

海洋資源調査船への取組み — 当社の建造実績及び新調査船の開発 —

Marine Resource Research Vessel -Past, Now, Future-



磨田 徹*¹
Toru Togita

植村 洋毅*²
Youki Uemura

平成 19 年に施行された“海洋基本法”では、国土の四方を海に囲まれた我が国にとって、海洋に眠る鉱物資源・エネルギー資源などの海洋資源を利用していくことが、重要な課題と位置づけられている。当社では、海洋資源調査に供する地質調査船、物理探査船、海洋研究船、漁業調査船などの数多くの建造実績を有しており、現在、(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)向けに最新の海洋資源調査船を建造中である。本稿では、海洋資源調査船に求められる技術要件、当社の実績及び建造中の新海洋資源調査船の概要を紹介する。

1. はじめに

一般に、日本は資源小国と言われている。しかし、世界6位の面積を誇る日本の領海及び排他的経済水域(EEZ)内には、海底熱水鉱床、コバルトリッチクラストのような鉱物資源及びガスハイドレートのようなエネルギー資源の賦存が確認されており、今後の実用化・開発が期待されている。このような状況の中、平成 19 年7月に施行された“海洋基本法”に基づき、平成 21 年3月に経済産業省より発表された“海洋エネルギー・鉱物資源開発計画”では、海洋資源の商業開発までのマイルストーンが提示されており、これから、海洋資源量調査、環境調査及び商業化へ試験が本格化していくことになるが、このような海洋資源の調査や試験には、プラットフォームとしての船舶、すなわち、海洋資源調査船が必要となる。本稿では、海洋資源調査船に求められる技術要素、当社でこれまでに建造した海洋資源調査船及び(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)向けに建造中の新海洋資源調査船の概要について紹介する。

2. 海洋資源調査船に求められる技術要件

海洋資源の賦存量調査では、一般的に次のような手法が取られる。

- ・ 船舶の船底に装備された超音波探査装置(3~200kHz)により海底地形、海底の反射強度、海底下の堆積層の構造を調査する。
- ・ エアガンなどにより、超音波探査装置より低い周波数の弾性波(地震波)を発生させ、海底下の構造を探索する。
- ・ 磁力計、重力計、電磁気探査装置などにより、海底下の不均一な構造を調査する。
- ・ ROV, AUV などを用い、海底地形及び海底下の堆積層の構造を、細密に調査する。
- ・ ボーリング、ドレッジなどのサンプリング装置により、海底及び海底下より試料を直接採取する。

*1 下関造船所船舶・海洋部部長

*2 船舶・海洋事業本部船舶・海洋技術部主席チーム統括

これらの調査を精度よくかつ効率的に実施するために、海洋資源調査船に一般の船舶とは異なる次の要素が求められる。

- ・ 船底に装備される超音波探査装置の性能発揮のため、航走時にプロペラ及び船体より発生する雑音を低減するとともに、船底に装備された送受波器位置に気泡が潜り込まないようにすること。
- ・ サンプリング装置の運用のため、荒天時において、一定の範囲内にとどまることができること。
- ・ 観測装置の運用と採取データの分析、保管のため、十分な広さの作業甲板及び研究室を有すること。
- ・ 水中に投下する観測装置を運用するための観測補助設備(ウィンチ, A フレームなど)を有すること。
- ・ 水中観測装置の上げ下ろしを考慮し、作業甲板の海面からの高さを抑えること。
- ・ 効率的な低速連続航行が可能であること。

3. 当社の海洋資源調査船建造実績

当社では、海洋資源調査船に求められる水中放射雑音低減技術、耐航性能・操船性能の検討・評価技術、観測装置及び観測補助装置の配置検討・調整能力を有しており、これまでに、数多くの海洋資源調査船を建造してきた。表1に主な建造実績を示す。この中で、エポックメイキングとなった船舶をいくつか紹介する。

表1 当社の海洋資源調査船建造実績表

船名	船主 (竣工当時の名称で表記)	船種	竣工	主寸法			総トン数 (※は排水トン数)
				(m)	(m)	(m)	
白鳳丸	農商務省	生物資源 ／海洋調査船	1922	39.62 ×	7.54 ×	4.19	322
淡青丸	東京大学	海洋研究船	1963	35.00 ×	7.40 ×	3.70	258
白鳳丸	東京大学	海洋研究船	1966	86.00 ×	14.80 ×	7.30	3255
白嶺丸	金属鉱業事業団	地質調査船	1974	77.00 ×	13.40 ×	5.30	1822
開洋丸	石油資源開発(株)	物理探査船	1976	68.00 ×	12.00 ×	4.60	995
S.A.AGULHAS	南アフリカ共和国	南極支援兼調査船	1978	101.00 ×	18.00 ×	7.50	5353
T.W.NELSON	モービル石油(株)	物理探査船	1978	77.00 ×	14.00 ×	7.45	2570
ふたみ	防衛庁	海洋観測艦	1979	90.00 ×	15.00 ×	7.60	2000 ^(※)
陽光丸	水産庁	生物資源調査船	1979	43.00 ×	9.20 ×	4.35	499
第2白嶺丸	金属鉱業事業団	地質調査船	1980	80.50 ×	13.80 ×	8.00	2050
MOBILSEARCH	モービル石油(株)	物理探査船	1982	89.00 ×	15.40 ×	7.95	3400
淡青丸	東京大学	海洋研究船	1982	43.00 ×	9.20 ×	4.35	495
しらふじ丸	水産庁	生物資源調査船	1983	31.00 ×	6.90 ×	2.95	138
天鷹丸	水産庁	生物資源調査船	1985	51.00 ×	10.40 ×	6.45	603
白鳳丸	東京大学	海洋研究船	1989	90.00 ×	16.20 ×	8.90	3987
蒼鷹丸	水産庁	生物資源調査船	1994	67.00 ×	11.40 ×	7.10	890
たか丸	水産庁	生物資源調査船	1995	29.50 ×	5.20 ×	2.00	60
白山丸	石川県	生物資源調査船	1996	35.00 ×	7.20 ×	3.05	167
みらい	海洋科学技術センター	海洋地球研究船	1997	116.00 ×	19.00 ×	13.20	8600
JOSE OLAYA BARANDRA	Instituto del Mar del Peru	生物資源調査船	1998	35.00 ×	8.30 ×	3.70	365
にちなん	防衛庁	海洋観測艦	1999	111.00 ×	17.00 ×	9.00	3300 ^(※)
ちきゅう	(独)海洋研究開発機構	海底深部探査船	2005	210.00 ×	38.00 ×	16.20	57087
耕洋丸	水産大学校	生物資源調査船	2007	77.50 ×	13.60 ×	5.90	2352
勢水丸	三重大学	生物資源調査船	2009	42.50 ×	8.60 ×	3.75	318

(1) 白鳳丸(1922 年竣工):農商務省向けに建造された日本最初の調査船である。耐氷構造、ディーゼル機関推進、油圧操舵、交流電源の採用など、当時の最新技術を導入した画期的な船であった。

- (2) 白嶺丸(1974 年竣工):海洋開発の基礎としての地質調査を効率よく実施する船として建造された。低速時の操船性向上のため、CPP・主機関のコンビネータ制御、大面積舵及びバウスラストの採用、船底に装備される音響観測機器の性能発揮のために、他船における送受波器の最適装備位置の実験、動揺の少ない船型の採用など、各種の工夫が施された。2000 年に売船され、Teknik Perdana と船名を変えて、現在も海洋資源調査に活躍中である。
- (3) 第2白嶺丸(1980 年竣工):マンガン団塊探査船として建造され、その後、コバルトリッチクラスト、熱水鉱床などの鉱物資源調査及び大陸棚延伸調査の際は、海底着座型ボーリングマシンにより、有益な海底コアサンプルを数多く採取した。調査観測対象の変化・観測機器の進化に伴い、マルチナロービーム音響測深装置、パラメトリック地層探査装置、流向流速計などの音響測深装置や海中に吊り下げた観測装置へ船体動揺を伝えないためのヒープコンペンセータなどを追加装備するなど、調査能力のグレードアップを図り、今日に至っている(図1)。
- (4) MOBIL SEARCH(1982 年竣工):我が国で唯一、国内建造された物理探査船である“開洋丸”の実績を評価され、世界石油メジャー向けとして建造された物理探査船。当時では珍しいサイリスレオナード制御のエアガンコンプレッサ及び船上で取得・分析したデータを衛星通信にて陸上へ送信する装置を搭載した。現在も、Polar Search と船名を変え、石油資源調査に活躍している。
- (5) 白鳳丸(1989 年竣工):建造より 20 年以上経過した今も、世界を代表する海洋研究船の一つ。推進プラントは、推進効率と低速域での静粛性を両立させるための、通常航海時はディーゼル推進、低速観測時は電気推進のハイブリッド推進方式を採用。また、“船速 16kt で、マルチナロービーム音響測深装置にて水深 10000m 海域を観測する。”(当時の常識は、マルチナロービーム音響測深装置での観測船速は 10kt)命題を実現するために、キャビテーションが発生しないプロペラの設計、主機関の二重防振、水線下への制振材の塗布、溶接ビードの除去など、徹底した水中放射雑音低減対策が採られた。観測ウインチ、動揺緩衝装置、ドライラボ、ウェットラボのほか、クリーンルーム、RI 研究室などの研究室も完備しており、最近では、鰻の産卵場所の特定などの生物資源の研究にも成果を挙げている(図2)。



図1 第2白嶺丸



図2 白鳳丸(1989 年竣工)



図3 みらい



図4 ちきゅう

(6) みらい(1997 年改造):原子力船“むつ”を改造した世界最大級の調査船。“白鳳丸”で成果を挙げた水中放射雑音低減対策は本船でも、ほぼ同様に採用されている。8600 トンの大きな船体が生み出す高い耐航性と耐氷構造を活かし、他の調査船では実施できない極域及び荒天下での観測が可能となっている。2003～2004 年には、南半球を一周し、連続しての海洋観測を実施(1つの船で連続観測したのは世界初)するなど、世界的な研究成果を挙げている(図3)。

(7) ちきゅう(2005 年竣工):統合国際深海掘削計画(IODP)において中心的な活躍をしている地球深部探査船。水深 2500m(将来は 4000m)の海域において、海底下 7000m までの掘削・サンプリングを可能とするため、科学掘削船としては、世界で初めてのライザー掘削方式を採用している。掘削作業だけでなく、採取したコアサンプルの分析を行うための研究設備も完備されている。また、長期にわたる掘削作業の乗組員・研究員の洋上での交代のため、日本の調査船としては珍しくヘリポートを有している(図4)。

4. 新海洋資源調査船の開発

平成 21 年3月の“海洋エネルギー・鉱物資源開発計画”に則り、経済産業省は、海底熱水鉱床、コバルトリッチクラスト鉱床など海底鉱物資源やメタンハイドレートなどの探査、開発を促進するため、最新の大型調査機器を導入したサンプリング調査、リモートセンシングなどによる賦存量調査及び海洋環境基礎調査が効率的かつ安全に実施できる、新海洋資源調査船の建造を決定した。新海洋資源調査船は、“安全性と地球環境に配慮した新海洋資源調査試験船”を基本コンセプトとし、次のような要求項目が掲げられた。

(1) 創造性のある資源調査、技術試験を可能とするため、国内初搭載となる船上設置型ボーリングマシン及び新規開発となる海底着座型ボーリングマシン、パワーグラブ、などを効率的に運用する設備を有すること。その際、要求される定点保持能力は、表2のとおりとする。

表2 新海洋資源調査船の定点保持能力

潮流	5kt (船首より)	5kt (全方位)
最大風速	15m/s	
有義波高	3m	
位置保持精度	水深の 3% 又は 30m	水深の 3% 又は 50m

(2) 船底に装備されるマルチビーム音響測深装置、サブボトムプロファイラなどの音響観測装置による調査を可能とするため、水中放射雑音は船速 10kt にて 63 dB re.1 μ Pa $\sqrt{\text{Hz}}$ (at 12kHz) 以下であること。

(3) 安全性・信頼性に考慮した設計とすること。

(4) 各種観測装置の持込みに対応できること。

(5) ライフルサイクルコストの低減を図ること。

(6) 地球環境に考慮すること。

新海洋資源調査船の設計・建造は、(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)より一般公募に出され、平成 21 年8月の技術公募、技術審査を経て、当社が設計・建造を担当することとなった。JOGMEC からの要求項目及び当社からの提案に基づき打合せを重ね、新海洋資源調査船には、次のような仕様を織り込むこととなった。

(1) 海底着座型ボーリングマシンやパワーグラブなどの吊り下げ型の観測装置の安全な運用のため、船尾に大型の A フレームを設け、船尾端の水面よりの高さを 3m に抑える。また、船上設置型ボーリングマシンの運用のため、船体中央部に開口部(ムーンプール)を設ける。なお、吊り下げ型観測装置を、ムーンプールからも運用できるよう、ムーンプールの大きさは、7.5m × 7.5m とするとともに、観測ウインチからのケーブルは、船尾(A フレーム)と中央部(ムーンプー

ル), いずれにも導けるようなシーブ配置とする.

さらに, 船体動揺時も, 吊り下げ型の観測装置を, 安全に揚げ降ろしするため, ムーンプール上部・内部には, 取り外し式ハンドリングタワー, ガイドレール付の把持装置を設ける. 要求された定点保持能力を実現するため, 船尾にアジマス推進器(3200kW) 2基, 船首部に昇降旋回式バウスラスタ(820kW) 1基及びトンネル式バウスラスタ(790kW) 2基を装備し, 自動船位保持装置(DPS)により総合制御することとした.

- (2) 強力な推進器による雑音やムーンプールによる配置的制約で, 静粛性との両立が困難であることは否めないが, 高い定点保持能力とムーンプールを有しながら, 大水深対応のマルチビーム音響測深装置やサブボトムプロファイラを運用する船舶は, 世界でも例がない. 本船では, プロペラ形状の最適化, 発電機の2重防振, 機関室その他の外板への制振材の採用, 気泡が船体に回り込みにくい船体形状の設計などの水中放射雑音対策を織り込むことにより, 水中放射雑音の要求値を満たすことができる見通しである.
- (3) 調査業務の安全性確保のため, MODU コード(移動式海底資源掘削船構造設備規則)及び日本海事協会(NK)自動船位保持設備B級を取得する. また, 推進プラントの信頼性確保のため, 主発電機4台と推進電動機2台による電気推進を採用し, 1つの装置の故障が運航障害に直結しない仕様とした.
- (4) ムーンプールより後部の作業甲板は木甲板とし, 可搬式機材を固定するための埋め込みボルト穴を配置した. 観測装置を海中に投入又は曳航するために, 10 台の電動観測ウィンチを装備する. 10 台のうち, No.1~5ウィンチは, 船体動揺を吸収するオートヒープコンペンセート機能付となっている. 380 m²を超える研究室には, 機器固定用ボルト穴, ケーブルホール, 船内LANによる情報提供など可搬式研究機材への対応も考慮されている.
- (5) ライフサイクルコスト低減のため, 発電機関の台数制御による燃料費の削減, 調査装置の追加・換装が容易となる仕様などを織り込んだ.
- (6) NO_x 二次規制の先行適用, バラスト水処理装置の採用, グレイウォーター貯蔵機能の採用など, 地球環境に優しい仕様とした.

新海洋資源調査船の主仕様を表3に示す.

表3 新資源海洋調査船の主仕様

全長	118.3m
幅	19.0m
深さ	9.2m
総トン数	約 6100t
航海速力	15.5kt
航続距離	約 9000 海里
最大搭載人員	70 人(乗組員 34 人, 調査員など 36 人)

5. まとめ

新海洋資源調査船は, 平成 23 年 3 月に進水し, 平成 24 年より, 実海域での資源調査が開始される. 本船の建造により, 我が国の海洋資源開発は, 現在の調査・探査の段階から, 本格的な資源量把握の時代へと移行することになり, 最終的には商業生産への道を開くことに通じると期待されている. 当社では, これまでに培った調査船の設計・建造技術を活かし, 今後も海洋資源の調査・開発, ひいては, 我が国のエネルギー, 鉱物資源の安定供給への道に寄与していきたい.