

総合知をデジタルスレッドでつなぐ持続可能な次世代海上輸送ネットワークの構築

① ビジョンの概要

海に囲まれた日本は舟で文化を育み、船で世界と繋がってきた。しかし経済合理性を追求してきた海上輸送はいま、環境持続可能性の課題に直面している。本構想は、日本の海運・造船が培ったシミュレーションと実践知を生成 AI とデジタルスレッドで統合し、地球科学・人文社会科学と総合知を創成することで持続可能な海上物流を探究し、海洋探査・洋上風力発電・CCS などへの応用も含めた世界の海洋利用に貢献する。

② ビジョンの内容

四方を海に囲まれた日本にとって、貿易の 99%以上を担う海上物流は、経済と国民生活の生命線に他ならない。歴史を振り返れば、舟が文化を運び、シルクロードが文明の交流を促したように、活発な物流は新たな文化を育む土壌となってきた。エネルギーや食料の多くを海外に依存する我が国にとって、この海上物流ネットワークの維持・強化は、文化と生活を守る上で不可欠である。しかし今、この生命線が岐路にある。国際海事機関 (IMO) の「2050 年ネットゼロ」目標達成には代替燃料への転換が必須だが、「グリーン・プレミアム」として物流コストを押し上げる。このコスト増は島嶼国や途上国の生活必需品の価格に直結し、負担の偏在を通じて世界の安定を揺るがす「サプライチェーンの混乱リスク」をはらむ。我々はこの構造的課題を、工学と人文社会科学の融合で解くべき人類社会の持続可能性の問題と捉え、経済合理性と環境持続性を両立し誰もが豊かさを享受できるグローバル物流ネットワークの再構築を目指す。鍵は、船舶ライフサイクル全体のデータや実践知、経済・社会システムの知見を、生成 AI とデジタルスレッドで繋ぎ総合知として活用することである。物流ネットワーク全体のマクロ層と各船舶の設計からリサイクルまでのミクロ層のデジタルスレッドを構築し、生成 AI で連携解析して経済・社会・環境の指標を同時最適化する意思決定支援基盤を創出する。熟練設計者の「匠の技」を AI が形式知化し若手の成長を促すなど、人間の能力拡張の基盤ともなる。さらに運航船舶を地球の IoT センサーとし海況・気象データを収集することで、海洋資源管理、洋上風力発電、CCS、災害レジリエンスなどの海洋開発や地球科学にも貢献するオープンサイエンス基盤となる。

海はグローバル・コモンズである。強靱かつ持続可能な海上物流基盤の確立は世界の安定と繁栄に貢献し、海洋国家日本の未来を守ることにつながる。我々はこの研究で未来の豊かな人間社会をデザインしていく。

海はグローバル・コモンズである。強靱かつ持続可能な海上物流基盤の確立は世界の安定と繁栄に貢献し、海洋国家日本の未来を守ることにつながる。我々はこの研究で未来の豊かな人間社会をデザインしていく。

③ 学術研究構想の名称

生成 AI とデジタルスレッドで繋ぐ海上輸送システムのプロダクトライフサイクルに関する総合知の構築

④ 学術研究構想の概要

本構想はデジタルスレッドで現状を正確に把握し、経済合理性だけでなく脱炭素化等の負の外部性をも考慮した新たな多目的評価軸を導入する。この評価軸に基づき、生成 AI 等の革新的技術で物流コストを抜本的に削減し、ネットワーク最適化シミュレーションを可能にする研究開発基盤を構築する。その核心は、船舶工学の知 (オントロジー) によって CAD/BOM (設計データ)、BOP (建造データ)、運航データを意味付けした「セマンティック・

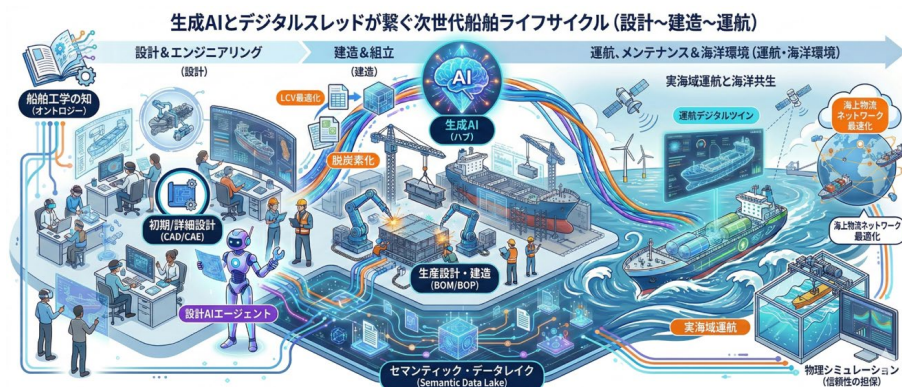


図1 次世代海上輸送ネットワークの概念図

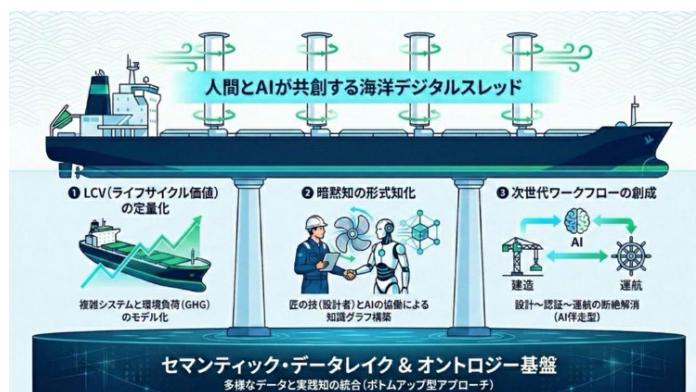


図2 海事・海洋デジタルスレッドの構成要素

データレイク」を基盤とする「デジタルスレッド」の構築にある。生成 AI をハブとしサイロ化されたデータを繋ぎ、設計から建造、認証、そして運航に至る全ライフサイクルにわたる動的な知のネットワークを紡ぎ出す。システムの信頼性は、物理シミュレーションや、代替燃料エンジン評価システムおよびインテリジェントロボット水槽等の実験データで補強し、人間と AI が協調する新ワークフローの構築で担保する。産学官が結集し、日本の強みを活かした、世界をリードするデジタルエコシステムの構築を目指す。

⑤ 学術的な意義

本構想の学術的価値は、三つの挑戦にある。

第一に、「複雑巨大システムの設計論」への挑戦である。マルチフィジックス・マルチスケール、かつ経済・社会を包含する「船舶ライフサイクル価値 (LCV)」の定量モデル化は高い学術的挑戦である。燃料価格変動、地政学リスク、炭素税等の不確定要因や GHG 排出量の「負の外部性」を確率論的に評価する新学理を創出し、複雑システムの設計論に新たなパラダイムを提示する。

第二に、「暗黙知の形式知化」への挑戦である。形式知化可能な実践知は AI で活用し、言語化不能な「匠の技」は人間が担うという最適な役割分担を探索する。CAD の操作ログ解析や AI 支援インタビューで熟練設計者のノウハウを知識グラフ化し、日本のものづくり文化の核心をデジタル時代の学術的価値へ転換する。

第三に、「ライフサイクル・システムズエンジニアリングの方法論」創成への挑戦である。船舶ライフサイクルに内在するデータの水平的・垂直的断絶を乗り越え、AI を設計から認証・運航まで品質と安全性を保証する厳格なプロセスに組み込む。船級規則の根拠を瞬時に提示する規則問合せ AI や図面チェック AI 等のエージェント群を開発し、AI が判断根拠を提示し人間が最終責任を持つ「共創型ワークフロー」を構築する。情報科学・認知科学・社会科学を融合したライフサイクル全体で学習し進化し続けるシステムの学理構築は、世界でも類を見ない試みである。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

欧州や韓国では PLM（製品ライフサイクル管理）に基づくトップダウン型 DX を推進するが、表現できる工学知の範囲は限定的である。本構想は、流体抵抗等の複雑な物理現象や経験式・シミュレーションなど「工学知の体系」をオントロジーとして構築し、生成 AI でデジタルスレッドに接続する。特定の CAD/PLM に依存せず多様な実践知を学理と共に統合活用できる、日本の強みを活かしたボトムアップ型アプローチであり、世界の海事 DX の新たな潮流を創出するユニークかつ先進的な位置付けにある。

⑦ 社会的価値

海上輸送は国民生活の生命線であり、本構想はその強靱化を通じ経済安全保障に貢献する。脱炭素化に伴う物流コスト上昇が世界の生活必需品価格を不安定化させる中、持続可能な海上輸送モデルでサプライチェーンを安定させ「公正な移行」を実現する。

造船竣工量・船主保有量ともに世界第 3 位の我が国海事産業において、実践知を価値に変える日本独自の DX アプローチは生産性と付加価値を向上させ、国際的な地位の強化と国家戦略の礎となる。SDGs の脱炭素化（目標 13）、産業基盤（目標 9）、不平等是正（目標 10）、国際的連携（目標 17）に貢献する。

⑧ 実施計画等について

【実施計画】本構想は 10 年計画で 3 期に分けて実行する。第 1 期（1-3 年目）は基盤構築として海事 AI・デジタルスレッド基盤開発と大規模実験施設整備、第 2 期（4-7 年目）は AI 統合と代替燃料船の設計・運航実証、第 3 期（8-10 年目）は意思決定支援基盤の社会実装と持続可能なグローバル海上輸送ネットワーク確立を行う。

【実施体制】大阪大学の「先進海事システムデザイン共同研究講座（阪大 OCEANS）」を発展させ「次世代海上物流システム研究センター（仮称）」を設立。東京大学、横浜国立大学、大阪公立大学、神戸大学、九州大学等の造船・商船系大学が結集し総合知を創成する。大規模実験施設は海上技術安全研究所に集中的に整備し、産学官の垣根を超えた運用でイノベーション創出を後押しする。

【所要経費】総額 230 億円。研究開発基盤整備費（140 億円：実験設備・計算基盤・データレイク）、研究開発推進費（80 億円：人材・国際連携・ソフト開発）、管理費（10 億円）

⑨ 連絡先

一ノ瀬 康雄（大阪大学）