

L'ÉTAT DE LA GESTION DE POINTE DES TECHNIQUES DE MAINTENANCE ROUTIÈRE EN HIVER DANS UNE ZONE CARACTÉRISÉE PAR DE FORTES CHUTES DE NEIGE

Kazunori Konno

konno-k84bj@hrr.mlit.go.jp
Bureau du Développement Régional du Hokuriku,
Ministère du Territoire, des Infrastructures et du Transport
1-425-2 Hakusan-ura, Niigata-shi, 951-8505, JAPON
Tel +81-25-266-1171 Fax +81-25-265-6148

Koetsu Takata

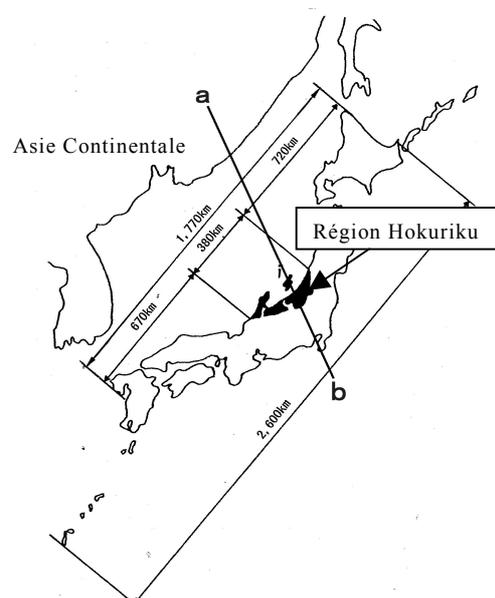
takata-k84bx@hrr.mlit.go.jp
Bureau du Développement Régional du Hokuriku,
Ministère du Territoire, des Infrastructures et du Transport
4-430-1 Nakazawa, Nagaoka-shi, 940-8512, JAPON
Tel +81-258-36-4551 Fax +81-258-36-4467

Teruhiko Maruyama

terum@vos.nagaokaut.ac.jp
Professeur, faculté d'ingénierie, Université de Technologie de Nagaoka
1603-1 Tomioka-cho, Nagaoka-shi, 940-2188, JAPON
Tel +81-258-47-9613 Fax +81-258-47-9600

1. Généralités

La Région Hokuriku est la région du monde où les chutes de neige sont les plus importantes et la neige s'y est accumulée jusqu'à atteindre des hauteurs de plus de 3 m dans la Section de Yuzawa de la Route Nationale N°17. Puisque la température de jour fluctue dans cette région entre +10°C et -10°C, la neige accumulée gèle et fond de manière répétée, ce qui entraîne de fréquents changements de l'état de la surface des routes. De plus, pendant l'hiver, de nombreux touristes utilisent la Nationale N°17 pour venir des villes côtières où la neige tombe rarement et se rendre dans les stations de sports d'hiver de la région. Dans ces conditions particulières, les routes sont efficacement déneigées pour permettre la circulation 24 heures sur 24 afin que la vie quotidienne et les activités économiques



de cette région fortement enneigée puissent suivre leur cours normalement. Au Bureau Régional du Hokuriku, on a utilisé une technologie informatique avancée ainsi qu'une technologie fondée sur des capteurs pour développer un système de collecte des informations concernant l'état du réseau routier ainsi qu'un système de prévision des chutes de neige. Ces systèmes ont été mis en place concrètement et sont utilisés de manière très efficace dans le but de mener une gestion stratégique du réseau routier dans cette région fortement enneigée.

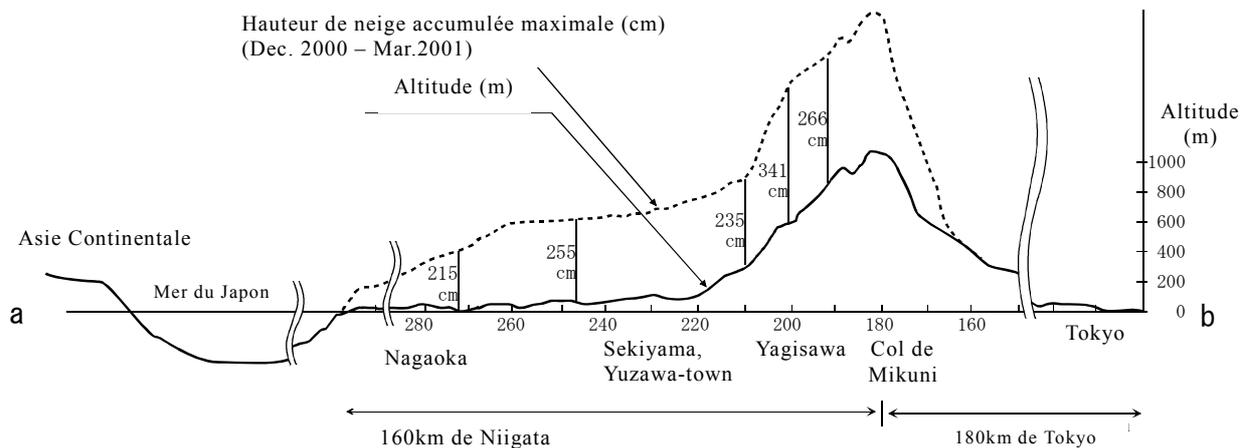


Fig.1 Coupe transversale topographique de la région du Hokuriku (section a-b)

2. Collecte d'informations sur l'état du réseau routier

De nombreux dispositifs ITV et d'observation météorologique sont installés sur la section de Yuzawa de la Nationale N°17 pour collecter des informations nécessaires à la gestion du réseau routier. De plus, on a introduit un système qui collecte quantitativement les informations concernant l'état de la surface des routes. (Fig.2, Photo.1). Les capteurs qui font partie du système de collecte d'informations sur l'état du réseau routier peuvent tourner sur un angle de 50° afin de balayer la surface de la route pour mesurer la température de surface de la route, l'état de la surface de la route (sèche, mouillée, présence de neige fondante, accumulée, tassée), la hauteur de neige accumulée, la largeur de la route et la hauteur des congères. Les résultats de l'analyse des données mesurées sont affichés sur des écrans dans les bureaux d'entretien du réseau routier en temps réel et il est ainsi possible de surveiller constamment et quantitativement l'état de la surface de la route et de juger de manière adéquate à quel moment il convient d'effectuer des opérations de déneigement, y-compris le déneigement sur zones étendues et le traitement de la neige tassée (Fig.3). Il est possible d'utiliser ce système ainsi que les données concernant la circulation afin de définir la vitesse de voyage des véhicules en hiver et d'améliorer la qualité des services et de la gestion du réseau routier.

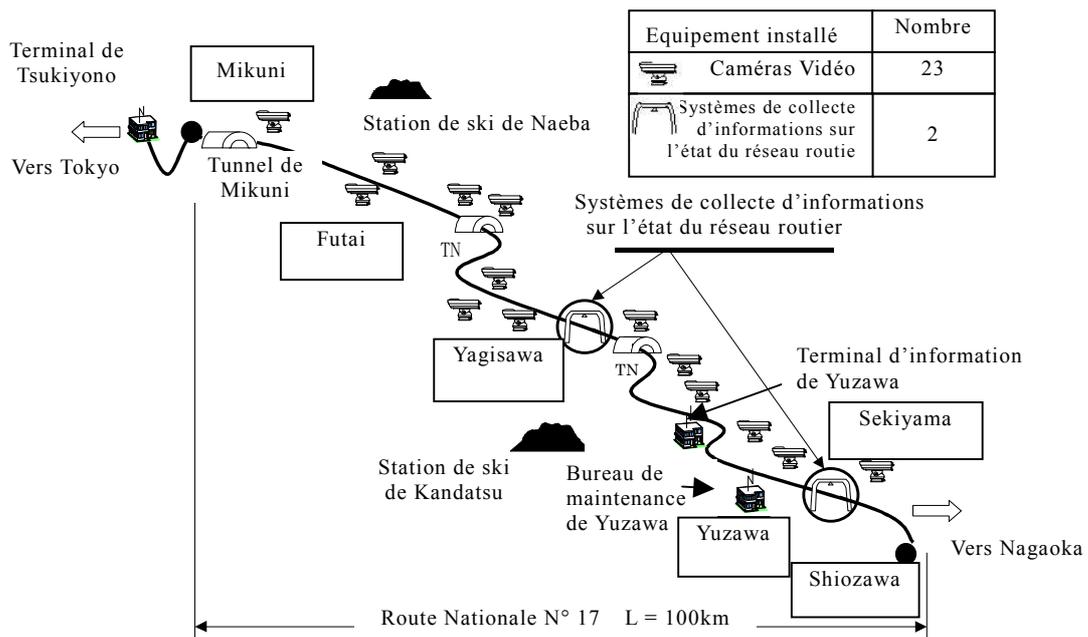
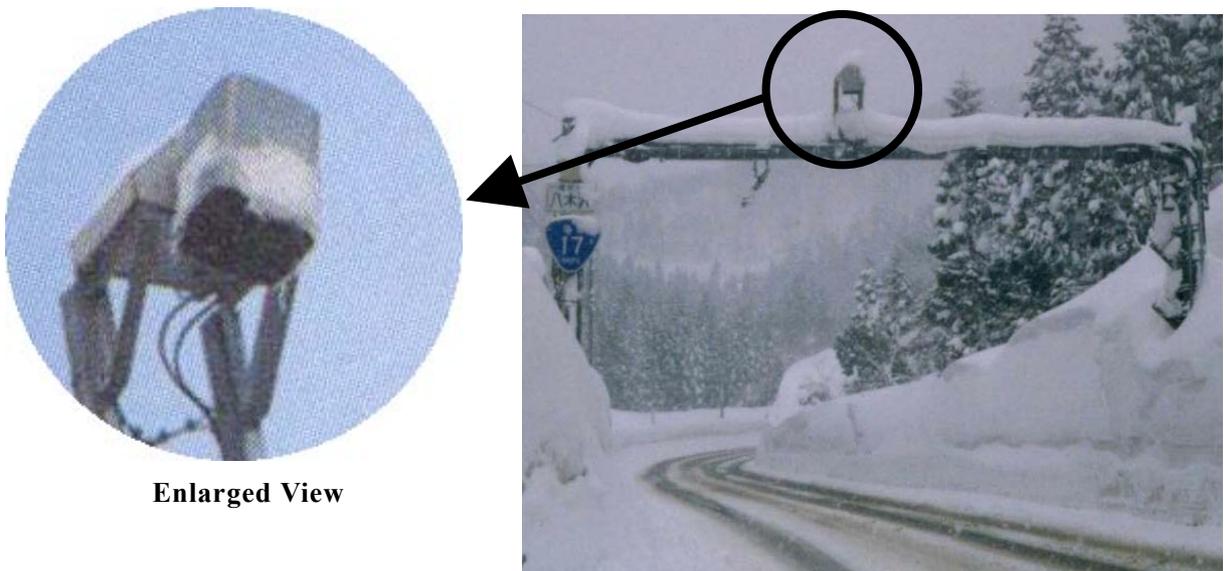


Fig.2 Lieu d'installation de systèmes de collecte d'informations sur l'état du réseau routier



Enlarged View

Photo.1 Capteur de collecte d'informations sur l'état du réseau routier

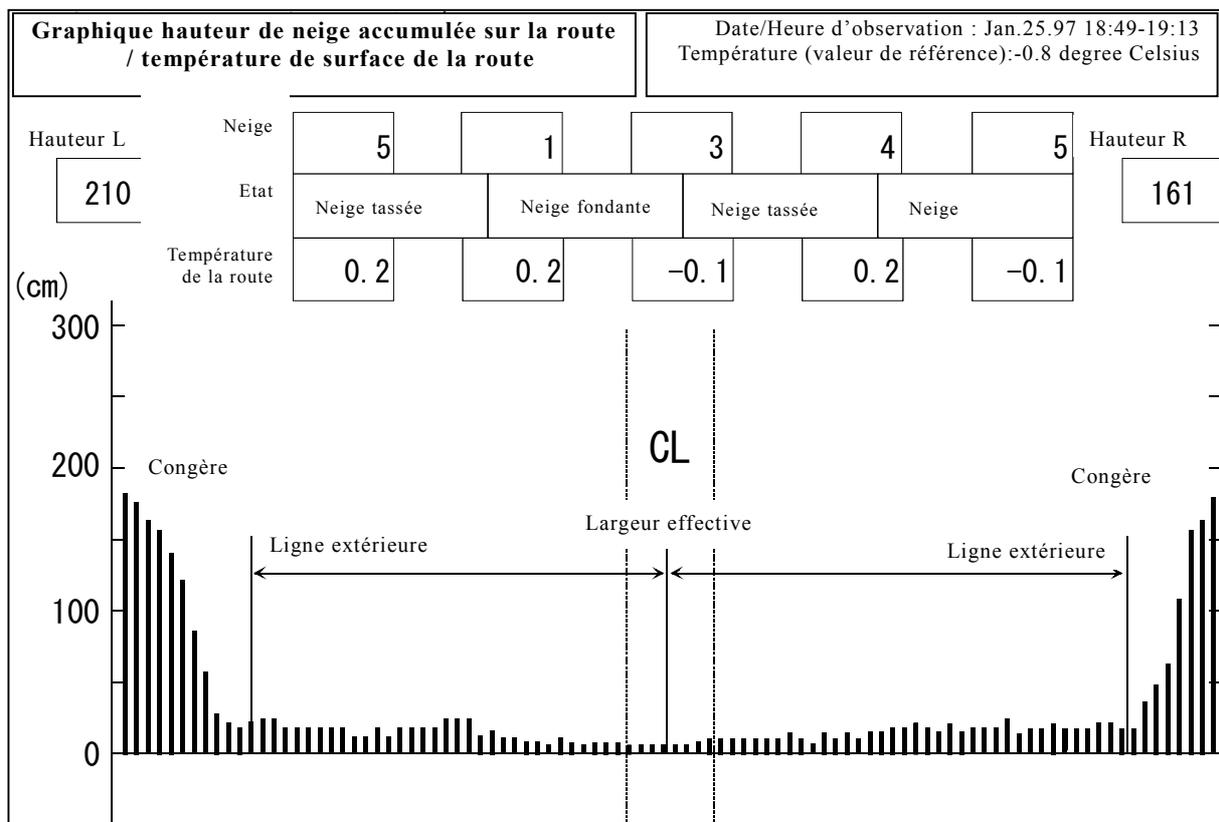


Fig.3 Ecran d'affichage des données mesurées

3. Prédiction des chutes de neige et du gel

Au Bureau de la Route Nationale de Nagaoka (Nagaoka National Highway Office), les personnes chargées de la gestion du réseau routier prédisent les chutes de neige et le gel en utilisant leurs propres méthodes qui sont ensuite utilisées pour effectuer la gestion du réseau routier de manière plus efficace. Les prévisions incluent des prévisions à long terme (environ 16 heures) qui servent à mettre en place le système de déneigement et des prévisions à court terme (environ 3 heures) qui servent à décider quand il faut envoyer sur le terrain des véhicules de déneigement. Les premières prédisent la quantité de chute de neige et de gel dans l'ensemble de la région sur des grilles de 2,5 km en analysant les valeurs observées par télémessure dans la juridiction du bureau et les prévisions numériques GPV publiées par l'Agence Météorologique. Les deuxièmes prédisent les chutes de neige et le gel en se fondant sur les résultats des observations par télémessure dans la juridiction du bureau et sur les résultats des observations météorologiques par radar. Au Bureau de la Route Nationale de Nagaoka, ces prévisions sont distribuées par Internet au gouvernement préfectoral et aux gouvernements municipaux de sa juridiction (Fig.4).

Les résultats des prévisions à long terme pour les chutes de neige ont été comparés avec les valeurs mesurées pour contrôler le pourcentage de cas où les prévisions avaient été correctes avec une marge de 10 cm de neige. Les résultats ont révélé un taux de 80% de

prévisions correctes dans la Région Yuzawa. Ces résultats de prévision de chutes de neige et de gel peuvent être utilisés pour prévoir les vitesses de conduite et les temps de voyage jusqu'aux différentes destinations si on les saisit dans un programme de simulation de flux de circulation hivernale.

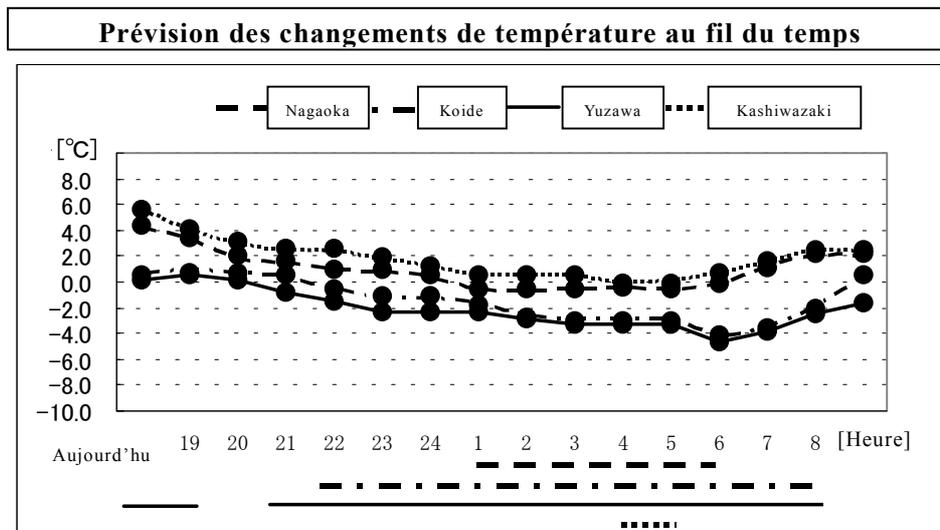
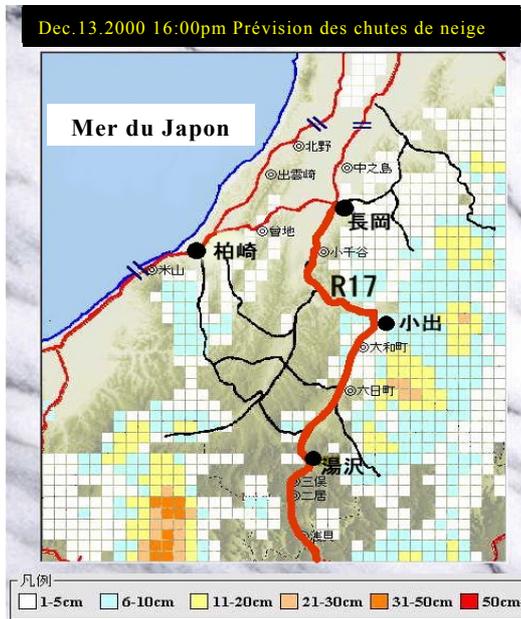


Fig.4 Résultat des prévisions à long terme

4. Simulation de flux de circulation hivernale

Les données obtenues grâce aux systèmes de collecte d'informations et aux résultats des tests de véhicules sont utilisées pour préparer une équation de prévision de vitesse de conduite fondée sur la méthode des moindres carrés et utilisée pour construire une prévision de la circulation hivernale basée sur un réseau neural. (Fig.5, Fig.6)

La méthode des moindres carrés a été mise en oeuvre en saisissant la quantité de neige tombée, la hauteur de neige accumulée sur la surface de la route, la température de la surface de la route, la température de l'air, la largeur effective et la densité de circulation pour obtenir

la vitesse de conduite. Les données obtenues de janvier à mars 2000 ont été introduites dans le modèle fondé sur le réseau neural. Les résultats ont été appliqués à des données concernant l'année 2001, confirmant ainsi qu'ils étaient corrects. La vitesse de conduite et les temps de voyage ainsi estimés correspondait correctement aux valeurs mesurées (Fig.7).

$$V = (ax_1 + bx_2 + cx_3 + d)EXP\left(-\frac{K}{Kc}\right)$$

$$V = (ax_1 + bx_2 + cx_3 + d)EXP(-K/Kc)$$

V: vitesse de conduite (km/h)

x_1 : hauteur de neige accumulée sur la route (cm)

x_2 : temps (quantité de neige tombée par unité de temps : cm/h)

x_3 : largeur effective (m)

a,b,c,e: coefficient de régression de chaque élément

d: terme constant (km/h)

K: densité de circulation (véhicules/km)

Kc: densité critique (véhicules/km)

Alignement de la route

Largeur effective

Hauteur de neige accumulée sur la route

Température de surface de la route

Température de l'air

Volume de circulation

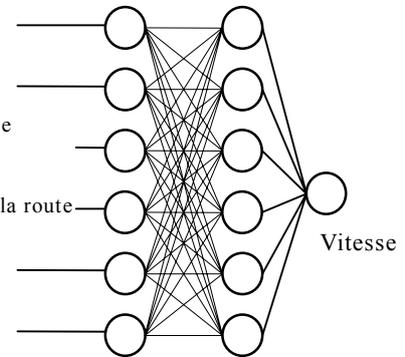


Fig.5 Equation de prévision de la vitesse de conduite

Fig.6 Modèle de Réseau Neural

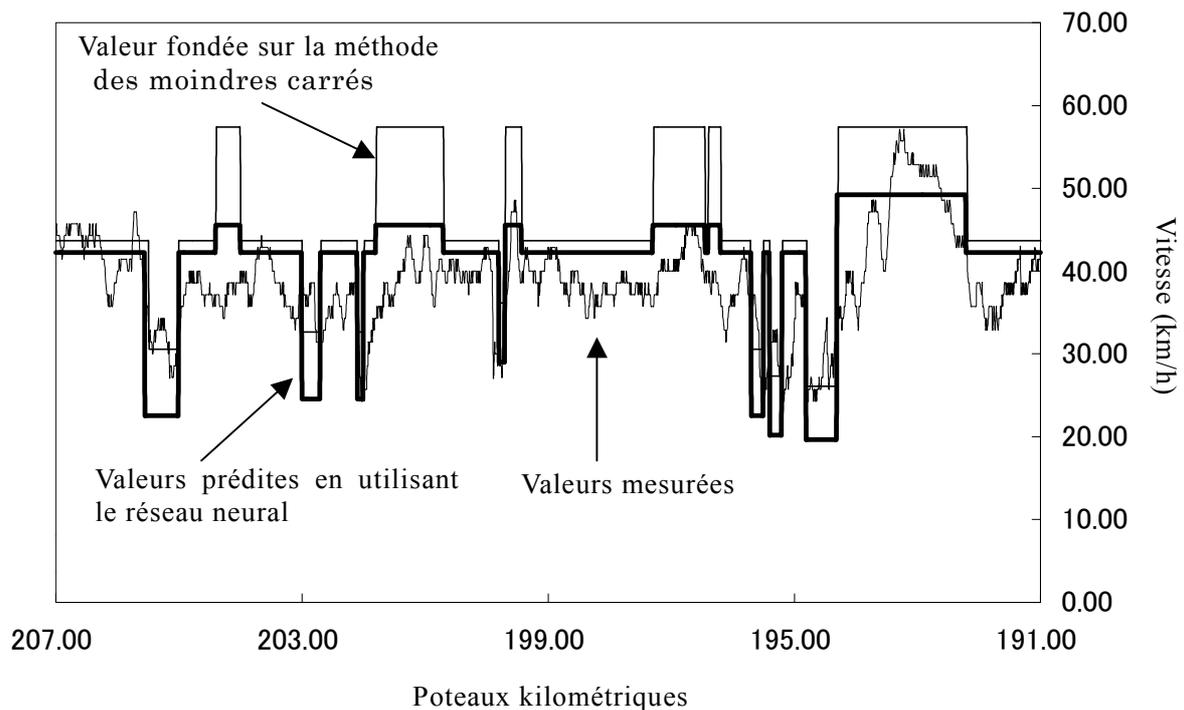


Fig.7 Comparaison des valeurs mesurées et des valeurs prévues par la simulation (Jour du test : Feb.16.2001)

5. Méthodes de livraison des informations

Le Bureau de la Route Nationale de Nagaoka livre au public des informations sur les fermetures de routes et d'autres renseignements sur la circulation et les conditions d'enneigement ainsi que des images ITV en temps réel en utilisant sa page d'accueil Internet à laquelle on peut accéder à l'aide d'un téléphone portable et grâce à une liaison VICS (Système d'information et de communication véhicule) (Fig.8, Fig.9). Des études seront menées dans le futur afin de déterminer des moyens de livrer au public les temps de voyage nécessaires pour arriver à une destination précise.

Les usagers du réseau routier peuvent utiliser ce genre d'information pour contrôler en temps réel les conditions météorologiques et l'état des routes là où ils désirent se rendre, ce qui leur permet d'utiliser les résultats ainsi obtenus pour préparer ou modifier leurs plans de voyages. Les personnes chargées de la gestion du réseau routier peuvent identifier et partager les informations en temps réel et les utiliser pour mener des opérations de déneigement de manière efficace.



Fig.8 Informations affichées sur l'écran d'un téléphone portable

路線	観測点	天候	降雪 (cm)	積雪 (cm)	気温 (°C)
国道8号	中之島	くもり	0	0	2
国道8号 国道17号	長岡	くもり	0	0	3
国道8号	宮本	くもり	0	0	1
	五十土	くもり	—	0	3
	柏崎	くもり	—	0	3
国道116号	出雲崎	くもり	—	0	3
	小千谷	くもり	0	70	1
	川口	くもり	0	119	1
	小出	くもり	0	71	1
国道17号	塩沢	雪	0	62	1
	湯沢	雪	1	111	0
	三俣	雪	3	235	-2
	二俣	雪	3	148	-3

※「降雪」は、前回(下表)観測時からの量を示す。



Fig.9 Publication des informations sur le site Internet

6. Calcul test des conséquences du projet

Le Bureau de la Route Nationale de Nagaoka utilise le système de prévision des chutes de neige et de gel ainsi que le système de collecte d'informations sur l'état du réseau routier pour favoriser un meilleur flux de circulation, mettre en place des systèmes de déneigement adaptés et effectuer des opérations de déneigement rapides. Pour évaluer l'efficacité de ces systèmes, le Bureau a effectué deux sortes de calculs tests : l'un pour mesurer les conséquences pour les véhicules de conduite et l'autre pour évaluer les conséquences des véhicules de déneigement.

A) Conséquences pour les véhicules de conduite : L'exécution d'opérations de déneigement bien planifiées fait diminuer les coûts de voyage et réduit les pertes de temps entraînées par le fait que les usagers doivent voyager plus lentement.

B) Conséquences pour les véhicules de déneigement : Les personnes chargées de la gestion du réseau routier réduisent les coûts en réduisant les temps d'attente et le temps de travail pour les opérations de déneigement.

Le calcul test a montré que le système de prévision des chutes de neige et de gel permettait d'économiser ¥18 millions sur l'ensemble de la région située sous la juridiction Bureau de la Route Nationale de Nagaoka et que le système de collecte d'informations sur l'état du réseau routier permettait d'économiser ¥13 millions sur la section de Yuzawa (Fig.10). En se basant sur ces résultats, il a été déterminé que les avantages financiers entraînés par l'introduction de ces systèmes étaient intéressants étant donné leurs coûts et leur durée d'utilisation.

Project	Valeur des conséquences	Conséquences pour les différents types de véhicules
Système de prévision des chutes de neige et de gel (Dans la région située sous la juridiction du Bureau de la Route Nationale de Nagaoka)	18 million yen	Conséquences pour les véhicules de conduite
Système de collecte d'informations sur l'état du réseau routier (Section de Yuzawa de la Route Nationale N° 17)	4 million yen	Conséquences pour les véhicules de conduite
	9 million yen	Conséquences pour les véhicules de déneigement
	Total: 13 million yen	

Fig.10 Résultats du calcul test des conséquences de l'investissement pour le projet (Dec.2000 – Mar.2001)

7. Conclusions

Sur la Section de Yuzawa de la Route Nationale N° 17, la surveillance qualitative par ITV est accompagnée par l'utilisation d'un système d'information sur l'état du réseau routier afin de déterminer qualitativement l'état de la surface des routes en temps réel. De plus, des prévisions des chutes de neige et de gel sont utilisées dans le cadre de la gestion du réseau routier hivernal qui inclue la mise en place de systèmes de déneigement et la planification de la répartition des équipements de déneigement. Les prévisions sont également délivrées aux usagers du réseau routier qui utilisent Internet ou d'autres moyens de communication. Une telle gestion avancée du réseau routier en hiver garantit une circulation routière hivernale plus sûre et sans encombre et l'on compte sur son introduction pour réduire les nuisances causées à l'environnement des régions le long des routes. Les prévisions pour le futur sont de travailler dans le but d'améliorer la précision de ces systèmes et de livrer plus d'informations utiles afin d'exécuter une gestion du réseau routier hivernal plus poussée.