

マクマード基地, アムンゼン・スコット南極点基地 およびスコット基地の設営活動

石沢賢二*

Logistics Activities at McMurdo, Amundsen-Scott South Pole Stations and Scott Base

Kenji ISHIZAWA*

Abstract: In December of 1997 the author visited the U.S. McMurdo and Amundsen-Scott South Pole Stations and New Zealand Scott Base as an Exchange Scientist. The author's investigation was focused on the transportation system, facilities and waste management. The author was surprised to see a working system at the U.S. stations that involved complete division of labor. In addition, he was impressed that they made good use of aircraft and did efficient work in the summer season. There were great differences between Japan and U.S. in management of combustible waste and sewage disposal. The utilization of native characteristics of Antarctica such as water wells, passive solar energy and wind turbines is worthy of note.

要旨: 平成9年度交換科学者として, 1997年12月初めから約2週間, 米国マクマード基地, アムンゼン・スコット南極点基地およびニュージーランドのスコット基地を訪れ, 輸送形態, 設営施設, 廃棄物処理方法などを調査した。米国基地では, 観測と設営の区分はもとより, 詳細な業務に至るまで完全に分業化がなされているのに驚かされた。また, 各基地とも航空機を活用し, 夏期間に活発な活動を行っているのが印象的だった。さらに, 廃棄物処理では, 排水や可燃物処理において日本隊の方法と大きな違いがあった。南極に特有な自然をうまく利用した水の井戸を使った造水や太陽光を利用した暖房, 風力発電機などの設備は注目に値した。

1. はじめに

平成9年度交換科学者として, 1997年12月初めから中旬にかけての約2週間, 米国のマクマード基地, アムンゼン・スコット南極点基地, ニュージーランドのスコット基地を訪れた。それぞれの基地において輸送形態, 設営施設, 廃棄物処理方法などを調査した。

マクマード基地は, 夏期には1000人ほどが滞在する南極で最大の基地であり, あまり大きすぎて昭和基地の設備とは比較にならないが, 建設地の造成や廃棄物処理の方法など, 日本

* 国立極地研究所. National Institute of Polar Research, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173-8515.

隊とは実施方法がずいぶん異なり、考え方の違いに驚いた。南極点基地では施設の建て替えが始まっており、200人ほどが滞在し、観測・設営に活気ある作業を行っていた。造水方法や太陽光を利用した建物の暖房など、内陸基地の設備として参考になるものが多かった。

また、スコット基地は小さいながらも建物や設備とも整っており、コジェネレーションも効率的に行われていて、昭和基地の設備を考える点で参考になった。

本報告では、今回の調査で得られたそれぞれの基地の活動状況と設営設備について現状を紹介する。

2. 米国基地

2.1. 南極観測の概要

2.1.1. 人員

1997-1998年の夏期観測は、①生物学（陸上および海洋）、②海洋と気候システム、③地質学および地球物理学、④雪氷学、⑤高層物理学・天文学の大きな五つのプログラムにより実施されている。これらに関わる研究者、技術者は総勢750人である。また、南極と船舶で行動する人員の総勢は、約3000人で、このうち越冬は250人である。観測に関わる人員の70%と設営担当人員の90%は、ニュージーランドとマクマードを通過して南極に入る。研究者の1/4は南アメリカを経由して南極半島に入り、その他の4%の研究者は、米国南極観測プログラムが所有しない他の観測船で仕事をする（OFFICE of POLAR PROGRAMS, 1997）。

2.1.2. 越冬基地

以下の3カ所で越冬観測を行っているが、活動は夏期に集中しており、日本隊と比較すると越冬隊員の比率は少ない。

- ① **McMurdo**（南緯78度、東経167度）夏期の最大人員約1100人、越冬143人。
- ② **Amundsen-Scott South Pole**（南緯90度）夏期173人、越冬27人。
- ③ **Palmer**（南緯64度）夏期43人、越冬22人。

2.1.3. 主な夏の観測拠点

① **Siple Dome**: 地質、地球物理、雪氷など75人の研究者が滞在。航空機での地球物理観測のベースでもある。

② **Downstream B**: 双発航空機「ツインオッター」の燃料補給基地。

③ **Cape Roberts**: ニュージーランドが主導して行っている国際共同観測で、海面下の土壌コアを採取するための海氷上の基地。筆者が訪れた12月10日には、海氷が薄くなり基地は閉鎖されていた。

④ **Lake Hoare**: マクマードのドライバレーにある長期生態学研究基地で、30人の研究者が滞在する。筆者は12月10日にヘリコプターで訪問し、廃棄物処理や太陽光発電設備を見学した。

2.1.4. 基地運営の組織

(1) 全米科学財団 (NSF (National Science Foundation))

全米科学財団は、1950年に創設された科学の研究・教育を奨励し援助する連邦政府の独立機関で、約1200人のスタッフがいる。その下部組織に、Office of Polar Programs (OPP)があり、米国の南極観測 (U.S. Antarctic Program (USAP)) の運営を行っている。研究および輸送などの設営に係わる全費用の97%の予算を持っている。1997年度の南極予算は、2億2853万ドル (297億890万円) で前年度より2%延びている。それに加えて南極点基地の施設更新のため、7000万ドル (91億円) が計上された (U.S. ANTARCTIC PROGRAM EXTERNAL PANEL, 1997)。

(2) 南極での人員配置

所属の違うさまざまな人々がいるが、大まかに分類すると①NSFの職員、②ASA (Antarctic Support Associates) の社員、③科学者、④NSFのサブコントラクター、⑤軍人関係者である。NSFの職員は数人だけで、設営隊員のほとんどはNSFの主契約会社 (コントラクター) であるASAの社員である。その他に航空機を運用する軍人とその関係者がいる。ニュージーランドのクライストチャーチとマクマード基地の間には、10月から翌年の2月まで航空機が運航しているため (図1参照)、基地の人員配置は毎日変わる。米国の南極観測で特徴的なことは、NSFは、航空機の運航を除く基地運営のほとんどを主契約者であるASAという民間会社に委託していることである。1997年12月10日の場所と活動区分ごとの人員配置表を表1、2にそれぞれ示す。これらの表は毎日更新される。

(3) マクマード基地

基地にはシャレイ (Chalet) と呼ばれる山小屋風の建物があり、飛行機で到着すると全員がここに連れて行かれて、さまざまな説明や注意事項を聞かされる。ここは基地の中核であり、すべての人員の居場所と行動を把握している。ここには、NSFの代表者 (representative)、ASAの主任科学者などが滞在している。また、基地を運営している人として基地管理者 (station manager) というNSFの職員がいるが、代表者より格付けは下のようだ。

(4) アムンゼン・スコット南極点基地

全隊員約190人の内、科学者は50人で、その他は設営隊員である。設営隊員のほとんどはASAの社員だが、正社員は12人に過ぎない。NSFの職員は2人おり、一人は科学者で Scientific Representative と呼ばれるが、常時滞在しているわけではない。もう一人は、基地のオペレーション・メンテナンス・マネジャーで、新基地建設のマネジャーも兼ねている。ASAの責任者はエリア・マネジャー (Area Manager) と呼ばれ、基地全体の実質的な調整役である。

(5) ASA (Antarctic Support Associates)

南極の運営のために1989年に設立した会社で、Holmes & Narver Services Inc. と EG & G



図 1 マクマードおよびアムンゼン・スコット基地の位置と飛行経路

Fig. 1. Map showing the route between New Zealand and Antarctica, and the locations of McMurdo and Amundsen-Scott South Pole Stations.

Inc. のジョイントベンチャーである。1990年に NSF と契約し、南極の設営運営を任されている。当初の契約は 6 年間で、最長 10 年まで契約延長ができる。今回の契約の期限は 2000 年の 3 月 31 日である。1970 年代は Holmes & Narver Services Inc., 80 年代は ITT/Antarctic Service が行っていた。本社はデンヴァーにあり、職員は 200 人で、そのうちの数十人は南極で仕事をする。2-14 カ月契約の臨時職員を約 700 人雇っている。NSF は、毎年、この会社の基地運営状況を調べ、スコアを付けて評価する。

2.2. 船 船

① RV NATHANIEL B. PALMER

1992 年に建造した長さ 94 m の砕氷船で、年間を通じて南氷洋の調査を行っている。ASA がルイジアナの Edison-Chouest Offshore of Galliano から長期間チャーターしている。ice-class は ABS-A2 (アメリカ船級協会による貨物船の砕氷船級で最も能力が高いクラス) で、90 cm 厚の氷を 3 ノットで砕氷し航行できる。20-24 人のクルーと 39 人の科学者が乗船できる。

表 1 南極各地で働く隊員の集計表

Table 1. A daily work attendance report by location.

1997年12月10日

	NSF	ASA	科学者	ビジター	その他	軍士官	下士官	ニュージーランド 軍人	合計
McMurdo	7	539	94	4	77	57	186	22	986
Allan Hills			8						8
Beardmore Gl.									0
Black Island		6			1				7
Downstream B		6							6
Dry Valleys		1	22						23
Marble Point		3							3
Mount Butters									0
Roosevelt Island			5						5
Shackleton Gl.			4		1				5
Siple Dome		11	44						56
South Pole	2	127	47	2	5				183
Terra Nova Bay									0
Vostok Station			13						13
AGO 1		3							3
Field Camps									0
Other (Cape Roberts)		1	1						2
合計	9	697	238	6	87	57	186	22	1302

表 2 活動区分による集計表

Table 2. A daily work attendance report by activity.

1997年12月10日

	一般従事者	科学者	ビジター	その他	軍士官	下士官	ニュージーランド 軍人	合計
ASA	697			25				722
NSF	9	238	6	19				272
NSFA					2	1		3
NYANG					17	50		67
SPAWAR	42			1				43
USAF								0
USCG								0
VXE-6					38	135		173
KiwiCargo							22	22
RNZAF								0
合計	748	238	6	45	57	186	22	1302

② RV LAURENCE M. GOULD

RV POLAR DUKE (1984-1997) に代わって 1997 年に新造した長さ 71 m の耐氷船で、年間を通した海洋調査とパーマー基地の輸送を担当している。1997 年 12 月から 1998 年 6 月までの間に 4 回の観測航海と 7 回の輸送航海を計画している。ice-class は ABS-A1 (A2 より 1 ランク下のクラス) である。

③ POLAR STAR

U.S. Coast Guard 所属の長さ 122 m の砕氷船で、毎年 1 月～2 月に海水縁とマクマード基地間の水路 (約 15 マイル) を開く任務を負っている。また、夏期観測のサポートと、ヘリコプターの給油地点であるマーブルポイント (マクマード基地から約 45 マイル) への油補給も行う。1 月初旬にマクマード基地に到着する。

④ MATTHIESEN

Military Sealift Command (米海軍軍事海上輸送部) がチャーターしたタンカーで、年に 1 度、1 月末にマクマード基地に約 600 万ガロン (22710 kJ) の燃料を補給する。

⑤ GREEN WAVE

Military Sealift Command がチャーターした貨物船。年に 1 回、2 月初旬にマクマード基地に貨物を輸送し、帰路に廃棄物を持ち帰る。

2.3. 航空機

航空機の運航は、これまで海軍が担当してきたが、1998-1999 年のシーズンの運航終了とともに、海軍は南極から撤退し、1999-2000 年のシーズンからは、空軍が運航を担当することとなっている。1997-1998 年のシーズンの米国隊に関連した航空機を表 3 に示す。

2.3.1. 航空機の運航

(1) LC-130

南極内での LC-130 の運航は、アムンゼン・スコット南極点基地 (マクマード基地から 1357km) などの観測拠点に 342 往復 (表 4, 図 2) が計画された。また、クライストチャーチ・マクマード間 (3814 km) のインターコンチネンタルフライトは、C-130, LC-130, C-141, C-5 をすべて合わせて 115 往復であった。LC-130 は、40×40×10 ft (12.2×4.53×4.53 m) の貨物室を持ち、マクマード基地から南極点基地まで、往復燃料を積んで 12.2 トンの貨物を運べる能力がある。10 月 17 日頃に第 1 便がマクマード基地に到着し、南極点には 10 月 27 日に最初の便が飛ぶ。これ以降、本格的な運航が始まり、2 月 21 日がシーズン最後のフライトとなる。

LC-130 の乗組員は、コックピットに 5 人 (正副操縦士, ナビゲーター, 機関士など) と航空士 2 人の 7 人ほどである。彼ら軍人は航空機から荷物を出すまでが仕事で、荷積み・荷下ろしをするのは ASA の職員である。

表 3 米国隊に関連した航空機 (1997/98)
Table 3. Aircraft related to USAP in the 1997/98 season.

種類	機種	機数	備考
大型輸送機	LC-130	5	NSF が所有し, VXE-6 (海軍航空隊) が運用
	LC-130	1	NSF が所有し, Air National Guard ⁽¹⁾ が運用
	LC-130	3	Air National Guard が所有し, 運用
ヘリコプター	AS/350B2 "A-Stars"	3	Petroleum Helicopters Incorporated からウエットチャーター
	Bell 212 "Huey"	1	"
小型輸送機	ツインオッター	2	カナダの Kenn Borek Air からウエットチャーター
大型輸送機	C-5		10月にNZ-McMurdo間を運航した。(Air Mobility Command ⁽²⁾ がチャーター)マクマード基地まで5時間かかる。
大型輸送機	C-141		(Air Mobility Commandがチャーター) マクマード基地まで5時間かかる。 <ul style="list-style-type: none"> ・1997年3月: 夏隊の最終ピックアップで1フライト (ペガサス裸氷滑走路を使用) ・1997年6月: マクマード基地から心臓病患者を移送するための緊急フライト (ペガサス裸氷滑走路を使用) ・1997年8月: 4回の冬期飛行(ペガサス裸氷滑走路を使用) ・1997年10~11月中旬: ニュージーランド~マクマード間を21回飛行した。(海水滑走路を使用)
大型輸送機	C-130		RNZAF (ニュージーランド空軍) の航空機で11月, 12月, 2月にクライストチャーチ~マクマード間を12往復する。すべて車輪で運航する。
大型輸送機	C-130		イタリア空軍がクライストチャーチ~マクマード間を年間3往復。すべて車輪で運航する。
ヘリコプター	USCG HH-65	2	砕氷船 Polar Star に搭載

⁽¹⁾ 州空軍, 米国の特定の州に配備されている空軍の補助組織。有事には大統領の命令により正規軍の一部として作戦する。今回, マクマード基地と極点基地で運航していた航空機には, [New York Air Guard] と書かれてあった。

⁽²⁾ 空挺団

(2) ヘリコプター

海軍が南極から撤退することにより, 1996年からルイジアナに本拠地を持つ民間の航空会社である PHI (Petroleum Helicopters Inc.) と契約を取り交わした。C-5 大型輸送機でマクマード基地まで機体を運搬する。以前は海軍の Huey 6 機を運航していたが, その時に比べ人員は 52 人から 12 人に減り, 経費は 6 億 5 千万円から 3 億 2500 万円になった (運航時間は 1800 時間)。また, ドライバレーに近いマーブルポイントの給油基地を利用することにより, ドライバレーへの運航の効率が格段に向上した。この給油基地には夏期に 3 人が常駐しており, 燃料は, 年 1 回砕氷船 (Polar Star) が来て金属タンクに補給する。なお, 1997/98 年に計画された総飛行時間は 2131 時間である。

表 4 LC-130 輸送機とツインオッターが補給する観測拠点

Table 4. LC-130 and Twin Otter supported sites.

LC-130 supported sites		Twin Otter supported sites	
Site	Coordinates	Site	Coordinates
Beardmore Glacier	84°00'S, 164° 5'E	Allan Hills	76°43'S, 159°32'E
Byrd Surface	80°05'S, 119°32'W	Cape Washington	74°39'S, 165°25'E
Churchill Mountains	81°23'S, 158° 8'E	Foggy Bottom	84°36'S, 162°12'E
Downstream "B"	84° 1'S, 155°00'W	Goodwin Nunatak	84°38'S, 161°31'E
Ford Range	76°00'S, 145°00'W	Kitching Ridge	85° 9'S, 177° 9'W
Inland "C"	81° 8'S, 121°00'W	Macalpine Hills	84°13'S, 16°30'E
Patriot Hills	80°16'S, 81°16'W	Mt. Butters	84° 5'S, 177° 9'W
Roosevelt Island	79° 7'S, 160°00'W	Terra Nova Bay	74°31'S, 167°57'E
Shackleton Glacier	85° 6'S, 175°00'W	Willett Range	77°15'S, 160°30'E
Siple Dome	81°39'S, 149°04'W	AGO 4	82°S, 96°47'E
Skelton Neve	78°20'S, 159°30'E		
Taylor Dome	77°48'S, 158°45'E		
Vostok	78°28'S, 106°48'E		
South Pole	90°00'S, 00°00'W		
AGO 1	83°50'S, 129°34'E		
AGO 2	85°40'S, 46°23'W		
AGO 3	82°45'S, 28°35'E		
AGO 5	77°14'S, 123°30'E		
AGO 6	69°30'S, 130°01'E		

ヘリコプターの搭乗客は、当日に野外トレーニングセンターに行き、ヘリの安全に関する約20分のビデオを見なければならない。また、ヘルメットの装着法などの講義を受ける必要がある。

(3) ツインオッター

2機の航空機が南米、南極半島、南極点を經由してマクマード基地まで飛行する。南極点には11月4日に着き、次の日にはマクマード基地に到着する。南極で野外観測支援を実施した後、1月25日に南極大陸を離れる。

2.3.2. 滑走路

(1) マクマード基地

車輪用の滑走路2カ所とスキー用滑走路1カ所があり(図3参照)、季節により使い分けて使用する。スキーを装着すると搭載重量が3.6トンも落ちるので、できるだけ車輪で離着陸するようにしている。

車輪用滑走路

① マクマード・サウンド (McMurdo Sound): 1年氷の海水上にあり、10月1日~12月初旬まで使用する。12月に入ると海水表面に池ができて使用できなくなる。滑走路のメンテ



図 2 LC-130 輸送機の離着陸地点
 Fig. 2. Landing sites of LC-130.

ランスとしては、海氷にスクレーパーをかけるのは年 1 回だけで、雪が積もったらスノーブローアを使って除雪する。

② ペガサス (Pegasus): マクマード基地から直線で 12km 離れたロス棚氷の裸氷地帯にある。完全なブルーアイスではなく、ホワイトアイスと呼ばれる雪氷の消耗域に位置する。1 月中旬から 2 月末まで使用する。夏期には滑走路に 15-20 cm の雪をかけて日射による融解を防ぐ必要がある。また、ここは冬期にも使用できる (BLAISDELL *et al.*, 1994)。

スキー用滑走路

ウィリアムズ・フィールド (Williams Field): 海氷滑走路から約 6 マイル (マクマードから 10 マイル) 離れたロス棚氷上の雪面をならした滑走路で、海氷滑走路が使えなくなる 12 月初旬から使用する。1 年を通して使用できる。1997/98 シーズンは 12 月 6 日から使用した。約 20 棟もある施設の移動は、ブルドーザでけん引し 1 日で完了する。基地から滑走路までは燃料パイプラインを延ばして、金属タンクに一旦貯油した後、航空機に給油する。ここで働く約 150 人は、以前は滑走路内の施設に宿泊していたが、現在はマクマード基地から毎日通っている。また、さまざまな機器を使って、表面の雪 15-30 cm を圧密し、滑走路を作る。

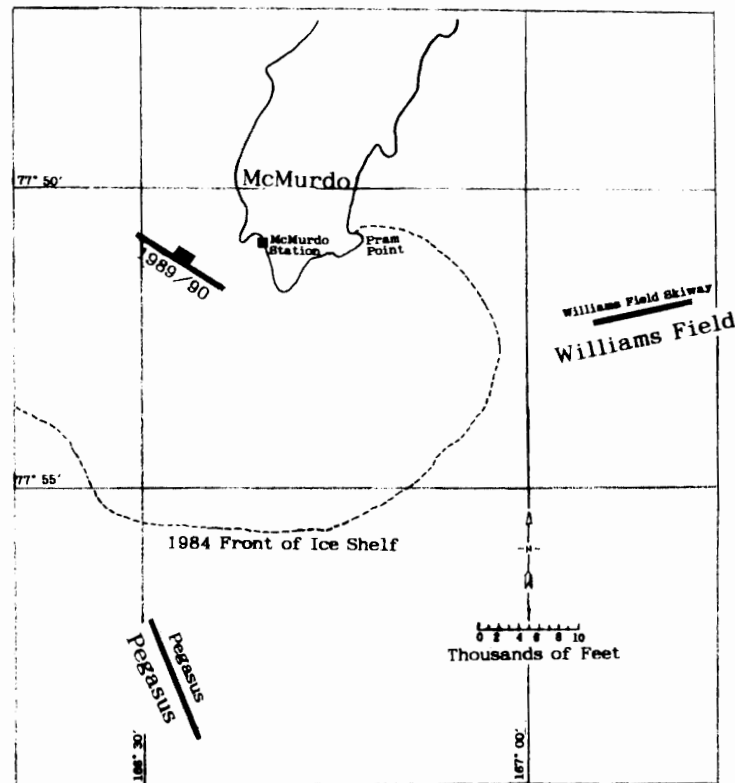


図 3 マクマード基地周辺の滑走路
Fig. 3. Airfields near McMurdo Station.

これに要する人員は約 20 人である。

基地から滑走路までは、トラックで行き来するが、雪面を融雪から守るため、雪の道路に入る時は手前でタイヤの泥を落とさなければならない。また、この雪上の道路は 3-4 コースあり、通常は 1 コースだけを使い、他のコースは予備としている。雪面上を延々と給油ホースが延びている。滑走路付近に金属タンクが数基あり、このタンクから航空機に給油する。

(2) アムンゼン・スコット南極点基地

長さ約 4200m の雪上滑走路があり、LC-130 とツインオッターが使用する。雪面を整地する道具は、大まかに次の 3 種類があり、いずれもブルドーザでけん引して使う。

① スノープレーン (snow plane): 長いスパンの凹凸を削るために使う物で、シーズンの始めに 2~3 回実施する。

② ドラッグ (drag): 最終的に雪面をきれいに整地する道具で、2 週間に 1 回程度使用する。

③ ローラー (roller): 気温の高い時に雪面の密度を増すための装置で、内部にエチレングリコールの不凍液を入れて約 70 トンの重さにし、雪面上を転がす。しかし、これはめったに使わない。

2.4. 環境保全・消防・医療

2.4.1. マクマード基地

(1) 組織と人員

ASA の組織の中で、Safety, Environment and Health Division (SEH) が担当しており、この部門は、さらに安全、医療、消防、環境、廃棄物処理の 5 部署に分かれる (図 4)。廃棄物処理部門はさらに固体廃棄物と有害廃棄物に分かれる。また、廃棄物処理部門は油漏洩 (オイルスピル) への対応も兼ねている (ANTARCTIC SUPPORT ASSOCIATES, 1993)。それぞれの部門の業務と担当者数は以下の通りである。

安全部門: 建築作業等の労働管理を行う。米国内の規則に従って作業を行うことを基本としている。夏期に 2 人滞在。

医療部門: 医療業務。夏 10 人, 冬 3 人。

消防部門: 消防と救急業務。夏 43 人, 冬 12 人。

環境部門: 飲料水や、かつて油漏洩を起こした場所の水と土壌の検査、環境に配慮した作業の指導などをする。夏 4 人。

廃棄物処理部門: そのなかの管理部門には夏に 4 人が滞在する。

固体廃棄物: 夏 12 人, 冬 2 人。

有害廃棄物: 夏 4 人, 冬 1 人。

油漏洩対策: 固体廃棄物と有害廃棄物の人員が兼務する。

(2) 汚水処理

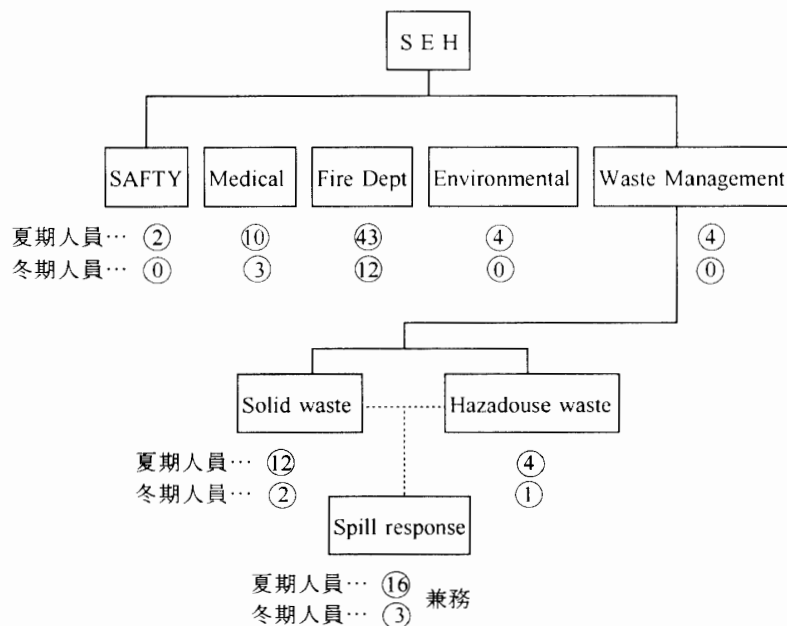


図 4 SEH (Safety, Environment and Health) の組織と人員
 Fig. 4. The organization and personnel of SEH (Safety, Environment and Health).

各建物から出る排水は、断熱保温した配管で最終的に1カ所に集め、建物内に設置した高速カッターで粉碎した後、海洋投棄される。基地全体が傾斜した土地にあるため、各排水管は海まで緩やかな勾配をもって設置されている。海洋投棄場所の配管を波浪から守るために、配水管が海に落ちる所には、小規模な防波堤が設置してある。汚水処理はいっさい行っておらず、建築計画もない。排水管には、逆浸透膜を通した後の濃縮水、生物研究用水槽(aquarium)用に常時汲み上げている海水、および生活排水が流れ込み、その全量は1800 kJ/dayにも達する。そのため、汚水は十分薄められて海に排出されていると担当者は強調していた。この排水の水質検査は年に3回程実施しているが、決まった規制値はない。海水の取水地と排水している場所は約300m程離れている。

排水管は、直径6インチ(152.4mm)で、その外側にヒーターを通し、さらに厚さ4インチ(101.6mm)の断熱材で覆ったパイプである。管の周囲はアルミニウムで保護してある。

(3) 生ゴミや不燃物

過去3年間で9500トンの不要物を南極から撤去した。そのうち6000トンの不燃物と460トンの危険物、570トンのタイヤなどは本国でリサイクルに回した。その他のゴミは、持ち帰った後、焼却や埋め立てで処分した。また、過去の大量のゴミは現地で埋め立て処分されており、全部持ち帰り処理すれば40年もかかるという。

生ゴミや不燃物はすべて持ち帰ることにしている。生ゴミは冷凍機付き20ftコンテナ(年間5~6台)に入れて持ち帰る。また、不燃物もすべて持ち帰る。生ゴミの中にはニュージーランドで調達した果物や野菜が含まれているため、本国の農水省の管轄のもと、焼却処分する。基地内には、広大な処理場があり、建物内には、ダンボールの減容機などの設備がある。廃棄物の内、廃油は基地内でリサイクルして利用し、燃料(JP-5)と混合して暖房に使用している。将来は、廃木材をチップにし暖房に利用する計画がある。これを実施すると17kJ/年の燃料節約になる。

(4) 焼却炉

過去に使っていた焼却炉棟は、アイスピア(氷の岸壁)の近くに建っているが、現在はまったく使用していない。その理由は、全廃棄物の中で可燃物が占める容積が7%しかないことがわかり、すべての廃棄物を持ち帰り処理することにしたためである。

(5) 油漏洩(オイルスピル)対策

マクマード基地には、2000-3000 kJの金属タンクが17基(総量32900 kJ)あり、JP-5(ジェット燃料)を30000 kJとガソリンを400 kJ保有している。金属タンクは老朽化しているので、現在毎年2基ずつ更新している。タンクは耐寒性スチール製のシングルハルである。タンクの周囲を防油堤で囲み、タンクの底および防油堤の表面に2.5 mm厚のプラスチックシートを敷き、オイルスピルがあった時、周囲に油が拡散しないようにしている。また、フランジ継ぎ手のパッキンの不具合による漏洩を防ぐため、パイプラインの接合部を溶接継ぎ

手に交換する工事を進めている。

油漏洩時の緊急対応のために廃棄物処理部門の16人で班を組織し、1週間交代で対処する。漏洩量が20kl以内なら基地で対処し、それ以上なら本国に救援を依頼する。

(6) 医療

1996/97年のシーズンまでは海軍が担当していたが、1997/98年のシーズンよりASAが受け持つことになった。スタッフは、医師1、看護婦2、歯科医1、X線技師1、ラボラトリ技師1、フィジカルセラピスト1などで構成されている。越冬中は3人で運営する。遠隔医療装置があり、衛星回線を通して専門医に連絡できる。手術室もあるが夏期には航空便が多くあるため、重患者はニュージーランドに移送する。

(7) 消防

24時間ワッチ態勢で実施している。基地に9人、滑走路に6人の態勢で常駐し、全要員は、夏期の43人と越冬時の12人である。車庫には40klの水タンクを持つ消防車3台が2分以内に現場に到着できるように待機している。さらに救急車もあり電話一本で駆けつける。40klの水タンクは、基地で最も大きい建物である食堂を消火できる水量である。

2.4.2. アムンゼン・スコット南極点基地

金属ドームの内部及び夏期隊員宿舎の前の雪面には、大きなダンボールが多数置いてあり、約20種類に分別してゴミを入れる。このダンボールは廃棄物専用の特注で作ったもので、パレットに乗せてあり、上部には木の枠をはめて廃棄物の種類を文字で表示してある。また、各建物の前室などには、分別ゴミの缶がある。これらのゴミは、航空機ですべて持ち帰る。また、雪面に燃料などをこぼした時には、汚染した雪を空ドラム缶に入れていた。南極点基地には、95klピロータンクが雪面下に9基設置してある。油漏洩の危険性が高いので、将来ダブルハルの金属タンクに更新する予定である。

医務室には、ドクター1人と看護婦1人が勤務している。マクマード基地と異なり、専門の消防士はいない。火災警報がなると、設営隊員の一部の人がものすごい勢いで現場に急行する。

2.4.3. 野外観測拠点

(1) ドライバレーの Lake Hoare

観測拠点をヘリコプターで訪れた。ここは山岳氷河の末端の露岩地帯に位置する。10人ほどの研究者が滞在しており、4棟ほどのプレハブ小屋がある。トイレはプロパンガスを燃料とした焼却式トイレで、灰は持ち帰る。能力は、15回使って4時間燃焼しなければならない。プロパンガスは、低温になると気化しにくくなるため、ボンベ貯蔵庫のドアを透明なプラスチック製にして太陽光で暖房している(建築の項参照)。また、汚水の蒸発装置などもあるがうまく行かず、ドラム缶に貯めていた。シャワーは週1回使用しており、黒いバックに水を入れて外に置き、暖めから、室内で天井からつるして使う。燃料ドラムの下には油漏洩防止

用のパレットやシートなどの油受けがある。

(2) マーブルポイント (Marble Point)

ヘリコプターの燃料基地で3人が常駐している。6基の金属製燃料タンクがある。飲料水は氷河末端の氷を造水槽に入れて溶かしている。生活排水はドラム缶に入れ、灯油バーナーで加熱し蒸発させていた。また、汚物はドラム缶に入れる。この場所は、かつて陸上滑走路も計画された平坦なところで、マクマード基地の移転先の候補地であったが、移転作業が大変なことから断念したところである。

(3) ウィリアムズ・フィールド (Williams Field)

ロス棚氷にある雪上滑走路で、20棟ほどのそり付き建物がある。電気も水もここで作り、排水は雪面に穴を掘って流し込んでいる。

(4) 野外訓練地

ウィリアムズ・フィールドに近いロス棚氷にある。トイレは雪面に穴を掘って小屋がけした簡単なもので、ここに貯めておく。この小屋の木製壁は黒く塗ってあり、太陽光を受けて内部は暖かい(建築の項参照)。

2.5. 発電及びコジェネレーション

2.5.1. マクマード基地

マクマード基地には、850kW ディーゼル発電機6基が設置してあり、常時3台で運用している。平均電力は、2000kWである。コジェネレーション(電熱併給)は行っていない。排気管は昭和基地のような集合煙突ではなく、各々独立している。

2.5.2. アムンゼン・スコット南極点基地

420kW 発電機がコルゲートアーチ内の発電機室に3基設置してあり、出力は、電圧208V、60Hz、平均電力は340kWである。並列運転も可能だが、普通は1基運転である。冷却水熱、排気熱ともに利用しており、ドーム内部の造水・暖房に利用している。夏期宿舎には、一旦昇圧して送電している。夏期宿舎の近くには非常発電棟があり、100kW 発電機2台とボイラーが設置されている。発電機は常時暖房してあり、直ちに始動できる態勢にある。越冬中の機械隊員は、車両担当1名、発電機エンジン担当1名、暖房・空調担当1名、電気担当1名の4人で構成される。

基地の建て替えが終了した時には、新発電機は750kW 3台と250kW 1台になり、最大1MWまで供給できるようになる。

2.6. 燃料

2.6.1. マクマード基地

これまでは低温性能のいいJP-8を使用していたが、1997/98年のシーズンからやや低温性

能は落ちるが安価な JP-5 に切り替えた。古いタンクの更新が進められており、200 万ガロン (7570 kl) タンク 4 基を 1999 年までに完成する予定である。マクマード基地と南極点基地で 1 年間に使用する燃料は、約 28000 kl である。これらの燃料はすべてタンカーで運ぶが、タンカーからの燃料荷降ろしに約 4 日を要する。

2.6.2. アムンゼン・スコット南極点基地

基地の発電機に使用する燃料は、LC-130 で使用するものと同じ JP-8 であるので、航空機の貨物重量が少ないとき、翼のタンクからホースを延ばし基地のタンクに補給する。地上には給油ポンプと油水分離フィルターを備えた小屋と 38 kl (1 万ガロン) 金属タンクがある。基地には給油係り専門の人がおり、航空機へのアース接続、ホースの展張、ディーゼルエンジン付きポンプの操作などを行う。ポンプ小屋の表面が黒く塗ってあり、室内を暖房している。また、地上の金属タンクからツインオッターなどの航空機へ補給することもある。この時は必ずフィルターを通す。JP-8 の流動点は -65°C で、冬期には凍結するため、発電棟の小出しタンクと貯油タンク (ピロータンクとは言わずブラダー (Bladder) と呼ぶ) 間を常時ポンプで循環させて凍結を防いでいる。25000 ガロン (94.6 kl) 貯油タンク 9 基がコルゲート鉄板アーチの内部に設置してある。年間の消費量は約 800 kl である。ブラダータンクはオイルスピルの危険があるのでダブルハルの金属タンクに更新する予定である。

ガソリンはドラム缶で運び、スノーモビルとハーマンネルソンに使用する。スノーモビルは分離給油方式ではなく、40:1 の比率の混合油を使用する。

2.7. 給排水

2.7.1. マクマード基地

1994 年に造水方式を新しいシステムに変更した。この設備に要した費用は、約 1 億 3000 万円で、1 ガロンあたりの造水コストは、7 セントである。それまでは海水を蒸留して真水を得ていたが、新方式は逆浸透法である。蒸留法の設備費は、約 2 億 1500 万円で、造水コストは 14 円だった。新方式では、海水をポンプアップして発電棟横の造水プラントに送る。造水プラントの建物の中には大きな水槽が何基か有り、各建物にポンプアップする。給水管の口径は 6 インチで、ヒータと断熱材で保温している。造水能力は、約 454 kl/day であるが、現在の使用量は、約 238 kl/day である。排水は、各建物から排水管に集積し最終的に高速ミキサーにかけ海洋投棄する。

2.7.2. アムンゼン・スコット南極点基地

(1) 造水

ドームから 300 m 程離れているところに井戸小屋があり、この下にロドリゲス井戸 (図 5) を掘って飲料水にしている。井戸の中には水中ポンプがあり、井戸の中の水 (3.3°C) を汲み上げ、エンジンの廃熱を利用して加熱し、井戸の中に戻してやる。飲料水に係わる 1 次側熱

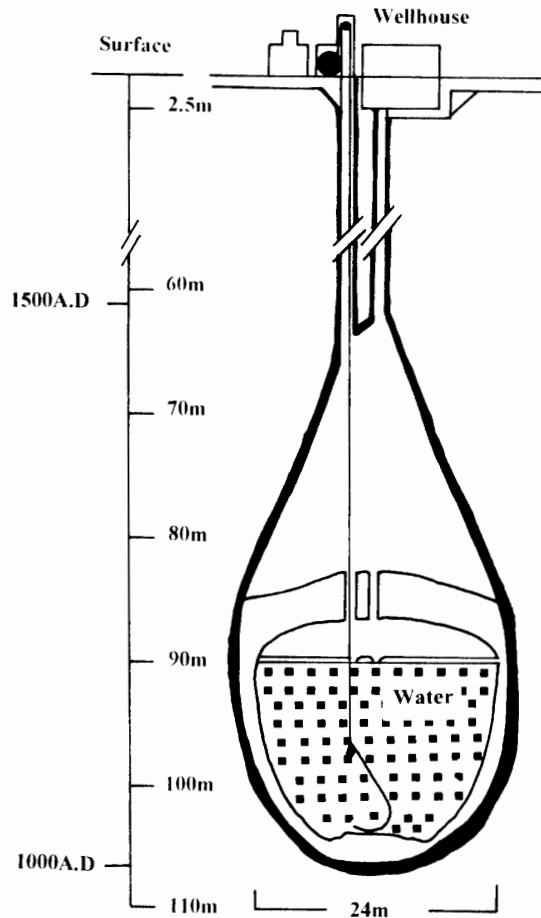


図 5 南極点基地の水井戸の形状と大きさ (1995 年 12 月) (TAYLAR *et al.*, 1997).
 Fig. 5. Approximate size and shape of the South Pole Water Well in December 1995.

交換機に使う不凍液は、漏れたときに毒性のあるエチレングリコールではなく、毒性の無い別の液体を使用している。井戸の中には 1 インチのプラスチックホースを使い温水を送っているが、雪面近くの細い部分に水蒸気が凍結するので、この部分を時々融解する必要がある。エンジン廃熱が利用できない時のために、ボイラー 2 基がバックアップ用として設置してある。融解した水はドーム内部の施設だけで使う。ジェームズウェイと呼ばれる夏宿舎の水は、ブルドーザのバケットで造水槽に雪を入れて融かして造る。熱源はボイラーの温水である。

新しい宿舎である高床式建物では、手洗い水をリサイクルタンクに貯め、トイレの水洗に使用している。また、シャワーはいつでも使えるが、20 秒間流れると自動的に止まるようになっている。非常に使いづらく、何度もボタンを押すのが面倒になり早めに切り上げてしまう。

(2) 排水

基地から 120m 程離れた雪面下に、ドリルで深さ 6m 程の穴を開けた後、温水ドリルで深く穴を掘り、その穴に排水を流し込む。穴の深さは約 30m で、排水面を毎週測定して、雪面

から 10m 程に上昇したら使用を止めて別の穴に移る。一つの穴は 5~7 年利用でき、常に予備の穴を用意しておく。各建物と排水孔間の排水パイプ（プラスチック）には傾斜を付けて、自然に落下するようにしている。パイプの外側には平コード型のヒーターが沿わせてあり、その上に断熱材を巻き、その外側を金属で覆う。プラスチックパイプは、温度によって伸び縮みするので、途中にパイプの伸縮を吸収するクランク部が設けてある。

夏宿舎の排水は、雪面に穴が掘ってあり、同じようにパイプで排水を導き入れてある。水を利用できない基地から離れた観測棟などは、空きドラム缶やパック式トイレ（プラスチックの袋の中に汚物を入れて密封する方式）を使っていた。

2.8. 自然エネルギー

2.8.1. 風力発電

マクマード基地の南方 33 km にあるブラック島 (Black Island) では、通信施設の電力源として、3 kW 風力発電機 4 基と太陽電池パネル (4.5 kW) 及び 16 kVA ディーゼル発電機 3 基があり、これらのハイブリッド発電ですべての電力を賄っている (CHIANG, 1994)。冬期には無人の基地となり、マクマード基地からコンピューターを介してすべての機器を遠隔操作できる。冬期には 50~60% の電力を風力発電機で賄い、夏期は太陽光が 60%、風力 25%、ディーゼル 15% の割合で稼働している。3 種類の電力はすべて 24 V (3 V セル) のバッテリーに蓄えられ、インバーターを介して AC120 V に変換され、各機器に給電されている。バッテリーからは常時約 200 A を使用している。この島はカタバ風の通り道で非常に風が強く、160 km/h (44.4 m/s) になるとブレードをフェザー状態にして風を逃がす。ブレードは 3 枚の木製である。

ブラック島と同様の風力発電機 1 基が、南極点基地で試験運転されている。しかし、風が弱いので極点での運用はあまり効率的ではない。

2.8.2. 太陽光

風力発電機と共に自然エネルギー利用として注目に値するのは、南極点基地でのパッシブソーラーコレクター (passive solar collector) を利用した建物の暖房である。この詳細については建築の項を参照のこと。

また、ドライバレーにある Lake Hoare の観測地には、夏の間約 10 人の研究者が滞在するが、食堂などの電源として太陽光パネルがあり、蓄電池を充電して使用している。また、バックアップとして 3 kW のディーゼル発電機がある。このパネルはターンテーブルの上に取り付けてあり、太陽方位角の変化に応じて 1 日に 4 回向きを変える。これは適当な時に隊員が手動で行う。

2.8.3. アイスピア (氷埠頭)

エネルギーを造るものではないが、極地の低温を利用したものにアイスピアがある。これ

は、海水を汲み上げて散布・凍結させた人工の浮き栈橋で、マクマード基地の岸壁として有効に使われている。厚さは7.6mで、海底から1m浮いている。現在使用しているものは、1993年に造ったもので、それまでも何度か作り直している。強度を増すために内部には鉄のワイヤーを入れて凍結させてある。

2.9. 通信

2.9.1. マクマード基地

マクマード基地のブラック島には、USES (Unattended Sattelite Earth Station) と呼ばれるインテルサットの地上局があり、アメリカのシアトル近郊の局と結んでいる。このアンテナの直径は9mである。この島はカタバ風の強い所に位置するので、アンテナはレドームで覆われ、重量が約82トンのコンクリート基礎の上に建てられている。また、予備としてニュージーランド隊の地上局(マクマード基地)とインマルサット(ブラック島)が利用できる。衛星の使用料はNSFが払っているので、国内料金で電話ができる。このアンテナを使って米国のTV3局を受信しており、各棟のテレビジョンで見ることができる。また、これらのテレビジョンでは、基地の気象情報やフライトスケジュールなどの文字放送も常時見ることができる。食堂棟1階にはパソコン室があり、電子メールが利用できる。調査隊や南極点基地、航空機とはHFで通信する。マクマード基地の山の上にはT-siteと呼ばれる所があり、HF送信アンテナやVHFのアンテナがある。HFの受信アンテナは、ブラック島にあり、スペースダイバーシティ(space diversity)方式を使った2GHzのテレメトリーで、衛星通信の信号と一緒にマクマード基地と連結している。

使用できる衛星通信システムは3種類あるが、USESとインマルサットアンテナは、ブラック島にある。インマルサットは気象テレックスのみに使っている。テレメータ受信機で受けた信号は、2芯のマルチプレックス方式で電話交換機と結び、64kbit×24ラインを確保している。気象関係の衛星画像は、DMSP (Deffence Meteorological Satellite Program) とNOAA/SUNPUPを受けている。

通信施設は、ひとつの建物にまとまっているのではなく、いろんな所に分散している。HF関係では、南極点や野外観測基地との連絡を受け持つ通信室と航空機連絡用の通信室がある。通信関連の人員は、夏75人、冬8~9人である。

2.9.2. アムンゼン・スコット南極点基地

南極点基地では、4つの衛星を利用して通信を行っている。GOES-3, LES-9, TDRSS, ATS-3で、これらを使用しても一日のうち9.5時間は衛星通信は使えない。基地から米国の家族には、回線が空いてる時には電話がかけられるが、本国から基地への電話は禁止している。連絡はほとんど電子メールで行う。1kW HF送信機3台があり、マクマード基地と常時つながっている。また、航空機とマクマード間でのHF通信状態が良くないときは、通信リレー

のバックアップも行う。通信隊員は、夏期は通信オペレーター3人、コンピューターシステムエンジニア2人の合計5人、越冬期は通信エンジニア1人、コンピューターシステムエンジニア1人で運営している。

2.10. 建 築

2.10.1. マクマード基地

マクマード基地周辺は、火山礫で覆われており、しっかりした露岩はない。また、ほとんどが傾斜地であるため、建設地は整地する必要がある。基礎の工法は以下の通りである。

① 敷地に爆薬をしかけ凍土を破壊する。

② ブルドーザで整地する。また、大きな礫を下に置き、その上に7-8cmの厚さで小石や砂を敷き詰めローラで転圧する。この上に約60cm四方のプレキャストコンクリートの土台(540kg/個)を置く。以前は12インチ(30cm)四方の木材を使っていた。

③ レベルは鉄板を差し込んで行う。

マクマード基地では、コンクリートの打設は行われていない。理由は、コンクリートの品質管理が十分できないことと、将来の撤去作業を容易にすることによる。

2.10.2. アムンゼン・スコット南極点基地

基地の最も大きな建物はドームで、この中に食堂、通信室、観測室など3棟が納められている。越冬中は、このドーム内の建物と雪面上に孤立して建てられている観測室が運営される。また、夏隊員用に、8棟のジェームズウエイの宿舎がある。この宿舎は、朝鮮戦争時に開発した組立式簡易宿舎で、かまぼこ状の木製構造物に布のテントを張った物である。これに代わる新しい夏期宿舎は、アルミニウム製で、厚さ6インチ(152mm)の断熱材を持つ優れたものである。この新宿舎の暖房費は、ジェームズウエイの建物に比べて1/5に減少した。これは高床式ではない。筆者が滞在したときは、ジェームズウエイのサマーキャンプに145人、新設した高床式居住棟に19人、ドーム内宿舎に28人が泊まっていた。この極点基地での建物の基礎は、雪を圧密し板を敷く方法である。極点基地は建て替えが行われており、コルゲート鉄板製アーチ以外のすべての建物を高床式にする計画である。建物の不同沈下を防ぐために、これらの基礎もすべて雪を固めた層(約5-10cm)の上に板を敷く方式を採用している。今シーズンは、現用のコルゲートアーチの横に一回り大きい新しいアーチを建築するために、古いアーチの床を嵩上げし、天井の高さを合わせた。アーチ建物の大きさの概要は以下の通り。

現用の古いアーチ: 高さ=8.5m, 幅=13.4m,

新アーチ: 高さ=10.7m, 幅=19.8m,

基地の更新のために28.5トンの新しいクレーンを導入した。越冬隊に大工はいない。基地更新のための専門家が夏の間NSFより派遣されており、建築作業の監督・調整をしている。

この人は2005年の完成時まで、夏期間に毎年極点に来て仕事することになっている。なお、極点基地の夏期オペレーションは、10月27日に第1便が飛来し、約1週間でサマーキャンプの施設を立ち上げた後、11月3日から作業を始め、2月14が最終便となる。

この基地の建物で注目に値するのは、太陽光を利用した暖房方法で、ソーラーウォールと呼ばれるものである。これは、高床式の新居住棟に採用されている方法で、外壁に透明な太陽光通過窓を設け、その内部に黒く塗装した銅板を設置した単純な構造をしている。太陽熱で外壁内部の空気を暖め、その空気を送風機で循環させ建物の暖房とする。太陽光が弱く温度が上がらないときは、バックアップとしてボイラーを運転する。この方式を採用して以来、夏の暖房用燃料はほとんど必要なくなった。また、この方式は、航空機の待合室やダークセクター観測地のトイレなどの簡易建物にも利用されている。さらにマクマード基地近傍のロス棚氷にある野外観測訓練施設のトイレにも採用されていた。

極点基地の各建物には、空調機械室があり、エアーハンドリングユニットで新鮮空気を暖めて天井に配置したダクトから空気を送っている。ユニットの熱源は発電機エンジンの廃熱である。新鮮空気を10%の割合で取り込み、循環させ、一部を換気扇により屋外に排出する。

2.11. 装 備

クライストチャーチのNSF事務所には、CDC (Clothing Distribution Center) という部署(12人で運営)があり、航空機で南極に出かける人に装備一式を貸与する。これらの貸与品には下着以外のすべての衣類が含まれる。これらの中には、ECW (Emergency Cold Weather Gears) という緊急時の装備が含まれており、航空機に乗るときや野外に出るときは必ず携行する必要がある。装備品の品目としてはフリースのサロペットやネックウォーマーなど日本隊にとって参考になるものがある。赤い羽毛服は、カナダ製で、重いが暖かい。襟には針金の芯が入ったコヨーテの毛皮が縫いつけてある。羽毛服のズボンはない。基地で作業する人は、サロペット式のズボンを身につけている。これは、作業中にかがみ込んだりしても腰が割れないので暖かい。手袋は何種類もあるが、作業に適した5本指の物はなく、皮製でごつごつしたミトンタイプが多い。だぶだぶのネックウォーマーは、日本のマフラーより使い勝手もよく暖かい。防寒靴はいわゆるラビットブーツと呼ばれている物が支給されるが、極点など以外では使用することはなく、マクマード基地では皆、自分で持ってきた軽登山靴などを履いている。ラビットブーツは、防寒性はいいが、いちいち紐を締める必要があり、日本隊の雪靴の方が使いやすい。ニュージーランド隊は日本製の物を使っている。各種ジャケットは、ファスナー式で軽く使いやすい。素材としては、フリースが多用されている。

洗濯機は、主要な宿舎にあり随時利用できる。機種は全自動乾燥機付きである。アメリカでは、洗濯物を屋外や室内に干すという習慣がないようだ。

2.12. 娯 楽

2.12.1. マクマード基地

目に付いた物として、2レーンのボーリング施設、マウンテンバイク、クロスカントリースキー、体育館、フリークライミング用人工壁などがあつた。休日になるとクロスカントリースキーを持った人を多く見かける。こういう人のために「Recreational Walking Guide to Ross Island」という小冊子が出ている。売店では日用雑貨や酒類、ニュージーランドの地図、観光案内関連の本、おみやげ品などを販売している。また理髪店も開業している。

2.12.2. アムンゼン・スコット南極点基地

通信室の2階には、ビリヤード室、図書室、売店、郵便局がある。図書室にはビデオ装置などがある。売店では酒類やおみやげ品（T-シャツ、帽子、トレーナなど）を売っている。手紙・はがきは、ここで消印や記念スタンプを押してポストに入れれば定期的に航空機が米国に運んでくれる。また、発電機室の横に小さな体育館があり、ミニバスケットなどができる。

2.13. 野外訓練

野外観測をする人のための装備センターがあり、テントやストーブ、スノーモビル用そりなどを用意してくれる。また、野外に出るためには1泊2日の訓練を受ける必要がある。マクマード基地で、怪我や凍傷などについて一応の講義を受けた後、雪上車2台に分乗して訓練地に向かう。訓練地はスコット基地近くのロス棚氷上にある。ジェームズウエイの小屋の中でHF通信機の使いかた、ストーブの使用法を習い、屋外でテントの張り方、ピットの掘削、イグルーの作り方、遭難者の捜索法などを教えてくれる。

テントはスコットテントで、2張りを建て夕食時に使う。ストーブはコールマン社の万能ストーブでホワイトガソリンを使用していた。このストーブはノズルを交換すると灯油用になる。また、プレヒートは燃料で行い、寒いときだけメタを使う。イグルーの作り方は以下の方法で興味が持てた。

- ① 全員のザックや衣袋に入った寝袋などを1カ所に積み上げ、シートを掛け、その上からスコップで雪を盛りスコップで押し固めドーム状にする。
- ② 十分な厚さになったら、ドームの下部の1カ所を掘り、内部の荷物を引きずり出す。
- ③ 穴の中の雪を出し、内部を整えて完成する。

内部はとても快適で、寝袋を敷いてこの中で1夜を明した。通信の訓練は、屋外でアンテナを張り、携帯型HF通信機を使い極点基地と交信する。捜索訓練は、目隠しをした全員がザイルで数珠状につながり、小屋を支点にして雪面に倒れてる人を捜索する。その人を小屋に収容したら、救急医療を施すという内容である。これらの訓練と野外レスキューのために5人の専門家が夏の間常駐している。

2.14. 車 両

2.14.1. マクマード基地

装輪車, 装軌車とも多種・多数の車両が運用されている。これらの修理・保守はVMF (Vehicle Maintenance Facility) という大きな建物で行う。ここには約 10 台の車両が入り整備中であった。この建物には, 修理場に隣接して部品庫, 工具室, 工作室, 管理室などがある。部品はすべてパソコンで管理されている。南極点基地と同じように駐車場には AC100V のラインがあり, 使用しない車両は, ブロックヒーターで暖められている。滑走路との往復には装輪車が有効に使われている。海氷上では雪上車とスノーモビルが使われていた。スノーモビル専用の修理工場があり, 約 100 台ある車の整備は 2 人の修理工が行う。こういう部署には女性の事務員がおり, 部品の管理や事務を行っている。

2.14.2. アムンゼン・スコット南極点基地

ブルドーザは, 航空機からの荷受けや重量物の移動, 除雪, 造水槽への雪入れ, 整地などに休みなしに使われている。バケットとホークをワンタッチで頻繁に取り替えて作業しているのが注目される。ブルドーザはキャタピラ社製で, 作業機のワンタッチ取り付け装置は, BAIDERSON HITCH と呼ばれる物で, オペレーターは, キャビン内に座ったまま取り付けピンを操作し, バケットとフォークを数秒で交換できる。大型ブルドーザの除雪用ブレードの両端には, 横板が付いており, 大量の雪を押しときに威力を発揮する。大型そりのトローバーをブルドーザ後部のピントルフックに接続するときは, ブルドーザの前部ブレードを雪面に押しつけ, ブルドーザ本体を持ち上げフックを上下させて連結する。日本隊が使っているようなブレードなしの雪上車ではこのようなことはできない。

また, 人員の移動や連絡用にタイヤを履いたトラックが雪面を走っているのには驚かされる。このトラックは, 夏の期間だけ使われて, 夏作業終了時にはマクマード基地に降ろされる。スノーモビルもよく使われている。使用していない車両は, 100V 電源に繋がれブロックヒーターで暖められる。

3. ニュージーランド・スコット基地

マクマード基地から 2 km 離れたロス島に 1957 年に開設した基地で, 1976 年に再建され, 現在の新しい建物になった。滞在人員は, 夏期には 70 人を越えるが, 越冬隊は 10 人である。物資や人員は米国の貨物船と航空機で運ぶ。基地の主要な建物は, 廊下で連結され, こじんまりとまとまったきれいな基地である。

3.1. 燃 料

JP-5 を毎年マクマード基地から 1 万ガロン (378.5 kl) 購入する。米国基地からパイプラインは延びておらず, タンクローリーで運ぶ。発電機などに約 1 kl/day の割合で消費する。屋

外タンクはダブルハルの 55 kl タンク 2 基である。

3.2. 通 信

衛星通信は、マクマード基地近傍の山の上に地上局があり、インテルサット衛星を利用して本国と結んでいる。使用料金は国内と同じである。また、野外観測隊との連絡用に、山岳地帯に多数の VHF レピータを設置している。HF はアメリカ基地のブラック島に受信機があり、スコット基地には送信機を置いて使用する。

3.3. 航 空

C130 をクライストチャーチ～マクマード基地間で年間 12 フライト運用している。運航はニュージーランド空軍である。ヘリコプター 1 機をマクマード基地に駐機し、ニュージーランド空軍が運航している。スコット基地の前には小さなヘリポートがあり、使用するときはマクマード基地から飛んでくる。これに要する人員は、パイロット 2 人、航空士 1 人、整備士 5 人の計 8 人である。

3.4. 車 両

3 台のヘグラント雪上車、ヤマハの 4 輪車、トヨタのランドクルーザーなどのトラック 4-5 台、35 トン大型ブルドーザ (D8H) 1 台、D3LGP ブル 1 台などがある。整備・作業室はきれいで使い易い。明かり取り用の天窗や伸縮する排気ダクト、前室の設置などは日本隊でも参考になる。

3.5. 空調暖房

各室に空調設備があり、発電機エンジン余熱で空気を暖めている。33% の新鮮空気を取り入れて循環している。冬になると各所にファンコイルヒーターがあり、補助的に利用する。

3.6. 造 水

海水を汲み上げて逆浸透膜を通して飲料水を造る。4 基のメンブレンがあり、造水能力は 5.5 kl/day である。屋外に断熱した 40 kl タンク 4 基があり、ポンプで常時循環し凍結を防いでいる。

3.7. 排 水

汚水、汚物ともそのまま海に流している。処理はいっさいしていない。その排水する位置が造水用の海水を汲み上げる場所から 100 m 位しか離れていないのが気になる。

3.8. 油 脂

エンジン油は、Mobil 5W-40 Delvac1 High perf. synthetic heavy duty という種類を使用している。スノーモビル用燃料の混合比は 50:1 で、キャブレターの蒸気による凍結を防ぐため 0.5% のイソプロピルアルコールを入れる。

3.9. 焼却炉

2 段焼却炉が独立した建物の中に設置されている。生ゴミ、木材、紙など年間約 15 トンを処理し灰は持ち帰る。

3.10. 恒温庫

屋外に -18°C 、 10°C 、 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ (卵専用) の保温庫がある。

3.11. 医 療

医師はいない。何かあったらマクマード基地に頼る。

3.12. 防 火

スプリンクラー方式で、水が足りなくなったら屋外のタンクから送水できるようになっている。6 人 1 組で消防隊を組織しており、1 週間担当し 2 週間休むローテーションを組んでいる。各自ポケットベルを携帯しており、50 km 以内ならメッセージが送れる。腰のバイブレーターかブザーで知らせる。

3.13. 発 電

キャタピラ製の回転数 1500 rpm, 194 kW ディーゼルエンジン 2 基があり、400 V, 50 Hz の電気を供給している。また、発電機室とは別の場所に非常用の発電機が 1 台ある。

3.14. 野外キャンプ

夏期に延べ 34 パーティーが野外に出る。調理用としてプロパンガスは基本的には使わないが、大きなキャンプでは 9 kg ボンベを使う。その他は灯油コンロを使う。野外キャンプに出る人のための訓練は国内では行わない。南極に来てから行う。汚物は 20 リットルドラム缶に入れて持ち帰り焼却することを基本にしているが、沿岸調査ではタイドクラックに、雪中ではクレバスに落として処理する。基地には夏の間、オペレーションマネージャーが滞在し、夏期オペレーションの調整を行う。

3.15. 建 築

建物の色は、屋外のタンクなども含めて薄緑色（キウイフルーツ色）に統一されていて、景観的にきれいである。隊員の個室は20部屋あり、窓側の10室を越冬隊員が使う。建物内は禁煙で屋外に小さな喫煙室がある。

建物は高床式で木製トラスの上に建ててある。基礎は、地面から約1.5mの穴を掘り、その中にパイプを挿入し、周りに礫と水を入れて固める方式である。建物の壁には100mm厚の断熱材を使い、壁を留めるボルトは、断熱を考慮したナイロン製品である。

車両修理工場の床下には空隙を作り、温風を循環させ暖房している。この工場にも前室があり、工場内に雪が入り込まないように考慮している。また、車の排気ガス管が天井に出ており、ここから伸縮式フレキシブルダクトが伸びて、修理中の車両の排気管に繋がられるようになっている。また、天窗があるため作業場は明るく、修理環境は非常に良い。倉庫は20フィートコンテナを高床にして使っている。また、かつての航空機の格納庫を利用した大きな倉庫には、さまざまな装備品がきちんと収められている。ここには越冬経験豊富な装備係がいて、旅行用品の修理と備品の管理をしている。

3.16. 隊員の募集

すべての隊員ではないが、調理、修理工、機械などの一般的な職種は新聞広告で募集する。一つの職種に30-40人も集まる。越冬隊員は10名で、ニュージーランドを出国するまで越冬隊長は決めない。夏隊が引き揚げるまでに基地長とオペレーションマネジャーが相談して決める。なお、基地長とオペレーションマネジャーはニュージーランド南極局の職員である。

4. あとがき

約2週間の短期間であったが、3基地の主要な設営設備をほとんど見て回ることができた。南極のオペレーションにおいて米国と日本の最も大きな違いは、航空機の利用と基地設営のほとんどを民間に委託していることである。大型輸送機を使った大規模な大陸間飛行は、それにかかる人員や設備の理由で当面まねのできないことであるが、本国と南極間で頻繁な人員の行き来ができる環境は羨ましい。日本隊でも人員の輸送に限ればブルーアイスなど、自然の滑走路を利用することにより、滑走路整備に労力をそれほどかけずに実現できる可能性がある。また、民間への委託に関しては、経費節約や効率的運営の面から、日本隊も研究しておく必要があるように思われた。

廃棄物処理で驚いたのは、汚水処理がまったく行われずに海洋に排出されていることであった。しかも、生活用の海水は、あまり離れていない場所から採取されていた。また、生ゴミと可燃物を、現地で焼却することなくすべて本国に持ち帰ることも日本隊では考えられないことであった。これは、船舶用大型コンテナを利用できるかどうかにかかっており、「し

らせ」のような船倉構造では難しい。また、内陸基地で学ぶべき技術として、ロドリゲス井戸, ソーラーウォール, ブルドーザの有効利用, 装輪車の利用がある。さらに, 風力発電・太陽光・ディーゼルエンジンのハイブリッド発電も沿岸の無人基地では有効な方法である。

日本隊は, オペレーションと設営技術において, まだまだ, 外国隊に学ぶことが多いと痛感すると共に, 我々も試行錯誤を繰り返しながら, さまざまな技術や方法を研究することが重要だと感じた。

謝 辞

今回の調査にあたり, さまざまな人にお世話になった。NSF の OPP (Office of Polar Programs) 前所長の SULLIVAN 博士は, 交換科学者の申し込みを快く引き受けてくださった。また, マクマード基地では NSF の代表であった FISHER 氏に調査日程の調整など, さまざまな面でお世話になった。アムンゼン・スコット南極点基地では, 新基地建設およびオペレーション・メンテナンスマネジャーの MARTY 氏に調査項目の調整でご迷惑をおかけした。さらに, スコット基地のマネジャーであった ROGERS 氏にも基地設備案内の調整をしていただいた。その他, 機械, 通信, 廃棄物処理など各部門の専門家には, 施設の細部まで案内し説明していただいた。これらの方に深く感謝します。

最後に今回の派遣にご尽力いただいた文部省および国立極地研究所の関係各位に感謝します。

文 献

- ANTARCTIC SUPPORT ASSOCIATES (1993): Waste Management Plan and User Guidance.
- BLAISDELL, G., LANG, R., CRIST, G., KURTTI, K., HARBIN, J. and FLORA, D. (1994): Construction of a glacial ice runway and wheeled flight operations at McMurdo, Antarctica. Proceedings of the Sixth Symposium on Antarctic Logistics and Operations. Rome, ENEA, 231-242.
- CHIANG, E. (1994): Antarctic alternative energy summary. Proceedings of the Sixth Symposium on Antarctic Logistics and Operations. Rome, ENEA, 123-138.
- OFFICE OF POLAR PROGRAMS (1997): United States Antarctic Program Summary and Background, 1997-1998 Season. Arlington, National Science Foundation, 10 p.
- TAYLOR, S., LEBER, J.H., HARVEY, R.P. and GOVONI, J. (1997): Collecting Micrometeorites from the South Pole Water Well. CRREL Rep., 97-1, 37 p.
- U.S. ANTARCTIC PROGRAM EXTERNAL PANEL (1997): The United States in Antarctica—Report of the U.S. Antarctic Program External Panel—. Washington, D.C., 94 p.

(1998年3月27日受付; 1998年4月27日改訂稿受理)