港湾工事における衛星三次元測位の
実用化に向けた検討会（第1回）

これまでの検討内容

衛星三次元測位の活用による潮位補正を必要としない港湾工事の実現

○現状の港湾工事（海上工事）では、変動する潮位の観測を行い、最低水面と潮位の差を補正して工事・測量を行っており、労力や時間を要している。

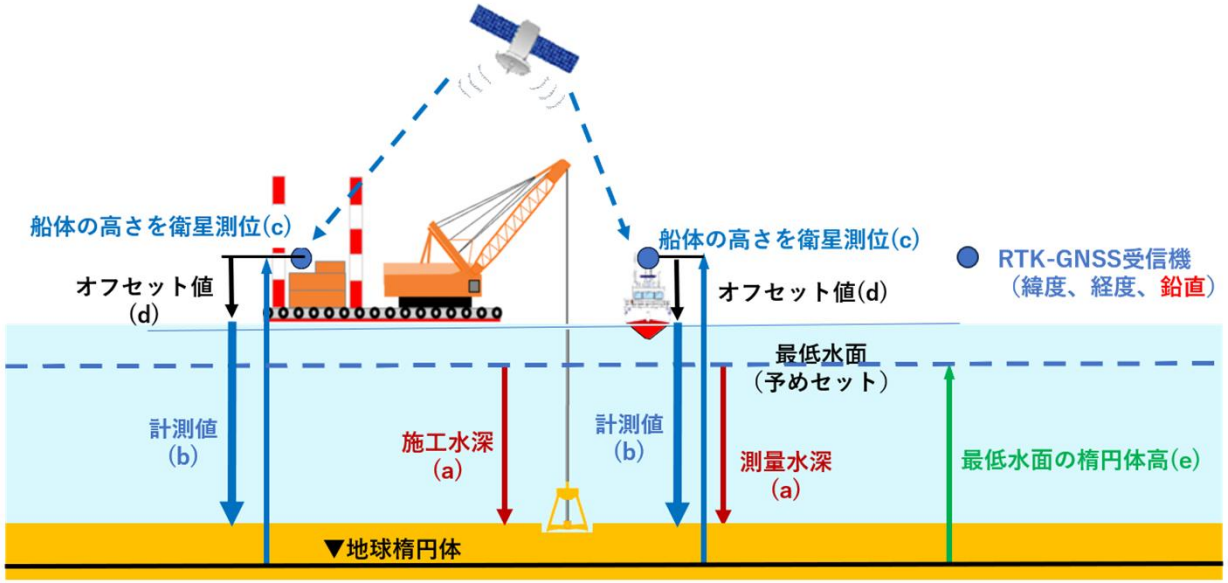
○海上保安庁は、最低水面の地球楕円体からの高さを面的に定めたデータセットである「水路測量基準面2025（最低水面モデル）」の公開を一部の海域で進めており、港湾及び開発保全航路については、導入の時期について、港湾局と調整を行っているところ。

○最低水面モデルの導入がされた港湾及び開発保全航路では、工事事業者等が、GNSSによる衛星三次元測位により、施工面の地球楕円体からの高さを測位することにより、潮位補正を行わない工事・測量が可能となる。

※港湾施設の建設・改良・維持では、最低水面が水深の基準となっている。

※GNSS測位＋最低水面モデル方式では測量時の検潮が不要となるが、最低水面モデル導入後も従来の検潮による潮位補正を排除するものではない。

海上工事

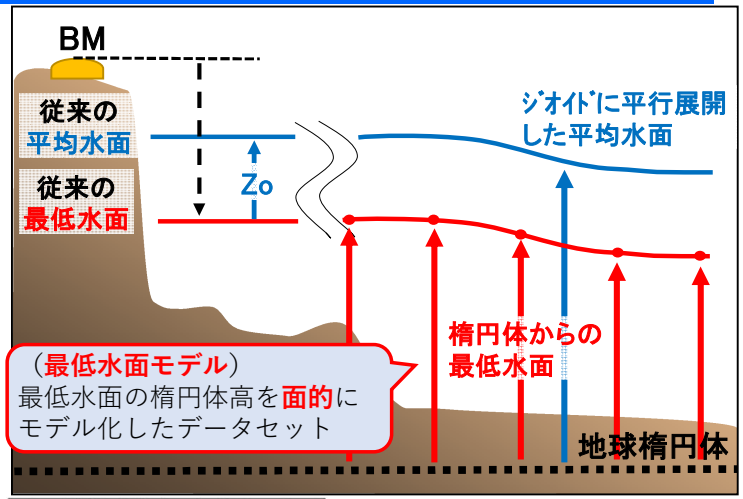


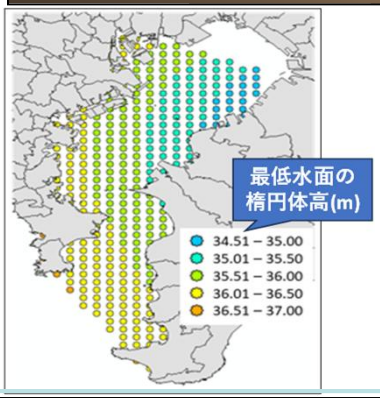
施工（測量）水深（a）＝計測値(b)－(船体の高さ(c)－オフセット値(d)－最低水面の楕円体高(e))

潮　位

＊予め、最低水面モデル（最低水面の楕円体高がセットされたソフト）が導入されていれば、RTK－GNSS受信機により船体の高さ、計測器により水面下を計測することで水深がわかる。

水路測量基準面2025（最低水面モデル）





最低水面モデルは、港湾毎に地球楕円体からの高さで表される、面的にモデル化した最低水面（1港湾に多数地点）

衛星三次元測位の実用化に向けた検証結果（深浅測量）

潮位変動等の現場条件が異なる５港湾にて深浅測量を実施し、検証した。

GNSS測位と従来の潮位補正の比較結果（R5年度）

正：GNSS測位が潮位補正よりも浅い

地点	測量範囲	格子数	差の平均(m)	差の標準偏差(m)
釜石 外洋に開け、沖の平均水面が推定できる	範囲1平坦	40401	−0.001	0.037
	範囲1傾斜	36367	0.014	0.146
	範囲2平坦	40401	−0.001	0.024
	範囲2傾斜	40392	0.049	0.246
中城湾 標高の基準が異なる離島港湾	範囲1平坦	40401	−0.114	0.030
	範囲1傾斜	40401	−0.102	0.137
	範囲2平坦	40401	−0.174	0.026
	範囲2傾斜	40401	−0.140	0.026
敦賀 副振動の影響がある港湾	範囲1平坦	40400	0.064	0.021
	範囲1傾斜	40400	0.061	0.020
	範囲2平坦	40401	0.038	0.012
	範囲2傾斜	40397	0.050	0.011
境港 常設検潮所の配置が比較的疎な港湾	範囲1平坦	40401	−0.009	0.024
	範囲1傾斜	40401	−0.015	0.037
	範囲2平坦	40401	0.003	0.025
	範囲2傾斜	40401	−0.010	0.016
備讃瀬戸 Z0区分が複数	範囲1平坦	40179	0.039	0.032
	範囲1傾斜	40301	0.109	0.035
	範囲2平坦	40401	−0.033	0.025
	範囲2傾斜	40401	−0.108	0.020

＊中城湾の差の要因：潮位観測とGNSS 測位で利用した平均水面の高さの差(8.3cm)の可能性

衛星三次元測位の実用化に向けた検証結果（深浅測量）

異なる計測システムで開発保全航路（業務艇）にて深浅測量を実施し、検証した。

GNSS測位と従来の潮位補正の比較結果（R6年度）

上段GNSS測位（リアルタイム処理）
下段GNSS測位（後処理）
正：GNSS測位が潮位補正よりも浅い

地点	ソフトウェア/システム	測量範囲	格子数	差の平均(m)	差の標準偏差(m)
備讃瀬戸	PDS/SeaBat T20	範囲１西	222847 217431	-0.16 -0.08	0.09 0.03
		範囲１東	310742 303583	-0.18 -0.09	0.06 0.03
		範囲２西	483402 483324	-0.11 -0.05	0.05 0.03
		範囲２東	512045 511773	-0.10 -0.05	0.04 0.02
中山水道	Hypack/Sonic2024		- 1161975	- -0.08	- 0.02
竹富南	みとおしえ,MarineDiscovery/EM2040	範囲１	122604 122693	-0.07 -0.09	0.04 0.02
		範囲２	93420 93499	-0.02 -0.09	0.07 0.02
		範囲３	46861 46924	-0.01 -0.06	0.05 0.03

＊後処理：後処理キネマティック解析（PPK）及び手作業によるノイズ除去
＊中山水道のリアルタイム処理：サイドローブの影響と考えらえるノイズが大きいため記載省略

衛星三次元測位の実用化に向けた検証結果（深浅測量）

GNSS測位と従来の潮位補正の差の要因

①潮位測定の誤差とGNSS測位の誤差

②平均水面の算出に使用した潮位観測の期間が必ずしも一致しないこと

③深浅測量の実施場所と検潮所の海面変動が一致しないこと

深浅測量への衛星三次元測位の適用

①R5年度の中城湾港の結果を除けば，潮位観測を利用した従来の潮位補正とGNSS 測位のマルチビーム測深の差は，概ね0.1m 以内に収まっている。「水路測量における測定又は調査の方法に関する告示」の特級の海域に収まっているため*、一定の精度を有しているものと評価

②港湾の特徴によらず、適用可能である。（R5年度）

③マルチビーム計測機器（ソフトウエア含む）によらず、適用可能である。（R6年度）

④リアルタイムで速報値が得られる。（R6年度）

＊告示では深さの測定の不確かさの限度を　（式）$\sqrt{a^2+(bd)^2}$　d :水深（m）　で規定している。
最も高い精度を求められる特級の海域では，a が0.25m，b が0.0075 と設定され、
深さの測定の不確かさの限度は，水深5m で0.25m，水深20m で0.29m である.

衛星三次元測位の実用化に向けた検証結果（海上工事）

異なる作業船でデッキ面高を比較し、検証した。

GNSS測位と従来の潮位補正の比較結果（R5年度）

正：GNSS測位が潮位補正よりも高い

工種	施工場所	船種	差の平均(m)	差の標準偏差(m)
床掘工	横浜港	グラブ浚渫船	0.008	0.077
	広島港	グラブ浚渫船	-	-
浚渫工	大阪港	グラブ浚渫船	0.014	0.096
地盤改良工	八代港	SCP船	0.032	0.157
	函館港	CDM船	0.022	0.053
基礎捨石工	室津港	測量船	0.022	0.053

＊広島港：測定中の計測機器の移動によるため記載省略

＊慣性GNSSジャイロ（10Hz)と潮位＋乾舷計測（＠１分）を比較

グラブ浚渫船でグラブバケットの掘削深度を比較し、検証した。

GNSS測位と従来の潮位補正の比較結果（R6年度）

正：GNSS測位が潮位補正よりも高い

工種	施工場所	船種	差の平均(m)	差の標準偏差(m)
床掘工	和歌山下津港	グラブ浚渫船	−0.04	0.09
浚渫工	徳山下松港	グラブ浚渫船	−0.06	0.16
	中城湾港	グラブ浚渫船	−0.08	0.16
	関門航路	ドラグサクション浚渫船	0.05	0.12

＊関門航路は、ドラグサクション船のデッキ面高の比較

＊RTK-GNSS測位・３基（補正情報@1sec,10Hz)を後方移動平均（1分間）と施工管理システム（潮位補正）を比較

衛星三次元測位の実用化に向けた検証結果（海上工事）

GNSS測位と従来の潮位補正の比較結果（R7年度）

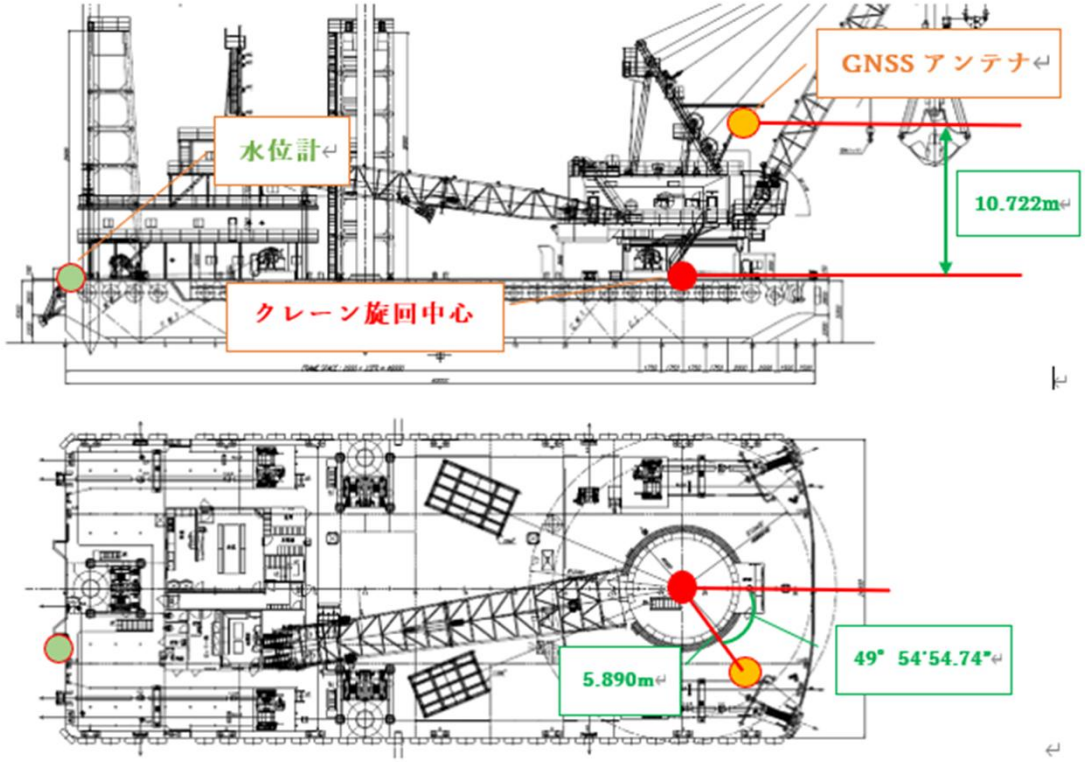
正：GNSS測位が潮位補正よりも浅い

工種	施工場所	船種	差の平均(m)	差の標準偏差(m)
床掘工	東京港	グラブ浚渫船	0.01	0.14

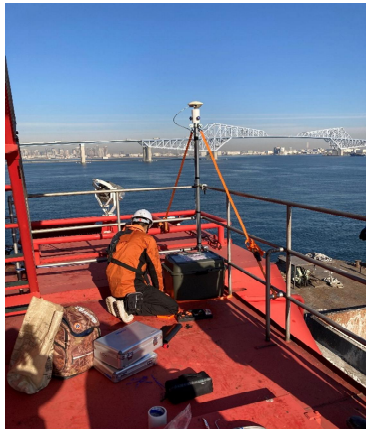
＊グラブRTK-GNSS測位・１基（補正情報@1sec,10Hz)を平滑化処理（カルマンフィルター30sec）と施工管理システム（潮位補正）バケットの掘削深度の比較

GNSSアンテナの設置位置

R7年度はクレーン旋回部に１基設置
R6年度はブリッジに３基設置



計測機器設置状況



GNSSアンテナ設置状況
（クレーン旋回部）

衛星三次元測位の実用化に向けた検証結果（海上工事）

GNSS測位データの処理方法の検討（R7年度）

●有効データの定義（案）

RTK-FIX解　かつ　VDOP≦３

「衛星測位技術「RTK-GNSS」の出来形管理への適用に向けた計測精度確保の方策」
（土木技術資料55-11（2013））
受信衛星数６以上、VDOP３以下で良好な状態

【DOP値】衛星の配置状態を指標化したものがDOP（Dilution of Precision）であり、その値（DOP値）は衛星数よりも測位精度との相関関係が高く、値が小さいほど測位精度が高い傾向を示す。DOPには様々な種類があり、衛星の幾何学的配置の水平成分だけを指標化したHDOP（Horizontal DOP）、垂直成分だけ指数化したVDOP（Vertical DOP）、それらを合成したPDOP（Position DOP）等がある。

●データの平滑化処理

カルマンフィルター を推奨

	カルマンフィルター	移動平均
向いている用途	実時間 or 準リアルタイム管理	オフライン後処理
	施工中の品質監視	統計評価・参考値
	マルチパス等の外乱が避けられない場合	データ品質が非常に良い区間
特徴	安定度が高い	外乱・欠測に弱い
	分散が低く抑えられる	窓長を誤ると「過度に鈍る」
	GNSS特性と相性が良い	

＊カルマンフィルタ：過去の推定結果と新たな観測値を用いて、観測ノイズを抑えながら現在の状態を推定する手法

衛星三次元測位の実用化に向けた検証結果（海上工事）

GNSS測位と従来の潮位補正の差の要因

①潮位測定の誤差とGNSS測位の誤差

②海上工事の施工場所と検潮所の海面変動が一致しないこと

③計測データのサンプリング、平滑処理の違い

海上工事への衛星三次元測位の適用

①港湾工事の出来形管理基準を参照すると、基礎捨石工の本均しを除けば、測定単位が0.1m、許容範囲も0.1m以上のものが多い。従来の潮位補正の差が0.1m以内にあり、一定の精度を有しているものと評価

②作業船、工種によらず、適用可能である。（R5年度）

③グラブ浚渫船の施工管理システムへの適用は、可能である。（R6年度）
→　浚渫工・床掘工については適用可能である。

工種	管理項目	測定密度	測定単位	許容範囲
床掘工	水深	特記仕様書で規定	0.1m	底面 ±0.3m
浚渫工	水深	特記仕様書で規定	0.1m	底面 ＋0m／－規定なし
地盤改良工（締固工）	砂杭天端高 先端深度	全数	0.1m	天端高 ＋規定なし／－0m 先端深度 ＋0m／－規定なし
基礎捨石工	天端高	測点間隔10m以下	0.01m	本均し ±0.05m

衛星三次元測位の実用化に向けた課題（海上工事）

グラブ浚渫工・床掘工以外への適用に向けて

作業船保有会社、日本埋立浚渫協会へのヒアリング実施

●基礎捨石工
①捨石本均し天端の平坦性を確保できるか
　基準水深と平面格子水深の差が規格値（±5cm以内）である格子数が80%以上

●地盤改良工（締固工）
①砂杭打設中の振動の影響はないか
②打込記録（施工管理システム）の検証

●地盤改良工（固化工）
①先端処理時の船舶の挙動（R4年度）
②施工中の喫水変化（セメント重量の変化）は影響しないか
③打込記録（施工管理システム）の検証

●浚渫工・床掘工（ポンプ浚渫船）
①硬質地盤掘削時の船舶の挙動

●ブロック据付工
現行、水中での高さの出来形管理基準はなし

港湾整備と港湾管理に関する整理

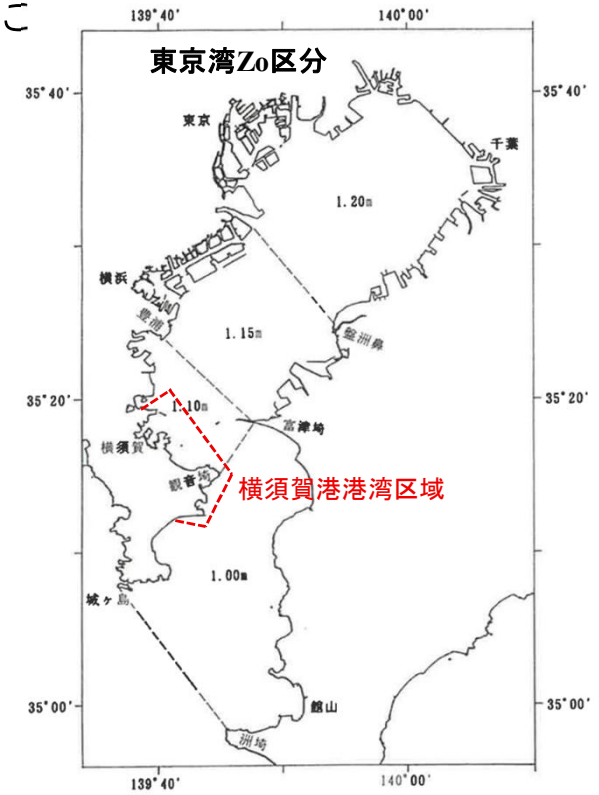
従来手法から最低水面モデルによる手法への移行時の留意事項

- 測量手法の変更
- 従来の潮位観測による最低水面と最低水面モデルの違い
- 港湾管理に関する資料の改定　TP（2011)→　TP（2024)

  潮位関係図、各種施設台帳など

令和7年度は下記の3港湾について従来手法から最低水面モデルによる手法に移行した場合の留意事項等についてヒアリングを実施した

モデル港湾	選定理由
鹿島港	過年度検証済みで、ジオイド傾斜の大きい港湾（港湾区域の南北で0.63mの差)
横須賀港	東京湾の近郊、同一港湾内でZ_0が2つ存在する港湾（右図参照）
清水港	急峻な駿河湾に面し、狭い水域に物流機能、産業機能、交流機能等多様な機能が配置されたコンパクトな港湾



ヒアリング結果のまとめ

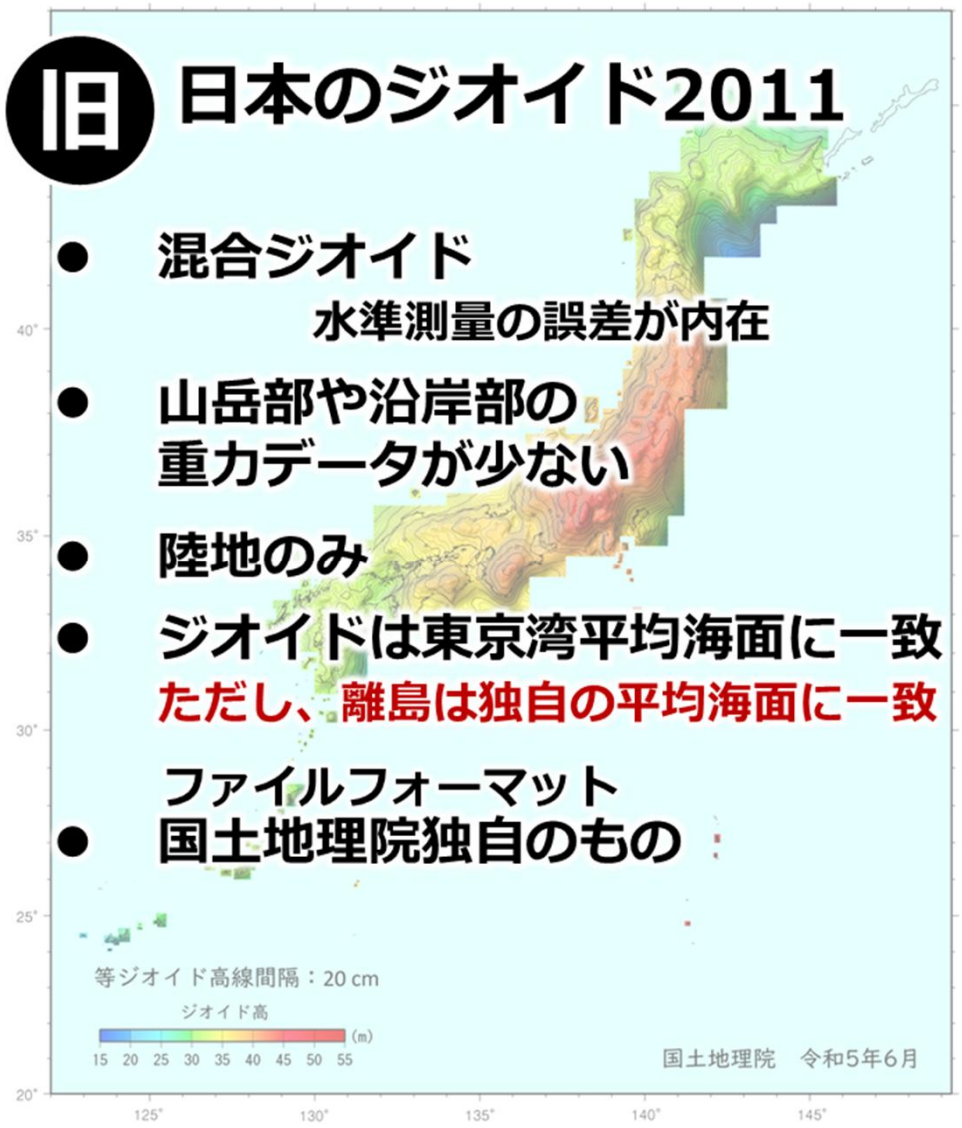
モデル港湾	まとめ
鹿島港	・最低水面モデルの最低水面と従来の港湾管理用基準面（C.D.L.）の差が約3cm（最低水面が従来のC.D.L.より約3cm浅くなる）と小さいため、大きな影響はない。 ・工事への影響は小さいが、入港船舶（特に大型船）については見かけ上喫水減少による積載量低下の懸念が出る可能性が指摘された。
横須賀港	・現状では久里浜も横須賀と同じZ_0を利用している。（Z_0：久里浜1.0m、横須賀1.1m） ・横須賀検潮所では最低水面モデルの最低水面と従来のC.D.L.が一致。 ・久里浜側では約0.1mの水深評価誤差があり、最低水面モデル導入によりZ_0の差が生じてしまう。 ・補正方法やモデル整合性が、最低水面モデル移行時の課題となっている。
清水港	・最低水面モデルの最低水面と従来の港湾管理用基準面（C.D.L.）の差が約8cm（最低水面が従来のC.D.L.より約8cm深くなる）となった。 ・浚渫工事には影響がないと考えるが、朔望平均満潮位や朔望平均干潮位についてはどのように整理するか。陸上施設整備で凄く気にしている部分である。 ・潮位関係図等の資料改定を行う場合、業務委託を行うため費用面を考えなければいけない。 ・マリコンだけでなく地元の業者も多いため機器等の導入コストについても課題となる。

技術資料の作成

目次（案）

第１章　はじめに
　第１節　本書の目的と重要性
　第２節　ＧＮＳＳ測位と最低水面モデルの概要
第２章　基本概念
　第１節　港湾工事と水深管理
　第２節　ＧＮＳＳによる測量
　第３節　最低水面モデルとは
　第４節　最低水面モデルを利用した水深の算出方法
第３章　楕円体基準測量における変更点
　第１節　起工測量および出来形測量手法の変更点
　第２節　施工管理システムの変更点
　第３節　GNSS受信機設置構成の性能評価および配置最適化
　第４節　GNSS観測値のデータ処理手法および安定化方策
第４章　実施上の留意点
　第１節　観測時の留意点
　第２節　精度向上のための対策
　第３節　最低水面モデルの利用と更新
第５章　最低水面モデル導入に伴う特記・積算の考え方
　第１節　現行から導入後への差分について
　第２節　最低水面モデルへの変更点
　第３節　（積算の考え方）
第６章　本技術導入による生産性の向上
　第１節　水深測量の効率化
　第２節　港湾工事の施工の効率化
　第３節　災害時の測量・施工の迅速化（初動短縮・継続性確保）
第７章　付録
　第１節　用語集
　第２節　参考文献

【参考】ジオイド2024日本とその周辺



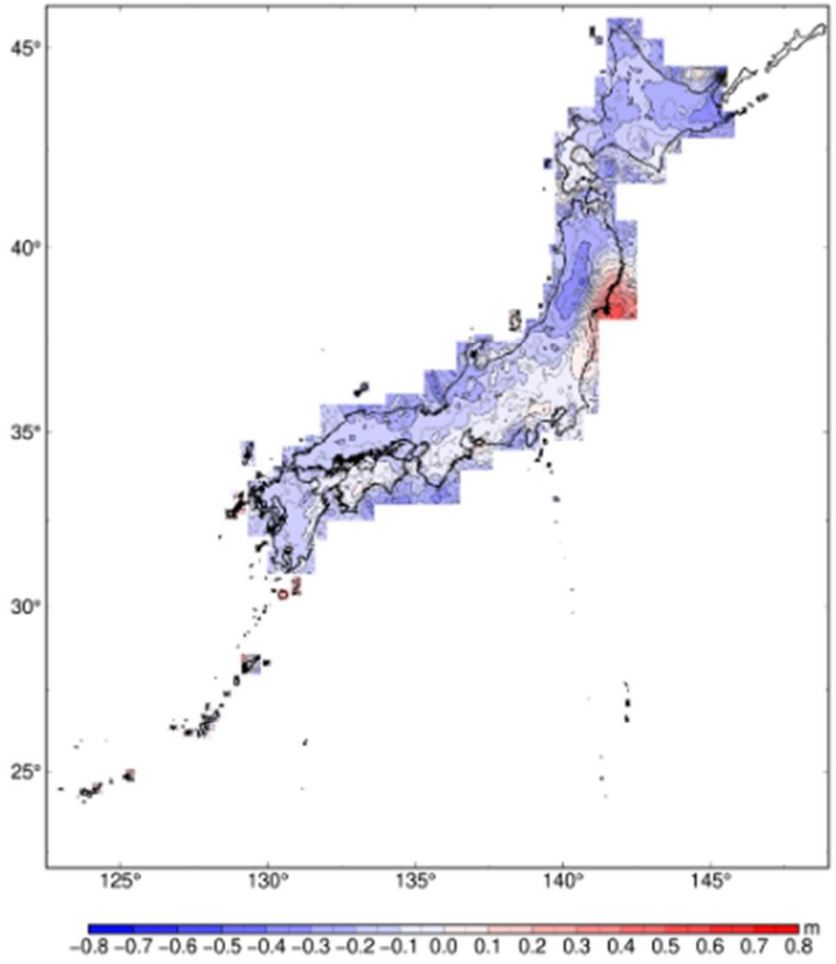


「ジオイド2024日本とその周辺」公開のページ

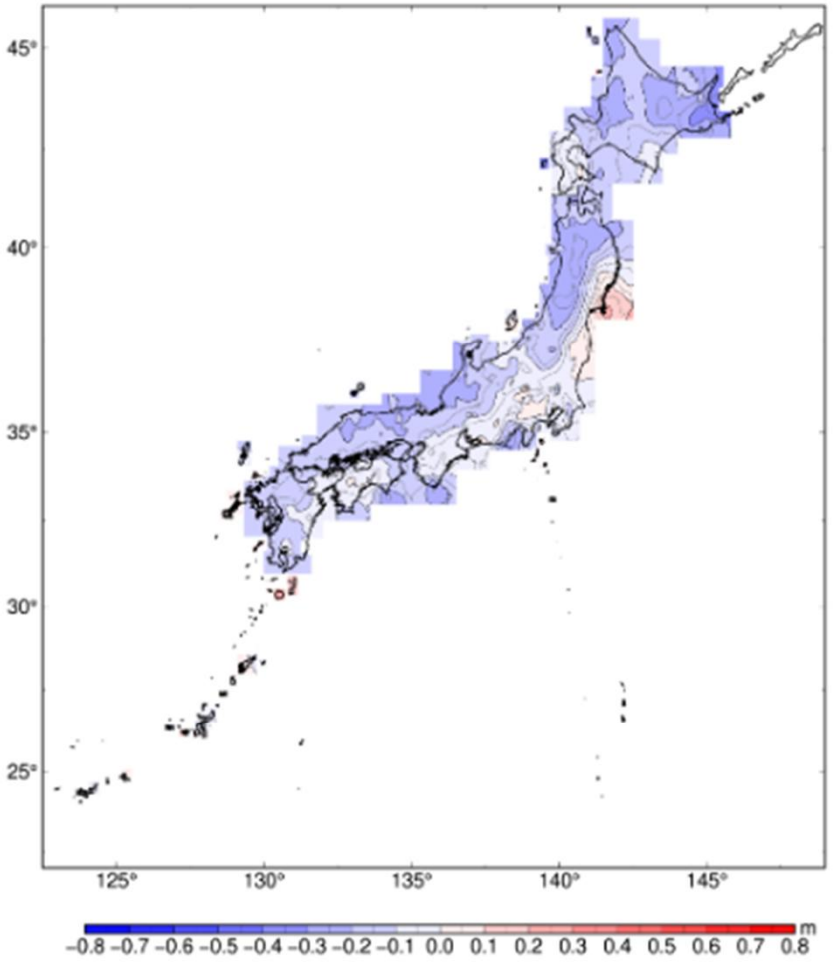
https://www.gsi.go.jp/buturisokuchi/grageo_reference.html

【参考】ジオイド2024日本とその周辺

★標高改定（測地成果2011→測地成果2024）



三角点改定量のコンター図（測地成果2024移行のための三角点標高補正パラメータ）
コンター間隔：5cm



水準点改定量のコンター図（測地成果2024移行のための水準点標高補正パラメータ）
コンター間隔：5cm

★測量で使う３つの高さ

標高　＝　楕円体高　－　ジオイド高

標高

・ジオイドから地表までの高さ

・**水準測量**等で測定

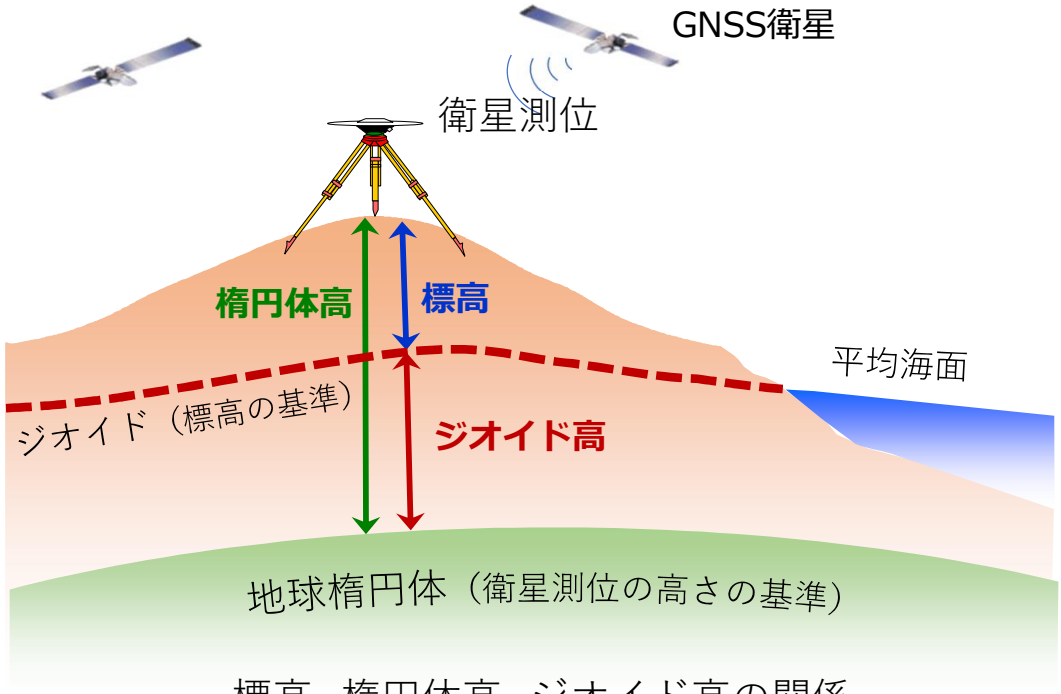
楕円体高

・地球楕円体から地表までの高さ

・**衛星測位**で測定

ジオイド高

・地球楕円体からジオイドまでの高さ



標高，楕円体高，ジオイド高の関係

・重力データや、水準測量・GNSS測量で得た標高、楕円体高等から算出

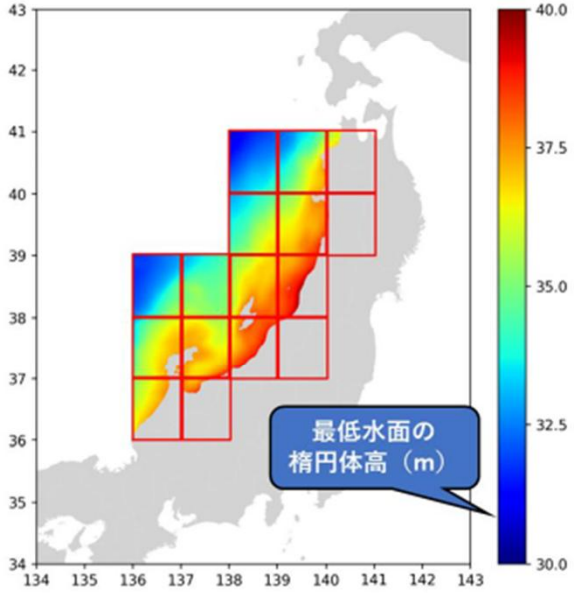
・**標高の基準**

【参考】水路測量2025

衛星三次元測位による水深測量に必要な、地球楕円体からの高さで定義された最低水面は、平均水面や最高水面とともに「水路測量基準面2025」というデータセットとして公表いたします。
今後、海上保安庁では、この水路測量基準面2025を、以下の整備方針のとおり整備・公開していく予定です。

◎ 水路測量基準面2025整備方針・公開

- 範　　囲：日本沿岸域
- 有効期限：2045年（約20年）
  ※海面上昇等を監視し要すれば見直し
- 導入時期：2030年までに全国整備・公開予定
  ※港湾区域は個別に調整。
- 公　　開：海上保安庁海洋情報部ホームページ
  （https://www1.kaiho.milt.go.jp/TIDE/datum/）



（令和7年度末に公開する範囲）

◎ 今後のスケジュール

令和7年度	令和8年度	令和9年度	令和10年度	令和11年度

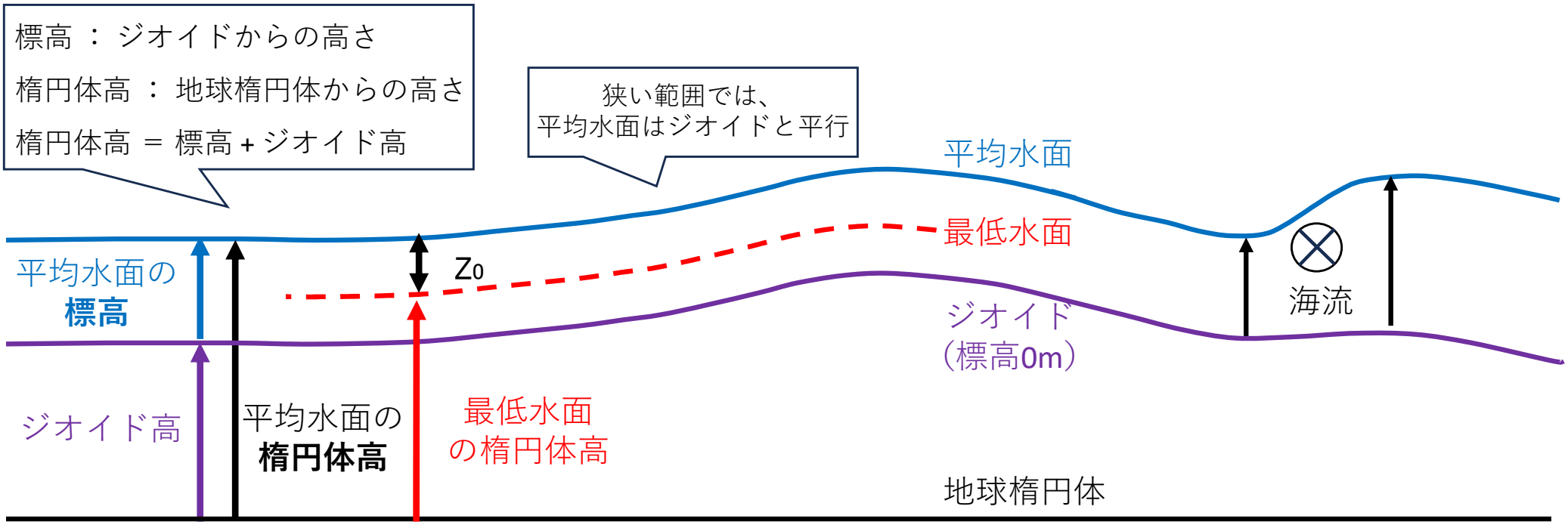
水路測量基準面2025の整備

令和7年度末に、一部の沿岸域（港湾区域を除く）を先行的に公開、他の沿岸域については、準備が整った段階で順次、公開予定

港湾区域は、各港湾管理者との調整後に公開予定

2026.3.24　海上保安庁プレスリリース

★最低水面の楕円体高

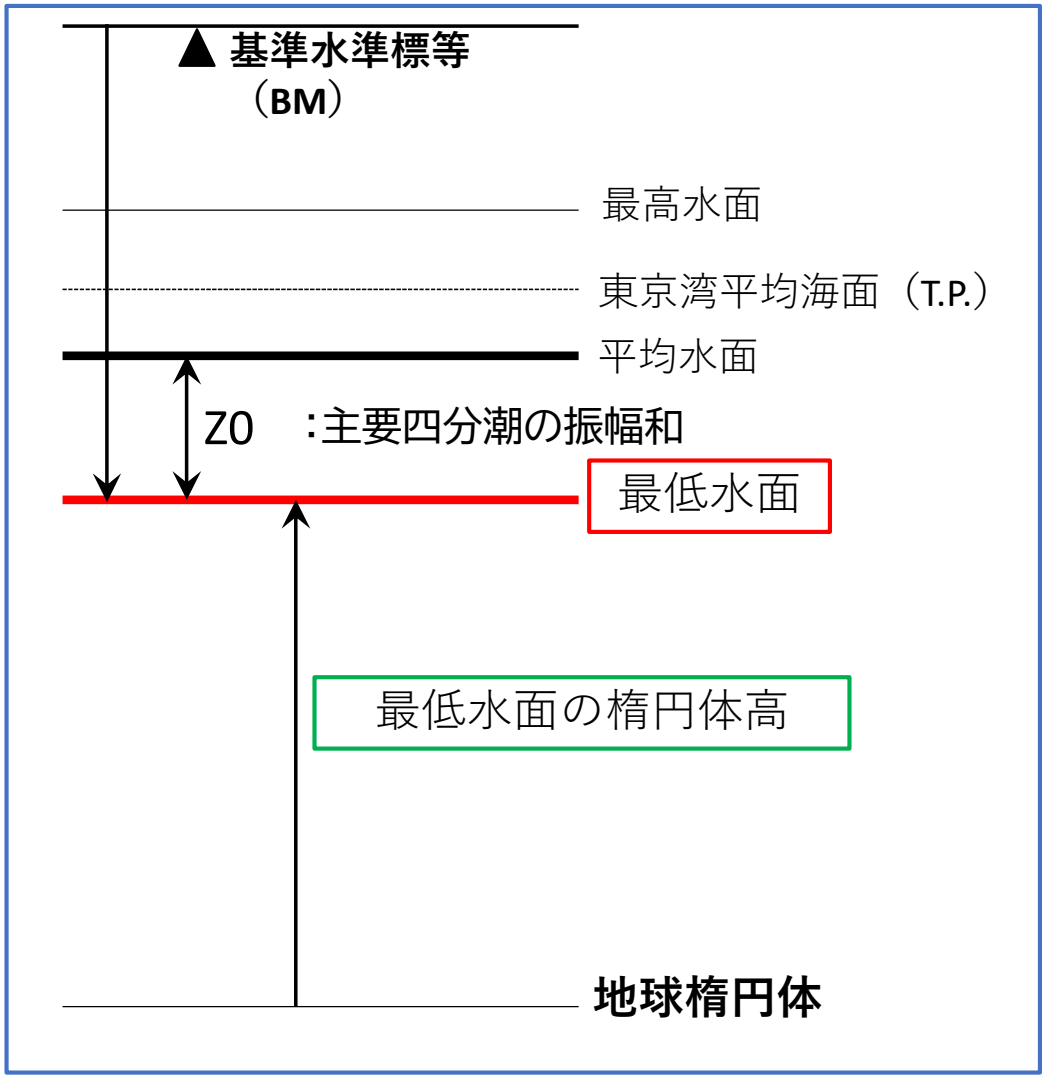


最低水面モデル：面的な最低水面の楕円体高

最低水面の楕円体高　＝ 平均水面の楕円体高 – Z0

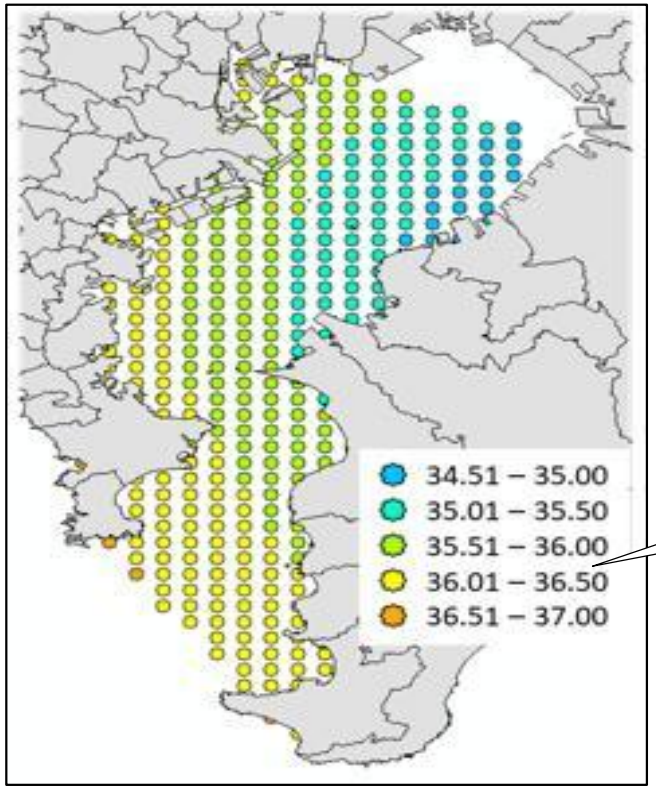
＝ **平均水面の標高** ＋ **ジオイド高** – Z0

★港湾への適用



＜**港湾管理用基準面＝最低水面**＞
「基本水準標等（BM）下の高さ」で定義

「地球楕円体からの高さ」で定義



最低水面モデル
（海上保安庁提供）

最低水面の楕円体高(m)

【参考】海岸昇降検知センターの解散

海岸昇降検知センター【活動終了】

Coastal Movements Data Center(CMDC)

お知らせ

海岸昇降検知センターは令和8年3月31日（火）をもって解散し、一切の活動を終了しました。

本ホームページから提供されていた資料の一部については、海図作成のための基礎資料として、また、海洋資料収集・提供の目的のために海上保安庁に引継いでおり、引き続き同庁にて形態を変更して作成・公開されています。

国土地理院地理地殻活動研究センター研究管理課（旧海岸昇降検知センター事務局）

関連リンク

JCG 海上保安庁海洋情報部