

ソロモン諸島
海事公社(SIMA)

ソロモン諸島
ソロモン国電子海図策定支援
プロジェクト

ファイナルレポート

2025年12月

独立行政法人

国際協力機構(JICA)

エアロトヨタ株式会社

社基
JR
25-173

目 次

第 1 章 概要

1.1 背景	1
1.2 プロジェクトの目的.....	5
1.3 プロジェクトの概要.....	6
1.4 プロジェクト海域.....	6
1.5 プロジェクト海域の変更.....	8
1.6 プロジェクトの成果.....	10
1.7 プロジェクト実施時の注意点	13

第 2 章 業務の実施状況

2.1 インセプションレポートと実施計画.....	16
2.2 水路測量と海図作成にかかる国際基準.....	16
2.3 水路測量と海図作成にかかるオーストラリアのガイドライン	17
2.4 船の修理	17
2.5 基準点測量と水準測量	
2.5.1 測地基準点標識の設置.....	21
2.5.2 測地基準点の位置の算出.....	23
2.5.3 測地基準点座標の比較.....	28
2.5.4 基準点測量	
2.5.4.1 ホニアラにおける GNSS 測量.....	28
2.5.4.2 ノロにおける GNSS 測量.....	31
2.5.5 ホニアラとノロでの水準測量	
2.5.5.1 ホニアラでの水準測量.....	31
2.5.5.2 ノロでの水準測量.....	32
2.6 海岸線測量と地形測量	
2.6.1 海岸線測量.....	34
2.6.2 地形測量.....	39
2.7 潮汐観測	
2.7.1 ホニアラにおける潮汐観測.....	42
2.7.2 ホニアラにおける常設験潮所と臨時験潮所の比較.....	44
2.7.3 ノロ港における潮汐観測.....	45
2.7.4 ノロ港に設置した RMD と CEETIDE 験潮データの比較	48

2.7.5	ムンダ港とリング港における潮汐観測.....	48
2.8	水路測量	
2.8.1	水路測量の概要.....	50
2.8.2	測量に使用した機器.....	53
2.8.3	水路測量に用いた船.....	54
2.8.4	作業工程.....	55
2.8.5	水路測量の基準.....	55
2.8.6	水路測量の方法	
2.8.6.1	測位.....	55
2.8.6.2	測量機器.....	58
2.8.6.3	測線.....	60
2.8.6.4	浅瀬と航路障害物の調査.....	60
2.8.6.5	補測.....	61
2.8.7	水路測量データ解析の方法	
2.8.7.1	解析データの種類.....	61
2.8.7.2	データ解析の方法.....	62
2.8.7.3	参考図の作成.....	65
2.8.7.4	海底障害物（eO）の抽出.....	65
2.8.8	底質調査.....	66
2.8.9	航路標識の確認と位置測定.....	66
2.8.10	潮流観測.....	66
2.8.11	人工衛星による水深推定（SDB）.....	67
2.8.12	海上での水路測量作業.....	69
2.8.13	現場でのデータ解析.....	75
2.8.14	二次解析.....	78
2.9	ミニ水路測量プロジェクト	
2.9.1	背景.....	78
2.9.2	概要.....	79
2.9.3	測量海域.....	79
2.9.4	MHPにおける作業.....	80
2.9.5	水路測量作業.....	80
2.9.6	データ解析.....	81
2.10	ENC データ・紙海図データの作成	
2.10.1	ENC データ作成の方法.....	82
2.10.2	ENC データの作成	

2.10.2.1	インプットデータ	83
2.10.2.2	作成する ENC と紙海図	85
2.10.2.3	ENC データの作成	85
2.10.2.4	紙海図データの作成	92
2.10.3	ENC, 紙海図の刊行	98
2.11	セミナーの開催	100
2.12	機材の調達	
2.12.1	機材の調達	109
2.12.2	ENC 作成ソフトウェアの選定	110
2.13	合同調整委員会 (JCC)	111
2.14	オーストラリア水路部との三者協議 (TM)	113
2.15	広報	117

第3章 技術移転

3.1	JICA 課題別研修	127
3.2	日本での ENC 研修	
3.2.1	研修の概要	128
3.2.2	研修の成果と評価	129
3.3	AHO での ENC 品質管理研修	
3.3.1	研修の概要	130
3.3.2	研修の成果と評価	132
3.4	OJT (On the Job Training) による技術移転	
3.4.1	基準点測量と水準測量	133
3.4.2	海岸線測量と著目標測量	134
3.4.3	潮汐観測	136
3.4.4	水路測量とデータ解析	136
3.4.5	ENC データ作成	
3.4.5.1	ソフトウェア操作技術の習得	137
3.4.5.2	電子海図データの作成	
3.4.5.2.1	インプットデータの作成	138
3.4.5.2.2	電子海図データの作成	140
3.4.5.3	紙海図の作成	145
3.5	SIMA 職員の能力向上	147

第4章 作業実施工程及び要員派遣実績

4.1 作業実施工程.....	148
4.2 要員派遣実績.....	149

第5章 まとめ..... 150

別添

Annex 1 Station Computation	
Annex 2 e0 list in Honiara	
Annex 3 Floating Aids to Navigation in Honiara	
Annex 4 Aids to Navigation in Munda Bar and Blackett Strait	
Annex 5 MHP report (draft)	
Annex 6 Agenda of the Project Seminar	
Annex 7 Participant List of the Project Seminar	
Annex 8 Presentation materials of the Project Seminar	
Annex 9 JCC-1 Meeting Minutes (*)	
Annex 10 JCC-2 Meeting Minutes (*)	
Annex 11 JCC-3 Meeting Minute (*)	
Annex 12 JCC-4 Meeting Minutes (*)	
Annex 13 JCC-5 Meeting Minutes (*)	
Annex 14 JCC-6 Meeting Minutes (*)	
Annex 15 JCC-7 Meeting Minutes (draft) (*)	
Annex 16 Tripartite Meeting-1 Meeting Minutes (*)	
Annex 17 Tripartite Meeting-2 Meeting Minutes (*)	
Annex 18 Tripartite Meeting-3 Meeting Minutes (*)	
Annex 19 Tripartite Meeting-4 Meeting Minutes (*)	
Annex 20 Tripartite Meeting-5 Meeting Minutes (*)	
Annex 21 Evaluation results of ENC production skills at the end of the ENC training in Japan (備考：別添9から20は内部参照のみ)	

略 語

ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler, 超音波ドップラー流速計
ASCII	American Standard Code for Information Interchange, アスキー, 文字コードの一種
ATC	Aero Toyota Corporation, エアロトヨタ株式会社
AUOC	Australian Use of the Object Catalogue, オーストラリア海図オブジェクトカタログ
AHO	Australian Hydrographic Office, オーストラリア国水路部
C/P	Counter Part, カウンターパート
CAD	Computer Aided Design, 図面作成ツール
CD	Chart Datum, 海図水深基準面
CORS	Continuously Operating Reference Station, 連続観測基準点
DEM	Digital Elevation Model, デジタル標高モデル
DHSDAS	Digital Hydrographic Survey Data Acquisition System, デジタル水路測量データ収集システム
DSM	Digital Surface Model, デジタル地表モデル
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System, 電子海図情報表示装置
EEZ	Exclusive Economic Zone, 排他的経済水域
ENC	Electronic Navigational Chart, 電子海図
eO	Extraneous Object, 険悪物
ETRS89	ヨーロッパ地球基準座標系 1989
EUREF	EUropean REference Frame, ヨーロッパ測地基準系
FIG	International Federation of Surveyors, 国際測量者連盟
GIS	Geographic Information System, 地理情報システム
GNSS	Global Navigation Satellite System, 全地球航法衛星システム
GPS	Global Positioning System, 全世界測位システム
HIPP	Hydrographic Industry Partnership Program, 水路産業パートナーシッププログラム
ICA	International Cartographic Association, 国際地図学協会
IGS	International GNSS Service, 国際 GNSS 事業
IHO	International Hydrographic Organization, 国際水路機関
IMO	International Maritime Organization, 国際海事機関
IMU	Inertial Measurement Unit, 慣性計測ユニット
ITRF	International Terrestrial Reference Frame, 国際地球基準座標系

JICA	Japan International Cooperation Agency, 独立行政法人国際協力機構
JCC	Joint Coordination Committee, 合同調整委員会
LAT	Lowest Astronomical Tide, 天文最低水面
MBES	Multi-Beam Echo Sounder, マルチビーム音響測深機
MHP	Mini Hydrographic Project, ミニ水路測量プロジェクト
M/M	Minutes of Meeting, 会議議事録
NAS83	North American Datum of 1983, 北米測地系 1983
OJT	On the Job Training, オン・ザ・ジョブ・トレーニング
PCA	Primary Charting Authority, 主要海図作成機関
PVC	PolyVinyl Chloride, ポリ塩化ビニル
QA/QC	Quality Assurance/Quality Control, 品質保証/品質管理
RADAR	Radio Detection And Ranging, レーダー
R/D	Record of Discussion, 協議議事録
RENC	Regional ENC Centre, 地域 ENC センター
RM	Reference Mark, 参照点
RTK	Real-Time Kinematic, リアルタイムキネマティック
S-4	IHO standard S-4 “Regulations of the IHO for International (INT) charts and chart specifications of the IHO”, IHO 海図仕様
S-44	IHO standard S-44 “Standards for Hydrographic Surveys”, IHO 水路測量基準
S-57	IHO standard S-57 “IHO transfer standard for digital hydrographic data”, IHO デジタル水路データ転送基準
SBES	Single-Beam Echo Sounder, シングルビーム音響測深機
SD	Standard Deviation, 標準偏差
SDB	Satellite Derived Bathymetry, 衛星画像推定水深
SIG	Solomon Islands Government, ソロモン諸島国政府
SIMA	Solomon Islands Maritime Authority, ソロモン諸島海事公社
SIMSA	Solomon Islands Maritime Safety Administration, ソロモン諸島国海上安全庁
SOLAS	Safety of Life at Sea, 海上人命安全条約
SOLO	Proper name of the GNSS station in Honiara, GNSS 観測局の固有名
SOR	Statement Of Requirement, 要求文書
SRC	Shipbuilding Research Centre of Japan, 日本造船技術センター
SVP	Sound Velocity Profiler, 音速度プロファイラ
SWPHC	South-Western Pacific Hydrographic Commission, 南西太平洋地域水路委員会
TBD	To Be Determined, 未定

TM	Tripartite Meeting, 三者協議
UNCLOS	United Nations Convention on the Law Of the Sea, 国連海洋法条約
UTM	Universal Transverse Mercator, ユニバーサル横メルカトル図法
VHF	Very High Frequency, 超短波
WG	Working Group, 作業部会
WGS-84	World Geodetic System 1984, 世界測地系 1984
ZOC	Zone Of Confidence, ZOC

第1章 概要

1.1 背景

ソロモン諸島は、南太平洋に位置する約 1,000 の島々からなる島国で、陸地面積は 28,500 平方キロメートル（世界第 143 位）と広くないが、排他的経済水域（EEZ）は 159 万平方キロメートル（世界 23 位）と広大で、海洋国として発展するポテンシャルを持っている。

ソロモン諸島は島嶼国であることから、国際貿易のほぼ全てが海上輸送に依存している。輸出される木材、コブラ、水産物などの原材料はほぼ全量が海運によって輸送され、輸入される食料、燃料、衣料、機械などの生活物資、産業用資機材の運搬も海運が担っている。

ソロモン諸島は東西約 700 km の広大な海域に主要 6 島が散在しており、これらの島嶼間を人と物が移動することによって経済が成り立っている。貨物船やフェリーによる海上輸送が、ソロモン諸島国民の生活を支えるうえで大きな役割を果たしているといえよう。

ソロモン諸島国の国際港は、プロジェクト開始時点、ホニアラ港とノロ港の 2 つのみで、両港はソロモン諸島経済において大きな役割を果たしている。（脚注：その後、ホニアラ港の東にリロイ港が開発され 2023 年に国際港として指定された。リロイ港は誰でも利用できる公的な港湾ではないため、ホニアラ港、ノロ港がソロモン国経済の発展に果たす役割の大きさは何ら変わっていない。）

ホニアラ港はソロモン諸島の主要港であり、ホニアラ港は国際貨物の 9 割を担っており、ソロモン諸島国の貿易で中心的な役割を果たしている。一方、ノロ港は水産物輸出に不可欠な存在である。

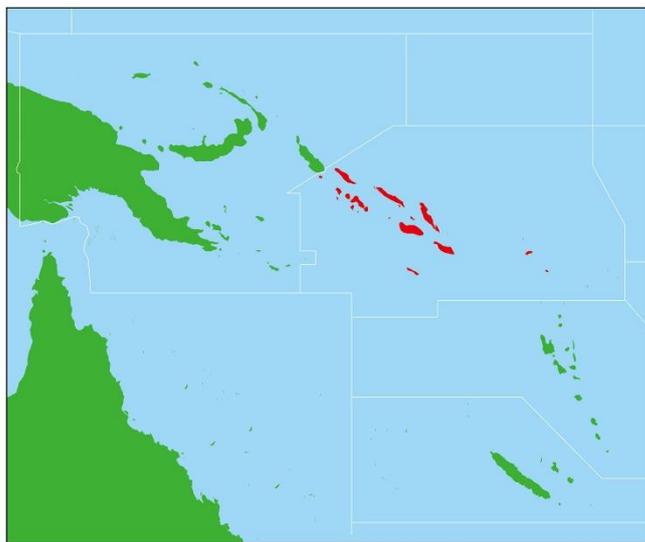
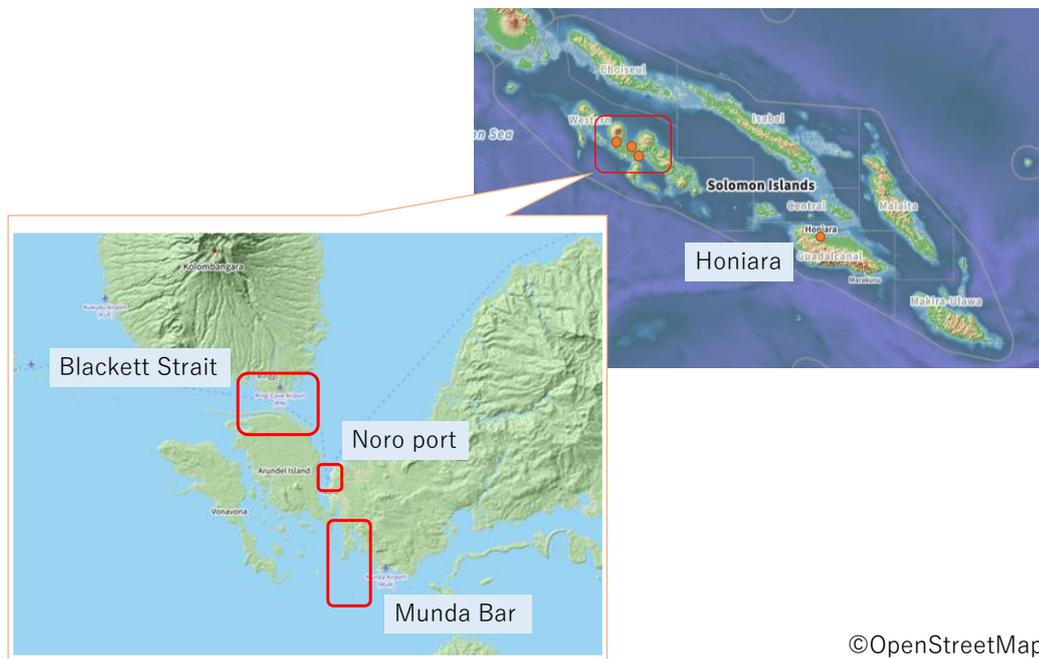


図 1.1 ソロモン諸島（赤色部分）.



©OpenStreetMap 2023

図 1.2 ホニアラ港，ノロ港の位置図．

安全かつ効率的に海上輸送を行うためには、海図の整備が必須となる。海図の信頼性が低い場合、未発見の浅所への乗揚げなどの海難事故が発生する懸念がぬぐえず、また船社は大型の船舶を寄港させることを嫌い中小の船舶を利用することとなるため経済性が悪化し、物流コストが増加する。信頼性の高い海図を整備することにより、海運の安全性と経済性を同時に向上させることができる。ホニアラ港、ノロ港に船舶が安全にかつ効率的に入出港するために必要となる海図は、ソロモン諸島経済が今後発展するために極めて重要な役割を果たしているといえよう。

水路測量と海図作成 (hydrography) は、上記の航海安全ばかりでなく、以下に掲げる事項にも幅広く貢献するものである (図 1.3)。

海洋監視：海域に関するデータは、海洋境界画定と管轄海域における諸活動の効果的な監視を可能にする。

経済発展とブルーエコノミー：海域に関する知識は、新たな航路や産業の創出、管轄権の執行、活動の管理、災害への備えと対応、資源（漁業や鉱物資源）へのアクセスを可能にする。

環境保全：海域に関する知識は、海洋環境計画、投棄場の管理、海岸浸食の監視に必要である。

沿岸管理：海域に関する知識は、新港湾の開発、既存港湾の拡大、海岸浸食の監視、埋め立て等の公共事業に必要である。

海洋境界の画定：正確な水路測量データは、国連海洋法条約 (UNCLOS) に基づく海洋境界の画定に不可欠である。

国家海洋空間データ基盤：水路測量で収集された海域に関するデータは、重要な海洋空

間データである。

海洋科学：海底地形データは、地球規模の海洋・気候予測モデル、海洋地質学・地球物理学、その他の海洋科学にとって極めて重要である。

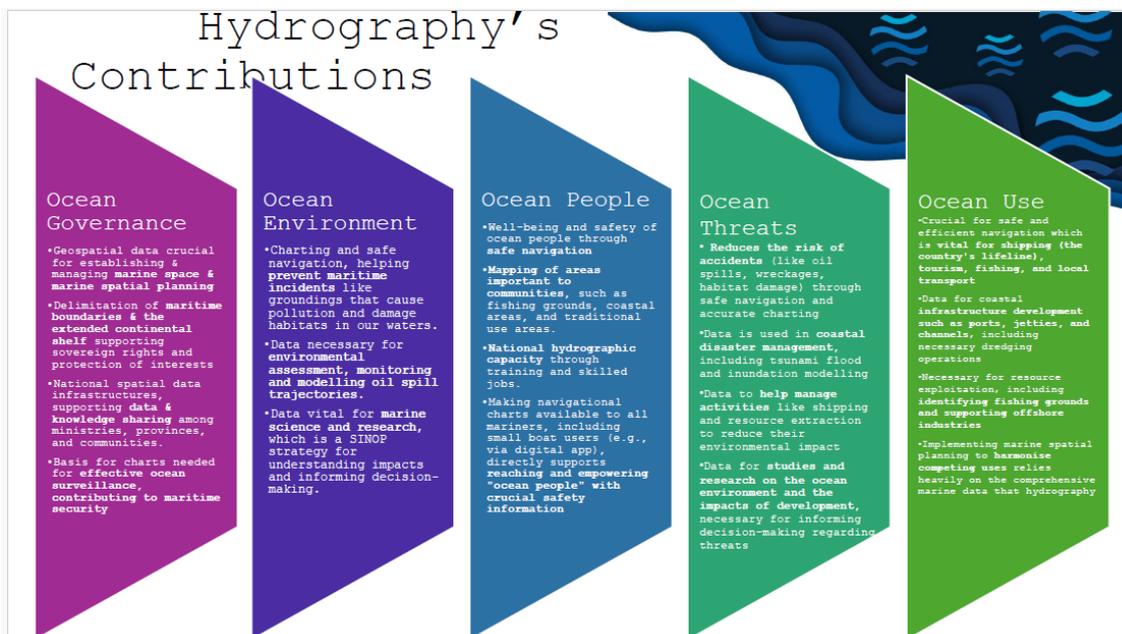


図 1.3 水路測量と海図作成は海洋政策に幅広く貢献する (SIMA 資料による)。

ソロモン諸島政府 (SIG) は、Ocean12*を通じて 2024 年ツラギ宣言において水路測量を国家優先事項の一つに挙げている。ツラギ宣言では、安全な航行、海洋保護、海洋資源の持続可能な開発を確保する上で、水路測量データが重要であることを認識し、国家の水路測量能力の向上、水路測量機器への投資、水路測量を実施するための能力構築に尽力すべきとしている。

* Ocean12 は、海洋管理に対する統合的かつ省庁横断的なアプローチを確保するために、ソロモン諸島国の 12 の省庁が参加する国家的イニシアティブである。Ocean12 は、12 人の事務次官で構成される運営委員会によって主導され、外務貿易省事務次官が議長を務めている。

2024 National Ocean Conference

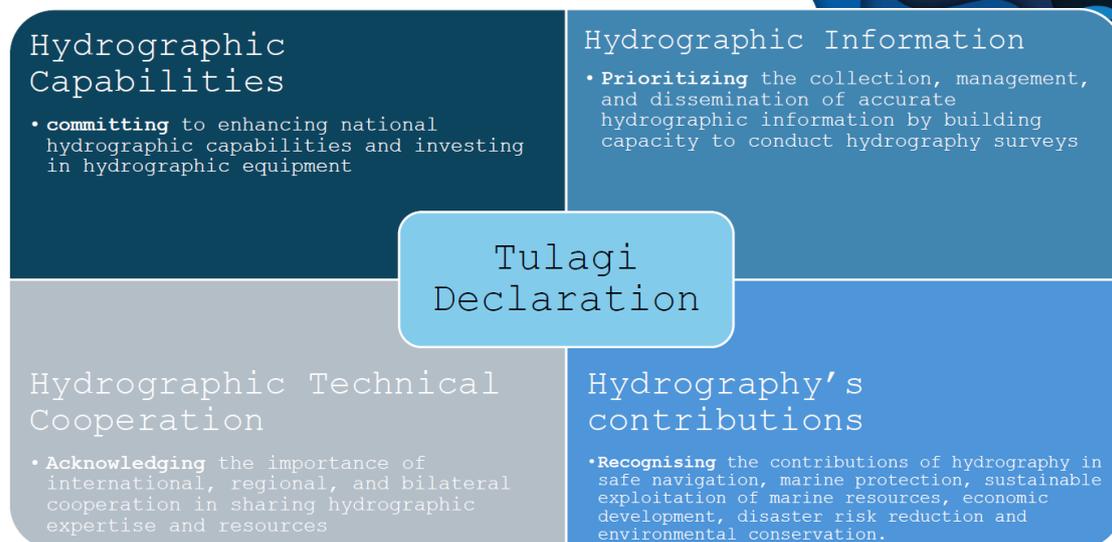


図 1.4 水路測量と海図作成 (hydrography) は、Ocean12 がまとめた海洋政策パッケージである Tulagi 宣言で重要な柱の一つとして位置付けられた (SIMA 資料による)。

しかしながら、ソロモン諸島の海図の品質は低いまま放置されてきた。ソロモン諸島の港はハブ港ではなく、国際海運で果たす役割が必ずしも大きくなかったためである。本プロジェクト開始時、既存の海図は低品質の水路データと海洋情報に基づいていたため、不確実性が高く、海上交通の安全を妨げていた。

IHO (国際水路機関) は ENC (航海用電子海図) の利用を推進しており、IMO (国際海事機関) は SOLAS 条約において、商船への ECDIS (電子海図情報表示システム) の設置と ENC の使用を義務付けている。また、ENC は従来の紙の海図に比べて、航海者の負担を大幅に削減し、航海者に正確なリアルタイム情報を提供し、効率的で安全な航行が可能となることから、現在では紙海図はあまり使われなくなり、ENC が使用されることが多い。このため、ソロモン諸島の港について国際基準に従って ENC を作成し、発行する必要がある。

2012 年、IHO は同国に対し、IHO 能力構築戦略 (IHO Capacity Building Strategy) の 3 つの開発段階に従って、水路測量と海図作成能力を構築すべきと助言した。本プロジェクト開始までに、主要海図作成機関 (PCA) である AHO (オーストラリア水路部) の支援を受けて、能力開発の第 1 フェーズを完了することができているものの、水路測量を実施する能力 (第 2 フェーズ)、ENC を作成する能力 (第 3 フェーズ) までは獲得していない。

以上の背景を踏まえ、ソロモン諸島海事公社 (SIMA) は JICA に対し、ホニアラ港とノロ港の水路測量を実施し ENC を作成するとともに SIMA 職員の能力向上を図ることを内容としたプロジェクトを要請し、JICA はこれを採択した。2021 年 4 月～7 月の間、詳細計画策定調査が実施され、2022 年 2 月「ソロモン諸島 ENC 策定支援プロジェクト」(以下「本プロジェクト」という) が開始された。

本プロジェクトでは、最新のデジタル水路測量とそのデータに基づく ENC の作成を支援することに重点を置くことを内容としており、前述した能力開発の第 2、3 フェーズに取り

組むことになる。

ソロモン諸島の海図は、SIMA とオーストラリア水路部（AHO）間で交わされた協定書に基づき、AHO が作成・刊行している。本プロジェクト実施後も、SIMA が独力で ENC を作成・頒布するだけの能力と経験を得ることは困難で、引き続き AHO がソロモン諸島の ENC を作成・頒布することが必要である。このため、本プロジェクトでは AHO と協力関係を構築し、本プロジェクトで作成した ENC を AHO を通じて刊行・頒布させ、航海者がこれを利用できるようにすることを旨とする。

以上により、ソロモン諸島国の海上輸送の安全性と有効性が向上することを企図するものである。

1.2 プロジェクトの目的

このプロジェクトでは、ホニアラ港とノロ港の高品質な電子海図を作成すること、及びカウンターパートの能力向上を図ることを目的とする。

カウンターパートはソロモン諸島海事公社（SIMA）であり、水路測量及び海図作成担当として 4 名の職員が在籍している。

これらの港の重要性を考慮すると、電子海図は最高品質とすることが妥当である。そのため、最新の機器を用いた水路測量を実施するとともに、港湾内では信頼性を確保するために障害物などの見落としを防ぐ調査方法を採用した。具体的には、海域の水路測量ではマルチビーム測深機を用い、港湾内では海底地形を最低 2 回測定し、ダブルチェックにより見落としを無くした。また、海岸線測量では衛星画像やドローンを用いることにより、情報の正確性を確保した。

2021 年 7 月に SIMA と JICA の間で合意された協議記録（R/D）に基づいて、水路測量と電子海図作成の技術移転を行った。水路測量については、カウンターパートは JICA が提供する課題別研修（国際 B 級認定プログラム）を受講し、水路測量に関する基礎的、実務的な知識・技能を身に付けてもらった後、本プロジェクトで実際の水路測量の実務を経験してもらい技術の定着を図った。海図作成については、プロジェクトの中で技術移転を行う必要があったため、本邦研修及び第三国研修などで基礎的な知識・技能を身に付けてもらうとともに、プロジェクトで得られた水路測量データから海図を作成する作業を経験してもらい、OJT による技術移転を図った。

1.3 プロジェクトの概要

本プロジェクトの概要を以下に示す。

表 1.1 プロジェクトの概要

プロジェクトの名称	ソロモン国電子海図策定支援プロジェクト
インパクト	ソロモン諸島の海上輸送の安全性・効率性が向上する。
アウトカム	本プロジェクトにより作成された海図がECDIS等を通じて海図利用者に提供され、航行船舶により活用される。
アウトプット	ソロモン諸島の主要港であるホニアラ港、ノロ港、及び周辺海域を対象として、最新の水路測量手法を用いた測量成果に基づく電子海図が作製される。
活動	活動1：既存情報の収集・分析 活動2：調査機材の調達 活動3：基準点測量・水準測量 活動4：陸地情報・海岸線決定に係る衛星画像の取得・解析 活動5：水路測量・データ解析・船舶停泊地等の底質調査 活動6：潮汐・潮流観測、潮汐表、海流予測に係る海象データ解析・処理 活動7：紙海図・電子海図作製 活動8：海図刊行を見据えたAH0との継続的な協議 活動9：ワークショップ・セミナーの実施
実施期間	2022年2月～2025年12月を予定（計47ヵ月）
業務対象地域	ホニアラ港、ノロ港、及び両港周辺海域
相手国関係者	ソロモン諸島国海事公社（SIMA）

1.4 プロジェクト海域

本プロジェクトでは、ホニアラ港とノロ港の ENC を作成することを目的としている。このため本プロジェクトでは、両港に寄港する船舶が港にアプローチし、泊地に停泊し、岸壁に着岸するといった入港までの各プロセスで正確な海図情報が利用できるように海域を選定した。

ホニアラ港については、ホニアラ港へのアプローチ、港周辺での停泊に必要となる海域を含む海域として、既存の紙海図 SLB101 に掲載されている縮尺 1/20,000 の海図の範囲とした。ホニアラ港にアプローチする船舶は、通常港の東または西からアプローチする航路を通行することが主流となっているため、プロジェクト海域は東西に細長い形となっている。また、ホニアラ港への着岸に必要となる海域として、縮尺 1/5,000 の紙海図がホニアラ港について刊行されていることから、この海域については、より詳細な情報を ENC に掲載することとした。

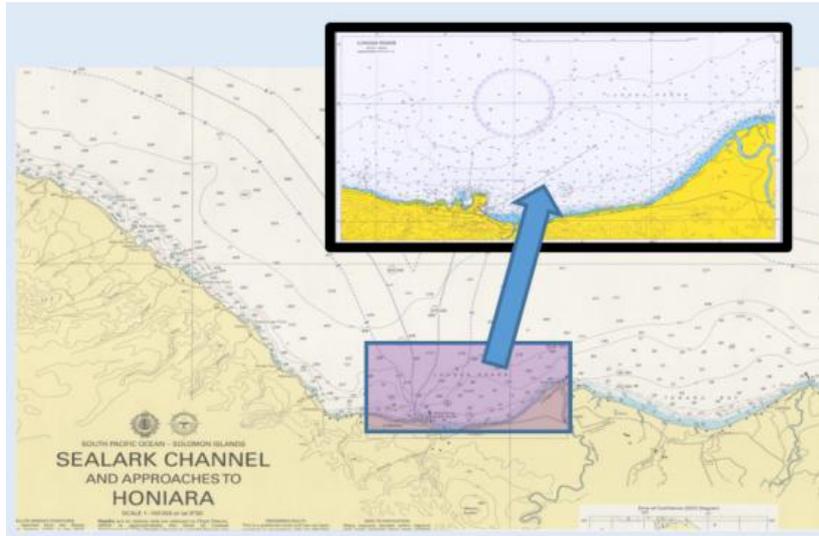


図 1.5 プロジェクト海域（ホニアラ港）（AHO 刊行の海図 SLB101, SLB201 に加筆）.

ノロ港については、ノロ港へのアプローチに用いる海域として、既存の紙海図 SLB102 に掲載されている縮尺 1/50,000 の海図のうち Blackett 海峡部分（Kolombangara 島と Kohinggo 島との海峡）を、ノロ港周辺での停泊、ノロ港への着岸に必要となる海域として、縮尺 1/20,000 のノロ港の海図の範囲を、それぞれ選定した。

ノロ港にアプローチする際、船舶は西からの航路、北からの航路、東からの航路のいずれかを航行することとなるが、これらの中から比較的航海が困難な Blackett 海峡部分をプロジェクト海域としたものである。なお、南からの航路は Diamond Narrow という狭隘な海域を通峡する必要があり、ENC 利用者たる国際航海に従事する船舶はここを通過できないことから、南からの航路は除外した。

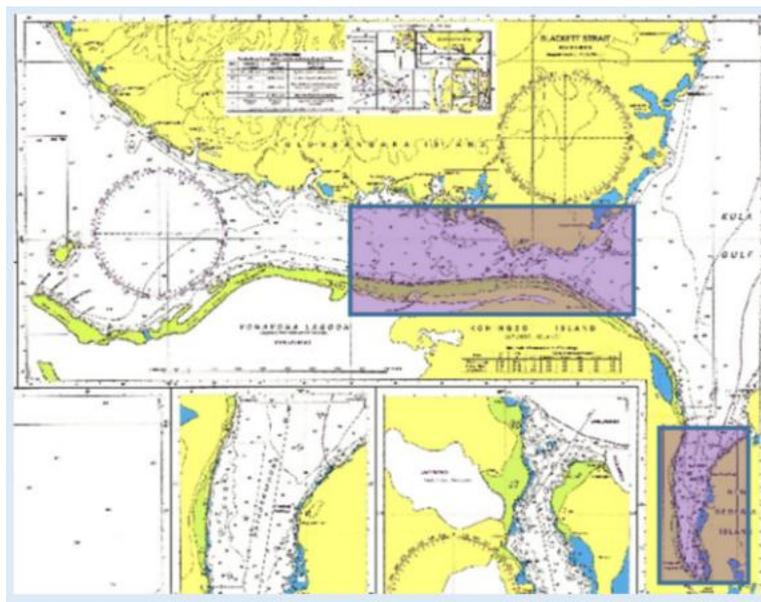


図 1.6 当初のプロジェクト海域（ノロ港及び周辺海域）（AHO 刊行の海図 SLB102 に加筆）.

1.5 プロジェクト海域の変更

プロジェクト開始時に前節に述べた海域をプロジェクト海域として合意したが、その後、オーストラリア水路部（AHO）が、2020年にノロ港周辺の海域でマルチビームを用いた水路測量を実施していたことが判明した。この時期、SIMAはまだ設立されておらず、前身であるSIMSAからSIMAへの移行過程にあったため、AHOからの情報がソロモン政府の当局に十分に伝わらなかったことが原因と考えられる。

AHOが調査を行った海域はプロジェクト海域とほぼ同一であり、使用機器もほぼ同じ性能であったことから、当初計画通りにプロジェクトを進めることは無駄であることが明白であった。このため、ノロ港及び周辺についてプロジェクト海域を変更することが必要となった。

2023年2月から4月にかけて、JICAとSIMAの間でプロジェクト海域の変更に関する議論が行われた。

ノロ港は、今後大きく拡張する計画があり、船舶が着岸するためのより大縮尺の海図が必要となることから、ノロ港については、海域を大幅に縮小し、岸壁付近のみ縮尺1/5,000の大縮尺ENCを最高品質で整備することとした。

ノロ港周辺海域については、SIMA側から、ノロ港南部のMunda Bar海域をプロジェクト海域にしてほしい、との強い要望があった。この海域は、貨客船、漁船、タグボートなどの内航船が多数航行し、島嶼や浅所が多数あり航海の難所となっているが、これまでほとんど調査がされておらず、現在刊行されている海図は縮尺が1/300,000と極めて小縮尺のため航海に支障がある。

しかし、Munda Bar海域はかなり広大で、当初予算の枠中で実施することは困難であった。このため、Munda Bar海域とBlackett海峡については、水路測量の実施方法を簡略化し、ENCを次善の品質で整備することとした。具体的には、海底地形を最低2回測定し（200%カバー）ダブルチェックにより航路障害物の見落としを無くす測量方法は採用せず、沿岸海域で一般に実施されている1回測定（100%カバー）とした。このため、Munda BarとBlackett海峡のENCの品質は最高品質とはならないが、これまでマルチビームによる水路測量は実施されていない海域であるため、両海域共に、ENCの品質は大幅に向上させることが可能である。

一方、プロジェクト海域の拡大に伴い、ENC作成の作業量がかなり増大することから、プロジェクトの期間を7か月延伸し、2025年12月まで（45か月間）とすることが合意された。

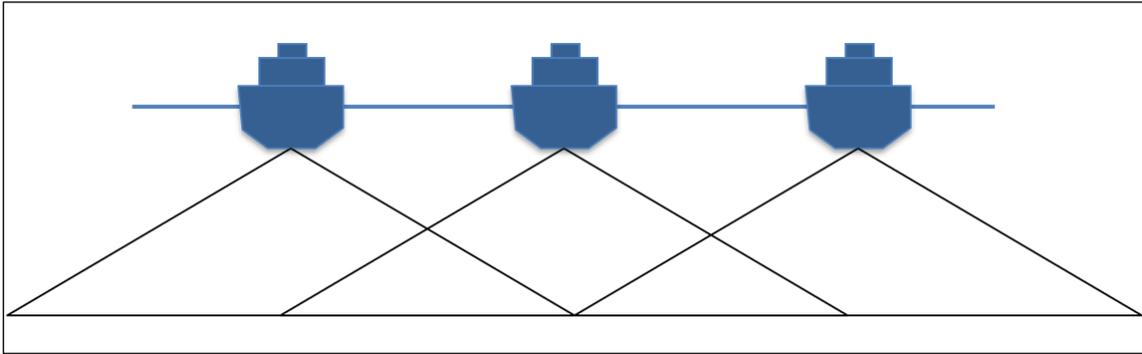


図 1.7 マルチビーム測深機による最高水準の水路測量法. 海底は 2 回ずつ測定されるため (200%カバー), 航海の障害となる危険物の見落としが防げる (AHO HIPP/SOR より).

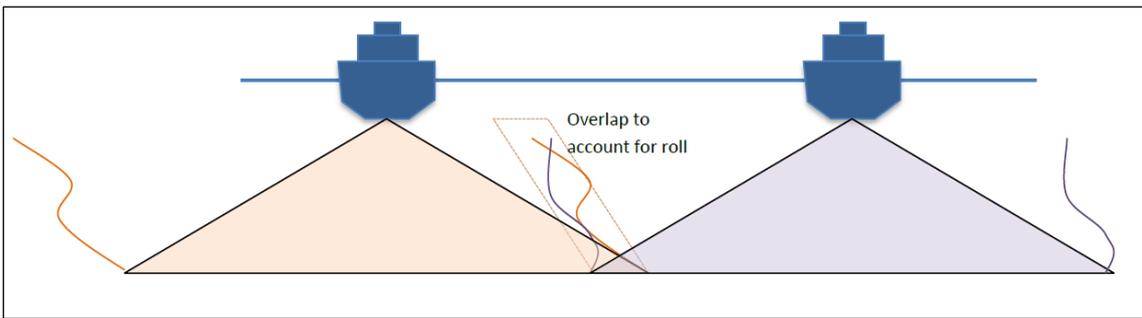


図 1.8 マルチビーム測深機による次善水準の水路測量法. 海底は 1 回しか測定されない (100%カバー) ため, 航路障害物の見落としが発生する可能性がある (AHO HIPP/SOR より).

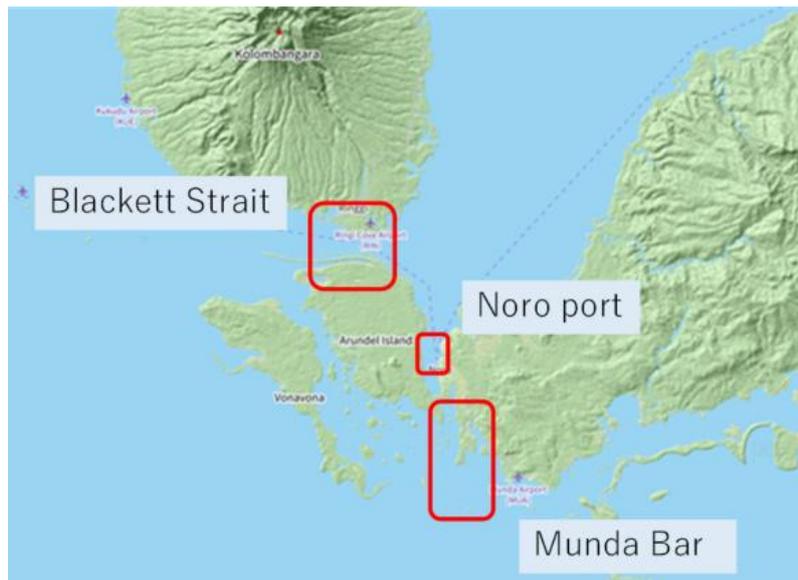


図 1.9 変更後のプロジェクト海域 (ノロ港及び周辺海域) (Open Street Map).

1.6 プロジェクトの成果

ホニアラ港, ノロ港, 及び両港の周辺海域の電子海図を, 最先端の水路測量技術で取得した海底地形データを用いて作成した (表 1.2). ソロモン諸島国内の貨物船やフェリーなどの内航海運では, 電子海図はまだ使用されておらず, 紙海図の利用が主流であることから, ENC だけでなく紙海図も作成する. 具体的には, 表 1.2 に示す ENC 及び紙海図を整備することとした.

水路測量と電子海図作成に関してカウンターパート職員の能力を向上させる.

表 1.2 プロジェクトの成果物となる ENC と紙海図

Ringgi は Blackett Strait 海域にある入江である.

Compilation scale は ENC の編集縮尺, Scale は紙海図の縮尺である.

Area	ENC/paper	Compilation scale	Scale
Honiara	ENC	1/12,000 and 1/4,000	
	Paper chart		1/20,000 and 1/5,000
Noro port	ENC	1/4,000	
	Paper chart		1/5,000
Munda Bar	ENC	1/12,000	
	Paper chart		1/20,000
Blackett Strait	ENC	1/40,000	
	Paper chart		1/50,000
Ringgi	ENC	1/4,000	
	Paper chart		1/5,000



図 1.10 ノロ港とムンダ海域のプロジェクト海域（赤枠部分）.
 上がノロ港，下がムンダ海域．電子海図 SB5NOR01 上に示した．

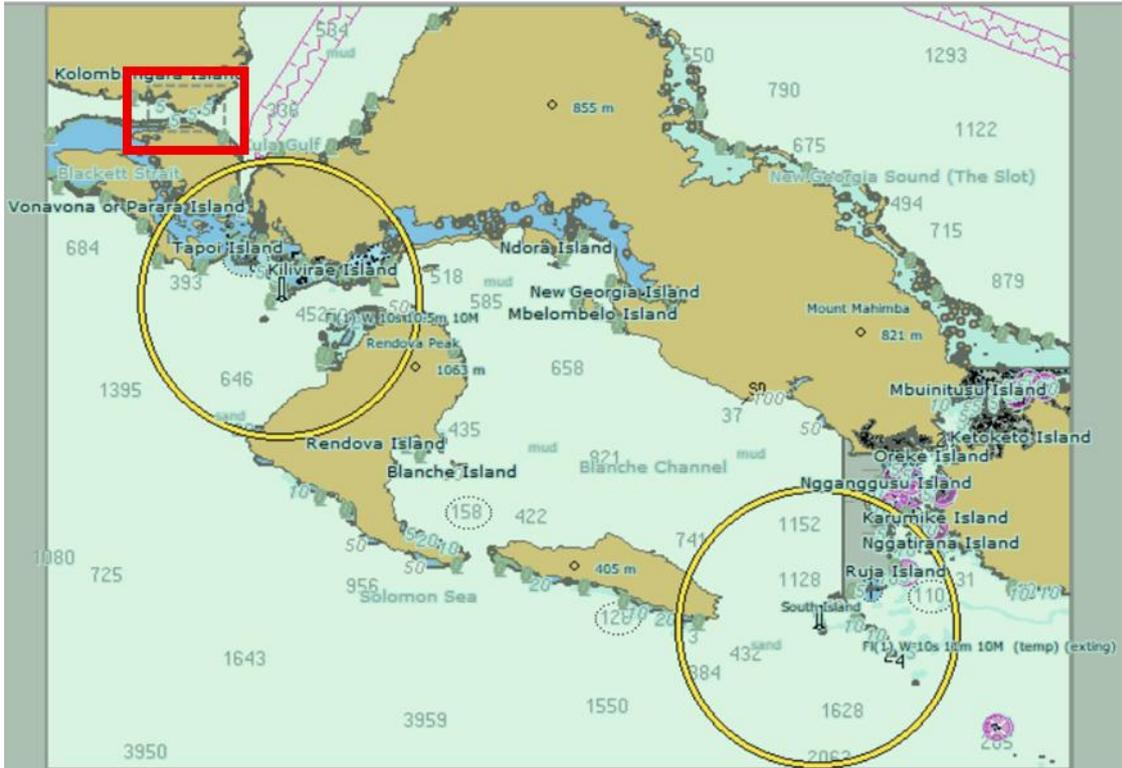


図 1.11 ブラケット海峡のプロジェクト海域（赤枠部分）.
電子海図 SB409157 上に示した.

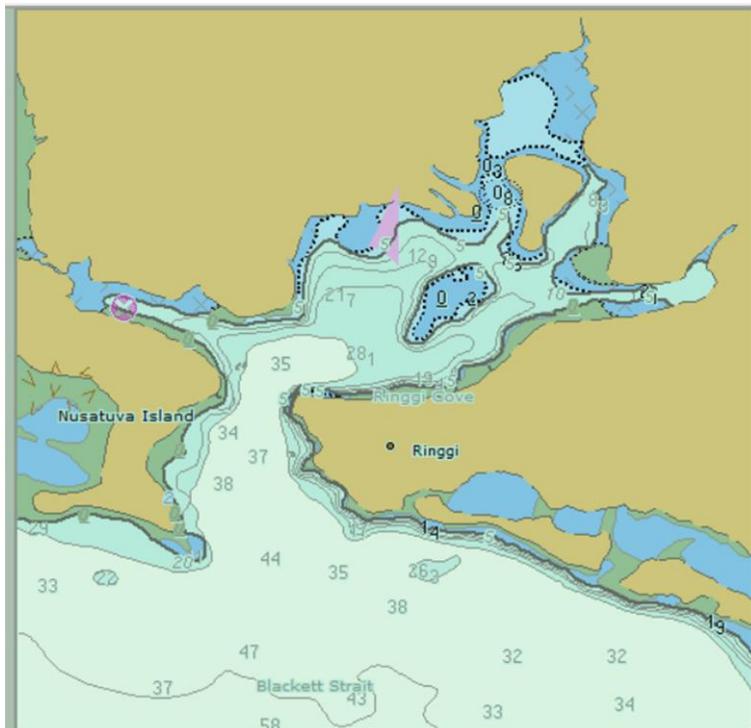


図 1.12 リンギのプロジェクト海域（電子海図 SB5RIN01）

1.7 プロジェクト実施時の注意点

プロジェクト実施にあたって、以下の点に注意を払った。

1) SIMA 職員の能力に応じた計画策定，主体性の涵養

プロジェクトの C/P である SIMA 職員の数は限られているため、C/P 職員との面談等を通じて各職員の知識，スキル，能力を確認し、適切な技術移転計画を策定するよう努力した。

また、プロジェクト終了後、C/P 職員が水路測量と海図作成の各タスクをなるべく独力で実行できるよう、計画段階から参加してもらい、作業の進め方について彼らの意見を反映させるなどして、プロジェクトへの積極的な参加を促した。

C/P 職員には、事前もしくはプロジェクト期間中に、本プロジェクトとは別に水路測量に関する JICA の課題別研修（水路測量に関する国際カテゴリーB 級研修）を修了してもらうことにより、本プロジェクト外の研修機会を活用した能力の底上げを図った。

2) プロジェクト終了後の持続性への配慮

確実な技術移転のためには、C/P 職員の経験値を高めることが不可欠である。そのため、以下の方策を講じた。

（ツーステップの技術移転）

以下の通りツーステップの技術移転を行い、持続可能な技術の確立を目指した。

ステップ1：1年目，ホニアラ

C/P 職員には、各タスクへのサポートスタッフとして参加してもらい、各タスクへの理解を深めてもらう。

ステップ2：2年目，ノロ

C/P 職員には、各タスクにおいて、より責任を持ち、主導権を握ってもらう。

（若手職員を重視）

より長期間にわたって作業に携わり、技術移転の恩恵をより多く受けることが期待される若手 C/P への技術移転に重点を置いた。

（AHO との協力）

プロジェクト後は、C/P はオーストラリア水路部（AHO）との協力の下で ENC 作成業務を実施することになるため、オーストラリア水路部（AHO）と緊密に協力することで、技術移転の有効性を高め、プロジェクトの成果である ENC が速やかに発行されるようにした。具体的には以下のアクションを取った。

- ・ AHO の水路測量および海図作成の基準に沿った手法を採用
- ・ プロジェクトで作成する ENC と隣接する既存海図との一貫性の確保。
- ・ AHO における研修の実施。

（オーナーシップ）

技術移転を効果的に実施するためには、C/P のオーナーシップを高めることが不可欠である。このため、プロジェクトでは、C/P がトレーニング，セミナー等に積極的に参加し、プロジェクトへの関与を徐々に高めることを奨励した。

3) プロジェクト成果の信頼性確保

ホニアラとノロの港湾地域の計画では、海図精度（ZOC：信頼区域，下表参照）を最高レベルである A1 となるよう計画した。

具体的には、水路測量では最新の機器であるマルチビーム音響測深機を使用し水深デー

タの精度を向上させるとともに、水深 200m 未満の海域全体を 200%カバーの調査方法を用いて徹底的に調査し、航行に危険を及ぼす可能性のある重要な海底地形を詳細に特定した。ノロ港および周辺海域では、基準点が整備されていなかったため、基準点測量により正確な基準点を確保した。また、ノロ港では験潮所がなかったため、水深情報の正確性を確保するために、潮汐観測を1年間にわたり継続実施した。

表 1.3 海図情報の精度 (IHO S-4 Part B から引用)

ZOC ¹	Position Accuracy ²	Depth Accuracy ³		Seafloor Coverage	Typical Survey Characteristics ⁵
A1	± 5 m + 5% depth	=0.50 + 1%d		Full area search undertaken. Significant seafloor features detected ⁴ and depths measured.	Controlled, systematic survey ⁶ high position and depth accuracy achieved using DGPS or a minimum three high quality lines of position (LOP) and a multibeam, channel or mechanical sweep system.
		Depth (m)	Accuracy (m)		
		10	± 0.6		
		30	± 0.8		
		100	± 1.5		
		1000	± 10.5		
A2	± 20 m	= 1.00 + 2%d		Full area search undertaken. Significant seafloor features detected ⁴ and depths measured.	Controlled, systematic survey ⁶ achieving position and depth accuracy less than ZOC A1 and using a modern survey echosounder ⁷ and a sonar or mechanical sweep system.
		Depth (m)	Accuracy (m)		
		10	± 1.2		
		30	± 1.6		
		100	± 3.0		
		1000	± 21.0		
B	± 50 m	= 1.00 + 2%d		Full area search not achieved; uncharted features, hazardous to surface navigation are not expected but may exist.	Controlled, systematic survey achieving similar depth but lesser position accuracies than ZOC A2, using a modern survey echosounder ⁷ , but no sonar or mechanical sweep system.
		Depth (m)	Accuracy (m)		
		10	± 1.2		
		30	± 1.6		
		100	± 3.0		
		1000	± 21.0		
C	± 500 m	= 2.00 + 5%d		Full area search not achieved, depth anomalies may be expected.	Low accuracy survey or data collected on an opportunity basis such as soundings on passage.
		Depth (m)	Accuracy (m)		
		10	± 2.5		
		30	± 3.5		
		100	± 7.0		
		1000	± 52.0		
D	Worse than ZOC C	Worse than ZOC C		Full search not achieved, large depth anomalies expected.	Poor quality data or data that cannot be quality assessed due to lack of information.
U	Unassessed - The quality of the bathymetric data has yet to be assessed				

4) 安全で安心なプロジェクト実施

人員、機器、データ、資材等の安全とセキュリティは、プロジェクトにおいて最も重要である。

このため、海上作業中は、高額な機器の亡失を防ぐため、測量船はホニアラとノロ港のセキュリティゲート内の埠頭に直接係留された。その他の期間は、ホニアラの SIMA 敷地内に保管された。

水路測量の安全のためには、船の安全確保することが不可欠であるため、プロジェクト期間中、以下の措置が講じられた。

- 水路測量作業の前後に船舶と機器の点検を実施,
- 衝突やトラブルを防止するため、作業中の徹底した海上監視（見張り）,
- 船舶と機器の慎重なメンテナンス.

第2章 業務の内容と結果

2.1 インセプションレポートと実施計画

2021年に実施した詳細計画策定調査の結果を再検討するとともに、以下について必要な情報を収集し、実施方法の検討を進めた。

1. プロジェクト海域を所要の精度で調査するために必要となる水路測量の方法
2. 必要となる水路測量等の機器とソフトウェア、及びそれらの調達方法
3. SIMA 職員への技術移転の方法
4. ソロモン諸島の海図を刊行しているオーストラリア水路部 (AHO) と SIMA の関係性
5. 水路測量及び海図作成にかかる国際基準
6. AHO が採用している基準やガイドライン
7. コロナウイルスによる影響の低減
8. 安全管理

この結果は、インセプションレポート及び業務実施計画書として取りまとめられた。

JICA 専門家の第1回ソロモン出張 (2022年4-6月) では、SIMA 職員へのインタビュー、SIMA 保有機器の調査を行い、水路測量を行うホニアラ及びノロの現地調査を行った。また、SIMA にインセプションレポートを説明し、水路測量の方法について検討を加えた。この結果は第1回合同調整委員会 (JCC-1, 2022年5月20日) において承認され、その後、水路測量の詳細な計画が Project Implementation Plan Part1, Hydrographic Survey として取りまとめられた。

2.2 水路測量と海図作成にかかる国際基準

本プロジェクトの成果である電子海図を、ホニアラ港及びノロ港に來航する船舶で適切に使用してもらうため、水路測量と海図作成にかかる国際的な基準及びガイドラインを調査した。

航海は国際的に行われることから、航海に用いる海図は各国共通の基準に基づき作成される必要がある。このため、国際水路機関 (IHO: International Hydrographic Organization) が1970年に設立され (前身である国際水路局は1921年設立)、海図の品質、仕様、内容などを国際的に統一するため、IHO は水路測量と海図作成に関し様々な基準を公表しており、各国はこれらを遵守することが求められている。

IHO が定める水路測量の基準として、以下がある。

○ S-44: International Hydrographic Organization Standards for Hydrographic Surveys, Edition 6.0.0, 2020.

S-44 は水路測量に際し水深、海岸線、灯台などの航海の目標物、航海の障害物などを測定する際の基準を与えている。これらは、海域の重要性に応じて測定精度が定められ、港湾や泊地など海図情報が航海安全上重要となる海域では厳しく、沖合など海図情報が比較的重要でない海域では緩く定められている。

IHO が定める海図の基準として、以下がある。

○ S-57: IHO Transfer standard for Digital Hydrographic Data, Edition 3.1, 2000.

S-57 はデジタル海図データの形式を規定しており、ENC データはこの形式に基づいて作成する必要がある。S-57 ではデータの構造やフォーマットが細かく規定されており、ENC のデータはこれらに準拠して作成することとなる。S-57 に基づくことにより、ENC は国際的に統一された内容となり、国による差異が生じないため、航海者は ENC の情報を正しく理解することができ、安心して航海ができる。

○ S-4: Regulations of the IHO for International (INT) Charts and Chart Specifications of the IHO, Ed. 4.8.0, 2018.

S-4 は紙海図の仕様、記載内容に関して基準等を定めている。具体的には、海図の図郭の他、記載される情報の定義、基準、シンボル、記載方法などが詳細に定められている。S-4 に基づき紙海図を作成することにより、紙海図が国際的に統一された内容となり、航海者が情報を正しく理解すること可能とし、国際航海の安全が確保されている。

2.3 水路測量と海図作成にかかるオーストラリアのガイドライン

本プロジェクトの成果である ENC は、ソロモン諸島の PCA であるオーストラリア水路部 (AHO) から刊行されることとなる。AHO では、水路測量と海図作成について具体的な方法を示しているため、本プロジェクトでは、なるべく AHO の示す方法に沿って業務を進めることにより、迅速な ENC 刊行に結びつけることを目指した。

オーストラリア水路部 (AHO) は水路測量の外注業者向けに、水路測量作業のガイドラインを以下の通り定めている。

○ Hydroscheme Industry Partnership Program (HIPP), Statement of Requirements (SOR), HIPP SOR 2022.3, 2021.

S-44 は水路測量の成果の精度を規定しているものの具体的な実施方法を定めていない。これに対し、HIPP SOR では、水路測量作業の手法や実施方法が作業ごとに具体的にガイドラインとして示されている。また、これらは国際基準である S-44 と整合している。

本プロジェクトでは、HIPP SOR に示されているマルチビーム測深機による水深の測定方法に沿って作業計画を立てることにより、AHO がデータの検証を容易に行えるようにした。

AHO は ENC と紙海図に関して、以下のガイドラインを定めている。

○ Australian use of the object catalogue (AUOC).

○ AHO Charting specifications,

前者は ENC の国際基準である S-57 の内容をより具体的に詳しく規定したガイドラインになっている。後者は紙海図の国際基準である S-4 の内容をかみ砕いたガイドラインである。これらは、HIPP/SOR と異なり、AHO 内部で使用されるガイドラインであるが、AHO が作成する ENC の統一性を高めるために作成されたものと考えられる。

2.4 船の修理

2021 年に実施した詳細計画策定調査では、本プロジェクトで使用する船舶として、SIMA が保有する救難ボートを使用することとなっていた。しかしながら、詳細計画策定調査実施後、2021 年 11 月に首都ホニアラで発生した暴動によってこのボートは大きな損害を受け、使用できない状態となった。

2021 年 11 月、首都ホニアラにおいて暴動が発生した。暴徒はホニアラ各所で放火や略奪

をはたらし、警察は道路を封鎖し外出禁止命令が発出される等の混乱が発生した。その後事態は沈静化したものの、根底にある問題は解決しておらず、再度社会不安が発生する懸念が残されている状況であった（<https://www.abc.net.au/news/2021-11-27/solomon-islands-riots-honiara/100654100>）。

詳細計画策定調査において SIMA 所有の救難艇を本プロジェクトでの使用が合意されたが、このボートは暴動によって大きな被害を受けた（写真 2.4.1）。そのため、救難艇の被害状況の確認及び修理が必要な部分を調査した。

船舶の状況調査の結果、本プロジェクトにて使用するには、大規模な修理が必要なことが判明し、修理のための方針を検討する必要が生じた。



写真 2.4.1 2021 年 11 月に発生した暴動により被害を受けた SIMA 救助艇
上記写真撮影後、エンジンが盗難にあった。

船舶を使用するには、大規模な修理が必要になることから、SIMA の水路測量・海図関連予算を確認したところ、SIMA は前身である SIMSA から組織が移行する過渡期にあり、予算は限られている状況であった。

このため、2022 年 10 月の水路測量の実施までに、SIMA の予算で船舶を修理することは難しいことから、修理の方針について協議した。協議では以下の 3 案について検討した。

- 1) SIMA 船舶を修理
- 2) プロジェクト期間中民間船を借り上げ
- 3) 船舶の新規調達

SIMA との協議の結果、実現可能性が高くプロジェクト後の水路測量の実施がより容易となる 1) で対応することが望ましいが、SIMA が全修理費を負担するのは予算の関係から即座には困難で時間がかかること、修理が遅延することによるプロジェクトの作業工程への影響等を考慮し、また、以下の理由から、本プロジェクトにおいて修理費の一部を負担して SIMA 船舶の修理を早急を実施し、プロジェクトを遂行することとなった。

- 1) プロジェクトで得られる船舶を用いた作業のノウハウがプロジェクト後もそのまま活用でき、業務の継続が容易となる。
- 2) 他に比べて安価である。
- 3) SIMA が強く希望している。

船舶修理を実施するにあたり、船舶修理会社を調査したところ、上述の暴動によってホニアラにあった唯一の船舶修理会社が被災（社屋が焼失）し事業を休止しており、ホニアラに

は船舶修繕業者が存在しない状況であった。このため、総合的な修理が可能である船舶修理会社への委託は断念し、各工程の修理作業を行うことができる会社に個別に依頼することとした。

・主な修理事項

- ア) 船体塗装の剥離，船体の溶接修理，再塗装，内装等の修理
- イ) エンジンの調達・取付け（キャビン内で遠隔操作可能とする）
- ウ) 航海計器（磁気コンパス，VHF 通信機器，GNSS プロッタ）の調達・取付け
- エ) キャビンのガラス等破損部の交換
- オ) トレーラー（船体を乗せ運搬するための台車）の修理

船舶の修理に伴う JICA と SIMA の修理分担については以下のとおりとした。

JICA：ア) 船体修理等，イ) エンジン調達等，ウ) 航海計器調達等

SIMA：エ) キャビンのガラス等交換，オ) トレーラー修理

船舶修理の主な委託先と調達部品の仕様について以下のとおりである。

- ア) 船体修理等：S.I. Steel & Welding Works Ltd.，
- イ) エンジン調達等：United Auto 社，TOHATSU 115hp 4stroke×2 セット
- ウ) 航海計器調達等：United Auto 社，GNSS プロッタ，コンパス，VHF 通信機器，航海灯
- エ) キャビンのガラス等交換：Tropic Glass & Aluminium Ltd.，
- オ) トレーラー修理：S.I. Steel & Welding Works Ltd.，

船舶修理には船舶の専門知識が必要であり，また複数の業者が関与することから，新たに船舶修理の専門家である島宗誠一（造船技術センター）をプロジェクトチームに加えて，修理に必要な事項を整理し，修理内容の監理及び作業完了検査を実施した。船舶修理にかかる現地作業は以下のとおり。

① 第1回現地作業（2022年7月～8月）

修理開始前の船体損傷状況調査，船体溶接修理監督，船体修理業者に対し修理方法を指示，工事の進捗・品質確認，助言，確認

② 第2回現地作業（2022年9月～10月）

機器の取り付け確認，工事完了確認

③ 第3回現地作業（2022年10月～11月）

エンジン取付け後の船体検査・海上試運転立合い

エンジンや航海計器については，現地での在庫が無くオーストラリアから輸送する必要があった，またエンジンの一部部品のオーダー漏れから再度輸送することとなった等の理由から，機器の調達から工事完了まで時間を要した。

船体検査は SIMA 検査官によって 2022 年 10 月 25 日に実施され，無事合格した。

その後，ホニアラ沖にて，JICA 専門家の他 SIMA 職員が同乗して海上試運転が実施され，走行安定性，エンジン出力，操舵性能等の基本性能が確認できた。海上試運転で確認された燃料計の表示不良については，修理を依頼し，2022 年 10 月 27 日に引き渡しを完了した。

船舶の修理及び監理・検査については、以下に見取り図と状況写真を添付する。

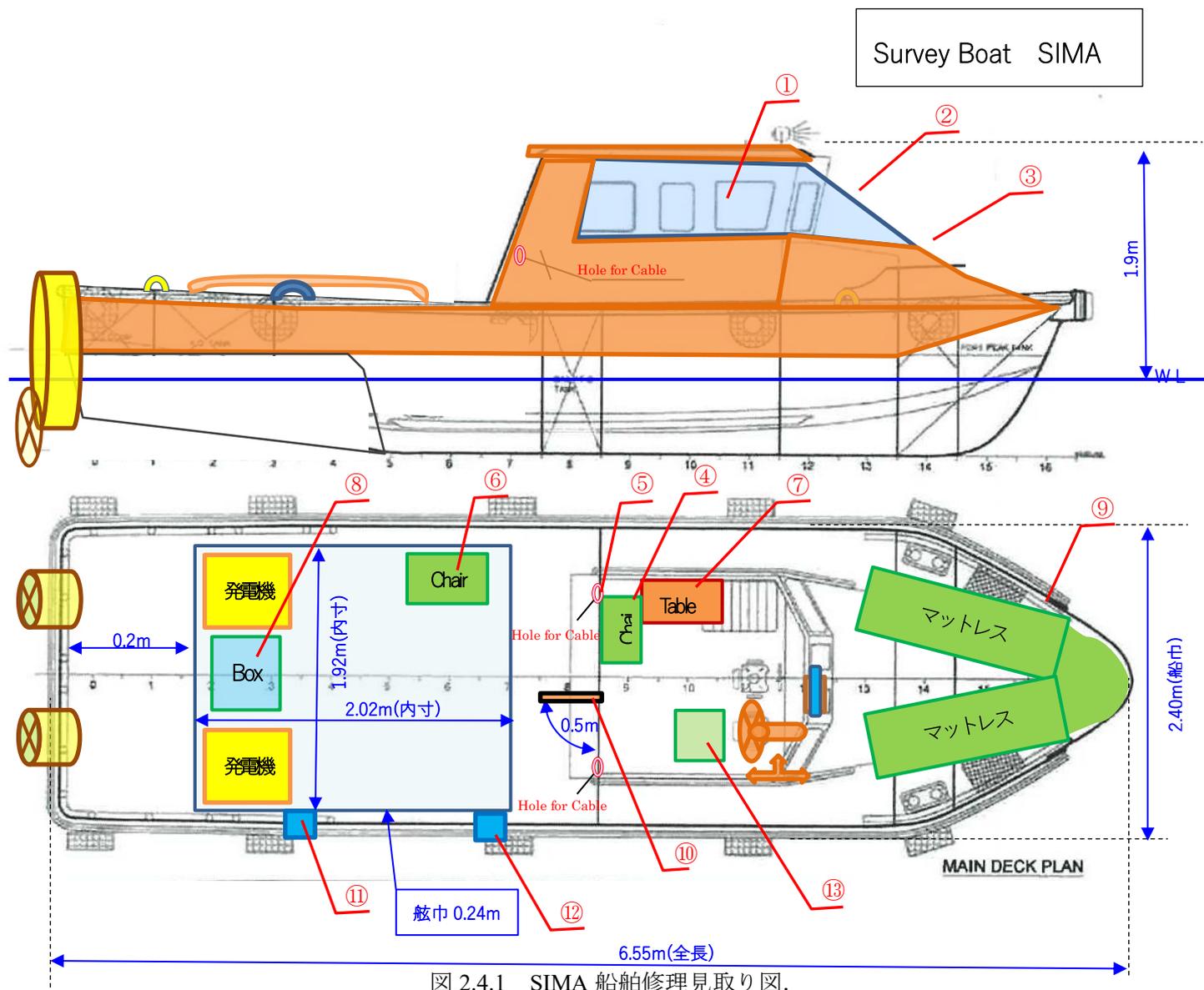


図 2.4.1 SIMA 船舶修理見取り図.

修理内容

- 1) アルミ船体の点検（破損，ひび割れ，陥没，経年劣化箇所の有無）及び補修
- 2) キャビンの窓（前方及び側面）の修理・・・①②
- 3) キャビン入口ドア及び前方上部ハッチの修理・・・③⑪
- 4) 船体の塗装及び防舷材取付け
- 5) 船外機及び操舵機器取付，燃料タンクの点検
- 6) 後方デッキ上に天幕設置
 - ・・・キャビン天井高と同じ高さで設置．天幕は船舶用厚手ビニール製．
 - 支柱は固定式アルミパイプ又はスチールパイプを使用．

- 7) キャビン内の船舶設備・・・計器類（運転計器，マグネット，GPS 測位器，無線機など）
- 8) キャビン内の備品設備・・・⑩イス(操船者用)，⑦測量員用ベンチ，⑧測量用テーブル，⑨前方のマット(左右)
- 9) 後方デッキ内・・・⑥可搬式イス(安定性あるもの)，⑤備品収納木箱(600×500×500：BarCheck，採泥器，滑車)
- 10) キャビン後方壁にケーブル用穴（左右 2 か所に直径 100mm 穴，防水用に L 字型塩ビパイプ設置） ④
- 11) ナローマルチビーム測深機取付マウント設置・・・後方デッキ前右舷 ⑫
- 12) シングルビーム測深機取付マウント設置・・・後方デッキ後右舷（PDR-104D 又は SEESCOPE 用） ⑬
- 13) 誘導用モニター台座（木製）

2.5 基準点測量と水準測量

2.5.1 測地基準点標識の設置

基準点測量のため，真鍮製の標識がホニアラ（HO-GRP-001）とノロ（NO-GRP-002）にそれぞれ新設された。

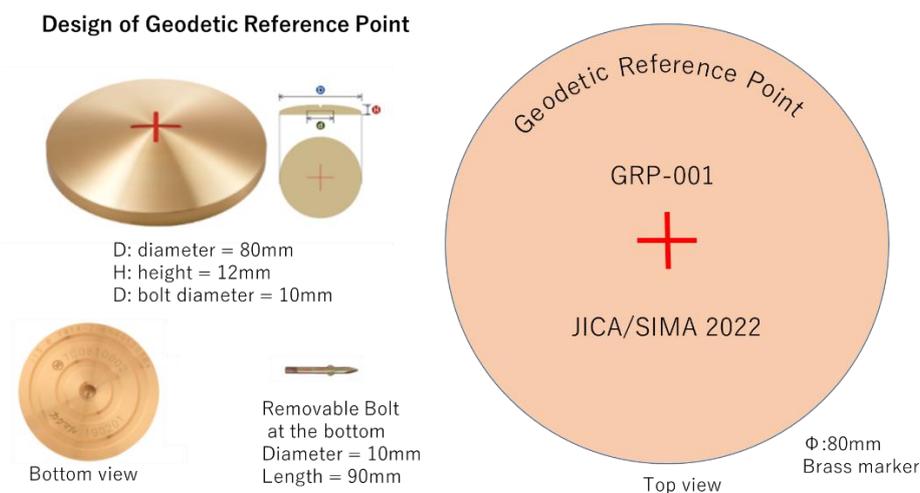


図 2.5.1 測地点測量のために新たに設置した測地基準点（HO-GRP-001）。

（ホニアラ）

測地基準点 HO-GPR-001 は，2022 年 9 月にホニアラ港近傍の SIMA 事務所敷地内に設置された。この場所は，ホニアラ港に近いので，港内の地上測量がやりやすく，また SIMA 敷地内にあるため亡失などのおそれもなく安定して利用可能である。標識は，直径約 40cm の円筒型のコンクリートを埋設し，その上部に設置された。コンクリートの底部はサンゴの基盤の上に乗っている。



写真 2.5.1 SIMA 敷地内に設置された測地基準点 HO-GRP-001。基準点標識は SIMA 入りロゲートの南東にあり、円筒型のコンクリートブロックの上部に設置されている。

(ノロ)

測地基準点 NO-GRP-002 は 2022 年 9 月にノロ港セキュリティゲート内に設置された。この場所は、月に数回、旅客フェリーが港の埠頭に停泊するときに一般公開されるのみで、ノロでは最も安全な場所のひとつである。基準点は、埠頭のコンクリート基盤の北東角に設置された。

この他、2つの水準点 (NO-BM-001 と NO-BM-002) が NO-GRP-002 の近傍に設置された。

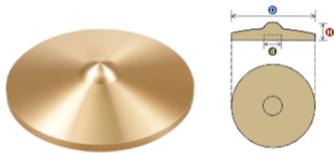


写真 2.5.2 測地基準点 NO-GRP-002 はノロ港のコンクリート基盤の北東端に設置された。



写真2.5.3 ノロ港に設置された水準点NO-BM-001（左）とNO-BM-002（右）。

Design of Bench Mark



D: diameter = 80mm
 H: height = 15mm
 D: bolt diameter = 10mm

Bottom view and removable bolt are the same as Geodetic Reference Point



図 2.5.2 ノロ港に設置された水準点.

2.5.2 測地基準点の位置の算出

国際水路機関（IHO）が定める水路測量基準（S-44）によれば，水路測量で使用される水平座標（緯度，経度）は，グローバルな測地系（世界測地系．例えば，WGS-84 や ITRF）または地域的な測地系（例えば，ETRS89 や NAD83）に準拠する必要がある．太平洋島嶼国には，地域的な測地系は存在しないので，水平座標は，WGS-84 や ITRF などの世界測地系に基づく必要がある．

ソ国には，SOLO と呼ばれる IGS（国際 GNSS 事業）の GNSS 観測局が 1 つだけあり，世界測地系に準拠した座標が利用できる．しかしながら，2022 年の基準点測量実施時に SOLO は運用されておらず，ソロモン諸島で既存のネットワークによる GNSS 測地観測データが入手できなかったことから，SOLO 局近傍に設置されていた 3 つの参照基準点（Reference markers）を利用することで，ITRF に基づく座標を利用することができた．

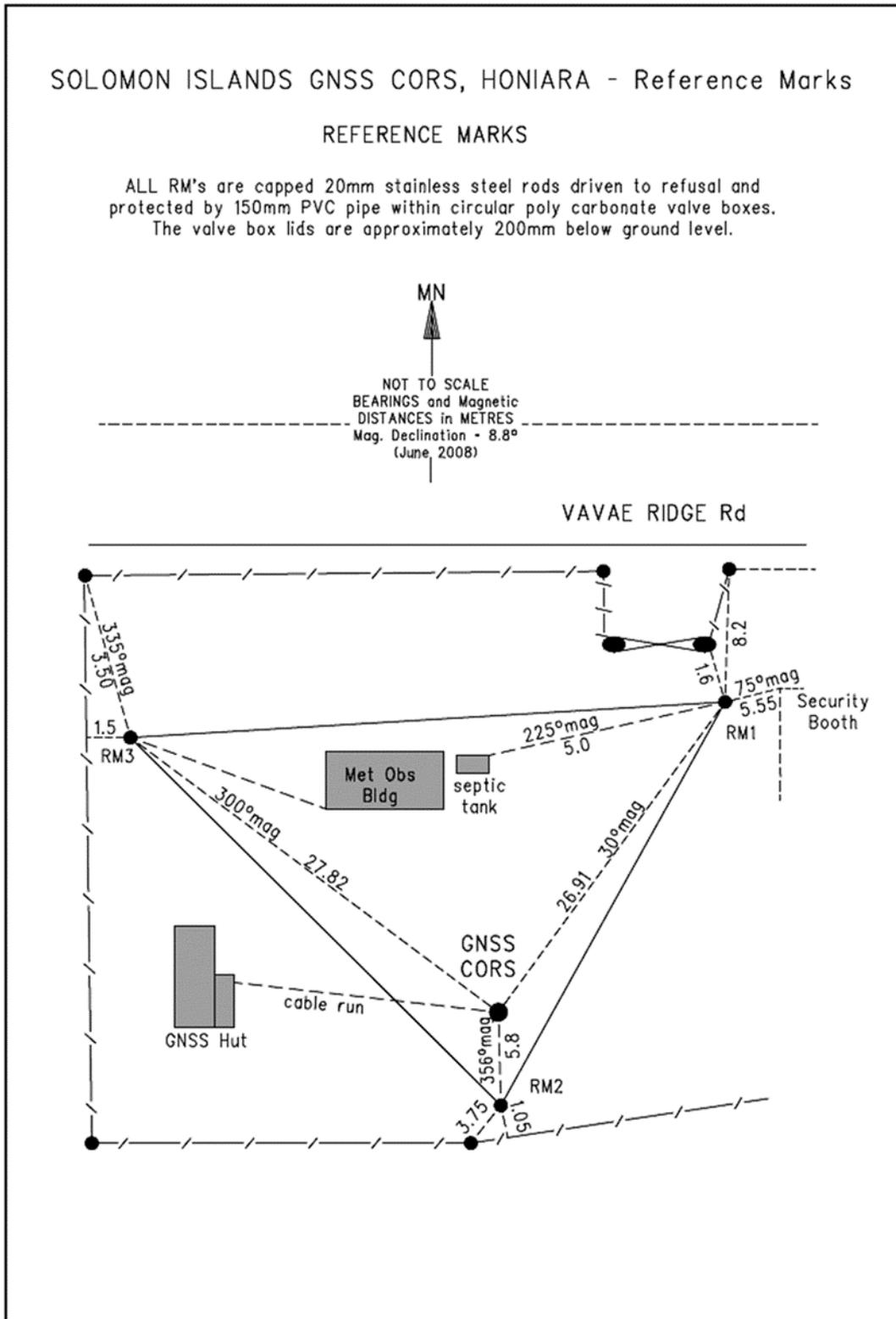


図 2.5.3 IGS 観測局 SOLO（上図では GNSS CORS と表記）の近傍に設置された 3 つの参照点（RM1-3）の位置図。

測地基準点の世界測地系に基づく座標を取得するため、ホニアラ気象台の敷地内にある IGS 観測局 SOLO の周辺にある 3 つの参照点 (RM1, RM2, RM3) を使用して HO-GRP-001 の座標を決定するため GNSS スタティック測量が行われた。RM1-3 の ITRF 座標は、Geoscience Australia (Ryan Ruddick 氏提供) により以下の座標が得られている。

(RM1)

緯度	9° 26' 5.02303"S
経度	159° 57' 16.24600"E
楕円体高	121.2064m

(RM2)

緯度	9° 26' 5.86119"S
経度	159° 57' 15.63799"E
楕円体高	119.9789m

(RM3)

緯度	9° 26' 5.03504"S
経度	159° 57' 14.99899"E
楕円体高	120.7173m

上記の座標は、2019 年に Geoscience Australia が行った測量結果に基づいている。

HO-GRP-001 と RM1-3 の間で 1 時間ずつ 3 回の GNSS スタティック測量が実施された。網平均を行い、世界測地系に基づく HO-GRP-001 の測地座標が以下のように決定された。

(HO-GRP-001)

緯度	9° 25' 48.11077"S	
経度	159° 57' 28.22573"E	(2.5.1)
楕円体高	67.5271m	

網平均の際、緯度、経度、楕円体高の標準偏差はそれぞれ 2.7mm, 3.2mm, 8.0mm であり、HO-GRP-001 と RM1-3 の間の GNSS 測量は問題なく行われた。



写真 2.5.4 RM3でのGNSS測量.

ホニアラとノロ間の距離は非常に長い (300km 以上) ため、通常のスタティック測量の技術では、ホニアラからノロの位置を決定することはできない。このため、ITRF 座標が既知のソロモン諸島周辺の測地基準点を活用する必要がある。

HO-GPR-001—NO-GPR-002 間で約 2 週間の GNSS キャンペーン観測を行い、この同時観測データとともに、ソロモン諸島周囲の IGS 観測局 (オーストラリア、ニュージーランド、バヌアツ、ミクロネシア、パラオ、グアムにある 11 の IGS 観測局、下図参照) のデータも併せて用いることによって、ノロの基準点 NO-GPR-002 の位置が決定された。

GNSS データ解析は、Leica 社により Bernese GNSS Software V5.2 を使用して行われた (Dach, R. et al., 2007, 2015)。Bernese は、測地基準点解析において最高品質の基準を満たしており、広く利用されている GNSS データ解析ソフトウェアである。GNSS 解析に関する IGS/EUREF 国際ガイドラインに従って、高精度を得るために処理戦略が用いられた (Annex 1)。



図 2.5.4 NO-GRP-002の位置を決定するために用いられたIGS観測局（赤）.

Bernese による解析の結果（ITRF2014 座標系，元期 2022 年 9 月）は以下のとおりである。

Marker name	X (m)	Y (m)	Z (m)
HO-GRP-001	-5911504.1385	2156539.2943	-1038122.3801
NO-GRP-002	-5819461.1443	2446686.5840	-907524.5625

(2.5.2)

HO-GPR-001 の位置を(2.5.1)に固定すると，WGS-84 における NO-GPR-002 の測地座標は以下の通りとなる。

(NO-GRP-002)

緯度	8° 14' 06.14100"S	
経度	157° 11' 47.65073"E	(2.5.3)
楕円体高	72.2021m	



写真 2.5.5 HO-GRP-001 (左) とNO-GRP-002 (右) におけるGNSS連続観測.

2.5.3 測地基準点座標の比較

測地基準点の測地座標の精度は、Bernese 解析結果と比較することで評価できる。

座標の差（北向き，東向き，上向き）は以下の通り。

(HO-GRP-001)

$$(0.2706\text{m}, 0.3494\text{m}, -0.1371\text{m}) \quad (2.5.4)$$

(NO-GRP-002)

$$(0.2741\text{m}, 0.3479\text{m}, -0.1605\text{m}) \quad (2.5.5)$$

(2.5.4)と(2.5.5)は近い値となることから、プロジェクトで実施した GNSS 測量は十分な精度を持っており、上記の差は主に ITRF のエポックの違いによって引き起こされたもので、ソロモン諸島のプレートの動きを反映している可能性が高いと考えられる。

2.5.4 基準点測量

2.5.4.1 ホニアラにおける GNSS 測量

ホニアラの既存の測地基準点は、HO-GRP-001 から約 1 時間の GNSS スタティック測量により位置が決定された。

基準点標識 ML150, ML152 は、AHO によって設置され、ホニアラ港内にある。

GUX-1 は、ホニアラ中心部から南東方向の丘の上にある測地基準点で、SIMA によれば 1970 年代に基準点測量の原点として設置されたものである。ここは以前ソ国の測地網を整備する際に経緯度原点として用いられたものとのことである。なお、GUX-1 の周囲の地形は浸食が進んでおり、近い将来 GUX-1 は崩壊する可能性がある。

ホニアラの海洋警察棧橋先端に設置されている験潮所の近傍にあるベンチマーク SOL103 も GNSS 測量により位置を決定した。

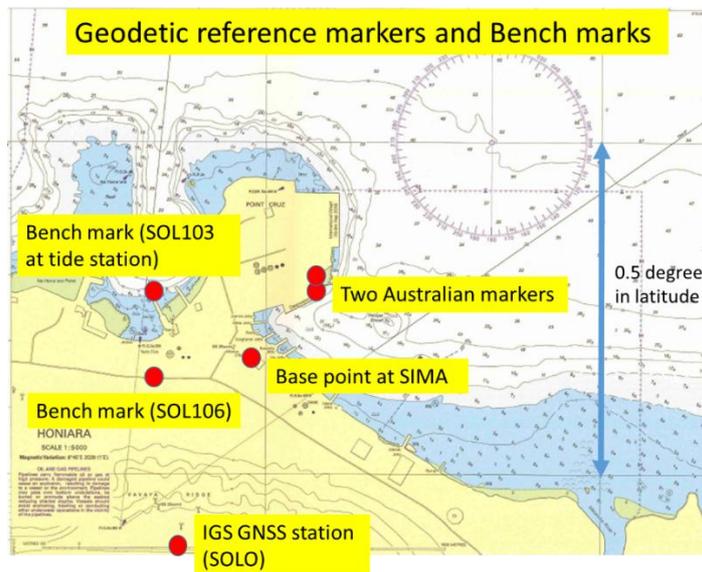


図 2.5.5 ホニアラ市内の測地基準点.

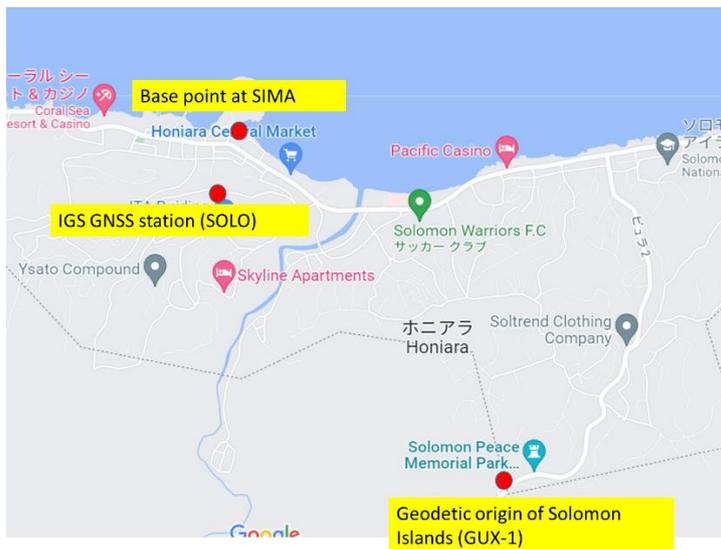


図 2.5.6 ホニアラの測地基準点.

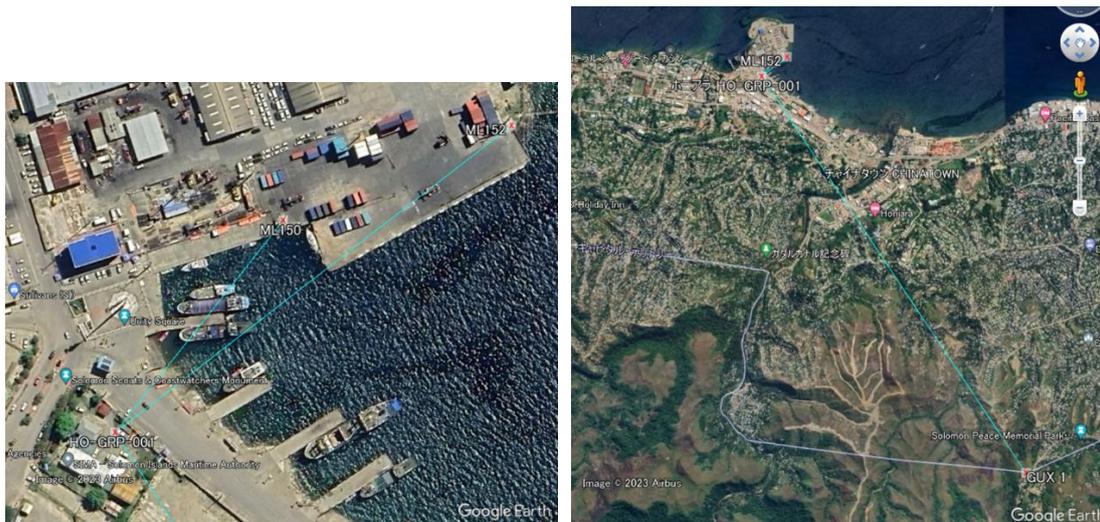


写真 2.5.6 測量したホニアラの測地基準点。ML150とML152はAHOが設置したもの。GUX-1は1970年代にソロモン諸島に測地網を整備した際の経緯度原点である。



写真 2.5.7 ML150はホニアラ港内に、GUX-1はホニアラ南東の丘の上にある。

与点であるHO-GRP-001の座標として(2.5.1)を用いると、各測地基準点の座標（世界測地系）は以下の通りとなる。

(ML150)

緯度 $9^{\circ} 25' 44.6175''S$

経度 $159^{\circ} 57' 31.0481''E$

楕円体高 $67.5203m$

(2.5.6)

(ML152)

緯度 $9^{\circ} 25' 43.0196''S$

経度	159° 57' 34.9209"E	(2.5.7)
楕円体高	67.8376m	

(GUX-1)

緯度	9° 27' 30.0413"S	
経度	159° 58' 35.3077"E	(2.5.8)
楕円体高	242.1655m	

(2.5.8)と以前の測地成果を比較すると、ソロモンの測地系とWGS-84の変換パラメータを算出することができる。

なお、ベンチマークSOL103の座標は以下の通りとなる。

(SOL103)

緯度	9° 25' 43.91399"S	
経度	159° 57' 19.94704"E	(2.5.9)
楕円体高	68.4742m	

2.5.4.2 ノロにおけるGNSS測量

ノロ市内には、ソ国土地住宅測量省が設置した基準点がある。それらのうちノロ港近傍の道路脇にある基準点STM16の位置を、NO-GRP-002から約1時間のGNSSスタティック測量により決定した。

NO-GRP-002の位置として(2.5.3)を用いると、STM16の位置は以下のとおりである。

(STM16)

緯度	8° 14' 18.02375"S	
経度	157° 11' 58.45633"E	(2.5.10)
楕円体高	79.0820m	

2.5.5 ホニアラとノロでの水準測量

2.5.5.1 ホニアラでの水準測量

ホニアラでは、SIMA が所有する水準器を使用して、2022年9月7日に水準測量を実施した。水準測量は、既存のベンチマークFBM4からSOL106、SOL103、HO-GRP-001を順に測量し、その後逆方向にFBM4まで戻る路線で行われた。全体の距離は384mであった。FBM4の高さを3.620mとすると、それぞれのベンチマークの高さは以下のようになる。

FBM4	3.620m,	
SOL106	3.207m,	
SOL103	2.307m,	(2.5.11)

HO-GRP-001	1.343m.	(2.5.12)
------------	---------	----------

臨時に潮位計を設置したはしごの横棒の最上部（以下、Ladderという）の高さを巻尺で測定した。

Ladder	2.180m.	
--------	---------	--



写真 2.5.8 ホニアラの海洋警察栈橋の臨時驗潮所のLadderの水準測量.



図 2.5.7 臨時驗潮所における高低関係図 (SOL103とLadder) .

2.5.5.2 ノロでの水準測量

ノロでは、2022年10月2日に水準測量が実施された。NO-GRP-002, NO-BM001, NO-BM-002間の高低関係が測定された。この3点は近接しており、水準測量全体の長さは約30mであった。HO-GRP-001とNO-GRP-002の間の2週間にわたるGNSS測量から得られたNO-GRP-002の標高が2.242mであることから、この値を用いると、それぞれのベンチマークの高さは以下のとおりとなる。なお、以下の値は、今後ノロの驗潮結果から再計算されるべきものである。

NO-GRP-002	2.242m,	(2.5.13)
NO-BM-001	2.256m,	(2.5.14)
NO-BM-002	2.195m,	(2.5.15)

ノロに設置された験潮機の高さ（CEETIDE験潮機についてはレーダーセンサーを支えているアーム上部の高さ，RMD験潮機についてはセンサーを取り付けた岸壁表面の高さ）は以下のとおりである。

アーム上部 3.406m. (2.5.16)

岸壁表面 2.243m. (2.5.17)



写真 2.5.9 ノロ港に設置したRMD潮位計横の岸壁の水準測量。

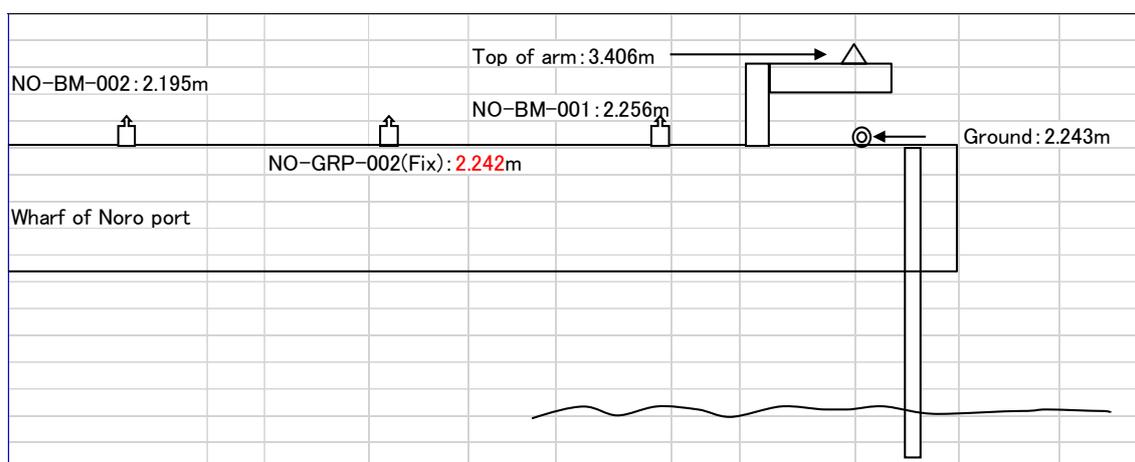


図 2.5.8 ノロのベンチマークと験潮機の高低関係。CEETIDE験潮機については，レーダーセンサーを支えるアームの上面，RMD験潮機については，センサー近傍の岸壁表面の高さがそれぞれ測量された。

参考文献

Dach, R., U. Hugentobler, P. Walser, P. Fridez, (editors), 2015. Bernese GNSS Software Version 5.2, Astronomical Institute, University of Berne, Switzerland, pp. 851.

Dach, R., S. Lutz, P. Fridez, M. Meindl (editors), 2007. Bernese GPS Software Version 5.0, Astronomical Institute, University of Berne, Switzerland, pp. 612.

謝辞

IGS 観測局 SOLO にある参照点の測地座標を提供していただいた Geoscience Australia に深く感謝いたします。

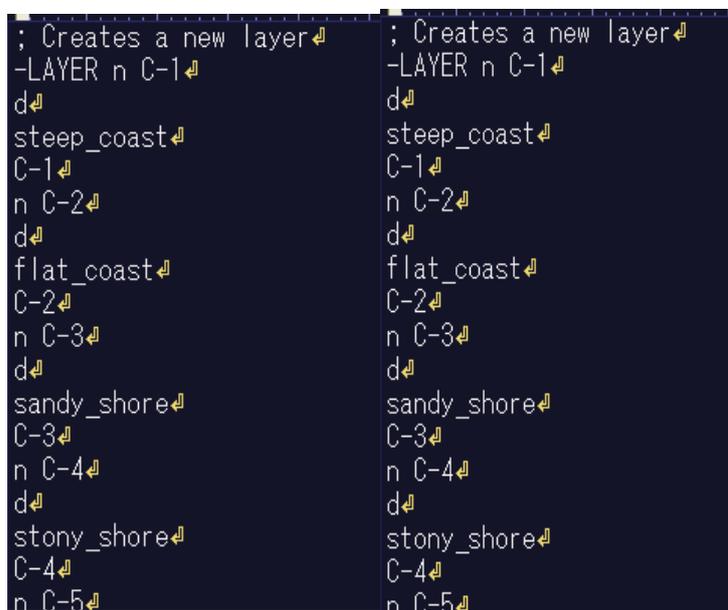
2.6. 海岸線測量と地形測量

2.6.1 海岸線測量

自然海岸線及び人工海岸線は、衛星画像（PLEADES と SPOT）を用いて測量を行った。海岸付近の画像上判読できる点（岸壁や壁のコーナー等）を GNSS スタティック測量により測量し、これを参照点として用いることにより、海岸線の位置精度を確保した。

ホニアラ港内及びノロ港内の岸壁の位置は、それぞれ GNSS RTK 測量及び GNSS スタティック測量によって正確に測量された。

海岸線は、衛星画像から CAD ソフトを用いて抽出し、地理的属性を付与した。C/P 担当者は CAD ソフトの使用経験があり、基本的な操作は問題なく行えたため、OJT ではショートカットやスクリプトファイルの活用を中心に作業効率の向上を図った。



```
; Creates a new layer
-LAYER n C-1
d
steep_coast
C-1
n C-2
d
flat_coast
C-2
n C-3
d
sandy_shore
C-3
n C-4
d
stony_shore
C-4
n C-5
```

図 2.6.1 スクリプトファイルの例.

(ホニアラ)

プロジェクト海域内の自然海岸線を正確に決定するため、図 2.6.2 に示す 4 つの参照点で GNSS スタティック測量を実施した。これらの点の座標は衛星画像から読み取った海岸線の位置補正に使用される。



図 2.6.2 ホニアラの自然海岸線測量のために用いた参照点.

ホニアラ港内の海岸線、GNSS RTK 測量により決定した。調査地点は主に岸壁のコーナーで、RTK により得られた座標は港湾区域の海岸線を描くために使用した。基地局となる HO-GRP-001 に GNSS 受信機を設置し、移動局となる GNSS 受信機を海岸線まで運び RTK 測位を行った。

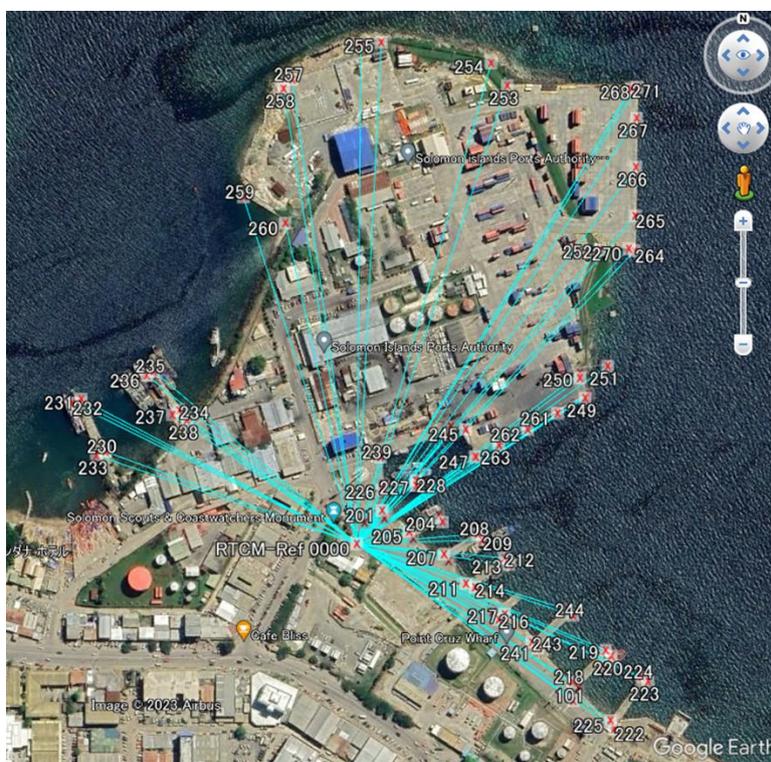


図 2.6.3 GNSSのRTK測量で位置を決定したホニアラ港内の点。HO-GRP-001が基地局.

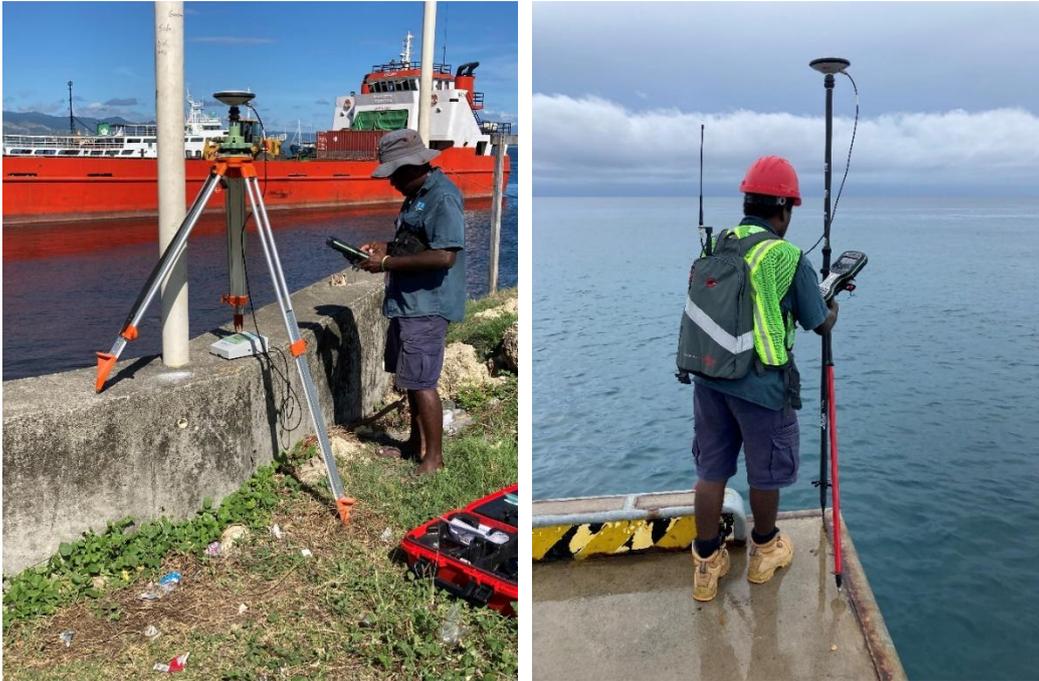


写真 2.6.1 ホニアラにおける海岸線測量. GNSSスタティック測量 (左) とGNSS RTK測量 (右) .

(ノロ)

ノロ港では、海岸線測量のために GNSS スタティック測量を実施した。測量を行った点は岸壁のコーナーであり、その座標を用いて港湾区域の海岸線を描いた。基地局は NO-GRP-002 を使用した。

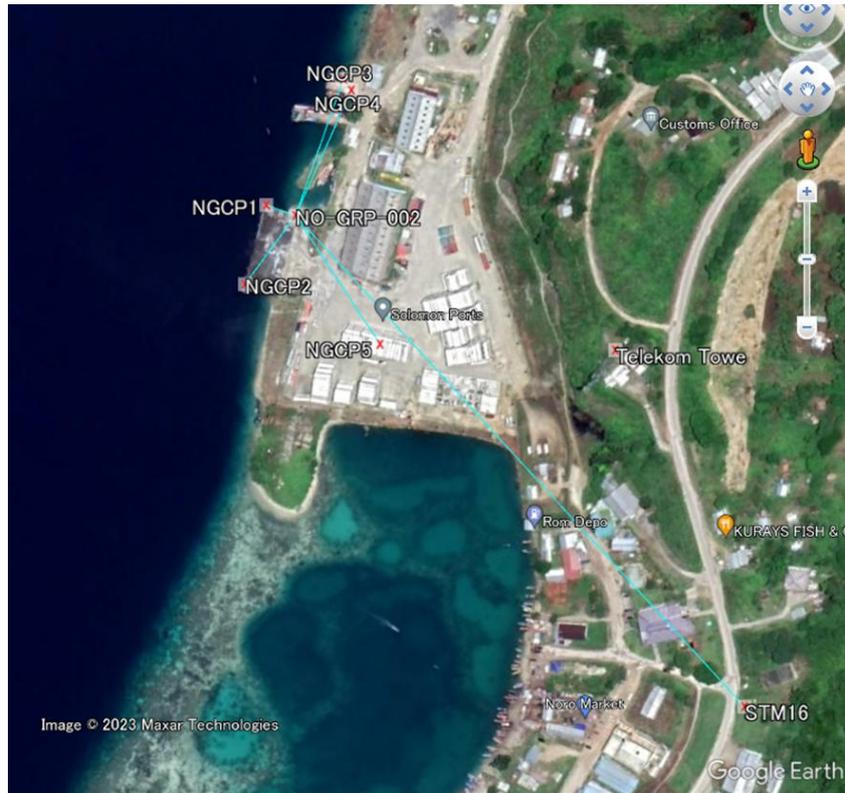
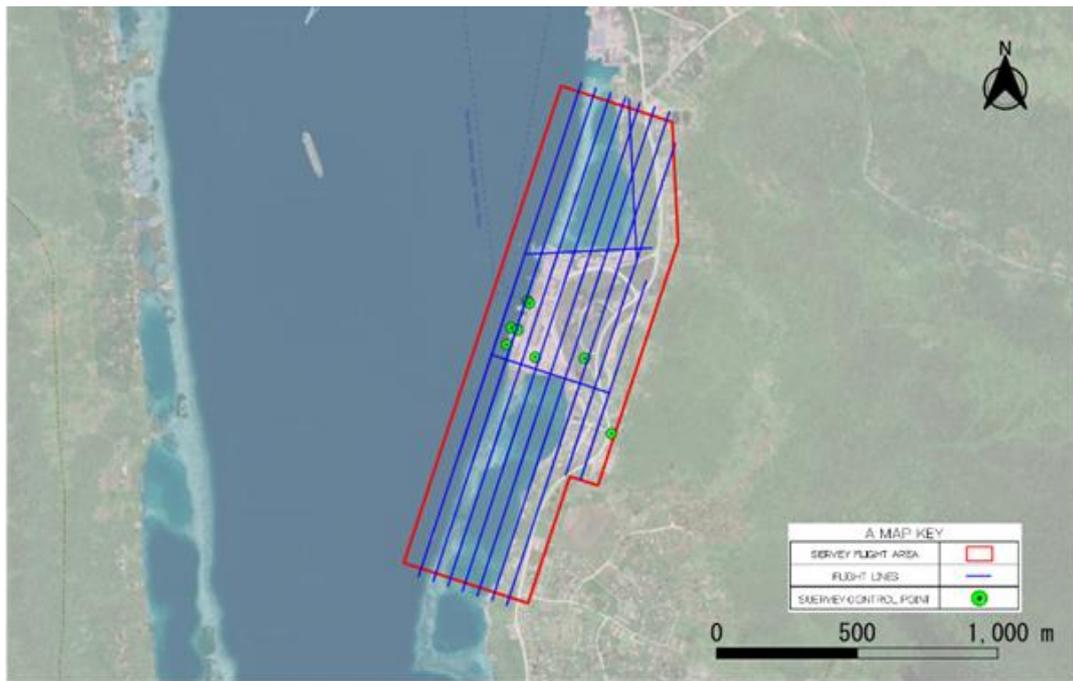


図 2.6.4 ノロで GNSS スタティック測量を実施した点。NGCP1～4 は岸壁のコーナーで海岸線測量を目的としたもの。NGCP5 は著目標の測量のための補助点である。STM16 はソ国政府によって設置された測地基準点で、海岸線に平行な道路沿いにある。

ノロでは、2023 年 7 月にドローンによる撮影が行われた。干潮時と満潮時の撮影画像からオルソ画像が作成された。ドローン撮影は地形調査だけでなく、海岸線調査にも活用されている。



PLACE	FLIGHT LINE	FLIGHT SPEED		FLIGHT ALTITUDE		FLIGHT TIME	REMARKS	
Noro Port	9 lines	9.6 m/sec	34.5 km/h	22.1 mile/h	117 m	384 ft	20 min	Area Nouth
	10 lines	9.6 m/sec	34.5 km/h	22.1 mile/h	117 m	384 ft	20 min	Area Center
	10 lines	9.6 m/sec	34.5 km/h	22.1 mile/h	117 m	384 ft	20 min	Area South

図 2.6.5 ドローンの飛行計画線（ノロ港）。



図 2.6.6 ドローン撮影画像から作成したオルソ画像。



図 2.6.7 ドローン撮影画像から作成した点群データ。

2.6.2 地形測量

海図には、港湾施設、顕著な建造物、山などの自然地形など、海上からの容易に同定できる顕著な航海目標となる建物などを記載する必要がある。このため、人工衛星からの地形情報を利用して海岸線付近の構造物情報を抽出し、海図に記載すべき地形や目印の情報を得る。

GNSS とトータルステーションを用いて、いくつかの顕著な構造物を測量した。



図 2.6.8 衛星画像から抽出された地形情報と海岸線情報の例。

<p>Geometric primitives: L</p> <p>Set Attribute_A: CATCOA; COLOUR; CONRAD; CONVIS; ELEVAT; NOBJNM; OBJNAM; VERAGG; VERGAR;</p> <p>Set Attribute_B: INFORM; NINFORM; NTXTDS; PICREP; SGAMAK; SCAMIN; TXTDSC;</p> <p>Set Attribute_C: REGGAR; REGGAR; SORDAT; SORIND;</p> <p>Definition: The line where shore and water meet. Although the terminology of coasts and shores is rather confused, shoreline and coastline are generally used as synonyms. (IHO Dictionary, S-32, 5th Edition, 858,409)</p> <p>References INT 1: IC 1-8, 32-33; S-4: 310, 312.1-4;</p> <p>Remarks: Distinction: canal bank; lake shore; river bank; shoreline construction;</p>	<p>Attribute type: E Used in: COALNE</p> <p>Expected input:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>Meaning</th> <th>INT 1</th> <th>S-4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>steep coast</td><td>IC 3;</td><td>312.1;</td></tr> <tr><td>2</td><td>flat coast</td><td>IC 2;</td><td>312.2;</td></tr> <tr><td>3</td><td>sandy shore</td><td>IC 6;</td><td>312.2;</td></tr> <tr><td>4</td><td>stony shore</td><td>IC 2;</td><td>312.2;</td></tr> <tr><td>5</td><td>shingly shore</td><td>IC 2;</td><td>312.2;</td></tr> <tr><td>6</td><td>glacier (seaward end)</td><td>IC 22;</td><td>353.8;</td></tr> <tr><td>7</td><td>mangrove</td><td>IC 22;</td><td>312.4;</td></tr> <tr><td>8</td><td>marshy shore</td><td>IC 22;</td><td>312.2;</td></tr> <tr><td>9</td><td>coral reef</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>ice coast</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>shelly shore</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Remarks: No remarks</p>	ID	Meaning	INT 1	S-4	1	steep coast	IC 3;	312.1;	2	flat coast	IC 2;	312.2;	3	sandy shore	IC 6;	312.2;	4	stony shore	IC 2;	312.2;	5	shingly shore	IC 2;	312.2;	6	glacier (seaward end)	IC 22;	353.8;	7	mangrove	IC 22;	312.4;	8	marshy shore	IC 22;	312.2;	9	coral reef			10	ice coast			11	shelly shore			<p>Geometric primitives: P, L, A</p> <p>Set Attribute_A: CATSLC; COLOUR; (PIC)COLPA; CONDTN; CONRAD; CONVIS; DATEND; DATSTA; HEIGHT; (T)HARAGG; HORCLR; HORLEN; HORWID; NATCON; NOBJNM; OBJNAM; STATUS; VERAGG; VERGAR; VERLEN; WATLEV;</p> <p>Set Attribute_B: INFORM; NINFORM; NTXTDS; SGAMAK; SCAMIN; TXTDSC;</p> <p>Set Attribute_C: REGGAR; REGGAR; SORDAT; SORIND;</p> <p>Definition: A fixed artificial structure in the water and/or adjoining the land. It may also refer to training walls, which are not necessarily connected to, nor form part of the shoreline. (changed according to MD 3.Co.3)</p> <p>References INT 1: IF 2, 4, 5, 6, 12-15, 18,23, 33; S-4: 313.2, 4, 321.1-4; 322.1-2; 324.1;</p> <p>Remarks: Distinction: canal bank; coastline; lake shore; land area; portoon; river bank;</p>	<p>Attribute type: E Used in: SLCONS</p> <p>Expected input:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>Meaning</th> <th>INT 1</th> <th>S-4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>breakwater</td><td>IF 4.1.3;</td><td>322.1;</td></tr> <tr><td>2</td><td>groyne (groin)</td><td>IF 6.1.3;</td><td>313.4;</td></tr> <tr><td>3</td><td>mole</td><td>IF 12;</td><td>321.3;</td></tr> <tr><td>4</td><td>pier (jetty)</td><td>IF 14;</td><td>321.2,4;</td></tr> <tr><td>5</td><td>promenade pier</td><td>IF 15;</td><td>321.2;</td></tr> <tr><td>6</td><td>wharf (quay)</td><td>IF 13;</td><td>321.1;</td></tr> <tr><td>7</td><td>training wall</td><td>IF 5;</td><td>322.2;</td></tr> <tr><td>8</td><td>rip rap</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>revetment</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>sea wall</td><td>IF 2;</td><td>313.2;</td></tr> <tr><td>11</td><td>landing steps</td><td>IF 18;</td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>ramp</td><td>IF 23;</td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td>slipway</td><td>IF 23;</td><td>324.1;</td></tr> <tr><td>14</td><td>fender</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td>solid face wharf</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>open face wharf</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>17</td><td>log ramp</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Remarks: The attribute 'category of shoreline construction' encodes the usage of a shoreline construction.</p>	ID	Meaning	INT 1	S-4	1	breakwater	IF 4.1.3;	322.1;	2	groyne (groin)	IF 6.1.3;	313.4;	3	mole	IF 12;	321.3;	4	pier (jetty)	IF 14;	321.2,4;	5	promenade pier	IF 15;	321.2;	6	wharf (quay)	IF 13;	321.1;	7	training wall	IF 5;	322.2;	8	rip rap			9	revetment			10	sea wall	IF 2;	313.2;	11	landing steps	IF 18;		12	ramp	IF 23;		13	slipway	IF 23;	324.1;	14	fender			15	solid face wharf			16	open face wharf			17	log ramp		
ID	Meaning	INT 1	S-4																																																																																																																								
1	steep coast	IC 3;	312.1;																																																																																																																								
2	flat coast	IC 2;	312.2;																																																																																																																								
3	sandy shore	IC 6;	312.2;																																																																																																																								
4	stony shore	IC 2;	312.2;																																																																																																																								
5	shingly shore	IC 2;	312.2;																																																																																																																								
6	glacier (seaward end)	IC 22;	353.8;																																																																																																																								
7	mangrove	IC 22;	312.4;																																																																																																																								
8	marshy shore	IC 22;	312.2;																																																																																																																								
9	coral reef																																																																																																																										
10	ice coast																																																																																																																										
11	shelly shore																																																																																																																										
ID	Meaning	INT 1	S-4																																																																																																																								
1	breakwater	IF 4.1.3;	322.1;																																																																																																																								
2	groyne (groin)	IF 6.1.3;	313.4;																																																																																																																								
3	mole	IF 12;	321.3;																																																																																																																								
4	pier (jetty)	IF 14;	321.2,4;																																																																																																																								
5	promenade pier	IF 15;	321.2;																																																																																																																								
6	wharf (quay)	IF 13;	321.1;																																																																																																																								
7	training wall	IF 5;	322.2;																																																																																																																								
8	rip rap																																																																																																																										
9	revetment																																																																																																																										
10	sea wall	IF 2;	313.2;																																																																																																																								
11	landing steps	IF 18;																																																																																																																									
12	ramp	IF 23;																																																																																																																									
13	slipway	IF 23;	324.1;																																																																																																																								
14	fender																																																																																																																										
15	solid face wharf																																																																																																																										
16	open face wharf																																																																																																																										
17	log ramp																																																																																																																										

図 2.6.9 S-57で定められている海岸線、著目標の様様。

また、衛星画像から得られたデジタル標高モデル (DEM) とデジタル地表モデル (DSM) を比較することで、建造物の形状に関する情報が得られる。

(ホニアラ)

ホニアラにおける著目標として、導灯 (leading light) と国旗掲揚ポール (flagstaff) の測量を行った。図 2.6.10 の 101-103 は GNSS で測量した従来測量のための補助点である。



図 2.6.10 ホニアラで著目標として測量を行った点。導灯 (FA, YC, COMMON REAR) と国旗掲揚ポール (NF) 。101~103は測量のための補助点である。

各点の座標は以下のとおりである.

(FA) 導灯

緯度	9° 25' 44.6175"S	
経度	159° 57' 31.0481"E	(2.6.1)
楕円体高	13.866m	

(YC) 導灯

緯度	9° 25' 43.0196"S	
経度	159° 57' 34.9209"E	(2.6.2)
楕円体高	14.553m	

(Common rear) 導灯

緯度	9° 25' 43.0196"S	
経度	159° 57' 34.9209"E	(2.6.3)
楕円体高	66.388m	

(NF) Flag staff in Honiara port

緯度	9° 25' 43.0196"S	
経度	159° 57' 34.9209"E	(2.6.4)
楕円体高	53.448m	

(ノロ)

ノロの著目標として、港の背後にある電波塔を GNSS とトータルステーションを用いて測量した。図 2.6.4 の NGCP5 は、GNSS で測量した測量の補助点である。



写真 2.6.2 GNSSスタティック測量による海岸線測量 (左) とトータルステーションを用いた著目標の測量 (右) .

2.7 潮汐観測

海面は、月と太陽の引力によって生じる潮汐によって常に上下している。水深の浅い海域での水路測量では、水路測量で得られた水深データに潮汐補正を施し、水深データを海図基準面（水深の基準となる面）に基づくものとする必要がある。

本プロジェクトでは、ホニアラ 1 カ所、ノロ及びその周辺 3 カ所（ノロ港、ムンダ港、リング港）の計 4 カ所で潮汐観測を実施した。

2.7.1 ホニアラにおける潮汐観測

ホニアラには、ソロモン諸島で唯一の既存の常設験潮所がホニアラ港の海洋警察の棧橋上にある。HONIARAB と呼ばれるこの常設験潮所は、太平洋における長期的な海面監視の研究のため、オーストラリア政府によって設置・管理されている。

HONIARAB 験潮所の潮位データは一般に公開されており、本プロジェクトで実施したホニアラの水路測量の水深データの潮位補正に使用された。

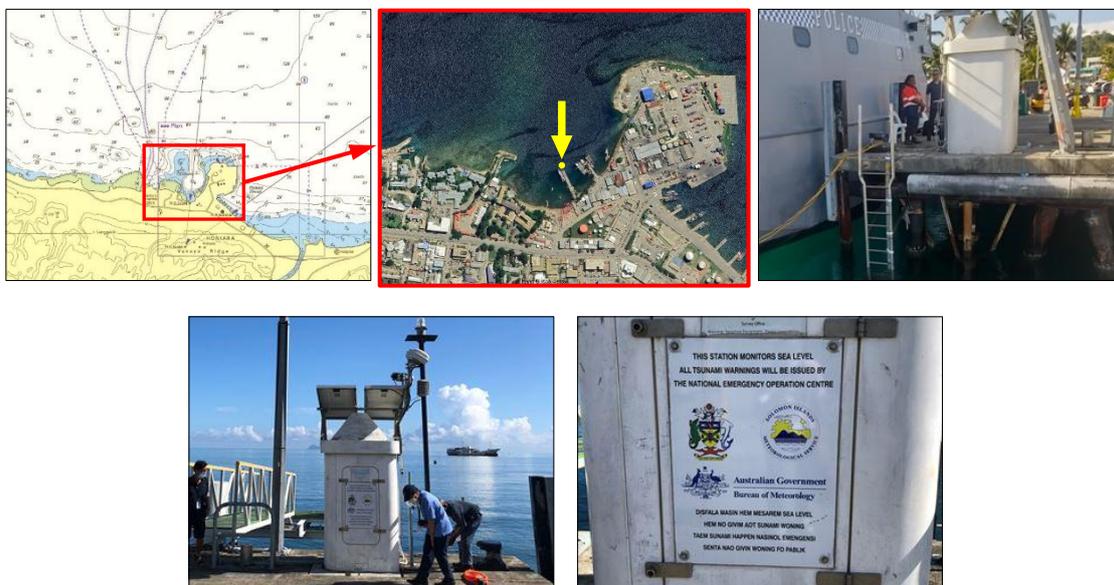


写真 2.7.1 ホニアラの常設験潮所 HONIARAB。験潮機は海洋警察棧橋上の白い建物の中に格納されている。

バックアップのため、臨時験潮所として HONIARA B の直近にある梯子に塩ビパイプを固定し、その中に験潮機 RT-710 を設置した。





写真 2.7.2 臨時験潮所が常設験潮所 HONIARA の近傍に設置された。臨時験潮所のセンサーは、栈橋にある梯子に塩ビパイプを固定し、その中に設置された。

ホニアラにおける水準点，験潮所間の鉛直位置関係（験潮所基準測定成果）を下図に示す。

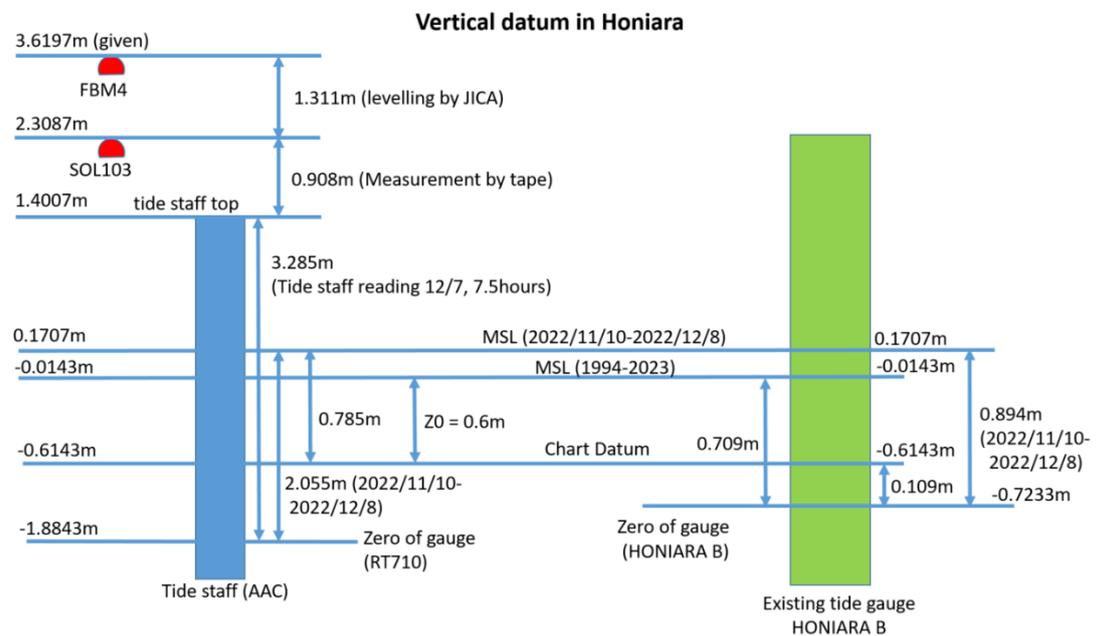


図 2.7.1 ホニアラにおける水準点，験潮所間の延長位置関係（験潮所基準測定成果）。海図基準面は平均水面（1994年～2023年）の0.60m下と仮定している。

簡易験潮器（RT-710）には、副標（リボンロッド）を併設し、目視による副標観測を以下の通り行った。両者の差が十分に小さいことから、RT-710 が正常に作動していることを確

認できた.

1) 2022年12月

観測時間 : 2022年12月7日 8:00 ~ 15:30 (ソロモン時間, 以下同様)

観測間隔 : 15分

差の標準偏差 : 0.01m

2) 2023年6月

観測時間 : 2023年6月9日 14:00 ~ 16:10

観測間隔 : 10分

差の標準偏差 : 0.01m



図 2.7.2 RT-710 と副標観測の比較結果 (2022). 両者の差の標準偏差は 0.01m であり, RT-710 は十分な精度を持っていることが確認できた.

2.7.2 ホニアラにおける常設験潮所と臨時験潮所の比較

水路調査期間中の常設験潮所と臨時験潮所のデータを比較し, 両験潮所が正常に機能していることが確認できた.

2022年と2023年の比較結果は以下の通りである.

(2022年)

期間 : 11月9日 10:30 ~ 12月8日 21:30

時間間隔 : 10分

SD : 0.0168メートル

(2023年)

期間 : 2023年6月6日 0:00 から 2023年6月10日 12:00 まで

時間間隔 : 10分

SD : 0.0113m

本プロジェクトにおける水路測量期間中、常設験潮所 HONIARA B には欠測がなかったため、HONIARA B の験潮データをホニアラの水深データの潮汐補正に使用した。

2.7.3 ノロ港における潮汐観測

ニュージーランド島のノロ港には常設の験潮所がないため、海図基準点を正確に決定するために、ノロ港で約1年間の潮汐観測を行うこととした。

(験潮所の設置)

ノロ港国際埠頭の北端に、2022年9月新たに験潮所が設置された (NORO_TG)。

ノロ港の港長であった Capt. Christopher SADE 氏からプロジェクトに対して協力する旨の理解を得て、験潮所 NORO_TG は同港の IT エンジニアである Moffet GAGAHE 氏に、データのダウンロードと機器の点検をしてもらい、良質な潮位データが継続して取得できた。

NORO_TG には2つの潮位計を設置し、2022年9月19日から観測を開始した。ひとつは水圧式験潮機 RMD 5225WLB-2、もうひとつはレーダー式験潮機 CEETIDE (SIMA 所有) である。

RMD 潮位計では太陽電池から電力を供給している。RMD の圧力センサーは岸壁に直接固定した塩ビパイプ内に設置した。

CEETIDE 潮位計はカーバッテリーから電力を供給している。バッテリーのメンテナンスは GAGAHE 氏に依頼した。CEETIDE の RADAR センサーは、同じく岸壁に直接固定されたスチールアームに固定された。ノロでの水路測量を終えた2023年9月、CEETIDE は撤収された。RMD は2024年末まで観測を継続した。

潮位計の高さは3つのベンチマークと水準観測により結合された。

RMD の潮位計は、3ヶ月ごとに海洋生物を除去するなどのメンテナンスを行った。

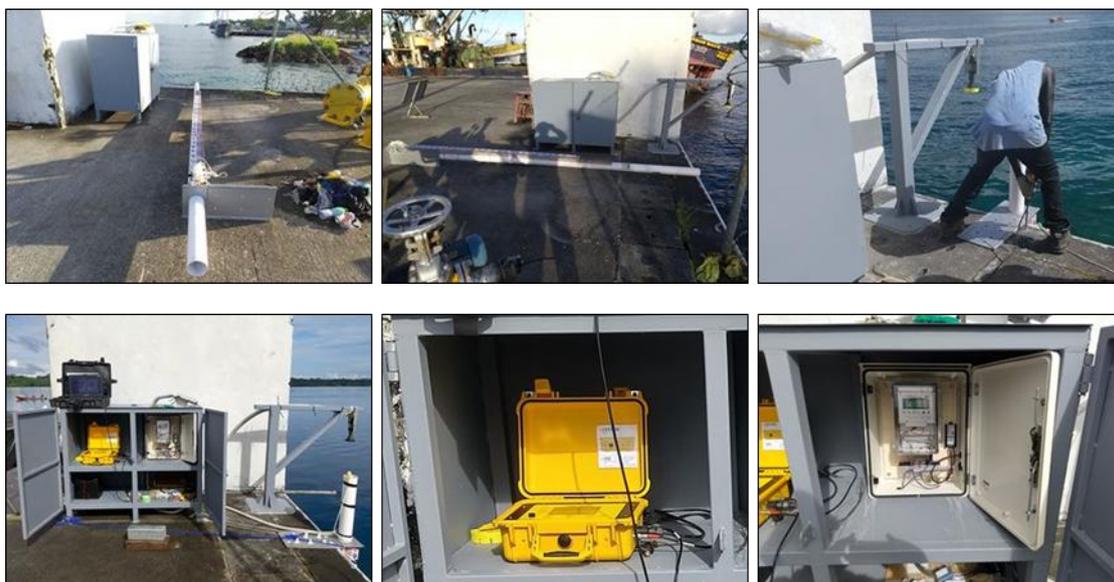




写真 2.7.3 ノロ港国際埠頭の北端に、新しい験潮所 NORO_TG が設置された。潮位計は 2 基設置された。水圧式験潮機 RMD（白ボックス）とレーダー式験潮機 CEETIDE（黄ボックス）である。RMD の圧力センサーは岸壁に直接固定された塩ビパイプ内に設置された。CEETIDE の RADAR センサーはグレーのアームに固定した。

RMD と CEETIDE で得られた潮汐データは塩ビパイプに固定した標尺を目視で読み取った潮汐データ（副標観測）と比較し、以下の結果を得た。

期間：2022 年 9 月 21 日午前 12 時～22 日午後 1 時（25 時間）

時間間隔：10 分

RMD と目視の差、及び CEETIDE と目視の差は、ともに 0.01m であり、RMD と CEETIDE はともに正常に動作していることが確認された。

2022 年 10 月から 2023 年 9 月までの 1 年間、RMD 潮位計は異常値もなく正常に験潮を継続した（図 2.7.3）。

ノロ港の海図基準面（chart datum）については、ノロの験潮データを AHO に送付し、AHO が決定した。

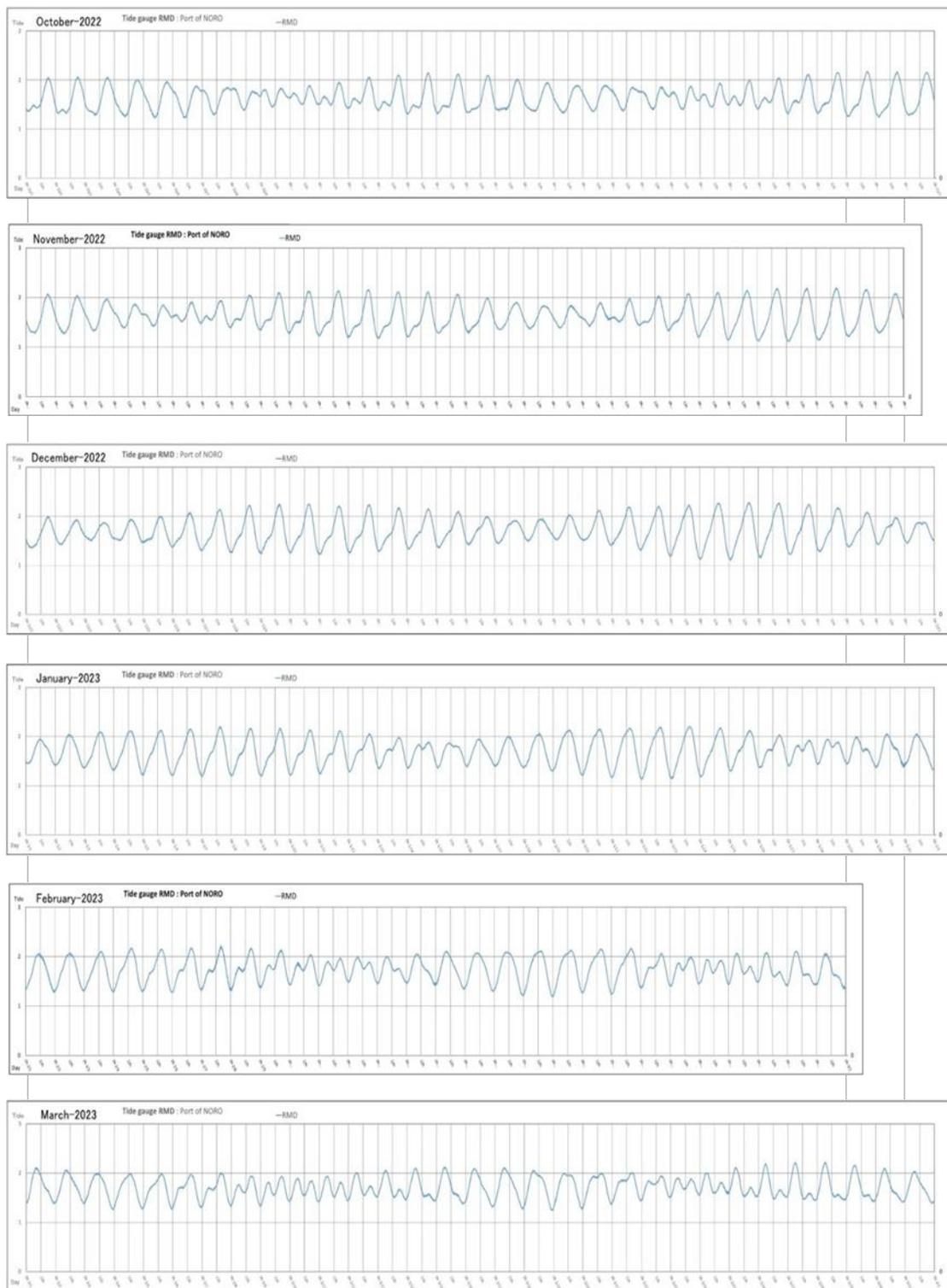


図 2.7.3 ノロ港におけるRMD潮位計による潮位観測データ（2022年10月～2023年3月）。

2.7.4 ノロ港に設置した RMD と CEETIDE 験潮データの比較

ノロ港に設置された RMD と CEETIDE でそれぞれ得られた潮汐データを比較した。

期間：2022 年 9 月 19 日 14:00 から 9 月 22 日 8:00 まで

時間間隔：10 分

SD：0.0126 メートル

両者は正常に動作していたことが確認できた。

残念ながら、CEETIDE センサーはボートに衝突され、フレームが変形したため、2023 年 9 月まで験潮を継続できなかった。一方、RMD の潮位計には欠測がなかったため、RMD の潮位データはノロの水深データの潮位補正に使用することができた。

2.7.5 ムンダ港とリング港における潮汐観測

2023 年には、ノロ港の他、ノロ港の南にある Diamond Narrows と Munda Bar（ムンダ海域）とノロ港の北にあるブラケット海峡で水路測量が実施された。

ムンダ海域とブラケット海峡における水路測量データの潮位補正のため、ムンダ港とリング港に潮位計（RT-710）を設置し潮位観測を実施した。

（ムンダ港）

ムンダ海域での水路測量に先立ち、ムンダ港の小型船舶用給油施設の先端に験潮機（RT-710）を設置し、調査期間中の潮位を観測した。センサーは栈橋に固定された塩ビパイプに設置された。

観測期間：2023 年 6 月 13 日 ～ 2023 年 7 月 13 日

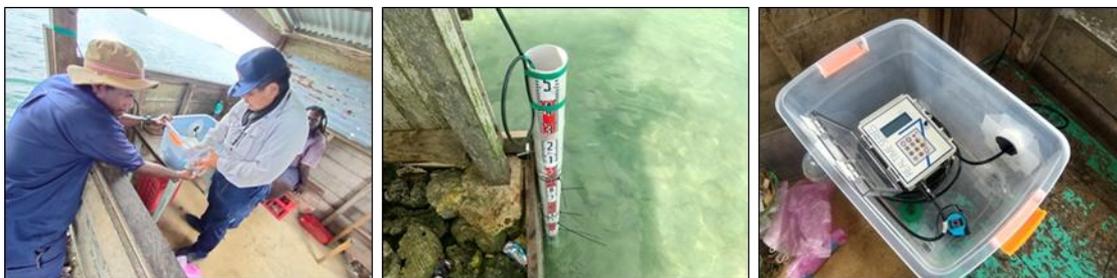


写真 2.7.4 ムンダ港に設置された臨時験潮所。

ムンダ港の臨時験潮所で得られた潮位データを、塩ビパイプに固定した標尺を目視で読み取った潮位データ（副標観測）と比較した。

期間：2023 年 6 月 19 日午前 8 時 40 分～2023 年 6 月 20 日午前 8 時 40 分

時間間隔：10 分

両者の差の標準偏差（SD）は 0.01m であり、RT-710 は正常に動作していることが確認された。

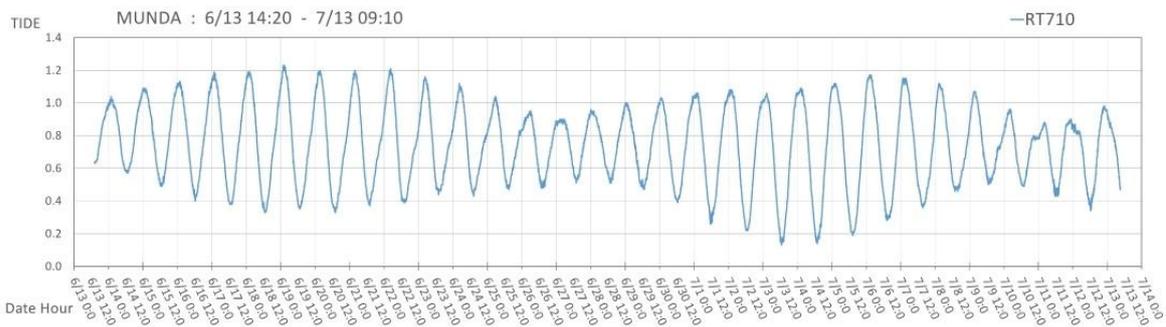


図 2.7.4 ムンダ港の臨時験潮所で得られた潮位データ（2023年6月～7月）。

(リング港)

ブラケット海峡の水路測量に先立ち、測量期間中の潮位を観測するため、民間企業 KFPL (Kolombangara Forest Products Ltd.) が所有するリング港の木製棧橋に潮位計 (RT-710) を設置した。センサーは棧橋に固定された PVC パイプ内にセットされた。

観測期間：2023年6月14日～2023年7月25日



写真 2.7.5 リンギに設置された臨時験潮所。

リングの臨時験潮所で得られた潮位データを、塩ビパイプに固定した標尺を目視で読み取った潮位データ（副標観測）と比較した。

期間：2023年6月20日午前9時10分～21日午前9時10分

時間間隔：10分

両者の差の標準偏差(SD)は 0.01m であり、RT-710 は正常に動作していることが確認された。

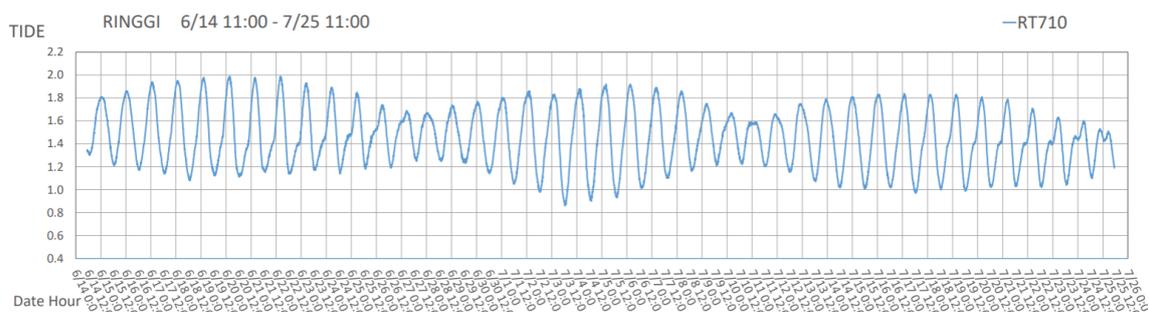


図 2.7.5 リンギ港の臨時験潮所で得られた潮位データ（2023年6月～7月）。

謝辞

ホニアラの験潮観測データは、太平洋気候海洋支援プログラム (COSPPac) に参加しているオーストラリア気象局から提供されたものです。

2.8 水路測量

2.8.1 水路測量の概要

(ホニアラ)

ホニアラの測量海域は、JICA と SIMA が 2021 年に署名した R/D で合意したとおり、海図 SLB101 にある縮尺 2 万分の 1 の分図「Lungga Roads」と同一である。

ホニアラでの水路測量は、2022 年 11 月～12 月と 2023 年 6 月に 2 回に分けて実施された。これは、ソ国税関で水路測量機器の通関のための手続きが遅延したことから、2022 年中にホニアラの水路測量が完了しなかったことが原因である。このため、2023 年にプロジェクト海域の南東部を測量することとなった (図 2.8.1, 2.8.2)。

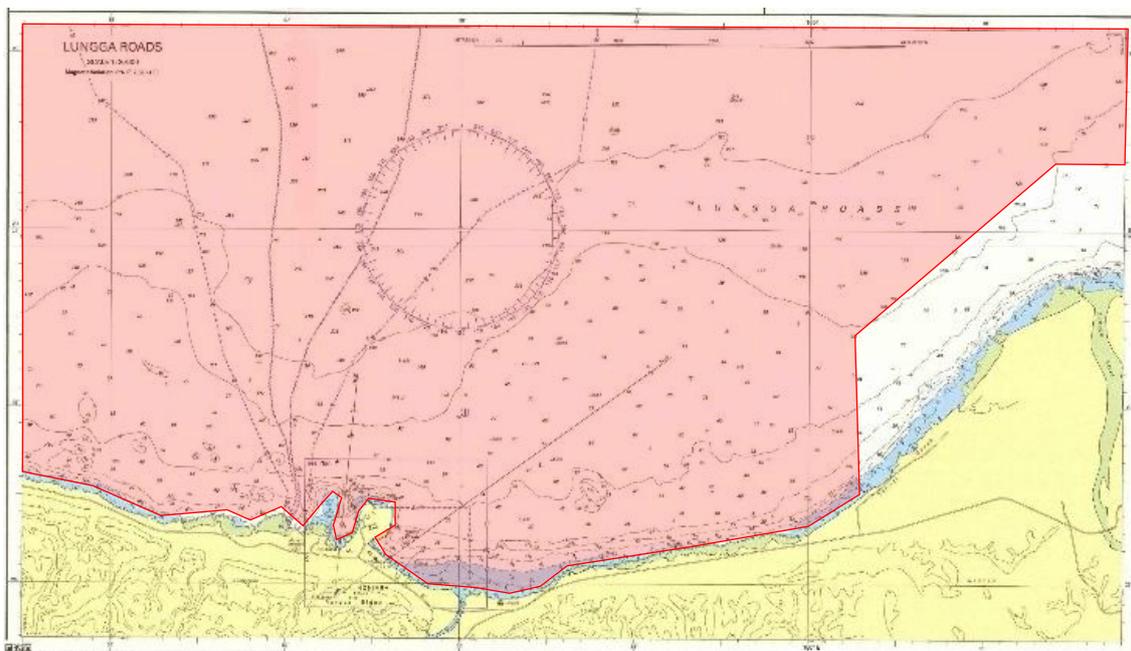


図 2.8.1 ホニアラの水路測量実施海域 (2022 年)

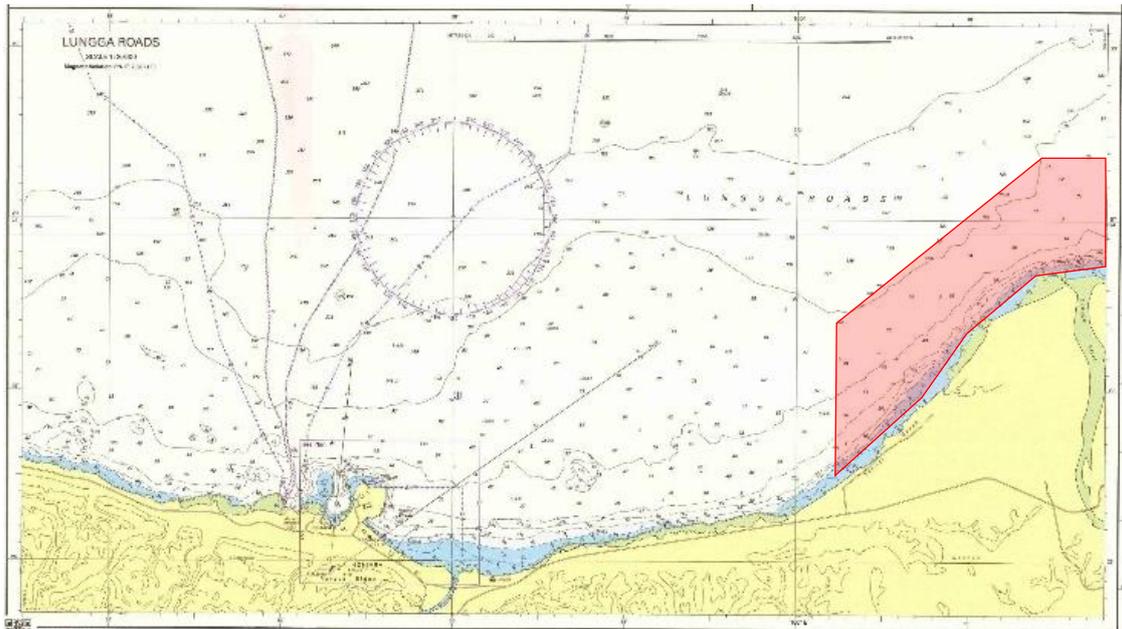


図 2.8.2 ホニアラの水路測量実施海域（2023 年）

（ノロ）

ノロの測量海域は、SIMA の要請に基づき 当初 R/D からは変更されることとなり、2023 年 4 月の JCC-3 で決定された（1.5 参照）。図 2.8.3、図 2.8.4 に示すように、ノロ港、ブラケット海峡、Diamond Narrows と Munda Bar（以下「ムンダ海域」という。）の 3 つの海域である。

新たに導入されたムンダ海域はノロ港の南にあり、内航貨物、旅客船、漁船が航行している。この海域には多くの島や浅瀬があり、海難事故のリスクを軽減するため、交通分離スキーム（TSS）の導入が検討されている。

ノロの水路測量は 2023 年 6 月、7 月に実施された。

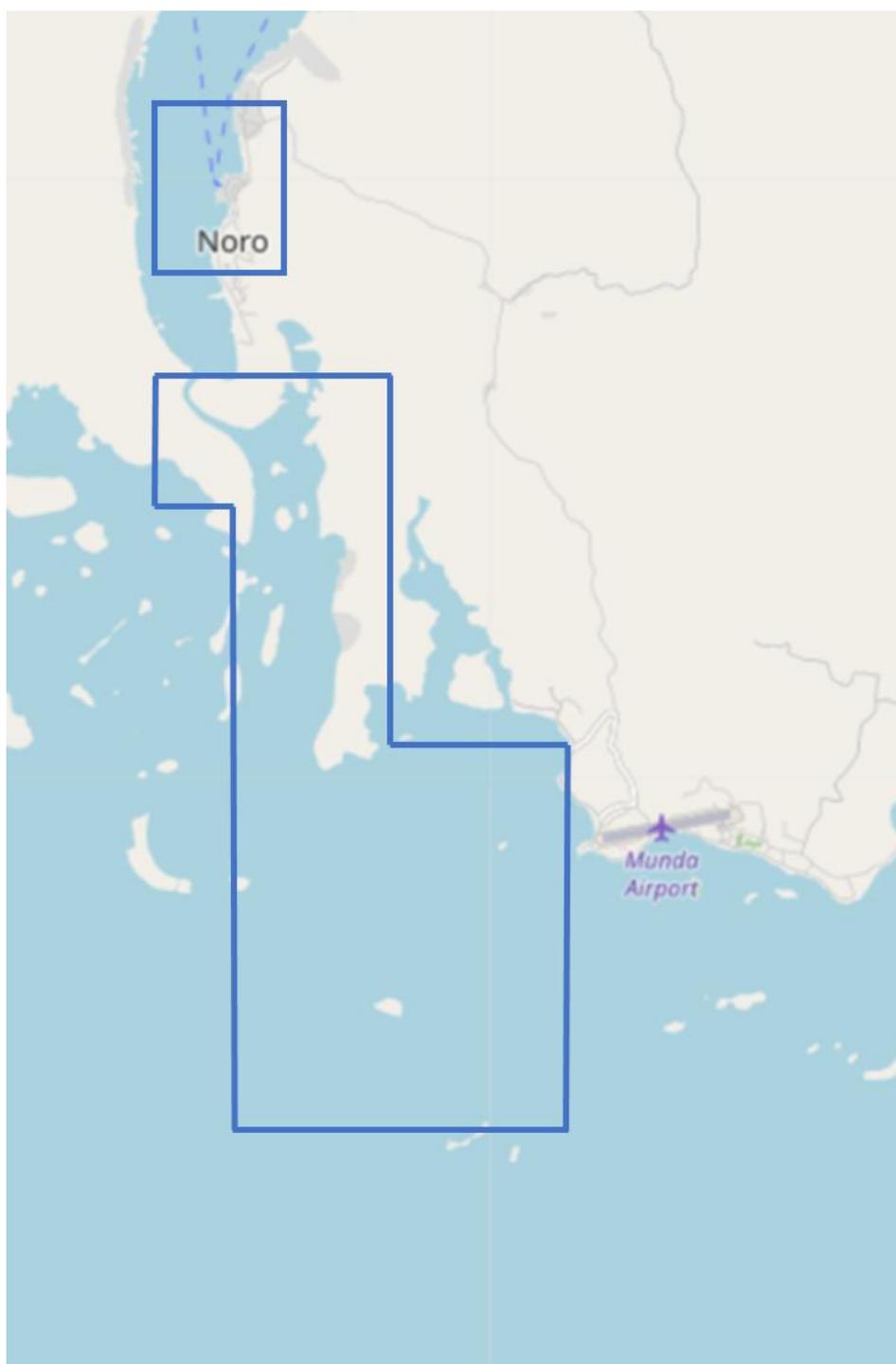


図 2.8.3 ノロ港（上），Diamond Narrows と Munda Bar 海域（ムンダ海域，下）。



図 2.8.4 ブラケット海峡の水路測量実施海域. 北西の入り江は Ringgi Cove.

2.8.2 測量に使用した機器

測量に使用した機器を表 2.8.1 に示す.

マルチビーム測深機として、2022 年は SeaBat T20R を、2023 年は R2 Sonic 2024 も使用した.

表 2.8.1 水路測量に用いた機器

No	Equipment	Description	Specification	Remarks
1	Multi-beam Echo-sounder	SeaBat T20R	Frequency: 190 - 420 kHz (300kHz used) Beamwidth: 1.0° x 1.0° (at 400 kHz) Number of beams: 512 Swath angle: 10° - 165° Resolution: 0.6 cm	Hydrographic Survey in 2022
2	Multi-beam Echo Sounder	R2 Sonic 2024	Frequency: 170 - 450 kHz Beamwidth: 0.45° x 0.9° (at 400 kHz) Number of beams: 1024 Swath angle: 10° - 160° Resolution: 0.3 cm	Hydrographic Survey in 2023
3	Single-beam Echo Sounder	PDR-104D	Frequency: 28 kHz Accuracy : +/- (0.1 + depth/1000)m Directional angle : 13°	Hydrographic Survey in 2022 for deep waters

			Depth Range:5~2000m	
4	Single-beam Echo Sounder	CEESCOPE	Frequency : 200 kHz/33kHz Accuracy :1cm+0.1%of depth Depth Range:0.2~200m	Hydrographic Survey for shallow waters
5	Inertial GPS System	POS/MV WaveMaster	Position accuracy Horizontal: <0.1 m, Vertical: <0.2 m Azimuth accuracy: 0.015° (base line: 2 m) Heave: 5 %/5 cm Roll/Pitch: 0.02°	Movement, and positioning of survey boat
6	Surface Sound Velocity	mini SVS (Valeport)	Resolution:0.001m/s Accuracy: +/- 0.017 m/s	SV/Sound refraction correction (attached to Sonar Transducer)
7	Each Layer Sound Velocity Profiler	AML-3 (AML)	Resolution:0.006m/s Accuracy: 0.025 m/s (Pressure) Resolution:0.0%FS Accuracy: 0.05%FS	SV/Sound refraction correction
8	Side Scan Sonar	Starfish-990F	Frequency: 1 MHz Horizontal Beamwidth:0.3 Operating Range: 35m/channel	Seabed surface determination
9	Grab sampler	VanVeen grab	Collection area : 250cm ² Sample volume:3.14L	Sea bottom sampling
10	Software	HYPACK	Data Acquisition & Processing -	Data acquisition, and processing

2.8.3 水路測量に用いた船

本プロジェクトで使用するボートは、本プロジェクトで修理された SIMA の救難艇である (2.4 参照)。ボートは使用しない間は通常 SIMA の敷地内に保管され、海中への投入・揚収は、海上警察敷地内のスロープを用いた。

ノロの水路測量に先立ち、ボートをホニアラから Shege を経由してノロに 2 日間かけて移動させた。移動は、SIMA スタッフ及び JICA 専門家により操船された。帰路は海が荒れていたため、貨物船で移動させることとなった。

表 2.8.2 測量に用いた SIMA ボートの諸元

Vessel	Application	Specifications
Survey Boat	Hydrographic survey	Rated HP: 230 HP (115×2) Overall length: 6.50 m Breadth: 4.28 m Draft: 1.23 m Hull: Aluminum

音響測深機，GNSS 受信機，IMU は右舷側に設置した。ただし，シングルビーム測深機 PDR-104D は左舷に設置した。各機器の制御部はキャビン内に設置した。発電機はボートの後部デッキに設置した。

2.8.4 作業工程

水路測量の作業工程は以下の通り。

		Hydrographic Survey Operation in 2022 and 2023																							
Objective/Output	Activities/area/equipment	2022 Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	2023 Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.			
Survey Preparation	Mobilization/demobilization																								
Hydrographic Survey	Year 2022	Honiara																							
	Year 2023	Honiara, Noro, Munda, Blackett																							
Permanent Tide Observation	Honiara B																								
	Noro(ATC)	RMD-225WLB																							
	Noro(SIMA)	CEE TIDE																							
Temporary Tide Observation	Honiara	RT-710W																							
	Munda	RT-710W																							
	Ringgi	RT-710W																							

図 2.8.5 水路測量の作業工程

2.8.5 水路測量の基準

マルチビーム音響測深機による水路測量は，S-44（IHO 水路測量基準）の 1a 級に適合している。ホニアラ沖の水深 200m 以深については，PDR-104D によるシングルビーム音響測深機による測深のみ実施したが，これは S-44 の 2 級に適合している。

水路測量の品質は，オーストラリア水路部が定める水路測量パートナーシッププログラム（HIPP）の「要求水準書（SOR）」に沿ったものとした。

2.8.6 水路測量の方法

2.8.6.1 測位

IHO S-44 に準拠するため，測位は WGS-84 に基づくものとする。

ユニバーサル横メルカトル（UTM）投影法（パラメータは以下の通り）を水平測位に使用する。

表 2.8.3 ユニバーサル横メルカトル (UTM) 投影法のパラメータ

Zone	UTM Zone 57S
Latitude of Origin of Projection	0°00 0 N
Longitude of Origin of Projection	159°00 00 E
False Easting	500,000m
False Northing	0m
Scale factor	0.9996 at Central Meridian

海上での位置は、FUGRO による GNSS 補強サービスである Marinestar® によって得ることとした。水平位置の公称精度は 10 cm 未満であり、S-44 の精度要件を満たす。補強情報は、下図に示すように、人工衛星 IOR と AUSAT によって放送される。

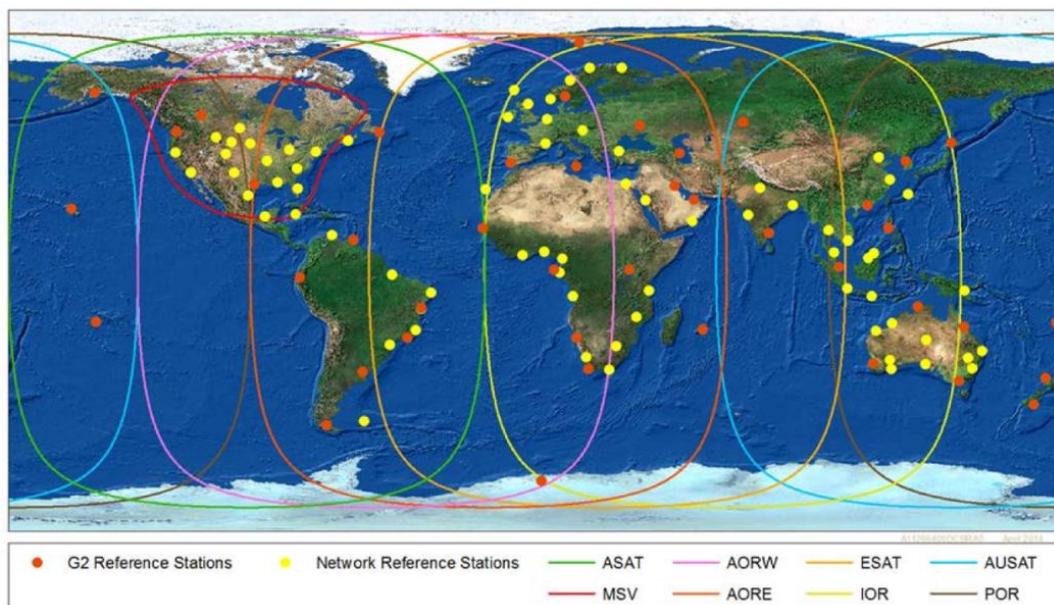


図 2.8.6 FUGRO が提供する Marinestar® GNSS 補強サービスの衛星カバレッジ。

Marinestar® による水平座標の精度を、ホニアラの測地基準点 HO-GRP-001 で、2022 年と 2023 年の陸上測量結果と比較して検証した。15 分間の Marinestar 測位の結果、絶対的な位置の確度 (accuracy) は約 0.4m, 相対的な位置の精度 (測位のばらつき, precision) は約 0.1m であり、非常に安定した結果が得られた (図 2.8.7)。

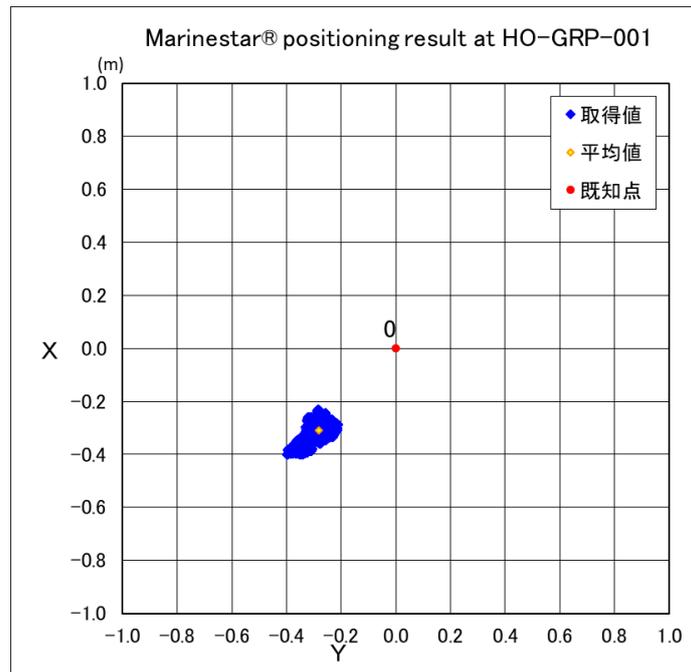


図 2.8.7 HO-GRP-001 における Marinestar® の測位結果と GNSS 測量から求めた座標の比較. O は GNSS 測量の成果(2.5.1)である. Marinestar® の測位結果は再現性が 0.1m 以下で, 平均すると O から 0.42m ずれていた.

Marinestar®の測位結果は POS/MV Wavemaster に入力され, オフセット補正を行った後, マルチビームエコーサウンダーの位置が Wavemaster から出力される.

2.8.6.2 測量機器

マルチビーム測深機, GNSS アンテナ, IMU は測量船にしっかりと固定され, マルチビーム測深機等の機器は下図のとおり構成される.

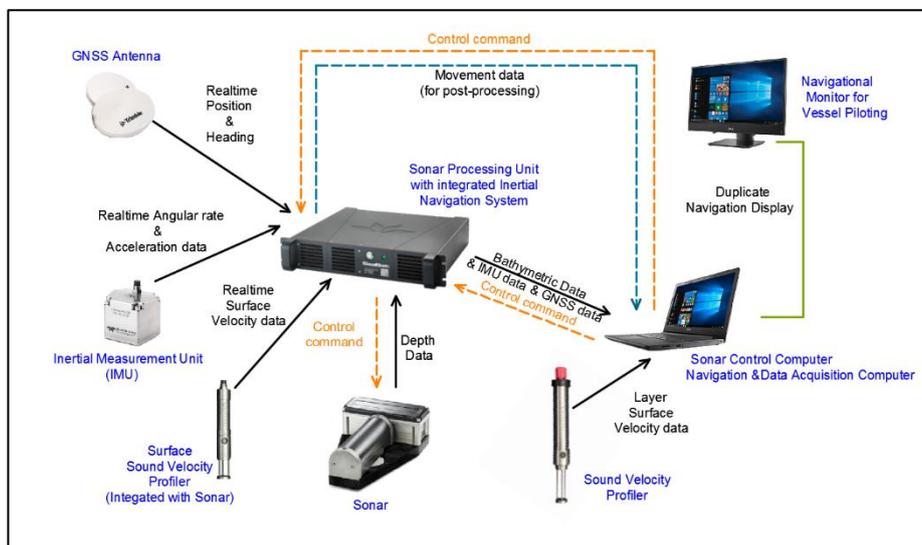


図 2.8.8 デジタル水路測量データ収集システム (Digital Hydrographic Survey Data Acquisition System, DHSDAS).

i) モーションセンサー (IMU)

POS/MV ウェーブマスターの IMU ユニットにより SIMA ボートの動揺を計測した.

ii) マルチビーム音響測深機 (MBES) とシングルビーム音響測深機 (SBES)

MBES として, 2022 年は SeaBat T20R を, 2023 年は R2 Sonic2024 をそれぞれ使用した. ホニアラの水深 200m~450m の海域では, SeaBat T20R ではデータが取得できないため, 中深海用の SBES である PDR-104D を使用した.

iii) 音速度測定

音響測深機では音響信号の往復時間を測定する. これを幾何学的な距離に換算するためには水中音速度が必要となる. また, 音響測深機のトランスデューサーから水中に音波が発出される際, 境界面で音波が屈折するが, この屈折角を正確に把握するためには表面音速度が必要となる.

このため, 音速度プロファイラ(SVP)及び表面音速度センサーによって水中の音速度を測定した.

表面音速度は, MBES トランスデューサー取付けポールに, ミニ SVS (Valeport) を固定し, 連続的にモニタリングした.

水中音速度は, SVP のセンサーを船上から昇降させ, 深さ毎に音速度を測定した. 測定は, 毎日, その日の測量海域の中央付近と両端付近 (計 3 か所) で, SVPAML-3 (AML) を用いて行った. 200m 以深については, センサーの昇降が難しいため, XCTD により深さ毎に水温と電気伝導度を測定し, 理論式を用いて音速度を算出した. 河口付近では淡水の流入によって音速度が変化する可能性があるため, 河口付近での水中音速度を測定した.

iv) センサーのオフセット測定

GNSS アンテナ, MBES のトランスデューサ, モーションセンサーなどの各種センサーの幾何学的位置関係を図 2.8.9 に示す. これらの位置関係は, センサーの取付の際などに測定した.

センサーのオフセットは直交座標で表され, X, Y は IMU 上部の中心, Z は海面を原点とする. X, Y, Z はそれぞれ前方, 右舷方向, 下方を正とする.

GNSS アンテナ, MBES トランスデューサ, IMU の幾何学的なオフセットは, 巻き尺で測定した.

MBES トランスデューサの喫水は約 1m であり, 波によるノイズを避けるために十分な深さがあつた.

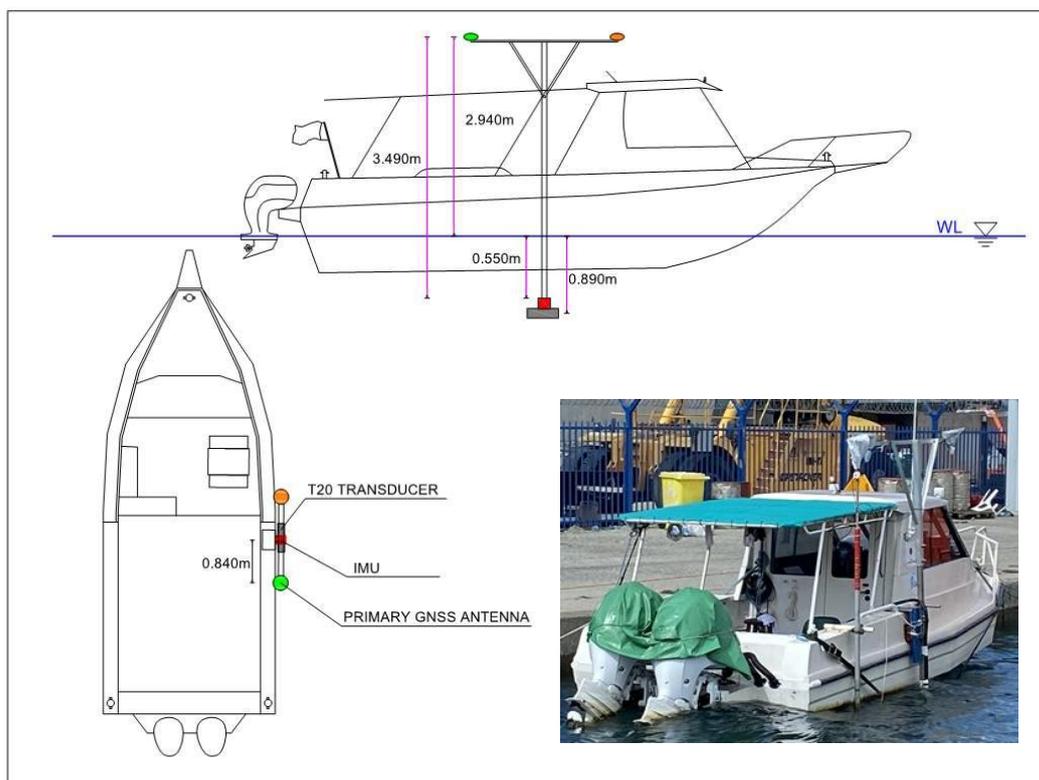


図 2.8.9 SIMA ボートに設置された各センサーの位置関係.

v) パッチテストとバーチェック

MBES 使用時には, 毎日パッチテストを実施し, 測深の品質を確保した. SBES 使用時にはバーチェックによる校正を行った.

MBES のトランスデューサの取付角度のオフセットは, MBES の測量成果の品質に大きな影響を及ぼす. このため, パッチテストを毎日実施し, ロール角, ピッチ角, ヨー角のオフセットを正確に把握した.

測深データは現地において, HYPACK でノイズ処理等を実施した後, 日本で最終的な潮汐補正等の各種補正 (潮汐補正, オフセット補正, パッチテスト補正, ドラフト補正) を行い, HYPACK 及び TerraScan ソフトウェアを使用して水深精度を向上させた.

2.8.6.3 測線

ホニアラでは、測線は沖合では東西方向、沿岸では等深線に沿って計画した。ノロ港では、測線はほぼ南北方向であった。

これら港湾域では、航行に関し高い安全性が求められるため、フル海底カバレッジ (200% カバレッジ)、すなわち、外側のビームが次のラインの直下ビームに合致するように測線を計画した。フル海底カバレッジでは、水路測量を行う海域内の海底は2回ずつ測定される。

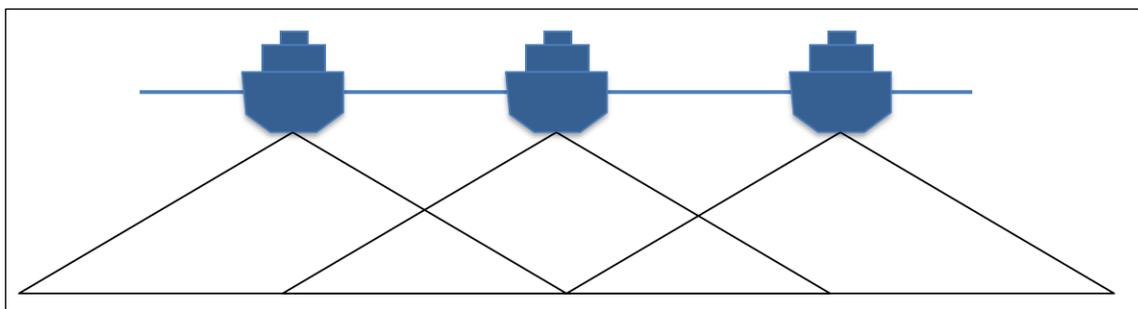


図 2.8.10 フル海底カバレッジ (HIPP/SOR, 2021) .

ブラケット海峡では測線を東西方向に、ムンダ海域では南北方向にそれぞれ計画した。

これらの海域では、海域の航海安全への要求水準が港湾内ほど高くないため、フル海底地形カバレッジ (100%カバー) で測線が計画された。フル海底地形カバレッジでは、海底は1回ずつ測定される。

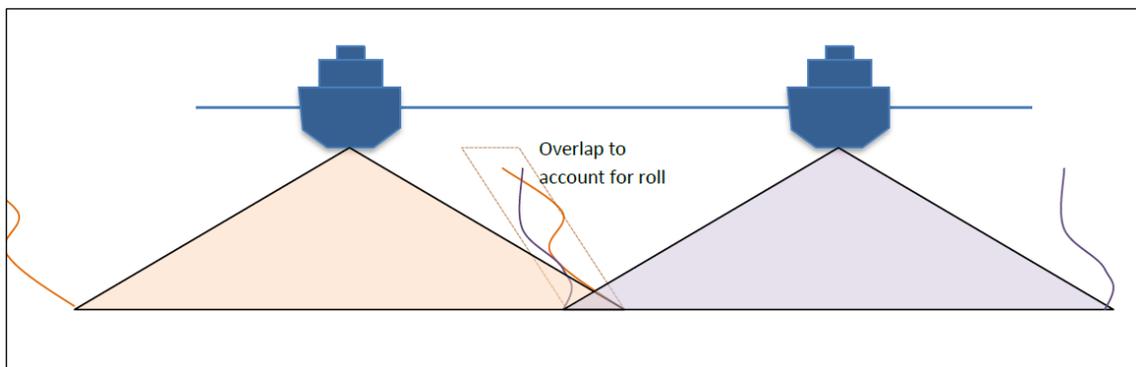


図 2.8.11 フル海底地形カバレッジ (HIPP/SOR, 2021).

SBES の測線間隔は 200m とした。

交差線は測線と直角に交差するように計画し、水深が 50m 未満の場合は 500m 間隔、50m 以深の場合は 1km 間隔とした。

2.8.6.4 浅瀬と航路障害物の調査

調査中に浅瀬や航路障害物が検出された場合、あるいは調査海域で過去に報告された航路障害物などは、全て再測量によって詳細に調査した。その位置と最浅値を正確に決定するため、原則として以下の対策を講じた。

1. ボートの速度は 2 ノット以下とする

2. 測線間隔は計画の半分とする。これにより、フル海底カバレッジでは海底を4回、フル海底地形カバレッジでは2回調査したことになる。
3. 測線の1本を浅瀬、航路障害物地の真上を通過させる。
4. 数本の交差線を導入し、異なる方向からの調査を行った。

2.8.6.5 補測

水路測量後、MBES データにギャップが見つかった場合は、ギャップを埋めるために補測を実施した。

2.8.7 水路測量データ解析の方法

2.8.7.1 解析データの種類

水路測量のデータ解析には以下のデータを用いた。

- マルチビーム関連データ（位置、水深、表面音速度、Pach-Test、Offset等）
測深簿（Sounding List）と航跡図（Sounding Track Sheet）を作成。
- 潮位データ
図 2.8.12 参照。
- 音速度プロファイルデータ
図 2.8.13 参照。

0	RMD	Date	Time	RMD
0	0.00	23/07/01	00:00+1831	0.00
1	0.05	23/07/01	00:05+1849	0.05
1	0.10	23/07/01	00:10+1846	0.10
1	0.15	23/07/01	00:15+1833	0.15
1	0.20	23/07/01	00:20+1837	0.20
1	0.25	23/07/01	00:25+1852	0.25
1	0.30	23/07/01	00:30+1843	0.30
1	0.35	23/07/01	00:35+1827	0.35
1	0.40	23/07/01	00:40+1833	0.40
1	0.45	23/07/01	00:45+1840	0.45
1	0.50	23/07/01	00:50+1837	0.50
1	0.55	23/07/01	00:55+1821	0.55
1	1.00	23/07/01	01:00+1840	1.00
1	1.05	23/07/01	01:05+1846	1.05
1	1.10	23/07/01	01:10+1843	1.10
1	1.15	23/07/01	01:15+1837	1.15
1	1.20	23/07/01	01:20+1840	1.20
1	1.25	23/07/01	01:25+1840	1.25
1	1.30	23/07/01	01:30+1843	1.30
1	1.35	23/07/01	01:35+1849	1.35
1	1.40	23/07/01	01:40+1856	1.40
1	1.45	23/07/01	01:45+1856	1.45
1	1.50	23/07/01	01:50+1862	1.50
1	1.55	23/07/01	01:55+1859	1.55
1	2.00	23/07/01	02:00+1849	2.00
1	2.05	23/07/01	02:05+1849	2.05
1	2.10	23/07/01	02:10+1856	2.10
1	2.15	23/07/01	02:15+1849	2.15
1	2.20	23/07/01	02:20+1849	2.20
1	2.25	23/07/01	02:25+1856	2.25
1	2.30	23/07/01	02:30+1852	2.30
1	2.35	23/07/01	02:35+1846	2.35
1	2.40	23/07/01	02:40+1849	2.40
1	2.45	23/07/01	02:45+1856	2.45
1	2.50	23/07/01	02:50+1859	2.50
1	2.55	23/07/01	02:55+1859	2.55
1	3.00	23/07/01	03:00+1849	3.00
1	3.05	23/07/01	03:05+1843	3.05
1	3.10	23/07/01	03:10+1837	3.10
1	3.15	23/07/01	03:15+1827	3.15
1	3.20	23/07/01	03:20+1833	3.20
1	3.25	23/07/01	03:25+1837	3.25
1	3.30	23/07/01	03:30+1833	3.30
1	3.35	23/07/01	03:35+1818	3.35
1	3.40	23/07/01	03:40+1802	3.40
1	3.45	23/07/01	03:45+1802	3.45
1	3.50	23/07/01	03:50+1802	3.50
1	3.55	23/07/01	03:55+1789	3.55
1	4.00	23/07/01	04:00+1793	4.00
1	4.05	23/07/01	04:05+1777	4.05
1	4.10	23/07/01	04:10+1767	4.10
1	4.15	23/07/01	04:15+1751	4.15

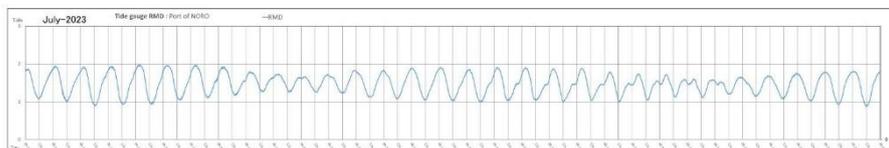


図 2.8.12 潮汐補正に用いたノロ港の験潮データ。

31	Start date	2023/7/1	Average	1.488
0:05	End date (30days)	2023/7/16	max	1.979
23:50	End date (31days)	2023/7/16	min	0.871
0	File date	LOG	Time	PROF
0	000 23/07/01/00:00+1837	2023/7/1	0:00	1.837
1	005 23/07/01/00:05+1849	2023/7/1	0:05	1.849
1	010 23/07/01/00:10+1846	2023/7/1	0:10	1.846
1	015 23/07/01/00:15+1833	2023/7/1	0:15	1.833
1	020 23/07/01/00:20+1837	2023/7/1	0:20	1.837
1	025 23/07/01/00:25+1852	2023/7/1	0:25	1.852
1	030 23/07/01/00:30+1843	2023/7/1	0:30	1.843
1	035 23/07/01/00:35+1827	2023/7/1	0:35	1.827
1	040 23/07/01/00:40+1833	2023/7/1	0:40	1.833
1	045 23/07/01/00:45+1840	2023/7/1	0:45	1.84
1	050 23/07/01/00:50+1837	2023/7/1	0:50	1.837
1	055 23/07/01/00:55+1821	2023/7/1	0:55	1.821
1	100 23/07/01/01:00+1840	2023/7/1	1:00	1.84
1	105 23/07/01/01:05+1846	2023/7/1	1:05	1.846
1	110 23/07/01/01:10+1843	2023/7/1	1:10	1.843
1	115 23/07/01/01:15+1837	2023/7/1	1:15	1.837
1	120 23/07/01/01:20+1840	2023/7/1	1:20	1.84
1	125 23/07/01/01:25+1840	2023/7/1	1:25	1.84
1	130 23/07/01/01:30+1843	2023/7/1	1:30	1.843
1	135 23/07/01/01:35+1849	2023/7/1	1:35	1.849
1	140 23/07/01/01:40+1856	2023/7/1	1:40	1.856
1	145 23/07/01/01:45+1856	2023/7/1	1:45	1.856
1	150 23/07/01/01:50+1862	2023/7/1	1:50	1.862
1	155 23/07/01/01:55+1859	2023/7/1	1:55	1.859
1	200 23/07/01/02:00+1849	2023/7/1	2:00	1.849
1	205 23/07/01/02:05+1849	2023/7/1	2:05	1.849
1	210 23/07/01/02:10+1856	2023/7/1	2:10	1.856
1	215 23/07/01/02:15+1849	2023/7/1	2:15	1.849
1	220 23/07/01/02:20+1849	2023/7/1	2:20	1.849
1	225 23/07/01/02:25+1856	2023/7/1	2:25	1.856
1	230 23/07/01/02:30+1832	2023/7/1	2:30	1.832
1	235 23/07/01/02:35+1849	2023/7/1	2:35	1.849
1	240 23/07/01/02:40+1849	2023/7/1	2:40	1.849
1	245 23/07/01/02:45+1856	2023/7/1	2:45	1.856
1	250 23/07/01/02:50+1859	2023/7/1	2:50	1.859
1	255 23/07/01/02:55+1859	2023/7/1	2:55	1.859
1	300 23/07/01/03:00+1849	2023/7/1	3:00	1.849
1	305 23/07/01/03:05+1843	2023/7/1	3:05	1.843
1	310 23/07/01/03:10+1837	2023/7/1	3:10	1.837
1	315 23/07/01/03:15+1827	2023/7/1	3:15	1.827
1	320 23/07/01/03:20+1833	2023/7/1	3:20	1.833
1	325 23/07/01/03:25+1837	2023/7/1	3:25	1.837
1	330 23/07/01/03:30+1833	2023/7/1	3:30	1.833
1	335 23/07/01/03:35+1818	2023/7/1	3:35	1.818
1	340 23/07/01/03:40+1802	2023/7/1	3:40	1.802
1	345 23/07/01/03:45+1802	2023/7/1	3:45	1.802
1	350 23/07/01/03:50+1802	2023/7/1	3:50	1.802
1	355 23/07/01/03:55+1789	2023/7/1	3:55	1.789
1	400 23/07/01/04:00+1783	2023/7/1	4:00	1.783
1	405 23/07/01/04:05+1777	2023/7/1	4:05	1.777
1	410 23/07/01/04:10+1767	2023/7/1	4:10	1.767
1	415 23/07/01/04:15+1751	2023/7/1	4:15	1.751

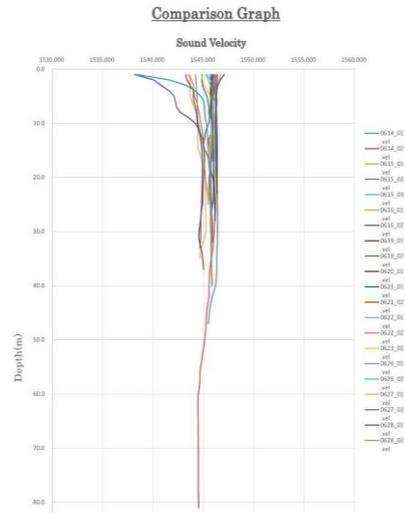


図 2.8.13 音速度補正に用いた音速度プロファイルデータ。

2.8.7.2 データ解析の方法

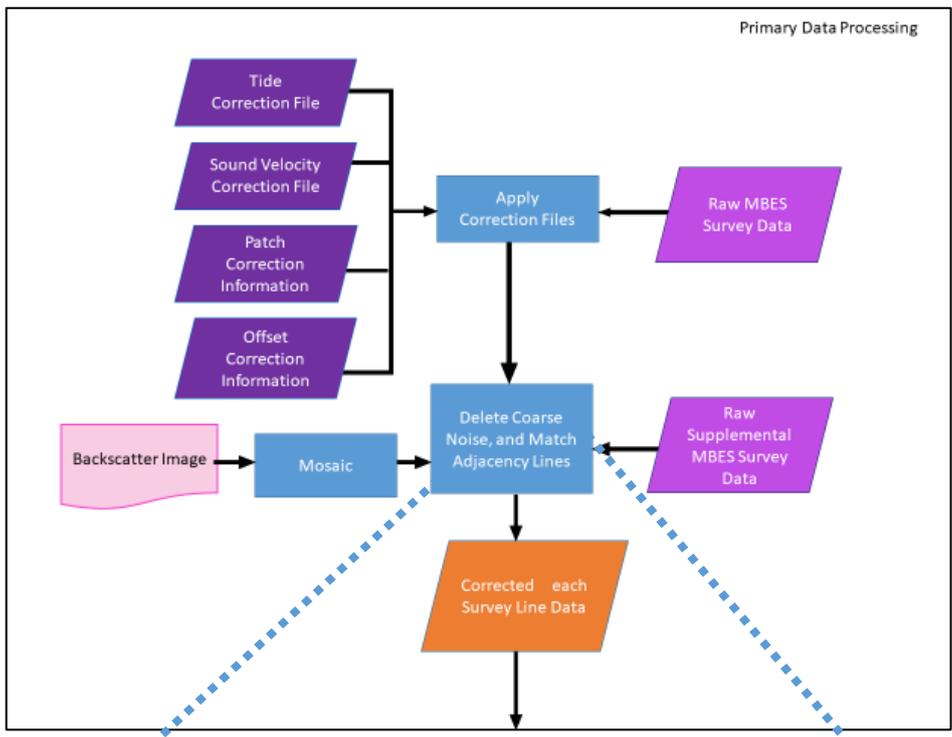
a)一次解析（現地作業）（図 2.8.14）

一次解析は、以下を目的として実施した。

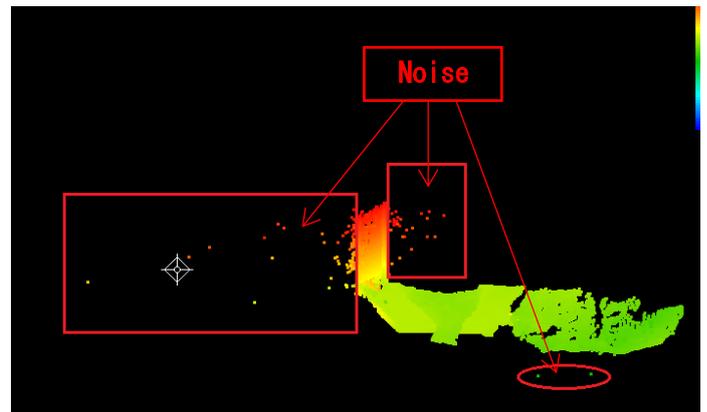
- i) データの品質を確認し、
- ii) データのギャップの有無を把握し、
- iii) 沈船などの航路障害物の存在を把握し、
- iv) これらについて補測または再測を行うべきかどうか判断する、

一次解析作業は、HYPACK_2022を用いた。作業の流れは以下のとおりである。

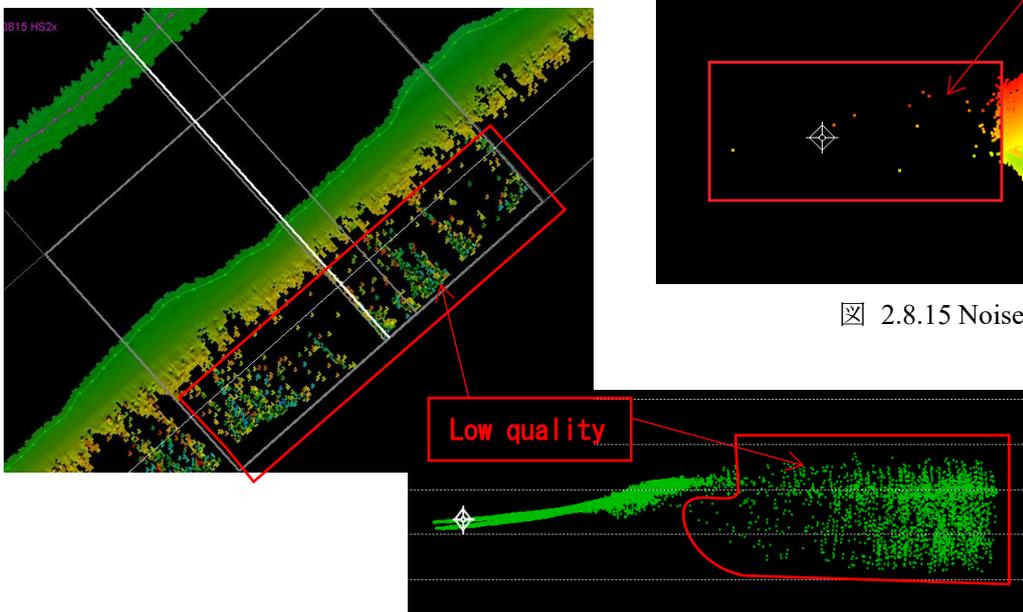
- i) 潮汐の推算値を用いて、生データに潮汐補正を行う。
- ii) 音速度補正は、表層音速測定データと各層音速測定データを用いて行う。
- iii) 毎日のパッチテスト結果から計算されたヒープ、ピッチ、ロール角に対して、再度これらの補正角を再評価して適用する。
- iv) HYPACKによる自動・手動フィルタリング処理により、粗くノイズデータ、品質が低いデータを除去する。（図 2.8.15, 図 2.8.16）
- v) データの欠落や密度不足により所要の成果が得られていない場合、海底に沈船などの障害物が存在すると思われる場合などは、再測を実施する。
- vi) 交差測線との交点で測深値を比較し、測量精度をモニターする。



☒ 2.8.14 Primary Data Processing at the survey site.



☒ 2.8.15 Noise Removal.



☒ 2.8.16 Removal of low quality data (c.f. large swath angles).

b) 二次解析（ポストプロセス）

二次解析は、水路測量後に事務所内で実施した。

ソフトウェアとして Terra Scan（Microstation）と HYPACK を用いた。

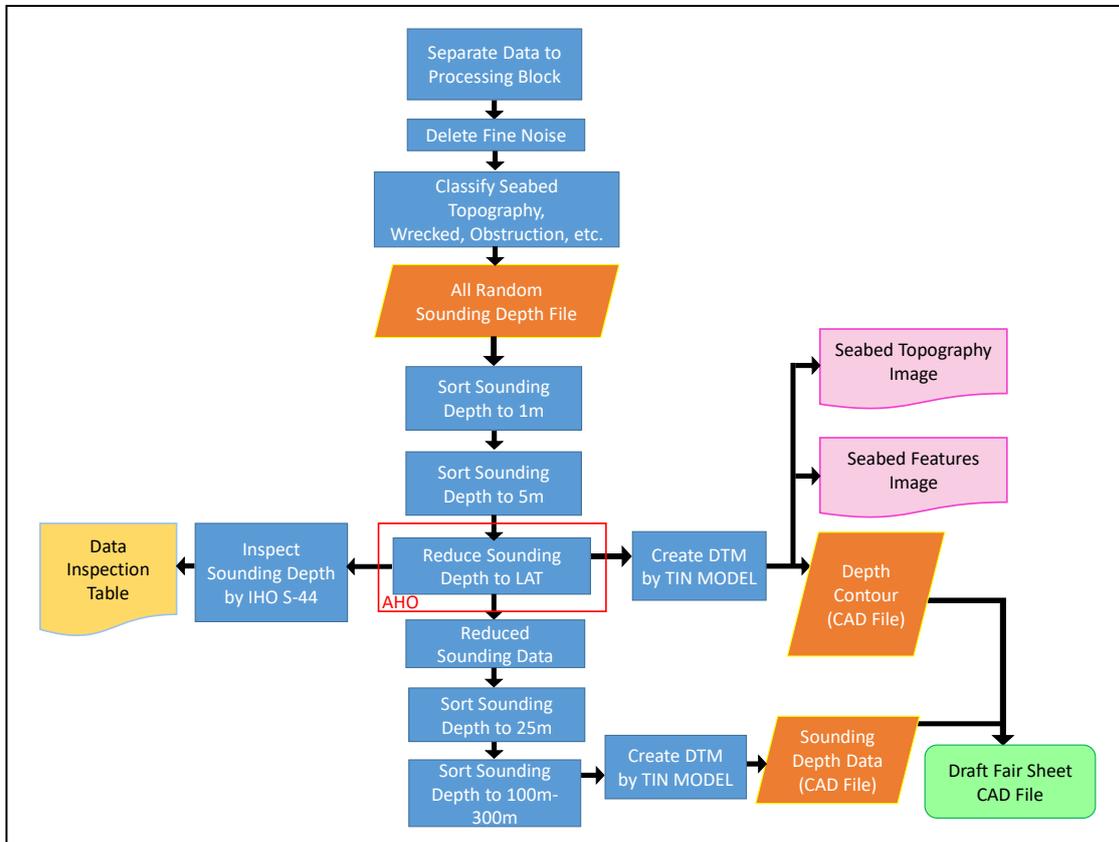


図 2.8.17 Secondary Data Processing.

作業の流れは以下のとおりである。i), ii)は TerraScan, それ以外は HYPACK を使用する。

- i) TerraScan を用いた事務所内での手動フィルタリング処理により、詳細にノイズを除去し、瓦礫や障害物を分類する。
- ii) 測定された水深データを含む全てのランダム測量データを、全ての補正を適用した後生成する。
- iii) 1m メッシュ、5m メッシュの全ランダム測量データから、最も浅い水深データを順次選択する。
- iv) 水深データは、AHO に送られ、AHO において水深の基準面として LAT に準拠した水深値に変換される。また、品質チェックが行われる。
- v) LAT に準拠した測深データが AHO から返送される。
- vi) ENC のスケールに応じて、25m メッシュ、100m メッシュ、300m メッシュの順にデータをソートする。
- vii) IHO S-44 (version 5)の仕様に基づき、測量データと検査データを DTM ファイルに変換し、相互に比較し、データの品質検査を行う。

- viii) DTM ファイルからコンターと深度を適切に選択した測量原図の原稿を作成する.
- ix) DTM ファイルからその他の成果物を作成する.

2.8.7.3 参考図の作成

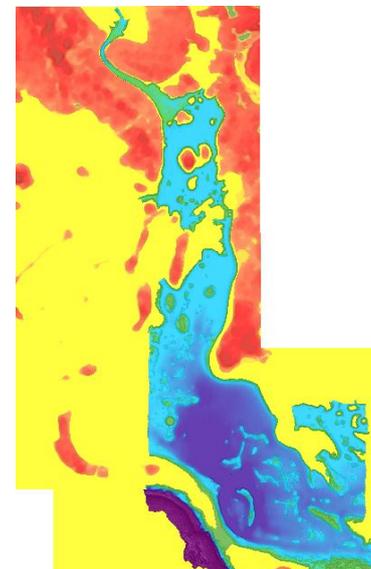
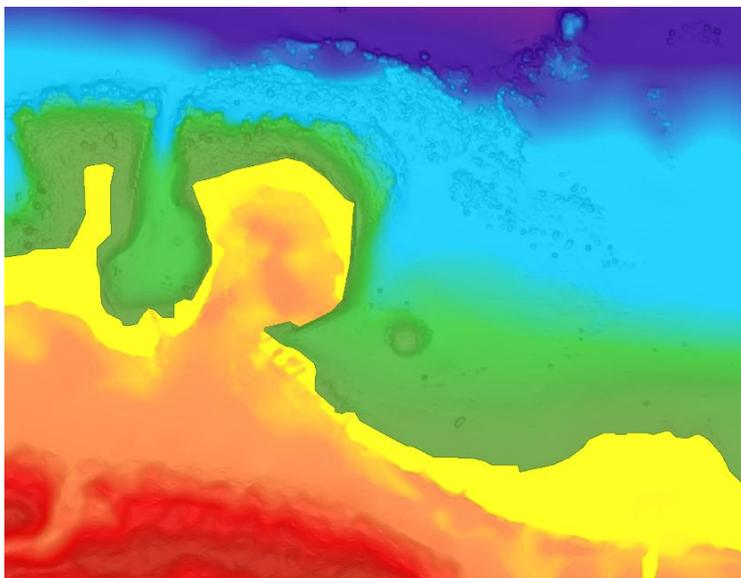
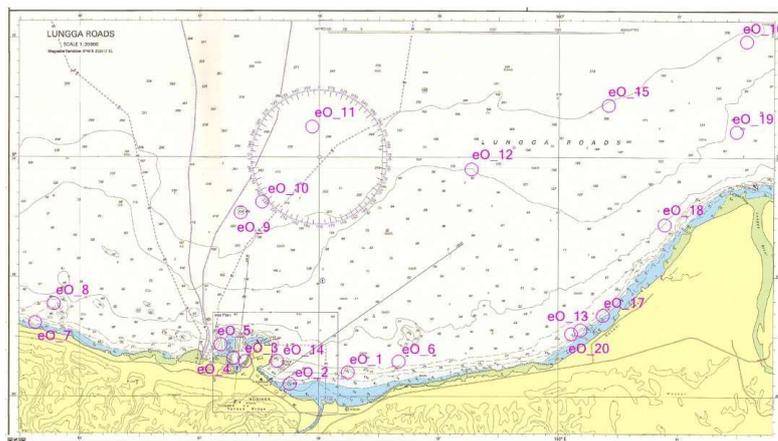


図 2.8.18. 陰影段彩図 (ホニアラ港).

図 2.8.19. 陰影段彩図 (ムンダ海域).

成果を可視化するため、陰影段彩図、鳥観図などの参考図を作成した。

2.8.7.4 海底障害物 (eO) の抽出



No.	X UTM	Y UTM	WGS84 Lat	WGS84 Lon	Depth
1	826582.02	8397483.03	8.42197561 S	158.974483 E	13.00
2	8265474.45	8397283.03	8.42157021 S	158.974333 E	2.00
3	8264998.27	8397284.88	8.42083069 S	158.974333 E	3.00
4	827017.7	8397389.75	8.42191177 S	158.974483 E	10.00
5	8265297.71	8397389.75	8.42191177 S	158.974483 E	1.00

図 2.8.20 海底障害物位置図と総括表.

マルチビーム測深データを用いて三次元描画を行い、海底障害物 (eO: extraneous object) を抽出し、その形状 (縦, 横, 高さ) を読み取り、総括表を作成した。なお、eO 抽出にはマルチビームの反射強度データも用いて、抽出の参考とした。

2.8.8 底質調査

既存紙海図の底質記載箇所を参考に、水深の 30 倍以内を標準に水深 100m 以浅及び錨泊地で採泥を行い、底質を調査した。

調査では、採泥器を用いてサンプリングを行い、目視により底質を判読した。

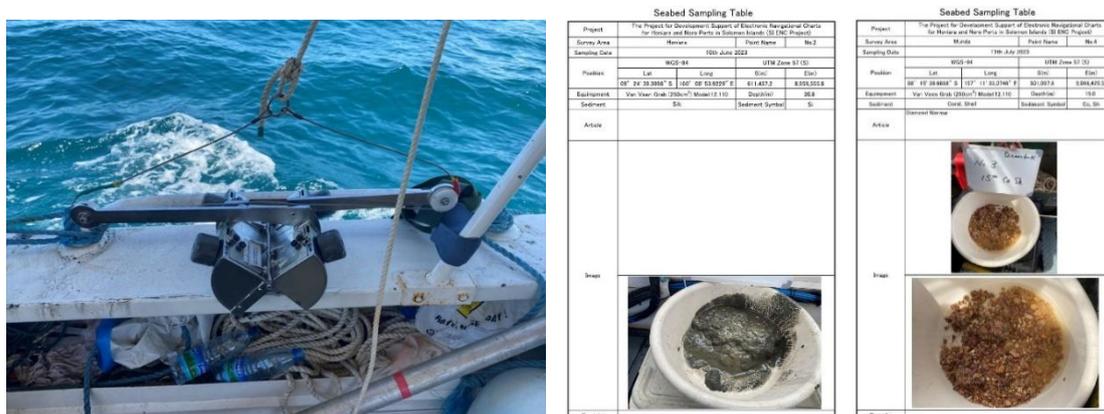


図 2.8.21 採泥器によるサンプリングと採泥成果表。

2.8.9 航路標識の確認と位置測定

プロジェクト海域内にある航路標識（ブイ又は立標）の形状を確認する。位置については、船を接近させ、航路標識までの距離が略等しい 2 か所（例えば西側と東側）で船位を測定して、その平均から求めた。

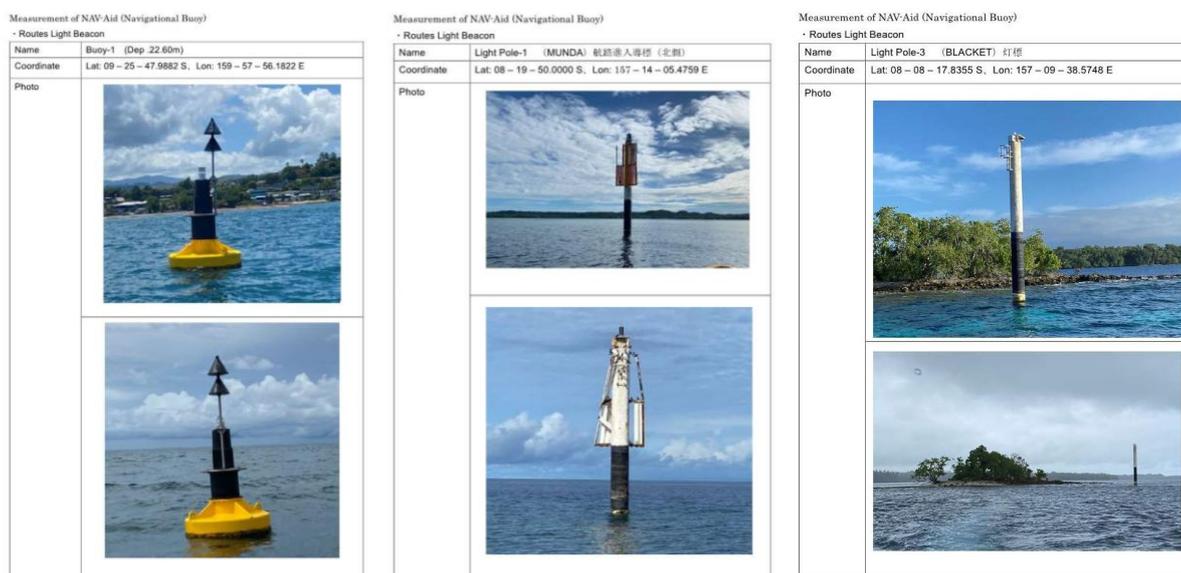


図 2.8.22 航路標識の位置測定と成果表。

2.8.10 潮流観測

Blackett 海峡については、狭水道であることから他海域に比べて潮流が強く、既存海図に潮流情報が記載されている (2 ノット)。このため、潮流観測を実施した。

- ・実施時期：2023年7月31日～8月1日の大潮時の下げ潮・上げ潮の時間帯
- ・計画測線：図 2.8.23 参照
- ・水深：18m～50m
- ・使用機器：ワークホース ADCP (センチネル 600kHz)
- ・測位, 方位：POS/MV (Marinestar®)
- ・観測方法：船の右舷後方に機器を設置し, 計画測線上を低速で移動し, 潮流を測定.
- ・潮流測定の高さ：2m～50m (2m 毎, 最大 25 層)

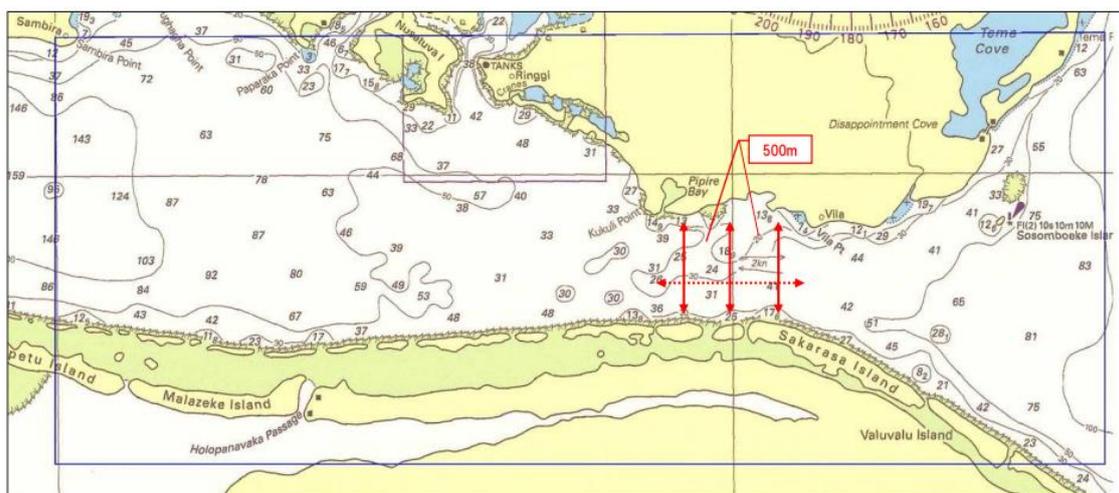


図 2.8.23 潮流観測測線図

潮流観測は実施したが, 潮流の最大値を捉えることが困難で, 海図に採用できる潮流情報の把握に至らなかった. この原因として以下が考えられる.

- ・観測時間を十分確保できなかったこと
- ・船を使った調査では潮流のピークが把握できないこと (1日1回の干満がある潮型で, 上げ潮, 下げ潮のピークを両方捉えるためには夜間観測が必須となるため)

今後, 海図に採用できる潮流情報を得るためには, 十分な観測時間を確保するため, 潮流計を現場海域に設置する必要があるものと考えられる. 一方, 機器を海底または海面に設置した場合, 亡失などのリスクがある, という問題がある.

2.8.11 人工衛星による水深推定 (SDB)

日本国外で水路測量を行う場合, 海図情報の乏しい海域では, 未知の浅瀬や航行上の危険物が存在する可能性があり, 水路測量の安全性が懸念されることがある. そのような場合, 衛星水深推定技術 (SDB: Satellite Derived Bathymetry) を利用し, 事前に調査海域の浅海域をリストアップしておくことで, 水路測量作業の安全性を大幅に向上させることができる. 特にムンダ海域では, 現存する海図の最大縮尺が 30 万分の 1 であり, 海図情報の信頼性に欠けるため, SDB 情報は不可欠であった.

そのため, 事前に PLEADES や SPOT 衛星画像を用いて SDB による海底地形の推定を行った. 教師データ (truth data) には, SIMA が 2016 年にノロ港周辺で実施した SBES による水路測量成果を使用した.

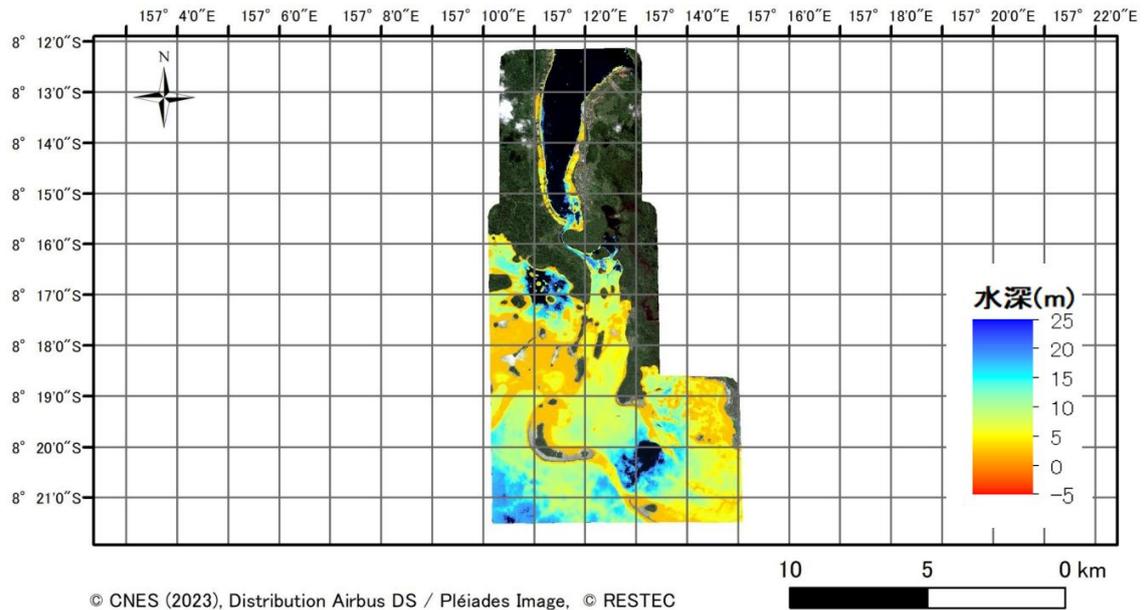


図 2.8.24 衛星画像推定水深技術（SDB）によるムンダ海域の水深.

ムンダ海域での水路測量作業では、既存の海図ではなく、HYPACK に取り込んだ SDB 水深図上にリアルタイムで自船の位置を表示し、操船者が常に浅瀬の位置を確認することにより、安全な作業が可能となった。この手法は、海図情報が得られない地域での水路測量に有効な方法である（仙石他，2023）。



写真 2.8.1 ムンダ海域では、SDB 水深図を HYPACK 上に表示し、操船者がリアルタイムで浅瀬を確認することにより、作業の安全性を確保した。

参考文献

仙石他（2023）：衛星画像推定水深（SDB）を用いた水路測量の安全確保，海洋調査技術学会第 35 回研究成果発表会，講演要旨集，33-34.

2.8.12 海上での水路測量作業

水路調査は SIMA ボートを使用して行われた。

(水路測量チーム)

水路測量チームは、JICA 専門家 3 名と SIMA 職員 2 名によって構成した。JICA 専門家として、水路測量指揮、水路測量(1)、水路測量(2)の計 3 名が対応した。水路測量指揮と水路測量(1)が船に乗り、水路測量(2)は事務所で測量データの検査と解析を行った。

操船は Mr. Clifford OLISUKULU (SIMA) または渡部 敏昭 (JICA) が行った。

2022 年の乗船者は以下の通り。

渡部 敏昭, 杉本 紀憲/アウン チョウチョウ (JICA)

Mr. Malesi MANI, Mr. Perry RUKALE (SIMA)

データ検査・解析は

小澤 守 (JICA)。

2023 年の乗船者は以下の通り。

渡部 敏昭, アウン チョウチョウ (JICA)

Mr. Malesi MANI, Mr. Perry RUKALE, Ms. Aileen KAUKUI (SIMA)

データ検査・解析は

小澤 守 (JICA)。

(安全・健康管理)

水路測量中の安全と健康管理は、水路測量指揮の責任であり、操船の安全確保は操船者の責任である。毎日、水路測量作業の前後に、安全に関するミーティングを開き、次のことを確認した、

1. 乗船者の健康状態
2. 天気予報と海況予報,
3. 運航区域,
4. 機材とボートの状態.

水路測量は、測量チームの努力により、事故も事件もなく成功裏に実施された。

(日々の作業内容)

船による水路測量作業は、原則として月曜日から金曜日までの平日 5 日間に実施し、土曜日と日曜日の週末 2 日間は休息日とした。

作業時間は概ね 8 時間。乗組員は朝 8 時に SIMA ボートに集合し、ブリーフィング (当日のスケジュール, 安全に関する打ち合わせ), ボート, 燃料, 調査機器 (GNSS 測位, エコーサウンダー) のチェックを行い, その日の作業を開始した。

出航後は、毎朝パッチテストを行い, 調査機器の校正値を決定してから調査を開始した。

船速は 3-4 ノットで, 1 日の調査ラインの長さは約 40km であった。海況が良ければ調査を継続し, 午後 4 時頃に港に戻り, 給油, その日の作業の確認, チームメンバーへの明日のスケジュールの連絡を行った。取得したデータは事務所で解析チームに引き渡された。



SIMA boat at Honiara port.



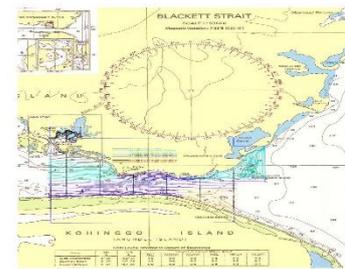
A small meeting for safety.



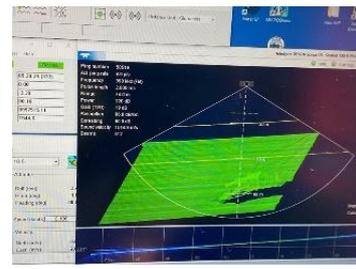
Skipper Navigates the boat.



MBES (Seabat-T20R).



MBES (T20R) & SBES (CEESCOPE).



WRECK detected by MBES.



Floating AtoN (Buoy-1).



Floating AtoN (Buoy-2).



Floating AtoN (Buoy-3-6).



SIMA ボート(ノ口係留)



SIMA ボート(艀装状況)



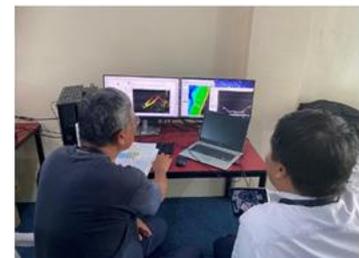
Navigation (SDB 画像利用)



SBES (CEESCOPE) 研修風景



採泥器 (VanVeen grab)



解析風景 (Hotel 室内)

写真 2.8.2 水路測量作業.

(ホニアラの水路測量)

>船上での作業分担

渡部が作業全体を監督.

Mr. Clifford OLISUKULU と渡部 敏昭が 1~2 時間おきに交代でボートを操船.

MBES (SEABAT_T20 : 1 年目, Sonic2024 : 2 年目) のオペレーターは, 杉本 紀憲 (1 年目) とアウン チョウチョウ (2 年目) が担当した.

SIMA の Mr. Malesi MANI と Mr. Perry RUKALE は船舶の監視と SBES による水深計測 (CEESCOPE) を担当した.

音速度測定と底質サンプリングは乗組員全員で作業を実施した.

船上での水路測量技術は OJT で順次技術移転された.

>船舶往来状況

2022 年, ホニアラ海域ではホニアラ港を発着する国内フェリーやスピードボートの往来が見られたが, 頻度は低く, 漁船の運航も少なかった. 国際航路のコンテナ船は 1~2 週間に 1 度, 国際埠頭で停泊していたが, 測量は問題なく行われた.

>海況

水路測量行った 11 月~12 月の天候は概ね晴れ, 午前中は 3m/s 以下の弱い南西の風, 午後は北または東から 3~5m/s の風が吹いていた. 風と波による作業への影響は予想より少なく, 終日作業を中止したことはなく, 午後の半日だけ作業を中止したことが 2 回あった.

>機器

マルチビーム (SeaBat) データは水深約 350m まで取得され, シングルビーム (PDR-104) 調査は水深 200m 以上で実施された.

水路測量の概要を表 2.8.4 と表 2.8.5 に示す.

なお, 2022 年 10/31~11/9 の間, 機材準備, 船への機器の設置作業, 海上試験を実施した. また 2023 年 6/5~6/8 の間, 船への機器の設置作業を実施し, 6/8~6/10 に水路測量を実施した.

表 2.8.4 2022 年の水路測量概要

Area	Honiara
Date	10 November 2022 ~ 9 December 2022
Total number of survey days	30 days
Total number of survey hours	148 hours
Total area of survey	48.0 km ² (including SBES of 6.2km ²)
Total length of survey line	832 km (including SBES of 47km)
Total number of eO found	17
Total number of bottom sampling	38
Total number of AtoN fixed	6

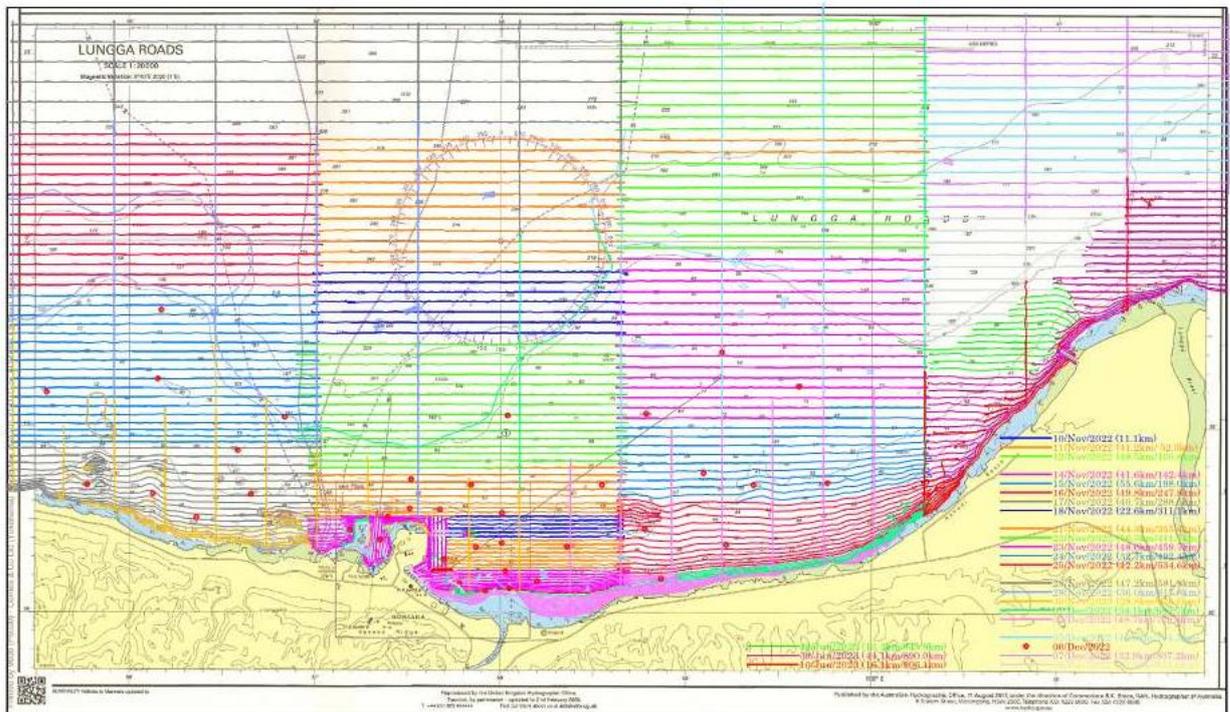


図 2.8.25 ホニアラの測線 (2022 年 11-12 月と 2023 年 6 月を合わせたもの)。

(ノロの水路測量)

2023 年は、ホニアラの水路測量を 3 日間実施した後、2023 年 6/12~13 にボートをホニアラからノロへ回航させた。

ノロ海域の水路測量は、ノロ港に 1.5 日、ムンダ海域に 17 日、ブラケット海峡に 9 日をそれぞれ要した。ホニアラとノロの調査の前後に、それぞれ機器の SIMA ボートへの設置と撤去が必要であった。

> 船舶往来状況

2023 年のノロ測量時、SIMA ボートはノロ国際埠頭の南側に係留された。ノロ港の国際埠頭にはコンテナ船や中型漁船 (冷凍マグロの荷揚げ) が週に 1 回程度接岸する程度で、調査艇の運航に影響はなかった。また、ホニアラや近隣の島々からの内航船や貨物船も、水路調査への影響はなかった。ムンダ海域の航路は、Diamond narrows と Munda bar の他 2 つの狭い航路があるなど狭隘な海域が存在し、船舶の航行に注意が必要であったが、小型船舶の往来がほとんどであった。ブラケット海峡は比較的広く、水路調査は順調に行われた。

> 海況

測量期間中、午前中は Noro, Munda とともに南風が卓越したが、風速は 3m/s 以下と弱かった。午後は北風になり、2~6m/s と強くなる傾向があった。7 月、南東の風は午前中 2~3m/s、午後は北西の風 3~6m/s と強まる傾向。7 月中旬の Blackett 海峡では、午前中は南よりの風、午後は北よりの風がやや強くなる傾向が見られた。期間中、スコールのような雨が多かったにもかかわらず、荒天による作業中止は 2 日しかなかった。

> 調査

ブラケット海峡の潮流情報を得るため、ADCP, ADvanced Current Profiler を用いた潮流観測を行った。

表 2.8.5 2023 年の水路測量概要

Area	Honiara (remaining part), Noro port, Munda Bar, Blackett Strait
Date	8 Jun 2023 ~ 25 July 2023 Honiara: 8 Jun. 2023 - 10 Jun. 2023 (3 days) Noro port, Munda Bar, and Blackett Strait: 14 Jun. 2023 – 25 Jul. 2023 (42 days)
Total number of survey days	48 days
Total number of survey hours	254 hours
Total area of survey	31 km ² (Honiara: 3.3km ² , Noro port:0.7km ² , Munda Bar: 16.0km ² , Blackett: 11.0km ²)
Total length of survey line	911 km
Total number of eO found	3
Total number of bottom sampling	32
Total number of AtoN fixed	3

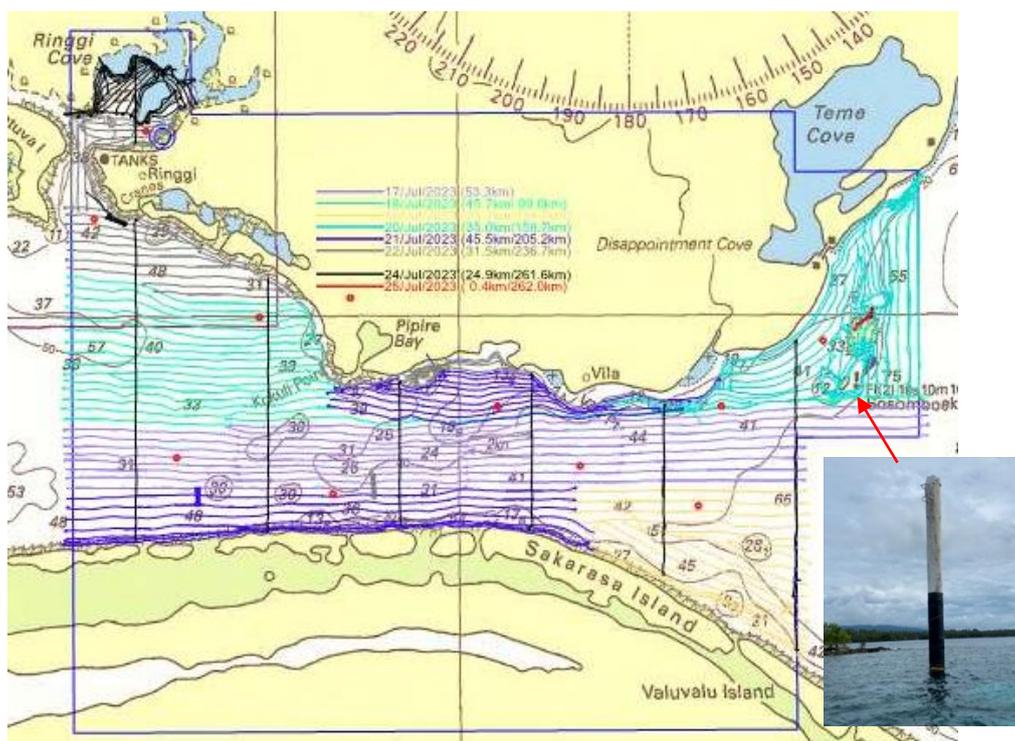


図 2.8.26 ブラケット海峡の調査測線 (2023 年 7 月)。

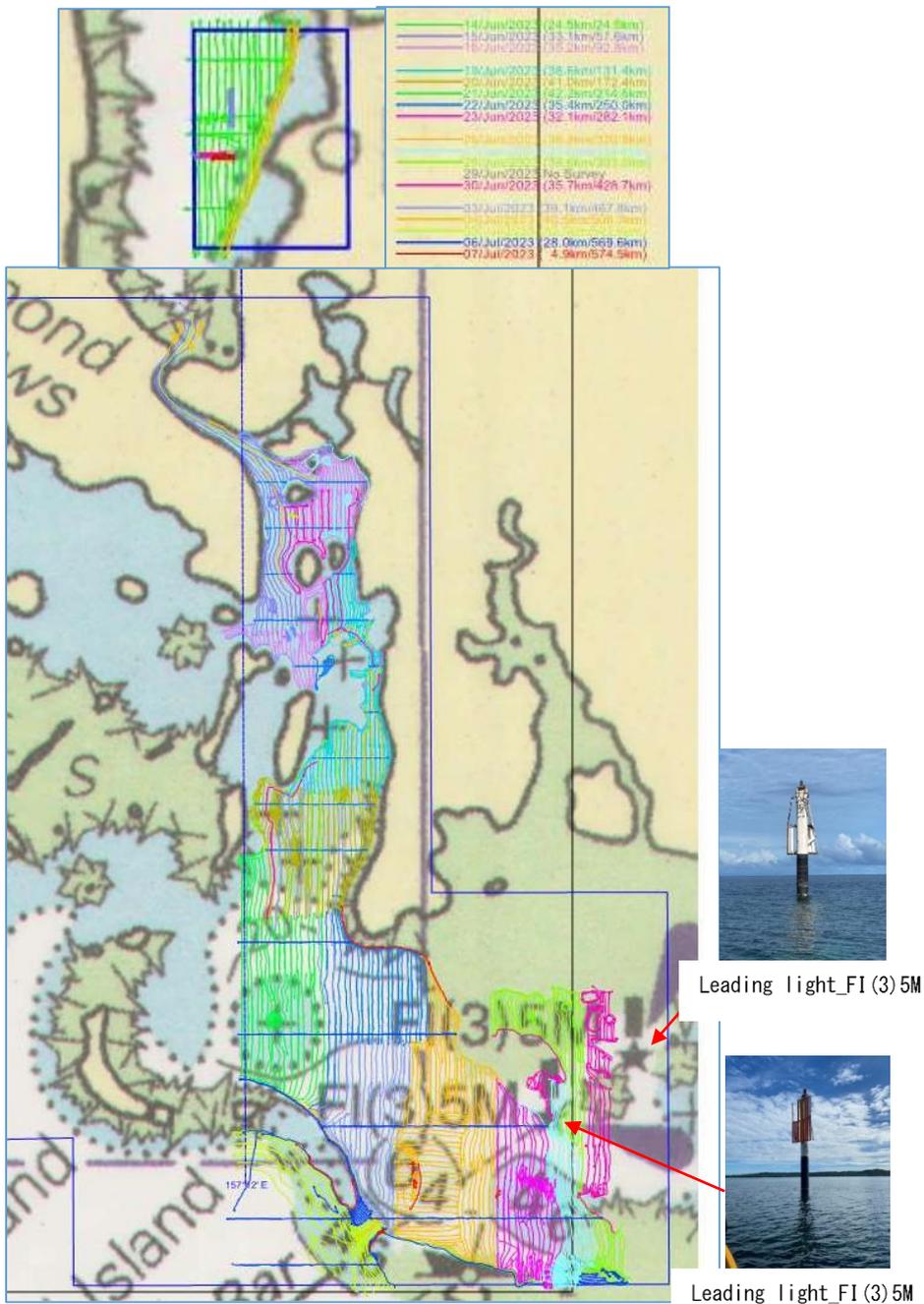


図 2.8.27 ノロ港，ムンダ海域の調査測線（2023 年 7 月）.

(マルチビーム音響測深機)

2022 年に使用されたマルチビーム音響測深機（MBES）は SeaBat-T20 システムで，期間中故障なく稼働した．2023 年に MBES は Sonic 2024 システムに交換され，初年度に測量できなかったホニアラ海域の残りの海域を 3 日間で測量した後，MBES はボートから取り外された．その後，SIMA ボートは SIMA スタッフと JICA 専門家によって Shege を経由してノロ港まで運搬する 2 日間の航海が行われた．ノロ地区での水路測量終了後，調

査等機器を積み込みホニアラに帰投する予定であったが、東風が連吹し向かい手の波が高く、ホニアラへの航海が厳しい海況が継続したため自走航行を断念して、後日貨物船で運搬した。貨物船の手配に時間がかかり、SIMA ボートはホニアラに戻ってくるまでに2ヶ月以上を要した。

2023年7月7日、ムンダ海域のリーフ沿いを調査中、MBES の水中センサーの保護爪（ステンレス製）がサンゴに接触し、音波の送受信が停止して調査が中断した。日本から緊急に代替パーツを運搬し、7月16日にノロに機材が到着、同日午後 SIMA ボートに搭載し、水路測量が再開できた。その他の機器の故障はなかった。上記の MBES が稼動していない期間は、ADCP、底質調査、灯台の位置決定などを行い、全体スケジュールに遅れが出ないように配慮した。

謝辞

SIMA の航行安全担当主任であった Clifford OLISUKULU 氏は、2024 年に退職するまでの間、プロジェクトマネージャーとして情熱をもって献身的に本プロジェクトに貢献してもらったことに深く感謝する。特に、ボートの操船を担当し、現場での水路測量作業の中核として活躍したことを記憶にとどめたい。

2.8.13 現場でのデータ解析

取得した MBES データを現地で一次解析し、MBES データの品質をチェックし、海底の障害物 (eO) やデータギャップをチェックした。

(ホニアラ)

MBES によるホニアラの海底地形を以下に示す。

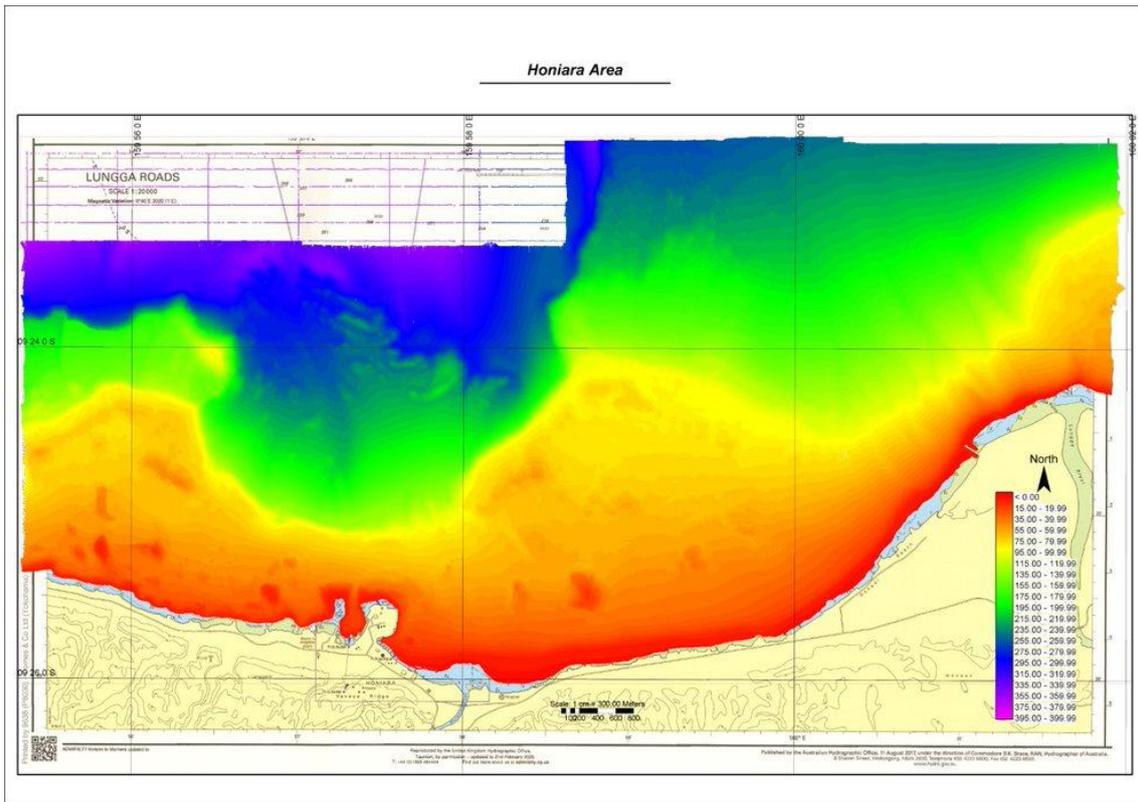


図 2.8.28 MBES によるホニアラの海底地形 (2022, 2023).

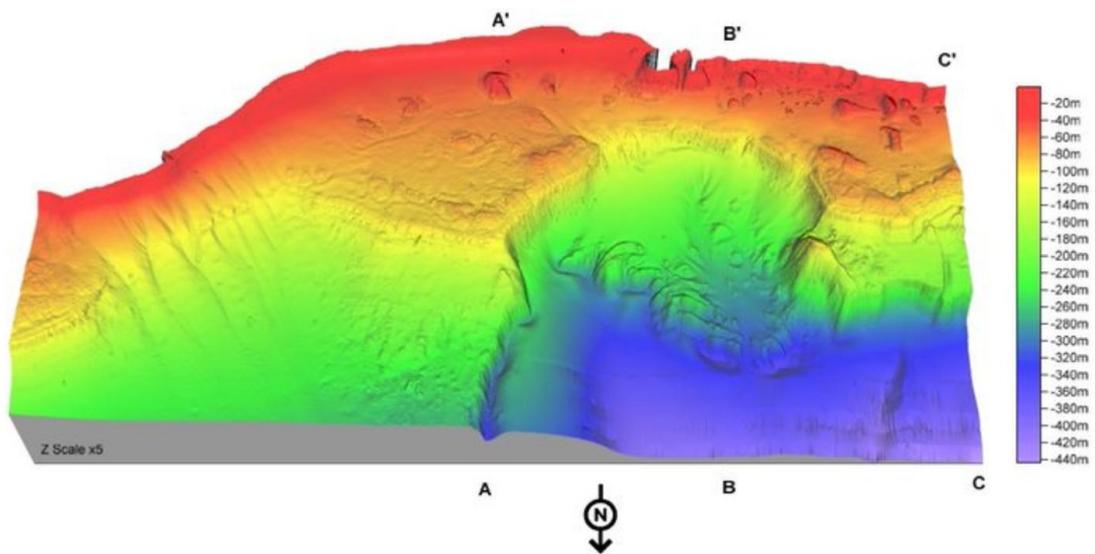


図 2.8.29 ホニアラの海底地形の鳥観図。高さ方向は水平方向に比べて 5 倍強調されている。

海底の異常物は Annex 2 にまとめた。ホニアラ沖では 20 の異常物が発見され、それらすべては沈船であった。このうち 17 は新たに発見されたものであることに注意されたい。

ブイの位置は Annex 3 にまとめた。

(ノロ)

MBES によるノロ港，ムンダ海域，ブラケット海峡の海底地形を以下に示す。

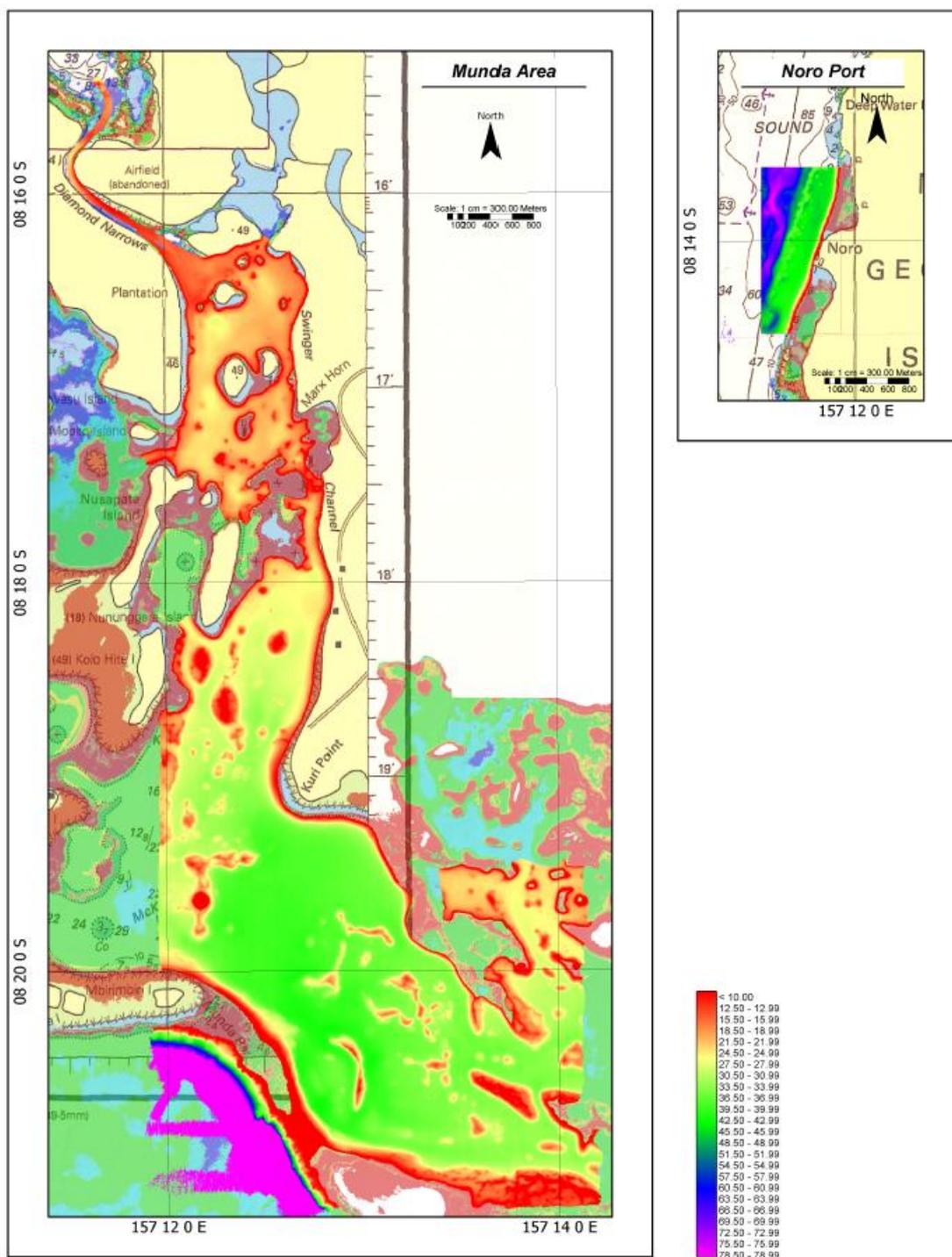


図 2.8.30 MBES によるノロ港（右）とムンダ海域（左）の海底地形（2023 年）。

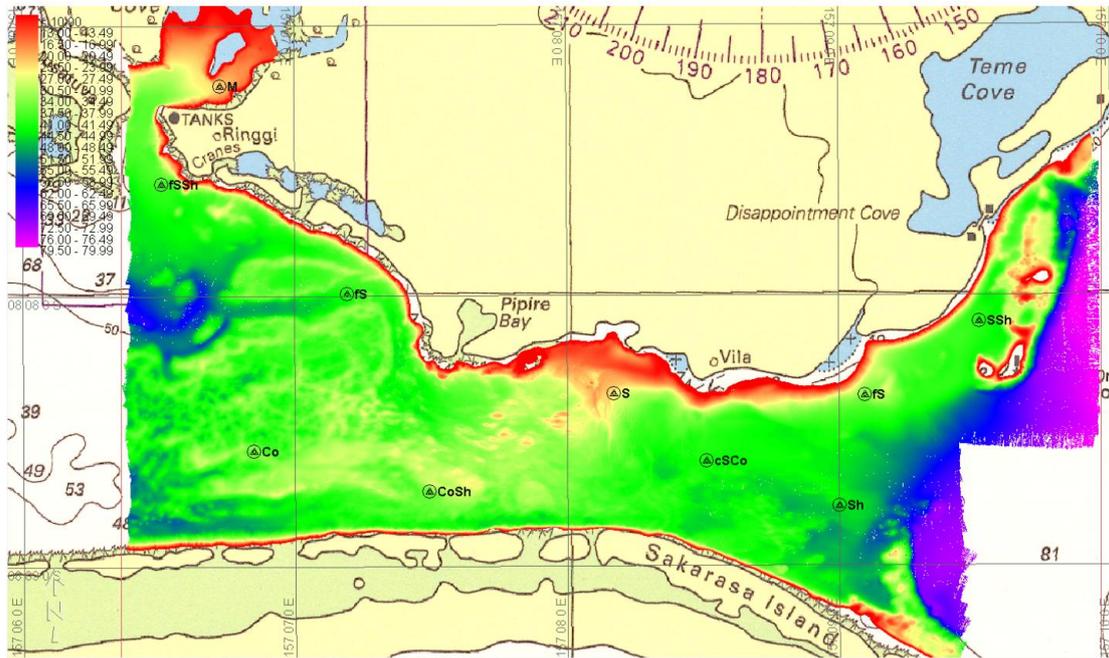


図 2.8.31 MBES によるブラケット海峡の海底地形 (2023).

海底の異常物は発見されなかった。

航路標識の位置は Annex 4 を参照されたい。

2.8.14 二次解析

二次解析では、水路測量後の音響測深機のデータを処理する。その方法については、2.8.7 2) b)に述べた通りである。

二次解析の入力データは、マルチビーム音響測深機の生データの他、潮汐データ、音速データ、パッチテスト結果、オフセットデータ、ドラフトデータである。

2.9 ミニ水路測量プロジェクト

2.9.1 背景

本プロジェクトの当初計画では、水路測量には主としてマルチビーム音響測深機 (MBES) が使用され、シングルビーム音響測深機 (SBES) はホニアラ沖の深海域以外では使用されず、SIMA が保有する浅海用 SBES については、プロジェクトで用いることが無かった。データ解析についても、SBES ではなく MBES に重点が置かれてきた。

しかしながら、プロジェクト終了後、SIMA は自らが保有する浅海用 SBES を用いて水路測量を実施することとなる。

このため、SIMA が浅海用 SBES を用いた水路測量業務の能力を習得するため、本プロジェクトにおいて包括的な現地調査プロジェクト (ミニ水路測量プロジェクト、MHP) を実施することが、第 4 回合同調整委員会 (JCC-4) で決定された。

MHP は、SIMA 職員が SBES を用いた包括的な水路測量の経験を積むことを目的として計画され、SIMA 職員に水路測量業務に対する能力と自信とを培うものである。

2.9.2 概要

MHP は、原則として計画から成果物の作成までの水路測量の全作業を含む包括的な現地プロジェクトとすることで合意された。

MHP は、プロジェクト終了後の SIMA による水路測量の一種のリハーサルとなるため、ワークフローは SIMA における通常の水路測量業務と同じであるべきであり、オーストラリア水路部 (AHO) の参加が必須である。MHP は第 3 回三者協議 (TM-3) で議論され、AHO の参画が合意された。

MHP では、SIMA 職員が主要な役割を担って業務を実施し、JICA 専門家は必要に応じて助言を行った。

MHP の測量海域や作業内容などの概要は JICA と SIMA の間で合意された。

2.9.3 測量海域

MHP の測量海域として、ツラギ島東方のシルビア礁及び付近 (下図に青で示す、A 海域) とその周辺海域 (下図の緑、B 海域) が選定された。

シルビア礁は極めて浅く、一般船舶は航行できず、通常はこの海域を迂回している。シルビア礁は、ホニアラーツラギ間の航路に近く、ツラギ島へ航行する船舶にとって大きな障害となっており、特に夜間は危険である。

ツラギはソロモン諸島国の旧首都であり、現在はソロモン諸島中央州の州都になっている。

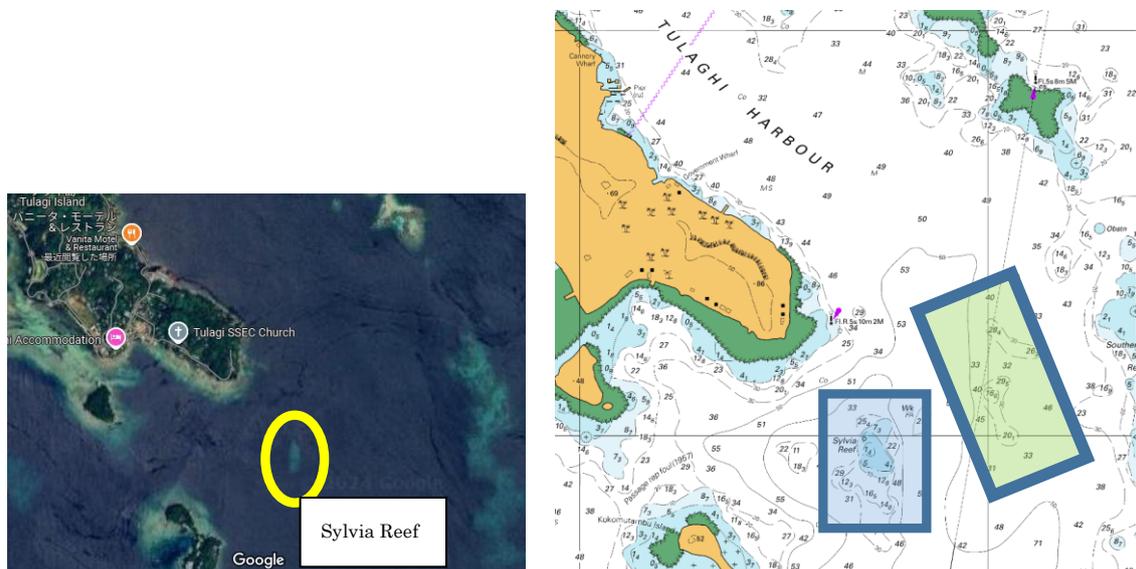


図 2.9.1 左図はツラギ東部の衛星画像 (Google マップ)。シルビア礁が浅いことが見て取れる。右図は MHP の 2 つの測量海域 (青はシルビア礁及び付近 - A 海域, 緑は航路中央付近 - B 海域, AHO 海図に加筆)。

2.9.4 MHP における作業

MHP は以下の作業から構成されている。

- a. SIMA 職員が独自に測量計画を策定する。
- b. ツラギ港に仮設の験潮機 (RT-710) を設置し、副標観測を実施するとともに、潮位観測を行う。
- c. SIMA 職員が浅海用 SBES (CEESCOPE) と SIMA のボートを用いて SBES 水路測量を実施する。
- d. SIMA 職員が水路測量データ解析を実施する。
- e. AHO が解析データを確認し、測深データを海図基準面 (CD) に準拠する形に変換する。
- f. SIMA 職員が独自に MHP に必要な成果物を作成する。

2.9.5 水路測量作業

現地作業は 2024 年 10 月 2 日～5 日の間実施した。SIMA の水路測量チームのメンバー全員、すなわちマレシ・マニ氏 (チームリーダー)、ジョン・ダロマエ氏、ペリー・ルカレ氏、アイリーン・カウクイ氏が参加した。JICA 専門家から仙石 新がオブザーバー参加した。

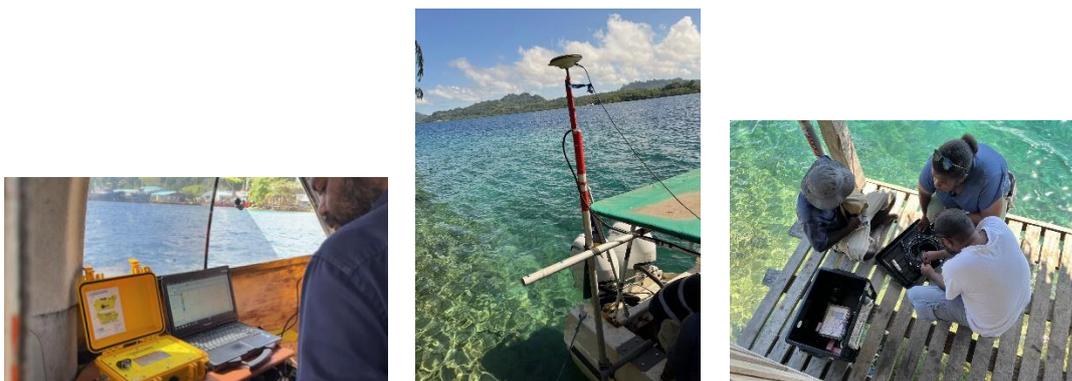


写真 2.9.1 MHP における水路測量作業。

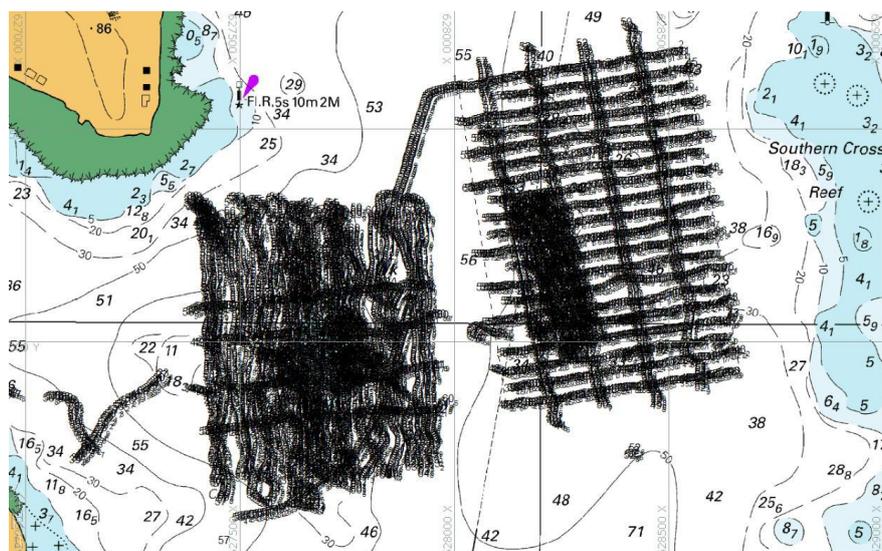


図 2.9.2 MHP の測線図 (左が A 海域, 右が B 海域)。

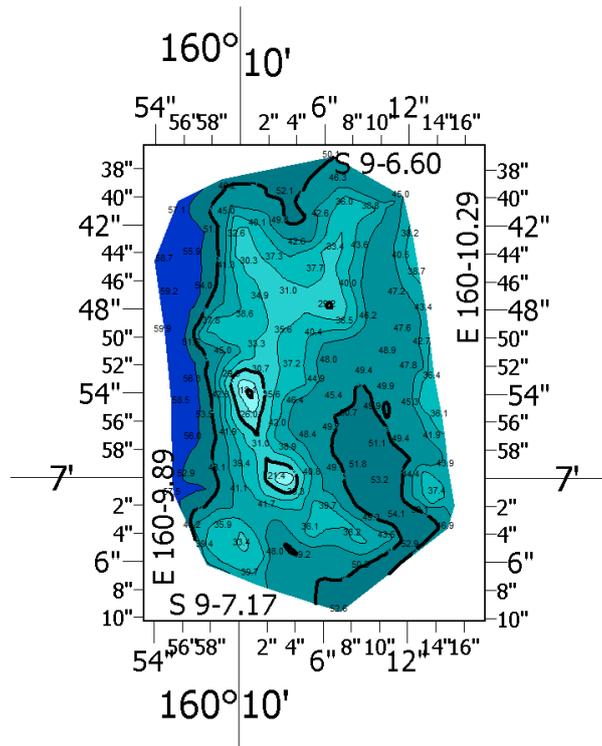


図 2.9.4 B 海域の水深図. 浅い海域は薄い緑で示されている.

2.10 ENC データ・海図データの作成

2.10.1 ENC データ作成の方法

本プロジェクトでは、水路測量データから作成する海図（ENC 及び紙海図）の数も多く、SIMA 側の担当者は 2 人のみであったため、SIMA 単独での遂行が極めて困難と判断し、作業は JICA 専門家と共同で行うこととした。

また、AHO により本業務により作成された海図が刊行されるため、IHO の作成基準をベースにした AHO 独自の QA/QC 基準を全て満たさねばならない。特に以下に配慮が必要である。

- ・縮尺に応じた等深線の一般化
- ・選択された水深値の Triangle check 法（AHO 独特の手法で、選択された水深 3 つを結んだ三角形の中にそれ以上浅い水深値がないことを保証する手法、選択された水深がその近傍で一番浅いことを保証する方法）

後者の基準は AHO 独自基準の特徴的なものであり、それらの処理に時間を有した。

以上の基準を全て満たした後に最終データとして位置づけ AHO へ送付し再度確認をしてもらい刊行する流れとなる。

2.10.2 ENC データの作成

本プロジェクトで取得された水路測量の成果を加工し、IHO S-57 仕様と AHO specification に沿って ENC データを作成した。

2.10.2.1 インプットデータ

1) 水深値データベース

- ・ 測量成果のメッシュデータを AHO へ送付し、AHO により QA/QC され、水深基準面 (CD) に準拠した水深値に変換して返送してもらった。
- ・ この水深の 1m 間隔のメッシュデータ又は 2m間隔のメッシュデータから約 5m間隔のメッシュデータへ加工した。
- ・ 座標値の値を WGS-84 から UTM57-S へ座標変換を行った。

この座標変換されたファイルを「水深値データベース」と位置づけ、海図作成に使用していくこととした。なお、これらのファイルは全て ASCII データ形式となる。

座標変換を行った理由として座標値の記述が度分秒ではなく 10 進法で記述されていないと後の処理に支障をきたすためである。

```
292980.81 9099849.50 35.56d  
292985.26 9099530.70 35.56d  
292992.65 9099859.46 35.56d  
292983.47 9099702.97 35.56d  
292986.45 9099275.25 35.57d  
292982.51 9099698.02 35.59d  
292974.57 9099276.19 35.59d  
292991.35 9099712.91 35.59d  
292977.64 9099892.06 35.61d  
292975.70 9099885.12 35.61d  
292968.61 9099919.74 35.61d  
292977.22 9099344.52 35.61d  
292975.64 9099897.99 35.62d  
292973.03 9099606.88 35.62d
```

図 2.10.1 メッシュデータの座標値.

2) 等深線

水深値データベースよりソフトウェアを使用し等深線を自動発生させる処理を行った。



図 2.10.2 自動発生された等深線.

IHO が定めた海図における等深線の間隔は水深 0m, 2m, 5m, 10m, 20m, 30m, 50m, 100m, 200m, 300m,となる, しかしながら縮尺 1 : 5000 においては測量成果の精度が高かった (A1) こともあり AHO の助言により, 15m等深線も作成対象とした. 15m の等深線は 10m 以上の喫水を持つ大型船が危険水域を把握する上で有効な等深線である.

3) eO データ

海底障害物 (eO) は、ENC に記載するため、ENC データとして取り入れる必要がある。

- 水深値データベースと対比確認を行った後に、eO データとしてインプットした。

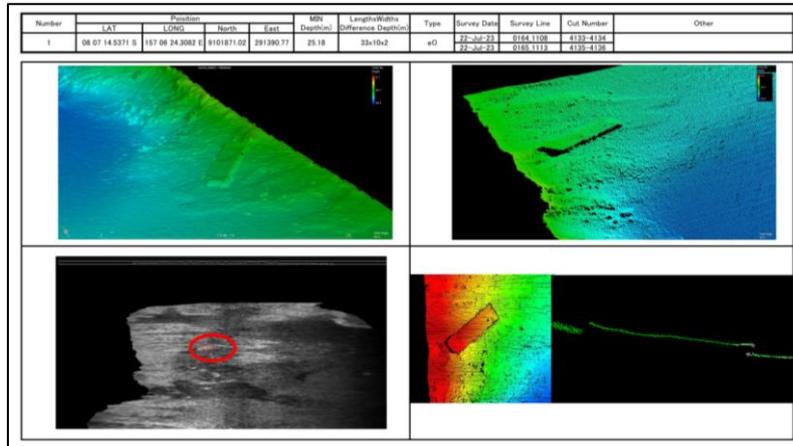


図 2.10.3 eO リスト.

4) 底質データ

底質は、船舶が錨泊する際に、錨の効き具合を把握するために有効な情報である。

- 海底採泥調査の成果から、採泥した水平位置 (X,Y), 採取した水深(Z) 底質の種別 (砂, コーラル, 貝殻, 泥, 岩等), 底質の粗密 (粒径) を底質データとしてインプットした。

Seabed Sampling Table					
Project	The Project for Development Support of Electronic Navigational Charts for Honiara and Nona Ports in Solomon Islands (SI ENC Project)				
Survey Area	Blanket	Point Name	No.3		
Sampling Date	25th July 2023				
Position	WGS-84		UTM Zone 57 (S)		
	Lat	Long	S(m)	E(m)	
	08° 08' 46.8041" S	157° 08' 59.9852" E	296.1702	9.099.058.2	
Equipment	Van Veen Grab (250cm ²) Model:12.110		Depth(m)	47.0	
Sediment	Coarse sand, Coral, Shell		Sediment Symbol	cS, Co, Sh	
Article					
Image					
Remarks					

図 2.10.4 底質調査の成果表.

5) 航路標識 (NavAid) データ

SIMA 又は他組織からの航路標識の資料を確認した。

N/W Ent	08° 04.431'S	156° 50.197'E	Triangular	New Georgia Island	Conspicuous & erect	GIP	2022/10/20	Unlit stbd bn
BEACONS, ISO AND BUOY POSITION IN GOLDIENORO ONE WAY TRAFFIC								
SOUTH BOUND TRAFFIC ROUTE - FROM NORO PORT TO MUNDA BAR								
Noro boat entrance	08 14.444S	157 11.674E	Rectangular		Conspicuous & erect	GIP	2022/8/25	Unlit port bn
Noro boat entrance	08 14.466S	157 11.671E	Triangular		Conspicuous & erect	GIP	2022/8/25	Unlit stbd bn
East of Kinda Is.	08 14.748S	157 11.592E	Triangular		Conspicuous & erect	GIP	2022/8/25	Unlit stbd bn
Bush Island -Noro pag	08 15.629S	157 11.719E	Triangular		Conspicuous & erect	GIP	2022/8/24	Lit stbd bn
Noro passage	08 15.592S	157 11.639E	Rectangular		Conspicuous & erect	GIP	2022/8/24	Lit port bn
West of Pinnacle Is.	08 15.270S	157 11.696E	Triangular		Conspicuous & erect	GIP	2022/8/25	Unlit stbd bn
Diamond Narrows	08 15.809S	157 11.540E	Triangular		Conspicuous & erect	GIP	2019/6/6	Unlit stbd bn
Diamond Narrows Sth Ent	08 16.051S	157 11.711E	Triangular		Conspicuous & erect	GIP	2019/6/6	Unlit stbd bn
Lucas channel-underwater rock	08 16.581S	157 12.177E	ISO		Conspicuous & erect	GIP	2019/6/6	Lit ISO bn
Lucas Channel - Veloso Is.	08 16.545S	157 12.234E	Rectangular		Conspicuous & erect	GIP	2019/6/7	Unlit port bn
Lucas channel - Karapata Hite Is.	08 16.941S	157 12.267E	Rectangular		Conspicuous & erect	GIP	2019/6/7	Unlit port bn
Lucas channel-Sth/Karapata Hite Is.	08 17.254S	157 12.402E	Rectangular		Conspicuous & erect	GIP	2019/6/7	Unlit port bn

図 2.10.5 SIMA で管理している航路標識情報をまとめた表。

既存資料があった場合は、NavAid データとしてインプットとした。

上記 1) ~5) のインプットデータを各地区ごとに収集し、整理してから ENC セルの作成を開始した。インプットデータは汎用性のある Shape ファイル形式とした。

2.10.2.2 作成する ENC と紙海図

本プロジェクトでは、4 地区（ホニアラ 1 地区、ノロ 3 地区）の電子海図 5 セルを作成した。

- ① ホニアラ地区
 - ・ホニアラ港 ENC 編集縮尺 1:4,000 と紙海図の縮尺 1:5,000
 - ・ホニアラアプローチ ENC 編集スケール 12,000 と 紙海図の縮尺 1:20,000
- ② ノロ地区（ノロ港）
 - ・ENC 編集縮尺 1:4,000 と紙海図の縮尺 1:5,000
- ③ ノロ地区（ムンダ海域）
 - ・ENC 編集縮尺 1:12,000 と紙海図の縮尺 1:20,000
- ④ ノロ地区（ブラケット海峡とリング入り江）
 - ・ブラケット海峡 ENC 編集縮尺 1:45,000 と紙海図の縮尺 1:50,000
 - ・リング入り江 ENC 編集縮尺 1:12,000 と紙海図の縮尺 1:15,000

なお、ブラケット海峡の測量成果は、既存紙海図では縮尺 1:50,000 と 1:15,000 にまたがるため、測量成果を海図に反映するために、両方の縮尺で海図を作成する必要があった。

2.10.2.3 ENC データの作成

1) 海岸線データの取得

衛星画像を購入し、それを使用して海岸線の取得を行った。

電子海図において属性情報の入力が必要となることから使用している衛星画像より判読が可能な場合は属性も入力する。

取得する地物は、Coastline（自然海岸線）と Shoreline construction（人工的な海岸線）である。

衛星写真から海岸線の種別が判別できなかった箇所があったため、情報収集のため現地調査（2024/7/2～2024/7/3）を実施した。

ID	Meaning	INT 1	S-4
1	steep coast	IC 3	312.1
2	flat coast	IC 5	312.2
3	sandy shore	IC 6	312.2
4	stony shore	IC 7	312.2
5	shingly shore	IC 7	312.2
6	glacier (seaward end)	IC 25	353.8
7	mangrove	IC 32	312.4
8	marshy shore	IC 33	312.2
9	coral reef		
10	ice coast		
11	shelly shore	NEW in S-57 Edition 3.1	

図 2.10.6 属性情報.

2) 等深線の修正

自動発生した等深線は、頂点数が多すぎるなどの不都合があり、そのまま海図に使用することができないため、一般化（縮尺に応じて形状を滑らかにする）する修正を行った。この作業は、電子海図のファイル容量に上限（5MB）が設けられていることもあり必要である。

等深線の一般化は、周囲の水深値を考慮しながら行わなければならない。単に形状を滑らかにするだけでは、実際によりも深く表示されるおそれがある（航海安全上危険）。このような事態を避けるため、等深線は深い方へ押し出すよう細心の注意を払った。

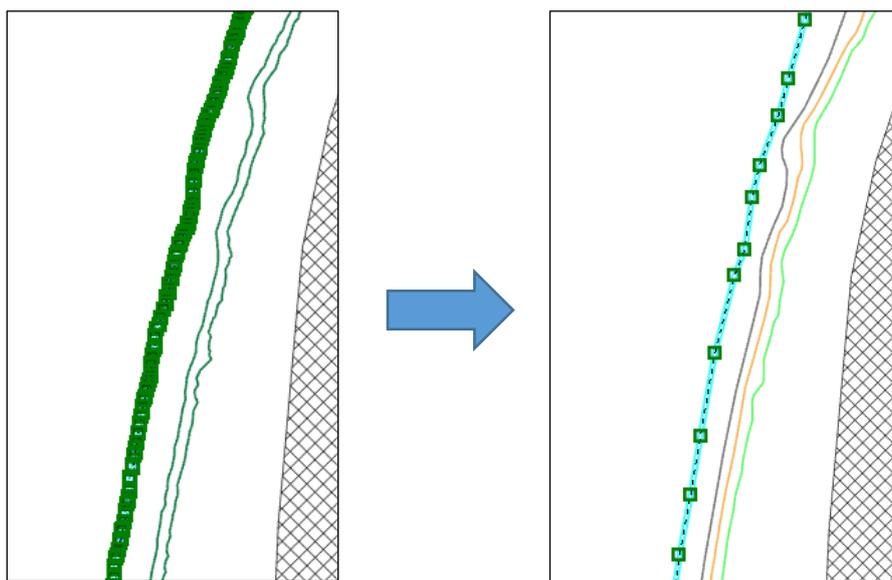


図 2.10.7 等深線の頂点数の削減.

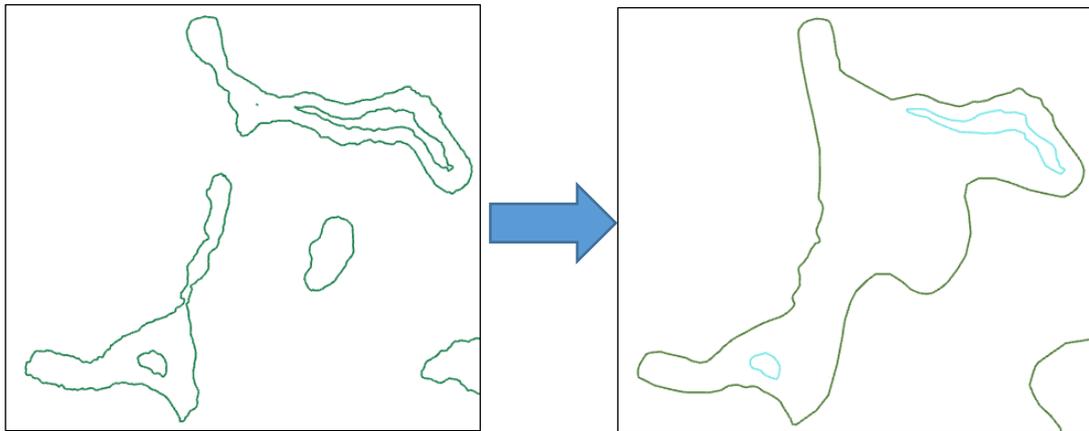


図 2.10.8 等深線の一般化.

3) 水深選択

水深値データベースより縮尺に応じた適切な間隔で水深を選択して海図に反映させた.

AHO では縮尺毎に推奨する水深値の間隔を設定している. この推奨値に則り適切な間隔かつ図面としての配置バランスを考慮しつつ水深値の選択を行った.

表 2.10.1 AHO が推奨する選択水深の間隔

ENC CSCL or M_CSCL CSCALE	Recommended distance between soundings (in meters)
4000	100
8000	200
12000	300
22000	600

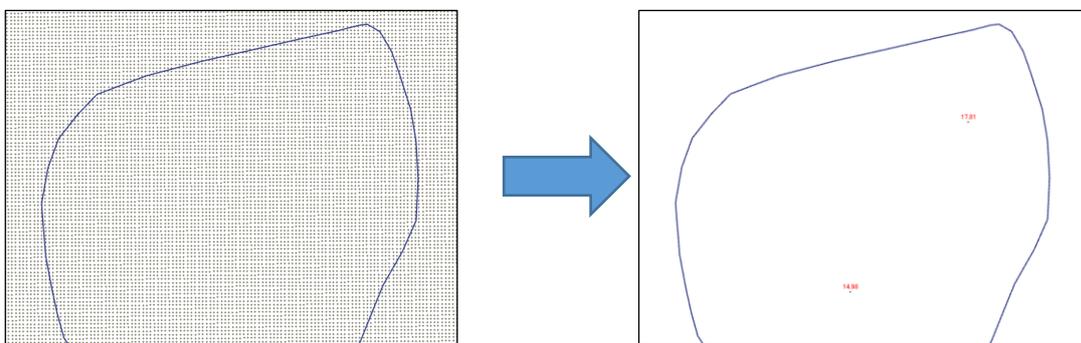


図 2.10.9 水深選択. 左は水深データベースの水深, 右は選択後の水深.

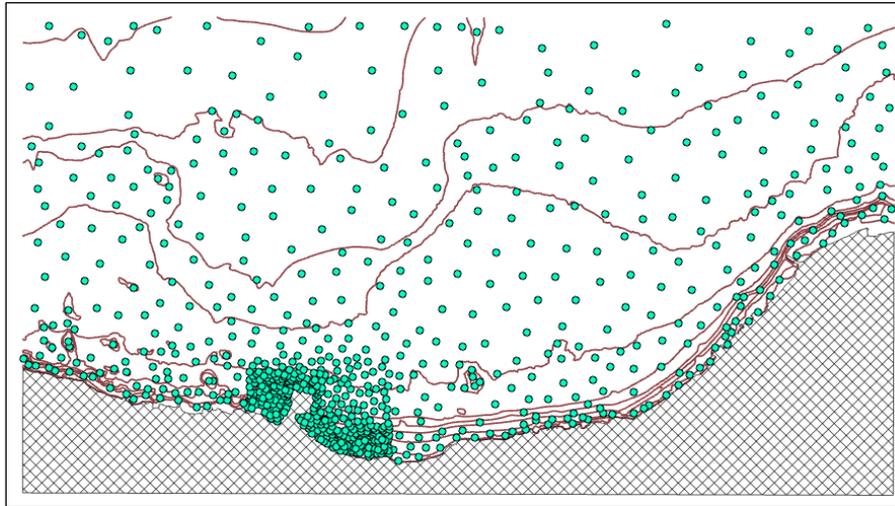


図 2.10.10 適切な間隔により選択された水深値 (ホニアラ地区). 編集縮尺が, ホニアラ港周辺は 1:4000, その他は 1:12000 であるため, 水深の間隔が異なっている.

4) 選択水深の検査

AHO では選択された水深値を Triangle Check 法と呼ばれる独自の方法を用いて, 検査している. このため, JICA 専門家が FME などを使用して検査ツールを作成した.

ツール名: ExtractPointsBelowTriangleMinHeight.exe

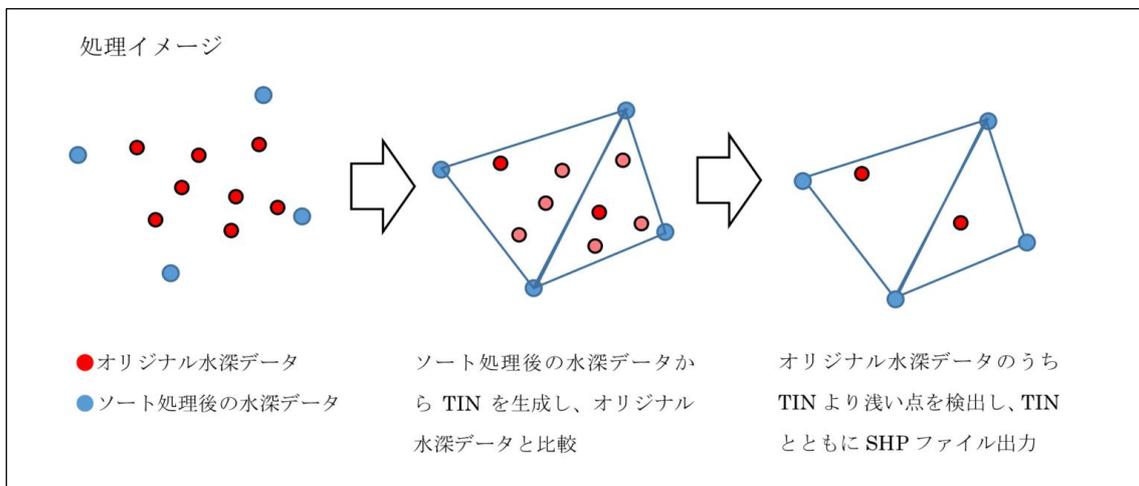


図 2.10.11 Triangle Check 法による処理.

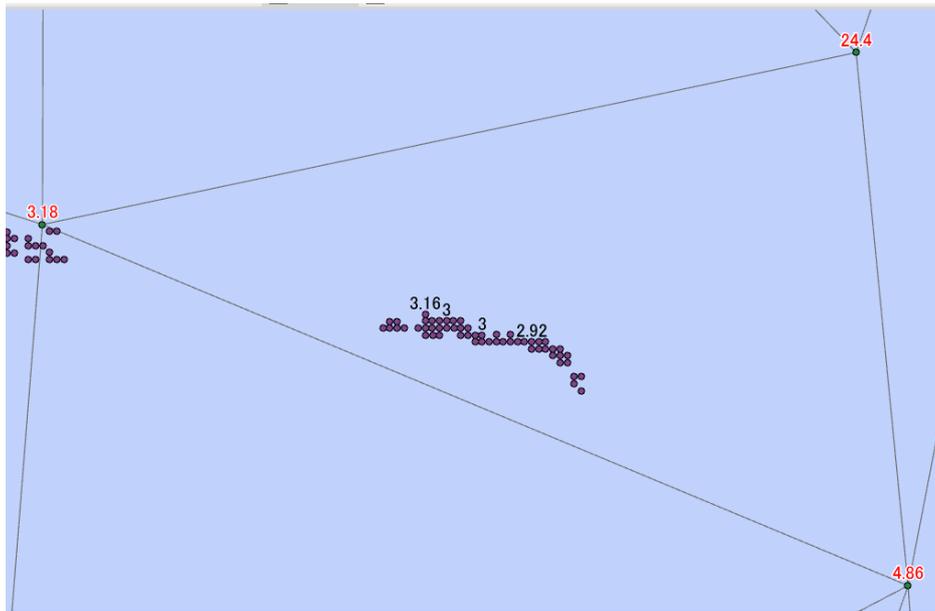


図 2.10.12 Triangle Check 法によるエラー表示. 紫で表示した水深は, 選択水深 (赤字) よりも浅く, 航海上危険であるため, 水深の選択が適切でなかったと判断され, エラーとなる.

5) インプットデータ変換

2.10.2.1 で作成されたインプットデータは, 電子海図に取り込むには S-57 形式に変換する必要がある.

本プロジェクトで導入したソフトウェア FME を使用してデータを変換した.

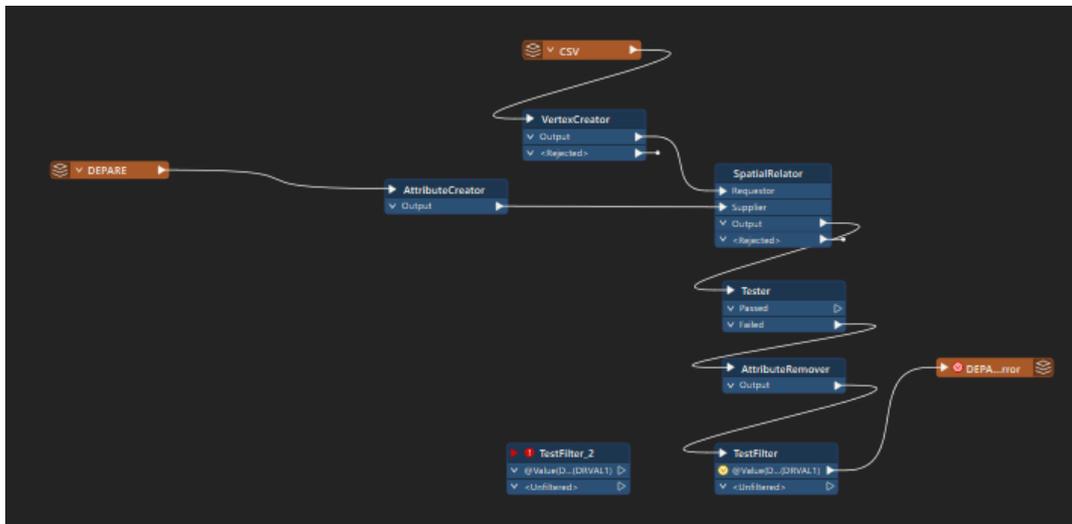


図 2.10.13 FME によるデータコンバートのワークフロー.

6) 電子海図ソフトウェアへのデータ統合, 修正

上記1)～5)にて作成された各データファイルを電子海図専門のソフトウェアへ取り込み統合させたいえで電子海図データの編集を行った。

既存電子海図データからプロジェクトで作成した電子海図のエリアを切り抜き, そこに新たなデータを埋め込んだ後, 境界で等深線, 水深エリア (DEPARE), 海岸線等が連続にするように接合編集 (edge matching) を行った。

ムンダ海域については, 既存電子海図データの品質が低いことから, 協議の上, 接合編集は AHO が実施することとなった。

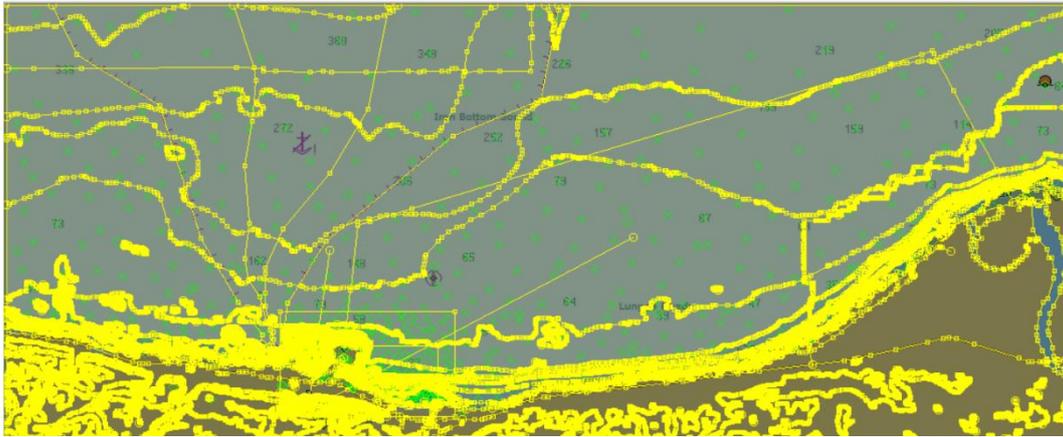


図 2.10.14 電子海図ソフトウェアに統合されたデータ。

7) 作成された電子海図の妥当性確認

編集作業を終えた電子海図データに対して、IHO が定める規格に則っているかの妥当性をソフトウェア (7Cs Analyzer) を用いて確認し、不備があれば適宜修正を行った。エラーは Critical, Error, Warning の 3 つのレベルがある。Critical と Error は必ず修正が必要で、修正後再度妥当性のチェックを行い、Critical, Error が出なくなるまで修正作業を行った。

Analysis Results	
Results	
[-]	SBS101 P1, Edition 1, Update 0 : Critical 0, Error 0, Warning 590
[+]	Validation Parameters
[+]	Dataset Metadata
[-]	Dataset Entries : Warning 8
[+]	InvalidDDRFieldBase : Warning 4
[+]	InvalidDDRFieldSequenceBase : Warning 4
[-]	Feature and Geometry Entries : Warning 582
[+]	AtonEquipmentNoMaster : Warning 2
[+]	ChainFeatures : Warning 3
[+]	DeparesGapInDepthRange : Warning 56
[+]	DuplicateFoid : Warning 2
[+]	FoidAgenDoesntMatchBase : Warning 16
[+]	IsolatedShallowDrvalf Valdco : Warning 33
[+]	LndareNotUnassessed : Warning 2
[+]	LndrgrnNoLndare : Warning 1
[+]	MissingZeroMetreContour : Warning 2
[+]	NatsurNatqua : Warning 6
[+]	NavlneRectrcCaggr : Warning 2
[+]	NotTruncatedDataLimit : Warning 134
[+]	RectrcNavlneNoCAggr : Warning 4
[+]	SbdareNatsurNatqua : Warning 12
[+]	SlconsAreaCoalhe : Warning 1
[+]	ValdcoInconsistentWithBathy : Warning 2
[+]	VertexDensity : Warning 304 (10 shown)

図 2.10.15 妥当性チェック結果。Warning のみなので、これ以上の修正は必要ない。

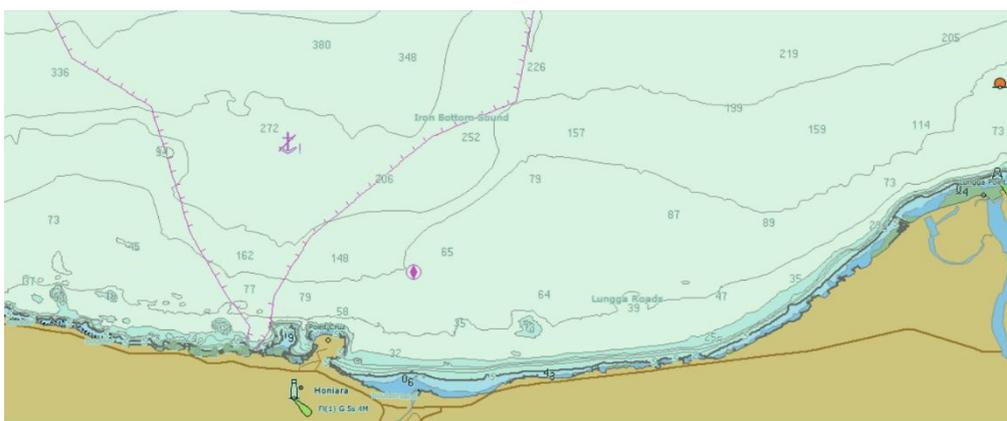


図 2.10.16 作成された電子海図 (ホニアラ)。

8) AHO による品質チェック

プロジェクトで作成した ENC データは AHO から刊行されるので、AHO が自らの著作物として刊行するための品質チェック (QA/QC) のプロセスを経る必要がある。

このため、作成した電子海図データを AHO へ送付した。

AHO は、選択した水深の妥当性、等深線の妥当性等をチェックした後、QA/QC 結果をレポートとして受け取り、内容を確認し必要な修正を本プロジェクトで行った。

The corrections are as the Feature **PILPNT** and **FNCLNE** with the attribute **INFORM** describing the correction. You can go through each correction feature to find the location using the Highlight button and in the **INFORM** you will find what needs to be fixed.

PILPNT	Point	09-25.841886000S	159-58.308126000E	Insert sounding in hole
FNCLNE	Line			Reselect s no need to have the 50m sounding so close to the 50m contour
PILPNT	Point	09-25.211856000S	159-56.082882000E	Insert Sounding in 20-30 DEPART
PILPNT	Point	09-25.420152000S	159-56.725770000E	Insert sounding in hole
FNCLNE	Line			Insert QUAPOS = 3 on sections of DEPCNT in this ZOC C area

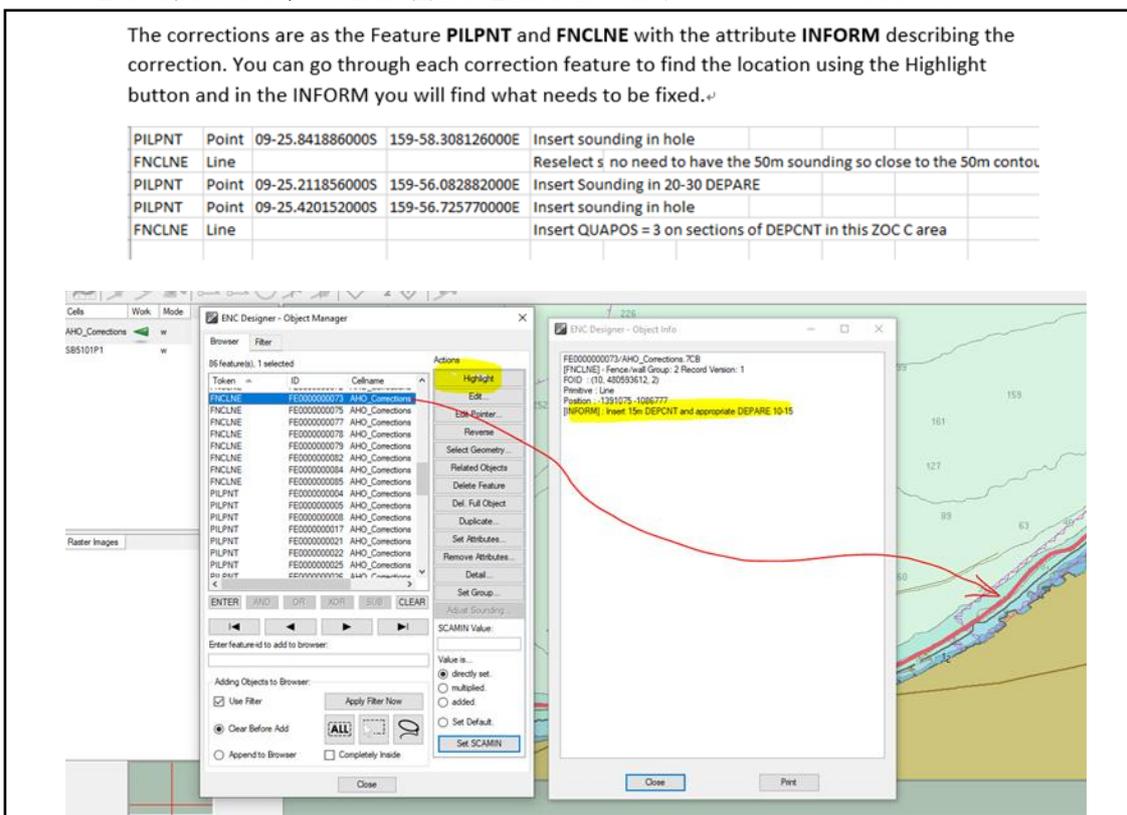


図 2.10.17 AHO の QA/QC レポート.

2.10.2.4 紙海図データの作成

1) 紙海図データの自動生成

完成した ENC データ (ENC セル) から紙海図作成用のデジタルデータ (紙海図データ) を作成した。

ENC データ (000 ファイル形式) を、紙海図作成用ソフトウェア (ENC Cartographer) にエクスポートし、データを読み込ませ、IHO の仕様である S-4 形式に変換し、紙海図印刷用の配置図 (レイアウト) を自動作成させた。

自動作成・自動配置には限界があり、手動で文字列や水深値のマスク処理などの一部手直しが必要である。

2) 情報の追加・作成

自動的には作成されないが紙海図には必要な記号・表・情報の作成を行い、レイアウトへの配置を行った。一部はテンプレートの利用も可能である。

自動作成はされるが図面に合わせて一部修正が必要なものも存在する。例えば、潮位情報、信頼性情報 (ZOC: Zone Of Confidence), 海図の精度表, タイトル, 注意書きなどがある。

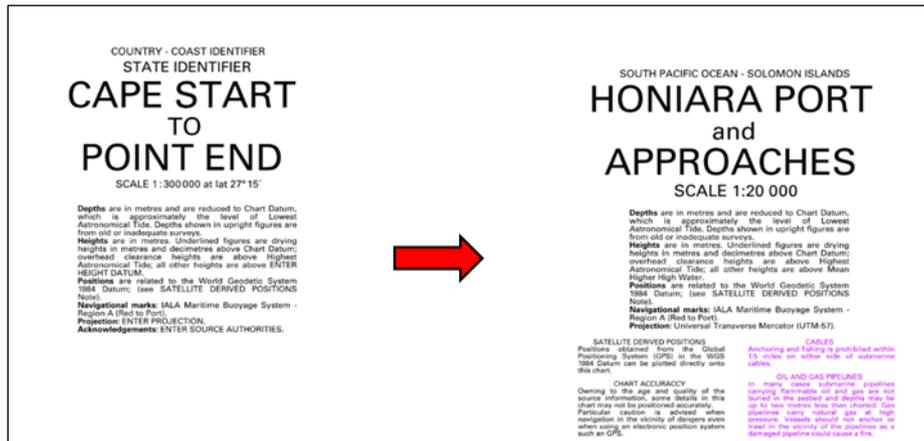


図 2.10.18 テンプレートを利用した紙海図タイトル及び記事の作成例。左をテンプレートとして活用し、右のタイトルと記事を作成。

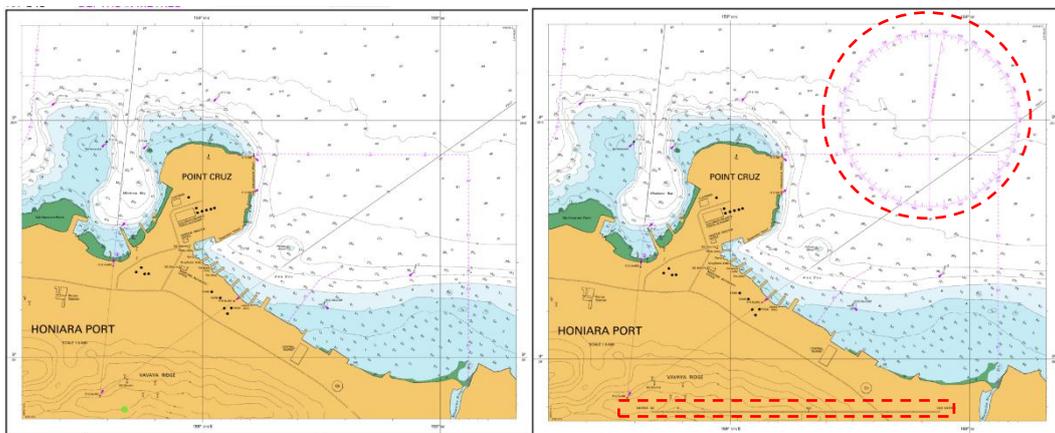


図 2.10.19 手動により追加配置された情報の例。右上のコンパスマローズ (方位を表示) と右下のスケールバー (距離尺) が追加された。

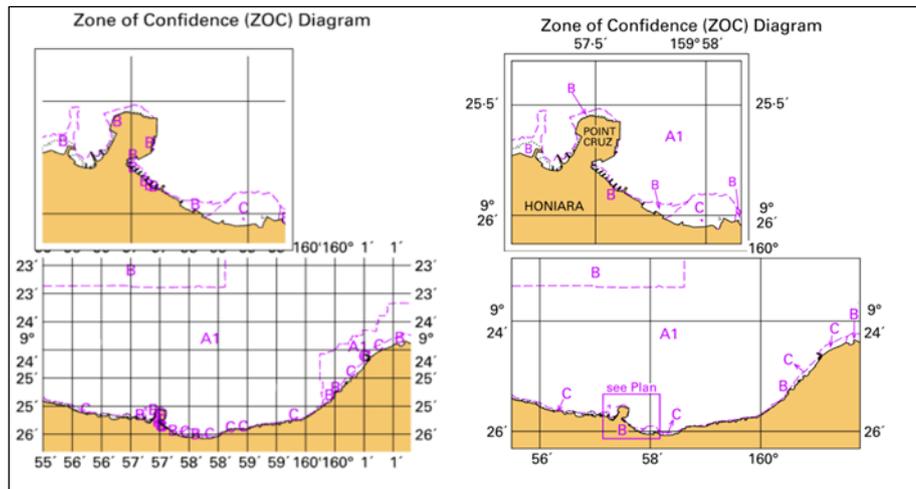


図 2.10.20 自動作成されたが一部手動により修正した情報の例. 信頼性情報が修正された.

3) 目視検査と修正

ソフトウェア上で作成した紙海図データを印刷し、実際に利用される紙の形式で試験を行い、全体のバランスを調整し、必要に応じて修正した。このプロセスは、航海者が見易く使いやすい紙海図とするために必要である。

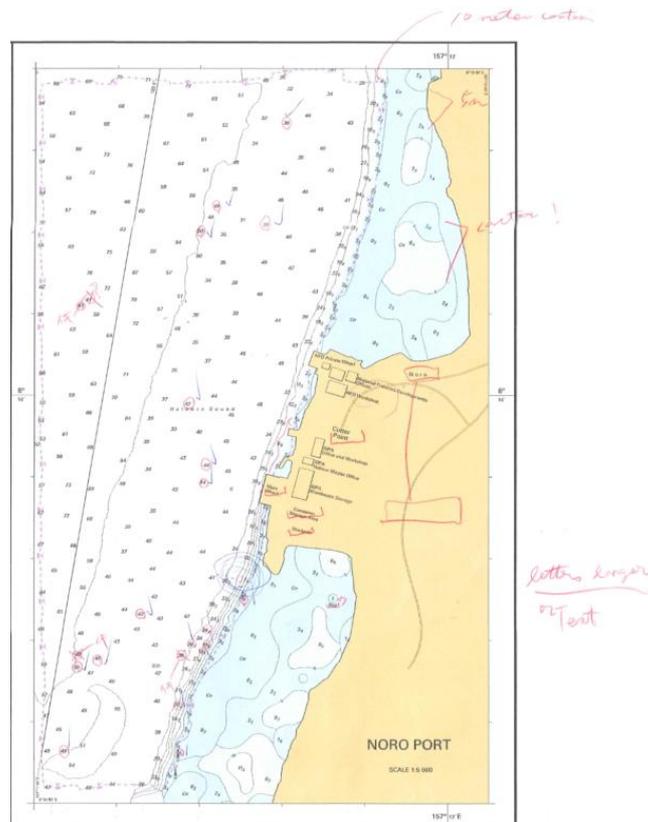


図 2.10.21 目視による検査結果. 修正箇所が赤字で示されている.

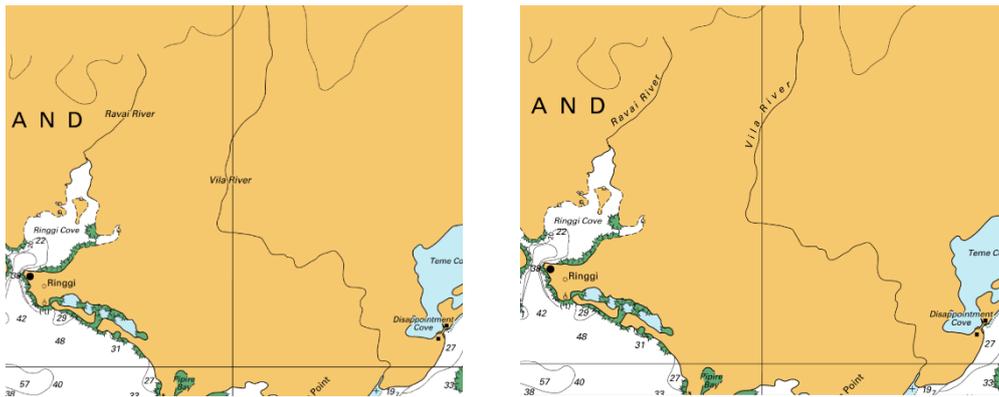


図 2.10.22 情報を地物に沿わせるように調整した例. 川の名称を川に沿って表示した.

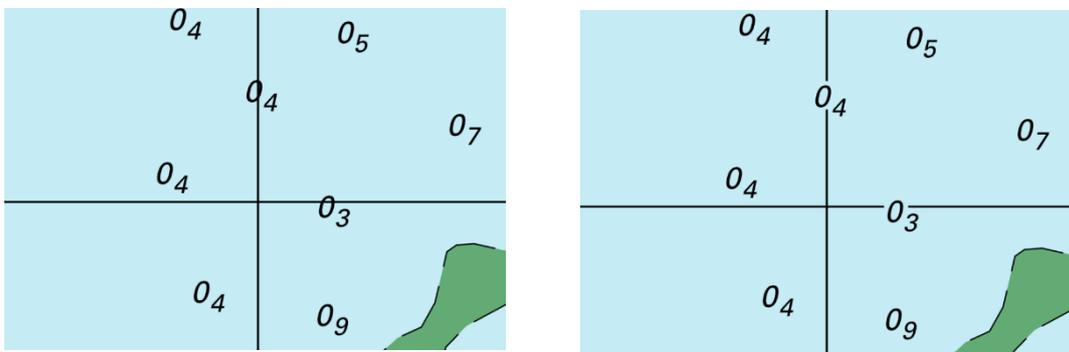


図 2.10.23 グリッド線と重なる水深値をマスク処理にて判読しやすく修正した例.

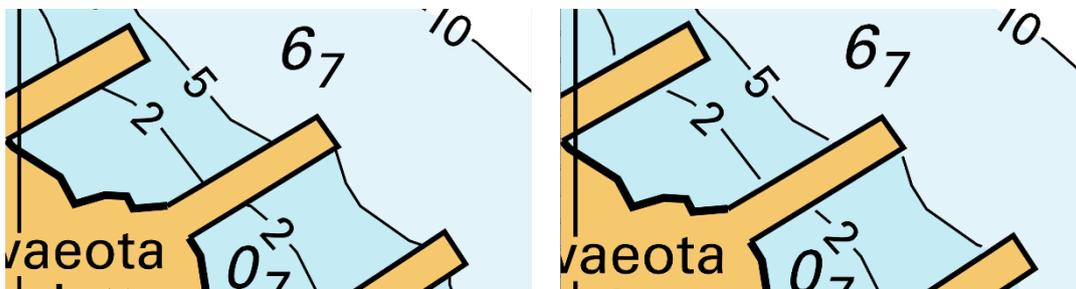


図 2.10.24 等深線と海岸線の間余白を追加し、読みやすく調整した例.

本プロジェクトで作成した紙海図作成用デジタルデータ（紙海図データ）は、紙海図編集ソフトウェアの違いなどから AHO で読み込むことができなかった（電子海図のデータについては、IHO が定めた共通フォーマットに基づいており、このような問題はなかった）。このため、本プロジェクトで作成した紙海図データは、プロジェクト内での活用にとどまった。AHO が刊行した紙海図は、本プロジェクト内で作成した電子海図データから AHO が独自に作成したものである。

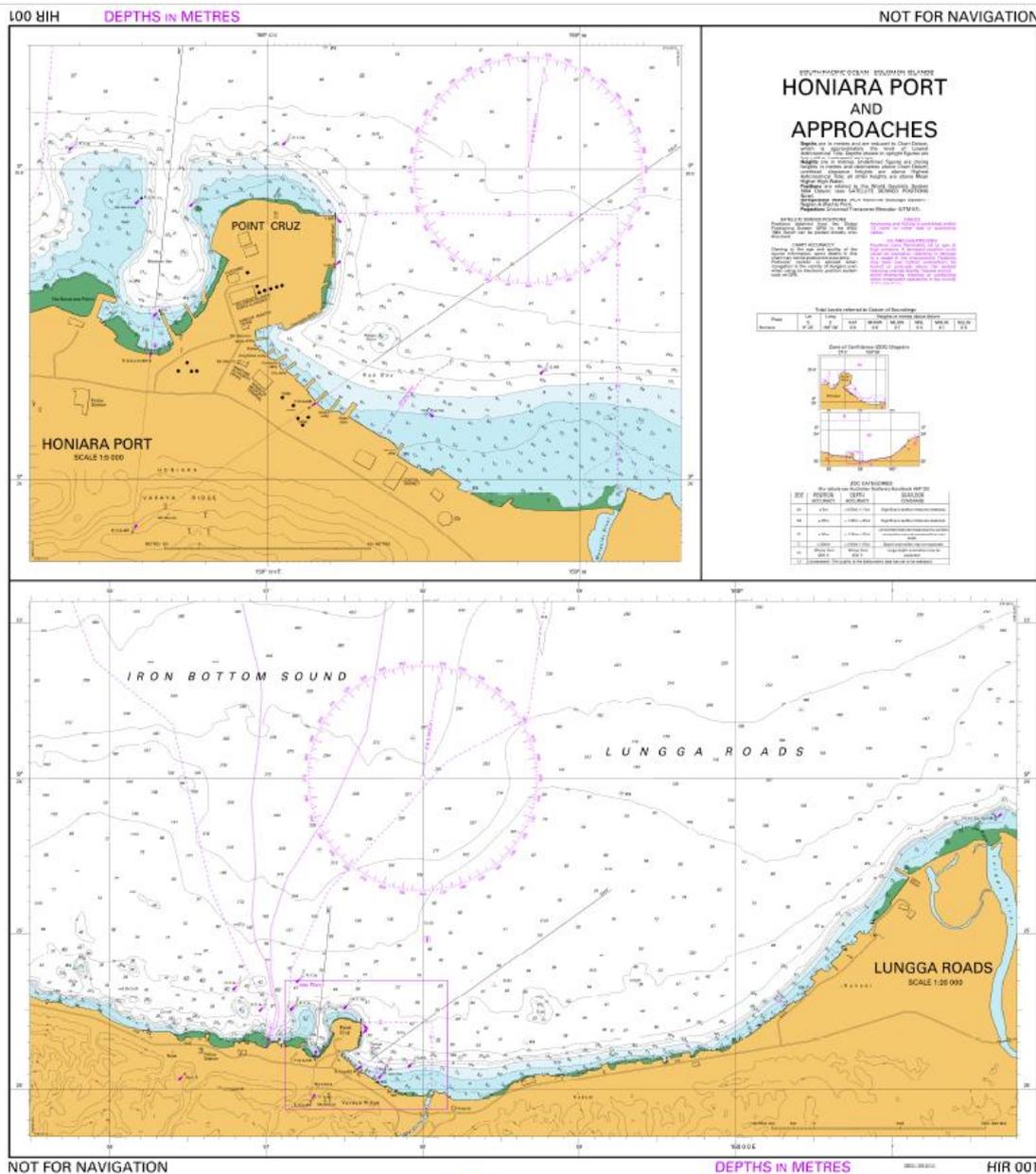
この問題は、本プロジェクトの初期に ENC・紙海図編集ソフトウェアを選定する際、懸念されたことであったが、AHO が使用しているソフトウェアは高価で、SIMA が本プロジェクト後に継続使用することが困難であったことから、やむを得ないものだった。

また、AHO が刊行している紙海図には、プロジェクト海域外の海図も含まれていること

から、本プロジェクトでは、プロジェクト海域のみを対象とした海図を作成した。

プロジェクトで作成した紙海図（以下「JICA 紙海図」）を以下に示す。

これらはプロジェクトで作成されたものだが、公式に出版・配布はされていない。公式に刊行され航海者が使用している紙海図は AHO 発行の紙海図（SLB101, 102, 109）である。なお、AHO 発行の紙海図は、プロジェクトの成果に基づいて作成されたものであり、内容は JICA 紙海図と同一である。



This nautical chart was developed based on hydrographic survey data conducted using a multibeam echo sounder in the Japan International Cooperation Agency (JICA) project "The Project for Development Support of Electronic Navigational Charts for Honiara and Nano Ports in Solomon Islands" from 2022 to 2025. The project is funded by JICA and jointly implemented by JICA and Solomon Islands Maritime Authority (SIMA) with technical assistance from the Australian Hydrographic Office (AHO).

図 2.10.25 本プロジェクトで作成した紙海図（ホニアラ）。

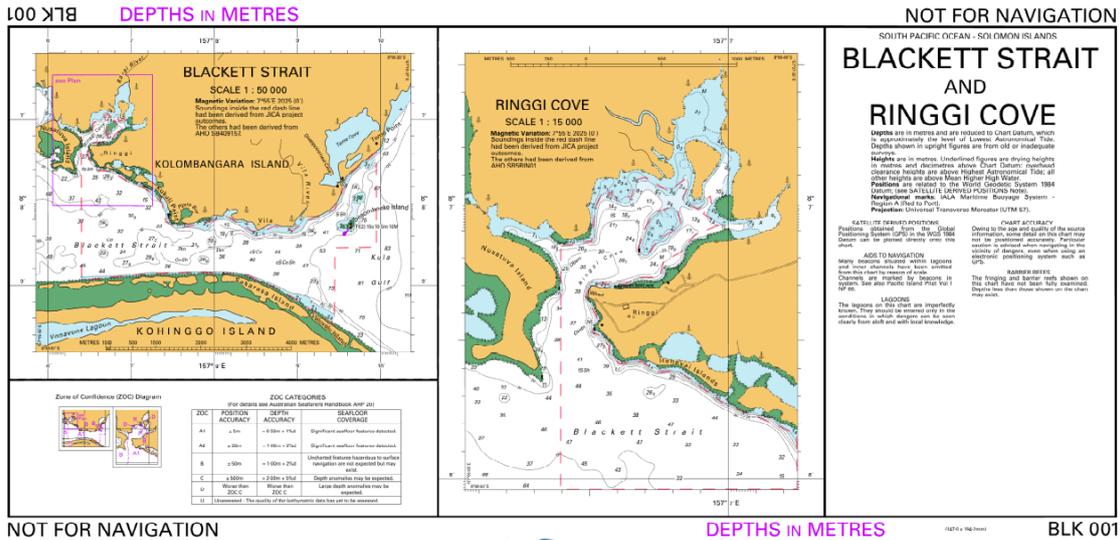


図 2.10.27 本プロジェクトで作成した紙海図（ブラケット海峡，リング入り江）。

2.10.3 ENC，紙海図の刊行

ENC は，本プロジェクトで作成した電子海図データを（2.10.2.3 参照），AHO 及び地域電子海図センター（RENC）で，所要の規格に則っているかソフトウェア等を用いて確認チェックした後，正式に刊行された。

紙海図については本プロジェクトで作成した ENC データから，AHO が作成編集し，AHO 内で品質管理を行った後，AHO が刊行した（図 2.10.28，29）。ノロ港及びムンダ海域については，ENC，紙海図共にこれまでの刊行されていなかったもので，本プロジェクトの成果を用いて新たに刊行されたものであることは特筆に値する。

各 ENC，紙海図の刊行日を表 2.10.2 に示す。刊行日以降，プロジェクトの成果である ENC と紙海図は航海者の下に届けられ，プロジェクト海域を航行する船舶で広く利用されている。

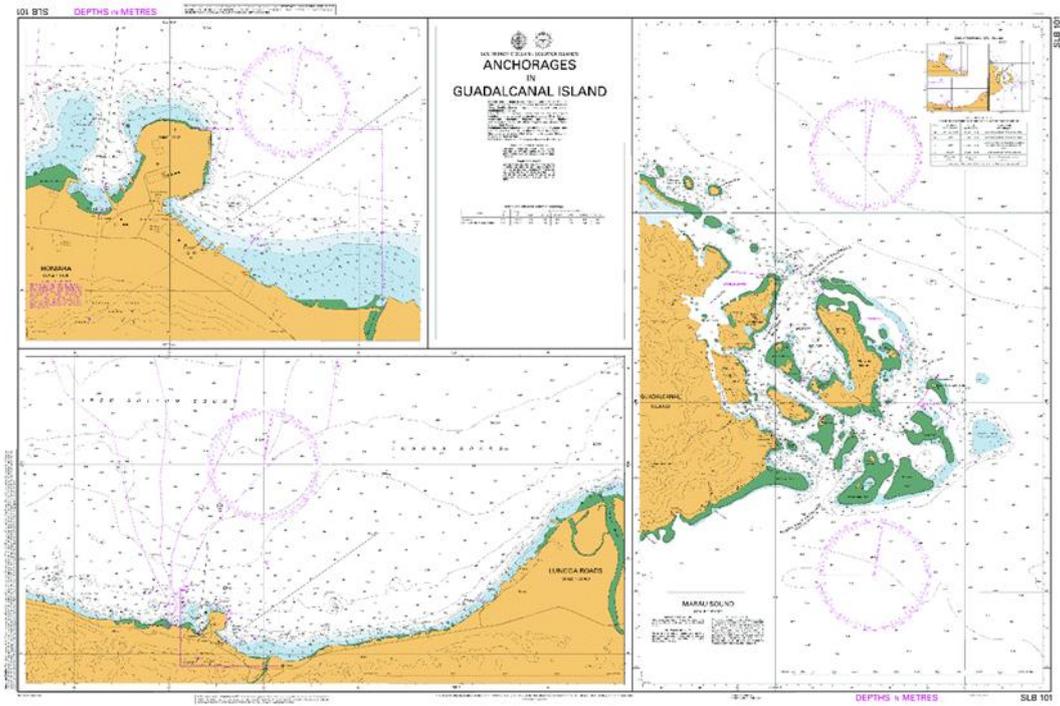


図 2.10.28 AHO により公式に刊行されたホニアラの紙海図 (SLB101).
 左上は縮尺 1:5000 のホニアラの港泊図, 左下は縮尺 1:20000 のアプローチ図.
 右は本プロジェクトとは無関係の海域である.

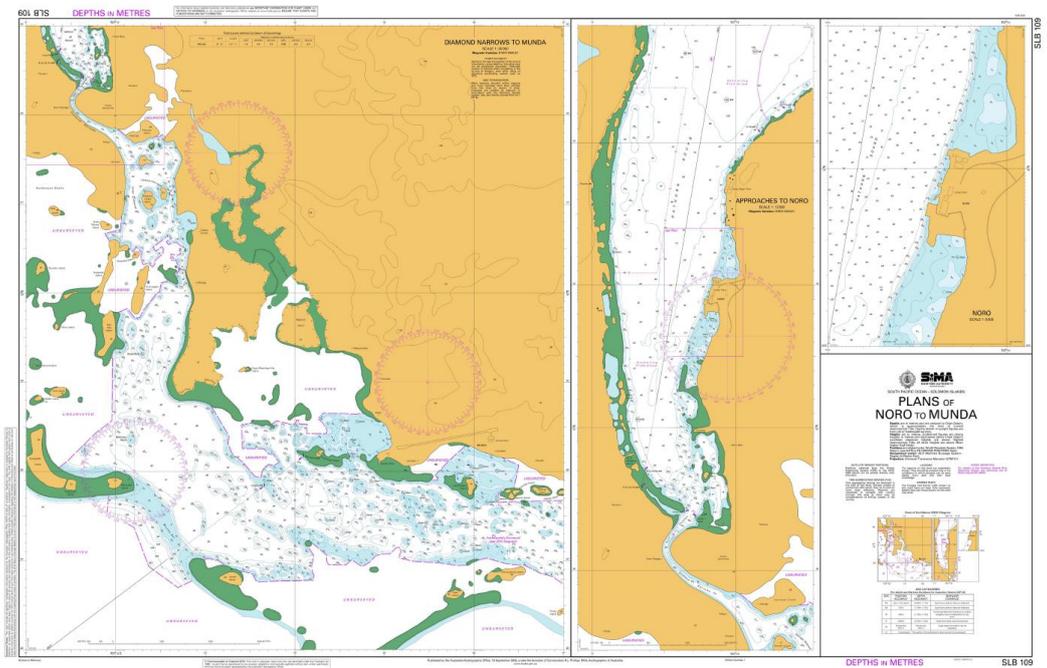


図 2.10.29 AHO により公式に刊行されたノロの紙海図 (SLB109).
 右は縮尺 1:5000 のノロ港の港泊図, 左は縮尺 1:20000 のムンダ海域のアプローチ図.
 中央は AHO が独自に作成したもので本プロジェクトの成果ではない.

表 2.10.2 本プロジェクトで作成した ENC, 紙海図

(ENC)					
Area	Title	Compilation scale	New/Update*	Cell Name	Date of pub.
Honiara	Solomon Islands - Guadalcanal Island - Honiara and approaches	1/12,000 and 1/4,000	New	SB5HIR01	27 Feb. 2025
Noro port	Solomon Islands - New Georgia Island - Noro to Munda	1/4,000	New	SB5NOR01	14 Aug. 2025
Munda Bar area	Solomon Islands - New Georgia Island - Noro to Munda	1/12,000	New		
Blackett Strait	Solomon Islands - New Georgia Group - Vanguru Island to Blackett Strait	1/45,000	Update	SB409157	8 Aug. 2025
Ringgi	Solomon Islands - New Georgia Island - Ringgi Cove	1/12,000	New	SB5RIN01	17 Jul. 2025

(paper chart)						
Area	Title	Plan	Scale	New/Update*	Chart No.	Date of pub.
Honiara port	South Pacific Ocean - Solomon Islands - Anchorages in Guadalcanal Island	Honiara	1/5,000	Update	SLB101	6 Mar. 2025
Honiara approach		Lungga Roads	1/20,000	Update		
Noro port	South Pacific Ocean - Solomon Islands - Plans in the New Georgia Group (Sheet 2)	Noro	1/5,000	New	SLB109	19 Sep. 2025
Munda Bar area		Diamond Narrows to Munda	1/20,000	New		
Blackett Strait	South Pacific Ocean - Solomon Islands - Plans in the New Georgia Group	Blackett Strait	1/50,000	Update	SLB102	19 Sep. 2025
Ringgi		Ringgi Cove	1/15,000	Update		

*"New"は内容が全面的に改訂され新規に刊行された ENC または紙海図を, "Update"は内容が部分的に改訂された更新版をそれぞれ意味する。

謝辞

オーストラリア水路部(AHO)には, ENC と紙海図の編集, 品質保証・品質チェック(QA/QC)の実施に多大な協力をいただいた。特に, プロジェクト期間内にプロジェクトで作成した ENC と紙海図が AHO から公式に刊行され, 一般船舶がプロジェクトの成果を利用できるようになったことは, AHO のプロジェクトに対する深い理解と絶大な協力の賜物であり, ここに深く感謝するものである。

2.11 セミナーの開催

本プロジェクトの成果として完成したホニアラの電子海図(ENC)をソロモン諸島国内で正式に発表するとともに, 本プロジェクトがソロモン国内の航行安全と経済発展に果たす役割について関係者の理解を深めることを目的として, SIMA と共催でセミナーを開催した。

ソロモン諸島政府内で, 海洋関係省庁連絡会議(Oceans 12, 議長: 総理大臣, メンバー: 関係大臣, 事務局: 外務省)が活発に活動していることから, Oceans12 で議論されているテーマ(海洋境界)についてパネルディスカッションを行うなど, ソロモン国内でセミナーが注目を集めるべく SIMA の意向も取り入れて企画立案を行った。

* Oceans 12 は, 海洋管理の統合的かつ省庁横断的なアプローチを確保するために, 12 の省

庁が参加する国家イニシアティブ。Oceans 12 は、12 人の事務次官で構成される国家運営委員会によって主導され、外務貿易省事務次官が議長を務めている。

(セミナーの概要)

- 名称：Seminar on E-Navigation on our Ocean: the contribution of SIMA-JICA project
- 日時：2025 年 5 月 13 日 9：00 ～ 16：00
- 場所：Heritage Park Hotel, P.O. Box 1598, Mendana Avenue, Honiara, Solomon Islands
- プログラム：Annex 6 参照
- 主な招待者：参加者リストは Annex 7 参照
 - ・ Hon. Ricky FULOFA インフラ開発省大臣
 - ・ Ms. Gladys L. ISIHANUA 外務省次官補
 - ・ Mr. Lawrence BALANI 鉱物エネルギー省副部長
 - ・ Mr. Percy BILIKI ホニアラ港長
 - ・ Dr. Teorae KABURE ソロモン国立大学海事学部長
 - ・ 樋口 恵一 在ソロモン大使
 - ・ 渡邊 健 JICA ソロモン支所長
 - ・ Cdre. Robyn PHILLIPS オーストラリア海軍水路部長
 - ・ Ms. Emmeke JONES オーストラリア大使館一等書記官
 - ・ Mr. John NYBERG 国際水路機関 (IHO) 部長 (ビデオメッセージ)
 - ・ 木下 秀樹 海上保安庁海洋情報部長 (ビデオメッセージ)
 - ・ 勢田 明大 海上保安庁海洋情報部国際業務室長 (リモート参加)
 - ・ Mr. Tony KABASI SPC 事務局
 - ・ LCDR. Jervis M. ROBINSON フィジー海軍水路部長
 - ・ Mr. Okone SACOR バヌアツ海上安全庁

その他、ソロモン諸島国政府機関及び民間団体、参加者は計 68 名で、ソロモン諸島国内の民間船舶運航事業者、漁業関係者などの実務者レベルの関係者も多く出席し、プロジェクトの重要性と成果物の有用性について広く理解を得るとともに、水路測量と海図整備の重要性に対する認識向上を促した。

国際機関からは、IHO の John NYBERG 博士がビデオメッセージでプロジェクトの成功を祝った。また、日本とオーストラリアの水路部長が挨拶し、プロジェクトのインパクトの大きさと水路測量の重要性を強調した。隣国のフィジーとバヌアツから水路部長が招かれた。プレゼンテーションの一部を Annex 8 に掲載する。

プレゼンテーションの合間には質疑応答が行われ、海図整備の現状や利用法等に関して意見交換が行われた。



写真 2.11.1 セミナーの集合写真



写真 2.11.2 セミナーの様子

■内容：Seminar on E-Navigation on our Ocean: the contribution of SIMA-JICA project
発表資料は Annex 8 参照.

プレゼンテーションの後で質疑応答があり、海図利用の現状について活発な意見交換が行われた。

(1) OPENING

1) Welcome & opening Prayer Mr. John Hugo BUGORO SIMA 取締役会議副議長



写真 2.11.3 Mr. John Hugo BUGORO によるスピーチ

2) Opening Address 樋口 恵一大使



写真 2.11.4 樋口恵一大使による Opening Address

3) Keynote Address Ricky FUO'O インフラ開発省大臣



写真 2.11.5 Ricky FUO'O インフラ開発省大臣による Keynote Address

4) Electronic Navigational Chart (ENC) Launching Ceremony

Ricky FUA'O インフラ開発省大臣, John Hugo BUGORO SIMA 取締役会議副議長
樋口 恵一大使, 渡邊 健 JICA ソロモン支所長
CMDR. Robyn PHILLIPS オーストラリア水路部長

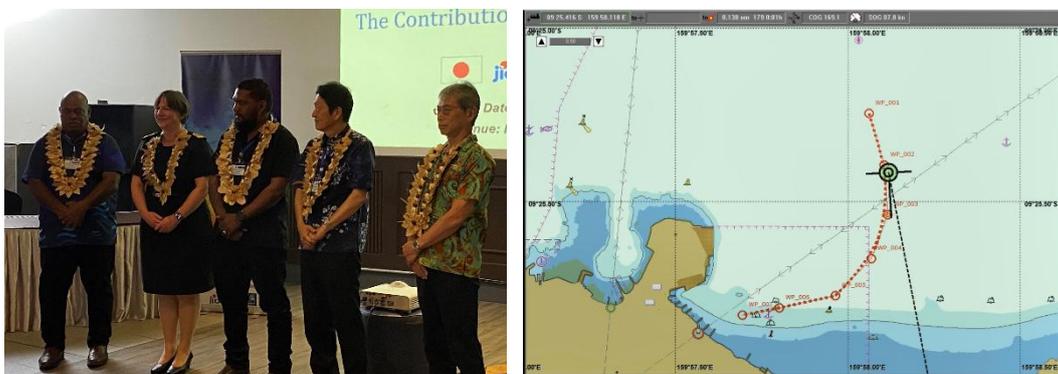


写真 2.11.6 ENC Launching Ceremony 及びデモンストレーションの様子

5) Vote of Thanks 渡邊 健 JICA ソロモン支所長



写真 2.11.7 渡邊支所長による Vote of Thanks

(2) SESSION 1 - The role of hydrography in ocean governance

1) Messages from our partners

- Dr. John NYBERG 国際水路機関 (IHO) 部長 (Video)
- CMDR. Robyn PHILLIPS オーストラリア水路部長
- 木下 秀樹海上保安庁海洋情報部長 (Video)



写真 2.11.8 Dr. John Nyberg, CMDR. Robyn PHILLIPS, 木下海洋情報部長（左上から時計回り）によるスピーチ

2) The role and importance of hydrography 仙石 新 本プロジェクト業務主任



写真 2.11.9 仙石によるプレゼンテーション

3) The contribution of hydrography to the Solomon Islands National Ocean Policy

Agnes GAOTE'E SIMA 副総裁



写真 2.11.10 Ms. Agnes GAOTE'E SIMA 副総裁によるプレゼンテーション

4) Panel Discussion on Maritime Boundary and Continental Shelf

司会：Thierry NERVALE SIMA 総裁

パネリスト：

- Tony KABASI SPC Team Leader
- Robert CARIO AHO 課長補佐
- Gladys L. ISIHANUA 外務省次官補
- Lawrence BALANI 鉱物エネルギー省副総裁



写真 2.11.11 パネルディスカッションの様子

(3) SESSION 2 – e-navigation for all in Solomon Islands

1) Project for Development Support of ENC for Honiara and Noro Ports

高下 桂 本プロジェクト副業務主任



写真 2.11.12 高下副業務主任によるプレゼンテーション

2) Next-generation international standards for navigational information (S-100) international trends and impact to Society Robert CARIO AHO 課長補佐



写真 2.11.13 Robert CARIO 課長補佐によるプレゼンテーション

3) Impact of JICA-SIMA Project on safety of Navigation and national economic development
Mr. Malesi MANI, SIMA Senior Officer Safety of Navigation



写真 2.11.14 Mr. Malesi MANI によるプレゼンテーション

4) POMF national consultation Thierry NERVALE SIMA 総裁



写真 2.11.15 Mr. Thierry NERVALE によるプレゼンテーション

5) Closing Remarks & Outcomes Mr. Clifford OLISUKULU, Hydrography Consultant



写真 2.11.16 Mr. Clifford OLISUKULU による Closing Remarks

■成果

SIMA は、セミナーの成果として以下のとおり取りまとめた。

- ・ソロモン諸島における本プロジェクトの成果，特に ENC の刊行を高く評価。
- ・日本，ソロモン諸島，オーストラリア三か国の協力関係を評価。
- ・Ocean12 のツラギ宣言にあるように，ソロモン諸島の水路測量能力の向上にむけ，開発パートナーのさらなる支援を希求。
- ・ソロモン諸島政府，SIMA，そして開発パートナーに対し，水路測量データの取得と管理の機会を最大限に活用し，能力構築を継続し，（ソロモン海域の 90%を占める）未調査海域の探査を確実に行うよう要請。
- ・ソロモン諸島政府に対し，Ocean 12 の枠組みに基づく統合海洋管理の検討を要請。
- ・ソロモン諸島における水路測量能力の開発における進展，そしてすべての人のための電子航行の開発，S-100 標準の実践，ソロモン諸島におけるデータ管理システムの構築という長期的な展望を認識。
- ・太平洋諸島地域における「太平洋・ワン・マリタイム・フレームワーク (POMF)」の策定を認識し，開発パートナーに対し，その実施，特に S-100 標準の実施を支援するよう要請。

2.12 機材の調達

2.12.1 機材の調達

表 2.12.1 に示す機材及び業務遂行に必要な資材は、JICA 物品・機材調達管理ガイドラインに従って調達した。機材の選定にあたっては、SIMA がプロジェクト終了後も継続して機材を使用できるように、メンテナンスコストの低さと操作性の良さを重視した。

また、水路測量に関する作業の一部には、レンタル機材を使用した。(表 2.12.2)

表 2.12.1 調達機材

Work Content	Name	Part Number	Quantity	Date of Inspection Passed
Sea positioning and navigation	GNSS receiver with RTK and static survey capability, GNSS base station for RTK	Leica Viva GNSS GS10	2	July 2022
		Leica AS11 multi-frequency GNSS Antenna	2	July 2022
		CS20 Field Controller for GNSS	2	July 2022
		GFU30 Satellite M3-TR4	2	July 2022
		GKL341 Charger	2	July 2022
	GNSS data processing software,	Infinity Basic License	1	July 2022
Depth sounding	Under water sound velocity profiler	AML-3	1	November 2022
	Data acquisition and processing software	HYPACK MAX	2	September 2022
	Bar check bar	Senbondenki type I	1	March 2022
	Generator	YAMAHA EF2000is	3	September 2022
	Mount	Stainless steel pole and Steel plate	1	-
	Under water sound velocity profiler (for medium and deep water)	XBT/XCTD System	1	August 2022
	Single beam echo sounder	CEESCOPE Hemisphere Phantom (Atlas Basic)	1	June 2023
Seabed imaging	Side scan sonar	Star Fish 990F	1	July 2022
Oceanographic measuring	RMD tide gauge	No. 5225-WLB	1	July 2022
	Pressure tide gauge	RT-710-Wti	1	June 2022
Production of ENC & paper chart	Software for production of ENC & paper chart	1) ENC Designer Enterprise 2) 7Cs Analyzer Base Module 3) ENC Optimizer 4) ENC Cartographer 5) FME S-57 Writer 6) FME 7) ORCA Master	1	July 2023
	1)Drone	1) DJI Air 2S 4K Drone Fly More Combo	1	July 2023

	2) Tablet 3) micro SD 4) Drone controller app 5) SD case 6) USB Type cable 7) Conversion plug 8) Tablet case 9) USB TypeC to TypeC Cable 10) Tablet holder 11) Tablet holder (Spare)	2) NEC PCT1195BAS 3) SDSQXAH064GJN3MD 4) Litchi for DJI Drones 5) ELECOM SD case 6) USB Type C cable 7) 3USB port TESSAN 8) 11.5 inch Tablet case 9) TypeC to TypeC cable 10) CYNova Tablet holder 11) Anbee Tablet holder		
Depth sounding and Production of ENC & paper chart	1) Desktop PC 2) Laptop PC 3) Monitor 4) External hard drive (8TB) 5) External hard drive (2TB)	1) Precision 3460 SFF CTO BASE 2) Dell mobile Precision Workstation 571CTO 3) Dell 22 Monitor - P2222H 4) Transcend TS4TSJ25M3C 5) 2TB I-O DATA HDPD-UTD2	1) 2 2) 2 3) 3 4) 2 5) 5	1) August 2022 2) August 2022 3) August 2022 4) February 2024 5) July 2022
	UPS (to balance the use of electricity)	1) APC Back UPS Pro 650 2) Eaton 5E UPS	1) 1 2) 1	1) October 2022 2) October 2022

表 2.12.2 レンタル機材

Work Content	Name	Part Number	Quantity	Rental Period (Including Transportation)
Depth sounding	Acoustic Doppler Current Profiler	Workhorse ADCP Sentinel 600kHz	1	April to August 2023
	Multi-beam echo sounder motion sensor and relevant equipment	Teledyne Seabat T20	1	September to December 2022
	Single-beam echo sounder (for medium and deep water)	PDR-104D	1	September to December 2022

2.12.2 ENC 作成ソフトウェアの選定

ENC 作成ソフトウェアには、7Cs と CARIS の 2 つの選択肢があった。どちらも本プロジェクトに必要な機能を備えているが、仕様と価格に違いがあり、どちらを採用すべきかについて議論があった。

CARIS は、オーストラリア水路当局 (AHO) を含む世界中の水路当局で広く利用されており、機能も豊富だが、利用には高額な年間利用料がかかるため、プロジェクト終了後に SIMA が利用することが困難になる可能性がある。一方、7Cs は買取可能で、後年度の経費がかからないことから、本プロジェクトでは 7Cs を採用することとなった。

将来的にもし CARIS の価格が改定され、SIMA が利用できるようになることがあれば、ENC 作成ソフトウェアを 7Cs から CARIS に切り替えることも検討する価値があるだろう。

2.13 合同調整委員会 (JCC)

合同調整委員会 (JCC) は計 7 回開催した。

(第 1 回 JCC, JCC-1)

日付: 2022 年 5 月 20 日

会場: JICA ソロモン事務所 (ホニアラ)

結果:

JCC の委託事項 (ToR) を決定した。

プロジェクト実施計画のスケジュールと、機器の輸送と免税に向けた作業を承認した。

(第 2 回 JCC, JCC-2)

日付: 2023 年 2 月 13 日

会場: JICA ソロモン事務所 (ホニアラ)

結果:

2022 年の活動報告を承認した。

2021 年に合意した R/D で定めたプロジェクト海域を次のように変更することに合意した。

>ブラケット海峡エリアの縮小

>ノロ港エリアの縮小

>Diamond Narrows と Munda Bar エリアの追加

ただ、プロジェクト海域について決定はせず、海域変更の選択肢を継続して議論することに合意した。

プロジェクト地域の変更について最終的に合意し、R/D を修正するため、2 か月以内に再度 JCC を開催することに合意した。

(第 3 回 JCC, JCC-3)

日付: 2023 年 4 月 26 日

会場: JICA ソロモン事務所 (ホニアラ)

結果:

プロジェクト海域の修正に合意した。

R/D (2021) の修正案を、修正のうえ承認した。

SIMA が、将来構想である「ソロモン諸島における航行安全のためのデジタル化」に関するプレゼンテーションを行った。

(第 4 回 JCC, JCC-4)

日付: 2024 年 2 月 7 日

会場: JICA ソロモン事務所 (ホニアラ)

結果:

SIMA 職員の退職に伴い、プロジェクトマネージャーを John DALOMAE 氏に変更した。

プログレス・レポートが報告された。

AHO で ENC の品質管理研修を行うことが決定した。

ミニプロジェクト（MHP: Mini Hydrographic Project）を実施することが決定した。

(第 5 回 JCC, JCC-5)

日付: 2024 年 9 月 24 日

会場: JICA ソロモン事務所 (ホニアラ)

結果:

セミナーを 2025 年に行い、プロジェクト ENC の刊行を記念するイベントとすることが決定した。

ミニプロジェクトの実施計画が承認された。

AHO で実施する研修の準備状況が報告された。

(第 6 回 JCC, JCC-6)

日付: 2025 年 5 月 14 日

会場: SIMA 会議室 (ホニアラ)

結果:

ENC・紙海図の作成の現状が報告され、本プロジェクト期間内に AHO から刊行できるよう、努力することが合意された。

水路業務の継続実施と AHO との協力の重要性が確認された。

(第 7 回 JCC, JCC-7)

日付: 2025 年 11 月 5 日

会場: JICA ソロモン事務所 (ホニアラ)

結果:

プロジェクトで作成した ENC と紙海図が全て刊行されたことが報告され、大きな成果と評価された。

プロジェクトにおける SIMA 職員の能力向上に関し JICA, SIMA 双方から評価がなされ、顕著な向上が見られたことが確認された。

プロジェクトで作成した ENC 等の品質を維持するため、今後港湾工事等に合わせて適時適切にアップデートすることが課題として認識された。

プロジェクトで調達した機器はプロジェクト後に SIMA に譲与されることが確認された。

SIMA から、職員の能力をさらに向上させ、利用者がプロジェクトの成果にアクセスしやすくすることにより、海上交通安全を確保するとともに、地域のリーダーとして成長していきたい、との意思表示があった。



写真 2.13.1 JCC-1 (左) と JCC-2 (右).

2.14 オーストラリア水路部との三者協議 (TM)

2025 年 4 月現在, 三者協議 (Tripartite Meeting, 以下「TM」という.) は 5 回開催された。
(第 1 回 TM, TM-1)

日付: 2022 年 8 月 24 日

会場: JICA ソロモン事務所およびオンライン,

参加者:

SIMA

Mr. Thierry Nervale, SIMA 総裁 (議長), Mr. Clifford OLISUKULU, 航行安全担当首席, Mr. John DALOMAE, 航行安全担当主任

オーストラリア水路部 (AHO)

Capt. Adam MUCKALT, 水路部副部長, Mr. Robert CARIO, 国際海図開発担当課長補佐

オーストラリア大使館, 国防省

Mr. Toby FINDLAY-WILLIAMS, Ms. Akiko ASANO

JICA 本部

中川 淳史, 運輸交通グループリーダー (オンライン), 守田 有輝, 運輸交通グループ (オンライン)

JICA ソロモン事務所

保科 研吾, Ms. Esmey LAUTAG

ATC/JICA 専門家

仙石 新, 業務主任 (オンライン), 高下 桂, 副業務主任 (オンライン), 大島 葵, 設備・訓練・アウトリーチ計画担当, 星野 順, 地形測量・ENC 作成・CAD/GIS 担当,

結果:

AHO は, JICA から説明された水路調査の事業実施計画を承諾した。

SIMA, AHO, JICA は, SIMA 職員の品質管理に関する研修への出席を奨励する..

SIMA と AHO は, プロジェクト終了時および将来において SIMA が現実的に達成できる能力のレベルを議論する。

(第2回 TM, TM-2)

日付: 2023 年 8 月 2 日

会場: JICA ソロモン事務所

参加者:

SIMA

Mr. Thierry Nervale, SIMA 総裁 (議長), Mr. Clifford OLISUKULU, 航行安全担当首席, Mr. John DALOMAE, 航行安全担当主任, Mr. Malesi MANI, Ms. Rusila JAMES.

オーストラリア水路部 (AHO)

Mr. Robert CARIO, 国際海図開発担当課長補佐

JICA 本部

中川 淳史, 運輸交通グループリーダー (オンライン),

JICA ソロモン事務所

保科 研吾, Ms. Esmey LAUTAG

ATC/JICA 専門家

仙石 新, 業務主任, 高下 桂, 副業務主任,

結果:

AHO は, ホニアラとノロの水路測量結果を歓迎した.

AHO は, JICA から説明された ENC 作成に関する実施計画を承認し, プロジェクト活動を支援する意向を表明した.

JICA, SIMA, AHO は, プロジェクトの成果を迅速に公表するためにあらゆる努力を払うことに合意した.

三者会議の下に技術的問題を議論し決定する作業部会 (WG) を設置することに合意した.

会合後, JICA よりプレスリリースが行われた.

(第3回 TM, TM-3)

日付: 2024 年 2 月 27 日

会場: フィジー国ナンディ, トカトカ・リゾートホテル

参加者:

SIMA

Mr. Thierry Nervale, SIMA 総裁 (議長), Mr. John DALOMAE, 航行安全担当主任
オーストラリア水路部 (AHO)

Hilary THOMPSON 上級課長, Mr. Robert CARIO, 国際海図開発担当課長補佐, Mrs. Rebecca CUSAK

JICA 本部

守田 有輝, 運輸交通グループ (オンライン)

JICA ソロモン事務所

保科 研吾 (オンライン)

ATC/JICA 専門家

仙石 新, 業務主任, 高下 桂, 副業務主任

結果:

ENC 品質管理研修を 2025 年に AHO で実施することが決定した。
ミニプロジェクトの実施に対し、AHO がサポートを表明した。

(第 4 回 TM, TM-4)

日付: 2024 年 9 月 25 日

会場: JICA ソロモン事務所

参加者:

SIMA

Mr. Thierry Nervale, SIMA 総裁 (議長), Mr. John DALOMAE, 航行安全担当主任,
Mrs. Rusila JAMES

オーストラリア水路部 (AHO)

Mr. Robert CARIO, 国際海図開発担当課長補佐

JICA 本部

加藤 梢, 運輸交通グループ (オンライン)

JICA ソロモン事務所

保科 研吾, Ms. Esmey LAUTAGI

ATC/JICA 専門家

仙石 新, 業務主任, 富澤 慎二郎, 星野 順,
(オンライン) 佐藤 崇倫, 岡田 真輝, 三浦 健太郎

結果:

ENC 作成の現状が報告され、刊行に向けて協力していくことが合意された。
ミニプロジェクトのデータ解析を AHO がサポートすることが確認された。
AHO で ENC 品質管理研修を実施に向けて協力することが確認された。
セミナーの実施に向けた協力が確認された。
AHO での ENC 作成のデータフローに関する説明があった。

(第 5 回 TM, TM-5)

日付: 2025 年 5 月 14 日

会場: SIMA 会議室

参加者:

SIMA

Mr. Thierry Nervale, SIMA 総裁 (議長), Mr. John DALOMAE, 航行安全担当主任,
Mrs. Rusila JAMES

オーストラリア水路部 (AHO)

Commodore Robyn PHILLIPS, 水路部長, Mr. Robert CARIO, 国際海図開発担当課
長補佐

JICA 本部

島田 亜弥, 運輸交通グループ課長, 飯田 佑, 小野 衣寿久, 運輸交通グループ (オ
ンライン)

JICA ソロモン事務所

渡邊 健，支所長，岡崎 裕之

ATC/JICA 専門家

仙石 新，業務主任，高下 桂，業務副主任，星野 順。

結果:

ENC 作成の現状が報告され、本プロジェクトが終了する 2025 年末までに全ての ENC と紙海図が AHO から刊行できるよう努力することが合意された。

AHO における ENC 品質管理研修（2025 年 4 月）やプロジェクトのセミナー（2025 年 5 月）は、国際協力のあるべき姿を体現している、との評価がなされた。

SIMA がプロジェクト後の構想を発表し、関係者はテークノートした。



写真 2.14.1 第 2 回三者協議。

本プロジェクトの成果である ENC を AHO から迅速に刊行するためには、水路測量及び ENC 作成にかかる技術的事項を JICA, SIMA, AHO の三者間で十分にすり合わせる必要がある。このため、三者協議の下に作業部会（WG）が設置され、2023 年 8 月 3 日、第 1 回 WG が SIMA 事務所で開かれた。SIMA からは Mr. John DALOMAE が、JICA からは仙石 新と高下 桂が、AHO からは Mr. Robert CARIO が参加した。第 1 回 WG では、ホニアラとノロの水路測量データの品質チェックを AHO で行うことが決定された他、そのためのデータの授受の方法、水深を海図基準面（CD）に準拠させるための方法、電子海図作成ソフトに関する情報交換などが技術的に議論された。

WG は、その後ホニアラや国際会議の場など AHO のスタッフと会う機会を捉えて随時開かれ、水路測量データから ENC、紙海図作成に至る作業フロー、CD に準拠した水路測量データ作成、水路測量データの品質管理、ENC の作成、紙海図の作成等様々な技術的課題を解決してきた。

WG 以外にも、技術的事項について随時メールで頻繁にやり取りを行い、円滑な ENC と紙海図の刊行に結びつけた。

本プロジェクトでは AHO と様々な業務協力を進める必要があったが、三者協議、作業部会で築いた信頼関係が大きな支えとなった。

2.15 広報

プロジェクトの活動状況に応じて JICA WEB サイトやソロモン政府広報サイトを通じて広報活動を行うとともに、南西太平洋地域の国際会議で発表を行い、プロジェクトの目的、活動内容、期待される社会へのインパクトについて広く周知を行った。

主な広報活動は、以下のとおり（以下の広報資料も参照されたい）。

2022年7月、海洋調査協会刊行の季刊誌「海洋調査」149号に「新たな海の探求技術「ソロモン諸島国」」に投稿し、プロジェクトの周知を図った。

2022年10月、JICA Web サイトを通じて SIMA ボートの修理が完了したことを広報した。

2022年11月、JICA Web サイトを通じてホニアラの水路測量開始を広報し、Solomon Business Magazine に記事が掲載された。

2023年2月、ニュージーランドで開催された国際水路機関（IHO）の第20回南西太平洋地域水路委員会（SWPHC20）において本プロジェクトを紹介し周知を図った。

2023年6月、JICA Web サイトを通じてノロの水路測量開始を広報し、Solomon Times に記事が掲載された。

2023年8月、JICA Web サイトおよびソロモン政府広報サイトを通じて第2回三者協議開催を広報した。

2024年2月、フィジーで開催された第21回南西太平洋地域水路委員会（SWPHC21）において本プロジェクトを紹介し周知を図った。

2025年3月、パラオで開催された第22回南西太平洋地域水路委員会（SWPHC22）において本プロジェクトを紹介し周知を図った。

2025年5月、日本測量協会刊行の月刊測量に「ソロモン諸島における電子海図作成支援～海洋空間情報の海外展開に向けて～」を投稿しプロジェクトの周知を図った。

2025年5月、電子海図セミナーについて、ソロモン現地新聞社2社に広報を行い、現地新聞、Web サイトに掲載された。

2025年7月、海洋調査協会刊行の季節誌「海洋調査」161号に「新たな海の探求技術「空白を埋める—海図を通して見るソロモンの現在地と今後の方向性（—ソロモン諸島国における電子海図策定支援プロジェクト（その2）—）」に投稿し、プロジェクトの周知を図った。

2025年10月、JICA Solomon 支所の Facebook に、プロジェクトで作成した電子海図が全て刊行され、航海者が利用できるようになったことを周知する記事が掲載された。

SIMA は、ソロモン政府の海洋関係省庁会議である Ocean12 に積極的に参加し、ソロモン諸島政府内で本プロジェクトと水路業務全般の重要性について認識を高めるよう尽力した。以下に、Ocean12 に対する SIMA のコミットメントをまとめた表を示す。

表 2.15.1 SIMA の Ocean12 運営委員会及び技術委員会への参加実績

List of SIMA's participation in the OCEAN12 Steering and technical Committee (O12 SC & TC).

Date	Agenda Title	PPT Title	Remarks/Meeting Outcomes:
06 July 2023	Item No#:5. Update on the progress of the hydrography survey project by Japan in Noro and Honiara.	The progress of the hydrography survey project by Japan in Noro and Honiara.	The purpose of the project is to update existing Paper Chart for Safety of Navigation and production of electronic charts. Benefits include increase international navigation confidence within the area, safety of navigation, produce high-resolution image of sea bottoms and make safe diamond narrows.
18 July 2023	Item No#:2. Hydrography	Hydrography	Presentation was to introduce Hydrography to the O12 SC and relating what was carried out in the JICA/SIMA Project. Consider hydrography as one of the ocean sciences to invest in given its contribution to the implementation of the National Ocean Policy 2018.
28 Sept 2024	National Ocean Conference, Tulaghi	Solomon Maritime Developments.	Partially covered the JICA/SIMA Project on the production of accurate charts to enhance safe navigation and boosts economic developments
6 Aug 2025	Item No#:4. Hydrography Project	Update on Hydrographic development 2022-2025	Update and for the O12 SC to note the progress and achievements in hydrography and endorse the implementation of e-navigation for all in Solomon Islands and the S-100 standard to enable next generation e-navigation and marine spatial data infrastructure. Achievements include the activities conducted in the JICA/SIMA Project.

(広報資料)

- ① 海洋調査協会刊行の季刊誌「海洋調査」149号に「新たな海の探求技術「ソロモン諸島国」に投稿（2022年7月掲載）



図 2.15.1 ソロモン諸島国における電子海図作成支援プロジェクト（季刊誌「海洋調査」149号）. (https://www.jamsa.or.jp/image/book_pdf/149.pdf)

② SIMA ボート修理

- JICA Web Site 「日本の支援でソロモン諸島政府所有ボートの修理完了」(2022年10月27日掲載)
(<https://www.jica.go.jp/overseas/solomon/information/topics/2022/20221028.html>)
- JICA Web Site 「SIMA deployment capability strengthened by boat repair and Japanese assistance」(2022年10月27日掲載)
(<https://www.jica.go.jp/english/overseas/solomon/information/topics/2022/221027.html>)

③ 水路測量の開始

- Solomon Business Magazine 社「Hydrographic survey and nautical chart production of Honiara port starts」(2022年11月10日掲載)

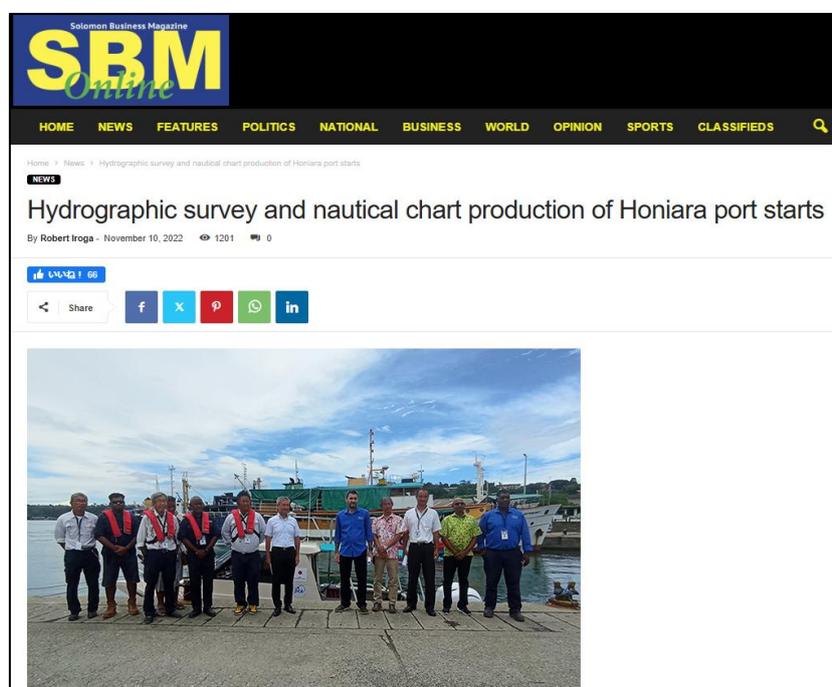


図 2.15.2 ホニアラの測量開始について (ソロモンタイムズ掲載記事).
(<https://sbm.sb/hydrographic-survey-and-nautical-chart-production-of-honiara-port-starts/>)

④ 第20回南西太平洋地域水路委員会(SWPHC20)での発表 (2023年2月)

- 「Technical Cooperation Project for Development Support of Electronic Navigational Charts in Solomon Islands」: JICA 発表,
- SIMA は、ホニアラにおける水路測量に関してカンントリーレポートの中で紹介.



図 2.15.3 第 20 回南西太平洋地域水路委員会(SWPHC20)での発表。
 (https://iho.int/uploads/user/Inter-Regional%20Coordination/RHC/SWPHC/SWPHC20/SWPHC20-19.6%20-%20JICA%20presentation.pdf)

⑤ ノロの水路測量開始

- Solomon Times 社「Hydrographic Survey Begins in Noro」(2023 年 6 月 29 日掲載)



図 2.15.4 ノロの測量開始について (ソロモンタイムズ掲載記事)。
 (https://www.solomontimes.com/news/hydrographic-survey-begins-in-noro/12713)

⑥ JICA Web Site への掲載

- JICA Web Site 「Hydrographic survey in Noro started on June 14 Joint effort by JICA and SIMA helps safety navigation in Noro Port, Blackett Strait and Munda Bar」 (2023 年 6 月 14 日掲載)
(https://www.jica.go.jp/english/overseas/solomon/information/topics/2023/1514671_16877.html)

⑦ 第 2 回三者協議

- Solomon Islands Government 「Completion of Hydrographic (or Marine) Survey of Honiara and Noro JICA and SIMA confirm the collaboration of Australia in JICA's Technical Cooperation Project for the safety of navigation」 (2023 年 8 月 4 日掲載)

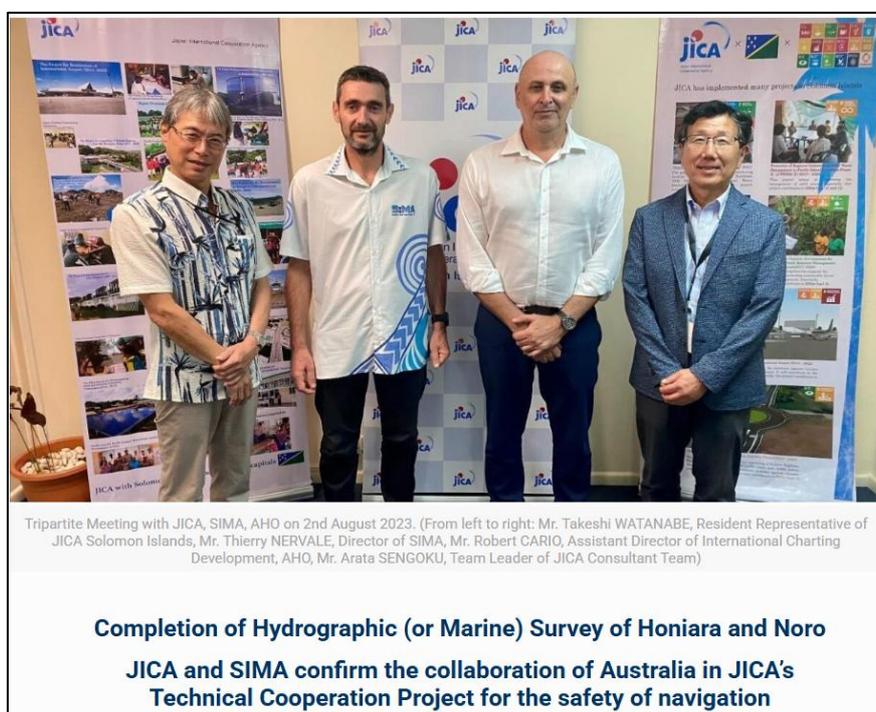


図 2.15.5 第 2 回三社協議について (ソロモン政府 Web サイトに掲載).
(<https://solomons.gov.sb/completion-of-hydrographic-or-marine-survey-of-honiara-and-noro-jica-and-sima-confirm-the-collaboration-of-australia-in-jicas-technical-cooperation-project-for-the-safety-of-navigation/>)

⑧ JICA Web Site への掲載

- JICA Web Site 「Completion of Hydrographic (or Marine) Survey of Honiara and Noro JICA and SIMA confirm the collaboration of Australia in JICA's Technical Cooperation Project for the safety of navigation」 (2023 年 8 月 4 日掲載)
(https://www.jica.go.jp/english/overseas/solomon/information/press/2023/1516159_16876.html)

⑨ 第 21 回南西太平洋地域水路委員会(SWPHC21)での発表 (2024 年 2 月)

- ・「Technical Cooperation of Hydrographic Survey & Electronic Navigational Charts」: JICA 発表.
- ・SIMA は ENC と紙海図の作成とホニアラの ENC 刊行について, カントリーレポートの中で紹介.



図 2.15.6 第 21 回南西太平洋地域水路委員会(SWPHC21)での発表.

(https://iho.int/uploads/user/Inter-Regional%20Coordination/RHC/SWPHC/SWPHC21-2024/SWPHC21-10D_JICA%20presentation%20for%20%20SWPHC21_240229.pdf)

⑩ 第 22 回南西太平洋地域水路委員会(SWPHC22)での発表 (2025 年 3 月)

- ・「JICA Hydrographic Training and ENC Implementation: Towards Safer Navigation in the Pacific Region」, JICA 発表,
- ・SIMA はホニアラとノロの測量成果及び本邦研修について, カントリーレポートの中で紹介.

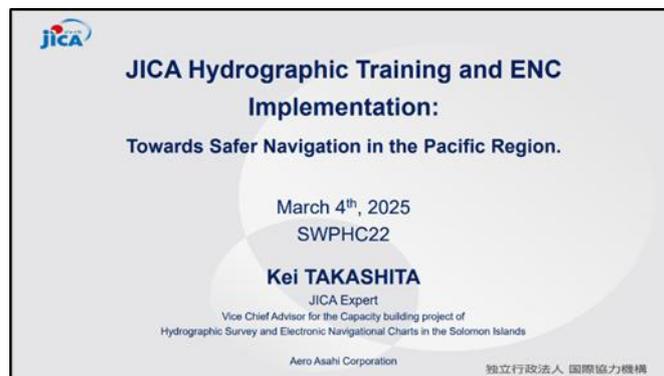


図 2.15.7 第 22 回南西太平洋地域水路委員会(SWPHC22)での発表.

(https://iho.int/uploads/user/Inter-Regional%20Coordination/RHC/SWPHC/SWPHC21-2024/SWPHC21-10D_JICA%20presentation%20for%20%20SWPHC21_240229.pdf)

⑪ 日本測量協会刊行の月刊測量へのプロジェクトの紹介



図 2.15.8 日本測量協会刊行の月刊測量への投稿(2025年5月刊行).
(<https://www.jsurvey.jp/1-4.htm>)

⑫ 電子海図セミナーの開催に関する現地新聞の記事

- ・ Island Sun 社 「Electronic navigation; charts harnessing state-of-the-art technology: Fuo'o」
(ソロモン現地新聞に 2025 年 5 月 14 日掲載)
- ・ Solomon Star 社 「Maritime Authority hosts seminar」
(ソロモン現地新聞, Web サイトに 2025 年 5 月 14 日掲載)



図 2.15.9 電子海図セミナーの開催 (2025 年 5 月 13 日開催)
(ソロモンの新聞 Island Sun 誌に掲載)。

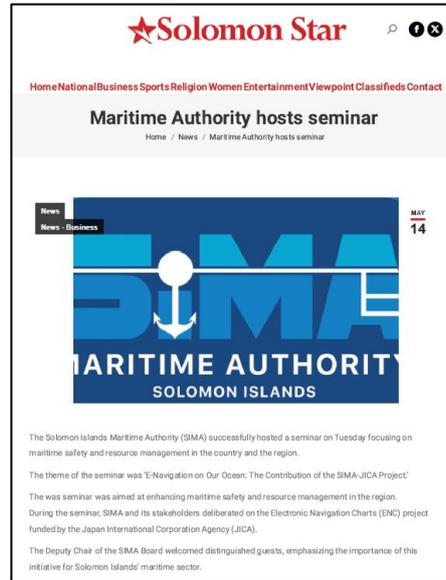


図 2.15.10 電子海図セミナーの開催(2025 年 5 月 13 日開催)
(ソロモンの新聞 Solomon Star 誌と Web サイトに掲載)。

(<https://www.solomonstarnews.com/maritime-authority-hosts-seminar/>)

⑬ 電子海図セミナーに関する SIMA の広報

- ・ SIMA は、プロジェクトセミナーの概要を下記の HP で公開した。

<https://www.sima.gov.sb/meetings/seminar-on-e-navigation-on-our-ocean-honiara-13-may-2025/>

- ・ セミナーの詳細は、下記のとおり公開されている。

<chrome-extension://efaidnbmnmmnibpajpcjplegfindmkaj/https://www.sima.gov.sb/wp-content/uploads/Seminar-E-Navigation-on-Our-Ocean-REPORT-FINAL-13-05-2025.pdf>

⑭ 海洋調査協会刊行の季節誌「海洋調査」161号に「新たな海の探求技術「空白を埋める—海図を通して見るソロモンの現在地と今後の方向性—ソロモン諸島国における電子海図策定支援プロジェクト(その2)—」に投稿 (2025年7月掲載)



図 2.15.11 海洋調査協会刊行の季節誌「海洋調査」161号への投稿。
(https://www.jamsa.or.jp/image/book_pdf/161.pdf)

⑮ JICA Solomon Islands の Facebook に電子海図刊行について掲載（2025年10月掲載）

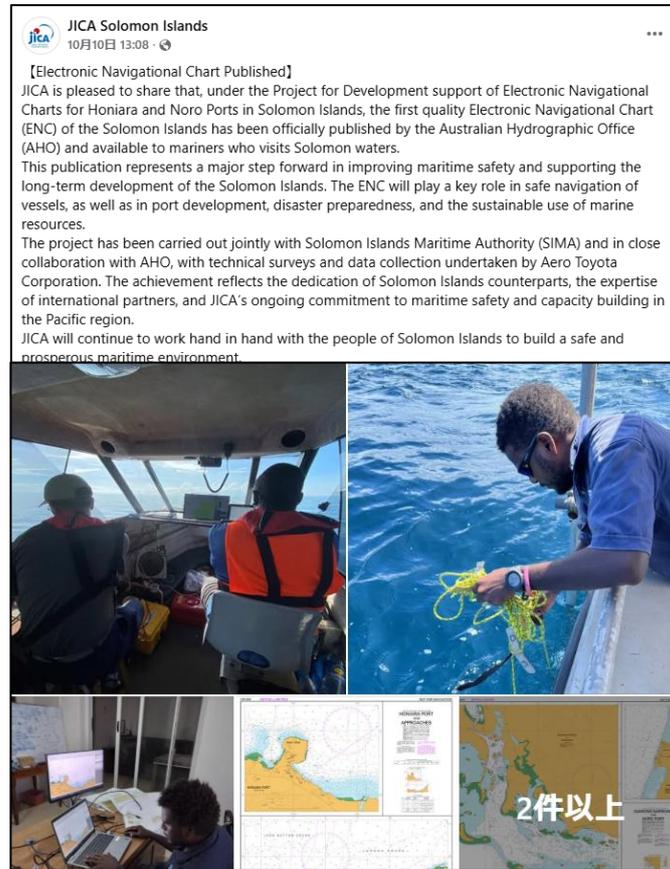


図 2.15.12 Facebook への投稿.

(<https://www.facebook.com/share/p/17GP8V35x9/?mibextid=wwXIfr>)

第3章 技術移転

技術移転は、プロジェクトの重要な柱の一つである。

プロジェクトでは、技術移転を以下の3つのステージを通じて実施している。

1) JICA 課題別研修

C/P 職員は、以下の通り JICA 本部が実施する 2022 年度及び 2023 年度の JICA 課題別研修プログラム「海図作成技術－航行安全・防災のために－（国際認定資格 B 級）」に参加した。このプログラムは、水路測量技術者・海図作成技術者養成基準策定委員会 (IBSC) によって、水路測量に関するカテゴリーB 級トレーニングプログラムとして国際的に正式に認められているものである。約半年間の研修で、地方港湾で約 1 か月にわたる海上実習を行うなど、実務重視の内容になっている。

2) 日本での ENC トレーニング

本プロジェクトでは、ENC 作成の知識や経験がない初心者向けに、ENC 研修プログラムを特別に企画した。C/P 職員は研修に参加し、ENC の基礎や ENC 作成ソフトウェアの操作方法を学んだ。

3) オン・ザ・ジョブ・トレーニング(OJT)

SIMA 職員は、プロジェクト終了後、水路測量と ENC 作成を自ら実施する必要がある。このため、プロジェクトでは SIMA 職員が自らタスクを計画し実行する方法を学び、理解する必要がある。このような業務実施に関する技術は OJT により SIMA 職員に伝達されている。

プロジェクト終了後、SIMA 職員が自ら水路調査を実施できる能力を身につけるためには、C/P の自主性を尊重し、自発的な努力を促す必要がある。C/P は 2022 年のホニアラ水路測量で水路調査の各作業の実施方法を学び、2023 年のノロ水路測量では主導的な役割を果たすことが求められた。

プロジェクトで調達された機器は、JICA 専門家が SIMA 職員に対しその使用方法を説明し、SIMA 職員が機材の実技演習を行った。

3.1 JICA 課題別研修

プロジェクト開始後、SIMA 職員 3 名が JICA 課題別研修プログラム「海図作成技術－航行安全・防災のために－（国際認定資格 B 級）」に参加している。この研修プログラムは、水路測量技術者の能力開発に焦点を当て、基礎理論から実践演習までを網羅し、水路測量の実践的なスキルを習得することを目的としており、開発途上国の水路測量技術者に国際的に認められた基準に基づいた学習の機会を提供している。教育基準とシラバスは、国際的に十分な品質を備えていると認められており、国際的な水路測量に関する教育基準に関する委員会 (IBSC) から B 級の研修プログラムとして認定されている。これまで 50 年以上にわたって開発途上国に研修の機会を提供しており、400 人以上の研修員を輩出してきた。参加者は以下の通り、

2022 年 Mr. John DALOMAE, Mr. Perry RUKALE

2023 年 Ms. Aileen KAUKUI

この研修では、約 1 か月間にわたり別府港で港湾調査を含む実践的な演習を行い、シング

ルビーム、マルチビーム音響測深機（SBES, MBES）による水路測量とデータ解析について幅広く実践的な研修を行った。参加者は全員プログラムを修了し、修了証明書を取得した。

なお、Mr. Malesi MANI は 2013 年に同研修プログラムに参加し修了している。

この結果、SIMA 職員 4 名が JICA の課題別研修を修了し、水路測量の基礎と実践を学び、水路測量に関する国際カテゴリーB 級の技術レベルを取得したことになる。

この研修により、SIMA 職員の海図作成業務従事者全員が、水路測量の実践的な理解を深め、様々な水路測量を実施するための技術を習得したことになる。

3.2 日本での ENC 研修

3.2.1. 研修の概要

1) 目的

海図の基礎知識を習得する。

電子海図の規格である S-57（国際水路機関電子海図標準）の基本概念を理解する。

電子海図（ENC）作成ソフトとトレーニング用サンプルデータを用いた基本的な ENC 作成方法を習得する。

ENC 作成ソフトウェアおよび ENC 品質管理ソフトウェアを使用して ENC を作成する。

2) スケジュール

2023 年 8 月 8 日（火）～2023 年 8 月 31 日（木）

3) 場所

JICA 東京（2023 年 8 月 8 日～11 日）

テラコーポレーション（2023 年 8 月 14 日～31 日）。

4) 参加者

研修生

Mr. John DALOMAE

Mr. Perry RUKALE

講師

星野 順, Mr. Kittisak WANGKIJWORAKUL, 仙石 新（ATC）

上田 秀敏（日本水路協会）

中川 一郎（テラコーポレーション）

研修管理

田村 悦次郎（JICA）

コーディネーター

大島 葵（ATC）

5) 内容

カントリーレポート、海図の基礎、ENC の S-57 規格、ENC 作成ソフトウェア 7Cs 実習、海上保安庁訪問（8 月 22 日、28 日）、ENC 作成、スキルチェック。

3.2.2. 研修の成果と評価

1) 研修の成果

ENC 及び紙海図作成に関する基礎的な知識、海図作成ソフトウェアの取り扱い方法について、実習を通して身に付けてもらうことができた。

研修の最後に行った講師によるスキルチェックでも、平均以上のスコアが得られており、期待されるスキルが身につけていたことを示している。

2) 研修の評価

この研修は、プログラムの中で ENC に関する知識・経験が乏しい SIMA 職員向けに特別に企画されたもので、2名の研修生に対して2名の講師と研修管理者が常時対応する等手厚いものだった。

最初の週は ENC の基礎についての講義が行われ、2週目からは本格的な実習を実施した。また、ENC 作成ソフトウェアのライセンスを2つ用意し、研修生が常時別々にソフトウェアを操作できるようにした。これにより、待ち時間が少なく効率的な研修が可能となり、受講者間の理解度に差があったとしても、研修の効果が低下することはなかった。

一方で、チャート作成のプロセスは非常に複雑であるため、すべてのプロセスを実習することはできず、ENC の修正等の実際の作業の中で練習する必要がある作業もあった。

3) 研修の効果

電子海図の作成技術は、水深や等深線など多様なオブジェクトに様々な属性を割り当てる必要があるなど複雑な技術だが、研修生は非常に熱心に研修に取り組んでいた。研修生の態度は非常に模範的で、無遅刻・無欠席で午後も休みなく研修を続けており、これほど熱心な研修生は珍しいとの評価もあった。

研修の効果は概ね期待通りか期待以上であり、講師からの評価も満足のいくものであった。

また、海上保安庁の協力を得て海図現場が見学でき、第五管区海上保安本部長からは直接の激励があり、海図業務の重要性について熱心にお話をいただくなど、格別のご協力をいただいた。

海図作成技術は、実務経験を通じて確立していく必要がある。本プロジェクトでは、今後1年半で電子海図5枚、紙海図5枚を作成する予定であり、十分な実務経験が得られるものと考えられる。



Lecture on ENC basics



Practical Exercise of ENC production



Technical visit on ENC production



Technical visit on Maritime Safety Information



Technical visit to survey vessel
"UZUSHIO"



Courtesy visit to the Commander of
5th Regional Japan Coast Guard HQ

写真 3.2.1 日本での ENC 研修 (2023 年 8 月).

3.3 AHO での ENC 品質管理研修

3.3.1 研修の概要

本研修は、第3回三者協議における JICA、SIMA、AHO 間の合意に基づき、AHO が企画立案し実施したものである。

1) 目的

本プロジェクトの成果物である電子海図 (ENC) および紙海図は、ソロモン諸島の主要海図作成機関であるオーストラリア水路部 (AHO) が刊行・配布を担当し、品質保証の責任も負っている。このため、AHO における ENC の品質管理と刊行に関するプロセスを SIMA 職員が理解するためトレーニングを実施した。

2) スケジュール

2025年4月7日（月）～4月17日（木） 9日間

3) 場所

オーストラリア水路部 Australian Hydrographic Office

（オーストラリア ニューサウスウェールズ州 ウーロンゴン）



写真 3.3.1 研修実施機関（オーストラリア水路部）。

4) 参加者

研修員

- ・ Mr. John DALOMAE SIMA, Principal Officer, Safety of Navigation
- ・ Mr. Perry RUKALE SIMA, Technical Officer, Cartography, Safety of Navigation

研修補助

- ・ 星野 順 JICA 専門家（Aero Asahi Corporation）
- ・ 岡田 真輝 JICA 専門家（Aero Asahi Corporation）

講師

- ・ Mr. Robert CARIO International Charting Development
- ・ Mr. Richard Van Der SCHOOR International Charting Development
- ・ Pamela Mackie SCHNEIDER International Charting Development
- ・ Alper CELEBI Maritime Safety Co-ordination
- ・ Ben HAZELGROVE Charting Quality Assurance
- ・ Mr. Matthew CRAGGS Charting Quality Assurance
- ・ Mr. Michael ANDREW Licencing and Dissemination
- ・ Gabi BALLA S-100
- ・ Scott LYTTON Bathymetric Data Assessment

5) 内容

本研修では、まずオーストラリア水路部（AHO）の業務概要、組織体制、海図作成における業務フローについて説明があり、海図制作の現状と各部門の役割分担を体系的に理解させることができたものとする。ENC（電子海図）および紙海図の作成に関しては、AHOが使用するCARISやENC Cartographerなどの専用ソフトを用い、オブジェクト入力、属性付与、階層構造の構築、チェック機能の活用といった工程を学んでもらった。紙海図では、地名・記号の配置ルールや配色、視認性・安全性を考慮した編集技術について解説があり、編集上の工夫を実務的に体験させることができた。

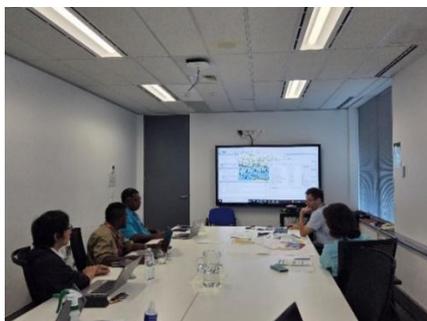


写真 3.3.2 海図の修正作業.



写真 3.3.3 既存データとの比較.

さらに、等深線のスムージング処理および測深グリッドの調整については **Black and Stripe** を用いた演習を通じて学習させ、**ENC** における表示の滑らかさや安全情報への影響について理解させ、隣接セル間の整合性（エッジマッチング）の確認・修正方法および **ZOC (Zone of Confidence)** の適切な設定手法について指導を受けてもらった。

また、適切なスケール設計と **SCAMIN** 設定により、過不足のない情報表示を実現する技術を習得させた。加えて、**S-101** や **S-102** など **S-100** シリーズ製品の概要と今後の導入への理解を深めてもらった。

研修補助として参加した **JICA** 専門家は、実施中の **OJT (3.4.5 参照)** の成果も踏まえて **SIMA** 職員の技術レベルに応じた研修内容となるよう **AHO** と調整し、研修員が研修内容をスムーズに消化でき研修効果が最大化されるよう努力した。



写真 3.3.4 スムージング処理について説明.

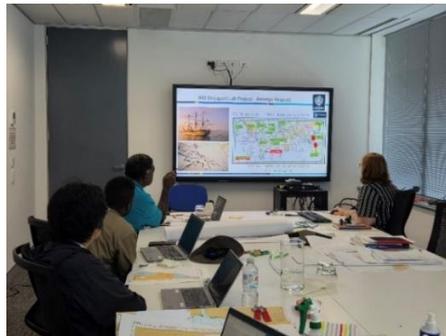


写真 3.3.5 S-100 に関する講義.

3.3.2. 研修の成果と評価

1) 研修の成果

AHO における海図作成の具体的な工程や基準を把握し、多段階の品質管理プロセスの重要性への理解が深まった。また、等深線の編集やスムージング、**ZOC** 評価、境界処理などの高度な編集技術を習得してもらい、**ENC** に関する国際的な基準や **S-101** を含む最新動向について、導入準備の視点から理解を深めてもらった。さらに、ソフトウェア操作やエラーチェック手法を通じて、自国での **ENC** 作成体制の改善点

と応用可能性を明確に把握し、自動検証ツールと手動チェックを併用した検証手法や国際基準への理解を深めてもらったことで、信頼性の高い海図を提供する意識が高まり、今後の業務に大きく貢献できる成果となった。

2) 研修の評価

本研修では、ENC の編集方法、品質管理手法に関して基礎的事項を学ぶことを目的とし、本プロジェクト以降、SIMA が作成した ENC を AHO により刊行していく際に必要となる事項を多く含んだ内容であったため、SIMA 職員にとって大変有意義であった。

AHO の業務フローに沿って、各業務の内容を AHO の担当者から海図作成の現場で直接説明を受けることができ、各工程における作業・判断基準が共有され、AHO の業務内容への理解が深まった。SIMA が継続的に ENC を刊行していくうえで貴重な経験となったといえよう。

研修員（SIMA 職員）2名は熱心に研修に取り組み、それぞれの担当分野（ENC と紙海図）について質問を積極的に行い、終了時刻を過ぎることもあった。特に、データの授受やフォーマットなど、今後必要となる事項について熱心に質問していたことは印象的であった。

3) 研修の効果

AHO における海図作成の作業フローへの理解が深まり、より良い海図作成への意識が高まった。

海図作成のプロセスの中で間違いやすい箇所や海図を修正する際に留意すべき点など、有用なポイントについて経験に基づいてわかりやすく説明があり、今後の海図作成・更新作業の参考になると思われる。

AHO 独特の海図仕様についても、国際仕様との違いが説明され、今後の SIMA の業務に有用であろう。

謝辞

オーストラリア水路部（AHO）には、本プロジェクトのために半月にわたる研修を AHO で企画、実施していただいた。この研修は、プロジェクトのために特別に実施されたもので、SIMA の JICA 専門家だけが参加するという、極めて手厚い内容であった。講師も課長補佐級の職員が研修期間を通じて対応していただいた。ここに謝意を表明するものです。

3.4 OJT（On the Job Training）による技術移転

3.4.1 基準点測量と水準測量

地上基準点測量用の機器である GNSS 受信機 GS-10 は本プロジェクトで調達され、SIMA に導入された。2022 年 9 月には JICA 専門家による講義が行われた。プロジェクト関係の SIMA 職員全員が集まり、座学で GS-10 の操作方法を学んだ。

基準点測量と水準測量は、高梨 健、星野 順（JICA 専門家）、Mr. John DALOMAE、Mr. Perry RUKALE（SIMA）からなるチームによって実施された。

SIMA 職員は、現地測量作業と GNSS データ解析のすべての作業に参加した。SIMA 職員は熱心に作業に取り組み、成果をあげることができた。

なお、Mr. Perry RUKALE は、SIMA に就職する前、民間測量会社での勤務経験があり、

プロジェクトでの献身的な努力もあって、基準点測量に関して十分な能力を備えていると考えられる。

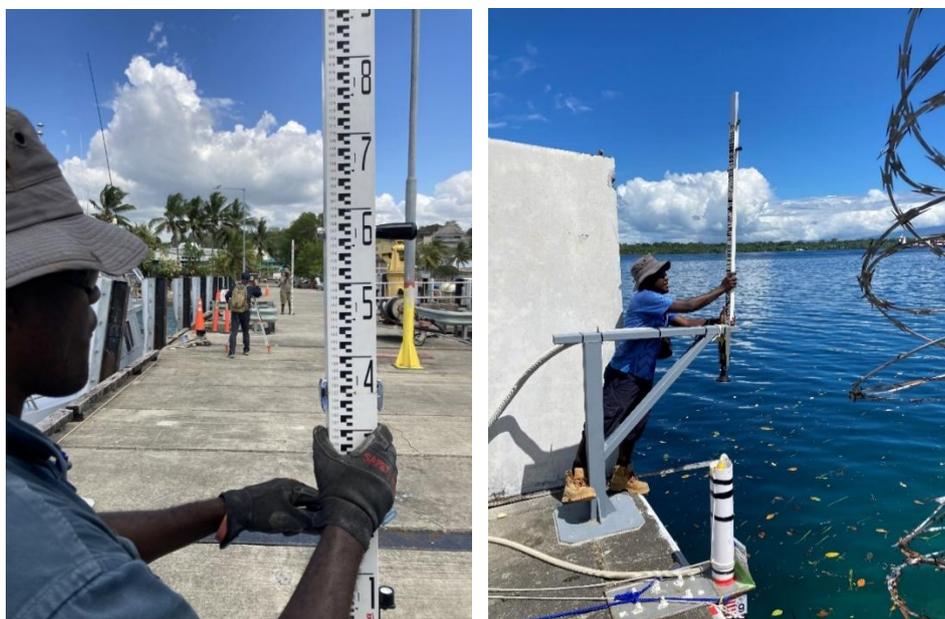


写真 3.4.1 ノロにおける水準測量.

3.4.2 海岸線測量と著目標測量

どちらの測量にも CAD ソフトウェアが必要であるが、担当の Mr. Perry RUKALE は CAD の使用経験があり、CAD の操作は問題なかった。このため、ショートカットやスクリプトなどの応用テクニックを OJT で指導した。ショートカットは問題なく学習できたが、構文を完全に理解するにはスクリプトを学習する時間が足りず、もう少し時間が必要であろう。

担当者は、CAD ソフトを使うのが久しぶりであったため、OJT 期間中はできるだけ長時間作業をして感覚を取り戻せるよう配慮した。

CAD に不慣れな SIMA 職員向けに、JICA 専門家がマニュアルを作成している。

SIMA スタッフが衛星画像から海岸線を読み取ったサンプルは以下のとおりで、かなり品質が高い。

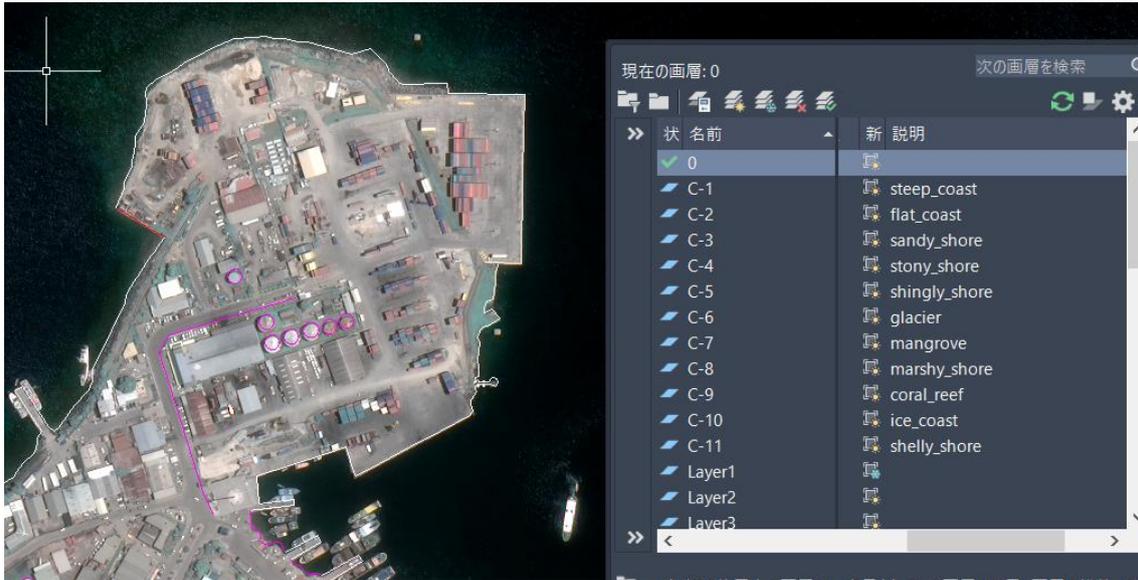


図 3.4.1 ホニアラ港の海岸線を人工衛星画像から読み取った例.

ノロではドローンの OJT が行われた。C/P 担当者はドローンの操作経験がないため、研修では機材の操作方法や安全管理について説明した。特に安全管理については、市街地や港湾の上空でドローンを運用することから、より丁寧に説明し理解を深めた。

ドローンの操作には慣れるまで時間がかかり、初日は戸惑いも見られたが、時間が経つにつれ C/P 担当者はドローンの操作に慣れ、最終日には問題なく操作できるようになっていた。

ただし、ドローンの操作は天候に左右されるため、今回の OJT のようにうまくいくとは限らないことが説明された。



写真 3.4.2 ドローンの遠隔操作訓練.

地形図作成では、海岸線だけでなく、地理航行の目標となる主要な道路やランドマーク、建物などを取得する必要があることを説明した。

また、次のステップである ENC の作成は、S-57 規格に従って地形ごとにレイヤーを割り当てることでスムーズに行えることを説明した。

さらに、衛星画像で判断できない場合は現地で確認することを説明した。

3.4.3 潮汐観測

潮汐観測用機器（RMD, RT-710）は本プロジェクトで調達され、SIMA に導入された。2022 年 9 月には、JICA 専門家からプロジェクト関係の SIMA 職員全員に対し、入門講義が行われ、RMD と RT-710 の操作方法を学んでもらった。

ノロに潮位計を設置する方法については、JICA 専門家と SIMA 職員からなるチームで検討し、最適な設置方法を決定した。潮位計の設置・撤去、副標の読み取り、潮位計のメンテナンス、潮汐データのダウンロードなど、潮汐観測の各作業をチームで行った。なお、このグループにはプロジェクト関連の SIMA スタッフ全員が順次参加した。

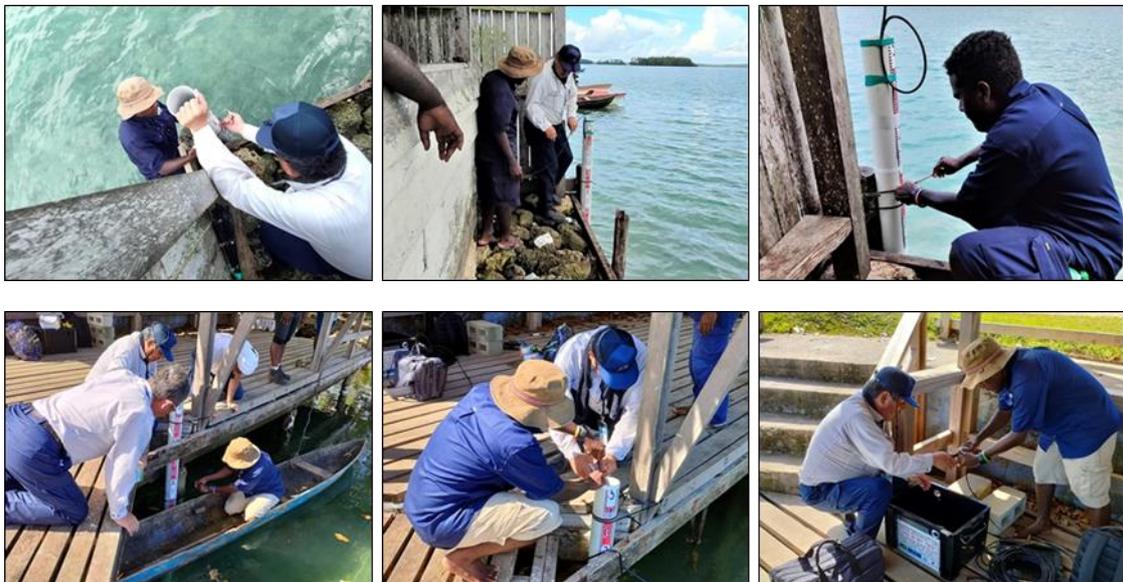


写真 3.4.3 験潮機の設置（上：ムンダ港，下：リングギ港）。

3.4.4 水路測量とデータ解析

SIMA スタッフの Mr. Malesi MANI 氏は、プロジェクト開始前から、スタッフだけでも CEESCOPE を使用したシングルビーム測深機（SBES）測量と HYPACK ソフトウェアによるデータ記録を行う十分な技術力を持っていた。サイドスキャンソナーも同様である。具体的には、HYPACK による SBES 測量とデータ解析を行うことができ、バーチェック法によるドラフト補正・音速度補正や潮汐補正を行って、水深データを生成することができる。

2023 年には、本プロジェクトで提供された PC（HYPACK 搭載）を用いて SIMA 職員が JICA 専門家と共同で測線計画から船上での測量作業までを実施した。SIMA 職員にはバーチェック法に代わって音速度プロファイラ（SVP）を用いた音速度補正を新たに学んでもらった。

マルチビーム測深機（MBES）データ解析については、2022 年に Mr. Perry RUKALE が

JICA 専門家である小澤 守とともに丸 1 日間、解析作業の視察し講義を受講した。内容は MBES データの解析（ノイズ除去処理等の前処理）であった。

2023 年、ノロ港で CEESCOPE による SBES 水路測量が実施された。測量終了後、Mr. Aun Kyaw KYAW と小澤 守は SIMA スタッフに対し、CEESCOPE データの確認や潮汐補正、SVP による音速補正などの技術指導を行った。水路測量の計画、機器設置・撤去、水深測定、データ記録、データ解析の技術レベルは概ね十分であり、特に新たな技術移転は必要ないものと考えられる。

3.4.5 ENC データ作成

ソロモン諸島の ENC、紙海図の作成、更新は、オーストラリアの政府機関である Australian Hydrographic Office (AHO) が行っているが、将来的に、ソロモン諸島において C/P である SIMA 職員が独自に電子海図の更新ができるようになることが本技術移転の目標である。

作成する電子海図の数は多く、プロジェクト期間中に C/P のみで完成させるのが困難であると判断し、JICA 専門家が一部電子海図作成を請け負うことが必要であるとの結論に至った。しかしながら、なるべく C/P の手で完成させ、業務経験と成功体験を得られるように考慮し、比較的電子海図作成に必要な情報が揃っているホニアラ地区（ホニアラ港とホニアラ港へアプローチ）の作成から始めることとした。

C/P である SIMA 職員の OJT 対象者は以下の 2 名である。

Mr. John Dalomae : Principal Officer, Safety of Navigation (SoN)

Mr. Perry Rukale : Technical Officer, Cartography, Safety of Navigation (SoN)

両名共に電子海図作成の経験がないため、まずは重要なツールである海図作成ソフトウェアの使用方法から OJT を行った。

使用したソフトウェアは、7Cs 社製の ENC_Designer, 7Cs Analyzer, ENC Cartographer の 3 つである。

- ENC_Designer : 電子海図の作成や編集を行う
- 7Cs Analyzer : 作成された電子海図にたいして妥当性の確認を行う
- ENC Cartographer : 紙海図の作成や編集を行う

2022 年度に日本で行われた JICA 集団研修に OJT 対象者 2 名共に参加したこともあり、海図の基本的な知識は有していることが確認できた。

3.4.5.1 ソフトウェア操作技術の習得

ホニアラ地区の作成を始めるにあたり、ソフトウェア操作技術の習得を目標とした OJT を行った。JICA 専門家と C/P が一緒に作業フローの全体をウォークスルーし、作業フローの理解と使用ソフトウェアの基本機能・操作を理解するため、ひとつずつの作業工程で OJT を通じて説明した。

後に C/P が自分達自身で振り返りができるよう、PC の操作状況をリアルタイムで録画した。

これらの動画は OJT 対象ではない職員に対しての教育にも活用することが可能である。

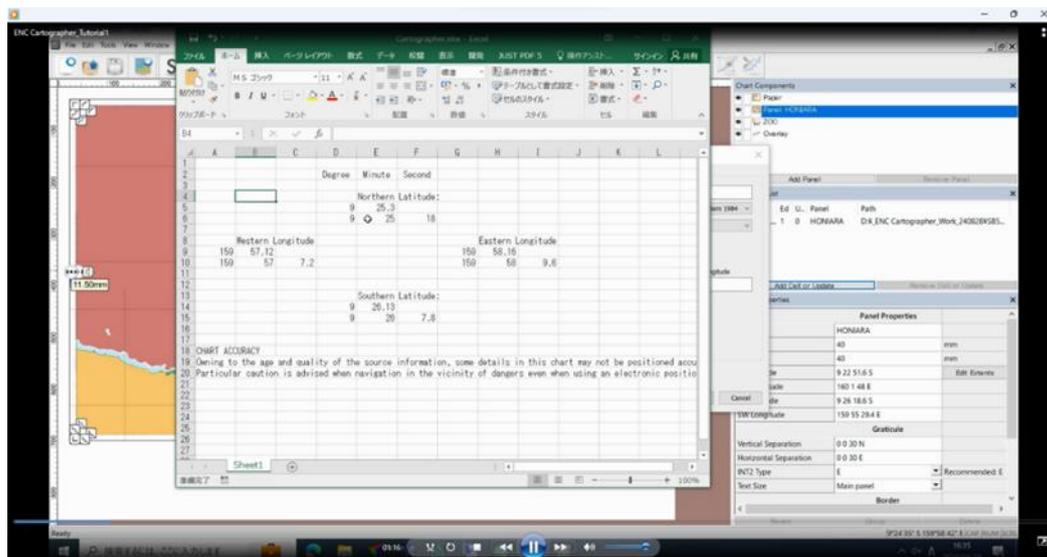


図 3.4.2 録画された操作状況の動画。

C/P は GIS ソフトウェアを業務で使用した経験がある。海図作成に用いるソフトウェアは、操作方法が類似したところもあるため、はじめは多少の戸惑いが見受けられたものの、時間が経つにつれ次第に問題なく習得ができた。このため、ENC 特有のツール機能に重点を置き説明した。

3.4.5.2 電子海図データの作成

本プロジェクトの電子海図作成作業では、既存データ全体を更新する場合と既存データの一部分を更新あるいは差替える場合がある。

電子海図のデータには、作成する地物に応じて必要な属性情報と必須でない属性情報があることを説明した。

また、航海用電子海図表示情報システム ECDIS(Electronic Chart Display and Information System) に表示する際の画面のズーム率により表示されたりされなかったりする設定値 (SCAMIN) があることを説明し、これらの SCAMIN の値は AHO により定められているため、それに従い設定しなければならないことを説明した。

3.4.5.2.1 インプットデータの作成

1) 水深値データベース

水深値ファイルは ASCII 形式であることから、これらを図形としてジオメトリに変換する必要がある。ジオメトリへの変換には QGIS を使用した。QGIS を使用したのは、フリーソフトであることと、C/P 職員が他業務で使用しており操作ができるからである。

元となる水深値ファイルの座標値は WGS-84 で記述されている。この状態のままジオメトリに変換した場合、後の作業で必要となる Triangle Check が行えないため、これを直角座標 (UTM57-S) へ変換する必要があることを説明した。

座標系の設定ミスなどあったものの、それ以外はジオメトリへの変換は問題なく行えた。

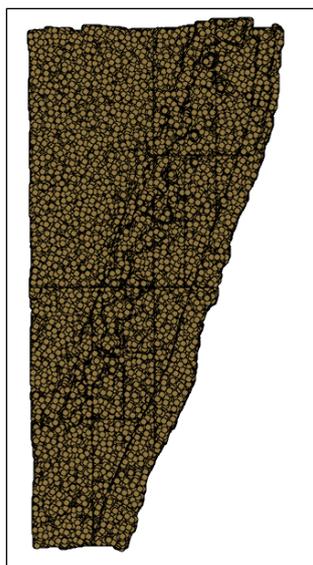


図 3.4.3 ジオメトリへ変換された水深データ.

2) 等深線作成

等深線はソフトウェアにより自動生成されるため、インプットデータとアウトプットデータを指定するだけであり問題なく行えた。なお、ソフトウェアは **HYPACK** を使用した。

3) eO データ

元となる eO リストは、水路測量解析者が作成するため、これをジオメトリへ変換する手法の OJT を行った。

ジオメトリへの変換に必要な情報は最低でも座標値だけあれば良いこと、その他の情報は電子海図作成ソフトウェアでも入力できることを説明した。

抽出した座標値により、水深値データベース作成時と同様に、ジオメトリへの変換は問題なく行えた。

eO リストから作成した ENC の地物クラス (**obstruction**) は水深値として取り扱うとのフィードバックを AHO から受けたため、当初は **obstruction** で作成していたが、水深値へと変更するように指導した。この修正は問題なく行えた。

4) 底質データ

こちらも元となるリストは水路測量解析者が作成するため、これをジオメトリへ変換する手法の OJT を行った。eO データ作成と同様の作業手順のため問題なく行えた。

5) 航路標識データ

資料の入手先により様々なデータ形式のものがあるためこれらの整理から始めるよう OJT を行った。整理するにあたり記述された座標値の座標系が統一されていないことに注意するよう指導し、これらもジオメトリへ変換する必要があることから表計算ソフトが有用であることを説明した。

ホニアラ海域には航路標識が多く存在しているが、C/P が管理している情報は最新ではな

い可能性があったので、JICA 専門家により現地調査を行うとともに、C/P がボートによる海上からの現地調査を実施した。

主な資料の入手先として、SIMA、民間からの方向、水路測量時の測定、既存の電子海図、紙海図などがあった。

情報の整理に多少時間を有したものの、ジオメトリへの変換は問題なく行えた。

これらインプットデータの準備は、作成する電子海図ごとに別々に行わなければならない、最初はマンツーマンで指導しながら行ったが、残りはC/Pにより作成してもらった。

時間が経つにつれC/Pが操作を忘れることもあったが、録画を観返すことにより思い出すことができた。

3.4.5.2.2 電子海図データの作成

1) 海岸線データの取得

QGISを使用して衛星画像を背景に海岸線のデジタルのOJTを行った。GISの特徴としてジオメトリと属性情報を同時に保持することが可能なためデジタルしながらまたはデジタル後に属性情報の付与を忘れないよう指導した。

衛星画像の読み取りが難しい場合、画面を拡大してデジタルしていたが、必要以上に細かく形状をデジタルしてしまったため、AHOから縮尺に応じた一般化をするようフィードバックを受けた。

具体的にはENCの縮尺が1:4,000の場合はQGISの画面のズーム率もそれに合わせ1:4,000とし、その状態で見える物をデジタルするようアドバイスを受けた。

必要以上に細かい形状とした場合、データが重くなりECDISでの動作が鈍くなるため、航海に支障をきたすおそれがあると説明した。ただ、どうしても拡大してデジタルする傾向があり、もう少し経験が必要と感じた。

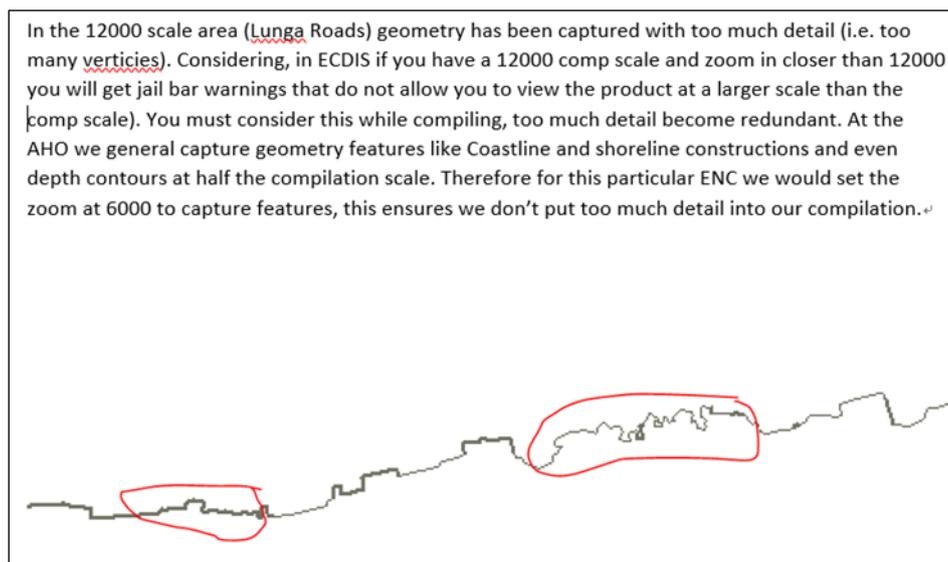


図 3.4.4 AHO からの修正のアドバイス。

2) 等深線の修正

海岸線と同様に等深線も一般化と頂点削減が必要なため OJT を行った。

一般化については、俯瞰的に図面全体を見た上で行う方が効率的でバランスも良くなるため、プロッタで印刷し、JICA 専門家が修正指示を紙上で行い作業を進めた。

C/P のうち 1 名は、紙海図作成経験をもっていたことから、一般化の修正指示が行えることが確認できたので、C/P 内で修正指示作成担当と修正担当に分けて作業を進めることができた。

頂点数の削減は、QGIS の機能として自動化ツールがあるが、実際は浅い水深なのに深く表示されてしまう（危険サイド）事例が発生することが判明した。このため、QGIS の自動化ツールの使用は中止し、手動で作業を進めること、水深値データベースを確認しながら危険サイドに修正が行われないよう指導した。

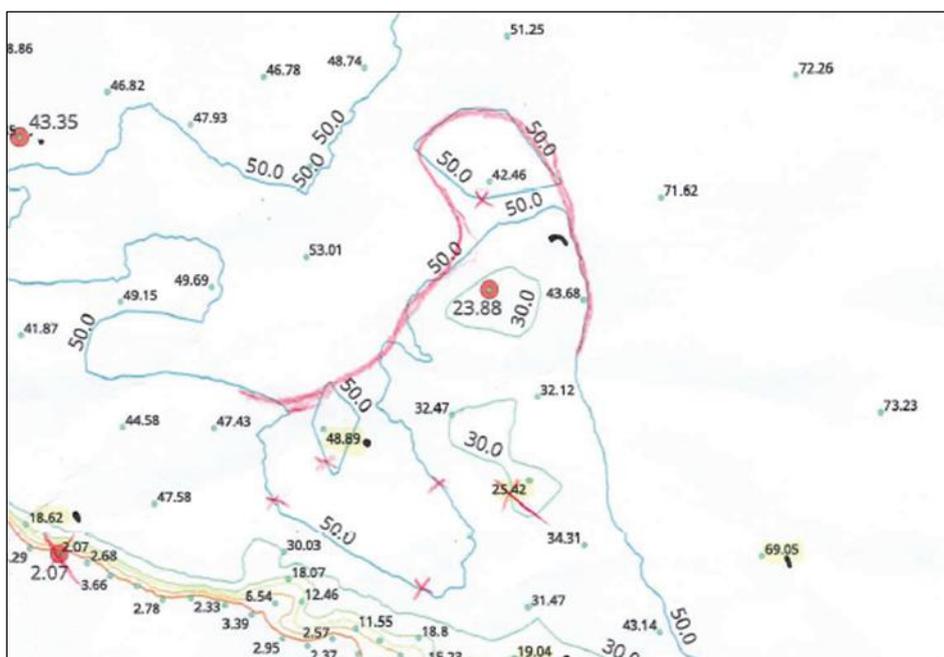


図 3.4.5 等深線一般化の修正指示図。

3) 水深選択

AHO では縮尺毎に選択する水深値の間隔が設定されていることを説明した。プロジェクトで調達したソフトウェアである HYPACK では、間隔を指定して水深値データベースより水深値を自動的に選択ができるので、この機能を利用し自動的に水深値を抽出する手法を OJT にて伝授した。これらの操作は問題なく行えた。

自動的に抽出された水深値のままでは配置バランスが適切ではない箇所も出てくるため、出力して全体を俯瞰的に確認して適宜修正できるよう目視検査を行うよう説明した。

次に、抽出された水深値 3 点を結んだ三角形内に、浅い水深値が無いか確認し、もしある場合は別の水深を選択するよう指導した（Triangle Check 法）。これは AHO 独自の規格でありこの条件を満たさない場合は AHO での QA/QC に合格できないことを説明した。

Triangle Check には JICA 専門家が作成したツールを使用した。修正するにあたり再度水深値を選択したり削除したりすることから、配置バランスが崩れることもある。この作業にはアナログの俯瞰的な視点、デジタルの論理確認という全く異なる要求を満たす必要があり、C/P にはもう少し経験と時間が必要と感じた。

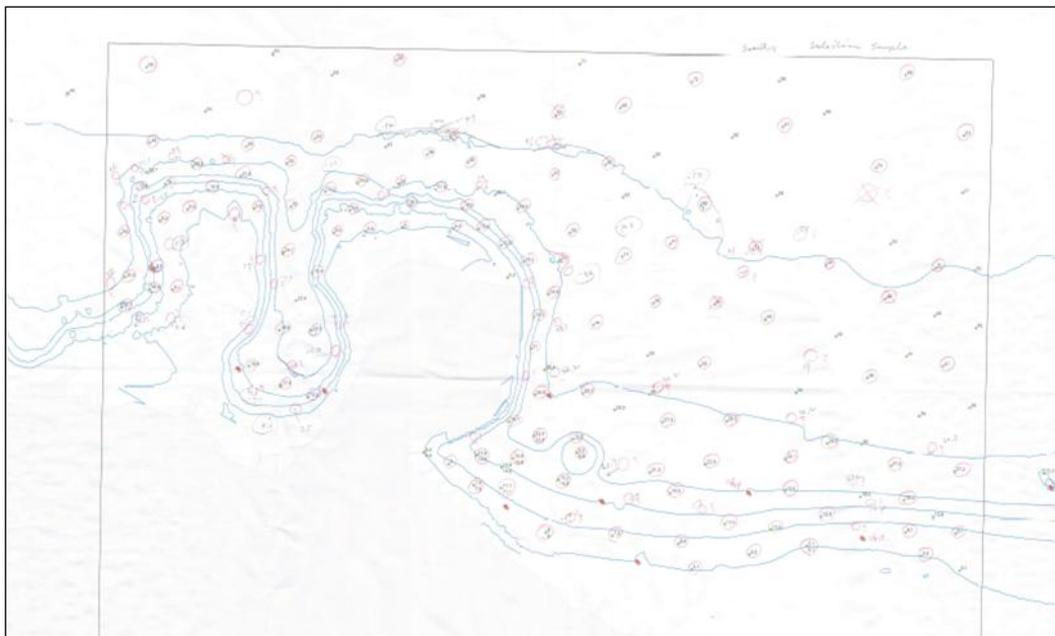


図 3.4.6 目視検査による選択水深の確認。

4) データ変換

ここまで準備した様々な形式のデータを電子海図のデータファイルである S-57 形式へ変換した。変換に使用したソフトウェアは FME である。

事前にデータが正しく準備されていれば問題なくデータ変換は行えた。

FME については多機能である分一見複雑に見えるが、ポイントを押さえれば初心者でも操作が可能であること、変換プロセスを保存しておけば流用が可能なことについて理解を得た。ただ、C/P にはもう少し経験が必要と感じた。

変換対象となるデータは 3.4.5.2.1 で作成し整理された eO データ、底質データ、航路標識データ、3.4.5.2.2 の項で修正した海岸線データ、等深線、水深値である。

電子海図のデータではそれぞれの取得地物に対して `classlist` が設定されている（例えば、等深線は `DEPCNT`、水深値は `SOUNDG` など）。

FME にて変換する際にアウトプットに `classlist` を指定しなければならず、これらを正しく設定しなければ間違った地物として変換されるため、細心の注意を払うよう指導した。

変換のプロセス自体はインプットファイルとアウトプットファイルを指定するだけの単純なものだが、アウトプットファイルの座標系を WGS-84 で指定し忘れないよう指導した。

また、`classlist` の詳細情報と確認には web サイトがあるので適宜そちらを参照して確認するよう指導した。（<https://www.teledynecaris.com/s-57/frames/S57catalog.htm>）

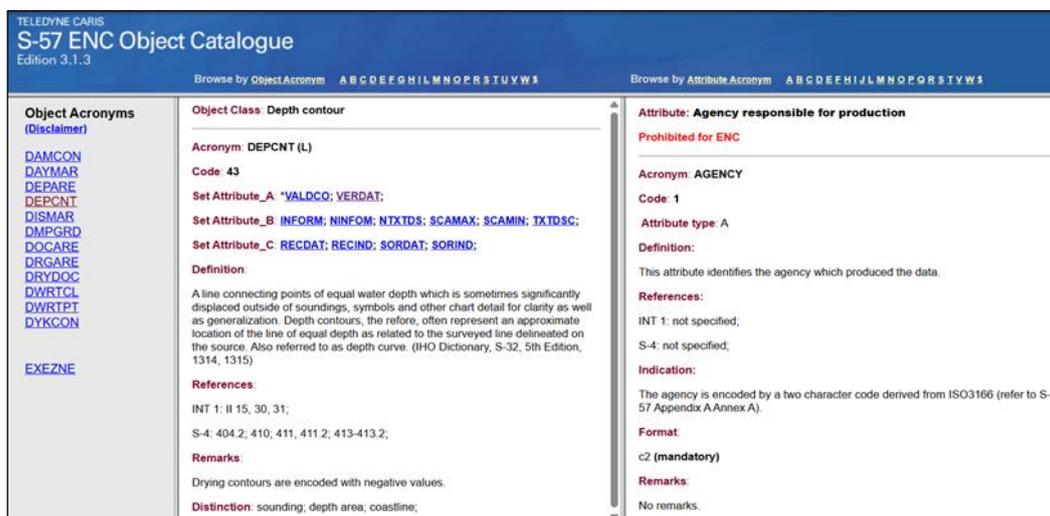


図 3.4.7 地物の classlist が確認できる web サイト。

5) 電子海図ソフトウェアへのデータ統合、修正

前項にて S-57 形式に変換されたファイルは各地物毎なため、これらを電子海図ソフトウェアへ取り込み統合させる必要があることを説明した。

これらはファイルを開いて統合していく作業だが、統合漏れや重複した統合などの単純だが陥りやすいミスに注意するよう指導した。

電子海図ソフトウェアで作成する必要がある地物（例えば、DEPART. 異なる 2 本の等深線の間をポリゴンで作成）について説明した。この作業は手作業で行う必要があり、図面を読み取る能力も必要なことから、作業には時間を有した。

また、データ保存とバックアップファイルを作成することの重要性を説明した。

ENC の一部更新・差替え作業は、既存海図との接合作業において多大な時間を要した。既存 ENC データは測量年が古く品質も悪いことが多く、新しい等深線や海岸線等との乖離が激しいことがあったためである。接合編集に問題が生じた場合は、AHO に問い合わせ助言を得て作業を進めた。AHO との対話を重ねることにより、徐々に C/P で判断して解決していける箇所も増えていった。

属性情報の付与について必須項目とそうでない項目があることを説明した。

AHO 独自のルールもあるので、AHO の仕様書を参考にしながら作業を進めていくよう指導した。また、妥当性の確認時に必須項目が入力されていなかった場合はエラーとして出てくるが、なるべくあらかじめ入力しておくように指導した。これは編集時になるべく意識して習慣として身体に覚えさせておきたいためである。

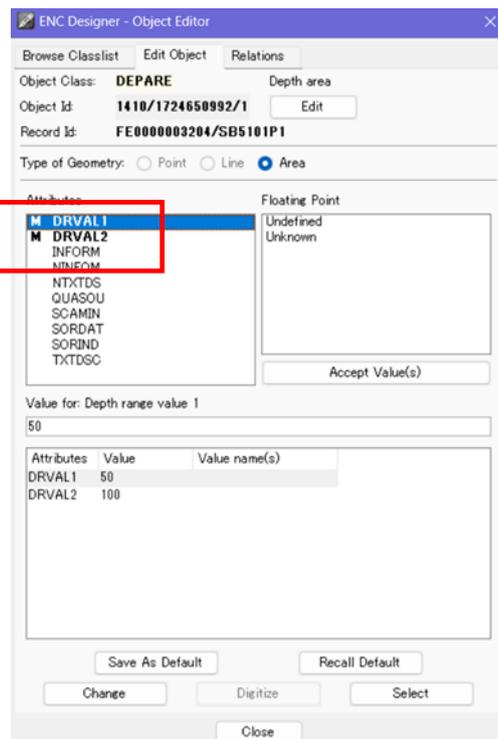


図 3.4.8 属性情報の必須項目（赤枠内）.

6) 作成された電子海図の妥当性確認

編集作業が終了した後に電子海図データが S-57 の規格に則っているかの妥当性の検査が必要であることを説明した.

プロジェクトで調達したソフトウェアである 7Cs Analyzer を使用して妥当性の評価を行った. エラーには 3 つのランクがあり Critical と Error については必ず修正しなければならないことを説明した.

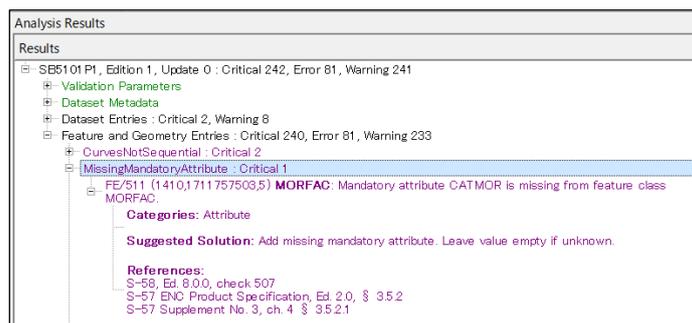


図 3.4.9 7Cs analyzer による妥当性チェックによるエラーログ.

エラーログには、エラー内容とともに、推奨される解消方法や参照すべき規格の項目まで表示されるので、C/P がエラーの原因を理解する上で非常に参考になった. また、修正対象の地物は ENC Designer の画面下部にもログが共有され、クリックすると対象地物へジャンプする機能があり、迷いなく選択できたことが有効であった.



図 3.4.10 修正対象地物へジャンプした図.

最初のチェックでは多数のエラーが表示されるが、エラーログを確認し原因を理解して徐々にエラー修正に対応していくことができた。

このエラー修正を Critical と Error の数がゼロになるまで繰り返し行い、電子海図を完成させることができた。

その後、同じ電子海図ファイルの作成を C/P が反復させ、作業手法の習熟に努めた。

作業のなかで質問などある時には、パソコンの画面を見ながら都度対応し解決策を教示した。

8) AHO による品質チェック

プロジェクトで作成した ENC データは AHO に送付され、品質チェック後、AHO から QA/QC 結果をレポートとして受け取り、内容を確認し修正を行った。

レポート内容は、丁寧に記述されており C/P も迷うことなく対応できた。

3.4.5.3 紙海図の作成

紙海図は、エンドユーザーである航海者が安全航行のために必要するすべての情報が含まれ、利用しやすくすることを念頭に作成すべきことを C/P に説明した。

電子海図データファイルを紙海図作成ソフトウェアである ENC Cartographer へ取り込みレイアウトデータを自動作成させる。これは C/P でも問題なく行えた。

1) 自動では作成できなかった情報の追加・作成

テンプレートを使用することにより、C/P が問題なく作成することができた。

レイアウトへの配置は、普段から紙海図を見慣れていることもあり、適切な位置へと配置することができた。

地名、海域名、航路標識の形状などの文字のサイズ、位置、形状を変更して、見やすく、適切な位置へ配置するよう指導した。

2) 目視検査と修正

プロッタで実際の紙海図の大きさに出力をし、JICA 専門家指導の下、目視検査を行い修正指示の作成を行った。

紙海図作成のプロセスでは、作成者の主観が入ることもあり正解は 1 つではないことを説明した。更に、AHO の紙海図規格 (AHO CHARTING SPECIFICATIONS) も参照し、それに則り修正 C/P により検査修正図を作成した貰った後に、JICA 専門家により再度確認し、検査における注意すべき箇所などのフィードバックを行った。



写真 3.4.4 C/P と JICA 専門家による OJT.

3.5 SIMA 職員の能力向上

4年間のプロジェクト期間中、SIMA 職員は様々な業務を経験する機会を得て、技術移転は大きく進展したと言える。能力向上の一覧は下表の通りである。

水路測量に関しては、プロジェクト終了後に SIMA が MBES 測量を実施することが想定されていなかったため、MBES に関する技術移転は限定的であった。特に、MBES 計画策定と MBES データ解析は、より高度なスキルとコンピュータリソースを必要とするため、能力向上が見られない。

海図作成に関しては、SIMA 職員は OJT によってほとんどの業務を経験しており、SIMA 職員の能力は向上した。

しかしながら、水路測量と海図作成は実学であり、多様なタスクによって構成されており、経験を必要とすることに留意する必要がある。SIMA 職員は、プロジェクト終了後も、プロジェクト中に習得した能力を強化・定着するために、水路測量と海図作成の経験を継続的に積むことが期待される。

表 3.5.1 プロジェクトによる SIMA 職員の能力向上

		Capacity of SIMA staff		
			before	after
Hydrographic Survey	MBES	planning	—	—
		operation	—	△
		data analysis	—	—
	SBES	planning	○	◎
		operation	◎	◎
		data analysis	○	◎
Chart production	ENC	data collection/conversion	—	○
		compilation:QGIS	—	◎
		compilation:FME	—	△
		compilation:7Cs	—	○
		quality check	—	○
	paper chart	data collection/conversion	—	○
		compilation	—	○
		quality check	—	△
		MBES: Multi-Beam Echo Sounder,		
		SBES: Single-Beam Echo Sounder,		
		ENC: Electronic Navigational Chart,		
		◎: Can do it independantly,		
		○: Can do it with support,		
		△: Understand how to do it.		

第4章 作業実施工程及び要員派遣実績

4.1 作業実施工程

作業項目	2023年度			2022年度			2021年度			2020年度			2019年度											
	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
A 国内準備フェーズ																								
① 既存情報の収集、分析																								
② 業務計画書及びインセンション・レポートの作成・協議																								
B 現地調査フェーズ																								
③ 仕料協議																								
C 機材調達フェーズ																								
④ 機材調達の発注・発注後の進捗管理																								
⑤ 機材点検、水準調整																								
D 現地作業フェーズ																								
⑥ 機材搬入・機材設置																								
⑦ ホニアラ後、フロアの現地調査																								
⑧ 水廻り調査、データ解析、船舶滞留等の取組調整、データ解析																								
⑨ 船体調査、船体調査、船体調査、船体調査、船体調査、船体調査																								
⑩ 船体調査、電子機器作業																								
⑪ 本船での機修実施																								
⑫ フロアレスレポートの作成・説明・協議																								
E とりまとめフェーズ																								
⑬ ノロ検出に向けた取組調整																								
⑭ 水廻り調査、データ解析、船舶滞留等の取組調整、データ解析																								
⑮ 船体調査、船体調査、船体調査、船体調査、船体調査、船体調査																								
⑯ 船体調査、電子機器作業																								
⑰ インチリムレポートの作成・説明・協議																								
F 各フェーズ未満																								
⑱ セミナー、ワークショップの実施																								
⑲ ドラフト・ファイナルレポートの作成・説明・協議																								
⑳ ファイナルレポートの作成・説明・協議																								
㉑ JOC会員の研修支援																								
㉒ 船体調査を実施した船との継続的な協議																								
G 報告書																								
報告書																								

凡例: ■ 現地調査期間 □ 国内作業期間

第5章 まとめ

1. プロジェクトの目的と概要

本プロジェクトは、ソロモン諸島の主要港であるホニアラ港、ノロ港及びその周辺海域を対象として、最新の水路測量手法を用いた測量成果に基づく電子海図（ENC）を作成するとともに、水路測量及び電子海図作成の技術移転を行ったもので、プロジェクトの成果である電子海図が海図利用者に提供され、航行船舶により活用されることによって、ソロモン諸島の海上輸送の安全性・効率性が向上することを目指したものである。

2. 測量と海図作成の成果

水路測量においてはマルチビーム音響測深機を用いて海底を2回ずつ測定することにより最高品質のデータ整備を行うとともに、測量成果を電子海図及び紙海図として取りまとめた。これらは国際基準と地域（AHO）の基準に準拠させることにより、AHOにおける品質保証・品質管理（QA/QC）が円滑に行われ、プロジェクト期間内（2025年9月19日まで）に全てソロモン諸島のPCAであるAHOから刊行することができた。刊行されたENCは遅滞なく航海者の手元に届けられ、2025年9月下旬時点でソロモン諸島国を航海する国際船舶で既に活用されている。

ホニアラ港とノロ港のENCは、国際基準に基づき最高品質（A1）に評価され（品質にはA1～Uまでの6段階がある、表1.3参照）、両港のENCに高い信頼性を持たせることができた。これにより、両港の今後の発展に寄与できるものと確信している。

3. 成功要因

迅速にENCが刊行できた要因として、プロジェクトの初期から三者協議（SIMA, JICA, AHO）の枠組みを立ち上げ、技術的な対話を重ねたこと、AHOの基準を詳細に調査しそれらを業務内容に反映したこと、そしてAHOからの絶大な協力が挙げられ、AHOに対しては感謝の気持ちを伝えたい。

4. 課題と対応

1) 測量用ボートの損傷

プロジェクト開始前、プロジェクトで使用予定であったSIMA所有のボートが暴動により大きな損害を受ける事態が発生した。ホニアラ市内で造船所が稼働していない中、溶接業者やエンジン調達業者などと個別に調整し、SIMAと協力してボートを修理し稼働させることができた。

2) 測量遅延と追加の沈船発見

ボート修理の遅れにより、ホニアラ港の水路測量は初年度で完結できなかったが、次年度の成果と合わせて高品質の海底地形データが得られ、これまで知られていなかった沈船17隻を新たに発見した。

3) 海域変更による作業増加

プロジェクト開始後、既存の調査データの存在が判明したことから、プロジェクト海域を変更する必要が生じた。これによりプロジェクト海域が広がり、ENCの作成数が増加し、

プロジェクトの作業量が増加することとなった。これに対しては、水深選択の検査ツールを開発するなど（2.10.2.3 参照）作業効率を高めることで、増加分を何とか乗り切ることができた。

4) 安全管理の徹底

ノロ港周辺海域の水路測量では、従来の水路情報が極めて乏しい海域があったため、SDBにより水路情報を取得し、安全に海上作業ができるよう配慮した。

5) 潮流観測

海図に記載する潮流情報を得るための潮流観測は、当初の想定と異なり、潮流が1日周期であることが判明し、計画していた方法では夜間の海上作業（安全の観点から実施不可）を行わない限り成果が得られないことが判った。一方、他の手法では機器を亡失するリスクがあり実施が困難である。事前の潮流情報が乏しい海域での潮流観測の困難さを改めて認識させられた。

6) 水深測量のための海上作業

ENCの根幹をなす水深情報を得るための水路測量作業（海上作業）は78日間と長期にわたり、総作業時間は402時間（1日平均5時間余）、測量を行った海域の面積は79km²、船の走行距離は1,743kmに及んだ。作業に用いたボートが全長6.5mと小型であったことから、海上が比較的静穏な早朝に作業を開始する等の工夫をして、何とか所要の成果を得た。SIMAとの共同作業であり、OJTを行いながらの作業であったことを考えると、極めて充実した内容であった。

7) ENC・紙海図の作成

ENCの作成では、AHOの基準を丁寧に読み込み、AHOでのENCのQA/QCが円滑に行えるよう心を砕いた。また、作業効率を向上させるためのツールづくりなどにも取り組み、効率の向上に努めた。紙海図の作成では、AHOが保有するソフトウェアがプロジェクトで使用するものと異なっていたため、プロジェクトの紙海図をそのままAHOから刊行することはできなかった。しかし、プロジェクトで作成した紙海図は、AHOから刊行されたものと体裁は異なるものの内容（記載されている情報）は同一である。

5. 技術移転の取り組み

ENCの技術移転のため、プロジェクトに特化した研修を2回企画・実施した。1回目は日本で行い、研修員はENCを作成する経験が無かったことから、初心者向けに入門講義とENCの作成実習を行った。2回目は、AHOで実施し、AHO担当者が直接講義をすることにより、研修員はAHOにおけるENCのQA/QCについて理解を深めることができた。

6. 国レベルでの取り組み

SIMAはソロモン諸島政府内の省庁横断的なイニシアティブであるOcean12のメンバーとして、海洋運営委員会に継続的に出席し、水路測量を国家の優先事項として提唱してきた。その結果、2024年に中央州ツラギ島で開催された国家海洋会議のツラギ宣言において、水路測量と電子海図整備が国家の優先事項として明記され、開発パートナーへの継続的な支援を求めることとなった。この宣言が、プロジェクト後のENC関係業務の継続を後押しするものと期待できる。

7. 今後の課題

プロジェクトを通じて SIMA 職員が積極的に参画し、OJT により技術移転が進められたものと考えている。特に、ENC 作成工程はこれまで経験がない作業がほとんどであり、作業工程も多岐にわたるため、個々の作業をビデオで記録するなどして、技術の定着に努めた。

技術移転は順調に進み、成果も上がったとはいえ、水路測量及び海図作成の工程は複雑で、作業内容も幅広いことから、将来的にフォローアップを行い、技術の定着を図っていくことが、SIMA が独力で業務を進めていくうえで望ましいと考える。

Stations Computation

Leica CrossCheck

10th December 2022

Report N°: 2022_M08122022

EID:



Aero Asahi Corporation

Takeshi Takanashi

3-14-4 Minamidai, Kawagoe-shi,
Saitama-ken, Japan 350-1165

Content

1. Introduction	3
2. Reference Frame	3
Terrestrial Reference Frame	3
3. General Parameters	4
Antenna Phase Centre Variations – PCV's	4
Ephemeris and Pole Orientation	4
4. Data set	5
Stations Observations	5
IGS Stations	5
Station Information	6
Stations Map	7
5. Processing	8
Processing Strategy (Ambiguity Resolution)	9
6. Results	10
Repeatability of the Station Coordinates	10
Combination of Daily Solutions	11
Station Coordinates (Cartesian) - ITRF2014 (IGb14) Epoch 23.09.2022	11
Local Station Coordinates (Cartesian)	11
7. Bibliography	12
Figure 1. IGS stations used in the computation.	7
Figure 2. Computed Stations	8
Table 1. Data Analyzed	5
Table 2. IGS Station	5
Table 3. Antenna/Receiver and Antenna Height of HO-GRP-001 and NO-GRP-002 Network	6
Table 4. Repeatability of the Station Coordinates	10
Table 5. Cartesian Coordinates ITRF2014 (IGb14) - Epoch 23.09.2022	11
Table 6. Local Cartesian Coordinates	11

1. Introduction

Leica CrossCheck is a professional coordinate calculation and deformation monitoring service for GNSS data provided by Leica Geosystems AG. Leica CrossCheck uses the latest, most sophisticated data processing software and algorithms to ensure highest accuracy and reliability even over long baselines. For data processing and adjustment the Bernese GPS Software v5.2 is used. Bernese is advanced GNSS processing software that meets the highest quality standards for geodetic applications. Bernese SW is broadly used in the IGS and scientific community for estimation of station positions, orbits, ionosphere, troposphere, earth dynamics and various other parameters of interest. The software is developed and maintained by University of Bern (Switzerland). Leica Geosystems AG has a licensed version of the software. This document summarizes processing of HO-GRP-001 and NO-GRP-002 with all relevant information regarding used parameters and processing strategies. The results are provided in the current ITRS realization (ITRF2014, Altamimi, Z. et al., 2016) and in the Local Reference Frame with coordinates provided by the customer. Computation has been performed by CrossCheck Team in Heerbrugg (Switzerland).

2. Reference Frame

Terrestrial Reference Frame

The International Terrestrial Reference System (ITRS) is realized by the International Terrestrial Reference Frame (ITRF). The ITRF consists of 3-dimensional Cartesian coordinates and velocities for a set of globally distributed stations. It is updated on a regular basis to include recent results from contributing space techniques (GNSS, SLR, LLR, VLBI, DORIS) and maintained by International Earth Rotation Reference Systems Service (IERS). Since its introduction ITRF has had 14 realizations. Recently a new realization of the Reference System, called ITRF2014, has been released on 22 January 2017 by the IERS. For the first time in the International Terrestrial Reference Frame (ITRF) history, the ITRF2014 is generated with an enhanced modeling of nonlinear station motions, including seasonal (annual and semiannual) signals of station positions and post-seismic deformation for sites that were subject to major earthquakes.

Due to Earth dynamics (tectonic plate movements, regional subsidence etc...) the coordinates referring to a specific time epoch have to be regularly updated. Therefore, all stations have also velocities depending on the underlying tectonic plate and their position changes with time. With respect to these movements ITRS is defined as "No Net Rotation", meaning the sum of all displacements from tectonic plate movements must be zero.

ITRF can be considered as the highest order global network and is used to establish the Earth reference frame, monitor Earth dynamics and variations in parameters for connection to the celestial system. For more information please refer to official ITRF web site <http://itrf.ensg.ign.fr>

The International GNSS Service (IGS) is an integral member of IERS and contributes GNSS derived data to ITRF. The IGS also maintains the global network of more than 400 stations providing daily RINEX observations. More than half of these stations are part of ITRS realization. The precise orbit and satellite clock estimates, needed to calculate precise station coordinates, are also provided with the IGS service, ensuring the complete consistency of the solution.

The Leica CrossCheck service uses the observation and products provided by the IGS service. The IGS products are given in current observation epoch of the ITRF (Latest IGS Realization), therefore the CrossCheck solution is referenced to the mean observation epoch of ITRF solution to ensure consistency between the sites coordinates and minimize any possible orbital errors.

All coordinates are based on the IGS realization of the ITRF2014 (IGB14) reference frame.

3. General Parameters

Antenna Phase Centre Variations – PCV's

GNSS observations refer to the antenna electrical phase centre. This virtual point is variable and depends on elevation, azimuth and frequency. When processing phase measurements the phase centre offset (PCO) and phase centre variations (PCV) relative to the physical antenna reference point (ARP) must be considered.

In the past it was cumbersome to estimate absolute PCV values, so it was easier to compute relative PCV's. Relative PCV's were based on reference antenna of the type AOAD_MT. These values were theoretically correct if stations were not too far apart. For long distances small systematic errors were introduced. With introduction of calibration robots, it was possible to easily derive absolute PCV's with high accuracy. Following this development, the IGS decided to switch to absolute PCV calibrations in 2006. Leica CrossCheck uses the standard IGS absolute type mean calibrations. If available, individual absolute antenna calibrations are used instead for the best accuracy.

For Antenna information officially published IGS absolute antenna calibrations are used from:

ftp://igs.cb.jpl.nasa.gov/igs/station/general/pcv_proposed/igs_14_WWWW.atx

Ephemeris and Pole Orientation

Leica CrossCheck uses IGS precise products for processing, including orbits and pole orientation. These products are available with 12-18 days delay and have highest accuracy. Orbits and pole orientation are estimated by IGS using a globally distributed network, the most rigorous estimation methods and the combined solution of multiple analysis centers.

More information on IGS products are available under:

<http://igs.cb.jpl.nasa.gov/components/prods.html>

4. Data set

Stations Observations

In this processing report, data of Stations HO-GRP-001 and NO-GRP-002 in the time period from 14.09.2022 to 30.09.2022 have been analyzed.

4 ID	Sessions	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	# of files
	DoY	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	
HO-GRP-001	A	A	A	A			A	A				A		A		A	A	A	11
NO-GRP-002	A	A	A	A			A	A		A			A	A			A	A	11

Table 1. Data Analyzed

IGS Stations

For the datum definition and for baseline creation, stations of the IGS network have been used. The IGS sites were chosen based on the following criteria:

- Distance should be as short as possible
- Well known coordinates and velocities in ITRF2014
- Stations redundancy
- Station observation availability

From the IGS network a set of 11 Stations have been selected to assure redundancy in case of missing data.

4 ID	Sessions
	DoY
ALIC	50137M001
AUCK	50209M001
CNMR	50512M001
DARW	50134M001
GUAM	50501M002
GUUG	82301M001
KAT1	59968M001
KIRI	50305M001
NRMD	92701M005
POHN	51601M001
SYDN	50124M003

Table 2. IGS Station

Station Information

Antenna/Receiver and Antenna Height

In the table below the list of receiver and antenna for the HO-GRP-001 and NO-GRP-002

DoY	Station name (4 ID)	Receiver name	Antenna name/Dome	Antenna height [m]
257	HO-GRP-001	LEICA GS10	LEIAS11 NONE	1.6210
258	HO-GRP-001	LEICA GS10	LEIAS11 NONE	1.6220
259	HO-GRP-001	LEICA GS10	LEIAS11 NONE	1.6220
260	HO-GRP-001	LEICA GS10	LEIAS11 NONE	1.6220
262	HO-GRP-001	LEICA GS10	LEIAS11 NONE	1.6220
263	HO-GRP-001	LEICA GS10	LEIAS11 NONE	1.6220
267	HO-GRP-001	LEICA GS10	LEIAS11 NONE	1.6220
269	HO-GRP-001	LEICA GS10	LEIAS11 NONE	1.6220
271	HO-GRP-001	LEICA GS10	LEIAS11 NONE	1.6220
272	HO-GRP-001	LEICA GS10	LEIAS11 NONE	1.6220
273	HO-GRP-001	LEICA GS10	LEIAS11 NONE	1.6220
257	NO-GRP-002	LEICA GS10	LEIAS10 NONE	1.7500
258	NO-GRP-002	LEICA GS10	LEIAS10 NONE	1.7500
259	NO-GRP-002	LEICA GS10	LEIAS10 NONE	1.7500
260	NO-GRP-002	LEICA GS10	LEIAS10 NONE	1.7500
262	NO-GRP-002	LEICA GS10	LEIAS10 NONE	1.7500
263	NO-GRP-002	LEICA GS10	LEIAS10 NONE	1.7500
265	NO-GRP-002	LEICA GS10	LEIAS10 NONE	1.7480
268	NO-GRP-002	LEICA GS10	LEIAS10 NONE	1.7480
269	NO-GRP-002	LEICA GS10	LEIAS10 NONE	1.7480
272	NO-GRP-002	LEICA GS10	LEIAS10 NONE	1.7490
273	NO-GRP-002	LEICA GS10	LEIAS11 NONE	1.7490

Table 3. Antenna/Receiver and Antenna Height of HO-GRP-001 and NO-GRP-002 Network

Stations Map

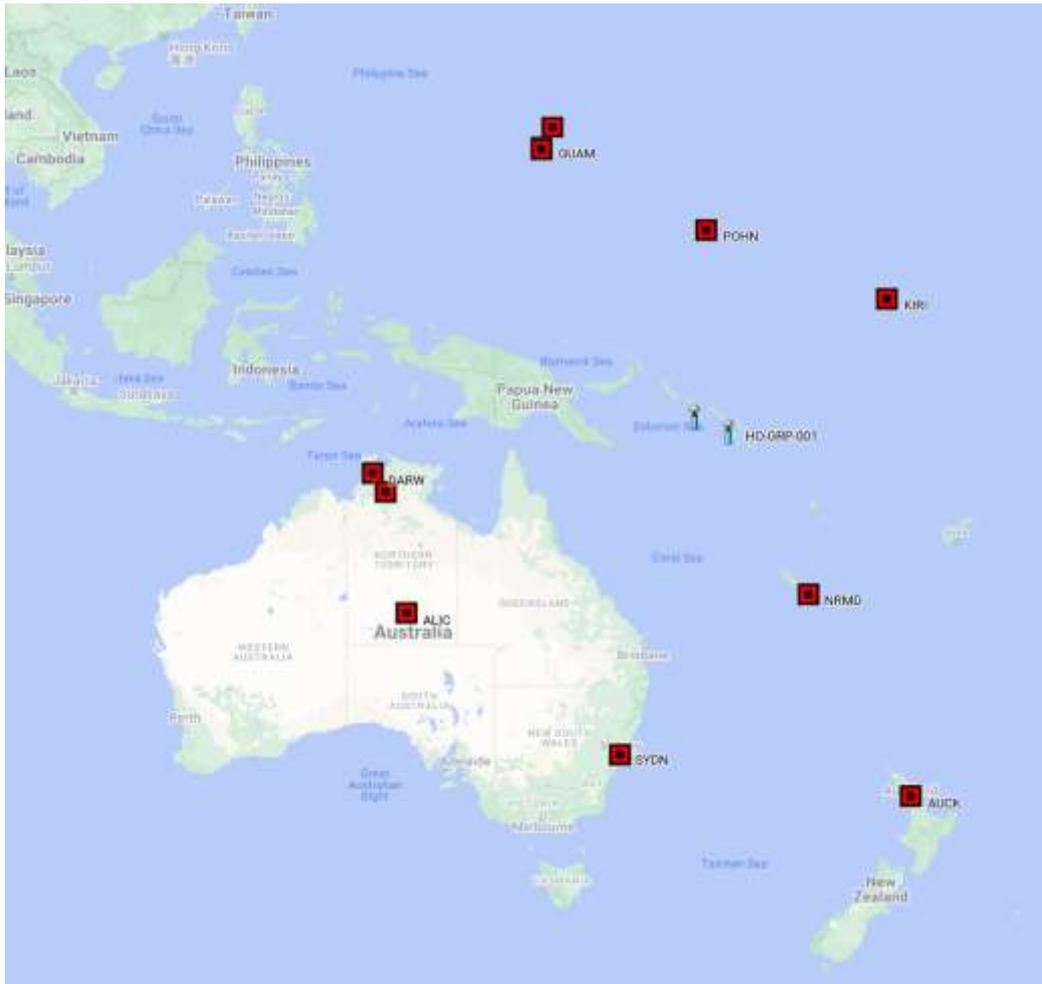


Figure 1. IGS stations used in the computation.

-  IGS Reference Stations
-  Computed Stations

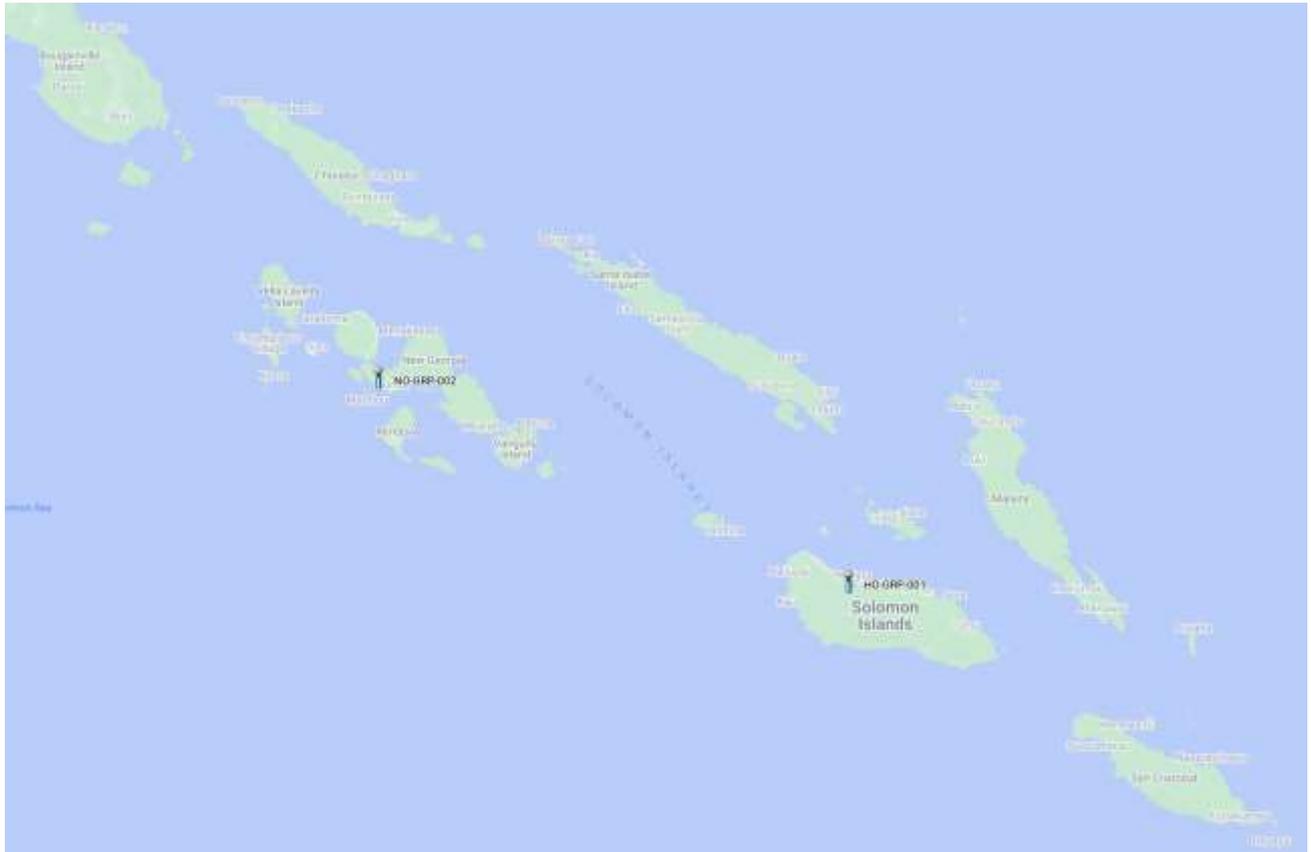


Figure 2. Computed Stations



Computed Stations

5. Processing

For data processing the Bernese GNSS Software V5.2 is used (R. Dach 2007, 2015). Bernese is sophisticated GNSS processing software that meets the highest quality standards for geodetic applications. Bernese SW is broadly used in the IGS and scientific community for estimation of station positions, orbits, ionosphere, troposphere, Earth dynamics and various other parameters of interest. Both currently active GNSS are supported: the US Global Positioning System (GPS) and the Russian Global Navigation Satellite System (GLONASS).

The **Bernese Processing Engine (BPE)** is used and we follow the IGS/EUREF international guidelines for GNSS processing. The processing strategy is adapted to the network in order to obtain high accuracy.

Others Perl scripts are developed by Leica Geosystems AG to automate and control all the processing.

The **Bernese Processing Engine** performs a full double-differences solution for a regional network using dual-frequency data. It starts from RINEX observation files and precise orbits information and generates a SINEX solution file.

The processing is divided into sections related to the different tasks/features.

- Prepare RINEX files
 - Download customer observations files, check the consistency of the header
 - Download the Observations from IGS Reference stations
- Prepare products from IGS
 - Download orbits (Precise), and update all the other files needed for the computation

- Prepare Pole information, calculate tabular and standard orbit
- Convert and synchronize observation data in Bernese format.

The minimum number observations requested per files is 2000.

(The number of observation was changed in order to be able to process the control point)

RINEX data with 30 sec. sampling rate are used.

- Pre-processing and screen of Phase Observations, form baselines. The non-redundant set of baselines can be created using different strategies.

The deformation of the Earth due to the weight of the ocean tides (Ocean tide loading) is taken into account using the coefficients provided by the service <http://holt.oso.chalmers.se/loading/index.html> using the FES2004 model. Phase pre-processing in a baseline by baseline mode using triple-differences. In most cases cycle slips are fixed looking simultaneously at different linear combinations of L1 and L2. If a cycle slip cannot be fixed reliably, bad data points are removed, or new ambiguities are set up. Data files covering less than 2000 epochs of data are automatically rejected. The a-posteriori normalized residuals of the observations are checked for outliers, too. These observations are marked for the final parameter adjustment.

Ground Antenna phase center calibrations. - Absolute antenna phase center corrections based on IGB14 model considering antenna radome codes.

Satellite antenna phase center calibrations. - Absolute antenna phase center corrections based on IGB14 model

Ocean Tide loading - The deformation of the Earth due to the weight of the ocean tides (Ocean tide loading) is taking into account using the coefficients provided by the service <http://holt.oso.chalmers.se/loading/index.html> using the FES2004 model.

Atmospheric Tidal Loading Coefficients is used to remove the load due to atmosphere.

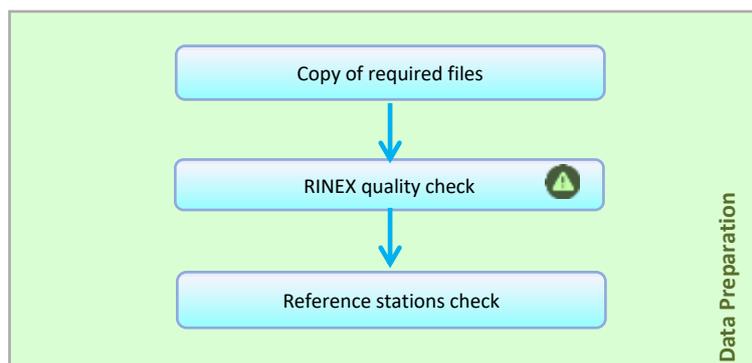
Processing Strategy (Ambiguity Resolution)

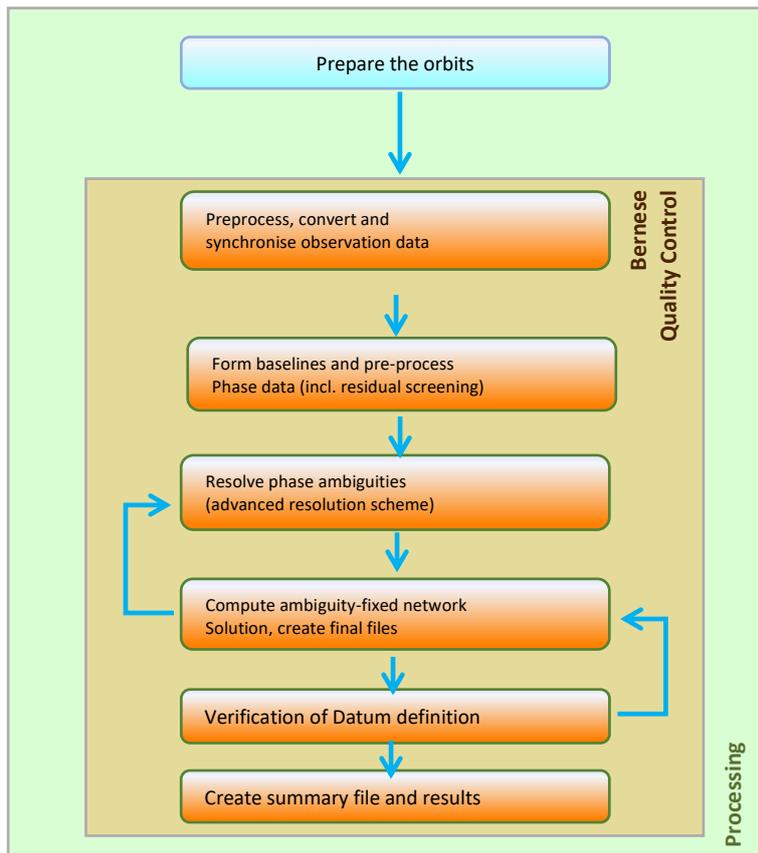
The whole network was processed in daily sessions together with IGS stations. For each day an independent set of positions has been estimated for all sites in the whole network. An advanced phase ambiguity resolution was applied based on the length of the baseline:

1. L1/L2 for baselines up to 20 km
2. Sigma strategy (L5/L3) for baselines up to 200 km
3. QIF strategy for baselines up to 2000 km

For the ambiguity resolution the IGS stations were tightly constrained. Daily solutions were combined into a final solution computed using a minimally constrained adjustment, realized by no net-translation conditions imposed on a given set of IGS stations.

Workflow of the processing is summarized below:





6. Results

Repeatability of the Station Coordinates

Statistics about shifts between the daily solutions and the adjusted solution is shown in the next table. The estimations are based on all the daily sessions and represent RMS of a combined solution in all components of the topocentric coordinate system.

The repeatability of horizontal and vertical coordinates are listed below. Results for DoY 282 have been excluded for the final solution in the iterative process due to the high repeatability.

Station name	Component	RMS of combined solutions (all)	RMS of combined solutions (282 excluded)																		# of files				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17					
NO-GRP-001	N	14.88	14.95	-15.16	3.33	18.4	24.06		18.56	-2.25				0.86	288	270	271	272	273	28.76	5.16	17.55	11		
	E	65.92	38.6	-51.67	54.04	-3	-56.58		172.92	-51.79				20.75						-1.66	7.64	32.85	-22.19	11	
	U	32.23	33.57	-12.79	25.46	-4.04	25.57		9.66	58.17				-12.98						5.06	-0.09	-56.83	44.78	11	
NO-GRP-002	N	8.61	7.93	-3.77	3.26	0.15	6.65		-12.89	-4.94			-3.65							-0.67	-7.57		9.25	18.04	11
	E	18.98	19.92	7.98	0.66	24.77	34.75		6.5	11.8			5.67							1	-16.69		-7.4	34.17	11
	U	25.38	25.89	5.57	-23.2	59.95	-0.91		-19.81	16.18			30.78								-15.92	5.62		3.41	19.48

Table 4. Repeatability of the Station Coordinates

In general the repeatability of the set of data provided shows that the acquired data are affected from noisy most probably due to the installation and environment. The amount of data is in any case enough to get quite accurate coordinates.

Combination of Daily Solutions

The daily solution obtained are then combined using the program ADDNEQ2 of Bernese software. The program ADDNEQ2("Menu>Processing>Combine normal equation systems") was developed to compute multi-session solutions from the (statistically correct) combination of a set of single-session solutions. The theory of combining sequential solutions is well-known in geodesy since Helmert (1872). Sequential adjustment techniques, which operate at the NEQ level, are in general independent of the observation types of the individual solutions.

Station Coordinates (Cartesian) - ITRF2014 (IGb14) Epoch 23.09.2022

All the given coordinates refer to a mean epoch of the site observation data and they refer to the ground marker if Antenna Height is available, otherwise the coordinates refer to the ARP (Antenna Reference Point) of the antenna.

Station name	ITRF2014 Coordinates Epoch 23.09.2022		
	X (m)	Y (m)	Z (m)
HO-GRP-001	-5911504.1385	2156539.2943	-1038122.3801
NO-GRP-002	-5819461.1443	2446686.5840	-907524.5625

Table 5. Cartesian Coordinates ITRF2014 (IGb14) - Epoch 23.09.2022

Local Station Coordinates (Cartesian)

The local coordinates has been computed using the Bernese GNSS software and fixing the station HO-GRP-001 with coordinates provided by the customer. All the given coordinates refer to the ground marker if Antenna Height is available, otherwise the coordinates refer to the ARP (Antenna Reference Point) of the antenna.

Station name	Local Coordinates		
	X (m)	Y (m)	Z (m)
HO-GRP-001	-5911504.1728	2156538.9356	-1038122.0896
NO-GRP-002	-5819461.1691	2446686.2157	-907524.2698

Table 6. Local Cartesian Coordinates

7. Bibliography

Dach, R., U. Hugentobler, P. Walser, P. Fridez, (editors), 2015. Bernese GNSS Software Version 5.2, Astronomical Institute, University of Berne, Switzerland, pp. 851.

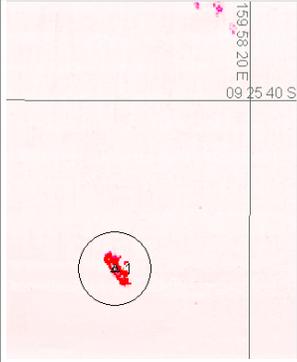
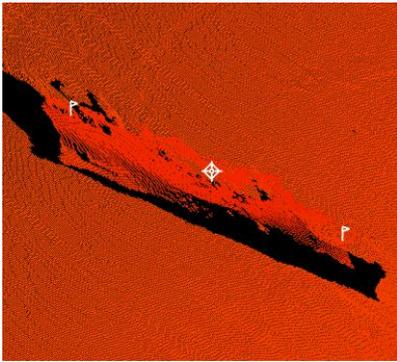
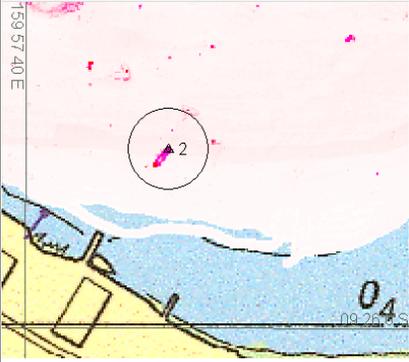
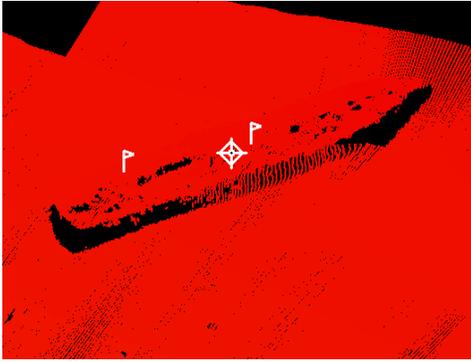
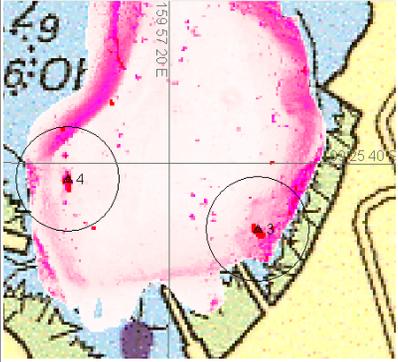
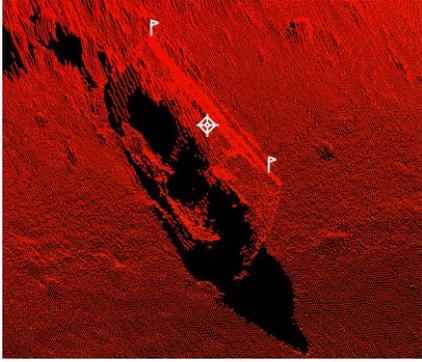
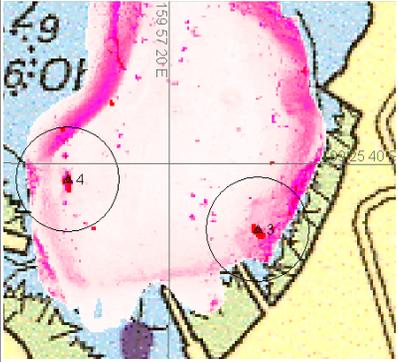
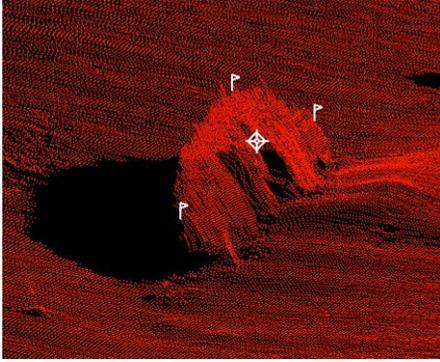
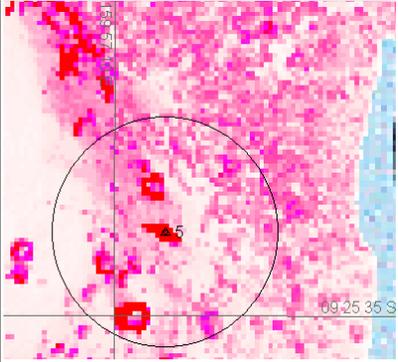
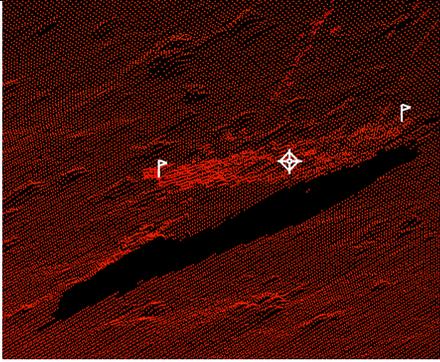
Dach, R., S. Lutz, P. Fridez, M. Meindl (editors), 2007. Bernese GPS Software Version 5.0, Astronomical Institute, University of Berne, Switzerland, pp. 612.

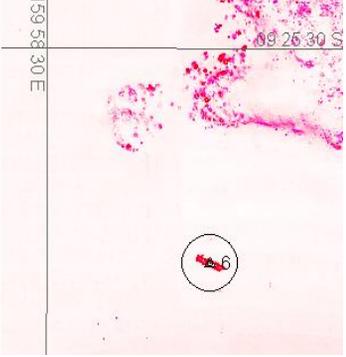
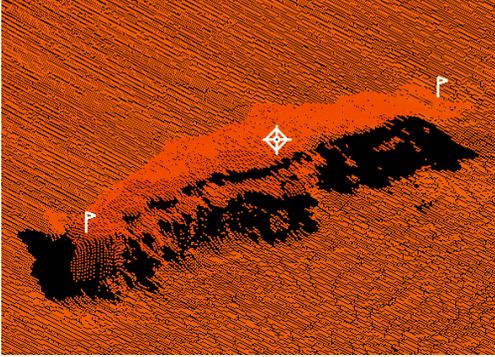
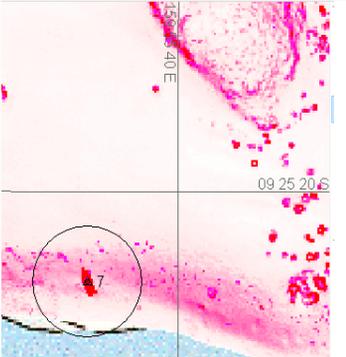
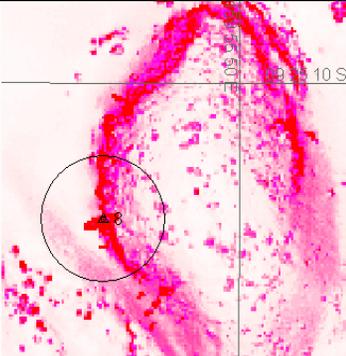
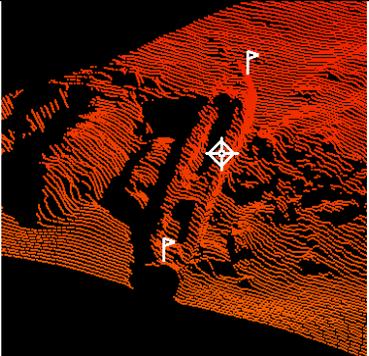
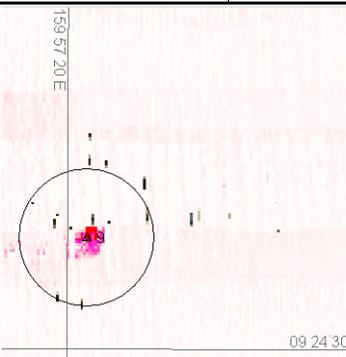
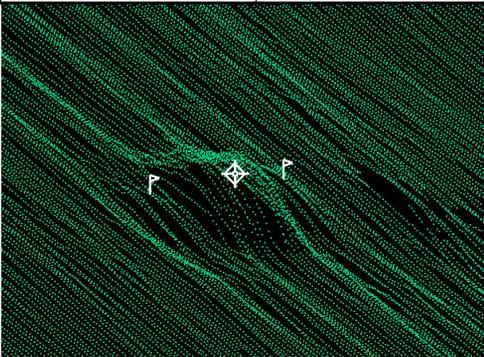
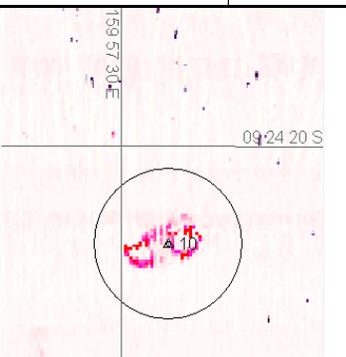
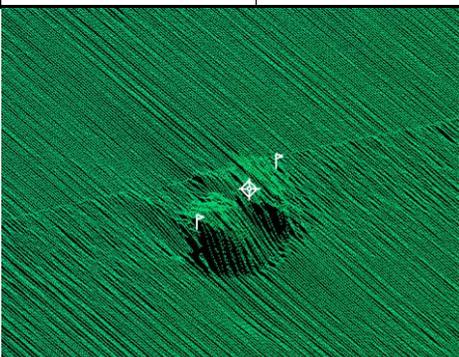
Altamimi, Z., P. Rebischung, L. Métivier, and C. Xavier (2016), ITRF2014: A new release of the International Terrestrial Reference Frame modelling nonlinear station motions, J. Geophys. Res. Solid Earth, 121, 6109–6131, doi:10.1002/2016JB013098.

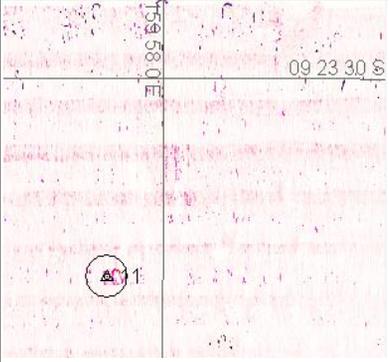
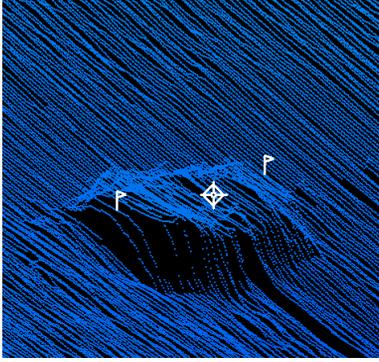
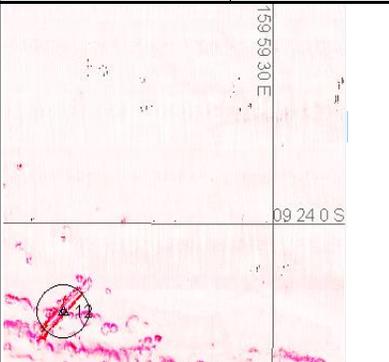
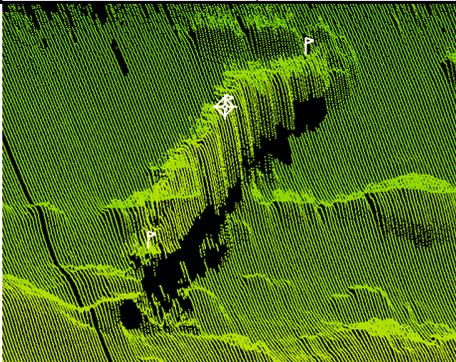
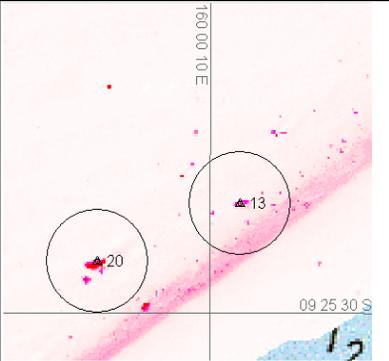
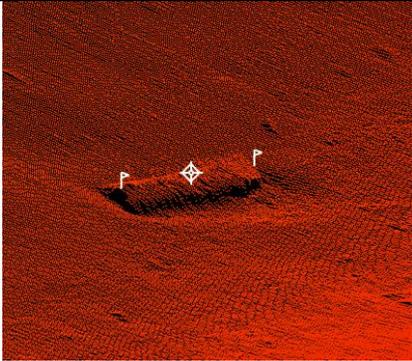
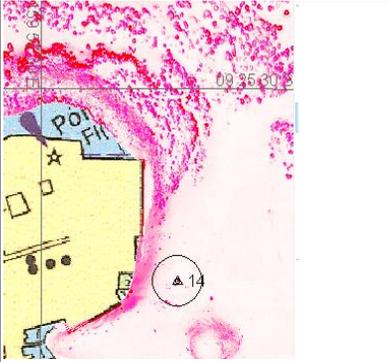
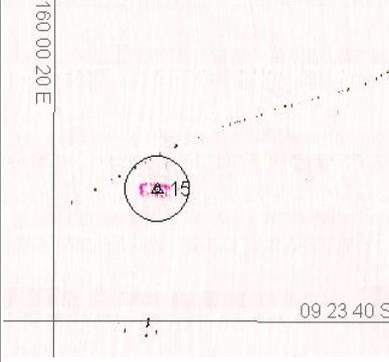
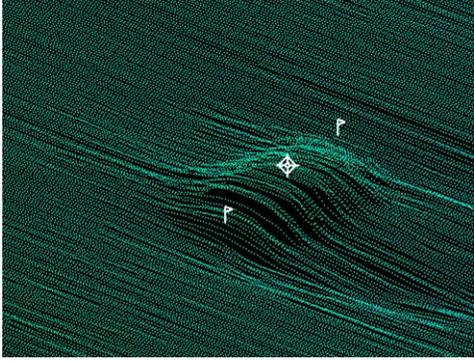
Altamimi Z. (2018) EUREF Technical Note 1: Relationship and Transformation between the International and the European Terrestrial Reference Systems.
(<http://etrs89.ensg.ign.fr/pub/EUREF-TN-1.pdf>)

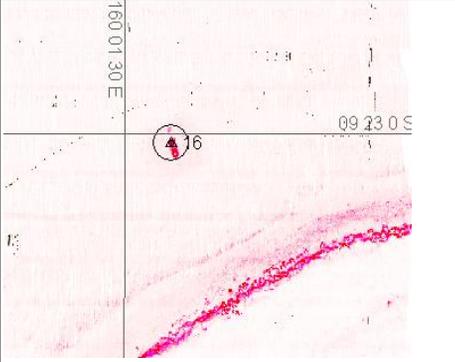
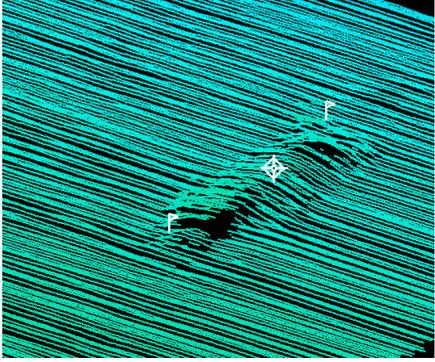
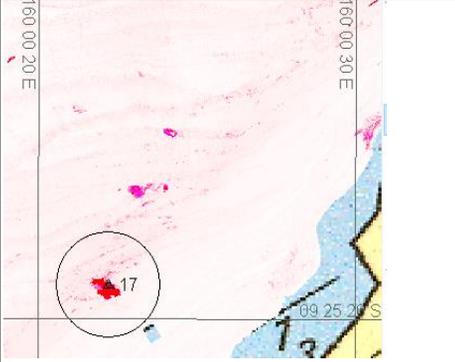
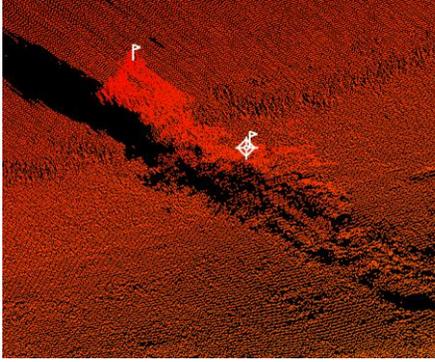
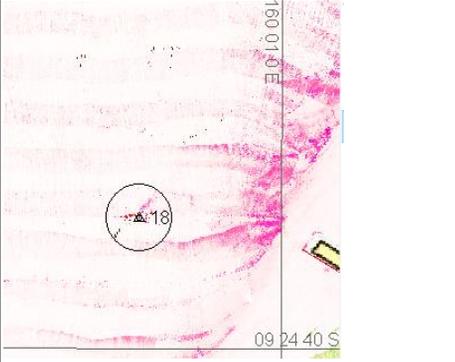
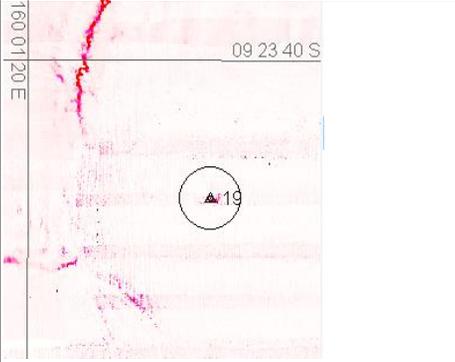
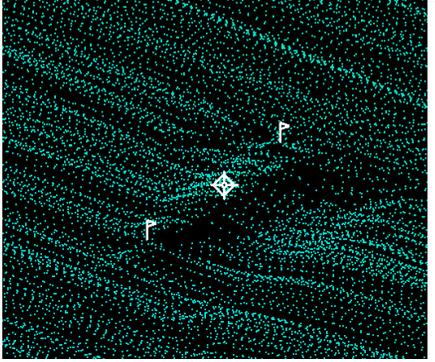
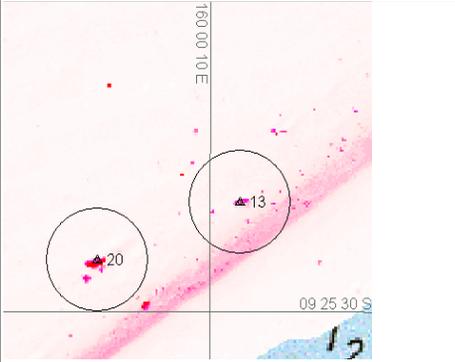
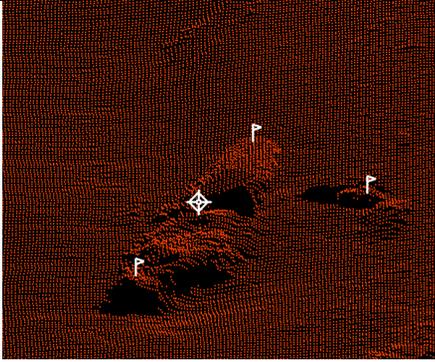
Boucher C., Altamimi Z., (18.05.2011) Memo: Specifications for reference frame fixing in the analysis of a EUREF GPS campaign. (<http://etrs89.ensg.ign.fr/memo-V8.pdf>)

Leica CrossCheck Team
Heinrich-Wild-Strasse
9435 Heerbrugg
Switzerland
mailto: cross.check@leica-geosystems.com
www.crosscheck.leica-geosystems.com

No.	UTM		WGS84		Depth
	X	Y	Lat	Lon	(m)
1	606,555.28	8,957,480.53	9.42981234 S	159.97057101 E	26.59
			L=48.0m W=14.0m H=10.0m		
2	605,691.32	8,957,310.53	9.43137135 S	159.96270656 E	6.61
			L=22.0m W=5.0m H~2.0m		
3	604,993.32	8,957,646.58	9.42834957 S	159.95634096 E	15.28
			L=14.5m W=4.0m H=4.0m		
4	604,810.34	8,957,694.19	9.42792353 S	159.95467325 E	13.86
			L=14.0m W=4.0m H=2.0m		
5	604,625.32	8,957,900.58	9.42606158 S	159.95298302 E	15.52
			L=12.5m W=3.0m H=7.0m		

No.	UTM		WGS84		Depth
	X	Y	Lat	Lon	(m)
6	607,331.01	8,957,638.21	9.42836681 S	159.97763212 E	37.13
					L=54.0m W=12.0m H=8.0m
7	601,777.15	8,958,251.63	9.42295601 S	159.92703427 E	14.81
					L=9.5m W=2.5m H=3.5m
8	602,055.13	8,958,531.67	9.42041675 S	159.92955924 E	27.85
					L=15.5m W=7.5m H=8.0m
9	604,927.78	8,959,940.15	9.40760903 S	159.95568702 E	229.76
					L=25.0m W=18.0m H=6.0m
10	605,250.39	8,960,102.29	9.40613473 S	159.95862104 E	226.75
					L=50.0m W=12.5m H=5.0m

No.	UTM		WGS84		Depth
	X	Y	Lat	Lon	(m)
11	606,005.11	8,961,245.37	9.39577844 S	159.96546571 E	322.93
					
12	608,487.26	8,960,608.87	9.40147218 S	159.98808650 E	125.28
					
13	610,122.54	8,958,109.68	9.42403159 S	160.00304400 E	21.71
					
14	605,482.36	8,957,642.74	9.42837218 S	159.96079509 E	30.63
					
15	610,563.53	8,961,574.25	9.39268837 S	160.00696964 E	188.51
					

No.	UTM		WGS84		Depth
	X	Y	Lat	Lon	(m)
16	612,677.20	8,962,575.75	9.38357601 S	160.02619137 E	197.2
			L=53.0m W=15.0m H=7.0m		
17	610,466.14	8,958,340.78	9.42193273 S	160.00616728 E	7.1
			L=30.0m W=9.0m H=6.0m		
18	611,411.34	8,959,725.92	9.40938159 S	160.01473904 E	45.25
			L=56.0m W=11.0m H=5.0m		
19	612,526.12	8,961,161.02	9.39637402 S	160.02485319 E	87.9
			L=24.0m W=7.0m H=3.0m		
20	609,982.27	8,958,053.80	9.42454058 S	160.00176796 E	23.95
			L=18.0m W=5.0m H=2.0m		

Measurement of NAV-Aid (Navigational Buoy)

• Routes Light Beacon

Name	Buoy-1 (Dep .22.60m)
Coordinate	Lat: 09 – 25 – 47.9882 S, Lon: 159 – 57 – 56.1822 E
Photo	 <p>The first photograph shows the buoy from a side-on perspective, floating on blue water. The buoy has a yellow base, a black cylindrical tower, and two black conical lights stacked vertically. In the background, there is a shoreline with buildings and trees under a cloudy sky.</p> <p>The second photograph shows the buoy from a slightly different angle, also floating on blue water. The background is a vast expanse of blue water meeting a cloudy sky at the horizon.</p>

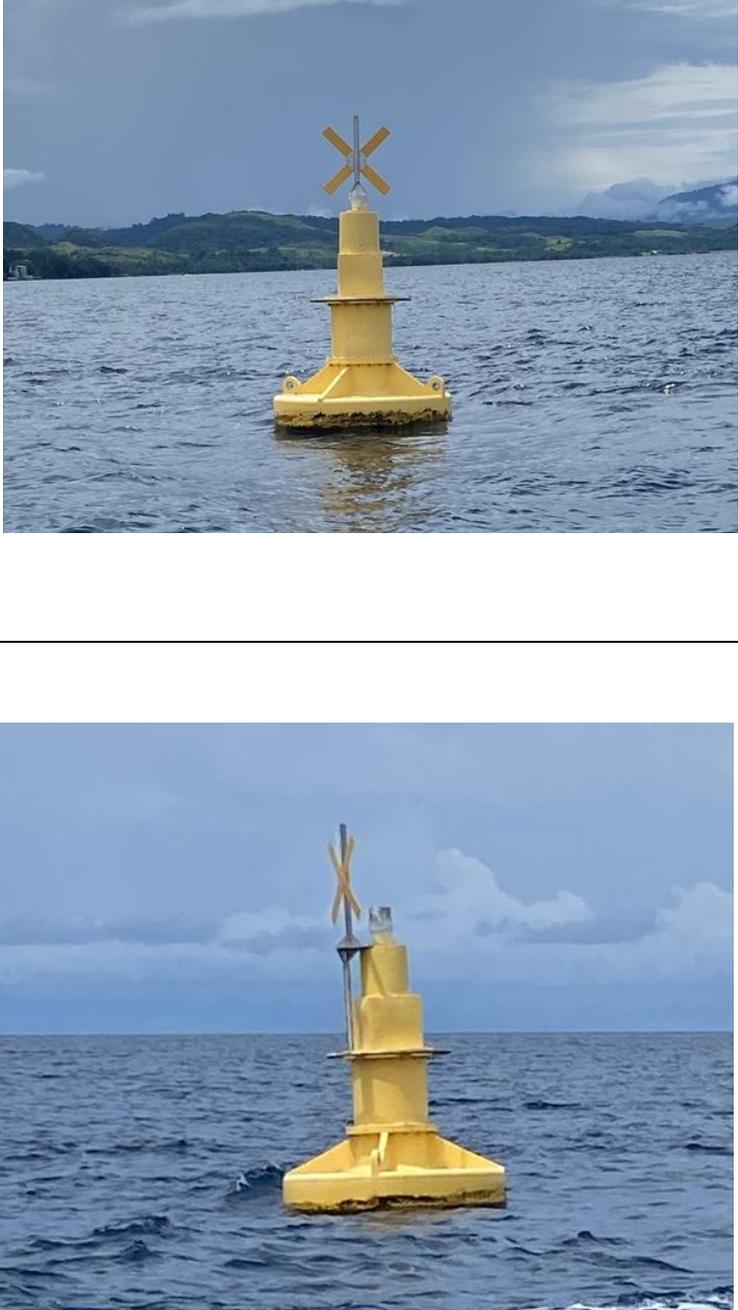
Measurement of NAV-Aid (Navigational Buoy)

• Routes Light Beacon

Name	Buoy-2 (Dep .4.70m) Red cone
Coordinate	Lat: 09 – 25 – 53.8764 S, Lon: 159 – 58 – 4.3905 E
Photo	

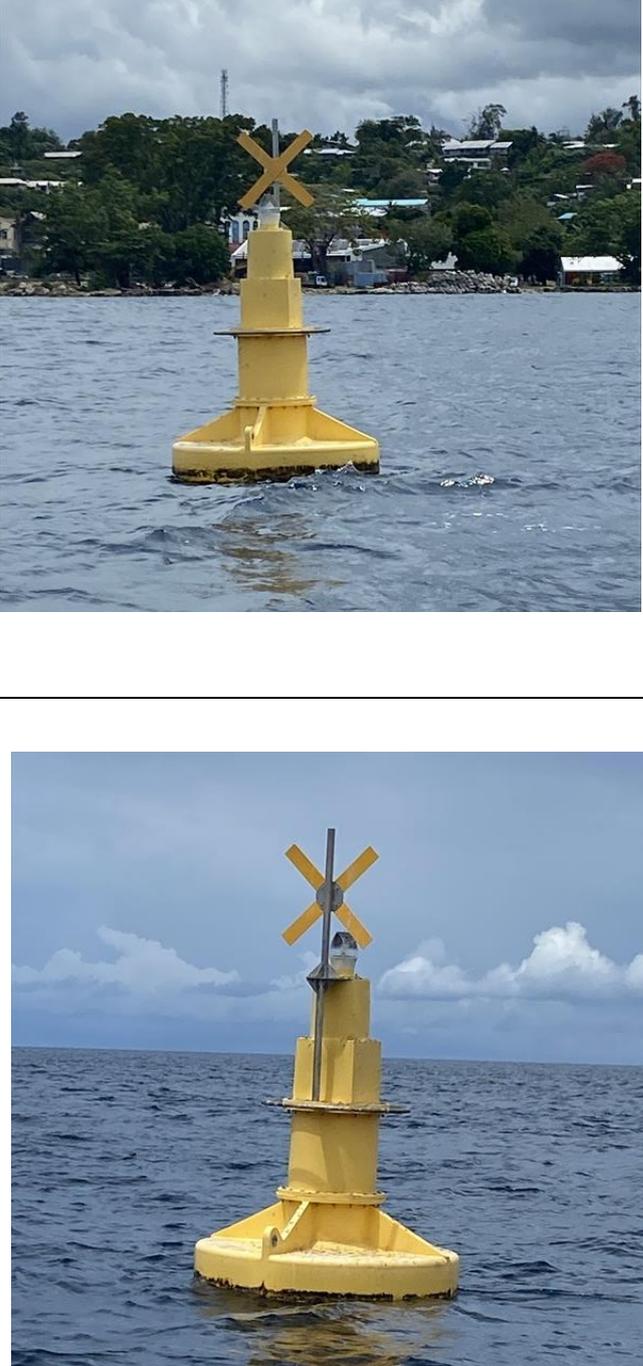
Measurement of NAV-Aid (Navigational Buoy)

• Routes Light Beacon

Name	Buoy-3 (Dep .46.70m)
Coordinate	Lat: 09 – 25 – 27.3854 S、 Lon: 159 – 57 – 12.1069 E
Photo	 <p>The first photograph shows a yellow navigational buoy with a red cross on top, floating in the ocean. The buoy is cylindrical with a wider base and a narrower top section. The background shows a coastline with green hills under a cloudy sky. The second photograph shows the same buoy from a different angle, also floating in the ocean. The background is a clear blue sky with some clouds.</p>

Measurement of NAV-Aid (Navigational Buoy)

- Routes Light Beacon

Name	Buoy-4 (Dep . 42.30m)
Coordinate	Lat: 09 – 25 – 16.5426 S、 Lon: 159 – 57 – 14.8453 E
Photo	

Measurement of NAV-Aid (Navigational Buoy)

- Leading Light

Name	Light Pole-1 (MUNDA) Leading light north
Coordinate	Lat: 08 – 19 – 50.0000 S, Lon: 157 – 14 – 05.4759 E
Photo	
	

Measurement of NAV-Aid (Navigational Buoy)

- Leading Light

Name	Light Pole-2 (MUNDA) Leading light south
Coordinate	Lat: 08 – 20 – 09.3745 S、 Lon: 157 – 13 – 39.6699 E
Photo	
	 <p data-bbox="628 1794 1222 1827">From south, Leding Light north is far on the left.</p>

Measurement of NAV-Aid (Navigational Buoy)

- Routes Light

Name	Light Pole-3 (BLACKET) Light on a pole
Coordinate	Lat: 08 – 08 – 17.8355 S、 Lon: 157 – 09 – 38.5748 E
Photo	



MARITIME AUTHORITY
SOLOMON ISLANDS

**MINI HYDROGRAPHIC PROJECT
(MHP)REPORT 【Draft】**

Tulagi, Main Entrance, Central Province

02 October – 04 October 2024



Contents

1.	INTRODUCTION.....	4
2.	SURVEY SUMMARY	4
2.1.	General	4
2.2.	Personnel.....	6
2.3.	Equipment	6
2.4.	Methodology	6
3.	SURVEY ACTIVITIES AND SYSTEMS USED.....	10
3.1.	Digital Hydrographic Data Acquisition.....	10
3.2.	Position fixing systems.	10
3.3.	Bathymetry	10
3.4.	Seabed topography and texture.....	10
3.5.	Tides and sounding datum.	10
3.6.	Wrecks and observations	10
4.	Data Reduction	11
4.1	Data Reduction by Using HYPACK	11
4.2	Data Send to AHO.....	11
4.3	Data from AHO after Appraisal.....	11
5.	Deliverables	11
5.1	Track Sounding Lines	11
5.2	Processed Sounding data using TIN from Hypack	14
5.3	Smooth Sheets.....	15
5.4	Three-Dimensional Images.....	17
6.	Error Budget and Estimates.....	19
6.1	Uncertainties	19
6.2	Area A Cross Point Difference Analysis	20
6.3	Area B Cross Point Difference Analysis.....	21
7.	NOTES AND RECOMMENDATIONS	22
7.1	Notes	22
7.2	Recommendations.....	23
8.	Annexes	24
	Annex 1: Location and Coordinates of RT710 Pressure Tide Gauge (TG).....	24
	Annex 2: Report of Tidal Observation and Analysis.....	25
	Annex 3: Tulagi Hydrographic Survey Area.....	30
	Annex 4: Planned Lines	31

Annex 5: Positions and Coordinates of Sylvia Reef Beacon	31
Annex 6: Appraisal Report from AHO	32
Annex 7: Hydrographic Survey Log Sheet.....	40
Annex 8: RT710 Specification.....	43
Annex 9: CEESCOPE Specification	44
Annex 10: Fugro Marinestar	46
Annex 11: Surveying Activities Timetable.....	48

1. INTRODUCTION

A Joint Project of JICA and SIMA entitle “the project for Development of Electronic Navigational Charts for Honiara and Noro Ports in Solomon Islands” was operated from 2022 to this year 2025. Along with the Main project, a Mini Hydrographic Project using single Beam is conducted from the 2nd of October to 4th October 2024. This Mini Hydrographic Survey was conducted by SIMA Team with a Supervision from a representative¹ from the JICA Team.

A Hydrographic Survey was conducted on Tulagi main Entrance Harbour on the Sylvia Reef and the shoals between the Sylvia Reef and Southern Cross Reef. Tulagi is the Capital Town for Central Island Province, which is situated on the 160 09 Degree Longitude and 09 65 Degree latitude.

The survey was carried out at a request from SIMA to JICA for SIMA Staff to be well vest with the Single Beam System used by SIMA and additional Single System given to SIMA by JICA. The survey aims to produce Soundings, reducing it to tide data and sent over to AHO for reduction to Chart datum.

2. SURVEY SUMMARY

2.1. General

The Survey data acquisition system used is CEESCOPE, configured with a NovAtel receiver (GNSS with L Band) using Fugro MarineStar, High Performance broadcasting system for correction on data with high accuracy positioning. The JICA/SIMA Boat was used as the survey platform during the survey. An echosounder transducer is supported by an aluminum pole with a GNSS receiver antenna mounted directly above the transducer cancelling offsets in horizontal position.

The two days sounding Operation Survey was conducted during the High-water period to avoid collision on reef areas. The weather was constant for the two days of surveying, with moderate waves of 0.5 meters experienced with no rain and slightly wind speed of 10 knots.

Bathymetric data is recorded and processed using the Hypack-2024 software on a Toughbook field computer.

Tidal data was logged by a RT710 Pressure Tide Gauge attached to a nearby Tulagi Police Jetty Hut.

The limits of the survey area are detailed below:

Table 1.0: Coordinate list of Survey Area limits for Area A

Area A (Sylvia Reef)				
	Standard UTM		Geographic (Degrees Minutes Seconds)	
Points	Easting (m)	Northing (m)	Latitude (S)	Longitude (E)
1	627414.22	8992275.20	80° 55' 12.9216"	166° 15' 01.872"
2	627923.92	8992298.19	80° 55' 11.604"	166° 16' 45.775"
3	627965.12	8991712.80	80° 54' 52.7112"	166° 16' 39.162"
4	627446.79	8991687.89	80° 54' 54.00"	166° 14' 53.524"

¹ Arata Sengoku

Table 2.0: Coordinate list of Survey Area limits for Area B

Area B (Tulagi Harbor Passage)				
Points	Standard UTM		Geographic (Degrees Minutes Seconds)	
	Easting (m)	Northing (m)	Latitude (S)	Longitude (E)
1	628008.07	8992611.83	80° 55' 21.2988"	166° 17' 10.856"
2	628536.00	8992690.90	80° 55' 21.6912"	166° 18' 59.915"
3	628667.35	8991924.50	80° 54' 56.6424"	166° 19' 06.838"
4	628122.84	8991840.34	80° 54' 56.1528"	166° 17' 14.374"

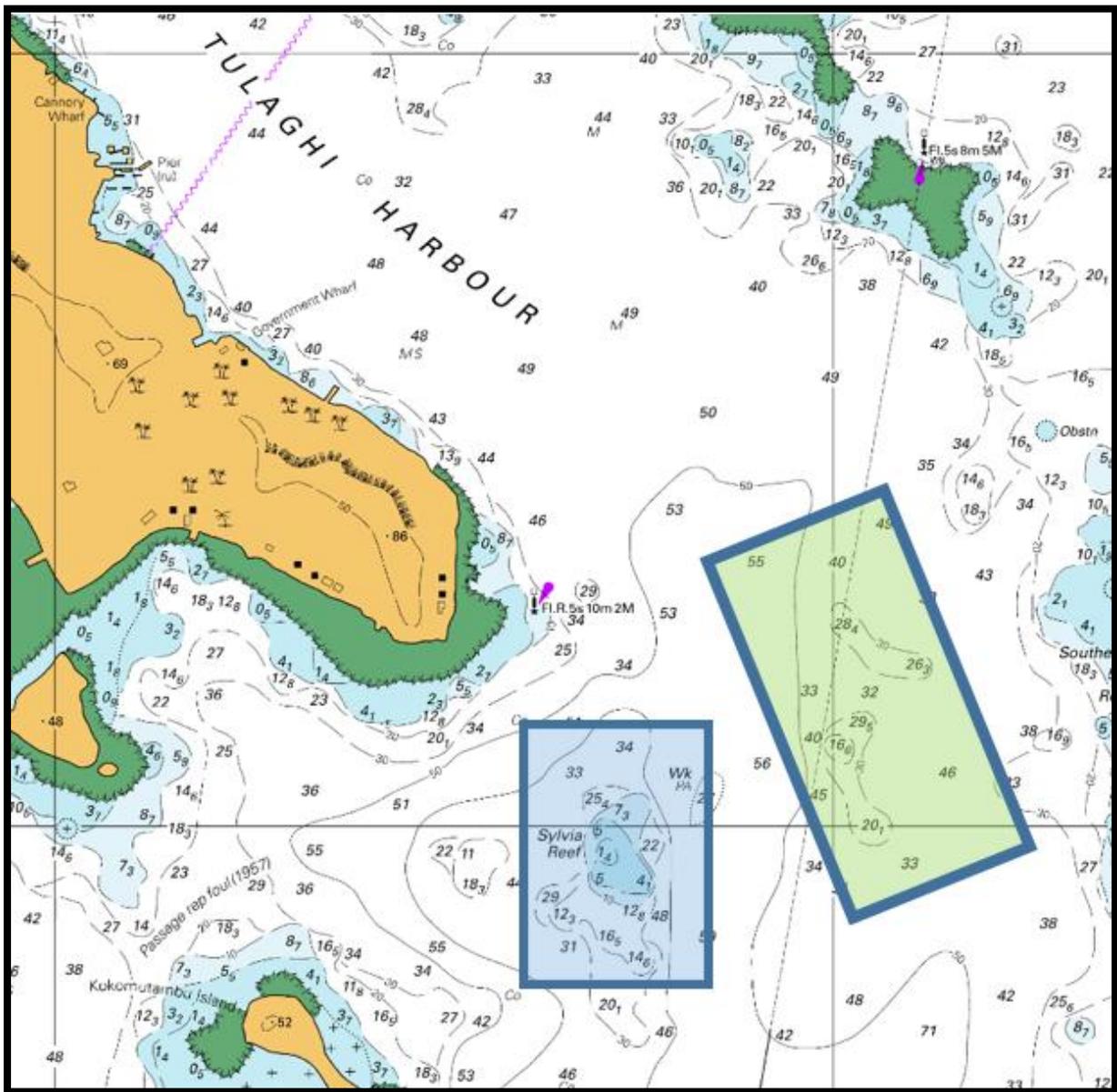


Figure 2.0 Survey Areas of the two sites (Area A and B)

2.2. Personnel

The survey was carried out with personnel from the Hydrography Units of the Safety of Navigation (SoN) Section in SIMA.

John Dalomae – Principal officer, Safety of Navigation
Malesi Mani – Senior Officer, Safety of Navigation
Perry Rukale - Technical Officer, Safety of Navigation
Ron Hulanga - Technical Officer, Safety of Navigation
Aileen Kaukui – Technical Officer. Safety of Navigation

2.3. Equipment

- 2.3.1 CEESCOPE hydrographic data acquisition system
- 2.3.2 RT170 pressure Tide Gauge,
- 2.3.3 Panasonic Toughbook CF31 Field computer
- 2.3.4 HYPACK Hydrographic software
- 2.3.5 Bar Check (stainless steel white enameled 60cm diameter circular plate with low stretch rope associated with 1-meter markings and chain)
- 2.3.6 SIMA Search and Rescue Boat (Prince Jane)
- 2.3.7 Miscellaneous items – batteries, Camera, tools

2.4. Methodology

The total survey area of the Mini Project is 72.47 Hectares; Area A is 30.23 hectare and Area B is 42.24 hectare. Prior to the deployment of the survey, surveyed lines were prepared using the HYPACK Software with the line spacing corresponds to 5% bathymetric coverage of the IHO-44 for order 1b or order 2.

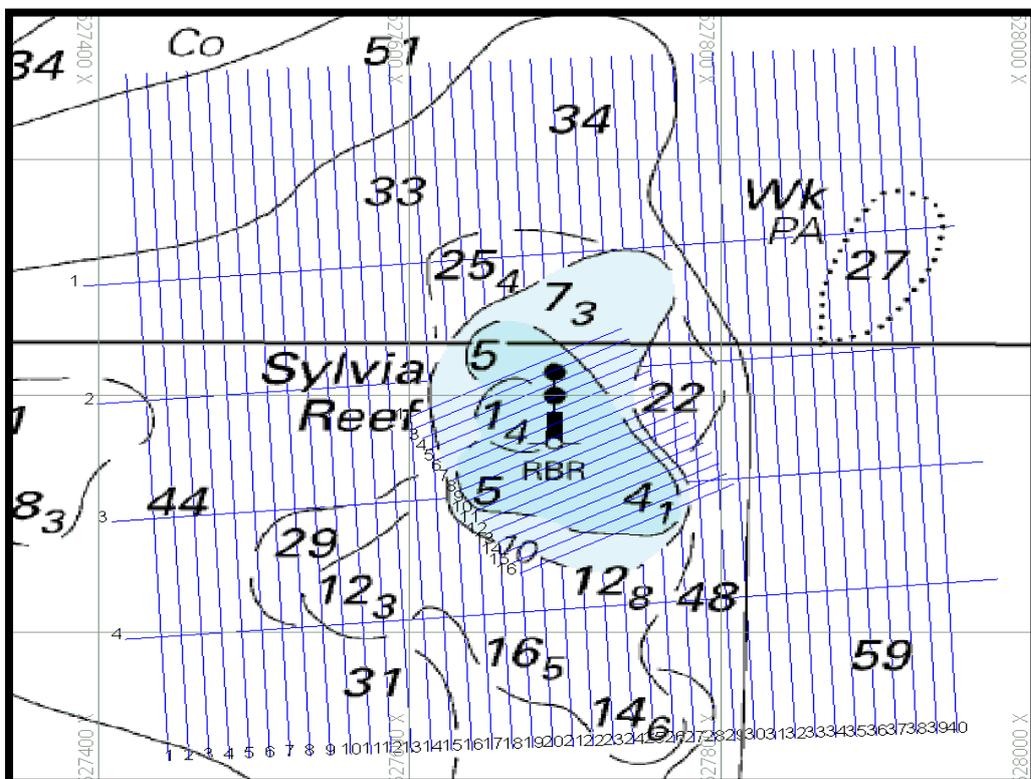


Figure 2.1 Planned lines in Area A (Slyvia Reef) are 40 lines, with supplementary survey lines of Checklines (4 lines) perpendicular to the planned lines. Additional investigation lines were also created to detect sea bottom topography precisely on the shallower area.

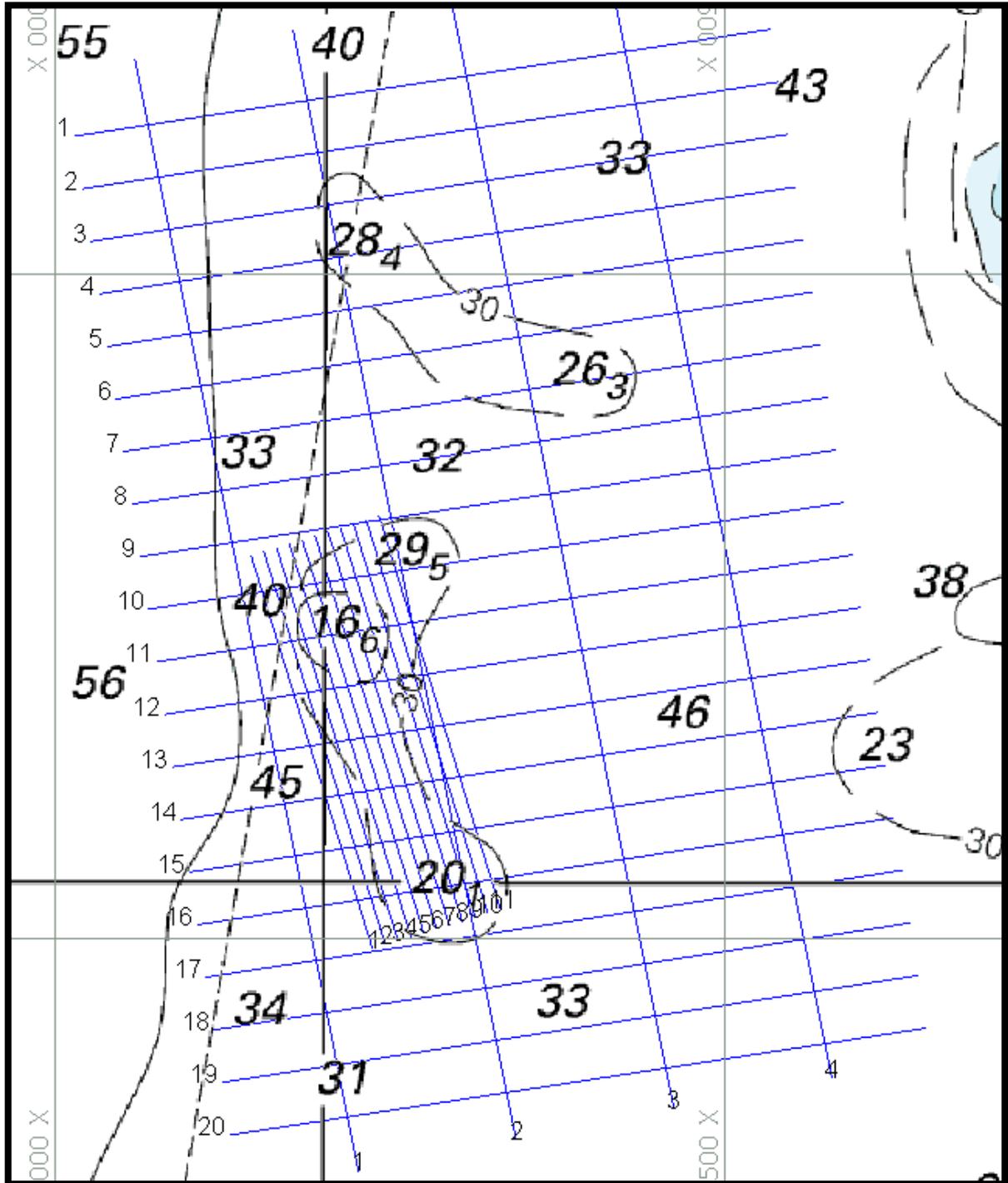


Figure 2.2 Planned lines for Area B with checklines and investigations lines

On field site, the survey boat was fitted with a CEESCOPE GNSS L1/L2 receiver positioning. A CeeHydro dual transducer positioning Zero offset from the GNSS Antenna. Prior to each day's survey activities, position was checked at sea to ensure that the required "quality" was achieved before commencing.

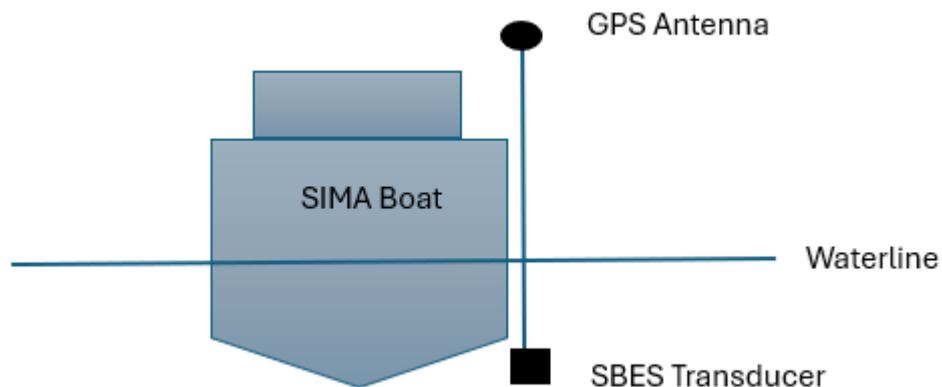


Figure 2.3. The Zero Offset Between the GPS Antenna and the Echo Sounder Transducer

The echosounder transducer draft was 0.5 m and was checked visually before Bar checked and sounding operation. And the acoustic velocity value used was verified by using the bar plate(disc). The Bar check was done away in areas where the depth exceeds 12 meters. The speed of Sound used is 1600ms^{-1}

The Bar Check was done as follows.

1. First the Bar disc was lowered under the transducer, whilst the CEESCOPE was turn on and setting was adjusted to identify the depth.
2. Along the bar disc rope, 1 meter interval from 1 meter to 10 meter are labeled along the rope. When the bars discs are lowered to 10 meters, the reading on the CEESCOPE should read 10.00 m. However, if the reading is less or more than 10.00m, adjustment of SV manually (Selecting SV Values) is done on the CEESCOPE to best reflect the actual 10.00 m reading from the Bar disc.
3. With that, the Sound Velocity is obtained from this method, the average SV of the sounding operation is 1550ms^{-2} .

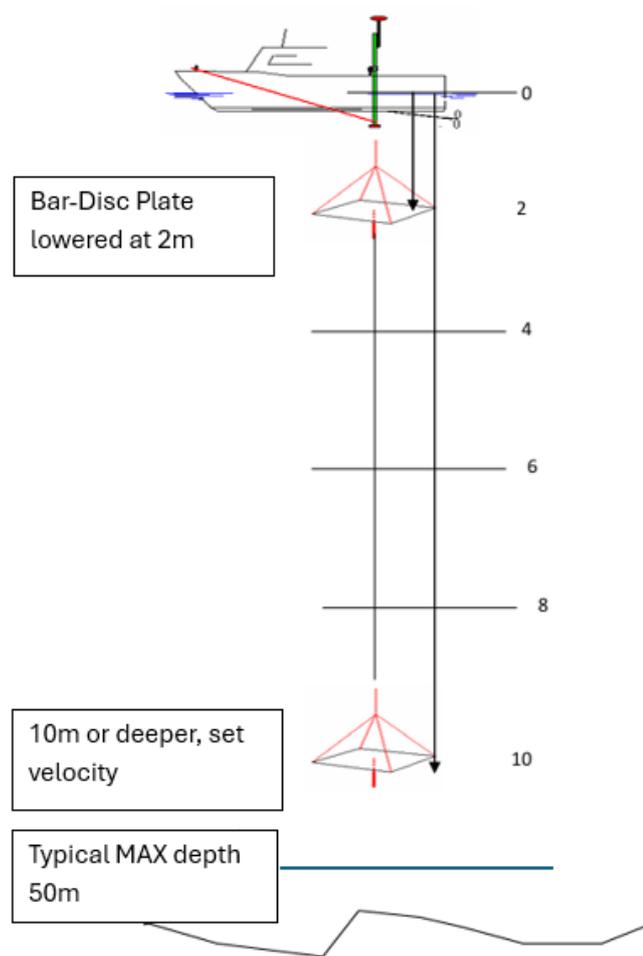


Figure 2.4 Illustration of Bar Check

The Sounding survey is performed by driving along the planned lines and depth sounding was recorded in the Toughbook field computer using HYPACK Software.

3. SURVEY ACTIVITIES AND SYSTEMS USED

3.1. Digital Hydrographic Data Acquisition

CEESCOPE 200 is a self-contained integrated unit and provides positioning and depth data with data logging facilities.

Horizontal Positioning: A CEESCOPE 200 integrated bathymetric system was used for the bathymetry and feature positioning. It was fitted with a NovATel 628 L1/L2 receiver.

3.2. Position fixing systems.

Positioning was obtained by a NovAtel 628 GNSS receiver fitted with the CEESCOPE, running with the L-Band correction service offered by Fugro Marinestar (See Annex 11). The horizontal datum used is WGS84 and the projection is the Universal Transverse Mercator Projection (UTM) zone 57 South. The Accuracy of the positioning is ± 0.2 meters (95%).

3.3. Bathymetry

The CEESCOPE used was a single beam echosounder/transducer with a single channel of 200kHz and operated in AUTO mode. The GNSS antenna was mounted directly above the outboard support pole thus avoiding positioning offsets.

To determine the sound velocity, "bar checks" to 10 meters were performed prior to commencement of survey work with acoustic speed of 1600 ms^{-1} . Bathymetric data is logged internally in the Hypack Surveying software on a Tough book field computer.

3.4. Seabed topography and texture

The seabed topography consists of sand and corals, as referred to nautical Chart SLB103.

3.5. Tides and sounding datum.

A RT710 Pressure Tide Gauge (TG) was installed on Wednesday 2nd October 2024, on the Tulagi Police Jetty Hut Post next to their Jetty (See Annex 1. The coordinates of the RT710 TG were -

Latitude: $09^{\circ} 06' 18.37'$ South, **Longitude:** $160^{\circ} 09' 09.59'$ East.

The Tidal Data was recorded from 1109hrs Wednesday 2nd October till 1330hrs Friday 4th October 2024. A total of 2 days of recorded data was obtained and analysis. The time cycle of recording is every thirty minutes intervals. Tide Staff reading were taken at ten minutes intervals over a six-hour period on the October 4th to compare with the RT710 tide gauge data.

See Annex 1 for more details.

3.6. Wrecks and observations

No wreck(s) were found within the survey area at the time of survey.

4. Data Reduction

4.1 Data Reduction by Using HYPACK

Obtained raw data sounding data were corrected by using HYPACK as follows,

1. Tide correction is made by using the tide data obtained by RT710 at the Tulagi Police jetty with temporary chart datum of 0.85m.
2. Sound Velocity correction is made by using the sound speed of 1600ms^{-1}

Then, corrected sounding data were sorted by using Single Beam Editor of HYPACK with radius of 25m.

4.2 Data Send to AHO

In March 2025, the Mini Hydrographic Survey Documents were successfully uploaded to the Australian Hydrographic Office (AHO) via SIGBOX. The Hydrographic data was specifically submitted for Appraisal and to facilitate the reduction of the sounding datums to chart datum. This process supports the subsequent implementation of Survey deliverables. The following hydrographic datasets were included in the submission to AHO. Note that the sent sounding data were sorted ones in XYZ format described above.

1. Honiara_tide.csv
2. Tulagi_tide.CSV
3. Report of Tide Observation in Tulagi.docx
4. Survey Summary_Tulagi_MPH.docx
5. TulagiMHP.xyz

4.3 Data from AHO after Appraisal

In June 2025, following the appraisal and review conducted by the Australian Hydrographic Office (AHO) (See annex 6) the hydrographic data was returned to SIMA. The data sets provided are as follows:

1. ASID57180390_wg84_alat_B_Final.csar
2. ASID57180390_wg84_alat_B_Final.csar0
3. ASID57180390_wg84_alat_B_Final
4. SIMA Tulagi Harbour Entrance Survey 2024_ASID57180390_BDA Appraisal

Regarding the above datasets, the CSAR file format is compatible exclusively with CARIS software. As SIMA does not have access to CARIS, the production of deliverables has been carried out using sounding data reduced by observed tidal measurements.

5. Deliverables

5.1 Track Sounding Lines

The track Sounding lines for both survey Area A and B.

- ❖ Track lines with Raw data

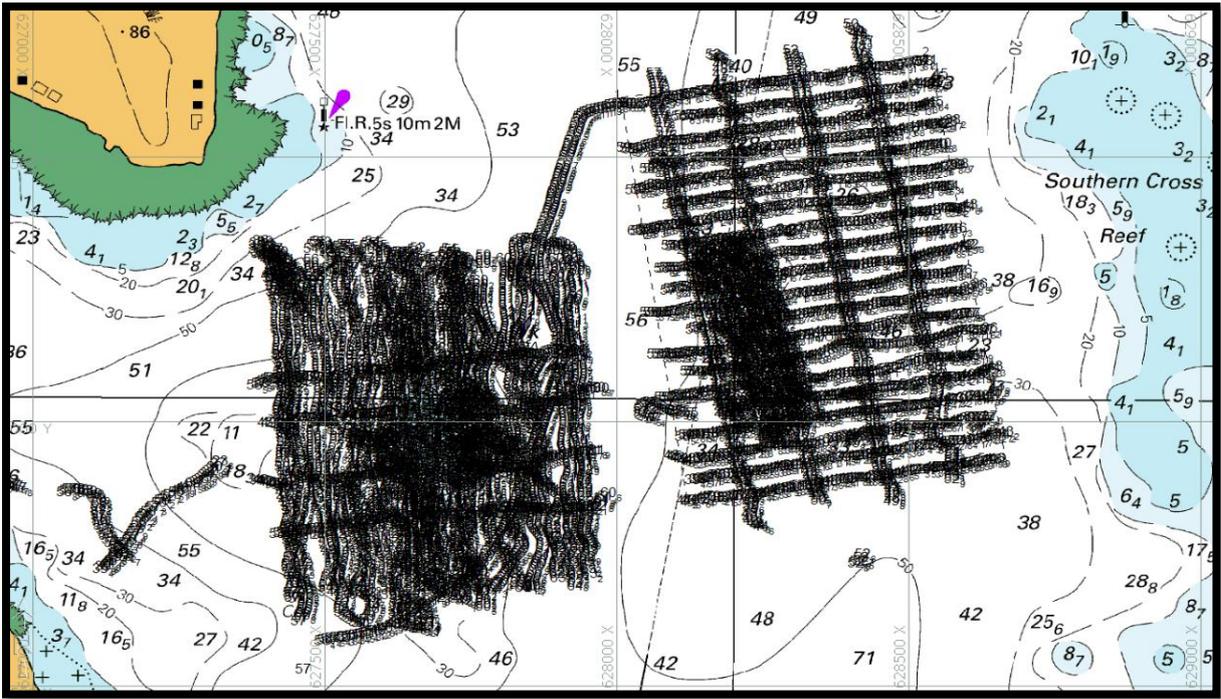


Figure 5.0 SLB103 with track lines and soundings

❖ Track lines with Sorted Soundings

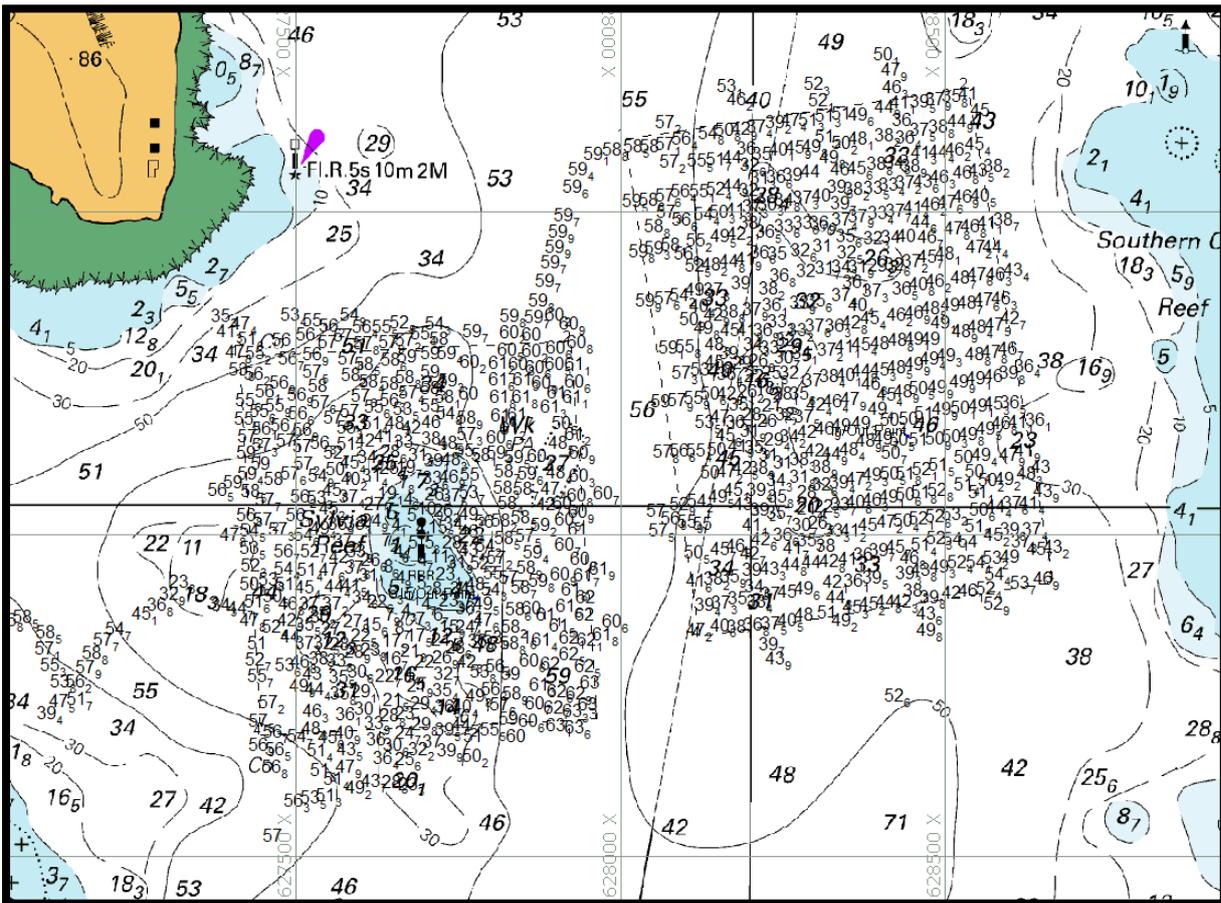


Figure 5.1 SLB103 with 25 meters radius of Soundings data

- ❖ The lowest depth from the Survey is identified from Area A on the Sylvia Reef with a value of 4.1 meters.

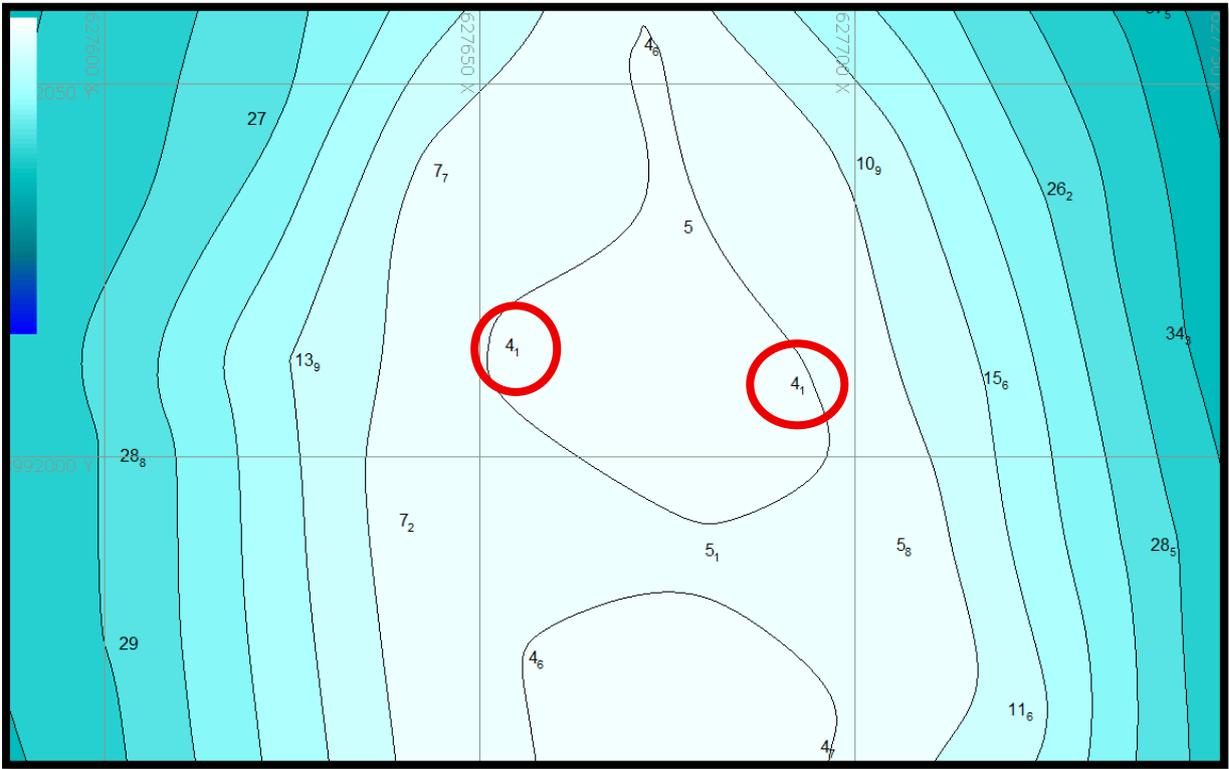


Figure 5.2 Area A (Sylvia Reef) with the least depth of 4.1 meter.

- ❖ The shallowest depth in Area B is 18.1m from a reef mount

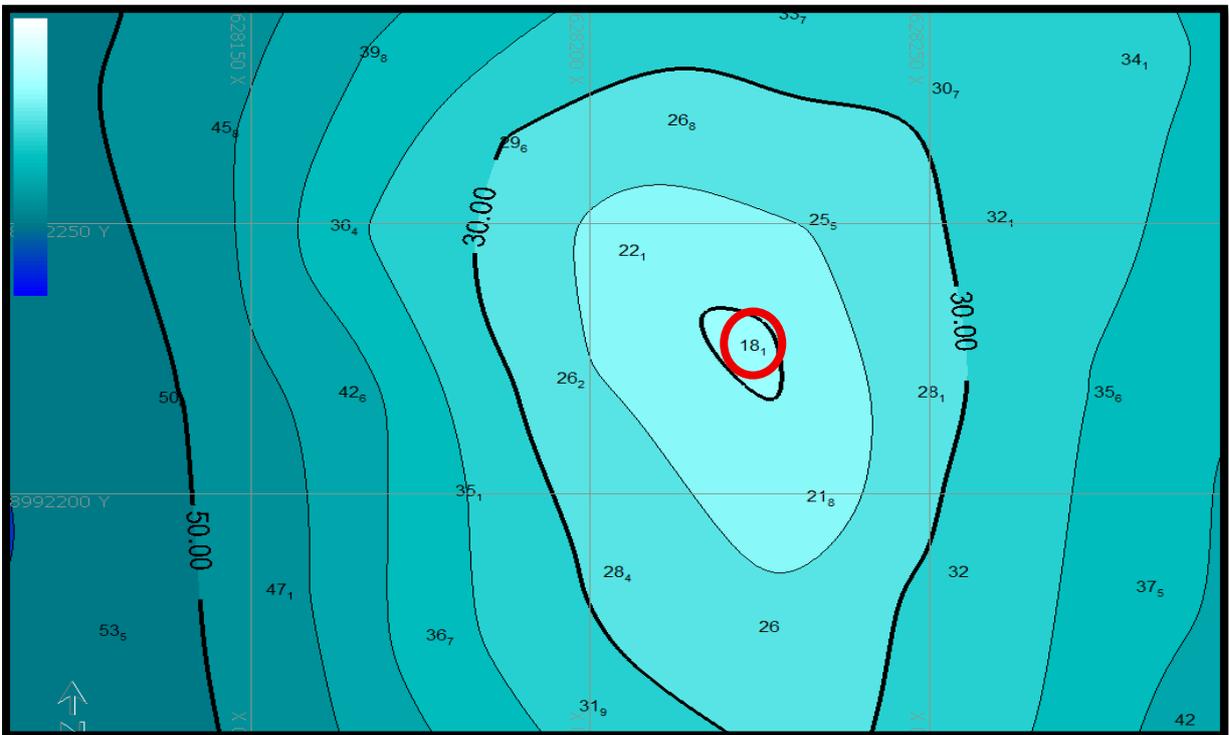


Figure 5.3 Area B with the least depth of 18.1m.

5.2 Processed Sounding data using TIN from Hypack

The Sounding data was processed and filtered using HYPACK Tools, applying a 25-meter radius to minimize the density of sounding within the survey area. This reduction helped optimize data management and visualization. The refined dataset was then imported into a Triangular Irregular Network (TIN) model to generate contour lines. These contours were subsequently exported as DXF files for further use. Below is the TIN model contouring for Area A and Area B.

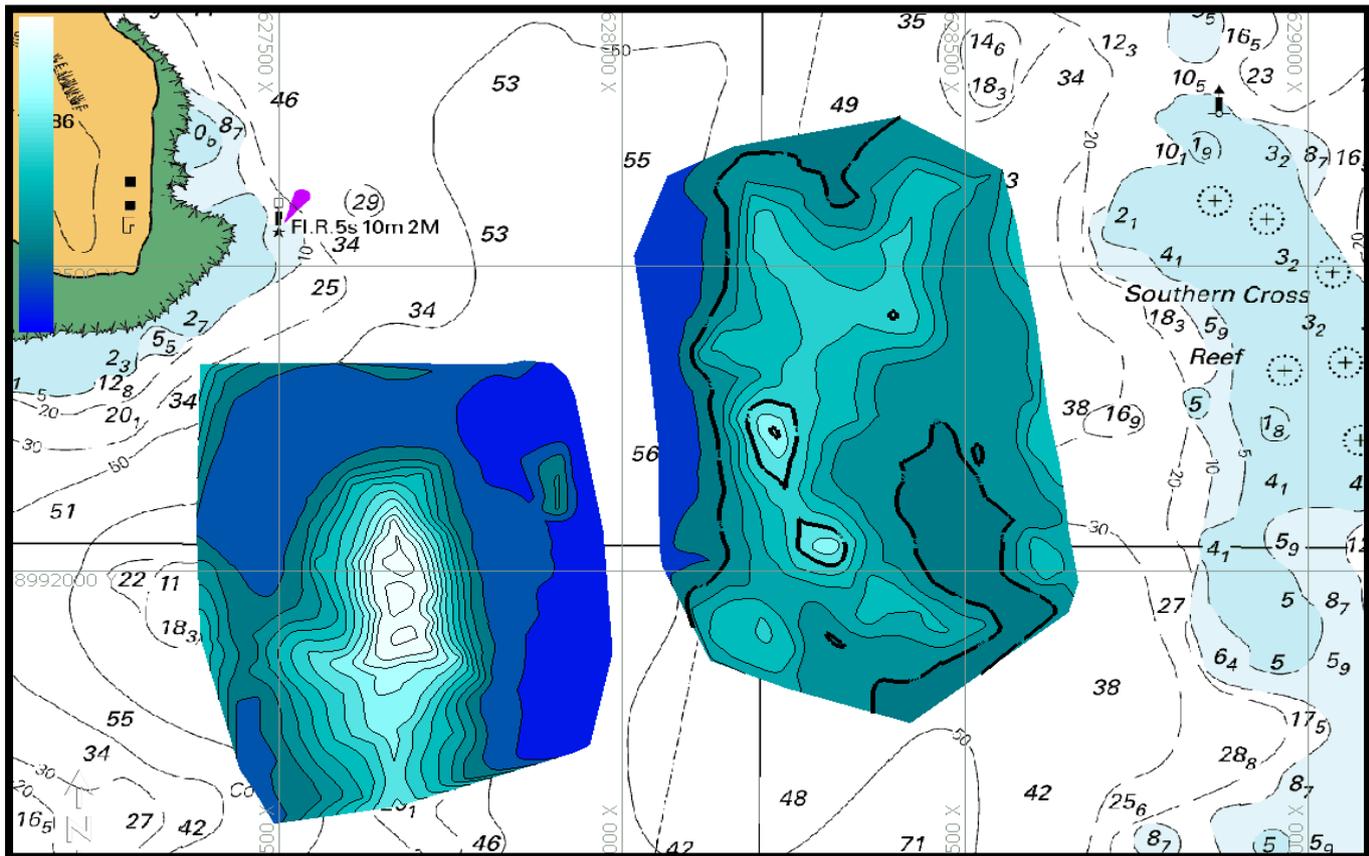
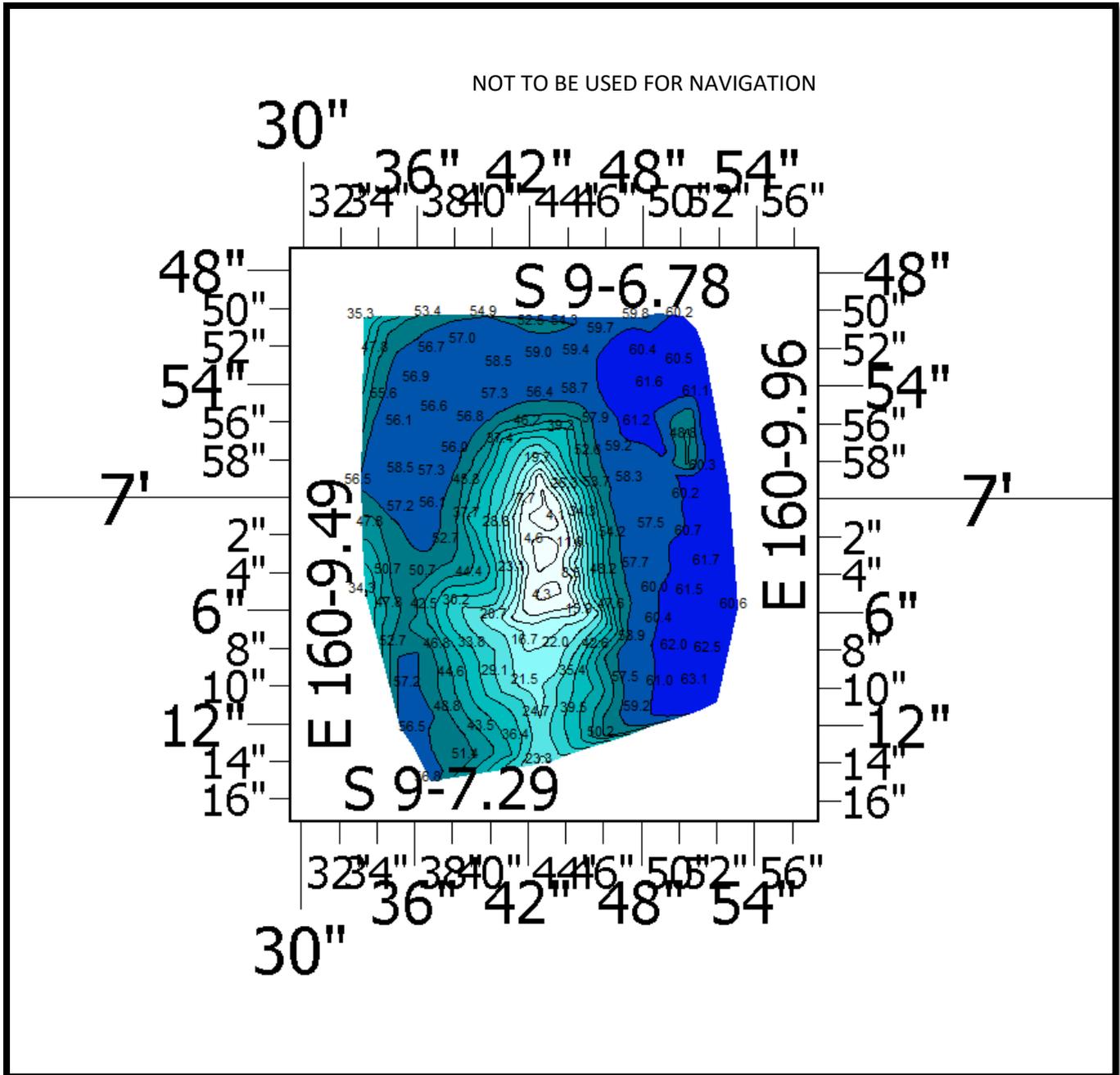


Figure 5.4 TIN Modelling on Area A and Area B

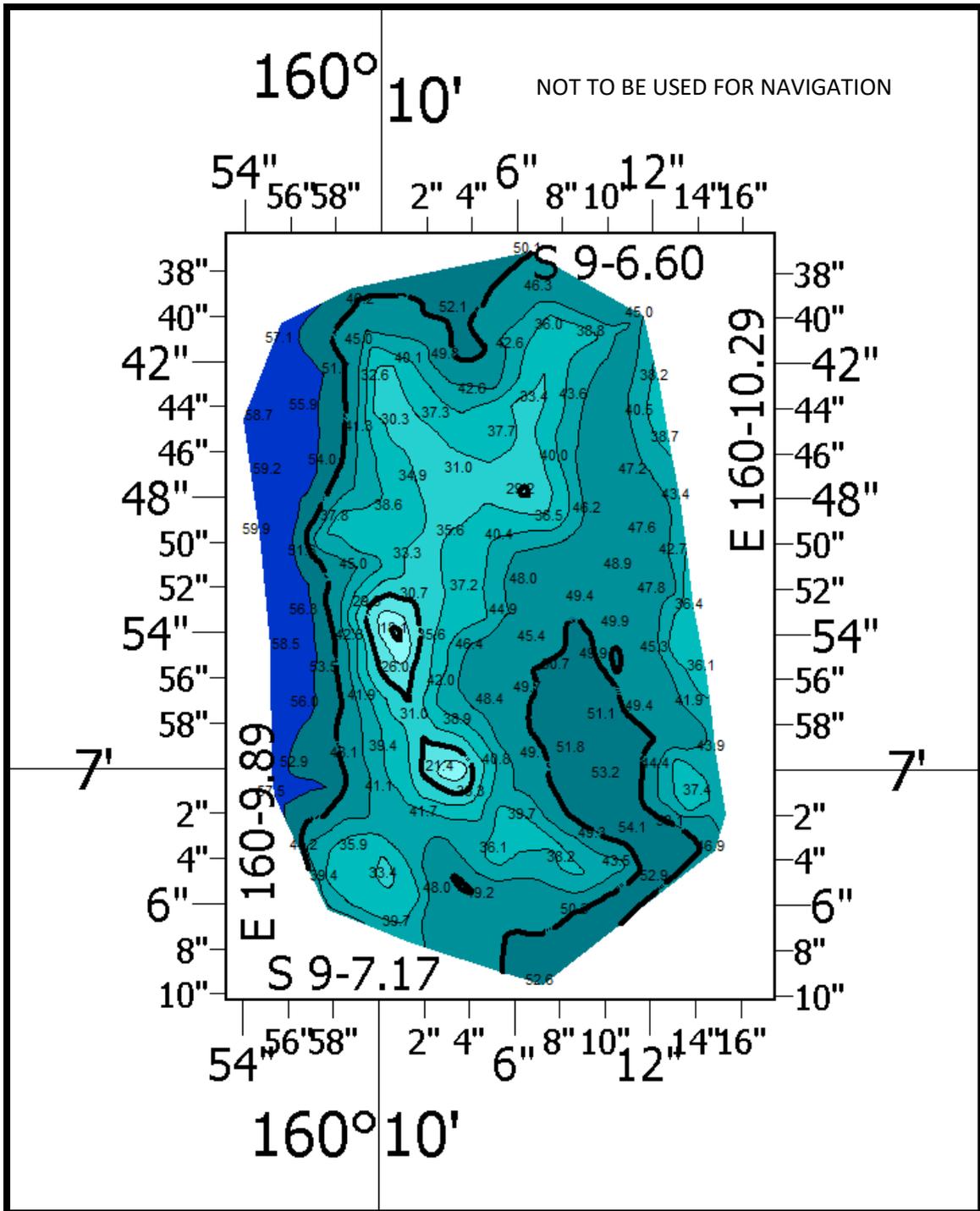
5.3 Smooth Sheets

The smooth Sheets are derived from HYPACK using the Final Product functions of HYPLIT.

➤ Area A Smooth Sheet



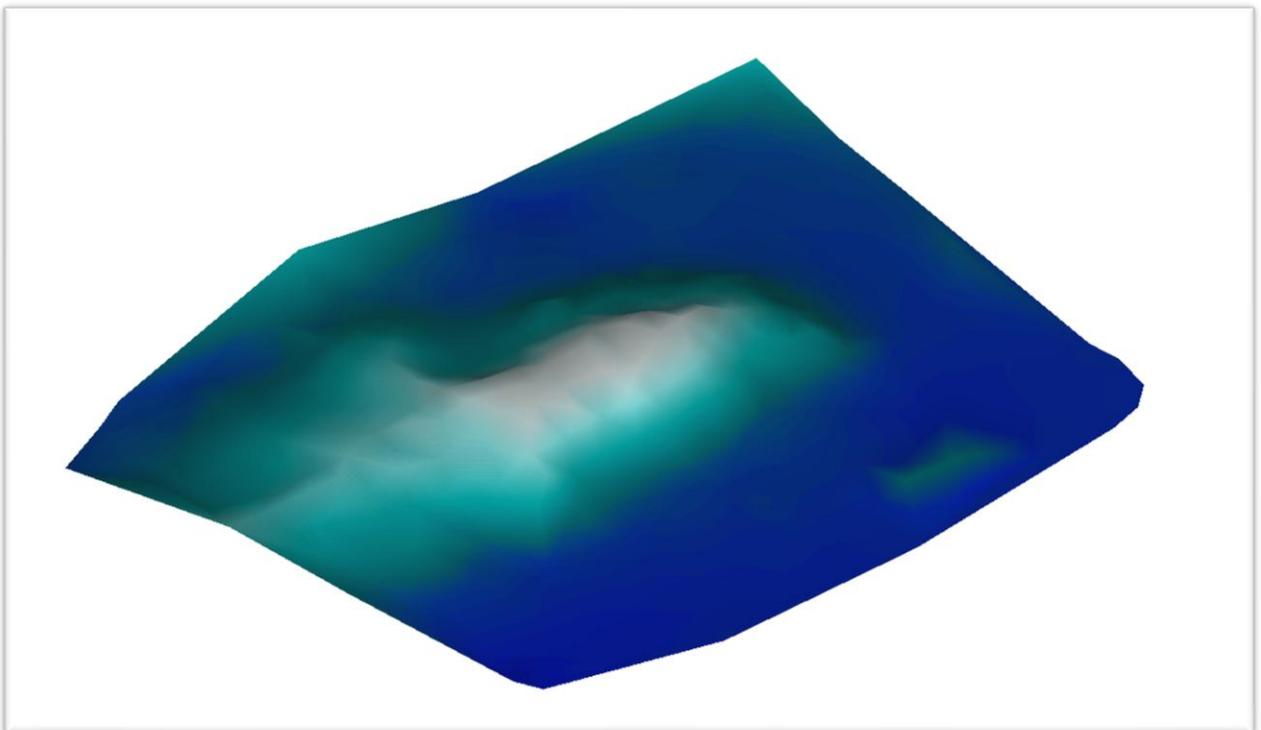
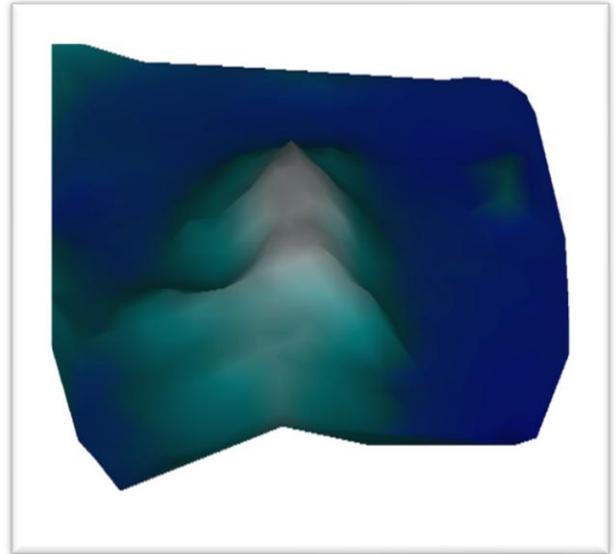
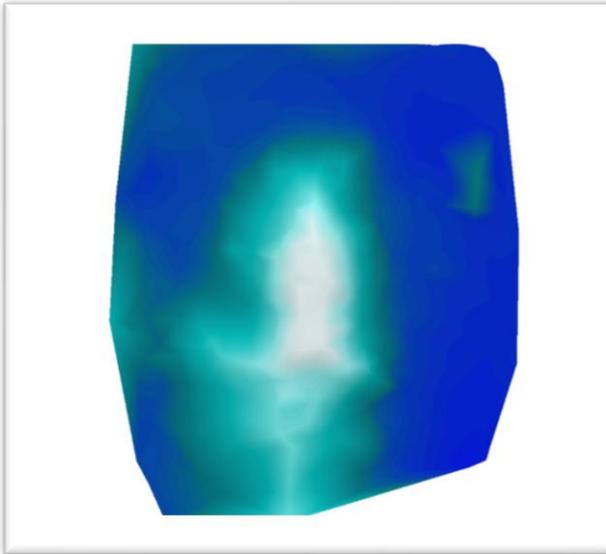
➤ Area B Smooth Sheet



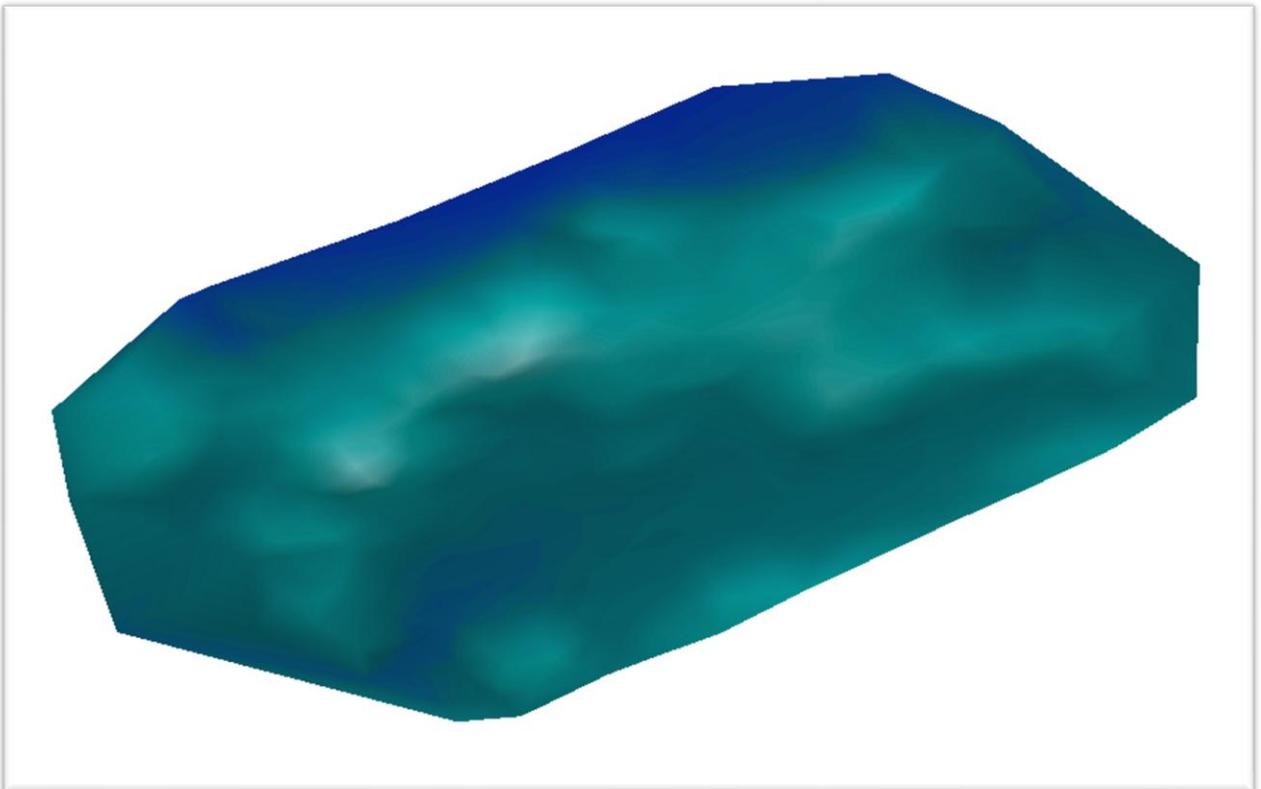
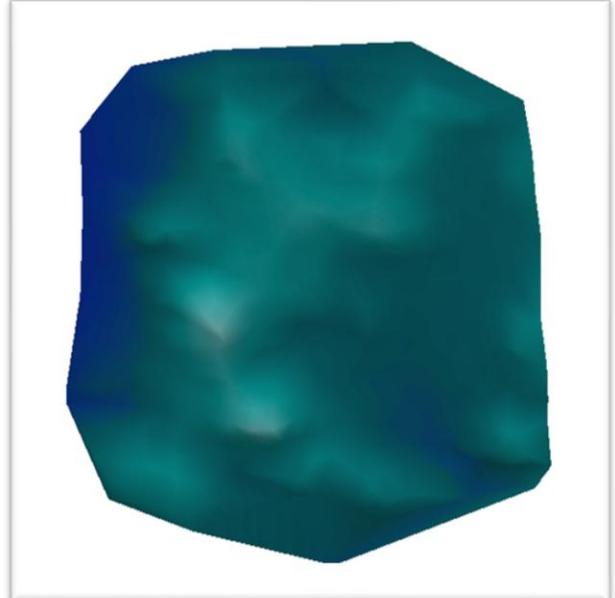
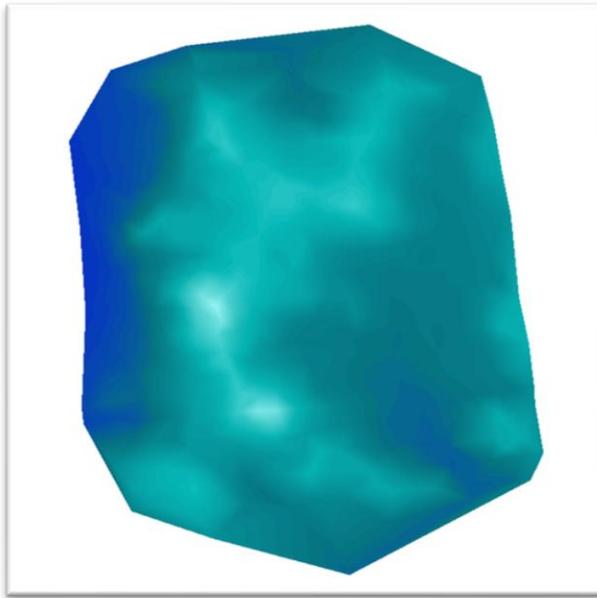
5.4 Three-Dimensional Images

The Three-dimensional Images are derived from the HYPACK, TIN Modelling.

- Three Dimensional (3D) Image for Area A



➤ Three Dimensional (3D) Image for Area B



6. Error Budget and Estimates

6.1 Uncertainties

The estimated uncertainties for the survey operation can be summaries as follows.

- ❖ Vertical Uncertainties
 - CEE Scope Transducer 200KHz 0.01 ± 1% of Depth
 - Tide Gauge 0.05m
 - Tides Modal Validity 0.2m
 - Draft Measurement Uncertainty 0.05m
 - Expected Heave 0.5m
 - Sound Velocity at average depth ±0.365m

- Total Vertical Uncertainty (TVU) value is 0.667m.

The Total Vertical Uncertainty (TVU) value represents the average vertical deviation in sounding depths combined influence of measurement noise, environment conditions, and system-related errors. It may also reflect instrumental drift, calibration inconsistencies, subtle seabed irregularities. And dynamic factors such as wave action or vessel motion.

		Points	Vertical Uncertainties	Average Square
		1	0.01	0.0001
		2	0.05	0.0025
		3	0.2	0.04
		4	0.05	0.0025
		5	0.5	0.25
		6	0.13	0.0169
		7	0.365	0.133225
	SUM		1.305	0.445225
	Square Root			0.667251827

Table 6.0 Calculated Value for Total Vertical Uncertainty

	Points	Depths @ cross Points	Depth Difference	Average Square
	1	57.2 - 56.9	0.3	0.09
	2	57.1 - 56.9	0.2	0.04
	3	39.2 - 39.1	0.1	0.01
	4	37.9 - 37.6	0.3	0.09
	5	51.3 - 51.2	0.1	0.01
	6	49.1 - 48.8	0.3	0.09
	7	49.3 - 49.0	0.3	0.09
	8	49.2 - 49.1	0.1	0.01
	9	49.5 - 49.4	0.1	0.01
	10	46.1 - 46.1	0.0	0
	11	50.5 - 50.4	0.1	0.01
	12	50.1 - 50.0	0.1	0.01
	13	50.2 - 50.1	0.1	0.01
	14	51.1 - 51.1	0.0	0
	15	45.3 - 45.2	0.1	0.01
	16	51.4 - 51.1	0.3	0.09
	17	45.2 - 45.2	0.0	0
	18	39.2 - 38.9	0.3	0.09
	19	43.7 - 43.5	0.2	0.04
	20	49.2 - 49.1	0.1	0.01
		SUM	3.1	0.71
		Average	0.155	
		Divide by N		0.0355
		Square Root		0.188414437

$$RMS = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_N^2}{N}}$$

Table 6.3: Root Mean Square (RMS) for Area B, calculated to justify the CEESCOPE error and variation of sea bottom topography

7. NOTES AND RECOMMENDATIONS

7.1 Notes

- The Tidal observation is done for two days, which does not reflect a lunar Month for proper data analysis for MSL and Sounding Datum.
- The area depths range from 5 to 60 meters, and the bottom seabed is of Coral and White Sand (in reference to Nautical chart SLB103).
- The weather is warm, humid and rainy year-round with average high temperatures between 30°C and 32°C and lows around 24°C. The wettest month is February, while April is the driest.
- The Smooth Sheets contained in this report is "NOT TO BE USED FOR NAVIGATION".

7.2 Recommendations

1. Navigating within this area will entirely be the responsibility of the master of any vessels entering and anchoring in the area using professional judgement, watch, and used of navigation tools and system and all available navigational information and equipment given the surrounding dangers.

8. Annexes

Annex 1: Location and Coordinates of RT710 Pressure Tide Gauge (TG).

Survey Mark Name: Tide Gauge (TG)	
Latitude	09° 06' 18.37' South
Longitude	160° 09' 09.59' East



Figure 1: RT710 Tide Gauge attached along the Tulagi Police Jetty Hut Post.

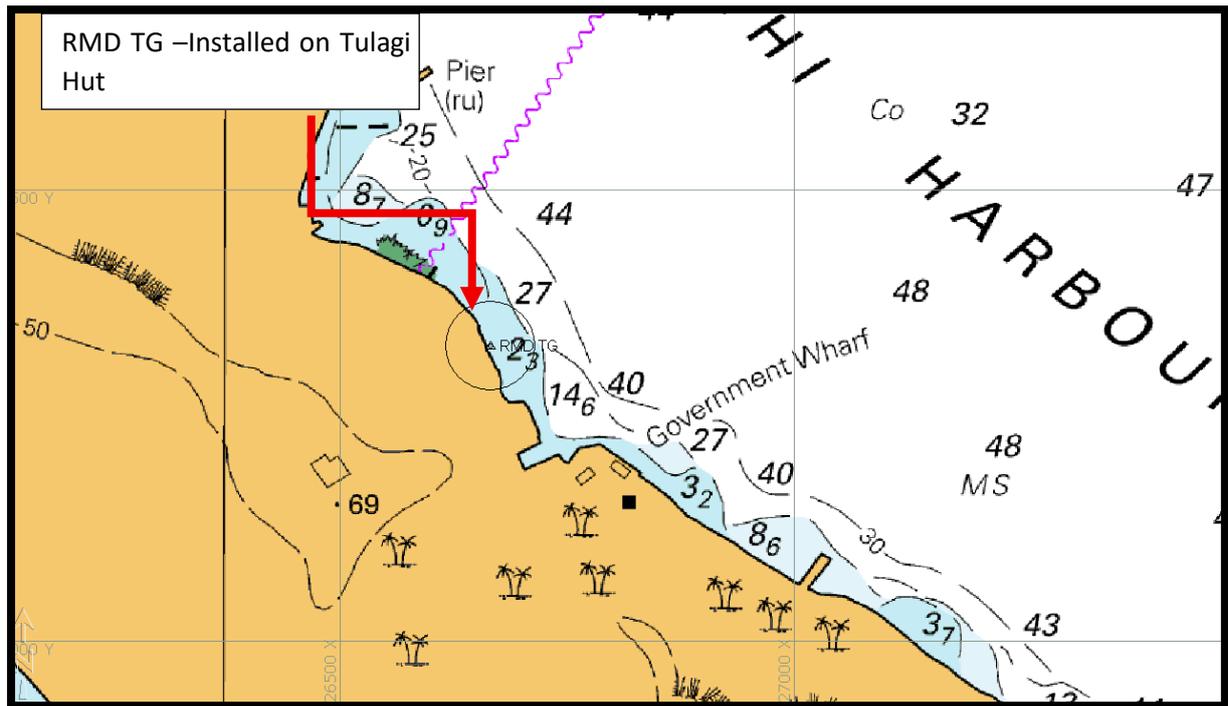


Figure 2: Site of the Tidal Station depicted from SLB 103

Annex 2: Report of Tidal Observation and Analysis

Report of Tide Observation at Tulagi (2-4 Oct. 2024)

03 March 2025

Arata SENGOKU, AAC

1. Purpose
For tide correction of sounding data obtained by hydrographic survey of Tulagi, tide observation was carried out at Tulagi port during the Mini Hydrographic Project (MHP) in the JICA Project.
2. Period
Tide gauge was installed in the morning of 2 Oct. 2024 and dismantled in the afternoon of 4 Oct. 2024. Tide observation data was taken in the following period.
11:09 2 Oct. 2024 – 13:48 4 Oct. 2024 (Solomon time).
3. Location
A jetty next to the police jetty at Tulagi.
4. Equipment
RT710 procured in the Project.
The RT710 sensor was set at the bottom of PVC pipe. The sensor was naturally put on the packing tape attached to the bottom of the pipe.

5. Tide staff reading

A tape measure was attached to the side of the PVC pipe. The lower end of the measure was 0.65m above the bottom of the pipe.

The tide level was read by the tape measure by eye every 5 minutes for 6 hours on 4 Oct. (07:45-13:45, Solomon time). Comparison between RT710 and tide staff reading shows good correlation with standard deviation of 0.011m.

Average of [RT710 – (tide staff)] shows vertical distance between tide gauge sensor and the lower end of the tape measure, which is 0.61m.

$$(\text{zero of tape}) - (\text{zero of gauge}) = 0.61\text{m.} \quad (1)$$

Figure 1 shows the tide data by RT710 (blue) and tide staff reading (orange).

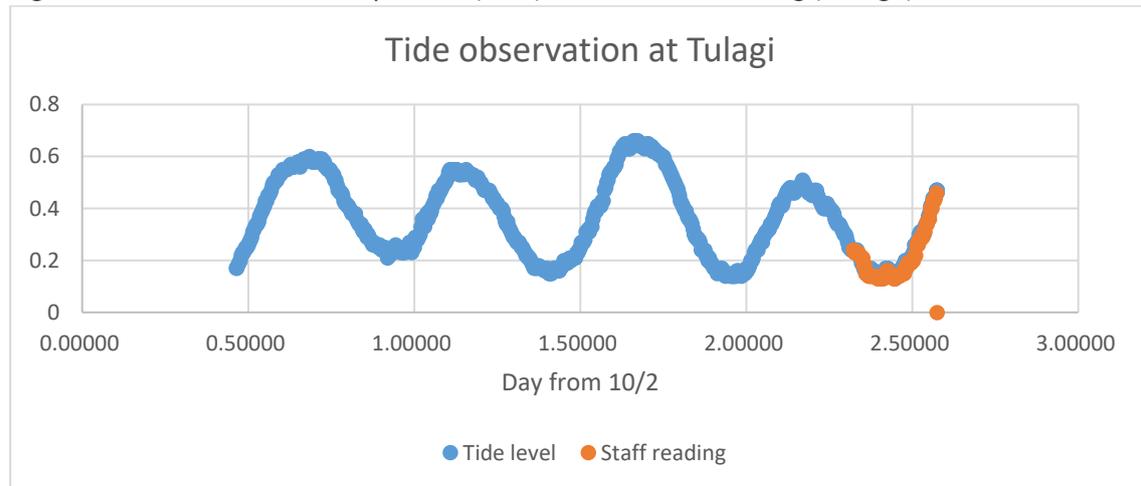


Figure 1. Tide observation at Tulagi by RT710 and tide staff reading. The vertical and horizontal axes stand for the tide level in meter and time of day from 2 Oct. 2024, respectively. Blue and red dots represent tide level by RT710 and staff reading, respectively. The vertical values are biased to bring the two curves closer together.

6. Temporary Chart Datum (TCD)

Temporary Chart Datum (TCD) was determined as follows.

Below is the comparison between RT710 and tide table (Solomon Islands National Tide Tables 2024, p.52) in low/high tide of Tulagi. Please note that the time of low/high tide by RT710 is when the RT710 tide is the lowest/highest. Comparison for two-day tide data, we find that the average difference between RT710 and tide table is 0.85m, which means that the chart datum of tide table be higher than the zero of gauge by 0.85m at Tulagi. Though this is just a two-day comparison, it should be reasonable to assume as follows,

$$\text{TCD} - (\text{zero of gauge}) = 0.85\text{m} \quad (2)$$

Table 1 Comparison of low/high tide level by tide gauge (RT710) and tide table (Solomon standard time). Unit of tide level is meter.

	RT710		Tide Table		RT710-TT
	Time	Low/High	Time	Low/High	
2 Oct.	16:25	1.6	16:56	0.7	0.9
	23:20	1.23	22:19	0.4	0.83
3 Oct.	3:45	1.55	4:22	0.7	0.85
	9:50	1.15	10:10	0.3	0.85
	16:00	1.66	17:12	0.8	0.86
	23:00	1.14	22:51	0.4	0.74
4 Oct.	4:05	1.51	5:00	0.6	0.91
	10:45	1.13	10:18	0.3	0.83
			average		0.84625

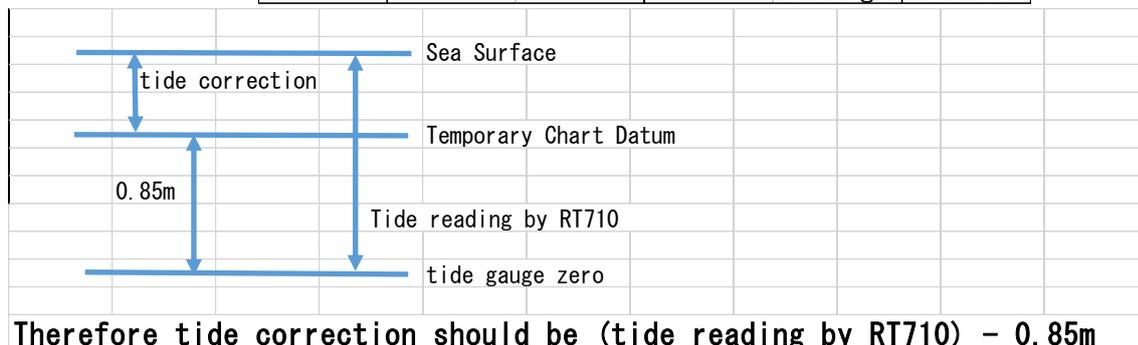


Figure 3. The tide level diagram. Vertical positional relationship of each datum is shown.

7. Mean Sea Level

Mean Sea Level (MSL) estimated from two-day RT710 tide data is 1.37m.

$$\text{MSL (2-4 Oct 2024)} = 1.37\text{m} \quad (3)$$

According to Australian Tide Table (Australian National Tide Tables 2016, p.344), z0 of Mbungana Island which is the closest port to Tulagi is 0.51m.

$$\text{Z0 (Mbungana Island)} = 0.51\text{m} \quad (4)$$

MSL is estimated by using the formula below.

$$\text{MSL} = \text{CD} + \text{Z0} \quad (5)$$

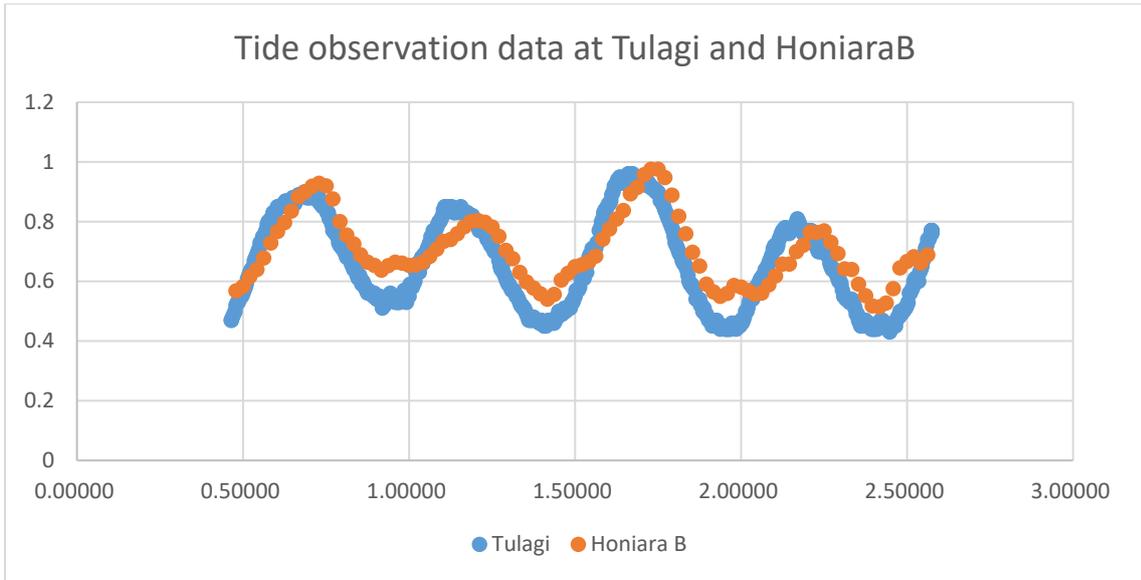
Using (2), (4) and (5),

$$\text{MSL} = 1.36\text{m}, \quad (6)$$

(6) corresponds well with (3).

(Reference)

Below is the comparison between Tulagi RT710 tide data and tide data obtained at permanent tide station in Honiara (Honiara B). Tidal curves look similar but we see significant differences between the two in tidal range and time of low/high tide.



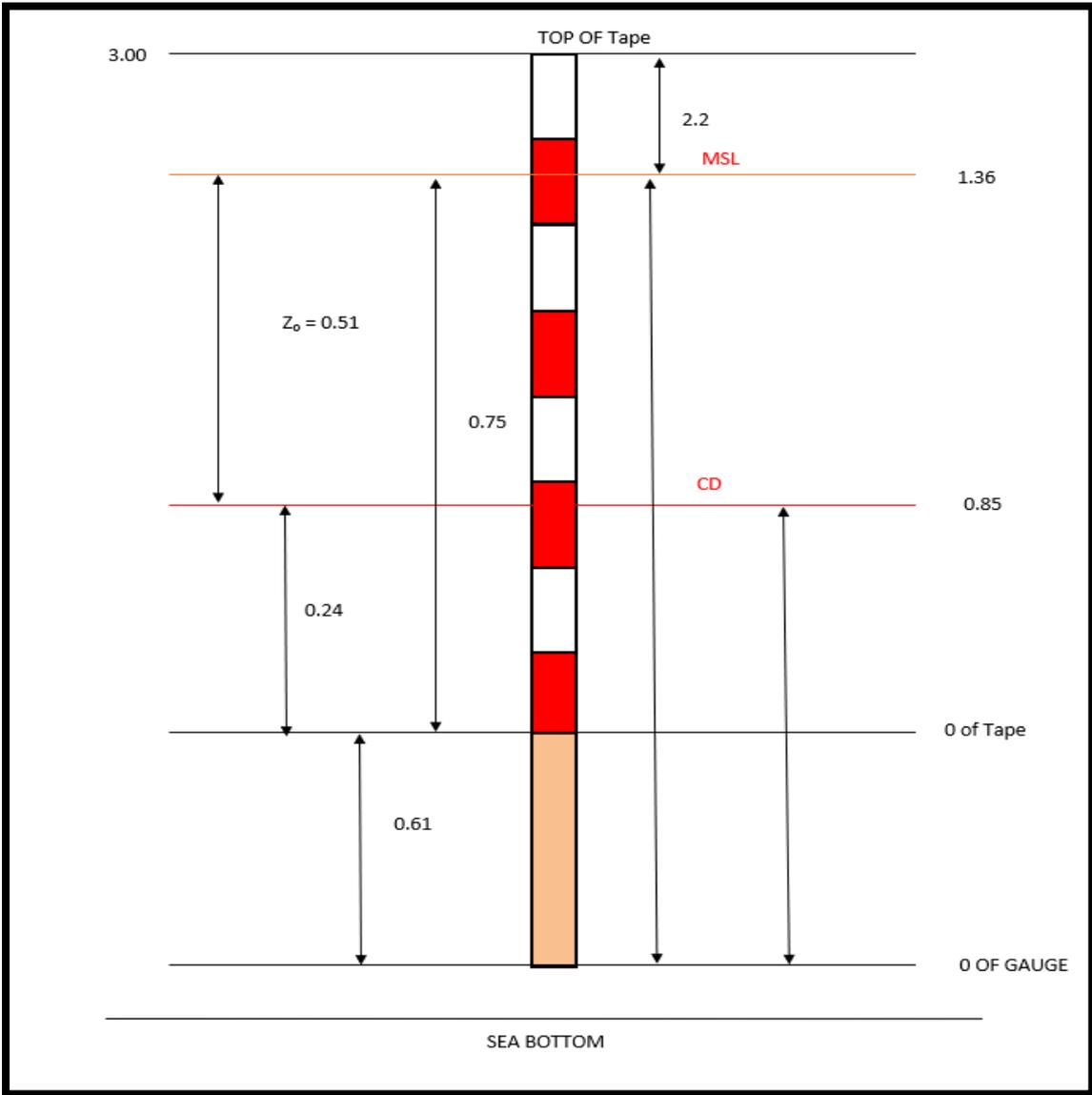
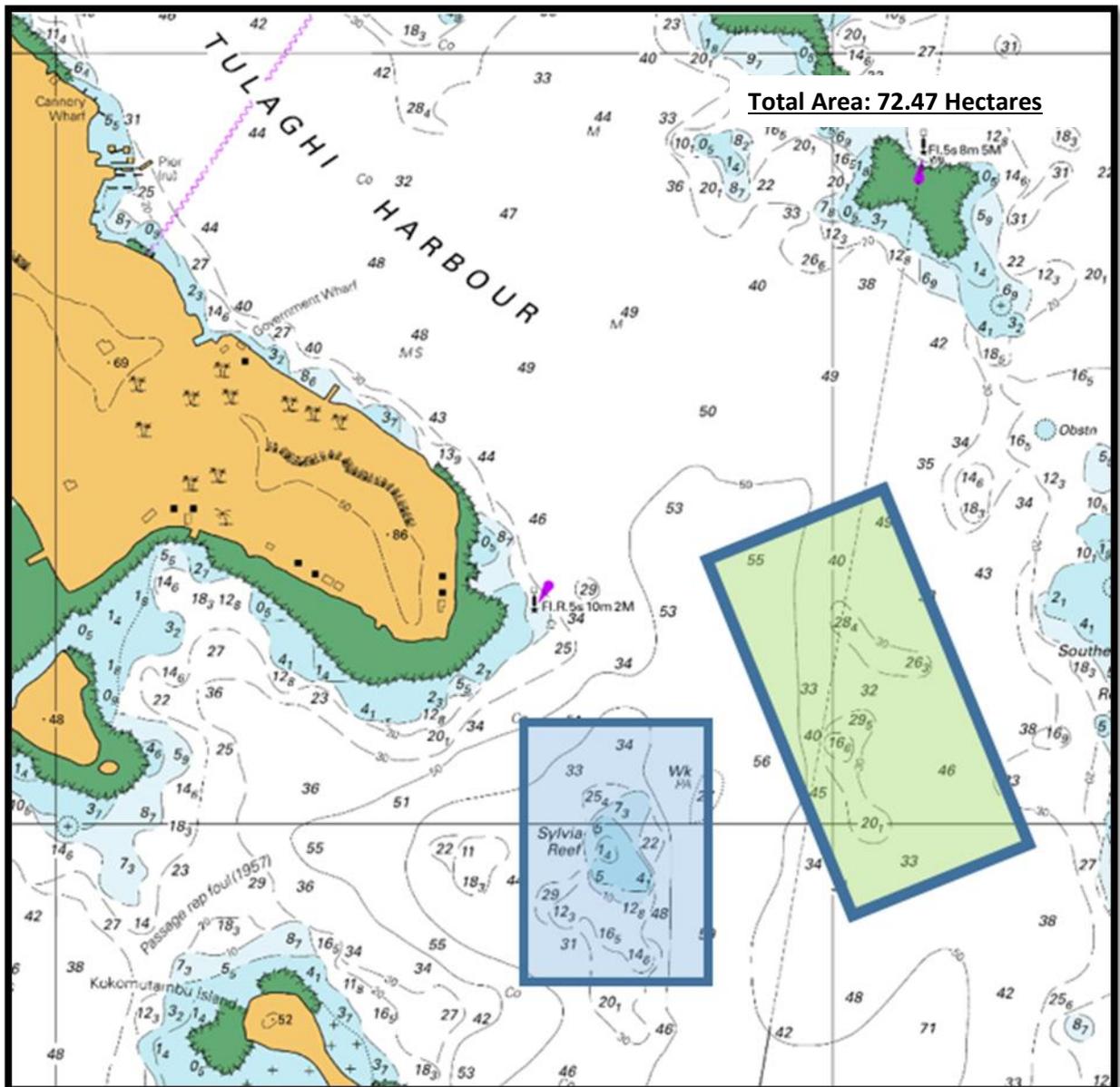
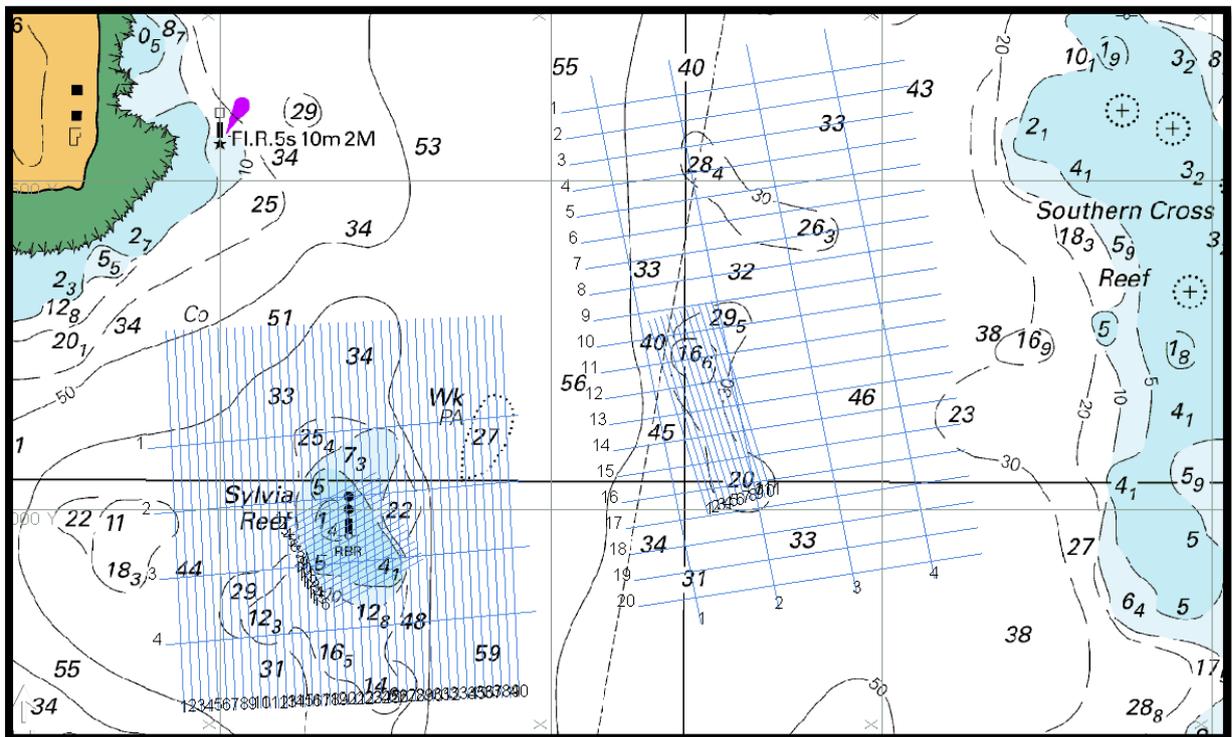


Figure 4. The Relationship between the Tide Staff, Mean Sea Level (MSL) and Temporary Chart Datum (CD)

Annex 3: Tulagi Hydrographic Survey Area



Annex 4: Planned Lines



❖ Survey Sheet 1 Day 1 October 3rd, 2024

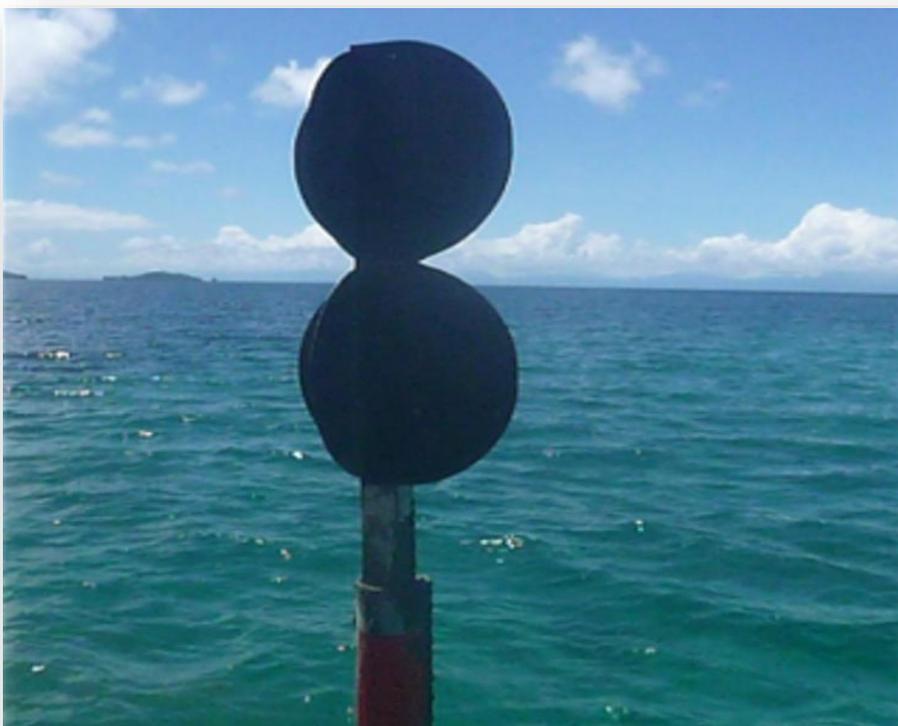
Annex 5: Positions and Coordinates of Sylvia Reef Beacon

Beacon Name: Tulagi Beacon 1

Latitude 09° 07' 02.46" South

Longitude 160° 12' 34.08" East

Description: *Isolated Danger Mark (RBR), currently damaged and erased.*



Annex 6: Appraisal Report from AHO

OFFICIAL



The purpose of this form is to record decisions and assumptions made during the bathymetric appraisal process and to ensure that mandatory attributes are assigned

Survey Title	Tulagi Harbour Entrance Survey 2024		
Locality	Tulagi (SI)	Source	Solomon Islands Maritime Authority (SIMA)
MediaFlux ASID	57180390	Jira WMS	WMS-78110
Objective ID	BN100520536		

Purpose of Survey
SIMA and JICA conducted a hydrographic survey for familiarisation with survey equipment and to transfer technical experience to SIMA personnel

Coverage image (soundings overlaid over Chart/ENC):

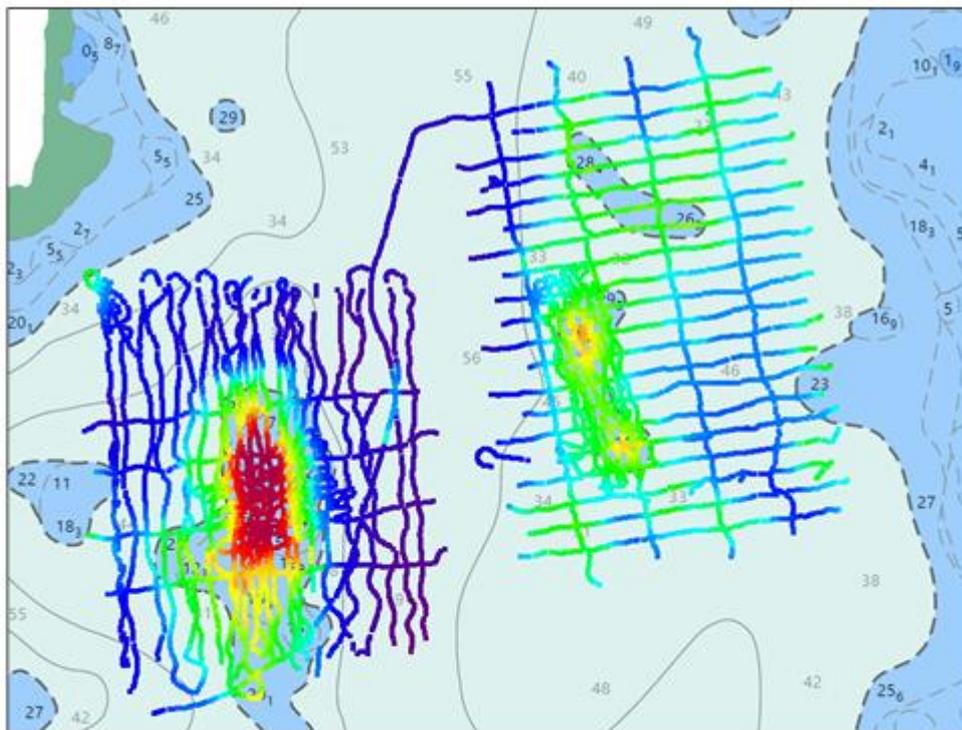


Figure 1: Tulagi Harbour Entrance Survey 2025

HORIZONTAL CONTROL	
Positioning provided by:	
System: CEE GPS	
Corrections: Fugro Marinestar	
Horizontal Datum	
Horizontal control referred to: EPSG:32757	
Datum: WGS84	
Ellipsoid: WGS84	
Projection: UTM Zone 57	
Positioning System Validation	
SIC stated on the Survey Summary that positioning system was validated	
Horizontal Uncertainty Calculation	
<u>Not Provided</u>	Horizontal uncertainty calculations were not provided. SIC stated THU value (of) <i>Unknown</i>
Accepted Horizontal Accuracy	
<i>±5.00m</i>	The THU has been assigned based on the lack of supporting information regarding equipment used and uncertainty calculations
Horizontal accuracy has been assessed as satisfying ZOC A1	

VERTICAL CONTROL	
Vertical measurements provided by:	
System: CEE Hydrosystem CEESCOPE SBES	Frequency 200kHz
Motion Unit: N/A	
Vertical Datum	
<u>LAT (Secondary Port)</u>	Soundings reduced to Tulaghi Chart Datum based on two days of tidal observations at the Port, which stated sounding datum to lie 0.510m below MSL. Based on Objective Document (AA624502) BM Connections to Datum – Tulaghi Harbour, Port Number (#56730), Tulaghi Harbour LAT is defined as 0.560m below MSL. Soundings assessed as representing AHO Chart Datum, as vertical datum connection iaw AHO records (VDD/TIS).
Soundings Reduction Method	
<u>Tided</u>	Soundings reduced to datum using Observed Tides
Vertical Uncertainty Calculation	
<u>Not Provided</u>	Vertical uncertainty calculations were not provided. SIC stated TVU value of Unknown
Accepted Vertical Accuracy	
<u>±1.00m + 2%<i>d</i></u>	The TVU has been assigned based on the lack of supporting information regarding equipment used and uncertainty calculations
	Vertical accuracy has been assessed as satisfying ZOC B



SEAFLOOR COVERAGE	
<u>Undetected hazards may exist</u>	Seafloor coverage reported: ≤100% Full area search not achieved; Uncharted features, hazardous to surface navigation are not expected but may exist Seafloor coverage has been assessed as satisfying ZOC B
SURVEY CHARACTERISTICS	
<u>Controlled Survey Processed Data Singlebeam Echosounder</u>	Controlled, systematic survey, high position and depth accuracy achieved using unknown positioning system receiving corrections from Fugro Marinestar and CEE Hydrosystem SBES (200kHz)
	Survey characteristics has been assessed as satisfying ZOC A1
TEMPORAL VARIATION	
<u>likely to change but significant shoaling unlikely</u>	Surface temporal variation has been assessed as likely to change but significant shoaling unlikely
SIGNIFICANT BATHYMETRIC FEATURES	
<u>Reported</u>	SIC stated that no shoals or dangers were detected
SUPPORTING DOCUMENTATION & COMMENTS	
<u>AH68a ASCII(s) Others Additional comments</u>	Standard information regarding the survey 5m resolution Tide observations Sounding datum details "Report of <i>Tide Observation in Tulagi.docx</i> "



LINEAGE	
Source File(s)	<i>TulagiMHP.xyz</i>
Resolution	5m
Open or Import Source	Required
Method	Import ASCII (SDTP) into CARIS BASE Editor - source CRS (pc)
Output File(s)	<i>ASID57180390_wgs84z57_pc</i>
Data Cleaning	Required
Method	Data cleaning in CARIS Subset Editor
Input Point File(s)	<i>ASID57180390_wgs84z57_pc</i>
Action Taken	Soundings rejected - isolated cells around perimeter
Output Point File(s)	<i>ASID57180390_wgs84z57_pc</i>
Bathymetric Coverage	Required
Gridding Method	Import CSAR (SDTP) into CARIS BASE Editor - warp on import (grid)
Output CSAR surface(s)	N/A
Horizontal Transformation	Required
Interpolation Method	N/A
Output CSAR surface(s) - WGS84 World Mercator	<i>ASID57180390_wg84</i>
Vertical Shift to Chart Datum	Not required
Tide Polygon	N/A
Reference Model	N/A
Difference Surface	N/A
Range of Shift	N/A
Output CSAR surface(s) - ALAT	N/A
Final CSAR Surface(s)	Single
Final Surface(s) Resolution	1m
Final Surface(s)	<i>ASID57180390_wg84_alat_B_Final</i>

ADDITIONAL ACTIONS & COMMENTS
<p>Incomplete or inconsistent information provided within Survey Summary: TVU: request for statement of TVU, bar check analysis, lead line measurement, observations over an existing BM, Hypack crosscheck analysis THU: request for statement of THU, observations over an existing BM, Hypack crosscheck analysis, comparison with known structures (wharves, navigation marks) Sound velocity: measured in the field or calculated, stated 1600m/s may be incorrect -Hypack settings: screenshots of geodesy and each individual hardware parameters Equipment: equipment listed on appraisal form assumed correct from information within *.EDT files in Source Folder, confirm make/model of equipment used, position correction system</p>

FURTHER ACTION REQUIRED
No further action has been identified

ZOC Decisions Summary

ZOC ATTRIBUTES	ZOC	COMMENT
Horizontal accuracy:	A1	Position provided by CEE GPS receiving corrections from Fugro Marinestar
Vertical accuracy:	B	Survey conducted using CEE Hydrosystem CEESCOPE SBES (200kHz). Soundings reduced to datum using Observed Tides
Seafloor coverage:	B	Full area search not achieved; Uncharted features, hazardous to surface navigation are not expected but may exist
Survey characteristics:	A1	Controlled, systematic survey, high position and depth accuracy achieved using CEE GPS receiving corrections from Fugro Marinestar and CEE Hydrosystem SBES (200kHz)
	Survey Standard	N/A

Overall ZOC diagram for survey:

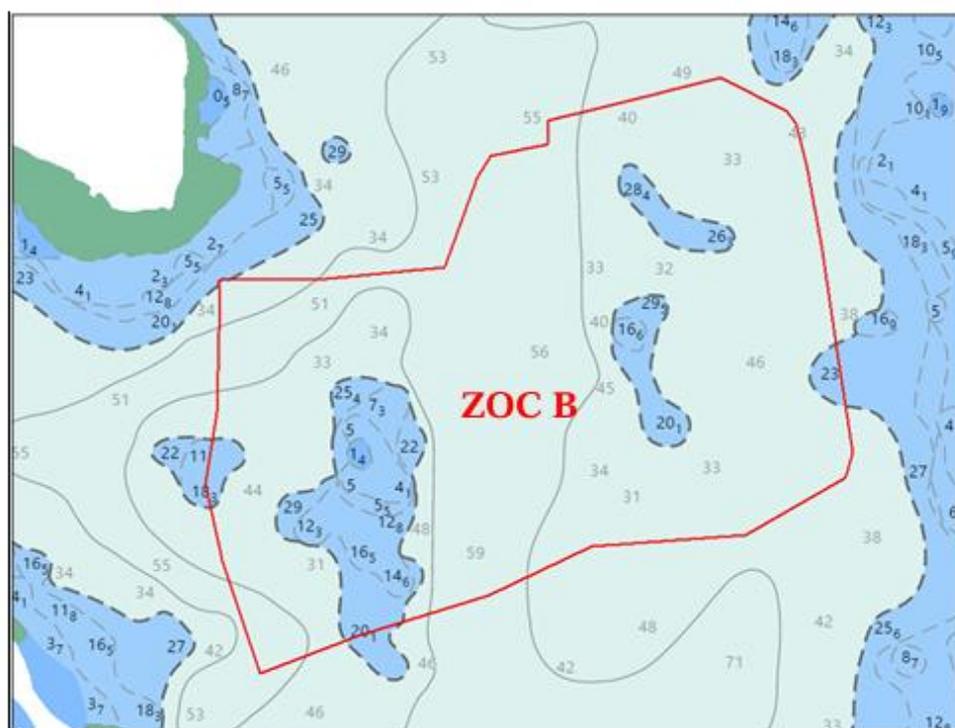


Figure 2: Zone of Confidence Diagram

SURFAC ZOC B

Note: One table for each surface produced for each ZOC value allocated to the survey. Attributes in Green are mandatory for BDB deconfliction rules. Attributes are defined in SPEC_05_55_AA792719

Attribute	Item/Description	Value
cntrct	Name of Contractor	
depthv	Depth Classification	B
dsstat	Dataset State	Validated
feadet	Feature Detection System	CEE Hydrosystem CEESCOPE SBES (200kHz)
horpos	Horizontal Positioning & Correction Method	CEE GPS receiving corrections from Fugro Marinestar
positn	Position Classification	A1
seacov	Seafloor Coverage	No
surcha	Survey Characteristics	A1
surchg	Surveyor in Charge	Daniel Malesi Mani (IHO Cat B)
surtle	Survey Title	Tulagi Harbour Entrance Survey 2024
suunit	Survey Unit	Non-RAN
swathe	Swathe System	No
swpsys	Sweep System	No
tmpvar	Seafloor Temporal Variation	likely to change but significant shoaling unlikely
verpos	Vertical Positioning Method	Soundings reduced to datum using Observed Tides
zocprt	ZOC Certifier/Approver	Luis Carreño (VAO)
zocdat	Date ZOC Certified	20250417
dislim	Dissemination Limiting Marker	NONE - no restrictions on data release
zocom	ZOC Compiler	Lino Filho (CPHS2)
seccls	Security Classification	UNCLASSIFIED
CATZOC	Category of Overall Zone of Confidence in Data	B
SOUACC	Accepted Sounding Accuracy	±1.00m + 2%d
SURATH	Survey Authority	Solomon Islands Maritime Authority (SIMA)
SUREND	Survey End Date	20241004
SURSTA	Survey Start Date	20241002
TECSOU	Technique of Sounding Measurement	found by echo-sounder
POSACC	Accepted Positional Accuracy	±5.00m
vcosys	Vertical Coordinate System	LAT depth (system field not editable)



Australian Government
 Department of Defence
 Defence Intelligence Group

OFFICIAL



INFORM	Information	Controlled, systematic survey, high position and depth accuracy achieved using CEE GPS receiving corrections from Fugro Marinestar and CEE Hydrosystem CEESCOPE SBES (200kHz)
OBJNAM	Object Name of Final CSAR	ASID57180390_wg84_alat_B_Final

Annex 7: Hydrographic Survey Log Sheet

HYDROGRAPHIC SURVEY LOG SHEET		Survey #: 1	Sheet # 1 of 2	Date: 03 - Oct - 24
Project Details: Maringe Lagoon				
Tulagi MHP Survey				
Fathometer Frequency		Survey Crew Ron Males Perry John Aileen		
Draft of Fathometer		Survey Vessel SMB SeaLark		
GPS Mode CEE GPS		Sea State		
GPS Latency		Avg. Speed of Sound 1600		
Vessel Squat				
Project Bench Mark				
Bench Mark Elev and Datum				
Bench Mark LAT/Y				
Bench Mark LONG/X				
Horizontal Datum				
Vertical Datum MSL				
MLLW-NAVD88 Relationship				

Ln Nam	Start Time	End Time	Tide Cor	Speed	Line Az	File Name	Remarks
2	10:30:15	10:31:47	0.00	5.08	81.20	0002_1029.RAW	
1	10:35:30	10:46:42	0.00	4.62	81.20	0001_1035.RAW	
2	10:47:20	10:51:07	0.00	5.24	261.20	0002_1047.RAW	
3	10:52:04	10:56:15	0.00	4.73	81.20	0003_1052.RAW	
4	10:56:49	11:00:29	0.00	4.40	261.20	0004_1056.RAW	
5	11:01:31	11:05:38	0.00	4.40	81.20	0005_1101.RAW	
6	11:06:15	11:09:54	0.00	4.83	261.20	0006_1106.RAW	
7	11:10:42	11:14:57	0.00	4.87	81.20	0007_1110.RAW	
8	11:15:32	11:19:13	0.00	4.92	261.20	0008_1115.RAW	
9	11:20:10	11:24:24	0.00	4.88	81.20	0009_1120.RAW	
10	11:25:02	11:28:32	0.00	4.61	261.20	0010_1125.RAW	
11	11:29:21	11:33:31	0.00	4.11	81.20	0011_1129.RAW	
12	11:34:04	11:37:42	0.00	4.58	261.20	0012_1134.RAW	
13	11:38:27	11:42:44	0.00	4.61	81.20	0013_1138.RAW	
14	11:43:12	11:46:51	0.00	5.38	261.20	0014_1143.RAW	
15	11:47:50	11:52:06	0.00	4.73	81.20	0015_1147.RAW	
16	11:52:36	11:55:55	0.00	4.19	261.20	0016_1152.RAW	
16	11:56:27	11:57:52	0.00	3.81	81.20	0016_1156.RAW	
16	11:57:52	12:01:46	0.00	4.16	81.20	0016_1157.RAW	
17	12:02:09	12:05:34	0.00	5.33	261.20	0017_1202.RAW	
18	12:06:22	12:10:25	0.00	4.37	81.20	0018_1206.RAW	
19	12:10:52	12:14:03	0.00	5.79	261.20	0019_1210.RAW	
20	12:14:47	12:18:39	0.00	4.92	81.20	0020_1214.RAW	
1	12:27:02	12:27:30	0.00	4.44	342.96	0001_1227.RAW	
1	12:28:31	12:34:26	0.00	4.60	348.72	0001_1228.RAW	
2	12:35:49	12:42:29	0.00	4.84	168.72	0002_1235.RAW	
3	12:43:57	12:49:48	0.00	4.97	348.72	0003_1243.RAW	
4	12:51:09	12:57:41	0.00	5.43	168.72	0004_1251.RAW	
1	13:03:23	13:06:53	0.00	4.22	342.96	0001_1303.RAW	
2	13:06:53	13:10:34	0.00	4.28	162.96	0002_1306.RAW	
3	13:10:34	13:13:35	0.00	4.71	342.96	0003_1310.RAW	
4	13:13:36	13:17:03	0.00	2.74	162.96	0004_1313.RAW	

Ln Nam	Start Time	End Time	Tide Cor	Speed	Line Az	File Name	Remarks
5	13:17:04	13:20:18	0.00	3.92	342.96	0005_1317.RAW	
6	13:20:18	13:24:14	0.00	4.00	162.96	0006_1320.RAW	
7	13:24:15	13:27:47	0.00	3.52	342.96	0007_1324.RAW	
8	13:27:48	13:32:14	0.00	2.22	162.96	0008_1327.RAW	
9	13:32:14	13:35:33	0.00	3.52	342.96	0009_1332.RAW	
10	13:35:33	13:40:38	0.00	3.28	162.96	0010_1335.RAW	
11	13:42:02	13:44:30	0.00	4.55	342.96	0011_1342.RAW	

❖ Survey Sheet 2 Day 2 October 4th 2024

HYDROGRAPHIC SURVEY LOG SHEET		Survey #: 2	Sheet # 2 of 2	Date: 04 - Oct - 24
Project Details: MHP				
Fathometer Frequency		Survey Crew Ron Males Perry John Aileen		
Draft of Fathometer		Survey Vessel SMB SeaLark		
GPS Mode CEE GPS		Sea State		
GPS Latency		Avg. Speed of Sound 1600		
Vessel Squat				
Project Bench Mark				
Bench Mark Elev and Datum				
Bench Mark LAT/Y				
Bench Mark LONG/X				
Horizontal Datum				
Vertical Datum MSL				
MLLW-NAVD88 Relationship				

Ln Nam	Start Time	End Time	Tide Cor	Speed	Line Az	File Name	Remarks
21	09:43:44	09:44:24	0.00	5.84	357.30	0021_0943.RAW	
1	09:48:08	09:51:38	0.00	5.36	357.30	0001_0948.RAW	
2	09:51:38	09:52:19	0.00	5.55	177.30	0002_0951.RAW	
3	09:52:23	09:56:38	0.00	5.67	177.30	0003_0952.RAW	
4	09:56:38	09:57:03	0.00	5.35	357.30	0004_0956.RAW	
5	09:58:53	10:02:44	0.00	5.63	357.30	0005_0958.RAW	
6	10:02:44	10:02:56	0.00	5.80	177.30	0006_1002.RAW	
7	10:03:02	10:07:53	0.00	4.89	177.30	0007_1003.RAW	
8	10:07:54	10:07:55	0.00	5.26	357.30	0008_1007.RAW	
9	10:07:56	10:13:31	0.00	5.16	357.30	0009_1007.RAW	
10	10:13:31	10:13:46	0.00	4.32	177.30	0010_1013.RAW	
11	10:13:50	10:18:45	0.00	5.04	177.30	0011_1013.RAW	
12	10:18:46	10:18:55	0.00	5.02	357.30	0012_1018.RAW	
13	10:20:02	10:24:26	0.00	5.64	357.30	0013_1020.RAW	
14	10:24:26	10:24:37	0.00	5.38	177.30	0014_1024.RAW	
15	10:24:43	10:29:57	0.00	4.98	177.30	0015_1024.RAW	
16	10:29:57	10:35:44	0.00	5.19	357.30	0016_1029.RAW	
26	10:37:15	10:41:50	0.00	4.62	177.30	0026_1037.RAW	
27	10:41:51	10:42:15	0.00	5.10	357.30	0027_1041.RAW	
28	10:43:05	10:47:27	0.00	5.27	357.30	0028_1043.RAW	
29	10:47:27	10:47:37	0.00	4.78	177.30	0029_1047.RAW	
31	10:48:21	10:53:22	0.00	2.68	177.30	0031_1048.RAW	
32	10:53:22	10:53:33	0.00	4.75	357.30	0032_1053.RAW	
33	10:54:47	10:54:55	0.00	4.00	357.30	0033_1054.RAW	
33	10:59:16	10:59:30	0.00	4.71	357.30	0033_1059.RAW	
33	10:59:30	11:03:30	0.00	5.12	357.30	0033_1059_0001.RAW	
34	11:03:31	11:04:14	0.00	3.59	177.30	0034_1103.RAW	
35	11:04:23	11:04:52	0.00	4.66	177.30	0035_1104.RAW	
36	11:05:53	11:09:08	0.00	5.41	177.30	0036_1105.RAW	
37	11:09:08	11:09:11	0.00	4.80	357.30	0037_1109.RAW	
38	11:09:39	11:13:39	0.00	4.91	357.30	0038_1109.RAW	
39	11:13:39	11:13:45	0.00	5.04	177.30	0039_1113.RAW	
40	11:13:49	11:18:42	0.00	5.05	177.30	0040_1113.RAW	
25	11:20:13	11:20:29	0.00	3.69	357.30	0025_1120.RAW	
25	11:20:29	11:24:53	0.00	4.81	357.30	0025_1120_0001.RAW	
26	11:24:54	11:25:02	0.00	4.50	177.30	0026_1124.RAW	

Ln Nam	Start Time	End Time	Tide Cor	Speed	Line Az	File Name	Remarks
24	11:25:18	11:29:30	0.00	4.45	177.30	0024_1125.RAW	
25	11:29:30	11:29:36	0.00	5.26	357.30	0025_1129.RAW	
23	11:30:00	11:34:07	0.00	5.33	357.30	0023_1129.RAW	
24	11:34:07	11:34:13	0.00	5.43	177.30	0024_1134.RAW	
25	11:34:14	11:34:26	0.00	4.74	177.30	0025_1134.RAW	
21	11:34:38	11:38:40	0.00	4.51	0.0	0022_1134.RAW	
22	11:38:40	11:38:46	0.00	5.20	357.30	0022_1138.RAW	
23	11:38:47	11:38:52	0.00	3.55	357.30	0023_1138.RAW	
20	11:39:07	11:43:02	0.00	5.13	357.30	0020_1139.RAW	
21	11:43:03	11:43:04	0.00	4.83	177.30	0021_1143.RAW	
21	11:43:08	11:43:13	0.00	5.40	177.30	0021_1143_0001.RAW	
19	11:43:23	11:47:37	0.00	4.01	177.30	0019_1143.RAW	
20	11:47:38	11:47:44	0.00	5.76	357.30	0020_1147.RAW	
18	11:48:14	11:52:29	0.00	5.14	357.30	0018_1148.RAW	
19	11:52:29	11:52:30	0.00	5.27	177.30	0019_1152.RAW	
19	11:52:34	11:52:58	0.00	3.86	177.30	0019_1152_0001.RAW	
18	11:53:02	11:53:11	0.00	4.26	177.30	0018_1153.RAW	
18	11:53:12	11:53:22	0.00	4.65	177.30	0019_1153.RAW	
19	11:53:22	11:53:26	0.00	3.80	177.30	0019_1153_0001.RAW	
17	11:53:54	11:57:12	0.00	5.74	177.30	0017_1153.RAW	
18	11:57:12	11:57:56	0.00	1.98	357.30	0018_1157.RAW	
19	12:01:31	12:01:37	0.00	1.19	357.30	0019_1201.RAW	
1	12:05:36	12:09:08	0.00	5.33	84.82	0001_1205.RAW	
2	12:09:54	12:13:14	0.00	5.57	264.82	0002_1209.RAW	
3	12:14:17	12:18:02	0.00	5.15	84.82	0003_1214.RAW	
4	12:19:02	12:22:23	0.00	5.67	264.82	0004_1219.RAW	
1	12:26:09	12:26:16	0.00	3.22	61.19	0001_1226.RAW	
1	12:27:51	12:30:56	0.00	2.65	61.19	0001_1227_0001.RAW	
2	12:30:56	12:32:44	0.00	5.37	241.19	0002_1230.RAW	
3	12:32:45	12:34:34	0.00	3.17	61.19	0003_1232.RAW	
4	12:34:34	12:36:18	0.00	4.07	241.19	0004_1234.RAW	
5	12:36:19	12:38:24	0.00	4.20	61.19	0005_1236.RAW	
6	12:38:24	12:40:38	0.00	3.98	241.19	0006_1238.RAW	
7	12:40:38	12:43:01	0.00	3.39	61.19	0007_1240.RAW	
8	12:43:01	12:44:52	0.00	3.95	241.19	0008_1243.RAW	
9	12:44:53	12:47:09	0.00	3.29	61.19	0009_1244.RAW	
10	12:47:10	12:49:00	0.00	4.26	241.19	0010_1247.RAW	
11	12:49:00	12:51:16	0.00	3.25	61.19	0011_1249.RAW	
12	12:51:16	12:53:05	0.00	4.54	241.19	0012_1251.RAW	
13	12:53:06	12:55:59	0.00	3.65	61.19	0013_1253.RAW	
14	12:55:59	12:58:07	0.00	3.89	241.19	0014_1255.RAW	
15	12:58:08	13:00:30	0.00	3.47	61.19	0015_1258.RAW	
16	13:00:31	13:02:14	0.00	4.17	241.19	0016_1300.RAW	

Specifications

<https://tohkeneng.jp/products/%E5%9C%A7%E5%8A%9B%E5%BC%8F%E6%B0%B4%E4%BD%8D%E8%A8%88/>

• Model	RT710-W (non-communication) / RT710F-W (communication)
• Measurement items	Water level (WL)
• Measurement method	Semiconductor pressure type, with atmospheric pressure compensation
• Measurement range	0~10m etc.
• Resolution	1cm (1mm)
• Accuracy	Within ±0.1% of FS
• Material	Polycarbonate, SUS316/Titanium (specify when ordering)
• Weight	Approximately 1.10 kg (excluding cable)
• Standard cable length	25m
• Waterproof standard	IP65 equivalent (logger), IP68 equivalent (sensor)
• Ambient temperature	-10 to +50°C (no condensation or freezing)
• Function	Offset, Data Filtering, and Multisampling
• Record items	Water level and power supply voltage
• Measurement interval	From 1 second to 24 hours
• Recording method	Industrial SD card (1GB), CSV format
• power supply	DC12V
• Current consumption	During measurement: 80mA or less During communication: 110mA or less During standby: 0.3mA

The next generation of 'All in One' complete portable survey solutions

Compact

This 'All in One' compact unit features integrated RTK GNSS positioning, a dual channel echo sounder, with full water column recording, internal data logging and a rechargeable NiMH battery.

Rugged

Encased in a virtually indestructible Pelican case the CEESCOPE™ has been designed and manufactured using high quality components to withstand harsh environments.

It can be easily deployed on small opportunistic platforms, including: kayaks, canoes, personal water crafts (jet ski) and other small vessels.

CEESCOPE™ Advanced features

The echo sounder operates in automatic or manual mode and is capable of recording a high resolution (3200 spp) full water column acoustic envelope. This results in extremely detailed acoustic data for accurate post processing analysis.

Integrated with the latest GNSS receivers the unit utilises all known GNSS signals, this makes the unit a future proof investment.

Wireless connectivity makes it easy to link with external hardware, including: Tablet PC, PDA and Notebook PC.

A removable waterproof USB memory stick connects to the unit making it simple to log real time data and then transfer logged survey data to a PC. All data is internally PPS time stamped.



www.ccehydro.com



CEESCOPE™ 200 series

General Specifications

Physical	
Dimensions	30.0 x 25.0 x 13.8 cm (L x W x D) 11.81" x 9.84" x 5.43"
Display	420 x 272 touch screen colour LCD
Weight	3.65 kg (8.05 lbs)
Connectors	LEMO 1K & 2K series, Industrial RJ45
Environmental	
Operating temperature	0°C – 50°C (32°F – 122°F)
Humidity	95% non condensing
Ingress protection rating	IP67
Power	
Power consumption	7.2 watts (approx operating time 8 hours) – Crescent
Internal battery	Rechargeable high capacity NiMH battery 10Ah
Antenna voltage output	5.0 VDC
External power supply	Nominal 12.0 VDC @ 2A (9-24 VDC range)
GNSS Receiver Options	
Hemisphere Crescent L1	± 0.6m (95% DGPS) GPS
Novatel OEM628 L1/L2/L5	± 0.01m (95% RTK) GPS + GLONASS
Wireless Connectivity	
Bluetooth Internal antenna	0 – 50 m range*
Wi-Fi	0 – 50 m range*
Echo Sounder	
Mode	Automatic or Manual
Depth range	0.2 – 200 m (0.6 – 650 ft) @ 200 kHz 0.75 – 200 m (2.5 – 650 ft) @ 33 kHz
Ping rate	1 – 20 Hertz, depth dependent
Pulse length	HF (1 – 30 cycles), LF (1 – 20 cycles)
TVG	None, LOG 10, LOG 20
Manual gain	30 – 100%
Acoustic Velocity Range	1350 – 1750m (4,429 – 5,741 ft)
Draft	0 – 10 m (1 cm increments)
Accuracy	1 cm ± 0.1% of depth
Resolution	1 cm
Transducer Options	
Standard 200 kHz	200 kHz, 9° beam width @ -3dB
Narrow Beam 200 kHz	200 kHz, 3° beam width @ -3dB
Dual 200/33 kHz	200/33 kHz, 8°/19° beam width @ -3dB
External Data Interfaces	
GPS input	NMEA 0183
RTCM input	RTCM v2.3 (DGPS) Crescent RTCM v3.0, CMR+ (RTK), OEM628
Heave input	TSS 1
Tide input	CEETIDE

* Line of sight
 - Specifications are subject to change
 - Visit www.ceehydrosystems.com for the complete list of specifications
 - v13015





Marinestar Positioning Service (2023)

Doc. ref.: 22042801-A4

Marinestar

Marinestar provides centimetre-level real-time positioning globally, using highly reliable correction services for non-oil and gas related projects such as renewables, dredging, hydrographic survey, navy, coastguard, oceanographic survey and more.

How it works

Marinestar measures satellite ranges from our reference stations, and in processing centres orbit and clock corrections for the GNSS satellites (GPS, Galileo, BeiDou and Glonass) are calculated for various regions around the world. The corrections are sent to two Network Control Centres (NCC's) and from there to satellite uplink locations. The uplinked regional correction data is transmitted from geostationary satellites to users in the field.

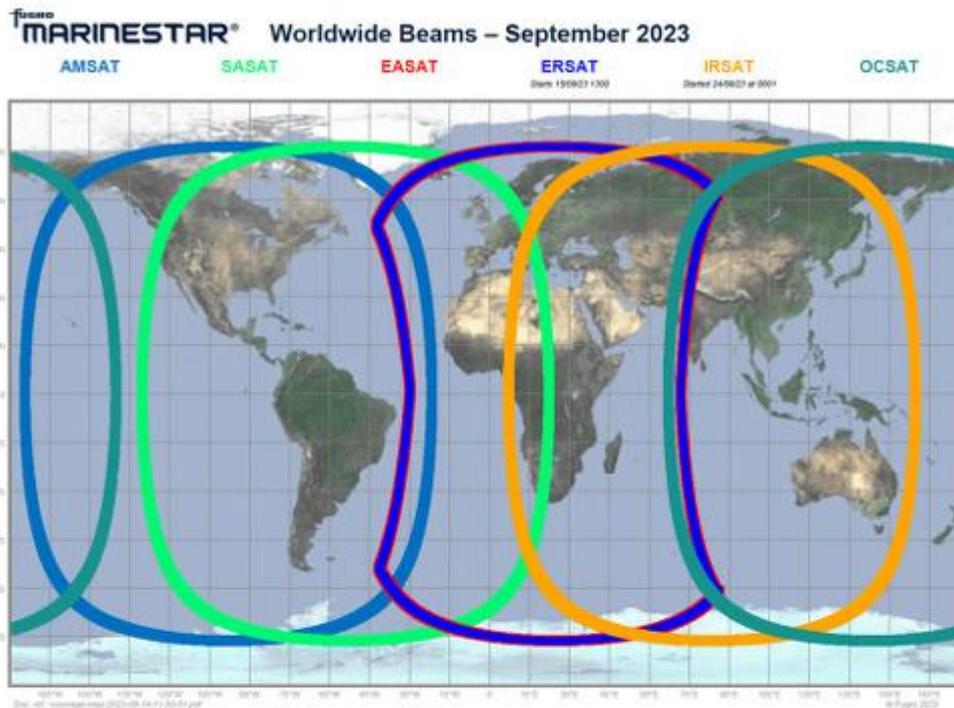


Figure 1: Overview of L-band satellite beams and their coverage areas.

The Marinestar correction network

To provide a continuous uninterrupted correction service, redundancy and back-up has been built into the correction network infrastructure as follows:

- Three Orbit and Clock calculation centres at various locations
- Multiple independent GNSS receiver brands at the reference stations
- Two main Network Control Centres (Houston, Singapore)
- Two independent backup Network Control Centres. (Cloud, Perth)
- Six primary uplink locations to send the data to the geostationary satellites
- Backup uplink locations in case of severe weather or uplink outages
- Six geostationary L-band Satellites to supply worldwide coverage
- Two Internet NTRIP Casters operated from Houston and Singapore to provide corrections via Internet as backup

Accuracy

Measurements of 80 GNSS receivers are used to calculate the position accuracy on a global scale with GPS, Galileo, BeiDou2 and BeiDou3 and GLONASS (G4+).



Figure 2: G4+ 95% height accuracy in centimetre. (Results may differ depending on receiver type.)

G4+	Worldwide average	
	RMS (cm)	95% (cm)
North	1.1	1.7
East	1.2	2.0
Height	3.0	5.2

The results also represent dynamic conditions because no position filters are used.

Convergence time

After switching on the GNSS receiver it takes 1000 seconds to reach 10 cm accuracy level. After 2000 seconds nominal accuracy is reached.

For further information please contact your local office or contact marinestar@fugro.com

Annex 11: Surveying Activities Timetable

❖ Tulagi Mini Hydrographic Survey Timetable. The timetable below outlines the tasks carried out during the Hydrographic Survey.

Tulagi Mini Hydrographic Survey		Schedule on October 2024						
				October				
	Days of Months	2	3	4	5	6	7	8
	Name of Days	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue
	Number of Days in Fieldwork	1	2	3	4	5	6	7
Departure from Office		▼ Survey Team						
Tide Gauge Setup		■						
Tidal Observation		■						
Manual Tide Observation for Comparison				→				
Sounding Operation			■					
Survey Equipment Dismantle				■				
Uninstallation of Tide Gauge				■				
Departure for Honiara					▲	Depart for Honiara		

Annex 1 - Agenda

Time	Agenda Item	Presenters
Tuesday 13 May 2025		
0830 – 0900	Registration	SIMA
OPENING		
Master of Ceremony – Diana Vasula		
0900 – 0905	Welcome & opening Prayer	Mr. John Hugo Bugoro Deputy Chair, Board of SIMA
0905 – 0915	Opening Address	H.E. Keiichi Higuchi Ambassador of Japan
0915 – 0925	Keynote Address	Hon. Ricky Fuo'o Minister for Infrastructure Development
0925 – 0950	Electronic Navigational Chart (ENC) Launching Ceremony	SIMA, JICA & AHO
0950 – 1000	Vote of Thanks	Mr. Takeshi Watanabe, JICA Solomon Islands Office Resident Representative
1000 – 1030	Group Photo & Morning Tea	
SESSION 1 – The role of hydrography in ocean governance		
<i>Facilitator – John Dalomae</i>		
1030 – 1040	Messages from our partners: <i>The International Hydrographic Organization (IHO)</i> <i>The Australian Hydrographic Organisation (AHO)</i> <i>The Japan Hydrographic and Oceanographic Department (JHOD)</i> <i>including video conference call or video message</i>	Dr. John Nyberg, IHO Director (Video) Cmdr. Robyn Philips, Hydrographer of Australia V.Adm. Hideki Kinoshita, Chief Hydrographer (Video)
1040 – 1050	The role and importance of hydrography	Dr. Arata Sengoku, JICA Chief Adviser & Team Leader
1050 – 1100	The contribution of hydrography to the Solomon Islands National Ocean Policy	Ms. Agnes Gaote'e, SIMA Deputy Director
1100 – 1200	Panel Discussion on Maritime Boundary and Continental Shelf <i>Moderator: Thierry Nervale, Director of SIMA</i> <i>Panellists</i> <i>Team Leader, Ocean Management and Literacy (SPC)</i> <i>Assistant Secretary, Ocean & Climate Change Desk (MFAET)</i> <i>Assistant Director, International Charting Development (AHO)</i> <i>Deputy Director, Petroleum, MMERE</i> Questions and Comments	Panel
1200 – 1330	Lunch	
SESSION 2 – e-navigation for all in Solomon Islands		
<i>Facilitator – Allen Ofea</i>		
1330 – 1450	Project for Development Support of ENC for Honiara and Noro Ports <i>Project expect outcomes & results</i> <i>ENC demonstration</i> Next-generation international standards for navigational information (S-100) international trends and impact to Society Impact of JICA-SIMA Project on safety of Navigation and national economic development Questions and comments	Mr. Kei Takashita, JICA Vice Chief Adviser Mr. Robert Cario, AHO Assistant Director International Charting Development Mr. Malesi Mani, SIMA Senior Officer Safety of Navigation
1450 – 1520	POMF national consultation <i>Questions and comments</i>	Mr. Thierry Nervale, Director SIMA
1520 – 1530	Closing Remarks & Outcomes Prayer	SIMA
1530 – 1600	Afternoon tea	

Annex 2- Participant list

	Name	Organization	Email/Contact
1.	Ricky Fuo'o	Minister for Infrastructure Development	
2.	Allen Lilia	Permanent Secretary for Infrastructure Development	
3.	Gladys L. Isihanua	Assistant Secretary - OOC Desk - Ministry of Foreign Affairs and External Trade (MFAET)	
4.	Brian Akwasia	Officer - OOC Desk (MFAET)	
5.	Jason Suri	Ministry of Foreign Affairs and External Trade (MFAET)	
6.	Robert Kaua	Deputy Secretary on Special Duties (MPGIS)	
7.	Lawrence Balani	Ministry of Mines, Energy & Rural Electrification (MMERE) - Deputy Director (Petroleum)	
8.	Joshua Lavisi	Ministry of Mines, Energy & Rural Electrification (MMERE)	
9.	Verity Faradatolo	Counsel - Ministry of Justice & Legal Affairs	
10.	Tracy Fangata	Intern - MJLA	
11.	Bently Maxson	Principal Officer - Principal Planning & Strategy (MNPNC)	
12.	Mr. Keiichi Higuchi	Ambassador - Embassy of Japan in Solomon Islands	
13.	Mrs. Nakasima	First Secretary - Embassy of Japan in Solomon Islands	
14.	Takuya Ichikana	Embassy of Japan	
15.	Hudson Bero	Embassy of Japan	
16.	Selina Suiga	Embassy of Japan	
17.	Ms. Emmeke Jones	First Secretary, Australian High Commission Solomon Islands	
18.	CAPT. Emma Griffiths	DASWP	
19.	LCDR. Julia Griffin	Australian Maritime Security Advisor to Royal Solomon Islands Police Force	
20.	CDRE. Robyn PHILLIPS	Hydrographer AHO	
21.	Mr. Robert CARIO	Assistance Director International Charting Development AHO	
22.	Tony Kabasi	Secretariat of the Pacific Community (SPC)	
23.	Salesh Kumar	SPC	
24.	LCDR. Jervis M. Robinson	Director - Fiji Hydrographic Service	
25.	Okone Sacor	Vanuatu Maritime Safety Authority (VMSA)	
26.	Mr. Arata Sengoku	JICA Expert & Team Leader	
27.	Mr. Kei Takashita	JICA Expert & Assistant Team Leader	
28.	Mr. Shinjirou Tomizawa	JICA/AAC Capacity Building Officer	
29.	Ms. Maki Okada	JICA Expert	

30.	Mr. Toshiaki Watanabe	JICA Expert	
31.	Hiroyuki Okazaki	Project Formulation Advisor	
32.	Dr. Teorae Kabure	Director - Maritime Academy (Solomon Islands National University)	
33.	Percy Biliki	Harbour Master, Honiara Port	
34.	Nevol Soko	Royal Solomon Islands Police Force	
35.	Derick Saru	Operation Manager - Pacific Towing Marine Service	
36.	Selwyn Riumana	Uta Shipping	
37.	Phillip Maelana	Uta Shipping	
38.	Jack Abana	Master, MV Ocean Joy - Frantji Shipping	
39.	Romelus Maetia	Master, MV Florence - Frantji Shipping	
40.	Francis Nori	Nofokava Shipping	
41.	Trevor Palusi	Geotech Positioning Solutions	
42.	Rex	Master – Lee kwok kuen Solfish Fishing Comp	
43.	Abel Muri	Lee Kwok Kuen Solfish Fishing Comp	
44.	Danny Chuang	Global Fisheries Agency	
	Maggie	Global Fisheries Agency	
45.	Lavinia Tata	Sea light shipping/solar light haus	
46.	John Hounihau	Media - Island Sun	
47.	Clifford Olisukulu	Hydrography Consultant	
48.	Capt. Jimmy Bai		
49.	Kitchener Wheatley	Fairwest Shipping	
50.	Edmond Bugoro	Solfish Ltd	
51.	John Basikona	Solfish Ltd	
52.	Ian Ladds Oso	Solstar	
53.	Eliza Kukutu	SIBC news	
54.	John Chrisma	Solstar	
55.	Leslie Volalia	MLHS	
56.	John Hugo Bugoro	Deputy Chair SIMA Board -SIMA	
57.	Thierry Nervale	SIMA Director	
58.	Agness Gaote'e	Deputy Director SIMA	
59.	Rachel Bare - Anita	Manager - Environment Protection and Safety SIMA	
60.	John Dalomae	Principal Officer - Safety of Navigation SIMA	
61.	Allen Kisi Ofea	Principal Officer - Pollution and Safety Response SIMA	
62.	Malesi Mani	Senior Officer - Safety of Navigation	
63.	Diana Vasula	Senior Officer - Sustainable Shipping SIMA	
64.	Roger Houalaha	Technical Officer – Information Technology & Project Support	
65.	Rusila James	Administration Officer - Environment Protection and Safety SIMA	
66.	Reginald Kikolo	Officer - Environment Protection and Safety SIMA	
67.	Pauline Teleniu	Assistant Administration Officer,	

		Receptionist SIMA	
68.	Semaika Abia	Administration Officer - Shipping Operation Safety	



SEMILAR ON E-NAVIGATION ON OUR OCEAN

The contribution of SIMA-JICA Project
Honiara, Solomon Islands
13 May 2025

What is an Electronic Navigational Chart (ENC)?

Presented by Akata SENGOKU, Ph.D., Chief Advisor, Executive Technical Advisor, Aero Asahi Corporation and John Dalomae, Principal Officer Safety of Navigation

What are nautical charts?

- Nautical charts;
 - Special purpose maps specifically designed to meet the requirements of marine navigation.
 - Primary user is a mariner.
 - Provide a graphical representation of relevant information to mariners for planning and executing safe navigation.
 - Primary purpose is safety of navigation.
 - Issued officially by or on the authority of a Government, authorized Hydrographic Office (HO) or other relevant government institution.
 - Officially issued.
 - Must be updated by Notices to Mariners. Non-updated charts are not officially recognized.
 - Update is mandatory.
 - Vessels are requested to carry nautical charts by the SOLAS convention.
 - Carriage requirement by the international law.



What are nautical charts?

- Nautical charts are available either in digital form (ENCs) or in analogue form (paper charts).
 - ENC: Electronic Navigational Chart.
 - ENC is just a digital dataset and cannot be used alone.
 - ENC is used in an Electronic Chart Display and Information System (ECDIS).
 - ECDIS is accepted as meeting the chart carriage requirements by SOLAS convention.
- In recent years, ENCs are mostly used by mariners than paper charts.



ECDIS: right, RADAR: center



Paper Chart

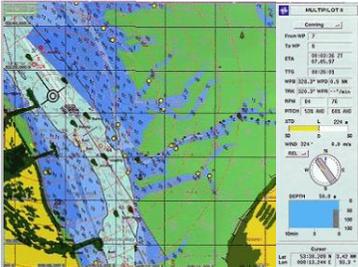
Benefits of ENC

- Safety
 - Position of a ship is shown on ENC in real-time. -> Quick and accurate decision making
 - RADAR and AIS can be superposed on ENC -> Prompt decision making
 - Alarm will ring when approaching to dangers -> Risk avoidance
- Saving money and labor
 - No chart work
 - Automatic update
 - Reduction of burden on mariners



AIS

RADAR image can be superposed on ENC



As we will see in the Demonstration later:

- A vessel simulated as entering the Honiara Port using the appropriate ENC Cell -
- Active warnings are given on:
 - Vessel's positions and headings in real-time,
 - Critical hazards to navigation - Shoals,
 - Available Aids to Navigation (AtoN) in the vicinity
 - Approaches to Conspicuous Features - Coastline

Numbers allocated to Navigational Charts

Chart No#: SLB 101

Chart No#: SB5HIR01.000

UN Country Code Chart Usage Code Edition No#

UN Code for Trade and Transport Locations (UN/LOCODE)

TAGIO TUMAS

The Project for Development Support of Electronic Navigational Charts for Honiara and Noro Ports in Solomon Islands






SEMINAR ON E-NAVIGATION ON OUR OCEAN
The contribution of SIMA-JICA Project
 Honiara, Solomon Islands
 13 May 2025

Importance of Hydrography and Nautical Charts
 -Relationship to management of sea-

Presented by Arata SENGOKU, Ph.D., Chief Advisor,
 Executive Technical Advisor, Aero Asahi Corporation

Why quality hydrographic survey and nautical chart are important?

-Two anecdotes which imply the importance of hydrography and nautical charts-

These are real stories which I experienced in the last two decades. Some of you may experience similar problems.



(1st anecdote)

One day in a major port in central Japan, a vessel was trying to approach to a newly built private wharf of a timber company. On the wharf, a ceremony was going on to celebrate the first vessel to come in. The CEO of the company and high-level guests from port authority and relevant organizations were waiting for the vessel to come to the shore, but

The vessel could not come, because it was already aground in front of the audience! CEO lost his face, many participants got upset about the grounding.

Why was it aground?

The passage was not properly surveyed. The depth of the wharf is not deep enough for the vessel because the dredging was not sufficient.

(2nd anecdote)

One day in a Japan Coast Guard Office in northern Japan,

Director of the office, *myself*, was quite surprised to find out that there were a number of dangers in front of the newly built wharf on which a brand-new patrol vessel was planned to berth.

It was a real nightmare for me if the brand-new patrol vessel was aground and broke at the very first berthing to the mother port in front of me.

Who found the dangers?

Hydrographers of Japan Coast Guard kindly found them. They found that the checking survey by the dredging company was poor and spontaneously carried out hydrographic survey by themselves.

What were the dangers?

The remnant of piles of the old pier.



Lessons to be learned:

Poor hydrographic survey and nautical charts may cause serious accidents.

The importance of Hydrography

-Efficient and safe maritime transport-

- More than 80% of international trade in the world is carried by sea. Maritime commerce is a basic enabler for the economies of most nations.
- In Solomon Islands, most of international trade is carried by sea.
- However, many areas and ports in the world, including Solomon Islands, do not have accurate nor adequate nautical chart coverage.
- Modern nautical charts are required for safe navigation through the waters of a country and to enter its ports.
- A lack of adequate nautical charts inhibits or prevents the development of maritime trade.



The importance of Hydrography

-Efficient and safe maritime transport-

- The shipping industry seeks efficiency and safety.
- It is a trade-off between efficiency and safety.
- Generally the industry wants to maximize efficiency with allowable safety.
- **Good charts provide the most direct routes between ports, reduce the number of pilots required, decrease the number of groundings (and reduce insurance rates), and allow deeper draft vessels (i.e. larger cargo) to be used.**
- **The saving of time and money resulting from the use of shorter and deeper routes and the possibility to use larger ships or to load ships more generates important economies for national industry and commerce.**
- The National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) of USA reported that one additional foot of draft may account for between \$36,000 and \$288,000 of increased profit per transit into Tampa, FL. (NOAA, 2000)

The importance of Hydrography

-Tourism-

- Good charts are particularly important for the development of the economically important tourist industry, especially involving cruise ships.
- The potential of the cruise ship industry is especially important to developing nations.
- This important source of revenue cannot be properly developed if safe navigation to remote tourist destinations is prevented, or limited, by lack of adequate charts.
- Tourism is one of the major growth industries of this century.



The importance of Hydrography

-Small Boat-

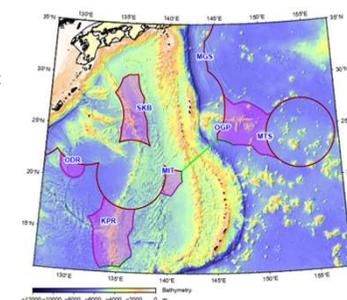
- The small boating community represents a very large percentage of users of the sea.
- It is generally not mandatory for boaters to carry nautical charts.
- However, the advent of digital chart information, accessible through low-cost hand-held devices and computers now makes it possible for boaters to use chart information together with many types of value-added information such as marina locations.
- This development is making small boating a bigger part of the market for hydrographic data as increasing numbers of people become small boat owners.



The importance of Hydrography

-Contribution to Continental Shelf-

- Hydrography will contribute to extension of Continental Shelf.
- Japan Coast Guard made extensive bathymetric survey in Japanese waters by using multi-beam echo sounders for a quarter century.
- Government of Japan submitted a document claiming extension of Continental Shelf beyond 200NM from coastlines in 2008.
- **More than 80% of the data submitted was obtained by hydrographic surveys.**
- In 2012, the UN commission of the Limits of the Continental Shelf recommended the extension of four out of the seven areas.

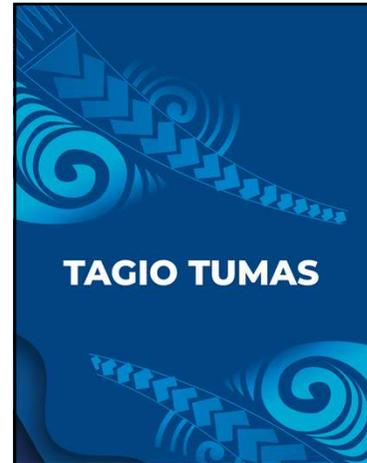
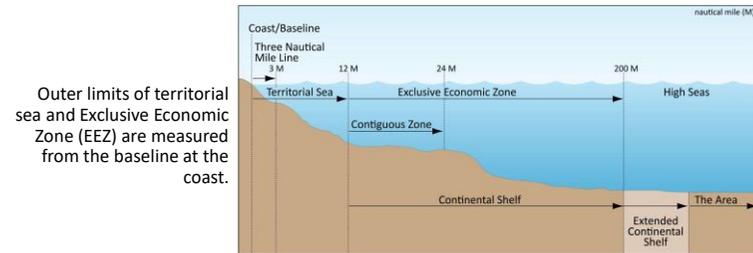


Japanese claim on extension of Continental Shelf.

The importance of Hydrography

-Contribution to Maritime Boundary-

- According to UN Convention on Law Of the Sea (UNCLOS), territorial sea and EEZ are 12NM and 200NM from low water line shown in nautical charts including ENCs.
- Low water line, waterfront line when tide is the lowest, in nautical charts are based on the results of hydrographic survey, specifically coastline survey.
- Therefore, **maritime boundary is based on the hydrographic survey results.**



The Project for Development
Support of Electronic
Navigational Charts for
Honiara and Noro Ports in
Solomon Islands



SEMINAR ON E-NAVIGATION ON OUR OCEAN
The contribution of SIMA-JICA Project
 Honiara, Solomon Islands
 13 May 2025

Hydrography and the Solomon Islands National Ocean Policy 2018
 Presented by Agnes Gaote'e, Deputy Director SIMA

Hydrography and the Solomon Ocean Policy 2018

Presentation outline

1. General contributions of hydrography
2. Hydrography's Contribution to the Solomon Islands National Ocean Policy (SINOP) 2018
3. The 2024 National Ocean Conference and the Tulagi Declaration

General Contributions of Hydro

Safety & Efficiency of Maritime Navigation and Surveillance	<ul style="list-style-type: none"> • Accurate nautical charts and services are fundamental for the safe, secure and efficient movement of vessels • Maritime boundary delimitation and data related to the oceans, seas and coastal areas allows effective surveillance of activities in jurisdictional areas
Economic Development & the Blue Economy	<ul style="list-style-type: none"> • Knowledge of the oceans, seas and coastal areas allows new shipping routes & services, enforcing jurisdiction, controlling activities, preparing & responding to disasters, accessing resources (fishing and minerals)
Environmental Protection & Management	<ul style="list-style-type: none"> • Knowledge of the oceans, seas and coastal areas is needed for marine environmental plans, managing dumping grounds, and monitoring coastal erosion
Coastal Zone Management & Maritime Boundary Delimitation	<ul style="list-style-type: none"> • Knowledge of the oceans, seas and coastal areas is needed for assessing feasibility for new ports, maintaining & developing existing ones, monitoring coastal erosion, land reclamation, and public works construction • Accurate hydrographic data is essential for delimiting maritime boundaries under UNCLOS
National Marine Spatial Data Infrastructures	<ul style="list-style-type: none"> • Data related to the oceans, seas and coastal areas and collected during hydrographic surveys are essential Marine Spatial Data
Scientific Research/Marine Science	<ul style="list-style-type: none"> • Bathymetric data is crucial for marine science underpinning global/regional ocean & climate prediction models, studies in marine geology/geophysics, and the deployment of scientific instruments.
Disaster Management	<ul style="list-style-type: none"> • Hydrography contributes to ocean & climate prediction models such tsunami flood/inundation modelling supporting communities & maritime infrastructure preparedness

Hydrography's Contributions to

Ocean Governance	<ul style="list-style-type: none"> • Geospatial data crucial for establishing & managing marine space & marine spatial planning • Delimitation of maritime boundaries & the extended continental shelf supporting sovereign rights and protection of interests • National spatial data infrastructures, supporting data & knowledge sharing among ministries, provinces, and communities. • Basis for charts needed for effective ocean surveillance contributing to maritime security
Ocean Environment	<ul style="list-style-type: none"> • Charting and safe navigation, helping prevent maritime incidents like groundings that cause pollution and damage habitats in our waters. • Data necessary for environmental assessment, monitoring and modelling oil spill trajectories. • Data vital for marine science and research, which is a SINOP strategy for understanding impact and informing decision-making
Ocean People	<ul style="list-style-type: none"> • Well-being and safety of ocean people through safe navigation • Mapping of areas important to communities, such as fishing grounds, coastal areas, and traditional use areas. • National hydrographic capacity through training and skilled jobs • Making navigational charts available to all mariners, including small boat users (e.g. via digital app), directly support reaching and empowering people for safe navigation
Ocean Threats	<ul style="list-style-type: none"> • Reduces the risk of accidents (like oil spills, wreckages, habitat damage) through safe navigation and accurate charting • Data is used in coastal disaster management, including tsunami flood and inundation modelling • Data to help manage activities like shipping and resource extraction to reduce their environmental impact • Data for studies and research on the ocean environment and its impacts on development
Ocean Use	<ul style="list-style-type: none"> • Crucial for safe and efficient navigation which is vital for shipping (the country's lifeline), tourism, fishing, and local transport • Data for coastal infrastructure development such as ports, jetties, and channels, including necessary dredging operations • Necessary for resource exploitation, including identifying fishing grounds and supporting offshore industries • Implementing marine spatial planning to harmonize competing uses related to the complex maritime environment

2024 National Ocean Conference

Hydrographic Capabilities

- **committing** to enhancing national hydrographic capabilities and investing in hydrographic equipment

Hydrographic Information

- **Prioritizing** the collection, management, and dissemination of accurate hydrographic information by building capacity to conduct hydrography surveys

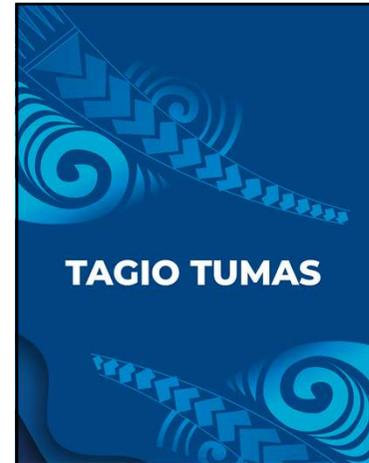
Tulagi Declaration

Hydrographic Technical Cooperation

- **Acknowledging** the importance of international, regional, and bilateral cooperation in sharing hydrographic expertise and resources

Hydrography's contributions

- **Recognising** the contributions of hydrography in safe navigation, marine protection, sustainable exploitation of marine resources, economic development, disaster risk reduction and



The Project for Development
Support of Electronic
Navigational Charts for
Honiara and Noro Ports in
Solomon Islands

STATUS OF MARITIME BOUNDARIES AND EXTENDED CONTINENTAL SHELF IN THE REGION

SEMINAR ON E-NAVIGATION ON OUR OCEAN-THE CONTRIBUTION OF SIMA-JICA PROJECT

Mr Tony Kabasi
Team Leader-Ocean Management and Literacy
Oceans and Maritime Programme
Geoscience Energy Maritime Division

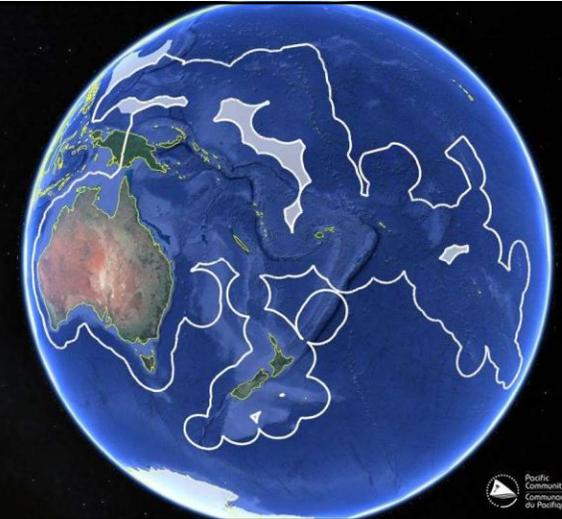
The Blue Pacific Continent

27 Pacific Countries and Territories

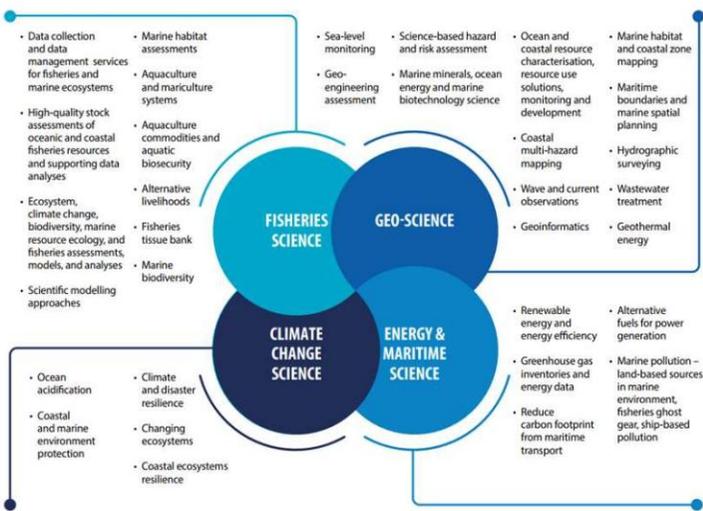
42 million people

42 million square kilometres

30% of the world's Exclusive Economic Zones (EEZ)



SPC's expertise on ocean issues



SPC's Ocean Flagship

Pacific peoples voyaging together to steward a healthy, resilient, sustainable, and prosperous Blue Pacific for future generations.

This will be achieved by contributing to the effective management of ocean activities by Pacific peoples, balancing the use of ocean resources with ocean protection.

A predictable and safe ocean

This encompasses SPC's work on coastal hazards modelling, early warning systems, maritime transport and ocean acidification.

A productive ocean

This includes SPC's work on coastal and oceanic fisheries, mariculture and aquaculture, as well as geo-resources and marine energy.

An inspiring and engaging ocean

This includes SPC's work on ocean literacy, ocean leadership (leadership courses, Early Career Ocean Professionals and support to ocean career pathways for Pacific Islanders), community engagement, co-development of tailored ocean products and services, sustainable tourism and the people-centred approach, including gender equality, diversity and social inclusion (GESI).

A clean, healthy and resilient ocean

This includes SPC's work on ecosystem restoration and protection, water quality, marine pollution (especially fisheries ghost gear and ship-based pollution) and climate risks.

Sustainable ocean finance

Ocean leadership and community engagement

Ocean science and traditional knowledge

Ocean governance and management

OUTCOME DIMENSIONS

ENABLING DIMENSIONS

What Role Does SPC Play?

Technical Advice and Support



- Technical backstopping for in-country basepoint surveys
- Mapping and delimitation support
- Advising on UN submissions process
- Supporting negotiations
- Extended Continental Shelf submissions support

Capacity Building



- Organising annual Working Sessions at UniSydney
- Hosting attachments
- National workshops
- Organising relevant training, webinars, and other development opportunities

Data Stewardship & Accessibility



- Comprehensive dataset hosting on behalf of countries
- Improving accessibility of published info on Pacific Data Hub
- MB Dashboard in development

Coordination & Project Development



- Host monthly Consortium partner meetings
- Home of Pacific Geospatial and Surveying Council Partnership Desk
- Communications and engagement strategy
- Develop project proposals



Hydrographic surveying capacity and capability



Equipment

- R2Sonic 2024 shallow water (400m) MBES
- RESON 8160 deep water (2000m) MBES
- SBES (200kHz and 10KHz)
- CTD and SVP
- Precision GPS GNSS equipment (R10, R12, R14)
- Tide gauges (Valeport)
- Pressor sensors (RBRs)
- Side scan sonar (Cmax EDF dual frequency)



Vessel

- Dedicated survey platform (5.7m flat bottom with 150Hp motor)

Staff

- CAT B surveyor
- Geodetic surveyors
- Oceanographers

Note

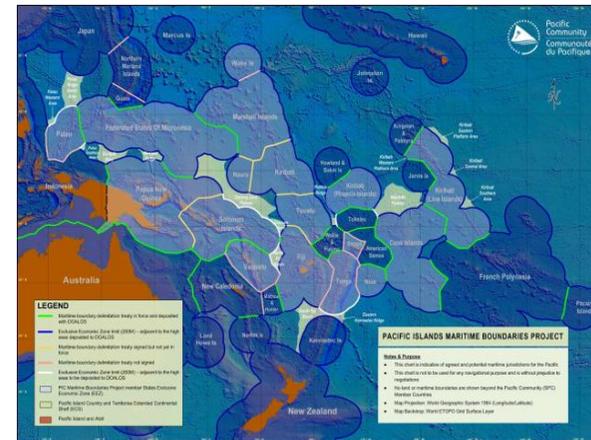
- For request of staff and equipment for SPC member countries and territories
- An official letter of request from FA to SPC Director

UNCLOS

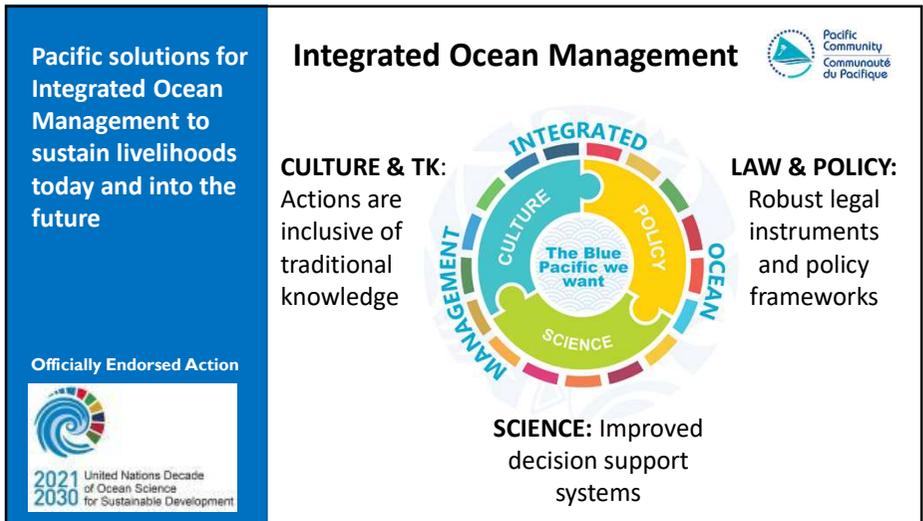
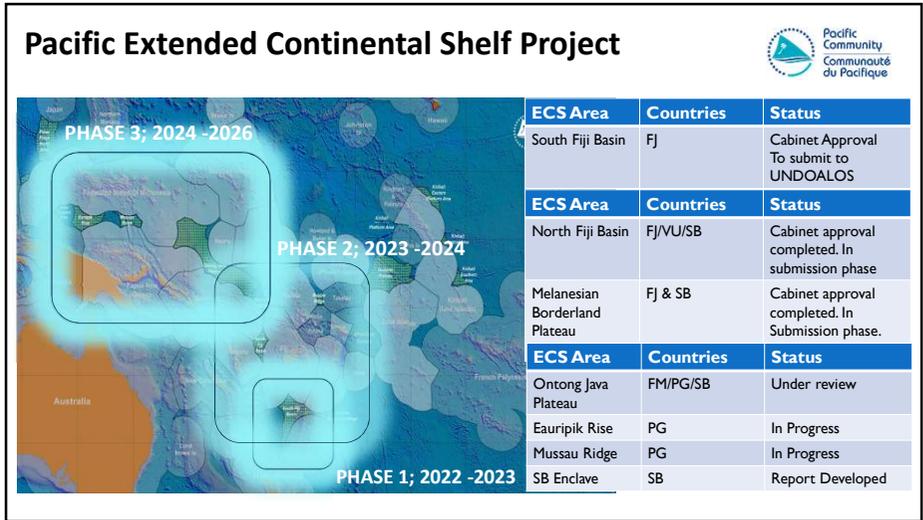
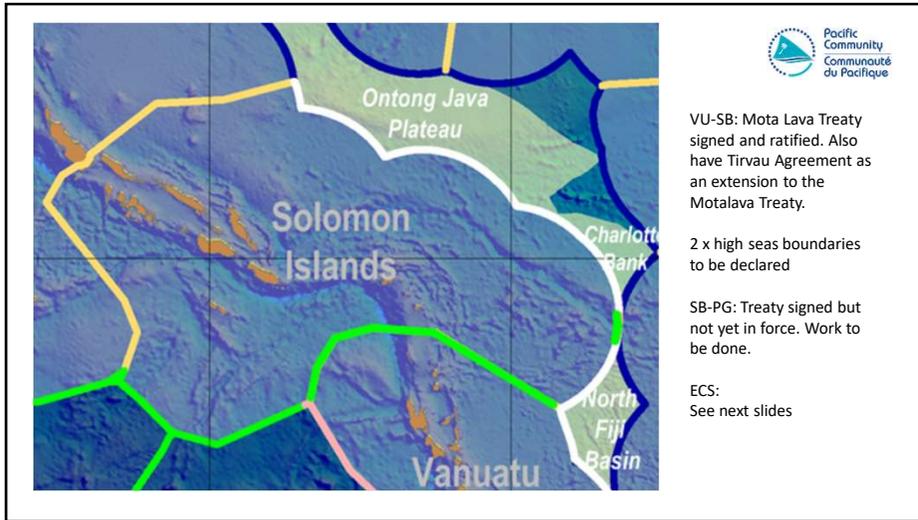


- United Nations Convention on the Law of the Sea
- “Constitution for the Oceans”
- Divides the ocean space into maritime zones which includes the internal waters, territorial seas (12 nm), contiguous zone (24 nm), exclusive economic zone (“EEZ”) (200 nm), (extended) continental shelf, high seas and the international seabed (or the ‘Area’).
- Article 76 of UNCLOS outlines the condition for coastal State can claim exclusive rights to search for and utilize resources found on the continental shelf that extends beyond 200 nautical miles exclusive economic zone (EEZ).
- 19 ECS submissions at various stages in the queue awaiting examination and recommendation from the Commission on the Limits of the Continental Shelf (CLCS).
- **Only Ontong Java Plateau and the Tonga Eastern part of Kermadec Ridge have received recommendation from CLCS.**
- Other claims are in submission phase.

Pacific Maritime Boundaries; Current



- **36 out of 48 shared boundaries are under treaty**
 - **6 treaties** remain to be brought into force (**yellow**)
 - **12 shared boundaries** remain to be signed (**pink**)
 - **5 countries high seas limits** have yet to be declared (**white**)
- Extended Continental Shelf:**
- 3 out of 11 of ECS submissions have been reviewed. 2 have received recommendations.
 - Another are preliminary info notes, requiring more data.



TAGIO TUMAS!






SEMINAR ON E-NAVIGATION ON OUR OCEAN

The contribution of SIMA-JICA Project
 Honiara, Solomon Islands
 13 May 2025

Project expect outcomes & results

Presented by Kei TAKASHITA, JICA Expert, Vice Chief Advisor for the Capacity building project of Hydrographic Survey and Electronic Navigational Charts in the Solomon Islands

Japanese Government Policy



- **Free and Open Indo-Pacific (FOIP)**
 In 2016, Japan proposed the vision, which aims to improve connectivity between Asia and Africa via the Indian and Pacific Oceans, and to promote regional stability and prosperity.
- **PALM10 in 2024** (The Tenth Pacific Islands Leaders Meeting in 2024)
 The PALM Partners will continue cooperation in building capacity based on national request, respect for **developing navigational charts**.

Joint Action Plan

- Reinforce capacity for maritime security and maritime safety:

What is JICA?

- **JICA (Japan International Cooperation Agency)** is in charge of administering all ODA in Japan, except for contributions to international organizations.
- **Mission :**
 JICA will work on human security and quality growth in accordance with the Development Cooperation Charter.




ENC Project in Solomon Islands

The Project for Improvement of Honiara Port Facilities (Solomon Islands)



Solomon Islands is a country consisting of almost 1,000 islands located in the South Pacific Ocean.

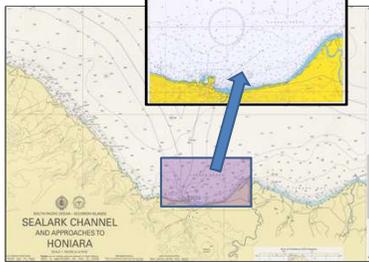
Before	After
	



ENC Project in Solomon Islands

Project Areas

Honiara



Place	Types	Area, Scale
Honiara	ENC Paper Chart	Harbour 1:5,000 1:20,000

Noro

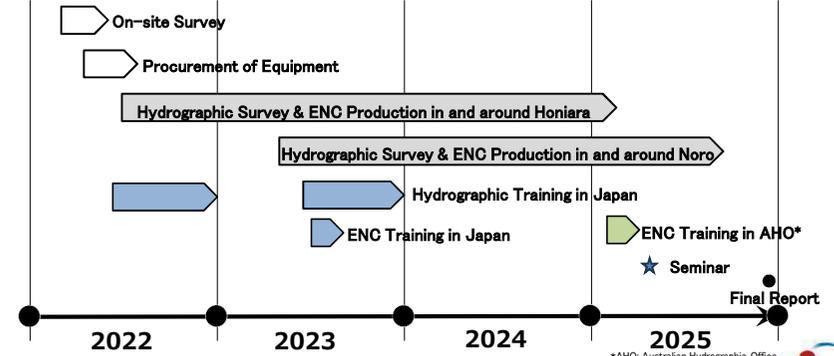


Place	Types	Area, Scale
Noro	ENC Paper Chart	Harbour Approach 1:5,000 Noro 1:20,000 Munda 1:50,000 Blackett



ENC Project in Solomon Islands

Entire Schedule



ENC Project in Solomon Islands

Input by JICA

- **Dispatch of Experts: 12 experts, for the Capacity Building** (62 M/M in Solomon Islands, 5 M/M in Japan)
- **Hydrography and ENC training in JAPAN and AUSTRALIA**
- **The following equipment will be supplied by JICA in the Project,**
 - Positioning/Navigation
 - Depth Sounding System
 - Seabed Imaging
 - Drone
 - Tide Gauges
 - ENC/Paper Chart Software
 - A0 Plotter



GNSS Receiver & Data Recorder



Single Beam Echo sounder



Side Scan Sonar



ENC Project in Solomon Islands

Survey Boat Repair



SIMA boat was significantly damaged by unexpected trouble.



JICA supported the repairing the boat and its equipment.



ENC Project in Solomon Islands

Past Hydrographic Activities

- 1. Control Point Survey**
 - Honiara, Noro Base Point, Long Baseline Analysis
- 2. Satellite Derived Bathymetry (SDB)**
 - Honiara, Noro, Munda Bar, Blackett Strait
- 3. Hydrographic Survey**
 - Multi-beam echo sounding at Honiara port, Noro port, Munda Bar, and Blackett Strait with OJT
- 4. Coastline Survey by Satellite & DRONE**
 - The detailed coastline is obtained from DRONE photography and Satellite Images with OJT.
- 5. Tide Observation, with Leveling**
 - Noro port
 - Semi-permanent station with OJT,
 - Honiara, Munda and Ringgi port
 - Temporary station with OJT,

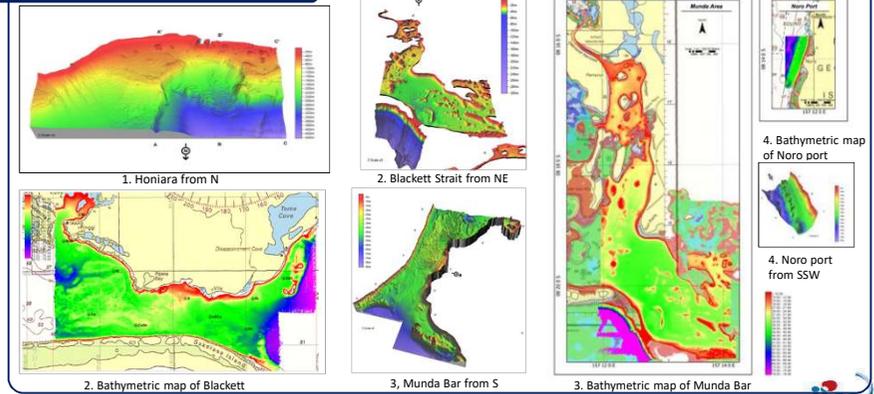


9



ENC Project in Solomon Islands

High Quality Bottom Profiles

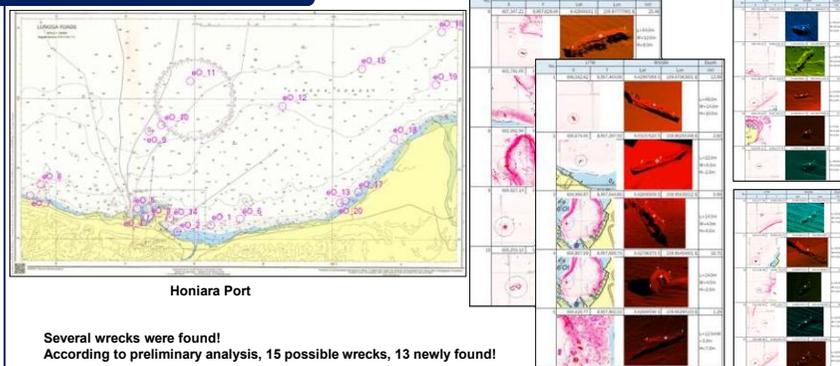


10



ENC Project in Solomon Islands

High Quality Bottom Profiles



Honiara Port

Several wrecks were found!
According to preliminary analysis, 15 possible wrecks, 13 newly found!

11

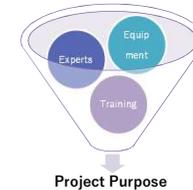


JICA Hydrographic Training in Japan

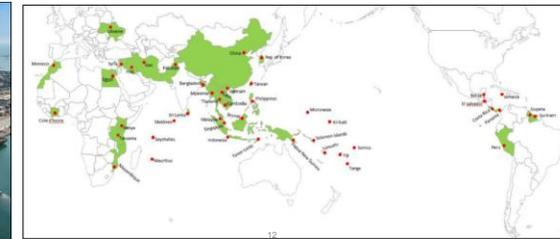
Hydrography for Charting and Disaster Management Course

Six-month training course for hydrographic surveyors conducted by JICA in cooperation with Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard since 1971

More than 465 trainees from 46 countries have participated until 2024.



Project Purpose



12

JICA Hydrographic Training in Japan

● Hydrography for Charting and Disaster Management

Recognized as Category-B Hydrography by IBSC.

IBSC: International Board of Standards of Competence for Hydrographic Surveyors and Nautical Cartographers.



JICA trainees in 2022



JICA trainees in 2023



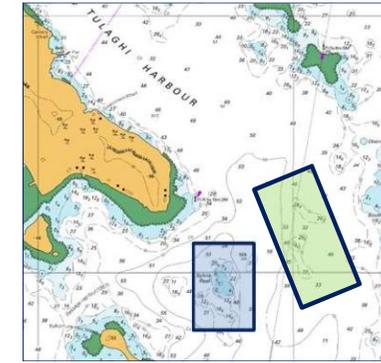
ENC Project in Solomon Islands

Mini Hydrographic Project

- Sylvia Reef, Tulagi.
- Approach to Tulagi harbour



Sylvia Reef, Tulagi



Approach to Tulagi harbour



ENC Project in Solomon Islands

Mini Hydrographic Project



Calm sea in the first morning.



A driver and a navigator.



Tide gauge installation.



Mobilization of a single-beam echo sounder (SBES).



Bar check.



Hydrographic survey with SBES.



JICA ENC Training in Japan

ENC production

ENC Training in Japan

Introductory ENC training was given in Japan.
The training includes a lot of practical exercises.
SIMA officers also joined JICA Cat. B training course for hydrographic survey.



Lecture on ENC basics @ JICA Tokyo



ENC training in Japan



Courtesy visit to the Commander of 5th Regional Japan Coast Guard HQ



ENC Project in Solomon Islands

ENC Production

1. ENC Data Production

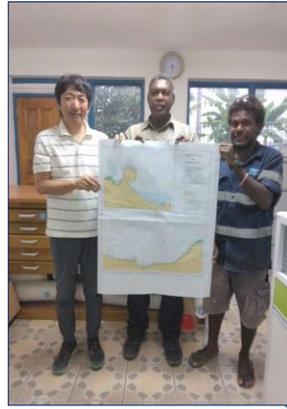
Honiara ENC data have been produced by JICA and SIMA, and published at the end of February 2025.

2. Paper Chart Production

Honiara paper chart has been published in March 2025. SIMA staff and a JICA expert celebrate the first printed Honiara's digital nautical chart.



ENC production at the SIMA office

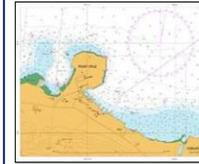


The first printed Honiara's digital nautical chart.

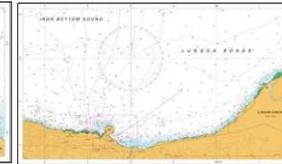


ENC Project in Solomon Islands

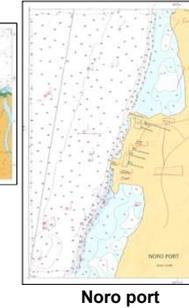
Production of ENCs and Paper Charts



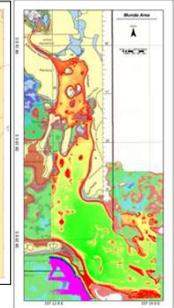
Honiara port
ENC: Harbour, Scale: 1:5,000 [Update]



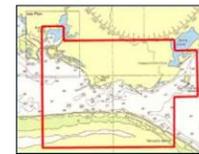
Honiara port
ENC: Harbour, Scale: 1:20,000 [Update]



Noro port
ENC: Harbour
Scale: 1:5,000
[New chart]



Munda bar
ENC: Harbour,
Scale: 1:20,000
[New chart]



Blackett Strait ENC: Approach, Scale: 1:50,000 [Update]



ENC Project in Solomon Islands

On the Job Training in Solomon Islands

1. Control Point Survey, Leveling
2. Hydrographic Survey
3. Coastline Survey by Satellite & DRONE
4. Tide Observation
5. ENC Training



Setting the tide gauge



Leveling survey



Safety check before the survey



Hydrographic survey operation



ENC production



ENC Project in Solomon Islands

Cooperation with AHO

1. Tripartite/ Working Group Meeting

Tripartite Meeting was held among SIMA, AHO and JICA

2. ENC Data Harmonization

We consulted technical support to compile and harmonize ENC data.

3. ENC Training in AHO

ENC training on QA/QC was given by AHO in April at Wollongong.



Working Group Meeting



Tripartite Meeting



Tripartite Meeting

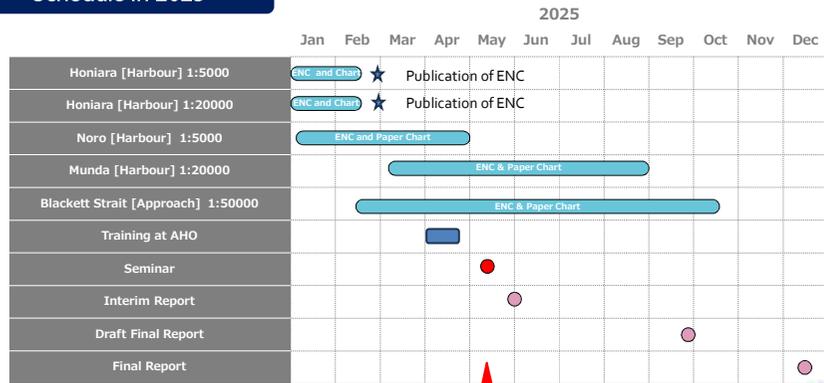


ENC Training by AHO

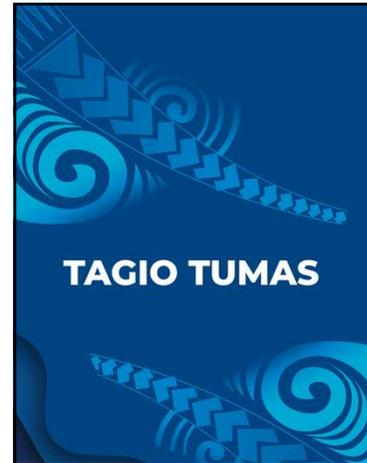


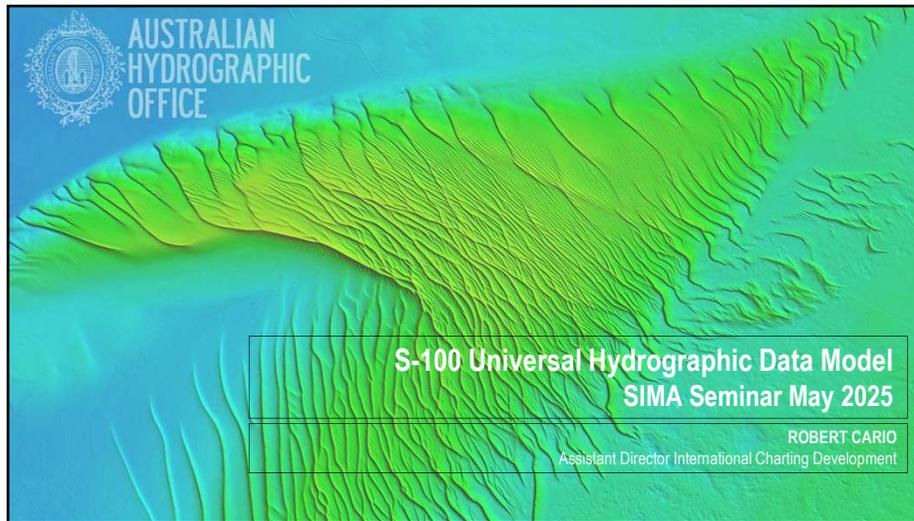
ENC Project in Solomon Islands

Schedule in 2025



We are here!





Australian Hydrographic Office

The Australian Hydrographic Office (AHO) provides hydrographic products and services to meet Defence's obligations under the Navigation Act 2012 and international and bilateral arrangements.

- Enable safe navigation
- Support national infrastructure and maritime trade
- Satisfy international obligations under SOLAS and UNCLOS
- Support the protection of the marine environment

ENC

Nautical Publications

IHO WG

S-100

Paper Charts

Maritime Safety Information

Notice to Mariners

HIPP

Australian Hydrographic Office

The Australian Hydrographic Office produces over:

- Over 900 electronic navigational charts (ENC)
- 372 paper nautical charts
- Nautical Publications
- Tide Tables for Australia, PNG and Solomon Islands
- Fact Sheets
- Mariners Handbook

www.hydro.gov.au

- Global customer base
- Fortnightly Notice to Mariner updates
- Chart Index
- HydroScheme
- ChartScheme

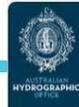
CHART COVERAGE

The Australian Charting Area (DRAFT)

Chart Coverage Stretches from PNG & Solomon Islands in NE to Indian Ocean in the West and down to Antarctica in the South.

Nation	Paper	ENC	Total
Australia	275	717	992
Papua New Guinea	80	168	248
Solomon Islands	17	43	60
Total	372	928	1300

Chart Production - Solomon Islands



- The AHO is the Primary Charting Authority (PCA) for Solomon Islands and in partnership produces nautical charts and publications to support safe navigation in Solomon Islands. As the PCA for Solomon Islands, Australia maintains 17 SLB paper nautical charts and 43 SB electronic navigational charts, supporting maritime safety and environment protection in Solomon Islands waters.
- Australia is a member of IC-ENC and distributes all AHO published ENC through IC-ENC Australia. Australia also has a national ENC service, known as 'AusENC'. This supports vessels operating exclusively within Australian, Solomon Islands and Papua New Guinea waters.
- 2025 Tide tables were published in late 2024 for Solomon Islands.
- SLB101 with JICA Honiara Data published 21st Mar 2025.
- SB5HIR01 ENC published 27th Feb 2025.

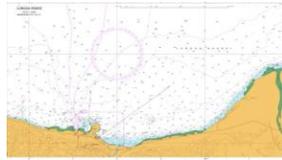


Chart Production Indexes - Solomon Islands

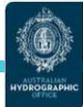


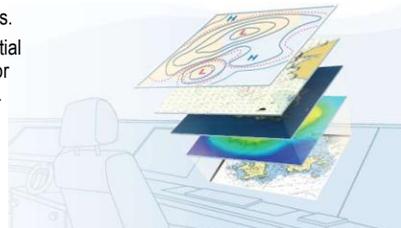
Chart No.	Title	Scale	Chart No.	Title	Scale
SLB 101	SOLOMON ISLANDS	1:50,000	SLB 102	SOLOMON ISLANDS	1:50,000
SLB 103	SOLOMON ISLANDS	1:50,000	SLB 104	SOLOMON ISLANDS	1:50,000
SLB 105	SOLOMON ISLANDS	1:50,000	SLB 106	SOLOMON ISLANDS	1:50,000
SLB 107	SOLOMON ISLANDS	1:50,000	SLB 108	SOLOMON ISLANDS	1:50,000
SLB 109	SOLOMON ISLANDS	1:50,000	SLB 110	SOLOMON ISLANDS	1:50,000
SLB 111	SOLOMON ISLANDS	1:50,000	SLB 112	SOLOMON ISLANDS	1:50,000
SLB 113	SOLOMON ISLANDS	1:50,000	SLB 114	SOLOMON ISLANDS	1:50,000
SLB 115	SOLOMON ISLANDS	1:50,000	SLB 116	SOLOMON ISLANDS	1:50,000
SLB 117	SOLOMON ISLANDS	1:50,000	SLB 118	SOLOMON ISLANDS	1:50,000
SLB 119	SOLOMON ISLANDS	1:50,000	SLB 120	SOLOMON ISLANDS	1:50,000

What is the IHO S-100 Standard?

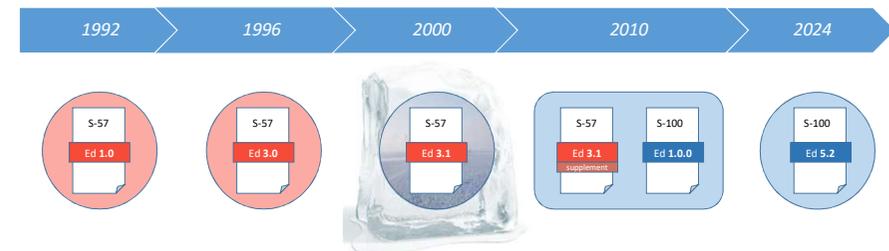
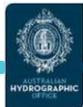


■ S-100 Universal Hydrographic Data Model | IHO

- The S-100 Standard is a framework document that is intended for the development of digital products and services for hydrographic, maritime and GIS communities.
- It comprises multiple parts that are based on the geospatial standards developed by the International Organization for Standardization, Technical Committee 211 (ISO/TC211).
- Is the foundation for the development of the Operational Editions of S-100 based products (Phase 1 / Route Monitoring) in 2025.
- IHO Geospatial Information Registry contains several registers containing managed lists of concepts, features attributes metadata, and other resources used to develop product specifications.



IHO S-100 Development



Why the switch to S-100



Characteristics of S-100

- To support a greater variety of hydrographic related digital data sources, products and customers.
- Advantages include:
 - Aligns with mainstream GIS community.
 - Enhanced data integration and usability.
 - Easier use of hydrographic data beyond Hydrographic Offices and ECDIS users (coastal zone mapping, security, inundation modelling etc.)
- Plug and play updating of data, symbology and software enhancements.
- Machine readable.
- Operational efficiency and sustainability – through more accurate and detailed data, S-100 allows for better route planning and fuel management.

Limitations of S-57

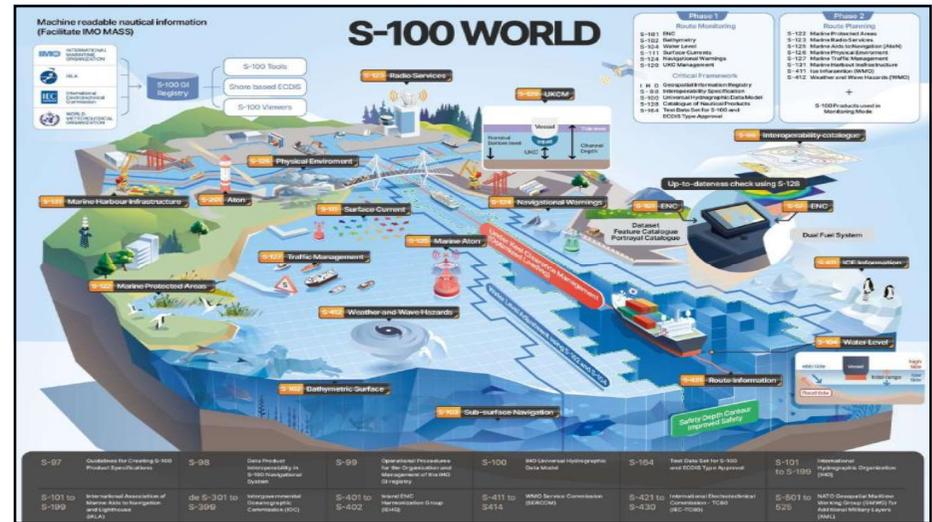
- S-57 used almost exclusively for encoding ENC in ECDIS.
- Not a contemporary standard that is widely used in GIS domain.
- Inflexible maintenance regime.
- Cannot support future requirements (eg. Gridded bathymetry, time varying info).

ECDIS Improvements

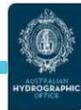
- ECDIS will enable interoperability with additional information layers along with ENC.
- Revised regulations enable more harmonised chart display.
- Improved Decision making and safety



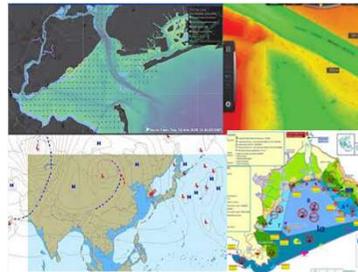
Source: IHOKHOA – IHO Universal Hydrographic Data Model document



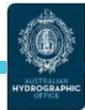
Australian Hydrographic Office S-100 Focus



- Production of S-101 and S-102 from Q4 2025
- Production of S-104, S-111 and S-128 from 2026
- Coordinate a national approach to implement S-100 products and services in the region ([ICSM S-100 Working Group](#))
- Supporting and participating in various IHO WGs/PTs/TGs and other international engagement



S-1XX Focus



Phase 1 / Route Monitoring

Phase 1
Route Monitoring Mode

- S-101 ENC
- S-102 Bathymetry
- S-104 Water Level
- S-111 Surface Currents
- S-124 Navigational Warnings
- S-129 UKC Management

Critical Framework

- IHO Geospatial Information Registry
- S-98 Interoperability Specification
- S-100 Universal Hydrographic Data Model
- S-128 Catalogue of Nautical Products
- S-164 Test Data Set for S-100 and ECDIS Type Approval

Phase 2 / Route Planning

Phase 2
Route Planning Mode

- S-122 Marine Protected Areas
- S-123 Marine Radio Services
- S-125 Marine Aids to Navigation (AtoN)
- S-126 Marine Physical Environment
- S-127 Marine Traffic Management
- S-131 Marine Harbour Infrastructure
- S-411 Ice Information (WMO)
- S-412 Weather and Wave Hazards (WMO)

+ S-100 Products used in Monitoring Mode

Dual Fuel Production



- AHO will maintain an S-57 database in CARIS HPD Source and extending it to a “Hybrid S-57” Catalogue where S-57 and non standard S-57 features can be maintained.
- Use conversion mapping to manage our S-101 product release
- Production likely to commence in Q4 2025 for selected areas, with full coverage to follow

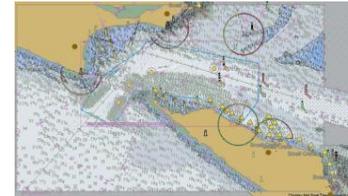
Dual Fuel Production



■ S-101

- The implementation team is producing test datasets to Feature Catalogue Version 2.
- Currently working with international stakeholders to provide papers and test datasets to various working groups; most recently, work around update information is being undertaken.
- Working to optimise workflow integration and staff training options.

S-101 in ECPINS (OSI)



S-101 in ShoreECDIS (NIWC)



Dual Fuel Production



Port Botany S-101 in ShoreECDIS (NIWC)

Port Botany S-57 in SEAIq PPU



S-102 Bathymetric Surface



- Produced in areas covered by HDbENC (16 cells)
- Roll out will be aligned with DF-ENC production

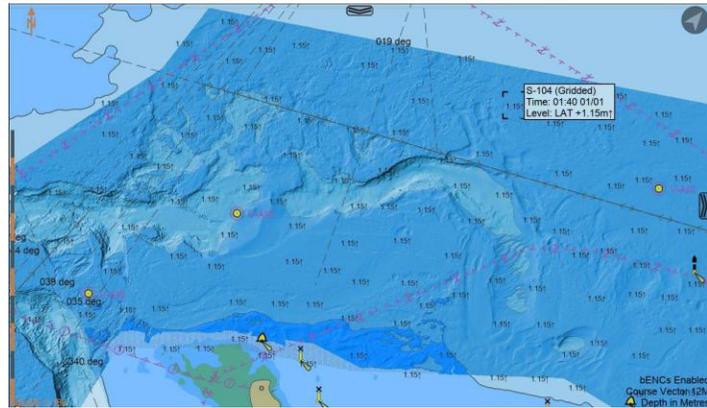


Port Botany S-102 in SEAIq



Port Botany S-102 in Qastor

S-102 (Bathymetry) and S-104 (Water Levels)



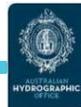
Port of Melbourne – S-102 and S-104 in SEAIq Pilot

S-102 (Bathymetry) and S-111 (Surface Currents)



Port of Melbourne – S-102 and S-111 in SEAIq Pilot

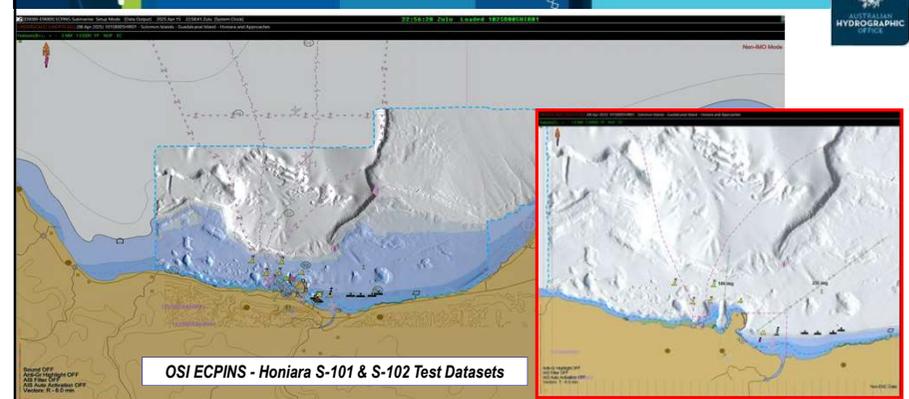
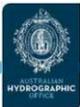
S-101, S-102, S-104 and S-111 Test Datasets



Melbourne (The Rip) S-111 Test Datasets

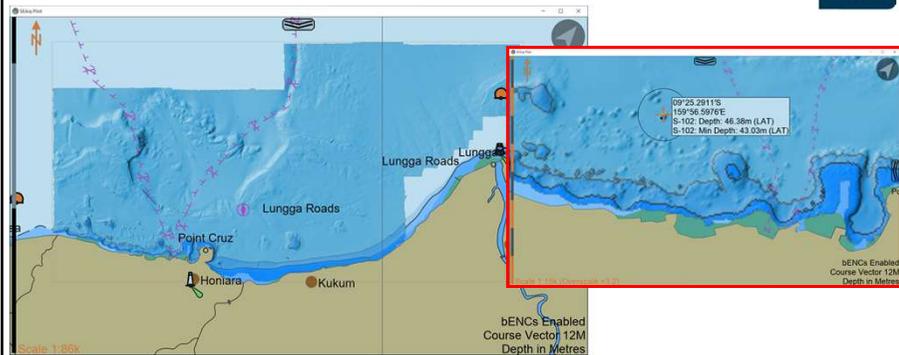
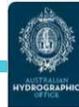
Sydney S-102 & S-104 Test Datasets

S-101, S-102, Test Datasets - HONIARA



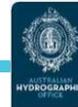
OSI ECPINS - Honiara S-101 & S-102 Test Datasets

S-101, S-102, Test Datasets - HONIARA



SEAIq Software - Honiara S-101 & S-102 Test Datasets

S-1XX Roll Out



- The AHO plans to release an “S-100 sample area” in Port Botany (NSW) at the end of 2025. This area would include S-101, S-102, S-104 and S-111 datasets for users’ familiarisation and testing.



S-1XX Roll Out



- 22 focus areas have been identified for the roll out plan:

- 19 Australia
- 1 Antarctica
- 1 Papua New Guinea
- 1 Solomon Islands

- Overall roll out impact:

- 22 focus areas
- 74 products
 - 32 transit cells
 - 26 port cells
 - 16 S-102 bathymetric surfaces



ICSM S-100 Working Group



- The S-100 Working Group was established under the Intergovernmental Committee on Surveying and Mapping (ICSM) in 2022.

- S-100WG is responsible for coordinating and managing the timely and effective implementation of a broad range of S-100 products and services in the region



[S-100 Working Group webpage link](#)

- <https://www.icsm.gov.au/australian-branch-s-100>

- Meetings:

- 1st meeting was held on 2nd November 2022 (VTC)
- 8th meeting was held on 18th March 2025 (VTC)



ICSM S-100 Working Group

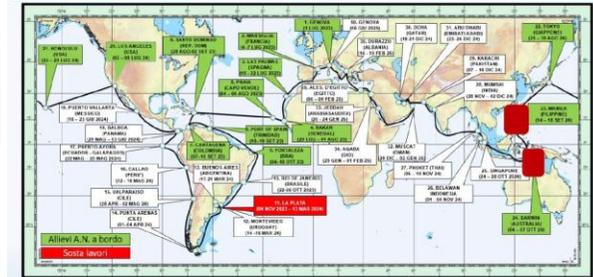
- Chair – AHO
- Vice Chair – AMSA
- Secretariat – AHO
- Membership:
 - 86 members
 - 38 government agencies (state-owned and state operated) and private industry



IHO Singapore Lab Project – Amerigo Vespucci



SEA TRIALS AND TESTING: MANILA - DARWIN



S-101 ENCs on S-100 ECDIS during Amerigo Vespucci's world tour

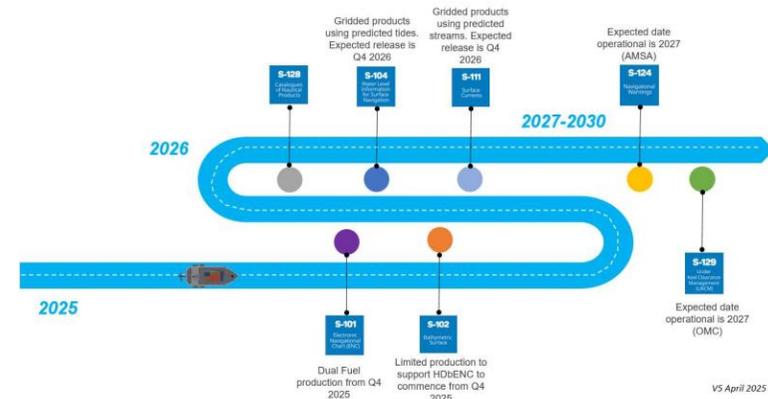
Darwin (AU) 4-7th October 2024

Amerigo Vespucci – S-100 ECDIS Testing

- 14 AU S-101 ENCs and updates were loaded in S-100 ECDIS;
- Demonstration test performed on three charts (101AU00413129 – 101AU00413130 – 101AU005DRW01);
- Checked the loaded updates against chart;
- Checked the S-57 and S-101 overlapping areas;
- All tests were carried out with positive result.



Australia S-100 Timeline



V5 April 2025

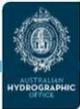
Next Steps



- S-100 Communication Strategy
- Finalise S-100 test cases and scenarios for test bed areas
- Equipment manufacturers engagement and test bed partners
- Develop test datasets – Phase 1 and Phase 2 products
- On-shore testing and sea trials
- Update production tools, processes and staff training to support roll out S-1XX products
- Continue international engagement with other HOs and IHO WGs/PTs/TGs

Thank You

robert.cario@defence.gov.au





SEMINAR ON E-NAVIGATION ON OUR OCEAN

The contribution of SIMA-JICA Project
Honiara, Solomon Islands
13 May 2025

Impact of JICA-SIMA Project on Safety of Navigation and National Economic Development

Presented by Malesi Mani, Senior Officer Safety of Navigation, SIMA

SOLOMON MARITIME...

...TODAY **750k+ population** on 300+ islands



Domestic vessels & small boats multiplied
Inter-provincial land/sea connectivity

4000+ pax/week Malaita Prov.
1000+ pax/week Isabel Prov.
800+ pax/week Western Prov.
Small craft capacity unknown

More & bigger foreign vessels
Auki & Buala major hubs / ports

30,000+ containers Honiara Port
SBD3.2B logging export
SBD330M fish export

1.6 million km² area 98% ocean – 1.2 million km² Search and Rescue Region

240 domestic vessels carrying passengers & goods serving productive industries

Thousands of small boats (<10m)

300+ foreign vessels 700+ calls incl. 50% fishing vessels & 50% cargo ships

3 international ports (Honiara, Noro & Leroy Wharf Ports)

100 sufferance wharves exports from logging and mining industries

Impact of the SIMA-JICA Project for Development Support Electronic Navigational Charts for Honiara and Noro Ports in Solomon Islands



Improving Maritime Safety & Safety of Navigation



Facilitating Maritime Traffic & Small Boat Movements



Fostering Maritime Infrastructure Development & Blue Economy



Advancing Navigational information and Marine Spatial Planning

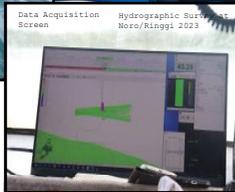
Improving Maritime Safety & Safety of Navigation

Conduct Multi Beam Echo Sounder (MBES) hydrographic surveys:

- gathers reliable bathymetric data & detects **100% of seabed features** achieving **IHO's A1 Standard**
- Compilation of **accurate and reliable** nautical charts from quality data
- 100% confidence of mariners & chart users.

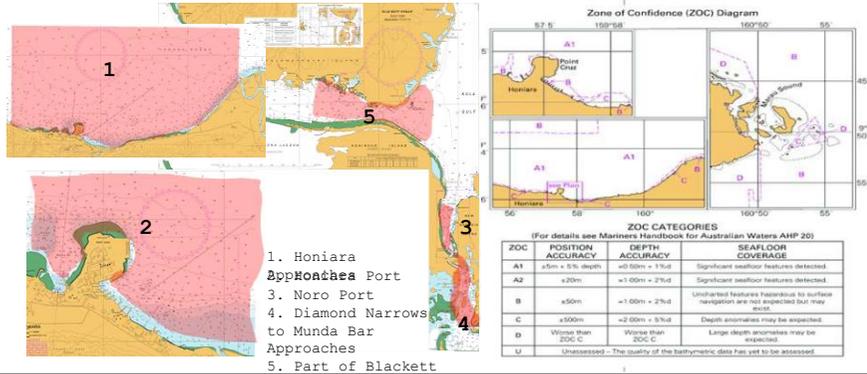
Areas covered:

- Honiara port and approaches and Noro Ports and approaches (incl. Blackett Strait)
- Diamond Narrows to Munda Bar approaches

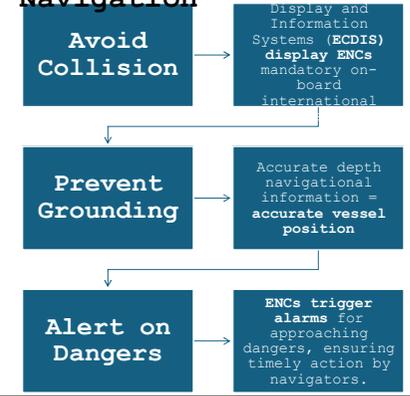

Improving Maritime Safety & Safety of Navigation

Improved Bathymetric Data & Chart Quality



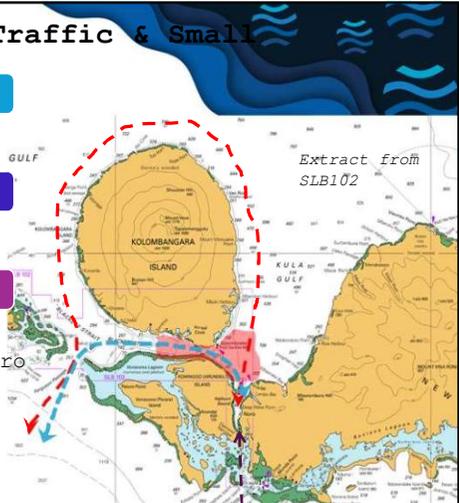
- Honiara Approaches
- Noro Port
- Diamond Narrows to Munda Bar Approaches
- Part of Blackett Strait

Improving Maritime Safety & Safety of Navigation



Facilitating Maritime Traffic & Small Boat Movements

- Optimized voyage Planning**
 - Integration of real-time navigational information (depth, tides, currents & weather conditions)
 - Automated Route Adjustment**
 - Based on real-time conditions, shipping routes enhancing trade flow and reducing transit time
 - Energy Efficiency**
 - Resulting in reduced fuel consumption
- Shorter/safer route to/from Noro Port thru Blackett Strait & Ferguson Passage
- Safer domestic route thru



Fostering Maritime Infrastructure Development & Blue Economy



Blue Economy Development	<ul style="list-style-type: none"> delimitation of maritime zones and sovereignty over the ocean fishing, marine tourism, etc.
Coastal Development	<ul style="list-style-type: none"> ocean roads, bridges, waterfront, coastal cities development, etc.) Early warning system & climate resilient infrastructure
Maritime Infrastructure Development	<ul style="list-style-type: none"> construction of wharves & ports, access to loading/discharging locations safe and efficient navigation

Future Aspirations of Hydrography and Cartography in Solomon Islands

Hydrography

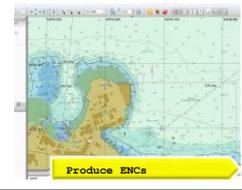
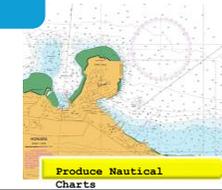
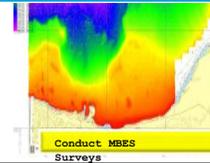
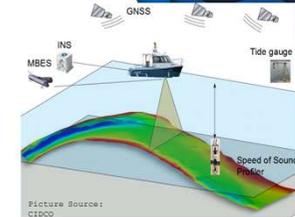
- **Advancements in Hydrographic Technology**
 - ❖ Adopting Multi-beam echo sounders, to further refine mapping accuracy, uncovering previously unknown underwater features and improving maritime infrastructure.
- **E-navigation for All in Solomon Islands**
 - ❖ Future of e-navigation in the Solomon Islands includes integrating satellite-based navigation systems, automated chart updates, and digital platforms that provide live maritime data. This will be crucial for supporting economic development, disaster preparedness, and environmental protection
- **Sustainable Ocean Management**

Advancing Navigational information and Marine

Full MBES capacity

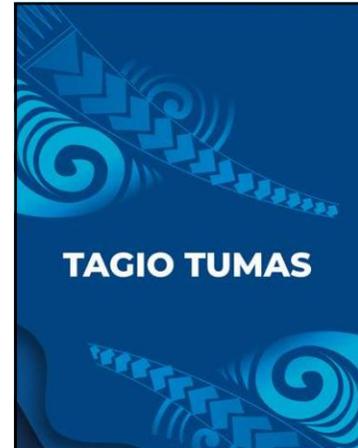
E-navigation for All in Solomon Islands

Support Blue Economy & Economic Development



SIMA would like to thank:

- **JAPAN** for funding the project
- **Japan International Cooperation Agency (JICA)** for coordinating the project implementation
- **Aero Asahi Cooperation (AAC)** for expert support and implementing the project,
- **Australian Hydrographic Office (AHO)** as Primary Charting Authority (PCA) for collaborating and supporting the project



The Project for Development Support of Electronic Navigational Charts for Honiara and Noro Ports in Solomon Islands



SEMINAR ON E-NAVIGATION ON OUR OCEAN
The contribution of SIMA-JICA Project
 Honiara, Solomon Islands
 13 May 2025

Pacific One-Maritime Framework
 National Consultation

Presented by Thierry Nervale, Director SIMA

POMF PURPOSE & USE

The POMF is a **regional maritime framework** to:

- guide responsible ministries and maritime administrations on an **agreed way forward for maritime sector** at the regional level.
- assist **development partners understand the maritime priorities** of the Pacific region.

• The POMF is designed and will be implemented to:

- Contribute to the **2050 Strategy for the Blue Pacific Continent**
- Contribute to achieve the **Sustainable Development Goals**

POMF VISION & AMBITION

Vision

- A **safe, secure, environmentally friendly** and connected maritime sector that is **sustainable, resilient and fully accessible**, ensuring **inclusiveness and equitable access, fair treatment and opportunities for all**, across the Blue Pacific

Ambition

- Our ambition is to cultivate a thriving and sustainable maritime sector in the Blue Pacific that **empowers all Pacific peoples, ensuring no one is left behind**. We are committed to establishing **safe, secure, resilient, accessible and environmentally friendly** maritime transport systems that foster **equitable access, gender equality and inclusiveness**, promote **reliable connectivity and sustainable practices**, and integrate **technological innovation** in harmony with **cultural heritage and traditional knowledge and environmental stewardship**. This ambition is grounded in our values and aims to create a maritime future where the needs and aspirations of all Pacific peoples are realised.

POMF TRENDS

- **Demographic change and mobility needs**
 - Pacific nations are experiencing population growth, others may see a decline, creating varied pressures on maritime transport systems.
- **Technology and connectivity**
 - maritime transport sector is on the brink of digital transformation, where automation, connectivity and real-time data systems will reshape everything from port operations to vessel navigation.
- **Financing, partnerships and cooperation**
 - A sustainable maritime future for the Pacific requires coordinated, large-scale investment and strategic partnerships.
- **100% ocean management**
 - As pressures from various forms of pollution as well as competing demands for ocean resources grow, the Pacific will adopt 100% ocean management to ensure all sectors operate sustainably.
- **Impact of climate change**
 - Climate change is already transforming the maritime landscape in the Pacific, presenting immediate and long-term risks.

POMF GOALS

- **Safe** and **secure** maritime transport and mobility
- **Resilient** maritime transport and infrastructure
- **Gender-just**, **inclusive** and **accessible** maritime transport
- **Green** maritime transport, infrastructure and ports
- **Digital** navigation and traffic facilitation
- **Clean** maritime transport and ports

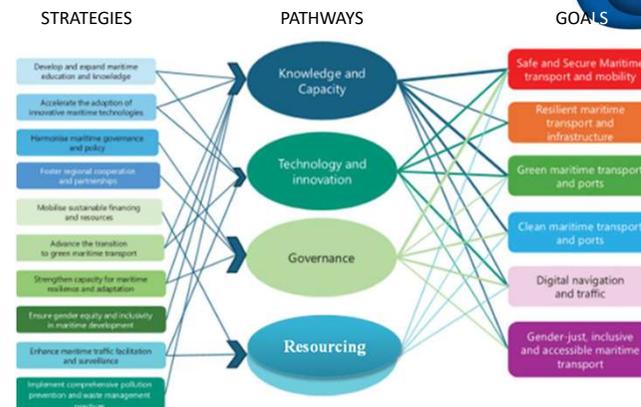
POMF PATHWAYS

- **Knowledge and capacity**
 - Enhancing national and regional capacity of the Pacific maritime workforce and competencies.
 - Development opportunities at all levels.
- **Technology and innovation**
 - Investing in innovative technologies and digital solutions tailored to the unique needs of the Pacific.
- **Governance and collaboration**
 - Prioritizing and advocating for maritime issues within the political agenda.
 - Strengthening collaboration and cooperation to align inclusive maritime policies and legislation across the Blue Pacific.
- **Resourcing**
 - Mobilising sustainable and adaptable financing and resources to ensure a high-functioning maritime sector and resilience against future shocks.

POMF STRATEGIES

1. Develop and expand **maritime education and knowledge**
2. Accelerate the adoption of **innovative maritime technologies**
3. Harmonize maritime **governance and policy**
4. Foster regional **cooperation and partnerships**
5. Mobilise **sustainable maritime finance**
6. Advance the transition to **green maritime transport**
7. Strengthen capacity for **maritime resilience and adaptation**
8. Ensure **gender equity and inclusivity** in maritime development
9. Enhance maritime **traffic facilitation and surveillance**
10. Implement comprehensive **pollution prevention and waste management** practices

POMF STRUCTURE



POMF NATIONAL CONSULTATIONS

- **Obtain feedback** from countries on the draft POMF
- **Identify the gaps and opportunities** within POMF and aligning to the national priorities
- Gauge whether the **POMF is aligned to national objectives and ambitions**

POMF LOGO



TAGIO TUMAS



The Project for Development
Support of Electronic
Navigational Charts for
Honiara and Noro Ports in
Solomon Islands



The Seminar:

Recognise the impact of SIMA-JICA Project on Development Support of Electronic Navigational Charts (ENC) in Solomon Islands and **applaud** the launch of the first ever ENC.

Recognise the tripartite collaboration between Australia, Japan and Solomon Islands to support hydrographic development and cooperation in Solomon Islands.

Call development partners to further support Solomon Islands commitment to the advancement of hydrographic capabilities as stated in the Tulagi Declaration.

The Seminar:

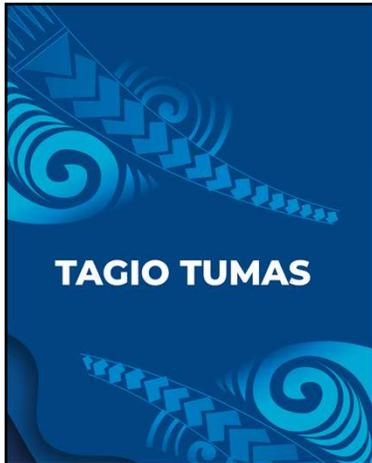
Request the Solomon Islands Government, SIMA and development partners to continue to maximise opportunities and build capacity for hydrographic data acquisition and management and ensure we explore the 90% unsurveyed part of our ocean.

Request the Solomon Islands Government to consider Integrated Ocean Management under the Ocean 12 framework and developing an Ocean Flagship Programme.

Acknowledge the progress made in developing Solomon Islands hydrographic capabilities and the long-term perspective of developing e-navigation for all, implementing S-100 standards and building data management system in Solomon Islands.

The Seminar:

Acknowledge the development of the Pacific One-Maritime Framework (POMF) for the Pacific Islands region and **call** development partners to support its implementation in particular the implementation of S-100 standards.



The Project for Development
Support of Electronic
Navigational Charts for
Honiara and Noro Ports in
Solomon Islands

Evaluation of ENC production skills

Template 2023/8/31

			before	after
Preparation of input data				
1	Creation of database from Hydrographic survey results	測量結果からデータベースを作成		3
Conversion to S-57 data set				
2	Understanding of FME workbench for conversion for S-57	FMWワークベンチを使用してS-57形式へ出力する工程を理解		3
Integration of S-57 data set				
3	Understanding how to integrate converted S-57 data set	S-57形式ファイルの統合方法を理解		
Editing of ENC data set				
4	Initial set up of Country Code and Cell Naming.	作成者コード,セル名設定		3
5	Correction of topology before encoding ENC	データのトポロジ構造の理解		4
6	Digitization of isolated node, connected node, and edge	アイソレートノード、コネクトノード及びエッジの作成方法		4
7	Removal of redundant topology	重複箇所の修正方法		3
8	Understanding of the concept of Group 1 and 2	グループ1、2の理解		4
Assignment of ENC data set				
9	Understanding of feature objects in S-57	S-57オブジェクトの理解		4
10	Understanding of attributes in S-57	S-57アトリビュートの理解		4
11	Creation of objects in ENC	オブジェクトの作成		4
12	Mandatory attributes for each objects.	必須アトリビュート		3
13	Examination of the use of object catalogue while encoding ENC	属性の必須項目に対する理解		3
Optimization of ENC data set				
14	Understanding how to use ENC optimizer	ソフトウェアを使用しての最適化を行う		3
Inspection of ENC data set				
15	Understanding of errors/warnings in 7Cs Analyzer	論理検査が的確な設定で行える		4
16	Correction of errors/warnings	論理検査のエラー結果内容を理解し正しく修正ができる		4

rating 1: Almost no practical skills nor knowledge
 2: Basic theory or knowledge only
 3: Basic practical skills and theory
 4: Necessary practical skills and theory
 5: Complete skills with sufficient knowledge

Assessor KITTISAK WANGKIJNORAKUL

date Aug 31, 2023

Signature



			before	after
1	Preparation of input data Creation of database from Hydrographic survey results	測量結果からデータベースを作成		3
2	Conversion to S-57 data set Understanding of FME workbench for conversion for S-57	FMWワークベンチを使用してS-57形式へ出力する工程を理解		2
3	Integration of S-57 data set Understanding how to integrate converted S-57 data set	S-57形式ファイルの統合方法を理解		3
4	Editing of ENC data set Initial set up of Country Code and Cell Naming.	作成者コード,セル名設定		3
5	Correction of topology before encoding ENC	データのトポロジ構造の理解		
6	Digitization of isolated node, connected node, and edge	アイソレートノード、コネクトノード及びエッジの作成方法		
7	Removal of redundant topology	重複箇所の修正方法		
8	Understanding of the concept of Group 1 and 2	グループ1、2の理解		
9	Assignment of ENC data set Understanding of feature objects in S-57	S-57オブジェクトの理解		4
10	Understanding of attributes in S-57	S-57アトリビュートの理解		
11	Creation of objects in ENC	オブジェクトの作成		
12	Mandatory attributes for each objects.	必須アトリビュート		
13	Examination of the use of object catalogue while encoding ENC	属性の必須項目に対する理解		
14	Optimization of ENC data set Understanding how to use ENC optimizer	ソフトウェアを使用しての最適化を行う		3
15	Inspection of ENC data set Understanding of errors/warnings in 7Cs Analyzer	論理検査が的確な設定で行える		4
16	Correction of errors/warnings	論理検査のエラー結果内容を理解し正しく修正ができる		

- rating 1: Almost no practical skills nor knowledge
 2: Basic theory or knowledge only
 3: Basic practical skills and theory
 4: Necessary practical skills and theory
 5: Complete skills with sufficient knowledge

Assessor

date

Signature

星野 順

31st, Aug, 2023