

2006年6月改訂

潜水調査船「しんかい6500」 利用の手引き

独立行政法人 海洋研究開発機構

目 次

1. はじめに
2. 「しんかい6500」のミッション
3. システムの特徴
4. 運航計画
 - (1) 行動の概要
 - (2) 行動の標準運航計画
 - (3) 潜航の制限
5. 潜水調査船乗船者への事前説明
6. その他留意事項
 - (1) 撮影映像の帰属について
 - (2) 潜航に関して

添付資料—1 潜水調査船搭載装置一覧

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

潜水調査船「しんかい 6500」を使って行う深海域の調査研究作業を成功させるには、利用者は潜水調査船システムが持っている能力とその性能を十分理解しておくことが大切です。従って、「しんかい 6500」の活用にあたってはこの手引を熟読し、その内容に精通し、実施計画の詳細については事前に JAMSTEC と打合せを行うことが必要です。

連絡窓口：独立行政法人海洋研究開発機構(JAMSTEC)
海洋工学センター 研究船運航部 運航グループ
住所：〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町 2 番地 15
電話：046-866-3811 (代表)
046-867-9913, 9914, 9916, 9917 (ダイヤルイン)
ファクシミリ：046-867-9215 (運航グループ直通)
E - mail: sod-rsd@jamstec.go.jp
ホームページ: <http://www.jamstec.go.jp/>

2. 「しんかい 6500」のミッション

「しんかい 6500」は、その潜航能力、運動性能により次のような一般的ミッションを遂行できます。

- (1) 通常調査では0～1.0Ktの速力で、水深6,500mまでの海域に於いて、調査観測作業ができます。
- (2) 通常1名の研究者が同乗し、「しんかい 6500」船外及び船内にある種々の固定装備機器、器具及びペイロードを使用します。
- (3) 潜航時間（潜航開始から浮上まで）は8時間を最大とします。
- (4) 海底面に沿って、または一定の深度を保って航走し、目視観察及び写真、ビデオ撮影を行うことができます。
- (5) 傾斜地では深い方から浅い方への航走を標準とします。
- (6) 2本のマニピュレータを使用し試料の採取、機器の設置回収を行うことが出来ます

これらのミッションに使用する設備、機器の性能、要目及びオペレーション上の制約等の詳細については次のとおりです。

3. システムの特徴

6,500m 潜水調査船は、潜水調査船及びこれを海上において直接支援する支援母船、ならびに後方支援設備としての陸上基地から構成されています。

潜水調査船「しんかい 6500」

(1) 一般要目

全長：9.5m

巾：2.7m

高さ（着底脚下面から上構上面）：3.2m

空中重量：約 26 トン

潜航最大深度：6,500m

乗員：3 名

耐圧殻径：2.0m

最大潜航時間（潜航開始から浮上まで）：8 時間

ライフサポート時間：129 時間

ペイロード：150 kg（空中重量）…*潜航深度が 6500m の場合

水中速力：0～2.0Kt

*深度が浅くなると周辺海水の比重変化に伴い、潜水船自体の浮量が低下するため、ペイロードの搭載能力も低下します。

(2) 乗員

3 名の乗員の内訳は、パイロットが 2 名と研究者が 1 名です。

(3) 潜航時間

最大潜航深度(6,500m)での潜航作業の場合は、最大潜航時間を 8 時間としており、その内訳は調査水深にもよりますが、最大潜航深度で下降上昇に 5 時間、海底での行動に 3 時間という時間配分になります。

(4) 調査機器等を持ち込む際の注意事項

① 船外に使用する電線は 5m 以上必要です。

機器の搭載場所によって必要な電線長が変わりますのであらかじめ運航グループまでお問い合わせ下さい。

ペイロード端子箱に接続可能なコネクタの種類、数は以下のものです。

使用メーカー（米国：SEACON Brantner 社）

ペイロード端子箱付レセプタクル 対応コネクタ

RMK-8-BCL × 2 個

RMK-8-FS

RMG-4-BCL × 4 個

RMG-4-FS

RMG-3-BCL × 2 個

RMG-3-FS (#3pin Shielded)

RMG-4-BCL × 1 個

RMG-4-FS (#3,4pin Shielded)

RMG-4-BCL × 1 個

RMG-4-FS (#3pin Shielded)

RMG-2-BCL × 1 個

RMG-2-FS (Shielded)

- ② 機器の結線について、シールドラインを電源及び信号ラインにしないなど注意が必要です。船外用の電線を製作する前に船舶運用グループまでお問い合わせ下さい。
- ③ 船内の機器の電源は、テフロン線を使用して下さい。電源用、船内ペイロード端子箱接続用については、2m 以上用意して下さい。船内ペイロード端子箱接続用の端末は、コネクタ不要です。
- ④ 電源は、次のものが供給できます。
 - ・ 船外 DC108V30A
 - ・ 船内 AC100V60 Hz単相 10A

その他に以下の電源も使用可能ですが、使用電力の合計が10A までです。

- ・ 船内 DC12V/5A
- ・ 船内 DC24V/5A
- ・ 船内 DC28V/5A

- ⑤ 油圧は、次のものが供給できます。
 - ・ 有効差圧 100 kg f / cm^2 (1020Mpa) ,6.2 l /min 以下ただし、下記の物については、潜水船に搭載できません。

- (イ)リリーフ弁等の安全装置を設けていないもの。
- (ロ)不具合発生時に、潜水船の油圧システムに悪影響を及ぼす恐れのあるもの。

この他にも、搭載位置や油圧ホース長等、搭載にあたっては詳細な打ち合わせを必要とします。必ず事前に運航グループまでお問い合わせ下さい。

- ⑥ 搭載機器は、船内用であれば空中重量、船外用であれば空中重量及び水中重量（浮量）を計測し、資料の提出をして下さい。システムとして使用する場合は個々の重量についても計測を行って下さい。
- ⑦ 機器毎にヒューズ等の保護装置を設けて下さい。また、絶縁の悪いものや不安定なものは搭載できません。
- ⑧ 船外用搭載機器については、使用予定深度圧以上の耐圧試験を実施し、事前に十分な検査、確認を行って下さい。確認が不十分な場合は、搭載できません。
- ⑨ 船内用搭載機器については、ハッチ（直径 500mm）を通る大きさでなければなりません。また、船内スペースは非常に限られていますので、

搭載機器の小型軽量化につとめて下さい。

- ⑩ 機器の搭載可能重量は右サンプルバスケット 100kgf、左サンプルバスケット 100kgf です。但し、船内船外で搭載可能な重量の合計は 150kgf (空中重量) です。搭載可能重量は、潜航深度により潜水船の浮力が変化する為、目標とする深度により減少する場合があります。機器を新規に製作する場合、また他の潜水船で使用実績があっても「しんかい 6500」に初めて搭載しようとする場合には、寸法、重量及び搭載場所等について運航グループ及び運航チームに確認して下さい。
- ⑪ 以上の項目以外にも船外、船内を問わず調査機器を搭載する場合には、安全上及び装備上について確認する事がありますので必ず取扱説明書、図面等詳細の解る書類を持参して下さい。又、必ず調査潜航行動前に運航チームと打合わせを行って下さい。

(5)水中速力

潜水調査船の水中速力は通常、対水速力で0~1.0Kt です。

(6)潜水調査船測位システム

潜水調査船の位置を求める方法は、ロングベースライン (LBL) 方式とスーパーショートベースライン (SSBL) 方式の 2 種類があります。

LBL 方式は、潜航調査前に目標地点の周囲にトランスポンダを 3 本設置し、それらを基準として潜水調査船が自身の位置を測位可能です。この方式は、非常に測位精度(±30m)が高く、潜水調査船内で位置がわかるのが大きな利点です。通常測位範囲はトランスポンダを設置してある中心から、その海域の水深と同じ距離を半径とする範囲程度となります。ただし、トランスポンダの設置に 1 日、回収に 1 日必要です。

SSBL 方式は、トランスポンダを設置する必要はありませんが、LBL 方式に較べると測位精度(母船と潜水船の直距離の±1.5%)が低く、母船上でしか潜水調査船の測位ができません。この場合、潜水調査船は母船からの連絡により自船の位置を知ることができます。通常測位範囲は、母船を中心とし、その海域の水深と同じ距離を半径とする範囲程度となります。

どちらの測位方式を利用するかによって潜航前の諸準備が異なるので、事前に十分な打ち合わせを運航グループと行って下さい。

4. 運航計画

(1)行動の概要

「しんかい 6500」の支援母船「よこすか」は遠洋国際の航行資格を有するので、国内外を問わず水深 6,500m までの海域での潜航作業が可能です。

(2) 行動の標準運航計画

潜航日以外は母船「よこすか」による海域の事前調査、トランスポンダの設置及び回収、海況不良の場合の予備日、潜航海域までの回航日数、研究者の乗下船に伴う寄港の日数を考慮して計画しています。

(3) 潜航の制限

安全運航を考慮し、一般的な環境や船の状態に関して以下のような規定が定められており、該当する場合は潜航を実施しない事になっています。

- ① シーステイト 4 (1/3 有義波高 2.5m) を超える場合または視程が 300m 以内の場合。
- ② 理事長の許可無く水深が最大潜航深度の 6,500m を超える海域での潜航。但し、最大潜航深度を超えた海域でも、傾斜地の中に 6,500m 以浅の着底地があれば潜航は可能。
- ③ ガラス製のブイを用いた係留物や設置物等へ、20メートル以下の距離に接近するような作業を伴う潜航。
- ④ 潜航地点に沈船、爆発物、投棄された漁網・漁具など、潜水船が絡まったり、拘束されたりする可能性のあるものが存在する海域での潜航。
- ⑤ 海底ケーブルが敷設された海域での潜航調査を行う場合は、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」に従うこと。
(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。)
- ⑥ 港内及び航路筋等、船舶の輻輳する海域での潜航。
- ⑦ 海底付近での潮流の最大流速が 1.0kt を超えた場合。
- ⑧ 航海機器がすべて正常に作動可能な状態にない場合。
(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司令の判断により可能。)
- ⑨ 母船の潜水調査船測位システムが正常作動しない状態にある場合。
- ⑩ 特別に許可された場合を除く夜間の潜航。
潜航時間は通常、午前 10 時潜航開始午後 5 時浮上です。

5. 潜水調査船乗船者への事前説明

潜水調査船に乗船し調査観測作業を行う研究者は、潜航前に潜水調査船運航チーム担当者から乗船に関して事前説明が行われます。
内容については以下の通りです。

- ① 船内及び船外機器の配置について
- ② 船内において研究者が通常操作を行う機器の操作方法
- ③ 船内持ち込み禁止品について
- ④ 船内において研究者が緊急使用する可能性のある機器の位置確認及び操作方法
- ⑤ 一般的注意事項及び体重測定

6. その他留意事項

(1) 撮影映像の帰属について

原則として外部のカメラ(ビデオ・スチル)の潜水船内への持込は禁止です。やむを得ず個人或いは他機関所有のカメラを希望する場合、潜水船内で撮影した映像等は JAMSTEC に帰属することをご了承ください。この場合、本船上ではマスターテープ(ネガ等の原版)の管理は、首席研究員(運航チーム保管)となり、以後は観測データとして取り扱われますのでご注意ください。(但し、プレス乗船の場合は例外とします)

(2) 潜航に関して

- ① 水分の摂取は控え目にし、体調の維持に努めて下さい。
(潜水船内に簡易小便器が用意してあります。)
- ② 潜航服(防寒・防火用)を用意してありますが、潜水船内の温度が下がるので、必要な方は相応の衣類を用意して下さい。
(静電気の発生の少ないもの。化学繊維特にフリース系統は避けること。)
- ③ 発火性の物品、揮発性の物品等は潜水調査船内に持ち込まないで下さい。
(口紅、ポマードは避けること。また、ライター、マッチ、使い捨てカイロは持ち込まないこと。)
- ④ 覗窓は、傷つきやすいので、船内カメラによる撮影の際は窓にレンズを押しつけないように、お気を付け下さい。また、カメラにはレンズフードを取り付けてありますが、これを外して使用しないで下さい。

潜水調査船搭載装置一覧

機 器 名	機 能	要 目
前方障害物探知 ソナー	超音波パルスを送受信し、水中の物体を映像化して潜水船の障害物探知目標探知を行う。探知映像をビデオレコーダーに記録可能です。	周波数 : 87~72KHz 探知距離 : 15,50,150,500,1500yard 旋回角度 : ±190°
水中デジタルカメラ	調査時の撮影記録のために使用されます。 旋回俯仰式 TV カメラと連動して、旋回俯仰して撮影可能です。	内蔵カメラ : SONY DSC-F717 レンズ : 5倍ズーム f 9.7~48.5 (F2.0 ~2.4) 撮影素子 : 2/3CCD 有効画素数 : 502万画素数 撮影枚数 : 2560×1920 (7アイン)
CTDO 観測装置 SEA-BIRD SBE-19 + SBE-43	各センサにより電気伝導度、水温圧力を測定、演算を行い表示部に塩分、水温、深度、音速、溶存酸素を表示します。測定データは、総合情報記録装置と専用メディアに記録されます。	測定範囲 電気伝導度 : 0~70 mS/cm 水温 : -5~+35 °C 圧力 : 0~15,000 psia 測定精度 電気伝導度 : ±0.01 mS/cm 水温 : ±0.01 °C 圧力 : ±0.015 %FS 溶存酸素 : ±0.01ml/l
水中投光器	船外及び水中 TV カメラ等の照明用に7灯装備されています。使用状況により照射角度が調整可能です。	形式 : メタルハライド型 2,3,4 番ライト : 旋回俯仰式 1,5,6,7 番ライト : 固定式 定格 : 400W
水中テレビカメラ	海中の物体を撮像し、耐圧殻内で表示します。固定式と旋回俯仰式の2台が装備され各種制御は耐圧殻内の操作部からリモートコントロールが可能です。	固定式(1番カメラ) 旋回俯仰式(2番カメラ) 撮像方式 : 1/2inch 3CCD 有効画素数 : 768 (H)×494 (V) 水平解像度 : 850 TV 本 機能 : 可変焦点,自動絞り,ズーム,カラー
VCR (ビデオカセットレコーダー)	水中 TV カメラ等の映像を録画する装置。本装置への録画映像入力及び本装置からの再生映像出力は水中 TV カメラ操作部で設定可能です。	形式 : DV-CAM 方式 使用可能テープ : DV-CAM, Mini DV 通常使用テープ : DV-CAM 録画時間 : テープ長に依存 (通常は 184 分)

機 器 名	機 能	要 目
マニピュレータ	海底調査時，視窓を見ながらマスターアームを操作し船外のスレーブアームをコントロールし資料の採取、海底設置機器の操作等を行います。	方式：油漬均圧型 電気油圧サーボ方式 自由度：7 アウトリーチ：最大 1.9m 持上力：70kg（最大アウトリーチで） 操作方式：マスタースレーブ方式
温湿度計	耐圧殻内の温度湿度をデジタル表示します。 計測データは総合情報表示装置に表示・記録されます。	温度：サーミスタ式 湿度：セラミック抵抗式 測定範囲 温度：-20～60℃ 湿度：20～100%RH 総合精度(センサを含む) 温度：±1.0℃ 湿度：±7%
音響測位装置	潜水船搭載の同期ピンガ及び海底に設置された3本の音響トランスポンダで音響位置計測システムを構成します。計測はLBL方式によって行われ海底の基準点からのX-Y座標軸による位置が表示されます。 計測データは総合情報表示装置に表示・記録されます。	測位方式：LBL方式 使用周波数：6.6, 6.9, 7.2, 7.5 KHz 測位レート：4, 8, 16, 32 秒 測位範囲（潜水船とトランスポンダの垂直方向の角度差に依存） 角度差±5°：水平方向 5000m以内 角度差±25°：水平方向 3000m以内 測位精度：標準偏差 20m以内（トランスポンダ3本受信時）
水中通話機	本装置は2系統の通話機で構成されどちらか一方を選択使用出来ます。	型式：UQC型 通話可能範囲：9000m以上（母船直下±45°圏内） 搬送周波数：8.075KHz
無線機	着水、浮上時に母船との連絡用トランシーバーとして使用します。	型式：単一通話器 プレストーク方式 周波数：149.49MHz
ジャイロコンパス (モーションセンサーを含む)	潜水船の船首方位および傾斜角を測定し、測定した方位データおよび傾斜角データはデジタル信号として出力され針路表示計および傾斜計に表示されます。 計測データは総合情報表示装置に表示・記録されます。	静定精度：±0.1° ×1/COS(緯度) 制定時間：5分以内 傾斜範囲 ロール角：±60° ピッチ角：±45°

機 器 名	機 能	要 目
流向流速計	潜水船の船首に対する流向と流速を超音波にて検出し、表示部に表示します。 計測データは総合情報表示装置に表示・記録されます。	検出方式 流速：超音波直交2軸 シングア라운드方式 流向：流速より船首基準の流向を算出 測定範囲 流速：0～6Kt 流向：0～360° 総合精度 流速：±2cm/sec(0～40cm/sec) ±5%Fs (40～300cm/sec) 流向：±5° (22.5～300m/sec)
総合情報表示装置	各種計測機器からの信号データを受信し Pentium CPU を用い処理する小型多機能のデータ表示・記録装置です。記録データは母船上の再生部で加工可能です。	表示部：6 インチカラーCRT 記録部：ハードディスクドライブ 及びスマートメディアに同時収録 記録方式：固定長 CSV 方式 使用 OS：Windows 98
深度計	水晶振動子によってえられる周波数信号を(圧力データ)から深度を算出し深度値を表示部にデジタル表示します。 計測データは総合情報表示装置に表示・記録されます。	設置数：2台 センサ：水晶振動式圧力センサ 測定範囲：0～133.8Mpa 測定精度：±0.01Fs
高度ソナー及び 上方監視ソナー	潜水船の海底面からの高さ(高度)や海面または上方障害物までの距離を測定し LCD 画面及び表示部にデジタル表示します。 計測データは総合情報表示装置に表示・記録されます。	計測モード：高度／上方監視 作動レンジ： 10m (0～10m) 100m (10～100m) 1000m(100～1000m) 送信周波数：23KHz 最大計測距離：1000m以下 最小計測距離：1m以下 (高度 10mレンジ)
点滅灯	夜間海面に浮上した際にその閃光により他船にその存在を知らせる。本体に内蔵されている照度センサにより自動的に発光します。	発光形式：キセノンガス放電 照明電力：0.1 Joule 以上 ランプ寿命：閃光回数 70 万回以上 閃光間隔：2 秒 1 閃

機 器 名	機 能	要 目
視窓	耐圧殻正面赤道より俯角 15° に 1 個、船首尾線より左右 50° 赤道より俯角 25° に 2 個装備されておりパイロット及び研究者が直接、船外を目視観察することができます。	円径：φ120mm×3 個 板厚：138mm 円錐角：90° 材質：メタクリル樹脂
サンプル バスケット	2 個のサンプルバスケットは油圧駆動の旋回出入式で大型ペイロード機器の搭載が可能です。	収納重量 右：空中 100kg 以下 左：空中 100kg 以下 注)ペイロードの合計が水中 150kg (空中 150kg)を越えない事。 収納部寸法 長さ 幅 深さ 右：840×930×300mm 左：840×600×300mm
海水温度計	検出部にて海水の温度を測定し、変換部にて海水温を演算しデジタル表示します。計測データは総合情報表示装置に表示・記録されます。	センサ：白金測温抵抗体 測定範囲：0～400℃ 測定精度：0～100℃±0.15℃ 100～400℃±0.03℃
ROV ホーマー	ROV ホーマーシステム専用の小型トランスポンダを海底に設置する事によりその地点までの方位・距離を潜水船内で簡易計測できる装置。海中での搜索目標として使用する事により作業時間の短縮が図れます。 長期間海底に設置するような場合は、事前に相談してください。	目標探知距離：約 200m 目標探知数：専用小型トランスポンダで最大 99 本 耐圧深度：4000m

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		水深 1000m 以下の場合はケーブルの両側 1000m 以内には近づかない。水深 1000m 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から 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 ール等底質 及び生物採 取装置	1. 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 1000m 以下の場合は、ケーブルの両側 3000m 以内）には近づかないこと。 2. 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 1000m 以下の場合は、ケーブルの両側 1000m 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 アラール等による 採泥	<ul style="list-style-type: none"> 水深の 1 倍以内（水深 1000m 以下の場合は、ケーブルの両側 1000m 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	1. 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。 2. 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。