

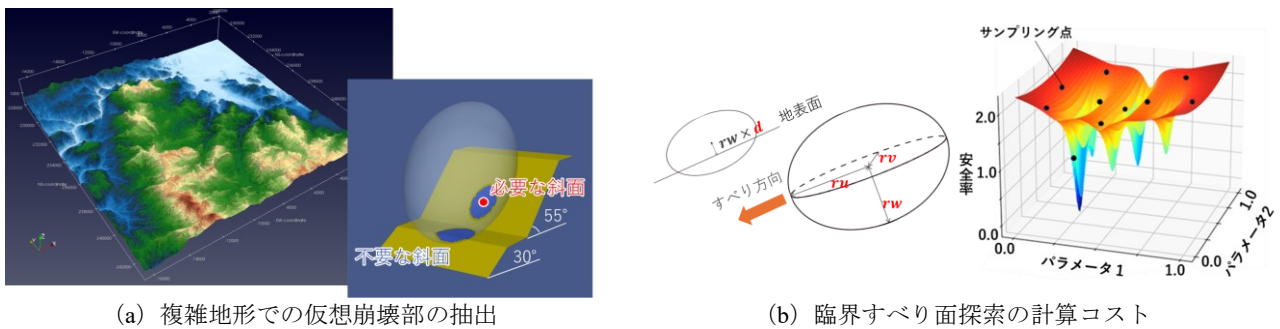
クラスタリング技術を援用した極限平衡理論に基づく広域斜面安定解析

中部電力（株） 特別会員 ○渡邊康介 今井哲久 久住隆夫
 東北大学 個人会員 森口周二 寺田賢二郎 野村怜佳

日本では豪雨や地震に起因する土砂災害が毎年発生しており、被害最小化に向け広域かつ高精度に斜面の安定性を解析する手法が求められている。一方、高精度な力学ベースの評価手法である極限平衡理論を広域に適用する場合、複雑地形での仮想崩壊部の抽出と臨界すべり面探索の計算コストが課題となる（図-1）。

本研究では、これらの課題解決に向け2つのデータ科学技術を適用した。第一に、クラスタリング技術（図-2）を用いることで、安定解析において不要となるすべり面を自動的に除外し、解析の安定性を向上させた。第二に、ベイズ最適化手法（図-3）を導入し、複数のパラメータで定義されるすべり面の中から安全率が最小となる臨界すべり面のパラメータ決定を効率化した。なお、ベイズ最適化手法は、事前に応答が未知な関数に対し、できるだけ少ない計算コストで最適解を探索する手法である。

これらの技術を実装した解析プログラムを構築し、岩手県釜石市の一部領域（約 600m×600m）の実地形を対象として、本研究で提案する解析手法の効果を検証した。その結果、広域斜面安定解析における計算の安定性が向上し、不自然な安全率の低下が解消されることを確認した（図-4）。さらに、網羅的に計算を行うグリッドサーチと比較して、計算時間を大幅に削減できることを確認した（表-1）。



(a) 複雑地形での仮想崩壊部の抽出 (b) 臨界すべり面探索の計算コスト

図-1 力学ベースでの広域斜面安定解析の課題

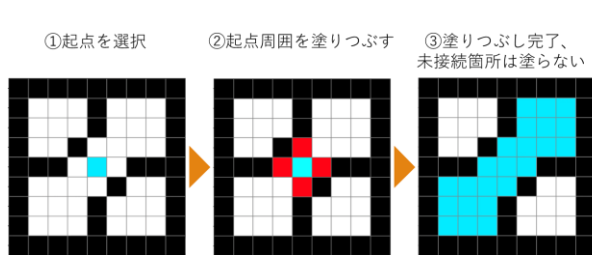


図-2 クラスタリング技術のアルゴリズムイメージ

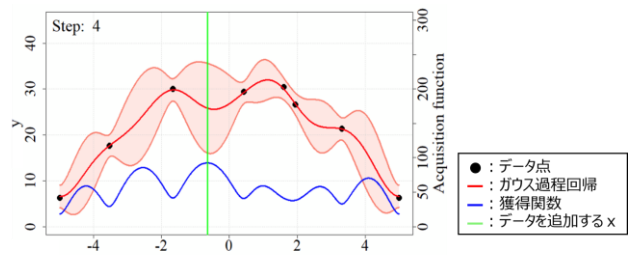
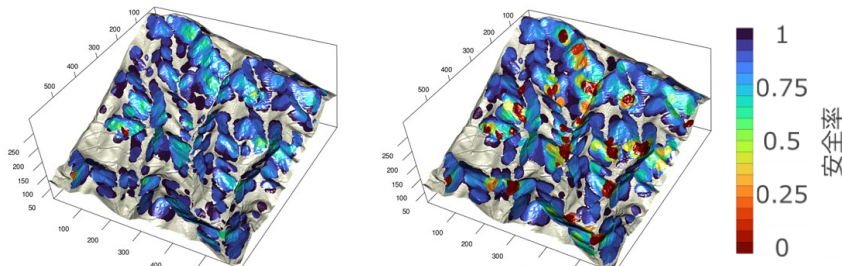


図-3 ベイズ最適化手法のイメージ



(a) ベイズ最適化 (b) グリッドサーチ
 図-4 実地形での広域斜面安定解析（対象：岩手県釜石市）

表-1 手法ごとの計算時間

手法	計算時間(s)
ベイズ最適化	3420
グリッドサーチ	20143