

6000m級潜水調査船のサブシステムに関する 研究概要および調査需要に関する調査結果

松本文彬*¹ 磯谷 實*¹ 竹内正敏*¹
中西俊之*¹ 森鼻英征*¹ 安藤久司*¹

6000m級潜水調査船は、設計研究費が昭和60年度国家予算で計上され、いよいよ建造に向けスタートする運びとなった。

その経緯の一環として、海洋科学技術センターが実施した6000m級潜水調査船のサブシステムに関する研究概要およびアンケート結果による6000m級潜水調査船のニーズについて報告する。

Research on Needs for and Subsystems Required on the 6000-meter-class Deep Research Submersible

Fumiaki Matsumoto *² Minoru Isogai *² Masatoshi Takeuchi *²
Toshiyuki Nakanishi *² Hideyuki Morihana *² Hisashi Ando *²

The 1985 national budget for a design study on 6000-meterclass deep research submersible development was established and development has started.

In this paper, the following factors concerning submersible which have been obtained as study results are presented:

- (1) Outline of the subsystems of the submersible (1983)
- (2) Needs of the submersible based on the results of questionnaire to potential observers (1984)
- (3) Some other studies of the submersible (1984)

*¹ 深海開発技術部

*² Deep Sea Technology Department

1. はじめに

1973, 74年の両年にわたったFAMOUS計画によるプレートテクトニクス理論の検証や1977年の海底の熱水鉱床の発見等を契機に、米国のSEA CLIFF, フランスのNAUTILE等6,000m級の潜水調査船が建造されている。

わが国でも昭和48年度および54年度に海洋開発審議会の答申を受け、全海洋の98%を調査できる6,000m級潜水調査船システムについて研究開発が進められてきた(表1参照)。この一環として昭和

53年度からは、中間段階としての2,000m潜水調査船システムの開発が当センターにより行われ、昭和56年10月に完成された。潜航訓練ののち、昭和58年7月から調査潜航を行っており、深海潜水調査船システムの建造技術および運用技術に関し十分な知見を得ている。昭和60年度に6,000m級潜水調査船の計画検討に関する研究が予算化されたのを機会に、58年度および59年度に行った本船に関する検討状況を以下に報告する。

表1 深海潜水調査船の研究開発実績

Research and development of a deep research submersible

年 度	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
審議会答申 委員会等	▽海洋審答申	▽船機協委員会 発足	▽センター設立		▽海洋審答申 ▽センター委員会発足			▽海洋審答申 ▽同左答申 ▽科技厅総合検討会	▽海洋審答申 ▽センター委員会発足							▽センター委員会発足
海洋科学技術 センター					深海潜水調査船 調査研究 耐圧殻材料 } に関する 耐圧送受波器 } 研究				2000 m 潜水調査船システム 基本設計	詳細設計・ 建造・試験			深海潜水調査船 サブシステムの評価検討 高耐力潜水調査船の研究			
運輸省		深海潜水調査船 耐圧殻材料 } に関する研究 溶 接 性 } 工 作 性 }									マスタースレーブ方式 マニピュレータの研究					
日本船用機器 開発協会		6000 m深海潜水調査船 全般調査計画 耐圧殻強度 } に関する 浮 力 材 } 研究 ※ 艀装各装置														
日本造船研究 協会													深海潜水調査船 油漬インマータ } の研究 海水ポンプ }			
民 間																

上表中※印の艀装各種装置の研究は油圧ポンプ装置、水銀トリウム調整装置、油漬銀電池、電線貫通金物、のぞき窓、高圧管継手、コニカルシートハッチ、ショットバラスト装置、交流電動機制御装置、直流電路制御装置について行った。

2. 6,000 m 級潜水調査船の サブシステムに関する技術評価

6,000 m 級潜水調査船システム実現の可能性を確認するとともに、今後の開発建造を円滑に実施するため、これまでの6,000 m 級潜水調査船システムに関する研究開発成果と2,000 m 潜水調査船システムの建造および運航経験を総合し評価検討を加えた。なお、このサブシステムの詳細な調査検討は図1に示す条件で行い、潜水調査船開発研究会で審議したものである。

2.1 サブシステムの評価

2.1.1 耐 圧 殻

耐圧殻材料は比強度が大きく、信頼性の高いものが望まれる。この意味から10Ni-8Co鋼とチタ

ン合金(Ti-6Al-4VELI)が候補に選ばれた。10Ni-8Co鋼は昭和44年度から研究が行われ優秀さが判明した。チタン合金はフランスのNAUTILE(Ti64)、米国のSEA CLIFF(Ti621)に使用されていることが分かった。本船で耐圧殻内径を2 mとした場合、チタン合金を採用した方が耐圧殻重量で0.9~1.2 t、潜水船全体で2.2~2.8 t 軽くなるという結果が得られた。しかし、チタン合金はじん性が低いので、今後実規模モデル確認試験結果等について十分検討評価していく必要がある。

また、耐圧殻内径は潜水船特殊基準によれば2.15 m必要となるが、着水揚収および運動性の面からは極力小型軽量化することが望まれる。外国

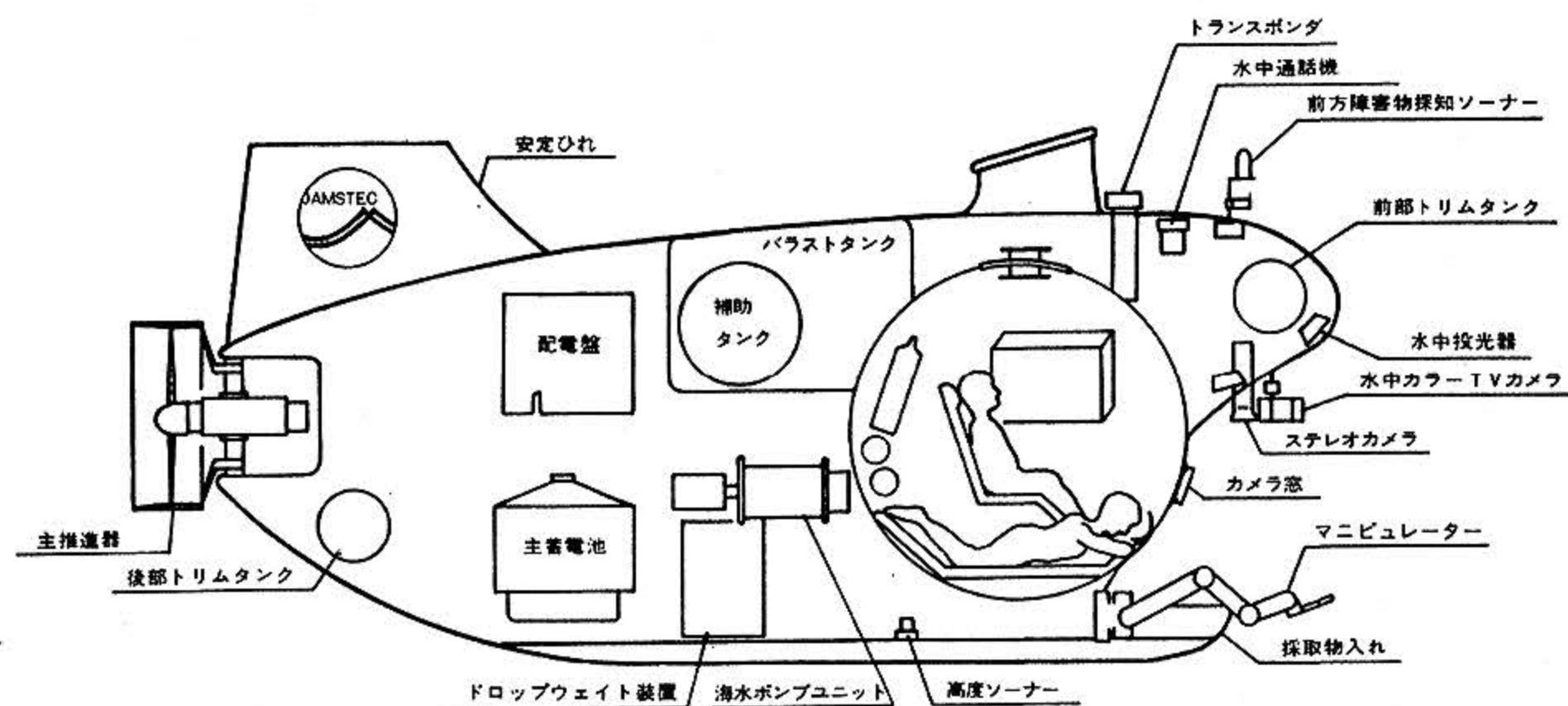
図1 6,000m 級潜水調査船の検討条件

Condition of investigation for 6,000m class deep research submersible

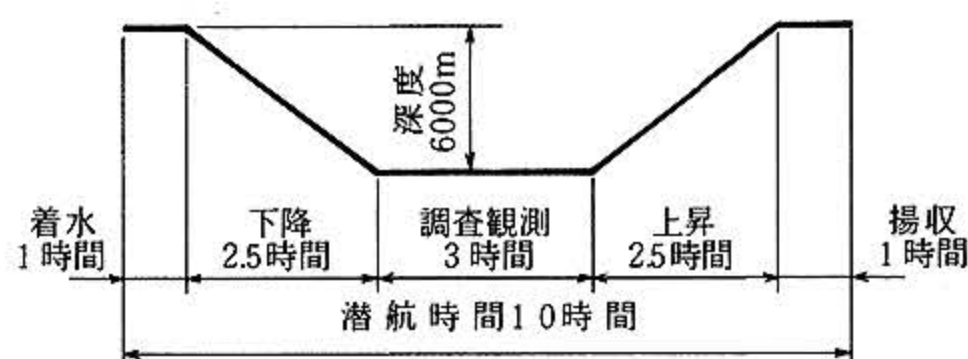
主要目

全長	10 m	最大潜航深度	6000 m	乗員 3 名(操縦者 2 名 研究者 1 名)
幅	3 m	空中重量	約25トン	
高さ	3 m			生命維持時間 82 時間

最大速力: 2.5 kts
連続最大速力: 約 2 kts
上昇下降用スラスト出力: 1.5 kw × 2 台
観測装置等: 観測装置はマニピュレーター、グラバ他、ペイロードは 200 kg
なお、耐圧殻内径は 2 m を基本とし、1.9 m 及び 2.15 m の得失についても検討した。
音響システム及び稼働率は、支援母船を“なつしま”とした場合について検討する。



潜航パターン



潜水船の例および作業性の面からの検討結果では、内径は2 mで十分だと思われるが、実物大模型等により人間工学的評価を行う必要がある。

2.1.2 耐圧殻内配置および

視き窓配置

「しんかい2000」の耐圧殻内配置は操作・監視用コンソールを前面に集中的に配置し、水中モニタ等を監視しながら操縦することとした。しかし、操縦者からは、

(1) 操縦は窓から外を見ながらしたい

(2) 潜水船の上および横方向も観察したい

との意見が出されている。本船の耐圧殻内配置は、これらの意見を取り入れ、かつ、搭載機器の最新化およびCRTモニタの採用等、最大限の小型化を図る必要がある。また、これらについては、前記耐圧殻内径2 mの検討と併せ実規模模型を製作し検討する必要がある。

2.1.3 電源装置

「しんかい2000」の主蓄電池使用実績の調査結果、計画とよく一致しているので、本船の所要電力も「しんかい2000」の計画にならって行った。主蓄電池容量は550～800 Ahの範囲になると考えられるが、オペレーションの詰めをして決定する必要がある。主蓄電池の形式は外国の実績や燃料電池等を調査の結果、最も小型軽量化を図れる銀-亜鉛電池が最適と判断される。

応急用電池は約20 Ahのニッケル-カドミウム電池を耐圧殻内装備とすることが適当であろう。

船外電線は耐水圧モールド電線方式と油漬電線方式がある。油漬電線方式は近年、米国、フランス等で増えているが、わが国では使用実績がない。このため現在行われている試作試験の結果等について検討評価し、使用電線を決めていく必要がある。

また、海外の潜水船では推進用等に直流電動機を採用しているものがあるが、本船では「しんかい2000」の実績および制御性、保守性の面から、インバータを介して交流電動機を駆動する方式とすることが適当である。ただし、インバータは重量軽減上、研究開発中の油漬均圧方式とする必要がある。

2.1.4 浮力材

本船の浮力材としては、特に高圧壊強度で低比

重のものが要求される。このため当センターでは昭和56年、57年にバイナリーシンタクティックフォームの浮力材について研究し、ほぼ満足できるものを開発している。

2.1.5 重量調整装置

本船では下降上昇速度の向上が重要な課題であるが、このためには船型の改良、水中不釣り合重量の増加、トリム付き下降上昇などを行う必要が生ずる。「しんかい2000」は幅/深さ比(B/D)が1.03で、抵抗係数 C_D は下降時約1.5、浮上時約1.1となっている。本船で下降上昇速度を格段に早めるためには、この C_D を小さくすることが望まれ、船型の流線化を図れば、 $C_D = 1.2 \sim 1.0$ も技術的には可能であるが、試験で確認する必要がある。また、縦トリムを $20^\circ \sim 30^\circ$ 設けると、下降上昇速度の向上が図れるが、これについても試験確認が必要である。

本船の下降上昇に必要なドロップウエイトは、6,000 mを2.5時間で下降上昇する場合、約1.4 t (20° のトリム付きの場合約1 t)であるが、この方式としてはドロップウエイト方式が最も適当である。その他、本船には潜航中微小な重量調整ができるバリアブル注排水装置が必要であり、これには現在、研究開発されている海水ポンプによるのが適当である。

2.1.6 環境制御装置

本船の乗員は長時間にわたる密閉環境下での調査活動を行うものであり、乗員の生命に直接かわる酸素および炭酸ガス制御は極めて重要である。環境制御装置としては、酸素供給および炭酸ガス吸収を主として、船内空気循環、酸素および炭酸ガスの分圧計測および警報、脱臭、除湿、応急呼吸等の機能を保有させる。これらの諸要目は「しんかい2000」の実績を踏まえて、本船の運用を十分検討して決定していく必要がある。

2.1.7 水中音響システム

音響システムは、2,000 m潜水調査船システムの性能および運用経験を基にすすめることとし、今後各機器の距離延伸に対する性能を、2,000 m潜水調査船システムの機器を用いて実験計測し評価するとともに、搭載音響機器の感度の把握、小型軽量化およびその他の搭載機器類の雑音低減等についても検討を要する。また、母船上では潜水

表2 6,000 m 級潜水調査船の概要

Summary of investigation results for 6,000 m class a deep research submersible

項 目		A、A' 案	B 案	備 考
主 要 寸 法 等	L×B×D	A 案 9.8×2.7×3.2 A' 案 9.0×2.7×3.2	9.6×3.0×3.0	A 案は潜水、浮上の際の抵抗低減のため、縦長船型としている。
	空 中 重 量	A 案 26.6トン A' 案 23.8トン	26.6トン	着水時空中重量
	乗 員	3名	同 左	
	ライフサポート	3人×82時間	同 左	
	ペイロード	200Kgf	同 左	
	水中速力(最大)	2.5Kt	同 左	
	潜 航 深 度	6,000 m	同 左	
船 体 構 造	耐 圧 殻	材料 A 案 10Ni-8Co A' 案 Ti-6Al-4V ELI 寸法内径 2,000 mm	材料 10Ni-8Co 寸法内径 2,000 mm	
	外殻 骨 組	材質 チタン及びチタン合金	同 左	
	構造 外 皮	材質 FRP	同 左	
電 源	主 蓄 電 池	油漬均圧型銀亜鉛電池 400 AH×108 V×2群	油漬均圧型銀亜鉛電池 280 AH×108 V×2群	B 案は上昇下降時の投光器消燈等により電力節減を図っている。
	応 急 電 池	密閉型ニッケルカドミウム電池 20 AH×28 V	同 左	
	イ ン バ ー タ	油 漬 均 圧 型	同 左	容器はA、A' 案が1、B案が3
	主 配 電 盤	油漬均圧型 1基	同 左	
推 進	主 推 進	油漬均圧型誘導電動機 4.0 Kw×1基	同 左 4.5 Kw×1基	最 大 出 力
	補 助 推 進	油漬均圧型誘導電動機 1.5 Kw×2基	同 左	
油 圧 ポ ン プ		油漬均圧型誘導電動ポンプ 140 Kg/cm ² ×12 l/min 1基	同 左 140 Kg/cm ² ×11 l/min 1基	
重 量 ト リ ム 調 整 装 置	バラストタンク	空気排水式 約1.3 m ² 2個	同 左 約1.5 m ² 2個	
	補 助 タ ン ク	海水ポンプ式 約250 l	海水ポンプ式 約300 l	A、A' 案 クランクピストン型ポンプ B 案 アキシアルプランジャ型ポンプ
	ト リ ム 調 整	水銀移動式 ±10°	同 左	
	ドロップウェイト	電磁石式 1,400 Kg (水中)	同 左 1,200 Kg (水中)	
航 海 装 置		水中通話機、CTFMソナー、ジャイロコンパストランスポンダ、後方監視テレビ、他	水中通話機、CTFMソナー、ジャイロコンパス同期ピンガー、他	
環 境 制 御 装 置		酸素ボンベ及びLiOH 他	同 左 他	B 案は常用以外の酸素ボンベを耐圧殻外配置
救 難 安 全 装 置		ドロップウェイト(上昇用と兼用)、応急電池、応急通信装置、他	ドロップウェイト(緊急用150 Kg)、他 同左	マニピュレータ、グラバー他の投棄も考慮する
調 査 観 測 装 置		マニピュレータ(持上力30Kgf)、グラバ(" 50Kgf)、水中投光器(500 W×3.1 KW×3)、他	マニピュレータ(持上力50Kgf)、グラバ(")、水中投光器(500 W×6)、他	

船が帰ってくるまで海中の様子がほとんど分からないので、船上で断片的にでもテレビ画像が見られるような水中画像伝送装置の開発や潜水船が自身で自分の位置を把握できる慣性航法装置を装備することの適否についての検討を要する。

2.1.8 調査観測装置

調査観測装置のうちで、最も重要度が高いマニピュレータは、機能別に力仕事をするグラバと細密な作業をするマニピュレータとするのが良い。マニピュレータは、研究開発済みのマニピュレータにかかる力を感知できるフォース・フィードバック（バイラテラル）とするのが良い。その他の調査観測装置は「しんかい 2000」の実績を踏まえて決定していく必要があるが、より有効に活用するためには、潜水船固定装備品と入れ替え観測装置の選定や入れ替え装置に対しての柔軟な対応が可能なものとしておくことが重要であり、今後十分に検討する必要がある。

2.1.9 救難安全対策

潜水船の事故は乗員の生命に直結する可能性が高い。事故防止対策を設計および運用の両面から実施するとともに、万一の事故に対する救難体制を確立しておくことが重要である。このため、潜水船の信頼性の向上、必要監視システム、二重系、バックアップシステム、救難安全装置の設置および操船要領の整備等について、安全を高めることはもちろん、無人機等で潜水船を救難できるような救難体制を確立しておくことも、今後の大きな課題である。

2.2 全体概要

2.1 項では各サブシステムの実現の可能性の評価および問題点の指摘を行ったが、これらのサブシステムを評価するためにも全体システムの概要をとりまとめた。結果を表 2 に示す。これによれば、潜水船重量は耐圧殻材料に 10 Ni-8 Co 鋼を使用した場合は約 26 t、チタン合金 (Ti-6 Al-4 V ELI) を使用した場合は約 24 t であり、その他の項目についても当初条件として掲げた仕様を満足している。。

2.3 今後の課題

今後 6,000 m 級潜水調査船システムの基本設計、建造を進めるに当たっては潜水調査船の小型軽量化、安全性、観測機能および運動性能の向上のため、以下のような調査研究が望まれる。

め、以下のような調査研究が望まれる。

- (1)耐圧殻材料の調査、評価
- (2)内径 2 m 耐圧殻における機器配置と人間工学的検討
- (3)下降上昇速度向上に関する試験研究
- (4)油漬電線システムの評価研究
- (5)音響機器の長距離伝達性能に関する研究
- (6)水中映像装置の研究開発
- (7)支援母船のあり方についての総合的検討
- (8) 6,000 m 級潜水調査船の需要に関するアンケート

3. 大深度潜水船による調査需要についてのアンケート

潜水調査船のユーザーにニーズ等の意見を聴き、今後計画を進める潜水調査船の参考とするため、本アンケートを実施した。

アンケート方式による調査は、深海調査のニーズの内訳（対象海域、地形、深度、調査・観測・対象、採取試料および採取方法）について行い、また、「しんかい 2000」の乗船経験者に対しては「しんかい 2000」に対する意見を合わせ求めた。

アンケートは昭和 59 年 6 月 21 日に、表 3 の機関に総数 132 通発送し、7 月 20 日を期限として回答を求めた。結果は 76 通の回答（回答率 58%）を得、また、多くの機関から 1 通のアンケートにつき、数分野の複数回答を得た。このアンケート結果について以下記述する。

表 3 アンケート送付先（総数 132 通）

Potential observers of 6,000 m class deep research submersible

国立試験研究機関 (科学技術庁、文部省、農林水産省) (通商産業省、建設省)	32 件
公共企業体	1 件
特殊法人試験研究機関	3 件
公立試験研究機関	5 件
公益法人試験研究機関	5 件
大学	86 件

表4 深海潜水調査船による調査観測等に関するニーズ（アンケート調査による）

Needs of 6,000 m class deep research submersible based on questionnaire to potential

調 査 ミ ッ シ ョ ン	調 査 対 象 物																				写 真	ビ デ オ				
	断 層	岩 盤・ 岩石	海 底 地 形	堆 積 物	懸 濁 物	海 底 地 下 構 造	底 質	マン ガ ン 団 塊	マン ガ ン ク ラ ス ト	熱 水 鉱 床	海 底 火 山	地 質 構 造	層 序 構 造	地 球 科 学 関 係	海 底 物 理 現 象 付 近	流 れ	浮 游 生 物	游 泳 生 物	底 棲 生 物	微 生 物			海 底 泥	その他		
深度 0m																										
2000m																										
6000m																										
地震・津波 予知に関する 調 査 (16件)	⑧	③	⑤	②		⑤								③									・地震予知	⑫	⑩	
鉱 物 資 源 調 査 (13件)	①	①	① (海 底)	①				⑤	②	⑥	① (火成活動)												・火山岩 ・フォスフォライト	⑬	⑪	
生物資源・ 科 学 調 査 (20件)			※ ③ (海底形状)	※ ②	※ ③												※ ④	※ ⑩	※ ⑬						⑬	⑬
※印はアンケート結果を事務局にて再分類した。																										
微 生 物 調 査 (4件)			①																		①	①			③	③
地球物理・ 科 学 調 査 (16件)	④	③		⑤						①	②	②	③		③	① (海 流)							・海底谷 ・熱水噴出 ・枕状溶岩	⑬	⑭	
防災・安全 (7件)		② (海底地盤)	② (海洋底)				③									②							・生物 ・地層	④	③	
そ の 他 (4件)			① (地形)																				・沈没船 ・定置測定 ・ケーブ ・地質	②	②	

(注) ○印内の数値は件数を示す。 ○印は海洋科学技術センターで追加したものを示す。

潜水調査船による深海調査のニーズは、大別すると、①鉱物資源関係、②生物資源関係、③微生物関係、④地震・津波予知関係、⑤その他の科学調査関係、⑥その他、に分類でき、調査、観測、計測に関するニーズを表4に示した。

① 鉱物資源関係の主なニーズ

海底鉱物資源が世界的に注目されていることは、海洋法会議でも見られたとおりである。陸上資源に乏しいわが国でも、潜水調査船で調査することにより、経済水域内に熱水鉱床、コバルトリッチ・マンガングラスト、フォスフォライト等の鉱物資源を発見し確保できる可能性がある旨の意見であった(表5)。

また、海底と陸上の鉱床には類似点があり、現在生成中の海底熱水鉱床の観察、試料の収集をして研究することにより、鉱床成因論の発展に寄与するばかりでなく、陸地における鉱床探査にも役立つという意見もあった。

② 生物資源関係の主なニーズ

水産生物の限界は水深3,000m(一説によると7,000m)とも言われているが、2,000m以深に生息する深海魚類の生物学的知見は、はなはだ乏しく、潜水調査船により有用新資源としての深海魚

類等の探索が期待できる旨の意見であった。また、従来魚獲試験により間接調査を行ってきたが、潜水調査船で観察して深海生物の種類、生態、分布等を把握することが重要であるとの認識が「しんかい2000」乗船者から強く出された。

③ 微生物関係の主なニーズ

微生物は人為的には合成できない有用物質を合成することができる。4,000m以深の好圧微生物等、深海の特殊環境に生息するものからは、新しい有用物質が得られる可能性がある。潜水調査船による深海域での現場実験および潜水調査船の保圧回収装置等で高圧のまま持ち帰り、陸上での研究による成果が期待されている旨の意見であった。

④ 地震・津波予知関係の主なニーズ

わが国で特に関心の高い地震予知技術確立のためには、地震計の海底岩盤への正確な設置、断層等海底地形の詳細な調査、地殻の変形で海中に放出されるガス(ヘリウム等)の分析等が必要で、これらについて潜水調査船に大きな期待が寄せられている。

また、地震の発生および熱水鉱床の生成は海洋底の湧き出し、沈み込みに起因しているが、この海洋底沈み込みのプレート運動も、傾斜観測で直接できるという意見であった。

⑤ その他の科学調査関係の主なニーズ

海底の岩石の採取は現状では船上からのドレッジとJoides Resolutionによる深海掘削の2手段しかなく、両方法とも海底での形態的観察ができないが、潜水調査船で岩石を目視し、試料を採取できれば、想像していたことが明らかにされ、さらに詳しい解釈が可能となる。

日仏共同海溝調査(KAIKO計画)の調査結果から、プレート沈み込みに伴う諸様相は複雑であり、潜水調査船での観察が最も大切であるとの要望も寄せられている。また、海底火山も地形が複雑であり、船上からの調査では微地形の把握が困難であり、船上から調査した結果を潜水調査船による調査結果と比較評価したいという要望もあった。ただし、潜水調査船による観測および標本採取の位置について、精度の向上が強く要望された。

⑥ その他

海底ケーブル損傷のトラブルがあるので、ケー

表5 日本の経済水域内で期待される
深海鉱物資源

Prospected deep sea mineral resources
in exclusive economic zone of Japan

熱 水 鉱 床	伊豆、小笠原海域、(マリアナ海域)、沖縄トラフ、南西諸島等の深度 2,000 ~ 4,000 m 海域
マンガングラスト	大東、九州、沖縄海嶺、(フィリピン海盆)等の深度 1,000 ~ 3,000 m の海山
フォスフォライト (燐灰土)	伊豆、小笠原海域、(フィリピン海盆)等の深度 2,000 ~ 3,000 m の海山
マンガングラファイト	(ハワイ南方等の太平洋の) 4,000 ~ 6,000 m の海域

(注) 上表中 () 内は日本の経済水域外を示す。

ブルの設置状況の調査，沈没船の損傷状況調査，開発機器の深海実験等を潜水調査船で行いたいとの要望があった。

以上のほか，乗船者からの「しんかい 2000」に関する貴重な意見を得た。これについても十分検討するとともに必要に応じ，潜水調査船開発検討委員会に諮っている。

4. 昭和59年度の本船にかかわる研究

昭和58年度の子システムの評価で，今後の課題となった事項のうち，主なものの研究を昭和59年度に実施した。以下にその概要を記述する。

4.1 潜水船の下降上昇速度の向上に関する研究

潜水調査船の流体力学的特性を把握し，下降上昇時間を短縮するための設計資料を得ることを目的として，1/10縮尺模型による風洞試験を実施した。模型は「しんかい 2000」型と速度向上型との2種類とした。試験は主船体のみ，安定ひれまたはシュラウドリング付き，全装備状態について，下降上昇時（水平および $\pm 30^\circ$ の範囲の傾斜）および前進時の6分力計測，下降上昇時の気流状態の観察，非定常力の計測などを実施した。その結果，

①「しんかい 2000」型に比して速度向上型は下降，上昇，前進ともに抵抗係数が大幅に減少する。

②「しんかい 2000」型の風洞試験結果と実船データから，開口粗度影響を求め，6,000m級潜水調査船の特性を推定すると，傾斜姿勢によらず水平姿勢で所期の目標を達成できる。

③傾斜潜航方式ではドロップウェイトは減少できるが，傾斜モーメントをつけるための水銀量が増加するので重量上のメリットは少ない。そのうえ水平移動距離が大きく，目標地点到達が難しくなる可能性がある。

④下降上昇ともにカルマン渦などによる非定常力は発生しない。
等が判明した。

4.2 潜水調査船の耐压殻内配置に関する研究

この研究では，制御監視方式，耐压殻内径2mの妥当性，覗き窓配置，耐压殻内主要機器配置，長時間傾斜における姿勢等について潜水調査船の耐压殻模型を用いて検討を実施した。模型では「メ

インパイロットが覗き窓から直接，外を見ながら操船できること」および「左右の窓は横方向を見えるようにすること」の要求を実現するため，サイドラック方式の機器配置とした。また，計器盤方式を止め，CRT表示方式を採用し，機器類は小型軽量なものとするとともに，マスタースレーブ方式のマニピュレータや慣性航法装置等最新のものの木型模型を搭載した。本模型はトリム $\pm 30^\circ$ の範囲で傾斜可能なものとした。検討結果を現在とりまとめている段階であるが，おのおのの検討課題について，最良の具体案が得られている。

4.3 操船情報表示方式の研究

操船に必要な表示・警報機能を1台のCRTに選択して表示する方式を検討した。潜水船のオペレーションモードを着水前および揚収後，下降および上昇運動中，調査観測中の3種に区分して表示の要領および内容を検討した。当センターの「しんかい 2000 操縦シミュレータ」を用いて，各モードにおける動画像のシミュレーション実験を行った。その結果，このような表示方式は有効であることが明らかになった。

4.4 油漬電線システムの研究

油漬電線システムは，最近国産品で米国のMIL規格に準じたものが研究開発されたので，このシステム（油漬ケーブル，油漬コネクタ等）を使って，圧力625 kg/cm²の加圧試験，繰り返し加圧試験，長時間耐圧試験（最大938 kg/cm²）を行い，国産品に対する知見を得，評価を行った。

4.5 音響による水中画像伝送の研究

潜水調査船システムにおいて，海中で得られる画像を音響信号により，母船上へ伝送し，モニターできれば，そのメリットは大きい。このため，昭和59年度から3カ年にわたって研究を行うこととし，昭和59年度は本装置に必要な基礎的要素について調査検討および試作を行った。

4.6 水中映像装置に関する研究

現在「しんかい 2000」には前方障害物探知ソナーとしてCTFMソナーが装備されているが，PPI表示であるため，障害物の形状を正確に把握するのが困難であり，かつ，最小探知距離は10mと長い。このため，障害物の形状等を正確に把握でき，さらに探知エリアが肉眼やテレビカメラと連続する水中映像装置の開発研究を行っている。

4.7 音響航法装置と水中通話機 の音響テスト

本研究は本船および母船に装備する水中通話機および音響航法装置の遠距離特性を知るために行った。駿河湾の水深約 2,000 m の海域において、「しんかい 2000」および「なつしま」の水中通話機、音響航法装置を用い、母船を離隔させながら、水中通話機による通話の劣化の状況および音響航法装置による潜水船測位の状況を調査し、かつ、

信号レベルおよび雑音レベルの測定を行った。

5. おわりに

6,000 m 級潜水調査船には、アンケート結果にも見られるとおり、関係者の大きな期待が寄せられている。早急に建造できるよう鋭意研究を進めているところである。

(原稿受理 1985年2月22日)