

研究 成果 報告 書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		AI 技術を利用した閉鎖系水域環境における気候変動の影響評価指標の開発			
研究テーマ (欧文) AZ		Development of the AI-based index tool evaluating the effects of climate change on closed aquatic water systems.			
研究氏 代表 者	カナ CC	姓)キムラ	名)ノブアキ	研究期間 B	2019 ~ 2021 年
	漢字 CB	木村	延明	報告年度 YR	2021 年
	ローマ字 CZ	Kimura	Nobuaki	研究機関名	農業食品産業技術総合研究機構-農村工学研究部門
研究代表者 CD 所属機関・職名		木村 延明 農業食品産業技術総合研究機構-農村工学研究部門 上級研究員			
<p>概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)</p> <p>本研究の目的は、気候変動の影響下において、ダム湖を含む湖沼などの水域環境の長期的な変化を人工知能 (AI) モデルで定量的に評価することであった。当初の研究計画では、水域環境データの提供を得るために海外研究者との連携を図る予定であったが、新型コロナ禍の影響のため、国内で完結するように次のように問題設定を変更した。全地球モデルからの気候変動予測 (GCM) データ並びにダム湖の現地観測データの取得が可能であった北海道と九州について、亜寒帯に位置する北海道のダム湖の水域環境が、将来に渡る気候変動の影響によって、温帯に位置する九州のダム湖の水域環境に変化するとした。さらに、ダム湖環境の重要ファクターである表層水温に着目し、GCM データのうち、過去 (1950~2005 年) と将来 (2006~2100 年, rcp8.5) の気温データをインプットする AI モデルを構築し、気候変動下の水温変化を定量的に評価した。なお、AI モデルは、時系列予測に有効な長短期記憶 (LSTM) モデルを利用し、九州のダム湖データの特徴を北海道のダム湖データの中に転移させるために事前の学習を行った。</p> <p>結果について、まず、月毎観測水温データを使った LSTM モデルのカリブレーションを図 1 に示す。予測精度の定量化評価は、決定係数 (R^2) = 0.87 となり、良好な予測モデルであった。次に、九州の観測データを事前に学習した LSTM モデルを北海道のダム湖に適用した。GCM 気温データの過去と将来 (約 30 年間隔の近い将来/中将来/遠い将来) を用いて、LSTM モデルで水温予測を行った。2℃間隔の水温に対して、予測値の頻度の割合 (3 つの将来予測値から過去予測値の差分の割合) を示している (図 2)。頻度差分は、最低水温で減少し、最高水温で上昇した。これは、遠い将来になるにつれて、冬季に湖面の雪氷が弱まり、夏季に水温上昇が起こる可能性を示している。</p>					
キーワード FA		深層学習	水温予測	ダム湖	気候変動

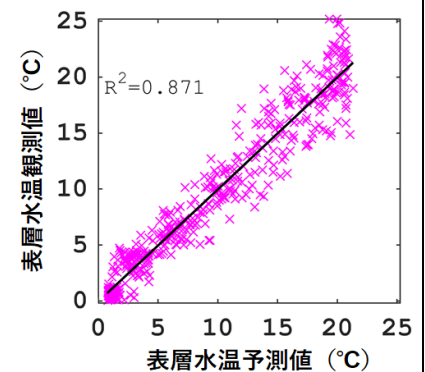


図 1 LSTM 予測値と観測値の比較

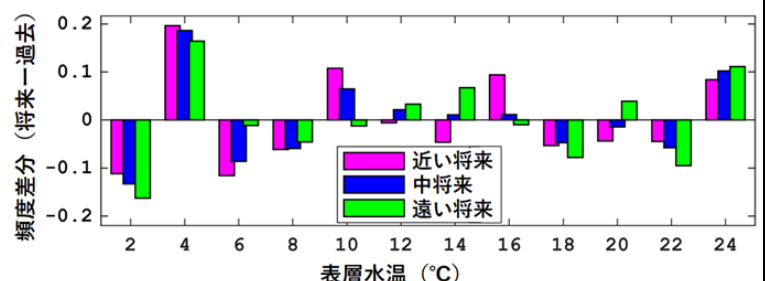


図 2 表層水温における予測値の頻度割合 (差分 = 将来 - 過去)

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}	Surface water temperature predictions at a mid-latitude reservoir under long-term climate change impacts using a deep neural network coupled with a transfer learning approach.							
	著者名 ^{GA}	Kimura, N., K. Ishida and D. Baba	雑誌名 ^{GC}	Water (https://doi.org/10.3390/w13081109)					
	ページ ^{GF}	1109	発行年 ^{GE}	2	0	2	1	巻号 ^{GD}	13
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要^{EZ}

The purpose of this study was to quantitatively evaluate long-term changes in the water environment such as lakes and marshes, including reservoirs, using an artificial intelligence (AI) model under the influence of climate change. The initial research plan required to collaborate with international researchers to obtain local datasets for aquatic environments, but the influence of the worldwide COVID 19 infection changed the original plan. Therefore, the plan had to be changed. Regarding the alternative plan, we targeted the Hokkaido and Kyushu reservoirs in Japan, where climate change prediction (GCM) data from a global model and field observation data in the reservoirs. We assumed that the Hokkaido water environments that are exposed to the subarctic zone could be changed into those in temperate zone such as Kyushu due to the impacts of future climate change. Furthermore, we focused on the surface water temperature, which is an important factor in the reservoir environment. We employed an AI model that had input air-temperature data in past (1950-2005) and future (2006-2100) based on rcp8.5 scenario) provided by the GCM. The change in water temperature by the impact of climate change was quantitatively evaluated. A long-short-term memory (LSTM) model was used as the AI model because it is effective for time-series prediction. We also performed a pretraining method to transfer the characteristics of the Kyushu reservoir environments into the Hokkaido one.

For the results, first the calibration of the LSTM model was performed using the monthly observed water temperature data (Fig. 1). Second, the LSTM model, in which observation data from Kyushu was trained in advance, was applied to the Hokkaido reservoir. Using the past and future of GCM water temperature data (near-, med-, far-futures), water temperatures were predicted by LSTM. The frequency ratios of the predicted values to the water temperature at 2 °C intervals were calculated, and the differences between the three future predicted values subtracted by past values are shown in Fig. 2. The frequency difference decreased at the lowest temperature and increased at the highest temperature, which suggests that the snow and ice on the lake surface may weaken in winter and the water temperature may rise in summer in the future.