

# 潜水調査船の技術

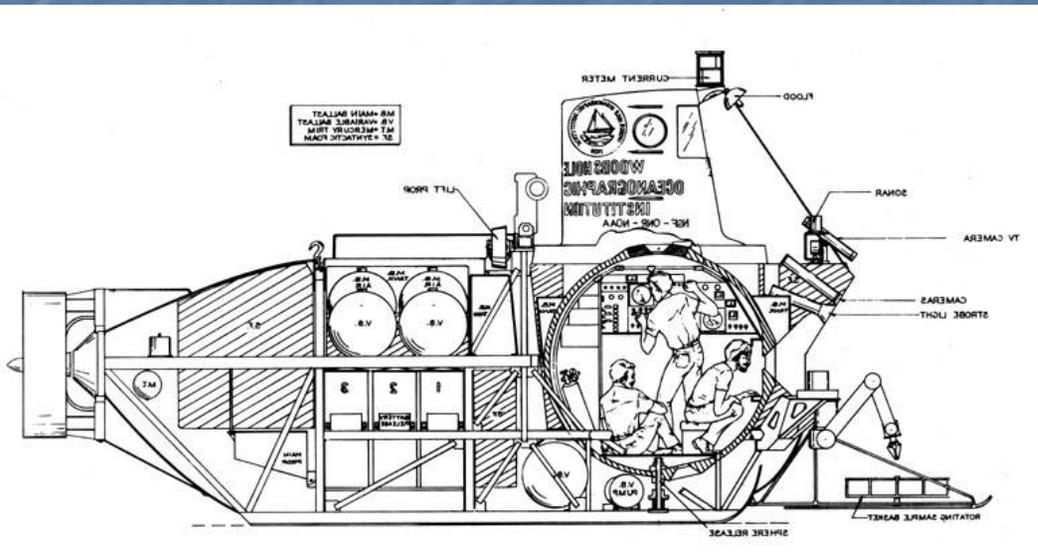
2005/9/15

西村 一

# My Profile

- 1980: 船舶検査官
- 1984: 科学技術庁 – “しんかい16500”, 気候変動研究 etc.
- 1987: 船舶技術研究所 (海上技術安全研究所)
- 1988: 宇宙開発事業団–宇宙ステーション日本実験モジュール JEM
- 1990: JCI: 小型船舶検査機構
- 1995: 海洋科学技術センター – “みらい”, “深海微生物”, “固体地球変動研究”, “ちきゅう” プロジェクト etc.
- 2003: グローバルオーシャンディベロップメント
- 2005: 海洋研究開発機構

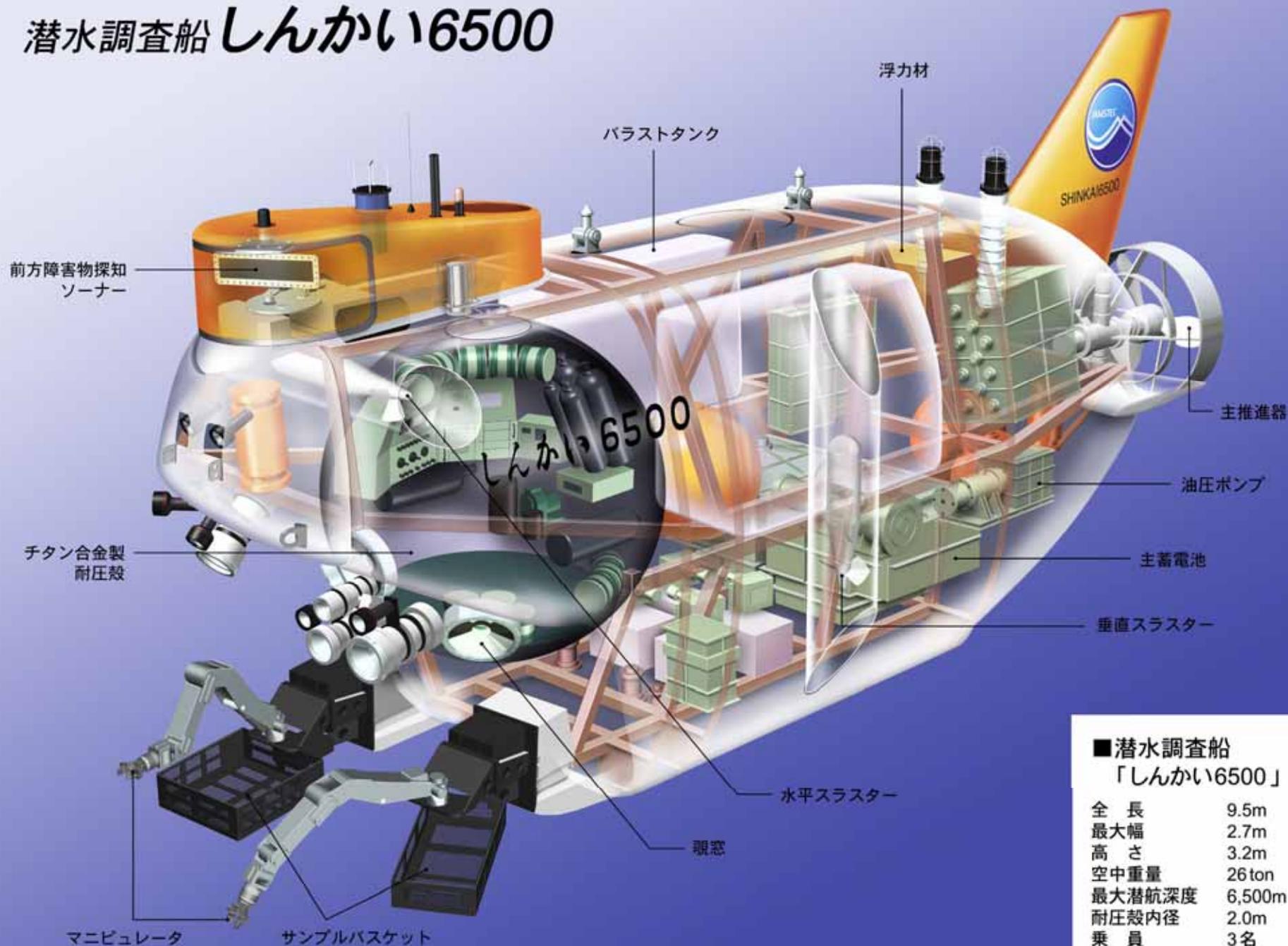
# 米アルヴィン



# しんかい 16500



# 潜水調査船 しんかい6500



## ■潜水調査船 「しんかい6500」

全長	9.5m
最大幅	2.7m
高さ	3.2m
空中重量	26 ton
最大潜航深度	6,500m
耐圧殻内径	2.0m
乗員	3名

# 仏ノーティール



# ミール-1/ ミール-11



# ロシア コンサル & ラス



# ニューアルヴィン

- “Undersea Vehicles and National Needs”

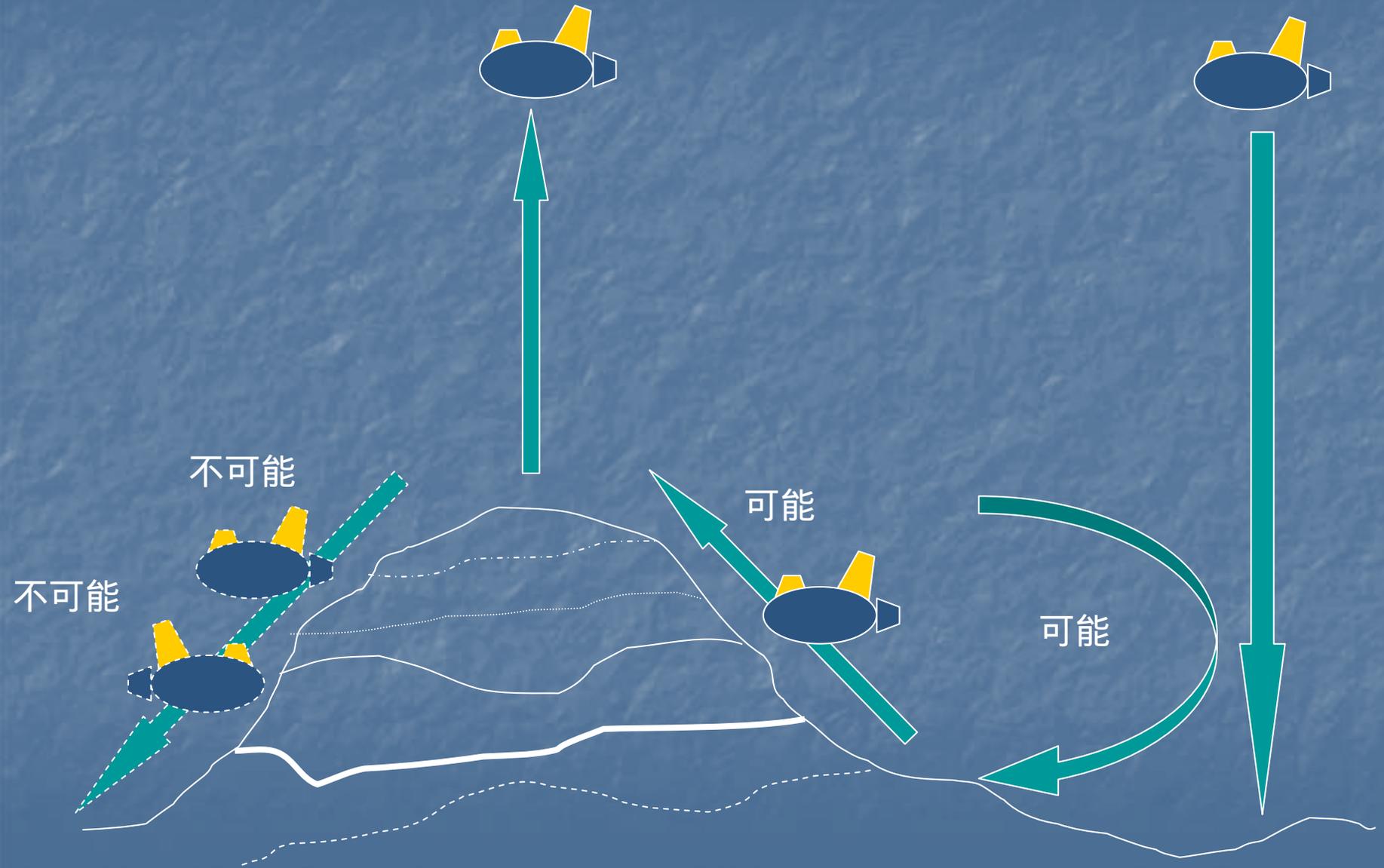
Commission on Engineering and Technical Systems (CETS) , 1996

- “Manned Submersible Improvement Options” ,

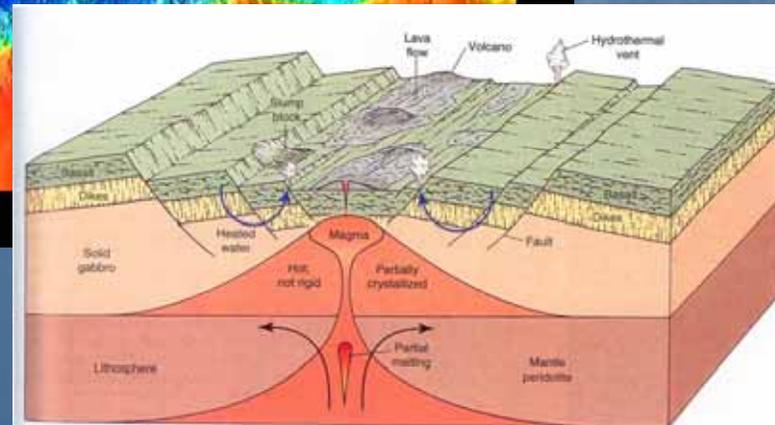
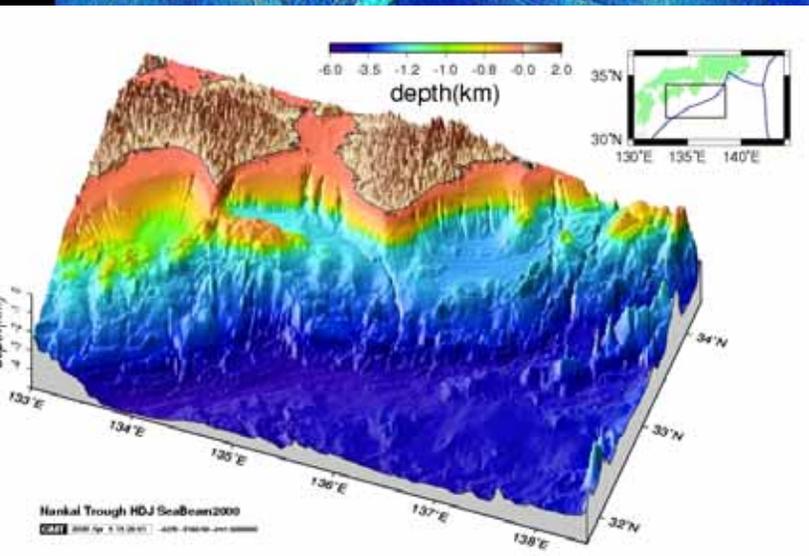
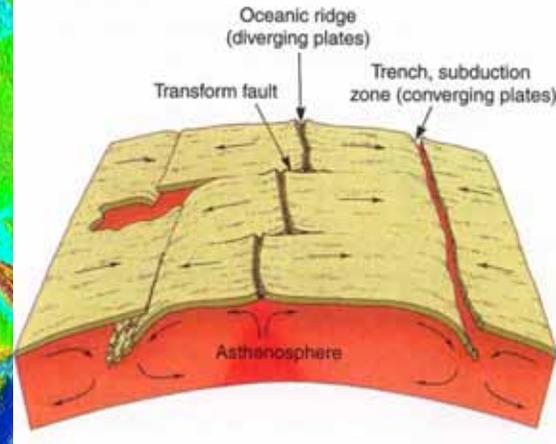
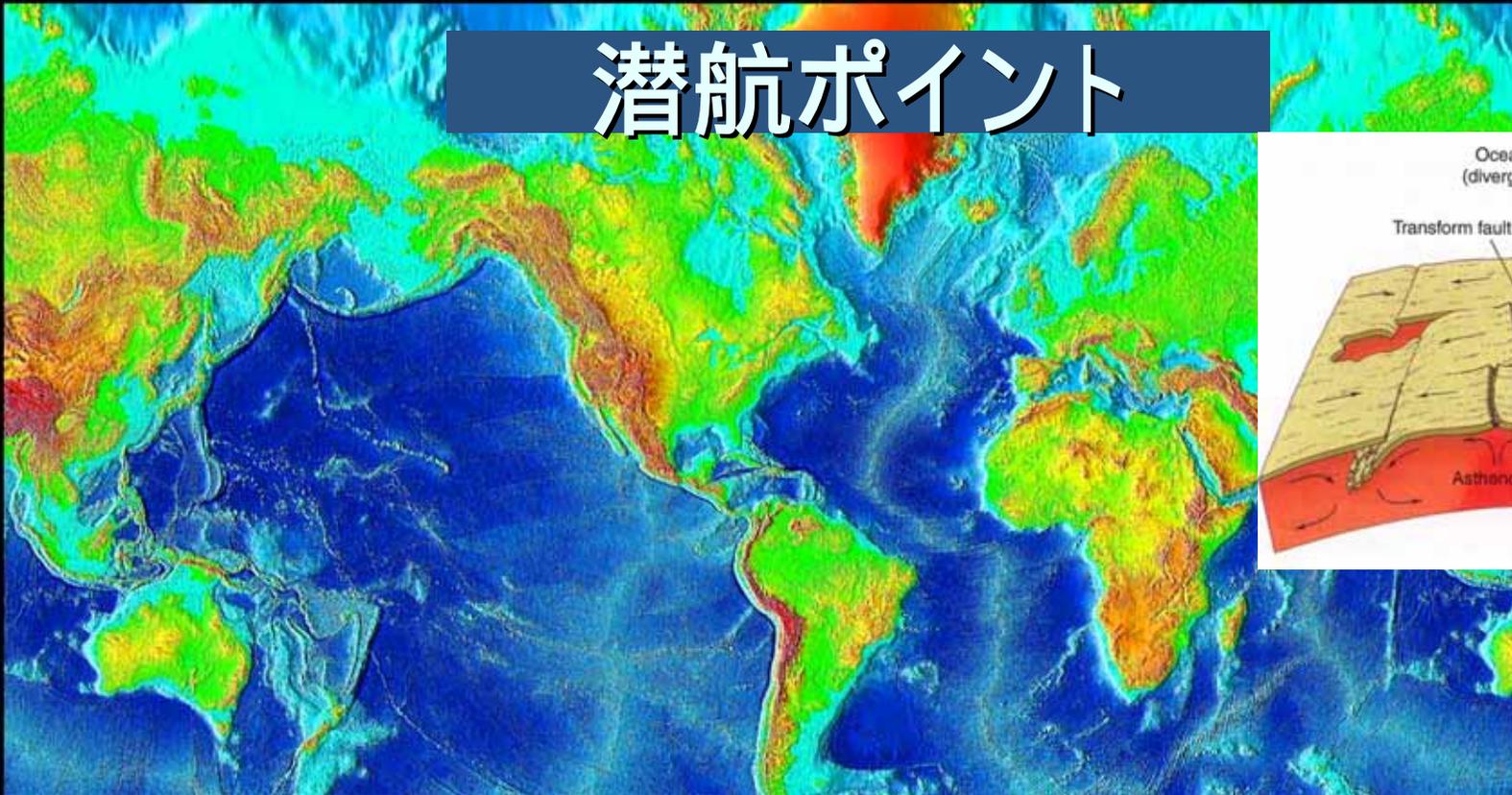
Deep Submergence Science Committee (DESSC),  
University-National Oceanographic Laboratory System , June 2000



# 1. 潜航パターン



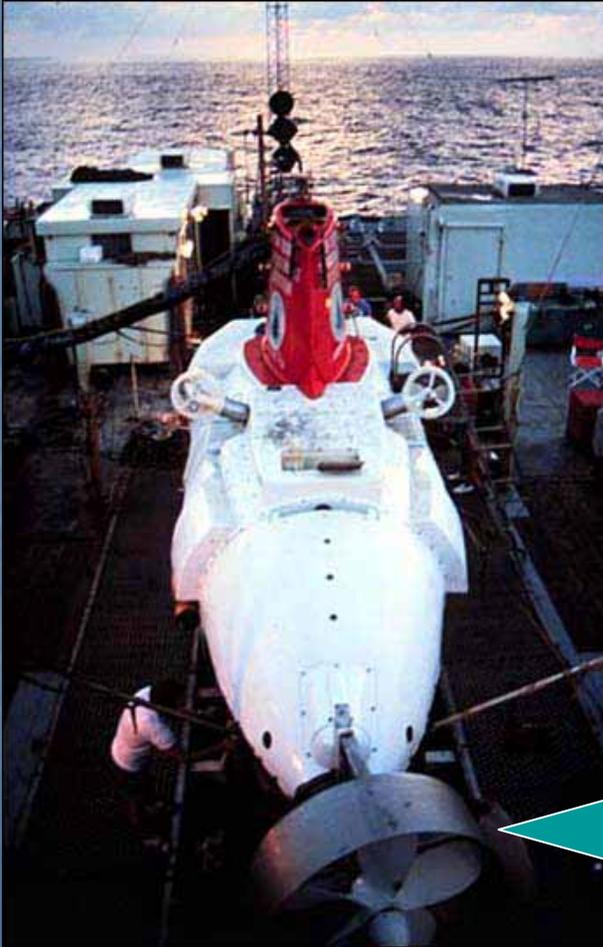
# 潜航ポイント



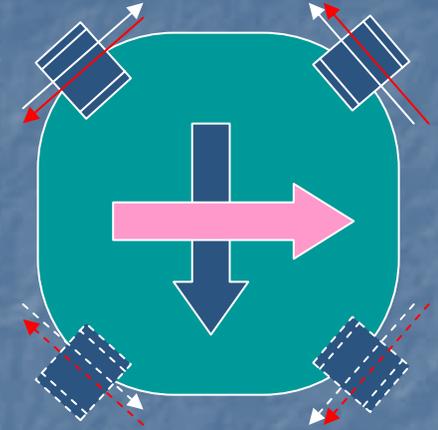
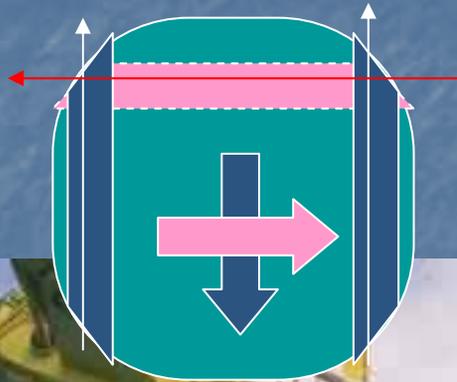
# 深海調査システム

- 全球広帯域地震計ネットワーク(地震波トモグラフィー)
- 移動型海底下観測アレイ(地震波, 電磁気)
- マルチチャンネル地震探査
- マルチナロービーム音響測深機, サイドスキャンソナー, サブボトムプロファイラー
- 潜水調査船(テザー式ROV, 使い捨て光ファイバーUROV, 自律型AUV, 有人)
- 堆積過程のその場観測
- 深海掘削
- 高温高圧実験装置(室内) / 放射光施設S-Pring8で結晶構造解析
- 同位体質量分析計

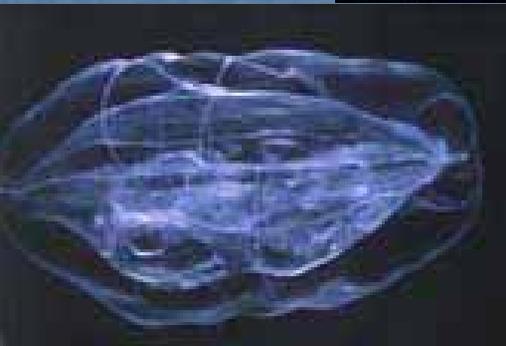
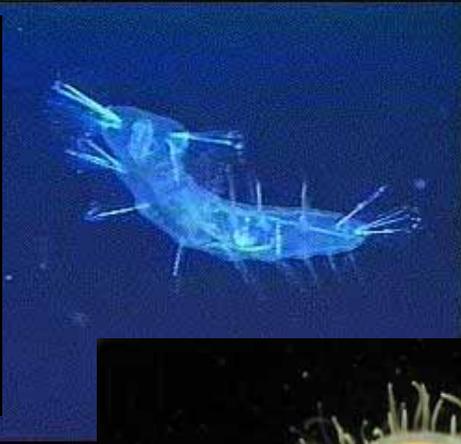
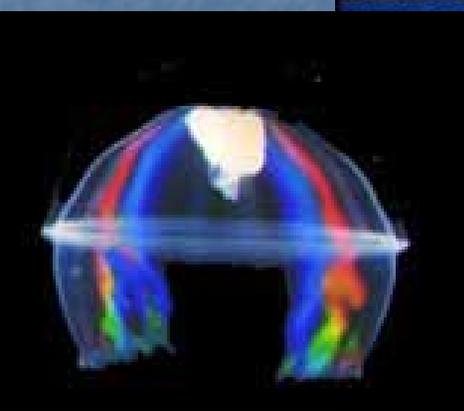
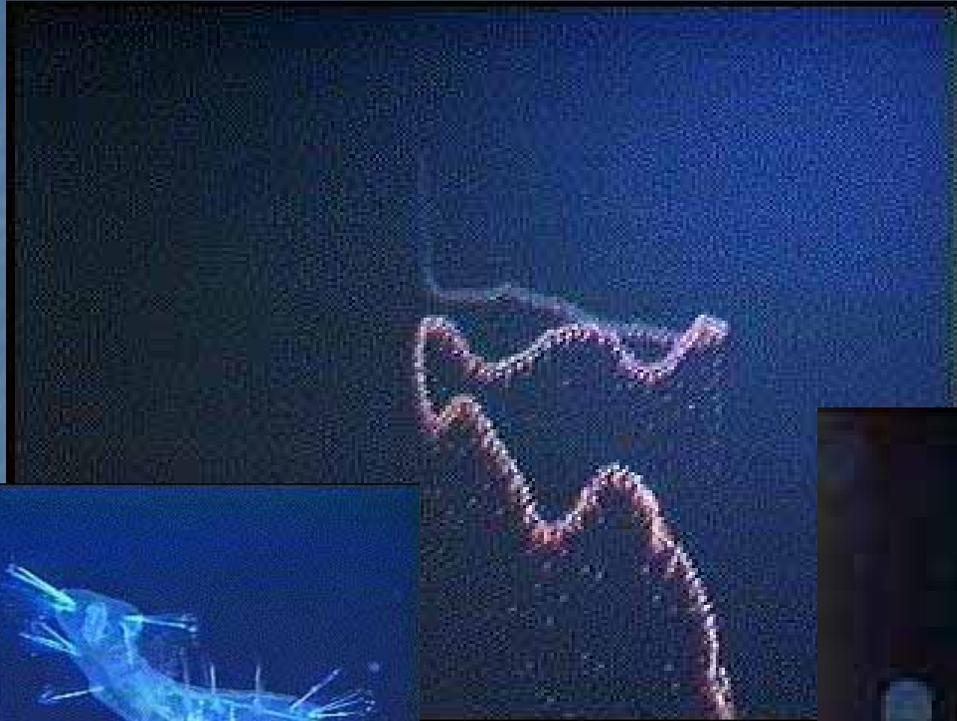
# 4. 推進器



# サイドスラスタ

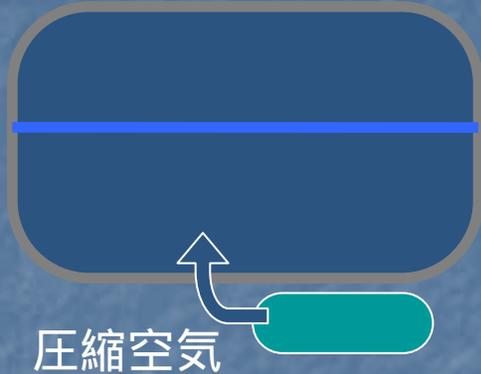


# 中深層では



# 可変バラストティング・システム

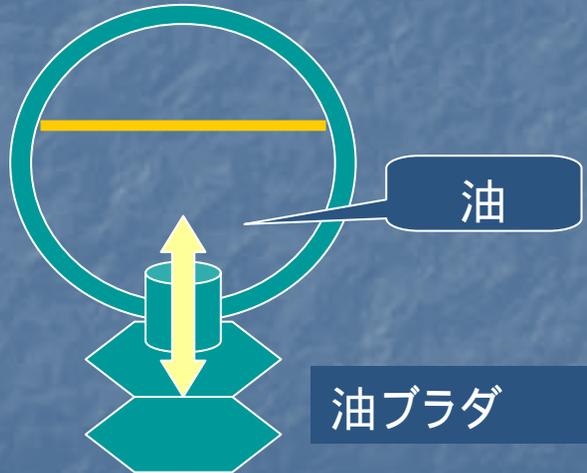
バラストタンク (非耐圧)



耐圧容器



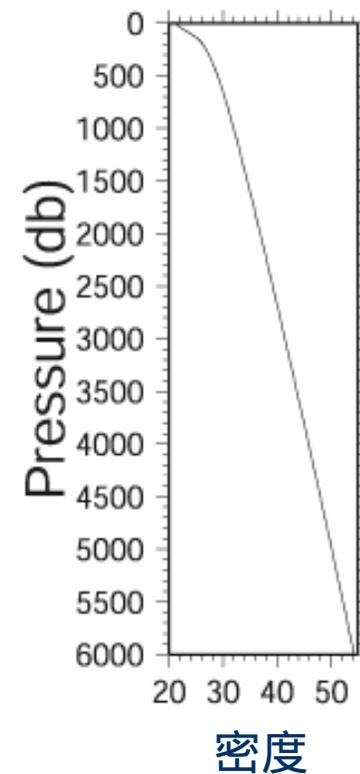
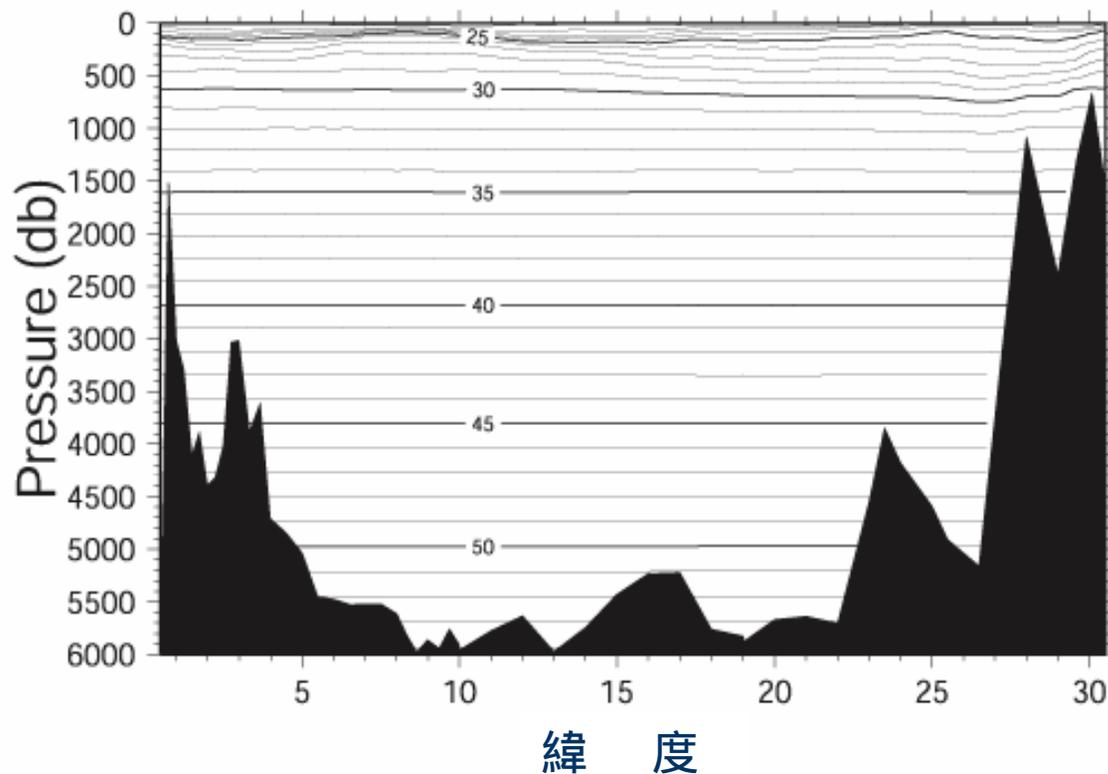
耐圧容器



傾斜潜航

投下バラスト式の潜水調査船は途中(中層)で止まれない

# なぜ“しんかい17000”にならなかったのか？



圧力10,000psi = 703.1 kgf/cm<sup>2</sup> = 689.5bar      6,600 ~ 6,700m

psi: ポンド / 平方インチ

# UNESCO水の状態方程式(1981)

$$\text{Density: } (\rho, S, T, p) = (\rho, S, T, 0) / \{ 1 - p / K(S, T, p) \}$$

$$\begin{aligned} (\rho, S, T, 0) = & \rho_w + S (0.824493 - 4.0899 \times 10^{-3}T + 7.6438 \times 10^{-5} T^2 - 8.2467 \times 10^{-7}T^3 \\ & + 5.3875 \times 10^{-9}T^4) + S^{3/2}(-5.72466 \times 10^{-3} + 1.0227 \times 10^{-4}T - 1.6546 \times 10^{-6}T^2) \\ & + 4.8314 \times 10^{-4}S^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_w = & 999.842594 + 6.793952 \times 10^{-2}T - 9.095290 \times 10^{-3}T^2 \\ & + 1.001685 \times 10^{-4}T^3 - 1.120083 \times 10^{-6}T^4 + 6.536332 \times 10^{-9}T^5 \end{aligned}$$

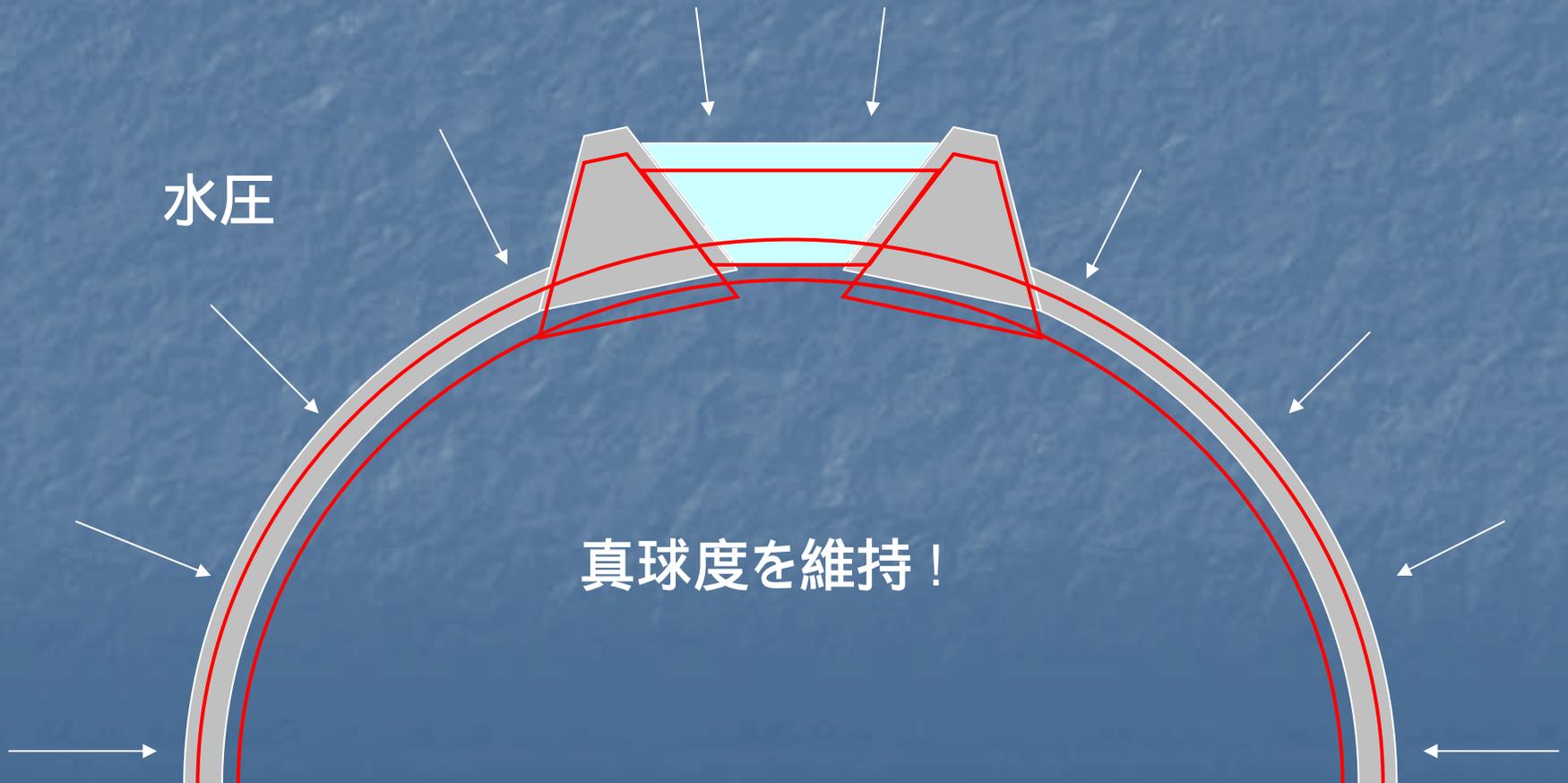
$$\begin{aligned} K(S, T, p) = & K(S, T, 0) + p(3.239908 + 1.43713 \times 10^{-3}T + 1.16092 \times 10^{-4}T^2 - 5.77905 \times 10^{-7}T^3) \\ & + pS(2.2838 \times 10^{-3} - 1.0981 \times 10^{-5}T - 1.6078 \times 10^{-6}T^2) + 1.91075 \times 10^{-4}pS^{3/2} \\ & + p^2(8.50935 \times 10^{-5} - 6.12293 \times 10^{-6}T + 5.2787 \times 10^{-8}T^2) \\ & + p^2S(-9.9348 \times 10^{-7} + 2.0816 \times 10^{-8}T + 9.1697 \times 10^{-10}T^2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K(S, T, 0) = & K_w + S(54.6746 - 0.603459T + 1.09987 \times 10^{-2}T^2 - 6.1670 \times 10^{-5}T^3) \\ & + S^{3/2}(7.944 \times 10^{-2} + 1.6483 \times 10^{-2}T - 5.3009 \times 10^{-4}T^2) \end{aligned}$$

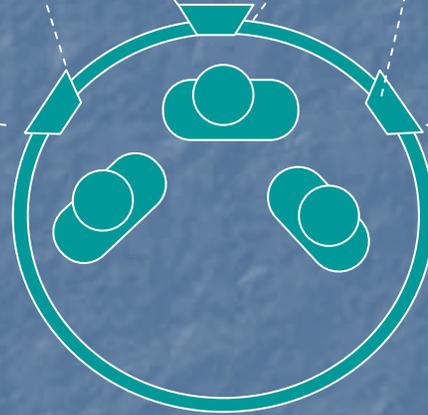
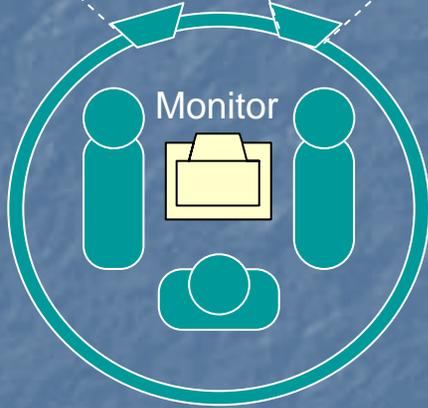
$$\begin{aligned} K_w = & 19652.21 + 148.4206T - 2.327105T^2 \\ & + 1.360477 \times 10^{-2}T^3 - 5.155288 \times 10^{-5}T^4 \end{aligned}$$

圧力: p (bar ~ m), 水温: T (degC), 塩分: S (psu ~ ppt), 密度: (kg/m<sup>3</sup>)

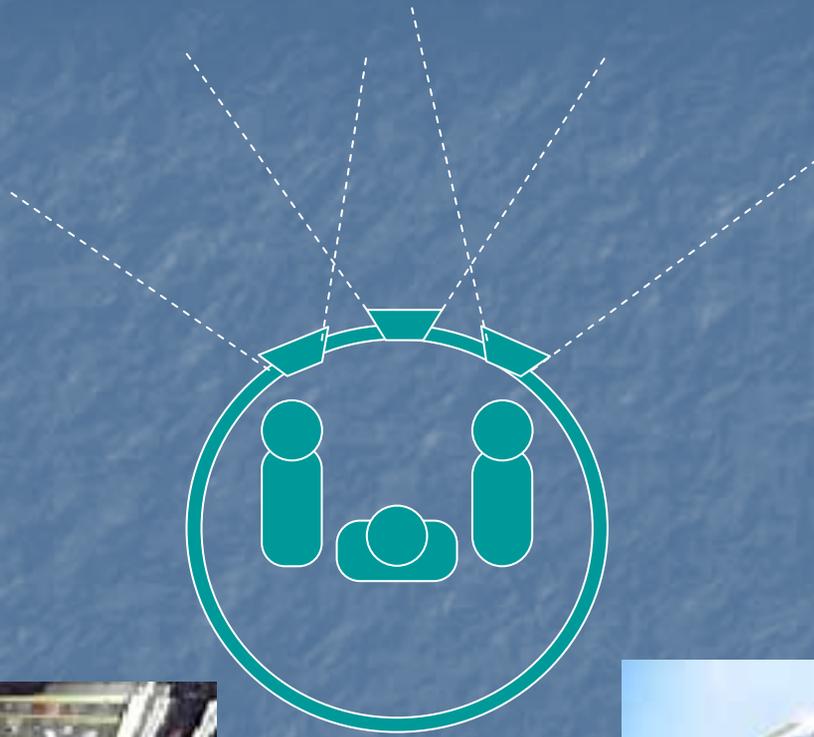
## 2. 覗き窓と真球度



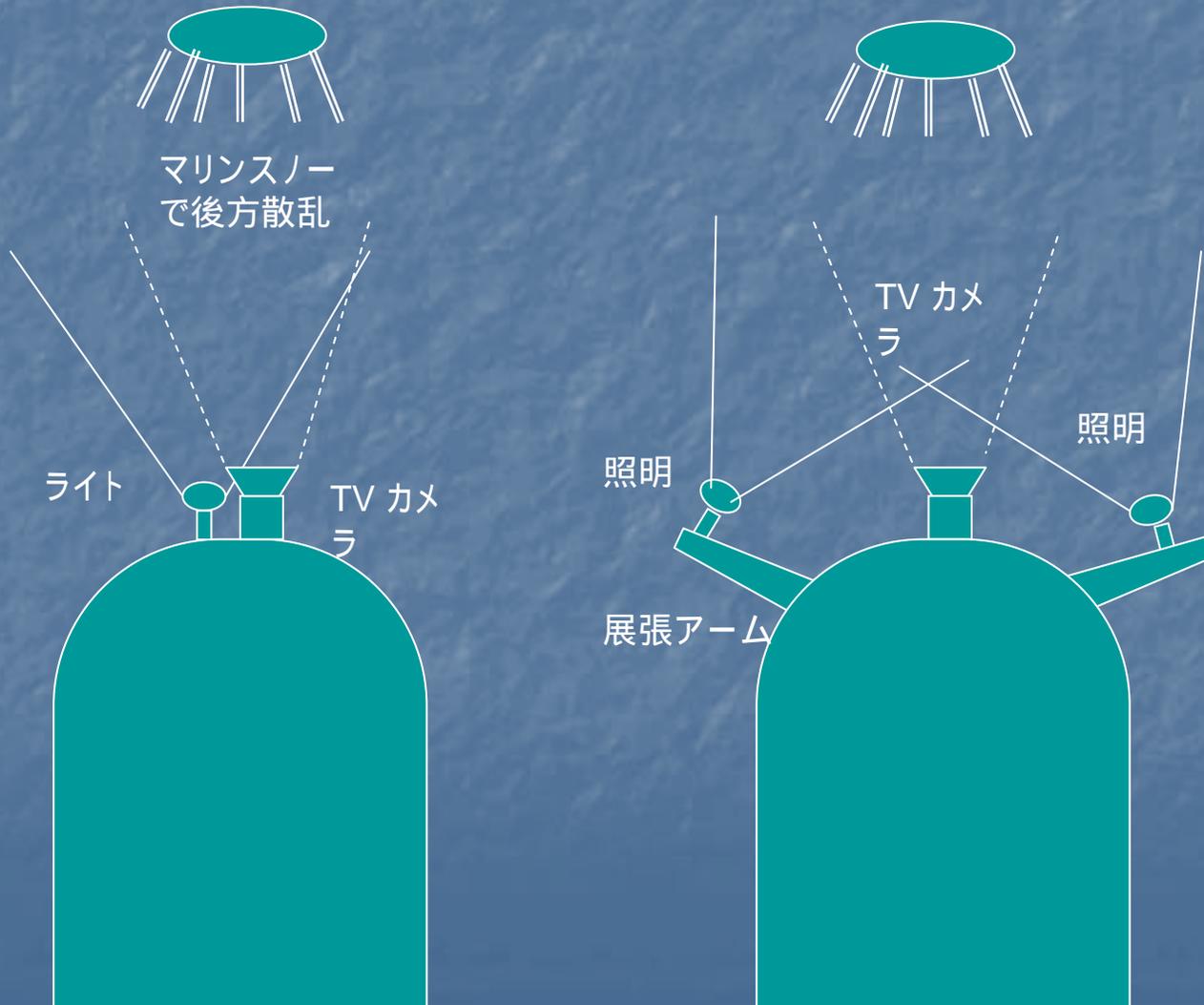
# 覗き窓と視野 1



# 覗き窓と視野 2



# 3. カメラと照明



ハロゲン・ランプ



メタルハライド・ランプ

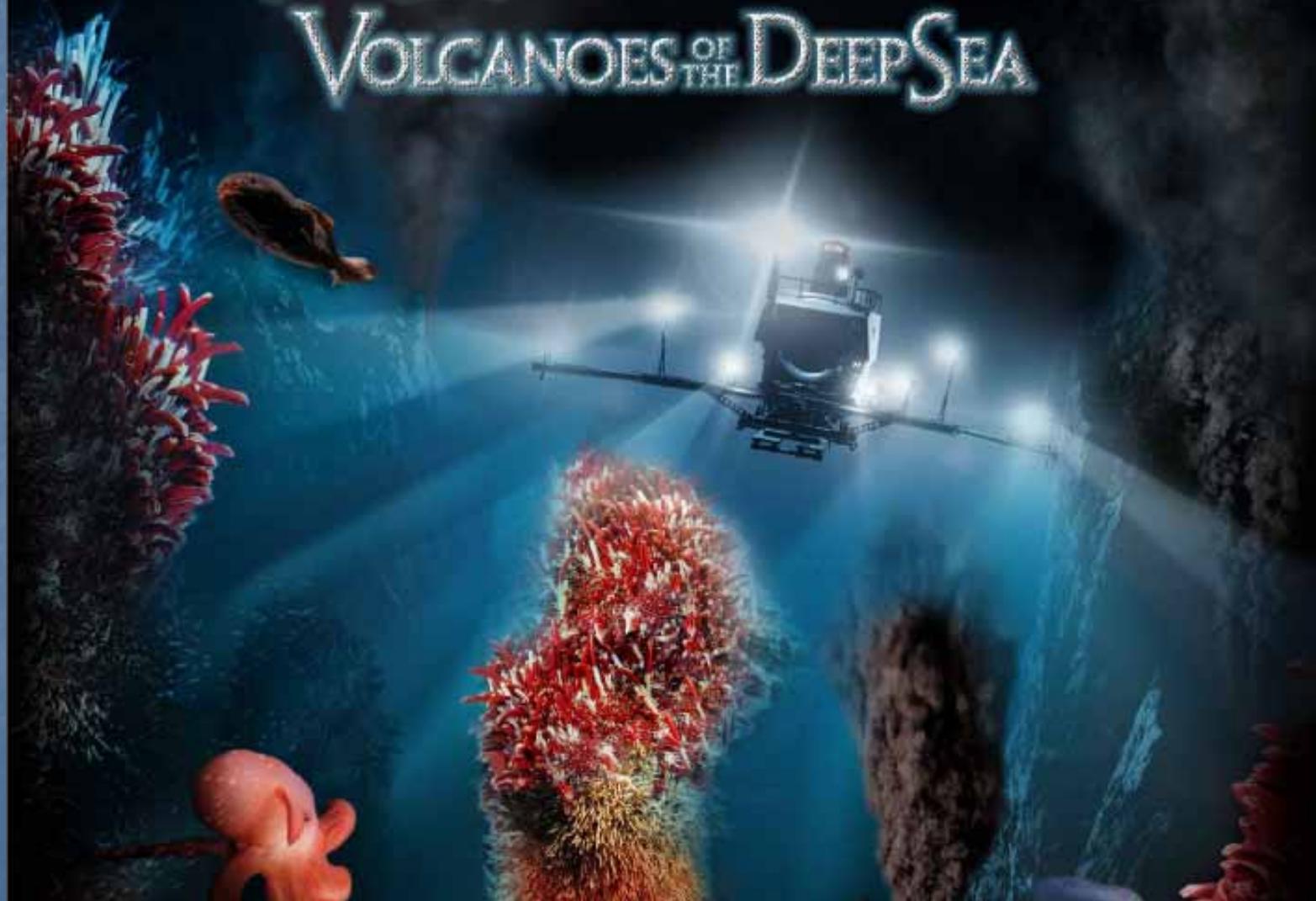


発光ダイオード

LED

# 海底火山の謎

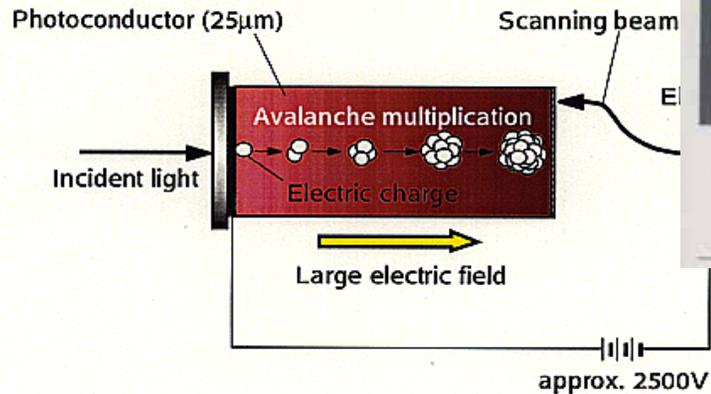
VOLCANOES OF THE DEEP SEA



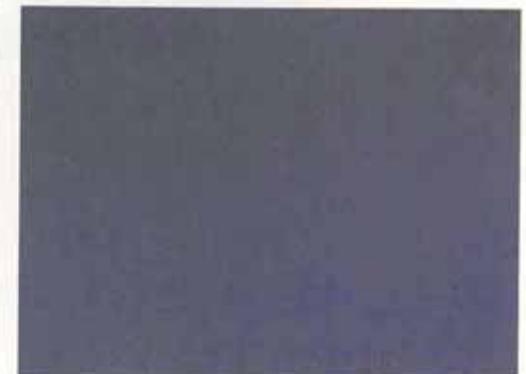
# 解像度と被写界深度

HARP:

High-gain Avalanche Rushing amorphous  
Photoconductor



(a) HARP Camera



(b) CCD Camera (gain up 12 dB)

Fig. 1 Example of image comparison (NTSC, 0.3 lux, F 1.7)

解像度を上げると、被写界深度が浅くなる  
絞りを絞ると、被写界深度が深くなる

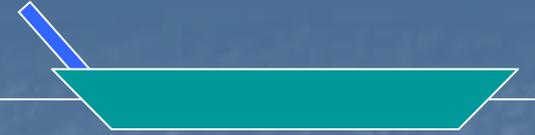
# 5. Secondary Battery

タイプ	Wh/kg (Wh/liter)	コスト	段階	危険性
鉛電池 (Pb/PbO)	35 (90)	安い	アルヴィン, ノーティール	H generation
ニッカド電池 (NiCd)	55 (130)	高い	ミール, ノーティール?	Cd toxicity
ニッケル水素電池 (NiH <sub>2</sub> )	60 (150)	高い		High pressure H
Nickel Metal Hydride (NiMH)	70 (175)	安い		High pressure venting
銀亜鉛電池 (Ag-Zn)	140 (380)	高い	しんかい 16500, シークリフ	水素ガスが発生
Silver Iron (Ag-Fe)	150 (200)	普通	実証試験段階	水素ガスが発生
Li-Solid Polymer Electrolyte (Li-SPE)	150 (360)	普通	開発中	Lithium fire
Lithium Ion Solid State (Li-Ion-SPE)	150 (360)	普通	開発中	None
リチウムイオン電池 (Li-Ion)	200 (200)	普通	うらしま (AUV), しんかい 6500, UROV-7K	Venting

# 支援母船の役割

- サイト広域調査  
(Multi Narrow Beam Echo Sounder,  
etc)
- 航法管制
- 通信
- 船上サンプル処理
- メンテナンス
- 救助

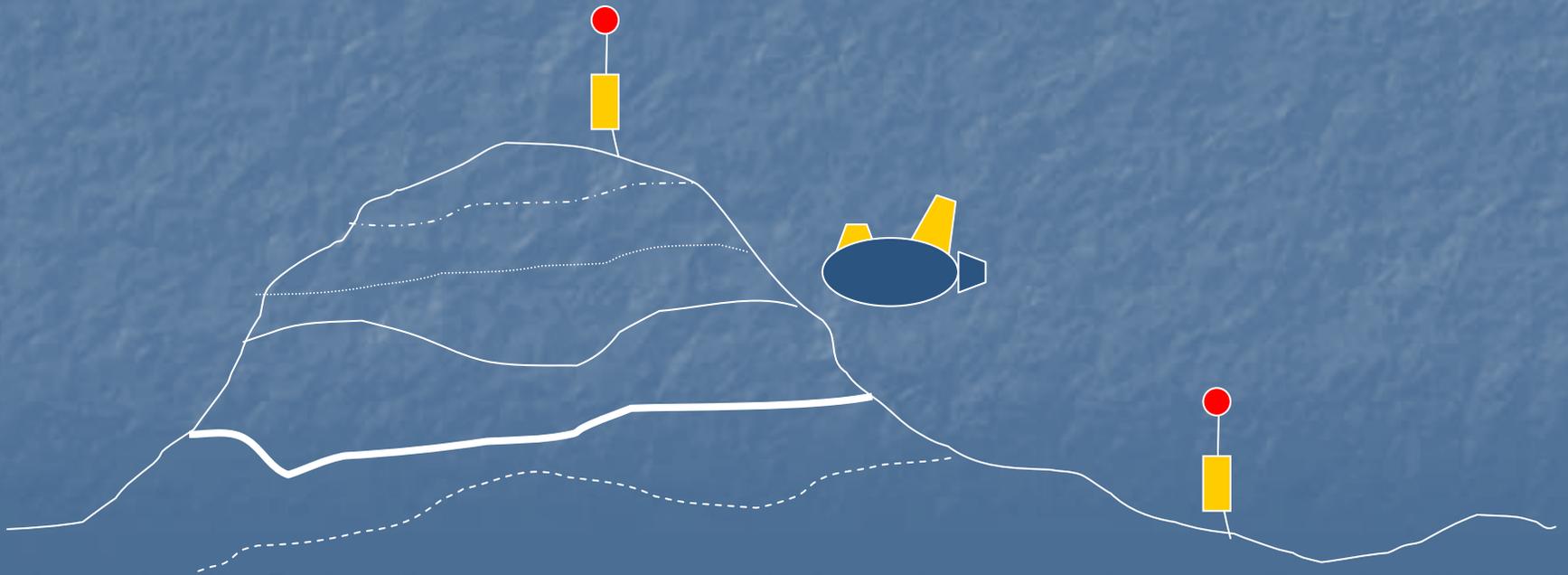
# 航法管制



SSBL

LBL

同期ピンガー

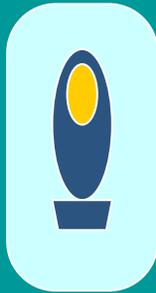


# 6. 着水揚収方式

風と波



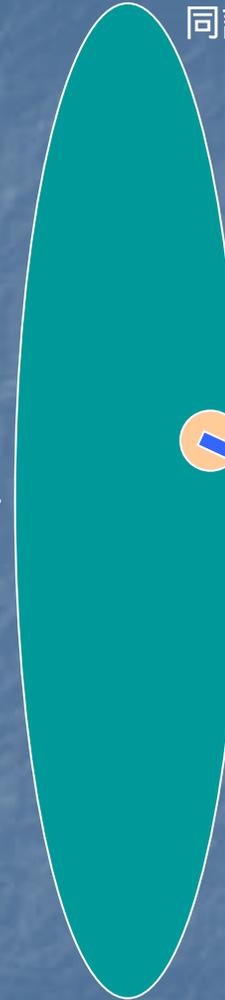
船尾Aフレーム  
クレーン



不可能

ムーンプール

風と波



風下側

母船の横揺れ周期が波と  
同調しにくいこと

ナックルブームクレーン  
コンペンセータ付き

# ミールの着水揚収装置



# 7. 通信

水中電話

8kHz

音響データ・TV伝送/  
テレメトリ

20 kHz, 16 kbps for 6500 m  
8秒で1枚のカラー画像

使い捨て光ファイバー  
ケーブル



# 8. 外部救難システム

