

カンボジア王国
Waterways Department
Ministry of Public Works
and Transport.

カンボジア国 電子海図策定支援プロジェクト

ファイナルレポート

メインレポート

平成 29 年 3 月
(2017 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

朝日航洋株式会社

| |
|--------|
| 基盤 |
| JR |
| 17-033 |

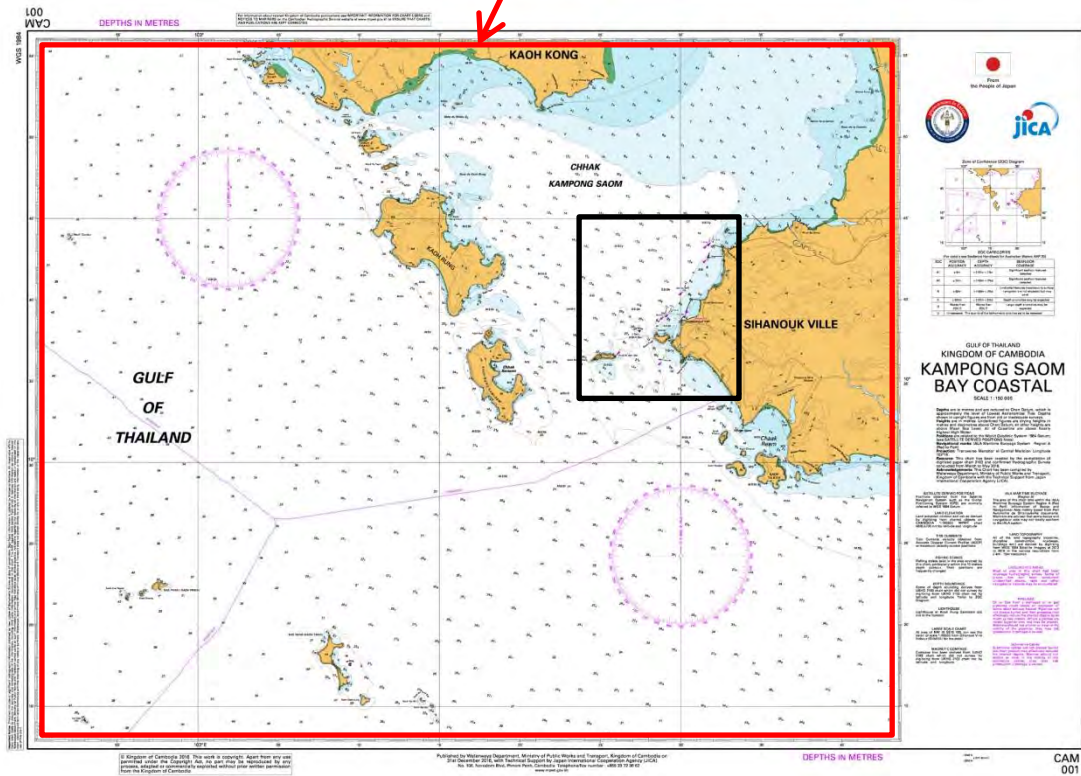
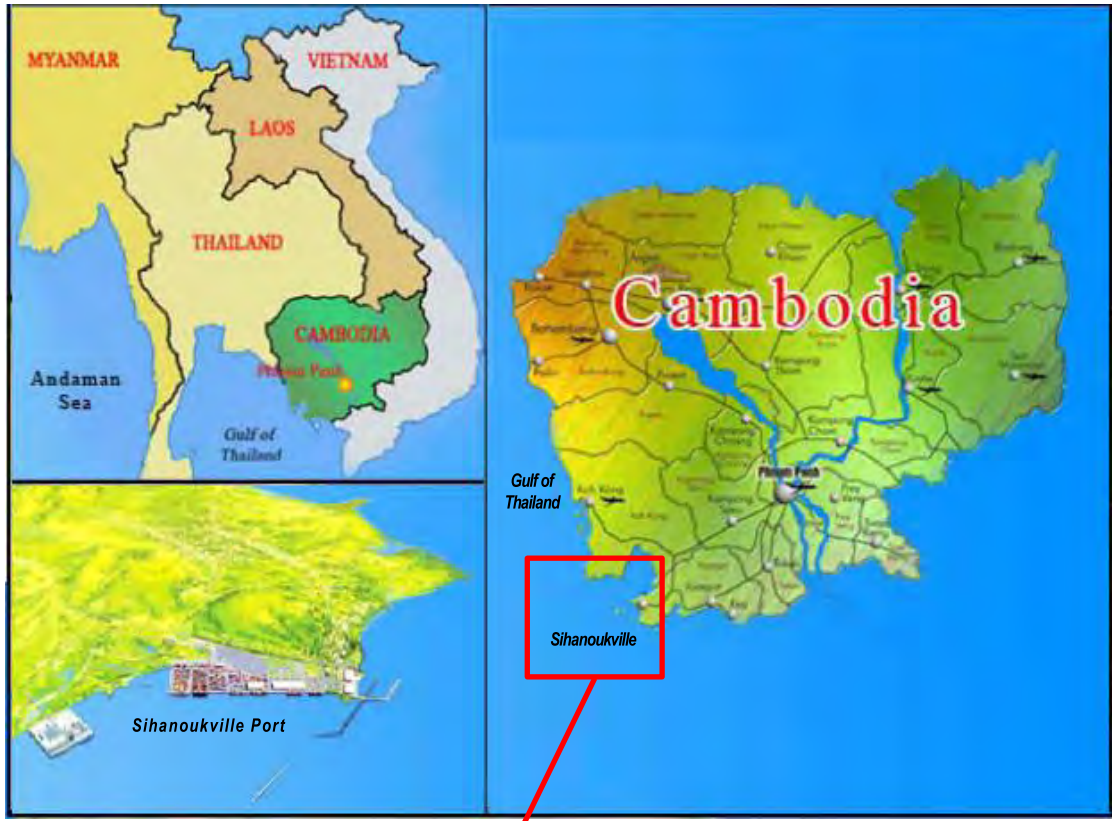
目 次

| | |
|------------|--|
| 目 次 | |
| 地 図 | |
| 写 真 | |
| 略 語 表 | |
| 図・表・写真の一覧表 | |

| | |
|---|-----|
| 第1章 業務の概要 | 1 |
| 1-1 調査の背景と経緯 | 1 |
| 1-2 調査の目的 | 2 |
| 1-3 調査対象地域 | 3 |
| 1-4 業務の基本方針 | 5 |
| 1-4-1 技術面での基本方針 | 7 |
| 1-4-2 運営面での基本方針 | 12 |
| 1-5 延長業務に関する事項 | 13 |
| 1-6 調査団員の構成 | 14 |
| 1-7 業務の実施工程 | 17 |
| 第2章 業務の実施内容及び結果 | 18 |
| 2-1 (1)-a 関連資料・情報の収集、整理、分析（国内作業） | 18 |
| 2-2 (1)-b 調査の基本方針、工程、手順検討（国内作業） | 20 |
| 2-3 (1)-c 事前準備作業（国内作業） | 20 |
| 2-4 (4) 仕様協議（現地作業） | 20 |
| 2-5 (5) 既存資料の収集、整理（現地作業） | 20 |
| 2-6 (6) 海図情報データ収集、処理、分析（現地・国内作業併用） | 22 |
| 2-6-1 海図基準面決定 | 22 |
| 2-6-2 (6) 基準点・水準測量等（現地作業） | 23 |
| 2-6-3 (6) 衛星画像/航空写真現地照合（海岸線、地勢）-現地・国内併用作業 | 29 |
| 2-6-4 (6) デジタル水路測量データ収録（現地作業） | 36 |
| 2-6-5 (6) 海象観測（潮汐・潮流）（現地作業） | 39 |
| 2-6-6 (6) デジタル水路測量データ処理（現地作業・一部国内作業） | 52 |
| 2-7 (7) 電子海図作成 | 73 |
| 2-7-1 (7) 海図(電子海図)編集用データ処理・解析 | 73 |
| 2-7-2 延長プロジェクトにおける電子海図について | 99 |
| 第3章 技術移転の実施内容 | 101 |
| 3-1 実施した技術移転作業の詳細 | 102 |
| 3-1-1 (6) (ア) 基準点・水準測量 | 102 |
| 3-1-2 (6) (イ) 衛星画像処理（海岸線抽出） | 106 |
| 3-1-3 (6) (ウ) デジタル水路測量データ収録 | 110 |
| 3-1-4 (6) (エ) 海象観測（潮汐） | 117 |
| 3-1-5 (6) (オ) デジタル水路測量データ処理（DHSDP） | 118 |
| 3-1-6 (7) 電子海図作成 | 121 |
| 3-2 技術移転業務に関する今後の課題 | 130 |

| | |
|---|-----|
| 第4章 報告書 | 133 |
| 4-1 (2) インセプションレポート作成、(3) インセプションレポートの説明・協議 | 133 |
| 4-2 (8) プログレスレポート作成・説明・協議 | 133 |
| 4-3 (8) インテリム レポート作成・説明・協議 | 133 |
| 4-4 (8) インテリム2 レポート作成・説明・協議 | 133 |
| 4-5 (9) ドラフトファイナルレポート作成・説明・協議 | 134 |
| 4-6 (10) ファイナルレポート作成 | 134 |
| 第5章 その他の実施業務 | 135 |
| 5-1 機材調達 (JICA 実施) | 135 |
| 5-2 機材調達 (調査団実施) | 141 |
| 5-3 プロジェクトサイト視察・訪問等 | 144 |
| 5-4 JCC (合同調整委員会) の開催 | 150 |
| 5-5 タスクフォース会議 | 153 |
| 5-6 電子海図ワークショップ開催 | 157 |
| 5-7 電子海図セミナー開催 | 158 |
| 第6章 成果品 | 163 |
| 6-1 調査報告書 | 163 |
| 6-2 成果品 | 164 |
| 第7章 今後の電子海図利活用及び提言等 | 165 |
| 7-1 電子海図の利活用について | 165 |
| 7-1-1 電子海図及び更新の重要性 | 165 |
| 7-1-2 電子海図の利活用・広報 | 165 |
| 7-1-3 電子海図利活用促進における提言 | 166 |
| 7-2 技術移転業務の課題・提言等 | 166 |
| 7-2-1 技術移転に関する課題 | 166 |
| 7-2-2 技術移転に関する提言 | 168 |
| 7-3 カンボジア国電子海図作製における調査団長所感 | 169 |
| 付 属 資 料 | |
| 1. 実施細則 | |
| 2. 合同調整委員会の議事録 | |
| 3. GNSS 基準点観測・水準測量の結果 | |
| 4. 潮汐観測・調和解析の結果 | |
| 5. 点検測量結果 (抜粋) | |
| 6. 採泥底質調査・粒度分析の結果 | |
| 7. ベクタ測深原図 (縮小版) | |
| 8. 紙海図 (縮小版) | |
| 9. 調達機材リスト | |
| 10. C/P の技術移転のアンケート | |
| 11. PAS の BM 情報 | |

地 図



写 真

シハヌークビル港周辺



シハヌークビル港 北部のシーバースと石油基地



シハヌークビル港 港内の埠頭



シハヌークビル港 防波堤灯台と棧橋

シハヌークビル港に寄港した客船



シーボーンソージャー (バハマ)



フォーレンダム (オランダ)

沖繋りで停泊する全長 290m 以上の大型客船



ダイヤモンドプリンセス (イギリス)



クイーンメリー2 (イギリス)

夜間に停泊する客船



フォーレンダム (オランダ)



クリスタル・シンフォニー (バハマ)

測量船の機装



マルチビーム測深機送受波器設置部の取付け



取付工事終了後の測量船の進水



マルチビーム測深機送受波器 跳上げ収納状態



GNSS アンテナの取付け



マルチビーム測深システム装置



測深用及び誘導・収録用 PC

マルチビーム測深状況



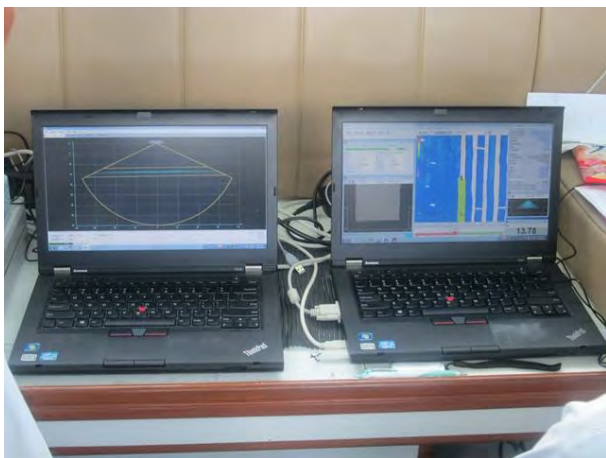
測深中のマルチビーム測深機送受波器



測量船誘導モニターと操船者



測量船内の船室



測深用及び誘導・収録用 PC



マルチビーム測深システムのオペレート

シハヌークビル港の験潮所設置



改修した験潮所の遠景



改修した験潮所の近景



験潮小屋内部の RMD5225WLB-2 型験潮器



験潮井戸内部の潮位センサー ※観測時は水中



潮位標の設置



潮位データの回収と験潮器の点検

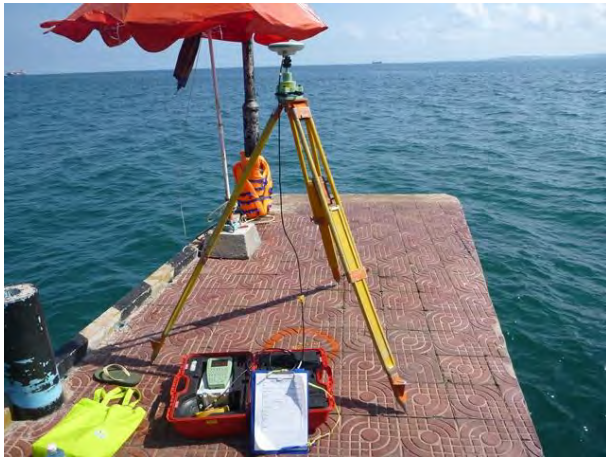
GNSS 基準点測量 観測風景



GCP3 の観測



GCP4 の観測



GCP7 の観測 (DEK KOUL 島)



GCP11 の観測 (KAONG KANG 島)



国家 GPS 点 SIHA の観測



国家 GPS 点 No1801B の観測

水準測量 観測風景



シハヌークビル港基準点 (PAS B. M) から験潮所までの水準測量

データ処理



データ処理・解析の概念及び手順の説明



データ処理・解析のオフィスワーク

合同調整委員会



カンボジア王国運輸大臣と JICA カンボジア事務所所長の両議長による合同調整委員会

電子海図ワークショップ



電子海図の活用を目的とした、カンボジア王国の海洋関係者に対し、ENC ワークショップを開催

電子海図セミナー



完成した電子海図のセミナーを開催
カンボジア王国及び周辺国等の海事機関及び民間の港湾管理者、貿易会社等が参加

略 語 表

| 略 称 | 英 名 | 和 名 |
|----------|--|--|
| AIS | Automatic Identification System | 船舶自動識別装置 |
| ASEAN | Association of South - East Asian Nations | 東南アジア諸国連合 |
| CDC | Council for the Development of Cambodia | カンボジア開発評議会 |
| C/P | Counterpart | 受け入れ担当機関 (者) |
| DHSDAS | Digital Hydrographic Survey Data Acquisition System | デジタル水路測量データ収集システム |
| DHSDPS | Digital Hydrographic Survey Data Processing System | デジタル水路測量データ処理システム |
| EAHC | East Asian Hydrographic Committee | 東アジア水路委員会 |
| ENC | Electronic Navigational Chart | 電子海図 |
| EMRA | Electronic Mekong River Atlas | 電子メコン河川図 |
| ECDIS | Electronic Chart Display and Information System | 電子海図情報表示システム |
| F/R | Final Report | 最終報告書 |
| GNSS | Global Navigation Satellite System | 衛星測位システム |
| GOC | Government of the Kingdom of Cambodia | カンボジア王国政府 |
| GOJ | Government of Japan | 日本国政府 |
| IHO | International Hydrographic Organization | 国際水路機関 |
| IMO | International Maritime Organization | 国際海事機構 |
| JCC | Joint Coordinating Committee | 合同調整委員会 |
| JICA | Japan International Cooperation Agency | 独立行政法人国際協力機構 |
| MB | Multi-Beam (Hydrographic Survey) | マルチビーム (測深) |
| MBES | Multi-Beam Echo Sounder | マルチビーム測深機 |
| MLMUPC | Ministry of Land Management, Urban Planning and Construction | 土地管理・都市計画・建設省 |
| MRC | Mekong River Commission | メコン河川委員会 |
| M/M | Minutes of Meeting | 協議議事録 |
| MPWT | Ministry of Public Works and Transport | 公共事業運輸省 |
| MPWT/WD | MPWT/Waterways Department ***2016年10月13日から MPWT/Waterway Infrastructure and Port Construction Department に名称が変更された。 本レポートは、旧名の略称“MPWT/WD”を使用する。 | 公共事業運輸省/水路部 *** 公共事業運輸省/水路基盤・ 港湾建設部 |
| MPWT/MMD | MPWT/Merchant Marine Department | 公共事業運輸省/海運部 |
| PAS | Sihanoukville Autonomous Port | シアヌークビル港湾公社 |
| PPAP | Phnom Penh Autonomous Port | プノンペン港湾公社 |
| R/D | Record of Discussions | 協議記録 |
| S-57 | IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data (Special Publication No.57) | デジタル水路データのための IHO 転送基準 |
| SHV | Sihanoukville | シハヌークビル |
| SOLAS | The International Convention for the Safety of Life at Sea | 海上における人命の安全の ための国際条約 (SOLAS 条 約) |
| UKHO | The United Kingdom Hydrographic Office | 英国水路部 |

図・表・写真の一覧表

第1章 業務の概要

| 番号 | 図番号 | 図タイトル |
|----|-----|-------------------|
| 1 | 1-1 | 調査対象地域 |
| 2 | 1-2 | SHV 港周辺の現況 |
| 3 | 1-3 | DHSDAS の関係図 |
| 4 | 1-4 | MB 測深データ処理フローチャート |
| 5 | 1-5 | 海図（電子海図）作成フロー |
| 6 | 1-6 | 延長プロジェクトの範囲 |

| 番号 | 表番号 | 表タイトル |
|----|-----|----------------------|
| 1 | 1-1 | 海図（電子海図）作成にかかる業務内訳概略 |
| 2 | 1-2 | 調査団員の構成 |
| 3 | 1-3 | 業務実施の作業フローチャート |

| 番号 | 写真番号 | 写真タイトル |
|----|------|-------------------------|
| 1 | 1-1 | SHV 港に寄港した国際周遊客船の例 |
| 2 | 1-2 | SHV 港の東側丘陵から調査海域方面を見た状況 |
| 3 | 1-3 | 機材の準備・艀装の状況写真 |

第2章 業務の実施内容及び結果

| 番号 | 図番号 | 図タイトル |
|----|------|----------------------------|
| 1 | 2-1 | PLEIADIS 0.5m衛星画像 |
| 2 | 2-2 | RapidEye 及び WorldView 衛星画像 |
| 3 | 2-3 | SHV 港周辺の国家基準点成果の例 |
| 4 | 2-4 | PAS 等が所有する水準点（BM）の位置図 |
| 5 | 2-5 | 英国水路部発行海図 No. 2103 |
| 6 | 2-6 | 英国水路部発行東南アジア諸国潮汐表の抜粋 |
| 7 | 2-7 | GNSS 観測網 |
| 8 | 2-8 | 標定点明細簿例 |
| 9 | 2-9 | 標定点位置図 |
| 10 | 2-10 | 標定点選点例 |
| 11 | 2-11 | 補完測量の選点の場所の例 |
| 12 | 2-12 | 衛星画像の GCP 点プロット |

| | | |
|----|------|---|
| 13 | 2-13 | 標定点記録（水路測量表記事）の例 |
| 14 | 2-14 | GNSS 成果を調整する前の画像 |
| 15 | 2-15 | GNSS 成果を取り入れて衛星画像を修正した画像 |
| 16 | 2-16 | 縮尺 1/10,000 程度に縮小した海岸線描画画面例 |
| 17 | 2-17 | 衛星画像から計測した SHV 港周辺の海岸線描画画面例 |
| 18 | 2-18 | IHO S-57 に沿った種別ごとにレイヤー分けした海岸線等 |
| 19 | 2-19 | HYPACK SURVEY で測量船の位置の正確さの確認 |
| 20 | 2-20 | GNSS 搭載デジタルカメラの現地写真による海岸線種別確認 |
| 21 | 2-21 | 海岸線の種別の属性の色分け |
| 22 | 2-22 | 当初プロジェクトの水深段彩図の速報版 |
| 23 | 2-23 | HYPACK Survey 操作・誘導画面と SONIC 2020 制御用画面 |
| 24 | 2-24 | RMD 験潮器の観測記録と潮位標の読取り値との比較 |
| 25 | 2-25 | 2013 年 11 月～2013 年 12 月潮汐曲線 |
| 26 | 2-26 | 2014 年 1 月～2014 年 6 月潮汐曲線 |
| 27 | 2-27 | 2014 年 7 月～2014 年 10 月潮汐曲線 |
| 28 | 2-28 | 暫定的な海図基準面の関係図 |
| 29 | 2-29 | 最終的な水深の基準面（DL）と高さの関係図 |
| 30 | 2-30 | 2014 年 5 月 1 日～5 月 18 日 RT710 と RMD の比較 |
| 31 | 2-31 | 2014 年 12 月 1 日～12 月 10 日の RT710 と RMD の潮汐比較 |
| 32 | 2-32 | 2014 年 2 月 1 日～2 月 28 日の RMD 観測値と推算潮位の偏差と SHV の風速との比較 |
| 33 | 2-33 | ADCP による潮流観測結果図（青矢符：下げ潮時、赤矢符：上げ潮時） |
| 34 | 2-34 | 測深データと補正ファイルの関係 |
| 35 | 2-35 | 潮汐補正ファイルの例 |
| 36 | 2-36 | 海図の基準面の関係図 |
| 37 | 2-37 | 音速度補正ファイルの例 |
| 38 | 2-38 | 船舶の動きによる Roll、Pitch、Yaw の動きの表示 |
| 39 | 2-39 | 潮汐補正ファイルの例と音速度補正ファイルの例 |
| 40 | 2-40 | ノイズ処理画面例 |
| 41 | 2-41 | 区域ベースの処理画面 |
| 42 | 2-42 | データ分割ブロック図 |
| 43 | 2-43 | 各ブロックに含まれる測深線ログの例 |
| 44 | 2-44 | 当初プロジェクト範囲で選択した隣接点検と交差点検の位置図 |
| 45 | 2-45 | 当初プロジェクト範囲での点検結果例 |
| 46 | 2-46 | 延長プロジェクト範囲での点検位置図 |
| 47 | 2-47 | 延長プロジェクト範囲での点検結果例 |
| 48 | 2-48 | XYZUtil によるオフセット設定画面 |
| 49 | 2-49 | オフセット変換前後の比較 |

| | | |
|----|------|--|
| 50 | 2-50 | 底質サンプル採取位置図及び底質分類三角ダイヤグラム |
| 51 | 2-51 | 水深値を 5m, 30m, 100m, 200m の順にソート処理した例 |
| 52 | 2-52 | ソート結果の確認例（位置及び形状の確認） |
| 53 | 2-53 | ソート結果の確認例（水深値の確認） |
| 54 | 2-54 | 等深線の選択例 |
| 55 | 2-55 | 等深線の修正例 |
| 56 | 2-56 | SHV 港周辺の一部を切り出した測量原図例 |
| 57 | 2-57 | 当初プロジェクト範囲のベクタ測量原図素図(1:10,000) |
| 58 | 2-58 | 延長プロジェクト範囲のベクタ測量原図素図(1:80,000 2分図) |
| 59 | 2-59 | 電子海図作成フローチャート |
| 60 | 2-60 | BOYCAR の内容 |
| 61 | 2-61 | CATCAM の内容 |
| 62 | 2-62 | FME による S-57 定義への変換フロー例 |
| 63 | 2-63 | S-57 Schema Inporter(FME Writer)での変換先指定例 |
| 64 | 2-64 | Attribute Value Mapper (FME)による設定例 |
| 65 | 2-65 | Attribute Filter(FME)による設定例 |
| 66 | 2-66 | AutoCAD で作成した海岸線データの変換例 |
| 67 | 2-67 | ENC Designer の新セル作成画面例 |
| 68 | 2-68 | ENC Designer の新セル複製設定画面例 |
| 69 | 2-69 | ENC Designer の複製例 |
| 70 | 2-70 | 空間オブジェクトの編集例 |
| 71 | 2-71 | フィーチャーオブジェクトの編集例 |
| 72 | 2-72 | フィーチャーオブジェクトの属性確認例 |
| 73 | 2-73 | ENC Analyzer の結果表事例（ENC Designer 画面） |
| 74 | 2-74 | エラー箇所の表示例 |
| 75 | 2-75 | ENC Optimizer の表示例 |
| 76 | 2-76 | ENC Optimizer の最適化適応例 |
| 77 | 2-77 | ENC Referencer の参照点入力例 |
| 78 | 2-78 | ENC Referencer による変換結果例（左：衛星画像、右：既存紙海図） |
| 79 | 2-79 | ENC Manager データベース構造 |
| 80 | 2-80 | ENC 編集・作成・更新のワークフロー |
| 81 | 2-81 | 作成した ENC 交換セットの例 |
| 82 | 2-82 | ENC ビューワーによる確認表示 |
| 83 | 2-83 | ENC メディアディスク本体のラベル例 |
| 84 | 2-84 | ENC ファイルの範囲で調整した例 |
| 85 | 2-85 | ENC ファイルから自動発生した例 |
| 86 | 2-86 | 航路標識調整例 |
| 87 | 2-87 | 経緯度線と水深値の重複処理例 |

| | | |
|----|------|-----------------------------------|
| 88 | 2-88 | 島名を等深線に沿って配置する例 |
| 89 | 2-89 | SCAMIN 適用による水深値配置例 |
| 90 | 2-90 | 地名をカンボジア語で表記した例 |
| 91 | 2-91 | 表題等のテンプレート例 |
| 92 | 2-92 | 脚注の設定例 |
| 93 | 2-93 | ラスト画像追加表例 |
| 94 | 2-94 | 当初プロジェクト範囲の紙海図 |
| 95 | 2-95 | 延長プロジェクト範囲の紙海図 |
| 96 | 2-96 | MPWT 提供の既存の地形図 No.5630 及び No.5730 |
| 97 | 2-97 | 既存図及び新規測深結果による電子海図作成フローチャート |

| 番号 | 表番号 | 表タイトル |
|----|------|--|
| 1 | 2-1 | GNSS 網平均計算結果 |
| 2 | 2-2 | GNSS 網平均計算結果 |
| 3 | 2-3 | 験潮器と潮位標の観測差 |
| 4 | 2-4 | 調和解析結果表 (60 分潮の調和常数) |
| 5 | 2-5 | 推算残差の通年分布 |
| 6 | 2-6 | 調和解析用に作成された平滑化された毎正時毎の 2013 年 11 月の例 |
| 7 | 2-7 | 2013 年 11 月 1 日～2014 年 11 月 2 日までの各日の最低・最高潮位 |
| 8 | 2-8 | データ処理管理表 |
| 9 | 2-9 | 底質記号表 |
| 10 | 2-10 | 採泥及び底質判別結果表 |
| 11 | 2-11 | SHV 港航路付近の 9 個の航路標識ブイ一覧表 |
| 12 | 2-12 | データベース内に格納された航路標識の一例 |
| 13 | 2-13 | FME S-57 変換用 CSV 形式ファイルのデータ例 |
| 14 | 2-14 | 電子海図各航海目的に対するセルサイズ及び利用する海図縮尺表 |
| 15 | 2-15 | ENC DB のステータス一覧表 |
| 16 | 2-16 | PAS から海図に記載している島名検証結果 |

| 番号 | 写真番号 | 写真タイトル |
|----|------|---------------------------------------|
| 1 | 2-1 | 国家 GPS 点(1801B)での GNSS 観測状況 (右の写真が標石) |
| 2 | 2-2 | C/P からの国家基準点変動状況を報告 |
| 3 | 2-3 | 使用した測量船 |
| 4 | 2-4 | DHSADA の収録の状況写真 |
| 5 | 2-5 | 験潮所の改修作業の状況写真 |
| 6 | 2-6 | 同時験潮観測 (左: RND 験潮器、右: 潮位標) |
| 7 | 2-7 | 底質採取ファイルの例 |
| 8 | 2-8 | 錘に付着した貝殻片と採泥作業 |

第3章 技術移転の実施内容

| 番号 | 図番号 | 図タイトル |
|----|------|---|
| 1 | 3-1 | GCP11 の GNSS 基準点測量 |
| 2 | 3-2 | 水準測量手簿 |
| 3 | 3-3 | 計画測線図 (左図 : 200m 間隔、右図 : 50m 間隔) |
| 4 | 3-4 | DHSDADS の構成図と実際の測量船との艤装・使用状況 |
| 5 | 3-5 | 艤装後の測量船のオフセット値 |
| 6 | 3-6 | 左 : HYPACK に航海機能セッティング 右 : MBES 機能セッティング |
| 7 | 3-7 | HYPACK Survey 測深画面 (操作及び誘導)及びデータ収録モニタ画面 |
| 8 | 3-8 | SONIC2020 送受波信号を制御する Sonic2000 による画面 |
| 9 | 3-9 | 回答したアンケートの例 |
| 10 | 3-10 | 作成した英語マニュアルとカンボジア語のラベルを貼り付け |
| 11 | 3-11 | JCC で C/P により発表された C/P のみで実施した水路測量の PPT |
| 12 | 3-12 | 測深のノイズのサンプル事例集 |
| 13 | 3-13 | 解析する時の暗岩の点群の形 |
| 14 | 3-14 | 区域ベース処理中の画面例 |
| 15 | 3-15 | 2014 年 8 月 研修で使用した紙海図(左図)及び作成した ENC 図(右図) |

| 番号 | 表番号 | 表タイトル |
|----|-----|--|
| 1 | 3-1 | 技術移転業務の内容 |
| 2 | 3-2 | 技術移転自己評価集計表 |
| 3 | 3-3 | 2013 年 12 月の C/P の本邦の ENC 研修日程表 |
| 4 | 3-4 | 2014 年 8 月の C/P の第三国(フィリピン)ENC 研修指導の日程 |
| 5 | 3-5 | 2015 年 9 月の ENC 管理者研修の日程 |
| 6 | 3-6 | 研修前後の技術習熟度評価 |

| 番号 | 写真番号 | 写真タイトル |
|----|------|---|
| 1 | 3-1 | 基準点観測と水準測量を作業した C/P 及び PAS の水先案内人 |
| 2 | 3-2 | GNSS による基準点観測 |
| 3 | 3-3 | C/P と調査団員の作業前・後の検討会議 (2013.10.28) |
| 4 | 3-4 | 水準測量 |
| 5 | 3-5 | 左 : PAS 水準点 (BM) 右 : PAS 験潮所 新設 ENC-BM |
| 6 | 3-6 | GNSS の研修を受けた C/P |
| 7 | 3-7 | GNSS 測量と水準測量の様子 (調査団員から機器取り扱いの説明) |
| 8 | 3-8 | 測量船(PAS Patrol Boat: KAOH Dekkol)に送受波器の取り付け |
| 9 | 3-9 | 測深中の操船, 測深中の見張り, 音速度測定 |
| 10 | 3-10 | 基礎段階から講習 |

| | | |
|----|------|----------------------------|
| 11 | 3-11 | 調査団員からの講習 |
| 12 | 3-12 | 調査団員からの OJT による操作・保守の指導 |
| 13 | 3-13 | 測量船上の作業 |
| 14 | 3-14 | RMD 験潮器と RT 験潮器の同時観測 |
| 15 | 3-15 | 2013 年 12 月 C/P の ENC 研修 |
| 16 | 3-16 | 2014 年 8 月の C/P の第三国研修 |
| 17 | 3-17 | 2014 年 8 月の幹部研修実施 |
| 18 | 3-18 | 2015 年 9 月の ENC 管理者研修 |
| 19 | 3-19 | 電子海図の研修（第 3 国研修やカンボジア現地など） |
| 20 | 3-20 | 水中音速度計のプラグとコネクタ一部 |
| 21 | 3-21 | 水中音速度計の保管箱に貼っている取扱注意文書 |

第 5 章 その他の実施業務

| 番号 | 図番号 | 図タイトル |
|----|-----|-------------------|
| 1 | 5-1 | POULO WAI 島の衛星画像 |
| 2 | 5-2 | KAS TANG 島の衛星画像 |
| 3 | 5-3 | PAS の要求により作成した水深図 |

| 番号 | 表番号 | 表タイトル |
|----|-----|----------------|
| 1 | 5-1 | JICA 本部調達機材リスト |
| 2 | 5-2 | 調査団調達機材リスト |

| 番号 | 写真番号 | 写真タイトル |
|----|------|---|
| 1 | 5-1 | JICA 本部調達機材、機能／性能検査（2013.12.16 千葉県保田港） |
| 2 | 5-2 | JICA 本部調達機材の現地到着状況（2014.1.27 Sihanouk Ville 港 P.A.S.） |
| 3 | 5-3 | JICA 本部調達機材 |
| 4 | 5-4 | 調査団調達機材 |
| 5 | 5-5 | 調査団調達機材 消耗品 |
| 6 | 5-6 | JICA カンボジア事務所所長一行の現地視察の状況 |
| 7 | 5-7 | 在カンボジア王国日本大使館の公使一行の現地視察の状況 |
| 8 | 5-8 | JICA カンボジア事務所次長一行の現地視察の状況 |
| 9 | 5-9 | SHV 港に寄港した護衛艦「しらゆき」 |
| 10 | 5-10 | 水産大学校練習船「耕洋丸」の訪問 |
| 11 | 5-11 | 耕洋丸の訪問と TRANSAS 製 ECS 画面にレーダー画像を重畳させた画面 |
| 12 | 5-12 | PAS の水先案内人チームと水路測量結果・海図についての説明と協議 |
| 13 | 5-13 | PAS の水先案内人チームと水路測量結果・海図活用・注意点についての説明と協議 |

| | | |
|----|------|---|
| 14 | 5-14 | PAS の VTMS 室にて、完成した ENC データの活用 |
| 15 | 5-15 | PAS のタグボート KOH TAKIEV にて、完成した ENC データの活用 |
| 16 | 5-16 | 第 1 回 JCC 会議 |
| 17 | 5-17 | 第 2 回 JCC 会議 |
| 18 | 5-18 | 第 3 回 JCC 会議 |
| 19 | 5-19 | 第 4 回 JCC 会議 |
| 20 | 5-20 | 第 5 回 JCC 会議 |
| 21 | 5-21 | 第 1 回タスクフォース会議 |
| 22 | 5-22 | 第 2 回タスクフォース会議 |
| 23 | 5-23 | 第 3 回タスクフォース会議 |
| 24 | 5-24 | 第 4 回タスクフォース会議 |
| 25 | 5-25 | 第 5 回タスクフォース会議 |
| 26 | 5-26 | 第 6 回タスクフォース会議 |
| 27 | 5-27 | 第 7 回タスクフォース会議 |
| 28 | 5-28 | 第 8 回タスクフォース会議 |
| 29 | 5-29 | ENC ワークショップ |
| 30 | 5-30 | ENC ワークショップの参加者との記念撮影 |
| 31 | 5-31 | ENC セミナー |
| 32 | 5-32 | JICA カンボジア事務所 安達 一 所長 挨拶 |
| 33 | 5-33 | 在カンボジア日本大使館 實取 直樹 一等書記官 挨拶 |
| 34 | 5-34 | MPWT 副大臣 H.E. Tauch Chan Kosal 挨拶 |
| 35 | 5-35 | MPWT 事務次官 H.E. Leng Thun Yuthea 当プロジェクトの紹介 |
| 36 | 5-36 | IHO 代表の EAHC 委員 Commander Azrul Nezam Bin Asri 発表 |
| 37 | 5-37 | UKHO 代表 ENC 専門家 Mr. Rob Wheeler 発表 |
| 38 | 5-38 | 海上保安庁海洋情報部代表 航海情報化海図審査室 梶村 徹 室長 発表 |
| 39 | 5-39 | 調査団の発表 |
| 40 | 5-40 | ENC セミナーの展示品・説明会 |
| 41 | 5-41 | ENC 利用促進のデモ航海 |
| 42 | 5-42 | ENC セミナーの参加者との記念撮影 |

第 6 章 成果品

| 番号 | 表番号 | 表タイトル |
|----|-----|----------|
| 1 | 6-1 | 調査報告書の一覧 |
| 2 | 6-2 | 成果品の一覧 |

第1章 業務の概要

1-1 調査の背景と経緯

カンボジア王国（以後「カ」国）では、シハヌークビル（Sihanoukville：以後 SHV）港が唯一の外海に面する大水深港であり、同港及び周辺地域の開発による国際貿易の活性化が重要な課題となっている。また、わが国も SHV 港への支援を重要な協力と位置づけており、これまで同港の港湾設備、港湾を運営する SHV 港湾公社（Sihanoukville Autonomous Port：以後 PAS）の組織・運営改善、隣接する SHV 港経済特区（Special Economic Zone：SEZ）の整備に取り組んでいた。船舶の航行安全確保には水深や施設等の情報を網羅する海図が必須であるが、SHV 港周辺で使用されていた海図は、冷戦時代に仏国と露国が作成した海図の著作権承諾を得て再編集した紙海図（1/20000、1997年に英国水路部が刊行）であるため、海図情報が古く信頼性に欠けている状況にあった。

また、国際海事機関（International Maritime Organization:IMO）は、2012年7月から、500GT以上の客船と3000GT以上のタンカー（いずれも新造船が対象）に対して電子海図情報表示システム（Electronic Chart Display and Information System：以後 ECDIS）の搭載を義務化しており、今後新造船のみならず現存船舶に対しても船種・規模に応じて ECDIS の搭載が順次義務付けられていく予定であるため、ECDIS に対応する国際仕様に則った電子海図（Electronic Navigational Chart：ENC）が必要である。最新の水路測量に基づく国際仕様に則った電子海図が未整備である状況が続くと、航海安全に支障を来たすだけでなく、SHV 港への寄港取りやめ等、同港の競争力が大きく低下することが懸念された。

以上のような背景から、SHV 港において最新の水路測量結果に基づく電子海図を早急に刊行することを喫緊の課題と位置づけ、「カ」国政府は本プロジェクトに係る支援を我が国に要請した。

これを受けて国際協力機構（以後 JICA）は2013年2月の詳細計画策定調査において、「カ」国政府の要請、プロジェクト対象範囲、内容等を確認した上で、2013年3月15日に討議議事録（Record of Discussions：以後 R/D）の署名を行った。本プロジェクトはこの R/D に基づき実施された。

本プロジェクトは、SHV 港周辺の電子海図（海図）を作成するのみならず、「カ」国の海図作成を担う公共事業運輸省水路部（以後 MPWT/WD）の海図を作成・刊行する組織的・技術的基盤が脆弱なことを勘案し、海図を維持・更新していく能力強化を見据えた開発調査型技術協力プロジェクトとして、電子海図の更新・維持・管理能力向上に係る技術移転を行う方針の下、第1次水路測量作業（2013年10月～2014年5月）及び第2次水路測量作業（2014年11月～2015年3月）が行われた。その後、SHV 港周辺の電子海図作成に取り掛かり、2015年8月には当初の要請である航海目的5の電子海図データを作成した。この過程において C/P は、海図情報を取得する水路測量データ収録、解析処理技術を講義や OJT により学び、技術習得が如何に重要であるかを認識した。しかしながら、MPWT/WD は、真に自立して国際水準に値する水路業務を継続していく組織体制の強化や経験値の蓄積が不足している状況である。

2014年頃、「カ」国の経済発展に伴い SHV 港におけるコンテナ船等の出入港や国際クルージング船の寄港が増加した。この状況下において、「カ」国海事関係者等から、SHV 港へ進入するための中縮尺電子海図作成の要望があり、2015年11月10日、MPWT 大臣と JICA カンボジア事務所長により本プロジェクトの延長が承認された。その経緯と詳細を「1-5 延長業務に関する事項」に記載した。

以下は、SHV 港に寄港した代表的な国際周遊客船である。



写真 1-1 SHV 港に寄港した国際周遊客船の例

1-2 調査の目的

- (1) SHV 港周辺の調査対象海域を IHO 水路測量基準 (S-44) に基づく水路測量を実施し、縮尺 1/10000 に対応可能な海図 (電子海図) を作成する。延長プロジェクトにおいて縮尺 1/80000 (電子海図) ~150000 の中縮尺海図 (電子海図) を作成する。
- (2) デジタル水路測量データ収録・処理過程において MPWT/WD の 4 名のカウンターパート (以後 C/P) に OJT 方式により技術移転を行い、デジタル水路測量能力の向上を図る。延長プロジェクトは、これまでに培ったデジタル水路測量データ収録・処理及び電子海図作成技術を基に、MPWT/WD の 8 名の C/P が主体的に実施するよう指導し、電子海図を更新する知識・技術の定着を図る。
- (3) SHV 港周辺海図 (電子海図) 作成に係る MPWT/WD の 2 名の C/P に本邦研修や調査団による OJT により、技術移転を行い海図 (電子海図) 編集能力の向上を図る。
- (4) SHV 港周辺海域の電子海図作成による航海安全の担保/強化に貢献する。
- (5) 「カ」国の海事関連組織への海図の“重要性”を啓蒙する。

1-3 調査対象地域

図1-1 全域は延長プロジェクトの航海目的3（沿岸航海）の中縮尺電子海図の範囲を示す、図右上方の黒枠は、当初プロジェクトの航海目的5の大縮尺電子海図の範囲を示す。

当初プロジェクトの調査対象海域図郭はNW:N10° 45' E103° 24' ,SE:N 10° 34' E103° 34' である。本調査海域を対象としたマルチビーム（以下MB）測深による水路測量を行う場合、必要な海上作業日数は、1日8時間、船速約6ノットで海底（水深）データを取得すると実質約120日（約4ヶ月）が必要と試算された。120日に補・再測や調査員等の休養、天候予備日を考慮すると測深作業による海上作業のみで170日が必要となることを考慮して調査計画を立案し実施した。

延長プロジェクトの調査対象海域図郭はNW : N10° 56' E102° 50' , SE : N 10° 13' E103° 43.5' である。延長プロジェクトでは、区域内の海岸線を衛星画像から抽出した。図1-1に示す点線域で囲んだ航行可能海峡域及び未測深海域において、実質50日間程度のMB測深及び単素子（以下SB）測深による水路測量を行った。

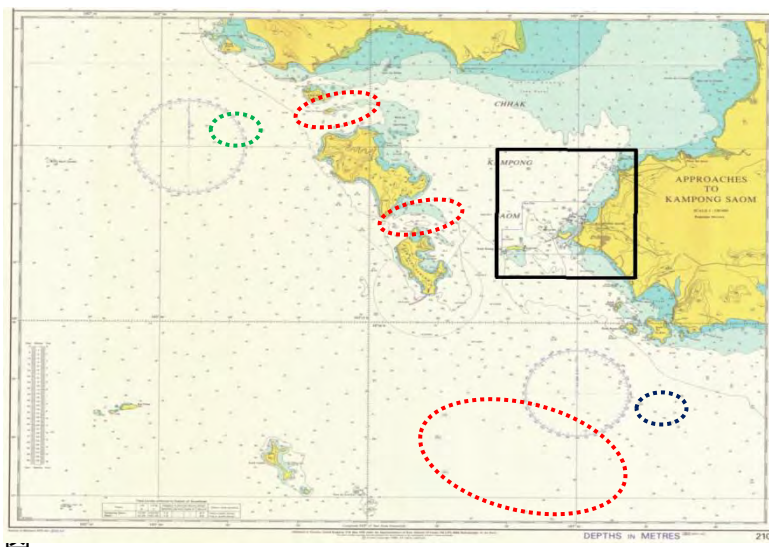


図1-1 調査対象地域

【自然環境】

気温や風の気象データは、SHV 港から 1.5 km 南東、標高 15m にある SHV 気象台から収集した。この気象台は 1957 年から気象観測を開始したが、1973 年～1981 年の間は閉館し、1982 年に再開した気象台である。

(1) 気候

SHV の気候は、北東モンスーンと南西モンスーンにより、風向の変化が顕著である。11 月から 4 月の北東モンスーン期間は乾季で、雨は少なく薄曇りがちで、穏やかな天候と云われているが、5 月～9 月の南東モンスーン期間は雨季で、曇りがちで暴風を伴うスコール的な雨が多い。モンスーンの変換時期は、急激な風向きの変化によって、突発的なスコールになることも多い。

(2) 気温

2011 年と 2014 年気候実測表の月ごとの最低最高気温を見ると、平均気温は 27.3°C で熱帯性気候と云って差し支えない。1 月の平均気温が 26.2°C で最も低く、4 月の平均気温が 28.7°C で最も高い。これらの気温の傾向は 1985 年～1995 年の報告（SHV 港マスタープラン報告；1997 年）とほぼ同じである。

(3) 風

2011年と2014年気候実測表には、月ごとの最大風速等のデータも記載されている。南西モンスーンの時期には、最大20 m/sの西から南西の強風が吹くが、時に北西の風が記録されている。SHV港マスタープラン報告(1997年)によれば、1960年～1969年に最大27m/sの西風が記録されている。この違いは、SHV気象台の場所が変わり標高が違うことから起きたものと思料される。1月から3月は、南風が卓越している。

(4) 地形(海域)状況

当初プロジェクト調査海域の北側は、水深5m～10mのKAMPONG SAOM湾に面している。湾奥までは25海里、北西の浅瀬が広がる海峡・海岸域までは15海里ほどある。SHV港域の北東側は、北東モンスーンの風を減衰させる丘陵に囲まれている。調査海域の西側10海里にKAOH RUNG、7海里ほどのところにKAOH RUNG SAMLOEM (KAOHは島を意味する)が存在し、南西モンスーンの風を弱めてくれている。SHV港の南西には、KAOH POAH, KAOH DEK KOUL及びKAOH KAONG KANGがあり、北東にはKAOH PREABがあつて、それぞれの島には個人所有者がおり人も住んでいる。SHVの沿岸地帯の後背地は、ほとんどが風化した砂岩が露出している。この地形は白亜紀の造山運動により形成されたと考えられている。

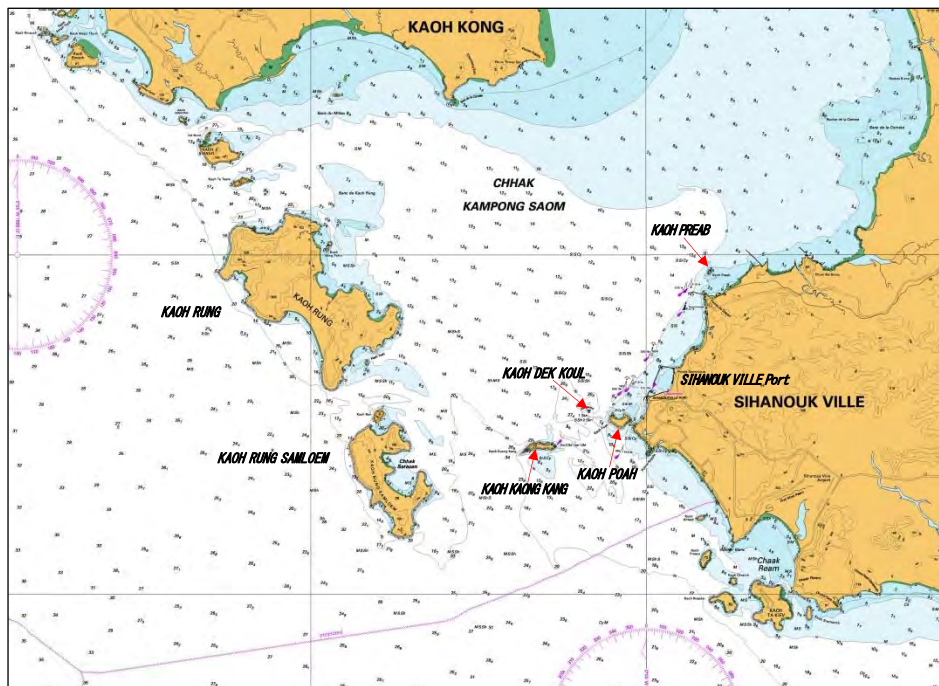


図1-2 SHV港周辺の現況



写真1-2 SHV港の東側丘陵から調査海域方面を見た状況

1-4 業務の基本方針

本調査において実施する調査業務内容の概略は下表のとおりである。

表 1-1 海図（電子海図）作成にかかる業務内訳概略

| 調査区分 | 作業項目 | 作業内容 | 作業数量 |
|-------|--|---|------|
| 国内 | (1)-a 関連資料・情報の収集、整理、分析 (1)-b 調査の基本方針、工程、手順の検討 (1)-c 事前準備作業 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 調査実施体制の構築/雇人/機材調達 ・ 衛星画像（PLEIADIS WorldView-0.8m & RapidEye-5m）取得、分析 ・ 調達機材検討 ・ 験潮器設置、送受波器艀装要領検討 ・ デジタル水路測量データ収録処理要領 検討 ・ 電子測量原図作成要領検討 ・ 海図（電子海図）編集要領検討 ・ C/P 研修の基本方針、研修要領、工程等 | 1 式 |
| 国内 | (2) インセプションレポートの作成 | | 1 式 |
| 現地 | (3) インセプションレポートの説明、協議 | C/P 機関に説明、協議（M/M 作成） | 1 式 |
| 現地 | (4) 仕様協議 | 電子海図の仕様協議・合意 | 1 式 |
| 現地 | (5) 既存資料の収集、整理 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 国家 GPS 基準点成果、BM 成果 ・ 航空写真、潮汐表等 | 1 式 |
| 現地 | (6) 海図情報データ収集、処理、分析 | (ア) 基準点・水準測量実施（OJT） (イ) 衛星画像/航空写真処理（海岸線&低潮線&暗礁抽出） (ウ) デジタル水路測量データ収録（OJT） 延長時は一部アナログ水路データ収録 (エ) 海象観測（OJT） (オ) 水路測量結果分析データ処理（OJT） | 1 式 |
| 現地・国内 | (7) 海図（電子海図）作成 | (ア) 海図（電子海図）編集用データ処理解析 (イ) SHV 港周辺海図（電子海図）& 同図に接続する沿岸航海海図（電子海図）作成 (ウ) 海図（電子海図）編集指導（本邦・OJT） | 1 式 |

| | | | |
|-------|----------------------------------|--|----|
| 現地・国内 | (8) プログレスレポート及びインテリムレポート作成/説明、協議 | PRは8ヵ月後及びIRは16ヶ月を並びにIR2は2016年3月頃を目処に、相手国C/Pに説明、協議 | 1式 |
| 現地・国内 | (9) ドラフト ファイナルレポートの作成、説明、協議 | 2016年12月頃を目途に先方政府への説明、合同調整委員会を開催。合意内容・協議結果をM/Mで確認、セミナー開催予定 | 1式 |
| 現地・国内 | (10) ファイナルレポートの作成、提出 | 2017年3月10日迄に成果とともにJICAに提出 | 1式 |
| 現地・国内 | 技術移転に係る業務 | 電子海図作成に係る本邦研修 or 第三国研修 及び現地でのOJT実施 | 1式 |

国内作業

現地作業

現地・国内作業

1-4-1 技術面での基本方針

本調査の背景、目的及び調査実施上の留意点に基づいて、技術面で以下の事項に重点を置いて実施した。

技術面の基本方針 1 : IHO 水路測量基準 (S-44), 電子海図作成基準 (S-57) 等への準拠

本調査における SHV 港周辺の海図 (電子海図) 作成に係る作業は、IHO の水路測量基準 (S-44)、海図作製基準 (S-4) 及び電子海図作成基準 (S-57) に従って実施した。「カ」国には、S-57 に準拠した電子メコン河川図が存在するが、「国際海図規則集及び IHO 海図仕様」の概念と異なる編集をしていた。MPWT/WD と協議の上、現在のデジタル水路測量、デジタル海図編集及び電子海図編集に対応した新たな作業手法を提案して業務を進めるものとした。

技術面の基本方針 2 : 測量の基準及びデータ処理の基準

本プロジェクトの水路測量作業は、MPWT/WT との仕様協議を基に以下の基準に基づき実施した。

- (1) 投影法・・・横メルカトル図法 (Transverse Mercator:TM)
- (2) 測地系・・・WGS-84/ITRF2008 準拠
- (3) 準拠楕円体・・・WGS84 (長半径 : 6378137.0m、扁平率 : 298.257223563)
- (4) 海図基準面・・・最低天文潮位 (Lowest Astronomical Tide : LAT)

海図基準面は1年間以上の潮汐データ取得により調和分解を行い主要4分潮の和による略最低低潮面としていたが、1年間の潮汐データを取得し調和解析により60分潮を得て、19年間の潮汐推算を行い、LATの値を得たのでMPWTと協議の結果LATを採用することに変更した。SHV 港験潮所の永年平均水面下 0.99m。

- (5) 高さの基準・・・SHV 港平均海面/既存水準点
- (6) 水路測量基準・・・IHO 水路測量基準 S-44 に準拠
- (7) 海図作成基準・・・IHO 海図作成基準 S-4 に準拠
- (8) 電子海図基準・・・IHO デジタル水路データ転送基準 S-57 に準拠 (航海目的 : 3,5)

技術面の基本方針 3 : デジタル水路測量データ収録・処理

<データ収録>

R/D に記載された Tentative list of Equipment の Sea Positioning and Navigation System と Depth Sounding System は、海図記載の水深精度を左右する Digital Hydrographic Survey Data Acquisition System (DHSDAS : 図 1-2 参照) を構成するものである。DHSDAS は、本プロジェクト終了後、C/P 機関に供与された。故に、DHSDAS は C/P 機関が独自に SHV 周辺及びメコン航路の水路測量を行う技術移転も考慮して、水深 50m 程度までの海底 (河床) を S-44 に則って測深できる性能を持つ米国 SONIC 社製 SONIC2020 (周波数 200KHz~400KHz、ビーム幅 2°、ビーム数 256、スライス幅 130°) が調達された。DHSDAS は、SONIC2020 と SBAS 機能付き D-GNSS、測量船の揺れを検出する動揺計測センサー (TSS DMS-10)、音波の音線屈折を調整するための表面音速度を連続検出する音速度センサー (Minos SVP) を組み合わせたものである。DHSDAS では、各機器のデータ取得時間の整合性が取得水深の精度に大きく影響を及ぼす。各機器のデータ取得時間の同期を確実にとれる SONIC2020 の SIM に搭載された同期機能により、水深の精度に及ぼす不確実な誤差要因を最低限

にしている。延長調査においては、水路測量の計画やデータ収録作業を主として C/P が実施し、これまでの OJT で培った知識技術が定着・継続できるよう指導・助言し、アナログデータのデジタル化を含めたデジタル水路測量データ収録を行った。

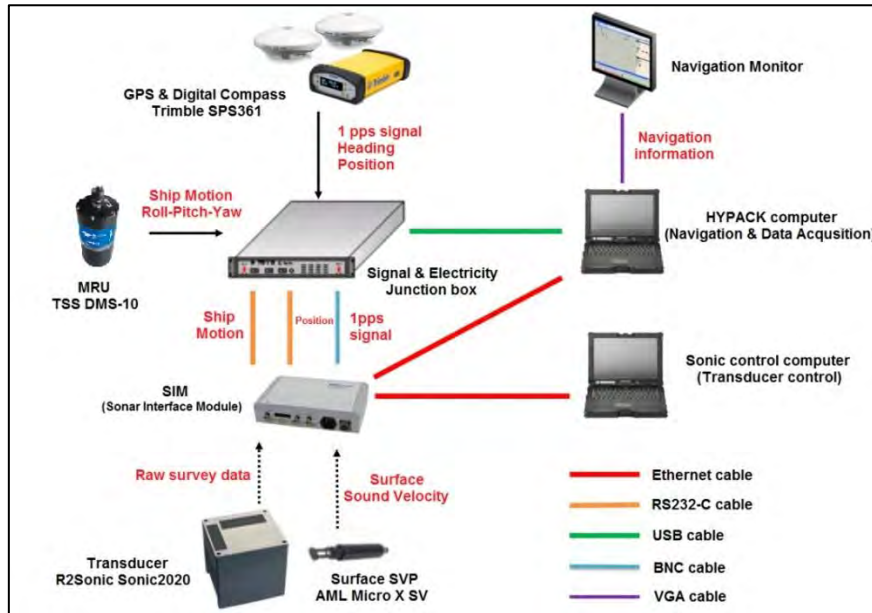


図 1 - 3 DHSDAS の関係図

なお、取得水深データ精度の観点から DHSDAS を搭載する測量船に送受波器を船底に固定することが望ましいが、形状的に困難なことから PAS の協力を得て、送受波器取り付け装置の作成及び工事を行い、送受波器と D-GNSS アンテナ及び動揺計測センサーの位置関係が、極力、不変になるように工夫した。(写真 1 - 3 参照)





巻き上げ用ウインチ



先端がトランスジューサー



トランスジューサーのケーブルはパイプの中を通している



船橋上の二つの Trimble D-GNSS アンテナ



船底の重心に取付けた TSS DMS-10



左から UPS, GNSS 受信機(黄色), SIM と Junction Box, SONIC 送受信信号制御 PC, HYPACK 用 PC



DHSDAS 測深状況



操船用誘導モニター



測量船 (PAS 警備艇)



エアコン(ドア奥)と発電機



艀装完了、進水へ(2014. 1. 31)

写真 1-3 機材の準備・艀装の状況写真

また、高温多湿の気象条件下、一日 8 時間の測深を数月に亘り実施する水路測量期間の IT 機器への影響や測量船の供給安定電力を考慮し、8kVA の発電機、安定化電源及びエアコンを装備して測量船運航員、C/P、調査員が長時間に亘る水路測量を実施できる調査環境を整えた。しかしながら、当初プロジェクト開始時に調達した発電機は 2 年間の波しぶきを被る等の過酷な海上作業環境でかなり劣化していたため、延長プロジェクトにおいては新品に交換してデータ収録を行った。

<データ処理>

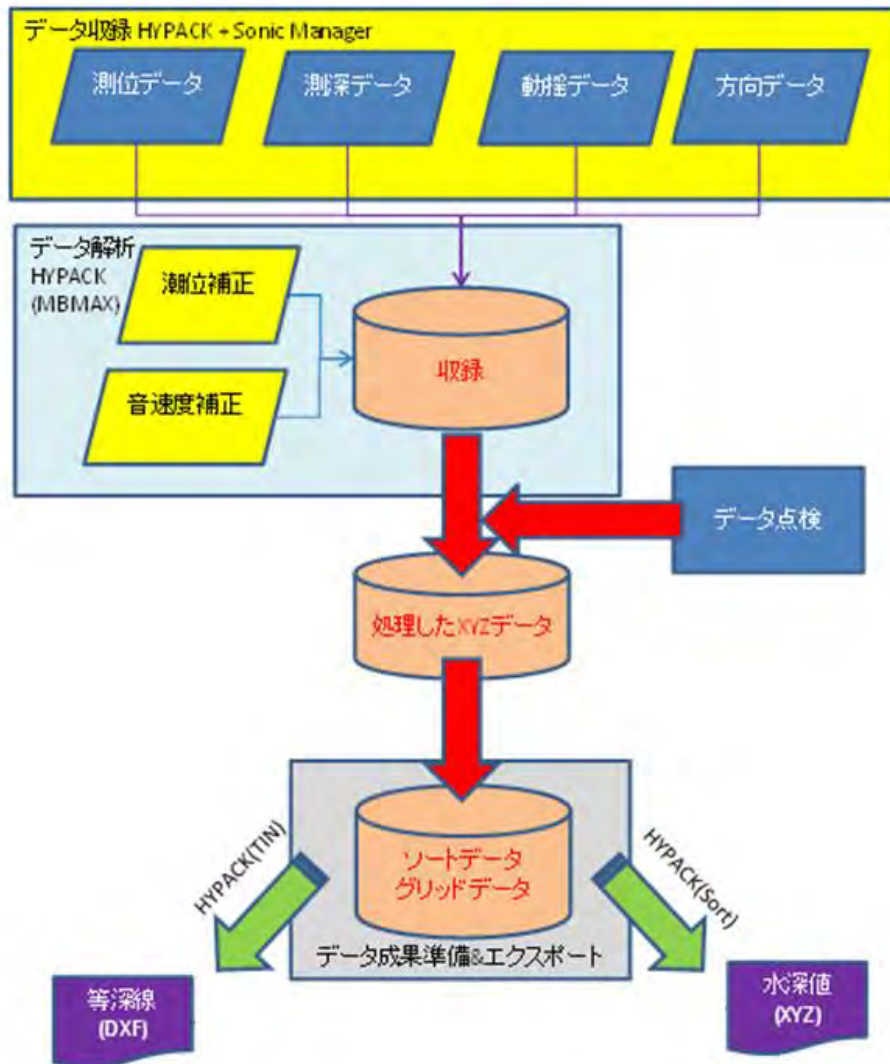


図 1-4 MB 測深データ処理フローチャート

DHSDAS により収録されるデータは膨大で、1 日（8 時間）程度測深して収録される水深データ量は約 0.2GB になる。この収録生データを Digital Hydrographic Survey Data Processing System: DHSDPS により、対話式でコンピュータ処理を行い、DTM ファイルやデジタル測量原図ファイルを作成した。本プロジェクトでは、測深に実質 120 日が見込まれたことからデータ量は約 24GB になった。海上保安庁積算目安資料を基に積算すると、延べ 115 ヶ月程度が必要となる。（実収録データは、Side Scan Image 記録も収録するため、6 倍程度のデータ量となっている）。これらの DHSDAS にて得られた収録データは、後述の「2-6-6 (6) 海図情報データ処理」に示す手順で処理した。このため、DHSDPS によるデータ処理は、現地作業と国内作業を半々で行う方針で実施した。なお、延長プロジェクトにおけるデータ処理のデータ量は、10GB 程度が見込まれた。8 人の C/P に全てのデータ処理を実施しつつ、成果の品質保証の検査・検証のために調査団技術者による国内でのデータ処理も併行して行った。

技術面の基本方針 4：海図（電子海図）編集

一般的に電子海図作成システムで使用されるソフトウェアとして、カナダの“CARIS”、ドイツの“SevenCs”、日本の“Chart King”がある。SevenCs ソフトは、電子海図作成専用に開発された経緯があり、コンパクトにできており、CARIS に比べて価格も半額程度であることから、海図（電子海図）刊行版数が比較的少ない欧州やアジア地域の水路部で使用されている。以上の観点から MPWT/WD が電子海図を作成・維持・更新していくには SevenCs システムが最適と認定され調達された。

通常、電子海図は既存の紙海図をスキャンしてラスタデータを作成し、数値化して各種海図情報をベクタ化していくのが常であるが、本プロジェクトでは測量原図ファイル（SHAPE,CAD）から IHO 電子海図作成仕様（S-57）に変換するソフト（FME）により電子海図ファイル（S-57 フォーマット）を作成した。SevenCs 電子海図作成システムにより測量原図ファイルから各種ソフトウェアを使用し電子海図を作成するフローを図 1-5 に示す。

延長プロジェクトで作成した電子海図は、英版海図 2103 の中縮尺 1/150000 をベースに、必要最低限の海図情報データの収集作業により作成することから、既存の紙海図をスキャンしてラスタデータを作成し、数値化して各種海図情報をベクタ化していく手法を併用した。

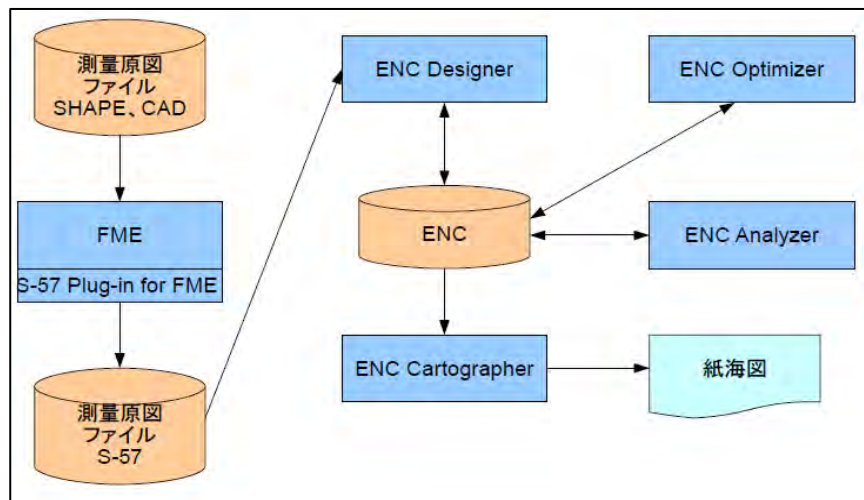


図 1-5 海図（電子海図）作成フロー

技術面の基本方針 5：持続可能な人材育成の体制

MPWT/WD から 2011 年、2013 年の JICA 集団研修「航行安全・防災・環境保全施設立案のための海洋情報整備（国際水路測量 B 級認定）」に 5 人が参加・修了している。この 5 人は本プロジェクトの水路測量分野の C/P として予定されていたが、一人は WD を辞職している。残り 4 人に対し、上記研修の知識と技術を基に、電子海図作成情報収集のための DHSDAS 作業（実質約 6 ヶ月）からデータ処理段階（約 7 ヶ月）までの OJT を施すことにより、今後の MPWT/WD の中心的な水路測量技師になるよう育成する予定であった。しかし、MPWT/WD から 4 人の C/P の追加教育を要請され、計 8 人の C/P に技術移転することになった。

他方、海図（電子海図）編集の人材育成に関しては、事前調査時に Mekong River Committee(MRC) の Electronic Mekong River Atlas (EMRA)事業に参加した MPWT/WD の職員が予定されていたが、その職員は WD を離れていたため、新たに IT 技術に秀でた 2 名が 8 人の C/P から選出された。この EMRA は国際海図仕様とは異なるものの、電子海図作成の国際仕様（S-57）に準拠して作成されている。EMRA の描画内容を調べた結果、電子海図データ構造形式の第一段階作業にあたることを確認できた。このことから選出された 1 名の C/P は、S-57 に関してはある程度の知識は有してい

ると思料された。しかし、詳細計画策定調査報告書によれば、C/P の海図編集経験・能力の度合いの判断に一抹の不安が残るとあった。複雑で多様な電子海図作成作業に順次対応出来るように作業マニュアル（各工程の作業手順）等を準備し、技術移転を受けた C/P が他の C/P やその他の MPWT/WD 職員に技術移転が出来る環境を整える体制（エコートレーニング）を築く方針とした。また、海図編集の基礎知識を固めるため、海図（電子海図）本邦研修の機会を増やし、海図編集専門家による海図基礎知識に関する研修を計画し実施した。

技術面の基本方針 6：広報活動・利活用促進、セミナー開催

本プロジェクトの終盤にセミナーを計画した。セミナーは、SHV 港周辺電子海図等の成果品を作成するに至る技術移転の内容を中心に C/P と調査団により発表し、ENC の有用性について周知するとともに成果品の利活用を図る方針で開催した。なお、セミナー開催については、自立発展性を促す観点から C/P が自ら計画、実施するよう指導した。また、技術移転セミナーの開催と併せて、技術進歩や地域間の課題についての情報共有を行う目的で、周辺国の東アジア水路委員会(EAHC)メンバーも招集した。

当初プロジェクトが1年延長になったことから当初プロジェクトの区切りとして2015年12月18日にC/P 主導のもと、PAS でENC WORKSHOP を開催した。上述のセミナーは1年延長して2016年12月に開催した。

1-4-2 運営面での基本方針

運営面の基本方針 1：全般的事項運営

本調査の実施にあたって、調査団員全員が日本政府の技術協力について十分な理解と認識の下に進めるものとし、その徹底を図るための意思疎通を計画的に行うものとした。

運営面の基本方針 2：安全・環境対策

調査においては、JICA が定める安全対策措置を取り実施することとした。また本調査での水路測量は、海上作業であることから天候の急変などにより、調査員の海中落下等が発生する状況も考えられるので、海洋調査協会発行の海上作業安全指針を徹底させるとともに、常時、最新の海外安全情報を入手し、早めの対応をとるようにした。

運営面の基本方針 3：調査実施体制

現地作業は調査団と C/P で構成して行った。その実施内容は、以下のとおりとなった。

- (1) 調査団長/総括（管理・水路測量・電子海図作成）
- (2) 副総括（管理・水路測量）
- (3) 誘導・水路測量
- (4) デジタル水路測量1・2
- (5) 基準点・水準・地形測量
- (6) GIS・CAD
- (7) 海図（電子海図）作成指導
- (8) 海象観測
- (9) 業務調整／水路測量補助

現地作業として実施する基準点測量及び水路測量・補測調査については、MPWT/WD の C/P と協働して行った。調査団の構成は、別添調査団員の参照。MPWT 大臣と JICA カンボジア事務所所長を共同議長とする JCC 及びタスクフォースミーティングにおいて、本調査の経過報告を行った。

延長プロジェクトにおいても MPWT/WD の意向を受け、C/P は 8 人とした。

運営面の基本方針 4：セミナーの開催

プロジェクト終了時に技術移転成果の公表、最終成果品である海図（電子海図）の普及及び利用を目的とした技術移転セミナーを計画する。本技術セミナー実施にあたり、MPWD/WD が主体的に実施出来るよう、調査団が支援した。なお、オープニングワークショップの開催を予定していたが、MPWT からの要請でクロージングワークショップを 2015 年 12 月 18 日に PAS にて開催した。

運営面の基本方針 5：安全管理

調査団及び C/P の安全管理については、貴機構の安全基準を遵守し、その徹底を図った。6 月～9 月の雨季には高温多湿状態が続くので、その時期の現地調査を避ける計画を立案し実行した。

1-5 延長業務に関する事項

2014 年頃、「カ」国の経済発展によるコンテナの扱い量の増加に伴い、SHV 港が多目的岸壁の増設を計画する中、コンテナ船の出入港増加に加え、乾季には年間 30 隻以上の 6 万 TG 級の国際クルージング船（例：MS Queen Elizabeth）が SHV 港に寄港している。この状況等を踏まえ、「カ」国海事関係者及び PAS 運営者から、SHV 港へ進入するための英版海図 2103（1/150,000）に対応した航海目的 3（沿岸航海）の中縮尺電子海図作成について要望が上がり、2015 年 4 月 22 日の第 3 回 JCC において MPWT から本プロジェクトの延長要請がなされた。JICA 調査団より、当初プロジェクトにおいて水路測量から ENC 作成に関する一連の技術移転は一通り実施したが、技術面や組織の脆弱性から見て水路測量・海図編集技術の継続性を担保できる状態になるためには、更なる経験値の蓄積が必要との報告を受けた JICA は、先方政府の要請、延長プロジェクト対象範囲、内容等を JICA 調査団に確認した上で、MPWT と協議し延長プロジェクトに係る R/D 改定に必要な Minutes of Meeting(M/M)を纏め、2015 年 11 月 10 日、MPWT 大臣及び JICA カンボジア事務所所長により同 M/M に署名がなされ承認された。延長プロジェクトは、同 M/M により加筆された改定 R/D に基づき実施された。（詳細 付属資料 1 参照）

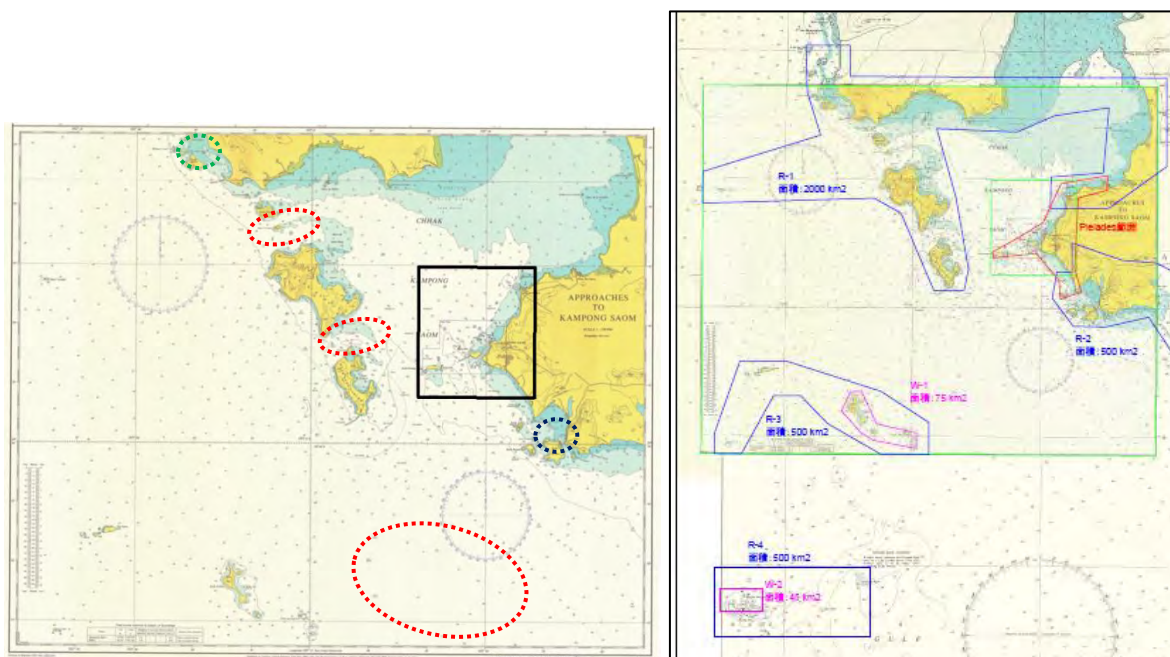


図 1-6 延長プロジェクトの範囲

図 1-6 の左図及び右図（緑枠内）が延長プロジェクトにより航海目的 3 で電子海図を作成した区域。なお、左図の黒枠は当初プロジェクトにより航海目的 5 で電子海図を作成した区域

1-6 調査団員の構成

表 1-2 調査団員の構成

| 担当分野 | 氏名 | 派遣実績 | | 回数 | 日数 | |
|------|--------|---------|---------|-----|-------|-------|
| | | 2013 年度 | 現地 | | | |
| 総括 | 穀田 昇一 | | 現地 | 1 回 | 50 日 | |
| | | | 国内 | | 45 日 | |
| | | | 2014 年度 | 現地 | 4 回 | 205 日 |
| | | | 国内 | | 53 日 | |
| | | | 2015 年度 | 現地 | 3 回 | 112 日 |
| | | | 国内 | | 105 日 | |
| | | | 2016 年度 | 現地 | 4 回 | 139 日 |
| | | | 国内 | | 37 日 | |
| 副総括 | 川井田 敏久 | 2014 年度 | 現地 | 2 回 | 44 日 | |
| | | | 国内 | | | |
| | | 2015 年度 | 現地 | 1 回 | 17 日 | |
| | | | 国内 | | 15 日 | |
| | | 2016 年度 | 現地 | 2 回 | 31 日 | |
| | | | 国内 | | 27 日 | |

| | | | | | |
|-------------|--------|---------|----|-----|-------|
| 基準点・水準・地形測量 | 高梨 健 | 2013 年度 | 現地 | 1 回 | 30 日 |
| | | | 国内 | | 15 日 |
| | | 2014 年度 | 現地 | 1 回 | 14 日 |
| | | | 国内 | | 7.5 日 |
| | | 2016 年度 | 現地 | | |
| | | | 国内 | | 10 日 |
| | | | | | |
| 海象（潮汐／潮流） | 渡辺 一史 | 2013 年度 | 現地 | 1 回 | 30 日 |
| | | | 国内 | | |
| | | 2014 年度 | 現地 | 1 回 | 14 日 |
| | | | 国内 | | |
| | | 2015 年度 | 現地 | | |
| | | | 国内 | | 29 日 |
| | | 2016 年度 | 現地 | | |
| | | | 国内 | | 20 日 |
| | | | | | |
| | 高下 桂 | 2016 年度 | 現地 | 4 回 | 42 日 |
| | | | 国内 | | 10 日 |
| | | | | | |
| 海上作業指揮 | 牧内 久明 | 2014 年度 | 現地 | 2 回 | 152 日 |
| | | | 国内 | | |
| | | 2016 年度 | 現地 | 1 回 | 57 日 |
| | | | 国内 | | |
| | | | | | |
| デジタル水路測量1 | 清水モーガン | 2013 年度 | 現地 | 1 回 | 30 日 |
| | | | 国内 | | |
| | | | | | |
| | 長谷川 徳行 | 2014 年度 | 現地 | 1 回 | 92 日 |
| | | | 国内 | | |
| | | | | | |
| | 宮村 茂 | 2013 年度 | 現地 | | |
| | | | 国内 | | 15 日 |
| | | 2015 年度 | 現地 | 1 回 | 7 日 |
| | | | 国内 | | |
| | | 2016 年度 | 現地 | 3 回 | 42 日 |
| | | | 国内 | | 12 日 |
| | | | | | |

| | | | | | |
|--------------|-----------------------|--------|----|----|------|
| デジタル水路測量2 | ワキットワークレン キッ ティサック | 2014年度 | 現地 | 3回 | 228日 |
| | | | 国内 | | 10日 |
| | | 2015年度 | 現地 | 3回 | 112日 |
| | | | 国内 | | 10日 |
| | | 2016年度 | 現地 | 3回 | 136日 |
| | | | 国内 | | 10日 |
| | | | | | |
| GIS・CAD1 | 渡辺 一史 | 2014年度 | 現地 | 1回 | 59日 |
| | | | 国内 | | |
| | | 2015年度 | 現地 | 2回 | 94日 |
| | | | 国内 | | |
| | | 2016年度 | 現地 | 2回 | 73日 |
| | | | 国内 | | |
| | | | | | |
| GIS・CAD2 | 池田 良生 | 2016年度 | 現地 | 2回 | 60日 |
| | | | 国内 | | 10日 |
| | | | | | |
| 海図（電子海図）作成指導 | 中川 一郎 | 2013年度 | 現地 | | |
| | | | 国内 | | 30日 |
| | | 2014年度 | 現地 | | |
| | | | 国内 | | 9日 |
| | | 2015年度 | 現地 | 2回 | 20日 |
| | | | 国内 | | 12日 |
| | | 2016年度 | 現地 | 4回 | 49日 |
| | | | 国内 | | 9日 |
| | | | | | |
| 業務調整／水路測量補助 | 高下 桂 | 2013年度 | 現地 | 1回 | 30日 |
| | | | 国内 | | |
| | | 2014年度 | 現地 | 5回 | 87日 |
| | | | 国内 | | |
| | | 2015年度 | 現地 | 4回 | 57日 |
| | | | 国内 | | |
| | | 2016年度 | 現地 | 1回 | 27日 |
| | | | 国内 | | |
| | | | | | |
| | 田村 尚美 | 2016年度 | 現地 | 4回 | 55日 |
| | | | 国内 | | |

※派遣回数・日数は、自社負担分含む

1-7 業務の実施工程

表1-3 業務実施の作業フローチャート

