

## 東南極航空網構想の現状と課題

白石和行\*

## Present Status and Considerations of East Antarctic Air Network

Kazuyuki SHIRAIISHI\*

**Abstract:** The idea of “CATSA (Cooperative Air Transportation System in Antarctica)” in 1970s revived at the SCALOP (Standing Committee on Antarctic Logistics and Operations) Workshop in Washington, D.C., April 1995. This report describes a short historical background and the present status of the idea with some information on the present and recent air transportation by various countries on the basis of the discussion at the workshop. In particular, the East Antarctic Air Network is discussed with some critical points to be solved.

**要旨:** 南極での国際協力による航空輸送網の構想は1970年代にSCARでかなり議論されたが実現するに至らなかった。20数年後の今日、その構想がSCALOP(南極の設営と行動に関する常置委員会)で再びよみがえった。本報告では1995年4月にワシントンDCで開かれたワークショップでの議論をもとに、各国の南極での航空輸送網の現状をレビューし、とくに日本の南極観測隊が関係する東南極大陸における航空輸送網構想の概要と課題について解説した。

## 1. はじめに

日本の南極観測隊の南極へのアクセスは現在、全面的に観測船「しらせ」によっている。海上輸送は航空機輸送に比べてコストはかからないが、往復の航海に要する日数が多いことが、多くの参加者にとって大きな障害となっている。船上で特に用事のない隊員は航空機で南極を往復できれば、夏隊の活動期間を現在より長くとり、越冬隊の越冬期間を短縮することが可能となるばかりでなく、現在よりも幅広い分野からの隊員の参加も可能になろう。また、各方面の関係者が南極を訪れ、現地の状況を直接把握することもできる。なによりも、緊急時の輸送には最大の効果を発揮しよう。このように、航空機の効用は計り知れない(例えば、村越、1972も参照)。しかし、航空機の運用には、多大な費用のほかに、高度な技術や経験が必要であり、国際的な協力が望まれるところである。

本報告は主として1995年4月19-22日に米国ワシントンDCで開かれたSCALOP

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

(Standing Committee on Antarctic Logistics and Operations) の「南極航空輸送網ワークショップ」での議論をもとに、各国の南極での航空輸送網の現状をレビューし、次にとくに日本の南極観測隊が関係する東南極大陸における航空輸送網構想の概要と課題について解説する。

## 2. 南極航空輸送網構想の歴史

1968年、東京で南極の設営専門家会議が開かれた。このとき、英国の G. de Q. ROBIN は 1 シーズンに 2~3 回、各国の基地を周回する航空路線を提案した。彼は特に航空機による観測のためを考えたのであったが、さらに研究者が各地の基地や野外調査に行くための手段としても有効であると考えた (ROBIN, 1968)。その後米国は、1970年に南極の各基地と他の大陸とを国際共同運航による航空網で結ぼうというエアバス構想 (CATSA: Co-operative Air Transportation System in Antarctica) を提案した (SMITH, 1970; SMITH and DANA, 1973)。エアバス構想は 1972 年の第 7 回と、1975 年の第 8 回の南極条約協議国会議で取り上げられた。同会議は国際的な協力による航空輸送の重要性を認め、SCAR に対し航空機使用の有効性とその可能性を調査することを要請した。その間、1974年には、SCALOP の前身である SCAR 設営ワーキンググループはその中に、アルゼンチン、オーストラリア、フランス、ソ連、米国からなる「CATSA 小委員会」を設け、共同運航のために必要な事項の調査を始めた。1976年の第 14 回 SCAR 会議までの間に、CATSA 小委員会は活発に活動した。このころまでにはすでに、航空機の有用性の議論はおわり、具体的、技術的問題やオペレーションの問題、特に安全性の検討に入った。(SUBCOMMITTEE ON CATSA, 1977)。しかし、その後同委員会の活動は下火となり、1980年に航空オペレーションの方策を求める通達が小委員会議長より出されたが、特に各国の反応はなく、以後、CATSA 構想は立ち消えになってしまった (FOWLER, 1995)。

SCAR の設営ワーキンググループは、1988年、SCALOP に発展し、設営上の問題をテーマごとの分科会で討議することになった。航空問題に関しては「航空安全分科会」が任に当たることになった。ここでは航空機運用の情報交換システムを中心に主に南極半島地域での航空機の運用に関係した安全問題の検討をしてきたが、1994年のローマ会議において、Antarctic Flight Information Manual が完成したため、当初の目的をほぼ終えたとして、この分科会は「航空輸送分科会」に変わることになった。その最大のテーマがかつてのエアバス構想をよみがえらせた南極航空輸送網の構想である。この復活は、1992年にアルゼンチンのバリローチェで開かれた SCAR 総会と COMNAP (Council of Managers of National Antarctic Programs) /SCALOP 合同会合において、ロシアの代表から南極航空網構築の提案があったことに端を発する。あるいは、そもそもフライトマニュアルを完成させることが、国際的な航空機の運航への重要なステップであったともいえる

(KLOKOV and LUKIN, 1994). また、東南極で活動しているオーストラリアが大陸間航空輸送に積極的になったことも起因していよう。こうして発足した分科会の最初の活動が1995年4月19-22日の間、ワシントンDCで開かれたワークショップであった。ここには14カ国から54名のCOMNAP, SCALOPメンバーや各国の航空輸送担当者、さらには実際に南極での飛行の経験をもつ民間会社からの参加があった。日本からは、平澤威男国立極地研究所長 (COMNAPメンバー)、文部省国際学術課の飯田和郎監理官、および筆者の3名が出席した。

### 3. 各国の航空オペレーションの現状

#### 3.1. 各国政府の実施する南極観測

##### 3.1.1. 航空機による南極大陸へのアクセス

表1には各国の使用している航空機の種類を挙げ、また表2に過去10年以内の航空機による南極大陸へのアクセスをまとめた。これらはSCALOPが今回のワークショップ開催にあたって各国に質問した調査のまとめであるが、航空機を使用しているすべての国が回答を寄せたわけではない。また、この表には1回限りの飛行も混在している。近年航空機による南極大陸へのアクセスを確実に毎年行っているのは、アルゼンチン、チリ、ドイツ、イタリア、ニュージーランド、英国、米国であり、ロシアは1993年から運航を休止している。

運航主体は軍やコントラクターを含む政府機関が普通だが、計画の必要に応じて民間機をチャーターをしている国も多い。ドイツは双発中型機であるドルニエ機の運航を民間機関 (German Aerospace Research) に委託している。イタリアが1994年11月に民間機をチャーターして南極半島経由で北ビクトリアランドのテラノバベイ基地まで飛ぶ計画をたて、途中給油地のロゼラ基地 (英国) で離陸に失敗した事故は記憶に新しい。

全米科学財団 (NSF) の主導する米国隊 (USAP) は南極で最大の航空オペレーションを展開しているが、中心となって運航しているのは米海軍南極開拓第6飛行中隊 (VXE-6) である。NSFは別に4機のC-130を保有し、Air National Guardと呼ばれる、軍の予備役を主とする飛行集団が運航を請け負って、海軍のC-130や空軍のC-141, C-5とともに、クライストチャーチマクマード間の航空輸送を担当している (OFFICE OF POLAR PROGRAMS, 1994)。なお、同区間の航空輸送について、米国、イタリア、ニュージーランドの三国は緊密に協力しあって運航しており、クライストチャーチにはそれぞれの国の代表部が置かれている。

##### 3.1.2. 南極内での長距離航空機運用

東南極内での長距離運航に関しては、オーストラリアが1994年から導入した2機のシコルスキーS76ヘリコプター (民間からのチャーター) により、ケーシー基地—モーソ

ン基地間（約 1200 マイル）の航路を開いたことが注目される（AURORA, 1995）。同機はデイビス基地に 9 月に搬入され、1 シーズンでデイビス基地—モーソン基地間（395 マイル、途中給油地点、2 カ所）を 28 便、デイビス基地—ケーシー基地間（813 マイル、途中給油地点、4 カ所）を 4 便飛ばした。この間に延べ 92 名の乗客と 13 トン以上の物資輸送に活躍し、総飛行時間は 650 時間となった。

その他の国の南極内での長距離運用については、米国の C-130 による極点基地やドー

表 1 長距離（片道 250 マイル以上）輸送に用いられている航空機  
Table 1. Aircraft used for long-range (>250 nm) transport.

国名	航空機の名称	型式	機数	種類
アルゼンチン	Hercules	C-130	3-4	固定翼, 車輪
	Twin Otter DHC-6		2	固定翼, 車輪, スキー
オーストラリア	Sikorsky S76A	S76A	2	固定翼
ブラジル	Hercules	C-130	1	固定翼, 車輪
チリ	Hercules	C-130	1	固定翼, 車輪
	Twin Otter	D-DHC	1	固定翼, 車輪
	Hercules	C-130	1	固定翼, 車輪
	Twin Otter	D-DHC	2	固定翼, 車輪
	Cessna	C-185	1	固定翼, 車輪
ドイツ	Dornier	Do228	2	固定翼, 車輪
イタリア	Hercules	C-130	1	固定翼, 車輪
	Twin Otter	D-DHC	1	固定翼, 車輪
	Squirrel		4	回転翼
日本	Pilatus Porter	PC-6	1	固定翼, スキー
	Cessna	A185F	1	固定翼, スキー
ニュージーランド	Hercules	C-130	<3	固定翼, 車輪
	Rockwell Commander		1	固定翼, 車輪
	Bell UH-1H		1	回転翼
ロシア	Ilyushin 76TD	Il-76TD	2	固定翼, 車輪
	Antonov 74	AN-74	1	固定翼, 車輪
ウルグアイ	Hercules	C-130B	3	固定翼, 車輪
	Friendship	FK-27	1	固定翼, 車輪
	Avicar	C-212	3	固定翼, 車輪
英国	Dash-7	DHC-7	1	固定翼, 車輪
	Twin Otter	DHC-6	4	固定翼, スキー
米国	Hercules	LC-130F/R*	7	固定翼, スキー
	Starlifter	C-141B	15-20	固定翼, 車輪
	Galaxy	C-5A/B	2-5	固定翼, 車輪
	Twin Otter	DHC-6	2	固定翼, スキー

\*LC-130 は C-130 シリーズの南極仕様

SCALOP の調査に基づき、国立極地研究所（1989）を参考にした。

表2 各国の実施してきた大陸間航空路線（過去10年間）  
Table 2. Intercontinental flight routes during last 10 years.

国名	区間	使用航空機	飛行距離 (マイル)	飛行時間 (時間)	総便数*	総旅客数* (人)	総貨物量* (トン)	備考	
アルゼンチン	Rio Galegos	Marambio	C-130	857	3	41	1535	444	
ブラジル	Rio de Janeiro	Frei**	C-130	2800	13	7	509	15	
チリ	Punta Arenas	Frei**	C-130	657	2.5	27	3106	662	
	Punta Arenas	Patriot Hills	L-382	1651	6	15	306	55	
	Punta Arenas	Frei**	DHC-6	651	5.2	15	15	2.2	
	Punta Arenas	Patriot Hills	DHC-6	1864	13	2	19	1.3	
イタリア	Christchurch	McMurdo/Tera Mova Bay	C-130	2060	7-8	10	150	107	
日本	Punta Arenas	Marsh**	DHC-6	660	5	2	12	1.6	村山隊
ニュージーランド	Christchurch	McMurdo	Hercules	2100	8	12	52	134	
	Christchurch	McMurdo	Rockwell Commander	2100	13	1	2		
ロシア	Cape Town	Molodezhnaya	Il-76	2240	6.5	3	145	95	
	Maputo	Molodezhnaya	Il-76	2573	7.5	2	95	24	
	Punta Arenas	Marsh**	Il-76	660	1.2	1	30	40	
	Punta Arenas	Marsh**	AN-74	660	1.2	1	15	4	
南アフリカ	Cape Town	SANAE	B-737	2480	13	1			医薬品の投下
ウルグアイ	Montevideo	King George Is.	Hercules	1500	7.5	8	350	105	
	Montevideo	King George Is.	Friendship	1500	9.5	5	60	20	
	Montevideo	King George Is.	Aviocar	1500	17	5	20	6	
米国	Christchurch	McMurdo	Hercules	2100	8	89	約2500	620	
	Christchurch	McMurdo	C-141	2100	5	20	945	820	
	Christchurch	McMurdo	C-5	2100	5	3	150	460	
	McMurdo	極点	Hercules	730	3	175	639	819	(参考)

SCALOPの調査結果を一部簡略化、修正。南極観測を実施しているすべての国の情報が網羅されているわけではない。

\*過去最高年の年間数量、\*\*Frei, Marshは同地異名。

ムCへの輸送以外は定期的に運航している例はまれである。南極半島地域ではチリのマーシュ基地、英国のロゼラ基地、アルゼンチンのマランビオ基地などが長距離機の拠点となっている。特に、マーシュ基地は南米からの商業民間航空機の拠点ともなっている。なお、ロシアは現在、マラジョージナヤ基地とノボラザレフスカヤ基地間の路線を休止している。

### 3.2. 民間航空機による南極大陸へのアクセス

ワークショップに参加した、南極で航空機の運用を行っている会社、組織は、Adventure Network International (ANI, 英国・カナダ)、Ken Borek, First Air (以上カナダ)、Polus (ロシア)、Helicopters (ニュージーランド)、New York Air National Guard (米国)、および米海軍 VXE-6、であった。

民間会社で、大型長距離機の南極での運航実績があるのは ANI のみで、同社は南アメリカから C-130 をチャーターしている。ANI と Ken Borek は密接な関係にあり、また First Air は Bradley Air Services を傘下にしており、Ken Borek や First Air は NSF やイタリアなどからもチャーターされ、中型双発機（ツインオッター）で極点を始め各地の基地の間をリンクする役目を担うことがあるという。最近、民間の計画としてこれらの商用民間会社の航空機を利用して南アメリカから南極入りする例が多くなってきている。1987/88 のシーズンに、村山雅美極地研名誉教授をリーダーとする日本南極飛行隊は Bradley Air Services のツインオッターを用いて、南極半島を経由して昭和基地へのルートを開拓した(村山, 1988)。また、1992/93 のアンタρκティックウオーク隊は ANI 社の DC-6 で南極入りをし、極点からの帰途にも同社のツインオッターを利用した（アンタρκティックウオーク南極探検隊, 1993）。

Polus はロシアで 1989 年に設立された極地飛行の民間会社で、極地でのパラシュートによる物資投下を得意としている。また、イリュージン Il-76 の運航はこの会社が行う。1991 年にはケープタウン—マラジョージナヤ経由でボストーク基地に物資投下を実施した実績がある。

## 4. 何が問題か

いうまでもなく、飛行機の運航には多大な費用がかかるため、各国が協力して対処することにより効率化を図ることが重要である。他の大陸から南極大陸への玄関口となる空港を限定し、南極地域内では各基地を航空路で結合するネットワークを構築すれば最小限のコストで済むことが期待される。しかし、そのためには、各国が費用のみでなく、技術的な問題解決や安全確保などの基本的問題について協力し応分の負担をせねばならない。

航空網整備の基本的問題は、ワシントンのワークショップにおける以下の 7 件の個人講

演によって示されていると考えられる。

- 1) 20年前に SCAR が計画した航空網構想（エアバス構想）の紹介：A. FOWLER (COMNAP Executive Secretary)
- 2) 南極の科学活動における航空輸送の重要性：P. CLARKSON (SCAR Executive Secretary)
- 3) 南極での運用に適した航空機と氷上の滑走路の紹介：G. BLAISDELL (米陸軍寒地工学研 (CRREL))
- 4) 氷上に滑走路を作るために必要な設営的な基盤整備に関する考察：V. KLOKOV (ロシア北極南極研究所)
- 5) 航空安全，非常時対策，救難に関する考察：J. BASTIAS (チリ空軍)
- 6) 環境対策から見た南極での航空オペレーション：J. JATKO (USAP, NSF)
- 7) 国際共同航空輸送システムについての財政的な考察：J. SAYERS (SCALOP 議長，オーストラリア南極局)

技術の進歩や国家体制の変化，国際的関心の推移による違いはあるものの，実は上記の多くの問題は，前節で触れたように，20年前のエアバス構想において，検討済みであった。従って，今後の解決案はより実践的，具体的な方策でなければならない。ワークショップでは以下のように，4つの分科会に別れて具体的な討論をした（括弧内は参加者）。

WG1：主要な研究計画のための航空機支援についての検討グループ（COMNAP メンバー）

WG2：南極半島，ウエッデル海地域の航空網グループ（アルゼンチン，チリ，ペルー，ウルグアイ，英国，米国）

WG3：東南極地域航空網グループ（オーストラリア，フランス，ドイツ，日本，ニュージーランド（民間），ロシア，米国）

WG4：ロス海，内陸地域の航空網グループ（フランス，イタリア，ニュージーランド，米国）

WG2 以下の3つの地域別分科会の目的として，SCALOP 議長の J. SAYERS は以下の事項の検討を要請した。

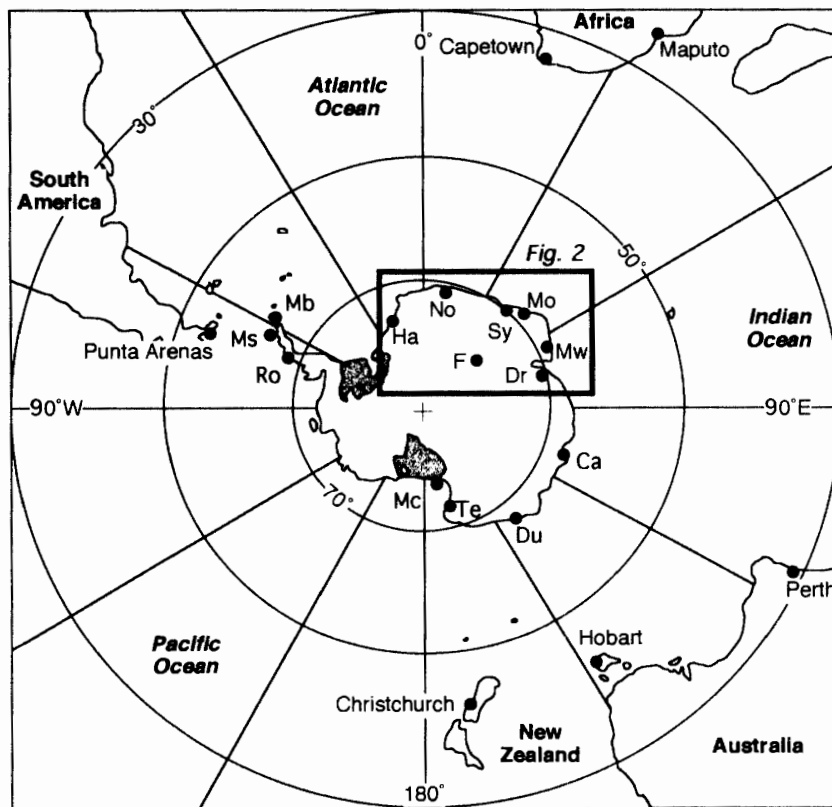
- 1) 大陸間，南極内のそれぞれについて，各国の現状と予定，希望を考慮したうえで，もっとも実現可能性の高い航空網を設定する。
- 2) 運航時の通信，天気情報などの利用や，非常時対策にあたって，国際協力を推進することを考慮する。
- 3) コストの分担，設備，燃料補給などの手当て方法を検討する。

以下には筆者が飯田監理官とともに出席した東南極地域の航空網のための分科会での議論を中心に記述する。

## 5. 東南極航空輸送網

### 5.1. 対象区域

東南極地域航空網グループの対象とする地域は当初、西経 30 度から東経 80 度の、大西洋、インド洋に面した区域としてきた。現在はオーストラリア隊のケーシー基地まで含まれるだろう(図 1, 2)。この地域にはノルウェー(夏基地 2)、スウェーデン(夏基地 1)、フィンランド(夏基地 1)、南アフリカ(越冬基地 1, 夏基地 1)、ドイツ(越冬基地 1, 夏基地 1)、インド(越冬基地 1)、ロシア(越冬基地 4, 夏基地 3)、日本(越冬基地 2, 夏基地 2)、オーストラリア(越冬基地 3, 夏基地 2)、中国(越冬基地 1)の各国の基地が展開している。英国のハーレー基地は南極半島の航空網に組み入れられており、また、フランスのデュモンデュルビル基地は現在のところロス海の航空網に入っている。



Ca: Casey (Australia), Dr: Druzhnaya IV (Russia), Du: Dumont d'Urville (France), F: Dome Fuji (Japan), Ha: Halley (UK), Mb: Marambio (Argentina), Mc: McMurdo (USA), Mo: Molodezhnaya (Russia), Ms: Marsh (Chile), Mw: Mawson (Australia), No: Novolazarevskaya (Russia), Ro: Rothera (UK), Sy: Syowa (Japan), Te: Terra Nova Bay (Italy)

図 1 南極との大陸間航空網の拠点になる空港と主な南極基地

Fig. 1. Gateway airports for Antarctica and some Antarctic stations mentioned in the text.



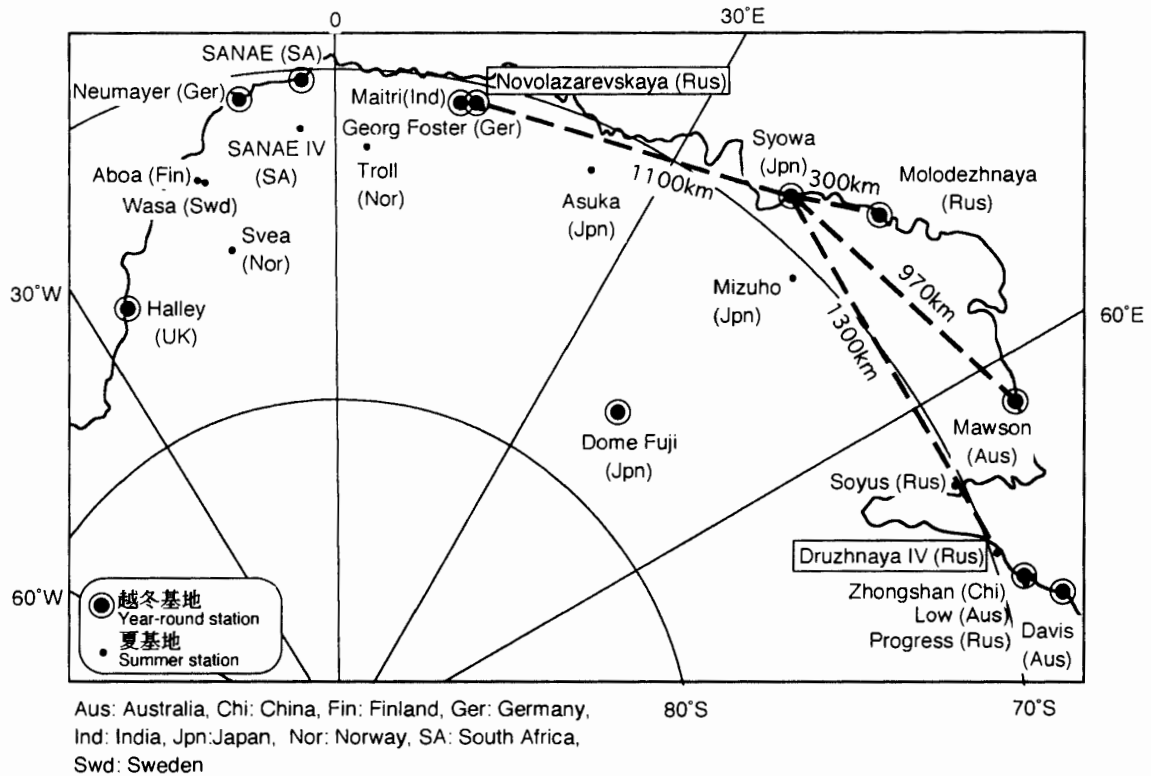


図2 東南極航空網の対象基地

Fig. 2. Stations included in the East Antarctic Air Network.

## 5.2. ロシアの提案する東南極航空輸送網構想

1994年9月のローマにおけるSCALOP設営シンポジウムにおいて、ロシアのV. D. KLOKOVは東南極における国際共同航空輸送システムを提案した (KLOKOV and LUKIN, 1994)。周知のように、ロシアは米国と並んで南極への大陸間航空オペレーションには深い経験を積んでおり、かねてよりアフリカのマプトまたはケープタウンと南極のマラジョーナヤ基地やノボラザレフスカヤ基地を大型航空機で結んできた。従って、今後の航空網設定にあたっては大きな影響力を持つと考えられるので、以下にまず、ローマでのシンポジウムとワシントンDCでのワークショップで示された、ロシアの提案する東南極航空輸送網構想を中心に紹介する (KLOKOV and LUKIN, 1994; KLOKOV, 1995)。

### 5.2.1. 南極への出発空港

東南極地域への出発地点としては、南アフリカが距離的にはもっとも有利である (図1)。ケープタウンから東南極の多くの基地が5000 km以内に存在し、既存の大型航空機で飛行可能な距離にある。また、ケープタウンは気象が比較的安定していること、各国基地の本国からの交通の便が良いことも有利な条件である。一方、オーストラリアにとって

の便利さからいえば、西オーストラリアのパスやタスマニアのホバートが候補になりうる。

#### 5.2.2. 南極の玄関口空港

南極大陸で大型航空機が車輪で離着陸できる滑走路は、次のようなタイプに分けられる。

- 1) 岩を敷き詰めた滑走路,
- 2) 海氷上の滑走路,
- 3) 圧密した雪面上の滑走路,
- 4) 雪のない青氷上または湖氷上の滑走路.

このうち、1) を東南極地域に求めることは不可能である。海氷上には平滑な滑走路を得やすいが、1年氷では大型機に必要な強度を得られない、多年氷は表面が平坦ではなく、しかも一般に厚い積雪がある、また東南極はロス海より緯度が低く、暖かいため海氷上の滑走路を使用できる期間が短い、等の難点がある。

ロシアは1981-1992年の間、マラジョージナヤ基地の東20 km、標高250 mの地点の積雪地域に、大型機が車輪で発着できる滑走路を維持していた。ここでの方法は、まず、disc harrow で雪面をかき回し、次に grader で雪面をならし、最後に roller で圧密するというもので、これらの作業は降雪後やドリフトがたまったら都度、1年中を通して行われた。この地点の年間積雪量は0.5-0.8 mである。こうして維持した滑走路は、イリュージン II-18D および II-76TD による9月から12月初旬と2月から3月初旬までの使用に耐えた。しかし、このために、10-12名の隊員が通年越冬して滑走路を維持する必要があった。

青氷のある氷河上や湖氷の上を臨時の滑走路として利用した例は枚挙に暇がないほどある。青氷地帯には、低地であって夏期間表面の融解が起こる「温かい青氷帯」と高地であって融解の起こらない「寒い青氷帯」とがある。後者は滑走路を建設維持する費用と労力は最小限で済むので有利であるが、そのような場所は海岸や既存の基地から遠く不便な位置にあり、船による物資や燃料の輸送にとっては不利である。

「温かい青氷帯」での滑走路を運用した例として、ノボラザレフスカヤ基地がある。この滑走路は基地の南15 kmの標高500-530 mの地点にあり、ここでは、grader で氷の突起を削ってから、吹き溜まりの雪をならしている。また青氷の上に雪を広げて、融解と氷の表面に円い凹みができるのを防ぐとともに離着陸の際の車輪との摩擦をおおきくしている。しかし、融解が進むため、12-1月は利用できない。最近、米国隊はロス棚氷の南極横断山脈に近い場所の青氷上に Pegasus と名付けた滑走路を5年掛かりで設けたので、今後の参考になろう (BLAISDELL *et al.*, 1994; KLOKOV and DIEMAND, 1995)。

こうした状況のなかで、ロシアはこの度、ノボラザレフスカヤ基地とドゥルジナヤ IV

基地の2基地を玄関口空港として提案し、後背地に青氷帯を控えるモーソン基地を次の候補地とした。ドゥルジナヤIV基地は夏基地であり、大型航空機の発着の実績はないが、「温かい青氷帯」での滑走路が設定でき、しかも船舶の達することのできる海岸から2 kmという近距離にあるというメリットがある。

### 5.2.3. 大陸間飛行に適した航空機

大陸間を結ぶ航空機には様々な条件が要求される。長距離飛行が求められることは当然であるが、その他に短距離離着陸 (STOL) 性がある、翼の位置が高いことなどが要求される。これらの要求にかなう機種を表3にあげた。このほかに、最近ロッキード C130 シリーズの最新型として、C-130J 型機が発表されている。C-130J は従来の C-130 シリーズに比べ航続距離が約 40% 向上し、離陸距離は約 40% 短くなっている。

表3 長距離大型航空機の種類  
Table 3. Various aircraft for long-range inter-continental operation.

種 類	Lockeed C-130	Lockeed C141	Ilyushin Il-76TD
最大離陸重量 (kg)	70300	146500	210000
主離着陸装置 車輪数	8	8	16
	2 基のタンデムユニット	2 基の 4 輪ボギー	4 輪, 2 列, 2 基
タイヤ圧 (kg/cm <sup>2</sup> )	6.6	12	5-7
滑走離陸距離 (m)	1090	1300	850
着陸距離 (m)	840	1100	450
最大重量時の最大進出距離 (km)	3790	6560	6900
最大ペイロード (kg)	19700	32000	46000

KLOKOV and LUKIN (1994) による。

### 5.2.4. 東南極内での航空路線の設定

南極大陸内で中距離の移動には、双発固定翼かヘリコプターを利用する。双発機の場合は、南極半島経由で自力で飛行するにしても、分解して海上輸送するにしても、南極までの機体の輸送が厄介である。ヘリコプターの場合、格納庫を持つ砕氷船や大型航空機に積み込んで輸送することができる。東南極各基地を結ぶことが可能な大型ヘリコプターを表4に示した。このなかには、飛行半径 1000 km に及ぶ大型ヘリコプターもあるが、いずれにせよ、各基地の間に燃料デポを設けねばならない。ひとつの方法として、ヘリコプターを搭載しうるタンカーをチャーターし、南極大陸沿岸を航行させ、そこからヘリコプターで燃料デポを作っていくということも考えられよう。

表4 長距離ヘリコプターの種類

Table 4. Various helicopters for long-range inland operation in Antarctica.

機種	最大離陸重量 (kg)	長さ (m)	巡航速度 (km/h)	最大進出距離 (km)	最大ペイロード (kg)
Bell 212	4762	12.92	185	400	2268
SA 321	13000	19.40	250	820	5000
S 76	4536	16.00	286	748	1500
Mi 8	12000	18.31	200	760	4000
Mi 17	13000	18.31	220	1100	4500

KLOKOV (1995) による。

5.2.5. 滑走路の整備と保守

既に述べたように、滑走路の維持に必要な費用と労力はその場所の条件に大きく左右される。特に滑走路の維持や航空機の運航のための各種の設備や建物、大型機械などの設置場所の確保も重要である。表5には雪面上と青氷上のそれぞれに滑走路を設けた場合に必要の基本設備 (infrastructure) を比較した。

飛行場への最大の輸送物資は航空燃料と地上設備や車両のための燃料である。燃料は船舶で近傍の海岸に置く一次貯蔵所に運ばれ、そこから、内陸の飛行場までパイプラインや車両で移動する。その際には油漏れによる環境汚染を避ける処置も必要である。

表5 大陸間航空網の滑走路に付随する基本的な地上設備

Table 5. Infrastructure for the inter-continental air network.

設備または装置	圧密した雪面上の滑走路		青氷上の滑走路	
	大型機 (車輪付き)	小型機 (車輪付き)	大型機 (車輪付き)	小型機 (車輪付き)
要員	10-12	7-8	6-7	3-4
居住・生活用カブース	8-10	5-6	5-6	3-4
そり付き燃料タンク	6-8	3-4	5-6	2-3
機械類				
Tracter	4-5	2-3	2-3	2
Multi-tired pneumatic roller	2-3	1	1	-
Sheepsfoot or lattice roller	-	-	1	1
Snow miller (multi-disk plow)	1	1	-	-
Grading planer onskis	2	-	-	-
Drag-plane	2	1	1	1
Snowblower	1	-	-	-
Test cart	1	-	-	-
Site vehicle	3	2	2	1
Medical and fire care	要	要	要	要
Radio/Navaid	HF, VHF, UHF, Beacon, GPS, Satcom			

KLOKOV (1995) による。

## 6. コストの問題

本章では、ワークショップの個人講演において、SCALOP 議長の J. SAYERS が列挙した、国際共同運航する際に考慮すべき財政的諸問題を示す (SAYERS, 1995)。

### 6.1. 航空機を運用するのに必要なコスト

航空機を導入する際には表 6 に示すような費目を考慮するべきであろう。これらは大きく、1) 航空機運航費、2) 地上設備費、3) その他の費用に分けられ、航空機の種類、能力とそれに伴う地上設備の規模、飛行場の状態、気象、オペレーションの方法などにより、変化するものである。

表 6 航空機を導入する際に考慮すべき費目

Table 6. Aircraft system operating costs.

航空機運航経費	購入、リース、チャーターに要する経費 航空機を南極仕様に改造する経費 航空機を回航する経費 (南極外) 航空機の登録、証明経費 保守と保守部品 乗員の経費 南極での業務のためにあらかじめ乗員を訓練する経費 南極でのサバイバルのために乗員を訓練する経費 燃料費 航空ナビゲーション料 (南極外) 空港使用料 (南極外)
地上設備費	地上設備のコンサルタント料と設計費 滑走路の建設と保守 滑走路の建設/保守のための設備と装備 滑走路保守要員 防火、救難設備 航法援助設備 地上対航空機の通信 滑走路での宿泊施設 格納庫または保守施設 航空機防護設備 着氷防止および暖機設備 燃料貯蔵および給油設備 乗客および貨物の取り扱い/輸送のための設備
その他の費用	燃料輸送経費 航空気象情報の提供 乗員の慣熟飛行訓練経費 関税 管理費 環境影響評価に関する費用

## 6.2. 国際協力による航空網の種類

南極で展開する航空網を整備するには次のような方法があろう。

- 1) 一つの航空網を複数の南極観測実施国が使用するもの。例: クライストチャーチー・マクマード間での、米国、ニュージーランド、イタリアの関係。
- 2) 既存の航空網を延長すること。例: 1970年代後半に、米国は LC-130C の路線を延ばし、オーストラリアのケーシー基地とマクマード基地を結んでいた。
- 3) 既存の航空網の輸送力を強化する。
- 4) 複数の南極観測実施国により、新しい航空網を開拓する。例: 現在計画中の東南極航空網がこれにあたる。

## 6.3. 費用分担の方策

2カ国以上で航空網を運用する場合には、費用の分担についての合意が必要になる。そのような合意は南極条約協議国会議の勧告 VII-8 にもうたわれているところである。費用の負担方法には、

- 1) 航空網に輸送力を提供する、
- 2) 地上設備の経費（例えば、滑走路の建設）を負担する、または保守経費を負担する、
- 3) その他の支援物資やサービス（例えば、航空燃料を提供し、南極へ輸送する）を負担する、
- 4) 経費の割り振りや運航方法を決めて、請け負いの協定を結ぶ、
- 5) 座席単位または、単位容積/重量あたりの単価に基づいて支払う、

といったことが考えられる。

## 6.4. 国際共同運航を実施する際に解決すべき問題

全ての南極観測実施者は国家機関であるから、それぞれの国の法律、規則、事務手続きに縛られている。国によって事情が異なるので、ある国では容易な手続きも他の国では非常に厄介な事務手続きを要することもある。国際共同運航を実施する際に実施者が直面するおそれのある問題には以下のような事項があろう。

- 1) 単年度予算システムによる、先行きの不確かさ、
- 2) 航空網のために特別な資金を得ることの難しさ、
- 3) 長期間にわたって航空網に関与する資金力がないこと、
- 4) その年に必要な経費をすぐに調達することができないこと、
- 5) 航空網で収入を得て、それを運転資金に用いることが許されないこと、
- 6) 配分された資金を異なる費目で使用してはならないこと、

- 7) 自国内の他の政府機関と広範な協議が必要なこと、
- 8) 政府の政策による制約（例えば物資調達に関して）があること、
- 9) 監督官庁による飛行許可の承認が必要なこと、
- 10) 外国のサービスを利用するに当たって、労働組合との交渉が必要なこと（オーストラリアの特殊事情によると思われる）、
- 11) 他の国の南極観測実施者と、運航日程の調整が必要なこと、
- 12) 最寄りの航空網と接続するために余計な費用がかかること、

#### 6.5. 国際共同航空輸送体制の利点

国際共同による航空輸送システムを実施するには多くの困難があるが、その利益は計り知れない。国の事情によって異なろうが、次のような利点が挙げられる。

- 1) 設営能力が飛躍的に高められる。その程度は一国がなしうる能力をはるかに越えている。
- 2) 海上輸送で重複する費用を抑えられる。
- 3) 海上輸送で余った時間を海洋観測に振り向けられる。
- 4) 航空機の能力を「新しい」科学観測に利用できる。
- 5) 捜索と救難や疾病による送還の際の能力が飛躍的に高まる。
- 6) 研究者や支援隊員が無駄にする時間を減らすことができる。
- 7) 各基地間で研究者の移動が容易になり、国際共同研究の機会が増大する。

### 7. 安全の問題

これまでの議論では、安全の話題は前面にでてこないが、もちろん、地上設備の整備、運航の実施にあたり、安全確認をどのような方法で行い、安全を確保するかは重要な問題である。また、各国の航空安全に関する国内法は必ずしもレベルが同じではないそうである。同時に、ワークショップでは、ロシアの提案する地上設備の内容で十分かどうか、第三者によるチェックが必要ではないかとの趣旨の発言もあった。

### 8. 今後の SCALOP の課題

東南極航空網グループでの議論は緒についたばかりであり、航空網のコストを各国がどのように分担したら良いかが、当面の大きな課題であることを確認して、今回のワークショップではこれ以上の議論はできなかった。各国の希望は調査票によりすでに確認しているので、それに基づいて5-10年の期間運用するとしての必要経費シュミュレーションを行い、次回のSCALOP会合において、オーストラリア、ドイツ、日本、ロシア、ノルウェーの代表間でさらに検討を続けることとした。その後は具体的な目標日程を設定してい

ないが、息の長い検討が必要であろう。しかし、ロシア側は早く着手したい意向で、彼らによれば、技術的には彼らの提案する計画をスタートさせてから2シーズン目には旅客運航が可能としている。

なお、ワークショップの全体会議において、大陸内部高原地域の航空網の提案がイタリアよりあった。これは、内陸高原に基地をもつ日本（ドームふじ）、米国（極点）、フランス及びイタリア（ドームC）、ロシア（ポストーク）の各基地を結ぼうというものであり、もし実現すれば、「ドームふじ観測拠点」はロス海航空網の傘下となり、昭和基地とは独立したアクセス路を持てることになる。今後の成り行きが注目される。

## 9. 考 察

### 9.1. 大陸間航空路の設定

すでに述べたように、南極大陸の玄関口としては、1) 青氷上に滑走路が設定できること、2) 燃料輸送が容易であることが望ましい条件になるが、先にあげた東南極の基地のなかでこれらの条件を完全に満たすものはほとんどない。

このうちロシアはノボラザレフスカヤ基地、ドゥルジナヤIV基地の2基地を玄関口空港として提案し、後背地に青氷帯を控えるモーソン基地を次の候補地とした。大型航空機の発着の実績のないドゥルジナヤIV基地とモーソン基地には早急に専門家を派遣し、滑走路の調査を計画することになる。

しかし、いずれにしても、日本の昭和基地にとっては長い南極内航空路を設定しなければならず、天候や昭和基地の地上設備を考慮すると、わが国としては、昭和基地からわずか300 kmの位置にあるマラジョージナヤ基地を玄関口とすることが便利である。しかし、マラジョージナヤ基地では滑走路が雪面上のため保守が大変との理由でワークショップでは否定的に受け取られた。

### 9.2. 大陸間航空路の運航実施者

航空網の整備のために必要なことは、航空路線の設定のほかに、1) 滑走路を中心とした地上設備（インフラストラクチャー）の整備、2) 航空燃料輸送の手段、3) 運航実施者の決定、の3点である。

運航実施者の決定、特に大陸間輸送をどのような組織が請負うかは路線の決定と密接な関係がある。ロシア以外の民間会社が大型長距離輸送機を運航することは実際問題としてはかなり難しいであろう。また、仮に可能としても、その場合ロシアの協力を得られるかどうかとも未知である。逆に言えば、インフラストラクチャーさえ整えば、ロシア以外の国の民間会社（あるいは国家機関）による運航も可能であろう。



### 9.3. 南極大陸内航空網の設定

南極内での運航に関しては大陸間の運航とは別途に検討する必要がある。その可能性としては、1) ロシアのヘリコプター、2) オーストラリアのヘリコプター、3) 日本が独自に手配するヘリコプターまたはツインオッター級の固定翼機であろう。

ロシアの希望としてはケープタウンからのイリュージン Il-76 (長距離機) と南極内でのミル Mi-8 または Mi-17 ヘリコプターの併用によりたいとしている。ミル Mi-8 と Mi-17 の機体寸法は同じであり、Il-76 には2機のヘリコプターを搭載輸送できる。

しかし、ヘリコプターによる長距離輸送ではオーストラリアが既の実績をあげており、オーストラリアのシコルスキー S76 も燃料デポが確保できさえすれば、南極内の基地のリンクに有効であろう。大陸内の長距離ヘリコプター輸送に関しては、機体の適切な運送手段が得られれば、ロシア以外の国の民間会社にも十分可能であり、日本でも民間ヘリコプターを独自にチャーターできよう。また、南極での実績のある民間会社に依頼して、ツインオッター級の固定翼機に必要期間だけ南極半島経由で飛来してもらう案もある(村山, 1988)。この場合、空き時間に航空機観測ができるメリットもある。また、若干名は往復時に便乗できよう。

### 9.4. 今後のわが国の課題

今後の SCALOP を舞台とした話し合いの過程で、各国の利害がどこまで妥協しえるのか、とくにコストの分担が現在の焦点である。東南極グループでもっとも本構想に切実な必要性を感じ、また、計画の実現に実質的に貢献できるのはロシア、オーストラリアと日本であろう。ロシアは今回のワークショップでは、昨年の SCALOP シンポジウムの時よりもより具体的な提案をしており、路線の設定についてはオーストラリアの意向に沿う努力をしているように感じられた。

ほかに、西クイーンモードランド地域に基地をもつ、南ア、ノルウェー他の北欧諸国の期待にわが国はどの程度応えることができるかも考慮する必要があるであろう。ドイツは自前で運航しているので、それほど切実ではないようにみえる。また、本ワークショップに欠席したが、ノボラザレフスカヤ基地のすぐ隣に基地をもつインドやオーストラリア基地の近くに基地を持つ中国も利用者になりうる。

わが国が独自にこの航空輸送の問題を検討するために、国内の様々なレベルでの組織作りが必要である。そうした過程で、日本の設営能力でどの程度の国際協力が可能であるのか、同時に航空基地として、昭和基地またはその周辺地域にはどの程度の能力が期待できるかも見積っておく必要があるであろう。さらに、大陸間航空輸送の有効性の実証と運行形態の調査のため、チャーターフライトを試行することを視野に入れておくべきであろう。

## 10. あとがき

南極航空輸送網の構想は1980年までにすでにその有用性と具体的経路などが議論され、各国からの期待もあったが、十分に機が熟していなかったため、途中で挫折してしまった。今後の計画はかつての努力の上に築かれねばならないが、具体的な検討段階になるほど各国の思惑や利害が現れて来よう。とくに、コスト負担の問題は深刻で、東南極のように広い地域に、大小様々な基地が分散しているところでは、参加各国が納得しうる負担ルールを確立することには多くの困難が予想される。すでに見てきたように、地上設備にかなりの投資を必要とする航空網の確立のためには、各国はただ単に利用時にチャーター料金を払えばそれで済むという具合にはいかないであろう。たとえ、コスト負担の問題が解決したとしても、航空網の保守と整備を実際にどのような組織が担うのか、どのような組織であれば安全に運航を保てるのかを決めることも難しい。

しかし、真の南極科学観測の発展のためには航空網を整備することが焦眉の急務であることは誰もが認めるところである。ロシアのV. D. KLOKOV氏は筆者に「航空網のユーザーは南極で科学活動をしているわれわれみんなであって、どの国の人間も等しくその恩恵をこうむるよう努力することがわれわれの務めである」と語っていた。

わが国がこの問題の解決に重要な役割を果たすことを各国が期待していることを肌身で感じたワークショップであった。

## 謝 辞

本文に引用した資料の多くはワークショップでの口頭発表や論文に拠っている。特に南極航空網構想の歴史については、主として参考文献にあげたA. FOWLER氏の報告に拠った。また、技術的問題、財政的問題については、ロシアのV. D. KLOKOV氏、オーストラリアのJ. SAYERS氏との討論や彼らの論文に負うところが大きい。極地研の村山雅美、川口貞男両名誉教授、村越望元観測協力室長、鮎川勝助教授には、原稿を読んでいただき、CATSAへの日本の対応をはじめ、これまでの日本南極地域観測隊の航空分野の活動全般についてご教示いただいたほか、将来の航空計画のありかたについて、貴重なご助言をいただいた。以上のかたがたにあつくお礼申し上げる。

## 文 献

- アンタークティックウオーク南極点探検隊編 (1993): 南極環境調査報告書 (1991-1993). 東村山, アンタークティックウオーク南極点探検隊事務局, 354p.
- Aurora, ANARE Club Journal (1995): New role of helicopters during 1994/95 season. 14(3), 2-3.
- BLAISDELL, B.L., 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, SCALOP, 231-242.

- FOWLER, A.N. (1995): On the history of CATSA and other cooperation in Antarctic air transport. Proceedings of the SCALOP Workshop on the Air Transportation Network, Washington, D.C. (in press).
- KLOKOV, V.D. (1995): Technique and logistic considerations for establishing snow and ice airstrips. Proceedings of the SCALOP Workshop on the Air Transportation Network, Washington, D.C. (in press).
- KLOKOV, V.D. and DIEMAND, D. (1995): Glaciology of the McMurdo ice shelf in the area of air operations. Contributions to Antarctic Research IV. Washington, D.C., American Geographical Union (in press).
- KLOKOV, V.D. and LUKIN, V.V. (1994): The concept of the cooperative air transport system in east Antarctica. Proceedings of the Sixth Symposium on Antarctic Logistics and Operations, Rome, SCALOP, 243-264.
- 国立極地研究所(1989): 輸送問題—付録. 企画調整室メモ-4. 13p. (手記).
- 村越 望(1972): 南極における航空機の利用. 探検と冒険 6, 東京, 朝日新聞社, 288-294.
- 村山 雅美 (1988): 南極飛びある記. 極地, 47, 6-14.
- OFFICE OF POLAR PROGRAMS (1994): Facts about the United States Antarctic Program. Virginia, National Science Foundation, 26p.
- ROBIN, G.de Q. (1968): Logistics in relation to future Antarctic scientific research. Records of the Antarctic Treaty Meeting of Experts on Logistics. Tokyo, Ministry of Education, 650-655.
- SAYERS, J. (1995): Some financial considerations for cooperative air transport systems. Proceedings of the SCALOP workshop on the Air Transportation Network, Washington, D.C. (in press).
- SMITH, P.M. (1970): International cooperation in Antarctica—the next decade. Bull. At. Sci., 26(10), 29-32.
- SMITH, P.M. and DANA, J.B. (1973): Airbus: an international air transportation system for Antarctica. Antartct. J. U. S., VIII (1), 16-19.
- Sub-committee on CATSA (1977): A co-operative air transport system for Antarctica (CATSA). Report of the Working Group on Logistics to XIV SCAR. SCAR Bull., 56, 547-552.

(1995年5月15日受付; 1995年5月24日改訂稿受理)