

報告書の要約			
助成番号 令和 6 年 2 月 21 日付 第 18－1 号	研究開発テーマ名		生成 AI 時代を見据えた海象学習モデルの構築
	助成研究者	ふりがな 氏名	ひびの たちし 印 日比野 忠史
		所属	広島大学
1. 研究開発の目的・意義 生成 AI は港湾事業において今後向かえる「省人化の必要性」、「DX の遅れ問題」を解決していくための新しい技術である。生成 AI の活用環境を整備することは、日本の港湾行政を革新的に成長させるためのチャンスになる。生成 AI である ChatGPT は生まれたばかりの技術であり、港湾分野においても先導的に活用することが望まれる。本研究では構造物の設計外力への生成 AI の適用法を検討している。潮位、波等の観測値（海象情報）を学習させた海象学習モデル（Learning Model）を構築して、予測値による造成干潟、堤防等の設計までの機械学習システム開発を目的とする。機械学習に用いるアルゴリズムは人間の知能をコンピューター上に再現するものであり、構築物の設計外力を予測する海象 LM は、全ての港湾事業（港湾 LM を構成する多数の内装 LM）への拡張を可能にできる。 2. 研究開発の概要 本研究では海象現象を学習した海象 LM を構築して、港湾構造物に対する設計外力を対象とした機械学習のシステム開発を進める。海象変化が異常でない時代では過去の観測値から静的な確率分布を適合させることで十分であったが、現在～将来においては、異常な海象変動に対応できる安定性、確実性の高い動的な予測分布が必要となる。 本報告では干潟の適地選定を目的とした「堆積泥の C、N 組成による生物生息環境の推定・ポアソン分布の学習による環境場の評価」、地球温暖化が懸念される将来における最大波高の予測を目的とした「設計波高の未超過確率に関する考察・機械学習に用いる確率関数を考える」についてまとめている。これらは技術者の持つノウハウを LM に組み込むための要素技術となる。 (1) 堆積泥の C、N 組成による生物生息環境の推定・ポアソン分布の学習による環境場の評価 沿岸域では植物や底生動物等の活動（生体活動）によって生産、分解された有機物（生体関係有機物）が底泥として堆積している。底泥内の有機物の元素組成は生体活動によって複雑に変動しており、この変動を把握することによって生物生息環境の推定につながる可能性がある。本報告では、レッドフィールド比に基づいて、生体活動による炭素、窒素の組成変化（C/N 比変化）を検討した。生物活性場（生物による栄養の摂取が卓越する場）では $C/N > 12$、未分解堆積物（死亡、排泄等により無生物化した直後の有機物）の集積場では $C/N < 8$ として、ベイズ推論による機械学習を実施した。本研究結果として沿岸域底泥の C/N 比分布から流れ場の異なる沿岸域小エリアでの生態系が評価され、未分解堆積物の集積エリアと生物活性の高いエリアが特定された。			

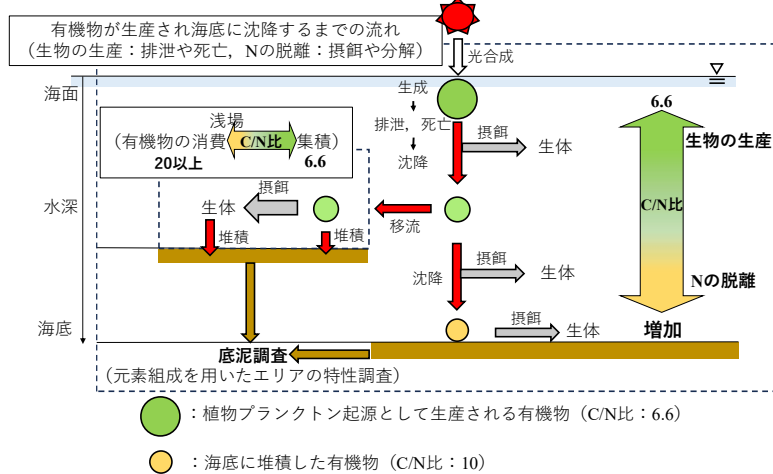


図-1 生体関係有機物の生成から堆積に至る過程での C/N 比変化の概念図

(2) 設計波高の未超過確率に関する考察-機械学習に用いる確率関数を考える-

異常波浪（波高）の極値は，例えば 1 年を区切りとして気象擾乱による年最大波高は各年毎に測定された高波が独立して発生することを前提としており，個々に発生した高波相互の関連性を認めていない．本報告では極値統計論に用いられる確率関数の物理的な意味を検討するとともに，ワイブル分布を仮定して求められる最大波高の発生確率を算定することを目的としてベイズ推論を行った．時系列で変化する高波浪の発生率を最尤関数，ガウス分布を事前関数として最大波高発生モデルとして（ベイズ推論モデル）構築した．異常気象下において未知の現象が不確実な状態にある沿岸域において新記録として出現する最大波高の発生率がワイブル分布に従うとして，機械学習により経年的な最大波高の発生傾向を組み込んだ高波浪の発生確率を推定した．

最大波高を与える未超過確率分布の検討

ワイブル分布に対する機械学習方法の検討

将来予測のためのパラメータの決定
回帰分析によるパラメータ値の決定
(事前分布に対する初期値の決定)

新記録概念の導入

新記録の発生確率を考慮した観測値を学習（ベイズ推論）

将来予測可能な確率分野のモデルの構築

事前分布 $P(\mathbf{w})$ の定式化

尤度関数 $P(\mathbf{y}_n | \mathbf{x}_n, \mathbf{w})$ の検討

$\mathbf{w}$ $\rightarrow$ $\mathbf{X}$ $\mathbf{X} = \{x_1, \dots, x_N\}$ (観測値)
 y_n : 未超過確率 (ワイブル分布)
の決定と評価

事後分布 $P(\mathbf{w} | \mathbf{Y}, \mathbf{X})$

学習結果 $a, b \rightarrow \hat{a}, \hat{b}$ x_* 予測分布

図-2 $\mathbf{w}^T = (k, g)$ によるワイブル分布形状の推定のためのグラフィカルモデルの組み立て

3. まとめ

本研究で構築する海象 LM が汎用 LLM と連携するアルゴリズムが開発を目的として「堆積泥の CN 組成による生物生息環境の推定-ポアソン分布の学習による環境場の評価-」，「設計波高の未超過確率に関する考察-機械学習に用いる確率関数を考える-」を提案

した。これらに用いたベイズ推論は、今後開発される特定領域の港湾 LM と汎用 LLM との連携を可能にするツールである。

自然環境が急激に変化する近年では、造成干潟、防波堤の設計等に必要な外力や形状の設定における専門的な知識の必要性が高くなっており、技術の継承するためのツールでもある。