

# 海洋調査産業への期待

— 官需依存から海外展開に向かって: 試論 —

浦辺 徹郎  
東京大学名誉教授

# 目次

1. 政府の取組みを受けて
2. 現状—陸上資源と海底資源をめぐって
3. 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)  
「次世代海洋資源調査技術」 —海のジパング計画—
4. 将来のマーケットの可能性
5. 結論に代えて

# 1. 政府の取組みを受けて

## ■ まず世界を見渡してみると

### 1) 大陸棚延伸に対する各国の関心の高まり

- 延長申請数 71(2010年以降20)、将来的には100程度？
- 海底資源への関心の高まりを反映。政治的関心も。

### 2) 公海の資源を管理する国際海底機構への鉱区申請の急増

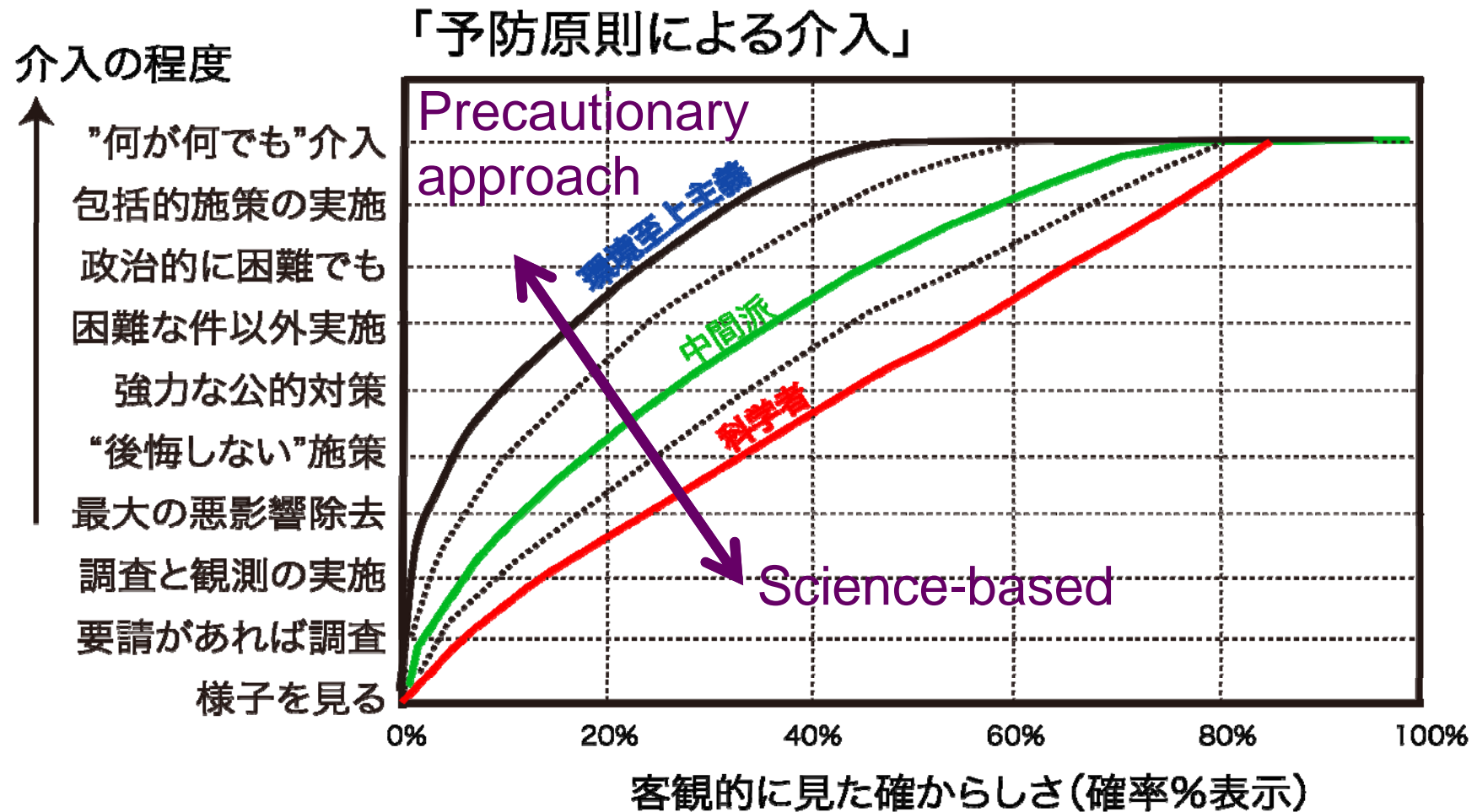
- 最近5年で8→26に。先進国＋BRICS＋途上国

### 3) 海洋環境保全への意識の高まり

- 国連持続可能な開発会議(2012年6月:リオ＋20)  
“海洋は地球の生命維持システムにとって不可決”
- 多大な環境負荷がかかる海底資源の採取は可能か？  
“予防的アプローチ”に耐えるガイドラインとは？

# 予防的アプローチ vs. 科学ベース

科学的に不確実性がある段階での対処方針



Weiss (2006)を改変

# 1. 取り組みを受けて:国内の状況

- 積極論と懐疑論の乖離。「山屋」と「海屋」の間に“相互不信”。
  - 1) 「予算は取れるときに取っておかないと、後で必ず後悔する」  
vs 「金の切れ目が縁の切れ目になって後に何も残らない」
- マンガン団塊採鉱システムの研究開発プロジェクトの教訓
  - 1) 旧工業技術院（現産業技術総合研究所）の大型工業技術研究開発制度（大プロ）（1981年～1997年、計169億円）。社会情勢の変化等もあり商業的な開発に結びつかなかった。
- 政府の役割の見直し

政府による**開発コストの負担**による商業化の推進。



政府による**開発リスクの軽減**による商業化の推進。



# 「海底熱水鉱床開発計画」

## 第1期 最終評価報告書(平成25年6月)

### ■ 第1期最終評価に当たっての基本的考え方(抜粋)

本開発計画は、平成19年7月に施行された「海洋基本法」及びその下に策定された「海洋基本計画(平成20年3月閣議決定)」を踏まえ計画されたものである。(中略) これらの方針の下、総合資源エネルギー調査会鉱業分科会は、平成21年3月、「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」を決定し、総合海洋政策本部会合で了承された。この10年計画により海底熱水鉱床の開発に向け、探査・開発の道筋と必要な技術開発等を具体的に定めた。この時点では、より早期に民間企業による開発に移行すべきとの意見もあったが、海底鉱物資源の開発は未踏課題であることから、国が各種リスクの低減に先導的な役割を担い、民間企業的意思決定に必要な基礎的な情報を提供する必要があるとの立場が取られた。

## 2. 現状—陸上資源と海底資源をめぐって

- 2010年、中国漁船衝突事件をきっかけに、中国が事実上のレアアースの禁輸措置。日本社会に大きな衝撃。WTO提訴。
- 2012年諸対策が進みレアアース価格下落、13年暴落。中国レアアース企業が経営不振に。2014年中国WTO敗訴確定か？
- 2014年1月インドネシアが新鉱業法施行、未加工鉱石禁輸措置に踏み切る。フィリピン等が追隨の動き。**資源ナショナリズム**。**資源安全保障問題**は新たな局面に移行しつつある。
- 一方、中国経済の減速、「影の銀行」問題に伴い、金属価格は下落傾向（投機の動きは容易に再燃しかねないが）。
- 資源探査・開発・製錬は陸上でも15～20年必要。まして未踏技術の深海底資源開発には、長期的視野が必要。
- たとえ金属価格の低迷が続いたとしても、我が国唯一の“自国資源”としての海底資源への関心を持ち続ける必要があるのではないか。

# 海底資源の“資源量”

- 海底熱水鉱床およびマンガンクラストの資源量；

	海底熱水鉱床	コバルトクラスト
埋蔵鉱量（既知、経済性有り）	—	—
既知鉱物資源量(経済限界下)	3000億円相当 <sup>1</sup>	数兆円相当 <sup>2</sup>
潜在鉱物資源量(地域期待値)	2.5兆円相当 <sup>3</sup>	100兆円相当 <sup>4</sup>

(<sup>1</sup>伊是名Hakurei サイト、<sup>2</sup>第5拓洋海山など、<sup>3</sup>JOGMEC推定、<sup>4</sup>三井総研推定)

- 採鉱法が確立していない現在、海底資源の埋蔵鉱量はゼロ。
- 既知鉱物資源量といっても、既知経済限界下鉱物資源量としてそれぞれの数値をみるべき。
- 潜在鉱物資源量については、あくまで将来の、未定の推定値。 ”A bird in the hand is worth two in the bush.”
- 潜在→既知、既知→埋蔵鉱量に上げていく必要。これが探査。



### 3. 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)

## 「次世代海洋資源調査技術」

### —海のジパング計画—

#### 1. 意義・目標等

我が国は国土面積の12倍を超える管轄海域を有しており、これまでの調査で、当該海域には鉱物資源の存在が確認されている。しかし、これらの鉱物資源に対して広大な面積を効率良く調査する技術は開発途上にある。我が国が高効率の海洋資源調査技術を世界に先駆けて確立し調査を加速することは、海洋資源開発、環境保全及び資源安全保障の観点から重要である。未開拓の部分が多い海洋において、国が主導して民間企業とともに効率的な調査技術を確立することにより、海洋資源調査産業の創出を目指す。

# 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)

(平成25年9・13・総合科学技術会議資料より)

- 科学技術イノベーション総合戦略(平成25年6・7・閣議決定)及び・本再興戦略(平成25年6・14・閣議決定)において、総合科学技術会議が司令塔機能を発揮し、科学技術イノベーションを実現するため創設を決定。
  - 府省・分野の枠を超えた横断型のプログラム。
  - 課題ごとに、PD(プログラムディレクター)を選定し、基礎研究から出・(実・化・事業化)までを・据えて推進。
  - ・本経済の再・(経済成・、市場・雇・の創出等)を実現。
  - 内閣府に「科学技術イノベーション創造推進費」を計上(各省庁の協・を得て概算要求517億円)。
- 対象課題候補:総合科学技術会議、産業競争・会議が10課題を選出。次世代海洋資源調査技術はその一つ。

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)  
**研究開発計画素案中間発表**

平成26年2月5日

これより10枚のスライドは、SIP計画の公開中間発表会において発表されたものです。

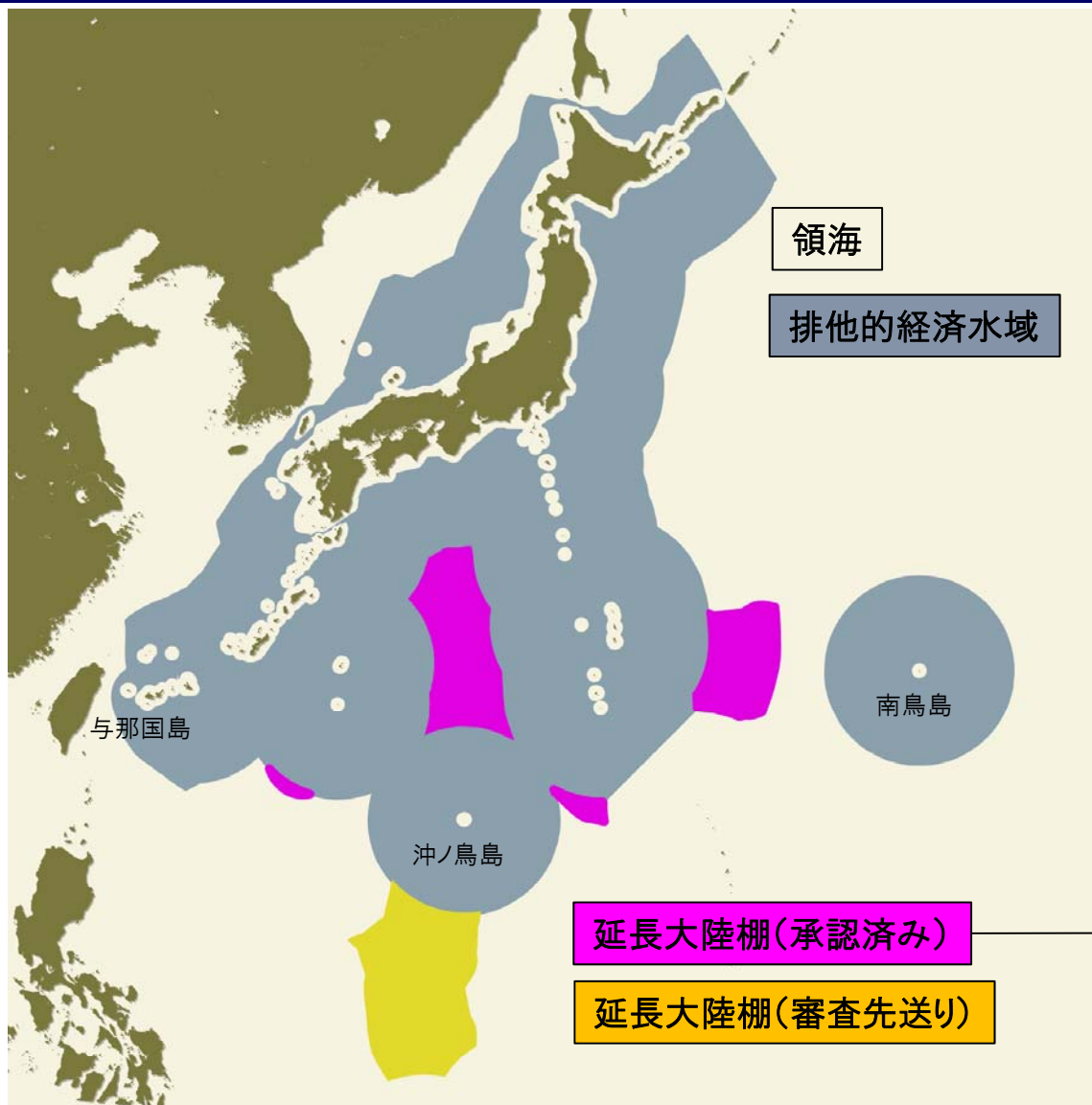


## 次世代海洋資源調査技術 —「海のジパング」計画—

**内閣府 政策参与 浦辺 徹郎**  
(代理:九州工業大学 特任教授 浦 環)

平成26年度から実施。期間の記述無し(5年程度?)。最終的には平成26年度の総合科学技術会議で決定。

# 我が国の排他的経済水域と延長大陸棚



日本の領海+排他的経済水域  
=約447万km<sup>2</sup>



日本の国土面積の約12倍  
(世界第6位)

延長大陸棚(承認済み)

延長大陸棚(審査先送り)

H24年4月に新たに承認された  
延長大陸棚(約31万km<sup>2</sup>)だけ  
でも国土面積の約8割

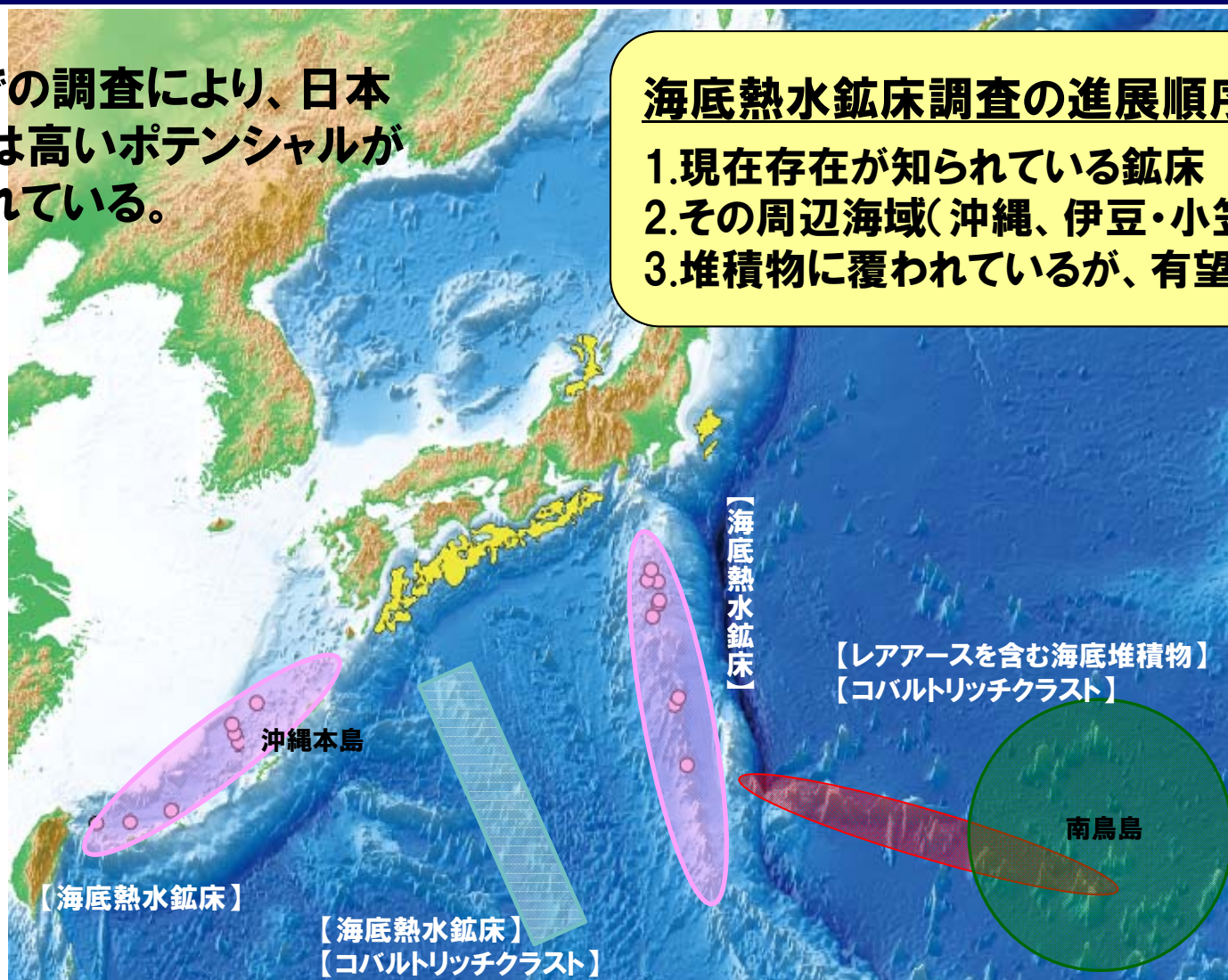


# 日本周辺の海底鉱物分布

これまでの調査により、日本周辺には高いポテンシャルが推定されている。

## 海底熱水鉱床調査の進展順序 (1→3)

1. 現在存在が知られている鉱床
2. その周辺海域(沖縄、伊豆・小笠原)
3. 堆積物に覆われているが、有望な地域



海底熱水鉱床    コバルトリッチクラスト    メタンハイドレート    レアアース





# 大目標： 何を目指すのか？

## 技術的目標

- ・海底熱水鉱床、コバルトリッチクラスト等の海底資源を高効率(従来の2倍以上のスピード)で調査(探査)する技術を、世界に先駆けて実現
- ・資源が眠る深海域において使用可能な未踏海域調査技術確立

## 社会的目標

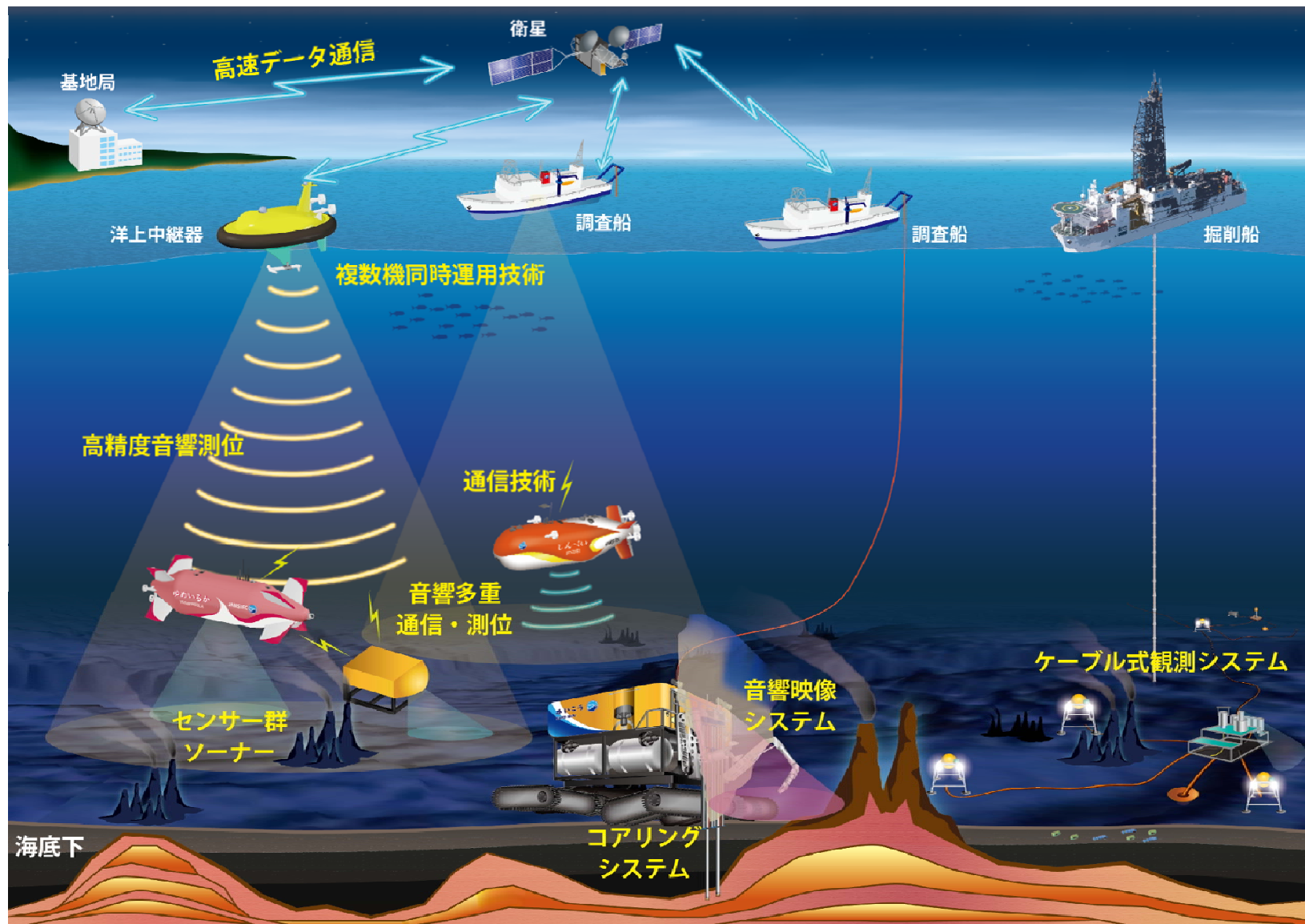
- ・国が主導してリスクや難度の高い研究開発を行い(システムの小型化、高効率化を含む)、民間に技術移転することで日本の海洋資源調査を飛躍的に加速

## 産業面の目標

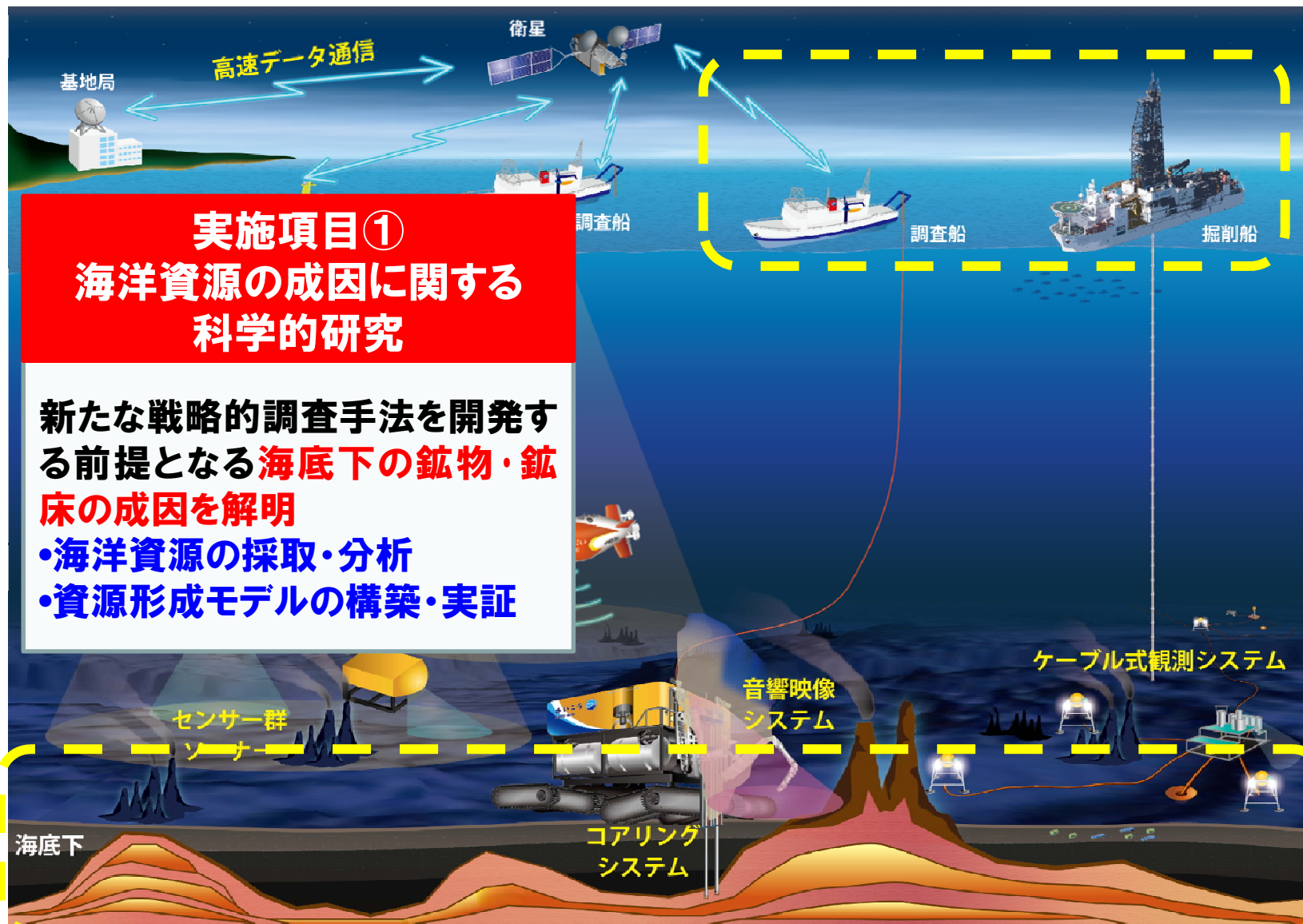
- ・H30年度までに、世界に打って出ることのできる海洋資源調査産業を創出
- ・グローバルスタンダードの確立により、日本の調査システムを輸出及び海外での調査案件を受注



# 研究開発内容(実施項目)



# 研究開発内容(実施項目①)



## 実施項目① 海洋資源の成因に関する 科学的研究

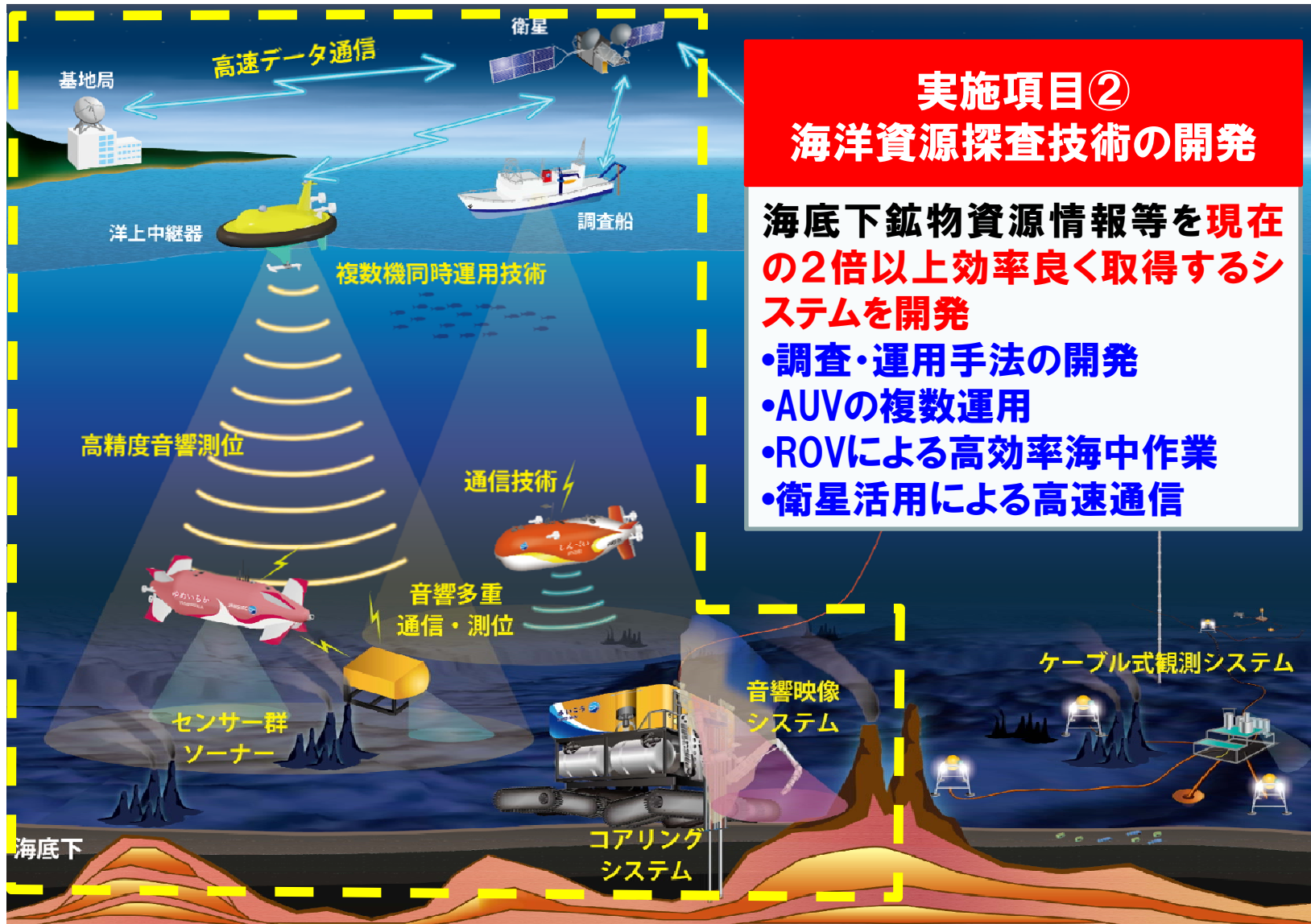
新たな戦略的調査手法を開発する前提となる**海底下の鉱物・鉱床の成因を解明**

- 海洋資源の採取・分析
- 資源形成モデルの構築・実証





# 研究開発内容(実施項目②)



## 実施項目② 海洋資源探査技術の開発

海底下鉱物資源情報等を現在の2倍以上効率良く取得するシステムを開発

- 調査・運用手法の開発
- AUVの複数運用
- ROVによる高効率海中作業
- 衛星活用による高速通信

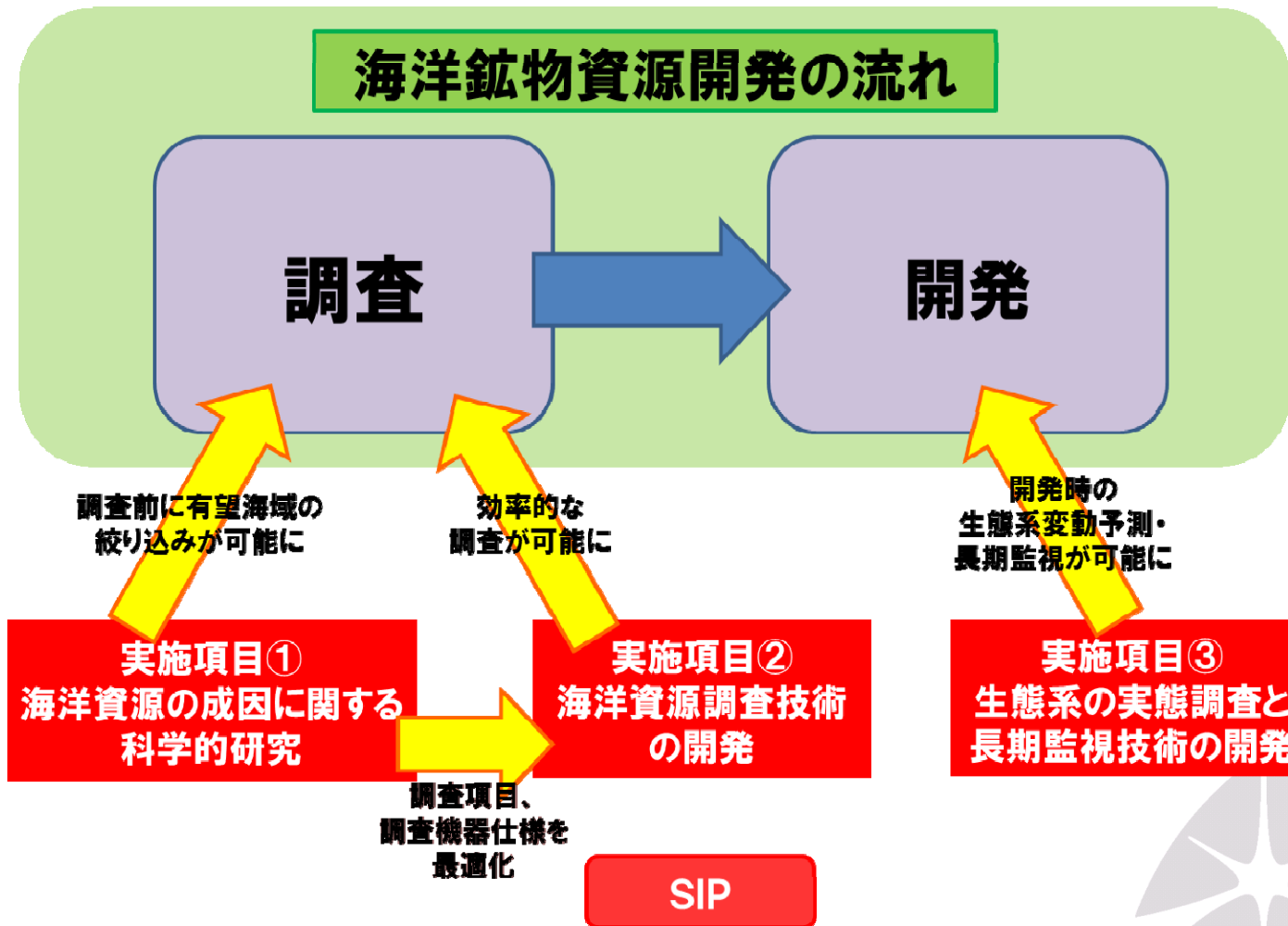
# 研究開発内容(実施項目③)



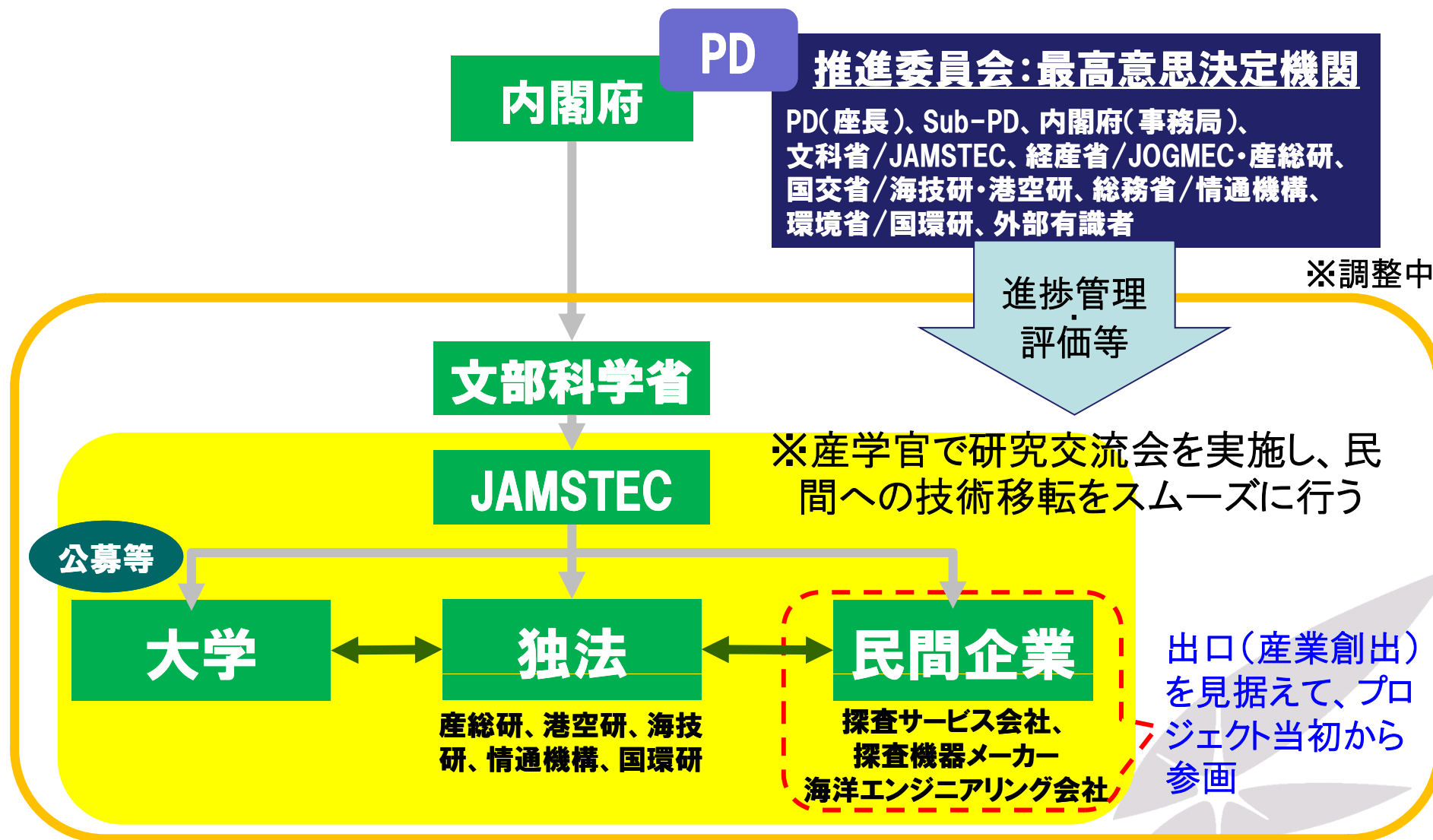


# 実施内容全体像

(実施項目の海洋鉱物資源開発における位置付け)



# 研究開発体制



# 各省庁等による研究開発との関係

## 各省庁・大学等

### 要素技術の研究開発

成因研究  
(海洋機構・産総研)



探査センサー  
(大学等)



無人探査機  
(海洋機構・海技研)



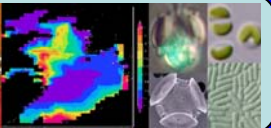
港湾工事用  
音響カメラ  
(港空研)



移動体高速  
通信技術  
(情通機構)



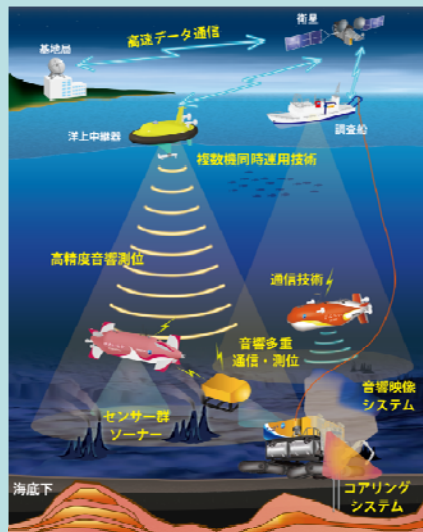
環境影響調査  
・モデル構築  
(国環研)



## 内閣府(SIP):産学官一体で推進

### システム化加速

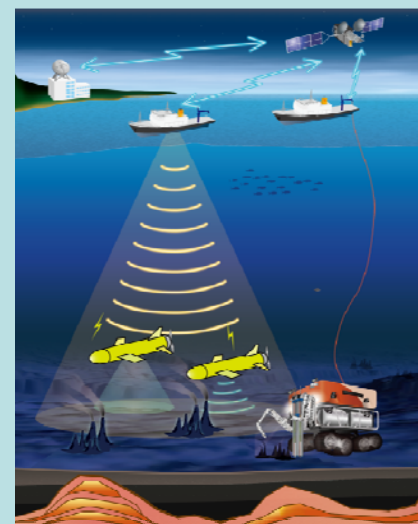
国・民間が活用できる  
小型・効率的な  
調査システム開発



## 国・民間

### 実用化

開発された調査技術  
を国や民間による  
海洋資源調査に活用



標準化、基準策定、シナリオ検討など

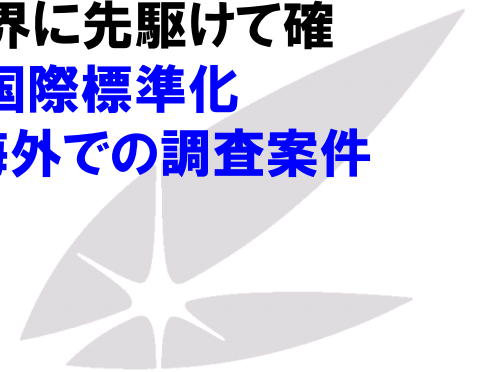
# 出口戦略

## 1. 海洋資源調査産業の創出

- ・民間企業等が商業ベースで海洋資源調査を実施することが可能となるよう、競争力のある調査技術(低コスト、高効率、迅速、安定)を開発
- ・産官学一体でSIPを推進することにより、海洋資源調査産業を牽引する主体となる民間企業等を最も効率よく育成
- ・SIPにより得られた新たな調査技術・ノウハウを、探査サービス会社、探査機器製造会社、海洋エンジニアリング会社など、幅広く民間企業に移転し、海洋資源調査産業を活性化

## 2. グローバル・スタンダードの確立

- ・他国より先行している調査技術及び環境影響評価手法を世界に先駆けて確立することにより、日本の調査技術及び環境影響評価手法を国際標準化
- ・上記の国際標準化により、日本の調査システムの輸出及び海外での調査案件の受注を目指す



# 海洋資源の利用促進に向けた基盤ツール開発

文部科学省競争的資金(平成20,21年度より、年間4億円程度)

課題名	代表者
小型高性能MEMSアレイによる移動型重力探査システムの開発研究	松岡俊文(京都大学)
移動体搭載型重力計の開発 ーハイブリッド式海中重力探査システムー	金沢俊彦(東大地震研)
バーティカルサイスミックケーブル方式反射法地震探査と高周波音源を組合せた接地型高解像探査システムの開発	徳山英一(大気海洋研)・ 浅川 栄一((株)地科研)
レーザー誘起破壊分光法による熱水鉱床のin-situ成分分析技術の開発	ソートンブレア(生産研)
海底設置ステーションと自律探査プローブによる海底環境3次元画像マッピング	巻 俊宏(東大生産研)
水銀同位体を用いた海底熱水鉱床の探査技術の開発	丸茂克美(産総研)
海底位置・地形の高精度計測技術の開発	浅田 昭(東大生産研)
海底熱水鉱床探査の為に化学・生物モニタリングツールの開発	岡村 慶(高知大学)
電磁気学的手法を用いた高精度海底地質構造探査ツールの開発	佐柳 敬造(東海大学)・ 後藤 忠徳(京都大学)・ 齋藤 章(早稲田大)
コバルトリッチクラストの厚さの高精度計測技術の開発	浦 環(東大生産研)

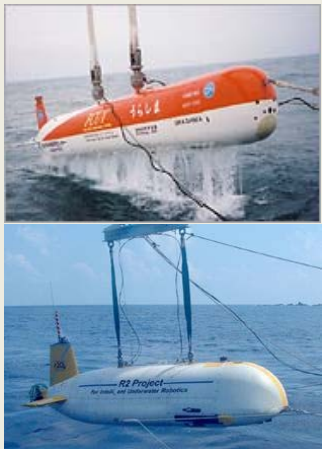
対象(鉱床)に近づいて、高解像度・高精度で行う、新たな探査法が開発が行われている



# 対象に近づいた探査が重要

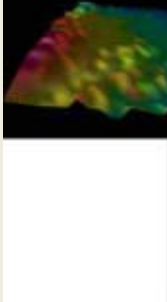
- 海底下構造の詳細な把握
- 海底地形の詳細な把握

○ 船舶からの探査だけでは得られない、高精度のデータが取得可能

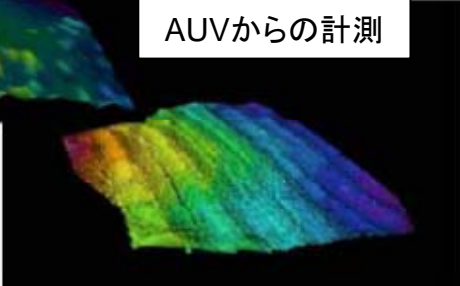


AUV

船舶からの計測



AUVからの計測



AUVに搭載

正確な資源量把握  
に必要な詳細地形  
計測が可能  
(mオーダー  
⇒cmオーダー)

地震波、電磁波  
重力、重力偏  
差などを用いて、  
鉱床の存在に  
伴う微妙な変化  
を検知。

○ 船舶からの探査では不可能な、即時的なデータ取得が可能



ROV

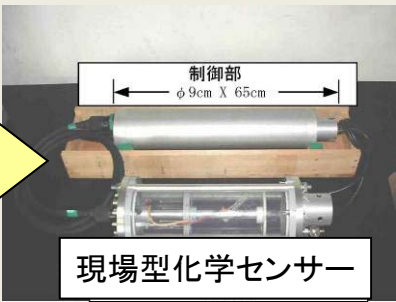
基盤ツール  
資料より



CTD・多筒採水器

AUVに搭載

海水を採取しないと分析できなかった溶存成分が現場で計測可能



現場型化学センサー



ボーリングマシンシステム

ROVに搭載

コアを採取しないと分析できなかった含有成分が現場で計測可能



現場型含有成分  
分析装置

## 4. 将来のマーケットの可能性

- 国連海洋法条約の枠組みで、海底資源獲得を視野に入れた各国の大陸棚延長申請や、公海における探査鉱区申請が急増。
  - 1) 大陸棚延長申請のための調査・追加調査
  - 2) ナウルなど島嶼諸国で海底資源開発ベンチャーが発足
- 公海における資源開発には、国際海底機構(ISA)による概念的環境ガイドラインが制定されている。具体的な国際標準の設定に向けて日本がイニシアチブを取るべきでないか。
  - 1) 環境影響調査、環境モニタリングについても民間を活かす
- これらのマーケット開発に向けて、最初は政府が相手政府を支援する必要があるのではないか。
  - 1) 現在、英、独、仏、ノルウェー等多くの先進国が支援を提供
  - 2) 海底資源調査は陸上資源に乏しい島嶼諸国にとって魅力

# Nauru Ocean Resources Inc (NORI)社

ナウル政府名で国際海底機構 (ISA)より公海の探査鉱区を獲得。太平洋島嶼諸国 (PIC)初。EEZ内の海底資源が乏しいためと説明。陸上では先進国によるグアノ燐鉱の採取により国土の荒廃。



**NORI is committed to operating in line with the following internationally accepted Environmental, Social and Governance principles and standards:**

- **United Nations Global Compact**
- **Millennium Development Goals**
- **IFC Performance Standards on Social and Environmental Sustainability**
- **World Bank Group Environmental, Health, and Safety Guidelines**
- **Precautionary Principle**



## 5. 結論に代えて

- 海洋基本計画、科学技術イノベーション総合戦略、日本再興戦略(いずれも平成25年4-6月閣議決定)等で必要性が指摘されていた海底資源の探査・生産技術の研究開発が、SIPプログラムとして発足することになった。
- その最重要出口戦略は、海洋資源調査産業の創出とグローバル・スタンダードの確立。どのようにしてそれを実現していくか知恵を絞る必要がある。
- 3月27日の総合科学技術会議ガバナンスボードの決定を受け、パブコメが実施される予定と聞いている。来年度の総合科学技術会議で最終決定の予定。
- 海洋資源調査産業はなるべく速やかに官需依存を脱し、海外のマーケットを開発していく必要。そのために政府が糸口を付けることを求められているのではないか。