

# AIを活用したダム安全管理用判断支援ツールの開発

(研究期間：令和2年度～令和4年度)

河川研究部 大規模河川構造物研究室  
 室長 櫻井 寿之 主任研究官(博士(工学)) 小堀 俊秀

研究官 松下 智祥



(キーワード) ダム、安全管理、管理者支援、AI、LSTM

## 1. はじめに

ダムの維持管理における安全管理では、目視等による点検とともに、漏水量、変形（変位）や揚圧力等の各種計測データの監視が異常検知の基本的かつ重要な手段となっている。しかし、高度経済成長期に建設された長期供用ダムが増加する中、ダムの状態に異常がないかを、巡視や計測により監視する安全管理の経験豊富な熟練職員の不足が懸念される。このような状況に対応し、ダム管理の経験の少ない職員がダム管理者として従事する場合でも、ダムの異常等の判断を的確に行えるような工夫が必要と考えられる。

そこで、大規模河川構造物研究室では、ダムの管理者による異常有無の判断を支援するAI技術について検討を進め、「ダム安全管理用判断支援ツール（以下、判断支援ツール）」の開発を行った。

## 2. 判断支援ツールの目的

ダムの維持管理におけるAIの活用は、図-1に示すように、降雨予測、流入量予測や操作支援等のダムの運用面での検討の他、地すべりの予測や、ダム堤体表面の劣化状況の把握等の健全性の把握における検討と多岐にわたっている。本判断支援ツールは、ダム管理者が実施するダム堤体の安全管理を支援するために、漏水量、変形（変位）や揚圧力等の計測値の異常の有無を判断する際に参考となる情報を提供することを目的としている。

## 3. 判断支援ツールで用いているAI技術

コンクリートダムの堤体変形（変位）量は一般に貯水位や温度の影響を受け、周期的変化を繰り返す

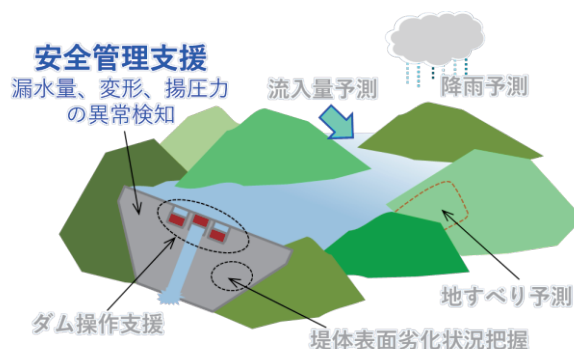


図-1 ダムの維持管理におけるAIの活用例

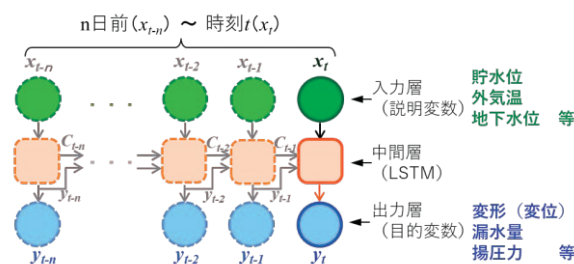


図-2 LSTMモデルの概要

ことがわかっている。同様に、漏水量や揚圧力は、貯水位の他に外気温やダム周辺地山の地下水位等の複数の要因の影響を受け増減を繰り返している。これらを踏まえて、貯水位や外気温等を考慮した予測値と実測値のずれによって異常を検知することを考え、時系列データの回帰問題に適用可能な深層学習のアルゴリズムで、過去データ（時系列データ）を長期記憶として考慮した予測が可能なLSTM（Long Short Term Memory、図-2）を判断支援ツールに適用した。

重力式コンクリートダム（堤高約120m）の堤体変形量（上下流方向成分）について、LSTMを用いて学習させた試算例を示す。図-2に示すモデルの入力層

## 研究動向・成果

に説明変数に相当するデータとして貯水位及び温度（外気温、堤体温度）の時系列データを入力し、出力層は堤体変形（変位）とした。学習より得られた堤体変位量の予測結果（推定値）と実測値の比較を図-3に示す。同図中には従来手法である重回帰分析による結果も示しているが、LSTMによる予測は実測値をよく表現できていることがわかる。

このようにLSTMは高精度に予測できることから、実測値との乖離の閾値を適切に設定することで、ダム管理者による早期の異常検知へと活用することができると考えられる。

### 4. 判断支援ツール

判断支援ツールは、ダム管理所の職員等が扱いやすいよう、表計算ソフトExcel（Microsoft社製）でデータの入出力やパラメータの設定を行えるよう作成を行った。判断支援ツールは、漏水量、変形（変位）、揚圧力等の時系列データを対象として、過去データの学習に基づく予測と実測データが乖離する場合を「異常」と判定する。

#### (1) 活用の場面

判断支援ツールの活用場面は、表に示すように、過去の挙動確認、当日の挙動確認、将来の挙動予測に用いることを想定している。

#### (2) 機能

判断支援ツールの機能を図-4に示す。判断支援ツールは、分析対象の時系列データをCSVファイル形式で作成後、図-4に示す①～⑦までの各処理を判断支援ツール内で自動処理することができる。

#### (3) 出力例

判断支援ツールの出力例として、重力式コンクリートダム（堤高約110m）の堤体内漏水量について、過去の挙動確認を行った結果を示す。目的変数は全漏水量、説明変数は貯水位と気温を用いた。出力結果（図-4の⑦で出力される図）を図-5に示す。

図-5 (d) では、ダム管理者が設定する判断の指標となる閾値が表示される。ダム管理者はこの閾値を基準に異常有無の判断を行うことができる。

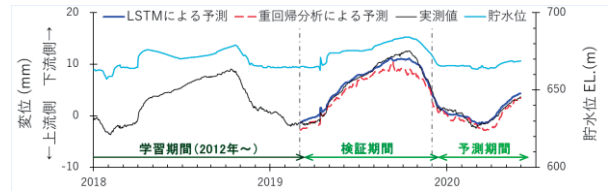


図-3 試算例（堤体変形（変位）量の予測）

表 判断支援ツールの活用の場面

判断支援ツールの活用場面	目的
過去の挙動確認	トレンドの変化から異常の可能性を判定
当日の挙動確認	過去のトレンドからの乖離の有無による異常の有無の確認
将来の挙動予測	過去のトレンドからダムの異常による状態変化がない場合を予測することで、安全管理の指標として活用

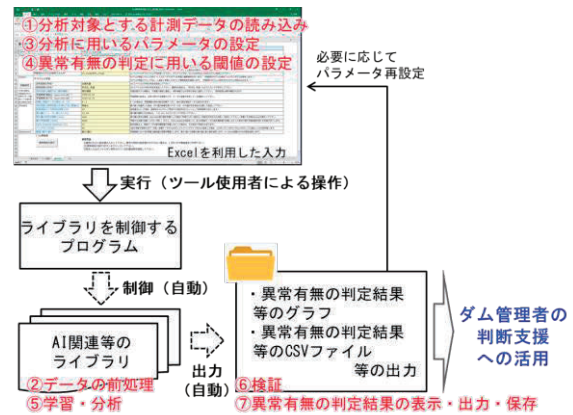


図-4 判断支援ツールの機能

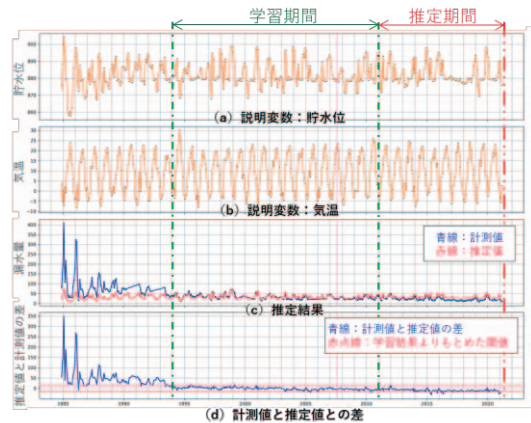


図-5 出力例（過去の挙動確認（漏水量））

### 5. おわりに

AI技術のひとつであるLSTMを用いて、ダム管理者が活用することを想定した判断支援ツールを開発した。今後は、ダム管理者による判断支援ツールの試行を継続して実施し、その結果を踏まえてツールの改良、マニュアルの作成等を行う予定である。