

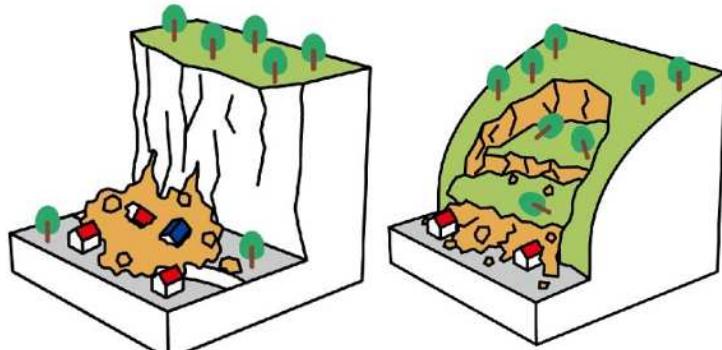
## TECHNICAL INFORMATION

# 斜面計測データを対象とした学習分析による管理基準値の策定 ～人工知能技術で災害防止！～

特許第7141309号

## 斜面の挙動計測は

- 地すべりやがけ崩れなどの災害の恐れのある斜面



⇒挙動計測による監視（ソフト対策）

- 実際に災害が起きてしまった箇所



⇒現場の安全管理のために各種挙動計測を実施



傾斜計設置例



伸縮計設置例



亀裂変位計設置例

ハード対策がとれない  
地点の安全管理に有効

ただし大きな課題が……

## 管理基準を決めることが難しい！！



何mm動いたらアутで  
何mmまではセーフなのか？

本来斜面によって  
崩れやすさは違う

文献に目安として紹介されているものはあるが・・・

◆伸縮計の管理基準例（道路土工 切土工・斜面安定工指針）

変動ランク	日変位量 (mm)	累積変位量 (mm/月)	一定方向への累積傾向	活動性等
変動a	1mm以上	10mm以上	顕著	活発に運動中
変動b	0.1~1mm	2~10mm	やや顕著	緩慢に運動中
変動c	0.02~0.1mm	0.5~2mm	ややあり	継続観測が必要
変動d	0.1mm以上	なし (断続変動)	なし	局部的な地盤変動、その他

※日変位量と累積変位量をあわせて変動ランクを考慮する。

⇒ その汎用性については疑問も

## 個々の斜面の挙動特性にマッチした 管理基準を決めることはできないか？

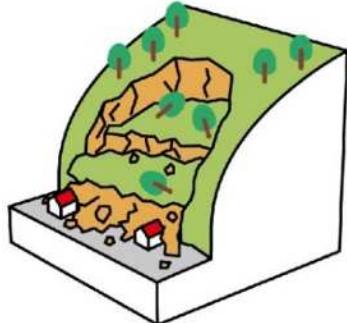
これまでに発生した災害事例をベースにして『ここまで動いたら崩れた』の情報から管理基準値を考えるスタイル

拳動監視中の斜面が崩壊する事例は非常に少ない。

結果、色々な斜面での実績を寄せ集めて汎用的な基準にしようとするので無理が出る

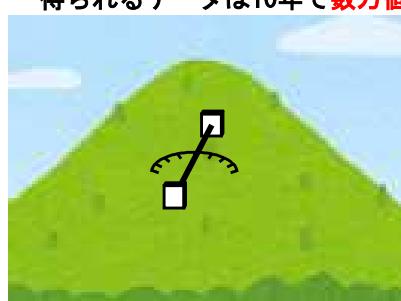
そこで、大きく発想を転換！！ 「ここまで動いても崩れなかった」 のデータに着目してみる

従来の考え方  
10年に一度の大災害の経験を学ぶ  
得られるデータは10年で1個



発想の転換

新しいアプローチ  
毎日起きている日常的な現象を学ぶ  
得られるデータは10年で数万個

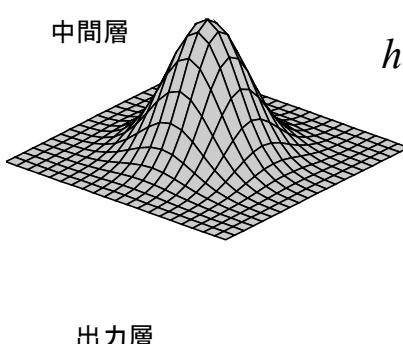
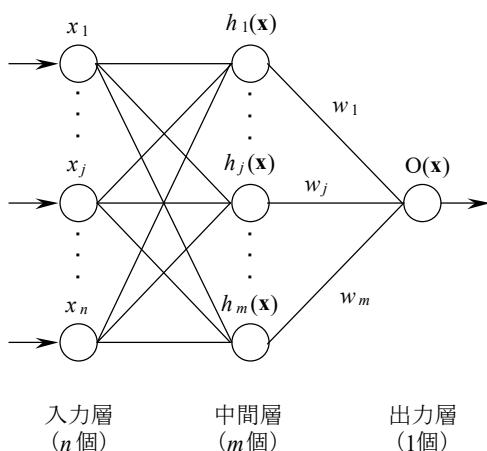


一定期間計測を実施されていながら、その期間中に『崩れなかった』地点では  
例え動いても 崩れない安全領域を示す実績 が蓄積されていると言える。

安全領域を示す計測データを対象に学習分析することで、斜面の管理基準  
を策定することを思いつきました

学習分析にはRBFネットワークを利用

- ・脳や神経回路網をモデルとした階層構造で、入力層・中間層・出力層の3層からなる。
- ・中間層にはガウス関数を用い、基底関数の中心から同心円状にその影響を考慮する。



$$h_j(\mathbf{x}) = \exp(-\|\mathbf{x} - \mathbf{c}_j\|^2 / r^2)$$

$h_j(\mathbf{x})$  : 中間層の出力値

$\mathbf{x}$  : 入力層の入力値

$\mathbf{c}_j$  : 基底関数の中心点

$r$  : 基底関数の半径

$$O(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^m w_j \cdot h_j(\mathbf{x}) \quad O(\mathbf{x}) : \text{出力層の出力値}$$

: 結合係数 (=重み)

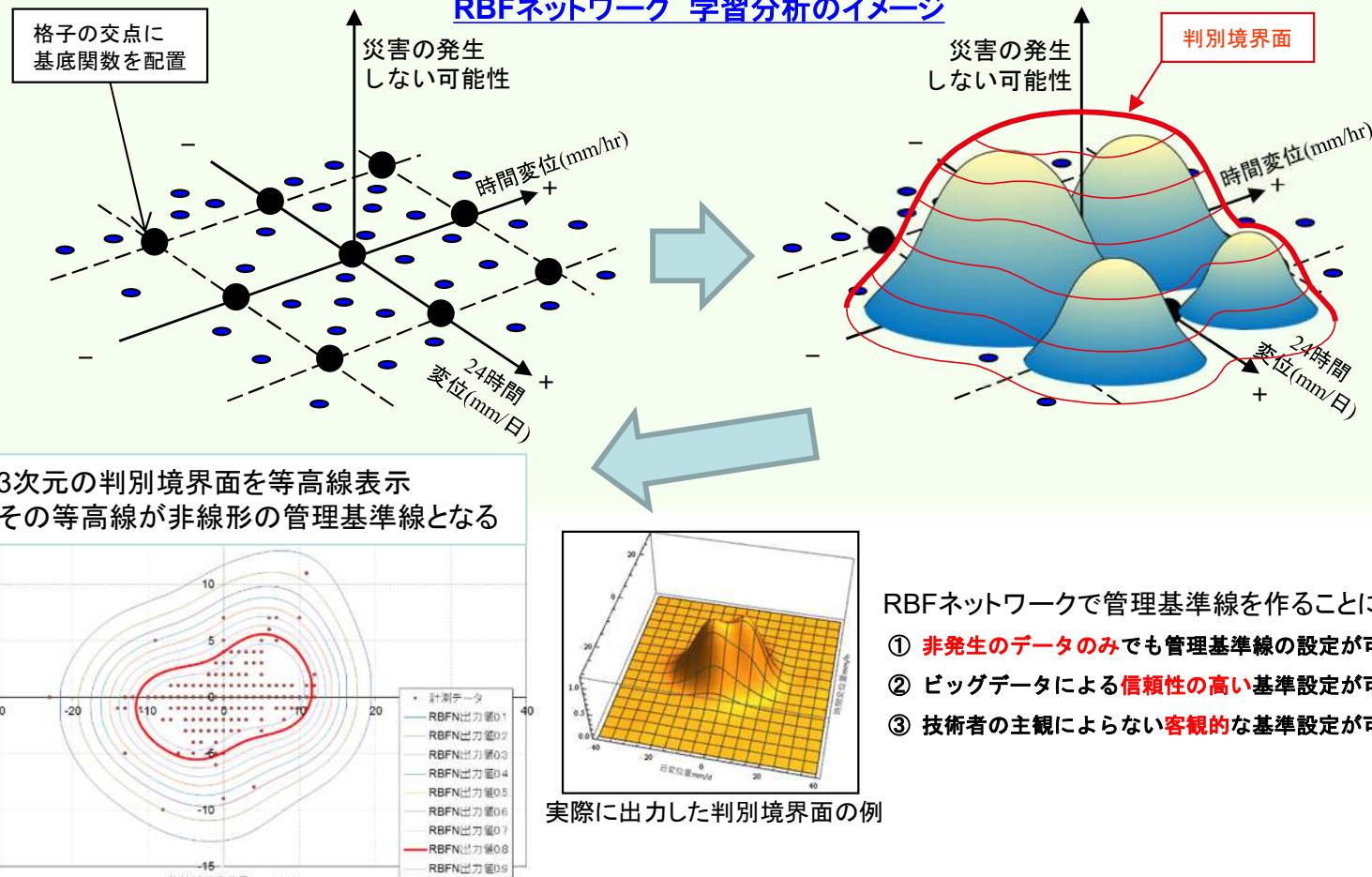
$$E = \sum_{i=1}^p (y_i - O(\mathbf{x}_i))^2 + \sum_{j=1}^m \lambda_j w_j^2 \rightarrow \text{Min}$$

$y_i$  : 教師値       $\lambda_j$  : 正則化パラメータ

RBFネットワークの学習

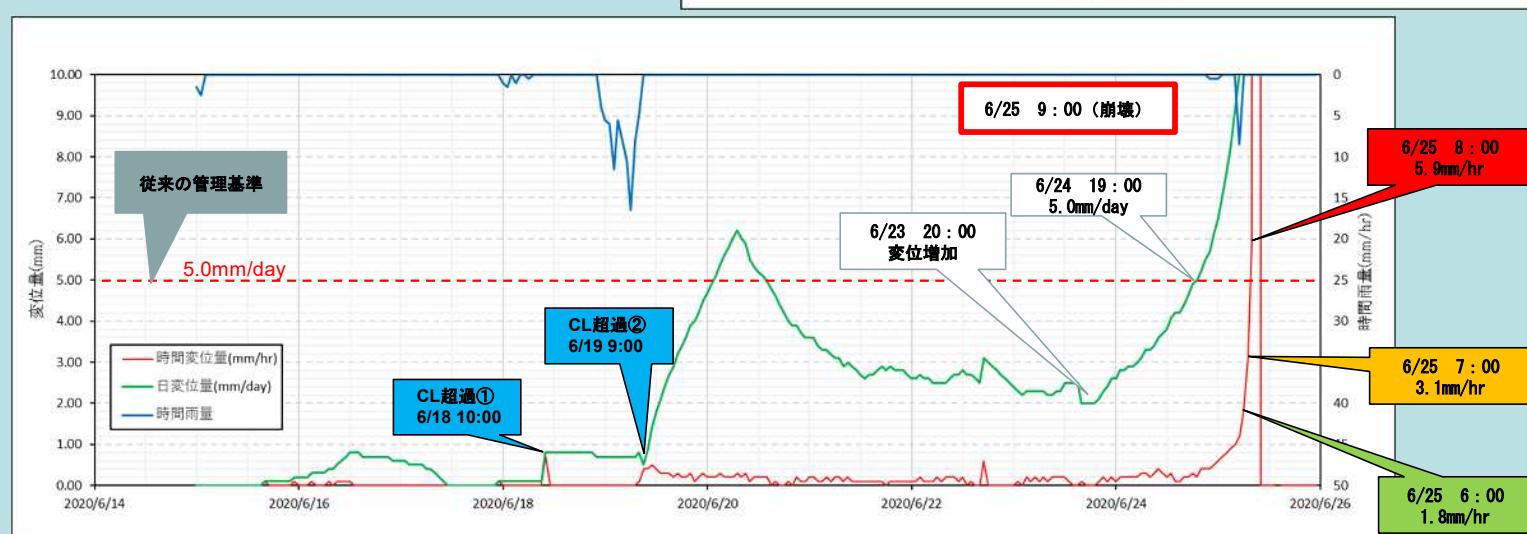
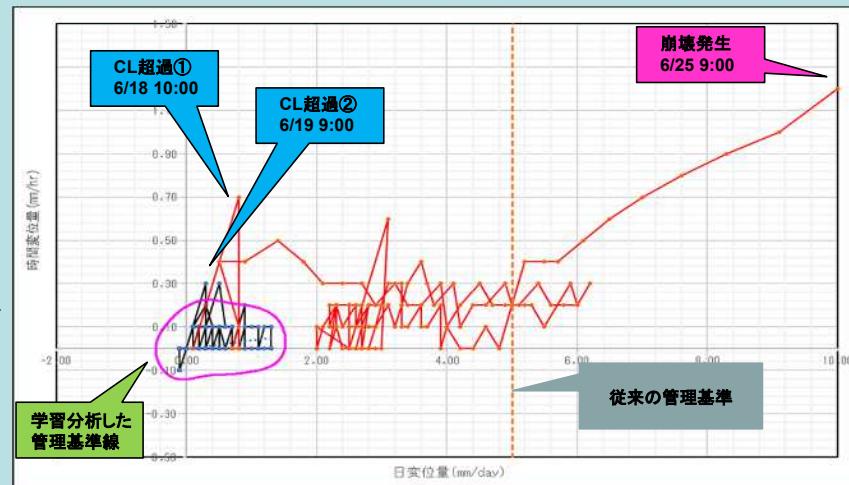
教師値  $y_i$  と出力値の差の2乗和と重みの抑制項を加えた上式を最少にする重みを求める。

## RBFネットワーク 学習分析のイメージ

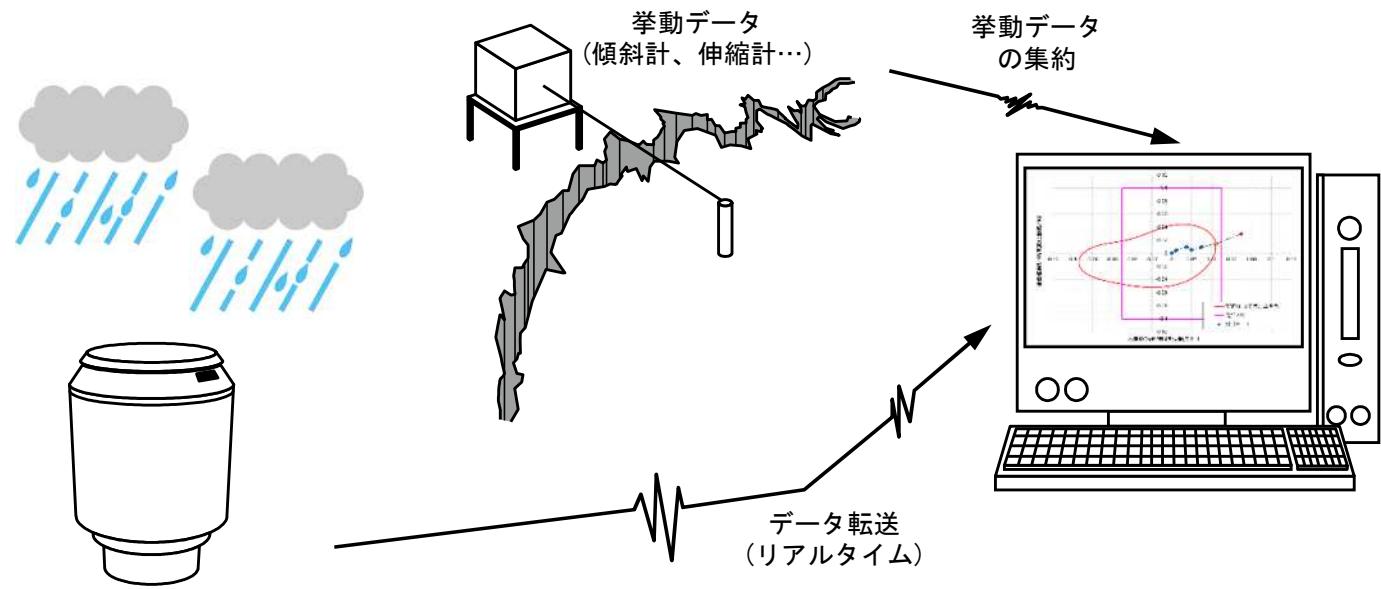


## 実際の計測事例

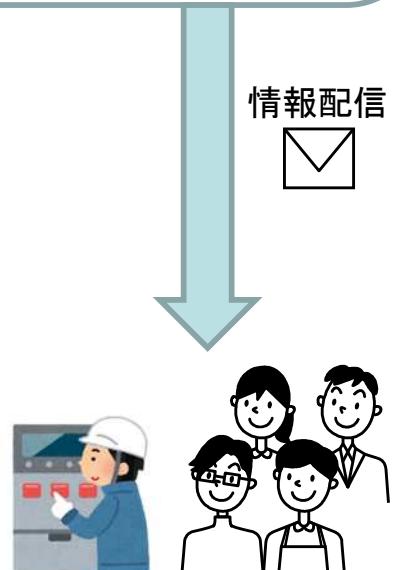
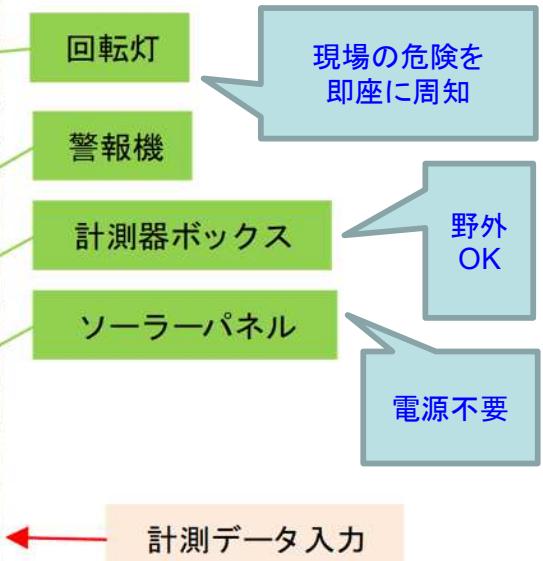
- 6月18日10:00に0.7mm/hrの変位を観測。この際、一度管理基準線を超過するが、動きは止まり、即時に管理基準線の内側へ戻る。
- 6月19日9:00(17mm/hrの雨の後)に2度目の管理基準線を超過する変位が記録された。徐々に変位は累積し最大6.2mmの日変位を記録
- 管理基準線を超過したまま2日程度変位が継続
- 23日の20:00以降、横ばい傾向であった変位が上昇に転じ、25日の9:00に崩壊に至った



## 総合防災システム構築のイメージ図



**誘因の雨と斜面の挙動**による両面からの監視を実施することで防災情報の精度向上を図る



**現場を守る！現地用リアルタイム警報機を作成しました**



西日本技術開発(株)：学習分析による管理基準値の策定に関する窓口

調査部 防災情報グループ／小林

(E-mail : [hi-kobayashi@wjec.co.jp](mailto:hi-kobayashi@wjec.co.jp))

Tel : 092-781-1454 Fax : 092-781-6748

福岡市中央区渡辺通1-1-1 サンセルコビル 9F

URL <http://www.wjec.co.jp/>