

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25年 5月11日現在

機関番号：10106

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2012

課題番号：21540448

研究課題名（和文）南極氷床の表面質量収支と海水準への影響の解明－氷床の平坦性及び標高分布観測－

研究課題名（英文）Investigation on surface mass balance on the Antarctic ice sheet and its influences to sea level rise -snow surface roughness measurements and snow surface elevation measurements-

研究代表者

亀田 貴雄 (KAMEDA TAKAO)

北見工業大学・工学部・教授

研究者番号：00233974

研究成果の概要（和文）：南極氷床の沿岸域から内陸 1000km に位置するドームふじ基地までの雪面の起伏状況を雪上車および橇に搭載した3次元加速度計を用いて定量化し、その分布の特徴を明らかにした。ドームふじ基地では雪尺を用いた積雪堆積量観測を継続し、2008年以、年間積雪堆積量は1995～2006年と比べると変動が大きくなったことを見いだした。また、2003年11月14日未明にドームふじ基地で起こった皆既日食中の気象観測データの解析を進め、急変する日射量の変動による気温と雪温の変化の状況を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：Snow surface roughness from coast area to Dome Fuji Station (1000km inland from the coast) on the Antarctic ice sheet was investigated using 3D accelerometers mounted in snow vehicle and on snow sledge. We clarify the characteristics of snow surface roughness along the traverse route using the data. We also carried our snow stake measurements at 36-stake farm at Dome Fuji Station from 2008 to 2012. We clarify that the annual surface mass balance (ASMB) at Dome Fuji since 2008 has a tendency that annual variation of ASMB becomes large compared to the data from 1995 to 2007. We also investigate the influence of solar radiation changes to air temperature on the ice sheet using the meteorological data during the total solar eclipse at November 14, 2003. We found the characteristics of the air and snow temperature variations caused by sudden decrease of solar radiation.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・気象・海洋物理・陸水学

キーワード：南極氷床，雪面起伏，雪上車の加速度，橇の加速度

1. 研究開始当初の背景

研究代表者は2002年11月から2004年3

月まで第44次日本南極地域観測隊に参加し、南極の内陸に位置するドームふじ基地(図1、

南緯79度19分,東経39度42分,標高3810m,年間平均気温 -54.4°C ,最低気温 -79.6°C)で越冬観測を実施し,雪尺を用いた表面質量収支(正味の積雪堆積量)の研究を行った。

ドームふじ基地までは雪上車による約2週間の内陸旅行で移動したが,この時に南極氷床にはサスツルギ(図2)と呼ばれる雪面起伏が存在しており,それが沿岸から内陸まで非一様に分布していることに興味を持った。これはサスツルギが多く存在し,そのために雪面起伏が大きくなっている地域と,サスツルギが少なく,そのために雪面起伏が小さくなっている地域に区別できることを意味する。そこで,この時には雪面の起伏度(凹凸度)をスムーズとラフに目視で分類し,2kmごとにどちらが卓越するかという観点雪面状況を5段階に分類し,観測ルート上での雪面起伏分布を調べた。

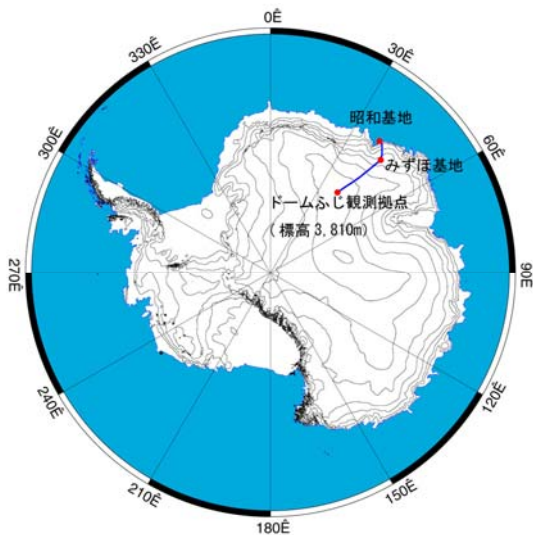


図1 ドームふじ基地の位置。ここではドームふじ観測拠点と記載してある。



図2 南極氷床上の雪面の状況。中央の起伏はサスツルギと呼ばれ,雪面剝削過程で形成される雪面起伏。

サスツルギなど雪面起伏に影響を与える要素は氷床表面での積雪堆積過程により形成されているので,この起伏度を定量的に計測することは氷床での積雪堆積過程や水循環を理解する上で重要な課題であると考えた。

また,南極ドームふじでの積雪堆積過程や急激な日射量の減少に対する気温や雪温変化を明らかにすることも関連する重要な課題であると考えた。

2. 研究の目的

- (1)南極氷床の沿岸域から内陸までの雪面状況を定量的に明らかにすること。
- (2)南極ドームふじでの積雪堆積過程の状況を明らかにする。
- (3)南極ドームふじで起こった皆既日食による気象の変化を明らかにする。

3. 研究の方法

- (1)加速度計やジャイロ, GPS を南極観測で使用されている SM100 型大型雪上車に設置し,国内の海岸で試験走行をして,その振動特性を明らかにする。
- (2)加速度計やジャイロ, GPS を SM100 型大型雪上車と牽引橇に設置し,南極氷床の沿岸から 1000km に位置するドームふじ基地までの観測ルートで計測を実施する。
- (3)南極ドームふじに設置した 36 本雪尺観測を実施し,積雪堆積量(表面質量収支)を明らかにする。
- (4)2003 年 11 月 24 日未明に南極ドームふじで起こった皆既日食による気温変化,雪温変化のデータを解析する。

4. 研究成果

- (1)2010 年 9 月に新潟県長岡市寺泊の野積海岸で,南極氷床上で使用する大型雪上車を利用した実験を実施し,ジャイロと加速度計を併用すると,地面や雪面の傾きに依じた雪上車の傾斜状況が計測でき,それをを用いることで,地面や雪面の傾斜状況が把握できることがわかった。

- (2)2010 年 12 月から 2011 年 2 月にかけて,第 52 次南極地域観測隊が実施した南極氷床 S16 からドームふじまでの内陸トラバースに観測隊員を 1 名派遣し,大型雪上車の車内と橇に加速度計を取り付け,雪上車の振動特性と雪面起伏に関するデータを得た。

この結果,雪面の起伏状況によって雪上車や橇での鉛直方向の加速度の大きさが変化するので,加速度データから雪面状況が推定

できる可能性がわかった。

(3)1995年から2007年までの12年間でのドームふじでの年間積雪堆積量(表面質量収支)は年間27.3mm(水当量)であり、変動は比較的小さかった。図3に1995年以降の年間積雪堆積量を示すが、2008年以降、年間積雪堆積量が多い年(2008-2009, 2011-2012)と少ない年(2010)が現れ始めており、年間積雪堆積量の変動が大きくなってことがわかった。なお、ドームふじでは2009年と2011年が欠測なので、図3では2008~2009年および2011-2012年の年平均値として積雪堆積量を示した。

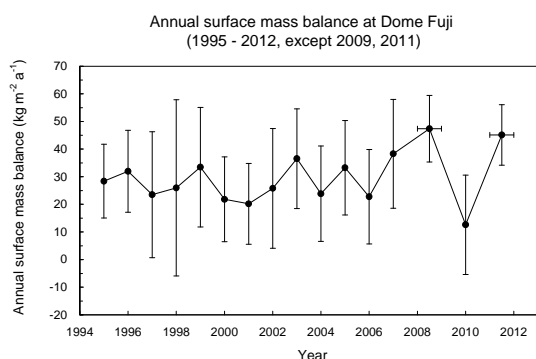


図3 南極ドームふじでの年間積雪堆積量の変化(1995~2012)

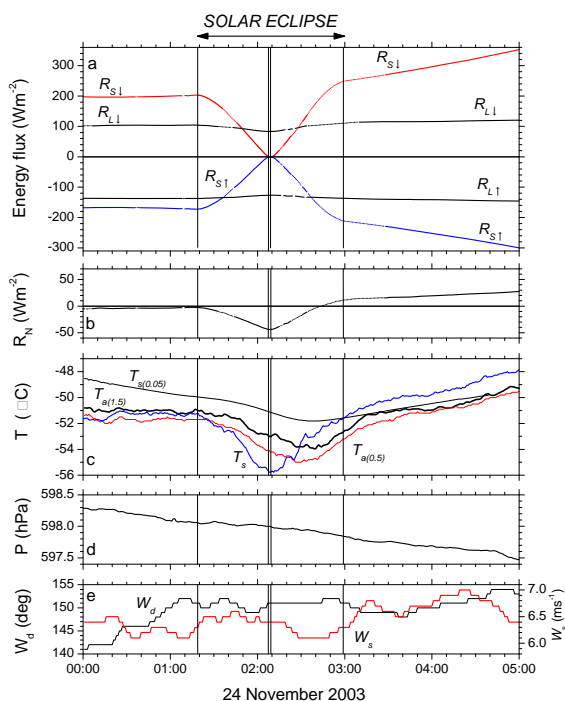


図4 皆既日食の前後での各気象要素の変化
a: 短波放射(上下), 長波放射(上下), b: 放射収支, c: 気温および雪温, d: 気圧, f: 風速・風向(Kameda *et al.*, 2009)

(4)2003年の皆既日食はドームふじ基地では雲量0の理想的な条件下で気象変化を計測することができた。図4はこの時の気象変化をまとめたものである。一番上のaのグラフでは短波放射(上下), 長波放射(上下)の変動を示し, bは放射収支, cは気温および雪温, dは気圧, eは風速・風向を示す。また, 4本の縦線で日食(部分日食)の始まり, 皆既日食の始まり, 皆既日食の終わり, 日食(部分日食)の終わりを意味する。図4から雪面から1.5mの高さで計測している気温は最大で3.0°C, 表面雪温は最大で4.5°C低下したことがわかった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

①松居由記, 川村 彰, 富山和也, 亀田貴雄, 高橋修平, 日下稜(2012): 海岸での走行試験結果に基づく南極観測用の雪上車の振動特性評価. 土木学会北海道支部論文報告集, 68, E-2 (査読なし)

<https://www.jsce.or.jp/library/open/proc/maglist2/00057/>

②日下稜, 高橋修平, 亀田貴雄, 富山和也, 松居由記, 川村 彰(2011): 雪上車牽引機の加速度データ解析—南極沿岸S16~ドームふじまでの観測. 北海道の雪氷, 30, 115-118. (査読なし)

http://www.seppyo.org/hokkaido/journal/j30/2011_snowhokkaido30_30_kusaka.pdf

③Kameda, T., K. Fujita, O. Sugita, N. Hirasawa, and S. Takahashi (2009): Total solar eclipse over Antarctica on 23 November 2003 and its effects on the atmosphere and snow near the ice sheet surface at Dome Fuji. *Journal of Geophysical Research*, 114, D18115, doi:10.1029/2009JD011886. (査読有)

[学会発表](計7件)

①日下稜, 高橋修平, 亀田貴雄, 富山和也, 松居由記, 川村彰, 本山秀明(2012): 南極における雪上車の加速度計測. 雪氷研究大会(2012・福山)講演要旨集, 98.

②松居由記, 川村 彰, 富山和也, 亀田貴雄, 日下稜, 高橋修平, 小林邦夫, 本山秀明, 千葉政範(2011): SM100型雪上車の車内振動と傾斜データに基づく乗り心地評価および地表面起伏の推定—2010年長岡市寺泊町野積海岸での実験—. 第8回南極設営シンポジウム(国立極地研究所で開催).

③日下稜, 高橋修平, 亀田貴雄, 富山和也,

松居由記, 川村彰, 本山秀明 (2011) : 南極における 2 トンソリの加速度試験. 雪氷研究大会 (2011・長岡) 講演要旨集, 225

- ④ Kameda, T., K. Fujita, O. Sugita, N. Hirasawa, and S. Takahashi (2009): Total solar eclipse over Antarctica on 23 November 2003 and its effects on the atmosphere and snow near the ice sheet surface at Dome Fuji. *The 2nd International Symposium on the Dome Fuji ice core and related topics, Tokyo, Japan, 18-20 November, 2009.*
- ⑤ Kameda, T., H. Motoyama, S. Fujita, and S. Takahashi (2009): Temporal and spatial variability of surface mass balance at Dome Fuji, East Antarctica, by the stake method from 1995 to 2006. *The 2nd International Symposium on the Dome Fuji ice core and related topics, Tokyo, Japan, 18-20 November, 2009.*
- ⑥ 亀田貴雄, 藤田耕史, 杉田興正, 平沢尚彦, 高橋修平 (2009) : 皆既日食が地上付近の大気および積雪におよぼす影響－ 2003 年 11 月 23 日南極ドームふじでの観測結果－, 日本気象学会全国大会.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

亀田 貴雄 (KAMEDA TAKAO)
北見工業大学・工学部・教授
研究者番号 : 00233974

(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
高橋 修平 (TAKAHASHI SHUHEI)
北見工業大学・工学部・教授
研究者番号 : 50125390

(3) 連携研究者

本山 秀明 (MOTOYAMA HIDEAKI)
国立極地研究所・教授
研究者番号 : 20210099
古川 晶雄 (FURUKAWA TERUO)
国立極地研究所・助教
研究者番号 : 70261120