

令和7年度 中国地方建設技術開発交流会

港湾分野におけるAI活用技術の紹介



技術研究開発センター
地盤・防災技術グループ 主任研究員

夏坂 亮太

紹介技術

私たちの今が、社会の未来を創る
Create Value. Build the Future



ポイント
説明

① AI波浪予測システム

波浪予測精度の向上と海上工事の施工効率化を目指す

※令和2年 日本港湾協会論文賞受賞

AI画像認識技術を利用した

② 船舶航行監視システム「COS-NAVI」

船舶航行と海上作業の安全性を確保

※2024年7月プレスリリース

コスナビ

ポイント
説明

③ AI粒度推定システム「ASYST」

発生土の有効活用促進と施工合理化を目指す

※2024年1月プレスリリース

アシスト

少し
詳しく

①AI波浪予測システム

短期予測(数時間～1日程度)

港湾・海洋工事(小・中規模)

漁業

定期船運航

レジャー(サーフィン, ヨット, 釣り, 海水浴 など)

大規模海上工事では

- 作業可能な海象条件
- 数日間の連続した静穏日が必要



1週間程度の精度良い波浪予報が必要不可欠

中期予測(1週間程度)



ケーソン据付



大規模海上工事



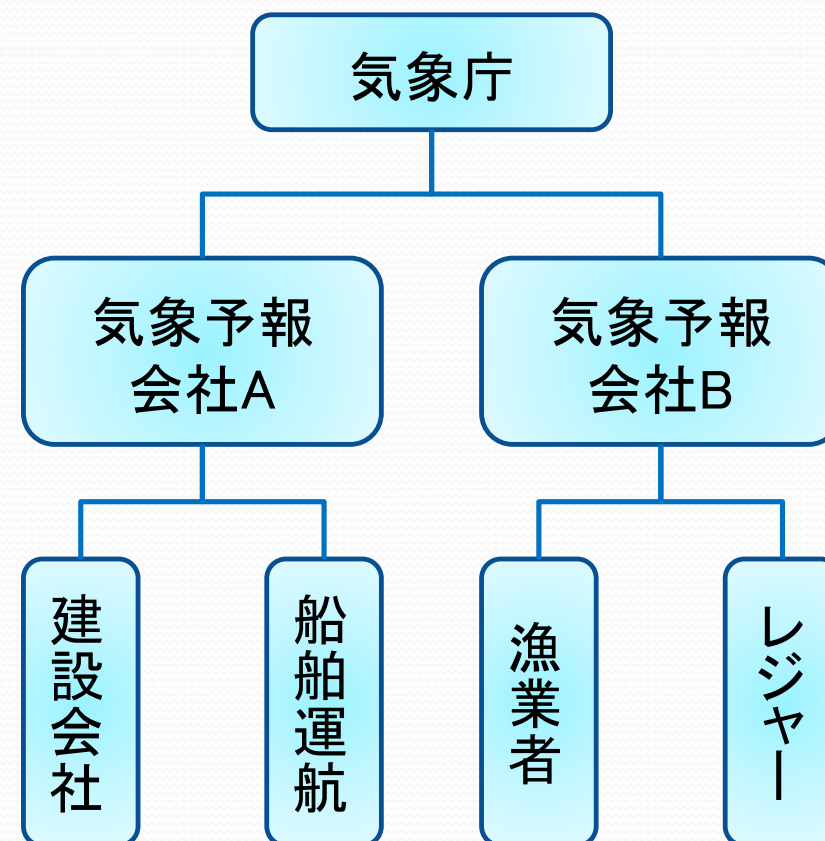
洋上風力

① AI波浪予測システム

■ 1週間波浪予測の現状

気象機関	日本気象庁 (JMA)
波浪モデル	GWM
予報時間長さ	0 hr～264 hrs (11 days)
解析格子	$0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ 約25 km四方 (625 km ²) ※

※ 同等面積：東京23区 (約622km²)



① AI波浪予測システム

■ 1週間波浪予測の現状

(気象庁予測とナウファス観測を比較してみた！)

気象庁 予測値

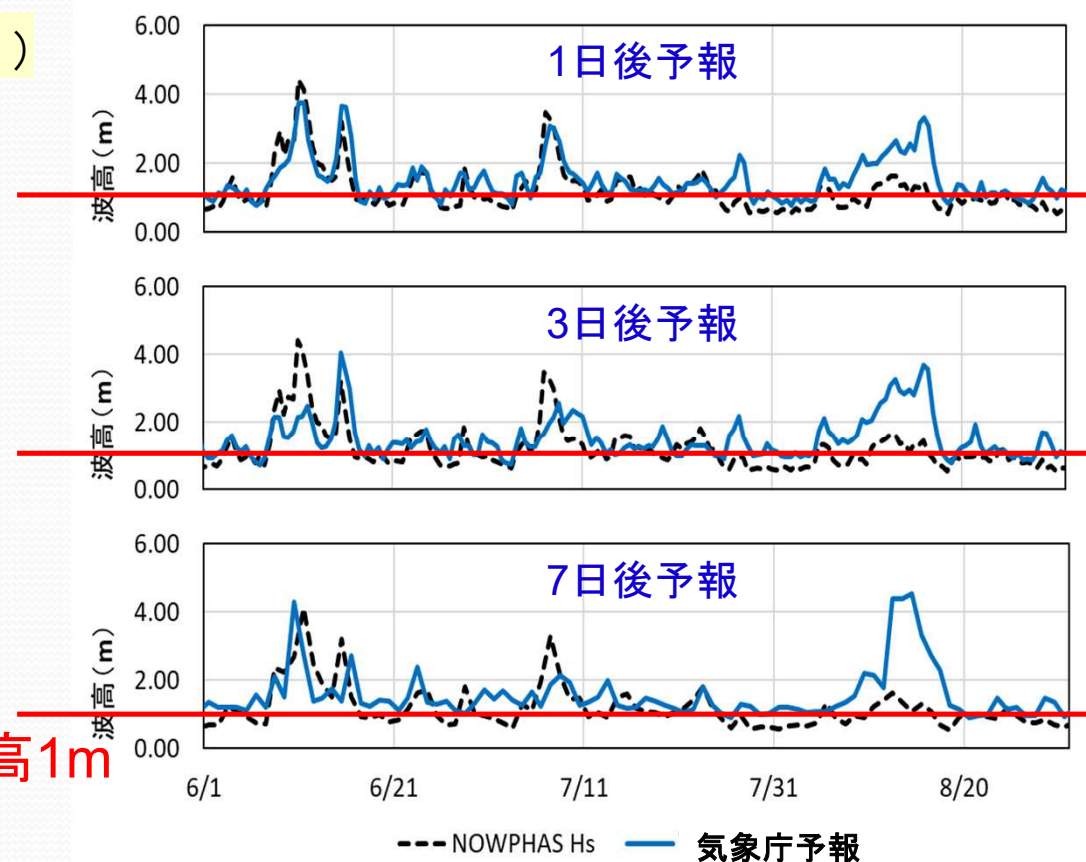
VS

ナウファス 観測値

作業可能限界

波高：1m 以下

波高1m



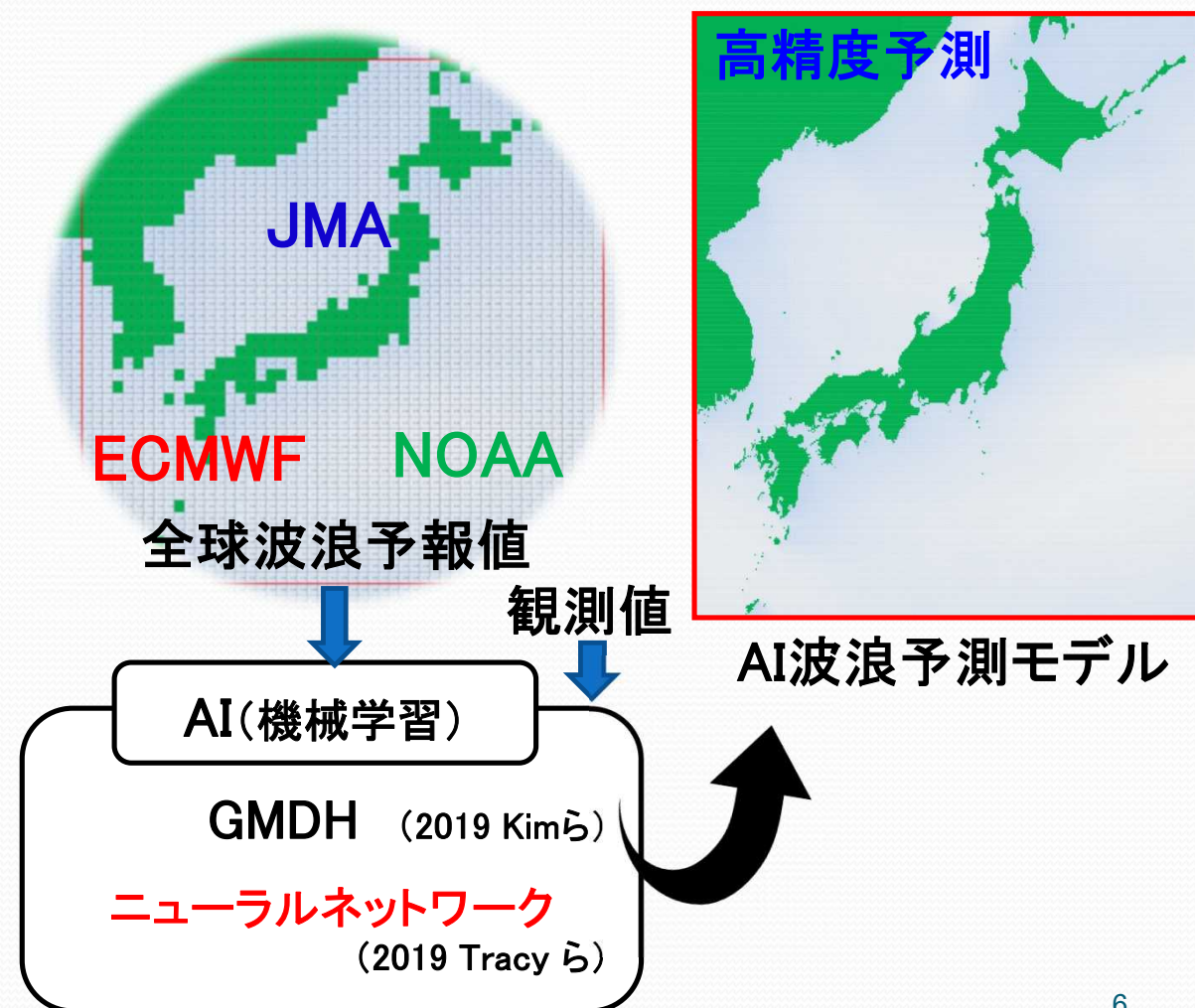
2019年6月 ~ 8月 常陸那珂

①AI波浪予測システム

全球波浪数値予報モデル

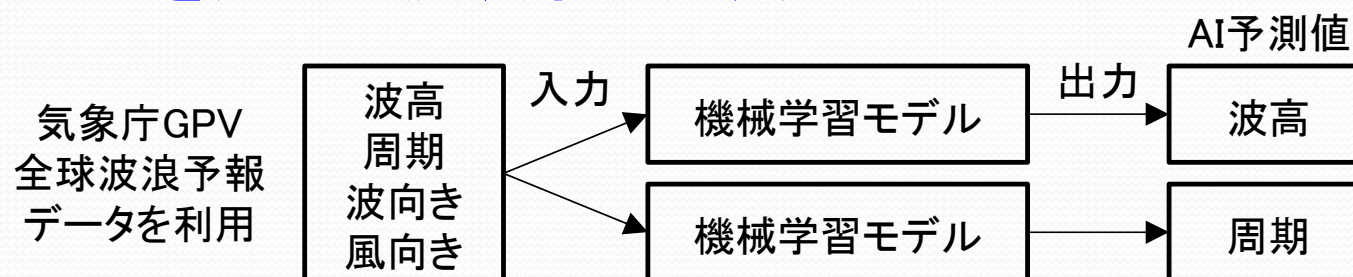
気象機関	日本気象庁 (JMA)	アメリカ海洋大気庁 (NOAA)	ヨーロッパ中期予報センター (ECMWF)
波浪モデル	GWM	WAVE WATCHⅢ	HRES-WAM
予報時間長	0h～264h (11 days)	0～180h (7.5 days)	0～240h (10 days)
解析格子	0.25° × 0.25° 約25 km 四方	0.5° × 0.5° 約50 km 四方	0.125° × 0.125° 約12.5 km 四方

※ 各々は空間解像度が粗く、十分な精度が期待できない

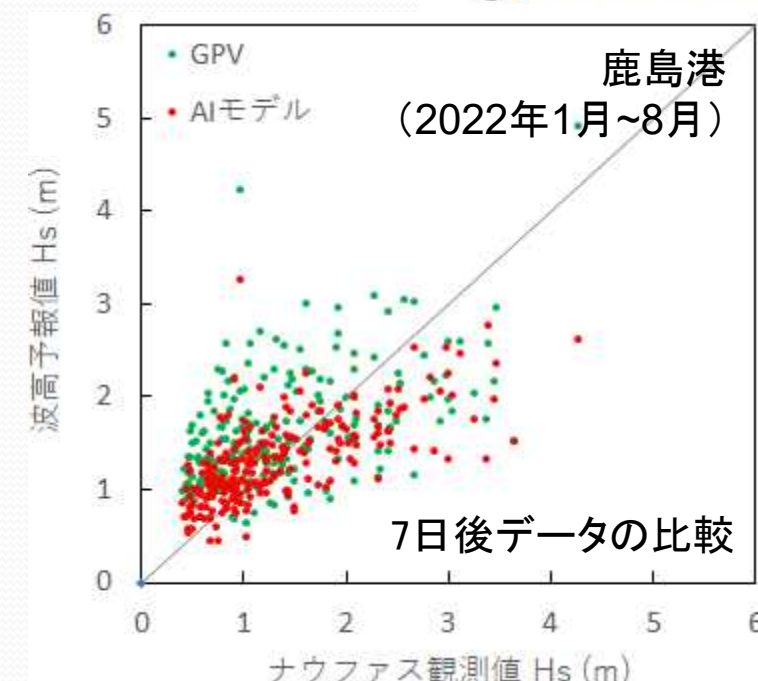
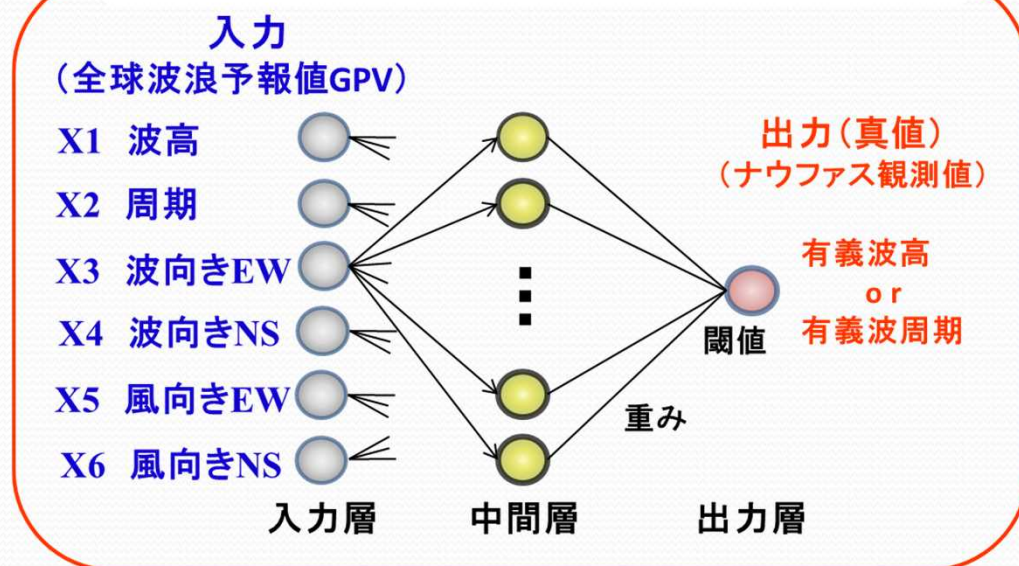


①AI波浪予測システム

■AIを用いた波浪予測方法



機械学習(ニューラルネットワーク)構成

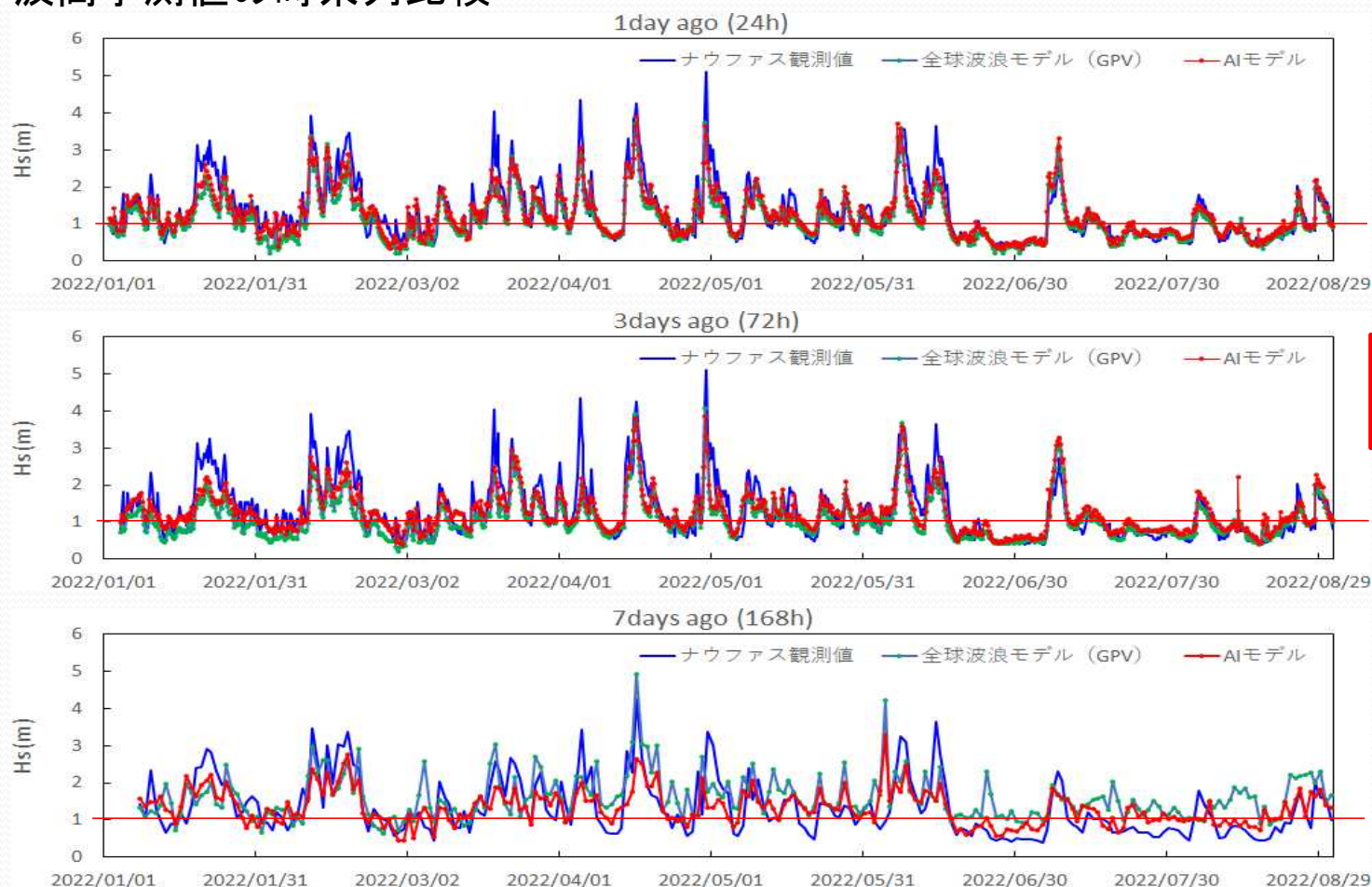


相関係数	予報時刻	GPV	AI
	anl(0h)	0.89	0.89
	1day(24h)	0.89	0.91
	3days(72h)	0.85	0.87
	5days(120h)	0.52	0.75
	7days(168h)	0.52	0.69

①AI波浪予測システム

波高予測値の時系列比較

対象地点：鹿島港(2022年1月~8月)



Hs 的中率比較

予報時間	AIモデル	気象庁 GPV	改善率
Anl	86.0 %	85.4 %	101 %
1day	88.4 %	86.8 %	102 %
3days	85.5 %	80.2 %	107 %
5days	82.7 %	56.3 %	147 %
7days	72.5 %	59.7 %	121 %

5日以降の的中率は大幅向上！



**AI波浪予測システムは、
作業可否判断に利用可能**

波浪データの蓄積／予測対象地点の拡充／精度向上の追加検討

②船舶航行監視システム「COS-NAVI」

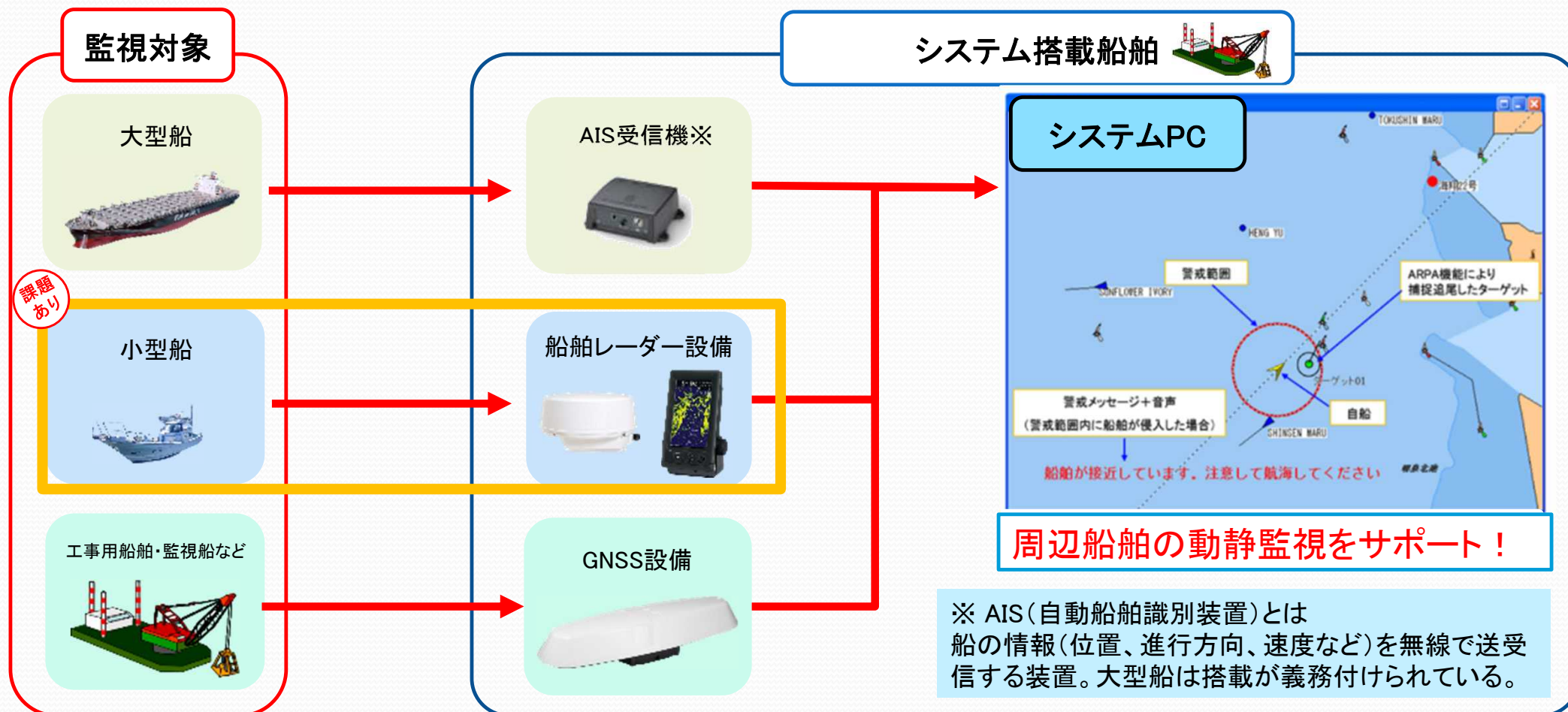
- ◆一般航行船舶が作業エリアに侵入
- ・工事船舶等に接触するリスクがある

一般航行船舶の動静を監視することは重要



②船舶航行監視システム「COS-NAVI」

■従来の航行監視システムの概要



②船舶航行監視システム「COS-NAVI」

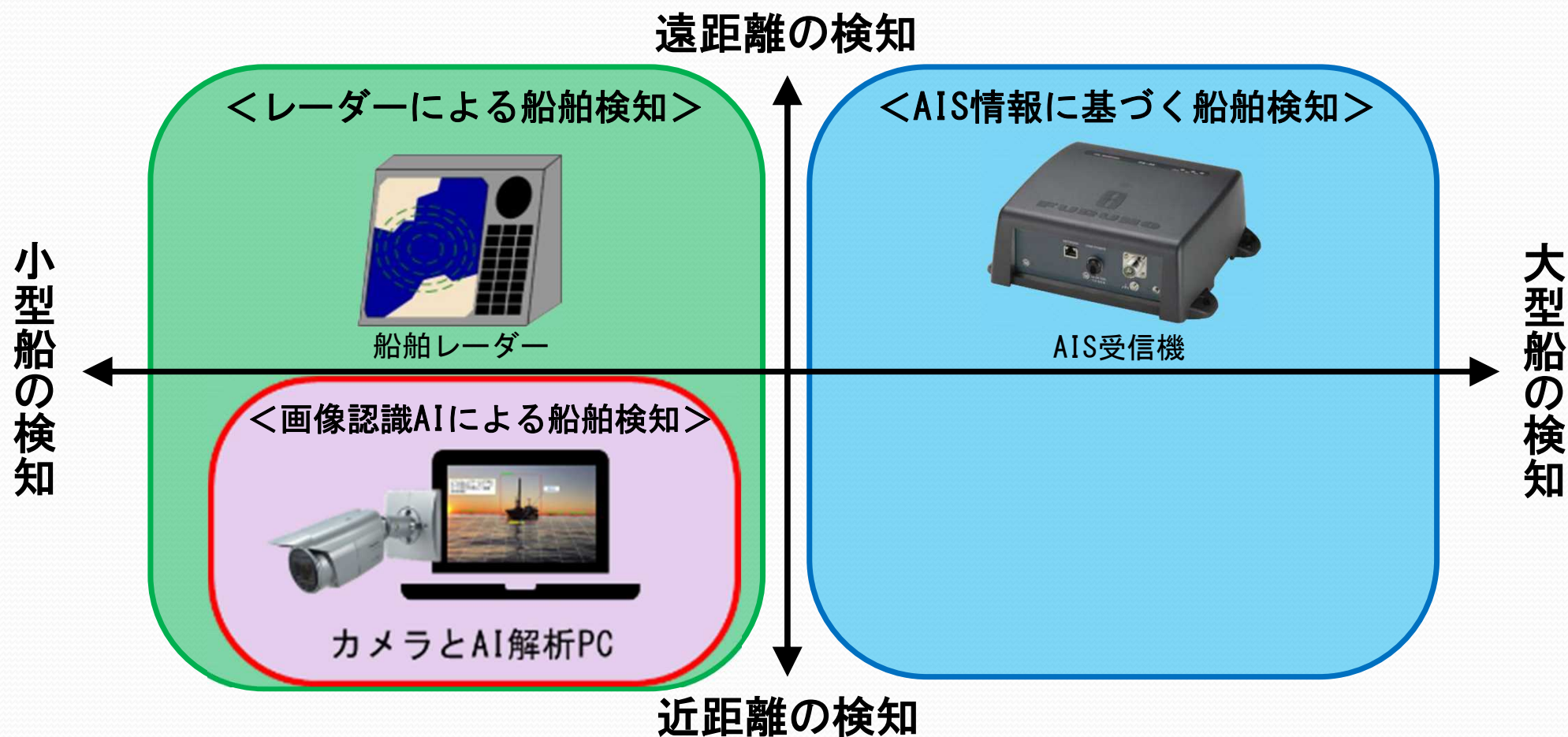
課題

周辺構造物等は正確に取得できるが...

- 波浪と船舶の区別が難しい
- 小型船を補足しても、追尾が外れてしまう
→近距離で検知が遅れた場合、衝突に繋がる危険性が...

小型船？
波浪？

②船舶航行監視システム「COS-NAVI」



近距離での小型船の検知能力を強化したシステム
船舶航行監視システム「COS-NAVI」

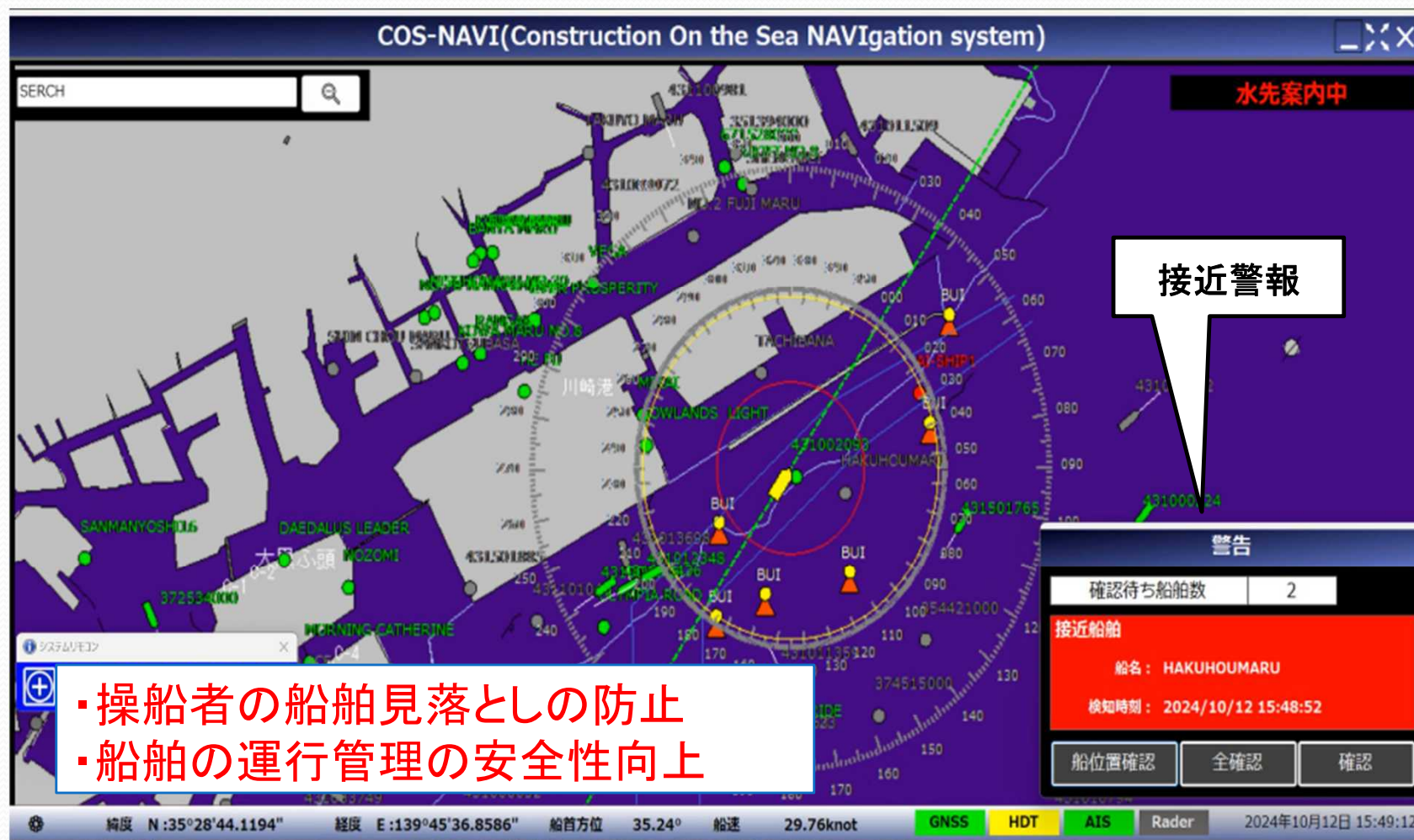
②船舶航行監視システム「COS-NAVI」

■AIによる検知画面



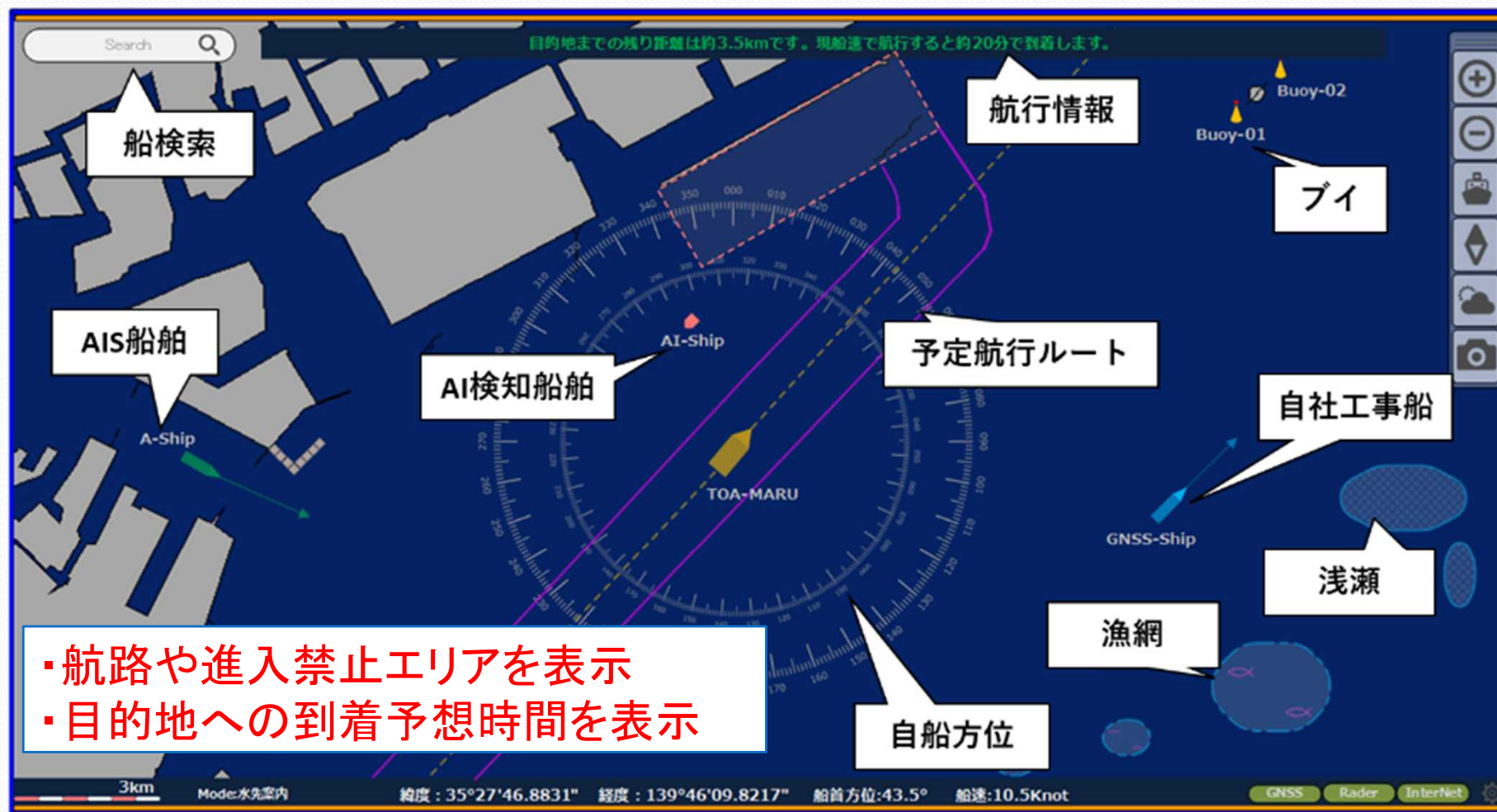
②船舶航行監視システム「COS-NAVI」

■システム画面



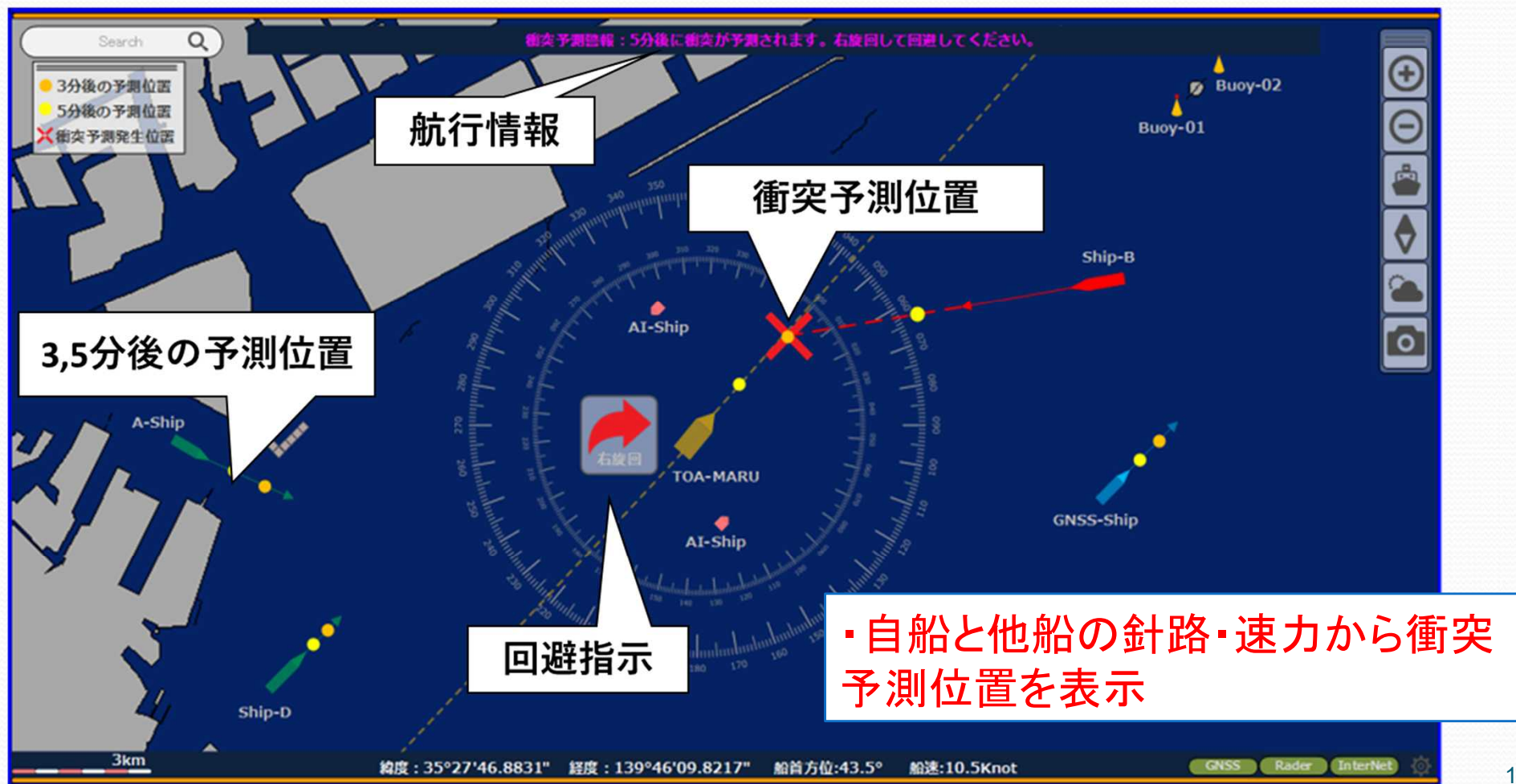
②船舶航行監視システム「COS-NAVI」

■水先案内機能



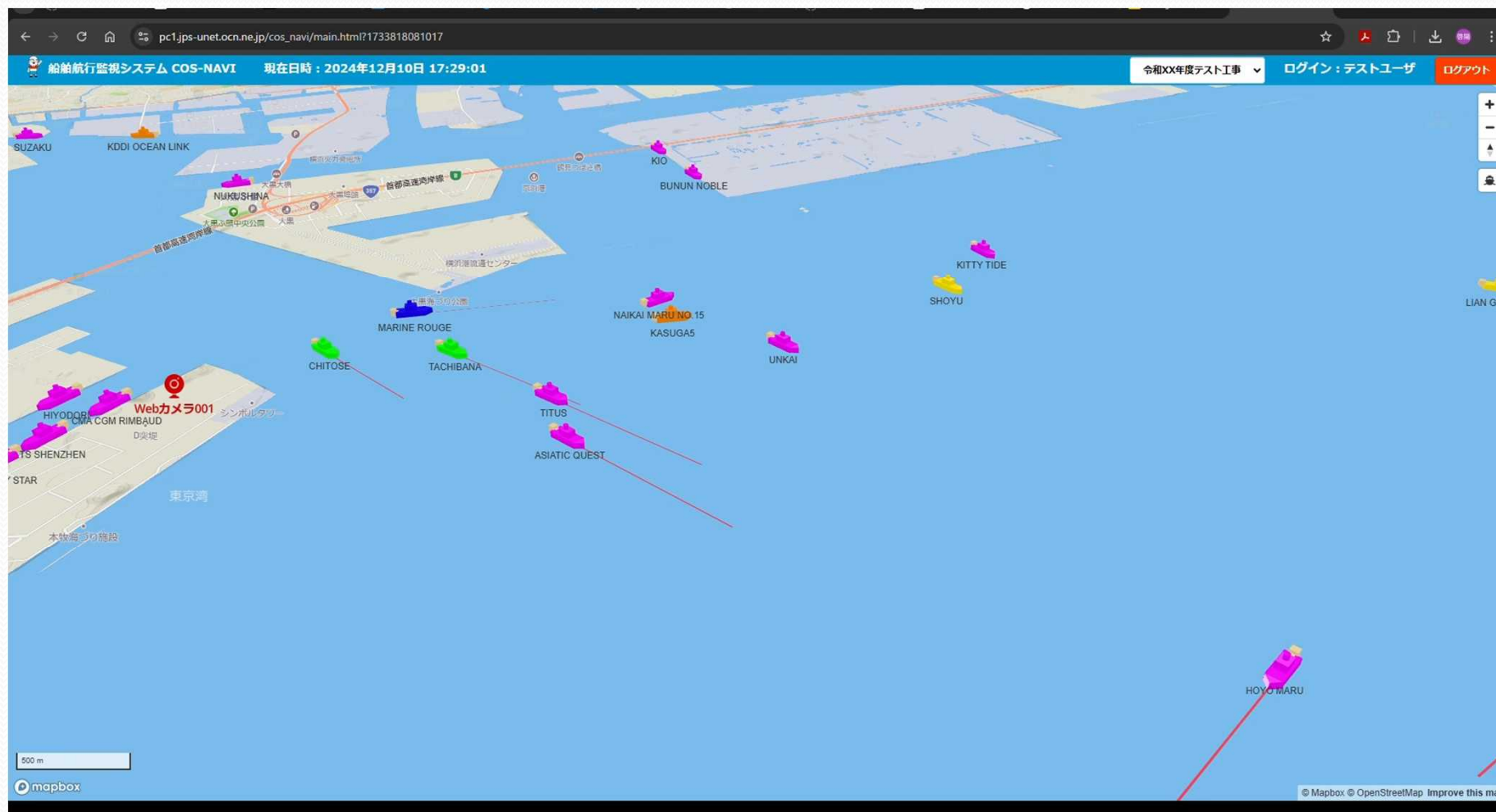
②船舶航行監視システム「COS-NAVI」

■衝突予測機能



②船舶航行監視システム「COS-NAVI」

■システム画面(Webアプリ)



②船舶航行監視システム「COS-NAVI」

■現場実証実験の様子

検知率 90.7%



②船舶航行監視システム「COS-NAVI」

■ 現場実証実験の様子(夜間でも検知可能か?)



型式 : FLIR, M-324L
解像度: 320×240ピクセル
視野角: 20°×15°

パンチルト
水平回転範囲: 360°連続
垂直回転範囲: ±90°

検出能力
人物(1.8m×0.5m): ~560m
小型船(2.3m×2.3m): ~1.6km



カメラとAI解析を用いて
近距離の船舶検知を強化

- ・高い検知率
- ・夜間でも適用可能



複数現場への適用を通じた課題の洗い出し／AIの追加学習

夜間でも小型船検知が可能
※画角が狭いという課題点も明らかになった

③ AI粒度推定システム「ASYST」

■ 開発の背景&目的

建設発生土の利用では、粒度特性に応じた適用用途の選定が重要となる。
この粒度特性は粒度試験で得られるが、結果の取得に数日を要する。



短時間で粒度特性を把握する技術があれば、**施工面で大きなメリット**となる。

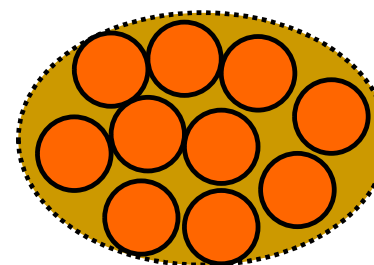


多方面で積極的に開発されているが、**画像解析上の課題**から、適用範囲は礫分などの比較的大きな粒子に限定される傾向。

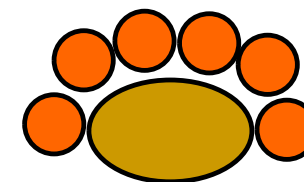


細粒土にも対応可能な
粒度判定システム「ASYST」を開発

土砂の画像解析上の課題



微細粒子の塊を
大粒子と認識



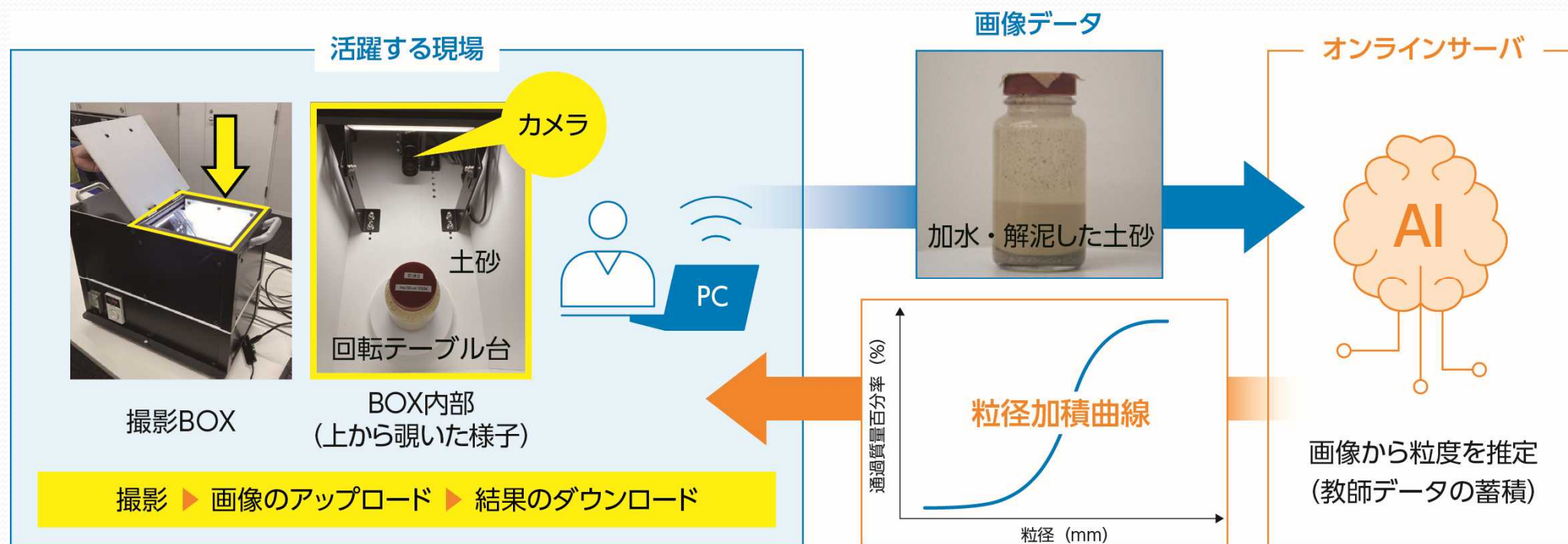
大粒子に付着した
微細粒子のみを認識

③ AI粒度推定システム「ASYST」

■ システムの概要

アシスト

名称：ASYST (Artificial intelligence SYstem for effective utilization of Soil by Toa)



③ AI粒度推定システム「ASYST」

■ システムの特長

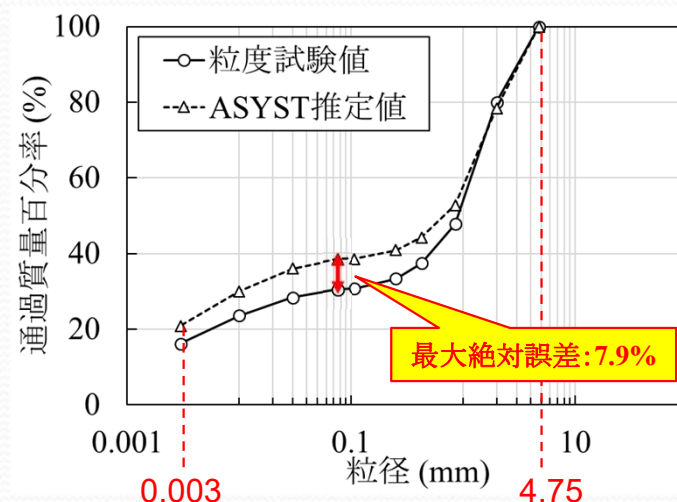
① 砂質土～粘性土(4.75mm以下)の粒度推定に対応

- 画像解析では推定が困難とされる, 砂質土～粘性土(4.75mm)以下の土砂に対応
- 浚渫・埋立事業や地盤改良事業など, 臨海部の軟弱地盤を対象とする施工現場で利用可能

② 解泥土砂を利用した粒度推定



撮影対象とした解泥土砂
(土粒子質量 $m_s=50g$, 含水比 $w=150\%$)



- 解泥により細粒分の団粒化を防止
- 解泥土砂の画像的特徴をAIに学習



0.003～4.75mmの範囲で粒径加積曲線
が出力可能

③ 短時間での粒度推定を実現

- 土の採取からAIによる粒度推定までを1時間以内で実行可能 ➡ 施工管理に即時反映

③ AI粒度推定システム「ASYST」

■ システムの特長

④ 専用撮影装置（撮影BOX）を用いた画像取得



項目	スペック	採用値
カメラ解像度 (px)	2500×2000	2500×2000
撮影速度 (枚/秒)	1 ~ 35	10
回転台 (回転/分)	0.5 ~ 40	1
照明 (調光値)	0 ~ 255	255
撮影物との離隔 (mm)	160 ~ 200	200

- 閉じられた装置内で撮影するため、天候や時間、場所（背景の映り込み）の影響を受けない
- 照明・カメラ・回転台が固定されているため、誰が撮っても画角が変わらない
- 装置はコンパクトな形状で持ち運びが容易に行える

③ AI粒度推定システム「ASYST」

■ システムの特長

⑤ オンラインサーバ上での粒度推定

※実際の操作画面（解析前）

新規データセット

データセット名

240722test

データの入力

必須 処理対象ファイル

ここにファイルをドロップするか、貼り付けるか、参照してください

マイデバイス

解析結果

ボタンを押して
解析スタート

保存

処理開始

撮影画像



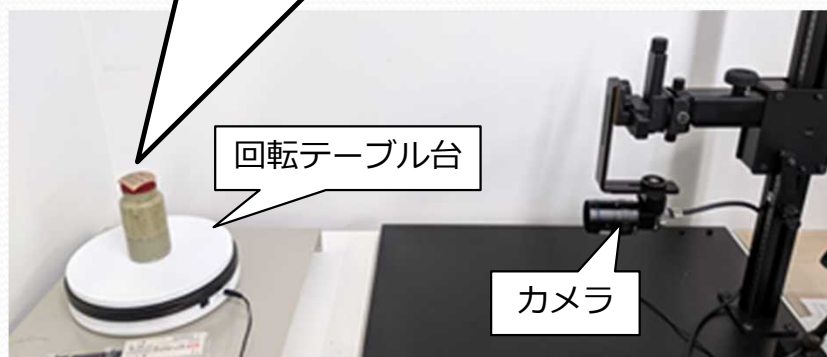
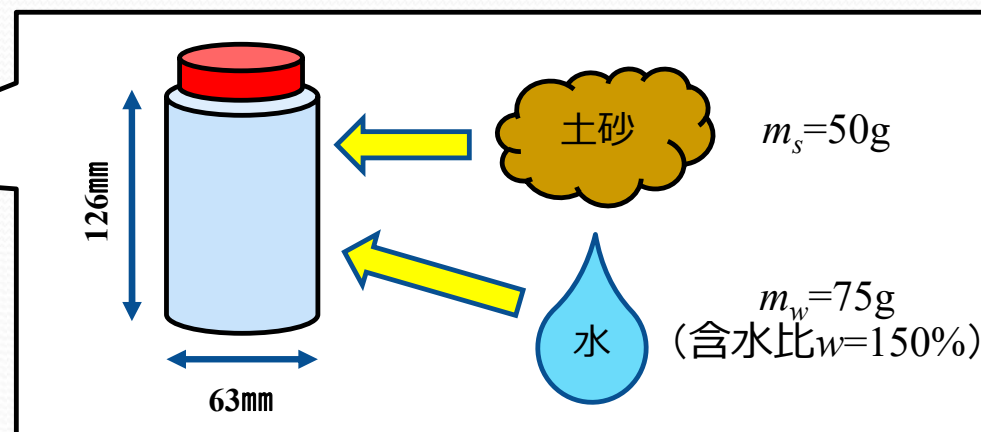
ZIP

③ AI粒度推定システム「ASYST」

■ 開発のアプローチ（フェーズ1：解泥土砂を利用した粒度推定）

解泥土砂の画像から粒度を読み取るトライアルとして、細粒分含有率 F_c を推測

➡ **正解率 $\geq 80\%$** となったため、粒径加積曲線の出力に移行



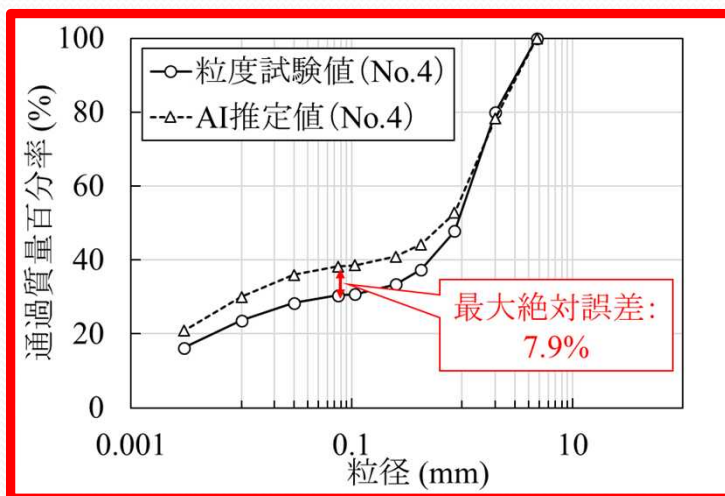
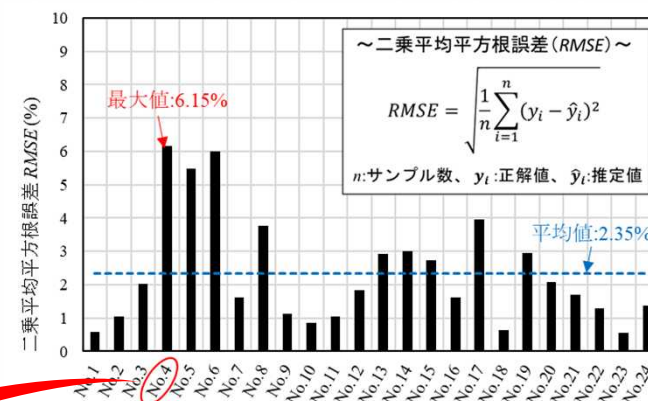
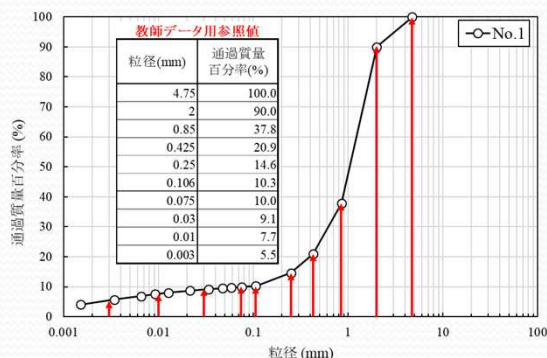
細粒分 含有率	正解数	不正解数	合計	正解率
10%	45037	3202	48239	93.4%
30%	37127	11112	48239	77.0%
50%	35532	12708	48240	73.7%
70%	42142	6098	48240	87.4%

平均正解率：**82.8%**

③AI粒度推定システム「ASYST」

■開発のアプローチ（フェーズ2：粒径加積曲線の推定）

粒径加積曲線を推定するAIモデルを構築し、推定精度を確認
なお、現場適用を考慮して専用撮影装置も併せて開発



※RMSEは、AI・機械学習で一般的な精度評価指標。
その値がゼロに近いほど高精度であることを示す。

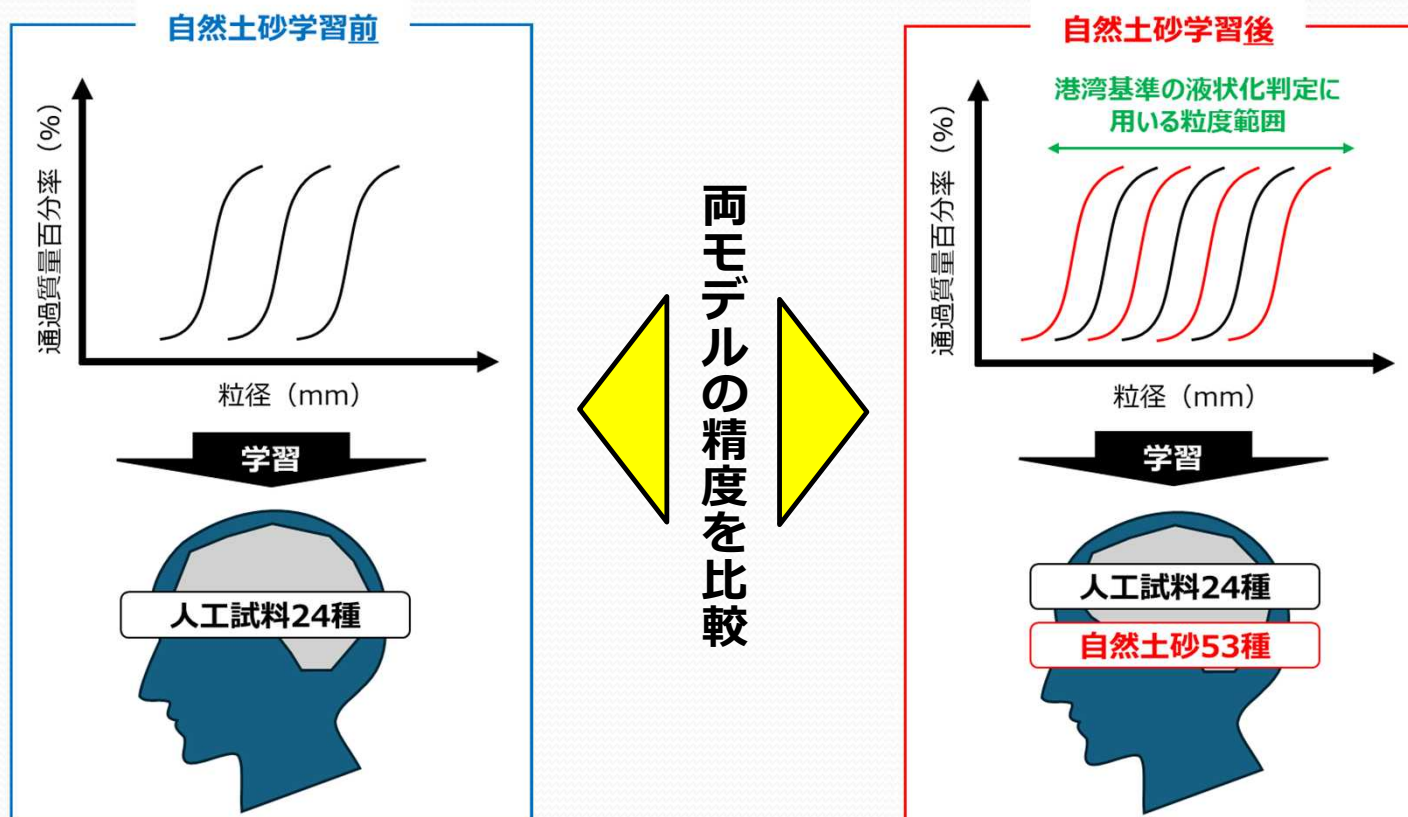
ポイント

- 全試料の平均RMSEは**2.35%**
- 最も精度が低いNo.4でも、最大絶対誤差は**±10%**を下回る！

③ AI粒度推定システム「ASYST」

■ 開発のアプローチ（フェーズ3：自然土砂への適用，追加学習効果の確認）

これまでの取組みでは人為的に粒度を調整した人工試料を用いていたため、現場実装に備えて自然土砂への適用性と追加学習の効果を確認

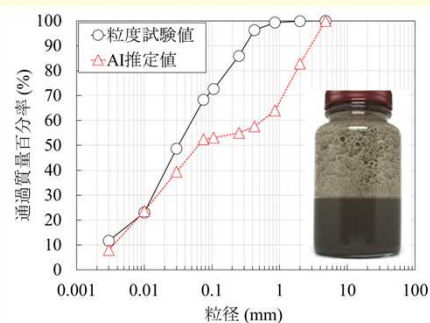


③AI粒度推定システム「ASYST」

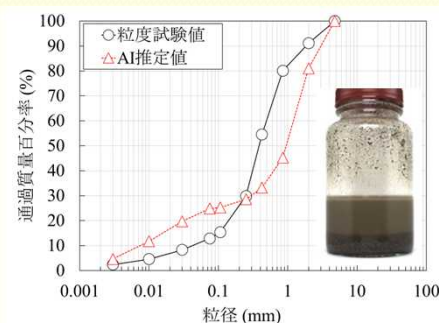
実験結果

追加学習前

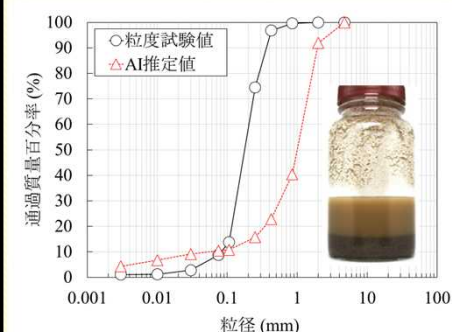
試料A



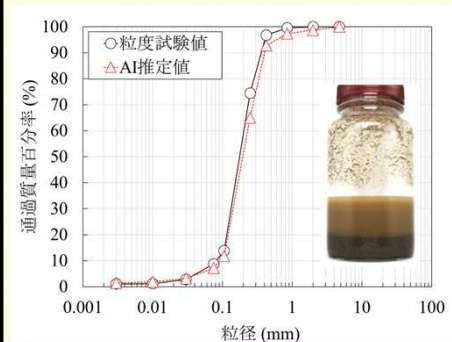
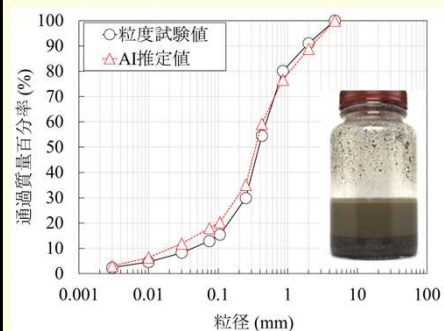
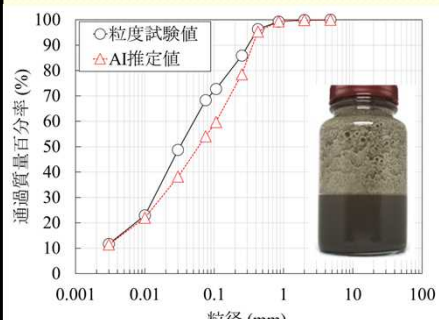
試料B



試料C



追加学習後



ポイント

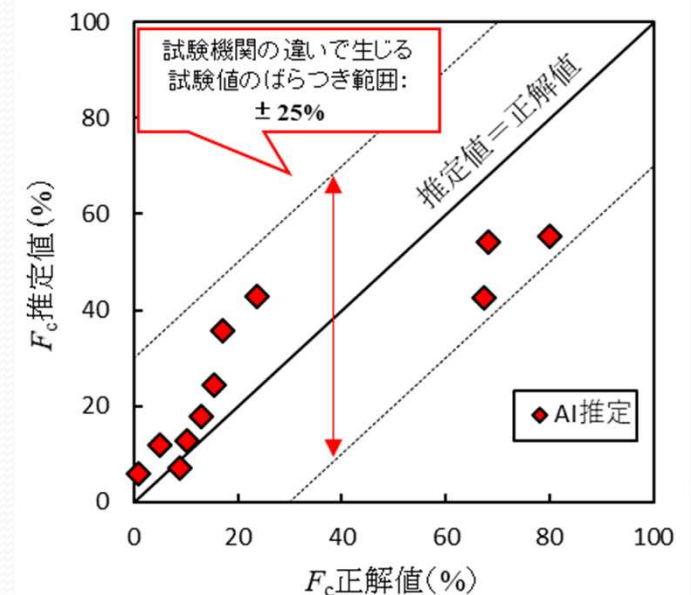
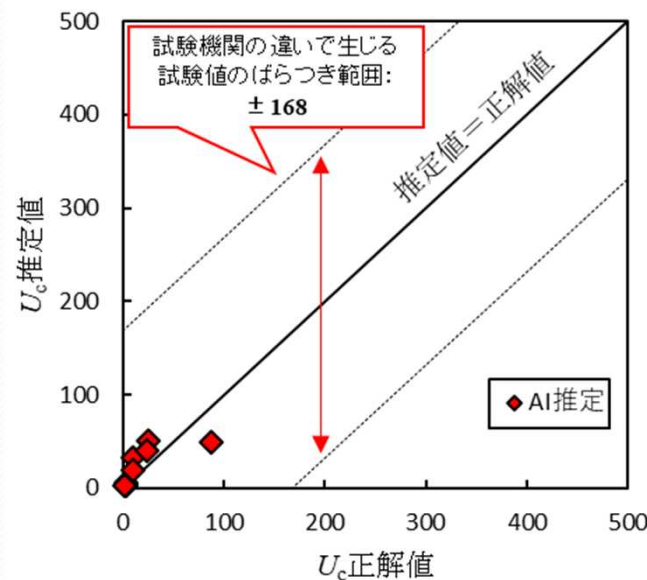
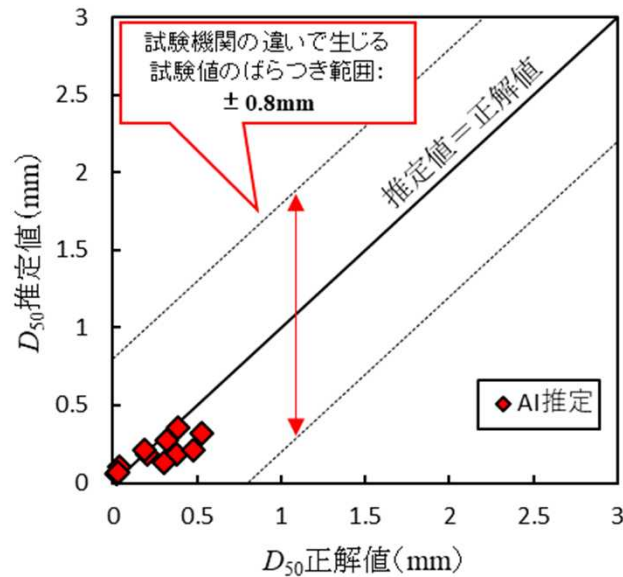
- 追加学習によって推定精度は大幅UP！
- 自然土砂への適用も問題なし！

③AI粒度推定システム「ASYST」

■代表的な土質判定指標の推定精度

粒度特性の代表的指標である、

「50%粒径 D_{50} 」,「均等係数 U_c 」,「細粒分含有率 F_c 」についても結果を整理



ASYSTの推定結果は、試験機関による粒度試験値のばらつき範囲と比較しても小さい傾向

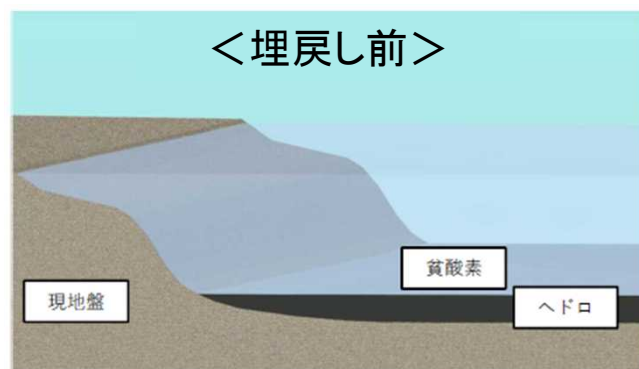
➡ ASYSTは、**実用上十分な推定精度**を有している

③AI粒度推定システム「ASYST」

■現場適用事例

実工事で使用する土砂を対象にASYSTで粒度推定を実施し、現場適用性を確認

工事概要



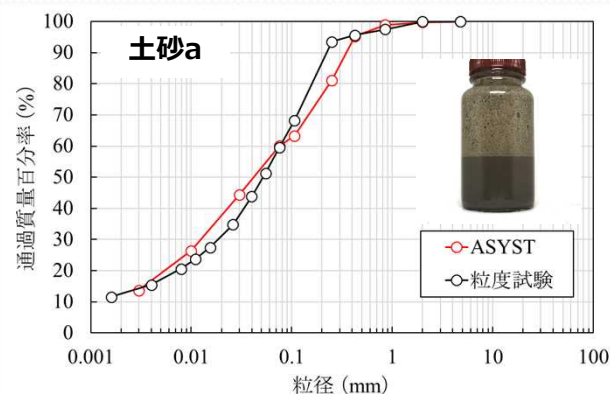
海域環境の改善を目的に
粒度調整した発生土を投入

※粒度調整の品質管理

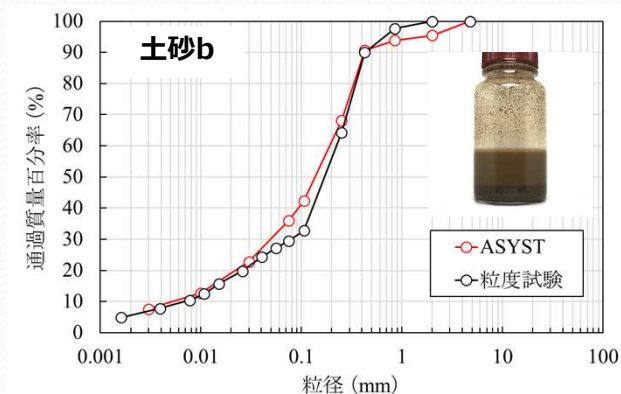
- ✓ 細粒分含有率 $F_c \leq 50\%$
- ✓ 最大粒径 $\leq 40\text{mm}$



実施状況



誤差の最大値: **12.4%**



誤差の最大値: **9.5%**

③AI粒度推定システム「ASYST」

■今後の展望

- 土の**粒度特性**は、建設発生土の利用のみならず、様々な建設工事において**最も基本的かつ重要な指標**
 - ➔「ASYST」を用いることで**実用上十分な精度を持った推定結果を迅速に提供可能**
- 近年では建設生産プロセス全体の**生産性向上**および**省人化**を目的とした**デジタル技術の導入**が重要視
 - ➔デジタル技術の代表格であるAIを活用した「ASYST」が、**未来の建設業および技術者を援助(アシスト)する技術となることを期待**

今後は、より多くの現場に展開して実績を積み重ね、
教師データの拡充によってシステムの精度向上を図りたい