3次元地盤モデルデータ連携・活用を拡げるツール
GEORAMA / Soil Plus

株式会社CRCソリューションズ
社会基盤ソリューション部
村中　一意

CAD/GIS/CAE Solution Fair 2006

Design & Simulation

AUTODESK® CIVIL 3D™

GEORAMA

Soil Plus

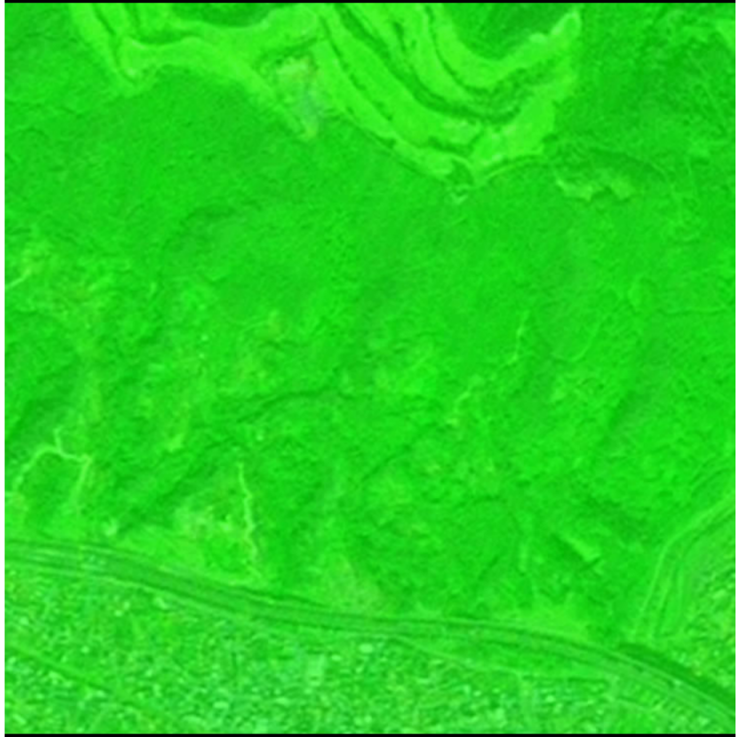
CRC SOLUTIONS

© 2006 CRC Solutions Corp.

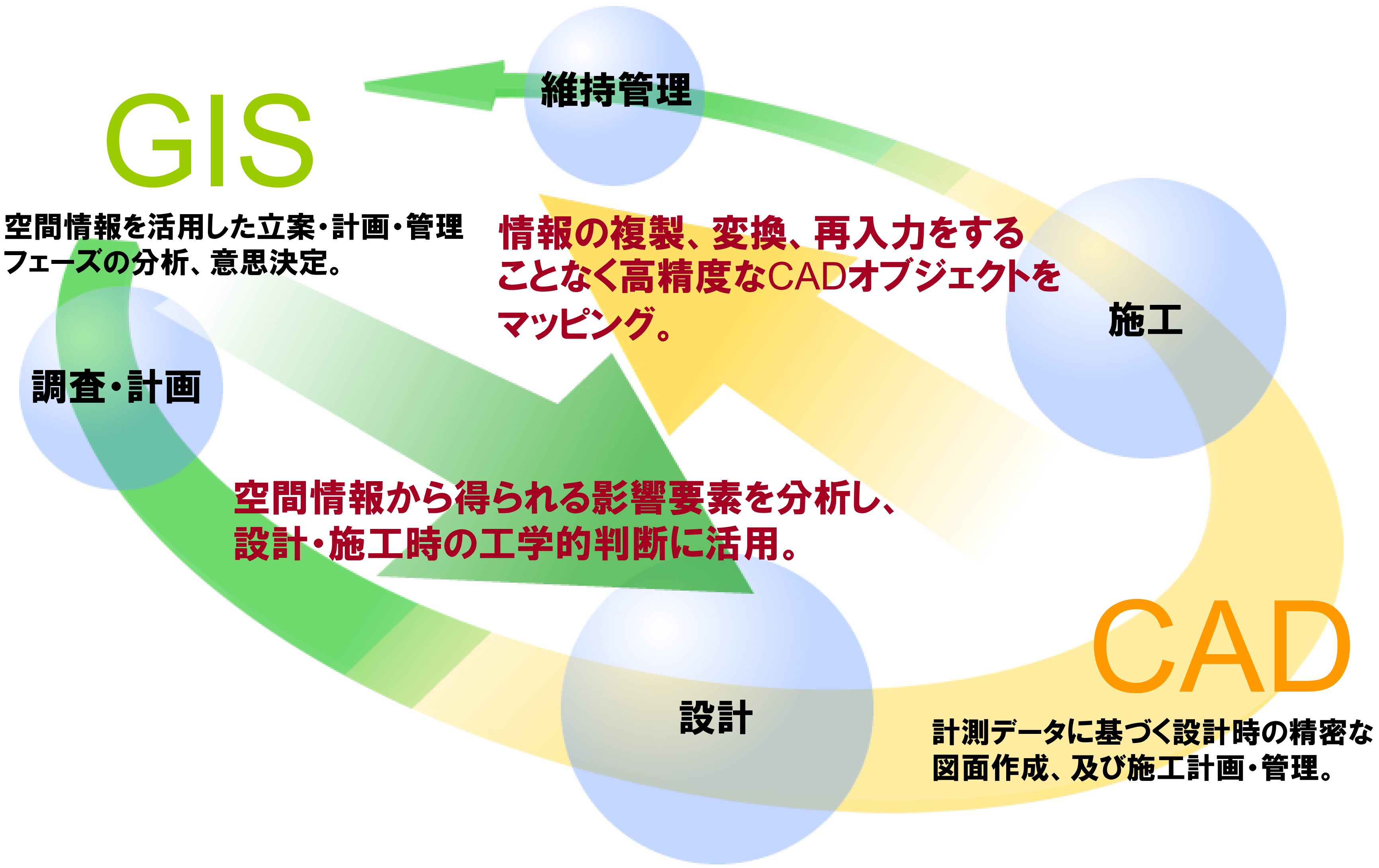
1

Introduction

- CADとGIS
- **地盤工学における**CAE
- **建設分野**CAD/GIS/CAE**連携のキーファクター**
- CAD/GIS ⇔ CAE **融合ツール**



CAD と GIS



© 2006 CRC Solutions Corp.

モデルベース設計を実現　Autodesk Civil 3D 2007

GIS

維持管理

調査・計画

施工

設計

CAD

3次元モデルベース設計

- 土木設計オブジェクトの相互連携
- リアルタイムシミュレーションで、
  設計変更/代替計画を実現
- 2D-3Dデータ連携で3Dプロダクトモデルから成果図面を自動生成
- ・・・

AUTODESK® CIVIL 3D® 2007

3次元モデルベース設計　＆ エンジニアリングGIS

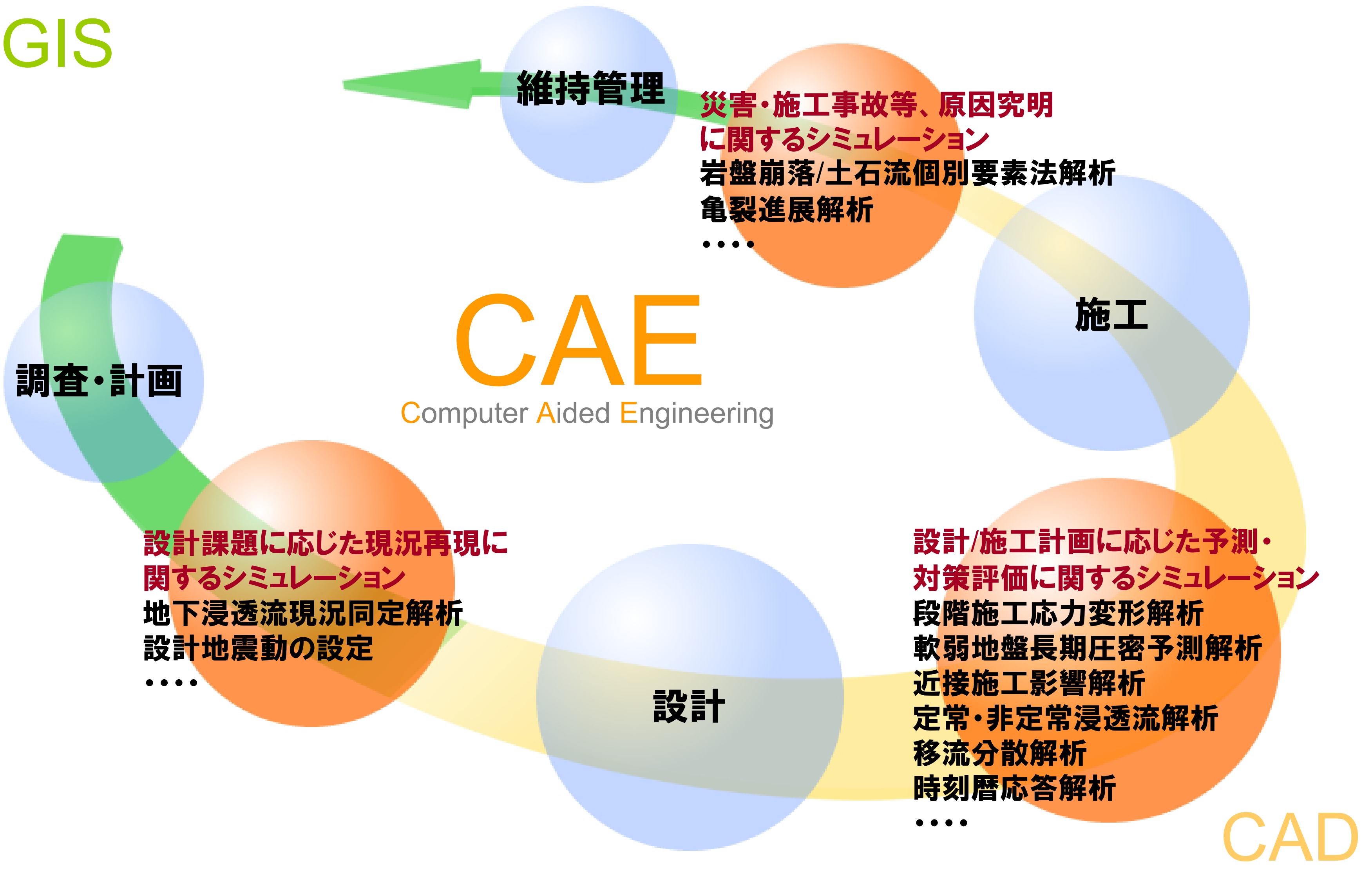
AUTODESK MAP® 3D

エンジニアリングGIS

- 位置・プロパティ・属性による検索
- 座標投影・変換
- 外部データベースへの接続/連携
- トポロジ構築/編集/解析
- GIS/CADデータコンバージョン
- ・・・

© 2006 CRC Solutions Corp.

地盤工学分野におけるCAE

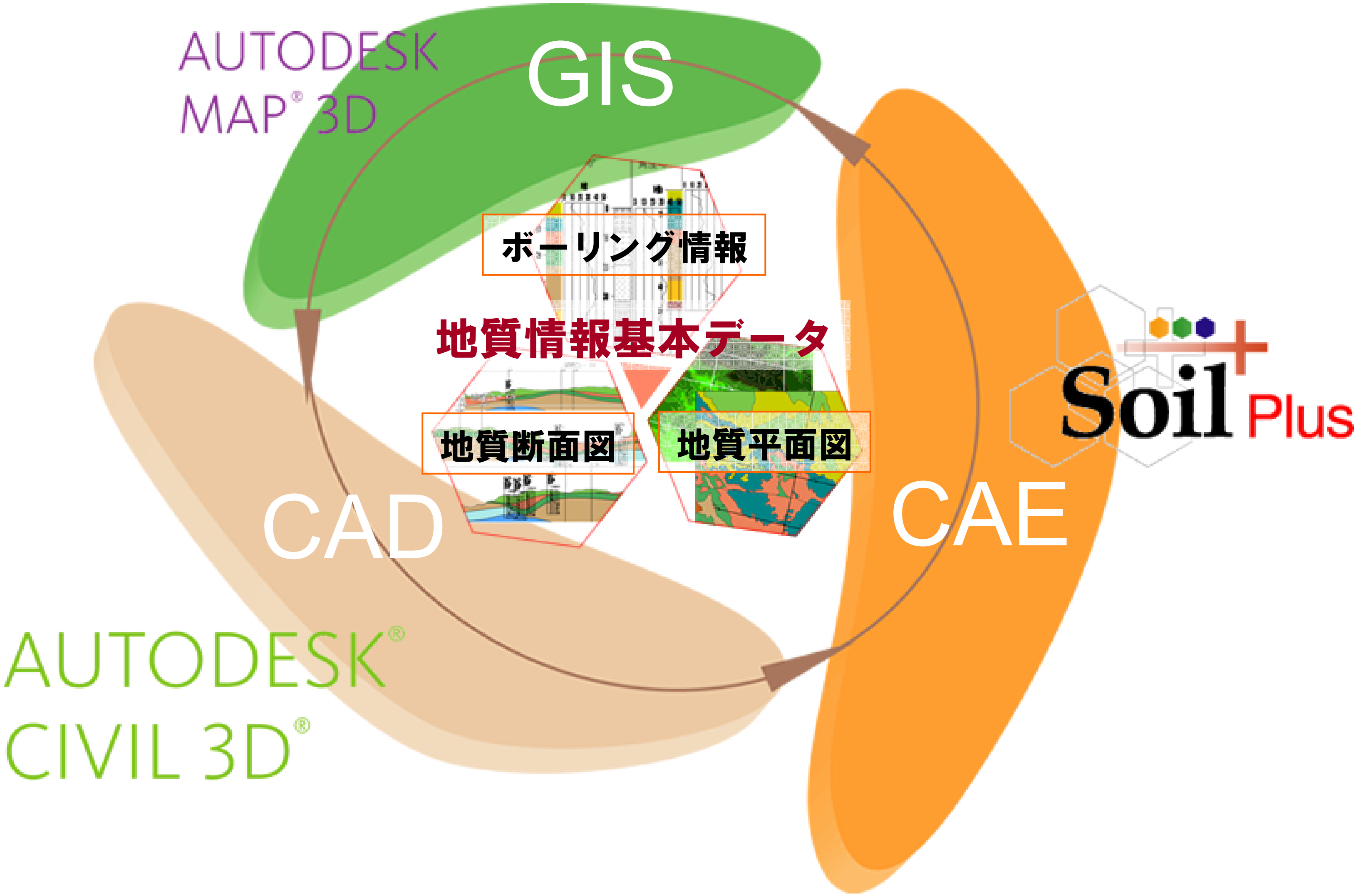


 © 2006 CRC Solutions Corp.

建設分野の地盤・構造解析を統合したSoil Plus

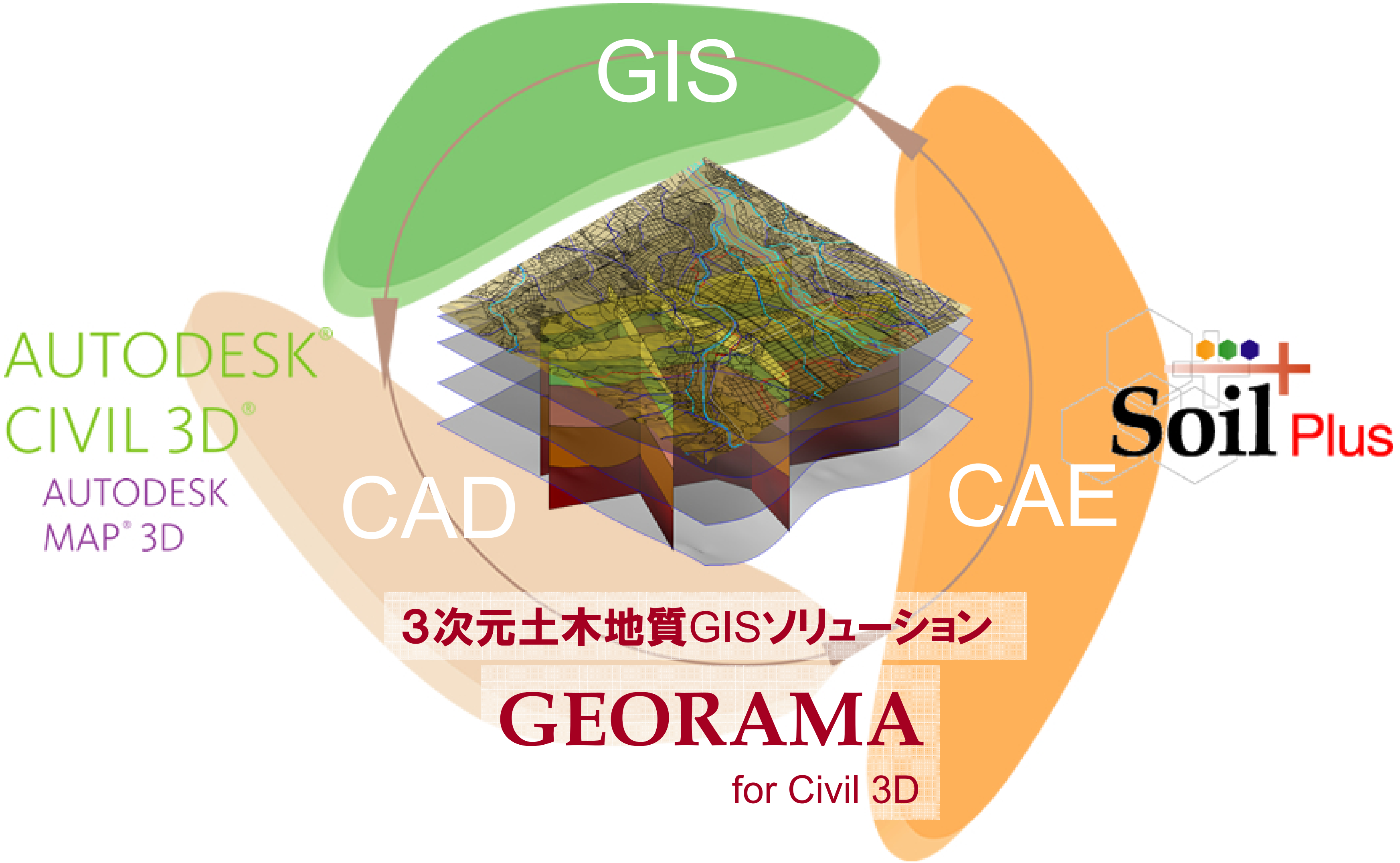
© 2006 CRC Solutions Corp.

建設分野CAD/GIS/CAE連携のために重要なファクター



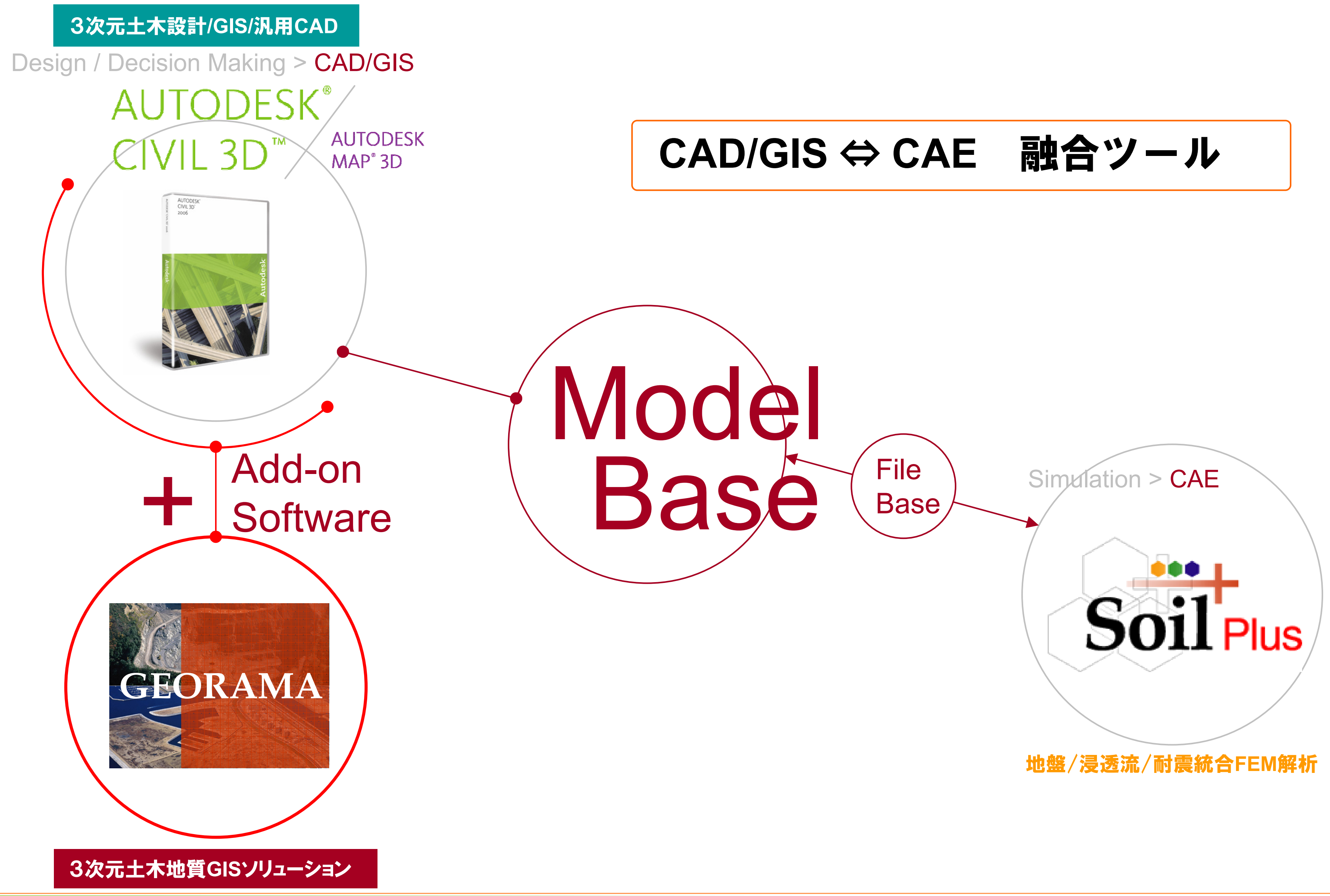
© 2006 CRC Solutions Corp.

3次元地盤モデルの連携・活用を拡げるツール　GEORAMA



© 2006 CRC Solutions Corp.

CAD/GIS ⇔ CAE 融合ツール

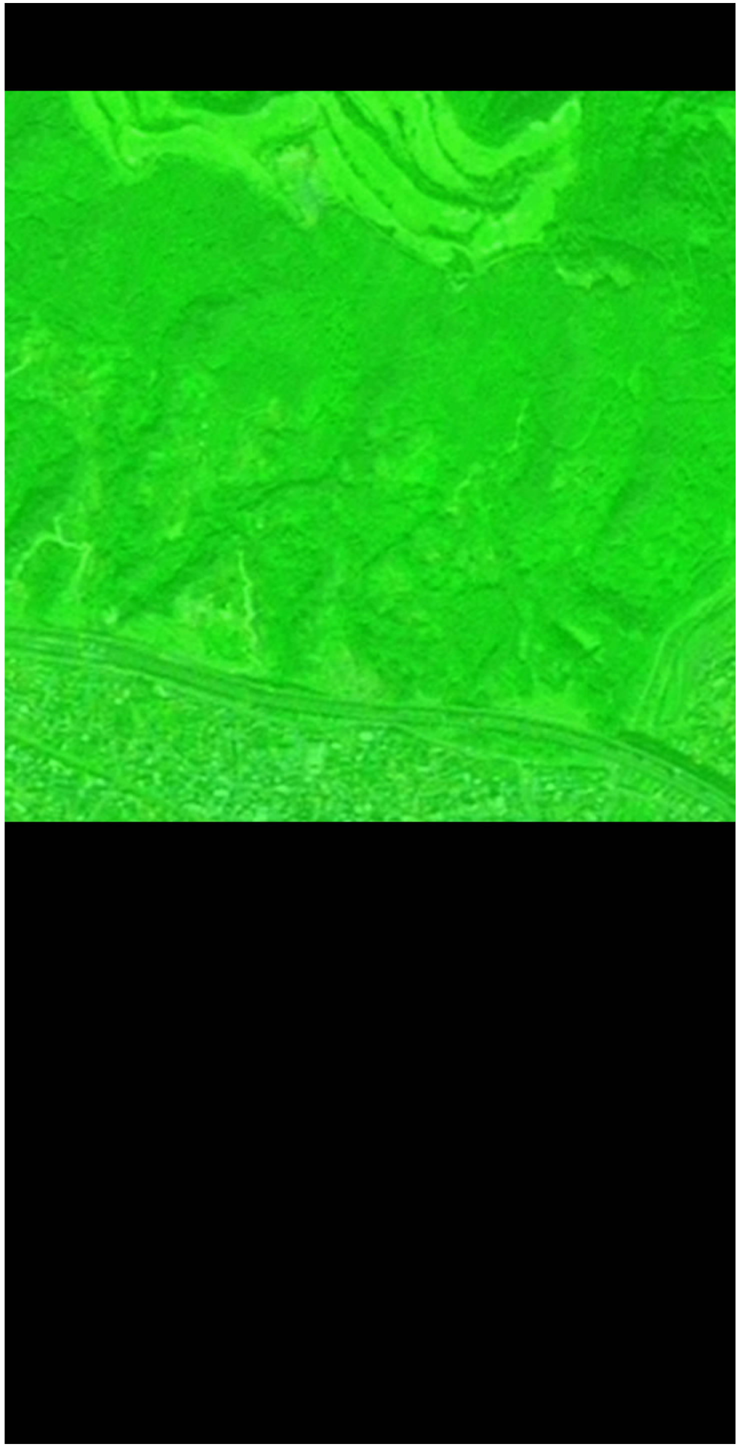


© 2006 CRC Solutions Corp.

2

GEORAMA Overview

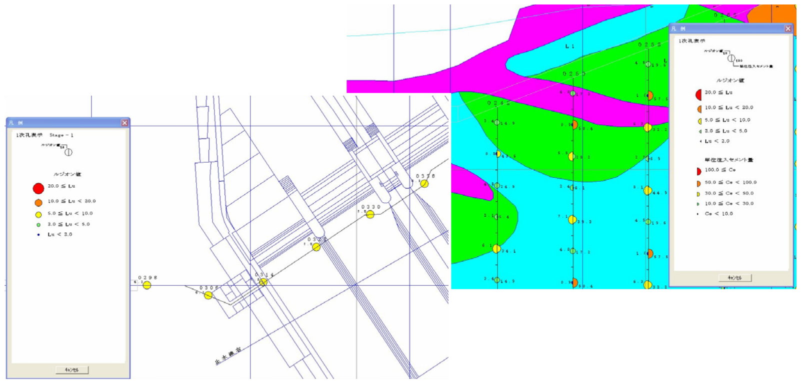
- **３次元土木地質GISソリューション**
- GEORAMA Drawing/Modeling
- **地質境界の空間推定機能**
  Demonstration
- **活用事例**



土木地質GISの種類、用途

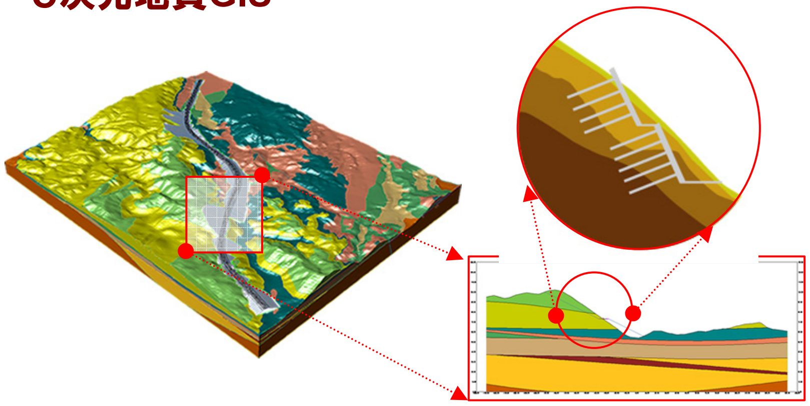
2次元地質GIS

地質図の作成・ボーリング柱状図管理
土質試験結果等、調査データ管理



ボーリングデータ、各種試験データを用いて、GIS解析機能を利用した地層や地下水の等高線図の作成、液状化などの被害予測、被災図作成など様々な利用が行われている。

3次元地質GIS



- **ボーリングデータ、地質断面図、地質平面図より地盤地質構造を3次元的に推定し、表現することが可能なGIS。**
- **地質情報や、地質の物性値情報から3次元地質構造モデルを構築するための解析支援機能を有する。**

単なる3次元表示ではない。

土木設計時の工学的判断のための、弱層分布、断層面、地下水分布などの地質関連情報と、設計対象との3次元的位置関係の把握をサポート。

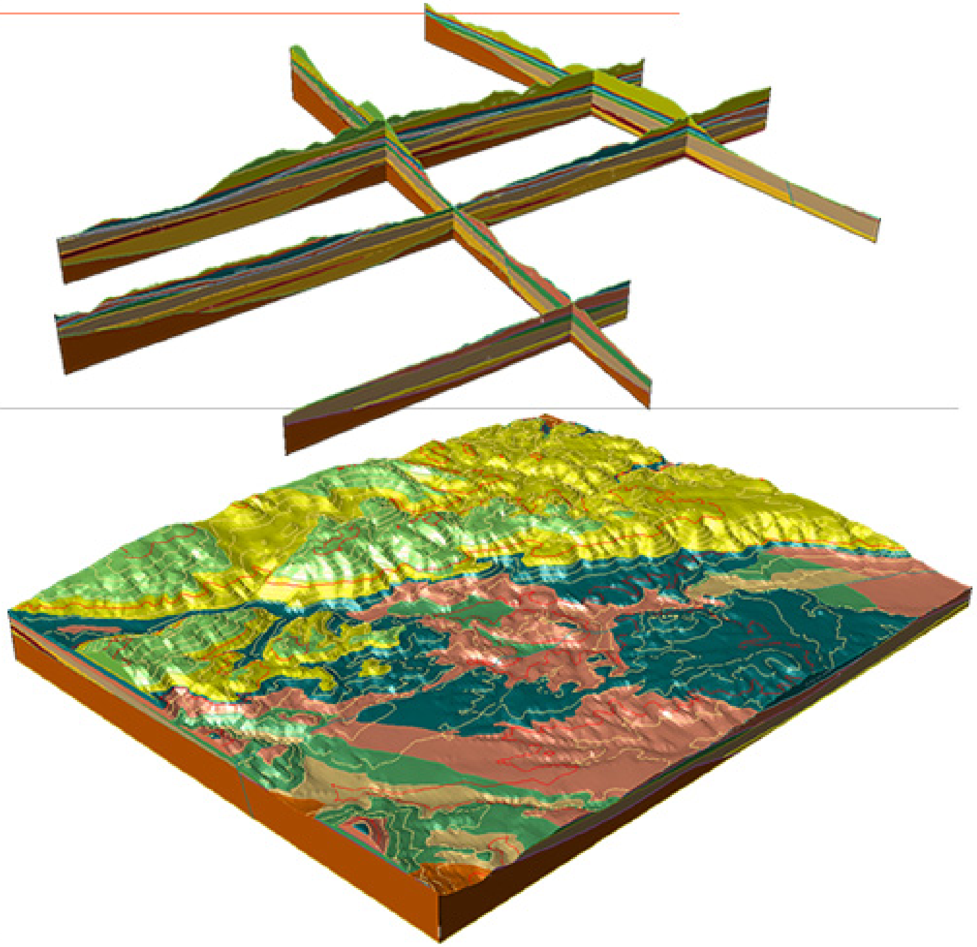
最終的に調査・設計から施工管理、施設管理をサポートすることを目的としているシステム。

電子化された地質情報を高度利用

参考文献： 全地連 次世代CALS対応研究会 報告書

© 2006 CRC Solutions Corp.

Dissect, View and Create The Earth.



GEOlogical
pano**RAMA**

3次元土木地質GISソリューション

© 2006 CRC Solutions Corp.

モデルベース設計を地盤分野へ拡げるGEORAMA

3次元土木設計/GIS/汎用CAD

Design / Decision Making > CAD/GIS

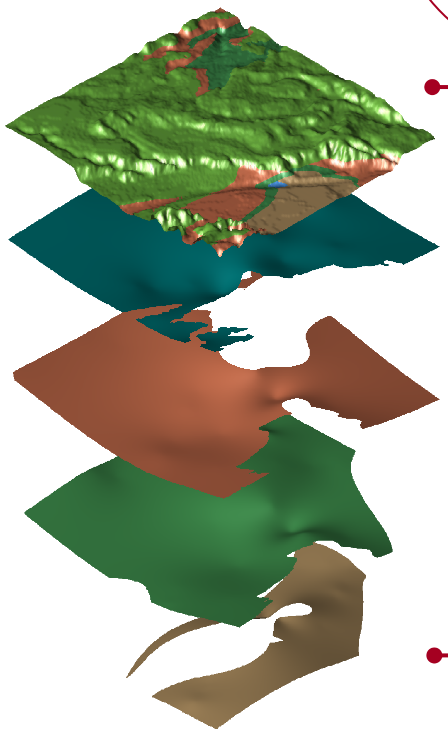
AUTODESK® CIVIL 3D™

AUTODESK MAP® 3D

Model Base

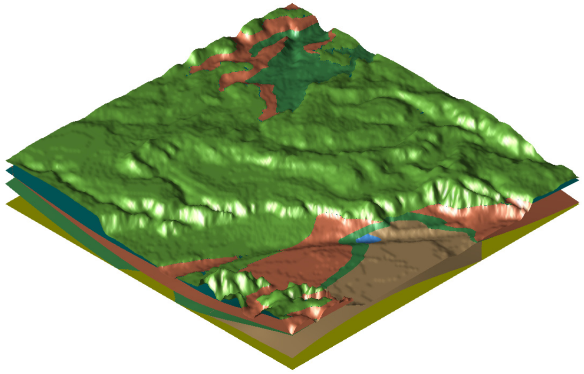
+ Add-on Software

3次元土木地質GISソリューション



3D地質モデル（サーフェスモデル）

< 地表面 + 地層境界面 >

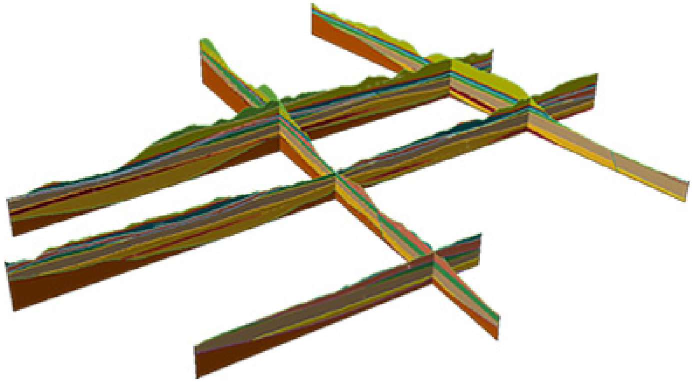


© 2006 CRC Solutions Corp.

GEORAMAを構成する２つの機能

GEORAMA for Civil 3D

GEORAMA Drawing

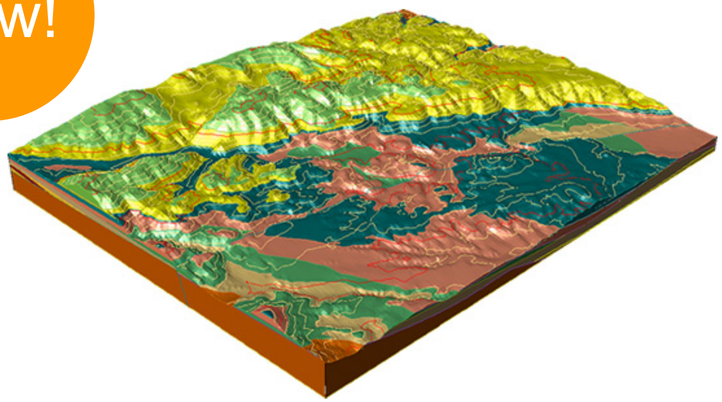


3次元的に整合性の取れた地質図面を作成、管理するドローイングツール。

調査技術者による多角的な知識や経験による地質学的推測のため、3次元的思考をサポートするツール。

GEORAMA Modeling

New!



２次元図面と3次元地質モデルを結びつけるモデリングツール。

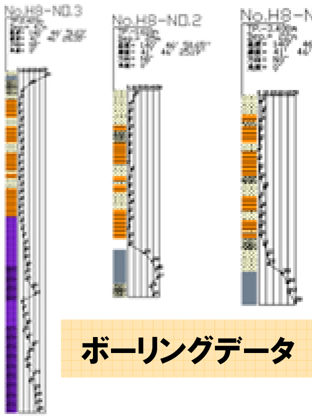
土木技術者による設計のための工学的判断に必要な任意セクションの地質関連図を得ることが可能。

© 2006 CRC Solutions Corp.

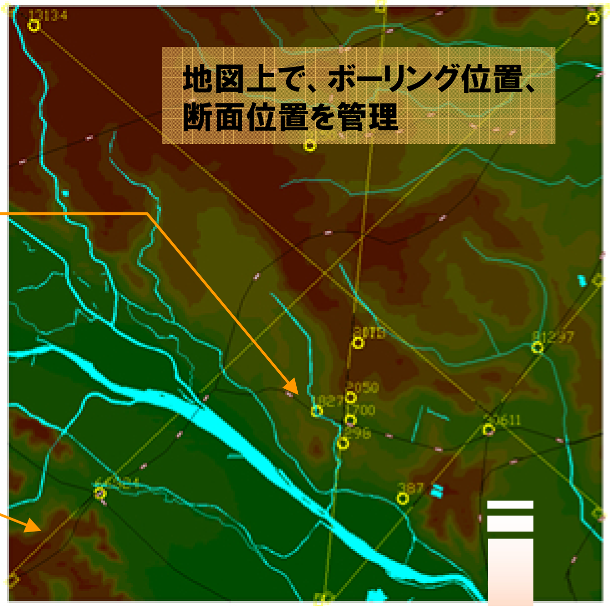
GEORAMA Drawing機能でのパネルダイアグラム作成

GEORAMA Drawing

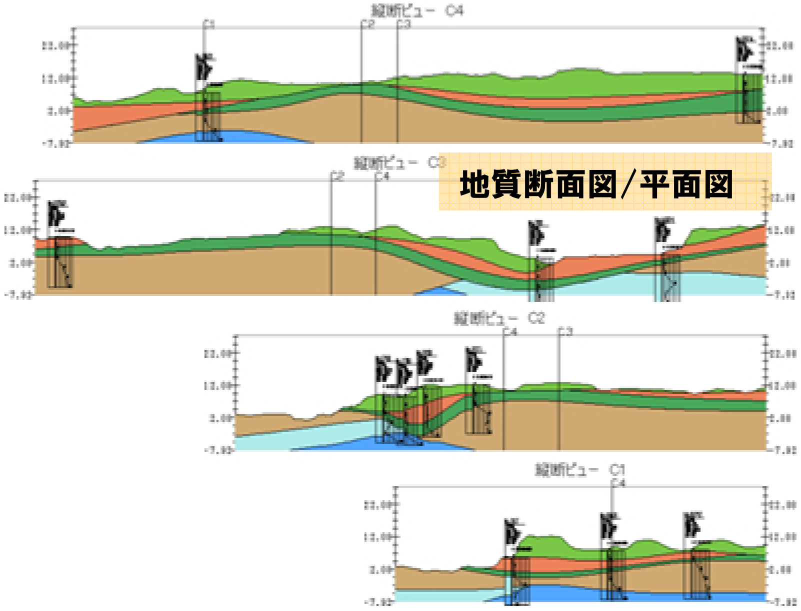
ボーリングデータや、地質断面図等の断片的データから、3次元的に整合性の取れたパネルダイアグラムを作成。



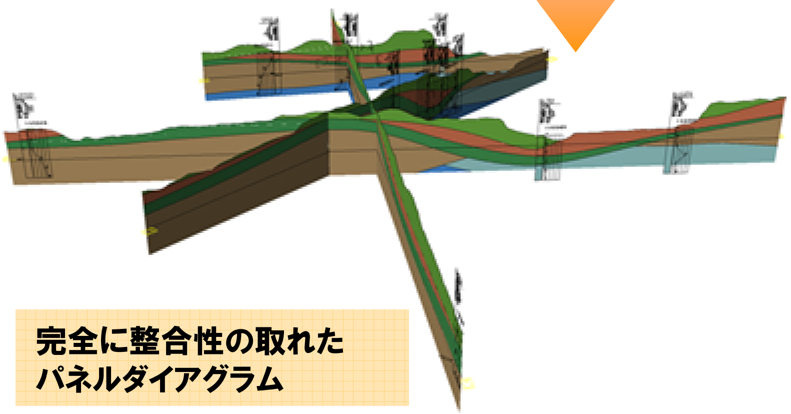
ボーリングデータ



地図上で、ボーリング位置、断面位置を管理



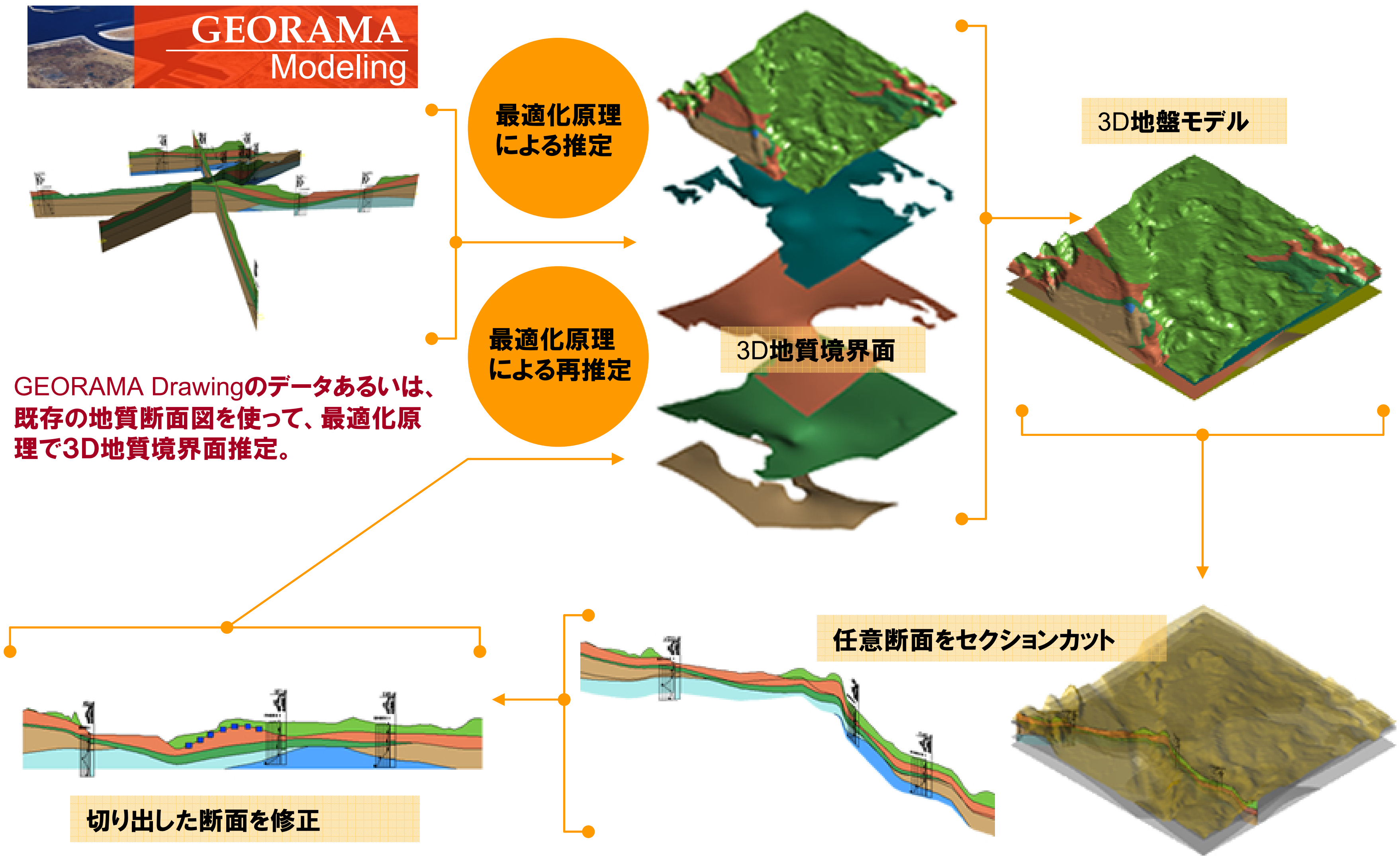
地質断面図/平面図



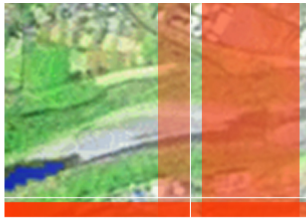
完全に整合性の取れたパネルダイアグラム

© 2006 CRC Solutions Corp.

GEORAMA Modeling機能での3D地質モデル作成



© 2006 CRC Solutions Corp.



GEORAMAの境界面の空間分布推定法（データ補間）

境界テーブルで管理された境界面を対象に、断片的な空間データ（ボーリングや断面図）より空間分布推定を行う。

最適化原理による地質面の推定方法

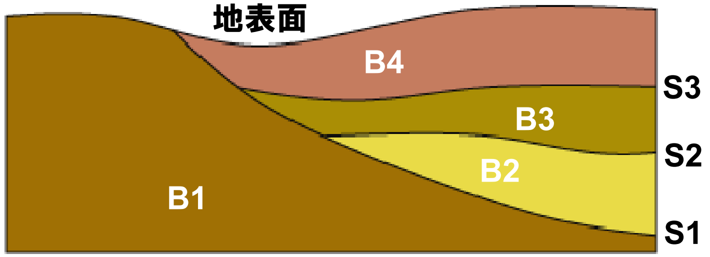
物性値の分布モデルの作成を力学的ポテンシャルエネルギーの最小化問題のアナロジーとして捉えた手法。塩野他（1987：情報地質12）は、傾斜データや不等式で表されるデータにも対処できるよう解法を拡張した。この方法は、他の方法と比べて精度良く推定でき、先験情報を用いるため安定した解が得られ、さらに走向・傾斜データ等、多様な情報を扱える。

$$Q(f)=m1J1(f)+m2J2(f)+\alpha\varphi(f)$$

- Q(f)　：　最大目的関数
- J1　：　振動の少なさを表す目的関数
- J2　：　滑らかさを表す目的関数
- ϕ　：　制約条件（観測点）
- f　：　地層面

他の推定法
- ・逆距離荷重補間法
- ・クリギング法
- ・加重一次補間法
- ・スプライン補間法

境界面の同定



境界面テーブル

境界面	定義領域	地質	Priority
S1	下	B1	1
S2	下	B2	2
S3	下	B3	3
	残領域	B4	

© 2006 CRC Solutions Corp.

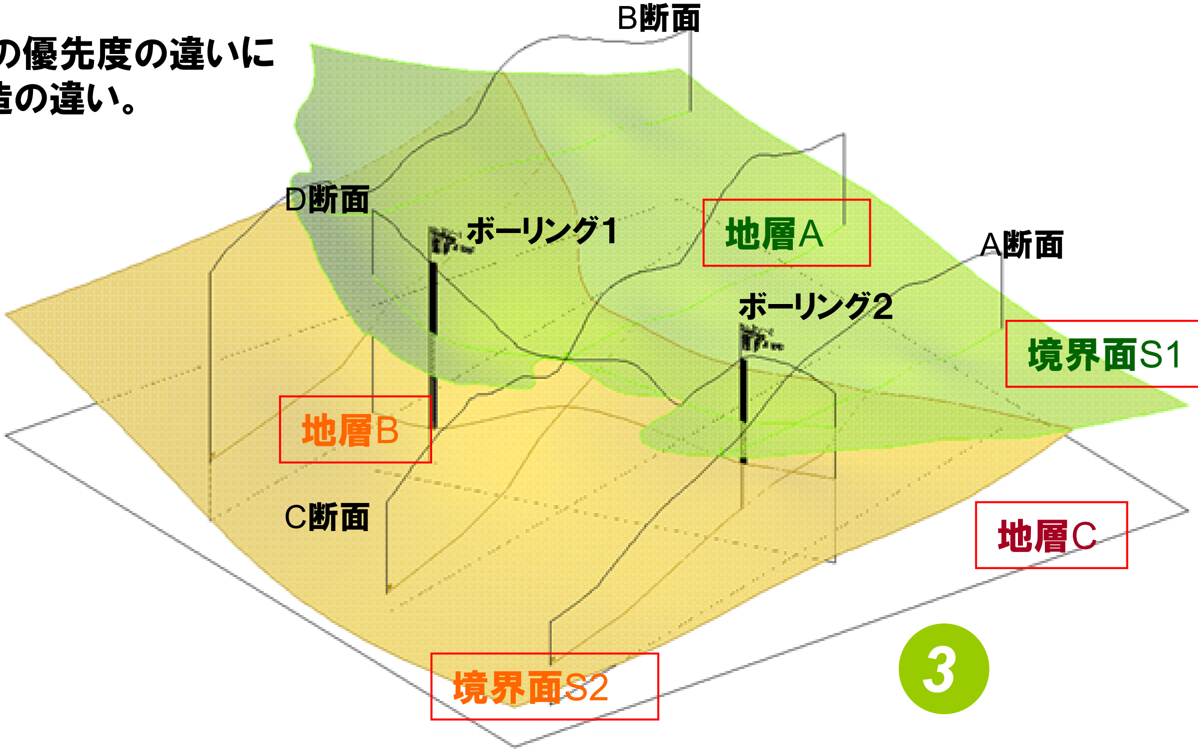
境界面の論理構造と推定境界面　デモンストレーション

GEORAMA Modeling Demonstration

地層A～Bの3層からなる地盤モデル。
地層境界面はS1、S2の2つ。

1

地層境界面の優先度の違いによる論理構造の違い。



2

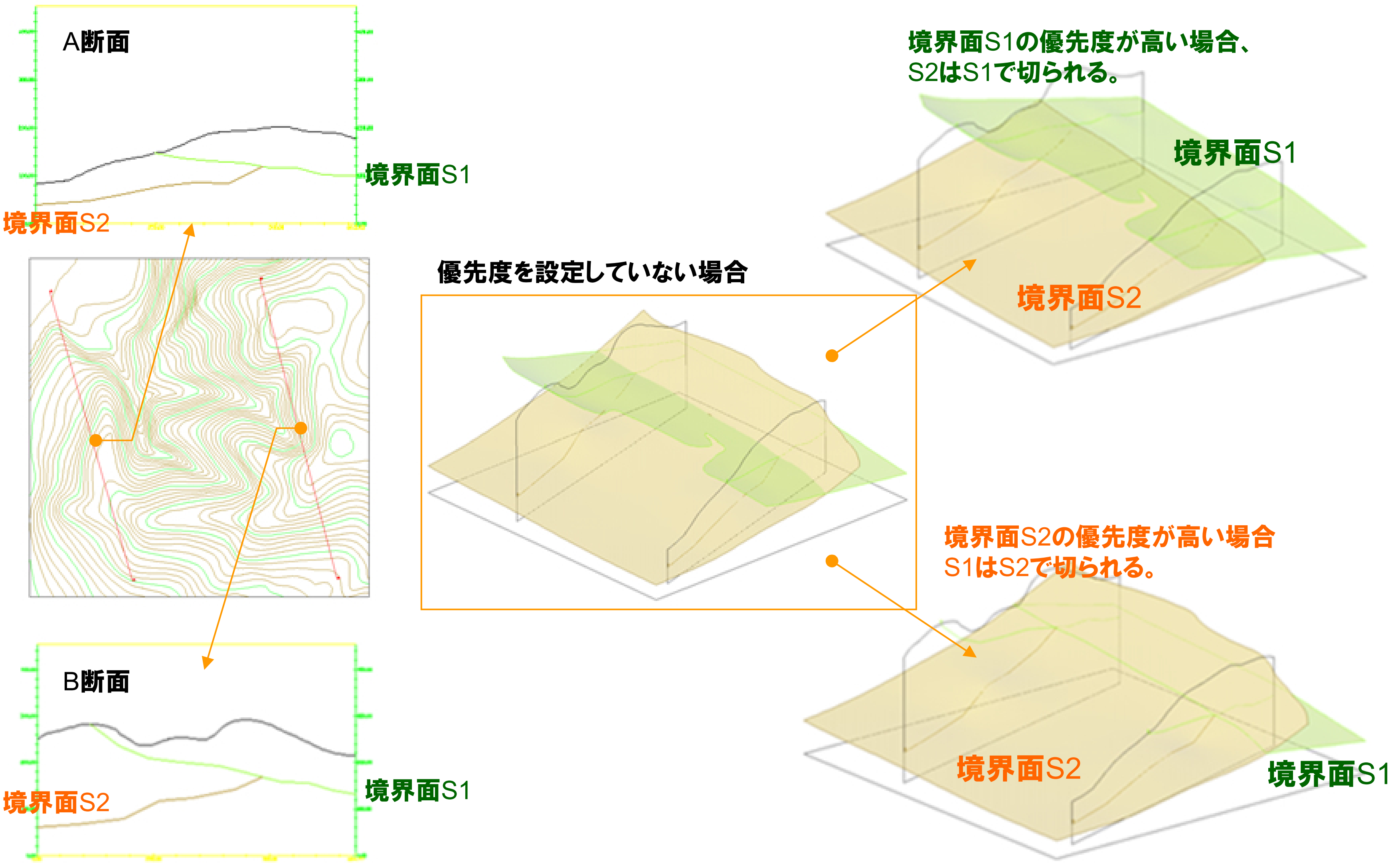
推定された地質境界面を修正してリアルタイム再推定。

3

追加ボーリングによる地質境界面のリアルタイム再推定

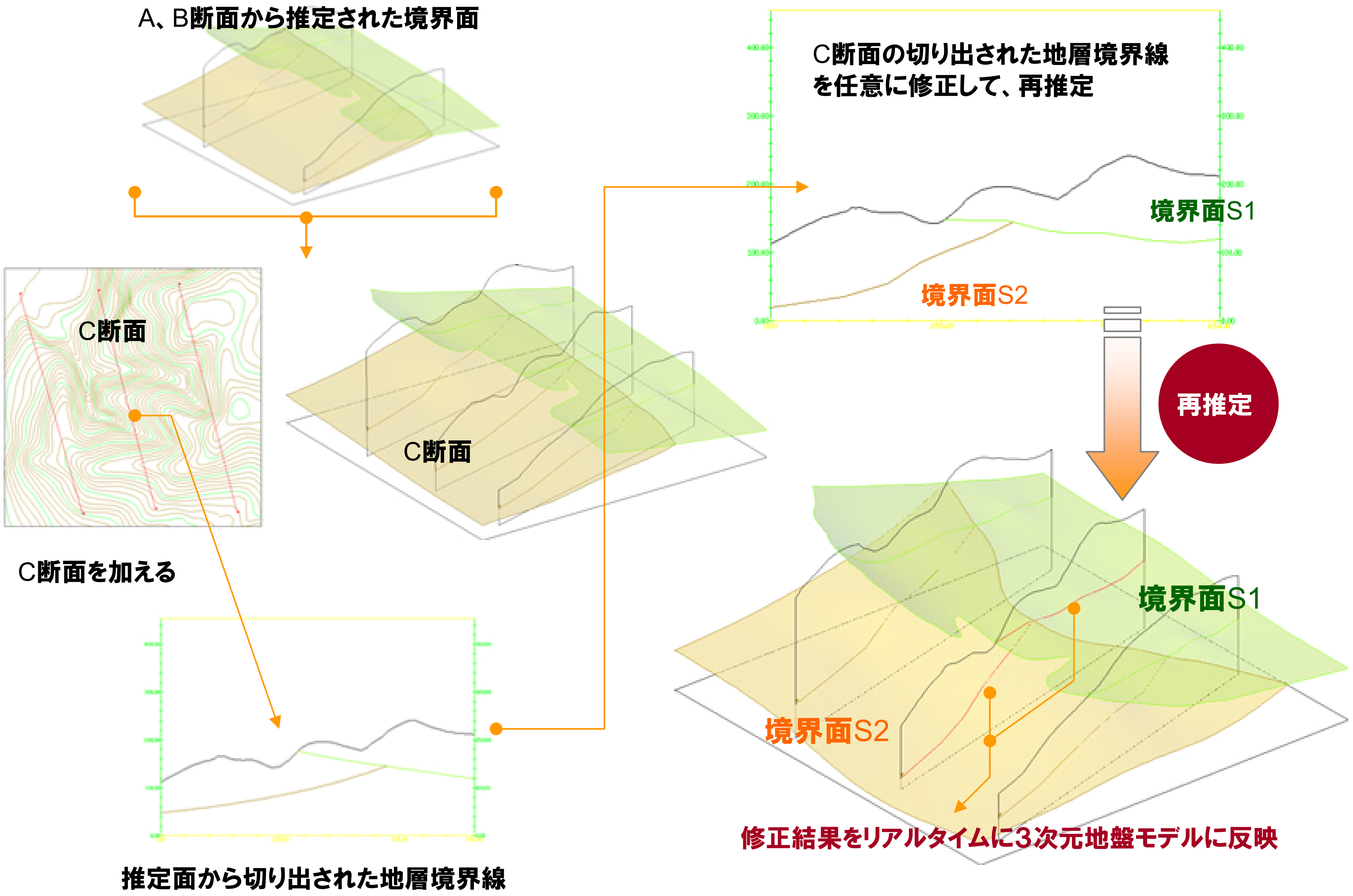
© 2006 CRC Solutions Corp.

Demo 1 地層境界面の優先度の違いによる論理構造の違い



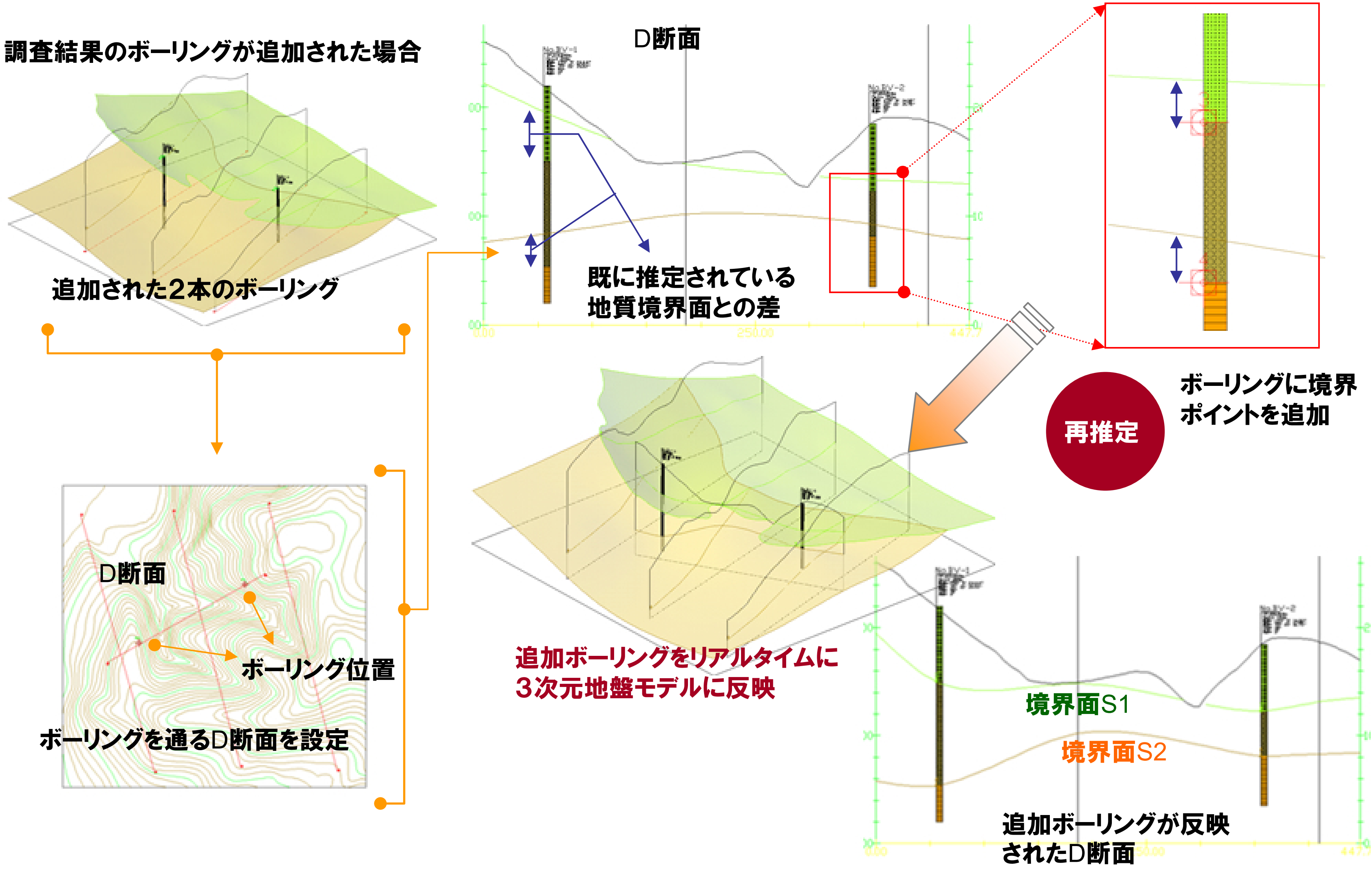
© 2006 CRC Solutions Corp.

Demo 2 推定された地質境界面を修正してリアルタイム再推定



© 2006 CRC Solutions Corp.

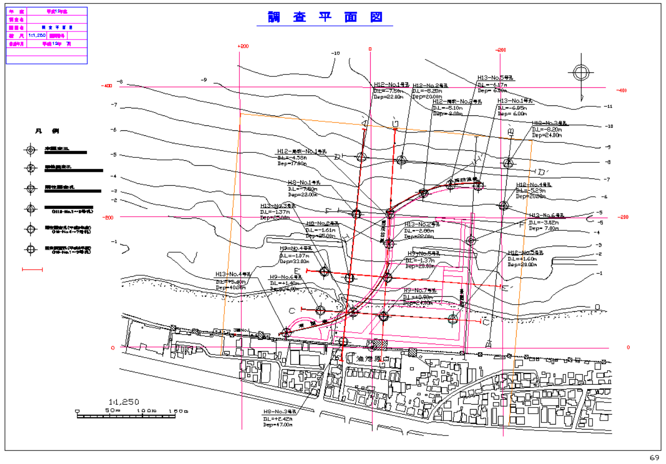
Demo 3 追加ボーリングによる地質境界面のリアルタイム再推定



© 2006 CRC Solutions Corp.

活用事例　港湾整備事業

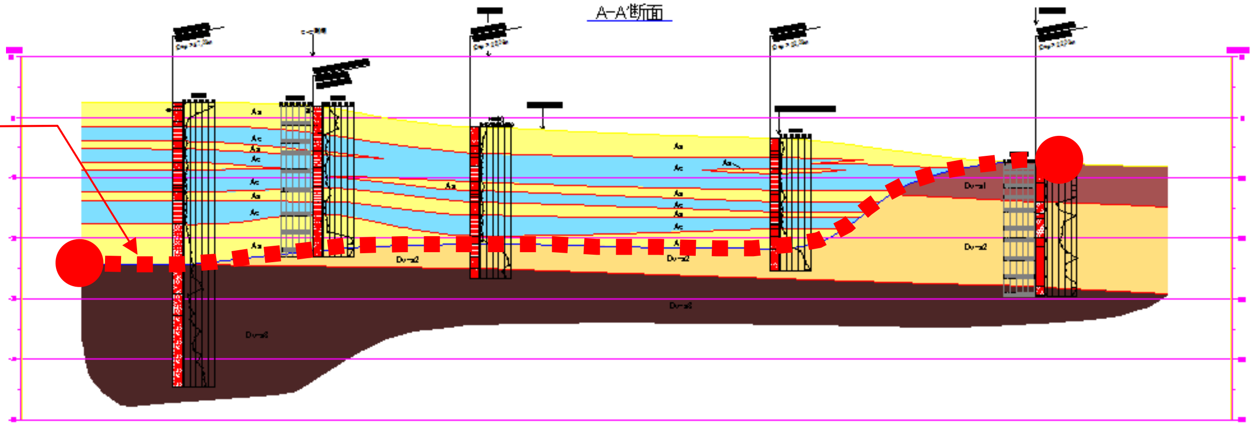
港湾整備事業



目的：
地質断面図作成の効率化。
設計用基礎地盤の3次元分布把握。

構造物の支持層となる基盤面を3次元的に推定し、推定された基盤境界面を任意位置の地質断面図作成に役立て、効率化したい。

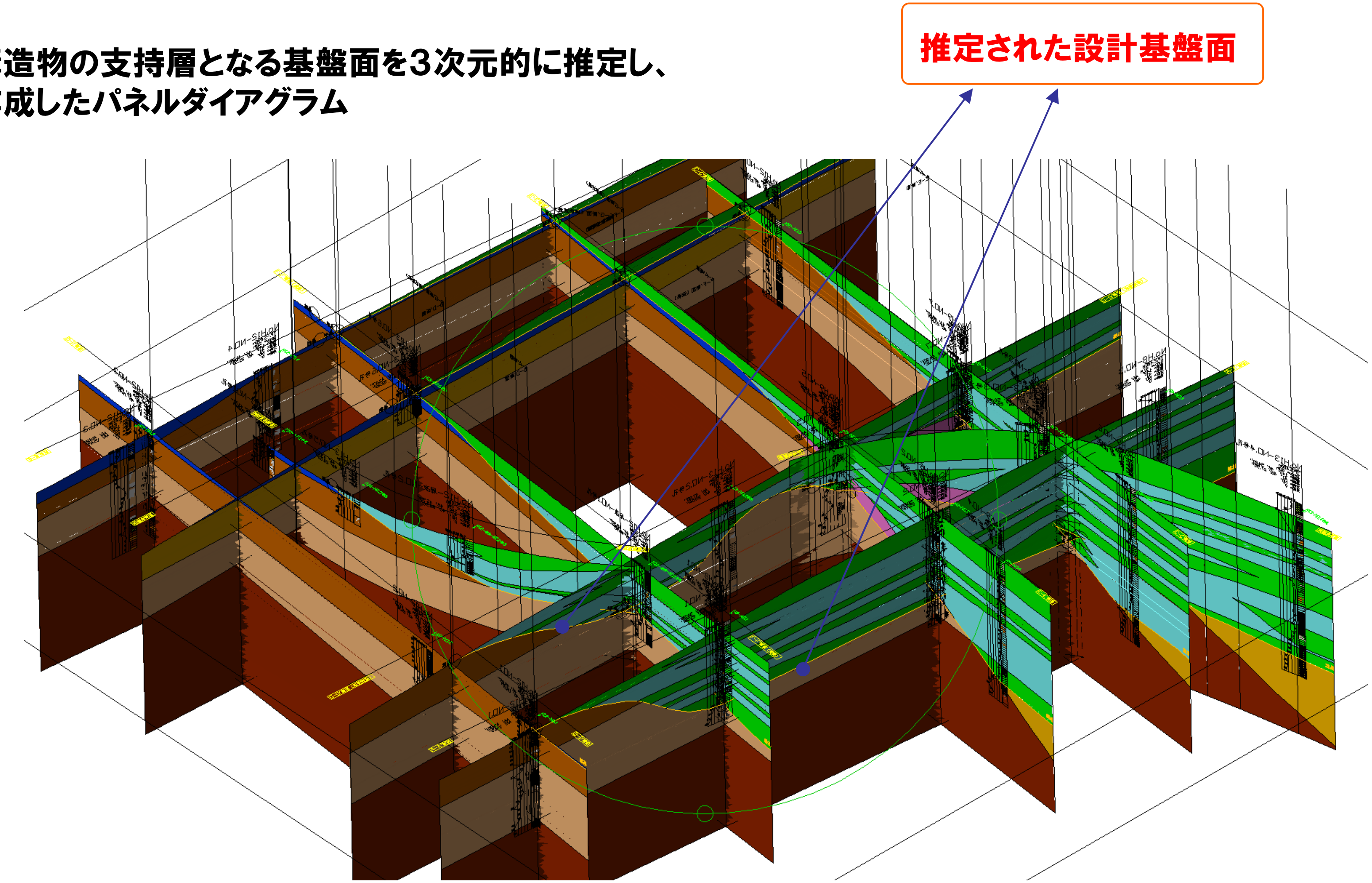
設計用基盤



© 2006 CRC Solutions Corp.

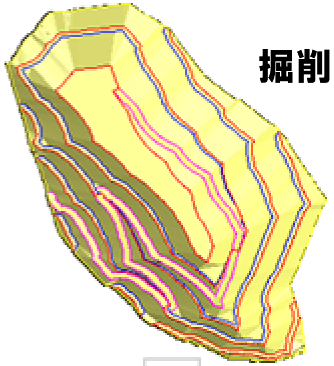
活用事例　港湾整備事業

**構造物の支持層となる基盤面を3次元的に推定し、
作成したパネルダイアグラム**

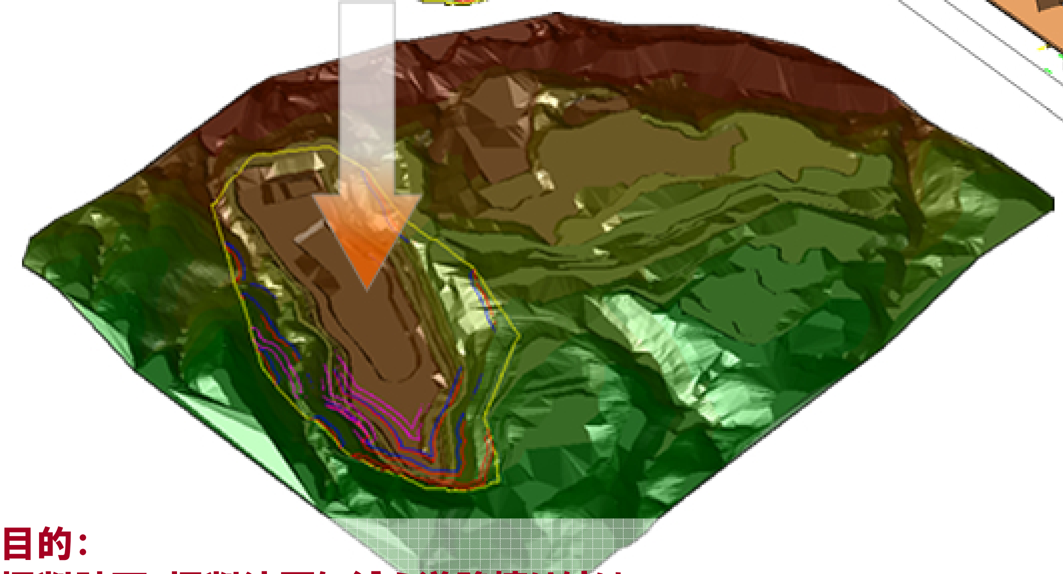


© 2006 CRC Solutions Corp.

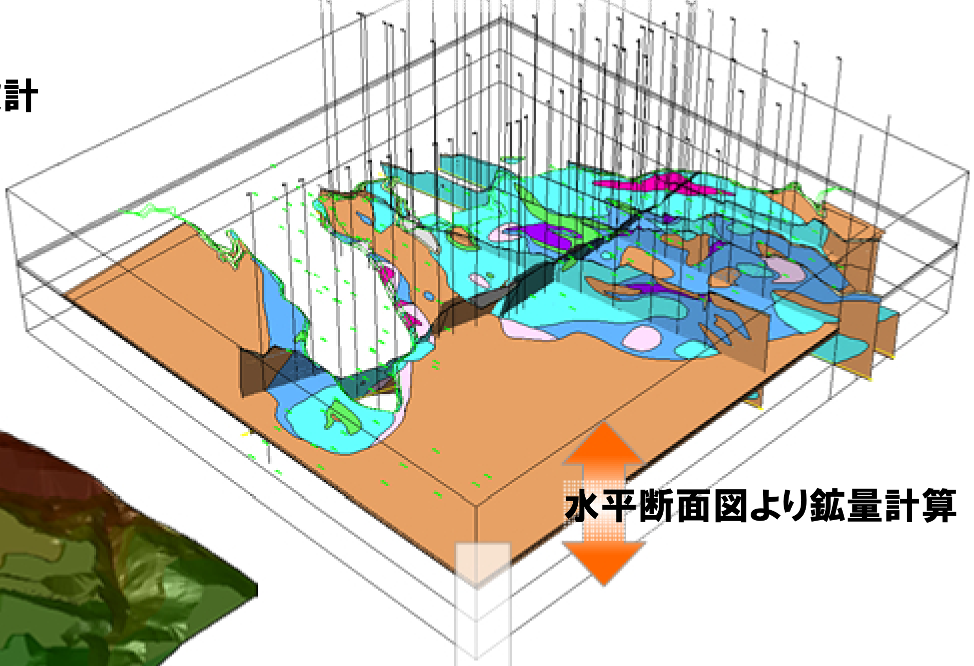
資料提供：日鉄鉱業（株）様



掘削計画/掘削道路設計



整合性の取れたダイアグラム



水平断面図より鉱量計算

鉱量計算

目的:

掘削計画・掘削法面に沿う道路擦り付け

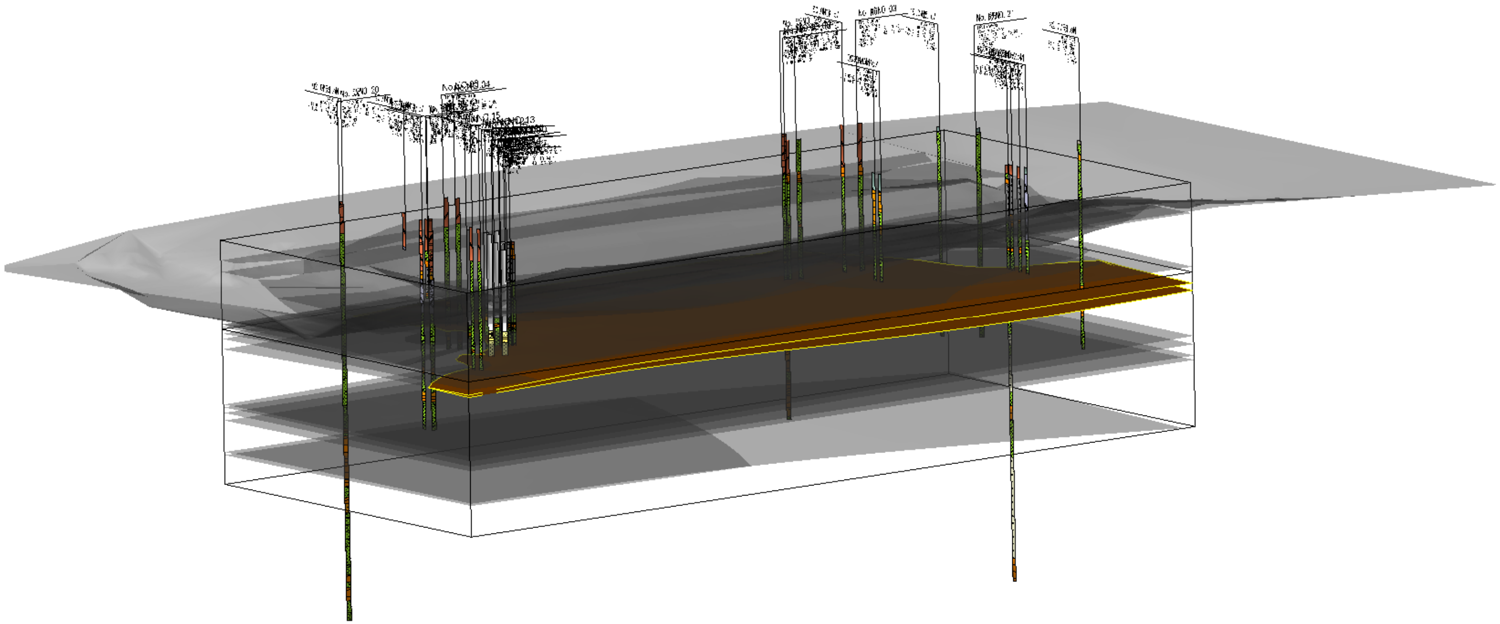
水平断面図作図、水平断面図からの平均断面法による鉱量計算

© 2006 CRC Solutions Corp.

活用事例　廃棄物処理場の地盤改良

廃棄物処理場　遮水壁・地盤改良工事

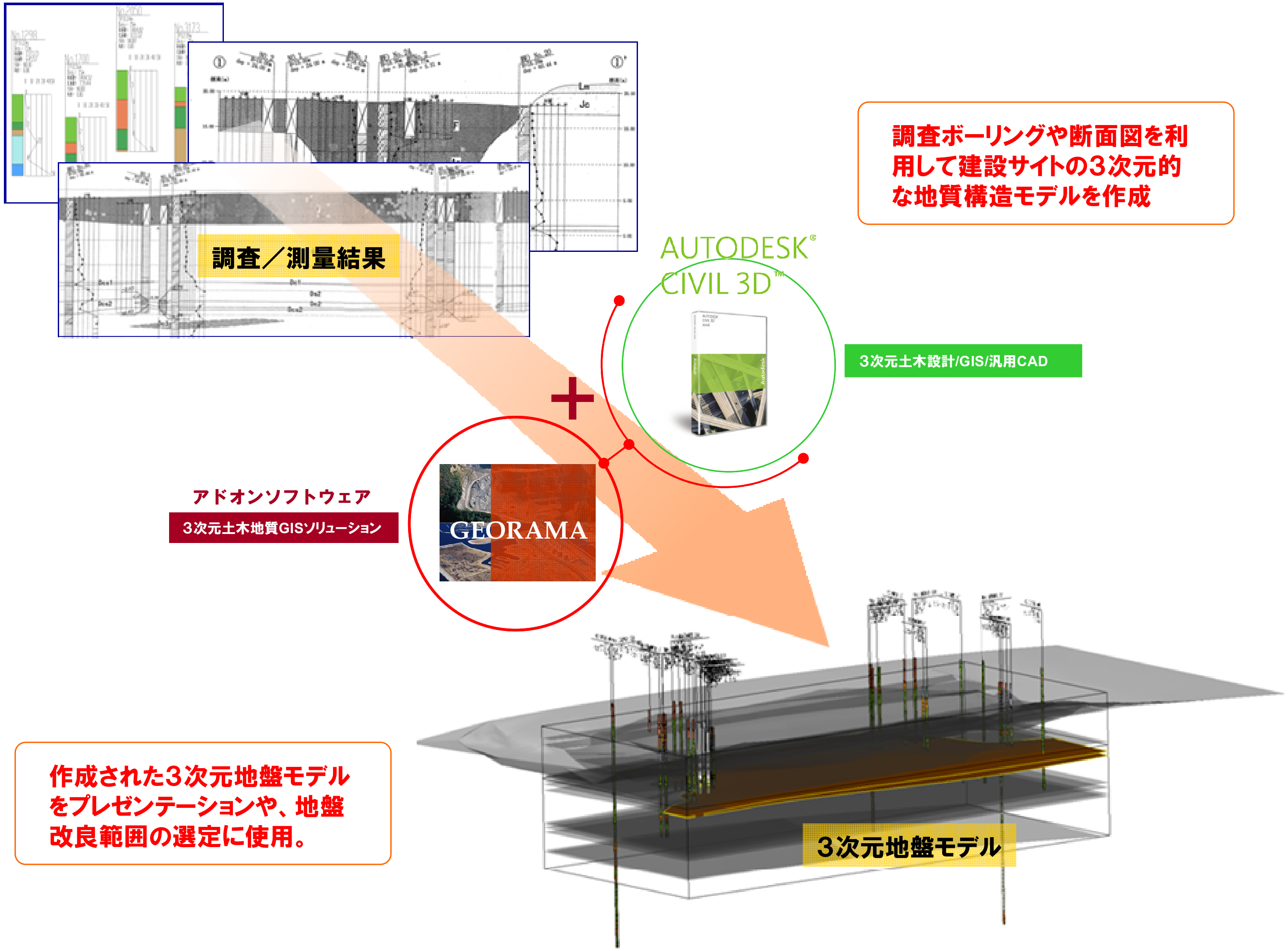
目的：
遮水機構確保のための地盤改良エリア選定



廃棄物処理場外へ浸出水の漏洩を防ぐため、遮水機構を確保する必要があり、そのために地盤モデルを活用する。

© 2006 CRC Solutions Corp.

活用事例　廃棄物処理場の地盤改良



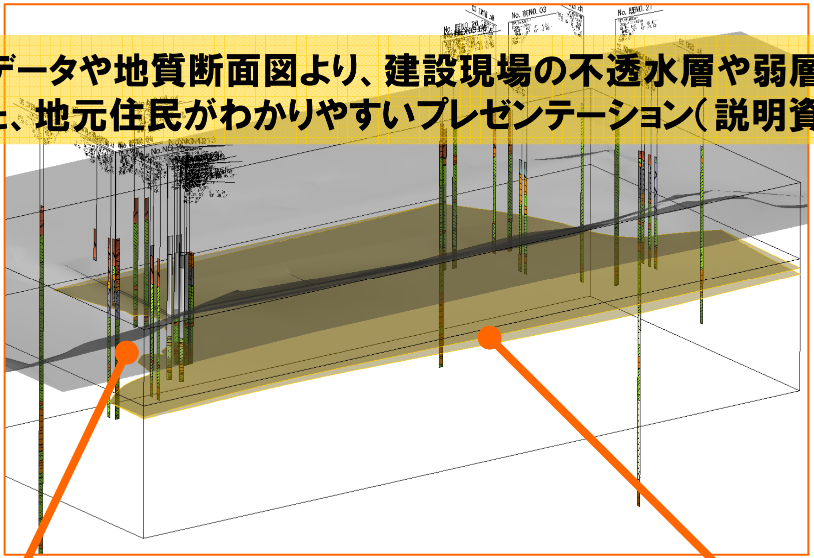
調査ボーリングや断面図を利用して建設サイトの3次元的な地質構造モデルを作成

作成された3次元地盤モデルをプレゼンテーションや、地盤改良範囲の選定に使用。

© 2006 CRC Solutions Corp.

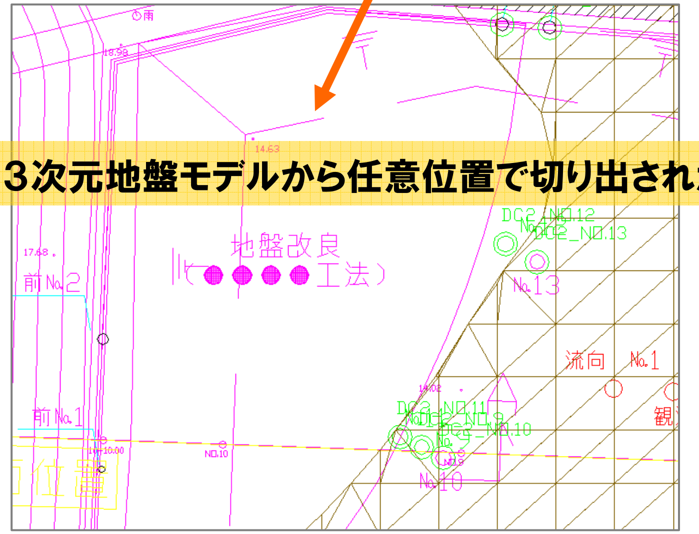
活用事例　廃棄物処理場の地盤改良

ボーリング調査データや地質断面図より、建設現場の不透水層や弱層の分布を3次元的に確認する。
また、地元住民がわかりやすいプレゼンテーション（説明資料）にも使用する。

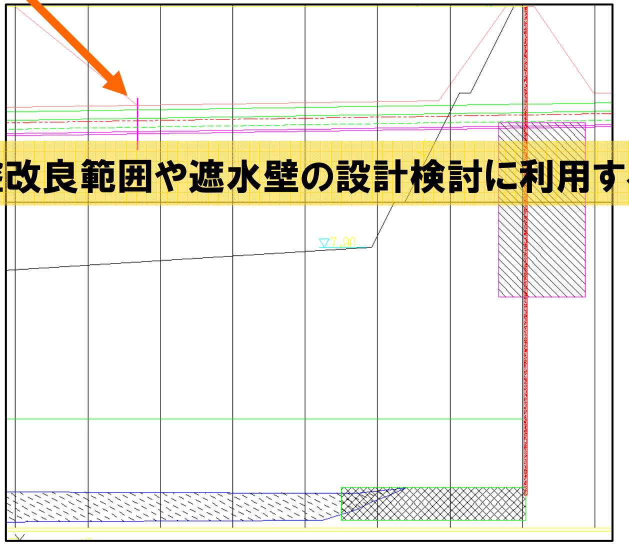


不透水層の3次元分布

2次元平面図



2次元断面図



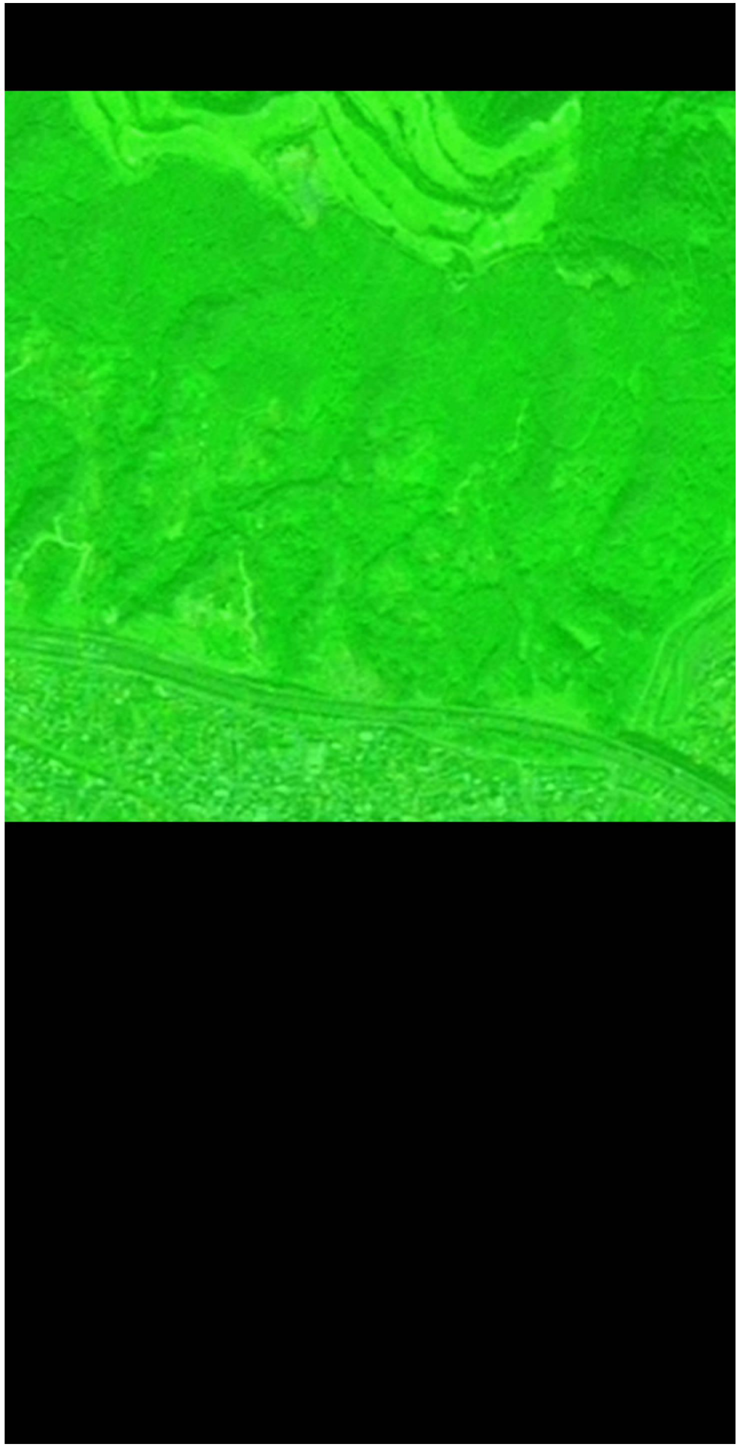
3次元地盤モデルから任意位置で切り出された断面図を使って、地盤改良範囲や遮水壁の設計検討に利用する。

© 2006 CRC Solutions Corp.

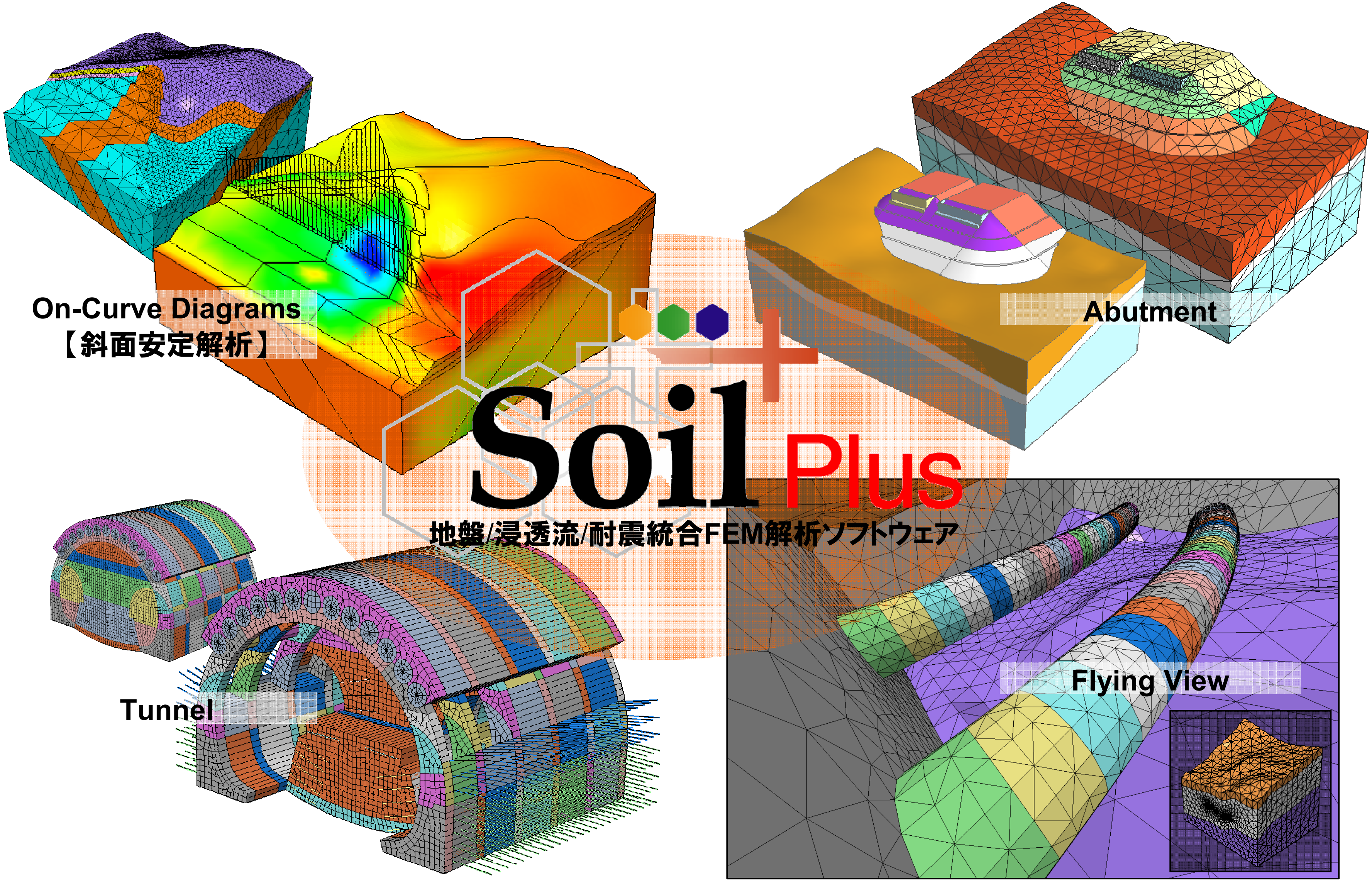
3

Soil Plus Overview

+ 地盤/浸透流/耐震統合
  FEM解析ソフトウェア
+ ソリッドモデラーによるジオメトリ
  演算＆高速オートメッシャー
+ GEORAMAとの連動
+ 活用事例



地盤/浸透流/耐震統合FEM解析ソフトウェア　Soil Plus



© 2006 CRC Solutions Corp.

地盤分野の静的・浸透流・動的解析を網羅

静的解析モジュール

応力浸透連成解析オプション

浸透流解析モジュール

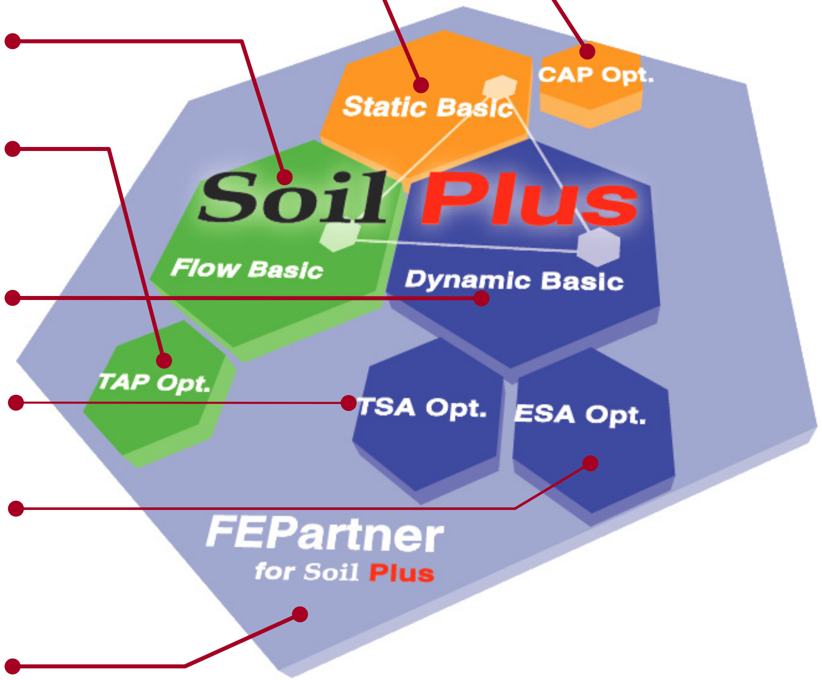
移流分散解析オプション

動的解析モジュール

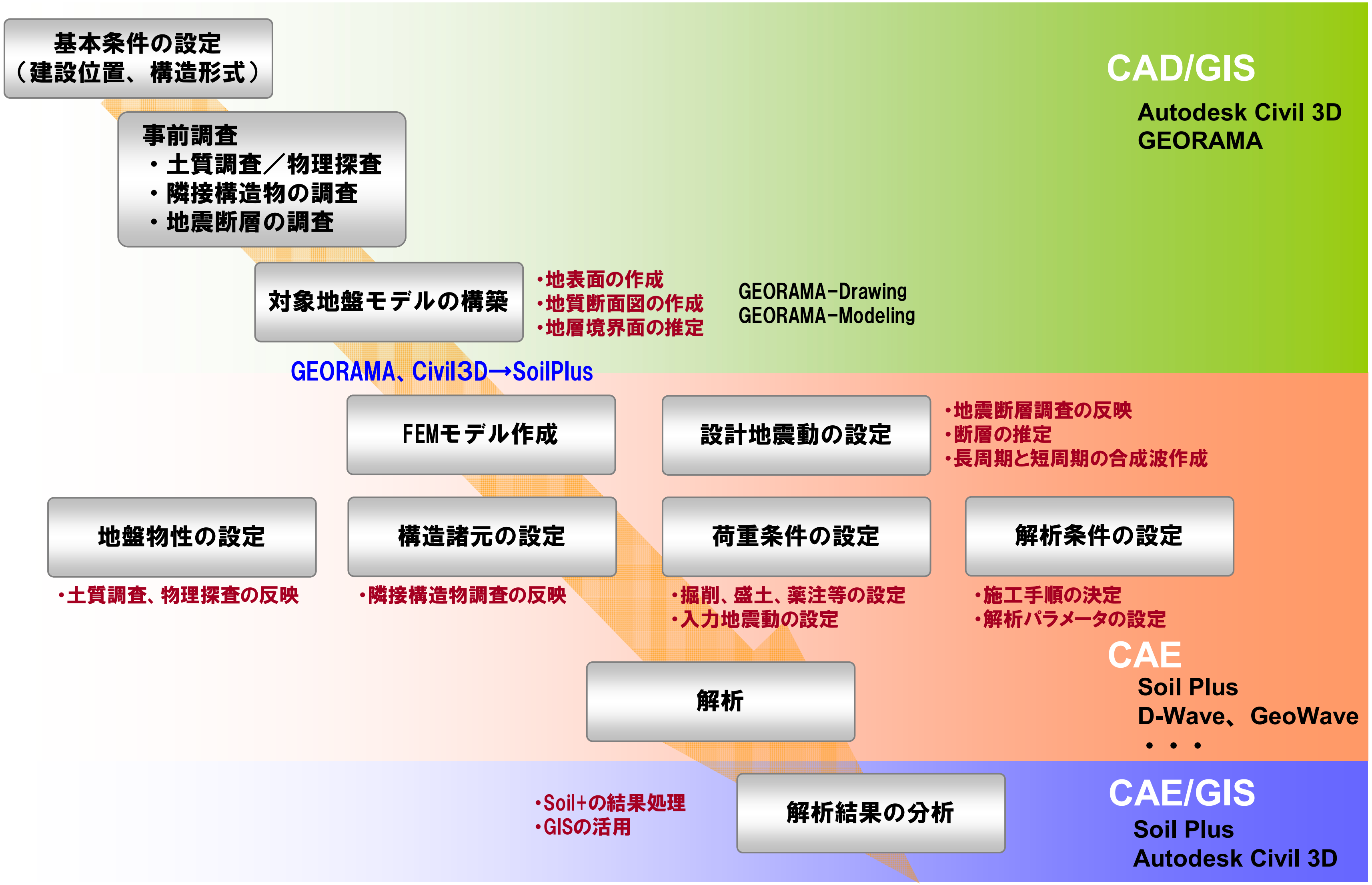
全応力非線形動的解析オプション

有効応力非線形動的解析オプション

プリポストプロセッサー



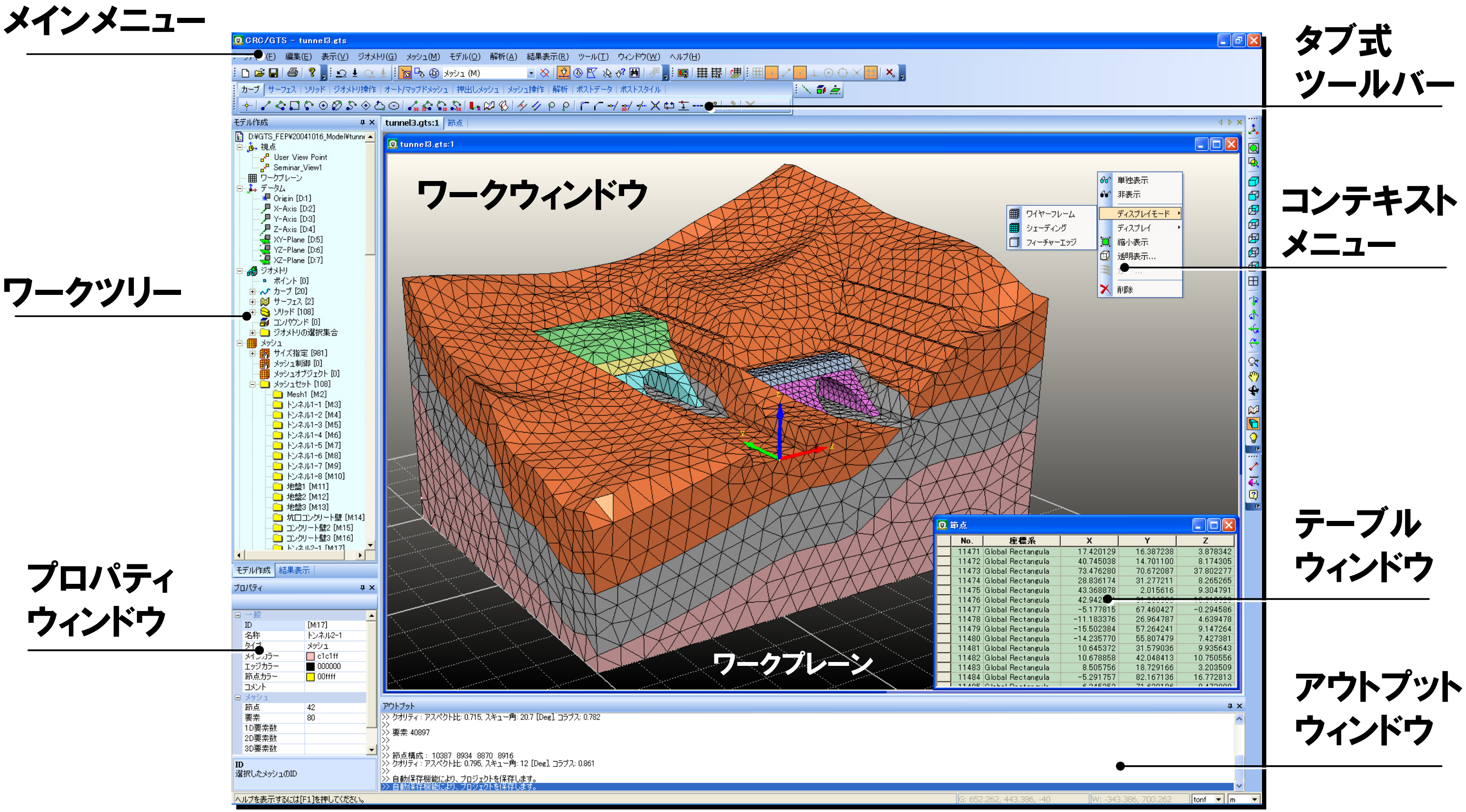
© 2006 CRC Solutions Corp.



© 2006 CRC Solutions Corp.

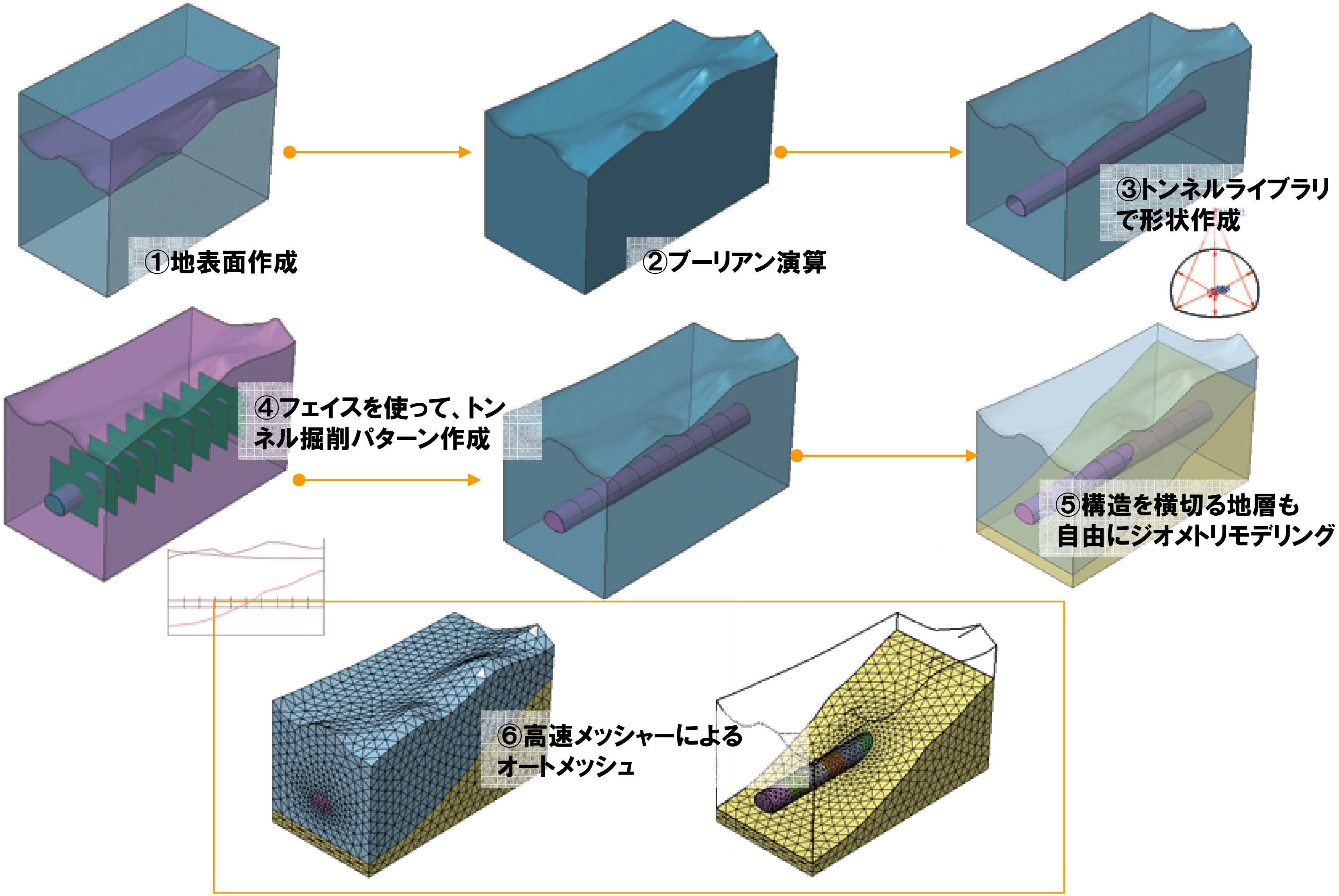
Soil Plus　インターフェイス

一貫したタスク指向で開発された先進のGUI。



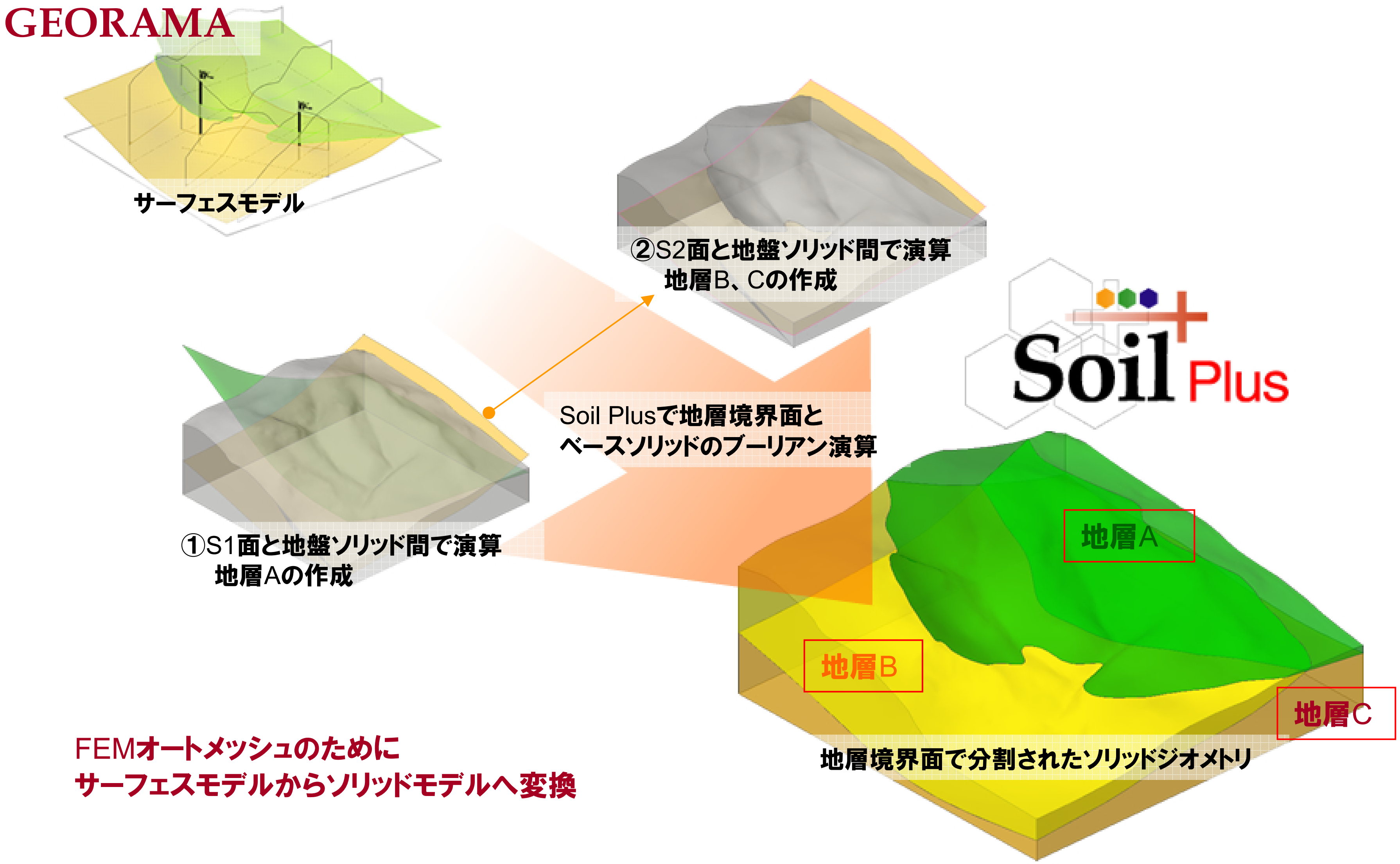
© 2006 CRC Solutions Corp.

ソリッドブーリアン演算／高速オートメッシュ



© 2006 CRC Solutions Corp.

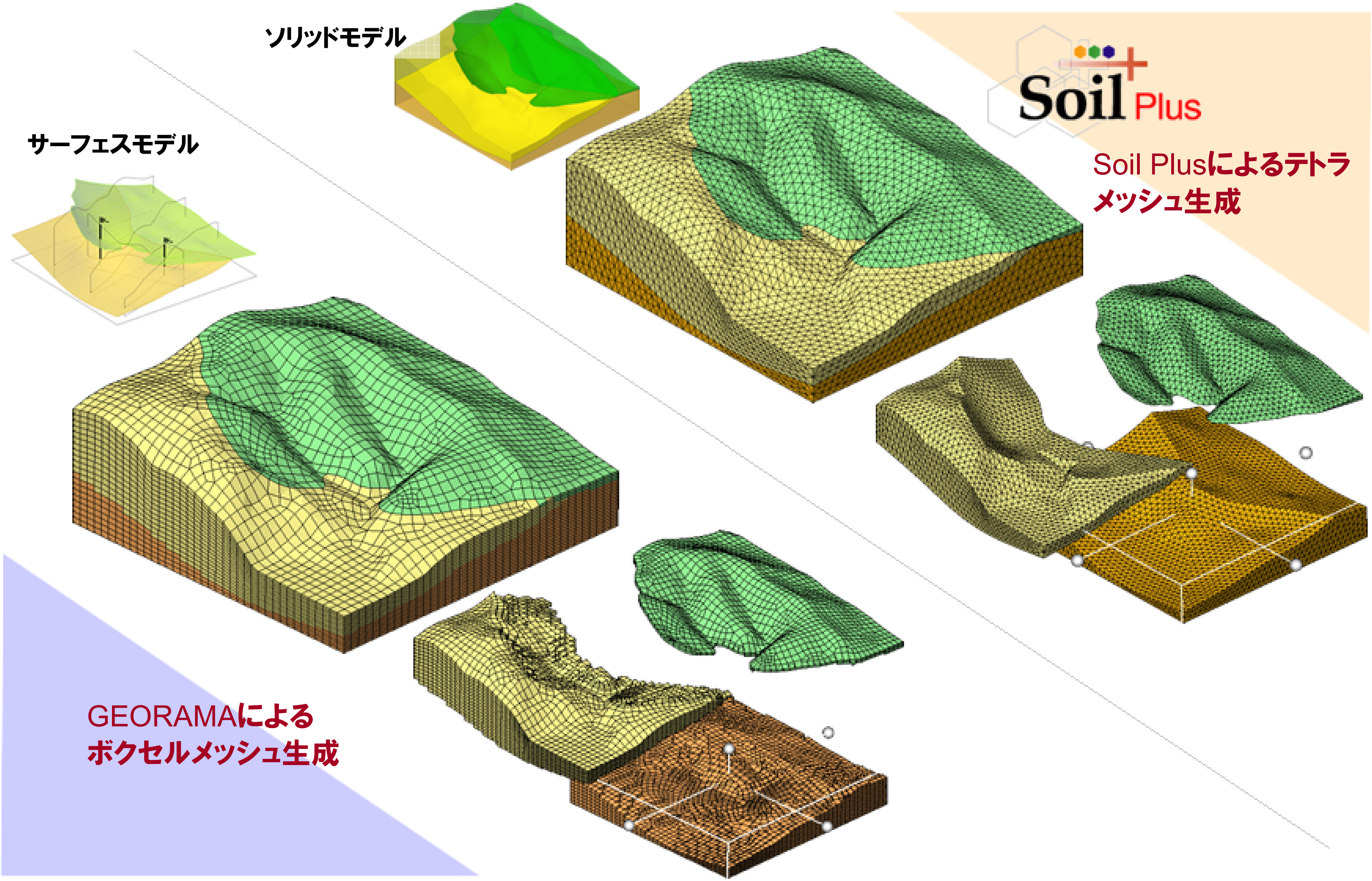
GEORAMA / Soil Plus連携



FEMオートメッシュのために
サーフェスモデルからソリッドモデルへ変換

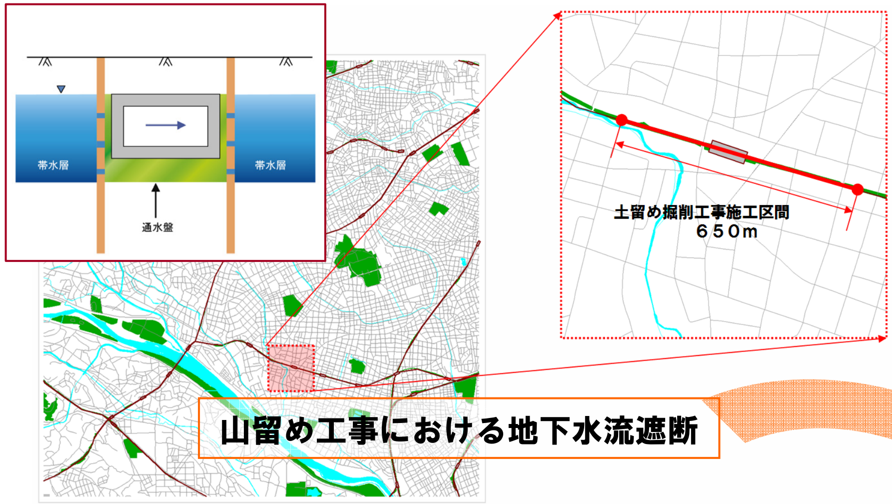
© 2006 CRC Solutions Corp.

メッシュ分割　テトラメッシュ/ボクセルメッシュ

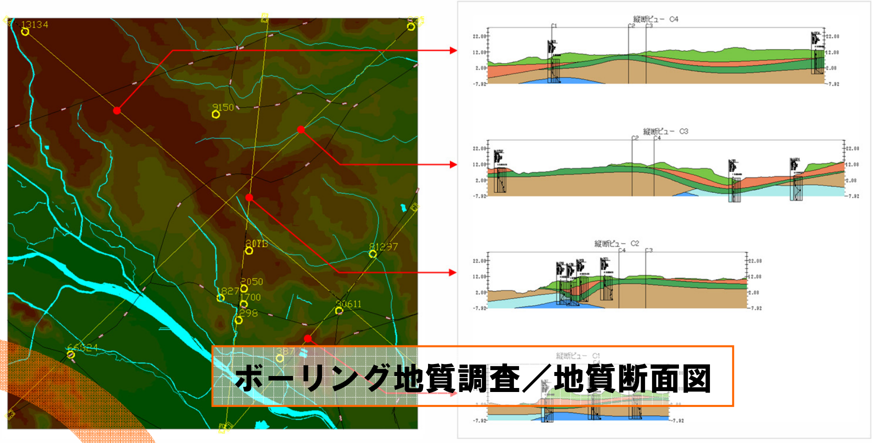


© 2006 CRC Solutions Corp.

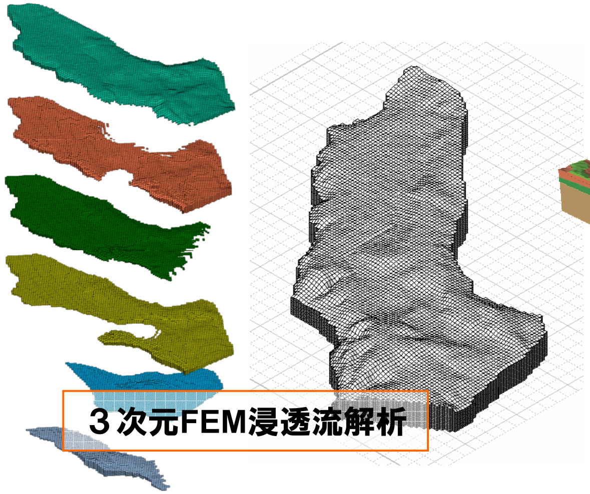
活用事例　ＣＡＥ活用事例　環境調査/対策検討



山留め工事における地下水流遮断

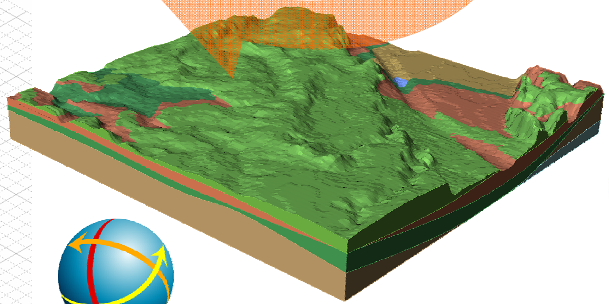


ボーリング地質調査／地質断面図

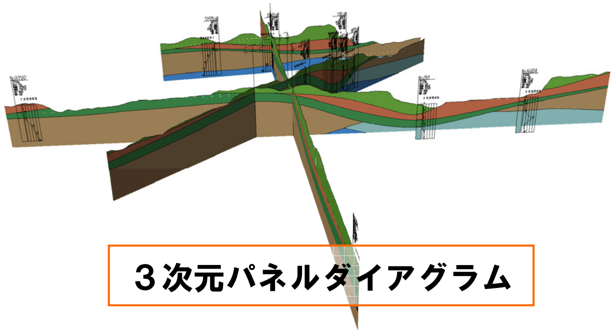


３次元FEM浸透流解析

DWF™



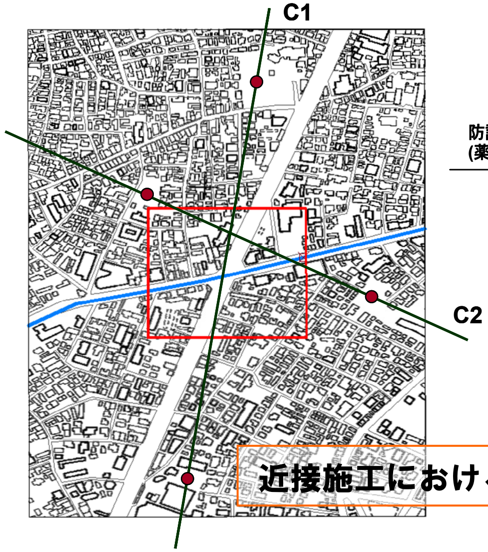
３次元地盤モデル

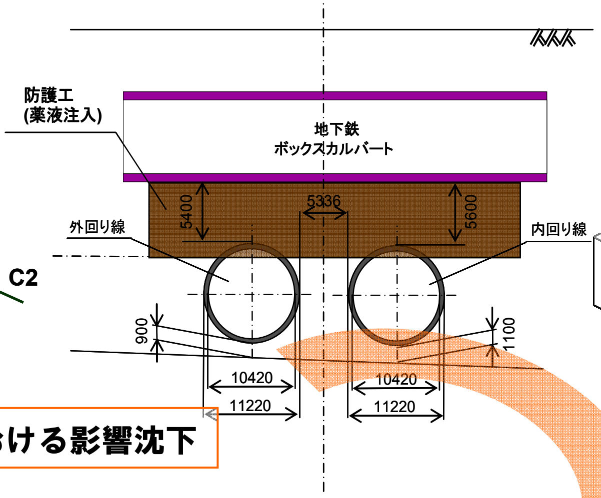


３次元パネルダイアグラム

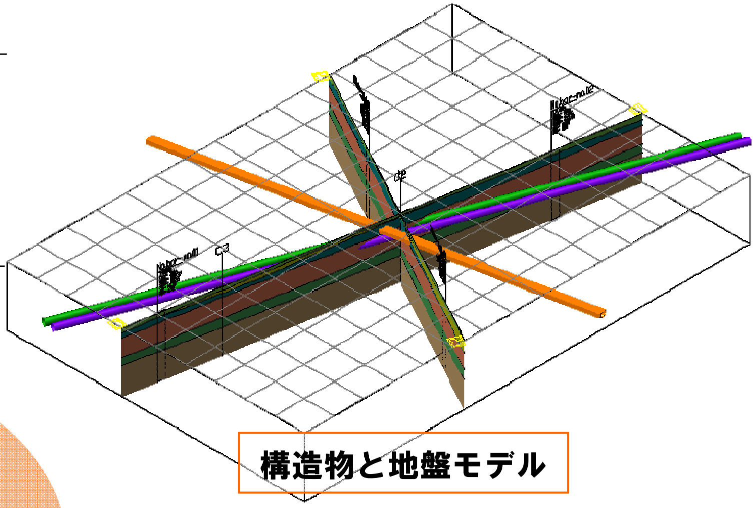
© 2006 CRC Solutions Corp.

活用事例　ＣＡＥ活用事例２　計画・施工管理



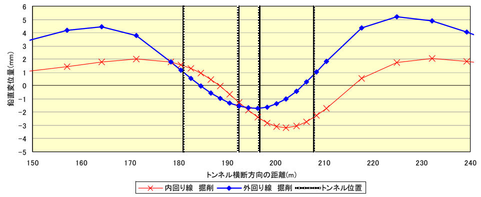


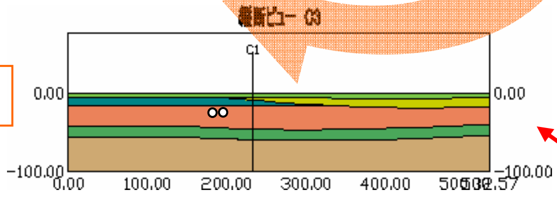
近接施工における影響沈下



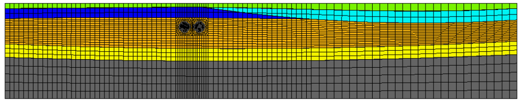
構造物と地盤モデル

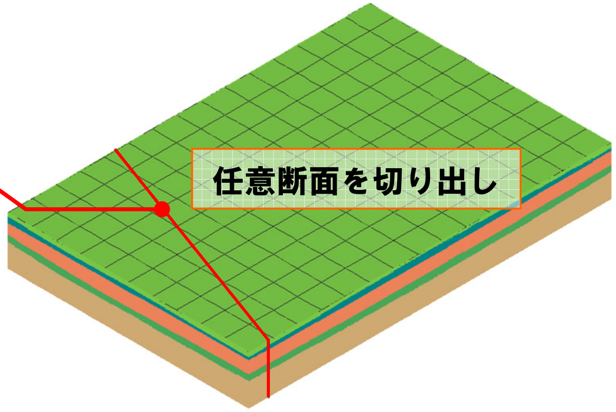
地表面沈下計測値／解析値比較





沈下影響FEM解析

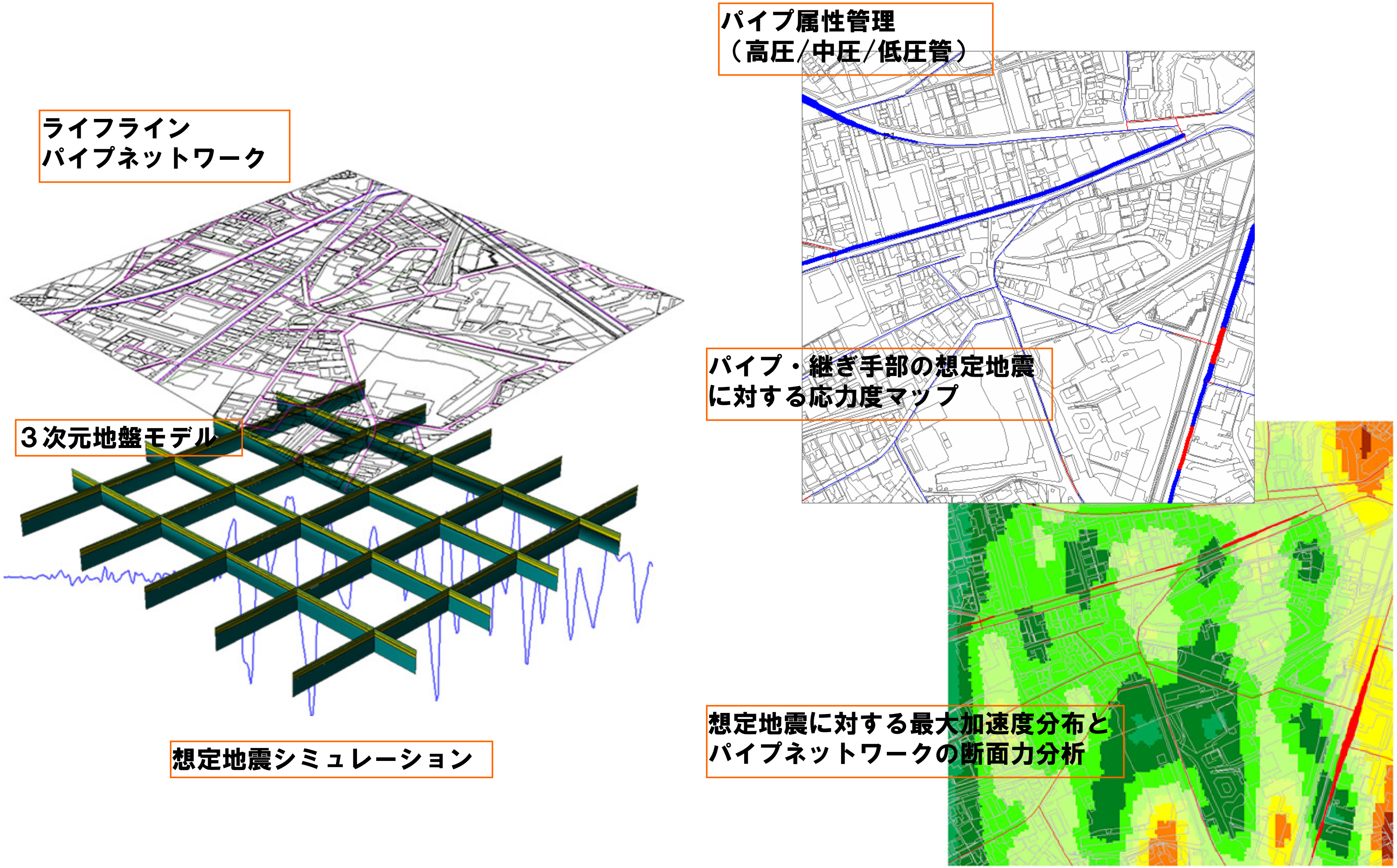




任意断面を切り出し

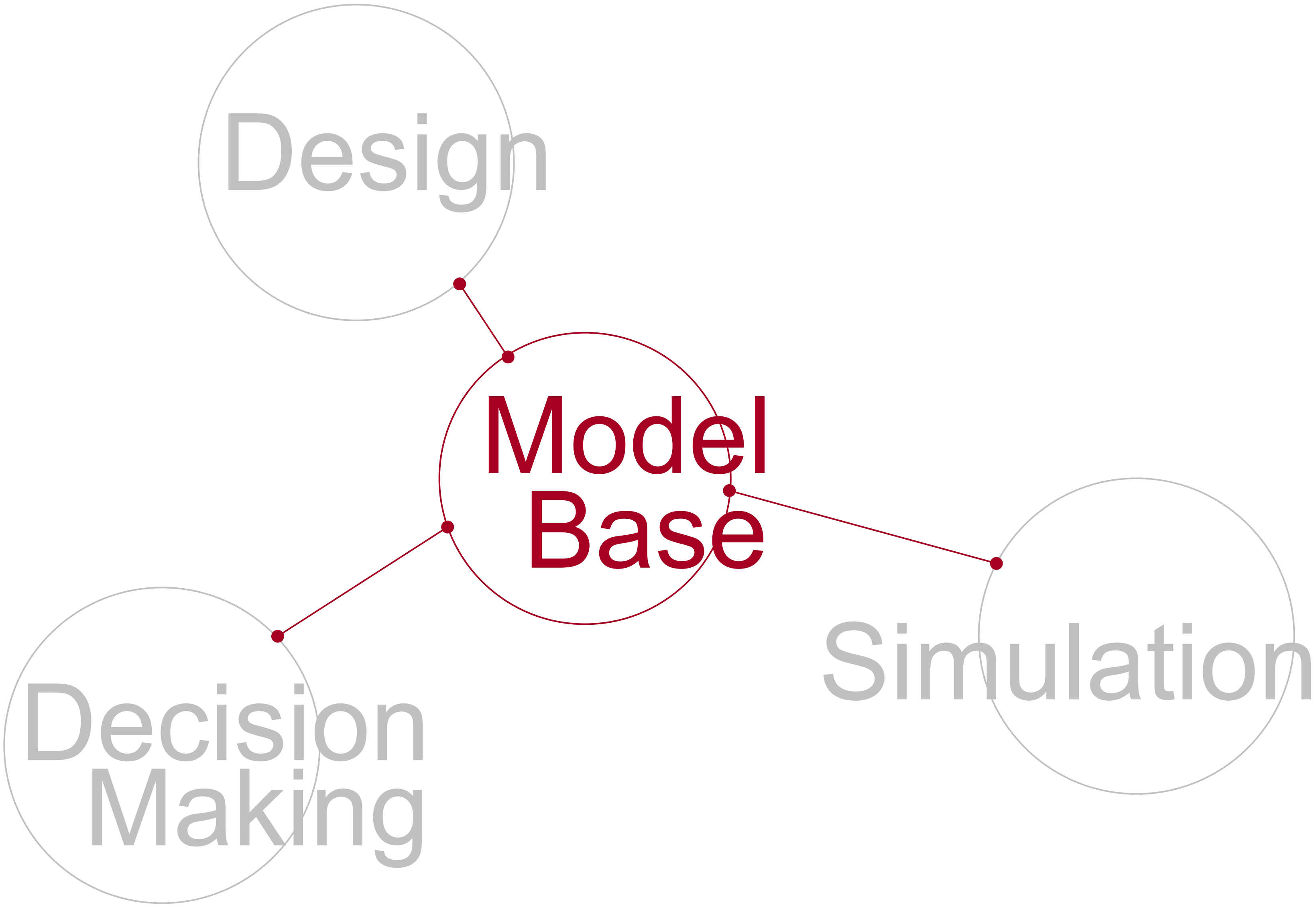
© 2006 CRC Solutions Corp.

活用事例　ＣＡＥ活用事例　設備管理・危機管理

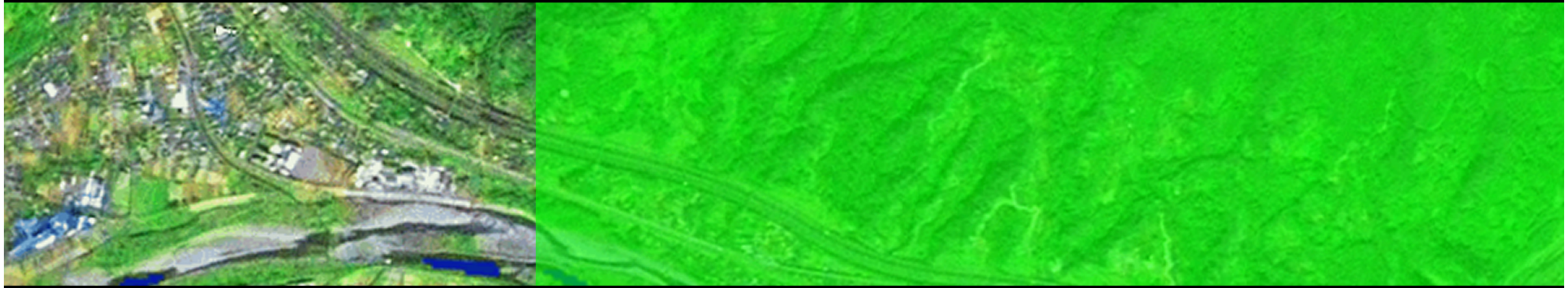


© 2006 CRC Solutions Corp.

CAD/GIS/CAE連携・活用を実務ベースへ



© 2006 CRC Solutions Corp.



CRC
SOLUTIONS