音は大きくなる。これは噴き出しの結果がこういうふうになり肩上がりになっていて、深ければ少なくなるということが分かりました。

今度は爆風圧、衝撃波の測定結果なのですが、この300グラムの1メートルと500グラムのこれを対比していただきますと、装薬量が多ければ、やはりそういう圧力が大きくなるということが取れます。今度は圧力が大きくなるのですが、これに適した破壊力を調べますと、やはりこの500グラムの破壊力は瞬間的には多いのですが、実際に破壊する量というのは、こういうふうに非常に低い値になっています。これは300グラムと多いので、非常に高い値が出ています。この違いというのは、500グラムの過装薬、装薬が大きすぎると伝わらないで上へ抜けてしまう。というようなことで、やはり300グラムというものが非常に効果的であるということが実証されております。



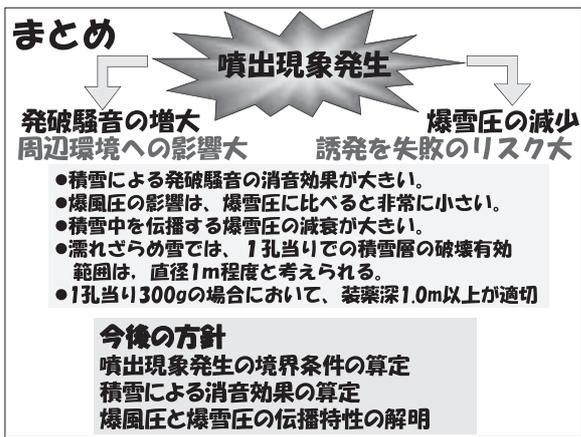
資料 2-2-13



積雪中を伝播する爆雪圧の減衰が大きく、1.5m離れると積雪層の破壊を期待できない。同量の爆薬量でも装薬深が浅くなり、噴出現象が大きくなると爆雪圧が減少。爆薬量が増えても、噴出現象により爆雪圧が低下し不効率。

資料 2-2-14

次に、各装薬における爆雪圧の最大値です。先ほどのものをこうやってグループにまとめていくわけですが、大体この1メートルを境に分かれる、というようなことが言えます。



資料 2-2-15

まとめとしましては、やはり噴出現象、要は噴き抜けです。これが多く見られると、非常に力が分散されて有効な破壊効果ができないということが言えます。それから、積雪による発破騒音の消音効果というのが非常に取り沙汰されているわけですが、先ほどちょっと飛ばしてしまいましたが、80デシベル以下ということで、大きな声を出している交差点くらいの程度であるということから、音に対するものは、それほど人体とかそういうものに影響はないと言えます。要は、音のする発破は失敗というふうに思って、過言ではないと思います。

それから爆風圧の影響は、爆雪圧に比べると非常に小さいです。要は、推進が横へ行くよりも、破壊力が小さいわけです。それから、積雪層を伝播する爆雪圧の減衰が大きくなります。装薬のバラつきによってこれがはっきりと出てくる、ということであります。それから、濡れザラメ雪では、1孔当りの破壊の有効範囲は直径1メートル程度であります。要は、破壊される径が、ザラメ層だと1メートルぐらいなのですが、締まり雪だともっと大きくなるわけですが、これだけザラメ雪というのは非常に不安定な状況になっておりますので、その径1メートルであっても、雪崩を始動させるには充分なるエネルギーであるというふうに考えられます。1孔当り300グラムの場合においては、装薬深が1メートル以上、要は1メートルよりも深くないと、なかなか抜け出て、思ったような効果が出ないというようなことが、実験結果から分かりました。

今後の方針としましては、噴出現象発生境界条件の算定、これがどの程度になるのか、もう少ししっかりと解明したいと思います。それから積雪による消音効果の算定、これはやはり消音という部分は、今までも音ということに関しては人工雪崩に対して非常に問題視されておりましたが、実際には音はほとんどしないというようなことで、これをもう少ししっかりとやっていきたいと思っております。それから、爆風圧と爆雪圧の伝播の特性の解明をやって、より正確なる火薬量と有効な雪崩発生解明に努めたいというふうに思っています。以上であります。

中川 どうもありがとうございました。続きまして、富山高等専門学校の高田英治さん。「路面状況測定のためのデータ処理方法に関する検討」ということでございます。よろしくお願ひします。

(3) 路面状況測定のためのデータ処理方法に関する検討

富山高等専門学校 教授 高田 英治

高田 富山高専の高田と申します。このたびはTC研究助成をいただきましてありがとうございました。ようやく少し実用化に向けて進んできたかなという段階にあります。今日は「路面状況測定のためのデータ処理方法に関する検討」ということで発表させていただきます。

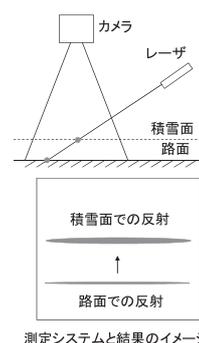
路面状況測定のための データ処理方法に関する検討

高田英治(富山高専)

資料 2-3-1

背景

- ラインレーザー画像の処理による冬季路面状況測定システム
- 平均積雪深を精度よく測定するとともに、凹凸状況の測定も目指す
- これまでの研究により基本的な可能性は実証した。しかし、
 - 可視LDを使用すると昼間の明るい時間帯に測定できない
 - 明るい時間帯に測定を行うと、レーザーライン以外のノイズ信号も測定され、測定結果に影響を与える
 という問題点があった。



資料 2-3-2

まず背景でござりますが、私どものグループで、このようなシステムを検討しておりまして、ラインレーザーを斜めに路面に対して照射し、上部からカメラで測定いたします。路面に雪がないときには、レーザーはここに当たりますが、路面に雪があるとレーザーはここに当たりますので、上から見て位置がずれて測定されるということを使って、積雪深ですとか、路面の凹凸状況を測ろうというものです。実際にカメラで見ますと、ラインのレーザーを出しておりますので、路面に雪がないときには、このようにここにラインが出ていたものが、路面に雪が積もってくる

と、ここにラインがずれますので、この直線のこちら側の接辺を求めることで、平均的な積雪深を求めようというシステムです。また、凹凸、轍がある場合には、このラインがこのように窪みますので、その窪みを測定して轍の大きさを測ろうということを検討しております。

これまでの研究によりまして、基本的な可能性を実証しまして、スポット型の積雪深月計などよりも、平均積雪深は正確に測れることは示しております。ただ、可視レーザーを使用しておりましたので、昼間の明るい時間帯に使用できないとか、あるいは明るい時間帯に測定をすると、このレーザーのライン以外のノイズも測定されてしまいまして、測定結果に影響を与えてしまうという問題点がありました。

平成20年度の研究目的

- 明るい時間帯においても測定可能とするために、近赤外レーザーを用いるシステムを構築し、昼間の測定可能性を検証すること。
- 画像処理手法の適用によってレーザー光像以外のノイズ成分を除去する手法について検討すること。

資料 2-3-3

近赤外レーザーによる昼間の測定可能性に関する実験

- 実験場所：防災科学技術研究所の実験道路
- 実験体系
 - 高さ5mにレーザー及びカメラを設置
 - 雪のない状態で路面に白いシートを敷き、雪面を模擬して実験
 - ラインLD
 - アルゴ社 LyteMV-Excel (波長: 785nm, 出力: 90mW)
 - カメラ
 - アートレイ社USBカメラ ARTCAM-130MI-NIR



防災科研の実験道路における実験装置の様子

資料 2-3-4

そこで、平成20年度には、目的といたしまして、まず明るい時間帯でも使えるようにということで、太陽の光への寄与が小さい近赤外レーザーを使ったシステムに変えようということで検討を行いました。また、画像処理の方法を使って、うまくレーザー光以外のノイズ成分を除去する方法を開発しようということで研究を行いました。

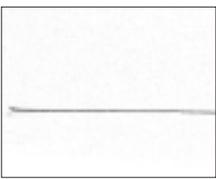
まず、近赤外のレーザーを使って、昼間に測定しようということで実験を行いました。防災科学技術研究所の実験道路をお借りして、実験を行っております。これが実験装置の概略でして、5メートルの位置にレーザーとカメラを設置し、こちらから近赤外レーザーを出して上で近赤外用のカメラで測定しました。

実験結果

- 実験条件：快晴の昼間(照度: 80,000Lux)
- 露光設定: 550では画像の飽和によりレーザー構造の抽出が難しい。
- 露光を小さくすることで画像の飽和が無くなり、レーザー光像が明瞭に測定可能。
→ 近赤外LDの使用により、昼間でも測定可能となった。
レーザーライン以外のノイズの除去が課題



(a) 露光設定：550



(b) 露光設定：300

資料 2-3-5

ノイズを含む画像からのレーザー光像の抽出について

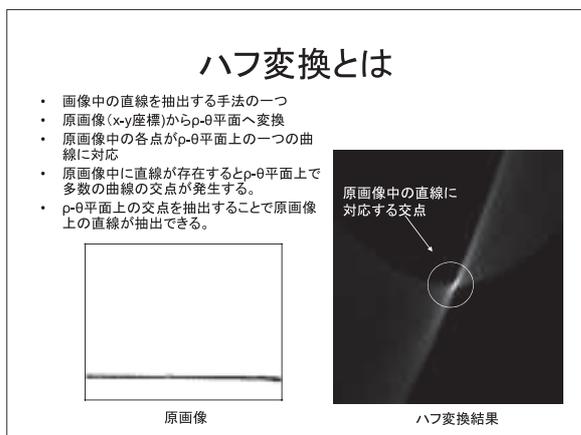
- ラインLDによる光像の特徴
 - 画像中で直線(線分)として測定される
 - 画像中の傾きは一定
- ノイズの特徴
 - LD光像ほどきれいな直線形状ではない
 - 直線形状でもLD光像と同じ傾きとなることは稀である
- 上の特徴を踏まえ、ハフ変換による直線抽出を含む画像処理手法を検討

資料 2-3-6

実験結果の一例ですが、これが実際に測定した画像です。こちらはカメラを露光設定550ということで、露光を長めにとってやりますと、このように画像が飽和しまして、レーザーのラインが測定できなくなってしまいます。これが去年までの可視を使っていた場合によく見られた現象

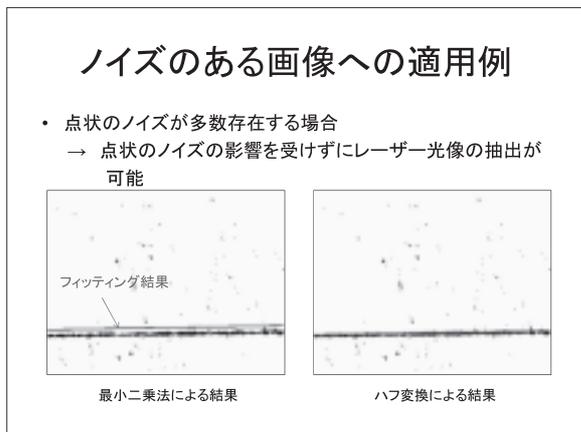
でして、明るいと言、このように線が測定できなくなってしまうということがありました。それが露光を少し小さくしますと、この辺にノイズが出ているのですが、一応ラインがきれいに取れるようになっています。これはかなり明るい昼間で、照度8万ルクスということで、快晴の条件の中で行いましたので、この結果から、昼間でも測定できるという見通しを得ました。そして、このようにラインが測定できたということで、今度はこういうノイズをどういふふう除去するかという点が課題になりましたので、検討いたしました。

まず、ラインレーザーの光像の特徴といたしましては、画像中では直線として測定されるということと、傾きは一定になります。それに対してノイズはどのような特徴をもっているかということ、レーザーほどきれいな直線形状ではないということ、それから、直線であってもレーザーと同じ傾きになることは稀であるだろうという、そういう特徴があります。そこで、ハフ変換という画像処理の手法を用いまして、レーザーのラインだけを抽出するという方法を検討いたしました。

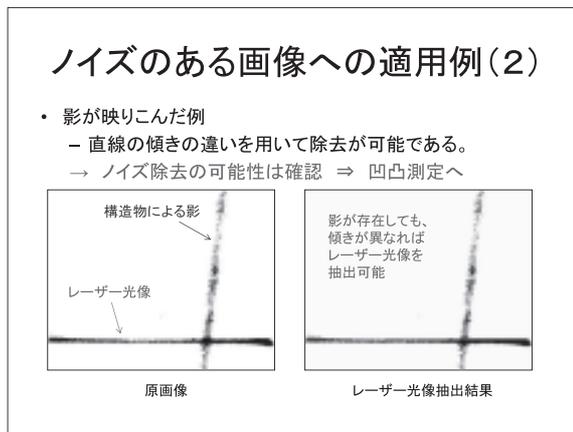


資料 2-3-7

ハフ変換といいますが、これが原画像でこちらがハフ変換後の画像になりますが、この画像から一点一点からこのハフ変換結果のローシターの平面上にひとつの曲線を投影いたします。そうしますと、この中に直線が存在しますと、こちらの画像の中に明るい交点、多数の曲線の交点ができるということになります。そして、こちらの交点を求めることで、原画像中の直線を求めようという手法になっています。



資料 2-3-8



資料 2-3-9

実際にノイズのある画像への適用例ですが、まずこの例ですが、この黒のラインがレーザーのラインで、ここらへんに汚く出ているのがノイズの点になります。この点に対して、この画像に対して、単に最小二乗法によって直線を求めますと、この赤のラインが得られてしまいまして、実際のラインよりも少しずれた結果が得られてしまいます。これに対して、ハフ変換によって直線抽出を行いますと、ノイズの存在にも関わらずラインがきれいに得られるということが分かります。また、点状のノイズではなくて、構造物の影がこのように入り込んでしまうことがたまにあります。このような場合にレーザーとこの影を区別しようということで、レーザーのラインと傾きが明らかに異なりますので、ハフ変換の過程で傾きを制限して抽出するというを行いますと、このような影が存在してもレーザーだけを抽出することが可能になりました。このようにノイズ除去の可能性もある程度確認できましたので、今度は凹凸測定が可能かどうかということを検討しました。

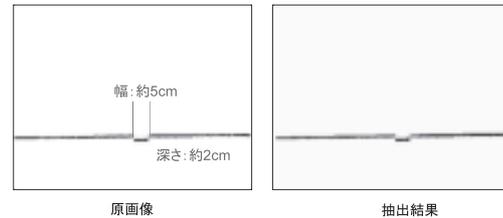
雪面の凹凸測定のためのアルゴリズム

- ハフ変換がよく用いられる部品検査等の画像では、直線が細く明瞭に測定されている。
 - ハフ変換を行うだけで複数の直線を簡単に抽出できる。
- 雪にラインレーザーを照射した画像では、雪中への光の拡散により線が太く測定される。
 - 単にハフ変換を行うだけでは凹凸を構成する直線を抽出することが難しい。また、細線化を行うことも可能だが、結果への影響を十分に評価する必要がある。
 - 今回はハフ変換で直線を抽出後、原画像上で対応する直線成分を消去し、改めてハフ変換を行った。

資料 2-3-10

凹凸測定への適用例

- 凹凸のある測定画像への適用例
 - 路面の積雪に幅:5cm、深さ:2cmの人工的な凹凸を形成
 - 高さ5mに設置したシステムにより測定→ 凹凸の自動抽出が可能。
- 測定される直線の太さに応じた画像処理パラメータの調整等が必要。
 - 今後、自動調整アルゴリズムを検討予定。



資料 2-3-11

凹凸測定ということで、デコボコですので2本の直線を抽出することになります。ハフ変換というのは、よく部品検査で使われているものなのですが、そのような分野では直線が非常に細く明瞭に測定されておりまして、ハフ変換を行うだけで複数の直線を簡単に抽出することができます。ところが、雪の場合には、光の拡散によって線がかなり太くなりますので、単純にハフ変換を行うだけだと、複数の直線をうまく抽出することができなかつたという状況にあります。そこで今回は、ハフ変換で1本の直線を抽出した後、原画像上で対応する直線成分を一度消去し、改めてハフ変換を行うということで、2本の直線を抽出することを試みました。その結果をここに示しておりまして、これは幅が5センチで深さが2センチの、このような轍を路面上に作りまして、先ほどのシステムで測定した画像です。これに対してハフ変換を施しますと、こちらに示しておりますように、凹凸の上のラインと下のラインがきれいに自動抽出できておりまして、この結果から、ある程度、深さがあまりにも浅くなると抽出できないという点がありますので、これから最適化が必要なのですが、凹凸を自動で抽出することができるということが分かりました。従いまして、このシステムを使うと、いま路面にどれぐらいの深さでどれだけの幅の凹みがあるかということ測定することができます。

まとめ

- ラインレーザーと画像処理による路面積雪状況測定システムの適用可能時間帯の拡大及びノイズ除去手法に関する検討を行った。
- 近赤外光を用いることで明るい昼間でも測定可能との見通しを得た。
- ハフ変換に基づく画像処理手法の適用により、細かいノイズや構造物の影等の影響を受けずに直線抽出が可能であることを示した。
- 凹凸測定アルゴリズムも検討し、雪中への光の拡散によって直線が太くなっている場合でも凹凸の抽出が可能であるとの結果が得られた。

資料 2-3-12

今後の課題

- 技術的な課題
 - 照度計の測定結果をもとに露光時間を自動設定するプログラムを開発することが必要である。
 - ハフ変換による凹凸抽出では、使用するあたり直線の太さに依存して最適化すべきパラメータがある。そこで、測定データからこれらパラメータを自動設定するプログラムの開発を行う必要がある。
 - USBカメラによる測定では、ケーブル長が長い(15m程度)と安定した長期測定が難しいとの結果が得られた。カメラシステムを再選択し、ある程度長距離伝送しても長期的に安定なシステムに改良する予定である。
- 上の課題を解決し、今後実用化に向けて実地試験等を行う予定である。

資料 2-3-13

まとめますと、近赤外光を用いることで、明るい昼間でも測定可能との見通しを得ております。そして、ハフ変換に基づく画像処理手法の適用によって、細かいノイズですとか、あるいは構造物等の影響を受けずに直線抽出が可能であることを示しました。また、凹凸測定のアプローチも、雪用の測定、雪用のアルゴリズムを開発いたしまして、少し線が太くなっていても、ある程度は凹凸が抽出可能な手法を開発したと考えております。

今後の課題ですが、これまでのところは大体何とか実験と言うか、実用化に向けて考えられるかなという段階に来ておるのですが、これからは露光時間の自動設定を行わなくては行けないということで、この部分のプログラムを開発しようと考えています。また、ハフ変換の凹凸抽出は、雪を対象にすると雪の太さによってパラメータを少し最適化しないとうまく抽出できないことも考えられますので、これから、測定データからパラメータを自動で設定するように、何とか考えてみたいと思っています。また、昨年度の実験では、USBのカメラを使っておりまして、カメラから実際にパソコンを設置した小屋まで15メートルありました。何とかハブを介して延ばしたのですが、USB接続ですとカメラが不安定になってしまうという結果がありましたので、より安定なシステムを今後また開発していこうと考えております。これらの課題を解決いたしまして、今後、実用化に向けて実地試験等を行う予定で計画を行っております。以上で終わります。ありがとうございました。

中川 ありがとうございました。それでは最後に4人目の方、福井大学の福原先生で、「連続滑り抵抗測定車による路面雪氷と滑り摩擦に関する研究」ということでお願いいたします。

(4) 連続滑り抵抗測定車による路面雪氷と滑り摩擦に関する研究

福井大学 教授 福原 輝幸

福原 福井大学の福原といいます。このたびはTC研究助成をいただきまして、ありがとうございました。その結果を今日発表させていただきます。タイトルはここに書かれてある通りであります。



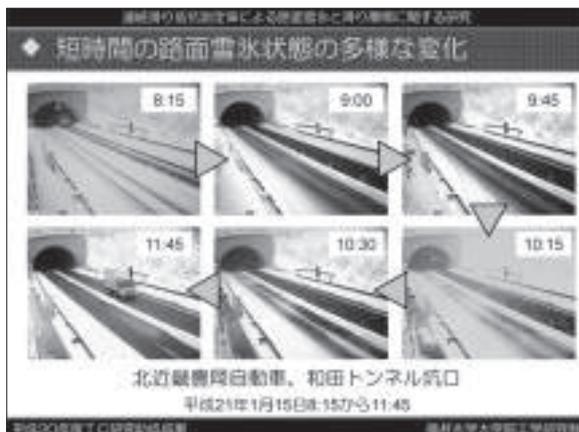
資料 2-4-1



資料 2-4-2

近畿・北陸のほうにおきましては、いわゆるもっと北のほうの寒冷地域とどのような点が大きく違うのかということ、まずお話させて頂きたいと思います。このように、近畿のところでは、これより南と北側で概ね非積雪と積雪地域を分けることができます。その積雪地域と非積雪地域を、このような形で結びつけるような道路が、おそらく今後もできてくるのではないかと思います。この場合で非常に問題になりますのが、近畿の場合でいきますと、この距離というのがたかだか数百キロぐらいしかないわけですし、このわずか100キロ程度の間で、道路の雪氷状態が大きく変わるということです。従って、ノーマルタイヤで平気で雪国に入ってくる車がたくさんありまして、これが事故の元になっています。

研究助成報告

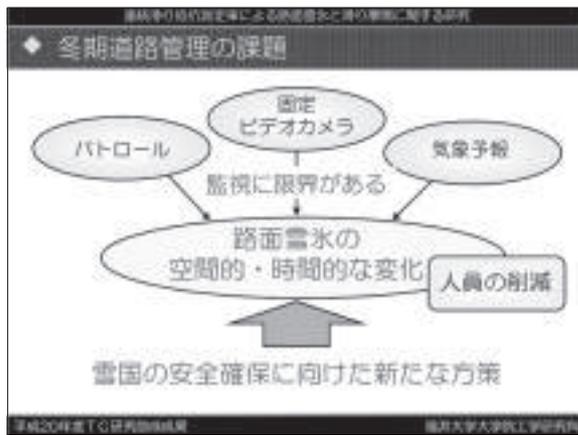


資料 2-4-3

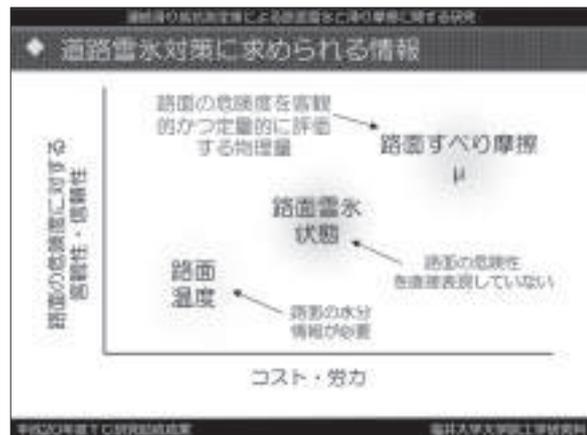


資料 2-4-4

現実に、これは北近畿豊岡自動車道という所での雪氷状態を撮ったものでありますが、わりかし短時間に路面の状態が変化していくというふうな特徴があります。暖地積雪地域でのひとつの問題としては、もちろん凍結防止剤をいつ撒くかという、こういったようなことも機械投資をいつやるかというようなこと、それも重要なのですが、警察のほうからは、ノーマルタイヤの規制をいつどういうタイミングでやるのか、早く出してくれというようなプレッシャーがどうもかかっているということでもあります。こういったような問題を掲げてあります。



資料 2-4-5



資料 2-4-6

それで、路面雪氷状態の時空間的な変化を求めるためには、パトロールとか固定ビデオとか気象予報とかというのはありますが、なかなかこれだけでは限界があります。一方、今後はまた人員の削減というものも見込まれるということになります。従って、雪国の安全確保に向けた新たな方策というようなものも考えていく必要があります。そのための情報としてはどのようなものがあるかということなのですが、縦軸には路面の危険状態に対する情報量、横軸にはそれに対するコストと労力が挙げられます。まず一番簡単なのは、路面温度であります。路面温度でもって危険度を評価します。しかしながら、その場合には、路面の水分状態というふうなものが入ってくると、信頼性が増えてくるということは、言うまでもありません。そここのところで、路面の雪氷状態を考慮しましょうというかたちで、雪の状態というものは見えてきます。しかしながら、雪の状態が見えてきたからといって、それで危険かどうかというふうなところに、直接うまく結び付けられるかどうかという点には疑問がある場合もあります。従って、路面の滑り摩擦 μ というものを使えば、コスト、労力等はかかるかもしれませんが、安全に評価することができる、公平に評価することができるということでもあります。



資料 2-4-7



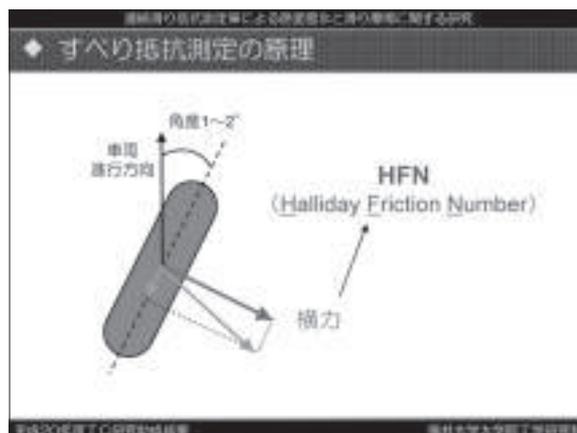
資料 2-4-8

従来の路面滑り摩擦の測定には、もうご存知のように、こういった振り子、回転、手押しといったようなものがあるのですが、これがほとんどポイントメジャーメントということで、広域に μ を測定することができませんし、特にこういった振り子式のものを使った場合に、BPN という値が本当に路面の状態の滑りをきちんと表しているのかという点も、僕は疑問を感じております。従来では、路面の滑りの測定には、こういうふうなバス型、それから我々もよく使っておりましたが、この車のサスペンションの中に μ センサーを埋め込んだもの、こういったようなものを使っておりました。しかしながら、これを使う場合には、経済的な問題、あるいは実用性にいろ

いろいろな課題があるということでした。



資料 2-4-9



資料 2-4-10

それで、我々のところでこの CFT と呼ばれます連続路面滑り抵抗測定装置、これを入れてやりました。これが現在、寒地土木研究所、それからブリジストンさんというところでも使用されておりまして、合同で試験とかいうふうなものも、いま始めております。

これの滑り抵抗というのは、先ほどありました、このところに付いている測定輪ですが、これを進行方向に向かってわずかな角度で傾けます。それによって生じる横力を測ってやることで、フリクション、 μ の代わりに HFN。こういう値を求めてきております。HFN というのは、ここにありますように、滑りやすい路面では 0 に近い値、そして乾燥路面では 100 程度というふうなかたちでもってセッティングを行います。



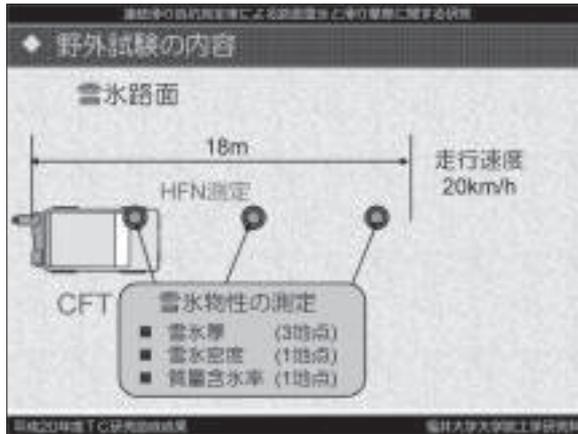
資料 2-4-11

資料 2-4-12: バス型と CFT との性能比較

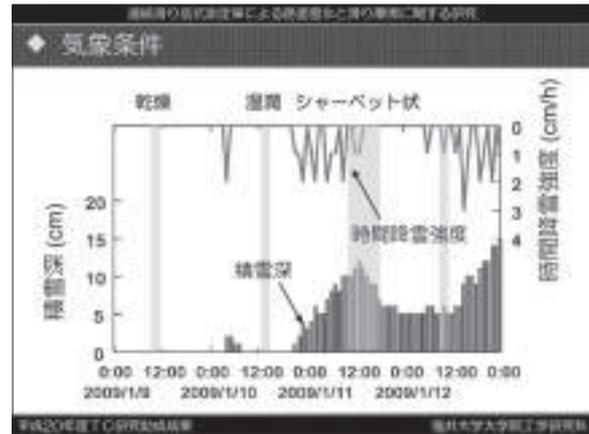
	車載昇降式縦横両用型 (バス型)	CFT
測定精度	水平路では標準値 登坂・降坂路で精度低下	検査中
測定間隔	連続的な測定は出来ない	連続測定が可能 (0.01sec)
操作性	専用のオペレーター が必要	特別な操作は必要としない 誰でも計測できる
安全性	大型車の運転と同じ	普通車の運転と同じ
経済性	約1億5000万円	約1000万円 (※4台約4000万円として)

資料 2-4-12

従来式と、それから CFT、バス型との大きな違いといいますのは、連続測定が可能であるということで 100 分の 1 sec でデータをとることができるということでありまして。また、運転も誰でもできるということがあります。金額的にも少し違うという点があります。だいぶ違いますね。

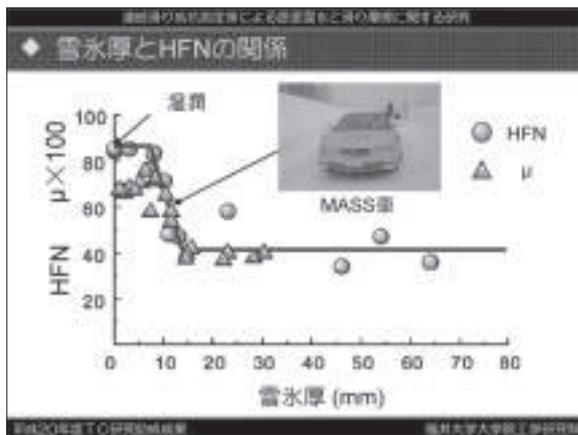


資料 2-4-13

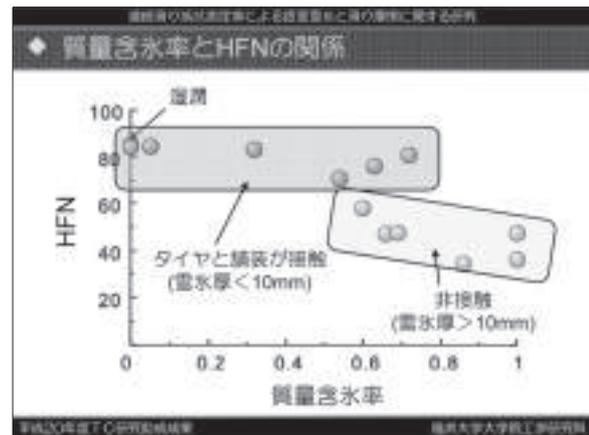


資料 2-4-14

これを使って、まずは北陸のほうでは、どういう路面の雪氷状態が現れやすいかと言いますと、これはシャーベット路面ということになります。従いまして、そのシャーベット路面でこのCFTがうまく機能しているかどうかということ进行调查するというわけです。こういう条件でもってHFNを測定します。その間で、この3箇所にとりまして、雪氷層の厚さ、それから密度、それから含水率の測定を行いました。

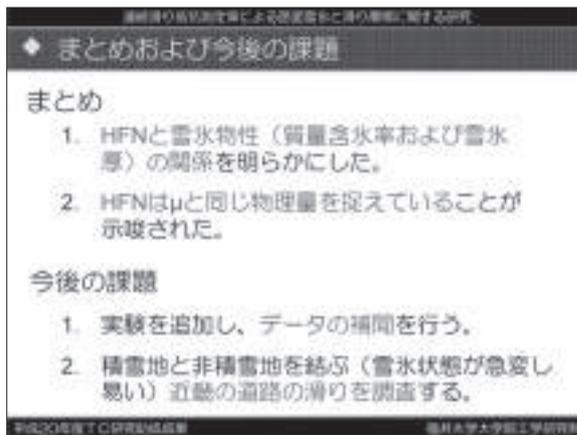


資料 2-4-15



資料 2-4-16

その結果、どういうことが分かったかということですが、HFNを使いまして、これは縦軸にHFN、それから横軸に雪氷厚をとりますと、こういうふうな感じの結果が出てまいりました。まだ若干データが少ないので、もう少し取る必要があると思います。それで、一応こういうふうな青のラインというふうなものが考えられるということなんです。我々が従来測りましたように厚さによってこのフリクションと、それから雪氷厚の関係は、このグリーンのプロットであります。概ねシャーベット路面で測定されました、こういうフリクションとHFNの関係と、雪氷厚の関係というのは、同じ挙動をとっているというふうなことが分かってまいりました。これでCFTは使えるのかなということが分かりました。それから、HFNと質量含水率の関係であります。雪氷厚を先ほどありました10ミリというふうなもので識別をしますと、10ミリより厚くなると、右下がりというふうな形で、含水率が多くなるに従いまして、HFNの値が下がってくるという結果、これもMASS車を使った場合と同じような結果を得ることができました。



資料 2-4-17

まとめとしましては、一応この CFT というのは使えるだろうということと、それから HFN と μ の値というものは、結構同じような傾向を示しているということで、同じ物理量を捉えているのではないかという感じがしております。今後はデータを追加するとともに、先ほどありました、積雪地域と非積雪地域を結ぶ、雪氷状態が急変しやすいところでの道路の滑りの状態というふうなものを、これで調査を行いたいと思っております。以上で発表を終わります。ありがとうございました。

【意見交換】

中川 どうもありがとうございました。それではただいまから、質問とかご意見とかを伺っていきたいと思います。4名の方の発表であります。どちらの発表に対しても特に順番を決めませんので、自由な質疑をお願いいたします。よろしくお願いいたします。

早川 西村先生の発表について、申し上げてみたいと思います。早川といいます。

西村先生の発表では、雪崩の運動を連続体として解析するというものでありました。そう思って非常に興味を持って見ていたのですが、しかしながら、使っております方程式は、層の厚さを決める h と、 x 方向 y 方向の速度であるということなので、これはむしろ連続体というよりは総平均化した流れの解析であるようであります。連続体というならば、速度の3成分を x 、 y 、 z の方向にその分布を解いていくのが本来の連続体の意味ではないかなと、こう思って見ていたのですが、西村先生は最後のスライドで、実は全体が連続体として解析しなければいけないと、こういうお話でした。これは私は全く同感で、その点はちゃんとお答えになったのですが、つまり、ということは、確か先生の言葉では、地表付近を流動層というのがあって、それから上に舞い上がっているような層がある。これは、考えてみますと、流体力学的には境階層理論を適用しているというようなことになるのだらうなと思います。しかし境階層理論であるからして、その破層のところは薄い層であって、それについて、こういう積分化した方程式で解くことができるということになっている。しかしこの境階層理論に従えば、この積分化した薄い層に対して、上の拡がった層から、何らかの連関関係と言いますか、境界条件が付加されてくるわけであって、従ってこの研究としては、全体を含めた方程式を考えて、その中から境階層の顕示展開をして、各々、下の境階層、それから上の境階層について解くという方向に進むのだらうなと思って、その方向を期待したいなと思っている次第です。そして、このスライドでは、現在の考え方の限界ということもたくさんお話しいただいたので、たいへん納得がいきました。ただ、ひとつだけ私のほう

から疑問を申し上げてみるならば、実験結果でも、例えば一様な層で流したときの流体論、流れていく状態の解析結果を示されたわけですが、それを見ますと、横方向に広がっていきます。これがちょっと不思議なことで、たぶんその初期条件としては、 x 方向に流速を与えて、そして y 方向にはおそらく流速 0 でいくのでしょうから、そうだとすると、方程式の上から、横方向に広がる様子は何もありません。何もないのですが、考えられるのは、境界条件と言いますか、層がなくなるところで、重力の慣性によって広がるのではないかと。つまりは、平らなテーブルの上にある水の塊を置いたときに、全方向に広がる、それと同じことになるわけですね。それをちょっと傾けたということのように考えればよろしいのではないのでしょうか。でも、そうだとすると、実際の雪崩は流下していくときに、横方向に周りの雪層から相当に拘束を受けているのではないのでしょうか。つまり、その拘束というものをもう一度考える必要があるのではないかと考えていました。現在のモデルがそれでいいかどうかというのは、おそらく単一流体の、例えば水の流れをこれで表現できているということが分かれば、それできっと素晴らしい成果が生まれるのではないかと思います。先生のお考えを伺いたいと思います。

中川 早川先生、ありがとうございました。

申し遅れましたが、お話をいただくときに、議事録をまとめる関係で、所属とお名前を始めにいただくとありがたいと思います。

西村先生、お願いします。

西村 ご丁寧なコメントをありがとうございました。スライドではこのモデルの運動方程式が x 方向だけの書き方をしましたが、実は y 方向の運動を記述した式もごございます。全て書き下しますと煩雑になるので省いてしまいましたが、実際には 2 次元上での運動を解いております。あと、この方程式は、早川先生からご指摘がありましたように、流れ層の中での速度は一様だと仮定いたしております。ただ、実際の流れ層は、底面付近に非常に大きな速度勾配があって、その上はほぼ均一だという測定結果があります。そのあたりを本当は厳密に考慮しなければいけないのですが、いまのところは一様と仮定して計算を行っております。また、ご指摘のように、流れ層と上の層の相互作用も非常に重要です。この図にありますように、下の流れ層は、傾斜がゆるくなると止まってしまって、上の雪煙り層だけがより遠方まで流れたという事実も多々あります。こうした点もうまく組み込んだモデルを最終的にはつくりあげていくという方向で研究を進めていきたいと考えております。

ありがとうございます。では他に、他の研究テーマに関しても含めて、ご意見はございますか。

村國 福原先生の、この連続的に滑りを測定できるというのは、非常にいいと思いますが、一番最初にご説明があった目的は、あそこの地域の難しい路面管理の研究だと思いますが、もしこういうことが連続的に分かったとして、道路管理者がそれを走るドライバーにどう伝えるかというのがやはり必要だと思うのです。そうすると、ノーマルで走っているドライバーに、これだけのスペースしかないよという、このへんも非常に悩ましいところがあるのですが、そのへんはどうお考えですか。

福原 ありがとうございます。今のところの村國さんのお話は、究極的に言うならば最後にどのような形でエンドユーザーに伝えるかというお話であったと思います。そこに至るまでに、例えば 1 つの積雪地域、非積雪地域を結ぶ道路があった時に、どの区間が非常に滑りやすいか、あるいはどの区間が相対的に滑りにくいか、を明らかにする必要があると思います。そういった情報を最初にドライバーさんに投げかけてあげるといふうなことから、やはりスタートする必要があるのではないかと思います。それから、いま直に答えにはなっていないのですが、次にやる

べきことというのは、薬剤の散布といったようなものが、おそらくこういった所では、かなりメリハリの効いた薬剤散布の仕方ができるであろうということで、どの区間ではたくさん撒かないといけませんが、どの区間では少なくともいいというふうなことが、たぶん出てくると思っております。それから、いま言われました動的な変化、時間的な変化というものを、どういうふうに伝えていくのかということにつきましては、これはやはりもう少しCFTのような路面滑りを測れるような車を、基本的にはたくさん、安いコストで導入していくといったようなところから、まずスタートしていかなければ、いま村國さんがおっしゃられたような話というか、情報まではなかなか出しにくいのかなという問題を指摘されたのではないかと、私は思っております。

〔中川〕 どうもありがとうございました。他にご質問、いかがですか。

〔西村〕 名古屋大の西村です。高田先生にお伺いしたいのですが、レーザー光で返ってくる信号ですが、おそらく少し、発表の中にもありましたが、雪面状態によって、かなり返ってくる信号が異なるということで、そういうときに、結局同じようなアルゴリズムで同じような結果が出てくると考えていいのかどうかというのが、たぶん最後のところが予測なのかもしれませんが。それから、逆にその広がりと言うか、反射強度の違い等から、路面状態を設定するという方向には結びつかないのでしょうか。

〔高田(英)〕 最初のご質問ですが、やはり路面の柔らかさが違いますと、線の太さがかなり異なってきますので、まず最初に、とにかく直線を抽出してから、補正具合を見て、それに合わせてまたパラメータを決めなおして設定するという必要がある可能性があります。そこは、いろんな種類の雪でこれから測定して、パラメータを決めていかなければいけないと考えています。後のほうの質問の、雪の測定結果を使って路面の状態を測るという話は、最初それも狙っております、夜であれば出来る可能性があります。例えば、路面が柔らかい雪か厚い雪になっているかということで、線の太さがかなり異なってきますので、夜で周りが暗ければ、線の太さの情報を使うことができるのですが、昼間ですと、どうしても外光、周囲の光の影響を受けてしまって、線が少しぼやけてしまいますので、昼間だと少しやりにくいかなという感じがしています。夜については今度検討してみたいと思います。

〔中川〕 どうもありがとうございます。せっかくですから、町田さんへの質問がある方、ございますか。

よろしいでしょうか。それでは、TCワーキングの発表に移りますが、7名の方を選んだ理由をお話ししておきたいと思えます。

いままで、多くのレポートが提出された分野の方を選んできたわけですが、少数の研究と言うか、少数のテーマの部分で発表いただかなかった分をすくい上げる。またTCワーキングは4回目ですが、久しぶりに発表いただく方を事務局で選んだ結果になっています。出席されている方が、全員発表の機会を得られるよう、事務局で選ばせていただいたことを、まずお断りしながら、TCワーキングを始めたいと思えます。よろしく願いたします。

3. TCワーキング

◆セッション I

野口 それでは時間になりましたので、次の TC ワーキングのセッションの部を始めさせていただきます。進行は一時交代いたしまして、私、野口が務めさせていただきます。よろしくお願ひ致します。

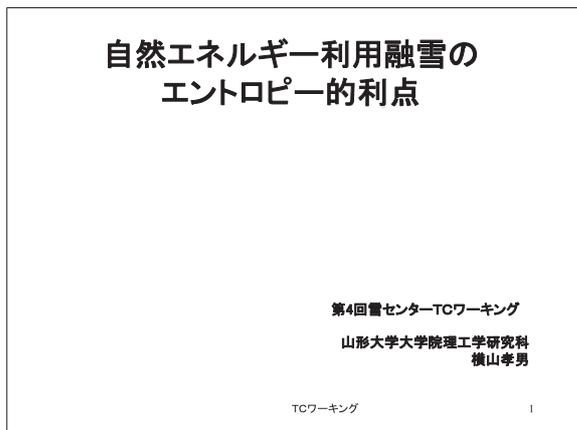
資料の表から 3 枚をめくっていただきまして、ワーキング開催要領をもう一度見ていただけますでしょうか。こちらの TC ワーキングの部では、4 つのセッションに分かれておりまして、それぞれ I、II とご発表者の方に発表いただいた後に、少し討論の時間を設けて、ご質問等も含めて意見交換をしていただければというふうに考えております。

それでは、最初にご発表いただきたいと思ひます。山形大学の横山教授よりお願ひいたします。

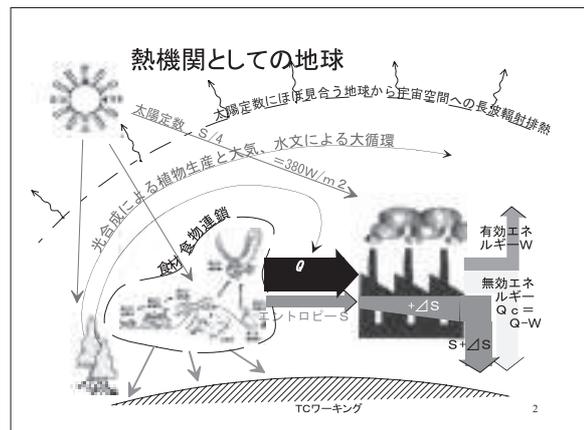
(1) 自然エネルギー利用融雪のエントロピー的利点

山形大学 教授 横山 孝男

横山 私は自然エネルギーでの融雪をやったりしているのですが、いつも同じではつまらないなと思ひて、ポケットから出したものを報告に出しますから、1、2 週間前に発表しようと思ひて、急いで作りました。



資料 3-1-1



資料 3-1-2

私たちは太陽から太陽熱をいただいているのですが、ほぼ同じ熱を地球外に出して、普段エネルギー使用しているわけですね。私たちの食物連鎖と、それから日々活動して必要なエネルギーをつくと、必ず無効エネルギーをつくり出しますので、このエントロピーの処理が必要なわけですね。われわれの体も同じであるわけで、食物の中の科学エネルギーを摂取しますが、必ずエントロピーを体の中に出してしまうわけですね。それを上手に体外に排出することによって、日々再生しているわけですね。

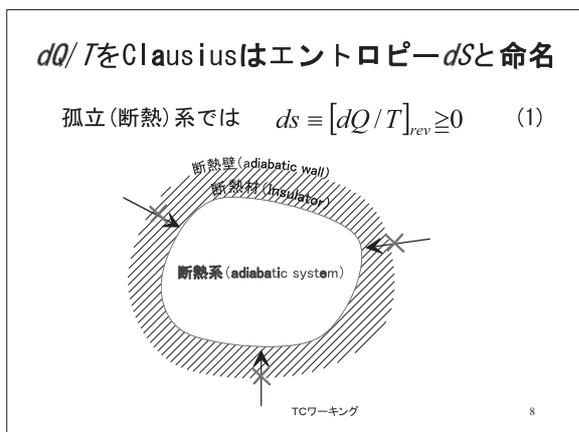


資料 3-1-3

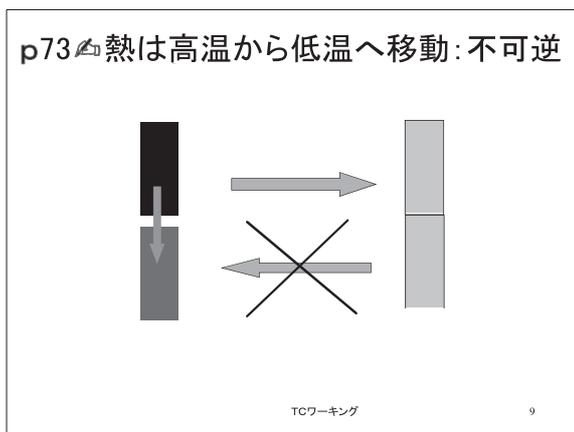


資料 3-1-4

今日はいくつかの融雪タイプについて、それぞれ理想的な可逆過程を中心に、熱についてのエントロピーと、それからエントロピーの生成を解析してみたいと思います。われわれの先輩が人工動力を確固たるものにしたのは、18世紀の、代表すればワットなわけです。これはキューブリッジスチームミュージアムでとったコールニッシュエンジンの最後の段階ですが、階段がありまして、ポンプがあって、非常に巨大なわけです。これで熱から動力へ、変換を最大にするにはどうしたらいいかということが出てきたのが、カルノーです。それでカルノーが見出したのは、熱と絶対温度との比が一緒になれば、理想の可逆機関になるということでした。



資料 3-1-5



資料 3-1-6

それをさらにクラウジウスは、これをエントロピーと名付けまして、これをつければ dS が必ず正の方向に変化していき、エネルギー自体は一定で不変であると言いました。例えば、われわれが知っている熱ですが、高温から低温へ移動するわけですよね。2つの物体があるとする、これを合わせると1つの温度になります。この逆は絶対に起きないわけです。

熱力学と統計力学の結び付き

$$f(W_A) + f(W_B) = f(W_A \times W_B) \quad (10 \cdot 2)$$

$$S \equiv f(W) = k \ln W \quad (10 \cdot 3)$$

k は比例定数で、Boltzmann定数と呼ばれている。
(10・3)関係は、Boltzmannの原理。

多田政忠、物理学概説、
p.229、上巻 学術図書

TCワーキング

10

資料 3-1-7

不可逆性によってエントロピーが生成

我々の周りで生じる事象は不可逆現象である。
その不可逆現象には別の式が使われる。

不可逆性によってエントロピーが生成される。
その量 S_{gen} を次式で定義する。

$$S_{gen} = S_2 - S_1 - \int dQ/T - G(s_i - s_o) \quad (3)$$

TCワーキング

11

資料 3-1-8

それを更に一般化したのが、こういうふうにミクロな状態の数が、結局はこの10の2の関係式にあるということを見出して、結局はボルツマンが一般的にまとめました。われわれの周りで生じる事象がありますが、これはもう明らかに不可逆現象で、それを取り扱うにはエントロピー生成を考えていくわけです。簡単な式ですと、こんなふうに定義できます。それで、エントロピーが増えるということは、対象とする k がより無秩序になることで、もとの秩序だった環境に戻す、あるいはそれを再生するためには、新たなエネルギーの投入が必要です。あるいはまた、配列の形をとって、 k 内のエントロピーを減らす必要があるわけです。

3. 融雪に伴うエントロピー変化

3. a) 自然融解

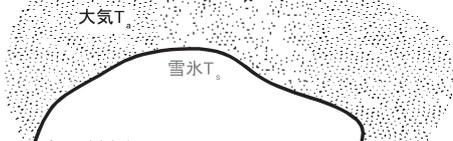


図1に示す様に系について、初状態 I では0°Cの雪氷、II では0°Cの水とする。雪氷のエントロピー増

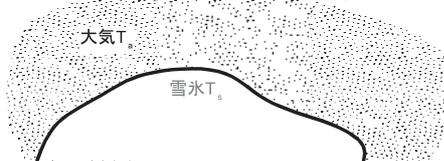
$$S_2^s - S_1^s = M_s L / T_s \quad (4)$$

TCワーキング

13

資料 3-1-9

融解熱 $M_s L$ [kJ]は系境界温度 $T_a = T_s (= 273K)$ で空気から供給



式 (3) 右辺第3項

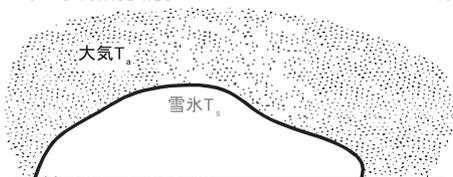
$$\int_1^2 dQ/T = M_s L / T_a \quad (5)$$

TCワーキング

14

資料 3-1-10

3. a) 自然融解でのエントロピー生成



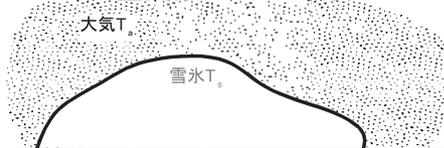
$$S_{gen}^s = M_s L (1/T_s - 1/T_a) = 0 \quad (6)$$

TCワーキング

15

資料 3-1-11

3. a) 自然融解でのエントロピー生成 空気系についても



$$S_{gen}^a = -\frac{M_s L}{T_a} + \frac{M_s L}{T_s} = 0 \quad (7)$$

大気系と雪氷系を合わせた全体系でのエントロピー変化 $\Delta_a S$ も零と見なせる。

TCワーキング

16

資料 3-1-12

そこで、融雪をこのような視点から考えてみました。まず、基準となるのが自然融解ということで、雪氷と大気 T との間で可逆的に熱を移動させて融かす場合と考えるわけです。初めの状態を雪氷とし、2の状態では同じ温度の液体融解と考えます。そうすると、雪氷のエントロピー増はこんなかたちになってきます。融解は大気からいくのだというふうに考えますので、先ほどのエントロピー生成でいきますと、こんなかたちになっています。空気 T についても計算することができます。

3. b) ボイラー等化石燃料燃焼融雪

図2 ボイラーによる融解

ボイラーからの供給液温を $T_b (= 273+30\text{K})$ 、供給液比エントロピーを $s_b [\text{kJ}/(\text{kgK})]$ 、戻り液温 $T_s (= 273\text{K})$ で、同比エントロピーを s_s 、融雪効率100%とし、総循環量 $G[\text{kg}]$ 、供給熱 $M_s L$ で融雪

TCワーキング 17

資料 3-1-13

化石燃料融雪エントロピー生成

$$GC(T_b - T_s) = M_s L \quad (7')$$

図2 ボイラーによる融解

液流出入に伴うエントロピー流入、式(3)右辺第4項は、

$$G(s_b - s_s) = \frac{M_s L}{C(T_b - T_s)} \left[C \lambda_n \frac{T_b}{T_s} - C \lambda_n \frac{T_s}{T_s} \right] = \frac{M_s L}{T_b - T_s} \lambda_n \frac{T_b}{T_s} \quad (8)$$

エントロピー生成 $S_{gen}^s = M_s L \left[1/T_s - \lambda_n \frac{T_b}{T_s} / (T_b - T_s) \right] \quad (9)$

TCワーキング 18

資料 3-1-14

ボイラー融雪系のエントロピー増

図2 ボイラーによる融解

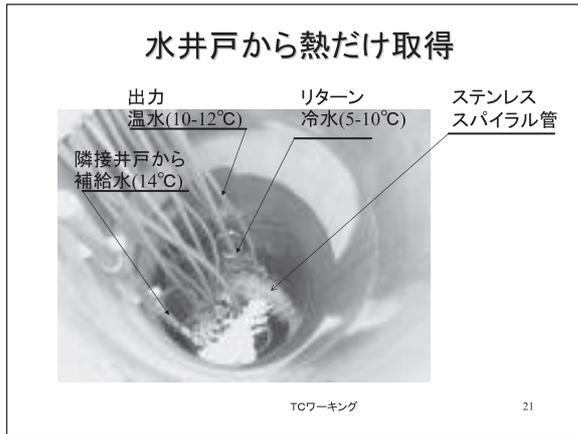
$$\Delta_b S \equiv S_1^{bl} - S_o^{bl} + S_2^{bl} - S_1^{bl} + S_2^s - S_1^s = M_s L / T_s \quad (14)$$

エントロピー生成 $S_{gen}^s = M_s L \left[1/T_s - \lambda_n \frac{T_b}{T_s} / (T_b - T_s) \right] \quad (9)$

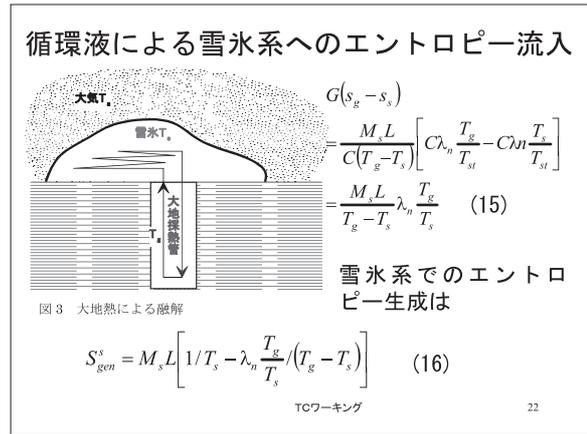
TCワーキング 19

資料 3-1-15

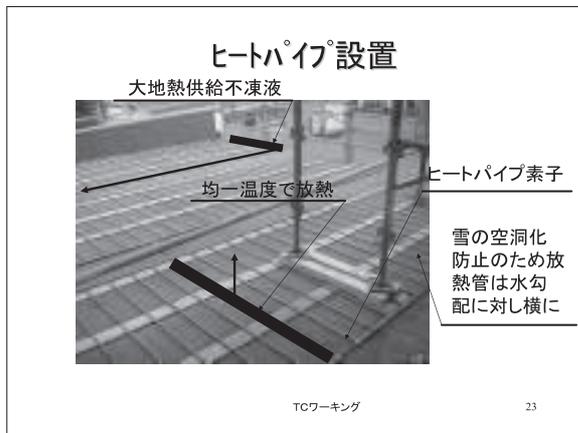
ボイラー等の化石燃料の場合ですと、雪氷温度よりも高いもので熱を供給することになりまして、ここに不可逆性が入ってきます。ボイラー系のエントロピーの増というのは、このように有意なかたちになってきています。



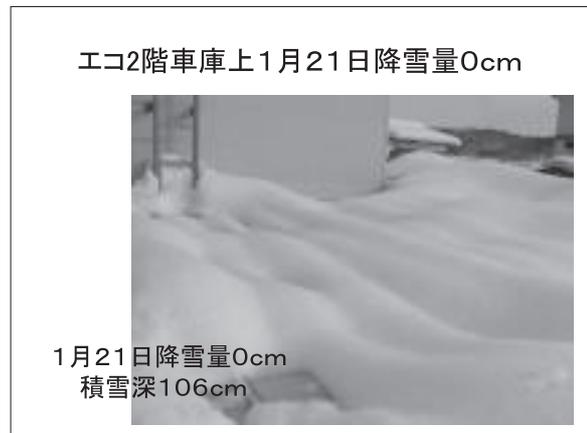
資料 3-1-16



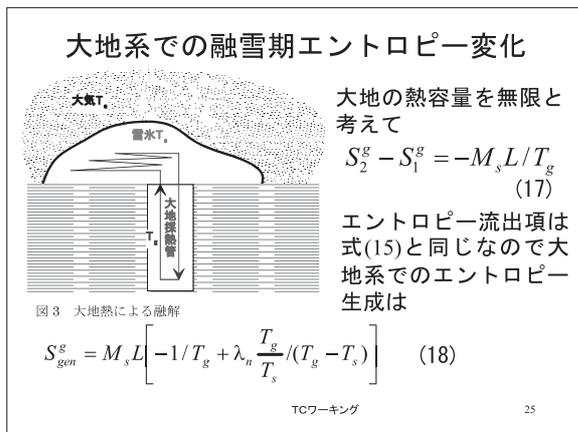
資料 3-1-17



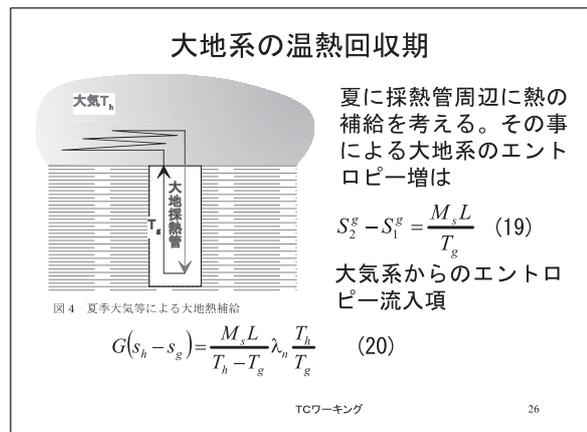
資料 3-1-18



そこで、対比とするのが、地中熱とか地下水などの大地熱の融雪です。例えば私どもがやっている、大地から熱だけを取っている場合です。雪氷系でのエントロピー生成は、こういう有意なかたちになっています。ここに大地からの熱だけを通す液を投入しまして、非常に低密度のエネルギーで雪を融かすことがありますので、ヒートパイプを使いまして、均一温度で融雪させて、熱差を少なくします。こんなふうに、空っぽにはならないのですが、雪を融かしていきます。



資料 3-1-20



資料 3-1-21

大地熱融雪における全体系エントロピー増

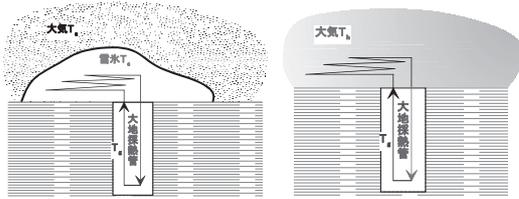


図3 大地熱による融解

図4 夏季大気等による大地熱補給

$$\Delta_c S = \Delta S^a + \Delta S^s + \Delta S^g = -\frac{M_s L}{T_h} + \frac{M_s L}{T_s} - \frac{M_s L}{T_g} + \frac{M_s L}{T_g} \quad (25)$$

$$= M_s L (-1/T_h + 1/T_s)$$

TCワーキング

27

資料 3-1-22

この場合の大地系のエントロピー、それから熱を回復させますので、夏の回復まで含めてやります。それで結局、冬と夏とでもって、こんなふうに双方のエントロピーの遭遇が計算できます。

3. d) 融雪3種のエントロピー増

自然融解では
 $\Delta_a S = 0$
 自然融解系を基準としたと言
 べき。

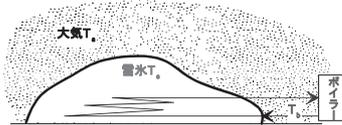


図2 ボイラーによる融解

化石燃料持ち出しによる融雪に伴うエントロ
 ピー増 $\Delta_b S$ と、自然エネルギー系による量 $\Delta_c S$ と
 の比 $[\zeta]$ を定義する。

$$\zeta \equiv \Delta_c S / \Delta_b S = \frac{1/T_s - 1/T_h}{1/T_s} = 1 - T_s / T_h \quad (27)$$

TCワーキング

28

資料 3-1-23

$$T_s = 273K, T_h = 273+30K = 303K \text{とする}$$

$$\therefore \zeta \equiv 1 - 273/303 = 9.9 \cdot 10^{-2} \approx 0.1 \quad (28)$$

つまり自然エネ
 ルギー系の融雪は、化石
 燃料系に比べ熱的環境
 負荷は1/10

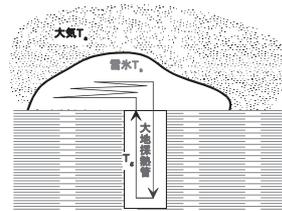


図3 大地熱による融解

TCワーキング

29

資料 3-1-24

まとめますと、自然融解ではエントロピーの増分は0 になってくれるのですが、ボイラーを焚いた場合と、それから自然エネルギーを使った場合のエントロピーの増分の比をとってやります。すると、こんなかたちでまとめることができます。実際の値を入れてやりますと、化石燃料に対して、例えば大地熱の場合ですと、その環境への負荷はエントロピーの増分で言うと0.1 ぐらいにすることができます。

大地熱方式でのCO₂セーブ

投入エネルギーは循
 環ポンプだけ

$$\zeta \equiv CO_2 \Big|_g / CO_2 \Big|_b \approx 1/100 \quad (29)$$

桁違いのランニング
 コスト減、但しイニ
 シヤルコストは高い、
 と共に有益な比率



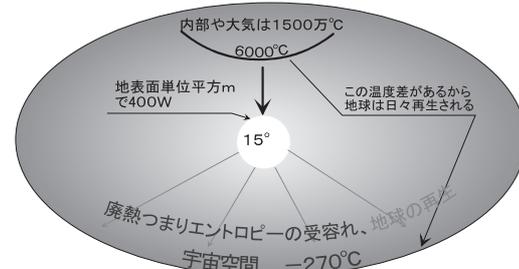
図6 大地熱融雪の機械室

TCワーキング

31

資料 3-1-25

地球再生の仕組み



TCワーキング

30

資料 3-1-26

太陽があって、地球があって、それでわれわれの活動でエントロピーを増やすので、それを宇宙でひろってもらおうと、われわれのサイクルができます。このサイクルを守ろうというのが、この視点です。大地熱方式では、炭酸ガスのセーブは、ボイラー系に比べますと100分の1くらいになるのです。

4. 結論

コストやCO₂セーブ以外の指標として理想化した稼働過程でのエントロピー増を取り上げ、以下の結論を得た。

エネルギー環境視点から、大地熱による融雪は化石燃料による燃焼熱方式に比べ環境への負荷が桁違いに軽減できる。

大地熱では融雪温度が低いので装置にそれなりの工夫を付加。結果的に熱損が少ないため使用熱量がボイラー系より少ない(1/10)ので上記以上の負荷軽減となる点など考慮していない。

TCワーキング

32

資料 3-1-27

結論です。理想化した稼働過程でのエントロピー増を取り上げ、その結果、エネルギー環境視点から、大地熱による融雪は化石燃料による燃焼熱方式に比べ、環境への負荷は桁違いに軽減できます。今日の解析の中では、ボイラー系がどうしても熱損が多くなって、熱が多くなります。こういうふうなことは考えていませんので、ほんの取っ掛かりをちょっと解析したに過ぎません。以上です。

野口 横山様、どうもありがとうございました。進め方ですが、最初に発表者の方に全員発表いただきまして、最後にまとめて質問、ご意見をいただければと思います。それから、発表時間についてでございますが、先ほどと同じように残り2分で一鈴させていただきます。ただし、時間は研究助成成果発表より1分短くなっておりますので、ご協力をお願いいたします。従いまして、5分のところで一鈴させていただくということになります。よろしくお願い致します。

続きまして、富山大学客員教授対馬様よりご発表をお願いいたします。

(2) 熱サイホン式雪発電の導入可能性調査

富山大学 客員教授 対馬 勝年

対馬 富山大学の対馬です。よろしくお願い致します。

「熱サイホン式雪発電の導入可能性調査」を、去年の12月から今年の3月にかけてNEDO（新エネルギー産業技術総合開発機構）エコイノベーション推進事業で行いました。その結果を報告したいと思います。

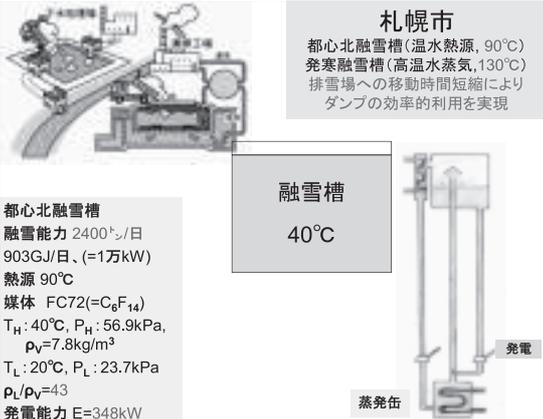
**熱サイホン式雪発電の導入
可能性調査**

富山大学
理工学研究部 対馬勝年

NEDO (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構
(エコイノベーション推進事業)
「熱サイホン発電の高度化と導入可能性に関する調査研究」の概要

資料 3-2-1

札幌市
都心北融雪槽(温水熱源, 90°C)
発寒融雪槽(高温水蒸気, 130°C)
排雪場への移動時間短縮により
ダンプの効率的利用を実現



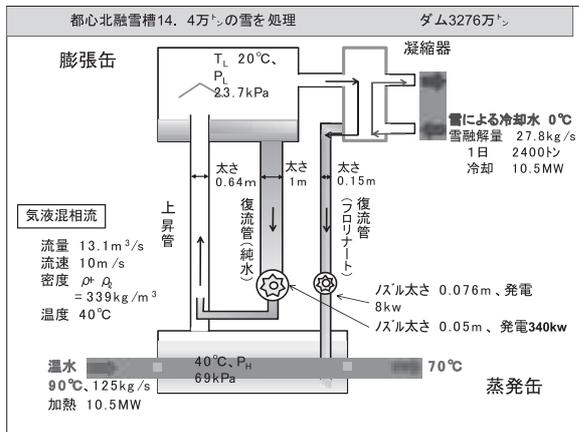
融雪槽
40°C

都心北融雪槽
融雪能力 2400^{トン}/日
903GJ/日、(=1万kW)
熱源 90°C
媒体 FC72(=C₆F₁₄)
T_H: 40°C, P_H: 56.9kPa,
ρ_v=7.8kg/m³
T_L: 20°C, P_L: 23.7kPa
ρ_L/ρ_v=43
発電能力 E=348kW

発電
蒸発缶

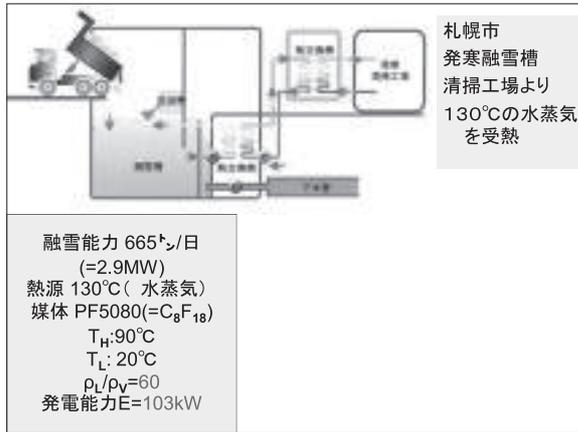
資料 3-2-2

調査して分かったのですが、札幌市にはたくさんの融雪槽があります。体育館のような巨大な地下タンクです。そのうちの2箇所、都心北融雪槽は札幌駅の北口のバスの発着場の地下にあるわけですが、近くのエネルギープラントから90度の温水を購入して、雪を融かしています。もう一箇所は発寒融雪槽で、ここには隣接する清掃工場があります。ごみ焼却場です。発電も行ってありますが、130度の高温の水蒸気を購入して雪を融かしています。これらの施設には高性能の熱交換機器が導入されており、温水側から熱を受け、融雪槽側から冷熱を受けています。2つの熱交換器が同一平面に設置してあります。これを上下に、融雪槽側から受ける熱交換器を高い位置に、エネルギープラントからくる熱を低い位置に設置すると、落差が得られますから、発電することができます。単に熱交換器を上下に置き換えるだけで発電できるということが分かりました。その他の、札幌市あるいは旭川市、青森市などの融雪槽は、下水処理水を熱源としています。だいたい16度から9度くらいの熱源水です。しかし、下水処理水は大量にありますから、結構大きな発電ができるということが分かりました。

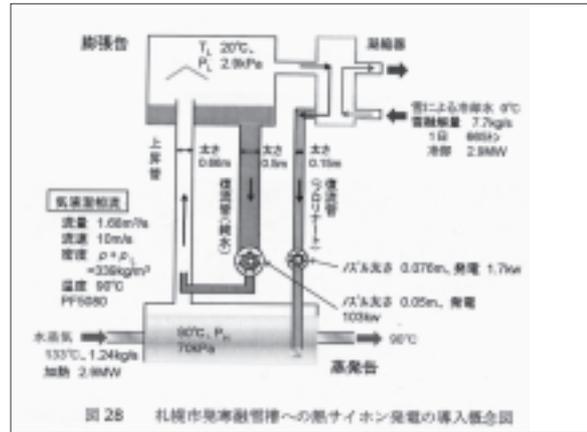


資料 3-2-3

資料3-2-3の都心北融雪槽の処理量は、1日に2400トンです。日中はバスの発着場として使いますから、夜間だけ投雪口を開いて投入します。これは詳しい図ですね。北融雪槽の場合ですが、一冬に処理される量を4万トンとすると、熱サイホン発電を導入により3276万トンのダムができます。ダムは高さ10メートル、有効落差8メートルと考えます。そして水車タービンを回し340キロワットの発電ができます。媒体の量が多くなるものですから、2種類の媒体を使います。揮発性のフッロリナートと普通の水です。大量の水は左のほうで、揮発性のフッロリナートは右の熱交換器に導いて、8キロワット発電します。合計348キロワットの発電が得られると試算しました。

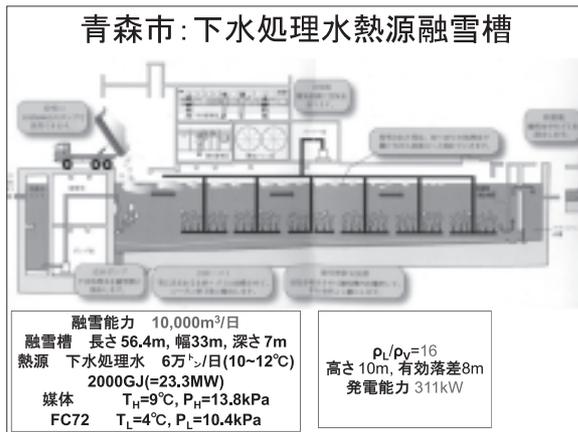


資料 3-2-4



資料 3-2-5

発寒融雪槽は、清掃工場から130度の水蒸気を受けています。ここは雪処理量が少なく、1日に665トン、都心北の3分の1ぐらいの処理能力になります。130度の蒸気を受けて、90度で清掃工場へ戻しています。都心北の場合には、90度で受けて70度で戻して、その差分を熱として使っているわけです。ここもやはり落差10メートル、有効落差8メートルとして見積もりますと、104キロワットぐらいの発電になります。小規模な発電ですが、資料3-2-5のように見積もられました。



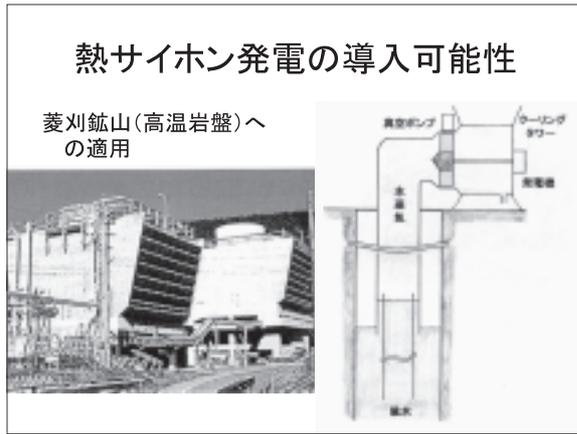
資料 3-2-6



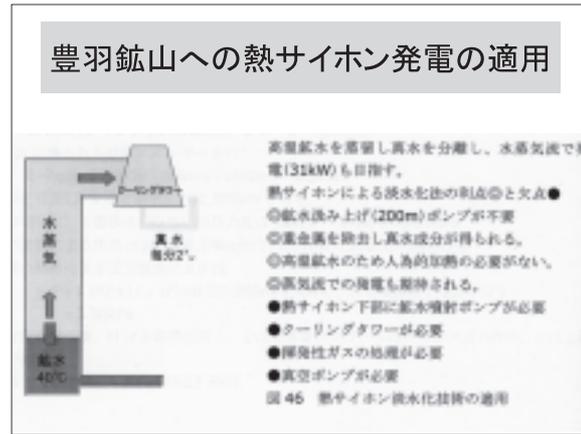
資料 3-2-7

資料3-2-6は青森市の融雪槽です。大きさは1万立方メートルの体積がありました。処理能力は非常に大きくて、1万立方メートルです。ここは下水処理水、1日に6万トンの水が10度から12度で得られます。それを融雪熱源にして発電すると、前と同じような装置をここに導入したとすると、大体311キロワットの発電が見込まれます。

資料3-2-7の旭川のほうです。旭川西部融雪槽は下水処理水の温度が高くなっています。青森よりも北にあって寒いのに、処理水の温度が高いのが意外でした。その結果、規模は大体同じですが、454キロワットの発電が見込まれるということになりました。調査したときで16°Cありました。なぜ旭川の下水処理水の温度が高いかと言うと、分離槽を使って生活排水だけを処理しているからです。雨水は別の配管で処理しています。その2系統だから温度が高いのではないかと思います。それから、冬期になりますと、路面が凍結して雨水が浸入しないということもあります。



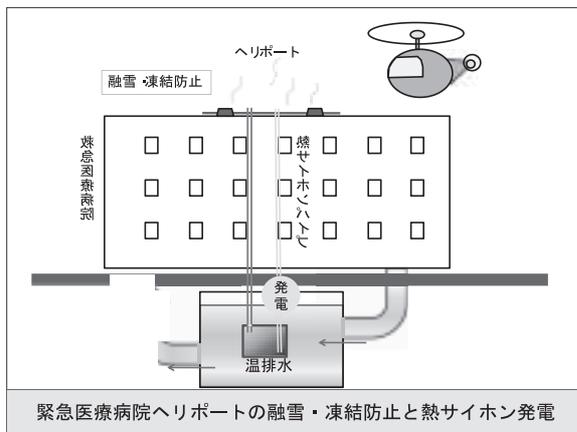
資料 3-2-8



資料 3-2-9

鹿児島県に金銀を採掘する鉱山があります。菱刈鉱山といいます。現在も動いています。ここにあるのは、大きな冷却塔です。岩盤温度が60度から90度です。これが坑道を掘って採掘しているところです。近くに温泉もありますので、ここを掘っていったら温泉宿が涸れてしまいました。鉱内から排出される毎分9トンの温水のうちの3トンを温泉街に送って温泉として利用し、残りの毎分6トンを資料3-2-8の巨大な冷却塔で35℃以下に冷やします。鉱内から出てくる水は鉱毒水といわれて有害物質も含まれています。そういうのを処理した上で流しています。ここに熱サイホン発電装置を導入すると、発電できます。調査で新たに提案したのは、ポンプで汲み上げるのではなくて、熱サイホンそのものを使って蒸気を汲み上げて、クーリングタワーにつなぐ方法です。水蒸気の流れで発電しようという提案をしました。発電量は忘れませんでした。

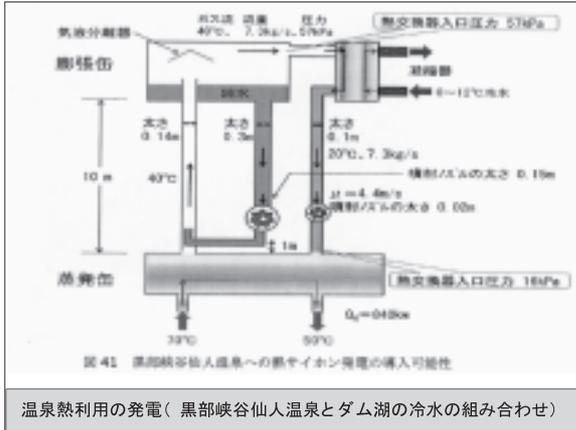
豊羽鉱山という札幌の定山溪温泉の奥にあります。ここも非常に高温岩盤で深さ約560メートル、160℃です。鉱内から5万キロワットの排熱が出ていました。現在は採掘を止めていますが、坑内に雨水が浸透して行って、放っておくと雨水が河川に流れ出ます。ここは札幌市の浄水場の水域にあたっておりますので、巨額な経費をかけてこの水を処理する施設を現在作っています。世紀を超え永久に続く荷を背負っているわけです。深さ200メートルまで自然に水を溜めて、あとは汲み上げてクリーンタワーで冷やし、次いで鉱毒を分離処理して無毒化して河川に流すという計画です。ここにも資料2-2-9のような熱サイホン発電装置を導入できるのではないかという提案をしました。



資料 3-2-10

非常に小規模ですが、緊急病院の屋上にヘリポートがあります。ヘリポートの融雪を行わなければならないのですが、病院の廃熱を地下タンクに溜めて、そこから上がってゆく熱をヒートパイプでヘリポートに運んで雪を融かします。下端に戻る流れで発電するわけです。10キロワット

程度の発電が見込まれるということになります。



資料 3-2-11

資料3-2-11では温泉の熱を利用した発電のシステムを考えてみました。黒部峡谷の上流に黒四地下発電所があります。発電所から樺平、宇奈月のほうに出てくると、仙人ダムというところがあって、そのダムの下に泉源があります。仙人温泉です。このダムと温泉の熱を使って発電すると、38キロワット程度の発電が見込まれます。次の実証試験の候補地と思って挙げたものです。

その他の可能性としては山岳地、無電源の地域に、熱サイホン発電を導入するのが有効です。規模が小さくても非常に効果があるのは、無電源の地域に安定した電源を供給することだと思います。この冊子が実際の報告書です。以上です。どうもありがとうございました。

野口 対馬様、ありがとうございました。

それでは続きまして、独立行政法人土木研究所寒地土木研究所グループ長の浅野様より、ご発表をお願いいたします。

(3) TRB における冬期道路管理の業績評価にかかわる国際調査

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路研究グループ長 浅野 基樹

浅野 ただいまご紹介にあずかりました浅野でございます。昨年の4月まで、このグループの、寒地交通チームの上席をしております、それまでに行ってきた研究についての話題提供ということでお話ししたいと思います。

TRBにおける冬期道路管理の業績評価に係る
国際調査

浅野 基樹

(独) 土木研究所
寒地土木研究所
寒地道路研究グループ長

第4回雪センターTCワーキング
2009年10月16日(金)
於: 堀留町区民館

1

資料 3-3-1

TRB NCHRP 06-17
(NCHRP: National Cooperative Highway Research Program)

- TRB (米国交通運輸研究会)
- 冬期道路管理に係る事業評価に関し、米国、カナダ、ヨーロッパ、アジアの国々における事業評価指標や手法について調査。
- 本文
http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_w136.pdf
"Performance Measures for Snow and Ice Control Operations"
Contractor's Final Report for NCHRP Project 6-17
December 2007
- 概要
http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rrd_335.pdf
"PERFORMANCE MEASURES FOR SNOW AND ICE CONTROL OPERATIONS"
Research Results Digest 335
March 2009
- 今回の発表に用いたレポート
TRB 7th International Symposium on Snow Removal and Ice Control Technology
"Performance Measures for Snow and Ice Control Operations"
CIRCULAR pp.625-637
June 16-19, 2008

2

資料 3-3-2

TRBというのは、アメリカの交通運輸研究会議という Transportation Research Board という、会議と言いましょか、研究団体と言うか、大きな学会がありまして、その中で、NCHRPと書いてありますが、参加している各団体が共同でいろいろな調査をするというプロジェクトがあります。その中で、冬期道路管理に関わる政策評価と言いましょか、事業評価、業績評価に関して調査したレポートがあります。それをご紹介するかたちの、今日の報告であります。ここに書かれてありますホームページに本文、それから概要が載っております。今回の発表に用いたと言いましょか、まとめたレポートは、去年の6月にインディアナポリスで開かれましたTRB主催の第7回の冬期道路に関するシンポジウムで報告された内容、サーキュラーの中に書かれていたものをまとめたものでございます。

レポートの中で述べられている諸外国の実態

- ・ 冬期道路管理の業績計測は、一般的に**インプット、アウトプットおよびアウトカムの3つのカテゴリー**に分類される。
- ・ **インプット**計測には、作業時間、機材稼働時間、薬剤散布量および支出が含まれている。
- ・ **アウトプット**計測には、作業実績（例えば、除雪や薬剤散布作業の車線数×延長）、薬剤散布量、車両機器および路線の特徴などによって決定されるコストが含まれている。
- ・ **アウトカム**計測には、作業完了までの時間、路面の摩擦係数、交通事故の減少、通行止めの期間と頻度、情報提供の早さ（時間）および道路利用者満足度（満足度調査による）などが含まれている。
- ・ **インプットとアウトプットの計測は有効なマネジメント・ツール**にはなるが、安全性やモビリティの確保といった**道路管理者の目標をダイレクトに表すもの**ではなかった。

3

資料 3-3-3

参考図

4

資料 3-3-4

レポートの中に書かれている諸外国の実態ということで、実態評価、業績評価をこのレポートでは、インプット、アウトプットおよびアウトカムといった、そういった事業評価の観点からここにまとめておりまして、インプット計測というのは、冬期道路管理の作業時間、それから機材の稼働時間とか薬剤散布量とか財政の支出というものを含んでいる例が多いということで、アウトプット計測には、各国、作業実績、例えば除雪や薬剤散布作業の車線数とか延長、それから薬剤散布量と書いてありますが、これがインプットに計測されたり、アウトプットに計測されたりしているようですが、そういったものをアウトプットとしています。それから車両機器、路線の特徴などによって決定されるコストというふうに書いてあるのですが、それが含まれている例が多いです。それからアウトカム計測は、アウトカムを何にするかということも難しい話なのですが、除雪作業、冬期道路管理作業の完了までの時間、それから路面の摩擦係数と書いてありますが、滑り抵抗、それから交通安全の面、費用と期間、情報提供面の話だとか、利用者の満足度などが含まれている例が多いということです。インプットとアウトプットの計測は、有効なマネジメントツールなのだというふうにしていますが、アウトカムの目標をダイレクトに表すものではないという傾向があったというレポートのまとめ方をしております。

そのインプットからアウトカムまでの関係をまとめた図が、こんな、ちょっとぼやけていますが、こんな図があります。この図、実は先月、会計士世界大会で同じ論文が発表されていて、私どものグループから出張者が写真を撮ってきたものなのですが、そこで発表された図です。見にくいですが、その関係を描いています。

レポートで述べられている 主な推奨事項

- 諸外国事例調査の結果から示された**推奨事項**
- 路面状態の目視観測、トラフィック・カメラによる目視観測支援、旅行速度と交通量や交通密度の自動観測、路面の摩擦係数の測定、冬期交通事故分析、冬期気象条件の“厳しさ”指数の作成
- および道路利用者の満足度測定と業績計測とのリンクなどである。

5

資料 3-3-5

レポートで述べている冬期道路管理の業績 評価の有益性（1）

- **冬期道路管理作業の意志決定力を高める**
- 冬期道路管理における業績評価の導入過程において、ミッションと望ましい結果としてのゴールを決定し、どのくらいの結果が出ているかを計測する方法を見いだすことになる。
- 業績評価で得られたデータは有効性の評価、作業内容の評価、長期的な事業や予算の計画策定に利用可能である。
- 上位水準のマネジメントにおいて、業績評価はアウトカムに焦点を当てることができ、しっかりした評価が可能となる。

6

資料 3-3-6

レポートで述べられている推奨事項ということで、路面状態の目視観測、それからトラフィックカメラによる目視観測の支援ですね。それから、旅行速度と交通量、交通密度の自動観測、路面の摩擦係数の測定と交通事故分析、冬期気象条件の厳しさ指数の作成、これが推奨される。それと、満足度とかアウトカムとのリンクなど、そういったものが推奨されるというようなまとめ方を、レポートではしています。

レポートで述べている冬期道路管理の 業績評価の有益性（2）

- **アカウントビリティを向上させる**
- 業績評価は意志決定者に対し、アカウントビリティ達成のための重要なツールを与えることとなる。
- 冬期道路管理に係わる全職員が自身の業績の説明責任を果たし、管理職は幹部への説明責任を果たすことになる。
- この関係は、アウトカムとアウトプットが共通的に受容可能な基準により測定された時点でより明確となる。
- 「目的によるマネジメント」、または「業績による支払い」というシステムは、精度の高い計測システムとあいまった時点でさらに有効になる。

7

資料 3-3-7

レポートで述べている冬期道路管理の 業績評価の有益性（3）

- **戦略的な計画と目標設定を支援する**
- 業績や改善を計測できなければ、戦略的な計画やゴールを立てるプロセスは意味の無いものになってしまう。
- 戦略的に考え計画することが有益であることは明白だが、業績や達成度の計測を抜きにしては計画やゴールの評価は客観的にはなり得ない。

8

資料 3-3-8

レポートにおける まとめ

- 冬期道路管理の業績評価の目的は、冬期道路管理に投入したインプットと実施したアウトプットについて説明すること、効率性の向上やアウトカム（安全性、モビリティ、人々の満足度及び環境影響への配慮）の達成である。
- 一般的に業績評価は当たり前のものになってきているが、道路管理者は業績評価のデータを、先を見越した（プロアクティブな）活動のために使用することにあまり積極的ではなかったため、現在、冬期道路管理の業績評価は業績計測（Performance Measurement）にとどまっている。
- しかし、冬期道路に係わるステークホルダー間のコミュニケーションを通じた綿密な計画に基づく首尾一貫した業績評価は、現在単なる業績データ集計にとどまっている業績評価を有効な業績マネジメント（Performance Management）に移行させることになるだろう。

9

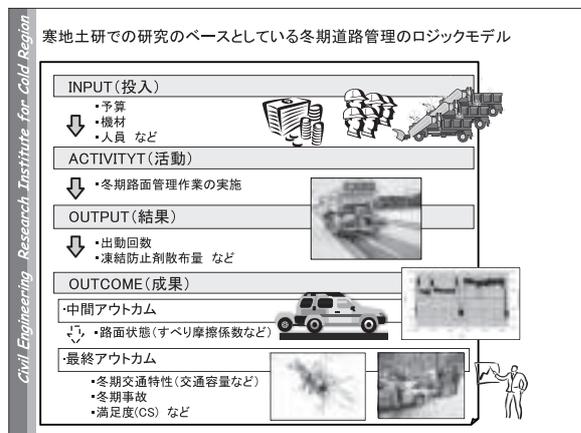
資料 3-3-9

それから、冬期道路管理の業績評価、各国でいろいろやっていますが、その有効性についてのコメントが出ておまして、冬期道路管理の作業の意思決定力をまず高めるということで、いろ

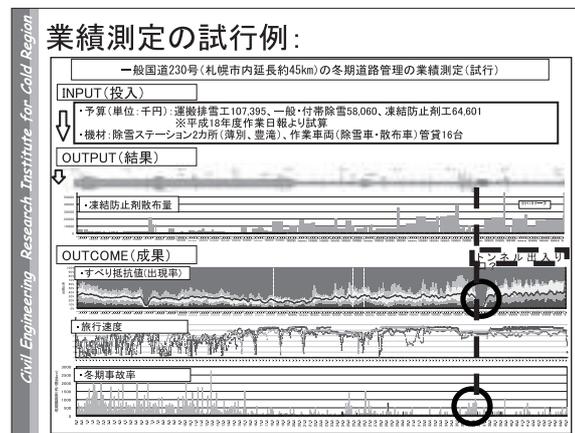
いろいろなデータとそのアウトプット、アウトカムを関係付けることによって、意思決定力を高めます。

それから、アカウントビリティを向上させます。どういう作業をして、どういうアウトカムがあったという、そういう説明責任を達成と言うか、向上させるということが書かれてあります。

それから、戦略的な計画と目標設定を支援するということを書いてあります。



資料 3-3-10



資料 3-3-11

関連する研究として、寒地土研で進めている研究をちょっと紹介いたします。われわれもインプットからアウトカムまでを関連付ける研究をしております、インプット、これは活動ということでアクティビティを冬期路面管理作業の実施と位置づけておりますが、そういった流れでアウトプットを出動回数だとか凍結防止剤散布量などと位置づけて、最終的なアウトカムを冬期の交通特性、交通容量だとか冬期事故、満足度というふうにおさえながら評価していこうという取組みをしております。

それで、交通量とかそういうところに影響されない定量的な評価指標として、これは路面管理に特出したモデルなのですが、路面状態を滑り摩擦係数で測って、その事業評価をしようというようなことなので、先ほど福原先生が発表されたCFTを利用するなら、取り組んでいるところです。その結果の例ですが、この図が230号、札幌市の真ん中から中山峠まで続く45キロの道路において、一冬の間、凍結防止剤の散布量と、それから滑り抵抗値の出現率の関係をみたものがあります。真ん中の緑とか赤の帯がありますが、これは1日2回、40日間、一冬で測りまして、その頻度を表しています。縦に80回で、赤がだいたい μ でいくと0.3とか0.35とかそれ以下のイメージで考えていただければと思います。そういった頻度で滑り摩擦係数が出現するというので、かなり地点によってばらつきがありまして、多い区間と少ない区間、滑りやすい路面が出やすい区間というのが大体分かってきております。できれば凍結防止剤散布量との関係が出ると、事業評価に結びつくというふうに考えておるのですが、どちらかと言うと、散布量の多いところのほうが滑りやすい、頻度が高いというふうに、滑りやすいから撒くんだという感じの結果が出てしまって、最初の思惑とちょっと違うのですが、どういう解釈をして、表現をして、それを結びつけるかという問題もあります。やってみて分かったことですが、トンネルの中と出入口に、急変と言うか、滑り抵抗値が急に変わるところが出てきて、よく見ると、そのへんに交通事故と言いましょか、冬期の事故も現れているというような評価にも発展しているようです。そういった面での事業評価にも使えるのではないかというふうに考えて、いま研究しています。今年度は、230号から事業箇所、計測箇所を広げて、各路線での評価をしていきたいというふうに考えておるところです。

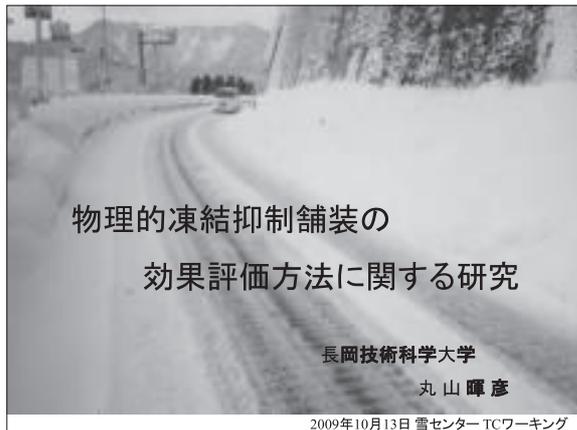
それでは、ちょっと急ぎましたが、私からの報告は以上とさせていただきます。

野口 浅野様、どうもありがとうございました。

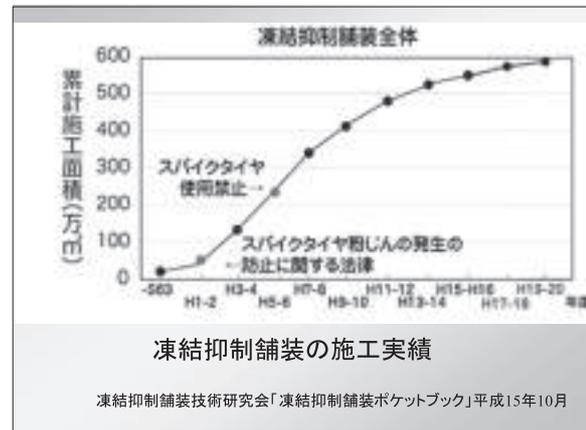
続きまして、先ほどご挨拶もいただいておりますが、私ども雪センターの技術研究委員会委員長もしていただいております、長岡技術科学大学教授の丸山様よりご発表をお願いいたします。

(4) 物理的凍結抑制舗装の効果評価方法に関する研究

長岡技術科学大学 教授 丸山 暉彦



資料 3-4-1



資料 3-4-2

丸山 長岡技術科学大学教授の丸山です。私のテーマは、「物理的凍結抑制舗装の効果評価方法に関する研究」ということで発表させていただきます。

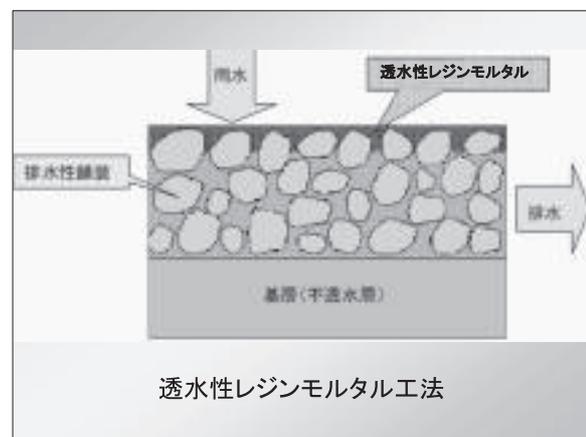
凍結抑制舗装というのは、スパイクタイヤ禁止の法律が平成2年に発布されて公布されてから大体20年近く経つのですが、どんどん増えてきてまして、現在600万平方メートルということは、道路の幅も含めたとしますと100万メートル、1000キロということは、東京・大阪間の往復ぐらゐありますので、結構な量が既に施行されているわけです。このテキストの4-47ページに、真下さんの「凍結抑制舗装技術の整理・普及について」という資料がありますので、これも併せてご覧いただければと思います。凍結抑制舗装には物理的凍結抑制と化学的凍結抑制の2種類ありまして、化学的凍結抑制というのは、舗装の中に予め塩を混ぜておいて、その塩の影響によって雪を融かしていくというのですが、夏でも塩がにじみ出てきますから、塩分がだんだん薄まってくる。それで塩分濃度が薄くなると効果がなくなりますので、寿命が比較的短いのです。



物理的凍結抑制舗装の水膜破壊原理

凍結抑制舗装技術研究会「凍結抑制舗装ポケットブック」平成15年10月

資料 3-4-3



透水性レジンモルタル工法

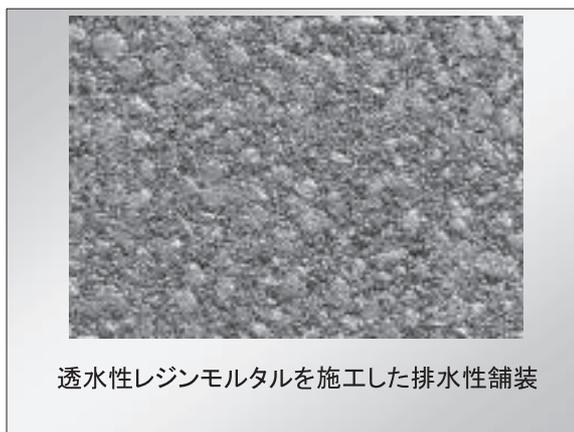
資料 3-4-4

それに対して、物理的凍結抑制というのは、普通の舗装の上にゴムとかウレタンでできた柔らかい層を、あるいは中にゴムチップを予め混ぜ込んでおくということで、弾力性をもたせておきまして、その上を通る自動車の輪荷重によって氷を破壊しようというもので、構造的な寿命がある限りは、機能の耐久性はあるということ、日本では普及しているという状態です。最近、ポーラス舗装、排水性舗装が増えていきますので、密粒舗装だけではなく、このポーラス舗装の上に透水性レジンとかいろいろなものがあるのですが、少し弾性係数が小さく軟らかい層を上に乗せて凍結抑制効果を出そう、これはもちろん透水能力がありますので、透水能力のあるものを上に塗って、凍結抑制効果を出そうというものが開発されています。



粒径5mm のゴムチップを混入

資料 3-4-5



透水性レジンモルタルを施工した排水性舗装

資料 3-4-6

透水性レジンモルタルには小さいゴムチップが入っているのですが、ポーラス舗装の上に柔らかい弾性層を被せたものです。これは凍結抑制効果がありましたという写真で、メーカーの広告パンフレットでは、必ず出てくる写真です。確かに凍結抑制効果はあるのですが、天候、積雪量、温度、交通量等、いろんなパラメータによって影響されますので、いつもこういう効果があるとは断言できません。



資料 3-4-7



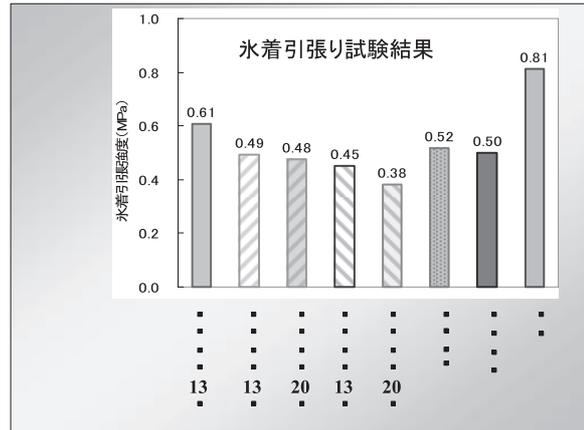
凍結抑制舗装技術研究会「凍結抑制舗装ポケットブック」平成15年10月

資料 3-4-8

いつもこのような効果が発揮されればいいのですが、なかなかそういうものでもないのです。先ほど浅野さんの報告にもあったように、除雪関係の費用と路面管理にかかる有効性をグラフにとると、凍結防止剤散布や機械除雪に比べて、凍結抑制舗装の費用と管理効果の関係を求めるのは難しいのです。凍結抑制舗装は、値段は比較的安いですが効果も低いといわれているのですが、どの程度効果があるのか評価できていないといえます。凍結抑制舗装が果たしてどれくらいの効果があるのかというところがまだ不十分で、これを明らかにしようとする研究を始めました。



資料 3-4-9



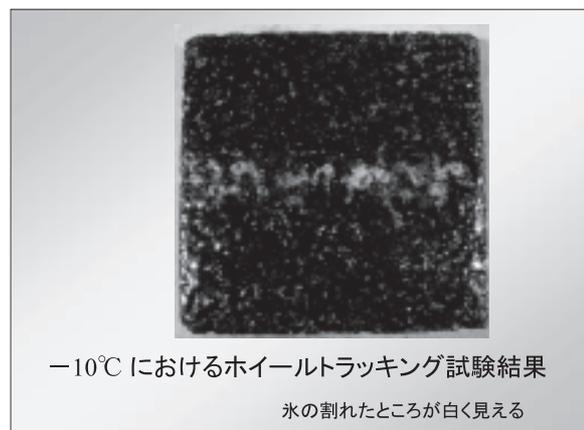
資料 3-4-10

現在、凍結抑制効果を測るのに、氷着引張り試験というのがあり、表面に水を張り付けるようなかたちで凍らせて、それを引っ張ってはがします。はがす強さを測るのですが、物理的に氷を破壊するのに、鉄のボールを1メートルぐらいからドスン、ドスンと10回ぐらい落として、氷にひびを入れ、それから引っ張り試験をするという、非常に原始的なやり方で測ります。これは先ほど言った密粒舗装、従来の舗装に対しては測定効果があるのですが、ポーラス舗装は、空隙の大きな舗装であって、よく付着しないものですから、すぐにはがれてしまい、ポーラス舗装に対しては物理的凍結抑制舗装の効果は評価できないということになります。このグラフがこのことを示す一例です。

密粒舗装では、氷着引張り強度が0.8程度ですが、ポーラス舗装はその半分ぐらいになってしまいます。それから、舗装の中にゴムチップを予め埋め込んだルビット舗装という凍結抑制舗装は0.5ぐらいで、ポーラス舗装とほとんど同じです。先ほどのスライドで説明しました、ポーラス舗装の表面にゴムチップを埋め込む透水性レジンモルタルでは0.6ぐらいで、元のポーラス舗装とほぼ同じです。レジンモルタルに対し、バインダーを柔らかくしたものや、モルタルの骨材の硬さを変えたもの、あるいは骨材粒径を変えたもの、いろいろ変えても、氷着強度に変化がなく、氷着引張り試験では具体的な効果がなかなか分かりにくいという問題があり、どうすれば正しく評価できるのかいろいろ悩むわけです。



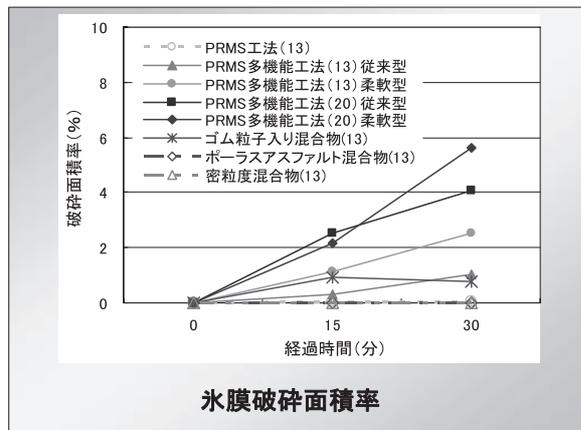
資料 3-4-11



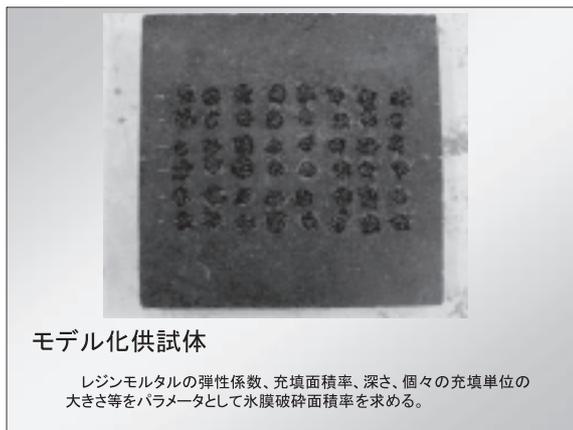
資料 3-4-12

そこで私どもは、ホイールトラッキング試験、わだち掘れ深さを測る装置で、試験温度60度で行うものですが、これをマイナス10度という低い温度でやってみればどうだろうか、ということで始めました。ホイールトラッキング試験用供試体の表面に予め水を張り付けます。霧吹きのようなもので吹き付けて、マイナス10度の低い温度で吹き付けると氷ができますので、氷の膜を2

ミリぐらいつくり、ホイールトラッキング試験機にかけて、荷重をかけた車輪を往復させると、表面が割れて色が白くなります。氷の割れたところが白く見えるので、これを画像処理して、白い部分の面積の大きさをもとめることで氷膜破碎面積率を定義しました。

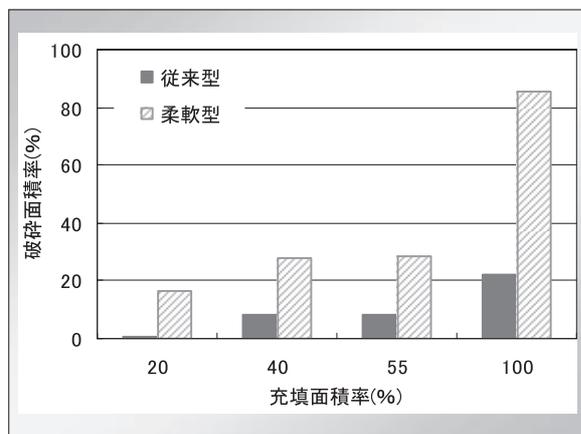


資料 3-4-13

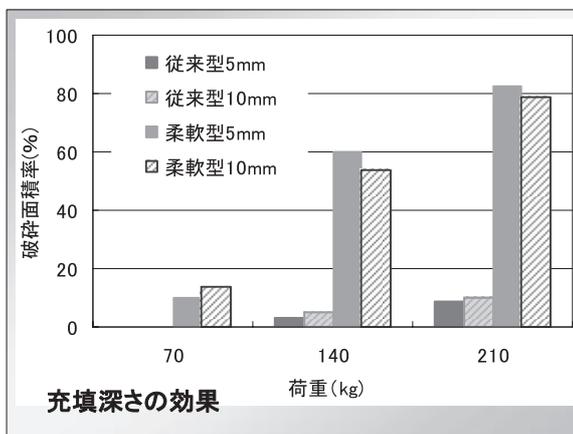


資料 3-4-14

これが氷膜破碎面積率を比較したグラフで、従来の密粒度舗装、従来のポーラス舗装、ゴムチップの入っていないレジンモルタル工法を比較しています。これらの舗装は全部、氷膜破碎という意味では全く効果がありません。しかしながら、ゴム粒子入り混合物というのは、中にゴムチップを混入したルビット舗装で、これは効果が出てきます。透水性レジンモルタルにゴムチップを入れたもので、バインダーがごく普通のものを使ったものは氷膜破碎効果が中ぐらいです。バインダーを軟らかくした、柔軟型がオレンジと青で示されています。バインダーを軟らかくすると多少効果が出てきます。それから、効果の一番大きいのは骨材粒径が20ミリトップのもので、骨材の最大粒径を大きくすると氷膜破碎効果が大きいということが分かりました。



資料 3-4-15



資料 3-4-16

次に、凍結抑制効果に影響するパラメータについて考えました。ポーラス舗装の中に樹脂を埋め込みますから、樹脂の面積率、その充填している深さ、あるいは個々の充填単位の面積の大きさ等、いろいろなパラメータがあるので、それを具体的に表すためにこのモデル供試体をつくりました。供試体の表面にドリルで穴を開け、充填面積率と深さと個々の穴の大きさをコントロールして、氷膜破碎面積率を求めました。横軸は充填面積率です。やはり面積が大きいほど、氷膜破碎面積率も大きくなります。充填面積率が同じ場合は、軟らかいほうが確かに効果が大きいです。充填面積率40パーセントと50パーセントのものは、効果にあまり変化がありません。これは充填面積率よりも、先ほど言ったトップサイズが、13ミリと20ミリなら、20ミリのほうが大きいということが後で分かって、そのことを示す結果が出てきています。それから、従来型レジンモ

ルタルの場合も、柔軟型レジンモルタルの場合も、充填深さは5ミリと10ミリで、氷膜破碎効果にほとんど差がないことを示しています。この研究は今年の冬に始めたばかりで、まだデータ数は少ないのですが、氷膜破碎面積率というもので凍結抑制効果を評価できそうだとということが分かりました。これからパラメータとして、例えばどういう設計状況でどういうふうにつくれば一番効くのか、というようなことを調べていきたいと考えています。簡単ですが、以上です。

【意見交換】

野口 丸山様、どうもありがとうございました。

それでは、ただいま4名の方にご発表いただきましたが、皆様からのご質問、それからいろいろな角度でのご意見というかたちで、ご発言をお願いしたいと思います。どなたの発表に対しても結構ですので、よろしくお願い致します。

酒井 浅野先生の、例の滑り抵抗値というのを使ってやっていますが、それから福原先生のご説明もあったわけですが、これは実用的にほほいけると判断していいのですか。

浅野 ご質問ありがとうございます。道路管理者が直接使うという段階までは、いまはなっていないのですが、いろいろと段階があると思います。一応経常的には、道路管理の実績評価には、おそらくこうやって一冬の間は何回も測ってデータを蓄積して、滑りやすい所と滑りにくい所の発生をちゃんとおさえて、そこに対応してちゃんと事業を行っているかどうかチェックするというような使い方が、たぶんできるのではないかといいふうには思っています。研究段階から離れれば、実質的に道路事務所のほうでやることになりませんが、ただ、これからは財政がきついですので、やってられないと言われる可能性もあります。また、日々のこういったデータを交通道路利用者にどう情報提供していくかという点でも、最終的にはリアルタイムで何かをお知らせするのがいいのかもしれないですが、なかなかそこまでは、すぐにはいけないということもありますので、先見の悪いところ、それからトンネルの出入口、それから橋梁の上ですね。そういうところが滑りやすく、凍結防止剤散布量も多いということも、なんとなくこの図で分かってきておりますので、その注意喚起を、リアルタイムではなくて、報告していくといったような使い方もあるのかなということで、発信の仕方は研究しながら考えているところです。

野口 浅野様、どうもありがとうございました。

いまのことにしても結構ですので、他にご意見、ございませんでしょうか。ご質問でも結構です。

竹内 では、浅野さんをお願いしたいのですが、凍結防止剤を散布すると滑り抵抗値が下がった例があるのですが、実際に、散布量とか、寒いところに散布して液体になって滑りやすくなるか、そんな気もするのですが、どういうふうなお考えでしょうか。

浅野 凍結防止剤の散布のほとんどの領域だと思うのです。北欧ではマイナス6度以下では撒かないということになって、それはそれ以上ずっと低くなると滑りにくいということもあるし、凍結防止剤の効果がなくなるということもあって、本当に滑りやすいところはメタルを撒くとかですね。そもそも北欧はそういったようにしておりますので、スタッドレスタイヤだけで走るような状況は発生しないので、たぶん薬剤を撒いてもそれが非常に長い間効力があるということで、そういう状況であります。日本の場合は、温度帯が高ければ、撒いた直後にすぐ融けて路面が出て、滑り抵抗値が上がるのだと思うのですが、北海道の場合は、一応の目安はマイナス8度まで

になっていますが、警察からの要望だとか、マイナス10度でも凍結防止剤を、塩を撒けということで、撒きます。これは黒い路面、舗装面を出すということではなくて、凍結させないで、とにかく滑りにくくするという趣旨で、滑り抵抗値のために撒いているわけではない。どちらかというところと摩擦係数というか、滑りにくい路面を保つために撒いているようなところがありますので、そういう面では、撒かざるを得ないのかなというふうに思っています。撒いた直後に滑りやすくなるというときも、たぶんあるのですが、撒かざるを得ないということであれば、撒きますので、あまりそこを気にしていたら管理はできないでしょう。頻繁にそういうことが起きるのであれば、それはまた別の対策もあると思いますので、いろいろ考えていけばいいのではないかと思います。

福原 いまのご質問と、先ほどの理事長からのご質問とも重なるのですが、丸山先生が3-13のところ、冬期路面管理と費用のところから出されておられますが、機械除雪、凍結防止剤、それからロードヒーティングというのがあります。それで、われわれもちょっとやったことがあるのですが、実際にこういった装置を用いて、例えば機械除雪をやった直後に、車を走らせます。あるいは薬剤散布をやった後に、車を走らせます。というかたちで、実際にどんな効果が現れているのかということ、雪氷状態とともに、あるいは気温等とともに、あるいは塩分濃度等とともに、調べながら、実際にはどうなっているんだということ、今後明らかにしていく必要があるのではないかと思います。

丸山 どうもありがとうございます。それでは私のほうでお話しさせていただきますが、いまはそうですね、福原先生のおっしゃるようなことはきちんと出して、先ほどの浅野さんのアウトカムの評価というのは、そういうことをやっていかなければいけないんだというふうに思います。

野口 どうもありがとうございました。ご質問等の際には、最初にもお願いしましたが、ご所属とお名前をぜひよろしくお願い致します。他にご質問、ご意見等、ございませんでしょうか。よろしいでしょうか。横山さん、対馬さんに対しても、何かございますか。

福原 福井大学の福原です。横山先生にちょっとお尋ねいたします。ご意見いただければなと思います。今日まとめていただいたところでいきますと、特に僕がちょっと興味を持ったのは、結論にもありますが、やはりエネルギー環境の視点というようなことで、やはり昨今、政治もいろいろと変わっておりまして、エネルギー、あるいはCO₂エミッションをできるだけ少なくすることは非常に重要で、その出し方として、こういうふうな活用の仕方というのは、非常に面白いなと思いました。ただ、ロードヒーティングに持っていくときに、例えばここで出ていますように、ボイラーの温度とか、あるいは雪氷の温度とか、こういったものはほとんどあまり時間的にも変わらずに、こういうエントロピーのまとめ方というのは比較的やりやすいのかなと思うのですが、例えば地中熱を使った場合、むちゃくちゃ高い温度の地中熱の場合は別としても、ちょっと温度が低いというかたちになりますと、実際には例えばTgとここで書いてあります地温も変わってまいりますし、熱流体を運ぶヒートキャリアフローの温度も変わってくるわけなのですが、こういったようなかたちの場合では、なかなかこういったアプローチは難しいのかなという感じだと思うのですが、そこらへんはどうでしょうか。

横山 エントロピーを使うと、ゴミも含めて、熱だけではなくて、それから先ほどの散布剤の件なんかも含めて、全部統一的に、いわゆる環境の負荷というものを出せるというふうに妄想しているのです。それが第一点です。

それからいま福原先生がおっしゃったTgとか、それからボイラーの供給温度とか、このへん

がやはり高いと、エントロピーが結果的には増えてしまって、不可逆性も増えるので、結局は熱のモビメント。これはいまの油の値段だけではなく、環境の指標として表せそうだと気づきました、ですから極端なことを言うと、できるだけ低い、雪の温度に近い温度でやると、当然エントロピーは増えないわけです。そうするとそれに見合うような機器を開発するということになりますので、そうすると目標値が出てくるのではないのでしょうか。そういうふうには、やたらめったに自然エネルギーを使えばいいという問題ではなくて、そこにもうひとつ経済的、それからCO₂はすごくいい指標だとは思いますが、もうひとつ環境というグローバル指標が出てきそうだなという感じがしまして、おっしゃるようにまだまだもう本当に入口だけなのですが、こういった不可逆性をできるだけ省いたかたちで機器を設計するかといったようなところに持っていけば、設計の指針が出てくるのではないかと思ひまして、おっしゃる通り、そうなんです。Tgとか、このへんは動かせないのですが、逆に言うと、石油系のほうは逆に動かせるということで、そういう見直しを目標とする、設計の指針を見出せばいいなと思ひまして、始めました。

野口 ありがとうございます。それでは、少し時間がおし気味でございますので、これ以降のご質問、ご意見につきましては、最後の全体の討論の場等でしていただければと思います。セッションIは、これで終了させていただきます。ありがとうございました

◆セッションⅡ

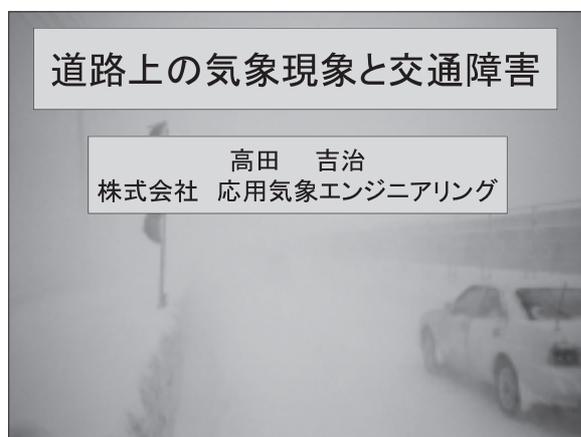
〔大島〕 時間になりましたので、2番目のセッションのほうに入りたいと思います。これより司会は、企画部の大島がさせていただきます。よろしくお願い致します。

2番目のセッションは、道路気象とか気象予測、情報伝達システムの内容について、お三方からの発表となります。発表時間は先ほどと同じく7分で、5分で一鈴をさせていただきます。発表方法ですが、お三方に連続して発表をいただいた後に、質疑応答というかたちになりますので、よろしくお願い致します。

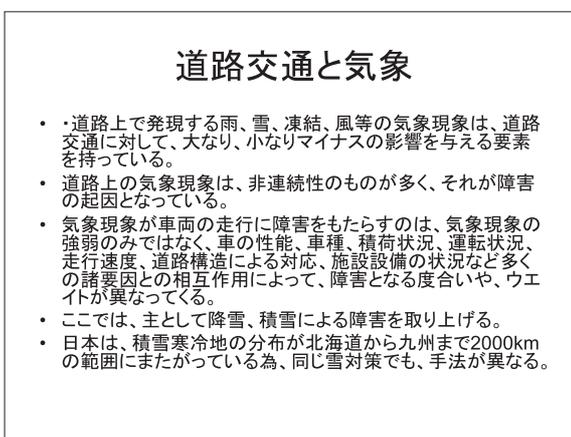
それでは、1番目に株式会社応用気象エンジニアリングの高田吉治社長、よろしくお願い致します。

(1) 道路上の気象現象と道路交通障害

株式会社 応用気象エンジニアリング 代表取締役社長 高田 吉治



資料 3-5-1



資料 3-5-2

〔高田〕 応用気象エンジニアリングの高田と申します。今日は「道路上の気象現象と道路交通障害」という題で説明します。まず、道路交通と気象とは非常に深い関係があります。私は昭和39年に国道1号線の鈴鹿峠で路面凍結に関する観測を始めました。道路気象のいろいろな観測機器を設置するための必要なことを考えながら、現象も一緒に調査を始めました。それから昭和41年、名神の開通と共に日本道路公団の方々、ここにいらっしゃる村國さんもその一員なのですが、(財)高速道路調査会に「道路気象対策研究委員会」というのが発足しました。それからずっといろいろな道路の気象現象を追い続けてまいりました。それを今日は、一寸ご紹介させていただきます。

昭和41年の当時とは、もう状況がまるっきり変わっています。交通量そのものも違います。道路舗装も違います。昭和40年ごろは、大部分の一般道は、まだ砂利道でした。国道1号でも国道4号でも、調査をやっている間は、大部分は砂利道でした。名神高速道路が開通した頃は、平日交通量は800台くらい、土日で1400台くらいというような状況です。いまは10万台走っています。だから交通に影響を与える気象現象というのは、昔と今とでは非常に状況が変わってきました。変わらないことは、道路上の気象現象です。

道路上の気象現象というのは非連続性のものが非常に多いことで、それが障害になることです。例えば同じ水分でも、雪か雨かで滑り現象は大きく違いますし、水か凍結かでも大きな違いが出るわけです。だから路面温度が0℃か1℃か-1℃かと言うよりも、凍結温度になっているかどうかというほうが、大きな問題になるわけです。気象現象が車両の走行に障害をもたらすというのは、現象の強弱だけではなくて、車の性能とか車種とか、道路そのものもあるのですが、いろ

いろいろな状況と要素があるわけです。それからもう一つは、日本の地理的な状況があります。北海道、東北、北陸、山陰、もう全部が、同じ凍結現象でも、凍結の過程、いわゆる現象そのものが変わってきます。それから雪そのものも、雪の結晶形が違いますし、比重が違います。密度も違います。そういうことで、障害の程度が地域によって全然変わっています。そういうことで、これからもう一度、いろいろな気象現象というものを見直ししながら、交通との影響というものを考えていく必要があるだろうと思っています。

道路上の気象現象と交通障害

表 3-5-1 道路交通に影響する気象現象

気象現象	発生条件	発生状況	交通障害
凍結	氷点下 路面凍結	道路表面温度が氷点下となり、路面凍結が発生する	凍結による路面摩擦係数の低下による制動距離の延長、急ブレーキによる車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮
降雪	降雪量 積雪	降雪による路面の積雪、積雪による路面摩擦係数の低下	積雪による路面摩擦係数の低下による制動距離の延長、急ブレーキによる車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮
霧	霧発生 視程障害	霧による視程の低下	視程の低下による車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮
強風	強風発生 視程障害	強風による視程の低下	視程の低下による車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮
大雨	大雨発生 視程障害	大雨による視程の低下	視程の低下による車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮
大雪	大雪発生 視程障害	大雪による視程の低下	視程の低下による車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮

資料 3-5-3

気象現象	発生条件	発生状況	交通障害
凍結	氷点下 路面凍結	道路表面温度が氷点下となり、路面凍結が発生する	凍結による路面摩擦係数の低下による制動距離の延長、急ブレーキによる車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮
降雪	降雪量 積雪	降雪による路面の積雪、積雪による路面摩擦係数の低下	積雪による路面摩擦係数の低下による制動距離の延長、急ブレーキによる車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮
霧	霧発生 視程障害	霧による視程の低下	視程の低下による車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮
強風	強風発生 視程障害	強風による視程の低下	視程の低下による車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮
大雨	大雨発生 視程障害	大雨による視程の低下	視程の低下による車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮
大雪	大雪発生 視程障害	大雪による視程の低下	視程の低下による車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮、急ブレーキによる車間距離の短縮

資料 3-5-4

ここに書いております表は、気象現象と交通障害。どんな交通障害があるか、これは見ていただければ分かりますが、今日はこの降積雪を主体にお話ししたいと思います。沢山の現象がありますので、ごく一部の説明になります。北陸なんかですと、山雪・里雪に分かれておりますし、これが北海道・東北の日本海寄りも、一部ではそういう影響があります。それから関東地方は、南岸低気圧による大雪があります。そういうふうな降雪の現象も交通障害になる現象が場所ごとに皆違って来るのです。

これは路面凍結です。私どもが一番初めに名神高速道路で道路気象観測を始めましたのは、路面凍結予測が目的でした。また凍結防止システムを構築する事が目的でした。これを昭和41年から始めたわけですが、その後、各道路が展開されるとともに、いろいろと北海道から沖縄まで各地で道路気象調査を行いました。その長年、40年の間にいろいろな調査をやってきたわけですが、現在では霧に対する視程障害、地吹雪に対する視程障害、この2つが道路交通に大きな影響を与えています。

道路気象対策研究委員会

昭和41年度から発定
名神高速道路の開通
関が原～彦根間の大雪、路面凍結
淀川、宇治川、桂川、3川合流地点の霧
高速道路の雪氷対策が始まる

昭和41年～平成19年 40年間委員
設計気象値は、雪氷マニュアルの基準

北海道から球根峠までの各種の道路
気象現象に取り組み、調査解析を行った。

平成20年からは、財団法人高速道路調査会
のフェロー

約50のレポートがある

資料 3-5-5

降積雪の検知

気象現象	検知方法	検知条件
降雪	降雪量観測器による降雪量の検知	降雪量観測器の検知による降雪量の検知
積雪	積雪量観測器による積雪量の検知	積雪量観測器の検知による積雪量の検知
路面凍結	路面温度観測器による路面温度の検知	路面温度観測器の検知による路面温度の検知
霧	霧発生観測器による霧の検知	霧発生観測器の検知による霧の検知
強風	風速観測器による風速の検知	風速観測器の検知による風速の検知
大雨	雨量観測器による雨量の検知	雨量観測器の検知による雨量の検知
大雪	降雪量観測器による降雪量の検知	降雪量観測器の検知による降雪量の検知

資料 3-5-6

道路気象対策研究委員会というのが41年にできて、毎年毎年、道路気象その1、その2から始まって、毎年レポートを書いてきました。地吹雪もあれば霧もあれば強風もあればという、それ

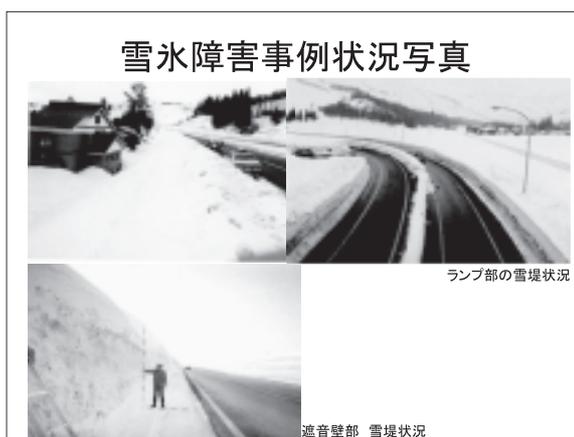
が実際の施設設備、それから道路構造を考慮して、いろいろな対策を立てていくわけです。そうして土木的、電氣的、機械的な対策を行い、それが出来ないところを気象情報でもってカバーする、ということが進められてきたわけです。気温の違いや、雪の多い少ないが、雪氷対策には、関わってきます。

最近では雪が少なくなってきていますが、それなりの考え方で対策を考えなければいけない問題が出てきます。

降積雪の検知もいろいろな方法でやられてきていました。私自身もたくさんの観測機器を開発してきました。それから、いろいろな設計気象値も決めて、それで道路構造に対応してきたわけですが、雪氷障害というのは、ここにこれからご覧に入れますように、大雪が降れば大変な問題が起こるわけでありまして。



資料 3-5-7



資料 3-5-8

こういうランプ部、それから遮音壁部、それからトンネル坑口、特にこの雪の吹き込みとか、いわゆる引き水とか、いろいろな問題が凍結なんかにも関係があるわけです。トンネルの坑口というのは交通流にとっていろいろな問題があるわけです。

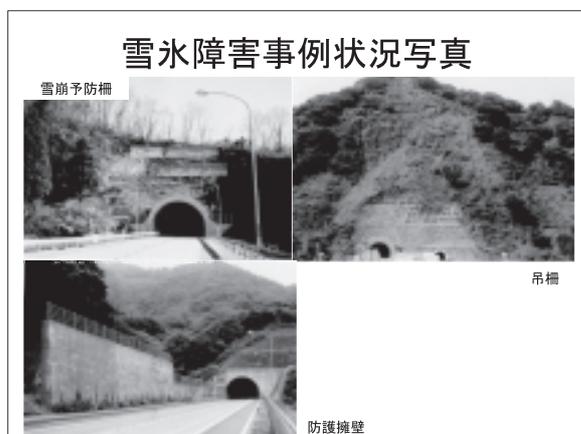


資料 3-5-9

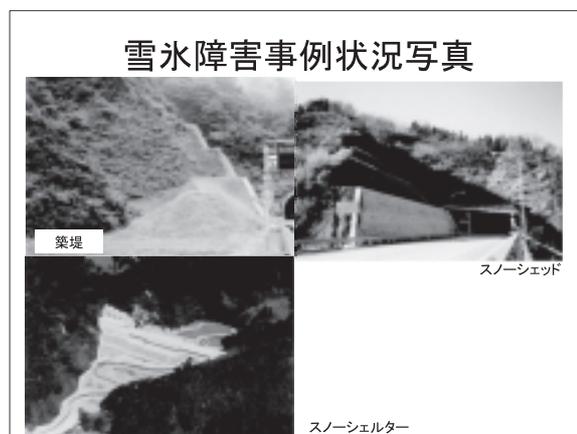


資料 3-5-10

それから着雪です。いまはもう着雪防止なんかは工夫されています。それから情報板などは、ちょっとした標識の類いにしても、雪圧で壊れないような位置に設置されるようになっております。こういう立入防止柵そのものも多雪では壊れます。この標識なんかも今はいろいろな対策をなされて、着雪しないようになっております。こういう障害がたくさん今までに起こってきました。



資料 3-5-11

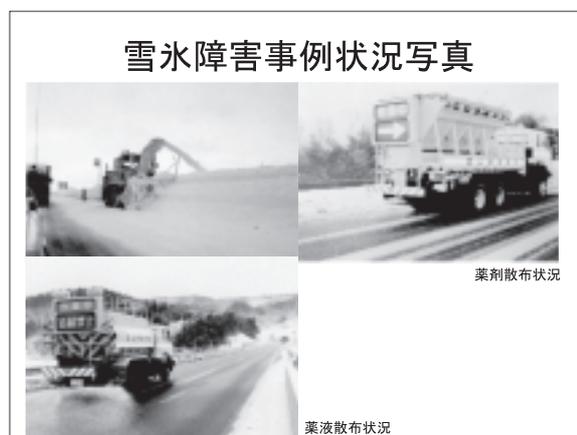


資料 3-5-12

そのうえで雪が多い年というのは、いろいろ問題を起こします。こういう現象を起こさないためにはどうすればいいかという対策は、土木構造的なものから施設のなものから、各種の対策工まで検討はしてきました。そのうえで交通に障害のないようにということで、種々の対策を立ててきたわけです。

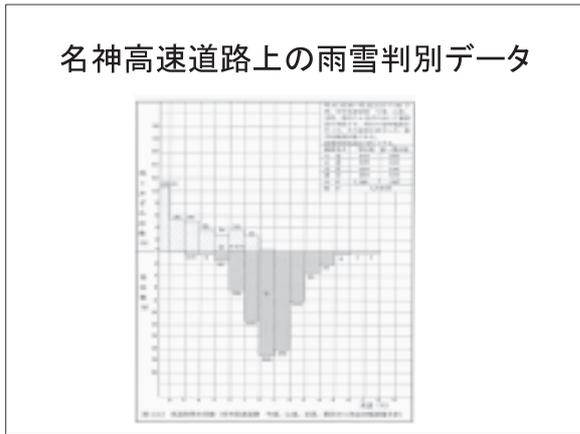


資料 3-5-13

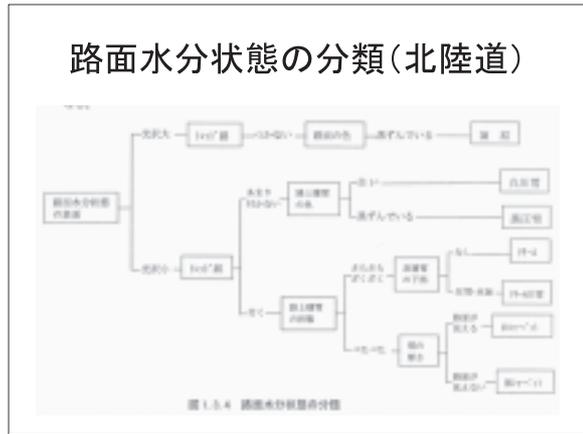


資料 3-5-14

対策には、雪に対する対策とか凍結防止対策とかいうのがあるわけです。いま名神あたりが定時梯団除雪として、定期的に除雪しながら、後ろに車を従えながら行くというような除雪方法をとっていますが、こういうものにも気象情報が非常に大事になってきております。交通量が非常に増えてきた現在では、いろいろな除雪方法というのが必要になってきたわけです。昔、降水が、雪か雨かの判断は、気温2℃を基準にして、2℃以下は大体90パーセントは雪だという降水予測で対応しておりました。

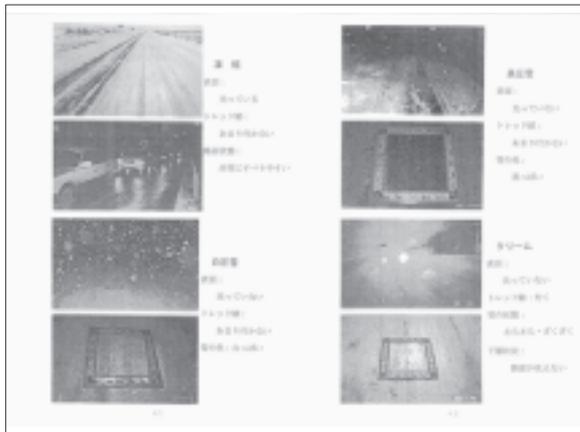


資料 3-5-15

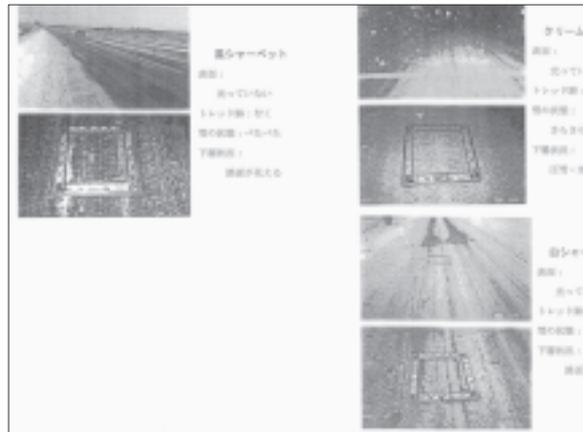


資料 3-5-16

それから、路面水分状態も、いろいろな形態があるわけですが、それに対して対策もそれぞれ変わってきました。滑る状況も変わってきます。滑り摩擦抵抗が路面水分の形態で全然違いますから。

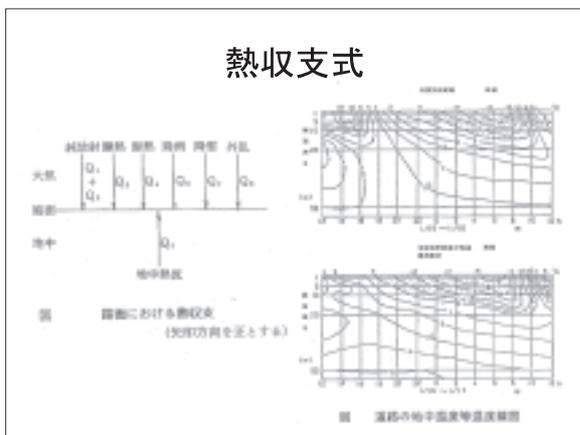


資料 3-5-17

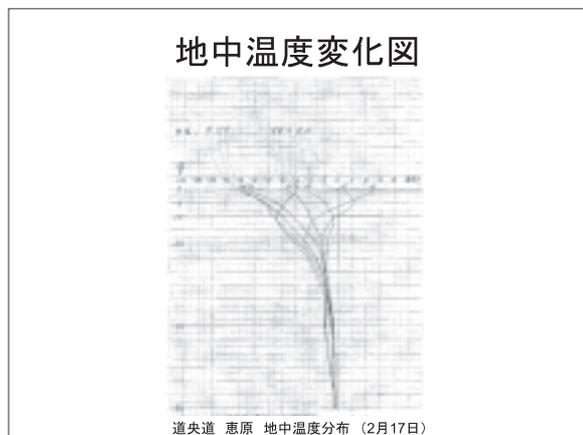


資料 3-5-18

それで路面状況も、これは北陸の例であります、北海道・東北などは、それぞれ路面水分状態が違います。だからそれぞれの地域で生じる路面水分状態を考えなくてはならないわけです。地域ごとに分類された路面水分状態について、いろいろ検討がなされました。

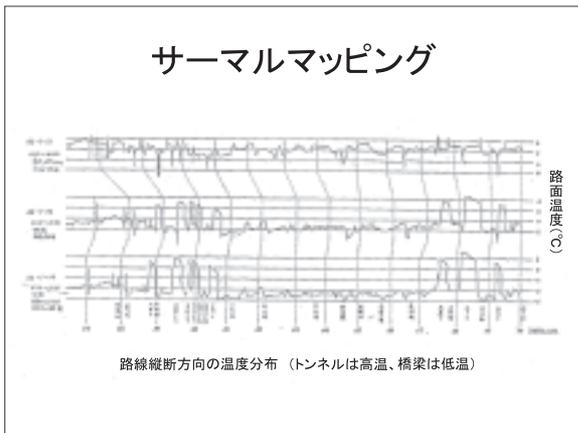


資料 3-5-19



資料 3-5-20

これは、最初に名神高速道路でやり始めた、熱収支による予測です。路面を境界条件とした熱収支法です。これで路面凍結予測を始めたわけですが、その後いろいろな観測をやっているうちに、予測の方法も統計法を始め少し変わってきましたが、基準は今でもこのような方法が基礎になっています。例えば、北海道の地中温度、これは80cm深さのところにあるのですが、表面から、ずっとマイナスです。上部は大気です。地中温度の1日の日変化は、これが2月くらいでなりますと、もう80センチまで0℃以下になります。だから、昼間、日照で多少気温が、4度、5度まで上がっても、日が陰ると直ぐにマイナスになってしまいます。こういう場合は、凍結予測というのは、季節によって、月によっても、時間変動が違うわけです。12月頃は北海道でも30cm以下の地中はプラスになっていますが、だんだん冬が進むと地中温度は低くなってきています。ということは、ここが凍結して、ツルハシで掘ってもカチンカチンの状態になっているわけです。そういう現象を見ながら予測との関連を知っていかなくてはならないのです。

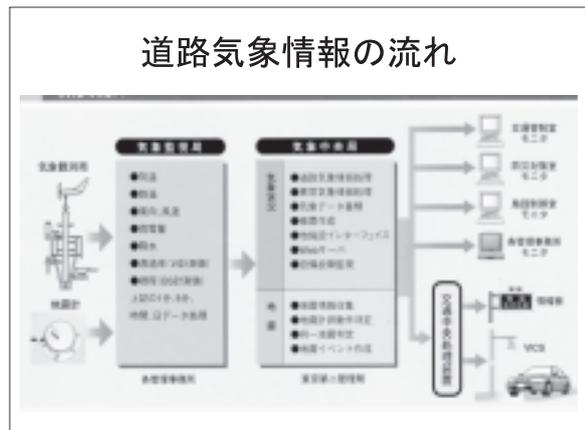


資料 3-5-21

これは名神高速道路の始めの頃の昭和44年、サーマルマッピングというのを始めました。高速道路は、名神、中央、東名、十数か所のサーマルマッピングを、その昔実施しましたが、赤外放射温度計で、温度分布を求め、気象観測点を決めるための基準を作ってきたわけです。いま高速道路には、約1000箇所近い道路気象観測装置が付いていますが、その設置位置を決める基準を作りました。



資料 3-5-22



資料 3-5-23

道路気象観測システムでいまの道路交通に対する情報を的確に与えるということで、いまも雪氷対策の検討は続けられていると思います。道路には、いろんな横風、強風があり、雪があり、雨が降ります。気象観測局でもってデータ処理して、ドライバーに対して、あるいは交通規制もあります。実際の対策をやるような方向にもって行くわけです。以前と違って最近では温暖化の問題もありまして、やはり雪の質も変わってきていますし、最大積雪深も統計を取り直さなければいけないような状態になっていますので、安全交通に対してはもう一遍考え直さなければいけない問題もたくさん出てきております。以上、簡単ですが、これから何をやっていかなければならないかということを考えながら、ご報告させていただきました。



ご静聴有難うございました。

資料 3-5-24

この写真は、皆様には蛇足ながらお見せします。こういう防雪柵は悪い設置事例です。風上側のこういう吹き溜まり状態では、かえって路面上で視程障害は強めるし、防雪柵周りの吹き溜まりの問題を起こす、一つの悪例です。このまましていると、視程障害はひどくなるし、防雪柵は壊れるおそれもあります。これは、通風率と下部空隙が適切でないために生じた結果です。これから言えることは、現地の気温、雪質や降雪量に見合った適切な防雪柵の設計が如何に必要かと言うことです。以上です。

大島 ありがとうございます。

続きまして、「冬期道路管理と気象情報の使い方」として、日本気象協会北海道支社の石本さん、お願いいたします。

(2) 冬期道路管理と気象情報の使い方

日本気象協会 北海道支社 参与 石本 敬志

石本 気象協会の石本でございます。冬期道路管理と気象情報の使い方ということで、特に一般向けの話はいま高田さんが非常にいい説明をしていただけたので、私は特に冬の道路との関係ということで、その中でも吹雪だけではなくて雪崩にも大きく影響する、急激に発達する低気圧の影響について、述べたいと思います。

冬期道路管理と気象情報の使い方

(社)日本気象協会 北海道支社
石本 敬志

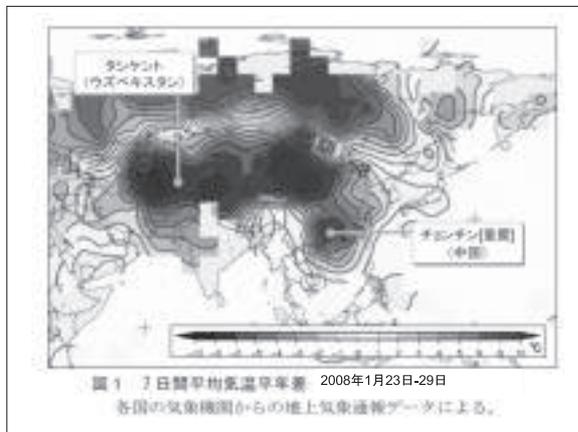
資料 3-6-1

2008年の主な気象災害分布 気候変動監視レポート2008(気象庁)



資料 3-6-2

2009年7月はエルニーニョだということで、北海道は暖かくない、農作物にも影響のある夏でした。そういうときの冬は、北日本では冬期降水量が少ないと言われているのですが、さあ今年どうなるかというのは、もう少し注意深く見る必要があると思います。それで、北海道中の気象観測地点を使って、狭いところに短時間に大量の雪が降る現象が増えているというのは間違いなく、そういう傾向があるということが言われていますが、これは世界的に見たらどういうことになるかというのをまとめたものが、気象庁の気候変動監視レポートです。赤いところが高温に属するところで、緑色がさまざまな気象災害があったところで、特に今日はここですね。普段雪の少ない中国の内陸部で大きな雪が去年ありました。その他、ひと目見て分かるように、異常に気温が高いところと気温の低いところ、あるいはハリケーンや台風、そういった気象災害が地球規模で増えているということが分かります。



資料 3-6-3



資料 3-6-4

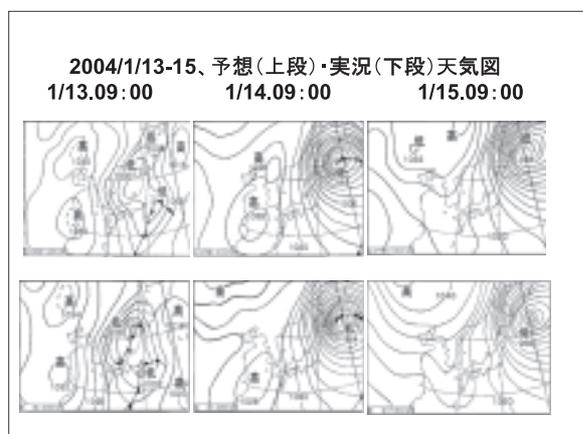
それで、中国に注目したのは、この図ですが、7日間の平均気温が平年値よりもマイナス10度近く低くなって、普段雪の障害のない中国の内陸部でこのような写真がインターネットで探してみたら見つかりました。ちょうど旧正月にぶつかっていたらしくて、大変なことになっていたらしいのですが、あまりこういう報道をされないのですが、CNNのインターネット版からコピーしたものです。だから普段雪の障害がないところでも、こういう障害が起き始めているということです。



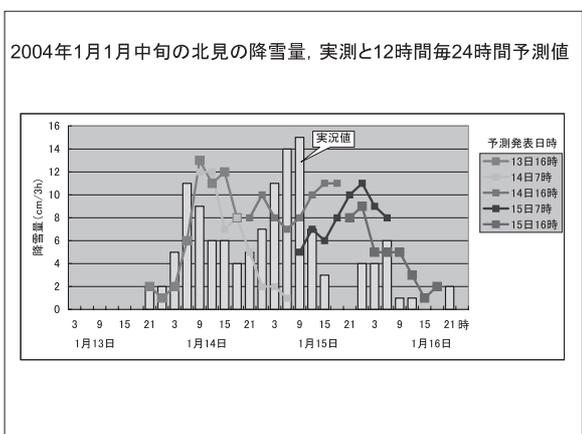
資料 3-6-5

どうしてそんなことが起こるのかということですが、なかなかそういう急激に発達する温帯低気圧のレポートというのはないのです。これは1980年のレポートをやっと探したもののひとつなのですが、どこで発達するかということをもとめたものです。これが太平洋で、日本列島はこのへんです。北極がここです。日本列島がここにあり、アメリカ大陸がここにいます。それで結論は、暖かい海流と密接に関係するという結論です。これが北極から南へ行くに従って、数が一番多いのは中緯度です。これがアメリカ大陸ですね。アメリカの東岸で、メキシコ湾流が暖かい海流の影響を受けて、アメリカの東部で急激に発達する低気圧の数が多いのです。それからもうひとつは、黒潮と呼ばれている暖かい海流が日本の南側から上がってきますので、東北や北海道の南岸でやはり急激に発達する低気圧があります。しかも2004年の北見のときには、960ヘクトパスカルくらいということで、北海道に接近する台風よりも大きな中心示度を持ちます。大きいというよりも低いですね。このグラフはここに書いてありますように、1976から79年の3年間に急速に発達した温帯低気圧の分布と暖かい海流、アメリカだったらメキシコ湾流、日本だったら黒潮、その12時間で一定以上の気圧差に発達した低気圧の、12時間前の位置です。まずひとつ言えるのは、中緯度であるということです。それから、その海流の影響を受けている場所、日本だったら北海道南岸から三陸沖あたり、アメリカだったらアメリカの東海岸ということで、ワシントンDCなんか、1月中旬でも桜が咲くときもあれば、フリージングレインで過冷却の雨が降って、滑走路に数センチ単位の氷板ができるような、そういうときもあるという、ものすごい大きな変動があるということです。

セッションII



資料 3-6-6

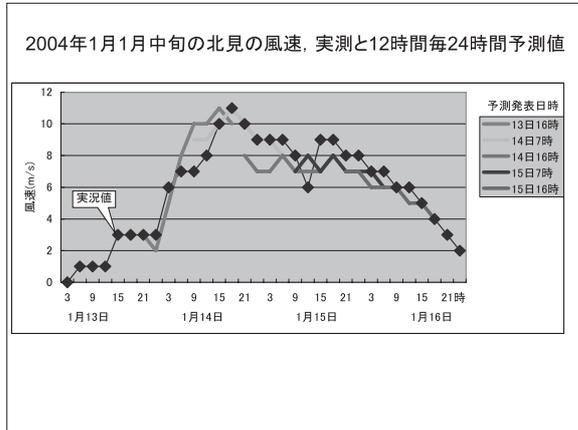


資料 3-6-7

それで北海道の例として、2004年1月中旬に北見で記録的な大豪雪があったときの、上の段3つが予想天気図で下が実況天気図です。中心地移動までよく合っているのです。このときはまあ

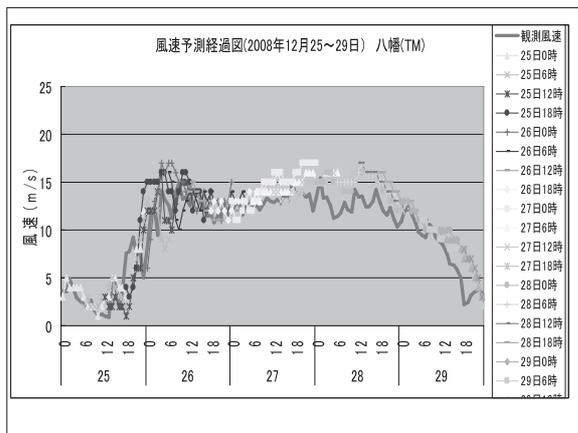
合っているのです。

そのときの雪と風について注目したグラフですが、これは雪です。縦軸に北見の降雪量、このときは2004年には12時間おき、1日2回の、24時間先までの予測ができたのです。いまは1日4回になっています。だから情報量がこの数年間で増えていますが、その雪の2つのモードがあるというのは分かるが、雪に関しては、この程度でした。

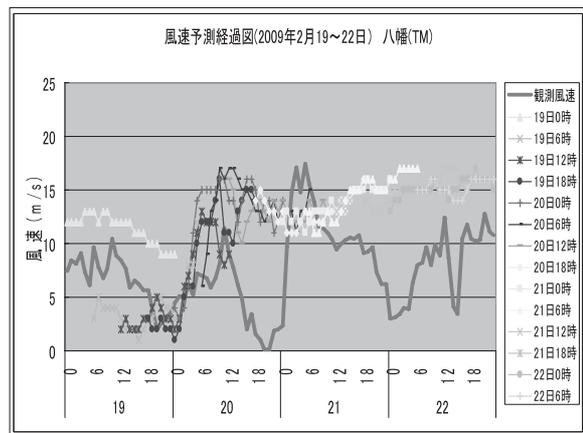


資料 3-6-8

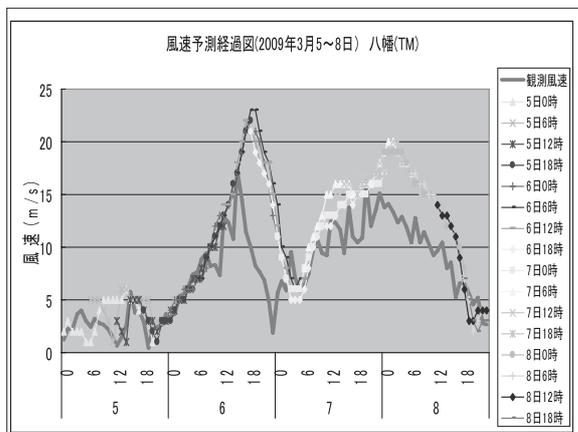
それから、これが風ですが、風に関しては雪よりもよく合っていて、このくらい天気図がよく予測できていれば使える場合もあるということです。



資料 3-6-9



資料 3-6-10



資料 3-6-11

そこで、たまたま合ったのではないかと思ひまして、当たる場合もあれば当たらない場合もあるだろうということで、別の場所で、これは石狩の国道231号の八幡という季節風が入ってくる場所ですが、これが非常によく合う場合です。これは去年から今年にかけてですが、6時間おき、いまは1日4回の予測が出ていますので、それを比べたものと実況値です。観測風速、一番上のピンクの線が観測風速です。色違いはそれぞれの時間で予測したものです。いつもこうならいいのですが、そうはいきません。こういう場合もあります。

それから、もうちょっと中間ぐらいのものもあるわけです。モードは合うが時間が少しずれていきます。それから風速が少し違います。

まとめ

- 1: 地震よりは、事前に豊富で精度良い気象情報が使える。予測が違う時の補填を可能に。
- 2: どの段階で、どの情報を使い、何を判断するかの手前準備と幅広い、早めの情報共有。
- 3: 吹雪量が多いほど、交通障害が大きいとは限らない、季節や曜日、道路構造や管理手法にも依存。
- 4: 気象災害時、社会的対応の継続的議論が必要。

資料 3-6-12

結論ですが、問題はどのくらいのときどのくらい合うか。地震だったら、いつ起きるのかというのは非常に難しいが、天気予報なら今のようにいろいろありますよね。でも、外れる場合でも、いまのように徐々に外れていくわけです。だから、途中の外れ方を、ちゃんと反省して途中で修正することも含めれば、もっともっと予報の情報というのは使えるのではないかというのが結論です。それから、今日のTCレポートの一番最後に、竹内さんが274号の長沼の暴吹雪のときの利用者のレポートをTCワーキングのレポートに書いていますが、それを見てもやはり道路の利用者は情報をとにかく欲しいということです。吹雪という情報があるのなら、なるべくその影響を最小限にするような努力をしたいということもありますし、それから冬期道路の維持作業をやるについても、こういう情報をどこまで活用するかというのが非常に重要なので、ひと昔前に比べれば、情報の量も質も精度も上がっているのです、もっと使う必要があるのではないかが結論です。以上です。

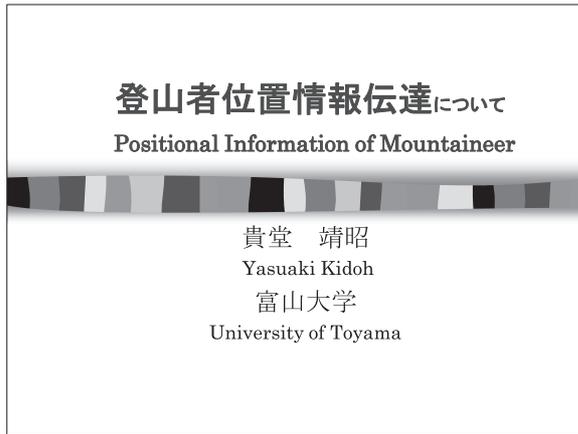
〔大島〕 ありがとうございます。

続きまして「登山者位置情報伝達システムについて」ということで、富山大学の貴堂靖昭さん、お願いいたします。

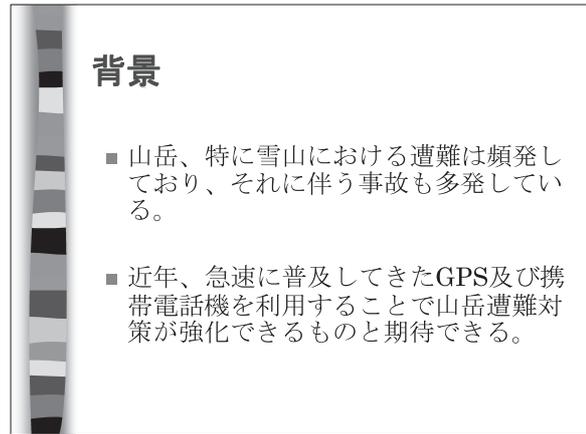
(3) 登山者位置情報伝達システムについて

富山大学 教育研究支援スタッフ 貴堂 靖昭

〔貴堂〕 富山大学の貴堂です。「登山者位置情報伝達システムについて」ということで、お話をさせていただきます。

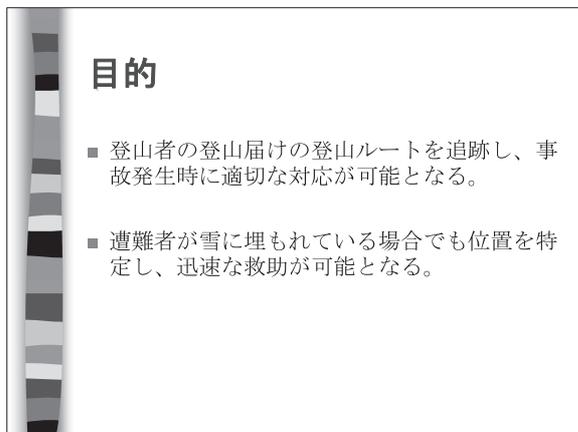


資料 3-7-1

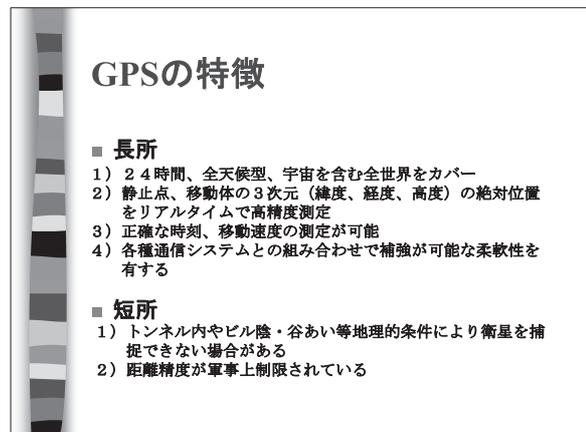


資料 3-7-2

これは私が十数年前に電子通信学会で発表したものでありまして、このような古いデータをなぜここで出すのかということが問題ですが、それはこういうことです。背景として、山岳、特に雪山における遭難は頻発しており、それに伴う事故も多発しています。これは今も過去もまったく同じでありまして、変わっていないということで、このシステムが適用されるだろうと思います。近年急速に普及してきたGPS及び携帯電話機を利用することで、山岳遭難対策が強化できるものと期待できます。期待は当時もしていたのですが、いまも期待なんですね。ではどこまで進んでいるのでしょうか。十数年前にこう喋ったことが、いまはどうなっているかということをお伝えながら、話していきたいと思います。



資料 3-7-3



資料 3-7-4

まず、目的ですが、登山者の登山届け、普通は一般登山者というのは登山届けをきちんと出して登山することになっています。そしてそれによって、どこに誰が登山しているかということが分かるわけなのですが、ほとんど60パーセントですね。出していないことが多いです。これは山岳警備隊の白書によりますと、大体そういった状態であるということです。ですから、全員が出していただければ、ある程度助かる見込みがあるということなのですが、それがされていないという状況である。次に、遭難者が雪に埋もれている場合でも位置を特定し、迅速な救助が可能となります。登山届けを出していない関係上、そのルートが分かりません。分からないからどこに埋もれているかも分からないということです。ですから、遭難地点と遭難してしまった場合にどうするかという、この2点が重要になってくるわけです。

それで、こういったシステムを運用するには機器を使わなければいけないということで、道路と違まして山岳といった場合には非常に難しい問題がたくさんあるわけです。皆さんご存知の

とおりです。GPSというのは当時初めて出てきたわけです。これが十数年前ですね。そのときのGPSの特徴といえば、ご存知のとおり、こういったことが言えます。24時間、全天候、宇宙を含む全世界をカバーしています。静止点、移動体の3次元の絶対位置をリアルタイムで高精度測定できます。そして正確な時刻、移動速度の測定が可能であるということです。短所としては、トンネルやビル街、谷あい等地理的条件によって制限があります。そして距離精度が軍事上制限されています。当時は大体100メートルから50メートルの精度でした。いまは5メートル以内になっています。ところが問題は、GPSを使っている衛星がいま弱くなってきています。取替えをしなければいけないということで、ちょっと心配なところが現状ではあるということです。

携帯電話の特徴

- 長所
 - 1) 入手が容易である。
 - 2) 通話品質が比較的安定である。
- 短所
 - 1) 遠隔地や地下鉄など地理的条件によって電波の届かない地域がある。
 - 2) 山岳で使用するには、もっと小型で軽量、電池寿命が長時間なものに改良する必要がある。

資料 3-7-5

システム構成

- パソコン
- GPSレシーバー
- GPSアンテナ
- 携帯電話

資料 3-7-6

それから携帯電話、これは皆さん持っておられると思いますが、非常に簡便であり、品質がよくなっている。短所としては、先ほどと同じく地下鉄等、電波の届かない不感地帯があります。そして問題はバッテリーです。このバッテリーについてはほとんどの方が素人であって、非常に無視している面があるということです。

それで、われわれが考えたシステムというのは、これは現在も変わらないと思います。どうということかと言うと、携帯電話が2台あります。これは専用の携帯電話であればこれに越したことはありません。家庭で言えば本人と奥さんということでもいいと思います。一方が登山者が持っていくもの、他方が家庭に置いておくものということになります。置き換えてみれば、これは会社でもいいし、役所でもいいということになります。こういった簡単なシステムで動かすことが可能であるというようなことをやっているわけです。だからこのシステムが良いにも関わらず、どうして運用されないのか、それを皆さんにちょっと考えてもらいたいというのがあります。先ほど前に発表された方も、情報というのがいかに大切か、これがひとつの決め手になってくるかと思えます。

装置外観

移動局外観

移動局内部

資料 3-7-7

基礎実験

- 積雪深による各方式の通信感度

積雪(cm)	TDMA方式		CDMA方式	
	800MHz	800MHz	800MHz	800MHz
10	○	○	○	○
20	○	○	○	○
30	○	○	○	○
40	○	○	○	○
50	○	○	○	○
60	x	○	○	○
70	x	○	○	○
80	x	○	○	○
90	x	○	○	○
100	x	○	○	○

積雪(cm)	TDMA方式		CDMA方式	
	800MHz	1.5GHz	800MHz	800MHz
50	○	○	○	○
60	○	○	○	○
70	○	○	○	○
80	○	○	○	○
90	○	○	○	○
100	○	○	○	○
110	○	○	○	○
120	○	○	○	○
130	○	○	○	○
140	○	○	○	○

資料 3-7-8

これが十数年前に作った装置ですね。これが携帯電話で、見ての通りドコモの古いものです。そしてこれがGPSレシーバーです。この中、このボックスというのがここにあります。これはスイッチング回路になっております。そして、後は受信側はコンピュータとつなぐというふうになっています。それで実験をします。要するに、先ほどの携帯電話を持ちながら実験してみました。まずこれは2つの方式があります。これはドコモ方式、これはJフォン。いまはJフォンというのはございませんが、一応同じ発信を伝えてやってみました。積雪のとき、埋もれたらどうなるか。ドコモのほうは大体50センチでアウト、Jフォンの場合は1メートルでもオーケー。こちらのほうが冠雪ですね。こちらがドコモ、もうひとつがJフォン、そしてauです。冠雪において実験した場合は全部大丈夫です。これは雪の中に埋もれても大丈夫ですよということを言っているわけです。



資料 3-7-9

マッピング例1の位置情報

緯度	経度	高度[m]
① 36度33分37秒	137度25分56秒	998
② 36度33分55秒	137度25分55秒	752
③ 36度34分6秒	137度25分53秒	631
④ 36度34分15秒	137度25分52秒	572
⑤ 36度34分23秒	137度25分55秒	538

資料 3-7-10

それで実際に栗栗野スキー場から歩いて行きました。5、4、3、2、1という地点。そしてこれは、インターバルは大体5分間隔で取っております。5分間で動いていきます。その経路を表にしますと、実験結果はどうかと言うと、こうなります。先ほどのちょうど一番上のほうは高度998メートルです。そしてだんだん低く下がってくるということで、その次の経度と緯度とがきちんと出てきます。そうすると、お父さんはいまどこを動いているかな、ということがこれですぐ実時間で分かってきます。これはエベレストを登っていても、登山行動がすぐわかるわけですね。

まとめ

- 本システムは、ほぼ期待されたとおりの動作することが確認できた。

資料 3-7-11

課題

- 本システムの実用化にあたって、雪情報や気象情報等を有する関係機関との連携を諮り、登山者等に最適な情報を提供する仕組みを構築することである。

資料 3-7-12

それでこのシステムは実験的にはうまくいっています。これがどうして今まで使われていないのでしょうか。遭難事故がある毎にチェックしているのですが、これを使ったという例はあまり出てきません。大体携帯電話が動かなかったとか、情報がなかったからということによって遭難してい

ます。ということで、次の課題が出てきます。

課題は、実用化にあたって雪情報、特にどういう情報が必要か、これを素人があまりにも知らな過ぎます。知らな過ぎるということは、専門家がそれだけの情報を提供していないということだと思っていいわけですね。だから僕は、研究は研究でいいと思うのですが、やはり情報というものは国民の皆さんに提供する義務があると思います。それがなされていないわけです。ですから、こういうシステムを作っても使われない、機器があっても使われない、ということになると思いますので、こういったことをもっと具体的に議論して、便利なシステムを利用していただくほうがいいのではないかと思います。以上です。ありがとうございました。

【意見交換】

大島 ありがとうございました。それでは、討議に入りたいと思います。3名の方、どのお方でもよろしいので、挙手にて質疑のほうをお願いしたいと思います。

大槻 雪研の建設コンサルタントをやっております大槻と申します。同じく札幌の石本さんに質問です。

弊社も吹雪の定置観測をするので、毎年気象協会さんのデータを使わせていただいているのですが、「風は合わないときもある」などと聞くと非常に切ないです。どういうときに合わないのでしょうか。気象庁なんかの週間予報は、何年前からか忘れましたが、自信を持っているときにはAとか、そういうふうになっています。そういった付加情報をつけていただけないのかどうか、ということをご回答をお願いいたします。

石本 ありがとうございます。さっきは時間がなくて省略しましたが、合っていた場合、それから合っていない場合、モードだけが合っていた場合というのがあります。合っていた場合は、冬型の気圧配置をきちんと予測できていたから合っていた。それから合っていない場合ですが、低気圧がオホーツク海で猛烈に発達するタイミングと、その後ろにまた途中で別の低気圧が生まれてきました。それが前面に出てきてしまいました。それから最後のモードだけ合った場合というのは、発達する低気圧の通過のタイミングが予測しきれなかったようです。まだ全例を集めていませんので、過去10個くらいの非常に影響の大きかったものを集めて、いま大槻さんが質問された、どういうときという、系統的にそういうことが分かれば、合わない情報を使うことなく、もう少しシステムティックに答えられるように、いまこの冬に間に合うように何とか検討中があります。

大槻 ありがとうございました。

佐藤（清） 弘前の佐藤清一と申します。いまの石本さんのお話に関連してお尋ねしたいと思います。合ったときはいいのですが、合わないときというのは、そういう予測をしたという情報を出した側の謝り方の問題というのが出てくると思うのですが、いかがですか。

石本 実は私自身が気象の予測をやっているわけではないので、出しっぱなしではなくて、途中で自分が出した予測とずれ始めたら、お客さんに、特に重要なデータとして使ってもらっているお客さんに、連絡すべきだと思うのです。それは言っています。ですから、出しっぱなしではなくて、それをフォローするようなことが、やはり大事です。地震のように突然は起きませんので、徐々に現象が、例えばレーダーとかいろいろなものを見れば、予測とどう違うかというのが分かりますので、そのフォローが大事だと思うのです。いまおっしゃったように、出しっぱなし

ではなくて後のフォローですね。合っている場合にはそういうことは要らないかもしれませんが、予測と違ったときに、きちっとその情報を利用する人の立場に立ったフォローが要ると思います。やはりそれができるのは、機械ではなく人間だと思います。

酒井 石本さんにまた伺いますが、先ほど、よく合ったときと合わなかったときと、まあまあずれているときと、こういうふうに書いてあって、合ったときとずれているときは分かるのですが、4時間毎に新しい予測を出しているのに、例えばこの真ん中の例なら、なぜ予測を変更しないのでしょうか。あるいは取っているエリア等が違うから、たまたまこの八幡というところが、こういう動きをしたのであって、周りは全部ちゃんと合っていると、そこはどうなんですか。

石本 すみません。答えるデータはいま持っていません。予測天気図と実況天気図を集めて、本当にいま検討しているようなところで、おそらく次の機会に詳しくお話しできると思います。

大島 その他にございませんか。

竹内 高田さんの一番最後の写真についてお聞きしたいのですが、これは失敗例だということ、私もそう思うのですが、これは場所はどこで、どういうものがあれば問題なかったか、ということ、もし調査したのであれば、教えていただきたいと思います。

高田 これは右が風上側で、通風率が適切ならば、もう少し雪が防雪柵にくっ付かないで隙間があったはずで、それから、下のほうに隙間ができておれば、ずっとこの雪氷が後退しているはずで、それからこのままの状態であると、雪が左側に巻き込んで障害を引き起こします。そして左側の防雪柵に近いほうには吹き溜まりができています。そういう状況になるのではないかと思います。

竹内 すみません。名前を言うのを忘れたので、改めて雪氷ネットワークの竹内と申します。どこでというのは、北海道・東北・北陸、そういうような範囲内でのいいのですが、教えていただけないでしょうか。

高田 場所は東北です。

村國 e-JEC 東日本の村國と申しますが、浅野さんの関係で、トンネル出入口付近で非常に滑り摩擦が低くなって、薬剤散布云々の話が出ましたが、やはり非常に寒くなると薬剤の効果が、効きが悪くなるというか、時間がかかるし、返って標的効果を落としてしまうという、寒いところではそういうケースもあるのではないかと思います。そして、それを評価するということになると、昔東北で雪センター関係でいろいろやったことがあるのですが、薬剤よりも、要は一番安い砂を散布したことによる評価のほうが、滑りが一番よくて、なかなか評価しにくい面が薬剤散布にはありました。そういうことと、こういう関係の委員会が道路公団でもかなりありまして、結論から言うと道路管理者が単独でいろいろ工夫をすると言うか対策をする、走るようなことは無理があります。やはり道路を利用するドライバーと、規制する交通警察と、この三者が一体となって、それぞれの立場からやってもらわないとなかなか難しいという結論にいつも達して、具体的に言うと、警察のほうは規制、滑り止め規制とか速度規制をかけたからには、その取締りを徹底して欲しいわけです。ただ、ドライバーのほうにしてみても、冬装備なしで速度オーバーで走る車が事故を起こすのです。そういう中で、道路管理者が苦勞して対策をいろいろ考えているということでは非常に矛盾があって、やはり関係者が一体となってやらなければ駄目だなということに、いつもなりました。以前、東大の先生が、高速道路と自動車というところで書いていま

したが、ことが小さいうちは内々の処理でうまくいくというケースがあるが、ことが大きくなってしまった場合には、やはり当事者だけでは無理で、関係者の連携や協力が必要だという結論を得ましたし、雪対策もまったく同じだという気がします。

〔大島〕 浅野さん、お願いします。

〔浅野〕 はい、セッションが違うのですがお答えします。

凍結防止剤散布そのものを評価しているわけではないのです。冬期の路面管理は、凍結防止剤だけではなく、確かに滑り止め材でもいいわけです。ですから、ちゃんとした対策が取れているかどうかチェックするという視点で、これはやっております。凍結防止剤で駄目であれば、滑り止め材を撒くという結論もありなんです。それをちゃんと見極めるために、この事業評価をやっているわけです。この事業評価の研究はそういう方向のものです。

それから警察とか、そういったものとの連携とか、そういうものは交通事故に関してはティピカルな問題として出てくると思いますが、まずは道路管理者がちゃんと管理しているのかどうかを自らチェックするというのをやっていないのではないのでしょうか。やっていないこともないでしょうが、撒きすぎではないかとか、ちゃんと撒いていないのではないかとか、ということをしちんと把握できないかということで、そういう視点からも始めております。トンネルの出入口がこんなに急変することを、道路管理者がちゃんと分かって管理しているか、ということで、自らのチェックシステムが非常に大事であります。そのために、問題があればどういう対策をとっていくかということもまた、道路管理者が考えていかざるを得ないわけです。そのうえで、どうしても駄目なものは統一管理者の指示を得る、というかたちでケアするというので、何かをどうしようという結論付けようという趣旨のものではなくて、いまやっていることが正しいのか、という方向性を探るものであると、私は感じております。

〔酒井〕 先ほどの貴堂先生のほうで、ちょっとお伺いしたいのですが、基礎実験のところ、積雪深によって、ドコモは50センチまでで、Jフォンのほうは1メートルというデータがあるのですが、この積雪深のあり方ですが、どんなかたち、要するに置いておいてその上に雪が積もっていった状態なのか、あるいは雪崩で滑ったあとに中に入ったのか、そこらへんはどのように考えればいいのですか。またそれによって違うのかどうか。

〔貴堂〕 そうですね。これは雪が降る前にセッティングしてありまして、そのスイッチはこちら側で制御できるわけです。この1メートルというのは限界が1メートルで、それに合わせてとったわけです。徐々に積もっていきますので、日をおいて、晴れた日、雪が止まる日を目安にして測定しております。

〔酒井〕 では巻き込まれたという議論ではないのですね。

〔貴堂〕 巻き込まれた実験は人を使わなければいけないので、やっておりません。

〔若林〕 アルプス雪崩研究所の若林です。貴堂先生の発表ですが、最近感ずることは、GPSを持って冬山に行き、衣類もよいが冬山の厳しさには本当は勝てないんですね。事故レベルでいきますと、雪崩用のトランシーバーとかGPSとかを持っていきます。GPSに従って、道路に従っていくけれども、雪庇の判断ができないから、稜線で落ちてしまっています。道は正確にたどっているのに落ちて死んでしまったり、それからGPSあるいは雪崩ビーコンで位置は早く見つかる、そういう時代になったが、やはり早く見つければ窒息の危険性は薄くなるが、今度は頭とか胸郭部の怪我が多くなってきているのです。それはカナダなどで明確です。そうしたときの対

策変化が山岳遭難対策では生まれてきているわけです。だから決して、位置が分かればすぐに遭難が減るという問題ではなくて、それを過信して冒険をする人たちがいっぱい出てくるという事情を申し上げておきたいと思いました。

貴堂 たいへん具体的なお話をどうもありがとうございました。たいへんありがたいと思っていますのですが、実際に僕も雪崩・雪庇と遭遇する人たち、登っている方たちが注意しなければいけないのですが、それが素人であるわけです。素人であれば、専門家の意見をその場で聞きたいのですが、いないのです。いないから情報伝達、やり取りができないんだというのが僕の考えなのです。「雪庇が大体この辺りにありますよ」という情報は、何か知っていればいいです。「その辺りはどうですか」という質問に対して、「こうですよ」というのを素人が送って、それをコメントいただいて遭難を防ぐというのが私の考えなのです。そのための情報伝達であると言っているのです。だから情報伝達の技術ができていながら、正しい情報を得ることができないこの寂しさよ。これを専門家はどうやって与えるか、研究だから出せないということでは駄目なので、では許せる範囲の情報というのは、雪崩及び雪庇を研究する方たちはどこまで情報を与えることができるのか、そこを聞いたかったのです。伝達技術は進歩しております。大丈夫です。それから電池のほうも大丈夫なのです。電気はものすごく食います。食うからどうするのかという話ならば分かります。僕がいまこのなかで言いたいのは、さっきも言われた、情報を的確に送りたい、与えたい、そして分からない人たちが判断するという、それを言いたかったのです。以上です。

若林 ありがとうございました。

上石 雪氷防災研の上石です。いまのお話の関連なのですが、どうやって広めていくかと言うか、情報化するためには何がいかという話の中で、先ほどおっしゃったように、ただ雪崩ビーコンの代わりに使われるということになれば、すごく発信しやすいと思うのですが、いまのGPSの精度から、たぶんビーコンとして使う精度だと1メートルくらいの範囲に入ると使えると思うのですが、そういった精度の問題はいかがでしょうか。

貴堂 雪崩ビーコンというのは限界があると思っています。だからこれはアテにするというわけにはいかなくて、そのときにいた人がその場でやらないと駄目なわけで、後から行っても無駄なわけです。ですから最低限、位置の特定、場所が分かれば、生きてるか死んでいるかというのは、時間的な問題だから大体分かるわけですね。遺族が欲しいのは遺体なのですよね、時間が過ぎてしまうと。早く情報が欲しいという問題があるものですから、位置確認しておけば、後でやればいいのです。だからビーコンを使うときは、その場でその人がやらなければいけないということであるから、そしてそのときに、いろいろ言われた精度1メートルと言われましたが、いろいろな工夫があって、できるのですが、これもやはり電池の問題なんです。あまり時間がかり過ぎると、もう効かなくなってしまうのです。だからそこらあたりをどうするか。最後の決め手は電池だと思っています。

上石 ありがとうございます。

大島 それでは時間になりましたので、セッションⅡを終了とさせていただきます。活発な議論をありがとうございました。

◆セッションⅢ 雪氷に関する今日的テーマ

〔中川〕 それでは、そろそろ始めたいと思います。私は最初もいて、大変恐縮ではございますが、また前に座長のような感じで座らせていただきました。先ほど開催要領、1-1ページでお話ししましたが、ちょっと展開を変えまして、ⅢとⅣのテーマ、「雪氷に関する今日的テーマ」が30分で、「その他、全体を通して」が20分と書いてございますが、残り約40分の中で混ぜこぜで、つまり「今日的なテーマという部分」はある意味で今日こうしてパネラーとして発表いただいたテーマ、ならびに今日発表いただかないですが後ろのほうに各レポートを出していただいたテーマがございます。それぞれの方が深掘りしたテーマ、それからもう少し自分の分野とは違う領域を広い目で捉えたときにどう考えるかということで、それぞれテーマを出していただいた方が十数名ございます。これを雪センターが勝手にちょっとまとめてみました。そんなことで、混ぜこぜで進めたいと思います。時間は4時55分くらいを目途にしたいと思います。

それでは資料の3-25に参ります。まず今回の資料としましては、3-26から32までの資料で説明をしたいと思っております。まず3-26と3-27、これは雪センターがいま思うところを簡単に要約して整理したものです。これは主に「雪と道路」というような視点が強いですが、若干地区的な問題、つまり屋根雪処理の問題とか住宅周りの問題等も多少は入れておりますが、そういう視点で整理をしたものであります。それから3-28からは3枚ございます。各TCメンバーの方に大きくは3つのポイント、例えば3-28では、一番目に28の左上に色塗りされてる部分がありますが、「最近、これまで多雪地域とみなされた地域でもほとんど降雪がない冬が来たり、数十年ぶりの豪雪となったり、または突然、短期間に集中的な降雪となったりと、雪の降り方の変動が激しい」というひとつのキーワードの中を、約十数名の方にテーマを出していただきまして、これらを雪センターで勝手に右の「雪氷対策技術に関するテーマ」「降雪の変動などへの対応テーマ」「施策に反映させるテーマ」という3つのテーマに分類させていただきました。同じように3-29は、国土交通省の施策の中で、ある地域を一括でいろいろな雪問題を解決することで、一括交付金制度みたいなものが最近創設されております。この中で克雪だけでなく、利雪、親雪、他分野とういようなことで、活用方法に対してヒントがないだろうかというようなところで意見を出していただきました。さらに3-30では、その他の重要なテーマということで出させていただきました。それから3-31と32は、雪センターとして今日欠席でありますがお二方とヒアリングをさせていただいています。31は金沢大学の高山先生から13項目ぐらい出していただいております。それから長岡技科大の上村先生からは19課題ぐらい出していただいているということでもあります。

私が皮切りでザクッと説明いたしますが、ここにお名前を載せさせていただいて、勝手な整理をさせていただいております。これを実は午前の技術研究委員会で話を出しました。そのなかの大きな意見としては、やはりまとめ方とか分類の仕方の工夫が必要だなとか、例えば雪センターの部分ですが、やはり道路だけに拘らず川とか、広い視点でまず見るべきではないかとか、リスクマネジメントを考えた優先度を考えるべきだとか、それに似ていますが、時系列できちんと整理していく必要があるというようなこと等の意見もいただいたところでもあります。そういった技術研究委員会の話と、今日これからご議論いただく話をまとめて、改めてもう少し整理をしたいなということで、皆様の活発なご意見をいただきたいと思っております。

それでは、3-26と27の部分について、ザクッと説明をいたします。雪センターとしましては、雪と道路+ α という視点で、大きく4つの分類に分けてみました。「(1) 冬期の災害と減災」ということで、豪雪とかそういったものに備える、豪雪の教訓を今後活かすという視点です。「(2) 安全で安心な冬期道路交通の確保」ということで、車道、歩道、屋根雪、家屋周辺というような視点で、ここに近年の問題点、課題というものを書いておきました。「(3) 雪寒事業の効率化」ということで、事業のメリハリ、コスト縮減、アカウントビリティというような視点でございます。「(4) 安定した除雪請負業の確立」ということで、契約のあり方、技術の継承、オ

ペレータの確保といった視点でものを考えられるのではないかとということでもあります。細かい説明は省きますが、3-27は、いま説明しましたピンク色の検討項目に対して、今度は右側に青塗りをしてありますが、検討項目に対して現在の取組状況とか、取り組んでいる方はどなただろうかとかいう視点で軽く整理をしたものでございます。ということで、せっかくの時間がもったいないので、私の説明はそのぐらいいにして、皆様と議論をしたいなと思っております。

そういうことで、この今日的テーマでも結構ですし、以下、今日発表をいただかなかったTCレポートの中での興味ある分野ということでも結構でございます。自由な発言をいただければと思っております。よろしくお願い致します。

同じようにマイクを回しますので、お名前をお願いいたします。

この膨大な資料をいきなり読めと言われても大変なことでありますが、もしよろしければ、テーマを出された方のお名前がここに出ていますが、ひと言いただくという方法もあろうかと思っています。私のほうから振らせていただいてよろしいでしょうか。

では、今日ご出席の方の中で3-28、29、30。つまり何項目もテーマを出されていることも含めて、思いのたけを述べていただくというような軽い気持ちで、お名前が挙がっている村國さん、お願いします。

村國 私はいまメーカーにおいて受注なんかしますと、こういう設計積雪深なんか問題になるわけですが、こう少雪が続きますと、この原案とかマニュアル通りにやりますと、非常にその値が小さくなってしまうということがあります。まさにこういう場合はどうしたらいいのでしょうか。だけど、この文にも書いてありますように、短期間に集中的な降雪があるという、これは積雪量ではなくて、積雪深ではなくて、短時間で積雪深が急に立ち上がるという場合は、管理の段階では非常に問題になるので、積雪深の問題ではないということを言われますし、このへんのこと、扱い方というのを議論したいなと思います。

中川 ありがとうございます。

今日発表をされた方は外しまして、大槻様はいらっしゃいますか。

大槻 思いのたけということなのですが、思いのたけはこれまで実際に協力してこなかったもので、ちょっと反省の念も込めまして、無理やり提案を考えました。

3、5、6、10に挙がっているのですが、いま村國さんがおっしゃったような確率積雪深だとか、ここのテーマにもありますように、変動の大きさ、振幅が大きくなっている話とか、いろいろな問題があるなかで、私は直接関わってはいないのですが、温暖化モデルというのがRCM20とか気象庁のほうで計算しているのがあって、例えば、私も本当に詳しくないのですが、河川局のほうなんかではパイロットとして利根川統監とかで、いわゆる過去の100年、河川は100年でやるわけです。いわゆる統計的な確率計算手法ではなくて、将来的な温暖化によって雨が増えるようなトレードが示されていますが、そういった確率ではない計画流量、流出高を出せるかどうかということ、いま委員会等をやっているということを知っています。同じく雪でもできるのではないのでしょうか。先ほどの村國さんの話では、積雪深でやってしまうとわれわれは飯が食えなくなってしまう可能性もあるのですが、その変動という見方をすれば、非常に重要だろうと思います。問題はそのRCM20とか、もっと大きいものでGCM20というのがあるのですが、その精度がどれぐらいなのだろうかということも課題として当然ありますので、気象庁の計算結果の精度検証、あるいはそれをもっと小さい道路や集落に、空間的・時間的なダウンサイジングをして使えるようにするような検討をすれば、なんとなく雪センターさんの仕事っぽいかなと考えて、提案を差し上げた次第です。以上です。

中川 ありがとうございます。

いま大きな1番の豪雪とかそういったところの対応の話に、まずはターゲットを絞っておりますが、発言は全部に関係してお話しただいて結構でございます。

早川 私は、所属は水環境技術研究会というNPO法人になっております、早川といたします。

先ほど村國さんが設計積雪深の話がされたのですが、これは確かに、いったいどうなのだろうかということで、私は町田建設の町田さんの応援もしているのですが、町田さんが毎年毎年と言いますか、降雪のあるたびごとに、降雪高が大きくなってきたと言うので、これで商売をしているのによく言うなど、私は思ったのですが、これでいいのだろうかと彼は言うわけです。そこで、長い話は短くしますと、それではその設計積雪深が、降雪があったときにそれだけのデータが加わるのだから、確率積雪深が大きくなるとか、そういうことがあるだろうと思って解析してみると、実はそうでもないのです。不思議なことにうんと大きな値が出ますと、それは小さな値から確率中心に並べると延長上にあるので、少しは大きくなるかもしれませんが、意外と少しなのです。というふうに私はびっくりしたのですが、実際に降雪高がだんだん巨大化してきたのは、もうちょっと他の問題もあったりするのではないのでしょうか。ひとつは心理的な問題もあるのではないかとってはいるわけですが、それはそれと致しまして、積雪深にしろ降雪量でもいいのですが、データはいろいろなところで過去何十年のあいだに相当に蓄積されているわけです。そうすると、いわゆる河川の計画洪水流量を参考にするときなんかですと、その川で100年の確率は何トンなんて決めるわけです。それに比べると雪というのは、そうはいきません。川のようなわけにはいかないですから、場所によって違います。しかし、それはそれであるにしても、これだけたくさんデータの揃ったからには、これをひとつ最新の解析技術で完全に全国でピシッと、いっぺん本腰を入れて統計処理をしてみる必要があるのではないのでしょうか。そのうえで先ほど大槻さんが言われたような、将来的な地球温暖化の影響等の議論も充分にできるのではないかと、そういういい時期になっているのではないかと、というふうに思って、ぜひ雪センターが中心になって進めていったらいいのではないかと思います。以上です。

中川 いまの議論は特によろしいですか。では先ほどの流れで、おそれいりますが勝手にご指名しますが、花岡さん、一言お願いします。

花岡 ありがとうございます。いつもTCレポートを出さないものですから、ちょっとたくさん書きまして、そんな大した意見ではありませんので適当に読んでいただければいいのですが、4と11の2つ、私から出していただきまして、いま高速道路の研究所にいますので、道路管理を専らに考えてみたのですが、いままで除雪とか冬期の道路管理というのは、地域ごとにちゃんとした経験のある業者が、建設業的な方が実際の除雪だとかいろいろな管理をされていたと思うのですが、それが昨今の状況からしますと、だんだん持ちこたえられなくなるというか、その余裕がなくなってくると、実際に体力的にできなくなったりとか、実際の雪が少なくなったことによる、11番の中期方策というところに書いてありますが、習熟した技術がだんだん伝わってこなくなると、18年の豪雪で大騒ぎしたというイメージがありましたので、いくつか考えてみました。11番のほうを見ていただいたほうがいいのですが、とにかく普段除雪の仕事がなくて、急にふって湧いたときにどうすればいいのかということで、契約上の話だとか、実際に使う機械も特注のものを用意するとお金もかかるので、汎用的なものでアタッチメントなんかでやったらどうだろうかとか、大した考えはないのですが、いくつかそこに書いてあります。とにかく特定の地域に突発的に起こるようなことになれば、それは各地域で持ちこたえられるわけでもないと思うので、ある程度広域的な、そういうことができる業者の方々が連携して、「これから降るぞ」というときとか「どこどこで降った。大変だ」というときに機動的に動けるようなことを考えてみました。さらに長期的な方策については、予測精度をいろいろ磨いていけば、ある程度計画的に対応できるのではないかと思います。特に、雪崩もそうなのですが、習熟した方々がだんだん少なくなっ

てくるなかでどうするか、また、広域的にいろいろやるならば、人手が足りなかったら、九州の方に応援に来てもらって短期的に手伝ってもらおうということもあると思って、簡易な方法で対応できるようなものをきちんと作っていかねばいけないなというようなことを考えました。

大した考えはありませんが、一応ご説明いたしました。

中川 ありがとうございます。途中でご意見のある方は挙手いただければ振りますのでよろしくお願いします。では上石さん、お願いします。

上石 雪氷防災研の上石です。8番に書いてありますが、気候変動の中で全体的に雪が減っているということはあると思うのですが、突発的なものに対応するには、いまの設計積雪量の議論にもあるのですが、それに全部対応していると、やはりお金がかかると思うので、通常の雪に対しては、例えば雪崩で言うと、雪崩の積雪は通常の雪に対しては防ぐような施設を入れて、それ以上の突発的なものに対してはソフト対策、雪を処理したり、いままでにおっしゃったようなソフト対策をやっていくというような方向性もいいかなと思っています。それに対して、それを今度は評価してやるには、やはり費用対効果を考えなければいけないのと、前の3-27にもキーワードとして出ていますが、アセットマネジメントとか、そういう効率的なマネジメントを考えながら、費用対効果を考えながら、変動も考えて、突発はそこでやる、こんなことを考えてみたらどうかということ挙げてさせていただきました。

中川 ありがとうございます。小杉さんはおられますか。

小杉 防災科学技術研究所の小杉です。9番のところに書かせていただきましたが、雪氷災害ハザードマップということ。例えば水害対策については、かなり広く水害マップというのが作られていて、雪の災害の分野でもそのようなかたちを作っておくことで、冬期の防災体制を強化していくことが重要ではないかと思いました。道路管理の方とか自治体とかでは、既にされているのだろうとは思いますが、そういったことを例えば道路の利用者ですとか、住民とか、そういった方も含めたかたちで、非常に厳しい冬が来たときにはこういったところがどのくらい危険な状態になるかということ、今日の西村先生がシミュレーションの開発をされていましたが、そういった技術もかなり進んでいますので、雪崩がどこで起こるのか、起こったとしたらどの程度まで被害が及ぶのか、それから気象の分野でも予測確率が高くなってきておりますので、厳しい吹雪の状態になったらどの場所がどの程度危険なのかということ、道路管理者、道路利用者、自治体の担当者、住民も含めたかたちで、予めそういうことを検討していくことが、防災面では重要なのではないかというふうに思っております。以上です。

中川 ありがとうございます。この豪雪とか少雪も含めての部分、特にゲリラ豪雪対応ということで、いろいろテーマとか意見が書いてありますが、今「こういうことを思う」という発言をされる方はおられますか。

石本 気象協会の石本です。2つあるのですが、ひとつは、気象データも大事なのですが、道路のどこで、いつ、どういうことがあったかという記録をしっかり残す必要があると思うのです。そういう記録があるかないかで、例えば西村先生がやっているようなモデルと現場との対話をやるときに、最初のスタート地点が全然違うと思うのです。最近の様子はどうか分かりませんが、昔の私の知識だと、河川のほうには水門データ永久保存法という河川法があるが、道路気象テレメータとかそういうパトロールの日誌の永久保存というのはほとんどないだろうと思えます。それを義務付けなければ駄目だと思うのです。税金でやっている仕事である以上。しかも年ごとの変動が大きい情報です。やはりそういう記録があるかどうかというのはすごく大事なことで、デー

タを大事にする必要があります。そのデータとの関連ですが、先ほど大槻さんとか村國さんがおっしゃったことと関連しまして、平均積雪深ではなくて例えば降雪率、積雪深分の24時間分の最大降雪量。そうすると普段雪の少ないところで短時間に降ったところの値がボンと大きくなるわけです。道路の維持管理にはそういう現象がすごく大事なので、その大変さを示すような指標作りというのがやはり要るのだと思います。それが平均積雪深ではなくて、例えば雪の深さだったら降雪率とか、あるいは吹雪、何かその変動の大きさを表すような、そして雪国にいない人たちにも分かるような指標を作って、とにかく理論武装していないと何かを言われたときに、人経由だけではもちきれないので、きちんと説明できるようなデータを、雪国に住んでいるわれわれは用意する義務があるし、道路管理をしている人は、いつどこで何が起きているのかという記録を、理想的な対策がすぐにできるわけではないですが、最低限そういう事実データを科学的な解析にしっかり使える状態に保つ必要があります。そのためには道路気象テレメータとかパトロールの写真、スケッチ、そういうものをしっかり義務として残す必要があると思います。

〔中川〕 ありがとうございます。

〔福原〕 福井大学の福原です。いま石本さんが言われたところに、もう一回今までの話にも関連するのですが、今日は道路気象なんかの結果、気象の変化とかサーマルマッピングとか、いろいろ見させていただきましたが、やはり今から道路管理に携わる人が減ってくるなかで、シミュレーションというものが今後重要になってくると思います。要するに、世界的にも優れた日本のそういった道路予測のシミュレーションと言うのでしょうか、そういったようなものも、今後は必要になってくるのだらうと思います。そういった場合に、どうかたちで、例えばモデリングができて計算ができたとしても、妥当性というふうなものがまったく分からないということで、例えば先ほど石本さんが言われたように、どういう結果がどういうふうな組織で持っているのか、こういったようなことをきちっとデータベース化する必要があるのではないかというふうに思います。その中にはやはり気象というふうなもの、それから道路気象、それから先ほど出てきた地盤ですね、こういったデータがきちりと残されていて、それが活用されるということが必要だらうと思います。それからやはり現場でやられている、例えばこういった道路ならこの部分が危ないという経験が、経験だけに終わってしまって、実際の予測等に裏付けられた経験として活かすということ、今からやっていく必要があるのではないか。そうでない限り、広域的に道路管理をやっていくうえにおいては必要なことだらうということ、やはりシミュレーションというものにも、ある程度力を入れていく必要があるのかなという気はいたします。そのためのいろいろな管理をどこかでやっていただきたいと思います。

〔中川〕 ありがとうございます。

〔佐藤〕 意見ではなくて情報提供です。弘前の佐藤です。3-26ページをご覧ください。(4)です。

私は弘前市に住んでおりますので、その情報です。除雪業者の減少、オペレータの確保というのは、市の道路維持課がやっているのですが業者に話をして確保に努めています。それから技術の継承ですが、オペレータに対して研修会というのがされて、そこで勉強しています。少雪期の補償費、これは3月末、年度末までに除雪機械1台あたり60万円を補償するといったようなことをして(4)のところを対処しているという、ひとつの情報であります。

〔中川〕 ありがとうございます。また後で振り返るとしまして、申し訳ありませんが、先ほどある地域を一括して交付金みたいなものを使うと、こんないい点があるというところの話として、ちょっと会話してみたいと思います。またご足労をかけますが、ダブってしましますが、貴堂さ

ん、ちょっとお話をいただけますか。

貴堂 3-29の4番あたりでよろしいですか。これはいま私が富山大学の研究室にいるところでやっている仕事です。一応65歳以上になりますと全部高齢化ということで、ここにおられる方もだいたいの方がおられるのではないかと思います、そうなってくるとやはり目の障害というのが出てくるわけです。その目の障害を取り除こうというのがバリアフリーということで使っているわけです。では、どんな色がいいのかという研究をやっているわけです。そうするとやはり出てくるわけです。この色がいいですよという色が、だいたいあるわけです。そうすると、若者であろうと年寄りであろうと、高速道路を走っていてもそれがわかるというような研究です。これをやっていかないと事故の元になります。ちなみに、ヨーロッパに行ってきましたが、だいたい遅れています。やはり日本のほうがむしろ進んでいるということです。ですがそこまで突っ込んだ研究というのは、まだまだであるということです。そしてまた先ほど凍結のお話もありましたが、その凍結をどう防ぐかというの、やはり色表示というのが見易さ、周囲に与える警告色というのを、今後は使っていないと、安全な道路で運転できないということになるだろうと思います。そういったことで提案いたしました。よろしいでしょうか。

中川 はい、ありがとうございます。横山さん、10番の雪置き場を考慮した町中公園についてお願いします。

横山 センターさんのまとめたものによく目をやると、確かにこういうことをテーマとして捉えておられるんですね。僕が困っているのは、朝、公共の排雪車が来て排雪してくれるのですが、家の周りにどかんと雪が置かれるわけです。そこから先は各個人の責任だということになっていたりして、それがいまのお話にもありましたが、われわれが高齢になるに従って、非常に重荷になってきているのです。かといって町の中のプランがどうなっているかと言うと、みんな意識はしているのですが、残念ながら政治的なリーダーシップがなくて、自分の家は立派に作るが雪置き場というものを町全体で考えるというのが、随分遅れている気がするのです。それはやはり雪国のわれわれが、共同で町全体の雪片づけを意識してやらなければいけないと思います。雪が少なくなったとはいえ、ドカ雪があるということを考えると、そういうこともセンター側としても一つの重要なテーマとする必要があるのではないのでしょうか。それからここに媚山先生が来ていますが、利雪なんかとも結びつけて、雪処理なんかも含めてやるということが重要だろうと思います。特に繰り返しますが、われわれがゆくゆくは高齢化していったら、個人で処理するとなると、みんなであるデザインをもって町をしていかないと駄目になってくるわけです。私も豪雪地にいますが、雪が少なくなったなというのは、例えば数十年の単位で見ると、逆にあまり思えないのです。昔、1930年代とかその辺のデータを見ると、やはり少ない年はいくらでもあるので、そう考えると簡単でもないし、当分は町全体としての雪対策というものを考えていく必要があるのではないのでしょうか。そういう意味でこのテーマは出させていただきました。

中川 ありがとうございます。お名前が出たので、媚山さんお願いします。

媚山 どうもありがとうございます。まったく先生のおっしゃる通りだと思います。私どもはいま雪を止まったところから熱をつくるという技術を見つけつつあるところなのです。ですから、町の中でしかるべきところに雪を集めていただきたいというのが、一番大きな希望です。先ほどの26、27ページの中で、道路交通確保のあり方+ α というのがありましたが、この+ α の中に道路除排雪と雪の利用をうまく組み合わせると、もっと立体的なプランができるのではないかと思います。どちらかと言えばマイナス、嫌な言い方ですが、防災ということだけではなくて、うまく雪を利用して、そこでうまくやればお金ができるわけですから、さらに防災費や除雪のほうに

回せるという、立体的な考え方はいかがかなと、先ほどから考えていたところです。特に町の中で雪を集めるという作業は、私どもはいまピンチのところがありまして、ご存知のように新しい政権になって土建関係の仕事がこれから減ってきます。そうすると冬に誰が雪を運ぶのかという問題になってくるのです。ダンプカーがないと、私どもの除雪も進展しないところがあったりします。そういうものも含めて考えると、もっと立体的になるテーマなのではないかと思えます。

早川 関連でもうひとつだけ言いたいのですが、3-29の10番のお話をしているらしいのですが、その上に上石さんが出した雪ダムの話があります。これは私が上石さんと一緒に昔、雪ダム計画をやったことがあるので、彼はこんなことを書いたのでしょうか、雪ダムというのは確かに非常にこれからいい時を迎えてきているのではないかと思います。何しろダムはみんな止めろということになっていますが、雪ダムというのはコンクリートのダムをつくるわけではないのです。こういうわけで、ダムをつくらないと水資源が困るところで、雪ダムということをもう少し見直すとよいのではないかと思います。さらに最近、実は雪ダムという意味では、必ずしも水資源としてのダムではなくて、農業用に雪を利用しているという例が多いですね。これはどうなのでしょう。こういうことを言うと生意気だと怒られますが、道路に比べると農業用ダムというのはレベルが低いと思うのです。ですから、農業用水のための雪がどのくらいあるのか、これが皆分かっていないのです。これは非常に大きな問題です。ぜひ雪センターも交通省の鼻息を伺うだけではなく、農水省の人たちにも声をかけて、この難局を乗り越えていったらいかがでしょうか。

中川 ありがとうございます。

村國 e-JECの村國と申します。今日のテーマということでいろいろ挙がっていますが、いま言われたように、テーマによっては分科会形式で、もちろんこのTCの委員の方が核になって、そのテーマにふさわしい外部の方を、昔、高速道路調査会の気象対策研究委員会というのがありましたが、あのときも一時期だけ寄せ集めてそのテーマを片付けるというかたちで、その中には航空気象の方とか農業気象とか極地気象とか、いろいろあります。われわれの専門分野以外の人に入ってもらって、そのテーマをやるということです。例えばお茶畑がやられるなんていうのは、これは本当に路面の凍結、放射冷却のときの参考になるわけです。農業気象のほうではたまに使われているけど、道路では使われないという逆の現象もありますし、このへんは高田さんが一番ご存知ですが、こういうふうな分科会形式というのもよいと思います。

中川 ありがとうございます。予定の時間がだいたい迫ってまいりましたが、これだけは発言したいという方はありますか。

沼野 東北工業大学の沼野と申します。今日の「今日のテーマ」をずっと見ていまして、少しウェイトが寄っているのかなという気がどうしてもします。と言いますのは、最近特に平成18年の豪雪以降、国の研究会などにも出ていて感じることのひとつが、いわゆる雪害、特に人がやられる雪害というものが、最近国レベルでは注目されてきています。雪害というのは、どう言うかという問題はあるのです。例えば一番人が亡くなっているのは、私は冬型の交通事故ではないかと思うのですが、そういうのは雪害に入っていないという問題があるのです。それはさておいても、今日のテーマの中にもどこかに書いてあると思うのですが、特に高齢化少子化の社会の中で雪処理を安全にできる状況というのが非常になくなってきていると言うか、その基盤が崩れてきています。そのために豪雪年はおろか、普通の年でも何十人かの方が雪処理事故で亡くなるという現実があるのです。これによりやく国のほうも気が付いてきたという状況で、どちらかと言います

と、いまそういう方向での対策は取りやすくなってきています。目が向いてきています。特に先ほど来、横山先生とか何人かの方のご意見の際にもあったかと思いますが、共助互助というかたちで身の回りの雪処理というものを共同でもう一度再建できないか、あるいは道路除雪も含めて、役所とかそういうところに各自でお願いするようなかたちになってきているものを、もう一度自分たちの手で何とかできないかという、それをまた行政とかが支援していくような方向を考えていくことが大事なのではないかという気がいたします。そういうことを一つのテーマとして、と言うかテーマ群として考えていくことが必要だと思います。以上です。

〔中川〕 ありがとうございます。

〔媚山〕 今のご意見はまったくその通りだと思います。その中にもう一つ足して欲しいものがありまして、限界集落を何とかしようということは、どうしても避けて通れない道だと私は思うのです。ですから、コミュニティをつくるという延長で限界集落のことも考えたらどうかなと考えています。

〔沼野〕 まったくその通りで、いま最後に言おうと思っていて忘れたことがそれなんです。言っただきまして、ありがとうございます。いま下手をすると、雪国のかかなりの部分が住めなくなって、無くなってしまうという、それはそれで解決の一つの方法だとは思いますが、そこに住んで住み続けたいと思う人の願い、あるいは新しい人がそこに入ってくれば、住み続けることができるかもしれないという状況を、雪対策の根本的な目標としておいていただけるといいかなと思います。以上です。

〔中川〕 お時間もまいりましたので、先ほど村國さんからも分科会をつくってみたらどうかというお話もありましたが、雪センターの内部で議論して、例えば次回のTCワーキングにはそういった成果を発表したいと思います。今回試みとして初めてこういった座談方式のようなことをやらせていただきました。非常に熱心なご意見をいただきまして、また建設的なご意見もいただきまして、ありがとうございました。これにて私のセッションⅢⅣの部分を終わらせていただきます。ご協力ありがとうございました。

4. 閉会

〔中川〕 それでは、最後に講評も兼ねて、雪センターの酒井理事長からひと言いただければと思います。

〔酒井〕 どうも皆さん、第4回のTCワーキング、大変ありがとうございました。非常に熱心な議論をいただきまして、ありがとうございました。1年に1回のことですが、私はいつもこれを楽しみにしておりまして、出していただいたレポートには事前に目を通して、面白いなと思っているのですが、今日もいくつか聞きたいことがあったのですが、その人が欠席でしたので、ちょっと残念でございます。そういう意味で、できるだけいいレポートをしていただけるとありがたいと思います。ご承知の通り雪センターは、研究機関と言うにはおこがましいですが、現場とか実務に即して雪氷の情報をちゃんと発信していきたい、そういうことが使命だと思っております。そういう意味で、この議論させていただいたものを、後でレポートにまとめて作本に入らせていただきたいと思います。ぜひ今後とも問題提起型の、あるいは解決型の、簡単なもので結構ですからレポートを、頭の隅のほうに入れておいていただいて、皆さんに出していただきたいと思います。



あと、ちょっと話が違いますが、こうやってTCワーキングも4回を迎えたわけでございます。一応かたちの上では任期を2年ということで、来年の3月までということになるわけでございますが、現実にはザッと見ていきますと、この2期、4年間に一度も活動されない、参加されないという方も何人かおられるものですから、もちろん今日出席している方は何の問題もないのですが、そういうことを踏まえて少し再任は行わない人も出したいと思っております。そしてできるだけ活発な活動をしていきたいと思っております。そのためにも、メンバーの皆様方からも、新しい人をぜひ推薦、紹介いただいて、仲間に加えていきたいと考えておりますので、その人選についても頭の隅に入れておいていただいて、また「誰かいい人はいませんか」という照会を行いますので、そのときに推薦いただけたらと思います。そういうことで、それなりに雪センターのおかれている状況は非常に厳しいのですが、何とかきちんとした情報を皆さんと力を合わせて発信できるように頑張っていきたいと思っておりますので、今後ともよろしくお願い致します。それではどうも、大変ありがとうございました。

〔中川〕 それではこれもちまして、第4回の雪センターTCワーキングを終了いたします。本日はありがとうございました。

平成21年度 第4回 TC ワーキングレポート

2010年1月 発行

発行所 社団法人 雪センター

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-3-17 日本橋三洋ビル7階

TEL：03-6740-2941

FAX：03-6740-2942

ホームページ：<http://www.yukicenter.or.jp>
