

無人探査機「かいこう」 利用の手引き

目 次

1. はじめに
2. 「かいこう」オペレーション
 - (1) 自航調査
 - (2) 曳航調査
3. 「かいこう」のミッション
 - (1) 調査水深
 - (2) 運用方式
 - (3) 調査観測
4. システムの特徴
 - (1) ランチャー／ビークルの主要目
 - (2) ビークルの行動範囲
 - (3) 「かいこう」システムの構成
 - (4) 音響測位装置
 - (5) ROV ホーマー
 - (6) マニピュレータ
 - (7) ビークル運動制御機能
 - (8) 「かいこう」調査観測装置一覧
5. ペイロード調査機器
 - (1) ペイロード許容重量・搭載場所
 - (2) ペイロード用通信・供給電源
 - (3) ペイロード用油圧
6. 研究者に提供可能なデータ
7. 運 用
 - (1) 行動の海域
 - (2) ブリーフィングと要望
 - (3) 行動の標準スケジュール
 - (4) 潜航の制限
 - (5) 通常の利用時間
 - (6) 夜間潜航
 - (7) 吊下げ越夜潜航
8. 安全及び潜航中の注意事項

- 添付資料 -1 「かいこう」システムの構成
-2 ランチャー／ビークル機器要目
-3 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

無人探査機「かいこう」システムは、最大潜航深度 7,000m での調査・作業が可能なランチャー／ビークル方式の無人探査機です。ただし、現在は一次ケーブルの老朽化のため、最大張力 6.73 トン、最大繰り出し長 5,700m に制限して運用しています。

「かいこう」システムを用いた深海域の調査研究作業を成功させるには、利用者がシステムの持つ能力とその性能を十分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)

研究プラットフォーム運用開発部門 運用部 船舶運用グループ

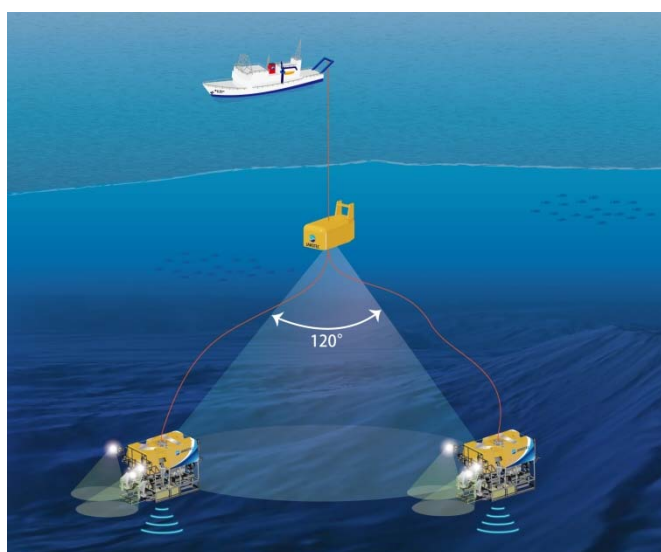
住所：〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町 2-15

TEL：046-867-9977 FAX：046-867-9215

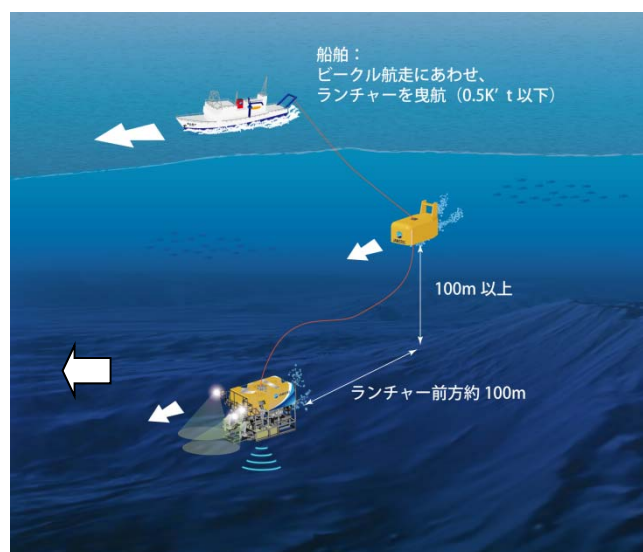
E-mail：mare3-fleetops@jamstec.go.jp

2. 「かいこう」オペレーション

「かいこう」のオペレーションは、自航調査（ビークルの海底航走、観察、海底作業を主とする調査）と曳航調査に大きく分けることができ、曳航調査はさらにランチャー単独曳航調査とランチャー／ビークルによる分離曳航調査とに細分されます。



自航調査

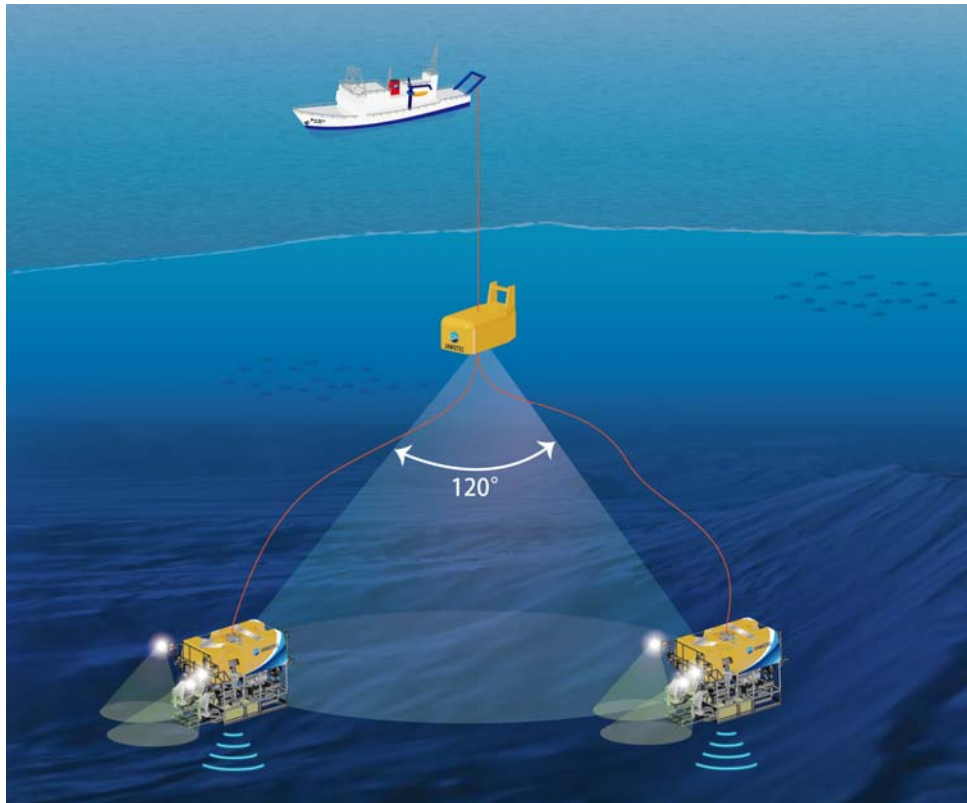


曳航調査

(1) 自航調査

自航調査は、ランチャーを海底から高度約 100mに吊下げ、ビークルは停止しているランチャーの直下にて分離発進し、ランチャー下部 120° 円錐内で二次ケーブルの繰出し長 180m以内において、半径約 160m範囲内でビークルを自航させる潜航調査方式です。本方式は、比較的狭い海域で長時間にわたり詳細な海底調査を行うのに適しています。

調査ポイントが、ランチャー直下から水平距離 150m以上で、移動しながら調査する場合は、曳航調査が適しています。



(2) 曳航調査

曳航調査では、ランチャーは、ビークル又は海底からの高度を保持し、母船により曳航されて移動し、分離しているビークルは海底を目視観察しながら自航します。次の3方式に分けられ、比較的広い海域の潜航調査を行うのに適しています。

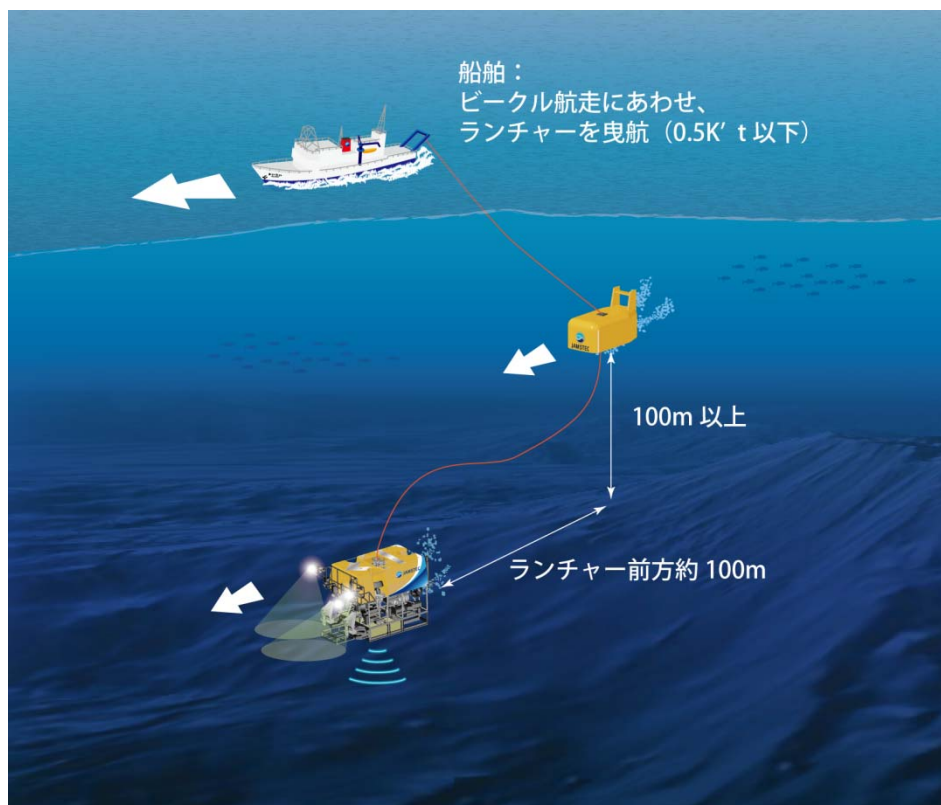
1) ランチャー／ビークル結合状態の曳航

- ①調査ポイントの移動に利用されます。
- ②結合状態でサイドスキャンソーナー（SSS）及びサブボトムプロファイラ（SBP）の調査も可能です。

2) ランチャー／ビークル分離曳航調査

- ①ランチャーは、ビークルからの高度を約 100mに保持しながら母船により船速 0.5 ノット以下で曳航します。ビークルはランチャーから分離し、ランチャーからの距離を保持（常にランチャーの前方約 100m前に位置）して、主に海底を目視しながら自航して調査する方式です。

- ②ランチャーを曳航して音響観測機器による調査を行いながら、ビークルによる視覚的調査活動を行い、行動範囲を広げることができます。
- ③比較的広い海域の調査を行うのに適しています。水深約 3,000m で 1km 移動するのは約 2 時間かかります。
- ④ランチャーはビークルを分離しながらサイドスキャンソナー (SSS) 及びサブボトムプロファイラ (SBP) の調査も可能です。
- ⑤ビークルが停止して海底の調査観測を行うと、母船に曳航されているランチャーがビークルに接近してくるため、ビークルが海底の一カ所に長く留まる作業には、この分離曳航による調査方法は適していません。



3) ランチャー単独曳航調査

- ①母船によりランチャーのみを曳航します。
- ②海底からの高度 100~150mにランチャーを保持し、母船船速 1.5 ノット以下で曳航しながら調査する方式です。
- ③音響観測機器 (SSS 及び SBP) による海底地形及び海底下地層を調査することができます。

3. 「かいこう」のミッション

「かいこう」は、その卓越した潜航能力、軽快な運動能力により、次のようなミッションを遂行できます。

(1) 調査水深

0～1.0ノットの速力で水深1,000m～5,700mまでのあらゆる深さにおいて、調査潜航作業が可能です。傾斜地では深い方から浅い方への、航走を標準とします。水深1,000mより浅い海域への潜航については、7.(4)12)をご参照ください。

(2) 運用方式

調査研究目的に応じて運用方式（曳航、分離曳航、ランチャー単独）を選択することができます。また、吊下げ越夜潜航（運用7.(7) 参照）についても選択できます。

(3) 調査観測

海底の起伏の穏やかな地形では、海底面に沿って航走しながら目視観察及びTVカメラ、デジタルスチルカメラによる撮影、またビークルのマニピュレータによりサンプルの採取、ペイロード機器の設置・回収作業を行うことができます。また、ビークル常備機器又はペイロード調査機器による調査観測ができます。

4. システムの特徴

「かいこう」システムは、無人探査機「かいこう」及びこれを海上において直接支援する深海調査研究船「かいいい」、並びに後方支援設備としての陸上基地から構成されております。母船の調査観測機能については「かいいい利用の手引き」を参照して下さい。

(1) ランチャー・ビークル主要目

	ビークル (Mk-IV)	ランチャー
寸法	3.0m (L) × 2.0m (B) × 2.6m (H)	5.2m (L) × 2.6m (B) × 2.0m (H) (ひれまで 3.2m (H))
重量	約 5.1ton (空中)、約 0kgf (水中)	約 5.8ton (空中)、約 3.2ton (水中)
最大使用深度	7,000m	11,000m
速力	0～1.0ノット	曳航速力：最大 1.5ノット

(2) ビークルの行動範囲

ビークルはランチャーから直下±60°円錐内、最大スラントレンジ180m（半径約160m）で航走します。分離曳航時は、ランチャーの下方約100m・前方約100mに位置し、海底を視認しながら航走します。

(3) 「かいこう」システムの構成

1) ランチャー

ビークルと結合・離脱する機能を有し、ビークルの行動を支援します。また、単独曳航では、海底から約100m以上の高度をとり、吊下げられた状態で、母船に曳航されながら、搭載された音響観測機器（SSS/SBP）による調査を行います。

2) ビークル

海底での観察調査やマニピュレータによる試料採取および、各種作業を行います。

3) 「かいこう」操縦盤

母船の調査指揮室に装備され、ランチャー／ビークル、一次ケーブル／二次ケーブル

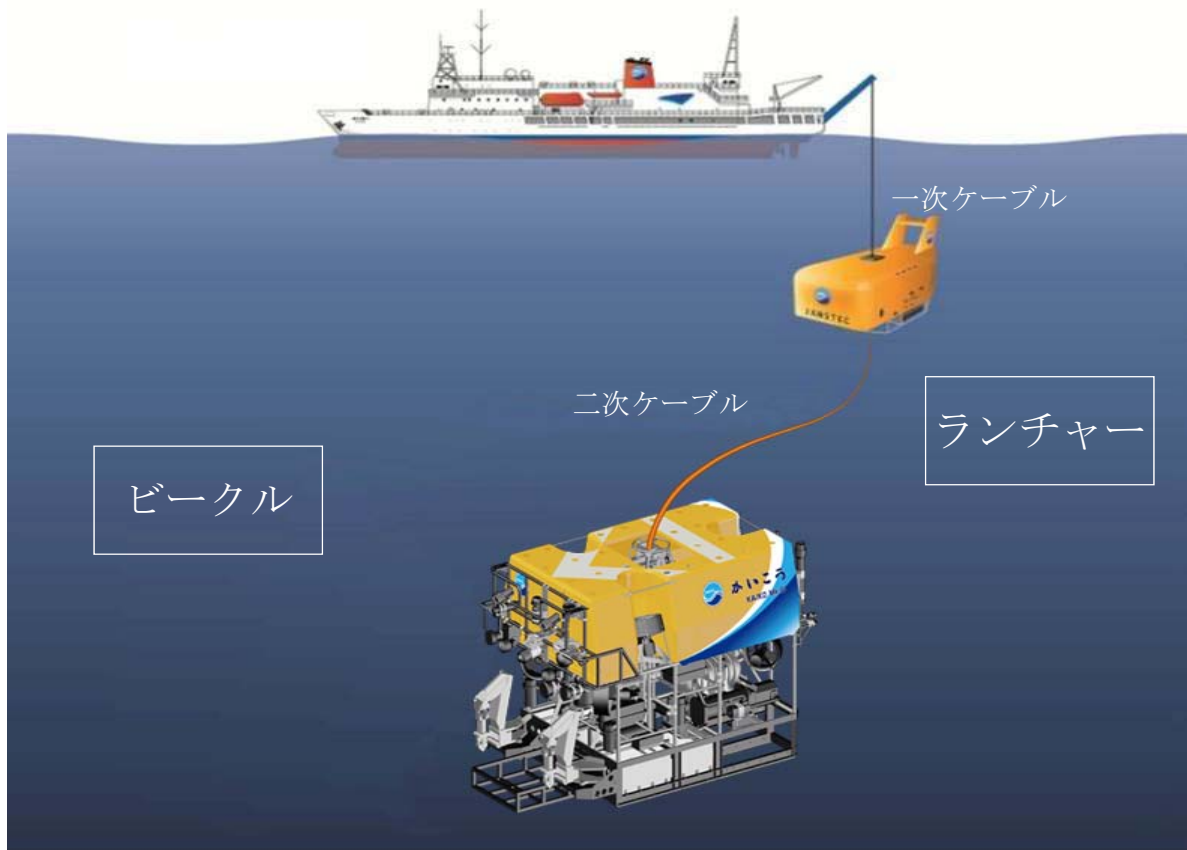
ルを制御します。

4) 一次ケーブル

母船とランチャーを結ぶケーブル（全長約 10,000m）で、母船の格納庫内のケーブルストアウインチに収納されています。

5) 二次ケーブル

ランチャーとビークルを結ぶケーブル（全長約 200m）でランチャーに収納されています。



(4) 音響測位装置

1) ランチャーの測位

ランチャー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。

①LBL 方式

潜航海域にトランスポンダを3本設置し、それらを基準としてランチャーの位置を決定します。海底トランスポンダの設置・回収にはそれぞれ1日を必要とします。

②SSBL 方式

LBL方式に較べて測位精度が低くなりますが、海底トランスポンダの設置・回収の時間は、必要ありません。

* どちらかの測位方式を使用するかによって、潜航前の準備が異なるので、事前に船舶運用グループ担当者と打ち合わせてください。

2) ビークルの測位

- ①ビークルの測位は、ランチャーを中心とする SSBL 方式を用いています。
- ②ビークルの発する超音波信号をランチャーに取付けた受波器で受信し、船上装置でビークルの位置を算出します。
- ③ランチャーを基準とした測位なのでランチャーの測位精度に左右されますが、ランチャー／ビークルの距離が近いいため SSBL 方式でも相対位置の精度は良好です。
- ④ビークルは、慣性航法装置 (INS) とドップラ速度計 (DVL) を搭載しており、ビークルの絶対位置を高精度に算出します。なお、INS 基準座標となる起点位置 (ポジション・アップデート操作) は前述のビークル音響測位位置の算出情報を使用します。

(5) ROV ホーマー (最大使用水深 : 11,000m)

- 1) ROV ホーマーは、事前に設置されたミニチュアトランスポンダに対して、ビークルからの距離及び方向を測定することによって、ミニチュアトランスポンダの設置地点を容易に探索することが可能です。
- 2) 持ち込みのミニチュアトランスポンダも同型であれば利用することが可能です。

(6) マニピュレータ

- 1) 手先の作業部は 2 指の開閉によって掴む方式で、手先の開度は左右 160mm、各軸を水平に伸ばしたリーチ長は、左右 1,664mm です。
- 2) 水中重量で最大リーチ時左右 250kgf 以下の物を取り扱うことができます。但し、各軸には負担限界があるため、物の形状や作業範囲により、それぞれの限界があります。

(7) ビークル運動制御機能

ビークルは、姿勢/位置を自動制御することができます。

1) 半自動制御モード

深度/高度/方位/トリムを保持しながらビークル制御ができます。

2) 自動制御モード

事前に定めたウェイポイント (位置・高度・方位・速度) を順番に ROV を巡航あるいは目標地点で定点保持 (ホバーリング) させることができます。

- ・オートクルーズ/定点保持機能

3) スラスタ観察モード

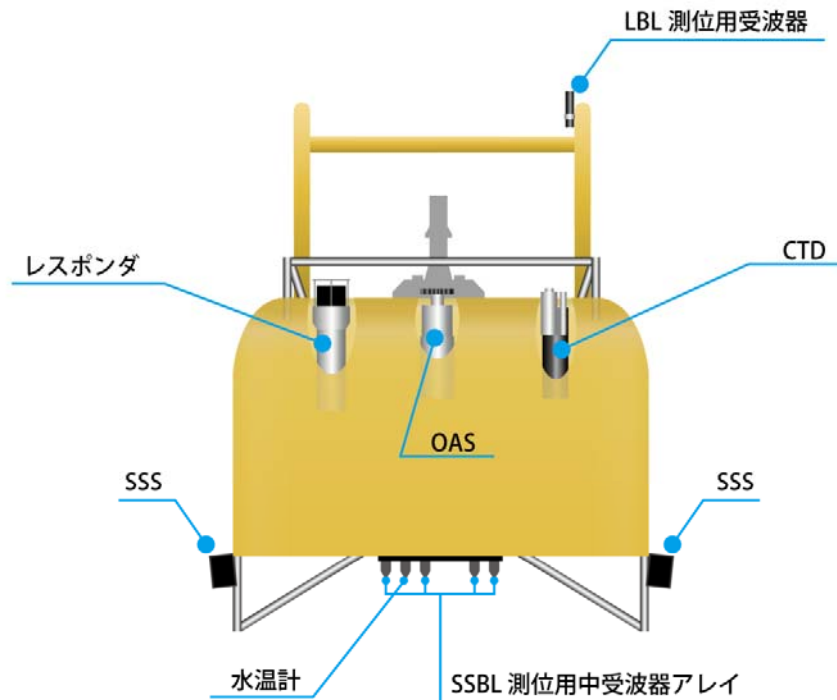
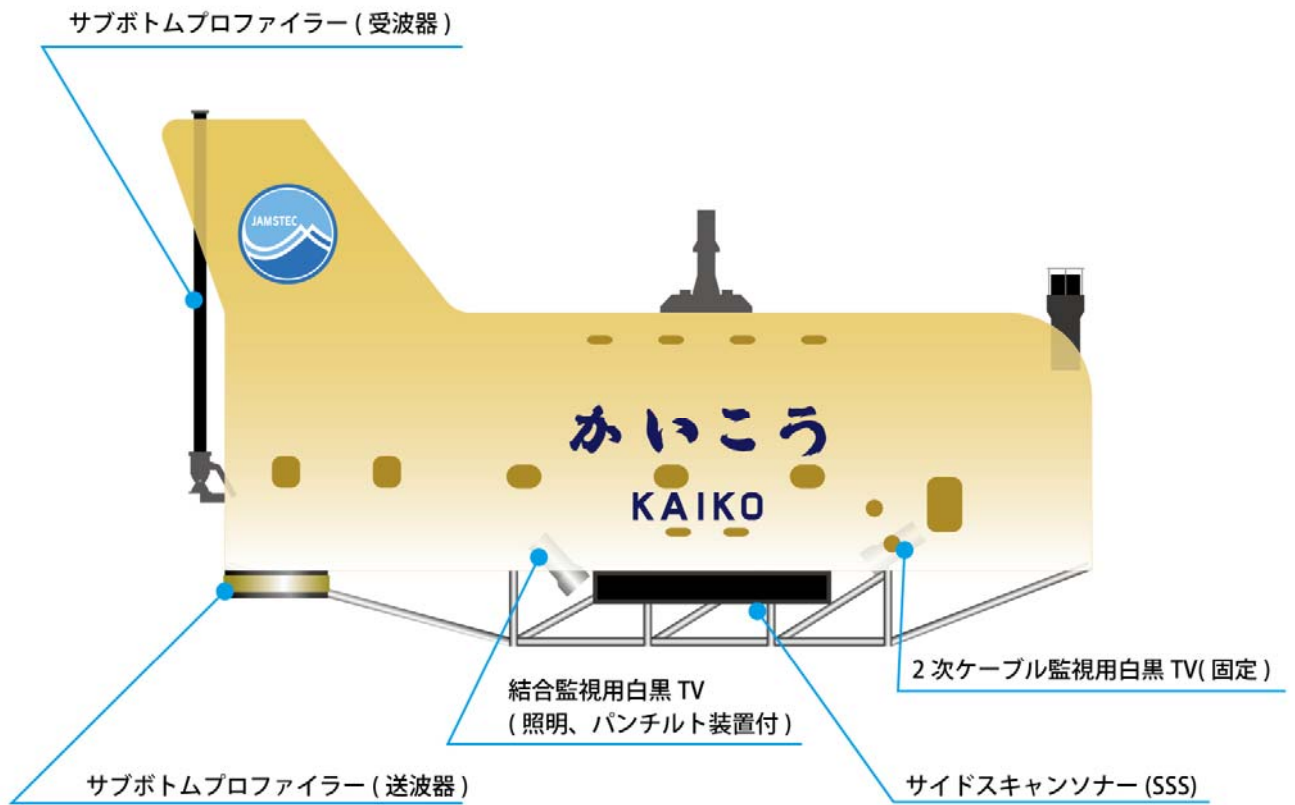
サンプルバスケット内などビークル前方に配置された観測機器の運用やマニピュレータ作業時にスラスタ噴流をビークル前方に発生させないようできます。

※但し、ビークル操縦運動制御機能は、二次ケーブルや潮流などがあるため、自動制御の範囲および精度はそれぞれ限界があります。

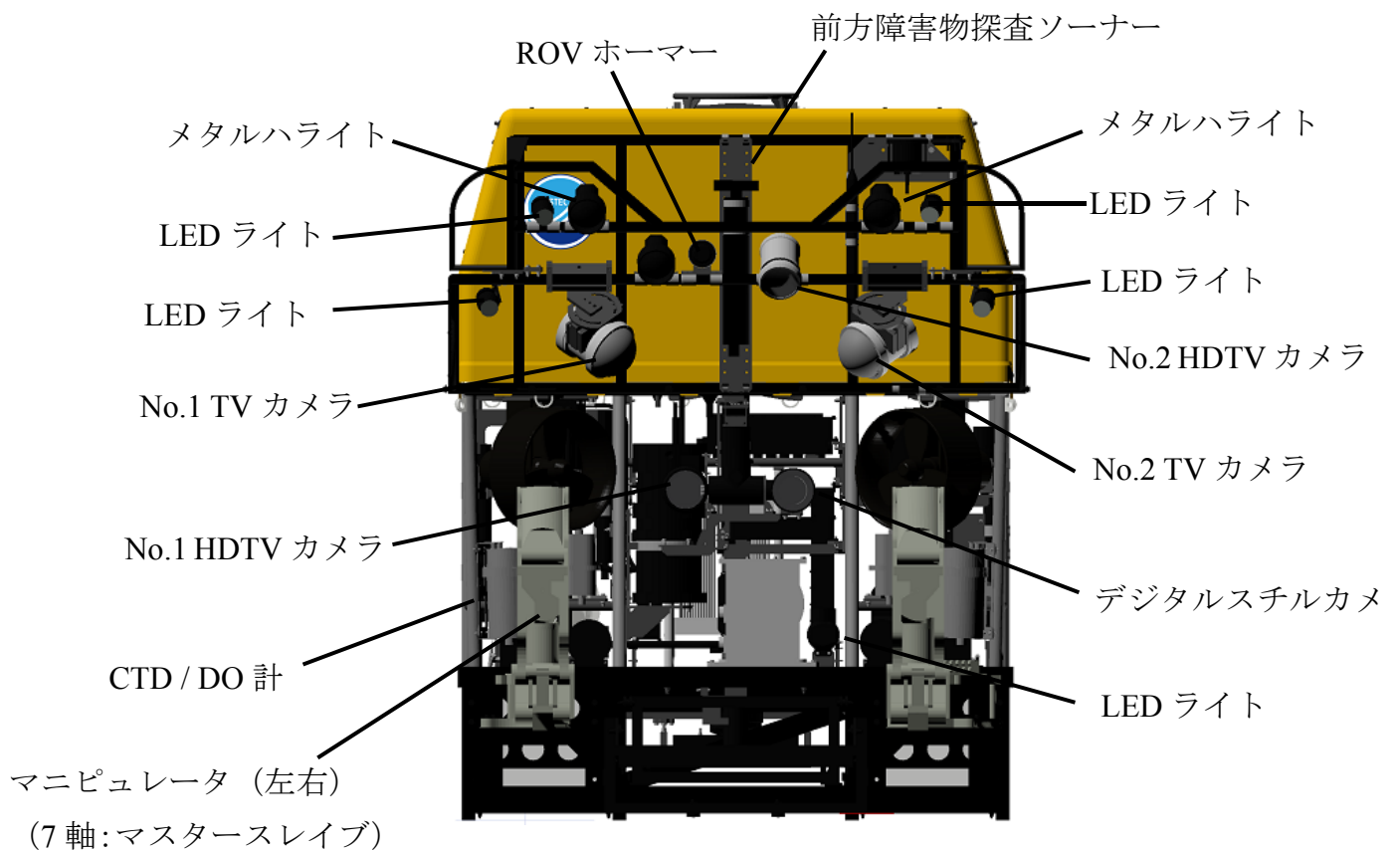
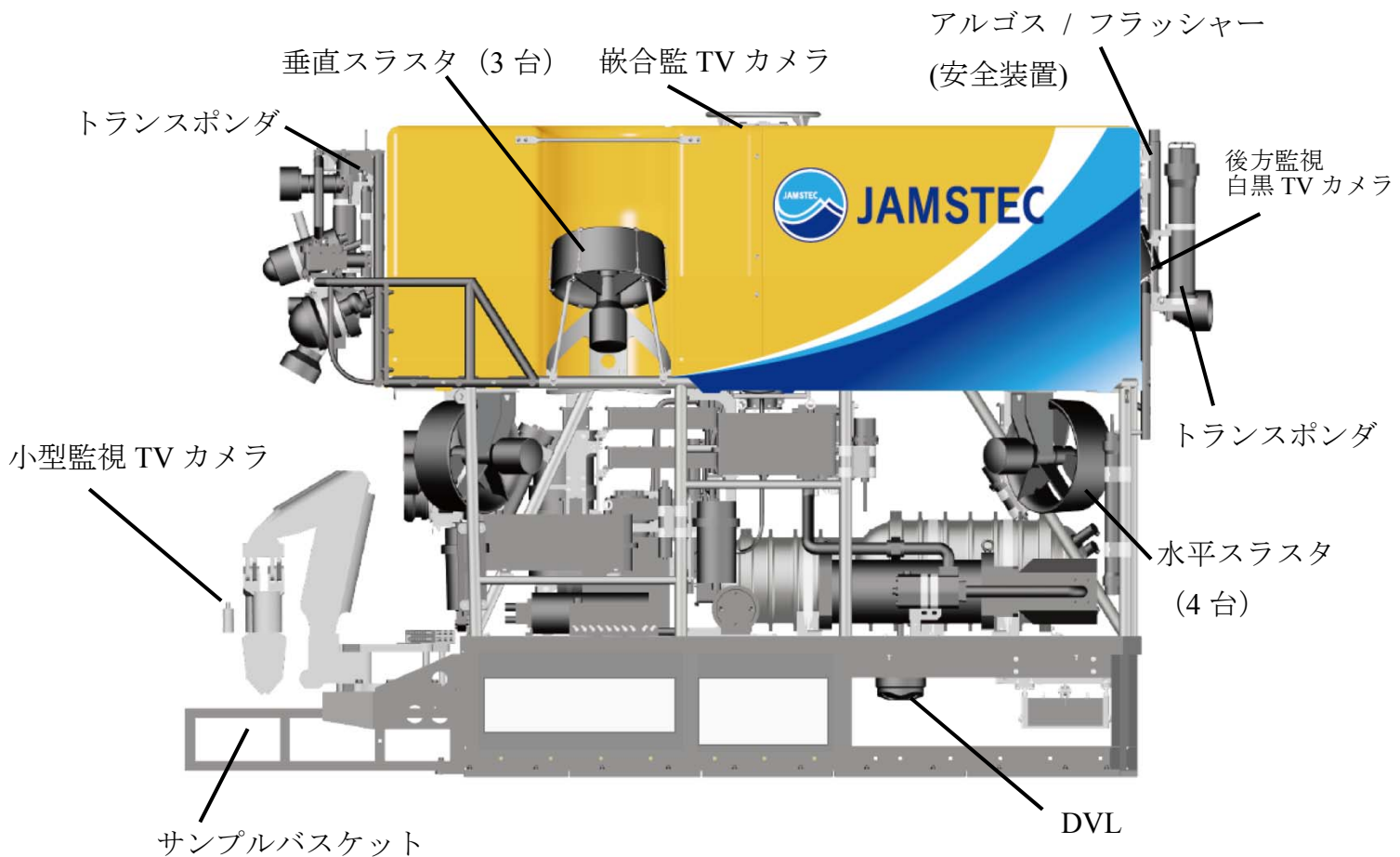
(8) 「かいこう」調査観測装置一覧

ランチャー／ビークルの調査観測装置の機器要目は添付資料-2 を参照。

ランチャー機器配置図



ビークル (Mk-IV) 機器配置図



5. ペイロード調査機器

(1) ペイロード許容重量・搭載場所

- 1) ペイロード許容重量（総重量）：空中重量 300kg、水中重量 200kg

※搭載ペイロードの形状及び搭載場所によっては、ビークルの水中姿勢に影響を与え、

ランチャー結合作業に支障を来たす可能性がある為、十分な打合せをお願いします。

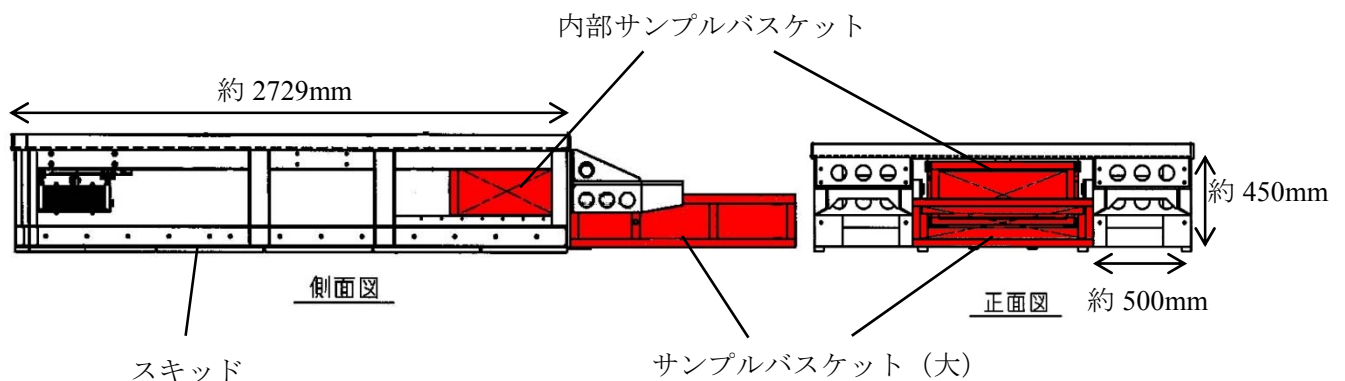
2) ペイロード搭載場所

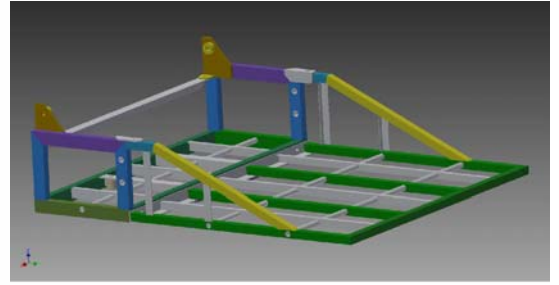
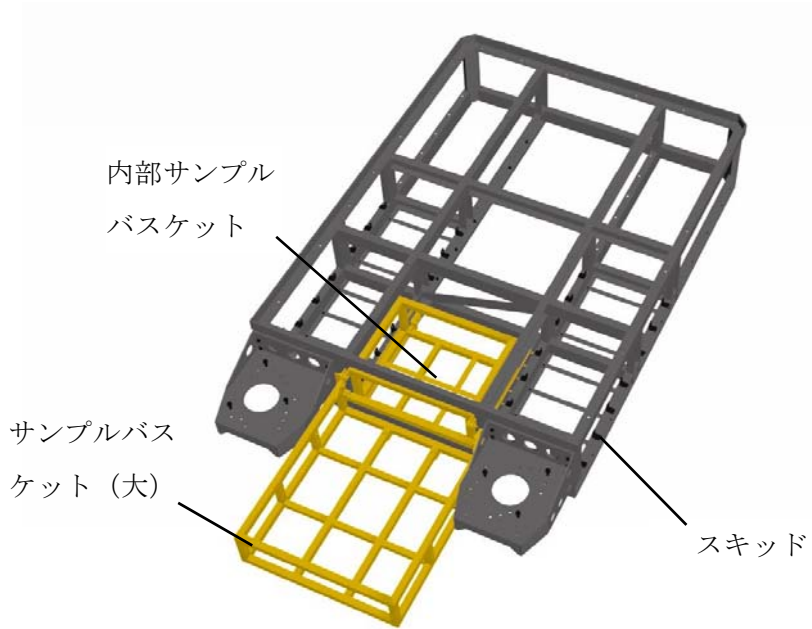
① サンプルバスケット

「サンプルバスケット」は、大・小・ステージのうち一つを選択できます（同時搭載はできません）。また、「内部サンプルバスケット」があります。

- ・サンプルバスケット（大）：（幅）960mm×（横）1100mm×（高さ）250mm、最大300kgまで
- ・サンプルバスケット（小）：（幅）960mm×（横）730mm×（高さ）250mm、最大100kgまで
- ・ステージ：（幅）960mm×（横）1100mm×（高さ）250mm、最大100kgまで
- ・内部サンプルバスケット：（幅）760mm×（横）740mm×（高さ）330mm、最大140kgまで

② スキッド内の空きスペースの利用希望の場合は、船舶運用グループ担当者へお問い合わせください。





ビークル下部スキッド部分の配置図

(2) ペイロード用通信・供給電源

	通信・供給電源		接続ポート		備考
分岐箱 E	供給電源	AC120V (3A)	SEACON VSG-2-BCL (DE6)	①AC120V (U) ②AC120V (V)	VMG-2-FS を御用意下さい
	RS232C	921kbps DC24V , 3A 以下	SEACON XSG-5-BCL (DE7)	①DC24V, 3A 以下 ②GND ③ピークル→船上 (UP 系) ④船上→ピークル (DOWN 系) ⑤GND	RMG-5-FS を御用意下さい (HPD 互換)
	RS485	921kbps	SEACON VSK-3-BCL (DE8)	①RS485+ ②RS485- ③GND	VMK-3-FS を御用意下さい (HPD 互換)
	Ethernet	1 Gbit Ethernet	SUBCONN DBH8F (DE9)	①双方向ペア-D (Brown) ②双方向ペア+D (Brown/White) ③双方向ペア-C (Blue) ④双方向ペア+C (Blue/White) ⑤双方向ペア-A (Orange) ⑥双方向ペア+A (Orange/White) ⑦双方向ペア-B (Green) ⑧双方向ペア+B (Green/White)	DIL8M を御用意下さい (7000II 互換)
研究者用 ペイロード容器 (拡張用)	RS232C	921kbps DC24V , 3A 以下	SEACON XSG-5-BCL (CN6)	①DC24V, 3A 以下 ②GND ③ピークル→船上 (UP 系) ④船上→ピークル (DOWN 系) ⑤GND	RMG-5-FS を御用意下さい (HPD 互換)
	RS232C	921kbps DC24V , 3A 以下	SEACON VSG-4-BCL (CN7)	①DC24V, 3A 以下 ②船上→ピークル (DOWN 系) ③GND ④ピークル→船上 (UP 系)	VMG-4-FS を御用意下さい (7000II 互換)
	Ethernet ×2 ポート	1 Gbit Ethernet	SUBCONN DBH8F (CN8, 9)	①双方向ペア-D (Brown) ②双方向ペア+D (Brown/White) ③双方向ペア+C (Blue/White) ④双方向ペア-C (Blue) ⑤双方向ペア-A (Orange) ⑥双方向ペア+A (Orange/White) ⑦双方向ペア-B (Green) ⑧双方向ペア+B (Green/White)	DIL8M を御用意下さい (7000II 互換)
	供給電源	AC100V 10A 以下	SEACON VSG-4-BCL (CN5)	①AC100V (U) ②AC100V (V) ③NC ④NC	VMG-4-FS を御用意下さい
	供給電源	DC24V 18A 以下	SEACON VSG-4-BCL (CN4)	①DC24V ②GND ③DC24V ④GND	VMG-4-FS を御用意下さい

※ペイロード用通信・供給電源を計画される場合には、接続機器仕様を確認するため事前に船舶運用グループ担当者と打合せください。

(3) ペイロード用油圧

	油圧ポート		接続ポート		備考
圧力調整弁ユニット	20.5MPa	電磁弁 定格流量 230/min	MV-5	日東工器製カプラ S210-3P	S210-3S を御用意下さい
	13.3MPa ×2	サーボ弁 定格流量 250/min	SV-1,2	日東工器製カプラ S210-3P	S210-3S を御用意下さい
No.1 ペイロード 電磁弁 ユニット	13.3MPa ×2	電磁弁 定格流量 230/min	MV-6,7	日東工器製カプラ S210-3P	S210-3S を御用意下さい

※油圧ポートを計画される場合には、接続機器の流量・背圧等の仕様を確認のため事前に船舶運用グループ担当者と打合せください。

6. 研究者に提供可能なデータ

調査潜航により、下表のデータを得ることができます。下表には、持込み調査機器及びマニピュレータ等により採取された試料は、含まれておりません。なお、得られたデータ、サンプルの取扱いについては別途、JAMSTEC が定める「独立行政法人海洋研究開発機構 データ・サンプル取扱規程類」に従ってください。

取得データ

システム名	機器名	データ種類	メディア
ビークル	デジタルスチルカメラ	JPEG (静止画)	電子ファイル (.jpg)
	No.1 TV カメラ	NTSC 映像	DVD-R
	No.2 TV カメラ	NTSC 映像	DVD-R
	小型監視 TV カメラ	NTSC 映像	切替により DVD 録画可能
	No.1 HDTV カメラ	HD-SDI 映像	HDD 録画
	No.2 HDTV カメラ	HD-SDI 映像	HDD 録画
	CTD センサー	電気伝導度、塩分濃度 深度、水温	電子ファイル (.csv)
	DO センサー	溶存酸素、水温	電子ファイル (.csv)
	慣性航法装置/DVL 等	INS 位置・姿勢角、DVL 対地/対水速度・高度、深度、等	電子ファイル (.csv)
ランチャー	CTD センサー	電気伝導度、塩分濃度、深度、音速データ	電子ファイル
	サイドスキャンソナー/サブボトムプロファイラ	海底/海底下超音波反射記録	電子ファイル (.segY .xtf)
かいこう 操縦装置	音響航法装置	音響測位データ、航跡データ等	電子ファイル (.csv)
「かいいい」	シービーム 2112	海底地形データ等	カラー海底地形図 電子ファイル
	XBT	XBT データ	電子ファイル (.csv)
	船上重力計検定装置	重力補正データ	
	船上重力計	船上重力データ	
	プロトン磁力計	磁力データ	
船上三成分磁力計			

- ①その他の映像（後方監視白黒 TV カメラ、勘合監視 TV カメラ、前方障害物探査ソナー、ランチャー白黒 TV カメラ）についても録画することができます。（切り替え式）
- ②ダビング及びデータのコピーが必要な方は必要数の DVD-R、HDD 等を用意して下さい。また、HDTV 映像のコピーは USB3.0 接続が可能な HDD を御用意下さい。
(HDD 容量の目安：16GB/時間×収録時間×2 (HDTV カメラ台数))
なお、ダビングは研究者自身で行ってください。

7. 運 用

(1) 行動の海域

深海調査研究船「かいいい」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 5,700m 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 など国交に関係する海域においては、潜航できない海域があります。なお、他国への申請手続き等に日数を要することから、事前に船舶運用グループ担当者へご相談ください。

(2) ブリーフィングと要望

乗船後、運航チームよりピークルの行動範囲、二次ケーブル長の制限、TVカメラ・デジタルスチルカメラの撮影範囲、マニピュレータの動作範囲、搭載パイロードと視界の関連などについて、説明があります。また、要望等があれば首席研究者と打合せて潜航前日までに、潜航要望書を作成し、運航チームに提出して下さい。

(3) 行動の標準スケジュール

1 行動のスケジュールは潜航海域、潜航回数、潜航日以外に母船による海域の事前調査、海底トランスポンダの設置及び回収、悪天候の場合の予備日、潜航海域と乗下船地との往復に要する回航日数及び研究者下船のための寄港の日数を考慮して計画しています。

- 1) 一日に 1 潜航を実施し、日の出以降に潜航を開始して日没までに揚収することを原則とします。
- 2) LBL 測位を行う場合は、海底トランスポンダを設置する必要があり、設置・回収にそれぞれ 1 日を必要とします。
- 3) 潜航海域の事前調査として、潜航前に海底地形の確認（マルチビーム測深機による測深調査）、水温計測等を行います。
- 4) 潜航終了後の夜間及び整備日には、マルチビーム測深機による海底地形調査、サブボトムプロファイラーによる海底地層調査、および重力計・磁力計による地球物理探査を実施することができます。
- 5) ピストンコア、ヒートフロー及び係留系等の作業実施については、「かいこう」オペレーションとの調整が必要です。

(4) 潜航の制限

安全運航を考えて、一般的な環境や無人探査機・支援母船の状態が、以下の場合、潜航を実施しないこととします。

- 1) 現在の海象が風浪階級：4、うねり階級：6、風力階級：3、以上の場合又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 を超える場合又はそのような海象が予想される場合。
- 3) 現在の視程が 500m 未満の場合又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) 海底の潮流が 1.0 ノット以上の場合（ビークルの制御が可能な場合はその限りではない）。
- 6) 潜航地点に爆発物、その他、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。)
- 7) 航路筋等の船舶の輻輳する海域での潜航。
- 8) 搭載されている機器が、正常な作動状態でない場合（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運航長の判断により可能）。
- 9) 母船の音響航法装置システムが、正常な作動状態でない場合。
- 10) 海底ケーブルの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」に従うこと。（但し、JAMSTEC の研究安全委員会の承認を受けている場合は、この限りではない。）
- 11) 連続潜航回数は別途船舶運用グループまでお問い合わせください。尚、海域の海象や探査機の予期せぬ不具合発生等を考慮し非潜航日（整備日）を設ける場合があります。ただし、実際の航海での整備日の設定については、母船船長と運航長と及び首席研究者との協議によって決定されます。
- 12) 最小潜航可能深度は約 1,000m を目安としています。
通常の利用では、下降後に深度 150m で機器の健全性確認及び一次ケーブルハンドリング装置の操縦権切替を行うこととしており、またビークル離脱後の二次ケーブル長を考慮すると調査海域の水深は少なくとも 300m 以上が必要となります。
1,000m 以浅の潜航を計画される場合は事前に船舶運用グループ担当者までお問い合わせください。

(5) 通常の運用時間

通常の運用時間は、日中（日出から日没まで）の潜航を標準とします。潜航深度により下降・上昇に要する時間は変化します。

潜航深度 5,700m の場合

着水	: 約 1時間	上昇	: 約 3時間
下降	: 約 2.5時間	揚収	: 約 1時間
調査	: 約 1.5時間	合計	: 約 9時間

(6) 夜間潜航

夜間潜航とは、日中の調査潜航に引き続き、夜間においても調査潜航を続行すること及び日中の潜航開始時間を夕刻にずらして潜航し、深夜にかけて潜航調査することです。通常の潜航体制と異なりますので、事前に船舶運用グループ担当者にご連絡ください。以下に留意点を示します。

- 1) 原則として、夜間の着水揚収作業は行わないものとする。
- 2) 日中に着水させ、夜間潜航調査を実施し、終了のちランチャー、ビークルを結合の後、吊り下げ越夜として翌日に揚収する。

3) 実施する場合は、作業甲板の照明等、十分な対策をとるものとする。

(7) 吊下げ越夜潜航

調査行動の目的及び調査の日程、内容等の進捗状況により、通常の運用時間を越えて運用することができます。

吊下げ越夜潜航は、大深度における潜航時、海底での調査時間を確保するため、日中の調査潜航終了時に作業を中断して、安全高度に吊下げて越夜し、翌日の日中に調査潜航を継続実施することです。以下に留意点を示します。

- 1) 実施を希望する研究者は、行動実施計画立案時に作業の有無を明らかにし、事前に船舶運用グループ担当者にご連絡ください。
- 2) 実施海域は航行船舶が少なく、潮流が速くない等越夜に適した海域であること。
- 3) 調査海域の海底地形、海底状況は十分に把握していること。
- 4) 連続した越夜は、原則として実施しないものとする。
- 5) 連続した2日間の気象・海象が安定しており、潜航が可能と見通せること。
- 6) 潜航時のペイロード機器、採取試料の取扱い等について十分に打合わせる事。

8. 安全及び潜航中の注意事項

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」（「乗船の手引き」参照）に従って、安全に心掛けてください。

- 1) 潜航中、「かいこう」は、動力源として高電圧（約 3000V）を通电します。潜航中（高電圧通电中）は、絶対に一次ケーブルに触れないで下さい。また、「かいこう」給電室、ケーブルストアウインチ室等の立ち入り禁止区域へ入らないで下さい。
- 2) 作業にあたっては安全に十分注意し、重錘など重量物の移動時、張力のかかったワイヤーからは安全な距離を確保して下さい。
- 3) 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・手袋・ライフジャケットなど）を着用して下さい。
- 4) 緊急時は船橋に連絡して下さい。
- 5) 乗船後、各自非常時に脱出する通路を確認しておいて下さい。
- 6) トラブル等異常事態発生時には、JAMSTEC の定める「事故・トラブル緊急対処要領」、および乗組員の指示に従ってください。

「かいこう」システムの構成

項 目	機 能・概 要
ランチャー	ビークルを発進、格納する機能を有し、母船により海底から約100mまで吊り下げられ、母船に曳航されて音響機器を主体とする調査を行うとともに、ビークルの行動を支援する。
ビークル (かいこう Mk-IV)	無人探査機本体として海底を観察し、マニピュレータにより試料採取等作業を行なう。
「かいこう」 操縦装置	母船の調査指揮室に装備され、ランチャー／ビークルを制御する。
着水揚収装置	母船上に装備され、ジンバルシーブ、揚収ウインチ、吊上金具などが組み込まれている。
一次ケーブル ハンドリング 装置	母船上に装備され、一次ケーブルの繰り出し、巻き取りを行う。全長11000mの一次ケーブルを巻き取っておくケーブルストアウインチ、一次ケーブルの繰り出し、巻取りを行うトラクションウインチ、母船の動揺等の影響が一次ケーブルに伝わらないようにする為のラムテンショナー等から構成される。
一次ケーブル	母船とランチャーを結ぶケーブルで、母船上ケーブルストアウインチに収納されている。 型 式：光・電力複合ケーブル， 均圧型 外径×長さ：最大φ45mm×10,000m 質 量：空中 約1,740 kg/km， 水中 約562 kg/km 破断強度：20ton以上 光ファイバ線：シングルモード (SM) 型・4心 10/125 μm 抗張力体：ケブラーFRP 受電端電圧：AC3,000V級，3相，60Hz 送電容量：約90kVA (ランチャー受電端)
二次ケーブル	ランチャーとビークルを結ぶケーブルでランチャーに収納されている。 型 式：光・電力複合ケーブル， 均圧型， 中正浮力 外径×長さ：最大φ29.5mm (標準φ29mm) ×250m 質 量：空中 約700 kg/km， 破断強度：3ton以上 光ファイバ線：シングルモード (SM) 型・2心 10/125 μm 抗張力体：ケブラーFRP 受電端電圧：AC3,000V級，3相，60Hz 送電容量：約70kVA (ビークル受電端)

ランチャー／ビークル機器要目

ランチャー

項目	機能	主要目
CTD	電気伝導度 (Conductivity)、 海水温度(Temperature) 深度(Depth)を測定する。	測定範囲 電気伝導度：0～70mS/cm 温 度：-5～+35℃ 水 深：11000m
サイドスキャン ソナー	ランチャーの左右舷より海 底へ音波を扇状に発し、海 底で散乱した反射波の受信 強度から、海底面の詳細な 凹凸や、底質を観測する。	周波数：42kHz, 38kHz 探知距離：片舷最大 1000m (底質による)
サムボトムプロ ファイラ	超音波をランチャーの直下 に発し、その反射波より海 底下数十m迄の地層を調査 する	方 式：パラメトリック方式 周波数：60kHz (1次波中心周波数) 2.5, 3.5, 5.0kHz (2次波) 送波レベル：235dB (0dB/ μ Pa at 1m) (1次波)
前方障害物探査 ソナー	パルス状の音波をランチャ ー前方に発し、反射波を映 像化し操縦盤モニターに表 示する。約200m先までの障 害物を探知することができる。 切り替え式で録画可能	方 式：機械式ファンビーム走査型 レンジ：約200m (TS=0dBの時) 周波数：330kHz
高度計 (サムボトム プロファイラの一次 波を使用)	ランチャーの海底からの高 さを測定し表示する。	送信周波数：60kHz 送波レベル：235dB (0db/ μ Pa at 1m)
方位計	ビークルの船首方位及び姿 勢を表示する。	型 式：光ジャイロコンパス -方位計- 静定誤差： $\pm 0.2^\circ$ SecLat 分解能： 0.01° 追従性能： ± 0.025 SecLat
深度計	ランチャーの深度を表示す る。(CTDセンサと兼用)	(CTDセンサと兼用)
結合監視用白黒 TV カメラ	ランチャー／ビークルの結 合・離脱時、海底航走中の二 次ケーブルの監視に使用。 切り替え式で録画可能	型 式：CCD方式白黒TVカメラ 最低照度：0.9 lux 画 角：対角 100° 本 フォーカス：固定 水平解像度：400 TV

ビークル

項目	機能	主要目
推進装置 (スラスト)	ビークル水中航走のため前後方向に4基、上下方向に3基装備されている。	型式：油圧モータ駆動、ノズル付プロペラ プロペラ直径：350mm (HT380) (水平、垂直) or 230mm (HT230) (水平、垂直) 油圧モータ：アキシヤルピストンモータ ・HT380 最大水平推力：約400kgf (参考値) 最大垂直推力：約570kgf (参考値) ・HT230 最大水平推力：約370kgf (参考値) 最大垂直推力：約360kgf (参考値)
前方障害物探査 ソナー (OAS)	パルス状の音波をビークル前方に発し、反射波を映像化し操縦盤モニターに表示する。約200m先までの海底の障害物・目標物を探知することができる。	方式：機械式ファンビーム走査型 レンジ：約200m 周波数：330kHz
高度計	ビークルの海底からの高さを測定し表示する。	型式：エコーサウンダ型 測定範囲：0.75～200m 周波数：200kHz
慣性航法装置 (INS)	ビークルの船首方位及び姿勢及び位置を表示する。	型式：リングレーザージャイロ及び 加速度形式ストラップダウン方式 範囲： ・位置：S90°～N90° E180°～W180° ・姿勢角 ϕ ：-90～90° ・姿勢角 θ ：-180～180° ・方位角：-180～180° 分解能： ・位置：0.01秒以下 ・姿勢角 ϕ, θ ：0.005°以下 ・方位角：0.005°以下
ドップラ速度計 (DVL)	ビークルの海底面における対地・対水速度/高度を計測する。	型式：4ビーム方式 周波数：1200kHz 測定範囲：速度 0～10m/s 高度 0.5～30m 分解能：0.1cm/s
深度計	ビークルの深度を表示する。	型式：水晶発振式絶対圧力計 測定範囲：11,00sw相当 精度：±0.01%

No. 1, 2 TVカメラ		型 式：FCB-IX11A(NTSC) 水平解像度：470TV本以上 最低照度：1.5Lux ズーム：リモートコントロール フォーカス：リモートコントロール パン・チルト装置：リモートコントロール
後方監視 白黒TVカメラ	後方監視用の白黒TVカメラ。 切り替え式で録画可能	型 式：VM-50 1/2インチサイズ CCDイメージセンサ 水平解像度：水平500 TV本 最低照度：0.015Lux
デジタルスチル カメラ	シャッターは、調査指揮室 においてビークル操縦者及 び遠隔スイッチから押すこ とができる。	型 式：OLYMPUS 製ミラーレス一眼 E-PL6 有効画素数：1605万画素 光学ズーム：4.2倍 (リモートコントロール) 電子ズーム：2倍 (リモートコントロール) F値：f =3.5～6.3(24～100mm) ズーム：リモートコントロール フォーカス：リモートコントロール 秒数任意のタイマーによる自動 シャッター機能があります。 動画撮影も可能、内部SDメモリーに収録
No. 1, 2 HDTVカメラ	カメラ映像を光変換し、 船上でHD-SDI 1080i/59.94/50HZ変換し、 HDDに収録する	形式：SONY FCB-H11 HD 出力方式：HD-SDI 1080i/59.94/50HZ 撮像素子：1/3” CMOS センサー 動画有効画素数：200 万画素(16:9) レンズ：5.1mm～51mm(10 倍光学ズーム) 画角対角：約72° 電 源：DC16～24V ズーム：リモートコントロール フォーカス：リモートコントロール
広角魚眼 TVカメラ	魚眼カメラ映像を光変換 し、船上で魚眼映像を平面 映像にリアルタイム変換表 示する。(録画機能なし)	形式：4K×2K型カメラ MC-4000 HD 出力方式：CameraLink 撮像素子：1/2.5” CMOS センサー 動画有効画素数：約829 万画素 レンズ：FUJIFILM FE185C046HA-1 画 角：約180° 最低被写体照度：2800 lx F4 電源：DC12V 船上部平面画像処理出力映像： 2画面 (1920×1080：2台)
嵌合監視 TVカメラ	二次ケーブル嵌合部監視用 のカメラ。 切り替え式で録画可能	型 式：NK-C-05 水平解像度：水平420TV本 水平画角：120度 照 明：LEDライト18個 電 源：DC12V

小型監視TVカメラ	任意の位置に搭載し映像を表示する。 切り替え式で録画可能	型式：NOVA 1/3 “Super HD CCDII 水平解像度：水平550TV本 水平画角：36度 照明：LEDライト 電源：DC15～30V
照明灯	ビークルの視界を確保するための照明。	型式：ハロゲン電球型水中投光器 Deep Sea-Light 出力：250W 2灯、500W 1灯 型式：メタルハライド型水中投光器 Deep Sea-Sea-Arc2 (HMI) 出力：400W 3灯 型式：LED型水中投光器 SeaLite Sphere 出力：150W 4灯
CTD	電気伝導(Conductivity)、海水温度(Temperature)、深度(Depth)を測定する。	型式：SBE-49 FastCAT 測定レンジ： 水温 -5～+30℃ 電導度 0～9S/m 水圧 0～7000 dBar 精度： 水温 0.002℃ 電導度 0.0003 S/m 水圧 0.1%
DO計	溶存酸素、水温を測定する。	型式：RINKO-II 測定レンジ： 溶存酸素 0～200% 水温 -3～45℃ 測定精度： 溶存酸素 ±2% 水温 ±0.02℃
マニピュレータ	試料採取や機器の設置・回収等を行ないます。 各腕に6つの関節があり。船上のマスターアームの動きに連動する。	型式：Schilling ATLAS7P (左右) (マスタースレーブ方式) 自由度：7自由度 アーム長：1664mm 持上げ重量：Max 250kgf(操出時) 把持力：Max約400～450kg
ROVホーマー	事前に設置されたミニチュアトランスポンダに対して、ビークルからの距離及び方向を測定する。	型式：Sonardyne Type 7832 ROV-HONER 周波数：35～55 kHz ※別途、ミニチュアトランスポンダ設置
サンプルバスケット*	*サンプルバスケットは、大・小・ステージから一つを選択できます(同時搭載はできません)	サイズ小： (幅)960mm×(横)730 mm×(高さ)250mm サイズ大： (幅)960mm×(横)1100mm×(高さ)250mm ステージ： (幅)960mm×(横)1100mm×(高さ)250mm 内部サンプルバスケット (幅)760mm×(横)740mm×(高さ)330mm

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 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・ コアラー等による採泥	• 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	• 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		• 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。