

2008年4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」の活用に当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海洋研究開発機構（JAMSTEC）運航グループ担当者と打合せを行うことが必要です。

本書は作成時点に対する手引きであり、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。

なお、海洋研究開発機構の連絡窓口は次のとおりです。

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：046-867-9913（ダイヤルイン）

ファクシミリ：046-867-9215（運航グループ直通）

E - m a i l：sod-rsd@jamstec.go.jp

ホームページ：<http://www.jamstec.go.jp/j/about/equipment/ships/index.html>

## 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) 1名の研究者が乗船できます。「しんかい 6500」に搭載してある観測機器及び持ち込み搭載機器（以降ペイロードと称する）を搭載し、各種観測、計測を行うことが可能です。
- (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) 傾斜地における潜水調査船による潜航調査では、深い方から浅い方へ航走することを標準とします。
- (6) 2本のマニピュレータを使用し試料の採取、機器の設置回収等を行うことができます。

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級潜水調査船システムは、潜水調査船及びこれを海上において測位、補給、整備などの支援を行う支援母船、ならびに陸上において整備する整備場などの設備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：150kg（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、潜水調査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（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、その内訳は潜航深度にもよりますが、最大潜航深度である6,500mにおいては下降上昇に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

新たに製作されたペイロードは、取り付け、配線、配管等にかかわる準備が必要です。ペイロード製作する前の段階で運航グループ担当者へペイロードの内容を知らせていただくと運航チームからの製作へあたってのアドバイスが得られ、潜水調査船へのペイロード設置、作動がスムーズになる可能性があります。出来る限り早期の段階で、運航グループ担当者へご相談下さい。

##### ① 船外に使用する電線は5m以上必要です。

ペイロード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担当者までお問い合わせ下さい。

ペイロード分岐箱に接続可能なコネクタの種類、数は以下のとおりです。

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 船外ペイロードの結線について、シールドラインを電源及び信号ラインに使用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運航グループ担当者までお問い合わせ下さい。
- ③ 船内ペイロードの電線は、全てテフロン電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電線については、2m 以上用意して下さい。また、端末にコネクタは不要です。
- 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、使用電流の合計が 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  $100 \text{ kg f / cm}^2$  (1020Mpa) ,  $6.20 \text{ /min}$  以下
- ただし、下記の物については、潜水調査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、潜水調査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、ペイロード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担当者までお問い合わせ下さい。

- ⑥ 船内ペイロードは、空中重量のみ、船外ペイロードは、空中重量及び水中重量を計測し、図面や資料等に記載し提出してください。システムで組んであるペイロードに関しては、全体重量の記載だけではなく、個々単体の重量（空中及び水中）を計測し、全体重量も含めて記載して下さい。
- 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 船外ペイロードについては、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。耐圧試験未実施など確認や検査が不十分な場合は、搭載できません。
- ⑨ 船内ペイロードについては、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、ペイロードの小型軽量化につとめて下さい。
- ⑩ ペイロード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調査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。ペイロードを新規に製作する場合、また他の国内外の無人探査機、潜水調査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の資料を運航グループ担当者へ提出して下さい。
- ⑪ 以上の項目以外にも船外、船内を問わずペイロードを搭載する場合には、安全上及び装備上について確認させていただくことがありますので取扱説明書、図面等詳細のわかる資料を運航グループ担当者へ提出して下さい。

#### (5) 水中速力

潜水調査船の最大速力は 2 ノットとなっておりますが、調査・観測に適した速力は、1 ノット以下です。

#### (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周辺にトランスポンダを 3 本設置します。それにより、潜水調査船内において潜水調査船の測位が可能です。LBL 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。LBL 測位可能な範囲は、設置した 3 本のトランスポンダにより形成される 3 角形（その 1 辺の長さが水深とほぼ同じ長さとなります）の内側になります。ただし、トランスポンダ設置・回収にそれぞれ 1 日を必要とします。

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（母船と潜水調査船の直距離の±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潜水調査船の位置を知ることができます。

どちらの測位方式を利用するかによって潜航計画が異なるので、事前に運航グループへご連絡下さい。

#### 4. 運航計画

##### (1) 行動の概要

支援母船「よこすか」は、遠洋国際の航行資格を有していますので、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。

ただし、遠洋区域においては、他国の領海や EEZ など国交に係る海域においては、潜航できない海域があります。

他国への申請手続きに日数を要することから事前に運航グループ担当者へご連絡ください。

##### (2) 行動の標準運航計画

潜航回数に必要な日数以外に下記の日数を考慮します。

- ・ 事前調査に必要な日数
- ・ トランスポンダ設置、回収日
- ・ 海域及び寄港地までの回航日
- ・ 乗下船に伴う寄港日
- ・ 潜航予備日（海洋研究推進委員会において認められた場合）

##### (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 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メートル以内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・漁具などが存在し、潜水調査船が拘束される可能性のある海域での潜航。
- 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た場合はこの限りではありません。)
- 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増大や視程の悪化により安全の確保が困難と潜水調査船船長が判断した場合。
- ⑧ 潜航に不可欠な航海機器が正常に作動しない場合。  
(但し、バックアップシステムがあるもの及び潜水調査船搭載観測機器に関しては司令の判断により可能。)
- ⑨ 潜水調査船を母船にて測位する音響航法装置が正常に作動しない状態。
- ⑩ 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には、潜航前に運航チーム担当者から乗船に関してブリーフィングと呼ばれる事前説明が行われます。内容については以下のとおりです。

- 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時に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
- ⑥ 体重測定

## 6. その他留意事項

### (1) 撮影映像の帰属について

原則として運航チームが所有している船内持ち込み用以外のカメラ(ビデオ・スチル及びデジタルカメラ)の潜水調査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、潜水調査船内で撮影した映像等は JAMSTEC に帰属することをご了承下さい。この場合、本船上ではマスターテープ(デジタル画像、ネガ等の原版)の管理は、首席研究員(運航チームにて保管)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下さい。(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。  
(潜水調査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、潜水調査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。  
(フリースなど静電気が発生しやすい化学繊維の衣類は、持ち込まないこと)
- 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。  
(潜航当日の口紅、化粧、ポマードなどの使用は控えて下さい。また、ライター、マッチ、使い捨てカイロは持ち込まないで下さい。)
- ④ 視窓は傷つきやすいので、船内カメラによる撮影の際は視窓にレンズを押しつけないように、気を付けて下さい。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 ソーナー	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インチ)
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、耐压殻内で表示します。固定式と旋回俯仰式の2台が装備され各種制御は耐压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：72g (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)

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式で大型ペイロード機器の搭載が可能です。	<p style="text-align: center;">長 さ 幅 深 さ</p> 右：840×930×300mm 左：840×600×300mm  最大搭載重量 右：空中100kg以下 左：空中100kg以下 ただし、ペイロードの合計重量が空中150kgを越えない事。  注) 潜航水深等によりペイロード最大搭載量が制限される場合があります。
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。海中での捜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使用で最大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		<ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> </ol>
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	<ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> </ol>
	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	<ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ol>
係留系の 設置	表面ブイ式 係留系	<ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> </ol>
	水没ブイ式 係留系	<ul style="list-style-type: none"> <li>潜水船等と同じ制限とする。</li> </ul>
自由落下浮上式観測 機器の設置		<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>