

南極大型雪上車 (SM100S) の開発

I. 必要性と開発経緯

竹内貞男¹・喜納 淳²・細谷昌之³・吉田治郎¹・石沢賢二¹

A Newly Developed Snow Vehicle (SM100S) for Antarctica I. Necessity and Process of the Development

Sadao TAKEUCHI¹, Atsushi KINO², Masayuki HOSOYA³, Jiro YOSHIDA¹
and Kenji ISHIZAWA¹

Abstract: Four types of snow vehicles have so far been employed in the Japanese Antarctic Research Expedition. These snow vehicles are mainly used on the inland ice sheet and on the sea ice. As for the inland traverses, the SM50S-type snow vehicle has been used, but the research area is now expanding to the much colder area, and the "Deep Ice Coring Project at Dome Fuji, East Antarctica" has recently been proposed. Therefore, a committee for the design of a new snow vehicle was organized in the special committee on logistics of National Institute of Polar Research. The committee made the design of a new snow vehicle capable of operating under very cold and low pressure conditions. The newly developed snow vehicle was operated on the Antarctic ice sheet in the winter of 1992, and the performance was almost just as expected.

要旨: 日本南極地域観測隊は、これまで4種類の雪上車を使って調査活動を続けてきた。それらの雪上車は用途別に内陸氷床上用と沿岸・海氷上調査用の2つに分類できる。内陸用の雪上車はこれまでSM50S型中型雪上車を使用してきたが、「南極氷床ドーム深層掘削計画」も提言されるなど、調査区域が年々内陸奥地に広がり、より低温性能のよい大型雪上車の開発が要望されていた。そのため、国立極地研究所設営専門委員会に雪上車設計作業委員会を設置して、現有のSM50Sの技術的課題を分析し、この結果を基に新型雪上車の開発を実施した。

この雪上車は国内での試験走行の後、1991年に南極に搬入され、1992年の冬期には南極氷床で走行し、ほぼ予想された性能を発揮した。

1. はじめに

南極観測事業における雪上車は、内陸および海氷の調査活動の足として、また昭和基地の生活維持用、あるいは内陸基地への輸送手段として活用され、その役割を十分に発揮してきた。これらの雪上車はその使用目的によって、これまでさまざまなタイプのものが開発されてきた。使用する場所でおおまかに分けると、内陸氷床上用と海氷用に分けられる。一部の雪

¹ 国立極地研究所. National Institute of Polar Research, 9-10, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173.

² コア総合研究所. Core Corporation Research and Development Institute, 11-1, Minami Kurokawa, Aso-ku, Kawasaki 215.

³ 株式会社大原鉄工所. Ohara Corporation, 8-1, Jooka 2-chome, Nagaoka 940.

上車は両方で使われるものもある。

さて、国立極地研究所は、地球環境変動を解明するため、南極氷床ドーム深層掘削計画を進めている。この計画は、1991年の第32次隊から越冬に必要な物資約270tの輸送を開始し、昭和基地から約1100km離れた氷床上に基地を建設し越冬を開始し、1995年から2年間で約2000m掘削を行い、アイスコアを採取しようというものである。基地が設置される場所の気象環境は、これまで日本南極観測隊が経験したことがないほど厳しく、現有の雪上車の運用は不可能であると判断され、この計画に適応した性能を持つ雪上車の開発が必要となった。また、この計画以外にも日本南極観測隊の調査範囲は内陸奥地に広がっており、現有の雪上車より耐寒性能のよい雪上車が必要とされていた。

国立極地研究所は、この計画が提案された時期の1988年6月に、設営専門委員会機械分科会のなかに雪上車設計作業委員会を設置し、現有雪上車の性能の限界および各構成機器の調査分析を行うことを決めた。その結果は、1989年5月に調査報告書として報告された。作業委員会は、この結果を踏まえ、ただちに本格的な開発に着手することとなった。委員会はシステムの設計、構成要素の試験研究を並行して進め、1990年7月から製造を開始し、1991年2月から3月にかけて走行試験を実施した。この試験結果をもとに2号車を1991年に製作し、1991年11月14日、第33次南極地域観測隊に託し観測船「しらせ」で昭和基地に送り込んだ。

両雪上車は1992年7月から8月にかけて内陸氷床上で走行し、ほぼ予想どおりの性能を発揮した。ここでは現在南極観測隊が使用している雪上車を概観し、この大型雪上車の必要性と開発の経緯について述べる。

2. 日本の南極観測隊の調査範囲

日本の南極観測における内陸氷床での調査範囲は年々広がってきており、1995年からはドーム基地(77°S, 40°E, 3800 m a.s.l.)で越冬が計画されている。第1次南極観測隊以来雪上車は使われてきたが、本格的に内陸氷床で使用されたのは、第7次観測隊から搬入したKD型大型雪上車であった。それ以来「極点調査旅行隊」や「東南極、みずほ高原・エンダービーランド地域の雪氷観測計画」および「東クィーンモードランド雪氷観測計画」などで、調査隊の足としてなくてはならないものとなり、活躍してきた。これまで観測隊が雪上車でトランスした主なルートを図1に示す。なおこの図には80°S以南の地域が省かれてあるが、1968~1969年に行われた極点調査旅行で極点まで走行した実績がある。みずほ基地を中心に東経20~50°の範囲の広い地域で調査活動がなされてきたことがわかる。この図には10m雪温から推定した年平均気温も同時に示されている。この図から、これまで内陸調査旅行がなされてきた地域は、ほぼ年平均気温が-50°C以内であることがわかる。これは現有の雪上車であるSM50Sの運用限界温度が-50°Cであることと一致している。この図はこ

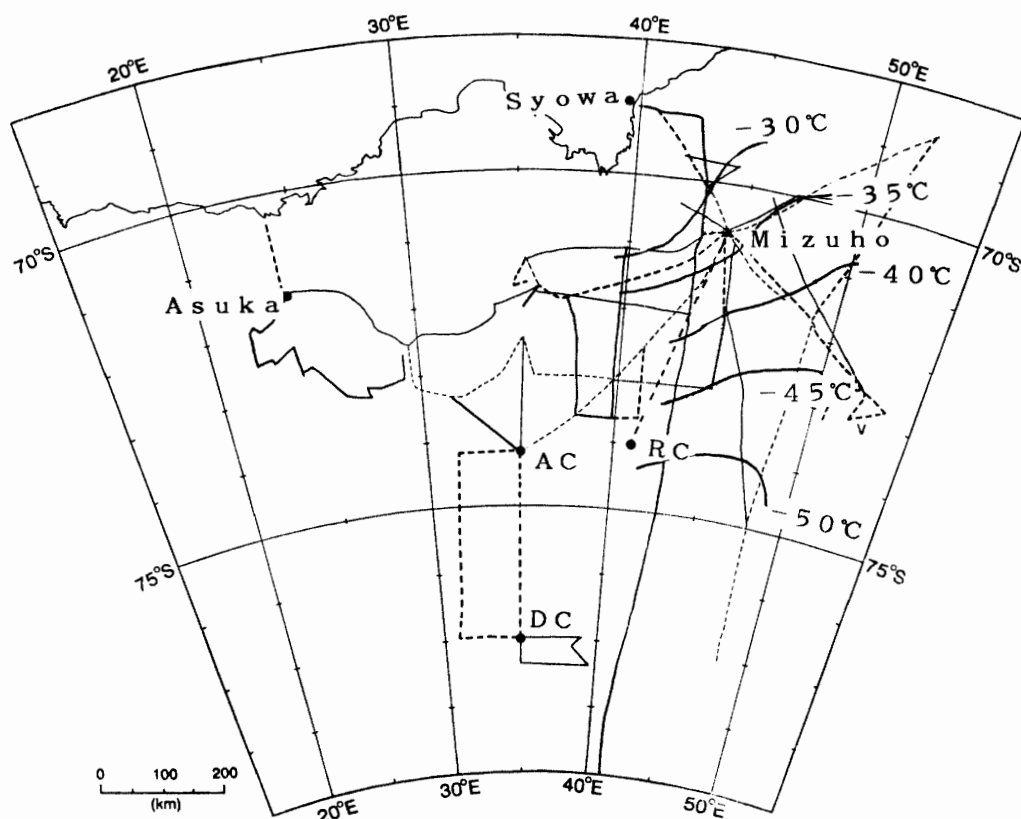


図 1 日本南極地域観測隊の雪上車トラバースルート。DC は建設されるドーム基地の位置で、RC はそこに至る中継点。AC は旧前進基地。

Fig. 1. Traverse routes by snow vehicles of Japanese Antarctic Research Expedition (JARE). DC means "Dome Camp" to be constructed, RC is "Relay Camp" for the "Dome Camp". AC is an old "Advance Camp" on the way to the dome area.

これらの踏査地域よりさらに低温な内陸部で調査旅行を実施するには、 -50°C 以下の耐寒性能を持った雪上車が必要なことを暗示している。

3. 南極観測隊が現在使用している雪上車とけん引用ブルドーザー

内陸調査旅行用雪上車としては、南極点往復調査旅行を行うため、KD60 型雪上車を 1965 年から南極に合計 9 台搬入した。この雪上車は、気温 -60°C 、標高 3800 m でも性能を発揮し活躍したが、1970 年以降、主な観測地域は 73° 以北に限定されるようになったため、重装備のこの雪上車では調査旅行の効率が悪いうえ、ほかに用途がなく製造価格も高価だったので、生産を中止した。それに変わるものとして、防衛庁向けの SM 50 型雪上車を改造した SM50S 型雪上車を使用するようになった(細谷, 1985)。さまざまな用途に対応するため、これより小型の雪上車も製造されてきた。細谷(1985)は、これらの南極の雪上車について型式ごとに性能を示し、用途、低温性能等について詳しく述べた。その後、海氷調査用に SM25 型雪上車が新たに開発され、また、海氷で浮上性がある SM 20 型にも改良が加えられた。

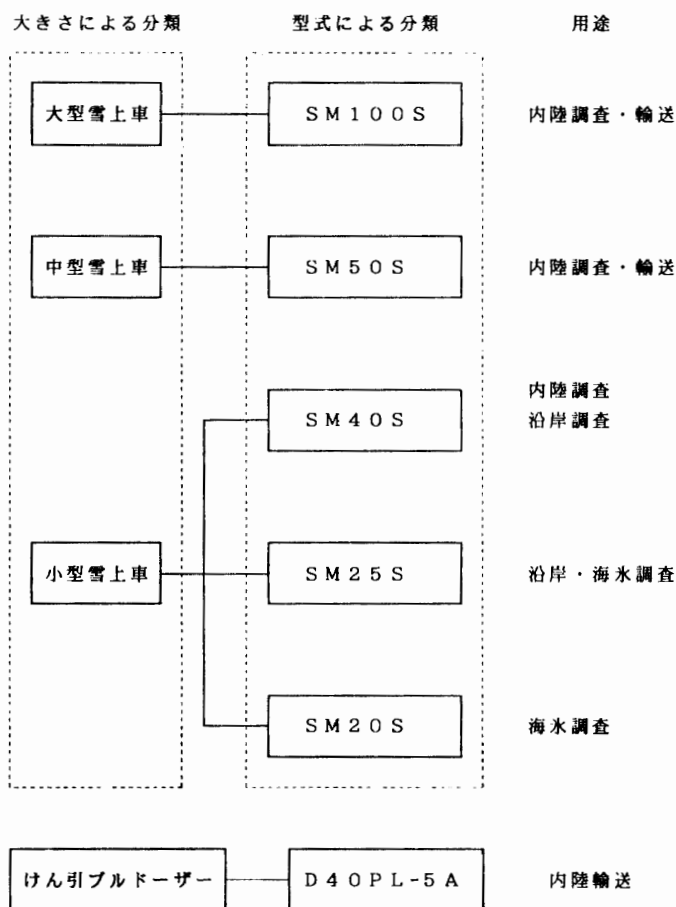


図2 日本隊が使用している雪上車とけん引ブルドーザー
 Fig. 2. Snow vehicles and a tractor operated by JARE.

また、けん引ブルドーザーがドーム計画用に新たに開発された。ここでは、現在各雪上車が南極でどのように使われているかについて概要を述べる。

図2には大きさによる雪上車の分類とそれらの用途及びけん引用ブルドーザーを示す。図3～7に現在使われている雪上車・けん引用ブルドーザーの外観図を示す。また、諸元・性能を表1～5に示す。

1) SM20S 雪上車 (図3, 表1)

海氷調査用の雪上車で、万一海氷を踏み抜いた場合でも海面に浮上できる構造となっている。1974年から1991年(第33次観測隊)までの間に旧式のSM15S型を含めて合計7台搬入された。現在は幌構造から金属製のキャビン構造に改良している。

2) SM25S 雪上車 (図4, 表2)

昭和基地を中心とした沿岸・海氷上の調査および昭和基地周辺の作業に使用する。操作性、耐久性および作業効率の向上を図るため、全油圧駆動方式を採用している。1986年から1991年までの間に5台搬入された。

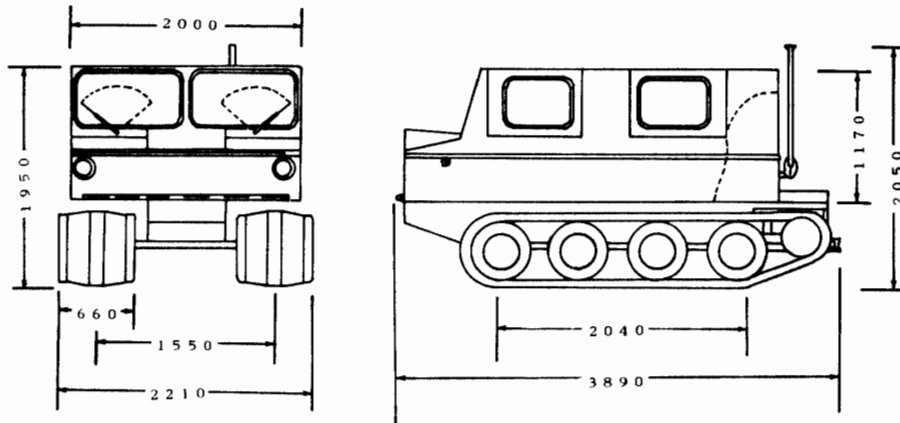


図 3 SM20S 型雪上車 (大原鉄工所製)
Fig. 3. SM20S-type snow vehicle (Ohara Corporation).

表 1 SM20S の性能諸元
Table 1. Specification of SM20S.

項 目			SM20S	項 目			SM20S
寸 法	全 長	mm	3890	性 能	最高速度	km/h	40
	全 幅	mm	2210		ps/t		33.9
	全 高	mm	1950	機 関	名 称	いすゞ 4JB1	
	履帯幅	mm	660		型 式	水冷4サイクルディーゼル	
	履帯中心距離	mm	1550		総排気量	m ^l	2771
	接地長	mm	2040		最高出力	ps/rpm	75/3600
	L/B		1.28		最大トルク	kgm/rpm	17.5/2000
	最低地上高	mm	300		充電発電機	V-A	12-90
重 量	車両重量	kg	1955	始動発電機	kW	2.2	
	最大積載量	kg	2名+150	重 量	kg	235	
	車両総重量	kg	2215	そ の 他	バッテリー	NX-250-12	1個
接地圧 (空)	kg/cm ²	0.073	燃料タンク容量		l	80	
	接地圧 (積)	kg/cm ²	0.082				

3) SM40S 雪上車 (図 5, 表 3)

昭和基地周辺の作業, 沿岸地域およびセールロンダーネ山地の調査旅行に使用している。1980 年から 1991 年までの間に 9 台が搬入された。

4) SM50S 雪上車 (図 6, 表 4)

おもに長期間の内陸調査旅行に使用し, 隊員 4 人の居住能力を持ち, 物資を積載したそり約 10 t をけん引する能力を有している。運用最低気温は -50°C である。オートマチック車も含め, 1976 年から 1991 年までの間に 22 台搬入された。

5) けん引用ブルドーザー (図 7, 表 5)

ドーム基地の輸送用に改造したブルドーザーで, 合計約 27 t のそりをけん引して走行でき

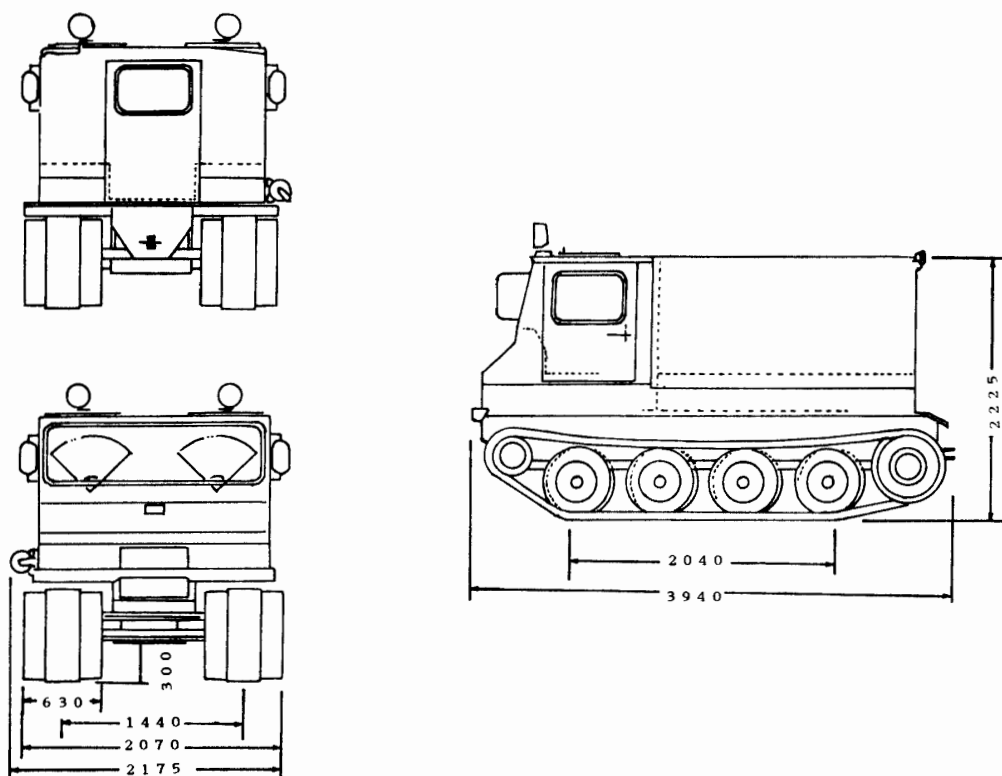


図 4 SM25S 型雪上車 (大原鉄工所製)
Fig. 4. SM25S-type snow vehicle (Ohara Corporation).

表 2 SM25S の性能諸元
Table 2. Specification of SM25S.

項 目		SM25S	項 目	SM25S			
寸 法	全 長	mm	3940	性能	最高速度	km/h	30
	全 幅	mm	2070		ps/t		25
	全 高	mm	2225	機 関	名 称	いすゞ 4JB1	
	履帯幅	mm	630		型 式	水冷 4 サイクルディーゼル	
	履帯中心距離	mm	1440		総排気量	m ³	2771
	接地長	mm	2040		最高出力	ps/rpm	75/3600
	L/B		1.42		最大トルク	kgm/rpm	17.5/2000
	最低地上高	mm	300		充電発電機	V-A	12-50
重 量	車両重量	kg	2500	始動発電機	kW	2.2	
	最大積載量	kg	500	重 量	kg	235	
	車両総重量	kg	3000	そ の 他	バッテリー	NX-250-12	1 個
	接地圧 (空)	kg/cm ²	0.097		燃料タンク容量	l	80
	接地圧 (積)	kg/cm ²	0.117				

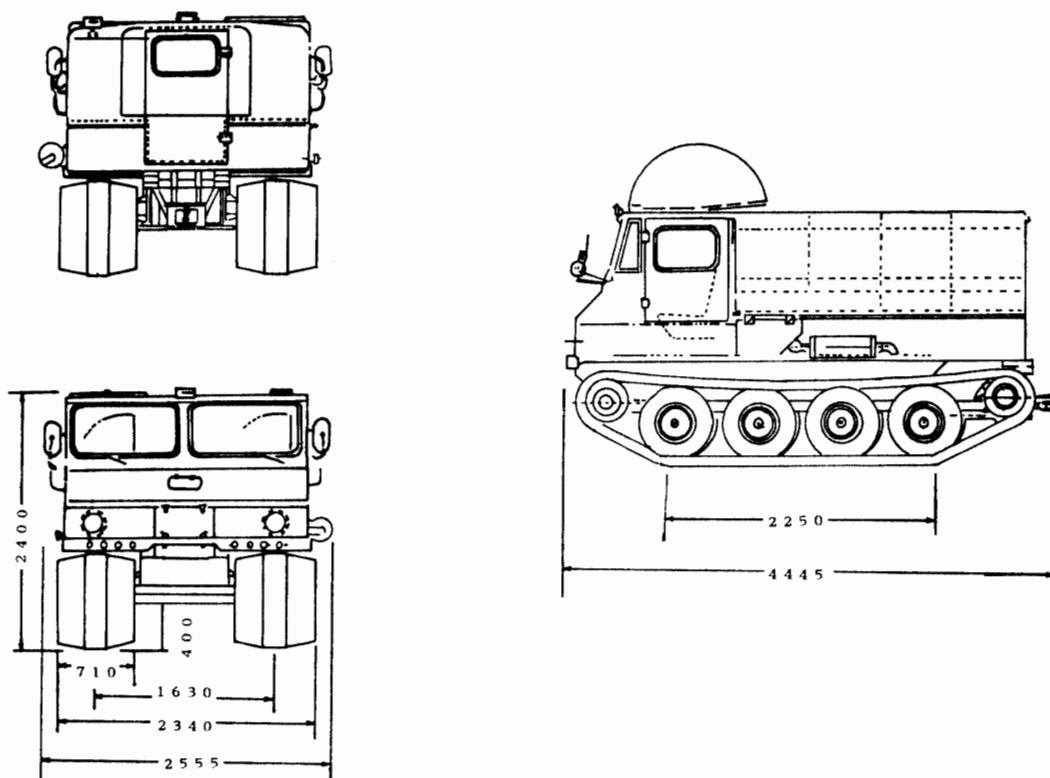


図 5 SM40S 型雪上車 (大原鉄工所製)
Fig. 5. SM40S-type snow vehicle (Ohara Corporation).

表 3 SM40S の性能諸元
Table 3. Specification of SM40S.

項 目		SM40S	項 目		SM40S
寸 法	全 長	mm 4445	性 能	最高速度	km/h 45
	全 幅	mm 2555		ps/t	41.4
	全 高	mm 2400	機 関	名 称	いすゞ 6BD1
	履帯幅	mm 710		型 式	水冷 4 サイクルディーゼル
	履帯中心距離	mm 1630		総排気量	m ^l 5785
	接地長	mm 2250		最高出力	ps/rpm 145/3200
	L/B	1.74		最大トルク	kgm/rpm 37.5/2000
	最低地上高	mm 400		充電発電機	V-A 24-40
重 量	車両重量	kg 3500	始動発電機	kW 4.5	
	最大積載量	kg 500	重 量	kg 450	
	車両総重量	kg 4000	そ の 他	バッテリー	NX-300-15 2 個
	接地圧 (空)	kg/cm ² 0.11		燃料タンク容量	l 120
	接地圧 (積)	kg/cm ² 0.13			

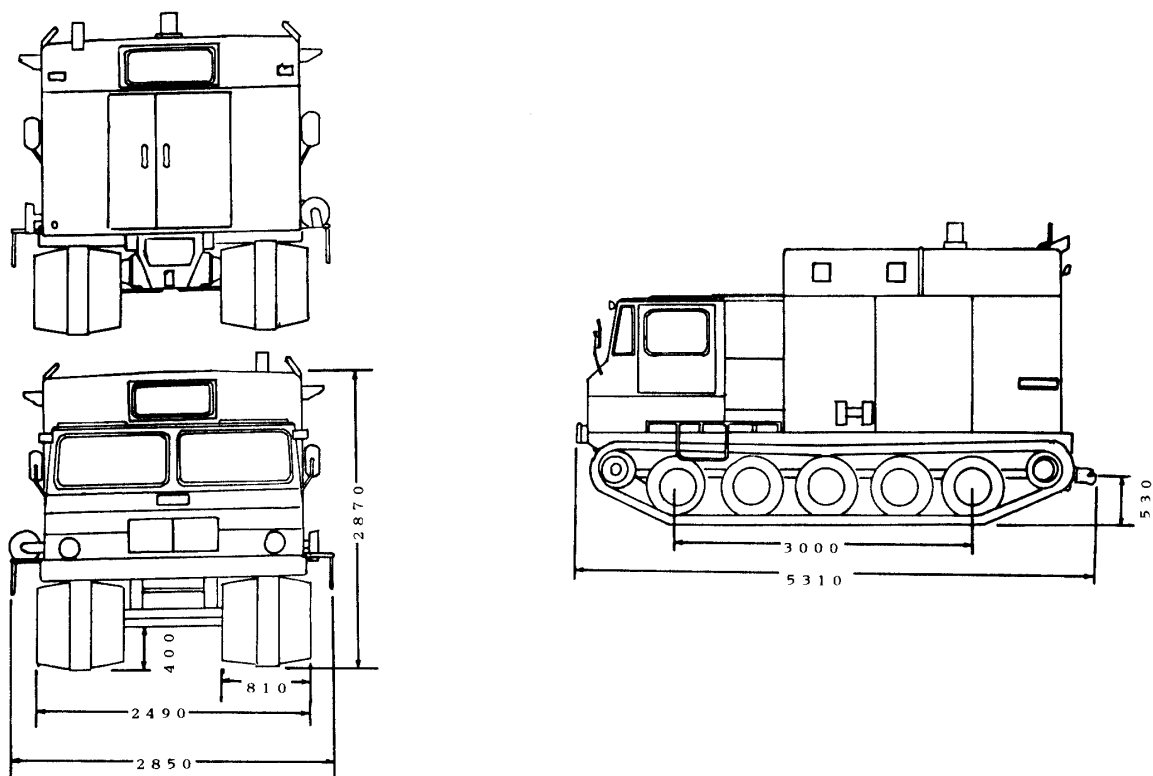


図 6 SM50S 型雪上車 (大原鉄工所製)

Fig. 6. SM50S-type snow vehicle (Ohara Corporation).

表 4 SM50S の性能諸元
Table 4. Specification of SM50S.

項 目			SM50S	項 目			SM50S
寸 法	全 長	mm	5310	性 能	最高速度	km/h	40
	全 幅	mm	2850		ps/t	25.2	
	全 高	mm	2870	機 関	名 称	いすゞ 8PA1	
	履帯幅	mm	810		型 式	水冷 4 サイクルディーゼル	
	履帯中心距離	mm	1680		総排気量	m/	9971
	接地長	mm	3000		最高出力	ps/rpm	156/2400
	L/B		1.86		最大トルク	kgm/rpm	51/1600
	最低地上高	mm	400		充電発電機	V-A	24 90
重 量	車両重量	kg	5700	始動発電機	kW	6	
	最大積載量	kg	550	重 量	kg	850	
	車両総重量	kg	6250	そ の 他	バッテリー	NX-400-20	2 個
	接地圧 (空)	kg/cm ²	0.12		燃料タンク容量	l	150
		接地圧 (積)	kg/cm ²	0.13			

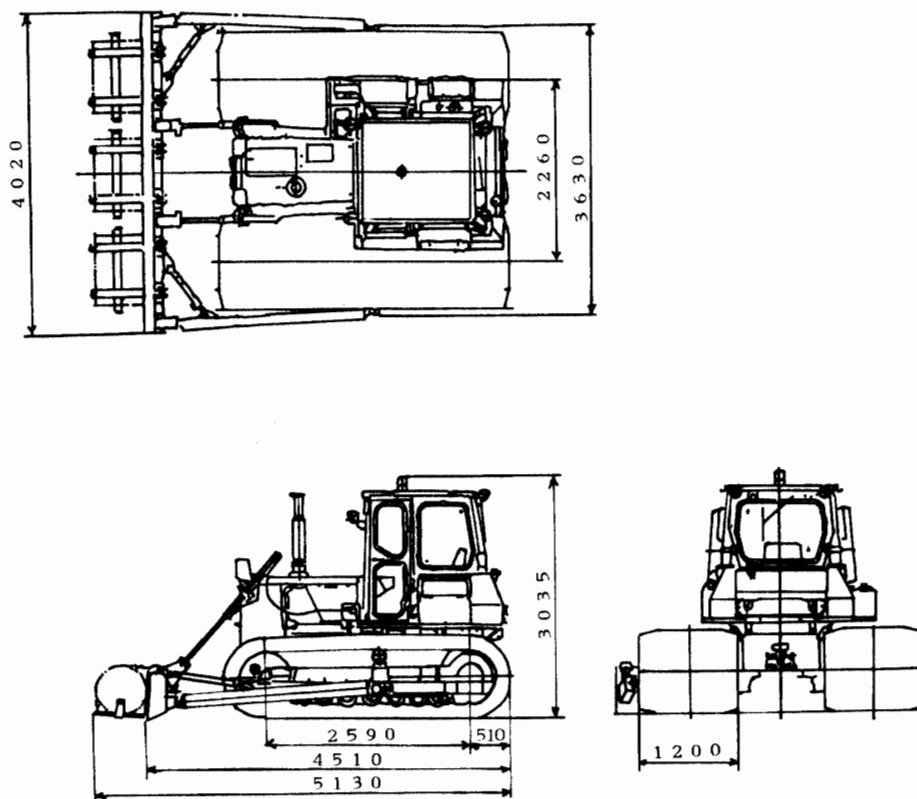


図 7 D40PL-5A 型けん引ブルドーザー (小松製作所製)
 Fig. 7. Tractor (D40PL-5A) (Komatsu Manufacturing Co., Ltd.).

表 5 D40PL-5A の性能諸元
 Table 5. Specification of D40PL-5A.

項 目			D40PL-5A	項 目			D40PL-5A	
寸 法	全 長	mm	5130	性 能	最高速度	km/h	8	
	全 幅	mm	4020		ps/t	7.31		
	全 高	mm	3035	機 関	名 称	小松 S6D105-1 ターボ付		
	履帯幅	mm	1200		型 式	水冷 4 サイクルディーゼル		
	履帯中心距離	mm	2260		総排気量	m ^l	6490	
	接地長	mm	2590		最高出力	ps/rpm	95/2350	
	L/B		1.28		最大トルク	kgm/rpm	37/1300	
	最低地上高	mm	430		充電発電機	V-A	24-50	
重 量	車両重量	kg	13000	始動発電機	kW	7.5		
	最大積載量	kg	1名+600	重 量	kg	862		
	車両総重量	kg	13655	そ の 他	バッテリー	NX-300-15	2 個	
	接地圧 (空)	kg/cm ²	0.21		燃料タンク容量	l	245	
	接地圧 (積)	kg/cm ²	0.22					

る。1990年から1992年まで3台が搬入された。分解して搬入し、現地で組み立てる。運用限界温度は -50°C である。けん引力は優れているが、速度は $3\sim 4\text{ km/h}$ と雪上車に較べて遅く、また、懸架装置もなく居住性も悪い。そのため、輸送専用で調査旅行には使用できない。

以上述べたように低温性能のよい内陸調査用雪上車がなかったので、今回新たに開発する必要があった。

4. 運用地域の環境条件と要求される雪上車の性能

ドーム基地までのルートは図1に示すように昭和基地-(300 km)-みずほ基地-(800 km)-ドーム基地で、片道1100 kmの走行距離がある。ドーム基地への雪上車による輸送は、1~3月および10~12月の期間が予定されている。表6にドーム基地の推定気温を示す。これはプラトー基地の記録(Dec. 1965~Dec. 1968)から 1.6°C 低く推移すると仮定した値である。ドーム基地近傍では11月から2月までの運用を仮定すると、最も条件の悪い11月の日最低月平均気温が -52.4°C であるので、 -60°C まで運用できる雪上車が必要であることがわかる。また、冬期の最低気温の極値は、7月の -87.8°C で、雪上車の保存温度はこの温度以下でなければならない。

表6 ドーム基地の推定気温(単位 $^{\circ}\text{C}$)
Table 6. Estimated air temperature at "Dome Camp".

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
月最高(極値)	-20.0	-26.4	-37.5	-44.3	-40.5	-34.4	-45.5	-42.8	-39.5	-38.7	-28.3	-22.2
日最高月平均	-30.4	-40.1	-53.7	-63.5	-63.4	-66.0	-65.1	-68.4	-60.6	-53.4	-39.6	-27.0
月平均	-35.5	-46.0	-58.8	-67.4	-68.0	-70.5	-69.6	-73.0	-66.6	-61.2	-46.0	-33.8
日最低月平均	-40.5	-52.0	-63.8	-71.4	-72.7	-75.0	-74.4	-77.5	-72.5	-68.8	-52.4	-40.5
月最低(極値)	-50.5	-62.4	-76.9	-79.8	-82.2	-83.8	-87.8	-86.6	-86.0	-81.6	-67.6	-49.4

ドーム基地の年平均気圧は約590 mbと推定される。また、年平均風速は5 m/s程度と推定される。雪面状態は、ドーム基地に近づくほどサスツルギは少なく、風の弱い所では軟雪帯が予想される。

これらの環境条件及び過去に実績のある雪上車の運用形態などから、ドーム用雪上車に要求される性能は、以下のように考えられる。

- ① 運用温度： -60°C
- ② 保存温度： -90°C
- ③ エンジン稼働最低気圧：550 mb
- ④ 雪面状態：軟雪帯，サスツルギに対応できること。
- ⑤ けん引重量：約18 t

- ⑥ 居住能力: 2名の就寝できるベッドがあること.
- ⑦ ナビゲーション設備: 地理的位置が常時確認できる GPS 等の受信設備があること.

5. 開発の経緯

雪上車設計作業委員会(表7)は、当初、雪上車開発経験者である細谷及び喜納、雪上車メーカーの金内及び中島、エンジンメーカーの阿部、極地研の竹内及び石沢の7名でスタートしたが、作業の進展に伴い、鋼材の低温性能が問題となったときには鉄鋼メーカーの作井が、またゴム履帯の可能性を調査する時には、ゴムベルトメーカーの前川が加わった。このメンバーで現用 SM50S の性能を基に技術的課題の分析検討を行った。この結果は 1989 年 5 月に開かれた設営専門委員会に報告書として報告した。

表 7 雪上車設計作業委員会の構成
Table 7. Members of the working group for a new snow vehicle design.

喜 納	淳	雪上車設計作業委員長
		株式会社コア総合研究所
細 谷	昌 之	株式会社大原鉄工所
金 内	賢	株式会社大原鉄工所
中 島	征 志	株式会社大原鉄工所
川 廷	勝 敏	いすゞ自動車株式会社
寺 本	英 一	いすゞ特装開発株式会社
阿 部	喜久男	いすゞ自動車株式会社
前 川	悦 治	バンドー化学株式会社
作 井	新	日本鋼管株式会社
鳥 羽	毅	日本大学理工学部短期大学部
金 子	正 和	日本GMアリソン株式会社
竹 内	貞 男	国立極地研究所
吉 田	治 郎	国立極地研究所
石 沢	賢 二	国立極地研究所

この作業委員会は、この報告をもって当初の目標を達成したが、ドーム基地への輸送および調査旅行に耐える新型の雪上車を開発することを目標に継続することとなった。ここで委員として新たな学識経験者の鳥羽及び自動変速機メーカーの金子を迎えた。また、阿部、石沢は都合で寺本、吉田とそれぞれ交替した。その後寺本は川廷と交替した。その他、必要ときには要素技術関連の専門技術者の協力を得て、また、ユーザーである気水圏グループの意見を聞きながら開発作業を進めた。その成果は 1990 年 2 月に開かれた設営専門委員会機械分科会において経過報告を行った。この分科会で大型雪上車の製造が確認された。それ以降、要素技術の試験研究を進めながらシステムデザインを行った。雪上車の全体構成、装置別設計等は逐次小委員会を開いて作業を進めた。表 8 に開発の主な経過を示す。

1号機は 1990 年 7 月より製造を開始し、1991 年 2 月 9 日に完成した。基本性能試験・積雪地走行試験・分解計測を実施し、その結果を同年 5 月に開かれた機械分科会で報告し、

表 8 開発の主な経過
Table 8. Principal process of the development.

区分	回	期 日	内 容
準備期間	1	1988. 6. 28	雪上車設計作業委員会発足 “東南極内陸ドーム基地”建設を潜在的なターゲットとした雪上車の在りかた, エンジン及び車体についての意見交換
	2	8. 5	現用 SM50S を基にした可能性及びエンジン, 車体の低温・高地性能の調査報告 研究課題の選択審議
	3	9. 29 30	現用 SM50S の騒音測定, 振動伝達の検討 SM50S 構成部品の低温性能の現状と対策方法の検討, エンジンの低温・高地性能検討
	4	11. 2	新型車デザインのための技術分析の項目選定及び方法検討
	5	1989. 1. 17	内陸ドーム基地建設に係る雪上車に要求する条件について事務当局が提示した私案に基づく新型車の低温・高地性能の向上に関する調査結果の審議
	6	3. 24	内陸調査旅行用雪上車の技術的課題の分析, 審議 鋼板の溶接, ゴム系部品の低温性能及び熱源となるヒーターの低温・低圧性についての継続調査を確認
	報告	5. 18	当委員会が調査した内陸調査旅行用雪上車の技術的課題の分析結果について設営専門委員会機械分科会に報告 引き続き委員会を存続することに決定
実施期間	小委員会	1989. 6. 28	雪上車設計作業委員会の今後の進め方の審議 雪上車メーカーが新型車のプロポーザル及び必要な要素技術の試験研究項目を極地研に提案して, これを受けて雪上車設計作業委員会を開催して年度内には成案を得ることとする。
	1	9. 4	ドームオペレーション及び気象環境についてユーザー側が概案説明 新大型雪上車のプロポーザル審議 ヒーター熱源の提案検討
	小委員会	10. 9 10. 24 10. 30 11. 14 11. 22 12. 8	タイヤ等の低温性検討及び試験確認方法協議 トーションバーの低温性検討及び試験確認方法協議 履帯ゴムベルトの低温性検討及び試験確認方法協議 鋼材及び溶接の低温性検討及び試験確認方法協議 エンジンの低温・低圧対策検討及び試験方法協議 ドームオペレーションの実施時期と雪上車開発計画審議各構成要素の試験研究進捗状況及び今後の計画検討 大型雪上車開発計画の概案検討
	2	1990. 2. 2	各構成要素の試験研究経過討議. ゴム部品, 溶接に関し実際に近い試験を追加確認 ヒーターシステムについて別途小委員会を設ける
	報告	2. 16	設営専門委員会機械分科会に経過説明 大型雪上車開発計画説明了承される 研究開発費用について善処方を要望
	3	4. 6	要素技術試験研究中間検討 A/T 搭載の可否に関しユーザーを含めて審議

表 8 (つづき)
Table 8. (Continued)

区分	回	期 日	内 容
実 施 期 間	小委員会	1990. 5. 22 6. 22	トランスミッションの選択について審議 A/T でシステムを構成することを確認
	4	7. 6	構成別要素技術試験研究成果の審議 システムデザイン及び製造については、設計作業委員会に替えて関係者による小委員会方式を採用する
	小委員会	7. 6 11. 2	システムデザイン全般、動力伝達、足回り関係審議 システムデザイン全体リテール、外部熱源暖気システム審議
	5	12. 3	構成別要素技術最終成果について審議 A/T マッチング結果審議 エンジンは低温・低圧状態で 97% の出力を確認 完成車の雪上での走行テストは 1991. 2. 18~3. 9 にわたり実施予定を了承
	報 告	1991. 2. 13	設営専門委員会機械分科会に委員会の作業経過説明
	審 議	2. 25	設営専門委員会機械分科会による走行テストの立会及び中間成果の確認
	製 造		1990. 7 下旬から製造を開始、1991. 2. 9 に完成、1991. 2. 11 から 3. 29 の間、基本性能試験、積雪地走行試験、分解計測を実施 製造、テスト期間及びテスト終了後数日にわたり小委員会を開催して成果の確認及び改造対策、2号車デザイン対策を審議した
	報 告	5. 16	設営専門委員会機械分科会に性能試験結果の概要を報告

作業委員会を解散した。1991 年には 2 号機も完成し 1 号機と共に 1991 年 11 月に南極に向けて観測船「しらせ」に船積みした。

謝 辞

国立極地研究所専門委員会機械分科会会長の甲藤好郎日本大学理工学部教授には、作業委員会の設置からその任務終了まで一貫してご指導を頂きました。川口貞男国立極地研究所企画調整官には、開発の進め方等のご指導と当論文について有益な助言を頂きました。また、技術資料の提供および試験協力については、日本石油、三菱製鋼、日東ゴム、NOK の各メーカーの協力を得ました。あわせて感謝いたします。

文 献

- 細谷昌之 (1985): 南極雪上車について. 南極資料, 84, 26-35.
 SATOW, K. (1978): Distribution of 10 m snow temperatures in Mizuho Plateau. Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue, 7, 63-71.
 WATANABE, O., FUJII, Y., NISHIO, F. and MOTOYAMA, H. (1992): Position, elevation, ice thickness and bedrock elevation of stations along the routes in East Queen Maud Land and Enderby Land, East Antarctica. JARE Data Rep., 180 (Glaciology 19), 143 p.

(1992 年 9 月 14 日受付; 1992 年 9 月 24 日改訂稿受理)