

開発中の機械学習による地すべり崩壊予測プログラムの紹介

～概要と課題の整理～

藤井基礎設計事務所 ○齊藤龍太，新宮直人，新宮敦弘
しまねソフト研究開発センター 木村忍

1. 地すべり崩壊予測プログラム開発の目的

道路法面で地すべりが発生した場合、伸縮計を設置して、インターネットに観測結果を表示し、常時監視することが多くなってきた。地すべり速度が一定以上となると、警備体制を敷き、現地で動きを監視することもある。更に緊急時には、常時監視データから崩壊予測を行い、通行止め判断について、道路管理者である発注者と相談になる。このような経験を重ねる中、下記のようなジレンマを多く感じてきた。

- 1) 事前に想定した警報基準を上回る速度となったとしても、必ずしも崩壊するわけではない。そのため、交通量が多い路線等では、通行止めに伴うリスクを考え、ぎりぎりまで通したいという想いもあり、通行止めの判断を躊躇してしまう。
- 2) 通行止めの後、観測結果によると、動きは収束しているが、レーダー観測では「やや」強い雨雲が近づいているといったケースでは、解除には踏み切れない。

特に難しいのは、緊急体制の解除の判断である。その度に「監視中の地すべり運動を予測したい」と思うようになった。もう少し厳密に言うと、実際には技術者は「経験則から、地すべり動きを予測している」ので、これを視覚化し、緊急対策時に関わるメンバーと共有したい。そうすれば、現在の課題である「解除の判断」に関する有用な情報源の一つとなると考える。

現在、地すべりの運動予測を行うため、AI 技術を使用したプログラムを開発中である。プログラムの内容は、本セッションの別枠¹⁾にて発表する。本稿では、本プロジェクト全体の概要と、AI 技術に取り組む中で見えてきた課題について整理した。

2. 地すべり崩壊予測プログラムの概要

齊藤ら²⁾は、地すべり地内の降雨と孔内水位の関係を機械学習させ、解析水位に再現性があるかを検証した。その結果、タンクモデルと同様に、AI 技術を用いて降雨量から孔内水位を解析できる可能性を見出した。

地すべりの誘因の多くは降雨である。降雨により間隙水圧（孔内水位）が上昇し、有効応力が低下するため、地すべり変位が発生する。このうち、降水量と孔内水位を解析できるのであれば、孔内水位と相関がある地すべり変位を予測できる可能性があると思定した。

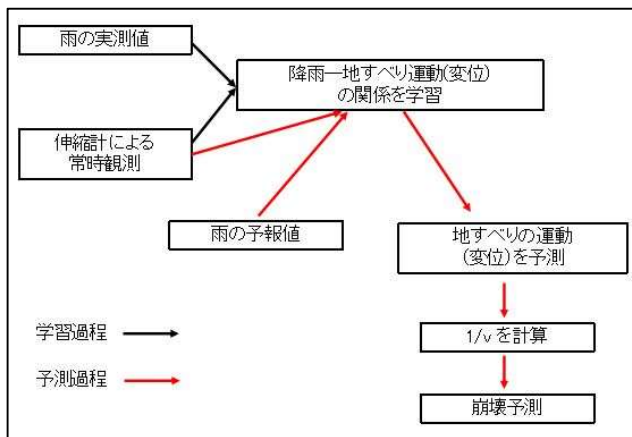


図-1 地すべり崩壊予測プログラムの概要図

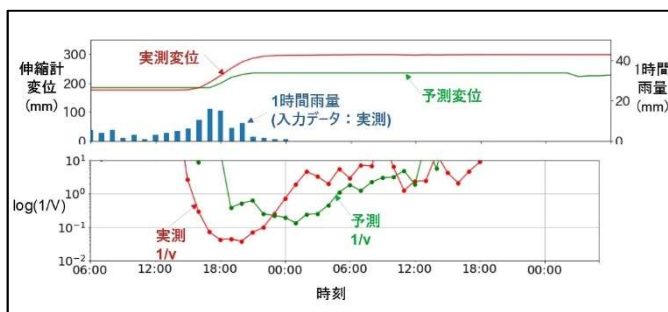


図-2 崩壊予測プログラムの検証

図-1に、AI 技術による地すべり崩壊予測プログラムの概要を示す。設置した現場付近の降水量データと、現地に設置した伸縮計から送信される地すべり変位データから、両者の関係を機械学習させる。機械学習させたプログラムに予報雨量を与えることで、「未来の」地すべり変位を算出する。これが地すべりの運動予測となる。さらに、変位の実測値および予測値から、福岡³⁾の方法と同様に $1/v$ を算出することで、地すべりが加速過程にあるかをグラフ上から検討し、崩壊予測を行う。図-2に、検証時の実測値と予測値の比較を示した。実測値で変位があった箇所の $1/v$ グラフを併記した。

機械学習させた結果は常時解析結果に反映させるため、観測中に降雨と連動した地すべり変位を観測した場合、その経験が学習される。これにより、理想的には観測期間が長くなるほど、設置箇所における降雨と伸縮計の関係がカスタマイズされる。

詳細は新宮ら¹⁾で示したが、現在は過去の地すべりデータを学習させ、予測結果の検証している段階である。過去データの検証結果によれば、降雨による地すべり動き出しのタイミングについては、概ね予測可能ではない

かと思われる。

降雨量が少なく、崩壊まで至らないような断続的な動きを計測（経験）した場合、地すべりの減速過程を学習できる。観測時の地すべりの加速状況や、予報雨量の条件によっては、崩壊だけでなく地すべりが停止する動きを予測できることを意味する（図-2）。これは、精度を向上させていくことで、将来的には、緊急体制の解除判断の一材料になり得ると考えている。

3. 土砂災害現場へのAI技術導入に関する課題

近年、土木業界では、トンネル点検技術や地形判読技術に AI 技術が取り入れられている。今回土砂災害現場へ適用を試み、まだ開発中ではあるが、AI 技術を用いる場合に課題であると感じた点を下記にまとめる。

(1)技術的な課題

機械学習による解析精度を高めるためには、お手本となるデータ数が多い方がよい。特に、地すべりの動きを予測するためには、動いているデータセットで学習させる必要があるが、地すべりは日常的には停止しており、まれな豪雨時にしか動きを観測することができないため、必然的に地すべりの動きを学習させるデータセットが限られてくる。また、その中でも、観測中に崩壊まで達した事例はさらに限られるため、学習させること自体が困難を伴う。教材となるデータの収集が、課題として挙げられる。

また、地すべりの地域性という課題もある。地すべりを特徴づける上で、少し考えただけでも、地形地質、形状、すべり面勾配などの要素が挙げられる。現場に合わせた特性を考慮しようとする、さらにデータが限られてしまい、学習が困難となる。現時点で、降雨以外に地すべりの運動特性を、明確に支配する要素を見極めるのは難しい。地域性を考慮するのは、お手本となるデータセットが一定数を収集後の次段階の課題となる。

(2)AI 技術との向き合い方

AI 技術を導入する中では再認識したことは、AI の強みは「パターンマッチング」ということである。災害現場では、このことが重要になる。

AI が将棋や囲碁でプロに勝利する、自動運転技術を支える、株式の売買を行う、就職活動の面接を行う等のニュースを見ると、AI 技術は万能のように錯覚する。しかし実際には、過去に学習した内から類似パターンを探ることが得意なのである。そのため、解析精度は「どのように学習させたか」が重要であり、お手本としたデータセットに依存する。

これは、今までに経験したことないような突発的な出来事や、しばしば言われる「予想外のできごと」に、どこまで対応できるか未知数であることを意味している。学習時点で人間が無意味であると判断して無視した要素を AI は学習できない。だからといって、無関係に思え

るデータも学習させようとする、重要なファクターの重み下がってしまい、かえって予測精度が低下することもありえる。

ただし、これまで土木技術者の頭の中にだけ存在していた「何となくの経験的なもの」を視覚化して提示することができるだけでも、大きな前進である。経験が少ない技術者や発注者にも分かりやすく話ができるようになるからである。

(3)AI 技術に何を期待するか

梅田⁴⁾ は、AI をデジタル労働者として考えた時に、どんな働きを期待するかという項目について、下記のようにまとめている。

- ・単純作業を黙々とミスなくやってくれる【働き者】
- ・24時間戦える現代の【企業戦士】
- ・熟練者の技術を習得して継承する【熟練社員】
- ・大量データを即時に読んで判断する【聖徳太子】
- ・人間ができなかったことをやってくれる【天才社員】

現段階では、地すべり崩壊予測プログラムは、開発中であり、まだ新人レベルである。ミスがあれば、多くの場合、教える技術者側に原因がある。個人的には、将来的に熟練社員や聖徳太子のレベルまで成長してくれることを期待しているが、現段階では天才社員としてのレベルを期待するのは難しい。天才社員に育てるためには、人間側が教える方法について、工夫や改善の必要がある。

自然災害は、人間の心理などの不合理な要素が入り込む余地はなく、科学的な現象であるため、AI 技術と親和性が高いと感じる。一方で、災害という特性上、現場では常に想定外の出来事を扱っており、これは AI が苦手な分野である。地すべり崩壊予測プログラムを使用する場合、解析結果はあくまで参考情報とし、最終判断は必ず技術者（人間）が行うことが重要である。

現在、24時間先までの雨量予報プログラムも暫定的に導入した。今後の豪雨災害時に実証していきたい。

《引用・参考文献》

- 1) 新宮直人、齊藤龍太、木村忍. (2019) . 開発中の機械学習による地すべり崩壊予測プログラムの紹介～β版プログラムの概要～, 全地連「技術フォーラム2019」岡山
- 2) 齊藤龍太、藤井俊逸、新宮敦弘、木村忍. (2018) . 機械学習を用いた地すべりの地下水解析の事例紹介と今後の課題, 全地連「技術フォーラム2018」高松
- 3) 福岡輝旗. (1985) 表面移動速度の逆数を用いた降雨による斜面崩壊発生時刻の予測法, 地すべり, Vol.22, No.2, pp.8-13
- 4) 梅田弘之. (2019) . エンジニアなら知っておきたい AI のキホン 機械学習・統計学・アルゴリズムをやさしく解説, 株式会社インプレス発行.