

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月31日現在

機関番号：10106

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2009～2011

課題番号：21656125

研究課題名（和文） 車載型路面凍結検知システムの試作開発

研究課題名（英文） Development of a mobile road-freezing detector system

研究代表者

高橋修平（Takahashi Shuhei）

北見工業大学・工学部・教授

研究者番号：50125390

研究成果の概要（和文）：

積雪地域の冬期間交通路で大きな問題である路面凍結を検知するシステムを試作開発した。検知装置は入射角 45° のLED光源，天頂センサー，反射角 45° センサーからなり，拡散反射および鏡面反射を求めた。スリップ事故の原因となる光沢路面は鏡面反射率から判別でき，ブラックアイスバーンは鏡面反射と拡散反射の比から抽出できた。道路上の観測は，北見市内，陸別町，国道39号山間部（石北峠）等で行い，良好な結果を得た

研究成果の概要（英文）：

A mobile road-freezing detector system was made for prevention of (car) accidents caused by slippery road conditions in winter. The system was composed of LED light source with incident angle 45° , photo-sensors set at zenith angle and reflection angle 45° . The diffuse reflection and the specular reflection were measured by the system to detect glossy road surface and black ice surface. The measurements on national road showed good results.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,900,000	0	1,900,000
2010年度	700,000	0	700,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	180,000	3,380,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木計画学・交通工学

キーワード：冬期交通，路面凍結，検知システム，鏡面反射，拡散反射，ブラックアイス，
車載型

1. 研究開始当初の背景

北海道・東北・北陸地方の積雪地域においては冬期間交通路の路面凍結の危険性は大きな問題である。とくにスタッドレスタイヤが全面普及した今、圧雪が非常に滑りやすくなる「つつる路面」が発生する頻度が高く、交通事故危険度が増している。

滑り止め防止砂散布、融解材散布などの防止対策も行われているが、降雪直後や長い峠越え道路では対策が間に合わず、急激な「つつる路面」発生後はスリップ型交通事故が多発している。

この「つつる路面」については「道路が光っている」、「車が流れる」等からスリップ危険性感知して慎重運転をするなど運転者の自主判断に任せているのが実状であるが、その「危険度」を各車両が自動的に検知することができれば、スリップ型交通事故危険性を減らすことができる。本研究はその路面凍結状況を検知する「車載型路面凍結検知器」の開発を目指す。

2. 研究の目的

路面凍結状態の内最も危険な「つつる路面」の光学特性と滑り度の関係を調べる。とくに各種路面について反射率の角度依存光学特性から凍結路面を分類する。

また、車載型を目指す実用的な凍結検知装置開発を目指す。そのために、光源・センサーの適当な装置を順次開発・改良する。

凍結検知試験装置を実際の路面で冬期間現場観測し、一般路面・橋梁路面・覆道路路面などの路面種別、標高変化、地形による日陰部分などの要素による凍結状態の解析を行う。

3. 研究の方法

路面凍結状況の光学的測定装置として、LED光源光を入射角 45° で路面を照射し、路面からの反射光を天頂方向及び入射角 45° の2方向でフォトダイオードで測定し、拡散反射率および鏡面反射率を求める。反射信号は白紙の反射で規格化する。

移動観測用の路面凍結測定装置は、観測車両の背面に設置し、路面からの反射信号は路面放射温度、気温、路面状況監視カメラ映像とともに、データロガーに記録する(図1)。

日射など外部から入る外部光と測定用光源による反射を区別するために、LED光源は点滅させ、その点滅電源信号を記録することにより、外部光信号とLED光源による信号を分離した。

可搬形の密着型路面凍結測定装置も作成し、道路面の各反射率を測定するとともに、タイヤ片牽引による摩擦測定も行い、摩擦と光学特性の関係も調べた。

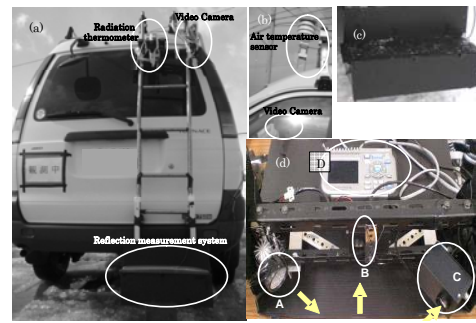


図1. 路面凍結測定装置. 左: 観測車両背面下部に凍結測定装置. 右: 気温計、データロガー、凍結測定装置内部

4. 研究成果

(1) 試作した光学的路面凍結検知システムにより路面からの拡散反射率および鏡面反射率が求められ、路面温度も組み合わせ、乾燥、湿潤、シャーベット、積雪、光沢路面、ブラックアイスバーンを区別することができた(図2, 図3)。

(2) とくに鏡面反射率がある値より大きいとき、光沢雪面と判断され、鏡面反射/拡散反射の比が大きいときブラックアイスと識別できることから、スリップ事故の危険の高い両雪面状態に対して危険信号を出す手法が確立された。

(3) 路面凍結検知システムを車両に搭載して観測走行したとき、時速 50km/h での測定も可能であり、一般車両搭載の可能性も示された。

(4) 北海道開発局からの資料解析の結果、北海道の山間部(国道39号石北峠)では、10月後半から5月初めまで凍結危険状態が持続するが、時間帯別には、午後12時~16時間が比較的凍結期間が短く、夜間から早朝は凍結危険期間が長いことが示された。

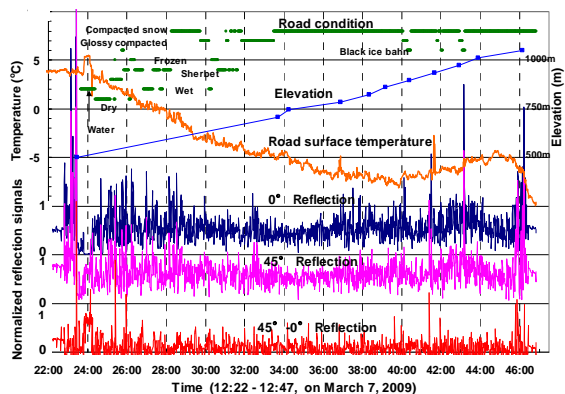


図2. 路面凍結移動観測測定例(2009年3月9日, 国道39号石北峠付近). 上から、路面状況、標高、路面温度、天頂(0°)信号、 45° 反射信号、鏡面反射信号(45° 信号- 0° 信号)。

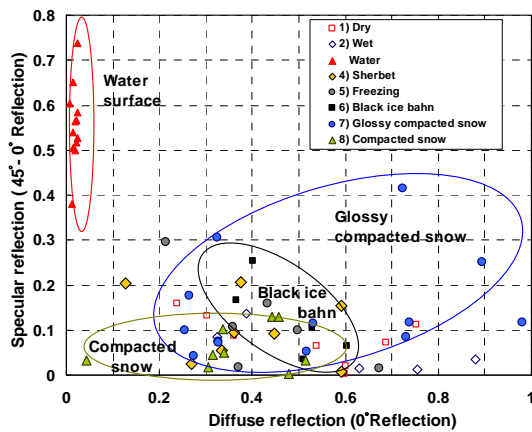


図 3. 路面の拡散反射(横軸)と鏡面反射(縦軸).

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 17 件)

- 1) Nuerasimuguli Alimasi, Shuhei Takahashi and Hiroyuki Enomoto: Detection of a mobile optical system to detect road-freezing conditions. Bulletin of Glaciological Research, 30, (受理済), 2012.
- 2) Nuerasimuguli Alimasi, 高橋修平, 榎本浩之, 茂村歩: 光学式路面凍結検知システムの開発 (3). 寒地技術論文・報告集, 27, 120-122, 2011.
- 3) 舘山一孝, 高橋修平, 高橋尚人, 榎本浩之, 山本朗人, 田中聖隆, 田代賢趣: マイクロ波放射計を用いた路面状態識別装置の開発. 寒地技術論文・報告集, 27, 300-303, 2011.
- 4) Tomiyama, K., Kawamura, A., Nakajima, S., Ishida, T., and Jomoto, M.: A Mobile Data Collection System Using Accelerometers for Pavement Maintenance and Rehabilitation, Proceedings of 8th International Conference on Managing Pavement Assets, 2011, Paper No. 142 (CD-ROM).
- 5) Nuerasimuguli Alimasi, 高橋修平, 榎本浩之, 茂村歩: 光学式路面凍結検知システムの開発(3). 北海道の雪氷, 30, 47-50, 2011.
- 6) Alimasi NUERASIMUGULI・高橋修平・榎本浩之・中村文彬・金 龍元: アラスカ北部ダルトンハイウェイの路面凍結状況. 寒地技術論文・報告集, 26, 343-345, 2010.
- 7) Alimasi NUERASIMUGULI, 高橋修平, 榎本浩之, 若林剛: 車載型路面凍結検知システムの試作 (2). 寒地技術論文・報告集, 26, 136-138, 2010.
- 8) 富山和也, 川村 彰, 石田 樹, 高橋 清: 路面の体感乗り心地評価試験における信頼区間を利用した被検者数設定の視点と方法. 土木学会舗装工学論文集, 15, 65-71, 2010.
- 9) Tomiyama Kazuya, Kawamura Akira, Ishida Tateki, Takahashi Kiyoshi: Optimizing Panel Size for Conducting Subjective Pavement Ride Quality Ratings Using a Driving Simulator. Transportation Research Board, CD-ROM, 11-2620, 2011.
- 10) 富山和也, 川村 彰, 石田 樹, 高橋 清, 中辻 隆: 舗装路面の体感乗り心地評価における被験者数の最適化. 土木情報利用技術論文集, 19, 285-292, 2010.
- 11) Nuerasimuguli Alimasi・高橋修平・榎本浩之・金 龍元: アラスカにおける凍結路面の光学的特性観測. 北海道の雪氷, 29, 57-60, 2010.
- 14) Tomiyama, K., Kawamura, A., Takahashi, K., and Ishida, K.: Evaluation Index of Rutting Related to Vehicle Ride Quality, Proceedings of Transportation Research Board, Vol. 89, No. 10-3268 (CD-ROM), 2010.
- 15) Hagiwara, T., Kawamura, A., Tomiyama, K., Tozuka, S., and Ohiro, T.: Using a Driving Simulator to Determine the Most Effective Installation Location for Illuminated Delineators on Expressways under Snowstorm Conditions, Proceedings of Transportation Research Board, Vol. 89, No. 10-1798 (CD-ROM), 2010.
- 16) Hagiwara, T., Kawamura, A., Tomiyama, K., Tozuka, S., and Ohiro, T.: Determining the Most Effective Locations for Illuminated Delineators for Improving Visibility on Expressways under Snowstorm Conditions Using a Driving Simulator, Proceedings of XIIIth International Winter Road Congress, 2010.
- 12) Alimasi Nuerasimuguli, 高橋修平: 車載型路面凍結検知システムの試作開発, 寒地技術論文・報告集, 25, 7-11, 2009.
- 13) 富山和也, 川村 彰, 高橋 清, 石田 樹: 車両乗り心地予測のためのわだち掘れプロファイル評価指標の開発, 土木学会舗装工学論文集, 第 14 巻, pp. 171-178, 2009.
- 17) Nuerasimuguli Alimasi, 高橋修平: 光学センサーを用いた路面凍結検知計開発の研究, 北海道の雪氷, 28, 89-92, 2009.

[学会発表] (計 20 件)

- 1) Nuerasimuguli Alimasi, 高橋修平, 榎本浩之, 茂村歩: 光学式路面凍結検知システムの開発 (3) 第 27 回 寒地技術シンポジウム (札幌, 2011, 11/30-12/2)
- 2) 舘山一孝, 高橋修平, 高橋尚人, 榎本浩之, 山本朗人, 田中聖隆, 田代賢趣: マイクロ波放射計を用いた路面状態識別装置の開発. 第 27 回 寒地技術シンポジウム (札幌, 2011, 11/30-12/2)
- 3) 高橋尚人, 徳永ロベルト, 切石亮, 山本朗

- 人・田中聖隆, 榎本浩之, 館山一孝, 高橋修平: マイクロ波放射計を用いた冬期路面のすべり抵抗値評価に関する研究. 第 27 回 寒地技術シンポジウム (札幌, 2011, 11/30-12/2)
- 4) Nuerasimuguli Alimasi, 高橋修平, 榎本浩之: 光学式路面凍結検知システムの開発 (3). 雪氷研究大会(2011・長岡) 2011, 9/20-22.
- 5) 富山和也, 川村 彰, 石田 樹, 中田孝一: 地方自治体の舗装維持管理実態と市街地道路の簡易平坦性モニタリング, 土木学会第 66 回年次学術講演会, 愛媛大学, 2011, 9/9.
- 6) 石樽大二, 川村 彰, 富山和也: 運転行動に着目した路面評価用データベースに関する研究, 土木学会第 66 回年次学術講演会, 愛媛大学, 2011, 9/9.
- 7) Nuerasimuguli Alimasi, 高橋修平, 榎本浩之, 茂村 歩: 光学式路面凍結検知システムの開発(3). 雪氷学会北海道支部研究発表会: 札幌, 2011, 5/15-16.
- 8) Nuerasimuguli Alimasi, 榎本浩之, 高橋修平, 中村文彬, 金 龍元: 融雪期のアラスカ北部 700 km 凍結路面観測. 日本地球惑星科学連合 2011 年大会:(JPGU), 千葉・幕張, 2011, 5/24-26.
- 9) Nuerasimuguli Alimasi, Shuhei Takahashi, Hiroyuki Enomoto: Winter road freezing - observation in Hokkaido and Alaska-. 26th International Symposium on Okhotsk Sea & Sea Ice, (Monbetsu, February 20, 2011).
- 10) Alimasi NUERASIMUGULI・高橋修平・榎本浩之・中村文彬・金 龍元: アラスカ北部ダルトンハイウェイの路面凍結状況. 第 26 回寒地技術シンポジウム 2010 年 12 月 8-10 日.
- 11) Alimasi NUERASIMUGULI, 高橋修平, 榎本浩之, 若林剛: 車載型路面凍結検知システムの試作(2). 第 26 回寒地技術シンポジウム 2010 年 12 月 8-10 日.
- 12) 渡邊直樹・榎本浩之・高橋修平・岩本明子・田中聖隆・山本朗人: マイクロ波放射計を用いた冬季路面状態判別手法の開発. 第 26 回寒地技術シンポジウム 2010 年 12 月 8-10 日.
- 13) Nuerasimuguli Alimasi, 高橋 修平, 榎本浩之, 中村 文彬, Kim Yongwon: アラスカダルトンハイウェイにおける路面凍結光学特性観測. 雪氷研究大会 (2010・仙台) 2010, 9/26-29.
- 14) Nuerasimuguli, A., Takahashi, S.: Development of a frozen-road detect system by optical sensors for a vehicle. International Symposium on Snow, Ice and Humanity in a Changing Climate (Sapporo, June 21-25, 2010).
- 15) Nuerasimuguli Alimasi・高橋修平・榎本浩之・金 龍元: アラスカにおける凍結路面の光学的特性観測. 日本雪氷学会北海道支部研究発表会, 2010, 6/9.
- 16) 富山和也, 川村 彰, 石田 樹, 高橋 清: 体感乗り心地に基づくわだち掘れ評価指標の妥当性検証, 土木学会北海道支部年次技術研究発表会. 札幌, 2010, 2/2.
- 17) Alimasi Nuerasimuguli, 高橋修平: 車載型路面凍結検知システムの試作開発. 第 25 回寒地技術シンポジウム. 札幌, 2009, 11/24-26
- 18) スアスムグリ アリマス, 高橋修平: 車載型路面凍結検知システムの試作開発. 雪氷研究大会 (2009・札幌) 2009, 10/2.
- 19) 富山和也, 川村 彰, 石田 樹: ドライビングシミュレータを用いた路面の乗り心地評価に要する被験者数の算定, 土木学会年次学術講演会. 札幌, 2009, 9/3.
- 20) Nuerasimuguli Alimasi, 高橋修平: 光学センサーを用いた路面凍結検知計開発の研究, 2009 年度日本雪氷学会北海道支部研究発表会. 札幌, 2009, 6/10.

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高橋 修平 (TAKAHASHI SHUHEI)

北見工業大学・工学部・教授

研究者番号: 50125390

(2) 研究分担者

川村 彰 (KAWAMURA AKIRA)

北見工業大学・工学部・教授

研究者番号: 30149893

