

2017年4月改訂

深海調査研究船「かいれい」

利用の手引き

国立研究開発法人海洋研究開発機構

目 次

1. はじめに
2. 「かいれい」のミッション
3. 主な海洋・海底観測装置及び潜航支援装置
4. 「かいれい」の概要
 - 4.1 主要目
 - 4.2 研究室等
 - 4.3 乗船人数及び居室配置（研究者）
 - 4.4 諸設備
 - 4.5 陸上との通信設備
 - 4.6 船内 LAN
 - 4.7 共聴設備
 - 4.8 電波航法装置
 - 4.9 音響航法装置
 - 4.10 「かいれい」調査観測装置
 - 4.11 深海調査曳航システム 4,000m 級「ディープ・トウ」
 - 4.12 シングルチャンネル音波探査装置（SCS）
 - 4.13 ピストンコア、ドレッジ、採泥器等の関連装置
5. 航海により得ることのできるデータ
6. 運 用
 - 6.1 行動の標準スケジュール
 - 6.2 運航制限
7. 安全対策

資 料

- 添付資料-1 「かいれい」常備設備一覧表
- 添付資料-2 「かいれい」調査観測装置
- 添付資料-3 地球物理探査装置
- 添付資料-4 「ピストンコア、ドレッジ、採泥器」

参 考

- 参考資料-1 「潜水船及び無人機等の海底ケーブルに対する作業安全基準」

1. はじめに

深海調査研究船「かいらい」は、最大潜航深度 7,000m の無人探査機「かいこう」の支援母船として、調査・観測を行うことができます。

また、マルチチャンネル反射法探査装置を搭載し、形状が複雑な沈み込み帯の海底下深部の構造調査を行うことができるほか、深海底表層・断層地形や地質構造を解明するための様々な機能を持ち、深海・海溝域の総合的な調査観測研究を行うことができます。本船を利用した調査航海を成功させるには、利用者が本船の持つ能力とその性能を十分に理解しておくことが大切です。

なお、本書は作成時点における手引きであり、機器、オペレーション要領などの変更により、実際と異なる場合があります。ご不明な点は下記お問い合わせ先にご連絡ください。

【お問い合わせ先】

国立研究開発法人海洋研究開発機構(JAMSTEC)

海洋工学センター 運航管理部 運航・計画グループ

住所：〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町 2-15

TEL：046-867-9218 FAX：046-867-9215

E-mail：rv-planning@jamstec.go.jp

2. 「かいらい」のミッション

「かいらい」は、次のようなミッションを実施できます。

- ① 「かいこう」の潜航
- ② マルチビーム音響測深機 (SEABEAM3012) による海底地形調査
- ③ サブボトムプロファイラー (Bathy2010) による地層探査
- ④ 船上重力計・プロトン磁力計・船上 3 成分磁力計による地球物理探査
- ⑤ 観測ウインチを用いた、ピストンコアサンプラーによる地層試料の採取、各種採泥器による採泥、ドレッジによる岩石採取及び採取試料の処理・分析
- ⑥ マルチチャンネル反射法探査装置及びシングルチャンネル音波探査装置による海底下深部の構造探査
- ⑦ 深海調査曳航システム「ディープ・トウ」の潜航
- ⑧ 海底地震計、係留系等の設置・回収作業

3. 主な海洋・海底観測装置及び潜航支援装置 (添付資料-1, 2, 3 参照)

- ・マルチチャンネル反射法探査装置
- ・船上重力計
- ・プロトン磁力計
- ・サブボトムプロファイラー
- ・船上三成分磁力計
- ・採泥器 (要搭載)
- ・ピストンコアサンプラー (要搭載)
- ・「ディープ・トウ」 (要搭載)
- ・シングルチャンネル音波探査装置 (要搭載)
- ・観測用ウインチ
- ・マルチビーム音響測深機
- ・音響航法装置
- ・XBT
- ・サブボトムプロファイラー
- ・電波航法装置 (D-GPS 等)
- ・船内 LAN システム
- ・衛星受画装置 (ひまわり等)
- ・A フレームクレーン

4. 「かいいい」の概要

4.1 主要目

全長/Length overall	106.03 m
巾/Beam overall	16.0 m
深さ/Depth	7.3 m
喫水/Draft	4.7m
総トン数/Gross tonnage	4517 tons
航海速力/Service speed	16knot
定員/Complement	
乗組員 /Crew	28名
潜水船運航要員 /Submersible operation staff	10名
研究者 / Researchers	22名
合計	60名
主推進機関/ Main propulsion system ディーゼル機関：2, 206kW x 2 Diesel engines: 2, 206kW x 2	
主推進方式/Main propulsion method 可変ピッチプロペラ x 2 軸 Controllable pitch propeller x 2	

4.2 研究室等

「かいいい」には、調査指揮・計算機室、ドライラボラトリー、ウェットラボラトリー、リサーチルーム、岩石・堆積物処理室・重力計室、ビデオラボラトリー、パソコンルーム、図書室があり、「かいこう」及び母船の観測装置で計測したデータの解析、ならびに採取したサンプルの分析、保管のために使用することができます。また、これら常設の設備のほか、研究者が必要なペイロード調査機器の持ち込み・設置作業に関してはあらかじめご相談下さい。

4.3 乗船人数及び居室配置（研究者）

- ① 乗船人員：22名
- ② 居室配置：首席研究員… 1名（1人部屋）端艇甲板
次席研究員… 1名（1人部屋）端艇甲板
研究員…20名（1人部屋・個室付4人部屋）船橋甲板、端艇甲板

4.4 諸設備

- ① 電力系
100V, 60Hz, 単相で最大 15A のコンセントが各部屋に設置されております。乗船研究者の持ち込み機器は、研究室等の電源を使用することができます。使用にあたっては既設装備機器もあり、制限がありますのであらかじめご相談下さい。
- ② 常設設備機器類（添付資料-1「かいいい」常設設備一覧表 参照）
乗船研究者は研究室等の常設設備機器類を使用することができます。

④ 機能

- ・ 各種観測装置からのデータの収集機能
NAS (HDD) の共有フォルダにログ毎のデータが保護され、究者に提供されます。収集可能データに関しては、後述の 5 項を参照ください。
- ・ 船～陸間の電子メール
- ・ 船内情報を船内 CATV に放映する機能
研修者が必要な情報を掲示板として書き込み可能です。
- ・ Web System による航海情報の表示及びデータのダウンロード機能

4.7 共聴設備

各ラボラトリー、リサーチルーム及び居室には共聴アンテナ線が引き込まれており、研究者居室にはテレビが設置されております。

4.8 電波航法装置

本装置は、D-GPS 受信装置により自船位置を測定し、各種表示装置及び観測等へ出力するものです。

4.9 音響航法装置

音波を利用した測位装置で、母船・無人探査機及び曳航体を測位し、X-Y プロッター、グラフィックディスプレイ等に表示・記録することができます。

母船については X-Y、トランスポンダ及び「かいこう」については X-Y-Z で表示します。

測位機能・・・音速処理、補正機能、トランスポンダキャリブレーション機能

データ表示、保存機能、データダンプ機能

測位対象・・・無人探査機、潜水調査船、母船、海底設置トランスポンダ

曳航体トランスポンダ (ケーブルトランスポンダ)

要 目・・・質問周波数： 6.3 kHz (7 kHz 帯)、13kHz (14 kHz 帯)

応答周波数：7 kHz 帯・・・6.8、7.1、7.4kHz

かいこうレスポonder・・・6.6、8.0kHz

* 応答周波数 6.9、7.2、7.5kHz は、かいこう LBL 測位専用に使
します。

応答周波数：14 kHz 帯・・・13.5、14.0、14.5、15.0、15.5 kHz

応答周波数：曳航体用・・・13.0、15.5 kHz

コマンド周波数：7 kHz 帯・・・5.3、5.8 kHz の FSK

14 kHz 帯・・・10.5、11.5 kHz の FSK

測位精度： SSBL 水平測位誤差の標準偏差がスラントレンジの 2.5%

※「かいこう」の音響測位については、「かいこう」利用の手引きを参照して下さい。

その他

- ・ Benthos コマンダー（形式：Benthos Model 210-ADU Command Generator）を搭載しています。
送信周波数 : 5kHz～15kHz の範囲で 0.5kHz 間隔
コマンドコード : A, B, C, D, E, F, G, H
- ・ 受波器信号アレイ（14kHz 帯）の出力をチャンネル別にモニターすることが可能です。
- ・ 出力インピーダンス：600Ω
- ・ 「かいいい」には 14kHz トランスポンダが 4 本及び 7kHz トランスポンダが 7 本搭載されています。

4.10 「かいいい」調査観測装置

マルチビーム音響測深機により、海底地形図を作成することができます。

併せて、船上重力計・プロトン磁力計・船上三成分磁力計を用いた地球物理探査を実施することができます。以下を参照。

※添付資料-2 「かいいい」調査観測装置を参照して下さい。

4.11 深海調査曳航システム「ディープ・トウ」

本船には、深海調査曳航システム 4,000m 級「ディープ・トウ」を搭載することが可能です。

※別途、「ディープ・トウ」利用の手引きをご覧下さい。

4.12 シングルチャンネル音波探査装置（SCS）

本船には、シングルチャンネル音波探査装置を搭載する事が可能です。

※別途、「シングルチャンネル」利用の手引きを参照下さい。

4.13 ピストンコア、ドレッジ、採泥器等の関連装置

ピストンコア・採泥器・ドレッジ等観測ウインチを利用する際は、ウインチ能力や海底の状況による引抜き力・最大荷重の制限等による使用水深の制限があります。

※添付資料-4「ピストンコア、ドレッジ、採泥器」を参照して下さい。

5. 航海により得ることのできるデータ

「かいいい」単独調査航海により、一般的に下表のデータを得ることができます。また、行動中に得られたデータ、サンプルの取り扱いについては JAMSTEC が定める「データ・サンプル取扱規程類」に従ってください。

機 器 名	データ種類	メディア
音響航法装置	航跡データ等	CD-R・DVD-R 等
マルチビーム音響測深機	海底地形データ等	海底地形図・CD-R・DVD-R 等
XBT/XCTD装置	XBT/XCTDデータ	CD-R・DVD-R等
船上重力計検定装置	重力補正データ	CD-R・DVD-R 等
船上重力計	船上重力データ	CD-R・DVD-R 等
プロトン磁力計	磁力データ	CD-R・DVD-R 等
船上三成分磁力計		

6. 運 用

6.1 行動の標準スケジュール

海域での調査日数のほか、悪天候の場合の予備日、調査海域と基地との往復のため回航日数及び研究者乗下船のための寄港日数等を考慮して計画しています。

- ① 調査海域の移動・回航に際しては、燃料費節減のため航海速力を 12 ノットとして計算します。
- ② 原則として、暴露甲板での作業を必要とする観測は日出から日没までの日中とし、夜間作業は行いません（MBES による広域海底地形調査や曳航式磁力計による調査など、甲板作業を必要としない観測は行うことが可能です。実施要領書に記載ください。）。ただし、夜間の生物生態調査など調査観測内容によって夜間作業が必要な場合には、代替措置（夜間観測明けを休息日とする等）を講じることで実施できる場合がありますので、事前に運航・計画グループまでご相談ください。

6.2 運航制限

安全運航を考えて、一般的な環境や船の状態について下記の基準が設けられており、これを超える場合は調査を実施しないこととします（「かいこう」については別の制限がありますので、「かいこう」利用の手引きをご参照ください）。

- ① 現在の海象が風浪階級：5、うねり階級：4、風力階級：7、以上の場合またはそのような海象が予想される場合。
- ② 現在の波高が1/3有義波高2.5mを超える場合、またはそのような海象が予想される場合。
- ③ 現在の視程が300m未満の場合またはそのような視程が予想される場合。
- ④ 急激な海況の悪化が予想される場合。
- ⑤ 調査海域に爆発物、その他、絡んだり拘束される可能性が存在する場合。（位置、形状が十分に確認されており、やむを得ない場合は除く。）
- ⑥ 航路筋等の船舶の輻輳する海域での調査。
- ⑦ 搭載されている機器が正常に作動する状態でない場合。（但し、バックアップシステムがあるもの及び観測機器に関しては船長または首席研究員の判断により可能）
- ⑧ 本船の音響航法装置システムが正常な作動状態にない場合。
- ⑨ 海底ケーブル近傍での調査作業は、JAMSTECの定める参考資料-1「潜水船及び無人機等の海底ケーブルに対する作業安全基準」に従うものとする。（但し、研究安全委員会の承諾を受けている場合は、この限りではない。）

7. 安全対策

- ① 乗船中の安全確保には各自十分に注意を払い、JAMSTEC が定める「安全衛生心得（抜粋）」（乗船の手引き）を参照し、安全を心掛けてください。
- ② 作業にあたっては安全に十分注意し、移動中の重量物（重錘など）や張力のかかったワイヤーからは安全な距離を確保してください。
- ③ 「かいこう」の潜航中、動力源として高電圧（約 3000V）を通電します。潜航中（高電圧給電中）は、絶対にアンビリカルケーブルに触れないでください。また、給電室、ケーブルストアウインチ室、その他立ち入り禁止区域に入らないでください。

- ④作業時には必ず安全保護具（安全靴・ヘルメット・安全ベルト・軍手など）を着用して下さい。また、後部甲板など暴露部で作業をする場合には、甲板作業用のライフベストを必ず着用して下さい。
- ⑤ 緊急時は船橋に連絡して下さい。
- ⑥ 指定場所以外での喫煙は厳禁です。
- ⑦ 乗船後、各自非常時に脱出する経路を確認して下さい。
- ⑧ 異常発生時や緊急事態の場合は、JAMSTEC が定める「**事故・トラブル緊急対処要領**」及び乗組員の指示に従って下さい。

「かいいい」常設設備一覧表

品名	数量	型式・容量	装備場所
実験用海水・雑用清水・温水蛇口付き流し台	1	二槽式 1500巾×750奥行	ウェットラボラトリー (格納庫内上甲板)
実験用海水・雑用清水・温水蛇口付き流し台	1	一槽式 600巾×750奥行	
サイド実験台	1	2050巾×650奥行	
サイド実験台	1	1500巾×750奥行	
実験用海水・雑用清水・温水蛇口付き流し台	1	一槽式 600巾×600奥行	
ドラフトチャンバー	1	DALTON EC-3 1200巾×750奥行 セラミックライニングシンク	
超低温冷蔵庫	1	EBAC ECL -410 -85℃～45℃, 460ℓ 補助 炭酸ガス冷却装置付	
低温恒温器	1	YAMATO IN800 -10℃～+50℃, 286ℓ 23段棚受式	
純水製造装置	2	日本ミリポア製純水装置 純水装置：Elix5 (30ℓ タク) 超純水装置：Milli-Q Advantage A-10 2ℓ /min.	
カートリッジ純水器	1	ORGANO G-20B (RG-6付) 100～400ℓ /h	
実体顕微鏡	1	Nikon SMZ-10A-4 7.5～49倍ズーム式 三眼同軸セット	岩石・堆積物 処理室
実験用海水・雑用清水・温水蛇口付き流し台	1	一槽式 1200巾×750奥行	岩石・堆積物 処理室 (格納 庫内上甲板)
写真用昇降式作業台 半割コアサンプル固定台 (可動式) 及び生物関連 (3研) (可動式) 台付	1	1000巾×1050奥行	
実験用海水・雑用清水・温水蛇口付き流し台 装置 機器台	1	1500巾×750奥行	

品名	数量	型式・容量	装備場所
コア用冷蔵庫	1	NC PCU-T150M 0~-4℃	岩石・堆積物 処理室
岩石カッター	1	マルトー MC-420 砥石200~300φ	
精密研磨機	2	マルトー ML-180 200φ	
カメラ一式	1	Nikon FM10 (一眼レフ) レンズマ イクロ55mm F2.8 S, 52mmCL-31S (レンズケース)	リサーチルー ム (上甲板)
接写用カメラ取付台	1	取外し式	
カメラアダプター (雲台)	1	天井付	
偏光顕微鏡	1	Nikon オブチフォト2-POLX2TP-11	
防振台 (偏光顕微鏡)	1	特許機器 TA-CR45 400巾 ×500奥行	
システム実体顕微鏡	1	Nikon SMZ-10A-6 透過照明型	
顕微鏡写真撮影装置	1	自働露出, 30%平均測光 Nikon AFX-DX-35-M	
顕微鏡テレビ設置	1	Nikon WV-E550N I	
送風定温乾燥機	1	EYELA WFO-450PD 40~200℃ 80ℓ	
超音波洗浄機	1	EYELA MUS-40 26.8ℓ	
ドラフトチャンバー	1	内田洋行 USS-12PH 1200巾×750奥行	
チェストフリーザー	1	DIREI NP A-396 365ℓ	
コア切断機	1	日立工機 CC-16	
OAボード	1	内田洋行 MC 1800モノクロ サイズ:1745×833脚付タイプ	
プロジェクター	1	EPSON ELP-52	
プラズマディスプレイ	1	FUJITSU 42型	

XBT/XCTD装置 (船内LAN対応)	XBT装置 最大使用深度：1,830m (対水船速6ノット以下) 測定時間：291sec 測定範囲：-2~+35° 水温記録精度：±0.2℃ XCTD装置 最大使用深度：1,000m (対水船速5ノット以下) 測定時間：約300sec 測定範囲：T=-2~+35° 精度：±0.02℃ D=10~60mS/cm精度：±0.02 mS/cm	
海中の水温と深度の関係を測定する装置で、水温センサを取付けたプローブを舷側から海中に投射し、沈降しながら水温を計測し、測定データをリアルタイムでプローブのケーブルを介して船上の記録部に伝送します。なお、プローブは1回限りの使い捨てです。データは船内LAN上のNSFに保存されるため、研究者は自由にアクセスし、必要なデータを取り出すことが可能です。デジタルコンバータはXCTDに対応していますが、本船にはXBTプローブのみを搭載しています。希望者は各自にて用意してください。		
電波航法装置 D-GPS	精度：1mRMS 初期測位所要時間：最大3分	速度：0.1ノット 位置更新周期：1秒
衛星からの船位情報及び連続して、母船の高ひ海岸局からの補正值を用いた三次元相対測位装置により世界中で精度な位置情報を表示・記録することができます。		

機器名	機能	要目
気象衛星 「ひまわり」 受画装置	気象衛星「ひまわり」が観測した画像データは、気象庁気象衛星センターで変換され「ひまわり」を経由して国内外の利用局に伝送されています。 この気象情報を受信表示する装置。	アンテナ：GMS-100S φ1.2m パラボラ型 中心周波数：1,700MHz バンド幅：±30MHz ビーム幅：±5.2°

地球物理探査装置

<p>船上重力計 (Micro-g LaCoste製) 「応用地質」</p>	<p>MGS-6 Gravity Meter 測定レンジ：500,000mGal ドリフト：3mGal/月 静的再現性：0.02mGal 動的再現性：0.75mGal</p>
<p>船上重力計検定装置 (シントレックス製) 「応用地質」</p>	<p>型式：SCINTREX CG-5 読み取り精度：1μGal 標準偏差：5μGal以下</p>
<p>プロトン磁力計 (川崎地質製)</p>	<p>磁気センサ：トロイダルコイル方式 30mH 水平姿勢センサ：OCTANS III センサケーブル：400m ウインチ：油圧駆動方式 1台 1.96kN\times60m/min 船上計測部：データ収録用コンピュータ1台 測定範囲：3\sim6.5\times10000nT 分解能：0.1nT</p>
<p>船上三成分磁力計 (川崎地質製)</p>	<p>センサ部：リングコア式フラックスゲート 船上計測部：データ収録用コンピュータ1台 測定範囲：\pm1.0\times10000nT 分解能：1nT 水平姿勢センサ</p>

ピストンコア、ドレッジ、採泥器

機 器 名	仕 様	備 考
観測用ウインチ	ワイヤー：φ14mm×8,000m 破断張力：16ton 以上 巻揚げ速度：最大 70m/min	使用深度については、要相談
ピストンコアラー (離合社製)	20m型 (5m×4本) ウェイト：1.5ton(専用台車付) 採泥管：アルミ合金製 長さ5m 肉厚6mm 内径80mm 外径92mm インナーチューブ方式 ポリカーボネート製 長さ5m 肉厚2mm 内径78mm 外径74mm	<ul style="list-style-type: none"> 予備採泥管・天秤・キャッチャー・ビットは必要数準備されている。 5mのインナーチューブ(または採泥管)で採泥し、カッターで1mに切断する。 ノンインナーチューブ方式での採泥も可能。
コア押し出し装置 (離合社製)	電動油圧式 内 径：80mm 管長さ：約1m	<ul style="list-style-type: none"> 内部の油圧シリンダーの長さは約1m。 ノンインナーチューブ方式でのみ使用する。
マルチプル小型表層 採泥器 (離合社製)	架 数：3本 試料管 (アクリル製) 内 径：78 mm 長 さ：約 600mm	<ul style="list-style-type: none"> 海底下 300mm までの表層堆積物が採取可能。 他にユース型パイロットコアも有り。
本座・加賀美式円筒 型チェーンドレッジ (離合社製)	内 径：400mm 筒部長さ：600mm	<ul style="list-style-type: none"> リードワイヤーを準備のこと。 (φ12mm×200m)
天秤式グラブ採泥器	採泥寸法：400mm×400mm	

運用制限

(2) ピストンコア、ドレッジともに、「かいこう」とは搭載に制限があり、同時には使用できません。

*ピストンコア ・原則、水深 6,000m 以深では実施しません。

*ドレッジ ・水深 6,000m 以浅までは破断荷重 4 トンまでのヒューズワイヤ (φ8mm) を使用し、6,000m 以深では破断荷重 2 トンまでのヒューズワイヤ (φ6mm) を使用して、ワイヤー繰出し長 8,000m までの運用とする。

潜水船及び無人機等の海底ケーブルに対する作業安全基準

種 類		接近制限等
潜水船等 (潜水船、ROV、AUV、 UROV、ディープ・ トウ)	CTD 等	<ol style="list-style-type: none"> 水深 1,000m 以下の場合はケーブルの両側 1,000m 以内には近づかない。水深 1,000m 以上の場合は水深の 1 倍以内には近づかないこと。 ケーブル近傍であっても、海底地形が平坦で、且つ海底からの高度を 10m 以上保ってソーナーや CTD 等による調査を行う場合は、制限を設けないものとする。また、局所的に複雑な微細地形の海底に敷設されたケーブルの直上付近を通過する場合は、最寄りの最も浅い水深 20m 以上の高度を保つこと。
底質及び 生物採取	ドレッジ、 ビームトロ ール等底質 及び生物採 取装置	<ol style="list-style-type: none"> ケーブル敷設方向に向かってドレッジを行う場合は、水深の 3 倍以内（水深 1,000m 以下の場合は、ケーブルの両側 3,000m 以内）には近づかないこと。 ケーブル敷設方向から離れる方向にドレッジを行う場合は、水深の 1 倍以内（水深 1,000m 以下の場合は、ケーブルの両側 1,000m 以内）には近づかないこと。
	ピストン、 グラビティ、 マルチプル・ コアラー等による採泥	<ul style="list-style-type: none"> 水深の 1 倍以内（水深 1,000m 以下の場合は、ケーブルの両側 1,000m 以内）には近づかないこと。
係留系の 設置	表面ブイ式 係留系	<ol style="list-style-type: none"> 設置予定海域で予想される、最大の表面流によって、係留系が走錨しないように設計した係留系の場合は、潜水船等と同じ制限とする。 設置予定海域で予想される、最大の表面流によって、係留系が走錨するように設計した係留系の場合は、水深の 3 倍以上離して設置すること。
	水没ブイ式 係留系	<ul style="list-style-type: none"> 潜水船等と同じ制限とする。
自由落下浮上式観測 機器の設置		<ul style="list-style-type: none"> 自由落下浮上式観測装置とは、自己記録型長期観測ステーション、熱流量計、温度計、OBS、OBEM 等を指す。これらは、ケーブルに損傷を与える可能性がほとんどないため、特に制限を設けない。ただし、回収不能の際に ROV 等によって回収を予定する場合は、潜水船等と同じ制限とする。