



# 海洋学術研究機関における 安全・環境・品質管理



眞砂英樹  
(海洋研究開発機構)





# JAMSTECの概要

**役職員数** 941人

研究系 : 312  
技術系 : 208  
事務系 : 168

支援・補助等 : 214  
船員 : 39

2019.4現在

## 拠点



**むつ研究所**

実験設備, 整備場

**横浜研究所**

大型計算機

**横須賀本部**

実験設備, 整備場

**高知コア研究所**

実験設備, 試料保管庫

**国際海洋環境情報センター (GODAC)**

データベース

**組織** : 研究5部門+運用1部門

地球環境部門

海洋機能利用  
部門

海域地震火山  
部門

付加価値情報  
創生部門

超先端研究  
開発部門

研究プラット  
フォーム運用  
開発部門

# JAMSTECの沿革

1971. 10 認可法人 海洋科学技術センターとして設立

2004. 4 独立行政法人 海洋研究開発機構発足

2015. 4 国立研究開発法人 海洋研究開発機構に名称変更



シートピア計画  
(1972-1975)



しんかい2000  
(1981-2004)



しんかい6500  
(1989-)



地球シミュレータ  
(2002-)

# JAMSTECの主な研究インフラ

## 船舶：全7隻



かいめい



白鳳丸



ちきゅう

## 深海探査システム



しんかい 6500

有人潜水調査船



うらしま

AUV 他6基

「かいめい」他5隻：日本海洋事業（株）に運航委託  
「ちきゅう」：日本マントル・クエスト（株）に運航委託  
「白鳳丸」：自主運航

## 大型計算機



地球シミュレータ



## 海洋観測システム

トライトンブイ



かいこう

ROV 他1基

# 組織の特徴・特殊性

JAMSTEC: 海洋を主な舞台とした先端科学の研究とその為に  
必要な技術開発を行う, 非営利の学術研究機関

- ◆ 海であることの特殊性
- ◆ 学術研究機関であることの特殊性

**海の世界の安全**

# 海という特殊性

## ◆ 陸上とは異なる法体系

✕ 労基法      ➡      船員法  
✕ 安衛法      ➡      船員安衛則

但し、船員でない乗船者には  
陸上の法律が適用される

## ◆ 国際標準化が早くから進んだ業界

安全上の重要事項は条約化

IMO (Int'l Maritime  
Organization, 1958~)

## ◆ 明確な指揮命令系統

船長      一航士, 二航士, 三航士…  
         機関長, 一機士, 二機士, 三機士…

船長の超越権限

## ◆ 貧弱な通信環境

# コーヒーショップから発達した海の安全

**Lloyd's Coffee House** (18世紀, ロンドン)

船主たちの社交場・情報交換の場

海運はハイリスクな商売 (海況, 海賊, etc.)

→海上保険の誕生

船舶の安全性を格付け

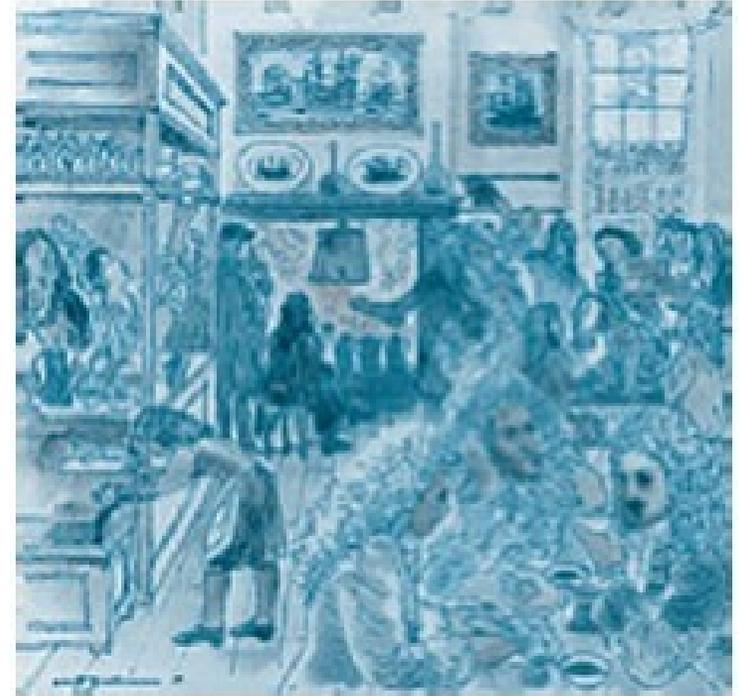
=船級検査 (ロイド船級協会)

→安全性に応じた  
保険料率

船舶の安全性向上を促進

ABS (USA), DNV (ノルウェー), BV (フランス), NK (日本)

現在は格付けではなく適合認定のみ



Martin, F. (1876.)

# SOLAS条約

海上における人命の安全のための国際条約 (Int'l Convention for the Safety of Life at Sea)

タイタニック号事故 (1912) からの教訓：救命艇の不足，水密区画の不整備…

船舶の備えるべき構造，救難設備（救命艇・無線），船舶と締結国のとるべき措置・体制等についての基本的な条件について規定

- 1914 締結→1933年発効
- 1974 大改訂
- 1980 日本批准 →船舶安全法
- 1993 安全マネジメントシステム (SMS)について追記

# ISMコード

(Int'l Safety Management Code)

正式名 : Int'l Management Code for the Safe Operation of Ship and for Pollution Prevention

Herald of Free Enterprise号事故（1987）を受け、SOLAS条約に追加（1994年採択）。500総トン以上の外航船舶に強制適用。

*c.f.* 運輸安全マネジメントシステム（2006）

## IX章 「船舶の安全運航の管理」

1. 一般
2. 方針
3. 会社の責任・権限
4. 管理責任者
5. 船長の責任・権限
6. 経営資源及び要員配置
7. 船内業務
8. 緊急事態への準備
9. 不適合，事故，危険発生  
の報告・解析
10. 船舶・設備保守
11. 文書管理
12. 会社による検証・見直し・評価

ISO9002がベース

# MARPOL条約

(Int'l Convention for the Prevention of Pollution from Ships)

Torrey Canyon号座礁事故（1967）を受け、1973年採択、  
1978年修正の上、1983年発効（MARPOL73/78）

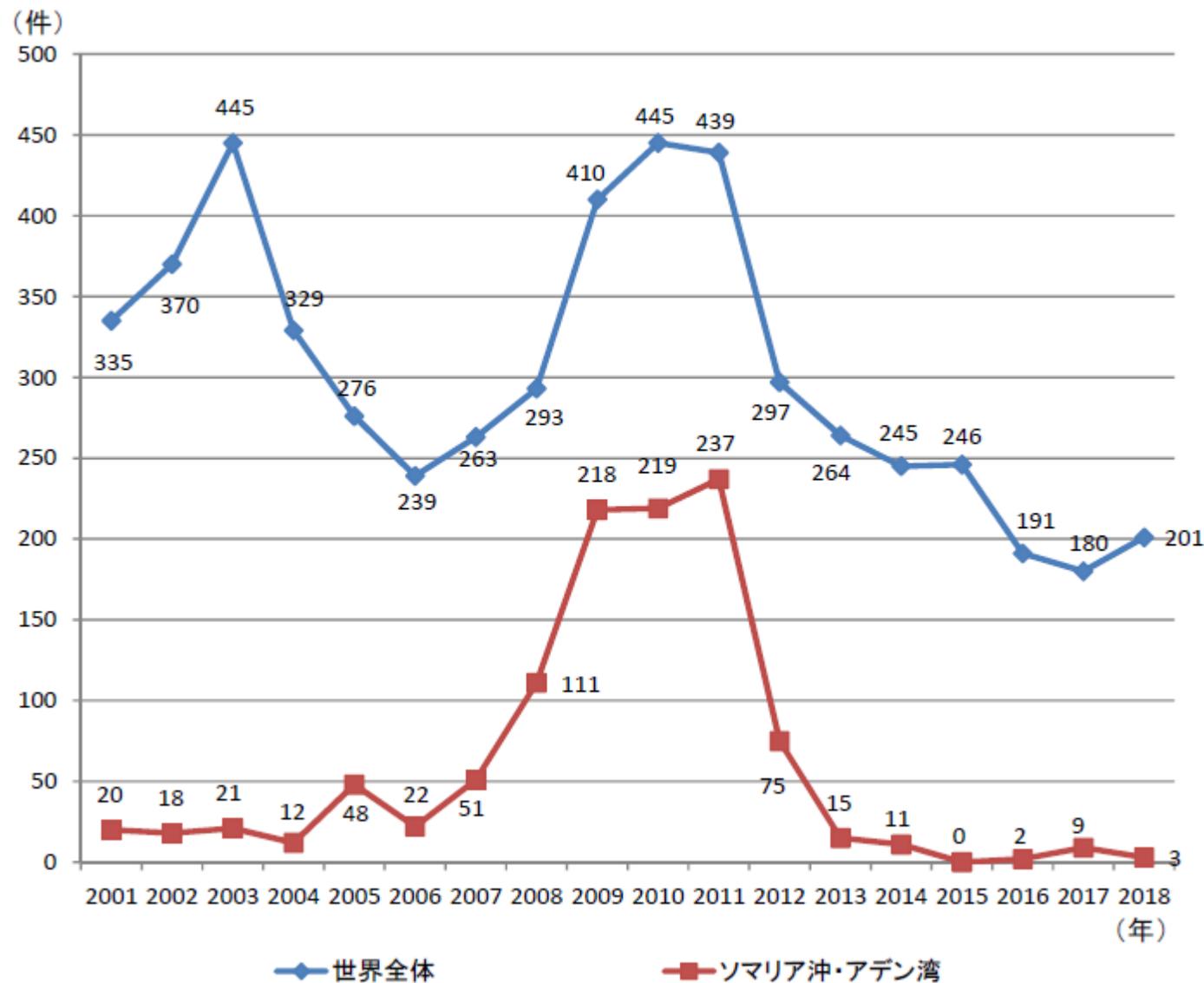
← OILPOL条約（1954）がベース

- 重油→あらゆる種類の油類（積荷、燃料）
- 他の有害液体（ケミカルタンカー）
- 汚染水・生活ごみ
- バラスト水 ←外来種問題
- 船体塗料（有機スズ系 ←環境ホルモン）
- 大気への放出物

# 船舶保安：海賊は今でも脅威



2018年海賊レポート（ソマリア沖・アデン湾における海賊対処に関する関係省庁連絡会, 2019）



# ISPSコード

船舶と港湾施設の保安のための国際コード (Int'l Ship and Port Facility Security Code)

アメリカ同時多発テロ (2001) を受けてSOLAS条約に追加 (2002)

保安責任者の任命

船舶保安責任者 (Ship Security Officer: SSO)

船舶保安統括者 (Company Security Officer: CSO)

船舶保安規程の策定 (→国交相の承認) と実施



船舶  
保安  
証書

船舶

港湾

保安管理者の選任

港湾施設への立入制限

搭載貨物のチェック

# 海洋掘削に おける安全



# 海洋科学掘削の歴史

石油開発の世界：1930年頃から海洋掘削が始まる

Mohole計画 (1961)

c.f. アポロ計画 (1961 – 1972)

DSDP (Deep Sea Drilling Project, 1966 – 1983)

ODP (Ocean Drilling Program, 1983 – 2003)

IODP

第1期 (Integrated Ocean Drilling Program, 2003 – 2013)

第2期 (International Ocean Discovery Program, 2013 –)

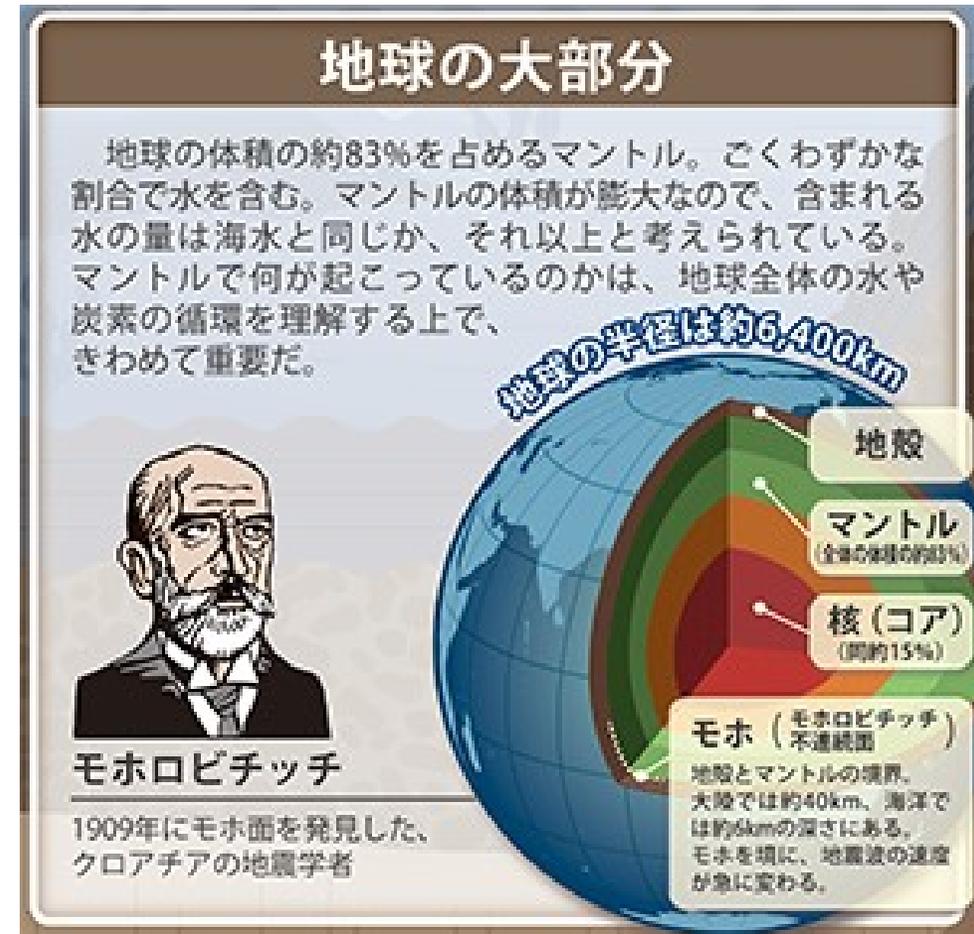
IODP参加の為、JAMSTECは掘削船「ちきゅう」を建造運用部署として地球深部探査センター (CDEX)を設立

気候変動

海底下生命圏

地震発生

大量絶滅



# Piper Alpha爆発炎上事故

1988年北海油田（スコットランド・アバディーン沖）  
Occidental Petroleum社が操業するジャッキアップ型リグPiper Alpha（生産井）が爆発炎上

**直接原因**：整備中で使用不可のコンデンセートラインのポンプを誤って起動した為、漏れたガスに引火した。

**管理要因**：作業許可(PTW)システムの運用不備

人的損失：乗員167名と救助隊員2名が死亡

資産損失： 1.7 Billion £

石油掘削業界において、現在に至るまでで最大の死者数を出した大事故

# Cullen Report

## Cullen卿が議会に提出した事故報告書

第1部：事故原因に関する調査報告

第2部：“The Future”：今後の安全管理の在り方に関する提言

- 設備に求められる安全性
- 安全マネジメントシステム (SMS)
- 過酷事故の想定と対応計画

*HSE Management  
System Guideline  
(E&P Forum, 1994)*

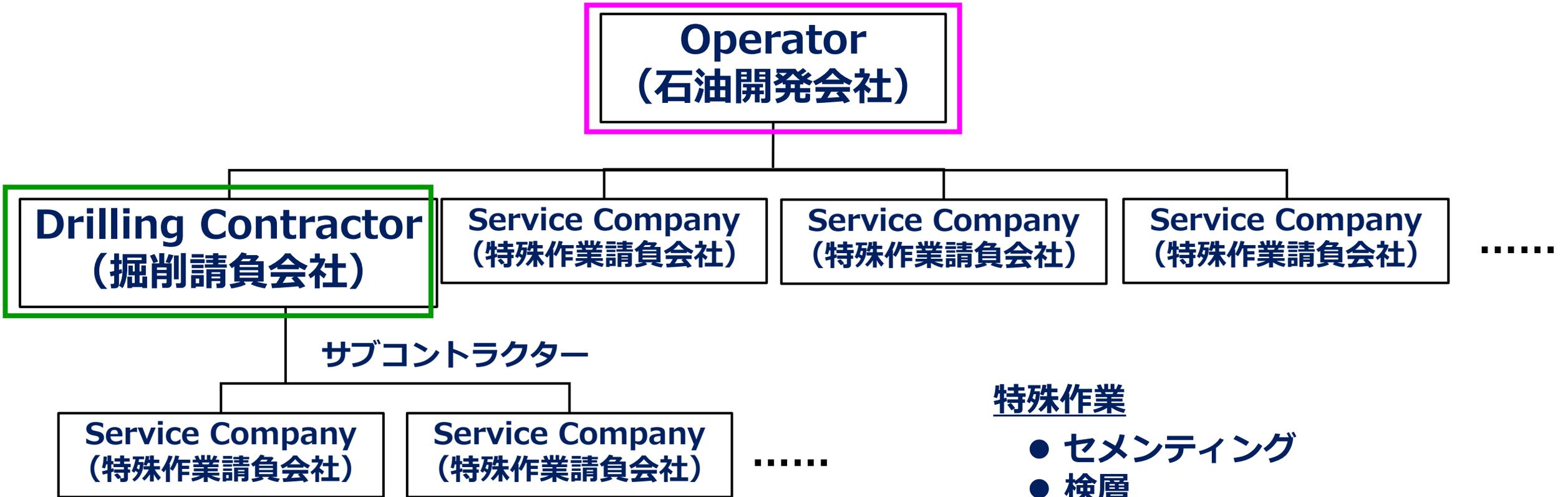
規制遵守型から  
ゴール設定型へ

c.f. *Robens Report (1972)* ➡ *Health & Safety at Work法 (1974)*

根底にあるのはリスクベースの考え方

OGP HSE-MSガイドライン	ISO 9001	ISMコード
1. リーダーシップとコミットメント	5. リーダーシップ 5.1 リーダーシップとコミットメント	
2. 方針と戦略目標	5.2 方針	2. 安全及び環境保護方針
3. 組織, 資源及び文書化	5.3 組織の役割, 責任及び権限	3. 会社の責任及び権限、4. 管理責任者、 5. 船長の責任及び権限
3.3 資源	7.1 資源	6. 経営資源及び要員配置
3.4. 力量	7.2 力量	
3.5. 請負者管理	8.4 外部から提供されるプロセス, 製品, サービスの管理	
3.6. コミュニケーション	7.4 コミュニケーション	
3.7. 文書化及び文書管理	7.5 文書化した情報	11. 文書管理
4. リスクの評価と運営管理	6.1 リスク及び機会への取組み	
5. 計画	6.2 目標及び達成の為の計画策定	
5.2 施設の保全		10. 船舶及び設備の保守
5.3. 手順及び業務指示	8.1 運用の計画及び管理	7. 船内業務
5.4 変更管理	6.3 変更の計画	
5.5. 緊急時対応		8. 緊急事態への準備
6. 計画の実施及び監視	8. 運用, 9. パフォーマンス評価	
6.2. 監視	9.1 監視, 測定, 分析及び評価	
6.5. 事故報告	8.7 不適合なアウトプットの管理	9. 不適合・事故・危険の報告・解析
7. レビュー	9.3 マネジメントレビュー	12. 会社による検証、見直し、評価
8. 監査	9.2 内部監査	

# 掘削プロジェクトの実施体制



通常はDrilling Contractorがリグを所有

## 特殊作業

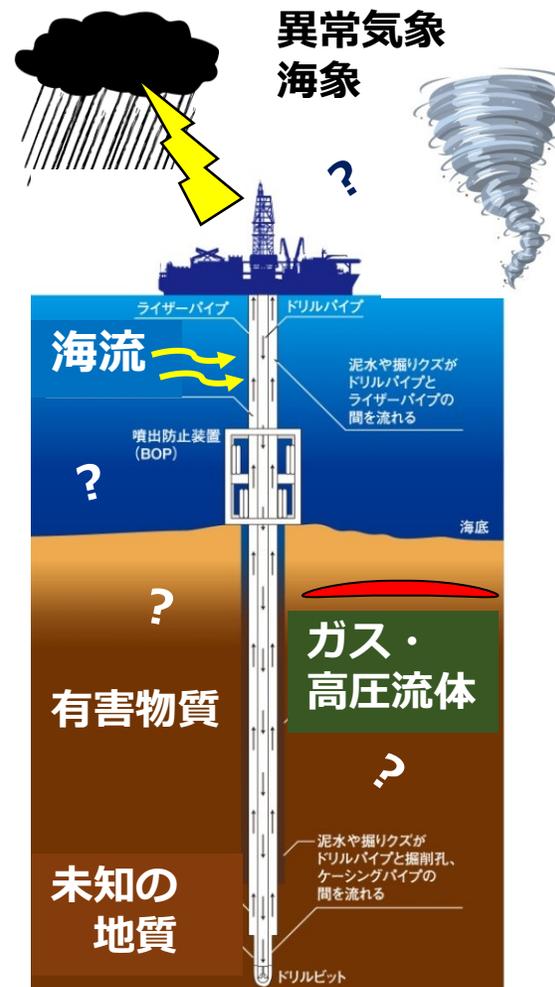
- セメンティング
- 検層
- 泥水
- ROV
- ロジスティクス (ヘリ, 通船)  
.....etc.

# 掘削プロジェクトにおける安全の分掌

掘削請負業者



操船や船上作業の安全、  
船体機器の健全性

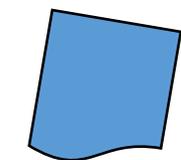


石油開発会社

プロジェクトに特有  
なリスクの管理

# Safety Case (HSE Case)

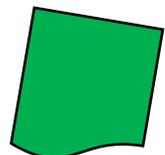
— 安全であることを証明する —



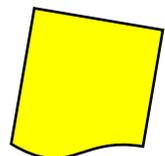
船舶固有の Safety Case



緊急時対応計画



環境計画書



HSEマネジメントシステム  
(石油開発会社, 掘削請負  
会社)

Safety Case



沿岸国  
政府へ

但し科学掘削の場合, どこまで  
求められるかは未知数

# JAMSTECへのHSE-MSの導入

「ちきゅう」の運用開始にあたり、運用部署であるCDEXはHSEマネジメントシステムを構築

海外の石油開発系コンサルタントに発注

最初は張り切ったものの、次第に文書と実態が乖離→形骸化

- 組織や業務の実態に合っていなかった（我々は石油会社ではない！）
- 組織や業務の変化に合わせて修正を行わなかった
- 一部署のみでマネジメントシステムを運用することの難しさ（上位規程との整合性）

2020年4月の組織改革で全船舶の運用管理を  
研究プラットフォーム運用開発部門に一括化



「実態に合った」「使える」  
マネジメントシステムを構築中

# 先端学術研究 機関としての の特殊性



# 先端学術研究機関という特殊性

## 運用面

- 船上作業の多様性
- 産業界では通常やらない作業内容・環境

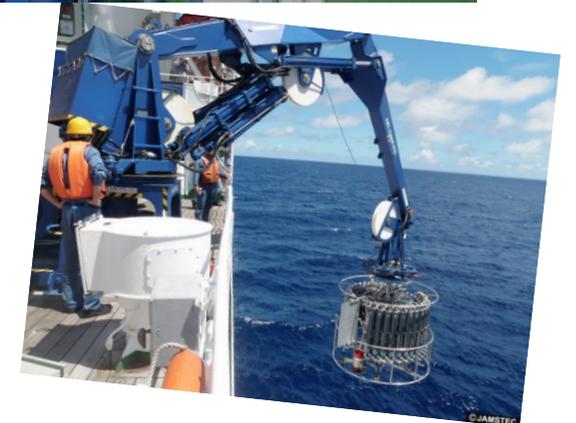
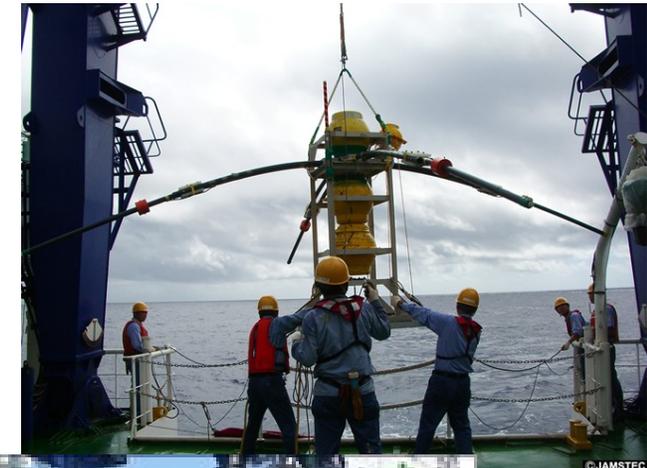
## 開発面

- 世の中に存在しない技術
- 開発機器は基本的に一点モノ（量産しない）
- 非営利

# 船上作業の多様性

## JAMSTEC研究船で行う主な作業（「ちきゅう」を除く）

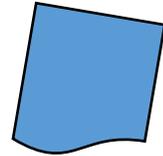
- 船体据付機器による物理観測
  - 反射法地震波探査
  - 曳航体による観測
  - 海中・海底への機器設置・回収
  - 潜水船，海中ロボット（ROV, AUV）の投入・揚収
  - 試料採取（ピストンコアリング，採水）→一次処理
  - ラジオゾンデの放球
- 
- ◆ 甲板上の限られたスペースで様々な作業を実施  
→定常的な作業環境が構築しづらい
  - ◆ 研究者持ち込みの機器（自作含む）→確立された手順が無い
  - ◆ 気象・海象条件が異なる



# 航海の安全・実現性の検討

航海におけるリスク（その航海特有のリスク）のアセスメント

- 過去の実績（類似のオペレーション, 海域, etc.）
- 事故・トラブル例



実施要領書

研究安全委員会におけるレビュー



委員会レビューを受け  
部門内での再検討



部門長による承認



航海実施

- ◆ JAMSTEC研究・運用各部署, 協力会社, 外部有識者から成る委員会(COIは特に気にしない)
- ◆ 安全のみならず, 実施しようとしているオペレーションの成功についても議論 (Mission Assuranceの視点)
- ◆ 放射線, 組み換え遺伝子実験については別途専門委員会あり

# 未知の環境でのオペレーション

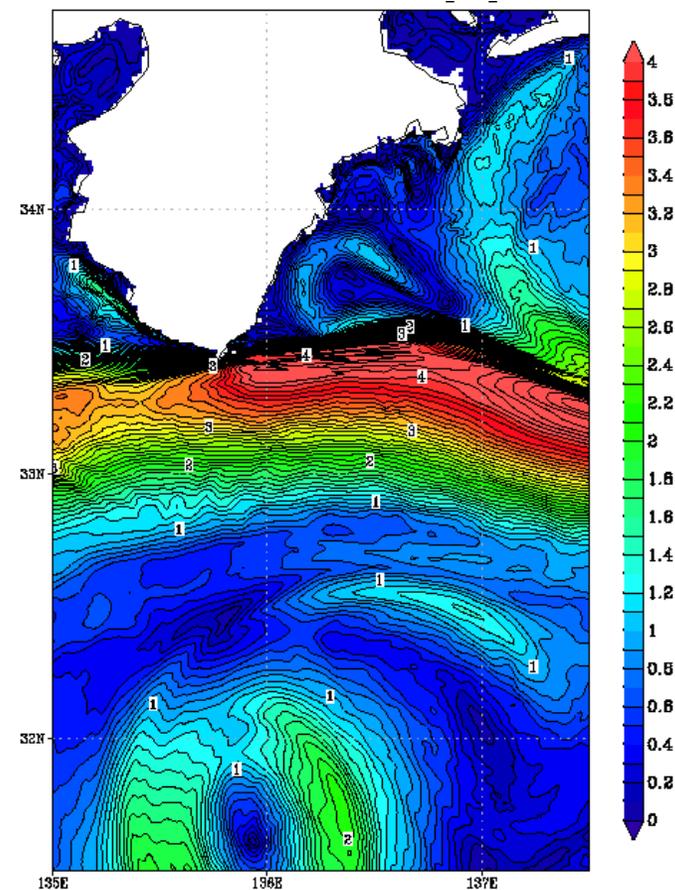
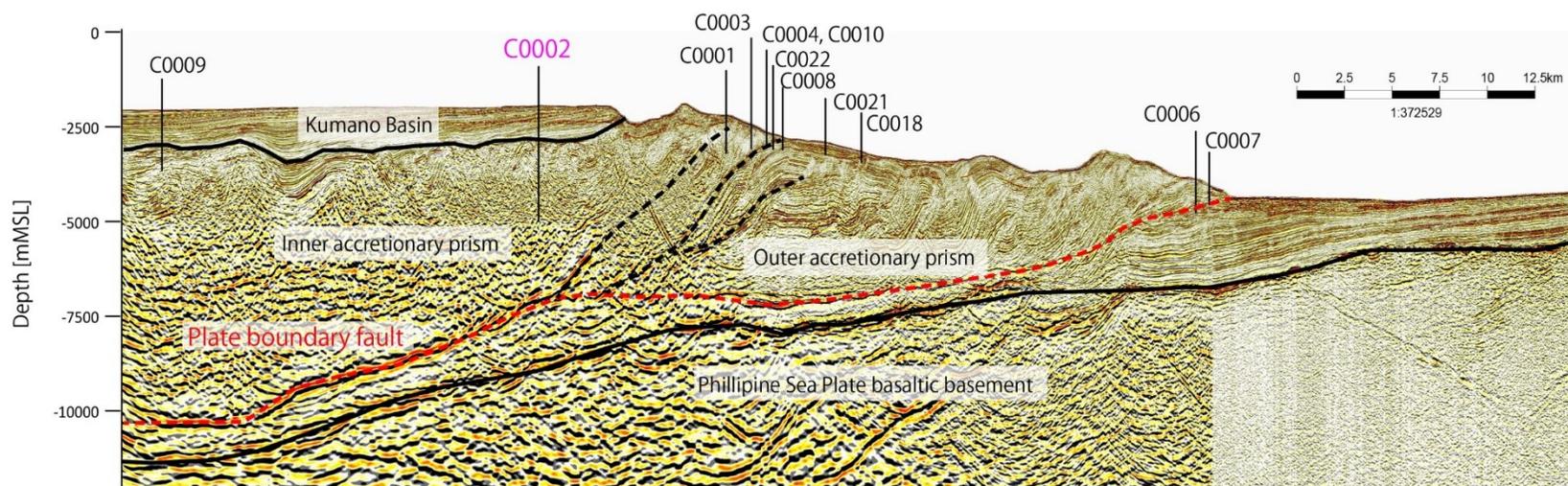
## 「ちきゅう」による熊野灘での地震発生帯掘削の例

科学目的：南海トラフのプレート境界断層を掘り抜いて、海溝型地震の発生メカニズムを探る。

最大5ノットに達する潮流（黒潮）

脆弱な（ある程度硬いが脆い）地層

通常，石油・ガス開発ではこんな条件の悪い所は掘らない → 乏しいリスク情報



# 世の中に存在しない新技術の開発

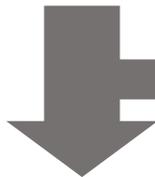
## 「しんかい6500」開発の例

適用すべき（できる）法令・規格がほとんど存在しない

起こり得る重大事故の想定  
(死亡事故につながるもの)



安全上のクリティカル要素の抽出

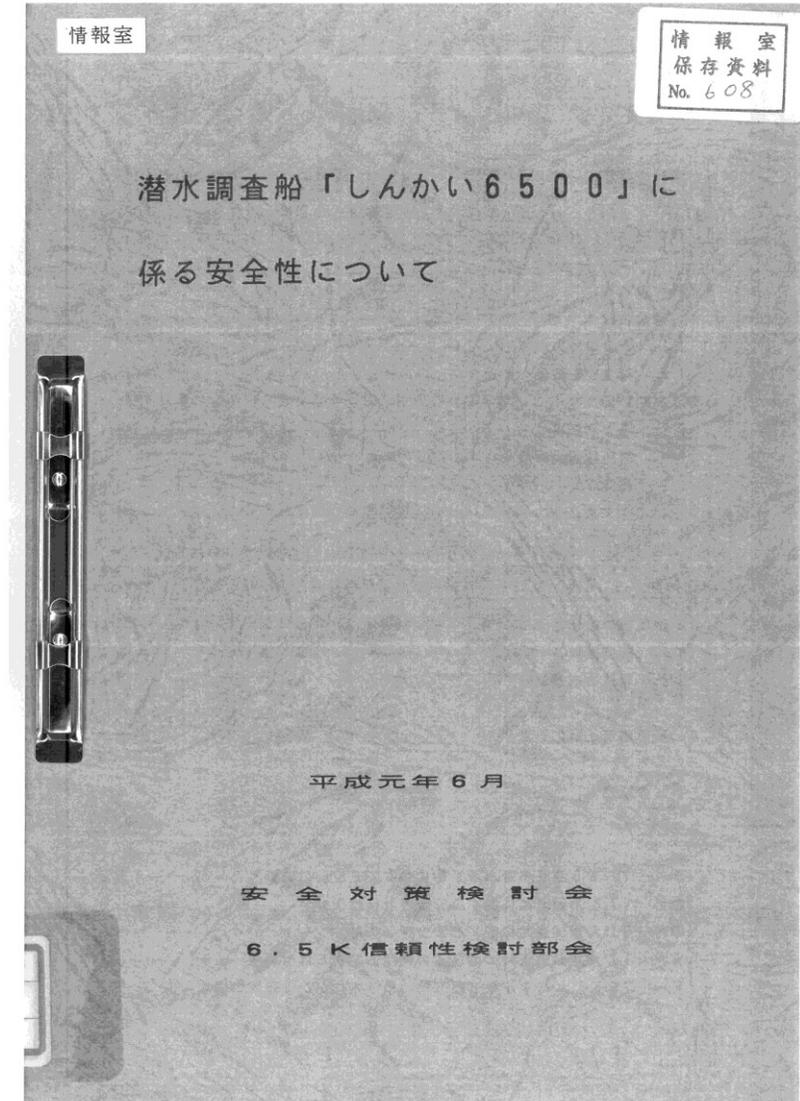


安全設計指針の策定  
安全評価指針の策定

検証すべき要素技術の特定

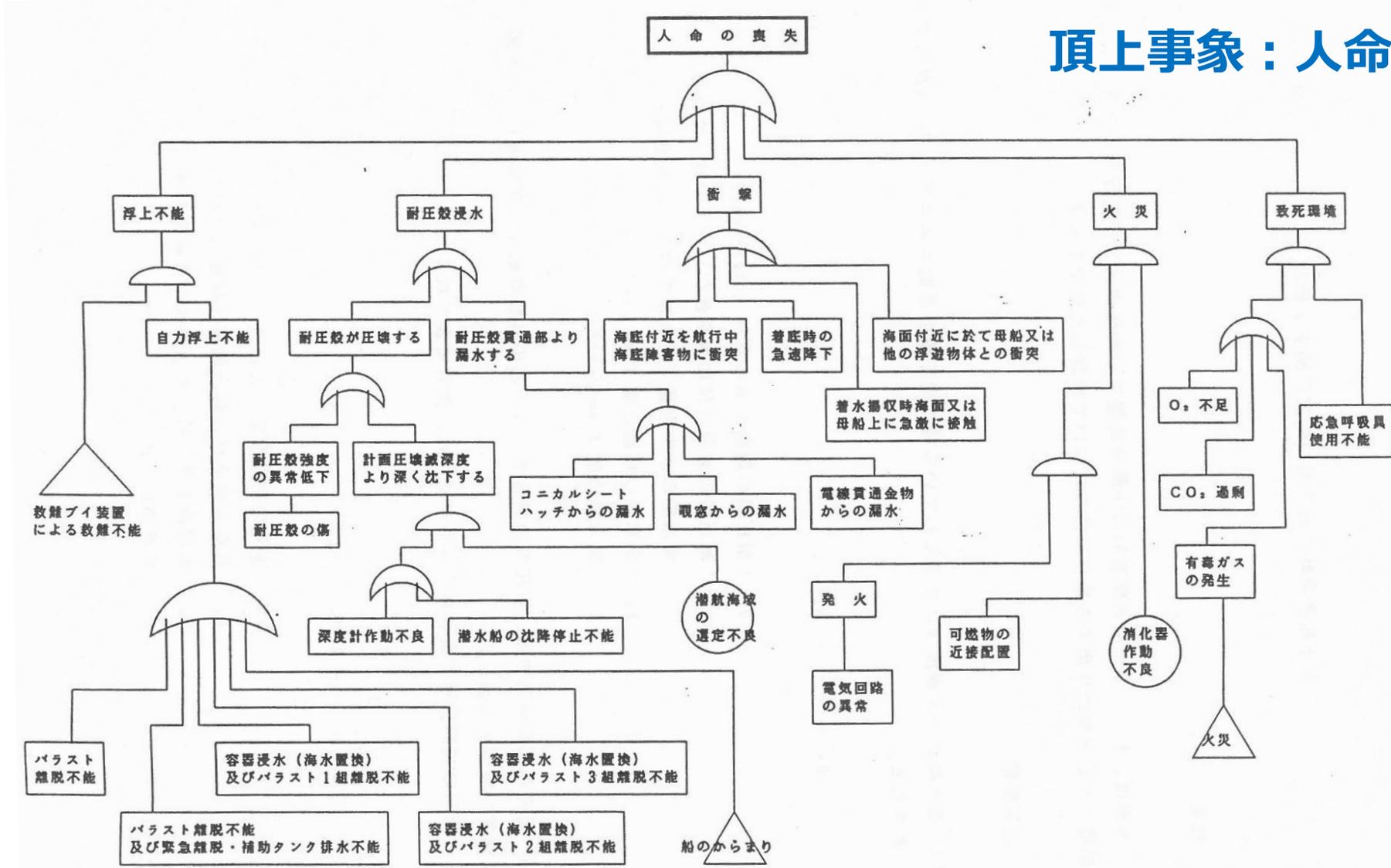
これらを自ら設定しなければならない

基本的な考え方はGSN (Goal-Structured Notation)に近い？



# FTAを用いた安全性解析

頂上事象：人命の損失



# 新たなる挑戦

更なる自動化・省人化

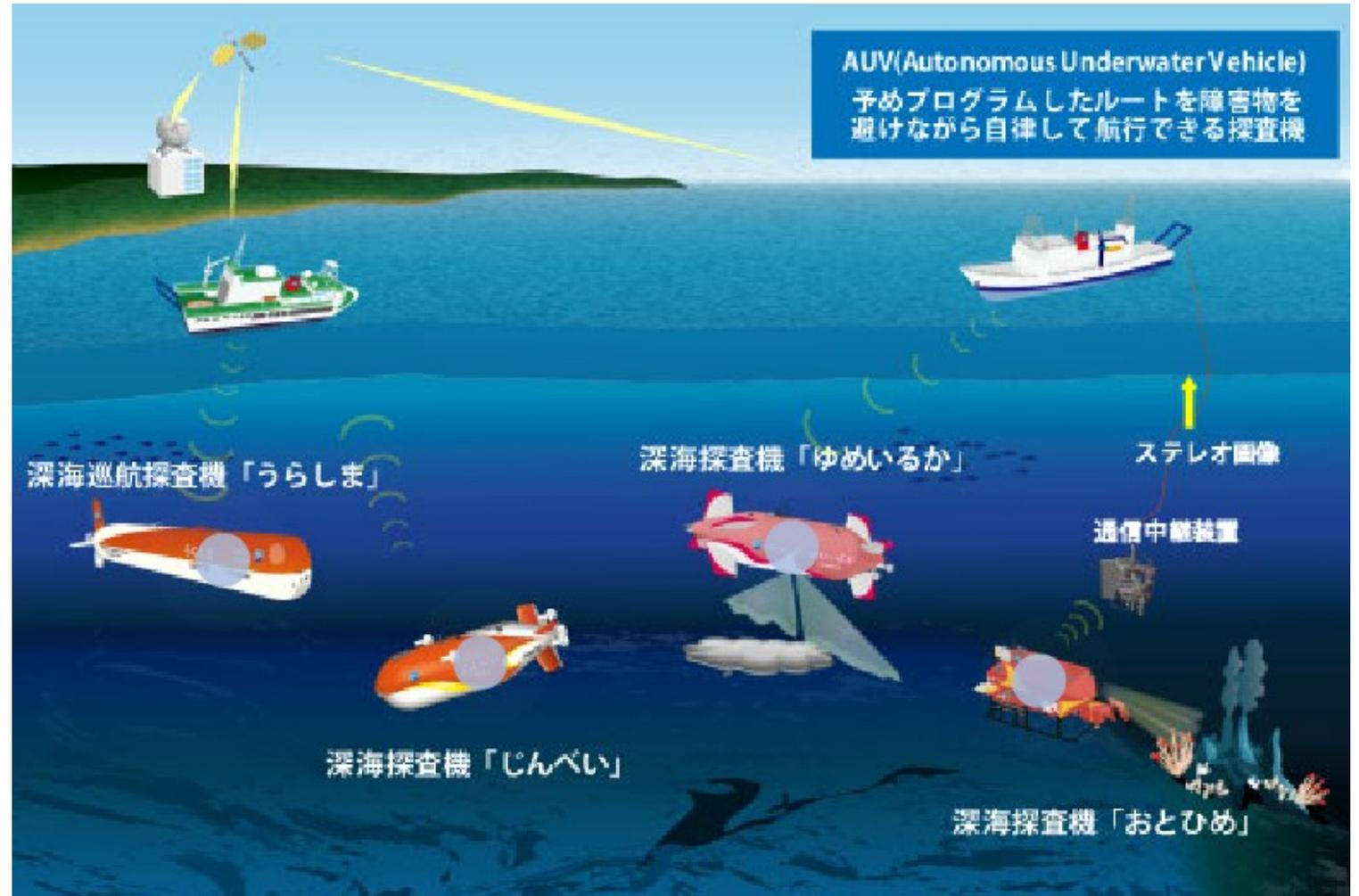
➡ 完全自動観測

例) 複数AUVの統合運用計画

- ハードウェア
- ソフトウェア
- 外乱 (環境要因)

これらの安全性・信頼性を統合的に管理する

システム安全の必要性



# おわりに

- ◆ 海の世界は、早い時期から世界共通の安全のルール作りが進められた分野。学術研究という特殊な業務に従事するJAMSTECも、船舶を運航する以上はこれらのルールに則った運用が基本。
- ◆ 一方で先端科学の研究機関ならではの特殊性として、前例の無い環境下でのオペレーションや世の中に無い新技術の開発を行うことから、未知のリスクにどう対処するかが大きな課題。
- ◆ 船上作業では事前の想定と異なる状況も多く、現場の船員の創意工夫で上手くやっている部分も多いと考えられる（Safety-II的視点）。
- ◆ 将来的には調査・観測の自動化がより進むと考えられる。制御の高度化・複雑化に伴い、安全性・信頼性の確保にはシステム安全的な視点が必要になると予想される。

50<sup>TH</sup> ANNIVERSARY

*Sailing for the Earth,  
Diving for Science*

ご清聴ありがとうございました！