

# 岩盤斜面研究小委員会

---

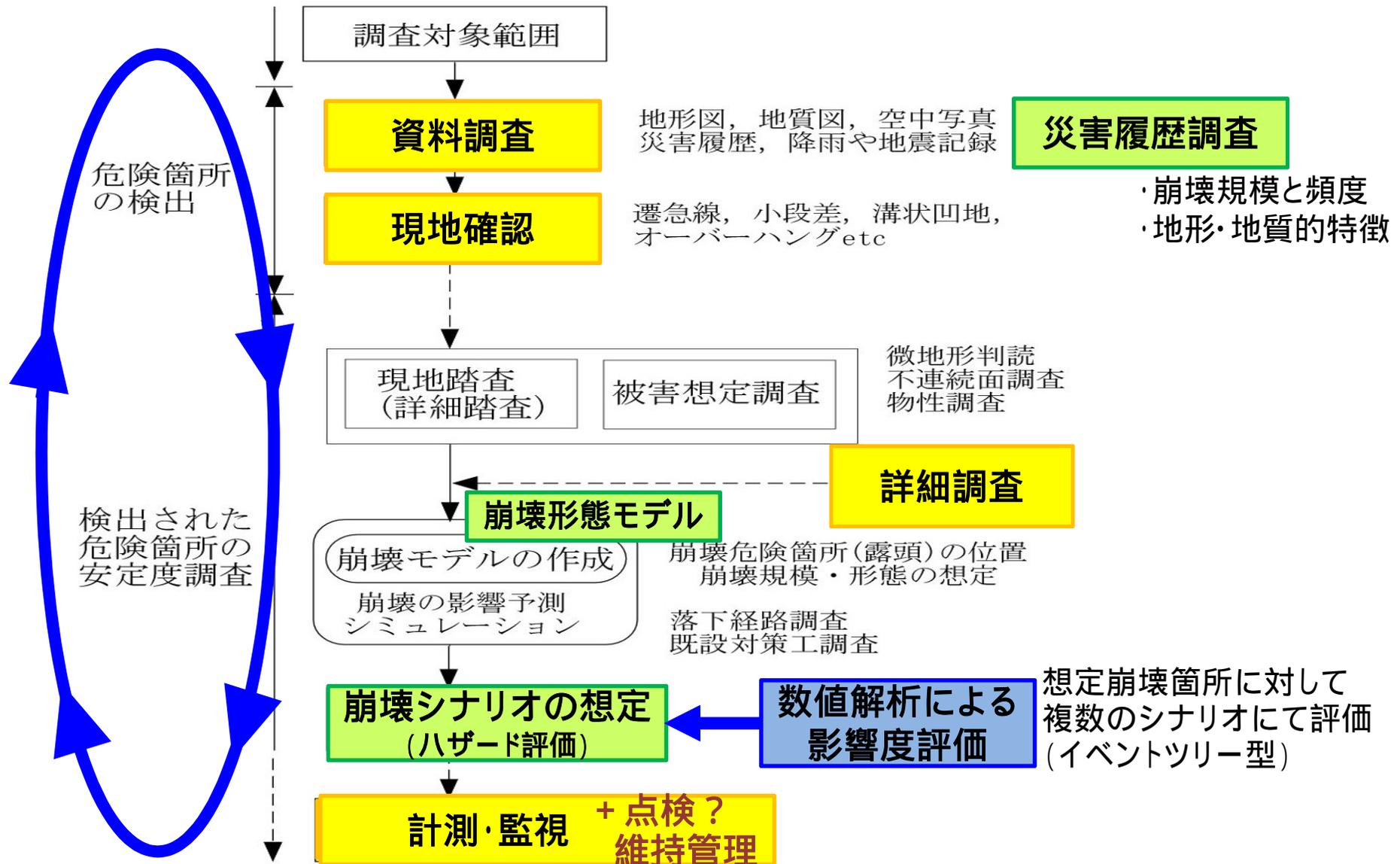
岩盤斜面災害の軽減に向けて

～ 危険斜面の抽出技術と安定性評価技術 ～

## 危険箇所への抽出技術

- ・ 災害履歴
- ・ 抽出、調査、計測・監視に関する新技術レビュー

# 岩盤斜面の評価の流れ



# 災害履歴分析の重要性

岩盤斜面の安定性評価を行うに当たり、こういった箇所では、どのような崩壊形態で崩壊が発生するか、適切に想定しておく必要がある。その際に、地形・地質条件が同様の周辺地域における過去の崩壊履歴を調べ、起こりえる崩壊形態と崩壊要因を把握した上で、適正な調査・評価を行うことが重要である。

## アプローチ:

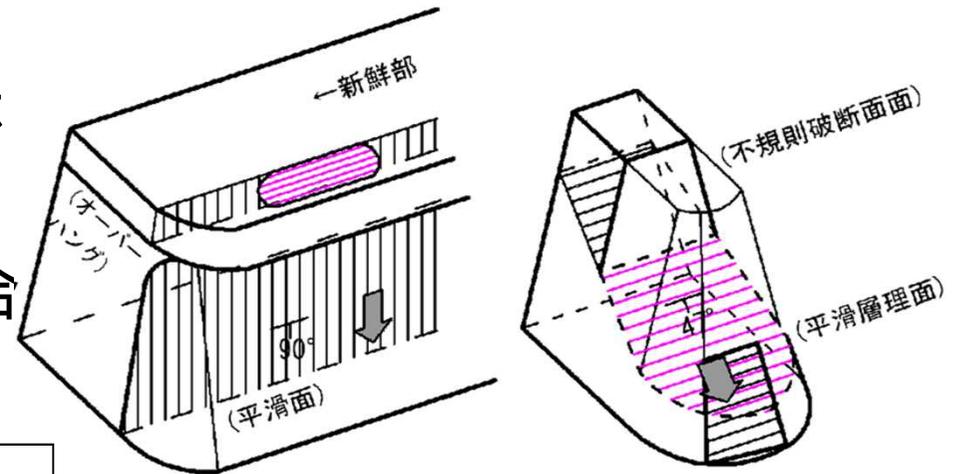
- ・岩盤斜面崩壊の調査資料等の文献収集
- ・崩壊原因(素因・誘因)と崩壊形態の把握
- ・斜面評価上の着目点の整理
- ・岩盤斜面崩壊の模式化

崩壊履歴を踏まえ、特徴に沿った調査・評価が必要



# 崩壊形態模式図の作成例

- ・斜面側面の拘束状態により拘束 / 非拘束を区分
- ・分離岩体を形成する分離面の区分
  - 主 因 : 当初より明瞭なもの(黒斜線)
  - 伏在要因 : 崩壊の最終段階で生じたせん断もしくは分離面(赤斜線)
  - 文献等に記載はないが存在が想定される分離面(白抜)
- ・切土法面やトンネル等を図示
- ・滑動方向は想定されるものを図示
- ・記載のある分離面の傾斜を図示
- ・オーバーハング(OH)は記載がない場合でも想定される場合には図示



側拘束のあるモデル

非拘束モデル

 分離面もしくはせん断面(伏在要因)

 分離面(主因)

 47° 分離面の傾斜

 オーバーハング

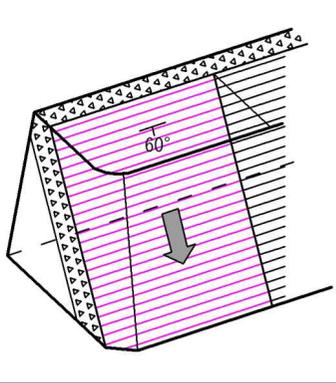
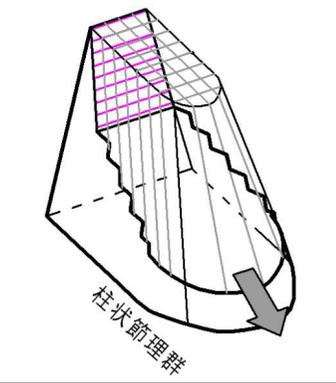
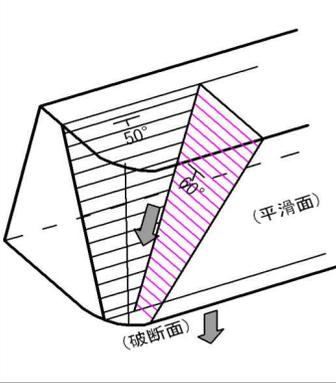
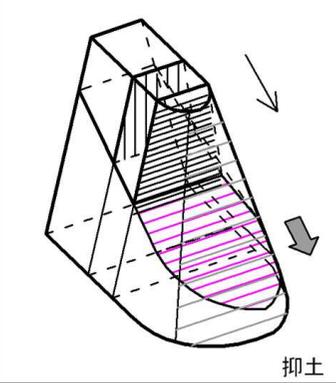
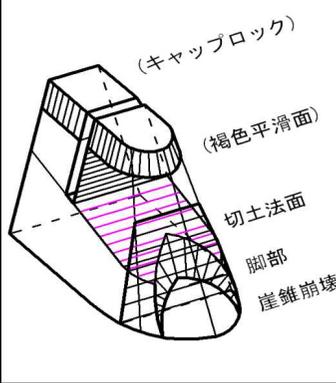
 滑動方向

 切土法面

 分離面 (想定されるもの  
記載のあるもの)

主 因 = 崩壊機構を形成する要素となっており、明瞭に評価可能  
 伏在要因 = 主因と同様に機能したと想定されるが、詳細な評価が困難  
 (崩壊の最終段階で決定的な役割)

# 崩壊形態模式図（滑動型）

崩壊形態	平面すべりa	平面すべりb	くさびすべりa	複合すべりa	複合すべりc
地点名	太島内B	大天狗	刀掛B	えりも	北陽
モデル					
崩壊状況	層理面沿いのすべり	柱状節理が連結したすべり	くさび状亀裂によるすべり	斜面に平行な2方向の亀裂に沿ったすべり	流れ盤によるすべり
主因	・細粒火砕岩における流れ盤層理面	・褐色化した流れ盤柱状節理 ・両側側方岩体の浸食・欠如 ・流れ盤の分離面(柱状節理)	・2方向の流れ盤崩壊面 ・片側側方岩盤の浸食・欠如	・トッピングクリープ現象	・斜面上部の開口亀裂 ・石灰岩・チャート互層のキャップロック
伏在要因		・斜面脚部の浸食	・分離面の強度低下	・亀裂沿いの乾湿繰り返しで岩盤劣化・強度低下	・斜面下部の鏡肌を伴う流れ盤亀裂
トリガー	・片側側方岩体の浸食・欠如 ・斜面脚部の支持力低下または欠如 ・細粒火砕岩の強度低下	・崩壊部背面の強度低下 ・北海道南西沖地震(1993)	・地震動	・地震動 ・暖気による融雪水の浸透	・自重・地下水で岩盤劣化 ・3週間前の記録的豪雨に伴う水頭上昇 ・斜面脚部の崖錐崩壊

**[トリガー]**には、崩壊発生の直前に生じたと想定される現象の他に、亀裂面の強度低下等のように不安定化を助長する進行性要素も併せて記載している。

**[伏在要因]**と**[トリガー]**には、事前調査時点では明確に確認しにくい内容を含んでいるが、**3D模式図**と併せて表示することで、**主因・伏在要因・トリガー**がどう組み合わせたり崩壊に到るのかを**理解**する上で有効な項目である。

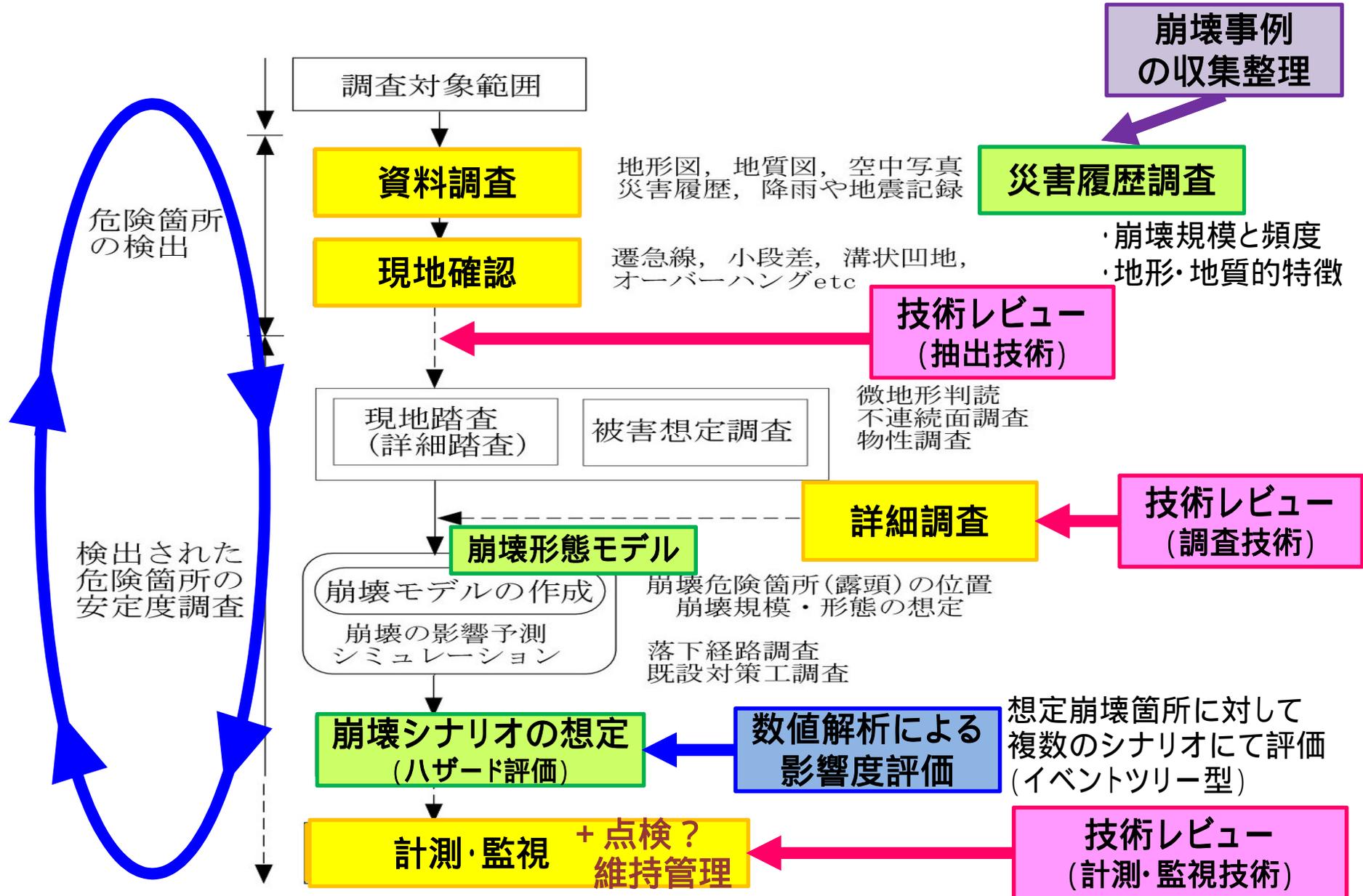
# 災害履歴に基づく調査

岩盤斜面の評価にあたっては、どの範囲において崩壊するのか、崩壊範囲を正確に特定した上で、**想定される崩壊形態に基づいた安定度評価**を行わなければならない。しかしながら、地山表面に現れた亀裂だけではなく、露頭からは確認しづらい地山内部の不連続面によって崩壊範囲が規制されることも多く、**不連続面情報を得るための適正な事前調査**が必要となる。

モデル化された崩壊事例を参考に、崩壊要因や崩壊につながる不連続面構造など、**着目点を明確にした調査**を行うことで、可能性の高い**崩壊形態・箇所**の絞込みが可能となる。

適切な調査技術により、危険箇所の抽出・監視を実施

# 岩盤斜面の評価の流れ



# 技術のレビュー

## 抽出

- ・形状把握
- ・異常形状の判定

## 監視

- ・変位検出
- ・閾値(基準値)越えの判定
- ・閾値(基準値)の設定

### 【考え方】

岩盤斜面の調査・計測にあたっては、不安定な斜面を抽出把握することが一義ではあるが、その他にも、崩壊形態、崩壊メカニズムや岩盤の物性を知ることが目的とする手法もある。本WGでは、岩盤斜面の危険箇所を抽出・監視に適用できる岩盤斜面の変状把握手法についてその特徴と適性について整理を行うものである。計測項目として、変位や形状などのそのまま抽出・監視に繋がるものを主な対象とし、安定度評価やメカニズム解明に必要な判断材料(物性値や地質性状など)を得るための手法は除くものとする。ただし、崩壊検知につながるような物性値等の変化把握手法については対象とする。

# 岩盤斜面抽出監視技術の整理ラベル

対象斜面		目的と範囲				適用段階				対象災害					
自然 斜面	のり面 (切土工・保護 対策工)	抽出		監視		計画	設計	施工	維持 管理	落石 (1m 以上)	表層 崩壊	岩盤 崩壊	巨大 崩壊	参考	
		領域	点	領域	点									地す べり	土石 流

計測項目と精度					施工性など								
計測項目			精度 (Aが 良い)	測定 範囲	設置作業		作業条件等			リアル タイム	耐久 性 (Aが 良い)	保守 点検 の必 要性	費用 (Aが 安い)
形状	変位 (傾斜)	その他			一般 的	専門 的	ホーリ ング孔	クライ ミング ・足場 仮設	航空 機				

開発レベル				NETIS 登録 番号	備考	調査 手法 の概 要	適応 上 の留 意 点	文献など	
開発 目標 段階	研究 実証 段階	実用段階						NETIS 登録 番号	備考
		新 技術	従来 技術						

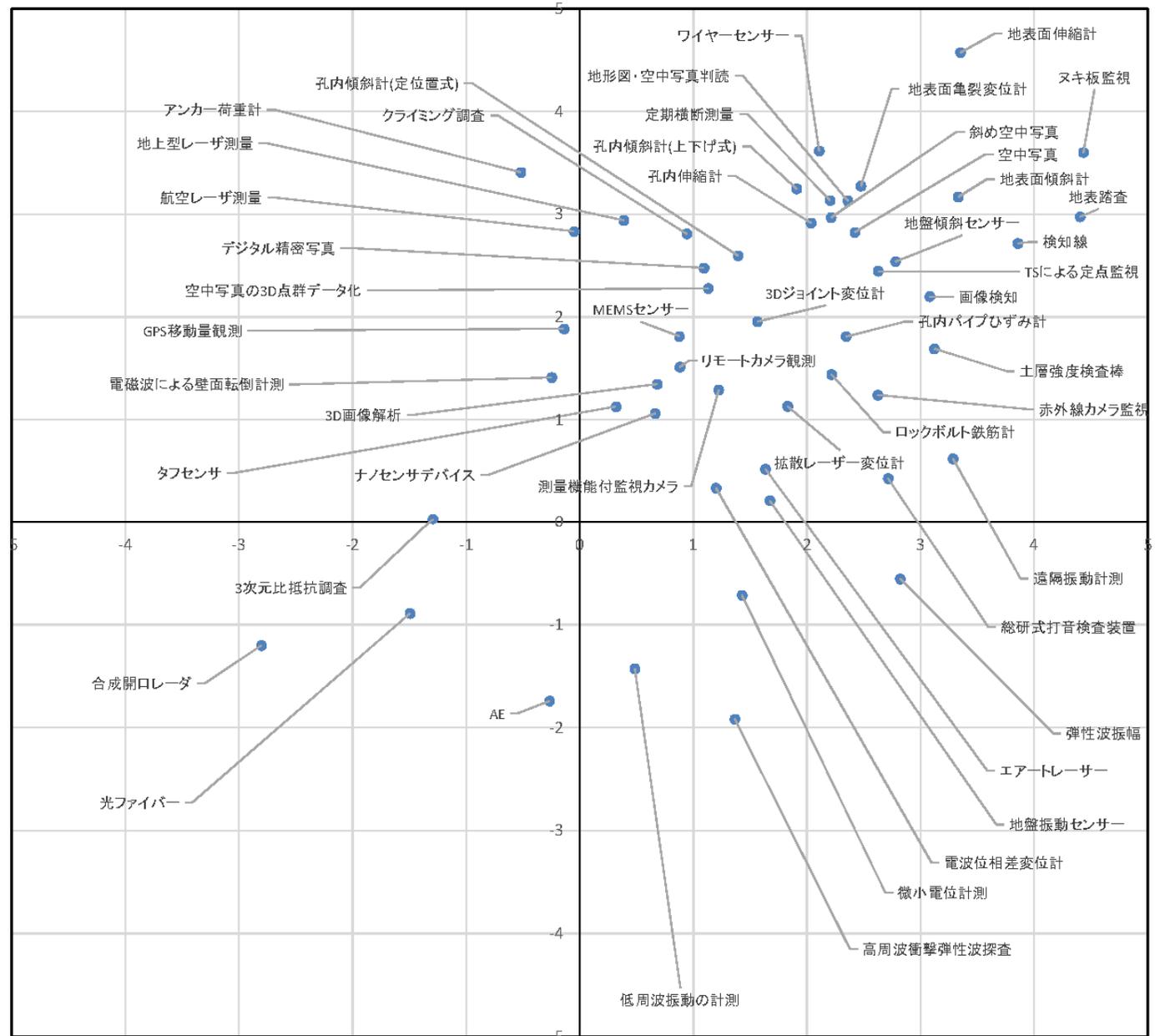
クロスプロット(軸項目)	
使い勝手 (施工性と 経済性)	分かり易さ (確実性や 直接性)

# 岩盤斜面抽出監視技術の整理個票(例)

(よみがな)		めむすせんさー				
技術名称		MEMSセンサー				
その他の名称		ナノセンサデバイス、ばらまき型センサー				
対象斜面	自然斜面	○	施工性など (使用の容易さ)	A:一般的な作業		
	のり面 (切土工、保護対策工)	○		B:専門業者によって行われる ○		
対象災害	落石	○		作業条件等	一般にボーリング孔が必要	
	表層崩壊	△			一般にクライミングまたは足場架設が必要	○
	岩盤崩壊	○			一般にヘリコプターが必要	
	巨大崩壊 (地すべり)				その他	温度、土壌水分、湿度、傾斜、加速度などの得る情報によりセンサを選択する。設置条件も各々異なる。
	(土石流)				リアルタイム	○
目的と範囲	抽出	領域		耐久性	B:電子デバイス、電源要件で、数年程度	
	監視	点		保守点検の必要性	ソーラーシステム、バッテリー保守が必要。	
計測項目	形状		費用例	機材1個あたり10万円、設置費15万円(ただし、クライミング、ケーブル設置、ロガーは別途)		
	変位	○				
精度	その他	角度、温度、土壌水分	開発レベル	開発目標段階		
	分解能0.01°、実用精度0.1°			研究実証段階 ○		
測定範囲	Z軸0-90°の任意、測定時間間隔10分程度が多い(電源依存)		適用段階	実用段階	新技術 ○	
計画		従来技術				
適用段階	設計		NETIS登録番号	KT-130093-A SK-160012-A		
	施工	○	備考	斜面崩壊検知センサー「感太郎」		
	維持管理	○		省電力無線センサネットワークを搭載した地表面傾斜計「ばらまき型傾斜計」		
調査手法の概要	土木構造物や斜面の崩壊などを事前に防ぐために、Micro Electro Mechanical System(MEMS)と無線技術を活用した新たなモニタリング手法 省電力MEMS傾斜センサー、土壌水分計、内蔵無線端末を利用した地盤の傾斜変動角度を計測する技術					
適応上の留意点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設置に際しては、足場やクライミング作業が必要となる場合がある。</li> <li>・センサーの点情報であるため、面、領域のデータ取得には複数のセンサー設置が必要。</li> <li>・バッテリー内蔵で10分間隔のデータ取得、1~2年保守が不要のもの、ソーラーバッテリーシステムで、継続観測可能なもの、などがあり、目的により選択する。</li> <li>・傾斜計MEMSはデバイスの温度依存性に留意して用いる必要がある。</li> </ul>					

# 技術イメージ (使い勝手と 分かり易さ) 【全技術】

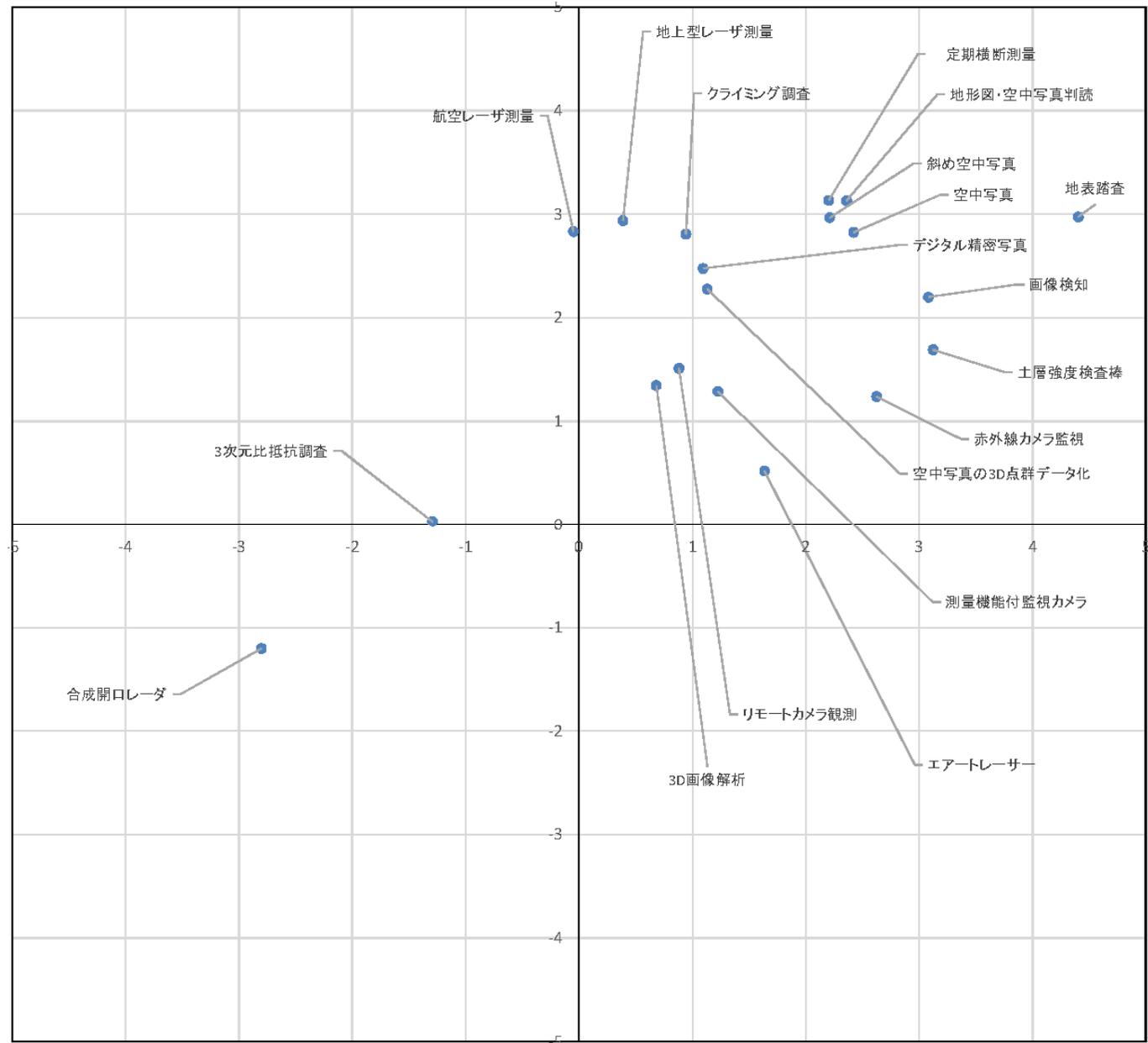
分かり易さ(確実性や直接性)



使い勝手(施工性と経済性)

# 技術イメージ (使い勝手と 分かり易さ) 【形状】

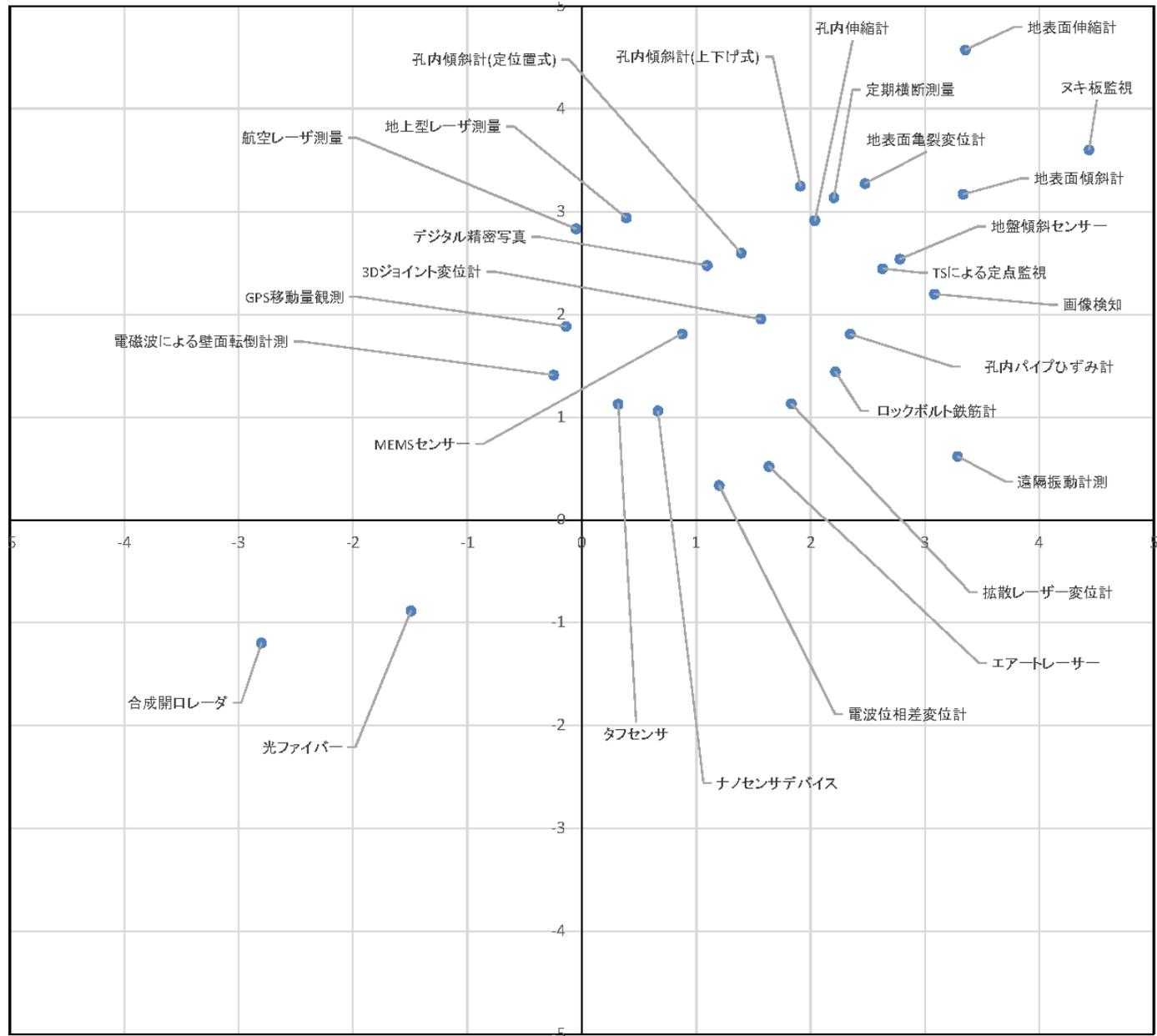
分かり易さ(確実性や直接性)



使い勝手(施工性と経済性)

# 技術イメージ (使い勝手と 分かり易さ) 【変位】

分かり易さ(確実性や直接性)



使い勝手(施工性と経済性)

