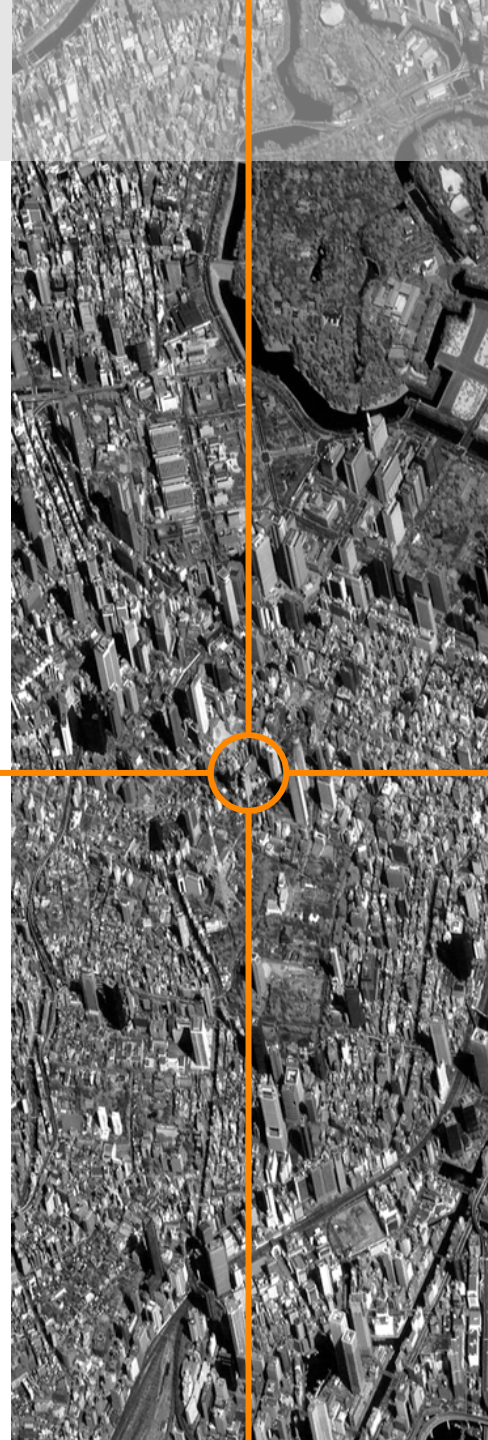


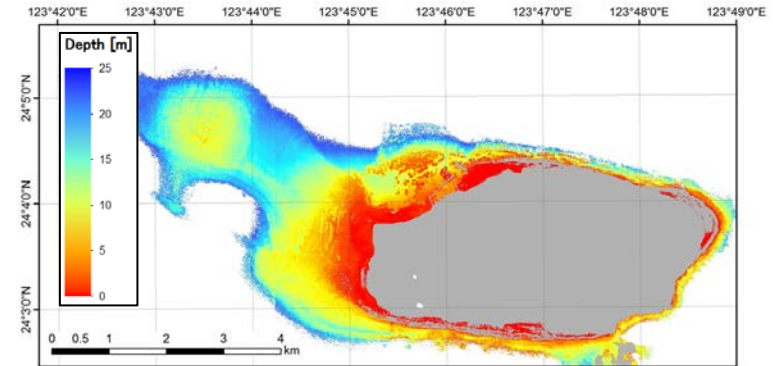
沿岸情報マッピング サービスの取り組み

一般財団法人リモート・センシング技術センター
研究開発部 利用技術グループ
佐川 龍之
sagawa_tatsuyuki@restec.or.jp

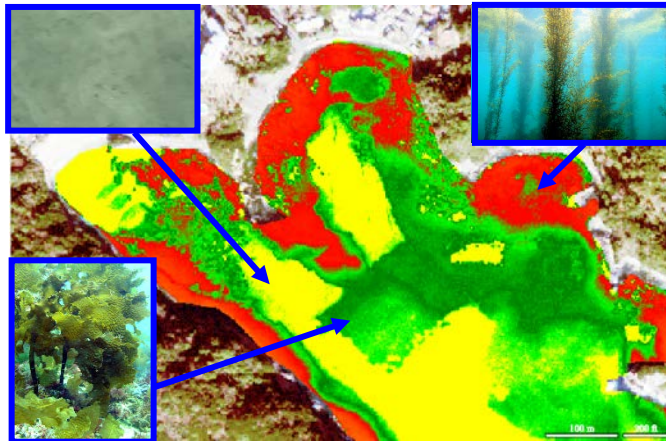


RESTECの主な沿岸情報マッピングサービス

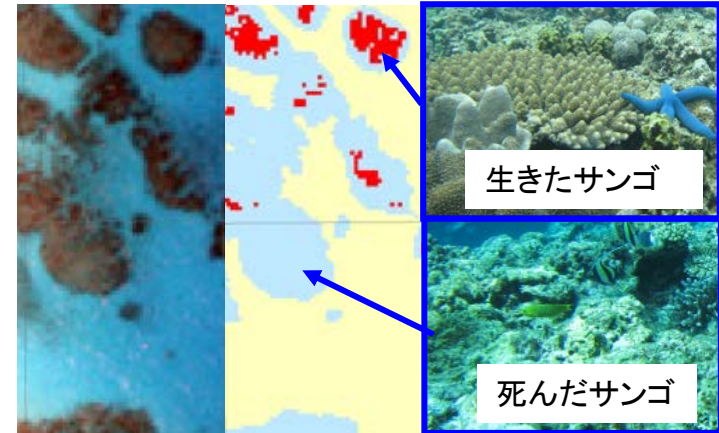
- SDB(衛星画像推定水深)
 - 衛星画像から推定した水深情報はSDBと呼ばれている。SDBは船による調査が困難な浅海域で有用。
- 沿岸環境マッピング
 - 藻場、サンゴ礁、干潟またはマングローブなどは沿岸域の生物の生息場として重要で、保全のためのモニタリングの取り組みが世界的に行われている。



SDB



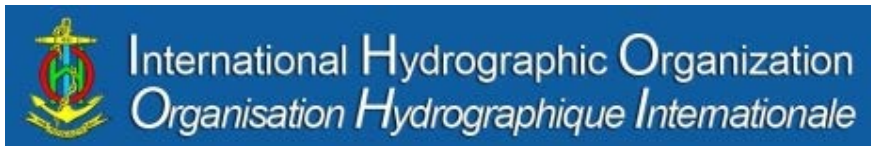
藻場



サンゴ礁

SDBの概要

- 近年衛星センサの性能向上に伴い各国水路機関がSDB (Satellite Derived Bathymetry) に注目している。
- SDBは、水深20m未満程度の浅海域で、船による測量が困難なエリアの水深把握に適している。また、SDBは大震災等の災害時の航路障害物調査や海図に準じた参考図、海図の無いエリアの等深線図の作成や津波シミュレーション等学術的な調査への利用が期待できる。
- これまで、世界的にはフランス海軍水路部 (SHOM) が、海外領土の島嶼部など透明度の高い海域でSDBの海図への活用を行ってきた。
- 日本国内においては (一財) 日本水路協会が、(公財) 日本財団の助成を受けて2014年度より日本沿岸へのSDBの実用化に向けた本格的な取り組みを実施 (RESTECが調査を受注し、海上保安庁とも共同研究)。



SDBに関するRESTECの取り組み

- 2013-2017年度 水深推定技術の研究開発 (RESTEC)
 - 水深推定の基礎技術について研究開発。山口大学とも一部共同研究。
- 2014-2016年度 衛星画像を用いた浅海域水深情報の把握の調査研究 (日本水路協会)
 - 海上保安庁とも共同で、日本沿岸域へのSDBの実用化に向けた調査研究を実施。
- 2015-2016年度 衛星画像を用いた浅海域の水深推定方法に関する調査研究 (新技術振興渡辺記念会)
 - 解析手法の自動化に向けた調査研究を実施。
- 2015-2016年度 太平洋地域における気候変動影響評価等支援業務 (環境省)
 - 高潮、高波シミュレーションのための基礎データとしてSDBを使用。

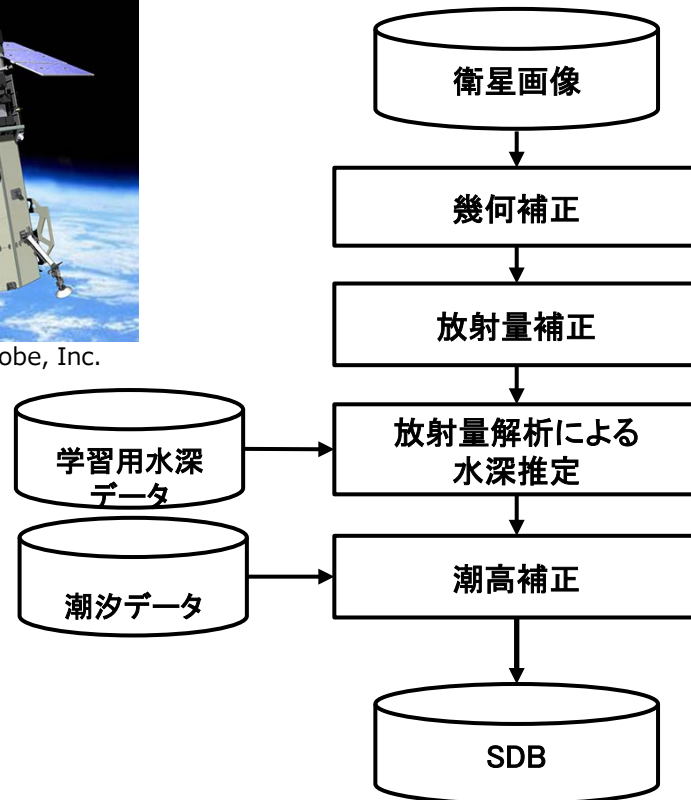
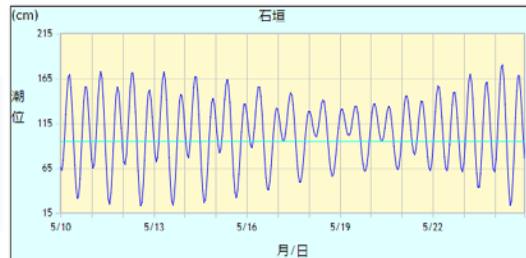
SDB 作成技術の概要

- 光学センサは太陽光の地表からの反射光の強さ(放射輝度)を計測するが、光が水中で減衰するために水深により放射輝度の強さが異なることを利用して水深を推定する。



©DigitalGlobe, Inc.

国土交通省
気象庁
Japan Meteorological Agency



RESTECでは画像解析プログラムを独自に開発

水深算出方法

- 推定水深方法は大きく3つの手法で実施。学習用水深データ(衛星画像の一部に対応する既知の水深値)を用いた方法が実用的であり、学習用水深データを用いない方法は研究中である。

方法	衛星データ以外に必要なデータ	特徴
経験的モデル (empirical model)	学習用水深データ: 3 ライン (データ数100 点以上)	理想的な条件下では高精度の結果が得られる。透明度の高い海域に適している。(Secchi depth > 20 m).
機械学習 (machine learning)	学習用水深データ: 3 ライン (データ数100 点以上) データは無作為抽出である必要があり、経験的モデルよりデータ取得の労力が大きい。	高精度の結果が得られ、経験的モデルよりも柔軟性が高く、適用できる海域が多い。
一般化経験的モデル (generalized empirical model)	データ不要もしくは1点学習用水深データがあれば精度を向上できる。	衛星画像のみからSDBを作成できるが、精度はやや低い。

例: WorldView-2 衛星画像

海域

波照間島周辺

衛星センサ名

WorldView-2

空間分解能

1.84 m

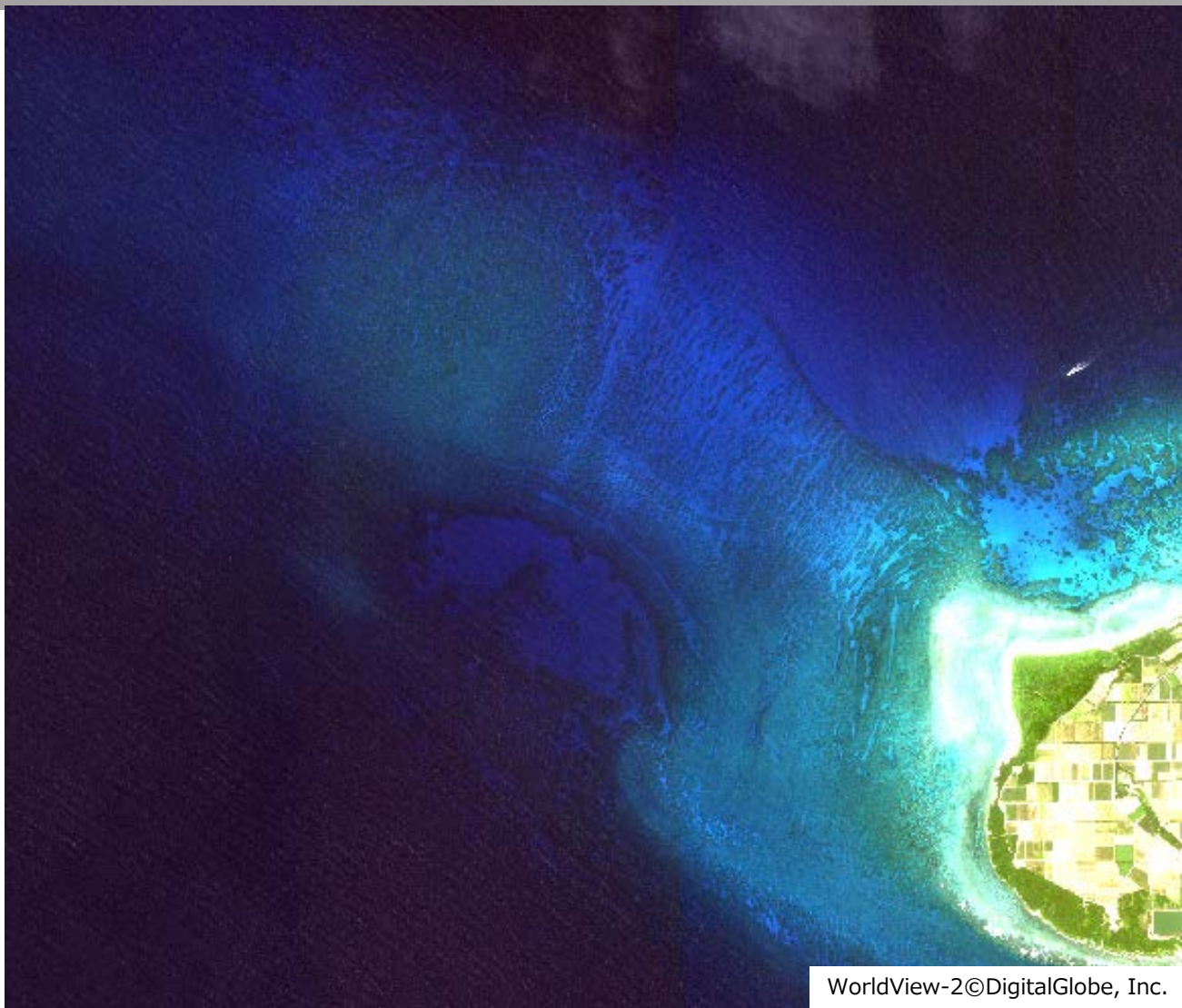
ピクセルサイズ

2.0 m

バンド

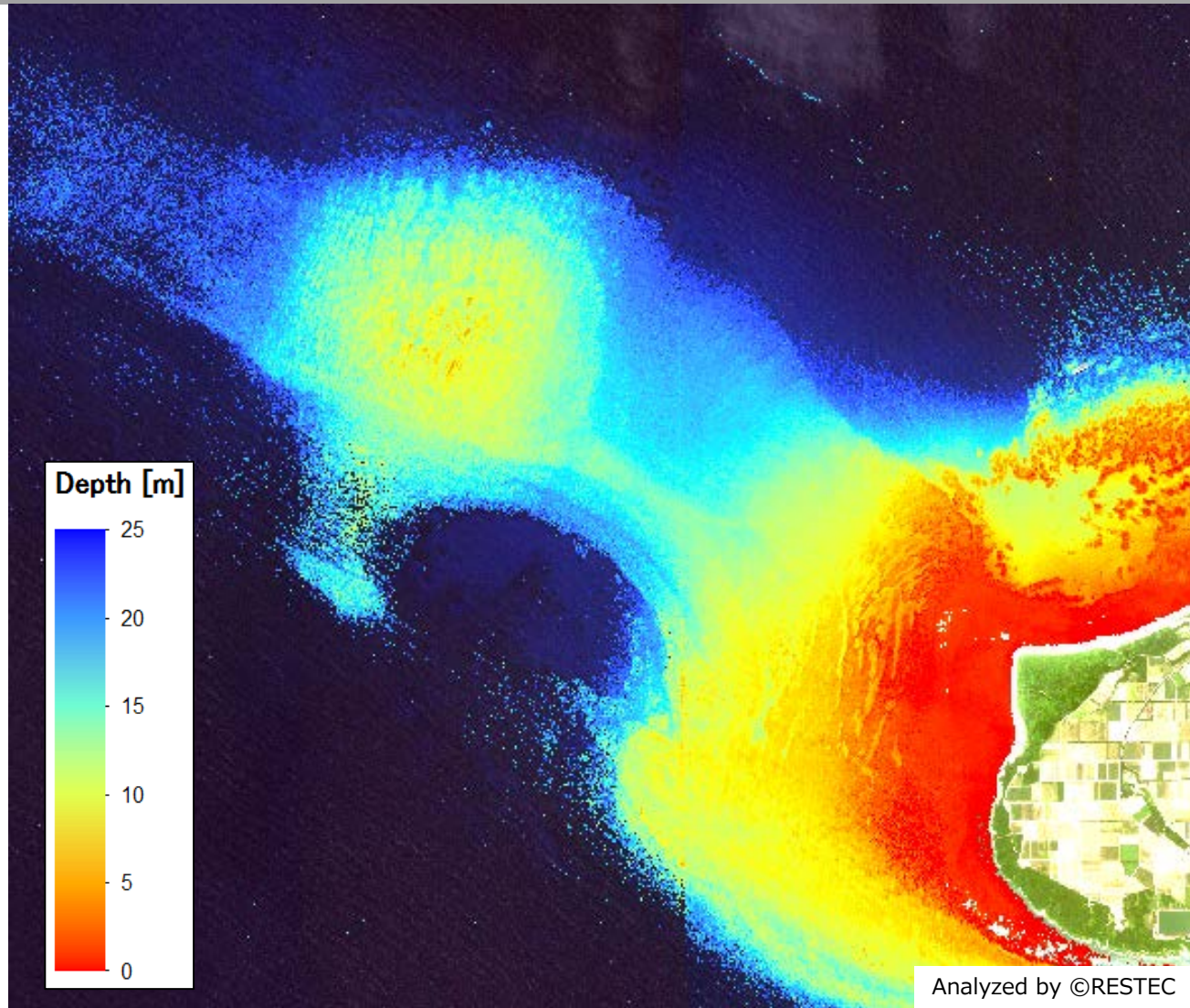
Visible 6

Near Infrared 2

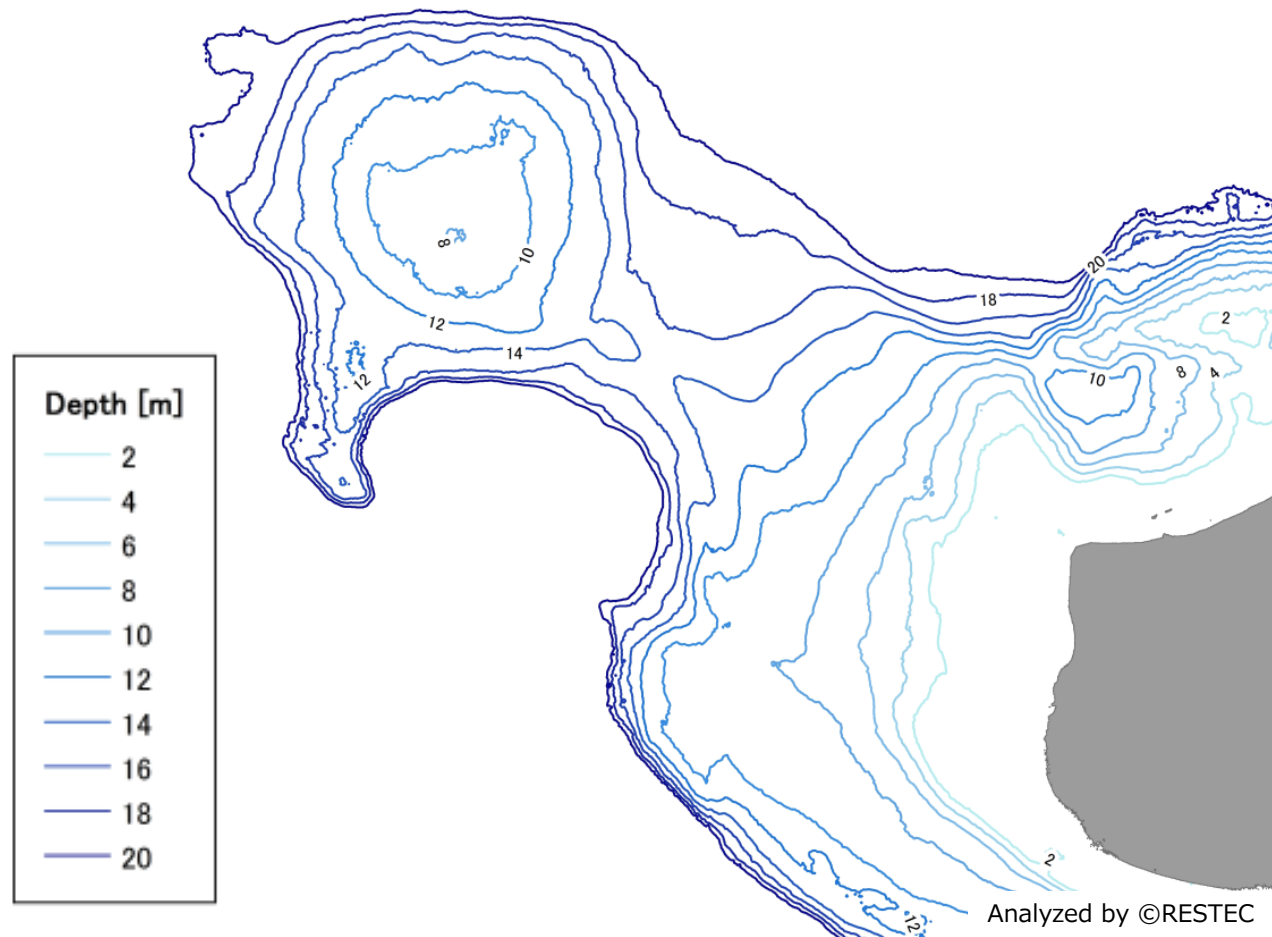


WorldView-2©DigitalGlobe, Inc.

例: SDB



例: SDBから作成した等深線図

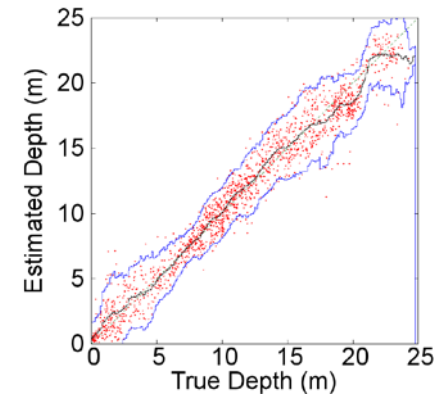


SDB の精度と利点

- SDBの精度

- 理想条件下での精度を下の表にまとめた。
- 誤差 (RMSE: root mean square error)はレーザー測深結果を正解として算出。
- 透明度が低いなどの条件が悪い場合には精度は低下し、解析できない場合もある。

方法	精度
経験的モデル	RMSE: 1 m
機械学習	RMSE: 1 m
一般化経験的モデル	学習データあり: RMSE: 1.5 m 学習データ無し: RMSE: 2.0 m



- SDBの利点

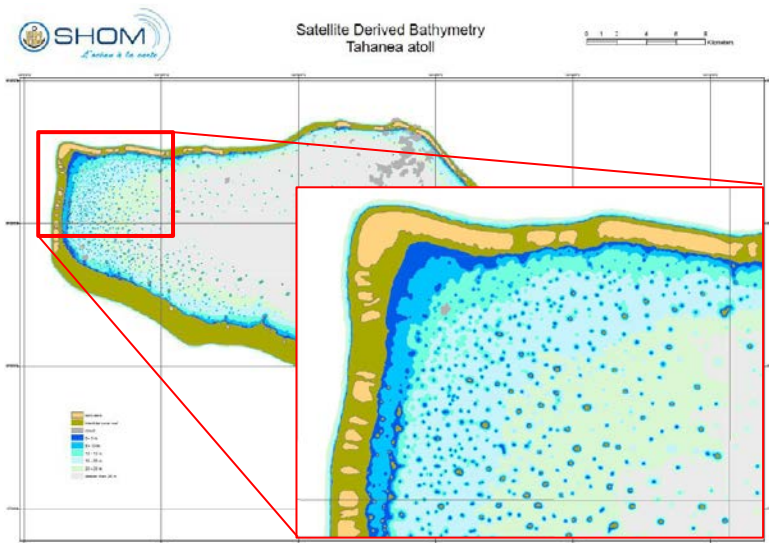
- 空間的に連続的なデータが得られる。
- コストが低い。
- データ作成時間が短い。

方法	コスト
SDB	€25-45/km ²
Lidar	€1,500-2,000/km ²
Multi-beam	€1,000-2,400/km ²

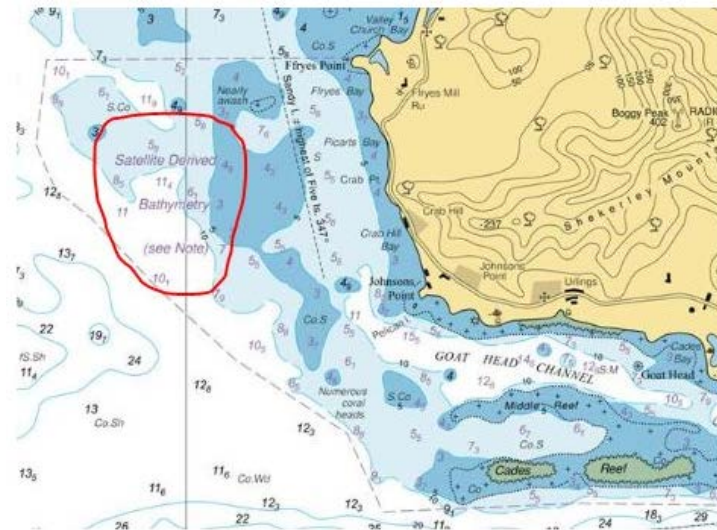
SHOM (2012)

SDB の活用: 海図としての活用

- 仏国
 - SHOM(フランス海軍水路部)では1988年より主に仏領ポリネシアとニューカレドニアの環礁の海図作成にSDBを活用。SDBを段彩で参考表示する方式。
- 英国
 - 2015年にSDBの成果を採用した海図を刊行。海図ではSDBを使用した区域を記載した上で、SDBの水深値を他の水深と同じ書式で表記。
- 米国
 - 2015年12月にSDBの利用を盛り込んだ「US Nautical Manual」の改訂を実施。
 - SDBの水深値は予備調査という位置づけ。等深線の使用のみに用いる。



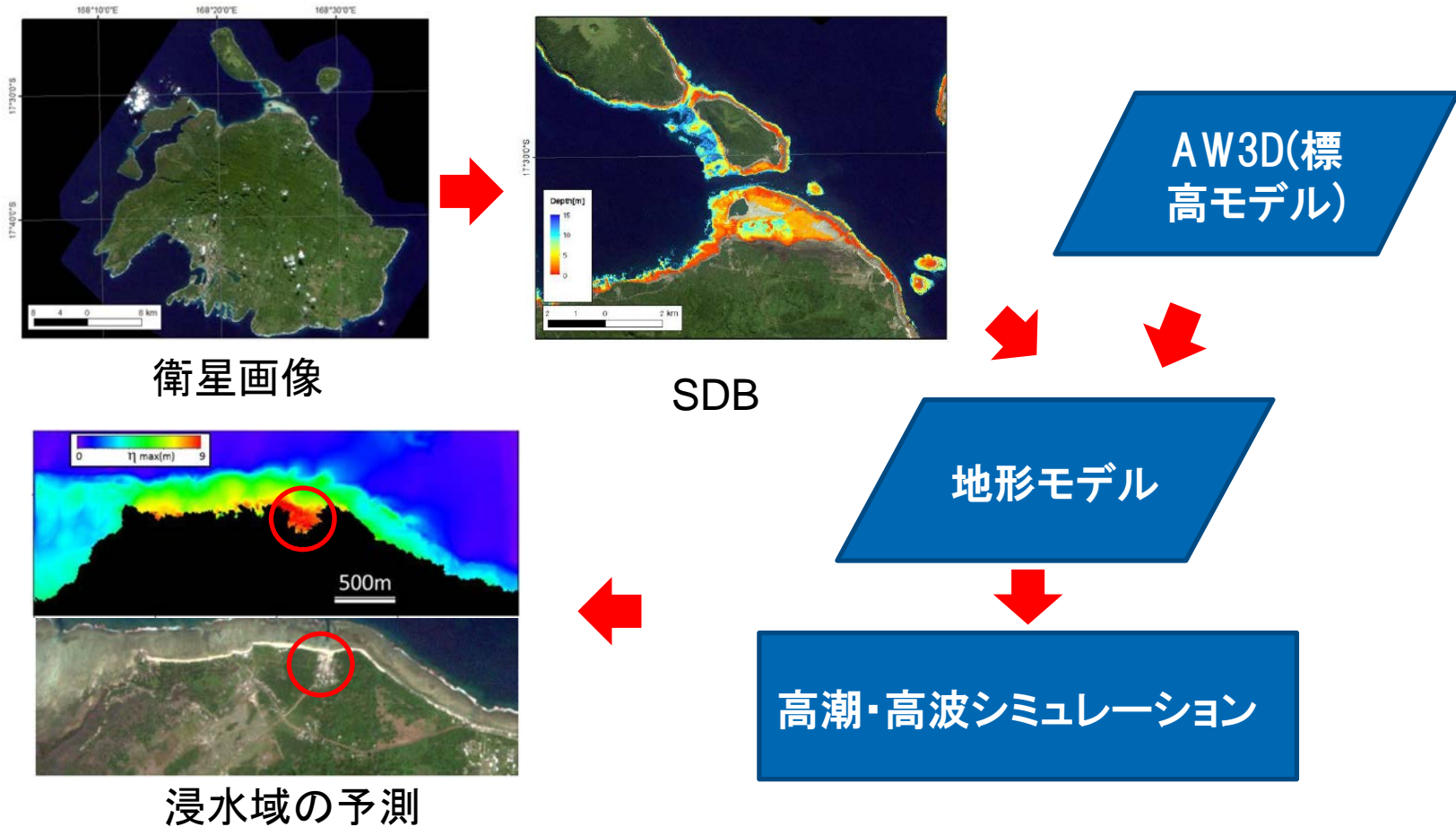
仏国の例<SHOM(2014)>



英国の例<EOMAPホームページより>

SDB の活用: 高潮・高波シミュレーションの基礎データ

- 太平洋地域における気候変動影響評価等支援業務
 - SDBの応用として、高潮、高波シミュレーションのための基礎データとしてSDBを使用。



沿岸環境マッピングの概要

- 藻場、干潟、サンゴ礁、マングローブ、などの沿岸環境は海洋生物の生息場として重要。しかしながら、これらの生息場は人間活動の影響を受けやすく、世界的に衰退していることが報告されている。
- 沿岸生息場の保全は、海洋生態系の保全および人間社会の持続的な発展に不可欠であり、そのためにはモニタリングにより、現状を把握することが必要。
- リモートセンシングは沿岸生息場のモニタリングに有効な方法のひとつである。RESTECではこれまで、リモートセンシングにより藻場、干潟のマッピングを実施。



RESTECの取り組み

- RESTECにおける活動
 - FY2011 衛星光学センサデータを用いた藻場判別手法の検討(JAXA)
 - FY2011 衛星光学センサデータを用いた藻場マッピング利用可能性検討(JAXA)
 - FY2012 平成24年度沿岸域藻場再生モニタリング事業(水産庁)
 - FY2012-2017 沿岸環境マッピング技術の研究開発(RESTEC)
 - FY2013 高空間分解能衛星画像を用いた藻場分布域のモニタリングに関する調査研究(新技術振興渡辺記念会)
 - FY2014 富山湾リモートセンシング調査水柱補正業務(環日本海協力センター)
 - FY2014 藻場・干潟分布把握(環境省)
 - FY2015-2017 瀬戸内海における藻場・干潟分布状況調査(環境省)
 - FY2016-2017 オマーンにおける環境保護方針策定(JICA)
- 教育、技術協力活動
 - JICA, WESTPAC (UNESCO/IOC Sub-Commission for Western Pacific)、東京大学、北里大学

沿岸環境マッピング技術の概要

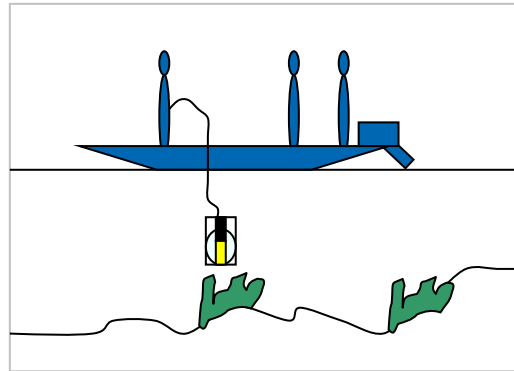
- 藻場の抽出では、光学センサのデータを用いて教師付分類により海底を分類する。
- 大気や水中における光の散乱、吸収の影響を除去する大気補正・水柱補正がコア技術。
- 干潟の抽出ではSDB技術を応用して潮間帯を抽出。



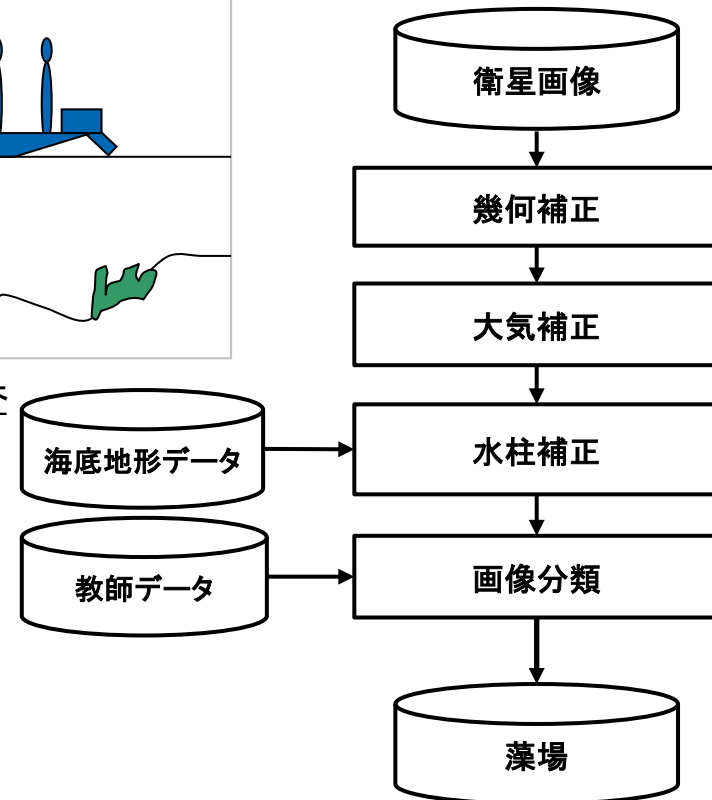
衛星画像



藻場分布図



現地調査



RESTECでは画像解析プログラムを独自に開発

国内活動：瀬戸内海業務概要

● 瀬戸内海における藻場・干潟分布状況調査（環境省、2015）

- － 瀬戸内海環境保全基本計画の変更（平成27年2月）において、藻場、干潟その他の沿岸域の良好な環境の保全、再生及び創出等の取組の推進が盛り込まれた。
- － 瀬戸内海における最新の藻場・干潟分布域及び面積を把握するため、近年、技術向上が進んでいる衛星画像の解析手法を用いて、瀬戸内海における藻場・干潟分布調査を平成27年度より開始。
- － 三洋テクノマリン(株)が受注し、RESTECは藻場、干潟マッピングプロダクトを提供。

平成27年度の成果は環境省ホームページに掲載

<http://www.env.go.jp/water/heisa/survey/result_setonaikai.html>

The screenshot shows the official website of the Ministry of the Environment of Japan. The page is titled "瀬戸内海における藻場・干潟分布状況調査について" (About the Survey of Algal Bed and Tidal Flat Distribution in the Seto Inland Sea). The main text states that the survey was conducted in FY2015 to support the conservation, restoration, and creation of algal beds and tidal flats in the Seto Inland Sea. It mentions that satellite image analysis was used for the survey. A sidebar on the right lists various policy areas and administrative activities.



分布図の例

国際活動：UNESCO-IOC/WESTPAC

- IOC(政府間海洋学委員会)は1960年に発足した海洋科学を促進するための国際機関であり、WESTPACはIOCの西部太平洋地域委員会である。
- IOCの海洋リモートセンシング・プロジェクト(ORSP: Ocean Remote Sensing Project)は衛星リモートセンシングで統合的沿岸域管理(Integrated Coastal Area Management: ICAM)を行うことを目的。
- 2010年より、WESTPAC 域内において埋立てなどの開発の影響により面積の減少が危惧されている海草藻場のマッピングへの取り組みを開始。



国際活動: ROPME-JICA

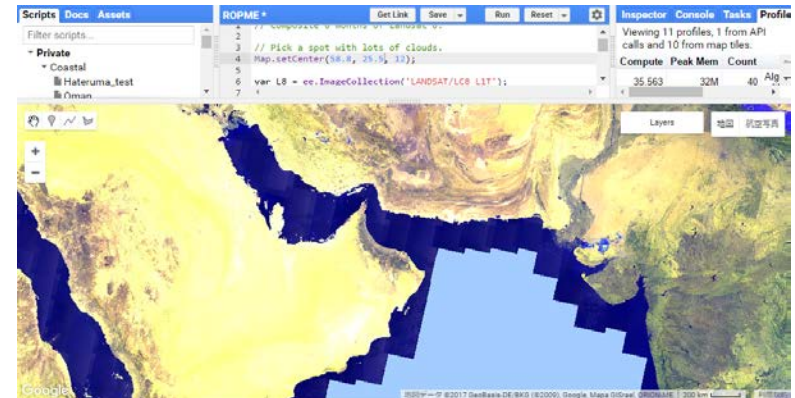
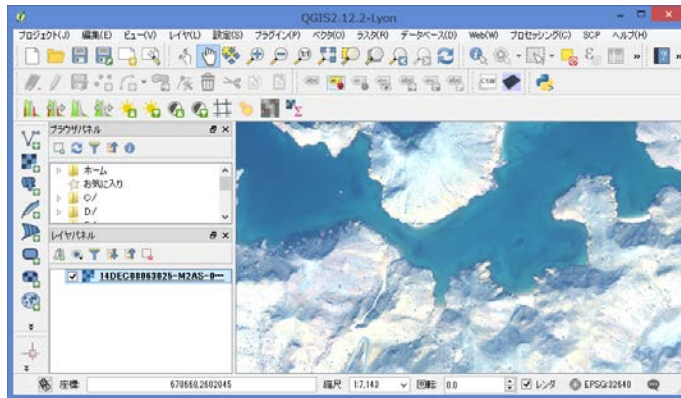
- ROPME(Regional Organization for the Protection of the Marine Environment)とはペルシャ湾岸海洋環境保護機構である。
- ROPME加盟8か国:バーレーン、イラン、イラク、クウェート、オマーン、カタール、サウジアラビア、アラブ首長国連邦。
- JICAは中東諸国との連携強化及びペルシャ湾の海洋環境保護を目的としてROPMEと連携。
- RESTECはいであ(株)、(株)idesと協力して、主にリモートセンシング技術の面から支援。



東京で開催されたROPME-JICAセミナー

国際活動: ROPME-JICA

- オマーン国におけるリモートセンシング研修
 - 基礎研修
 - 沿岸域のマッピング研修
 - Google Earth Engineなどの最新ツールの紹介



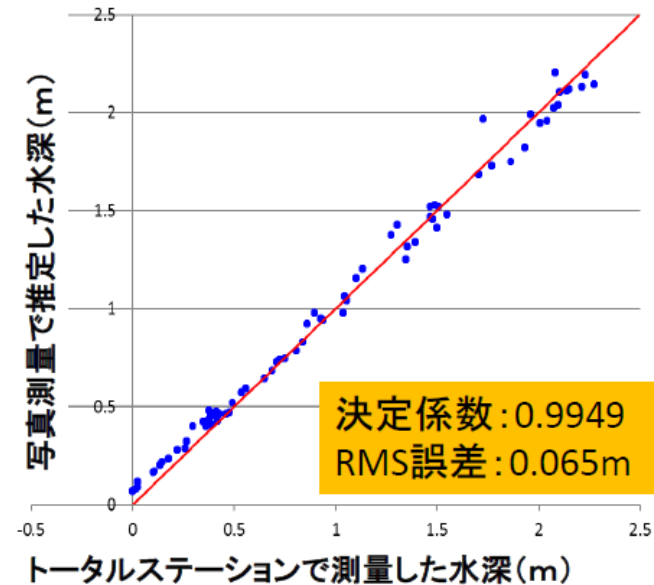
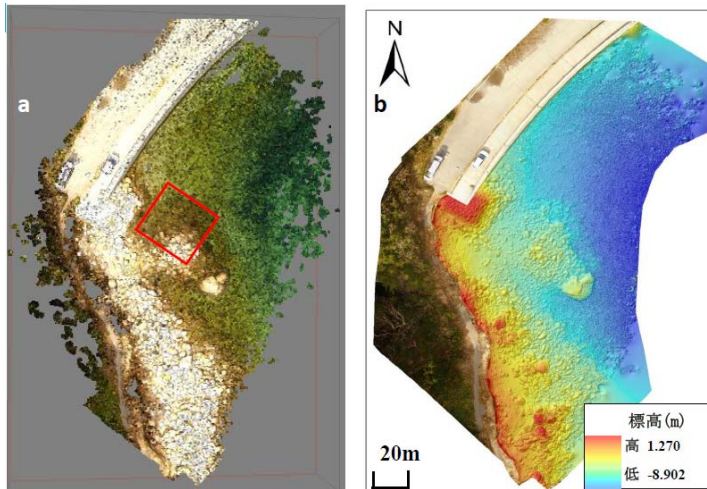
最近の研究: UAV深淺測量

- 目的

- 海底地形の把握を行うために高密度、高精度なデータを低コストで提供する。

- 特徴

- 音響測深が難しい、非常に浅い水深の計測に適している。海底が見える程度の透明度が必要。



* 資料は山口大学提供

RESTECで提供できるサービス

- **プロダクトの提供**
 - SDBや藻場、干潟などの沿岸環境のマップを提供
- **研究開発、調査**
 - 関連分野の新技术に関する調査研究の実施
- **ODA向けのサービス**
 - 海外における技術支援の実施
 - 必要に応じたツールの提供、提案
 - リモートセンシングに関する研修の実施

プロダクトや業務についてのご質問、ご相談などお気軽にご連絡ください。