

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 : データ利活用等のデジタル化の推進による社会課題・地域課題解決のための実証型研究開発(第3回)
- ◆副題 : 造船工場のデジタルツイン構築による屋外ブロックの自動把握システムの実証型研究開発
- ◆受託者 : 国立大学法人愛媛大学
- ◆研究開発期間 : 令和6年度～令和7年度(2年間)
- ◆研究開発予算(契約額) : 令和6年度から令和7年度までの総額32百万円(令和7年度20百万円)

2. 研究開発の目標

「造船工場におけるデジタルツイン」の構築と、それによる「構成部材(ブロック)の自動把握システム」を開発し、生産管理プロセスに組み込む。造船ヤード全体を短時間で3Dセンシングしてデジタルツインを更新し、3Dデータの差分情報を元にAIを用いてブロック形状の自動判定を行う技術を今治造船(株)で実証する。

3. 研究開発の成果

研究開発項目1: 造船ヤードの広域センシングと自動データ取得

造船工場の屋外ヤードの広さは100万m²以上。様々なブロックがこの領域に点在。

地上高さ100mを超えるクレーンが稼働



1-1: RTKとGCPによるドローンセンシングの精度向上

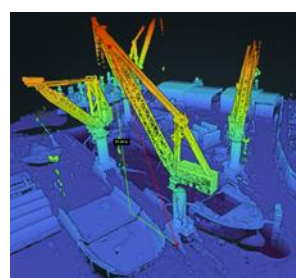
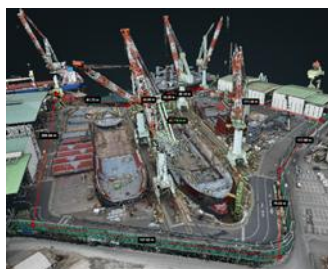
造船ヤードのデジタルツインを日々更新するため、3D計測の位置誤差低減手法を検討した。RTK-GPSにより基地局とドローン間で位置補正を行い、cmオーダーの精度を確保した。さらに、鋼構造物による電波干渉に備えてヤード内にGCPを設置し、これを含む飛行経路を設定した。公共基準点との比較の結果、水平誤差は約1.5cmであり、目標精度を達成した。

1-2: ドローンの自動飛行による造船ヤードの3Dセンシング

汎用ドローンとLiDARセンサを用いて、造船ヤードの3次元計測を実施した。工場内には高さ100mを超える大型クレーンが存在するため、安全を考慮して飛行高度をそれ以上に設定し、飛行経路を計画した。また、点群品質を確保しつつ飛行時間の制約に対応するため、LiDAR計測のサイドラップを30%に設定した。

研究開発項目2: 造船ヤードのデジタルツインの構築

ドローンから空撮した点群データは膨大である。それらを高速表示し、ブロックの検出・識別、さらには空き面積等を計算したい。



2-1: センシングデータの3D処理

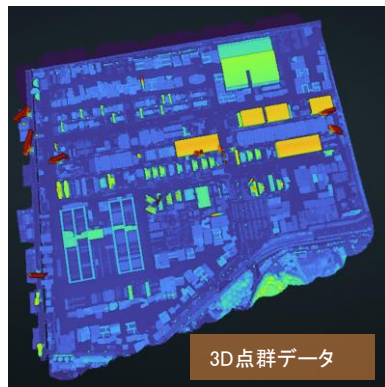
高度110m、サイドラップ30%でLiDAR計測を行い、三次元形状計測精度を検証した。Cloud-to-Mesh距離による評価の結果、点群の95.4%が実位置から±2.48cm以内に分布し、高高度でも実用的精度が得られることを確認した。また、ビューアには最遠点サンプリングによる点群圧縮を実装し、約25%の圧縮率で形状再現性を維持したままデータ削減が可能であった。

2-2: 造船ヤードのデジタルマップの開発

LiDAR点群とブロック抽出結果を可視化するため、ウェブブラウザ上で動作するデジタルマップ型ビューアを開発した。本システムは3次元形状の表示と撮影日切替による時系列閲覧に対応する。回転やズーム操作に即時応答し、大規模点群でも滑らかに表示可能である。さらに、距離・面積・体積計測、点群密度やリターン数による表示切替機能を備え、AI学習後のブロック識別結果も表示できる。

研究開発項目3: ブロック位置および形状の自動把握システムの開発

広大な造船ヤード内で、まず、LiDARによる点群データから、ブロックを自動抽出する。ブロックが存在する場所を特定できたら、次に、そのブロックの種類を特定(識別)する。



3D点群データ



赤い枠が新たに出現したブロック、青い枠が移動により無くなった領域。

3-1: 日毎差分画像からのブロックの移動領域の抽出

点群からブロックの3次元位置を抽出するため、高さ情報を画像化した高さマップを生成した。高さ方向の閾値によるクリッピングと二値化・後処理によりブロック領域を抽出し、小物除去と連結ブロック分離のため収縮処理を適用した。さらに前日の高さマップとの差分処理により新規出現および移動ブロックを検出し、位置ずれ補正には複数パッチのテンプレートマッチングと多数決推定を用いた。

3-2: データ拡張を用いた深層学習によるブロックの把握

AIモデル訓練には大量のラベル付き画像が必要であるが、ここでは、ブロックに付随する3D CADデータから訓練画像を自動生成する手法を構築した。CADデータをtrimeshで点群化し、高さマップとして画像化した。さらに6面の点群数を比較して底面を推定し、対向する天井面を訓練画像として生成した。27種類のCADデータで学習し、30個のブロック画像で評価した結果、11個(36%)を正しく識別できた。識別性能の向上のため、今後は寸法情報を併用した分類手法を検討する

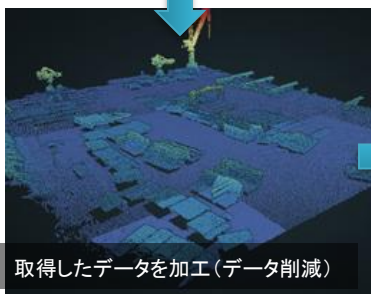
研究開発項目4: 今治造船における実証試験



工場が停止する夜間に測定



オフィスで3Dデータの閲覧・ブロック位置の確認



取得したデータを加工(データ削減)



ブロックの自動識別

4-1: 自動飛行の安全性検証

造船ブロックの配置状況を把握するため、工場停止後の夜間にドローンによるLiDAR計測を実施した。一等無人航空機操縦士資格を取得した上で、今治造船西条工場(約100万m²)において複数日にわたり自動飛行を行い、ヤード全体を計測した。飛行条件は距離約11 km、高度120 m、速度15 m/sで、飛行時間は約20分であった。通信が一時的に不安定となる場合もあったが、全ての飛行で安全に帰還した。

4-2: ブロック状況の可視化と自動把握の検証

研究開発項目2で取得した点群処理および研究開発項目3で開発したブロック識別手法について、今治造船(株)の西条工場で実証試験を行った。実用的には、約25%の点群圧縮率で形状の視覚的再現性を維持できた。処理した点群は工場内サーバに保存し、社内ネットワークを通じてPCやタブレットで閲覧できることを確認した。また、深層距離学習により一部ブロックの識別が可能であった。点群処理時間は、約30分、学習時間は約20分であった。

4-3: 海事産業コンソーシアムへの展開

本技術の社会実装に向け、2024年11月に発足した「えひめ海事産業協働コンソーシアム」を活用する。本組織は自治体、海事関連企業、金融機関、大学から構成され、技術交流や現場見学を通じた情報共有を進めている。既に、2025年12月には今治造船今治工場で現場視察会を開催し、80名以上が参加した。さらに2026年2月にはえひめ産学官ドローン利活用協議会で実証試験を紹介した。今後は他産業への展開も視野に入れ、今治イノベーションコンソーシアムでの成果発表を検討している。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案 標準化採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (5)	0 (0)	1 (1)	3 (2)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1) えひめ海事産業協働コンソーシアムを開催【展示会】

今治市ハーバリー(2025/2/10)にて開催されたえひめ海事産業協働コンソーシアムにおいて、本研究課題のポスター展示を行った。今治の海事産業関係者を前に、本取り組みと最新の研究成果を紹介するとともに、今後の戦略立案を議論した。

(2) 令和7年度エンジニアリングモールシンポジウム【展示会】

愛媛県民文化会館今治市ハーバリー(2025/11/10)にて開催された愛媛大学エンジニアリングモールシンポジウムにおいて、本研究課題のポスター展示を行った。愛媛県の関連企業の前で、本取り組みと最新の研究成果を紹介した。

(3) 四国情報通信懇談会ICT研究交流フォーラム【プレスリリース】

四国情報通信懇談会ICT研究交流フォーラムに協賛いただき、今治造船(株)今治工場(2025/12/4)にて、本技術実証の現場視察会を実施した。80名を超える方々にご参加頂き、本取り組みを同業他社に紹介する機会を得た。

(4) えひめ産学官ドローン利活用協議会【展示会】

愛媛大学文京キャンパス(2026/2/19)にて、えひめ産学官ドローン利活用協議会「みんなでつくるデジタルツイン」分科会の中で、本技術実証を紹介した。30名の参加者に対して、本取り組みを同業他社に紹介した。

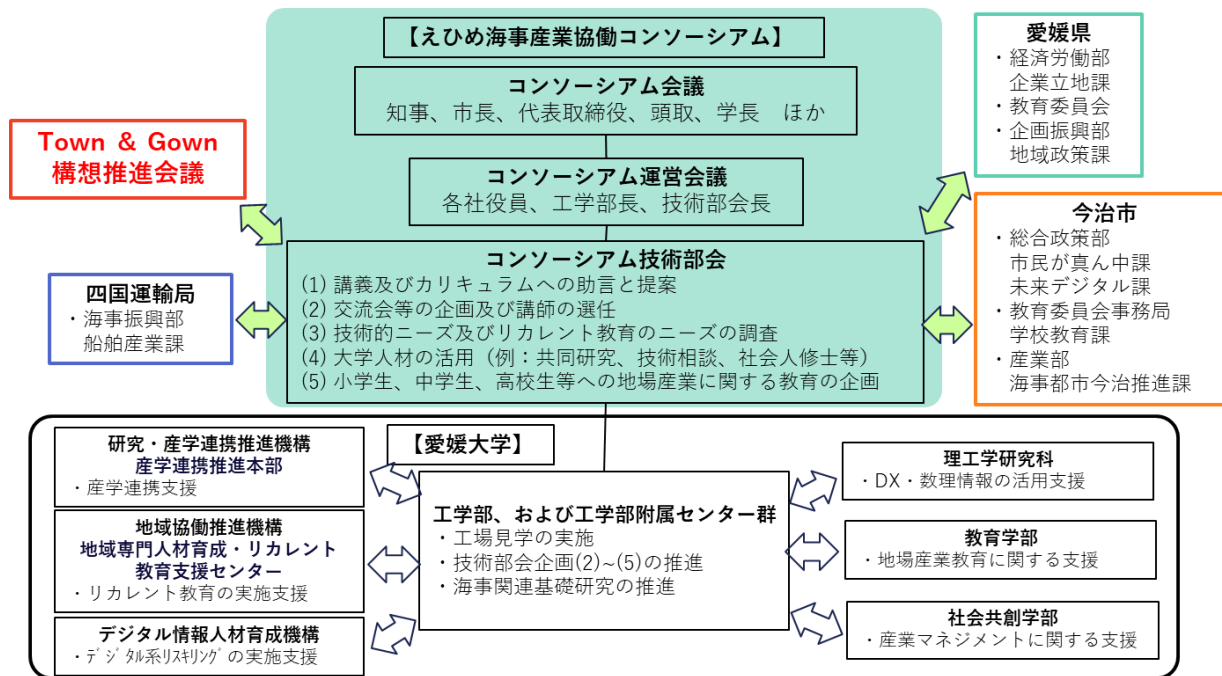


5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

(1) 計画

本研究では、造船ヤードにおける広域センシングによる3Dデジタルマップ構築と、ブロック位置・形状の自動把握に関する要素技術を確立した。今後はこれらの成果を実運用へ接続し、段階的な高度化と普及を図る。まず、日次更新される3Dデジタルマップ、ブロック移動履歴、工程計画データ、気象条件などを統合し、ブロックの滞留時間や配置変化を定量的に分析することで工程遅延要因の可視化を進める。これにより特定工程における滞留傾向やレイアウト上の非効率箇所を把握し、造船DXによる生産性向上に資する知見の蓄積を目指す。

また、本技術を他造船所へ展開するため、飛行計画やセンシング条件の可変化、点群処理パラメータ調整機能、AIモデル再学習機能、ユーザインターフェースの改良などを進める。さらに、『えひめ海事産業協働コンソーシアム』を通じて地域企業と連携し、瀬戸内地域を中心に段階的な普及を図る。



(2) 展望

本研究成果は、内閣府「地方大学・地域産業創生交付金」による今治海事エコシステム構築プロジェクトと連動し、海事DX推進の中核技術として発展させる。技術面では、本研究で整備したデジタルツイン基盤をAIやロボット技術と連携させ、船舶状態監視、IoTによる運航データ取得、船舶健全度モニタリングなどへの応用を進める。また、えひめ海事産業協働コンソーシアムの枠組みの中で海事関連データの集積と利活用を進め、自律運航船やゼロエミッション船、スマートファクトリーなどの先進技術開発を加速する。さらに人材育成面では、愛媛大学の海事産業特別コースおよび大学院プログラムと連携し、学部横断型教育や社会人向けリスキング教育を推進する。これらを通じて産学官が連携した海事エコシステムを形成し、地域産業の高度化と国際競争力の強化を目指す。