

11,000トン型新砕氷艦について

本 多 一 郎*

On the New Icebreaker

Ichiro HONDA*

Abstract: In April 1979, the Japanese Government decided to build a new icebreaker to take over the function of the icebreaker FUJI, because the latter's capability in the Antarctic activities was reduced due to aging. The new ship also engages in such operations as the transportation of the personnel and cargo and on the onboard observations. The ship's capabilities are improved. The standard displacement is 11,000 ton, which is twice that of the FUJI, and the propulsion capacity is 30,000 SHP, which is about three times that of the FUJI. The diesel-electric AC-R-DC is used for the propulsion. Six sets of generators and motors drive three propellers through three shafts. The capability of breaking the sea ice may be estimated as Arctic class 4. Accommodations for 60 scientists and 170 crew and holds for cargo of 1000 tons are prepared. Laboratories for the onboard research of the space science, oceanography, biology, geosciences and gravimetry and a data processing room are provided. The first cruise of the new ship is planned in the 1983-84 season. Two CH-53 class cargo helicopters and one OH-6 class reconnaissance helicopter will be equipped.

要旨: 1979年4月、日本政府は、「ふじ」の輸送能力の限界と老朽化を考慮して、南極地域観測支援のため、新しい後継艦を建造することを決定した。新砕氷艦は、「ふじ」に比べると大きさで約2倍、軸馬力で約3倍であり、砕氷能力は、おおよそアークティッククラス4と見積もられる。本艦は観測隊員等60名、貨物1000トン、昭和基地に輸送する能力をもち、CH-53級輸送用ヘリコプター2機とOH-6級偵察用ヘリコプター1機を搭載する予定である。推進装置としては、ディーゼルエレクトリックAC-R-DC、3軸推進方式が採用されている。宙空、海洋、生物、データ処理等5つの観測室が設けられ、種々の洋上観測作業をすることができる。本艦の初の南極行動は、1983年末に予定されている。

* 防衛庁技術研究本部, Technical Research and Development Institute, Japan Defense Agency, 2-1, Nakameguro 2-chome, Meguro-ku, Tokyo 153.

砕氷艦「ふじ」が昭和40年11月にはじめての南極航海に就航して以来すでに15年が経過し、この間「ふじ」は南極観測事業を支える重要な役割を果たしてきたが、逐次拡大発展する観測規模に対して輸送能力が限界に達し、また老朽化も進行してきたことから、昭和54年度に「ふじ」の代替として新砕氷艦を建造することが決定した。

本艦の特徴は、砕氷、輸送、ヘリコプター運用および洋上観測機能を備えた多目的砕氷艦ということにあり、他の諸外国の船に比べて特に人員、貨物の輸送量が多いこと、大型ヘリコプターによる空輸能力が大きいことおよび洋上観測設備が充実していることがあげられる。

以下、設計内容の概要を記述する。

任 務

本艦は南極地域観測のために観測隊員および同物資を極地へ輸送するとともに、極地およびその途次における洋上観測に従事することを任務としている。

船型、主要目

船型は、図1に示すように、基本的には「ふじ」と同じ長船首楼甲板型で、後部にヘリ

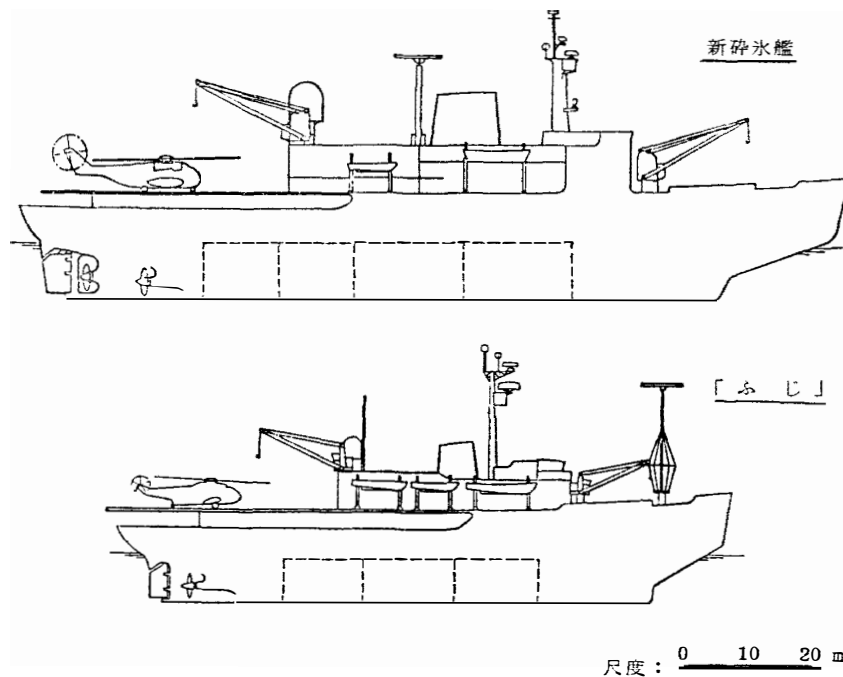


図1 船型比較

Fig. 1 Ship's configuration.

表 1 新砕氷艦と「ふじ」の要目比較

Table 1. Principal dimensions.

	新 砕 氷 艦	ふ じ
基準排水量 (ton)	約11,000	5,250
常備排水量 (ton)	約17,600	約8,000
全 長 (m)	134	100
最 大 幅 (m)	28	22
深 さ (m)	14.5	11.8
吃水 (常備) (m)	9.2	8.1
最大速度 (knot)	約19	約17
巡航速度 (knot)	15	15
航続距離 (n.m.)	15 knot—25,000	15 knot—15,000
機関型式	ディーゼル電気推進 (AC-R-DC)	ディーゼル電気推進 (DC-DC)
軸 数	3	2
軸 馬 力 (ps)	30,000	12,000
貨 物 (ton)	1,000	400
ヘリコプター	CH-53×2 機 (輸送用) OH-6×1 機 (偵察用)	S-61A×2 機 (輸送用) Bell-47G×1 機 (偵察用)
乗 員 (名)	174	182
観測隊員等 (名)	60	48

コプター格納庫および飛行甲板を設けているが、「ふじ」と異なる点として飛行甲板を艦尾よりやや前方でとどめて、艦尾での諸作業をやり易くした。水線下の形状では、「ふじ」に比べて艦首の傾斜をかなりゆるやかにして砕氷効率を向上させている。

船体主要寸法については、砕氷能力および艦内所要容積、重量の両面から検討して決定した。主要目を「ふじ」と対比すると表1に示すとおりである。

全体配置

全体配置は図2に示すとおりであり、船体中央部付近の第1甲板から上に乗員および観測隊員の居住区画を、前後部に貨物倉、糧食庫などを配置した。艦橋は氷海航行時の操艦者および見張員の防寒を考慮して、全周エンクローズとし、舷側一杯に張り出す形をとった。

上部構造には航海、通信情報、気象、宙空観測などの諸室および乗員居住区画を設けた。

煙突の後にヘリコプター格納庫と飛行甲板を配置し、両舷に艦上フォークリフト交通路を設けて、前部貨物倉の荷物をヘリコプター発着甲板に運搬できるようにした。

機械室は4区画に分割し、電気推進用発電機および電動機を装備し、機械室区画の直上に補機室を設けて整流器、配電盤および補機類を装備することとした。操縦室はさらにそ

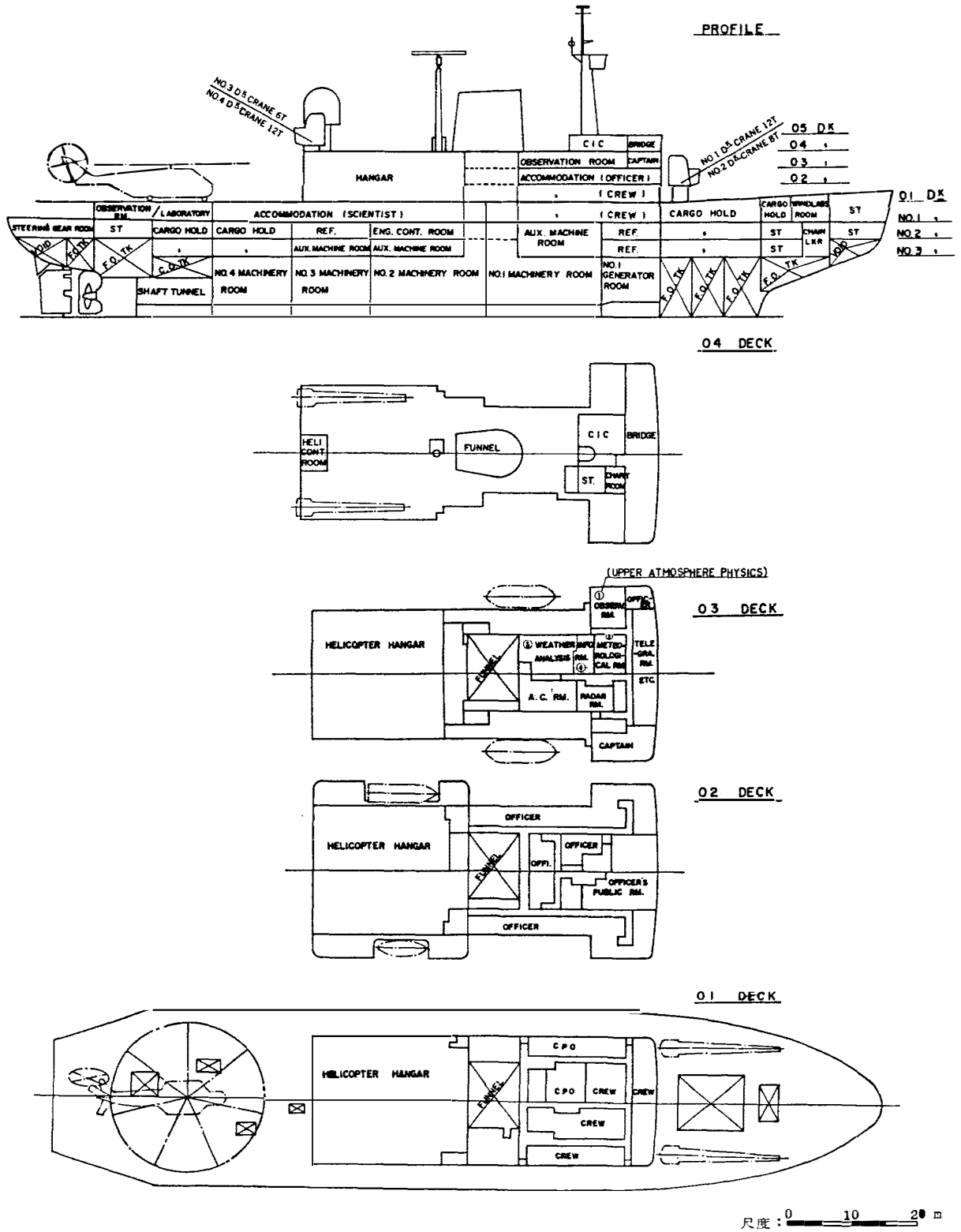


図 2 大體配置図
Fig. 2. General arrangement.

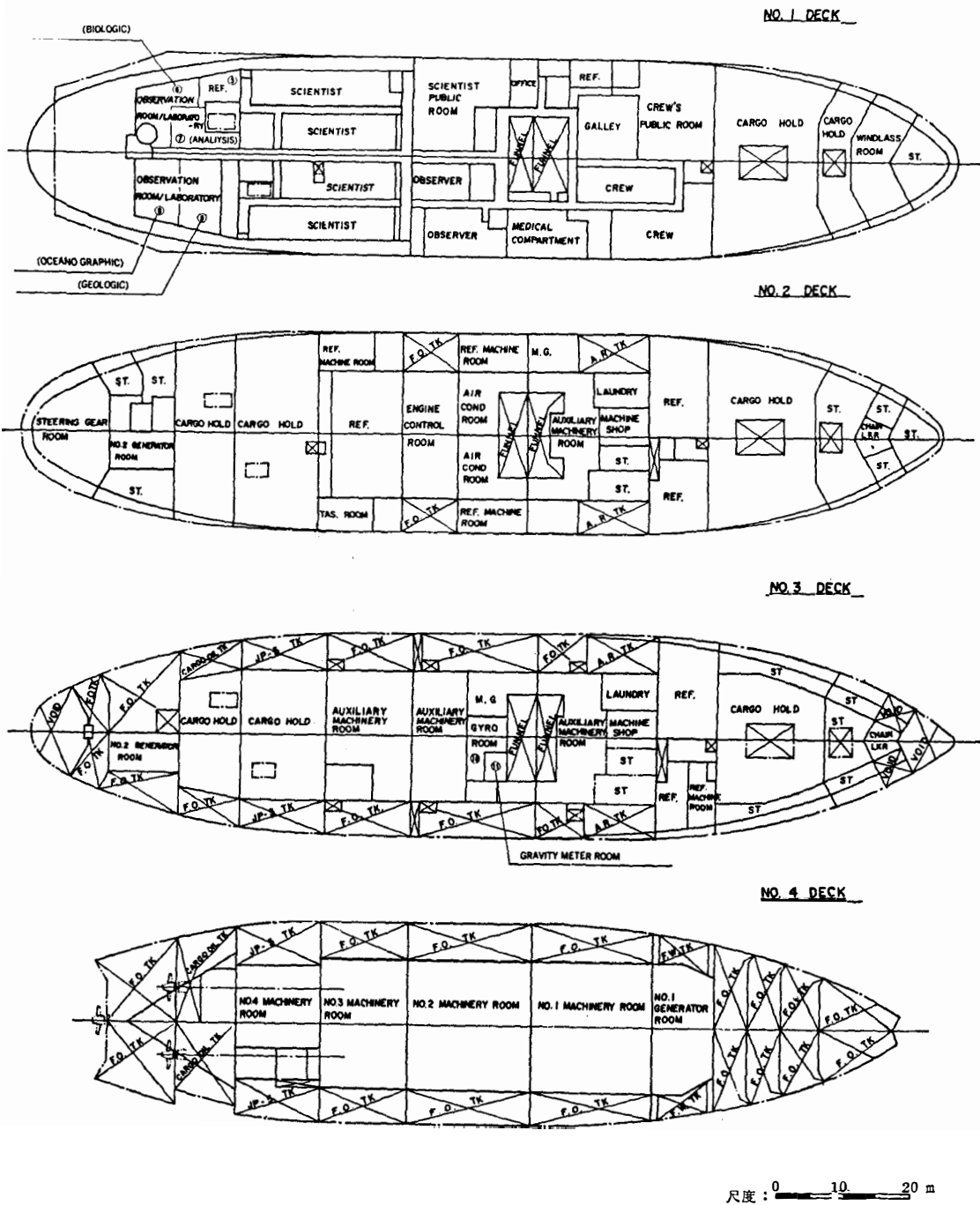


Fig. 2. General arrangement (continued).

の上の第2甲板上に配置し、推進装置の自動遠隔制御、監視、記録などを行うこととした。

砕氷艦特有の二重船殻構造を利用して、燃料、航空燃料、貨物油、真水などを積載する諸タンクを配置した。

破氷性能

砕氷能力を決定する最大の要素は排水量と推力であり、本艦は「ふじ」と比べて排水量で約2倍、機関出力で約3倍であり、大幅に砕氷能力が強化されている。

水線下の船体形状が砕氷抵抗に及ぼす影響もまた大きく、いかに適正な船型を選ぶかという事は重要な課題である。

近年各国において急速に砕氷工学の研究が発達しつつあり、本艦についても各種の実験結果に基づく理論解析と氷海再現水槽における模型試験の結果をもとに、極力砕氷抵抗を少なくするように船体形状、寸法を決定した。特に船の長さとの比、船首形状、船体側面の傾斜などは砕氷時の抵抗減少および氷に食い込んだときの離脱に大きな影響力を持っている。

砕氷能力を表す場合、「ふじ」の時はまだ砕氷工学が現在ほど発達していなかったため、船が氷にぶつかってどれ位の厚さの氷まで割れるかを、船首の垂直圧力と氷厚の関係から静的に算出する方法がとられ、最大破碎氷厚何メートルといういわゆるチャージング能力で砕氷能力を表していたが、現在ではこのような前後進を繰返して氷を割って進むチャージングよりも連続砕氷でどれだけ進めるかの方がより重要であることが認識されてきた。

本艦では、昭和基地付近のリュツォ・ホルム湾の海水状況を参考にして、少なくとも1年氷の定着氷海域では連続砕氷で航行したいということから、氷厚1.5メートルで3ノット連続砕氷可能な能力を保有することを目標に計画を進めた。

減揺装置

砕氷艦では、氷による損傷を考慮して、普通の船のように動揺防止のためのビルジキールをつけないのが通例である。したがって外洋、特に極地往復途次に通過する暴風圏においてはかなりの動揺を強いられることになる。その対策として、船体内部の左右両舷に減揺タンクを設け、その間をU字管型式のダクトで結んで、船の動揺に対してある位相差をもって減揺タンク内の作動水を移動させることにより、その慣性力を利用して船の動揺を減少させることにしている。

本艦では、中央部よりやや前方に1対の減揺タンクを設け、約600トンの作動水を入れ

ることになっている。

船殻構造

船殻構造方式は横肋骨方式とし、第2甲板以下の船側部および船底部はおおむね船の全長にわたって二重船殻構造とした。

耐氷構造は、「ふじ」の使用実績および米国コーストガードの最新砕氷船「ポーラースター」の構造を参考にするとともに、砕氷艦に関する知識経験の豊富なノルウェーやカナダの構造規則などを参考にし、外板、骨材に対する設計荷重および許容応力を設定し、

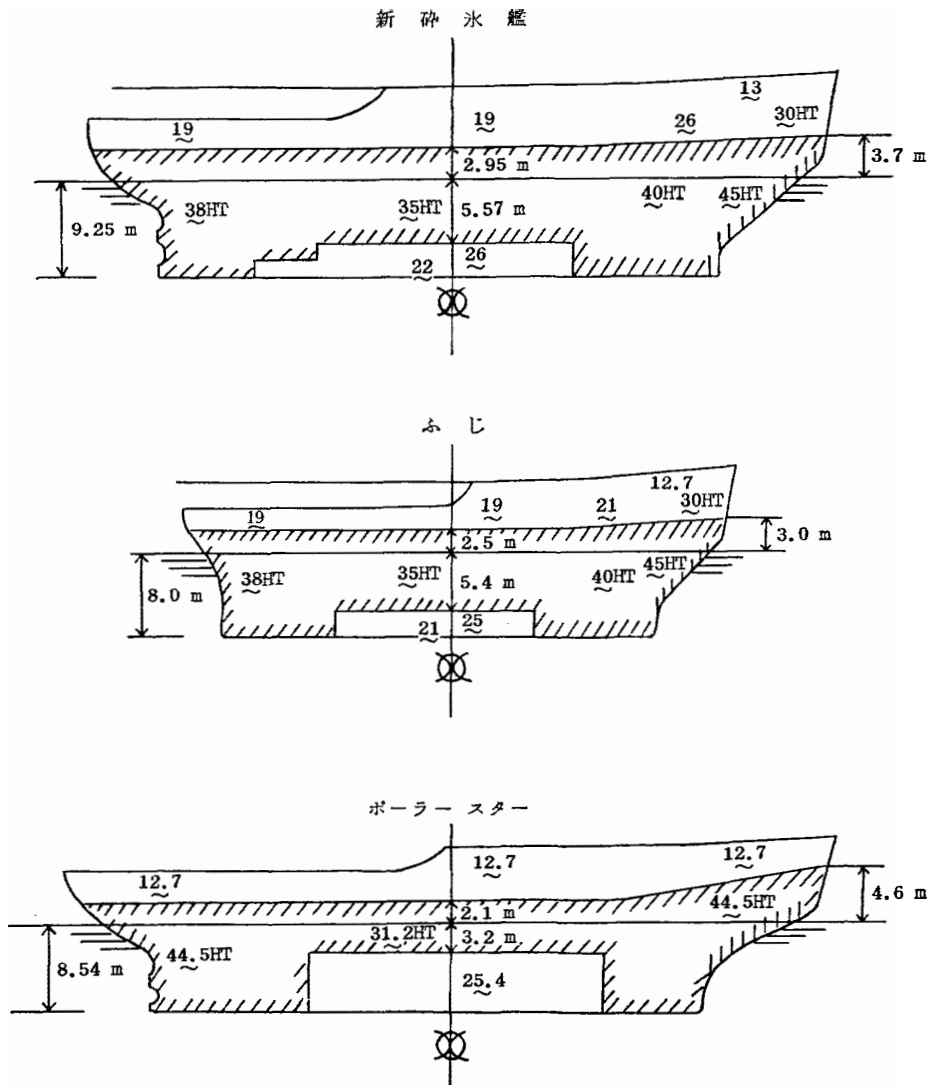


図3 耐氷帯比較図。斜線部内は耐氷帯範囲を示す。また、～は板厚 (mm), HTは高張力鋼を示す。

Fig. 3. Ice-belt comparison.

鋼種、板厚、寸法を決定した。

船側外板の氷と接触する部分の耐氷帯（アイス・ベルト）は特に板厚を厚くしており、最も厚い艦首部では 45 mm の高張力鋼を用いている。耐氷帯の範囲と板厚は図 3 に示すとおりである。

船体 艤装

船体艤装にあたっては、特に荷役装置の合理化による節労、居住環境の整備、ヘリコプターの運用整備作業の円滑な実施に重点をおいて設計を進めた。

前部貨物倉には主として大型器材（雪上車、建築資材など）およびドラム罐を積載し、大型ハッチを介して搬出入し、後部貨物倉には、ユニット化、コンテナ化によりなるべく荷姿を統一した貨物をエレベーターにより飛行甲板から搬出入することとした。

糧食類は、本艦用および越冬隊用糧食別に格納し、それぞれコンベレーターにより搬出入し、貨物油の一部はドラム罐積みとして貨物倉に、また一部はバルク積みとして船底タンクにそれぞれ積載することとした。

主な荷役装置としては、デッキクレーンを艦橋前面に 2 基（右舷：12トン、左舷：8トン）、ヘリコプター格納庫上に 2 基（右舷：6トン、左舷：12トン）装備するほか、エレベーター 2 基、コンベレーター 2 基を装備し、また艦内水平移動用として、フォークリフト、パレット・トラック、フリーローラーなどをとう載することとした。

居住区画は、乗員、観測隊員別に極力集中配置に心掛け、給食、衛生、事務、リクリエーションなどの関連諸設備をこれに近接して設けた。観測隊員およびオブザーバーの居室は最も動揺の少ない第 1 甲板中央部から後方にかけて配置し、それに隣接して観測諸室をまとめて配置することにより観測諸作業の効率向上を図った。

居住区画艤装にあたっては、熱帯地および極地にわたる長期行動を考慮して、暖冷房、騒音防止などの環境条件の整備のほか、家具調度類、室壁内張りなどに木製品を使用し、ソフトで落ち着いた雰囲気を持たせるようにした。またそれに伴って、防火構造、消火設備などには特に注意を払い、防災に万全を期した。

ヘリコプター関係艤装

輸送用ヘリコプターとして、CH-53 を 2 機とう載できるが、空輸能力は約 10 トンであり、「ふじ」の S-61 の 2 トンに比べて約 5 倍の積載能力を保有している。

偵察用ヘリコプターとしては、小型の OH-6 を 1 機とう載することとしている。

ヘリコプター関連機装としては、飛行甲板、格納庫のほかに、艦上における機体、電子機器の整備設備、とう乗員待機室、発着艦管制室、着艦誘導装置、給油設備および消火装置等を保有している。

推進装置

一般に砕氷艦においては次に述べる理由により電気推進装置が用いられることが多い。

- 1) 加速トルクが大きく、急速かつ頻繁な正逆運転に適している。
- 2) 遠隔自動制御が容易で、操縦性が良好である。
- 3) 砕氷時の衝撃的過大トルクが直接主機にかかることがないので主機を保護できる。

「ふじ」ではディーゼル直流発電機と直流電動機を組合わせた DC-DC 方式であるが、本艦ではディーゼル交流発電機、整流器、直流電動機を組合わせた AC-R-DC 方式とした。

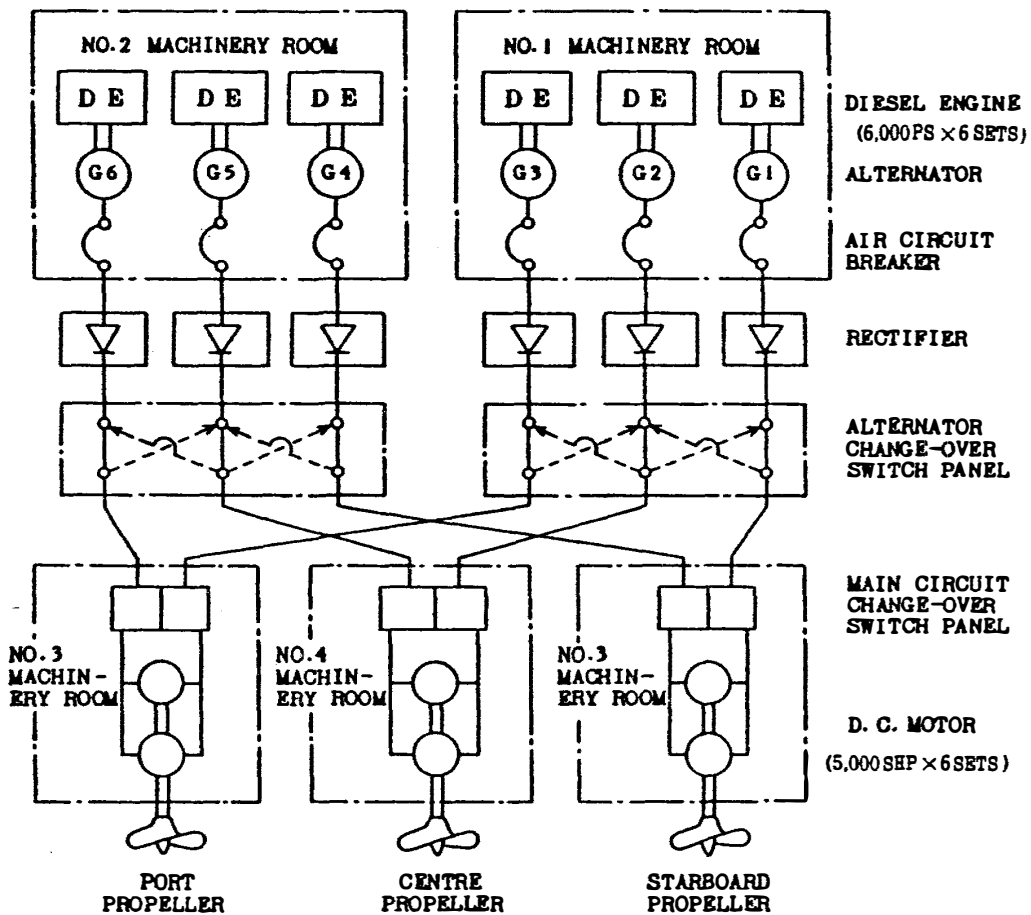


図 4 電気推進装置主回路構成図
Fig. 4. Electric propulsion system.

AC-R-DC方式は、発電機の単機出力に制限を受けないこと、保守整備が容易であること、急速反転時のバックパワーが原動機にかかってこないことで原動機の負荷が軽減されること、などの利点があり、またこれが可能になったのは、最近の電子部品技術の発達により大容量の整流装置の信頼性が著しく向上したことによるものである。

電気推進装置の構成は図4に示すとおりで、第1、第2機械室にそれぞれ3台ずつ装備されるディーゼル駆動発電機から発生する交流をダイオード整流器により直流に整流して、これを第3機械室に装備される左右舷軸用電動機および第4機械室に装備される中央軸用電動機に給電することとした。推進電動機は、負荷による使い分けおよび逆転時の慣性力を小さくすることを考慮して、1軸2基タンデム直結方式とした。

艦橋、操縦室およびマストの上にある上部操舵所の3カ所から遠隔操縦をすることが可能であり、操縦室においては操縦操作のほかに運転状況の自動監視、記録もできるようにした。

プロペラ軸は、1軸1万馬力均等分担の3軸合計3万馬力としたが、3軸方式を採用した理由は、氷海においては中央軸が損傷に対してより安全であること、頻繁に前後進を繰返す場合に軸慣性力をなるべく小さくしたいこと、1軸あたりの馬力に対する電動機の製作限界などからの配慮である。

プロペラおよびプロペラ軸の選定にあたっては、破碎氷塊をたたくときの衝撃によって折れたり、曲がったりすることのないように十分な強度を持たせることとし、プロペラは固定ピッチ組立型4翼高強度ステンレス製とし、プロペラ軸には特殊鋼を用いた。

舵は中央1枚舵とし、後進時に氷塊衝撃から保護するため、艦尾に舵保護材を設けた。

洋上観測設備

極地および往復途次において洋上観測を行うため、宙空、地学、生物、重力および観測データ解析などの観測室を設けた。主な観測内容は表2に示すとおりである。

宙空観測室は上部構造内に配置され、宇宙空間の諸物象を観測する装置を装備している。重力観測室は、動揺の最も少ない船体中央部にジャイロ室に隣接して配置した。

その他の観測室は第1甲板後部にまとめて配置し、艦尾付近には、海洋観測関係諸ウィッチ類、クレーンを装備し、観測器材の投揚収、サンプル収集などの作業を行うこととした。

気象観測は乗員の所掌となっており、宙空観測室と同じレベルの甲板に気象室、気象情報処理室などを設け、ここから各観測室にも所要の気象データを送るようにしている。

表 2 洋上観測諸室設備内容
Table 2. Scientific laboratories.

第 1 観測室	第 2 観測室	第 3 観測室	第 4 観測室	第 5 観測室
宙空関係	データ解析	地 学	海洋定常	生 物
レーザーレーダー アイオノゾンデ エーロゾロ 気球観測 VLF・HF 受信 流星風レーダー	科学観測データや 艦の航行に関する 諸データの編集, 収録および各種機 器のコントロール	音響測深 地層探査 エアガンによる海 底音波探査 航空写真によるリ モートセンシング コアサンブラ ドレッジ	栄養塩サンプル 光電比色計 サリノメータ DO メータ pH メータ NO ₃ カラム オートアナライザー ガスクロマトグラフ	インキュベータ (0°C) 恒温水槽 pH メータ DO メータ (溶存酸素計) 塩分計 顕微鏡 定温器 (15°C)

観測設備としては、ラジオゾンデ、気象衛星受信装置などがあり、格納庫の上にある発着艦管制室上にドームつきのパラボラアンテナを装備している。

本艦の基本設計は、防衛庁技術研究本部が担当し、南極輸送問題調査会議の審議を経て決定された。現在、日本鋼管鶴見製作所において建造が進められており、昭和56年3月起工、昭和56年12月進水、昭和57年12月完成の予定である。

本艦は昭和58年から「ふじ」と交代して南極観測支援の任務につく予定であり、砕氷能力、輸送能力ともに一段と増強された本艦の活躍が大いに期待されるものである。

(1981年1月28日受理)