

# 「海洋生物多様性の把握に関する 科学的ニーズと先端計測技術シーズ との邂逅」ワークショップ

---

JST/CRDS

計測技術に関する横断グループ

# ワークショップ 主催者挨拶

---

JST/CRDS  
計測技術に関する横断グループ  
総括 吉川 弘之

# プログラム

(敬称略)

13:00～13:05 主催者挨拶 吉川 弘之(JST/CRDS)

13:05～13:20 趣旨説明 佐藤 勝昭(JST/CRDS)

## セッション1. 海洋生物学者からのニーズの提示(1)

13:20～13:40 小池 勲夫(琉球大学)

13:40～14:00 和田 時夫(水産総合研究センター)

## セッション2. 海洋生物学者からのニーズの提示(2)

14:00～14:20 安岡 善文(CRDS)

14:20～14:40 張 勁(富山大学)

14:40～15:00 石丸 隆(東京海洋大学)

15:00～15:20 <休憩>

15:20～15:40 宮下 和士(北海道大学)

15:40～16:00 菊地 淳(理化学研究所)

## セッション3. 計測技術者からの提案

16:00～16:10 椎名 毅(京都大学)

16:10～16:20 染川 智弘(レーザー総合研究所)

16:20～16:30 中野 義昭(東京大学)

16:30～16:40 豊田 岐聡(大阪大学)

16:40～16:50 北川 正成(タカラバイオ)

16:50～17:00 小菅 一弘(東北大学)

## セッション4. 総合討論

17:00～18:00

◆懇親会 18:00～19:30

# ワークショップ 趣旨説明

---

モデレータ

JST/CRDS計測技術に関する横断グループ

フェロー 佐藤 勝昭

# モデレータ

## 佐藤勝昭自己紹介

---



- 1966京大工修士修了  
1978工博
- 1966-1984 NHK (1968-1984 NHK基礎研)
- 1984-2005 農工大工(専門:電子物性、光物性)
- 2005-2007 農工大理事・副学長(2007名誉教授)
- 2007- JSTさきがけ「次世代デバイス」研究総括
- 兼務:研究広報主監、CRDS計測横断Gフェロー

- 2003年7月設立
- **客観的な立場で、国の研究開発戦略を提案**
- 「**戦略プロポーザル**」  
→ 現在まで77件
- **JSTの基礎研究事業のテーマ等に活用**

## ミッション

1. 場の形成: 科学技術**政策・戦略の立案**に携わる人達と研究者との**意見交換**ができる場を形成する。
2. 俯瞰: 科学技術分野全体を**俯瞰**する。
3. 抽出: 今後重要となる分野、領域、課題、およびその研究開発の推進方法等を**系統的に抽出**する。
4. 比較: 我が国の研究開発状況および技術レベルを**海外諸国と比較**し、俯瞰・抽出に活用する。
5. 提言: 社会ビジョンの実現および科学技術の基盤充実とフロンティアの拡大を目指した**研究開発戦略を提案**する。

そして、得られた成果については、外部に積極的に発信する。



# 計測技術に関する横断グループの方針 「科学の発展のための計測技術」

- どんな学問分野においても、計測の限界に突き当たると科学の進歩が止まる。従って計測は科学の母(**mother of science**)と言ってもよい。実際に研究のフロンティアは計測の進歩によって拡大されている。
- 計測学は、物理学、化学というディシプリンの平面的な区分けの中に置くのではなく、**すべての領域に対して独自の関係をもつ一つの「メタサイエンス」**と考えることである(「メタ計測学」)。

➡ 2010年実施:科学の未解決問題のための計測ニーズ俯瞰WS



# 科学における未解決問題に対する 計測ニーズの俯瞰調査(2010年度):概要

- 「mother of scienceとしての計測」にフォーカス
- 「科学における未解決問題」において必要となる「計測ニーズ」を俯瞰的に調査。
- 有識者インタビュー、アンケートによって意見を収集し、ワークショップによって内容を確認。各分野の課題リスト、水準(特徴)とトレンド、全体の俯瞰図を導出。大きな視点から以下の点が明らかになった。
  - 計測ニーズの60%が「生命科学」分野
  - より複雑な現象解明へ取り組むための計測ニーズが多い
  - 未来予測も含めた計測ニーズが含まれる(4次元レンズ)
- 計測ニーズ(ウォンツ)は、「メジャメント」と「キャラクターリゼーション」のどちらを目的としているか分離し、さらに測定可能な物理量(メジャラント)に落とし込む作業があつてこそ、計測技術の開発がスタート可能(ニーズとシーズの邂逅)。
- ニーズと幅広いシーズとの邂逅の場の設定が重要

調査報告「科学における未解決問題に対する計測ニーズの俯瞰調査」(2011年3月発行)  
 科学新聞「科学における未解決問題に対する計測ニーズ俯瞰」6回にわたり連載

# CRDS計測横断G

## 生命科学計測技術のニーズ・シーズ邂逅方針

- 生命科学が扱うべき空間スケールは、分子・細胞レベルから組織・器官・個体、さらには、マクロな生態系にまで広く分布している。
- 今年度は、このうちマクロスケールの「海洋生物多様性に資する計測技術」に注力する。
  - TEEB:生物多様性の経済効果→根拠となる多様性評価法は？
  - COP10愛知目標→海域の10%の保全→基礎データは？
  - 「より複雑な現象解明」、「未来予測も含めた計測技術」という昨年度調査によって出た計測ニーズにマッチ
  - ニーズ・シーズとの邂逅が必要な「課題解決型研究」である

# ニーズとシーズの邂逅プロセス

## 計測ニーズ

**メジャメント**  
: 定量・定性的に測りたい

**キャラクターリゼーション**  
: 現象や機能などを理解したい

- 海洋生物学・生態学
- 海洋生物分類学
- 水産学
- 海洋環境学
- 海洋環境経済学
- 海洋政策

計測機器はつくりえない。  
このようなことが計測できれば解明  
できると思うが・・・

↓ 学問的な流れとかけ離れて出発

必要条件



邂逅に向け

<各科学計測の体系づくり>  
ある指標が計測できると未解決問  
題のどこまで解明できるのか整理

中間的な研究者

↑ できることから出発

専門のことはわからん。  
何を測定すべきか明確な指標で示し  
てくれば開発可能だ・・・

十分条件

## 計測シーズ

**計測フロンティア**  
: 計測の極限化

**各科学計測**  
: 計測の普遍化

<メジャランドの設定>  
測定可能な物理量

- 計測学・分析化学
- リモートセンシング
- バイオテレメトリー
- フェムト秒レーザー
- 超音波、ソナー
- バイオロギング
- 海洋ロボット
- バイオセンシング
- DNAチップ、シーケンサ

## 生態系サービス(量×機能)の明確化と持続的利用

### 1. 外因的なインパクトに対する人間活動への影響【未来予測】

- 気候変動、水質汚染、乱獲、生息域破壊、福島放射能汚染物の流出など
- 地球温暖化(1.5~2.5℃上昇)により、希少生物絶滅リスク20~30%上昇。
- 生物多様性損失はプラネタリー・バウンダリーの中で最も危機的な状況。
- 温度上昇等によるバイオセキュリティ(病原菌、害虫、侵入外来種など)の観点からも調査が必要
- 今後も海洋再生可能エネルギーや、CO<sub>2</sub>貯蔵など、更なる海洋生態系サービスの開発が活発化。

### 2. COP10愛知目標にともなう保護地域の特定【政治学と科学】

- 2020年までに少なくとも海域の10%を保護地域などにより保全することが示された。
- 現在の保護区は0.11%にしかすぎない。それでは保護すべき場所の定義は？

### 3. TEEB(生態系と生物多様性の経済学)の国際的な活発化に対する科学的知見の提供【経済学と科学】

- 日本は世界第6位のEEZ(排他的経済水域)を有するにもかかわらず海洋資源の把握が不十分。

# 日本の排他的経済水域(EEZ)

	領土面積		領海+EEZの面積		EEZ体積	
1	ロシア	1,710 万km <sup>2</sup>	米国	762 万km <sup>2</sup>	米国	40.5 百万km <sup>3</sup>
2	カナダ	998 万km <sup>2</sup>	オーストラリア	701 万km <sup>2</sup>	オーストラリア	23.0 百万km <sup>3</sup>
3	米国	963 万km <sup>2</sup>	インドネシア	541 万km <sup>2</sup>	キリバス	21.8 百万km <sup>3</sup>
4	中国	960 万km <sup>2</sup>	ニュージーランド	483 万km <sup>2</sup>	日本	15.8 百万km <sup>3</sup>
5	ブラジル	851 万km <sup>2</sup>	カナダ	470 万km <sup>2</sup>	インドネシア	12.7 百万km <sup>3</sup>
6	オーストラリア	769 万km <sup>2</sup>	日本	447 万km <sup>2</sup>	チリ	12.5 百万km <sup>3</sup>
	...					
61	日本	38 万km <sup>2</sup>				

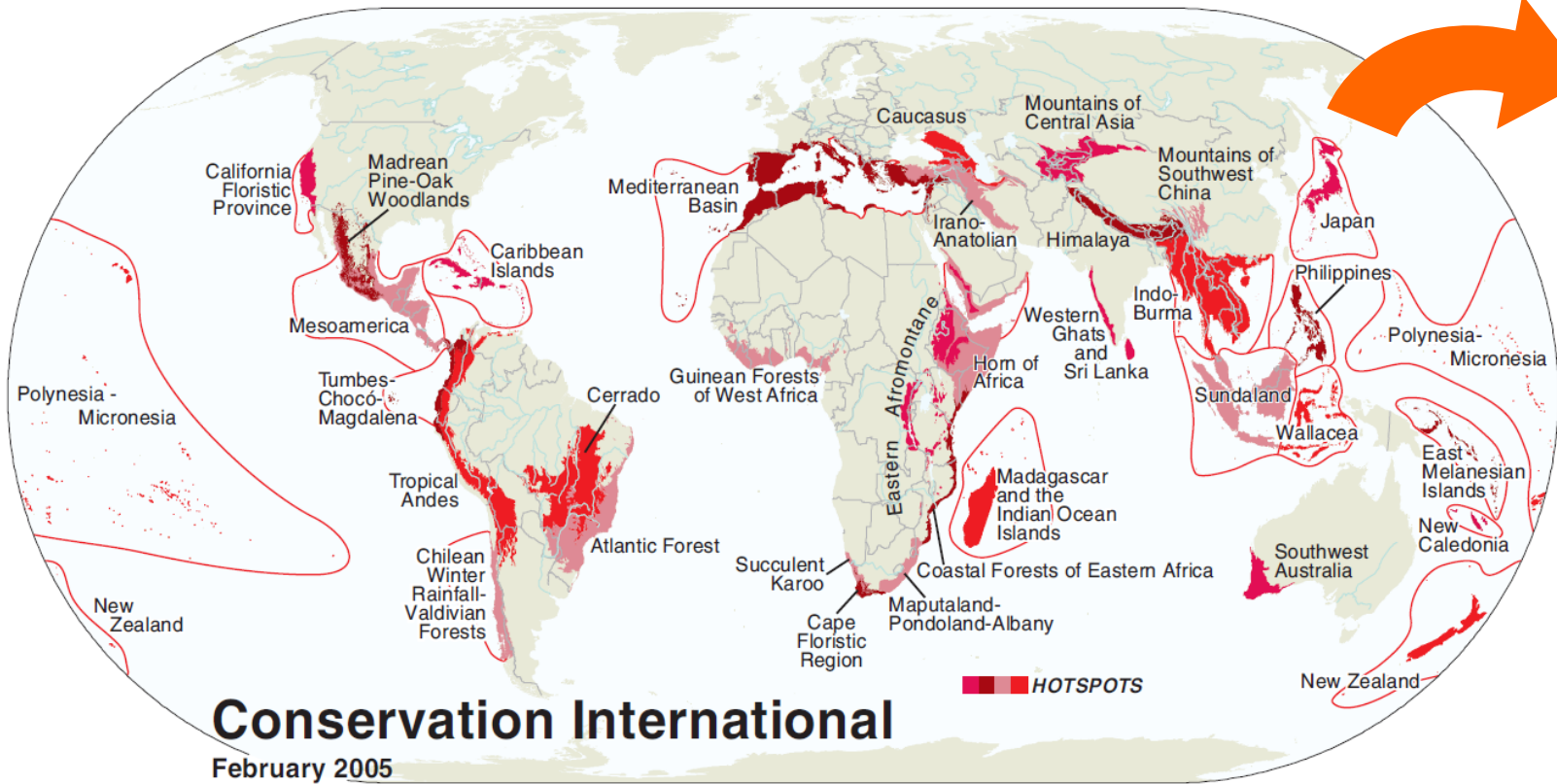
※領土面積は2008年国連データ、領海+EEZは2009年海洋白書、EEZ体積はShip & Ocena Newsletter 123より



**排他的経済水域まで含めると世界6位の広さ  
深さを掛けた体積で見ると世界4位**

- 広大な海洋の資源の把握は？
- 局所の理解は、全体の把握へと繋げられるか？
- 海域の特性に応じた測定の可能性？  
(北:オホーツク海、南:沖ノ鳥島、西:珊瑚礁)

# 生物多様性のホットスポット



Conservation International  
February 2005

**日本は生物多様性のホットスポット**  
**約3万4千種の多種多様な生きものが生息**  
**(確認されている全海洋生物の約15%)**

## 日本近海は豊かな海

**世界の15% 3万4000種生息**  
**海洋機構**  
**など調査**

日本近海は深海生物まで含めるとバクテリアからほ乳類まで約3万4千種のび多様な生きものが生息している。海洋研究開発機構などの研究グループが突き止めた。海洋面積は全世界の1%にも満たないが、確認されている全海洋生物の約15%にあたるという。

海洋機構海洋生物多様性研究プログラムは藤倉克則チームリーダーは「オーストラリアと並び、日本近海は深海生物まで含めるとバクテリアからほ乳類まで約3万4千種のび多様な生きものが生息している。海洋研究開発機構などの研究グループが突き止めた。海洋面積は全世界の1%にも満たないが、確認されている全海洋生物の約15%にあたるという。」

日本近海は深海生物まで含めるとバクテリアからほ乳類まで約3万4千種のび多様な生きものが生息している。海洋研究開発機構などの研究グループが突き止めた。海洋面積は全世界の1%にも満たないが、確認されている全海洋生物の約15%にあたるという。

海洋生物種が多かった。より多様性に富んでいて対象海域を考慮すれば日本の方がオーストラリアを遥かに上回る。四方を海に囲まれる日本は世界屈指の海洋生物種が豊富であることが科学的に裏付けられた。海洋機構は京都大、東京大などと共同で、1953年以降の文献を分析した。今回の調査結果は2日付の米科学誌「プロシエ」に掲載された。日本の排他的経済水域（EEZ）内を日本近海とみている。バクテリアからほ乳類まで含めて3万3629種が確認された。タコ、イカなどの軟体動物が最も多く8658種、カニ、エビなどの甲殻類が6232種と続いた。今後とも約4倍の12万1913種が予測されるという。海洋生物種が豊富なのは、日本が南北亜熱帯、北は冷帯と多様な気候が混在することや、地球を覆う岩板（プレート）境界があるなど海底地形が複雑な点が影響している。

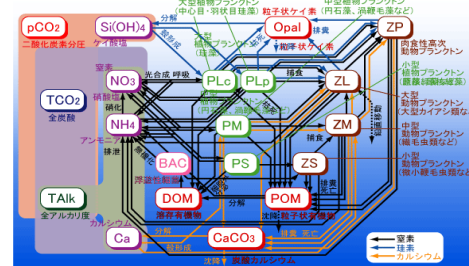
日本近海的主要な生物種	
タコ、イカなどの軟体動物	8658種
エビ、カニなど甲殻類	6232種
魚類	3790種
原生生物の有孔虫(ゆうこうちゅう)	2321種
イソギンチャクやサンゴなどの刺胞動物	1876種
バクテリアからほ乳類まで含めた総数	33629種

日経新聞 2010年8月3日

# 生物多様性に関する計測技術の位置付け

多様性の状態を**把握する**

多様性の状態を解析し**予測する**

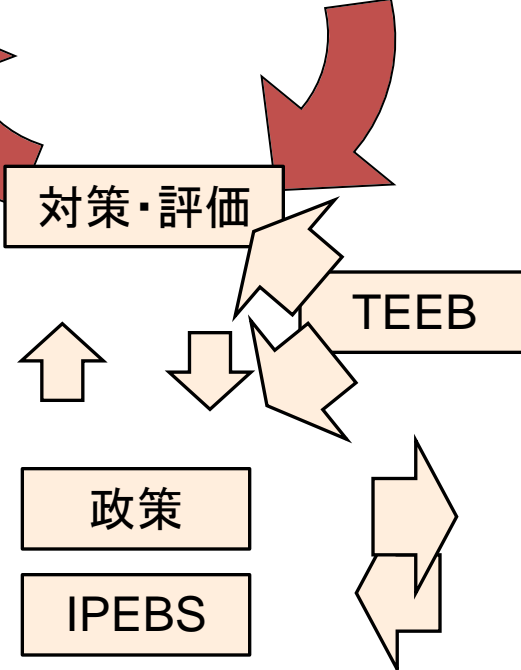


↑  
科学技術  
の深化

計測ニーズ

↓  
社会的  
な取組

予測に基づく**対策を打つ**



生態系サービス



# インタビュー調査

インタビュー対象（敬称略）	月日	専門内容	キーワード
石丸 隆(海洋大・教授)	7/22	海洋生物学	自動昇降ブイ
竹山春子(早大・教授)	8/02	マリン・バイオテクノロジー	珊瑚礁、メタゲノム
小池勲夫(琉球大・監事)	8/03	海洋生物地球化学	生態系サービス
浦 環(東大・教授)	8/11	海中ロボット学	水中自動走行ロボット
安岡善文(CRDSフェロー)	8/11	リモートセンシング	
和田時夫(中央水研・所長)	9/15	水産学、環境学	海洋空間計画
才野敏郎(JAMSTEC・PD)	9/21	海洋生物学	生物多様性を物質循環で
宗林由樹(京大・教授)	9/30	環境解析化学	微量金属元素
宮下和士(北大・教授)	10/3	水産科学	バイオロギング
寺島紘士(OPRF常務理事)	10/28	海洋政策	現状を把握する科学的知見重要
張 勁(富山大・教授)	11/29	化学海洋学	同位体計測
菊地 淳(理研)	11/30	代謝、NMR	NMRでバイオマーカー見付ける
西 達也(ジナリス)	12/2	ゲノム解析	
北川正成(タカラバイオ)	12/8	ゲノム解析	
豊田岐聡(大阪大学)	12/8	質量分析	
染川智弘(レーザー総合研)	12/9	レーザー	

# インタビュー結果

## 《計測情報》

- 物理情報：水温、流れ、海面高、風、光の進入深さ、電気伝導度など
- 化学情報：栄養塩、溶存酸素濃度、pHなど  
微量金属元素(濃度、存在比率、同位体比)、同位体
- 生物情報：クロロフィル、プランクトン、微生物、魚類、哺乳類  
形態分類、DNA  
卵→幼生→親の成長過程(一箇所に留まらない)

## 《計測の現状》

- サンプルング計測(船舶、実験室)
- 染色イメージング
- 魚群探知機
- 係留ブイ
- 目視、水中ビデオ
- CPR(連続プランクトン採集器)
- VPR(ビジュアル・プランクトン・レコーダー)
- バイオロギング(超小型カメラ、加速度センサ、メモリ)
- 海中ロボット(ROV、AUV、グライダー)
- AUVにDNAチップの積載

## 《計測ニーズ》

- その場計測(リアルタイム、in-situ、連続計測、テレメトリ)
- 環境情報(物理情報、化学情報)と生物情報の相関分析
- 生物の非接触計測(触るとバラバラになる生物)
- 海洋におけるCO<sub>2</sub>吸収と酸性化のメカニズムの解明

## 《機器の課題》

- 高度なセンサーの不足
- センサー寿命
- 電源高度化
- 耐圧化・防水化

## 《キーワード》

- ARGOブイ(国際コンソーシアム)
- センサス・オブ・マリンライフ
- 海洋空間計画(Marine Spatial Planning)
- メタゲノム解析による初期予兆(赤潮発生など)
- 海洋微生物の99.9%は培養できない
- メルクマールとしてのサンゴ礁生態系
- 生態系のカタストロフィ分析
- キー・ストーン・スピーシーズ
- コバルトリッチクラスト
- グーグルシーフロア(海洋生物情報のデータベース化)
- GEOTRACE(An International Study of the Marine Biogeochemical Cycles of Trace Elements and Their Isotopes)
- オーシャン・トラッキング・ネットワークプロジェクト(カナダ)
- 科学的な根拠にもとづく稚魚の放流
- EEZ管理法制定の必要性
- 海洋と宇宙の連携
- 米国:NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)
- フランス:海洋保護区庁

## 《ファンディングの課題》

- 工学など異分野との連携
- 予算の継続的措置
- ファンディング・エージェンシー、利用者グループ、技術者グループの三位一体化

# 計測ニーズのトレンド・キーワードの分類

大分類	中分類	トレンド・キーワード
1次的認識	二次元(面的)	高空間分解能、遠隔・非接触計測、ネットワーク化、オンライン
	三次元(空間的)	界面・内部計測、非浸襲計測、同一環境・その場計測
	四次元(時間・空間的)	リアルタイム、常時／間欠計測、高時間分解能
2次的認識	情報処理	データ処理自動化、3次元化、未来予測、シミュレーション連動
	モデル化(カテゴライズ)	多階層同時計測、多因子同時計測、センサフュージョン、網羅性、ダイナミックレンジ、ノイズ処理
	比較(トレーサビリティ)	標準データベース、認証標準物質、標準化、前処理自動化
	前処理	高選択性、高効率化
機器固有	基本性能	高感度化、定量性、高信頼性
	経済性	低コスト化、ハイスループット化、微量化
	利便性	小型化、高速化、簡便化、軽量化、モバイル化、前処理自動化
	エネルギー	低消費電力化

出典：調査報告「科学における未解決問題に対する計測ニーズの俯瞰調査」(2011年3月発行) JST-CRDS  
<http://crds.jst.go.jp/output/pdf/10rr01.pdf>

# 海洋生物多様性の把握に関する邂逅

	測定手段	物理量				化学量		生物量				
		水温	密度	流れ	光量	O, N, P, COx	栄養塩	遺伝子	原核微生物	プランクトン	高次生物	生物種
観察・計測・モニタリング	リモート・センシング イメージング											
	画像・映像解析 技術											
	音響技術											
	バイオテレメトリ・ バイオロギング											
	分析化学 手法											
	ゲノム解析技術											
その他	対象採取											
	ICT 情報通信											
	解析(インフォマティクス)											
	モデル化											

## ◆プラットフォーム

衛星、船、係留システム、ROV、AUV、グライダー

## ◆生息区分

水平：汽水、内湾、沿岸、外洋  
鉛直：表層、中層、深層、底層

# 海洋生物多様性の把握に関する邂逅（計測ニーズ）



	測定手段	物理量				化学量		生物量				
		水温	密度	流れ	光量	O, N, P, COx	栄養塩	遺伝子	原核微生物	プランクトン	高次生物	生物種
観察・計測・モニタリング	リモート・センシングイメージング	<ul style="list-style-type: none"> <li>○沿岸では、透明度も重要</li> <li>○迅速な鉛直プロファイルの取得</li> <li>○継続的な観測(係留系)</li> <li>○広域的な観測(曳航体, AUV)</li> <li>○海底環境(底質)の測定</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>○CO<sub>2</sub>分圧、pH、溶存酸素</li> <li>○N,Cなどの同位体トレース</li> <li>○可搬できる小型質量分析計</li> <li>○精密な自動観測</li> <li>○時定数の小さいセンサー</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○海洋生態系における高次生物の計測技術</li> <li>○現場でのDNA抽出、増幅技術</li> <li>○現場での遺伝子情報の網羅的解析技術</li> <li>○生物種別の生物量と個体サイズ分布の同時計測技術</li> <li>○海洋生物の鳴音の収集とライブラリー化</li> <li>○ビデオ観察(大型から微小生物まで)</li> <li>○音響観測(各サイズ対応, 生物量の測定)</li> <li>○生理活性の自動測定</li> <li>○遺伝子の計測技術</li> </ul>				
	画像・映像解析技術											
	音響技術											
	バイオテレメトリ・バイオロギング											
	分析化学手法											
	ゲノム解析技術											
その他	対象採取					<ul style="list-style-type: none"> <li>○各層海水の迅速な採取</li> <li>○堆積物の確実な採取</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○小型生物の各層採集</li> <li>○広域的な連続採集</li> <li>○高速遊泳生物の採集</li> </ul>				
	ICT情報通信											
	解析(インフォマティクス)											
	モデル化											
							<ul style="list-style-type: none"> <li>○物理量、化学量との一体的解析</li> <li>○各種のデータベースの構築と連携</li> </ul>					
							<ul style="list-style-type: none"> <li>○大規模海洋生態系を対象とした生態系の動態モデルの構築</li> <li>○種の特性を反映できる生態系モデルの開発</li> </ul>					

## ◆プラットフォーム

衛星、船、係留システム、ROV、AUV、グライダー

## ◆生息区分

水平: 汽水、内湾、沿岸、外洋  
 鉛直: 表層、中層、深層、底層

# プログラム

(敬称略)

13:00～13:05 主催者挨拶 吉川 弘之(JST/CRDS)

13:05～13:20 趣旨説明 佐藤 勝昭(JST/CRDS)

## セッション1. 海洋生物学者からのニーズの提示(1)

13:20～13:40 小池 勲夫(琉球大学)

13:40～14:00 和田 時夫(水産総合研究センター)

## セッション2. 海洋生物学者からのニーズの提示(2)

14:00～14:20 安岡 善文(CRDS)

14:20～14:40 張 勁(富山大学)

14:40～15:00 石丸 隆(東京海洋大学)

15:00～15:20 <休憩>

15:20～15:40 宮下 和士(北海道大学)

15:40～16:00 菊地 淳(理化学研究所)

## セッション3. 計測技術者からの提案

16:00～16:10 椎名 毅(京都大学)

16:10～16:20 染川 智弘(レーザー総合研究所)

16:20～16:30 中野 義昭(東京大学)

16:30～16:40 豊田 岐聡(大阪大学)

16:40～16:50 北川 正成(タカラバイオ)

16:50～17:00 小菅 一弘(東北大学)

## セッション4. 総合討論

17:00～18:00

◆懇親会 18:00～19:30

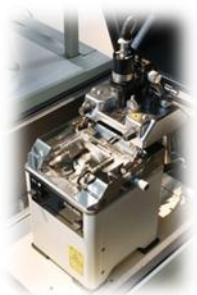


日本国キログラム原器



「SPring-8」

# ご清聴ありがとうございました



走査型原子顕微鏡



X線回折分析装置

# 文部科学省：海洋生物多様性研究の取組への期待

- 環境政策に直接関係する研究については、環境省においても環境研究総合推進費により推進しているところであるが、海洋の生物について、種及びそれぞれの種の生態など、わかっていない事が多いため、基礎的な知見の充実を期待。

- 例)
- ・生物学、分類学等の充実
  - ・海洋の生物種の多様性と現状把握方法の確立
  - ・生態系の構成や機能(生態系を構成する生物種間の関係性等)
  - ・生態系を捉えるための指標種の設定等、生態系評価手法の確立
  - ・自然再生技術開発に必要な基礎的研究(環境劣化要因の寄与度、指標種の生態等) 等

- これらの研究に不可欠な海洋における調査の推進への貢献を期待。

# 海洋生物多様性の把握：計測ニーズ(上位)



- 既存の生物多様性モニタリングは、どう向上できるか？
- 生物の構成と分布は、環境変化(ストレッサー)に対してどのように応答するか？
- どのようにホットスポット(多種生物の生息地域)はつくられるのか？
- 局所のメカニズム理解は、全体メカニズム把握へ繋がられるか？
- 生態系サービスの環境変化(ストレッサー)に対する影響は？
- 生物多様性損失の危険エリアは、どのように検知できるか？
- 何の因子が生態系の変化をドライブしているか？
- 生物多様性減少の未来予測(モデル構築)には、どのような情報が必要か？

現状把握

メカニズム把握

予兆発見

未来予測

\* Attaining an Operational Marine Biodiversity Observation Network (BON) Synthesis Report

# 海洋生物多様性の把握：計測シーズ(現状)

