

砂防関連 DM データを用いた 3 次元モデリングと利用例

関 家 史 郎*

3D modeling and Example of the utility using Digital Mapping Data for Controlling Soil Erosion

Shiro Sekiya*

*五大開発株式会社 GODAI KAIHATSU Corporation

1-35,Kuroda,Kanazawa-city,Ishikawa 921-8051 JAPAN. E-mail; sekiya@godai.co.jp

キーワード：3次元モデリング, シミュレーション

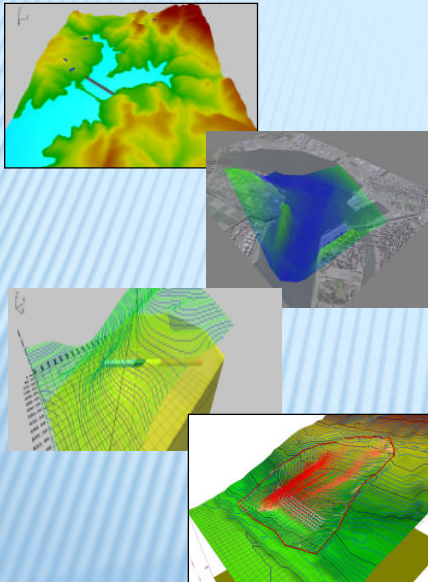
Key words：3D Modeling, Simulation

砂防関連DMデータを用いた 3次元モデリングと利用例

日本情報地質学会シンポジウム2015
平成27年12月9日(水)

五大開発株式会社

3次元は、特殊な技術！？

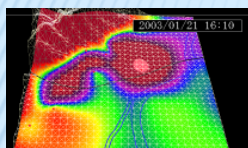


ひと昔前、3次元技術は非常に「高価」で、「手間が掛かる」、「誰でもできない」というイメージがありました。

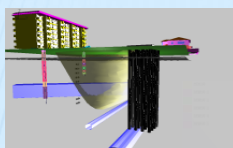
しかし、今は「誰でも」、「簡単に」、手に入れることができる時代となりました。

地盤関連の基礎データとなる、数値標高、ボーリング柱状図は「**国土地理院**」、「**KUNIJIBAN**」などで公開されており、これらを使うことで、非常に簡単に3次元地盤データをつくることができます。

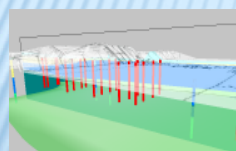
3次元地盤モデルの例



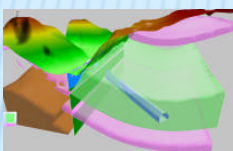
地下水（4D）



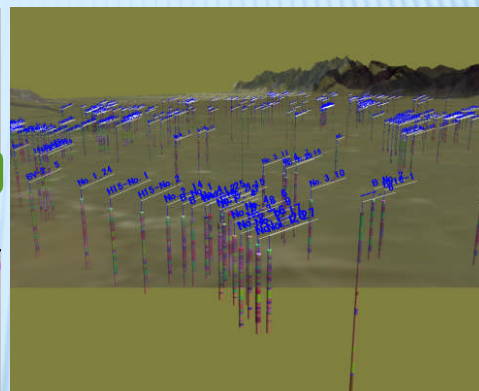
都市土木



橋梁基礎



山岳トンネル



金沢平野

★キーワード：CIM、トンネル、基礎工、ダム、地すべり、地盤改良、河川、3次元解析 など

★3次元地盤モデルは、**プレゼン資料から実務利用へ**

3次元地盤モデル作成のメリット



構築物のイメージの明確化、地盤リスクの共有化、解析、数量の自動算出

★3次元モデルは、建設生産システムの効率化、品質向上を図れると期待されている。

設計変更の効率化
細部の設計
施工計画の最適化
安全管理
情報化施工

リアルタイム変位・変状管理
管理の効率化

一方・・・

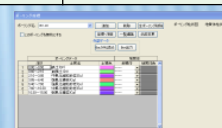
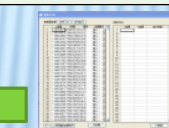
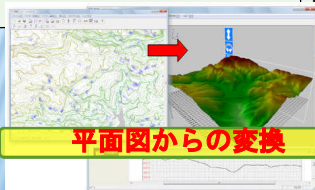
★測量、調査・設計・施工を一連に完結できるデータ形式の開発は、まだまだ先（これから技術的進歩の可能性大）。

★元データの精度と品質（原本性、信頼度）、その利用と管理・制度設計、普及、情報公開、再活用、人材育成が必要

★3次元地盤モデルの作成は、メリットが大きいですが、現状では、責任の所在が不明確であるという問題がある。

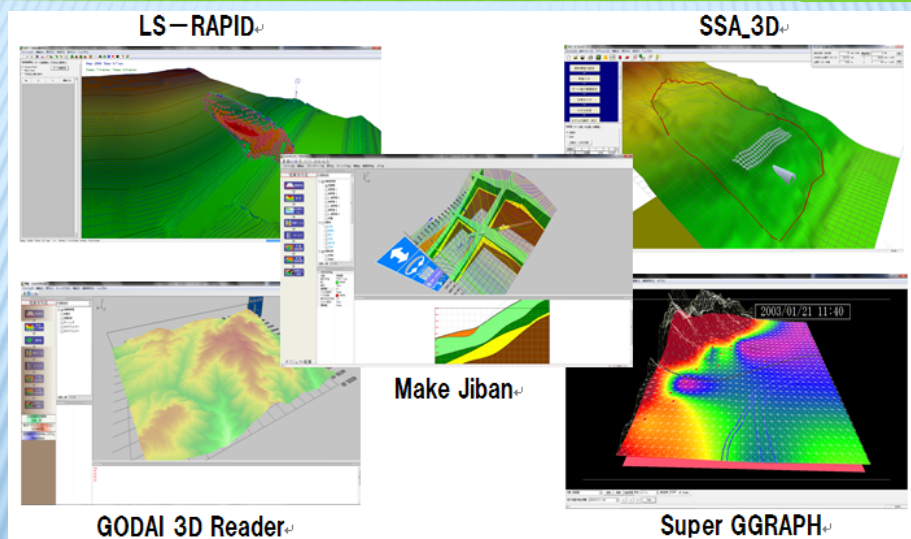
3次元地盤モデル作成におけるデータなど

データ名	データ形式	備考
地形データ1 (標高データ読み込み)	XML、SIMA、csv、TIN、DM、Kih、DEM、txt	国土地理院（5m、10mメッシュデータ） 日本スペースイメージング、NTTデータ等 UAV、画像変換、レーザスキャナ
地形データ2 (平面図から変換)	画像データのベクター化、dxf、dwgからの標高抽出	3Ddxfへの変換
ボーリング柱状図	XML、txt	KUNIJIBAN、各地盤情報サービス
地質断面図	txt、dxf	地層境界面の作成に利用
地質境界面作成	Bスプライン、ドロネー分割、BS-horizon	※五大開発「MakeJiban」の例



生成された地質境界面の利用 → 解析？施工・維持管理？数量算出
→ <出力形式> TIN、ソリッド、DEM・・・

3次元地盤モデルを利用したシステム



今回は、砂防基礎調査DMデータを利用した、土砂崩壊シミュレーションの解析事例および、提案を紹介します。

デモンストレーション

広島土砂災害と土砂災害防止法の改正

・広島土砂災害の発生



2014年（平成26年）
8月20日、豪雨により
広島市安佐南区・安佐
北区などで土砂災害が
発生。死者74名。

・明らかになったこと

- ・土砂災害警戒区域等の指定だけでなく基礎調査すら完了していない地域が多く存在し、住民に土砂災害の危険性が十分に伝わっていない。
- ・土砂災害警戒情報が、直接的な避難勧告等の基準にほとんどなっていない。
- ・避難場所や避難経路が危険な区域内に存在するなど、土砂災害からの避難体制が不十分な場合がある。

・法律の改正

＝改正案の概要＝

- 土砂災害の危険性のある区域の明示
- ・基礎調査の結果の公表
- ・基礎調査が適切に行われていない場合は是正要求
- 円滑な避難勧告等の発令に資する情報の提供
- ・土砂災害警戒情報の市町村への通知及び一般への周知
- ・避難勧告等の円滑な解除
- 避難体制の充実・強化
- ・市町村地域防災計画への避難場所、避難経路等の明示
- 国による援助
- ・国土交通大臣による助言、情報の提供等の援助に係る努力義務

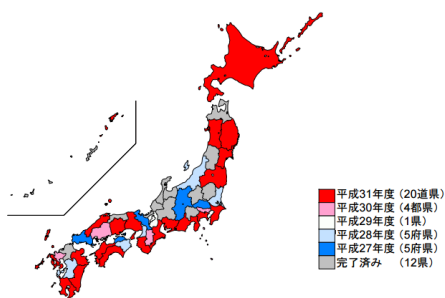
昨年8月に発生した広島市の土砂災害を受け、11月に土砂災害防止法の改正。

今後、本法律のもとで土砂災害警戒区域の指定を促進していくとしていますが、土砂災害警戒区域の指定が完了するまでには、一定の時間が必要。

砂防基礎調査実施状況

基礎調査の完了予定年度

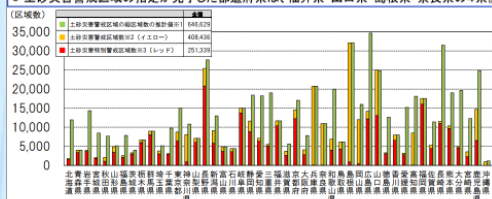
平成27年4月14日時点



土砂災害警戒区域等の指定状況

（平成27年10月末時点）

- 土砂災害警戒区域及び土砂災害特別警戒区域の指定が完了した都道府県は、青森県・山梨県・福岡県・群馬県・栃木県・石川県の6県。
- 土砂災害警戒区域の指定が完了した都道府県は、福井県・山口県・島根県・奈良県の4県。



※1. 土砂災害警戒区域の指定区域の推計値
都道府県により推計した、土砂災害警戒区域の推計値。
平成27年3月31日時点の数値であり、避難勧告の発令に伴い変更の可能性がある。
※2. 土砂災害警戒区域（イエロー）警戒避難体制の整備（土砂災害防止法）＜1/2,500の地形図より抽出＞
土砂災害が発生した場合に住民等の生命又は身体に危害が生ずるおそれがあると認められる土地の区域。
※3. 土砂災害特別警戒区域（レッド）避難行為に対する情報（土砂災害防止法）
土砂災害警戒区域のうち、土砂災害が発生した場合に建築物の損壊が生じ住民等の生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれがあると認められる土地の区域。

★土砂災害警戒区域及び土砂災害特別警戒区域の指定が完了した都道府県は、青森県・山梨県・福岡県・群馬県・栃木県・石川県の6県。

★土砂災害警戒区域の指定が完了した都道府県は、福井県・山口県・島根県・奈良県の4県。

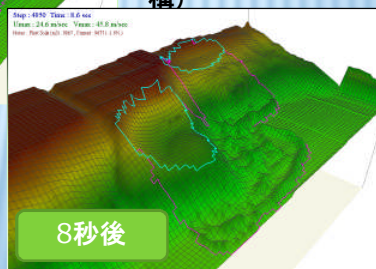
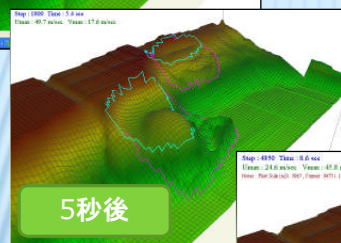
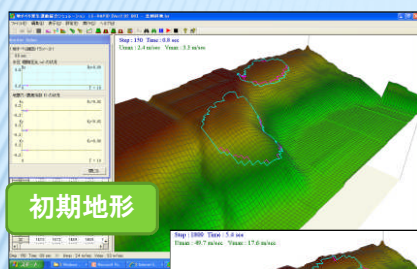
国土交通省土砂災害防止法から引用

<http://www.mlit.go.jp/river/sabo/linksinpou.htm>

今後の方向性と課題

- ハード対策には予算と時間が必要(緊急対策としては難しい)
- ソフト対策は必ず必要
- 広島災害以来、気象庁は避難勧告を多発している
- 一方で住民は自分が逃げる対象とは思っていない
- 認知方法の問題、危険度を周知させる必要性がある
- 対策、認知、何をするにも危険箇所の優先順位が必要となる。
- 砂防基礎調査データは表面地形のみで抽出したものである。
- 広島災害で見られるように、**地質は危険度に関係が深い。**

砂防関連DMデータを用いた3次元モデリングと利用例



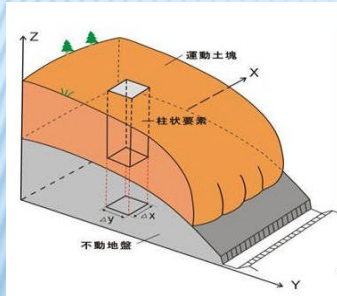
砂防基礎調査[土石流]データを基に、地すべり発生運動統合シミュレーション「LS-RAPID」を用いて、山腹を移動する土塊が、豪雨時に間隙水圧がかかるとどのような挙動をするのかシミュレーションした事例を紹介します。

※LS-RAPID開発元：
ICL(国際斜面災害研究機構)

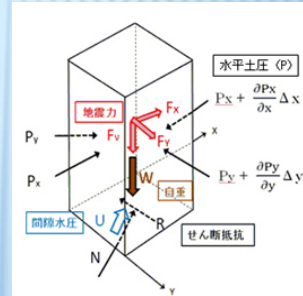
砂防関連DMデータを用いた3次元モデリングと利用例

「LS-RAPID」の原理

斜面土塊の中に柱状要素を考え、その要素にかかる土塊の自重（W）、水平・鉛直地震力、水平土圧、要素底面にかかるせん断抵抗（間隙水圧の効果を含む）の合力を水平面に投影し、水平面上の力の釣り合いが、質量（m）の土塊を加速度（a）で加速させる式（1）および柱状要素に流入する土量分のみ土塊の高さが変化するとの仮定（2）から、土塊の流量（M,N）と高さ（h）の変化を解くモデルです。



全体概要図



構成要素図

理論式は、国際斜面災害研究機構（ICL）佐々教授の理論式を使用

砂防関連DMデータを用いた3次元モデリングと利用例

データ名	データ形式	備考
地形データ1 （標高データ）	DM、Kih	1/2500、2m以内の格子間隔
地質	なし	日本シームレス地質図を参照
地表画像	tif	ORTHOデータを参照

地形モデル

- DMデータの読み込み
- 地表面作成、コントロールポイントの出力

解析パラメータ入力

- LS-RAPIDでコントロールポイントの入力
- パラメータの入力、不安定領域の土砂設定

解析・調整

- 解析の実行
- 解析結果とパラメータを調整（感度解析）

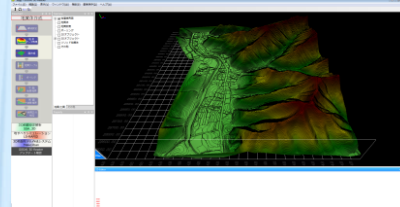
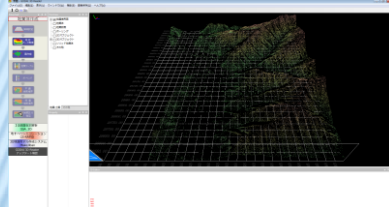
砂防関連DMデータを用いた3次元モデリングと利用例

■作業手順（土石流）

①対象地区3次元化

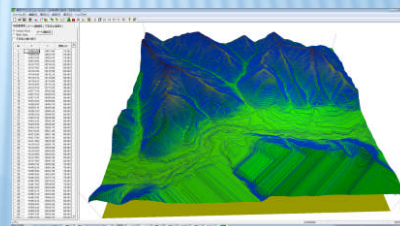
DMデータを変換、LS_RAPIDの3次元地形として取り込む

②「3D READER」でDMデータを読み込み 3DREADERで面を作成



	A	B	C
1	-60069.28	29851.96	210
2	-60069.24	29852.21	210
3	-60070.79	29853.47	210
4	-60070.99	29853.32	210
5	-60107.37	29813.61	200
6	-60107.3	29813.66	200
7	-60108.7	29815.28	200
8	-60109.94	29815.21	200
9	-60136.51	29770.63	190
10	-60136.42	29770.86	190
11	-60138.52	29772.21	190
12	-60138.73	29772.07	190
13	-60237.16	29992.39	180

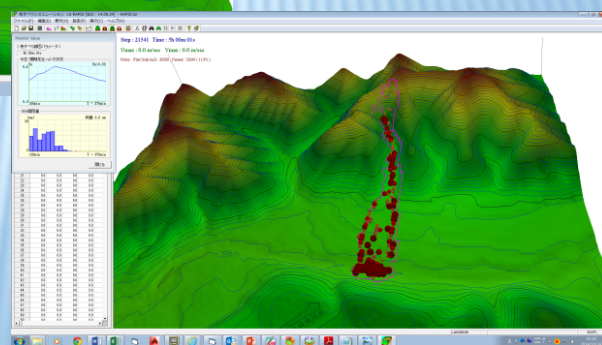
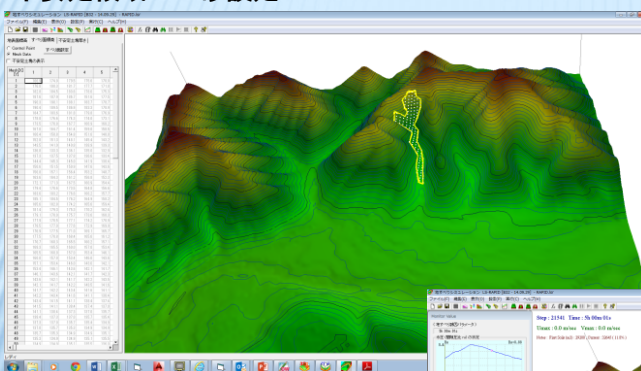
「Makejiban」にてメッシュ分割と
コントロールデータの出力



LS-RAPIDでコントロールデータの
入力と面作成

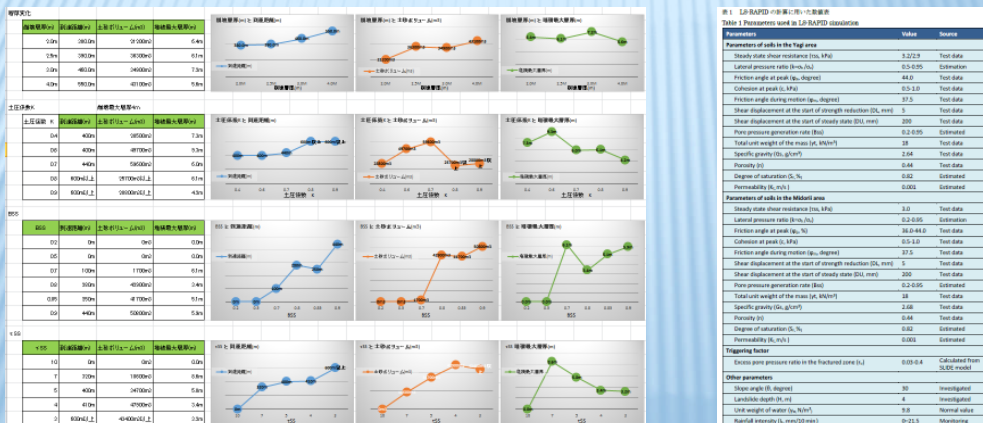
砂防関連DMデータを用いた3次元モデリングと利用例

不安定領域の土砂設定

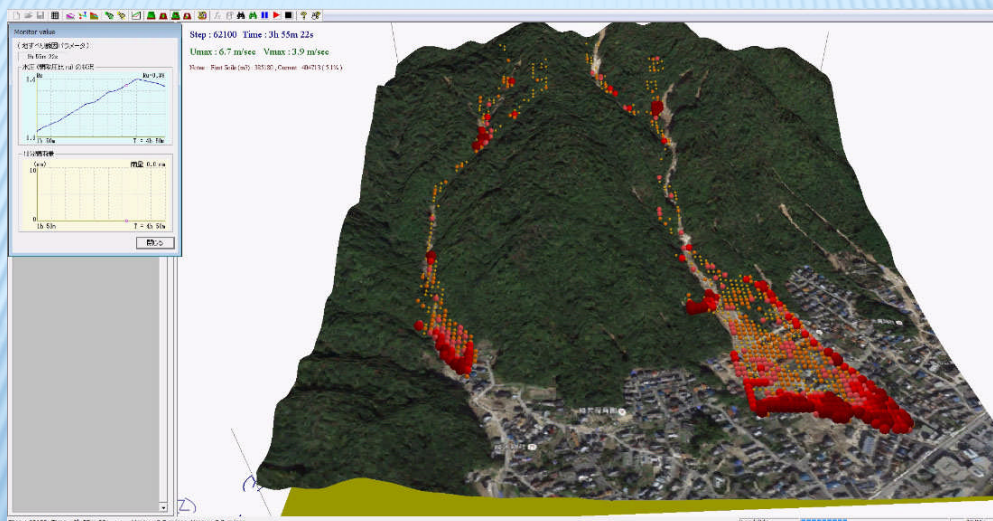


LS-RAPIDを用いた広島土砂災害 再現解析

- ・ LS-RAPIDにて、八木地区で発生した斜面崩壊の再現解析を実施
- ・ 崩壊層厚と到達距離をフィッティングさせるため、土圧係数K、過剰観劇水圧発生率BSS、定常状態における地すべりすべり面のせん断抵抗TSSを調整。



引用元：ICL国際フォーラム「都市化と土砂災害」(2014.10.8)プログラム配布資料



自治体への提案（案）

- ① 砂防基礎調査データから危険度に関する因子をDB化
- ② 危険箇所範囲をGIS上にプロット
- ③ 日本シームレス地質図から地質ポリゴンを取得・重ね合わせ
- ④ 危険箇所の因子に地質データを付加
- ⑤ 因子別に加点・評価できる機能を付加
- ⑥ いくつかのパターンをシミュレート
- ⑦ 最上位の複数箇所について、LS-RAPIDで雨量強度別の発生パターンのシミュレート
- ⑧ LS-RAPIDで最大の土砂到達範囲をシミュレート
- ⑨ イエロー・レッドゾーンの検証
- ⑩ (局地豪雨の情報が出た時の避難勧告)

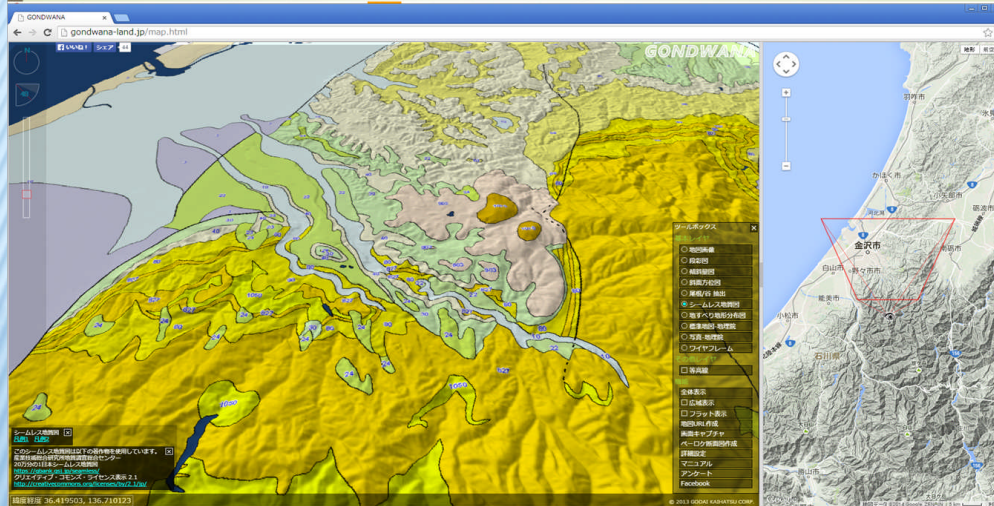
砂防基礎調査データから危険度に関する因子をDB化

危険因子の抽出例

[illegible]

砂防基礎調査日本シームレス地質図から地質ポリゴンを取得・重ね合わせ

日本シームレス地質図からポリゴン取得



まとめ

- ・ 3次元地盤モデルを用いた、斜面崩壊のシミュレーションは、有用である。
- ・ 地域住民へのソフト対策として、崩壊土砂の到達距離、土砂ボリューム、堆積層厚等を表現することができる。
- ・ シミュレーションは、パラメータで大きく変化する。
- ・ 崩壊事例から、事前にパラメータを逆解析することで、リアルタイムシミュレーションにつなげる可能性がある。

