



実務に効く！ ArcGISでの解析手法と 便利なツールのご紹介

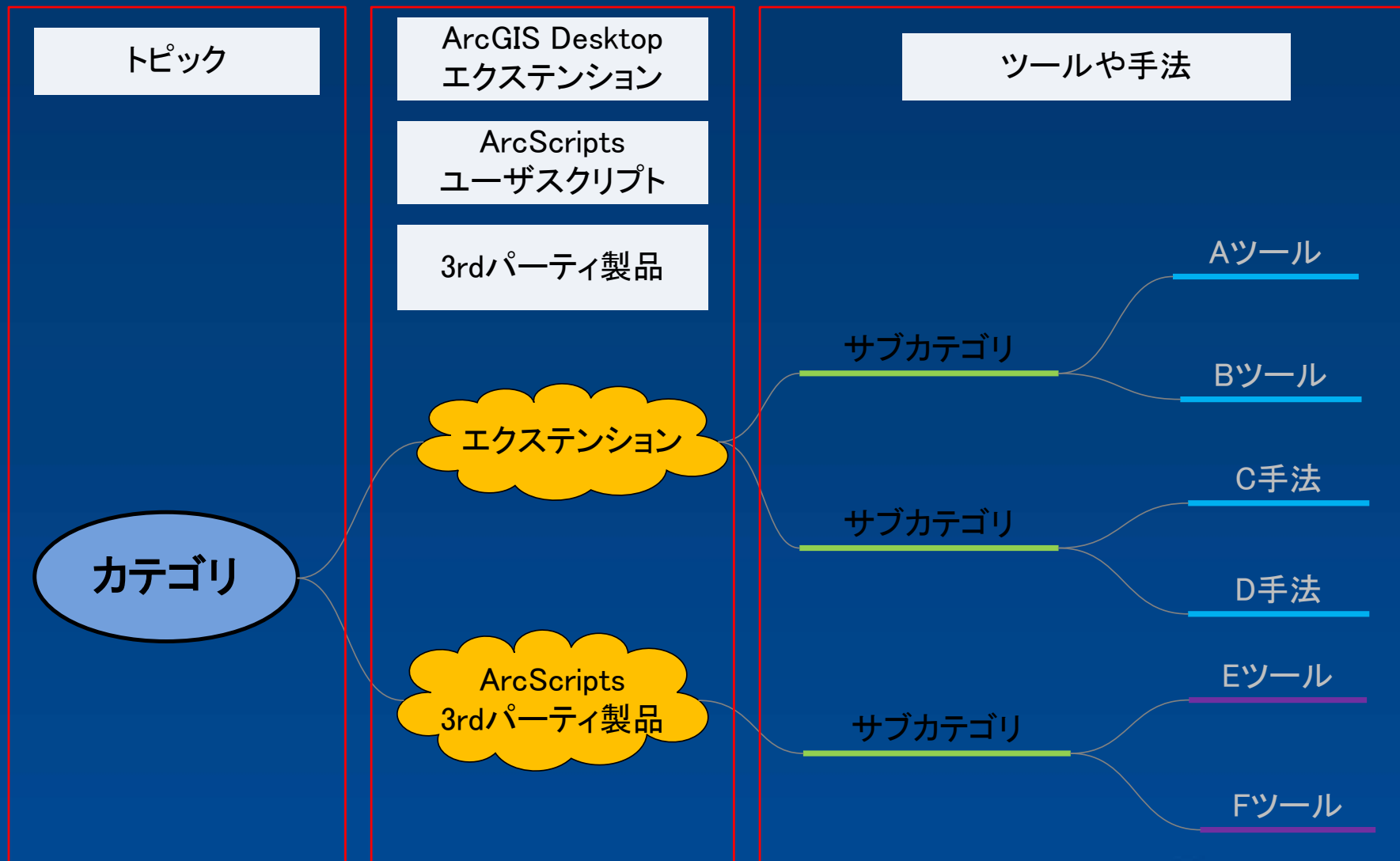
ESRIジャパン株式会社
コンサルティングサービスグループ
片谷 信治

本発表の概要

ArcGISで利用できる手法やツールをトピックごとに紹介

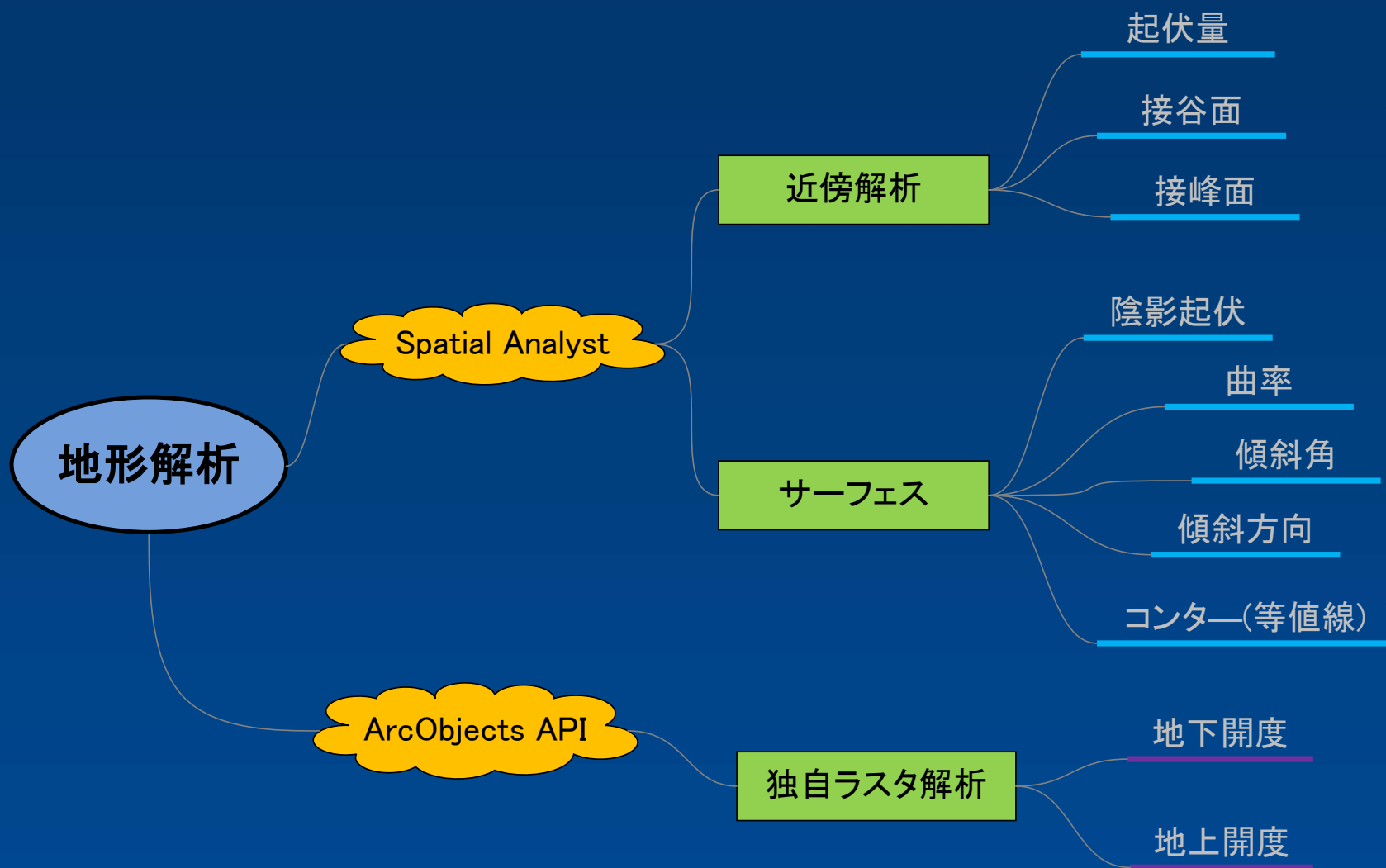
- 地形解析
 - 近傍解析、サーフェス解析、独自ラスタ解析
- 水文解析
 - ArcGISでの水文解析、高度な水文解析、総合的な地形計測指標
- 断面
 - 地形の縦横断、地質断面
- 現地調査
 - GPSと写真の同期、モバイル端末を利用した帳票まとめ
- その他
 - マップ配布・公開、便利ツール、統計ソフトRやIDLとの連携

本発表でのブレインストーミング図の見方



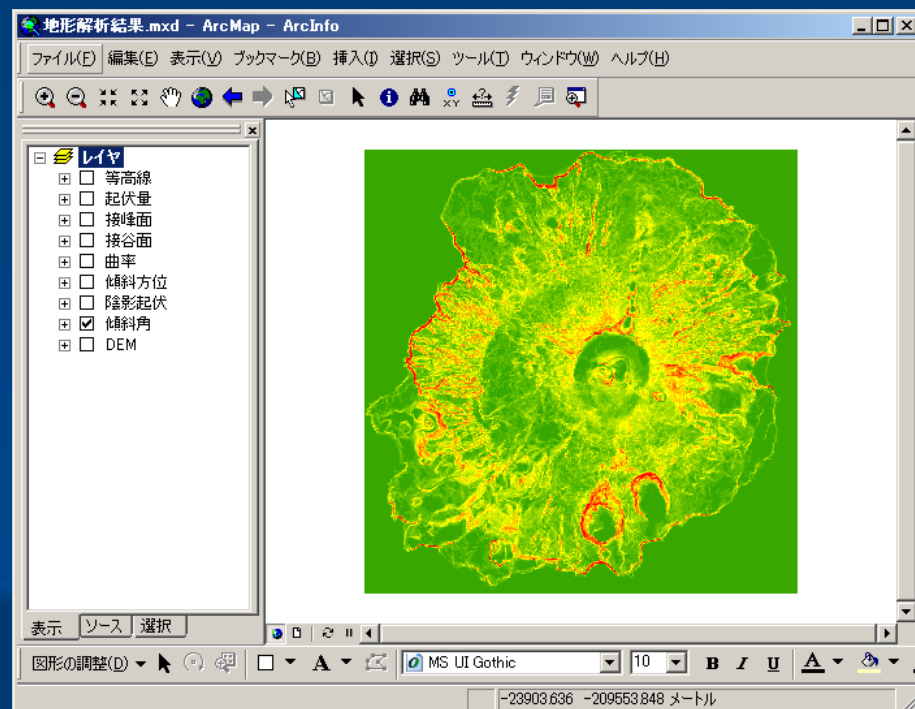
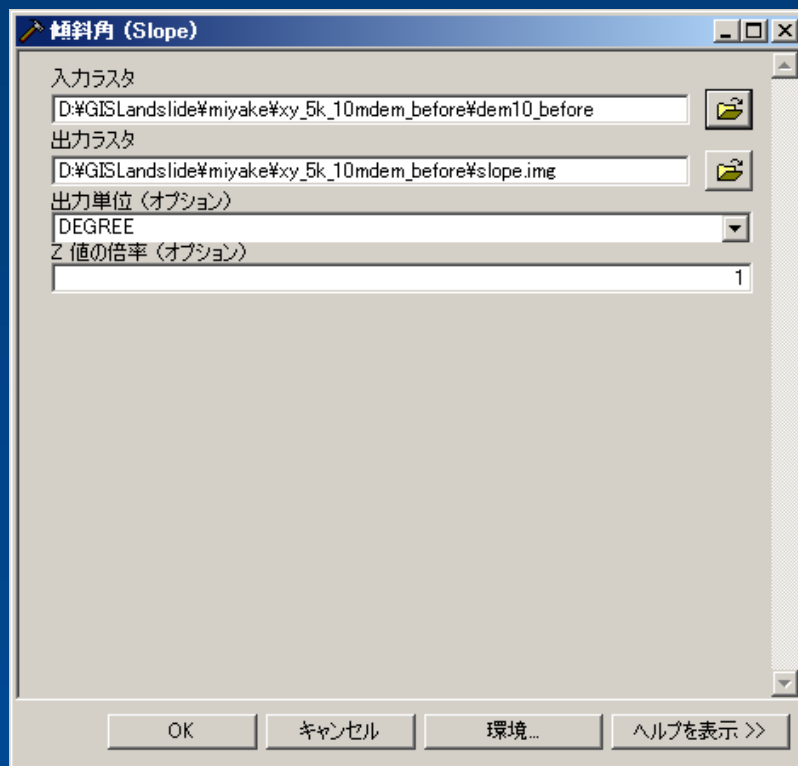
*3rdパーティ製品: esri社のビジネスパートナーなどが開発・販売しているArcGIS製品に機能を追加するアドインソフトなど

地形解析



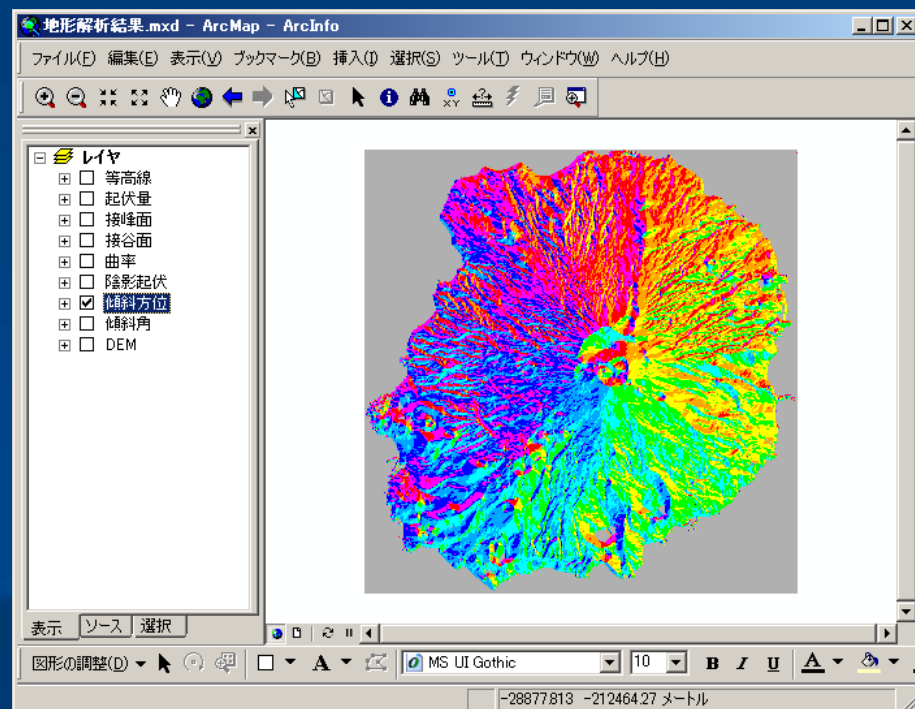
サーフェス (Spatial Analyst ツール)

- 傾斜角
 - [サーフェス] > [傾斜角(Slope)]
 - 入ラスタ : DEM



サーフェス (Spatial Analyst ツール)

- 傾斜方向
 - [サーフェス] > [傾斜方向(Aspect)]
 - 入力ラスタ : DEM

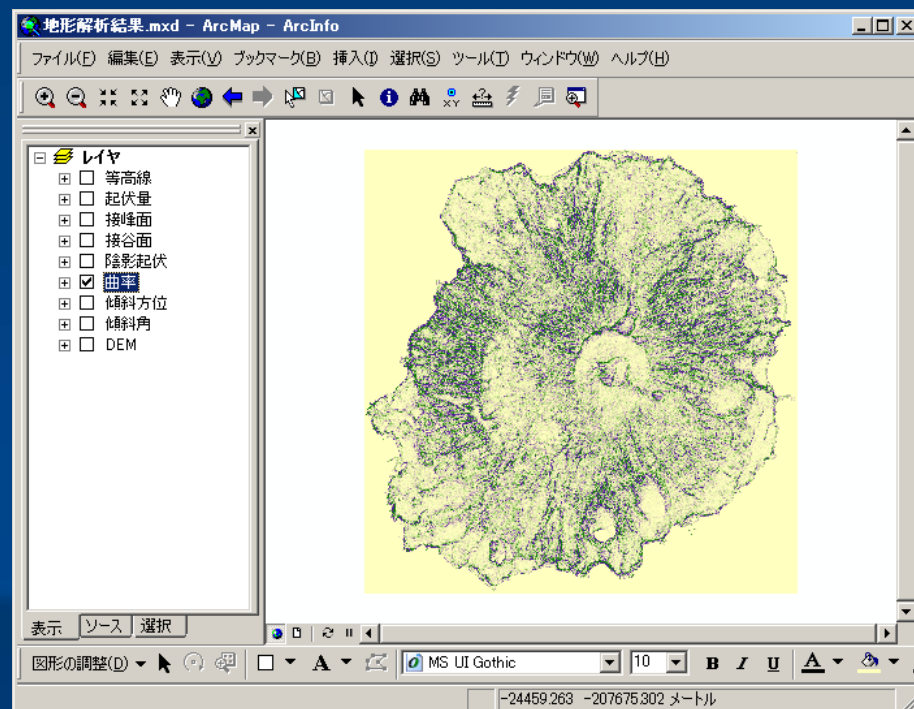
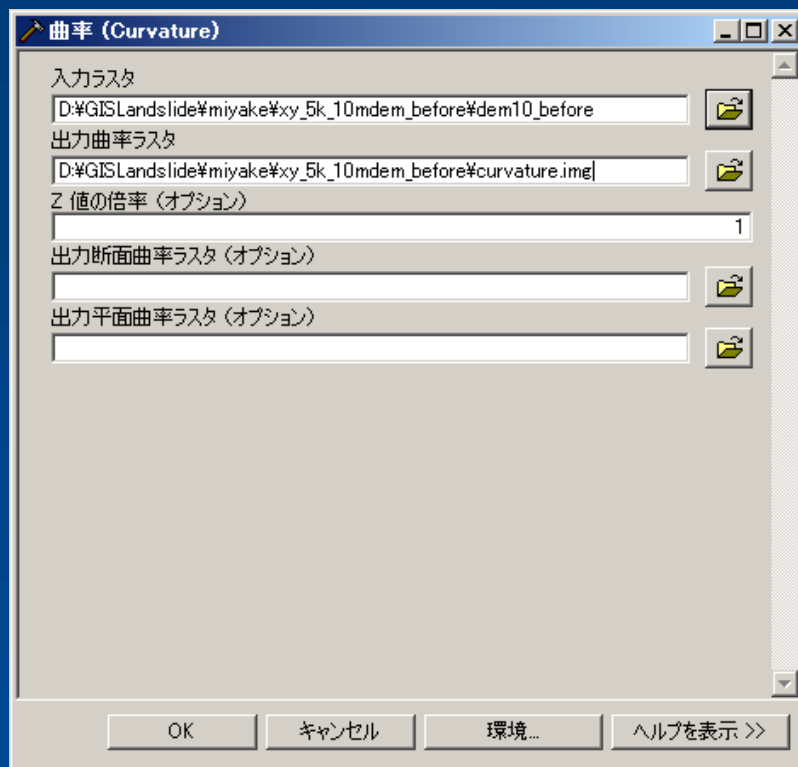


サーフェス (Spatial Analyst ツール)

- 曲率

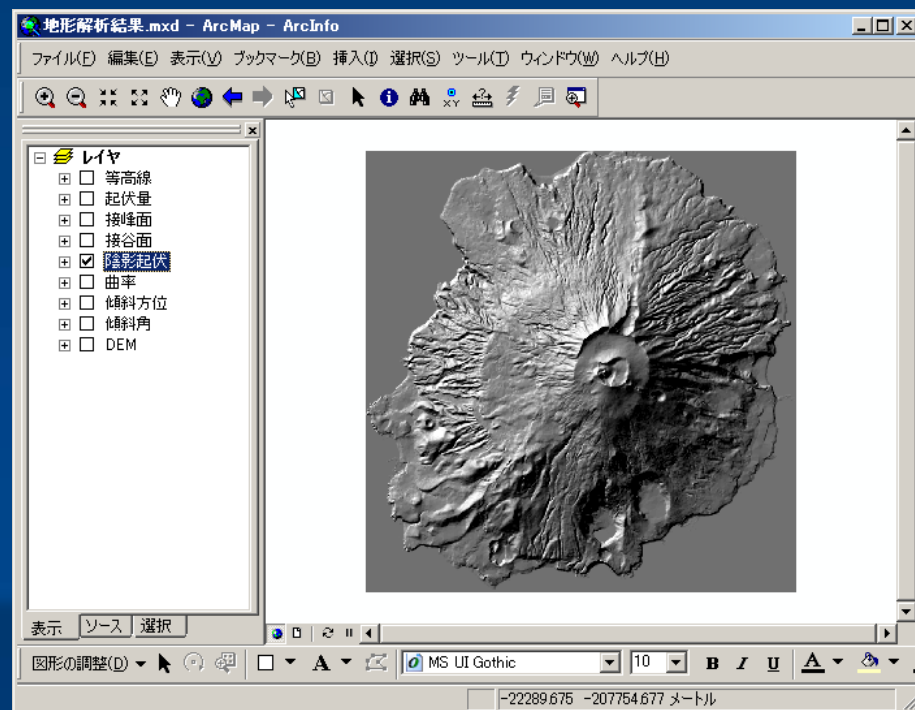
- [サーフェス] > [曲率(Curvature)]

- 入ラスタ : DEM



サーフェス (Spatial Analyst ツール)

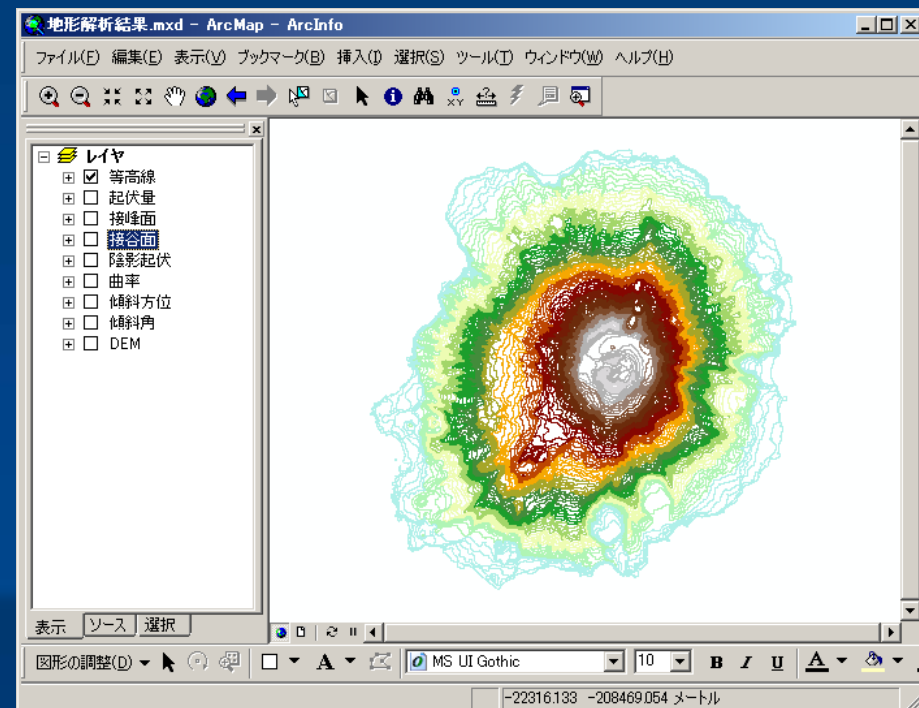
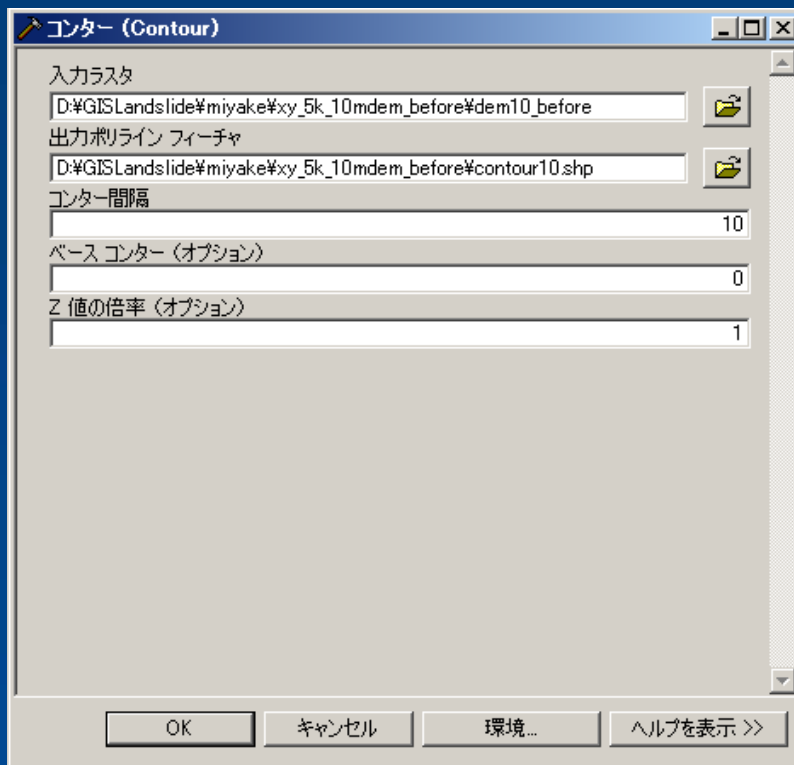
- 陰影起伏
 - [サーフェス] > [陰影起伏(Hillshade)]
 - 入カラスト : DEM



サーフェス (Spatial Analyst ツール)

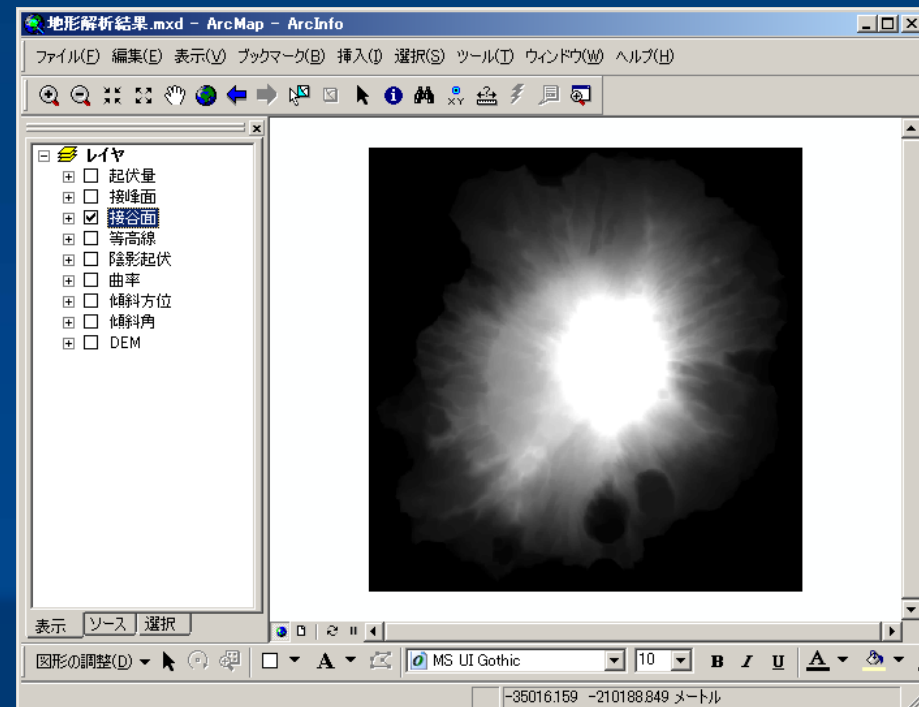
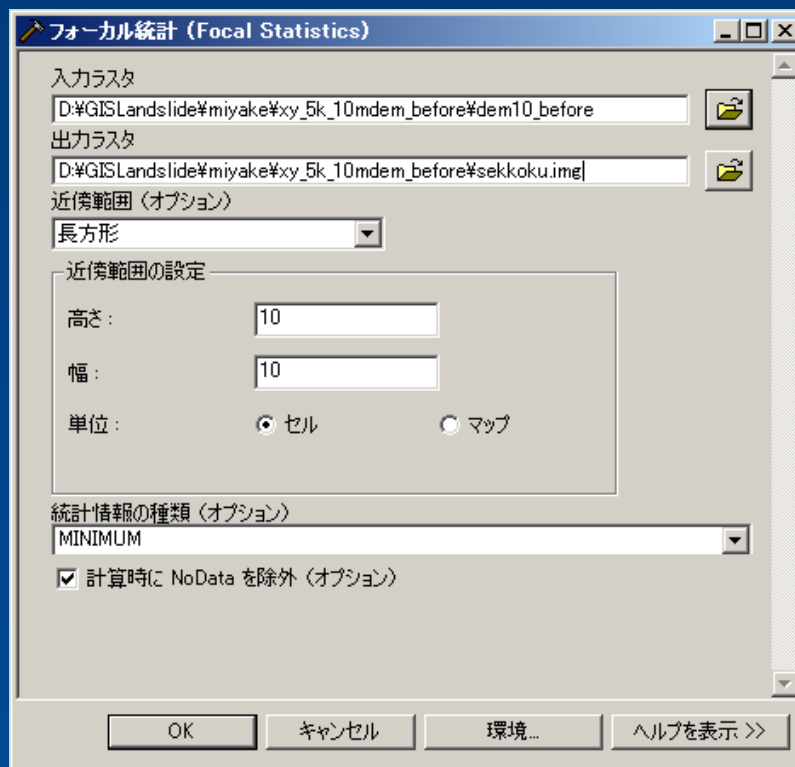
- コンター

- [サーフェス] > [コンター(Contour)]
 - 入力ラスタ : DEM



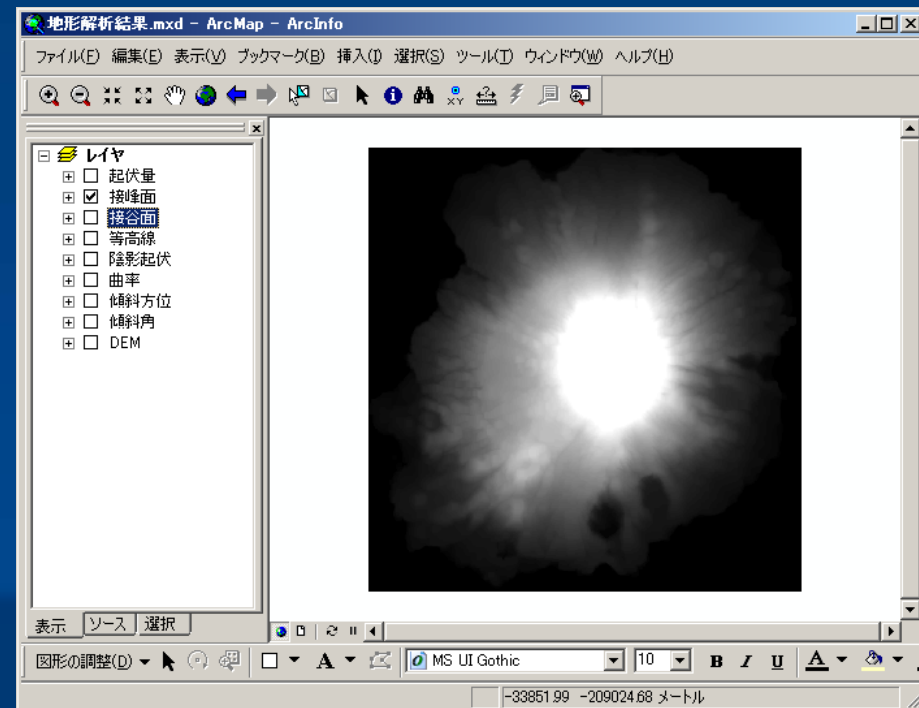
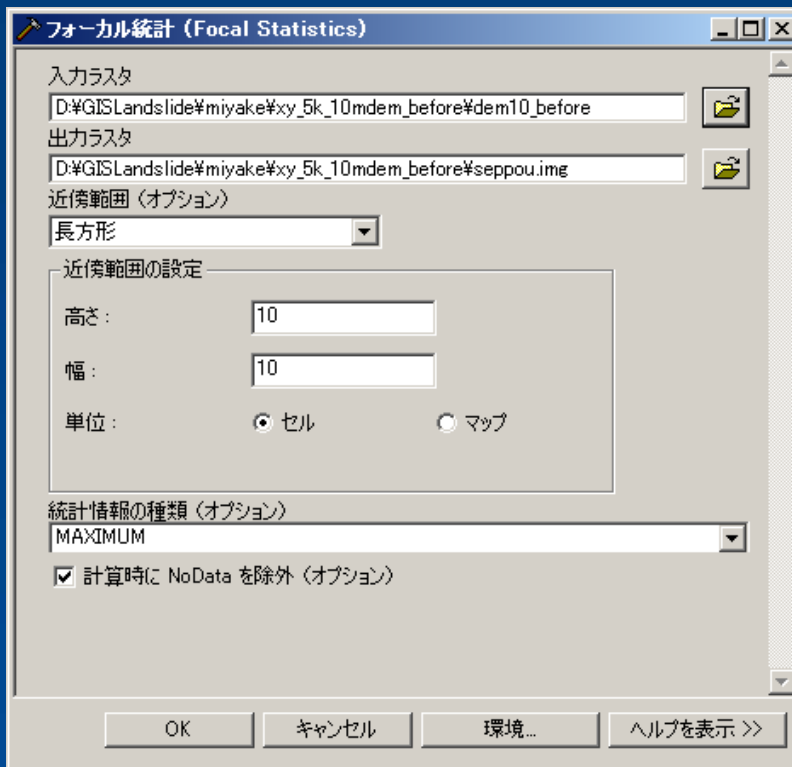
近傍解析/算術演算 (Spatial Analyst ツール)

- 接谷面
 - ― [近傍解析] > [フォーカル統計]
 - 入ラスタ : DEM
 - 統計情報の種類 : MINIMUM



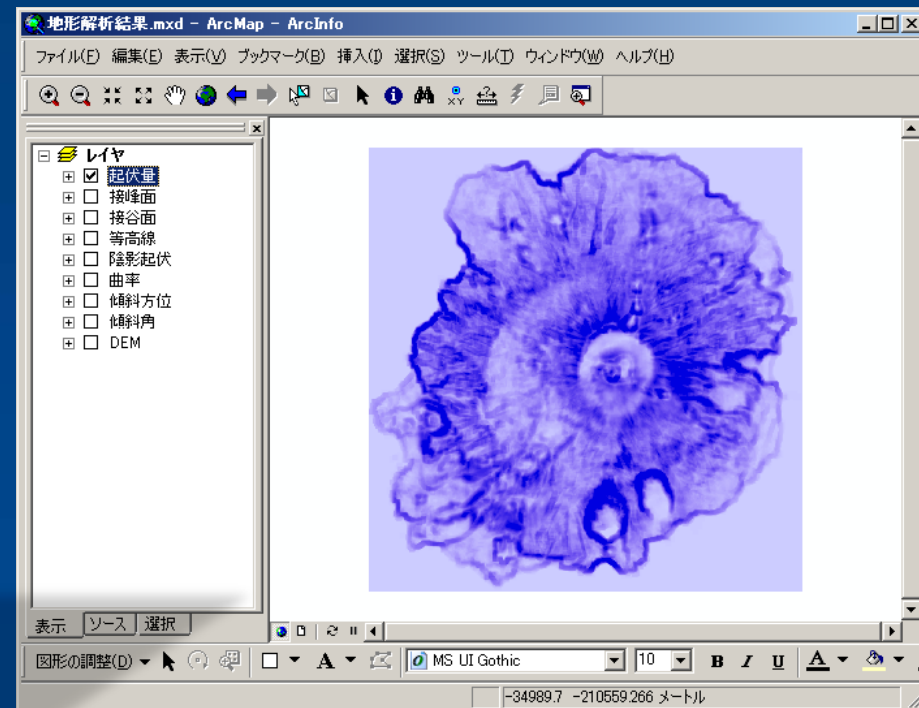
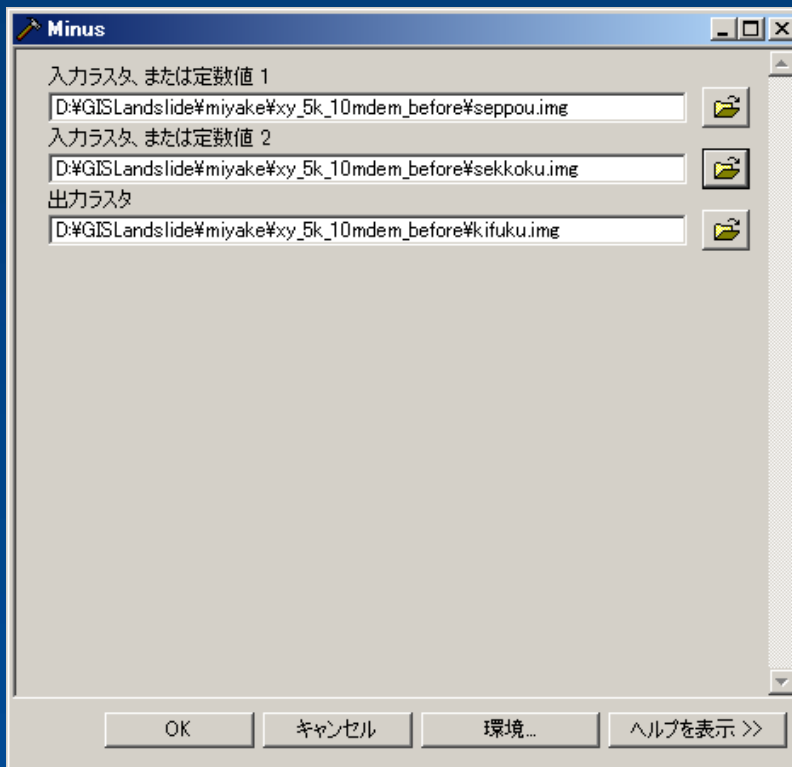
近傍解析/算術演算 (Spatial Analyst ツール)

- 接峰面
 - [近傍解析] > [フォーカル統計]
 - 入ラスタ : DEM
 - 統計情報の種類 : MAXIMUM



近傍解析/算術演算 (Spatial Analyst ツール)

- 起伏量
 - [算術演算] > [Minus]
 - 入ラスタ1：接峰面ラスタ
 - 入ラスタ2：接谷面ラスタ

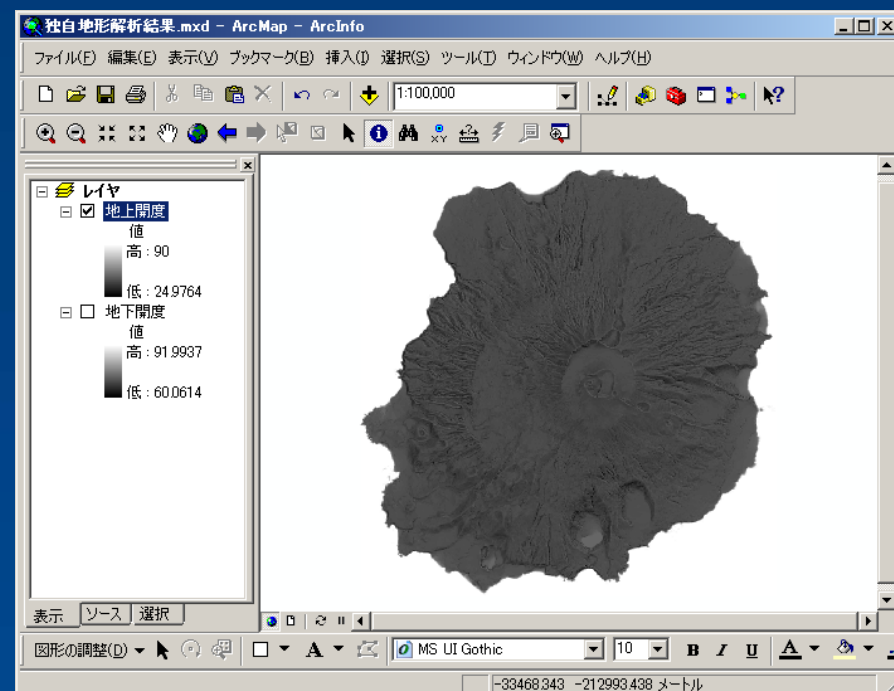
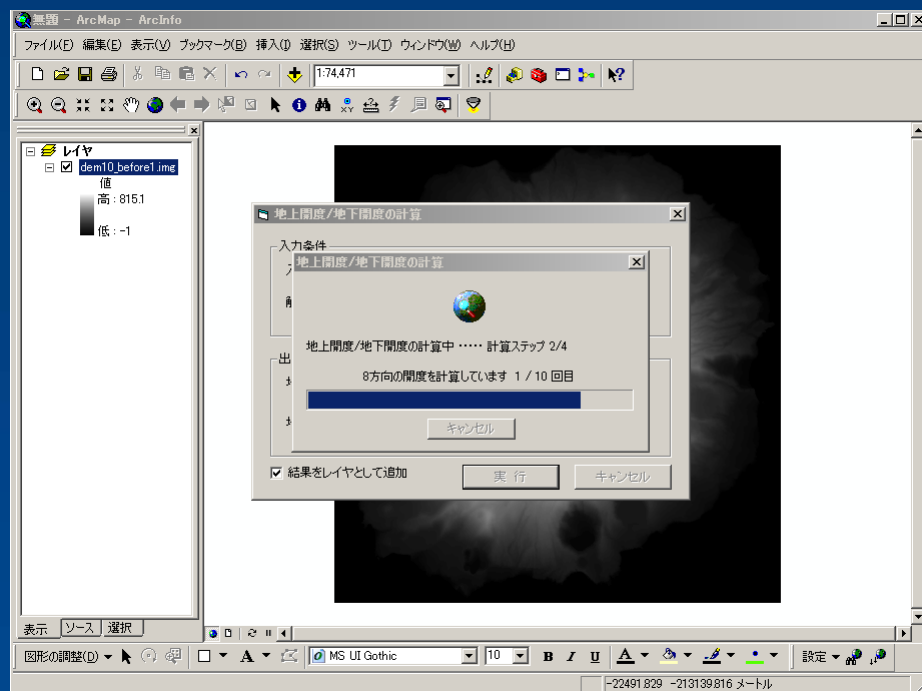


独自ラスタ解析

- ArcGISの基礎であるArcObjects APIの以下のサンプルでラスタのピクセル値を解析
 - [.NETでのArcGIS Desktopの拡張] > [ArcGIS コンポーネントの操作] > [Other ArcGIS Desktop extensions] > [ArcGIS Spatial Analyst オブジェクトの操作] 内の「カスタム解析でのPixelBlockの使用」
 - 日本語版ヘルプ :
 - ms-help://ESRI.EDNv9.3J/NET_Desktop/dcefd559-9cda-4122-9dd8-ecb1d82e9ae3.htm
 - 英語版ヘルプ :
 - ms-help://ESRI.EDNv9.3/NET_Desktop/dcefd559-9cda-4122-9dd8-ecb1d82e9ae3.htm
- このサンプルをもとに独自の解析ロジックを組み込むとArcGIS内で解析可能

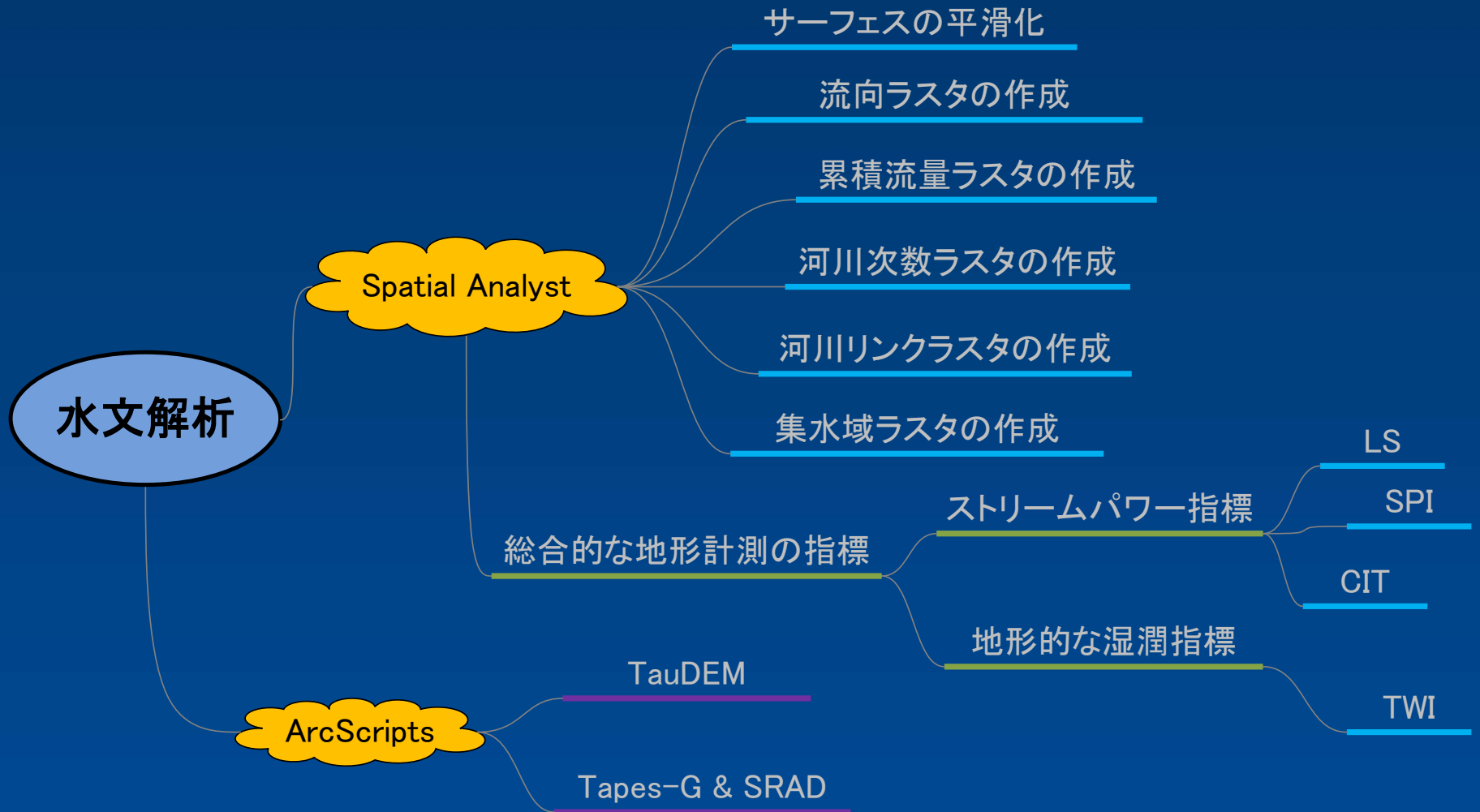
独自ラスタ解析

- 例) 地上開度、地下開度
 - 横山ほか(1999)が提案した地形特徴の表示手法



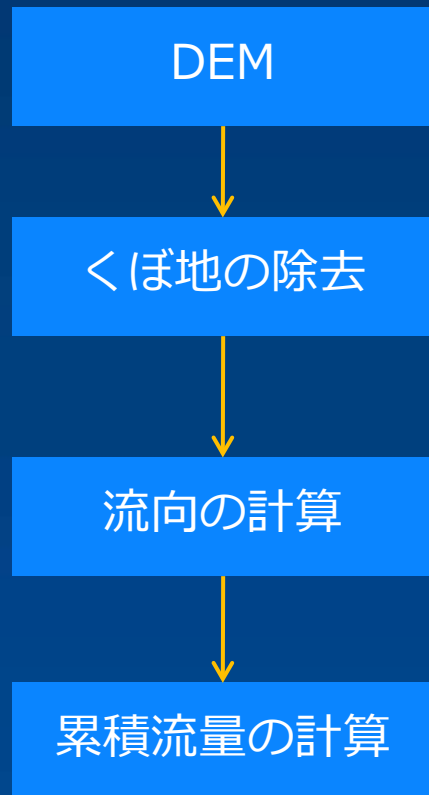
出典:「横山隆三, 白沢道生, 菊池 祐, 1999. 開度による地形特徴の表示, 写真測量とリモートセンシング38, 26-34.」

水文解析

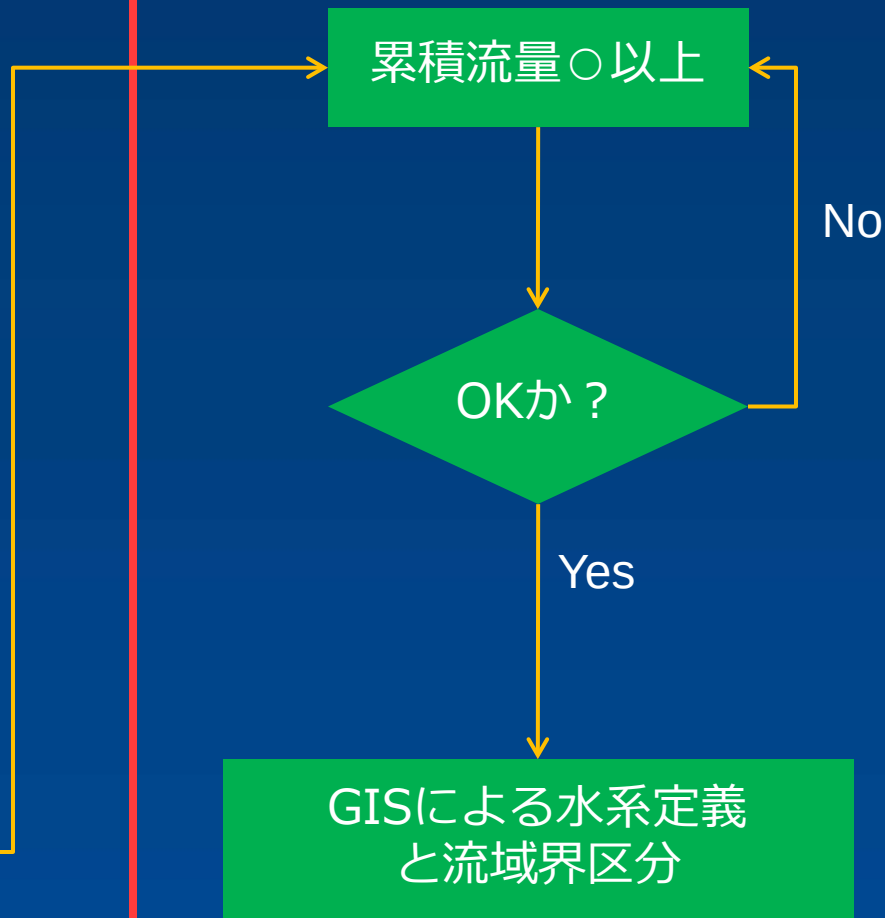


水文解析の一般的な手順

前処理

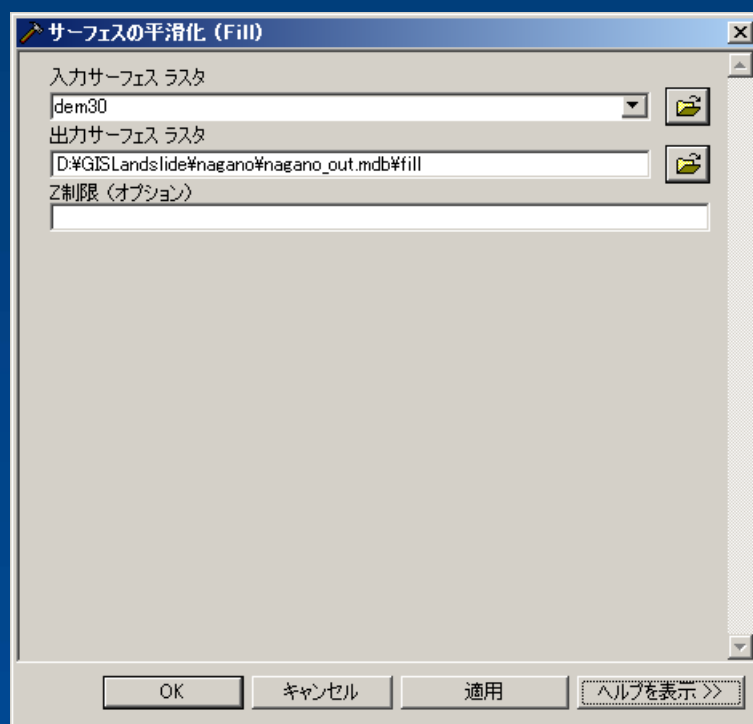


水系の定義



水文解析の流れ(Spatial Analystツール)

- くぼ地の除去
 - [水文解析] > [サーフェスの平滑化(Fill)]
 - 入力サーフェス ラスタ : DEM

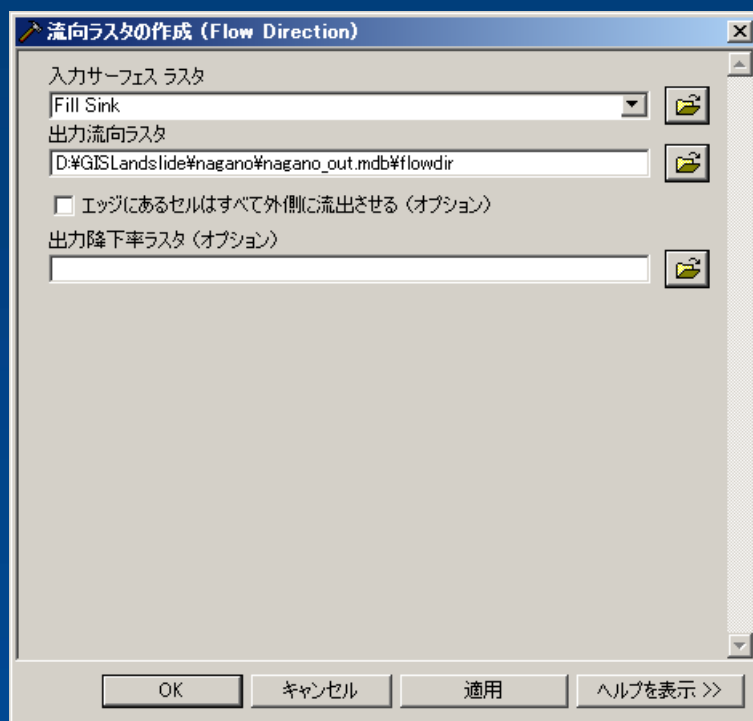


水文解析の流れ(Spatial Analystツール)

- 流向の計算

- [水文解析] > [流向ラスタの作成(Flow Direction)]

- 入力サーフェス ラスタ : Fill ラスタ

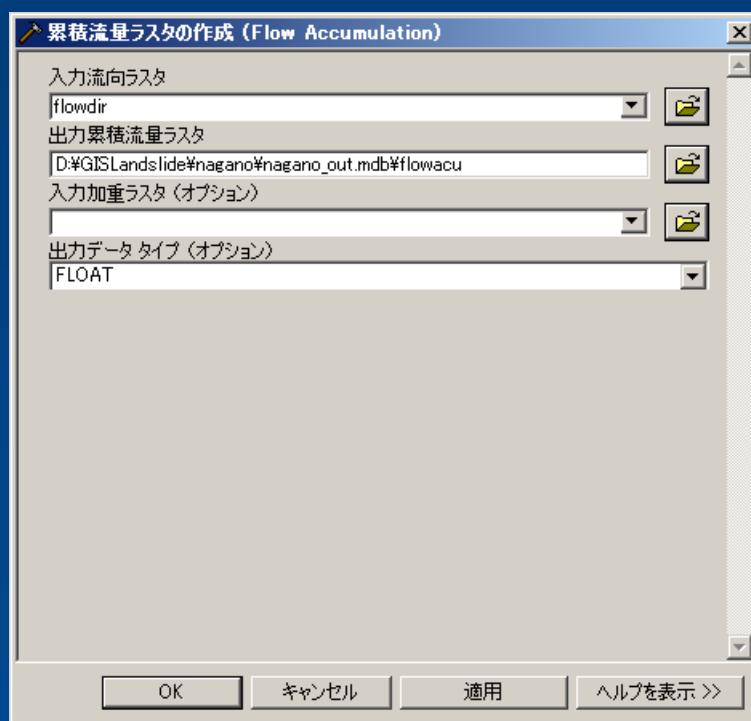


水文解析の流れ(Spatial Analystツール)

- 累積流量の計算

- [水文解析] > [累積流量ラスタの作成(Flow Accumulation)]

- 入力流向ラスタ : Flow Direction ラスタ

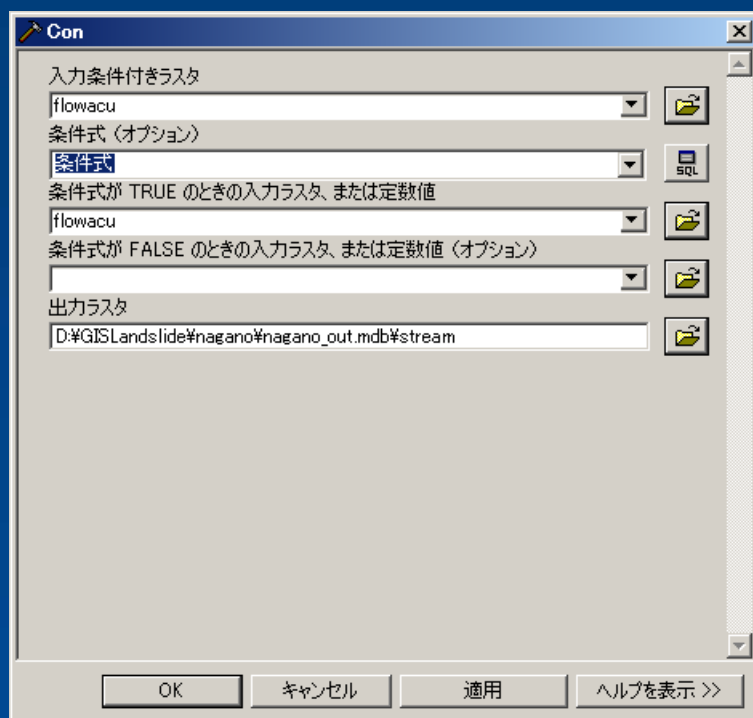


水文解析の流れ(Spatial Analystツール)

- 水系の定義

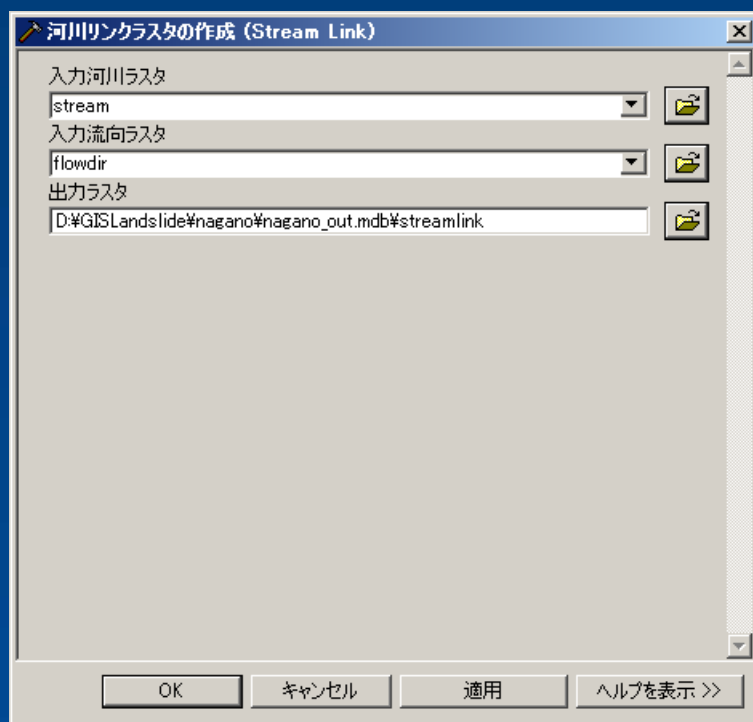
- [条件] > [Con]

- 入力条件付きラスタ : Flow Accumulation ラスタ
 - 条件式 : Value > 〇〇



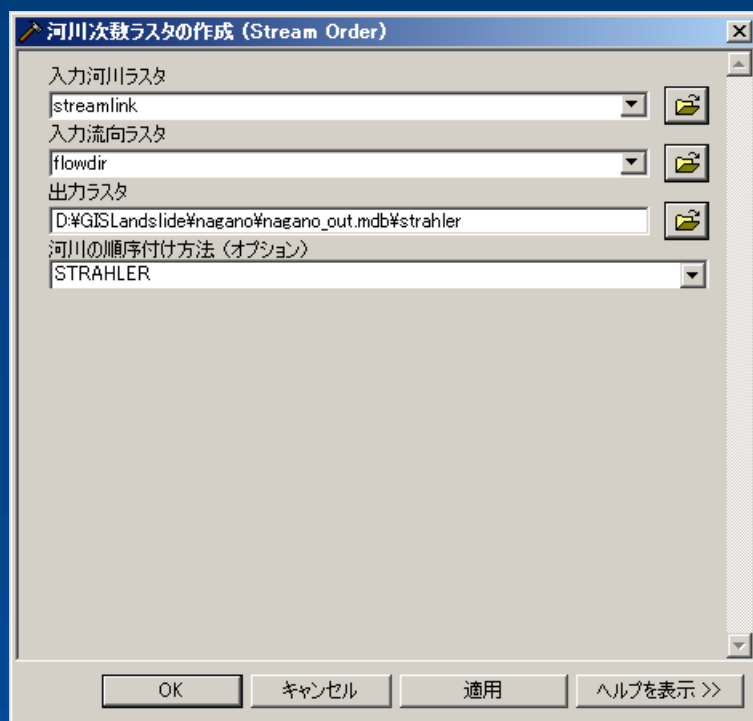
水文解析の流れ(Spatial Analystツール)

- Strahler法による水系図の作成
 - [水文解析] > [河川リンクラスタの作成(Stream Link)]
 - 入力河川ラスタ : 水系定義 ラスタ
 - 入力方向ラスタ : Flow Direction ラスタ



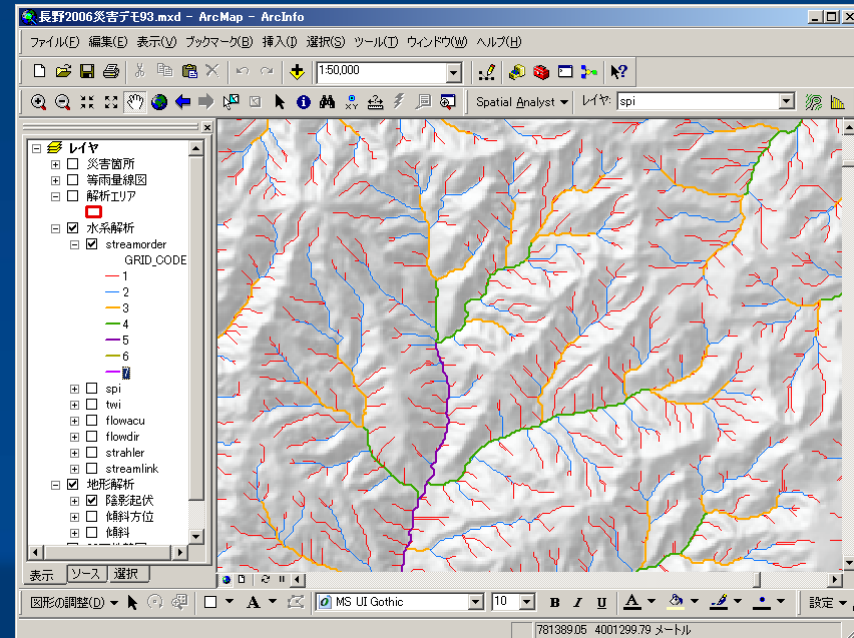
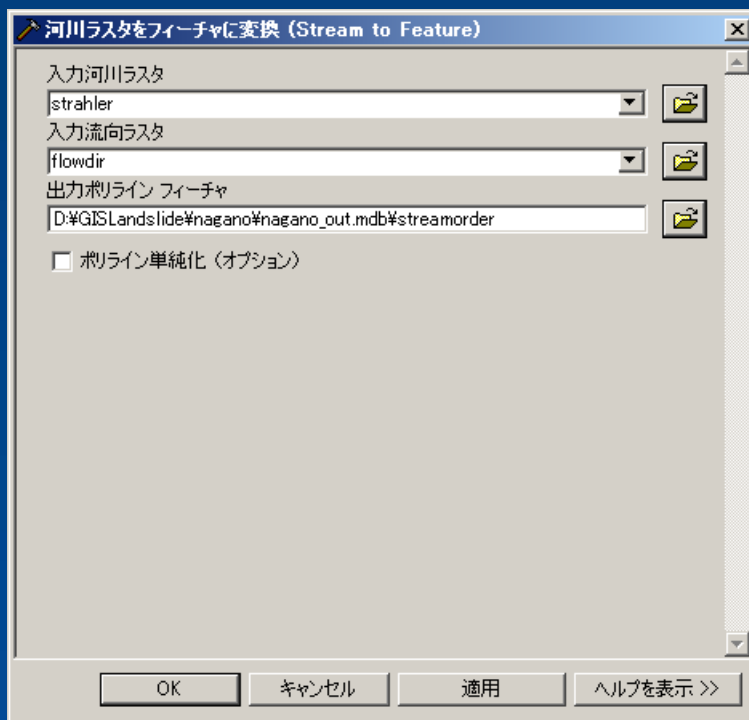
水文解析の流れ(Spatial Analystツール)

- Strahler法による水系図の作成
 - [水文解析] > [河川次数ラスタの作成(Stream Order)]
 - 入力河川ラスタ : Stream Link ラスタ
 - 入力流向ラスタ : Flow Direction ラスタ



水文解析の流れ(Spatial Analystツール)

- Strahler法による水系図の作成
 - [水文解析] > [河川ラスタをフィーチャに変換(Stream To Feature)]
 - 入力河川ラスタ : Steam Order ラスタ
 - 入力流向ラスタ : Flow Direction ラスタ

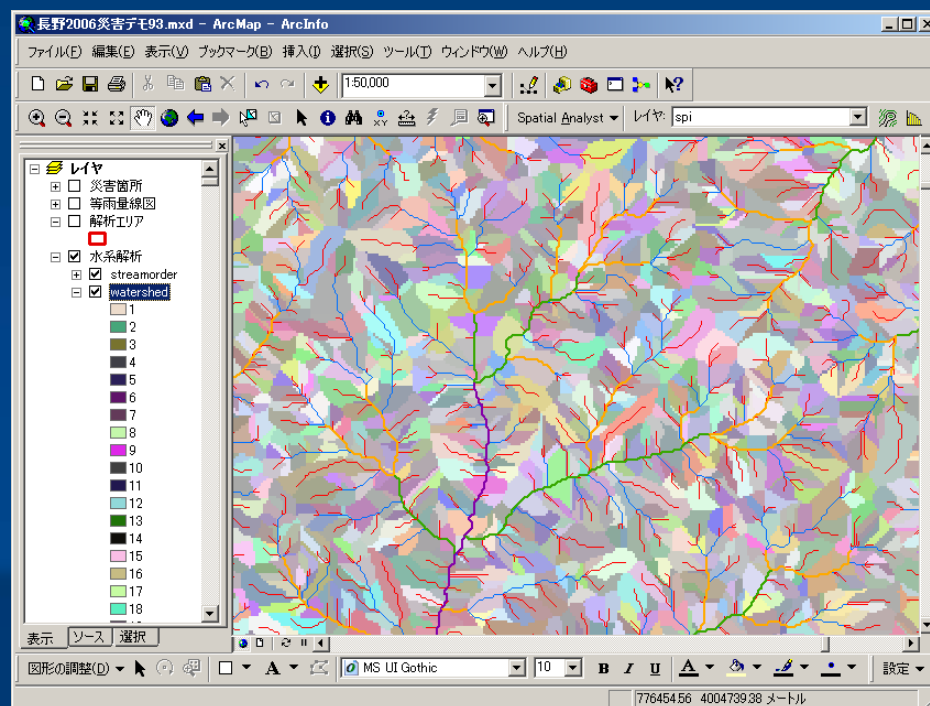


水文解析の流れ(Spatial Analystツール)

- 流域界の作成

- [水文解析] > [集水域ラスタの作成(Watershed)]

- 入力方向ラスタ : Flow Direction ラスタ
- 流出点データの入カラスタまたはフィーチャ : Stream Link ラスタ



総合的な地形計測の指標

地形的な湿潤指標

Topographic wetness indices

$$W_T = \ln \left(\frac{A_s}{T \tan \beta} \right)$$

$$W = \ln \left(\frac{A_s}{\tan \beta} \right)$$

$$W = \ln \left(\frac{A_s}{\tan \beta} \right)$$

ストリームパワー指標

Stream-power indices

$$SPI = A_s \tan \beta$$

$$LS = (m + 1) \left(\frac{A_s}{22.13} \right)^m \left(\frac{\sin \beta}{0.0896} \right)^n$$

$$CIT = A_s (\tan \beta)^2$$

出典:「TERRAIN ANALYSIS – Principles and Applications -、p8-9」

総合的な地形計測の指標の利用例

- 主に海外の研究者によって報告されている地形指標
 - LSは米国土壌保全局のUSLE(一般土壌流出方程式)モデルにおいて土壌侵食量を算出する際に用いられる。
 - 日本でも農業関係の土壌保全対策指針としてUSLE式を適用した研究事例などがある。
 - 地形的な湿潤指標は日本では自然環境分野で適用した研究事例などがある。
 - 最近では、土木研究所の「深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出マニュアル（案）、平成20年11月」等にも傾斜と集水面積による指標について記載あり。

総合的な地形指標 (Spatial Analyst ツール)

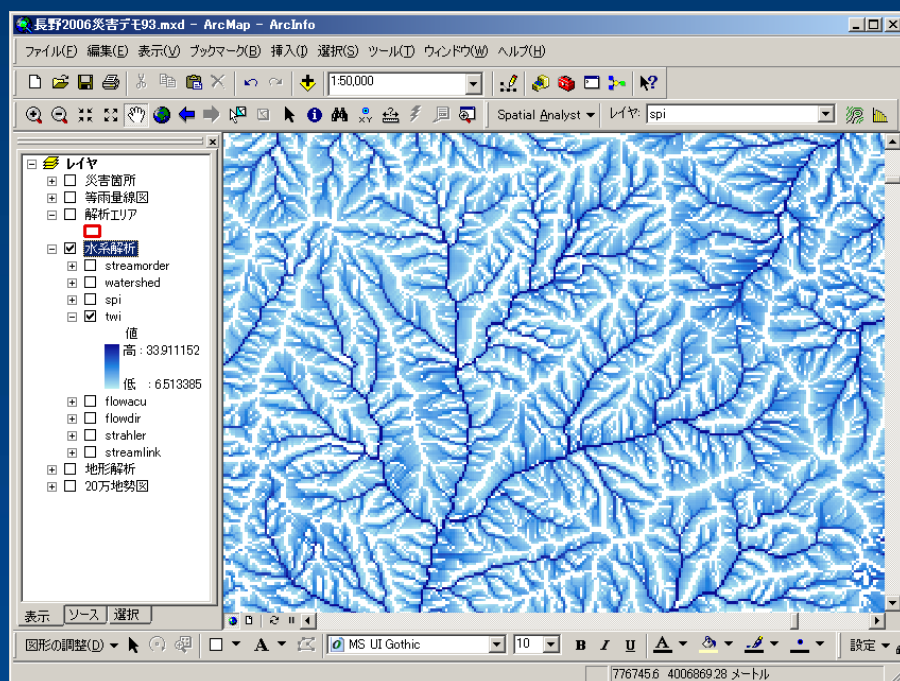
- ArcGISではマップ代数演算で算出可能
 - 地形的な湿潤指標 : Topographic wetness indices
 - TWI : $\text{Ln}([as] / \text{Tan}([slope] * 0.01745))$
 - ストリームパワー指標 : Stream-power indices
 - SPI : $[as] * \text{Tan}([slope] * 0.01745)$
 - LS : $(0.6 + 1) * \text{Pow}([as] / 22.13, 0.6) * \text{Pow}(\text{Sin}([slope] * 0.01745) / 0.0896, 1.3)$
 - CIT : $[as] * \text{Tan}([slope] * 0.01745) * \text{Tan}([slope] * 0.01745)$

注:[as] = 流域面積ラスタ、[slope] = 傾斜ラスタ(度)、半角スペースは厳密に評価される

総合的な地形計測の指標

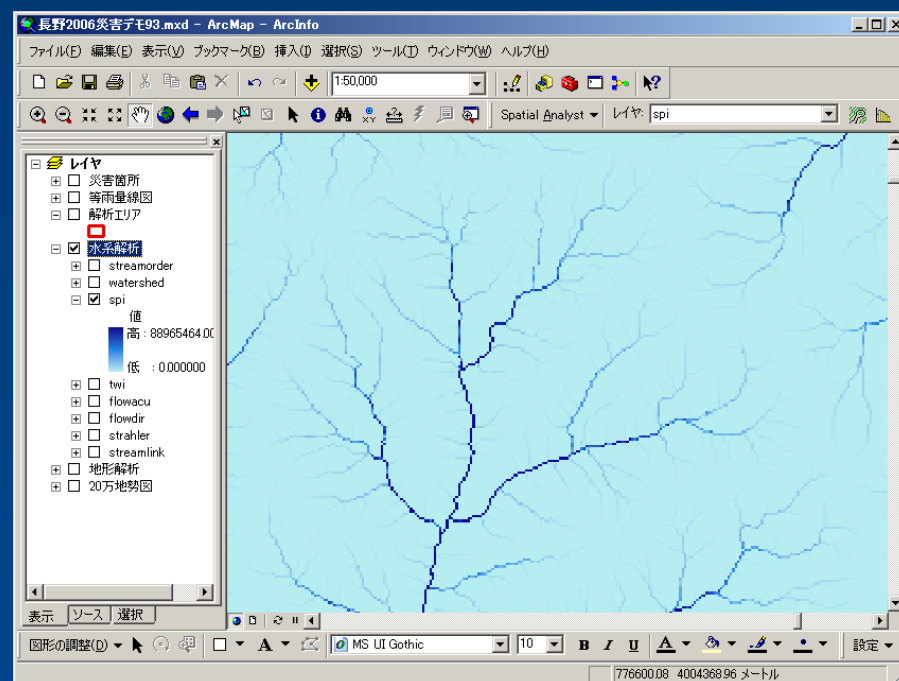
地形的な湿潤指標

Topographic wetness indices



ストリームパワー指標

Stream-power indices



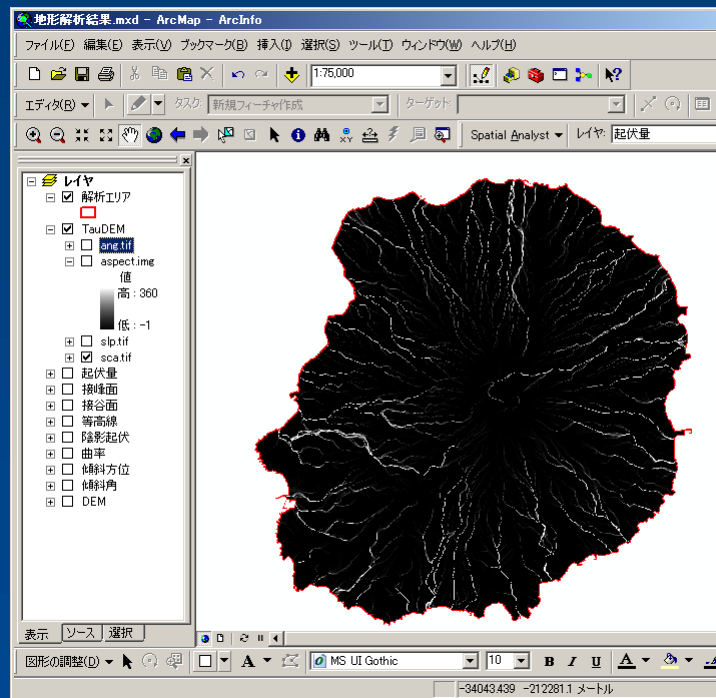
高度な水文解析ツール(ArcScripts)

- **TauDEM(Terrain Analysis Using Digital Elevation Models)**
 - ユタ州立大学の水文学研究グループのDavid Tarboton教授らが開発したツール。D-Infinity法による解析などが可能
 - 最近では、土木研究所の「表層崩壊に起因する土石流の発生危険度評価（案）、平成21年1月」で参考資料としても記載あり。
 - 動作環境：ArcGIS 9.3.1のジオプロセシングツールで動作
 - URL
 - <http://hydrology.usu.edu/taudem/taudem5.0/index.html>

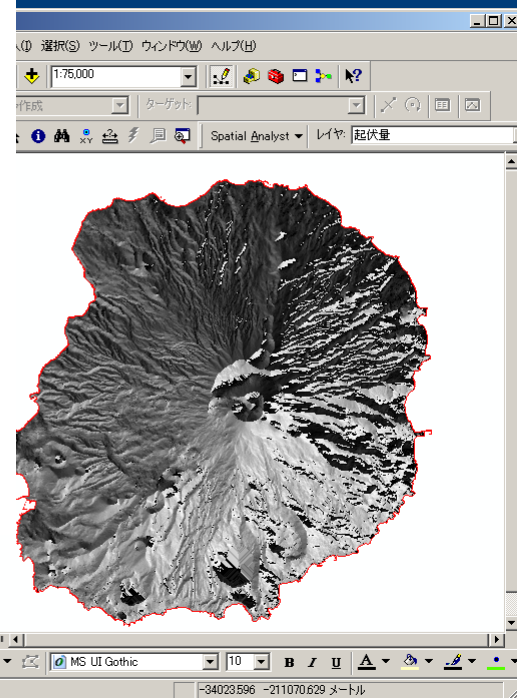
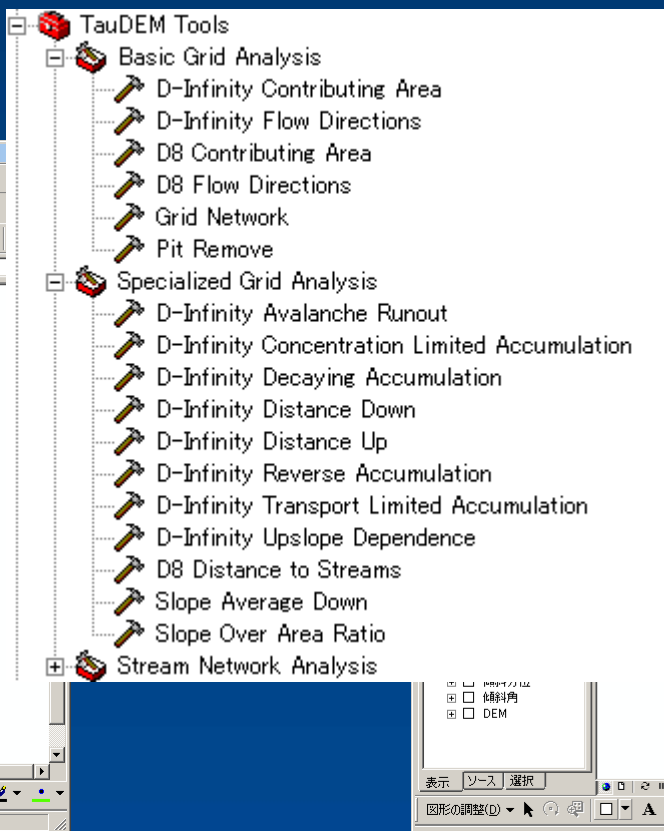
- **TauDEM(Terrain Analysis Using Digital Elevation Models)**
 - バージョン5.0では、並列計算用のMPICH2を利用しており、インストールと設定が必要。詳細は「TauDEM 5.0 QUICK START GUIDE TO USING THE TAUDDEM ARCGIS TOOLBOX」を参照
 - **トラブル時は以下を参照**
 - <http://hydrology.usu.edu/taudem/taudem5.0/troubleshooting.html>
 - 斜面の安定性を計算するSINMAP(Stability Index Mapping)のツールも同教授によって公開されている

高度な水文解析ツール(ArcScripts)

- **TauDEM(Terrain Analysis Using Digital Elevation Models)**



D-Infinity法による累積流量ラスタ



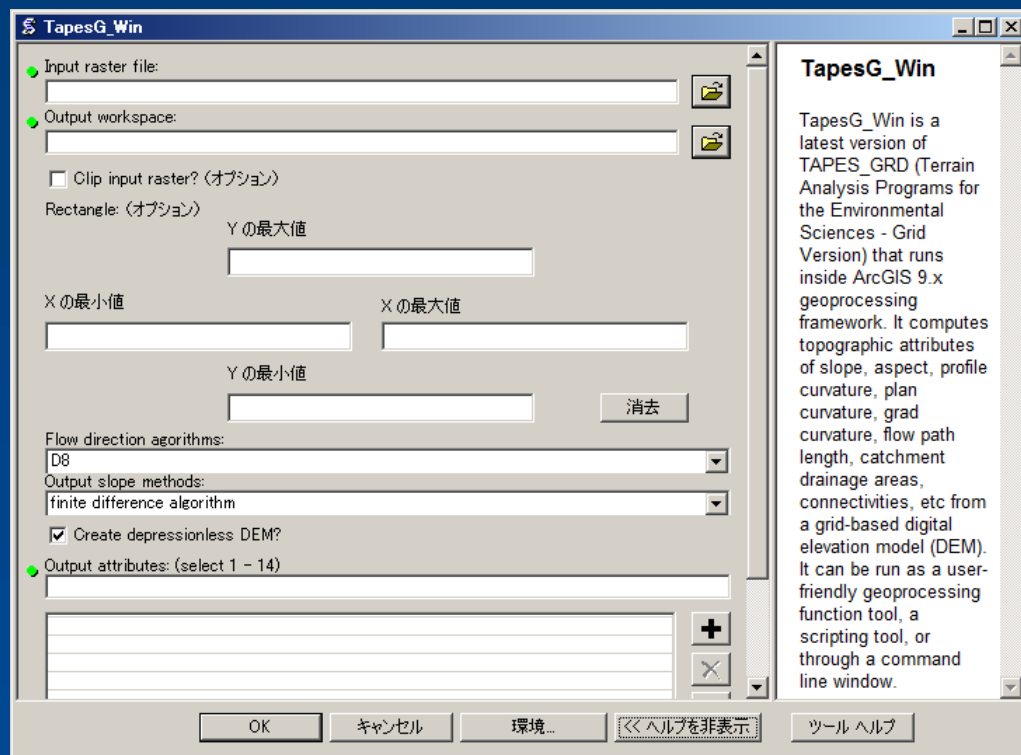
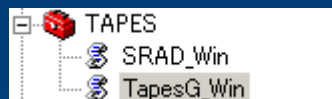
D-Infinity法による流向ラスタ

高度な水文解析ツール(ArcScripts)

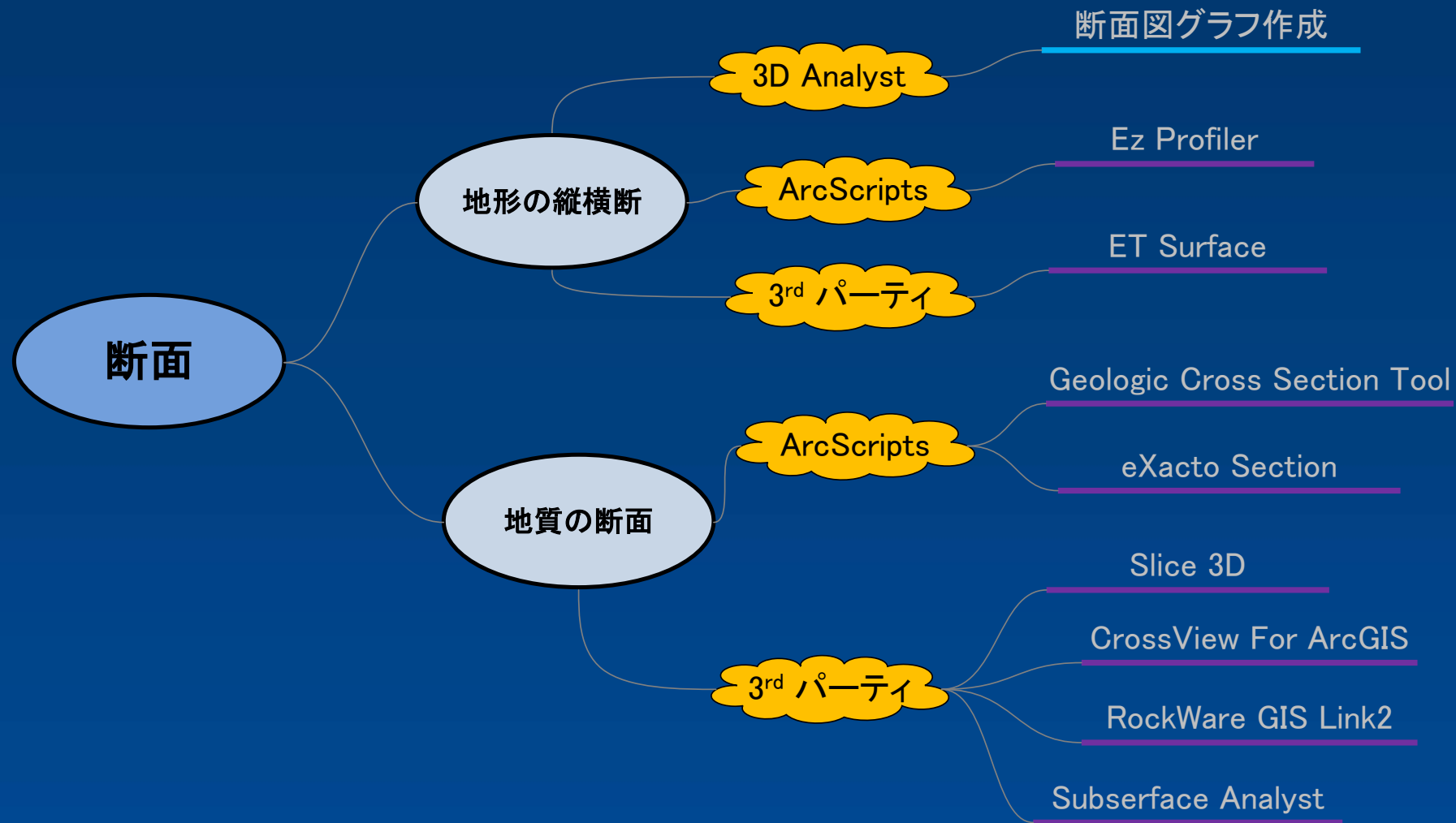
- Tapes-G(Terrain Analysis Programs for the Environmental Sciences – Grid Version) & SRAD(Solar Radiation)
 - オーストラリア国立大学のIan Moore教授が開発したものを、南カリフォルニア大学のHong Chen教授, John Wilson教授などが発展させたもの。現在、メンテナンスは行われていない模様。
 - 動作環境 : ArcGIS 9.2までのジオプロセシングツールとして動作。
 - URL
 - <http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=13759>

高度な水文解析ツール(ArcScripts)

- Tapes-G(Terrain Analysis Programs for the Environmental Sciences – Grid Version) & SRAD(Solar Radiation)

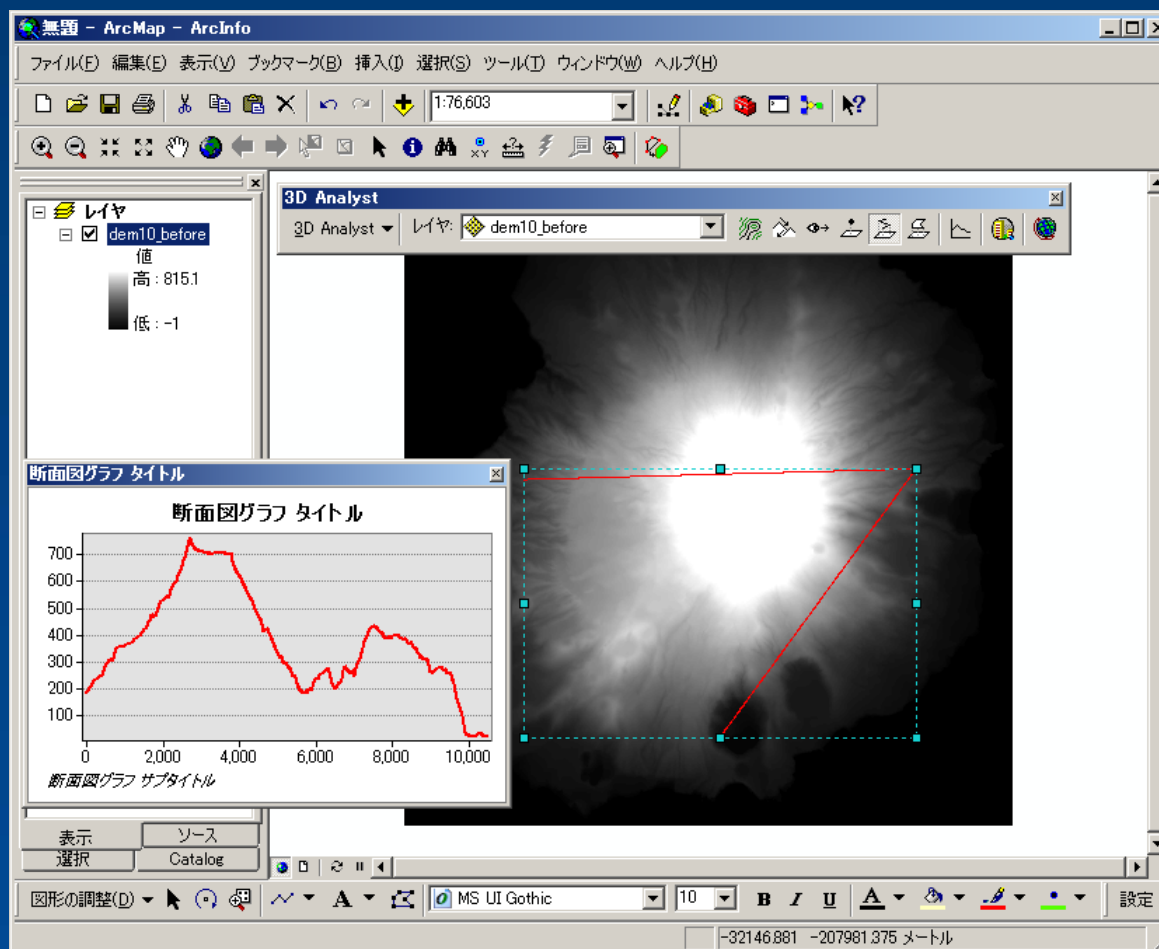


縦横断



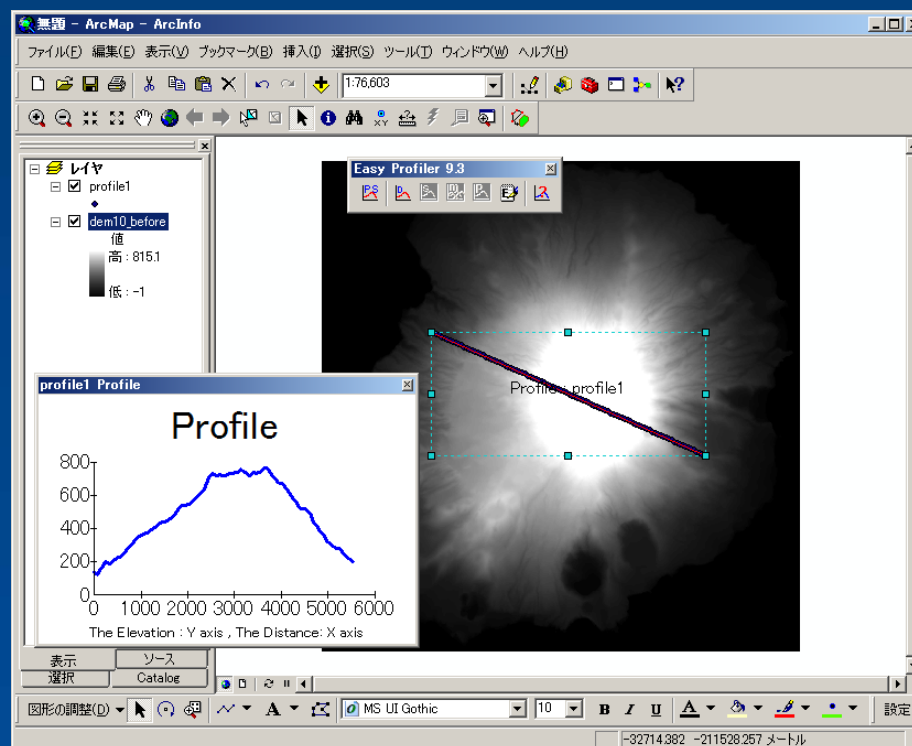
地形の縦横断

- 断面図グラフ作成(3D Analyst)



地形の縦横断

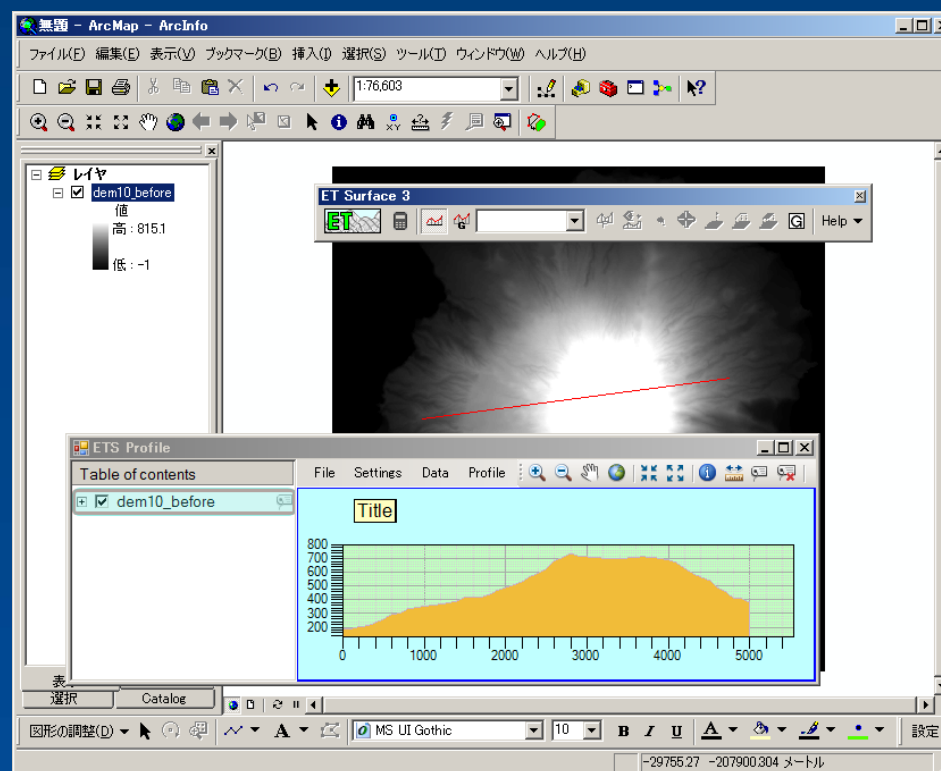
- Ez Profiler(ArcScripts)
 - 動作環境 : ArcGIS 9.x
 - URL
 - <http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=16031>



地形の縦横断

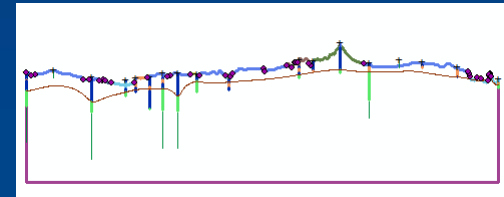
- ET Surface(3rdパーティ)
 - 動作環境 : ArcGIS 9.x、ArcGIS 10
 - URL
 - <http://www.ian-ko.com/>

345USドル/1ライセンス～



地質断面

- **Geologic Cross Section Tool(ArcScripts)**
 - アメリカ地質調査所のEvan Thoms氏
 - 動作環境 : ArcGIS 9.x
 - URL
 - <http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=15530>
- **eXacto Section(ArcScripts)**
 - イリノイ州立地質調査所のJennifer Carrell氏
 - 動作環境 : ArcGIS 9.x + 3D Analyst
 - URL
 - <http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=16734>



地質断面

- Slice 3D(3rdパーティ)

- 動作環境 : ArcGIS 9.2まで
- URL

- <http://slice3d.geoblogspot.com/>

200USDドル/1ライセンス～

- CrossView For ArcGIS(3rdパーティ)

- 動作環境 : ArcGIS 9.x
- URL

- <http://www.aprimesoftware.com/>

499USDドル/1ライセンス～

地質断面

- RockWare GIS Link2

- 動作環境 : ArcGIS 9.2, 9.3, 9.3.1、ArcGIS 10
- URL

- <http://www.rockware.com/product/overview.php?id=166>

349USDドル/1ライセンス～

- Subsurface Analyst

- 動作環境 : ArcGIS 9.2, 9.3, 9.3.1
- URL

- <http://www.aquaveo.com/subsurface-analyst>

2000USDドル/1ライセンス～

現地調査

GPS付
デジタルカメラ

位置情報付き
写真の取り込み

3rd パーティ

GPS-Photo Link

ArcScripts

ArcPhoto

GPSログ +
汎用デジタルカメラ

GPSデータと
写真のマッチング

ArcScripts

ArcPhoto

現地調査

ArcPadでの収集データと
写真のマッチング

ArcPad +
汎用デジタルカメラ

3rd パーティ

屋外調査支援システム

GPS-Photo Link

写真のマッチング

3rd パーティ

Spectrum Field &
Spectrum Office

ArcPad +
専用GPS機器DGPS補正

3rd パーティ

GPS Connect &
GPS Analyst

位置情報付き写真の取り込み

- GPS Photo Link(3rdパーティ)

- 動作環境 : ArcGIS 9.x
- URL

- <http://www.geospatialexperts.com/software-c-1.html>

349USD/1ライセンス～

- ArcPhoto(ArcScripts)

- 動作環境 : ArcGIS 9.2, 9.3, 9.3.1、ArcGIS 10
- URL 9.x用

- <http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=14856>

- URL 10用

- <http://resources.arcgis.com/gallery/file/geoprocessing/details?entryID=8C3643DC-1422-2418-8836-CF0510413D40>

*日本語化されています

GPSデータと写真のマッチング

- ArcPhoto(ArcScripts)

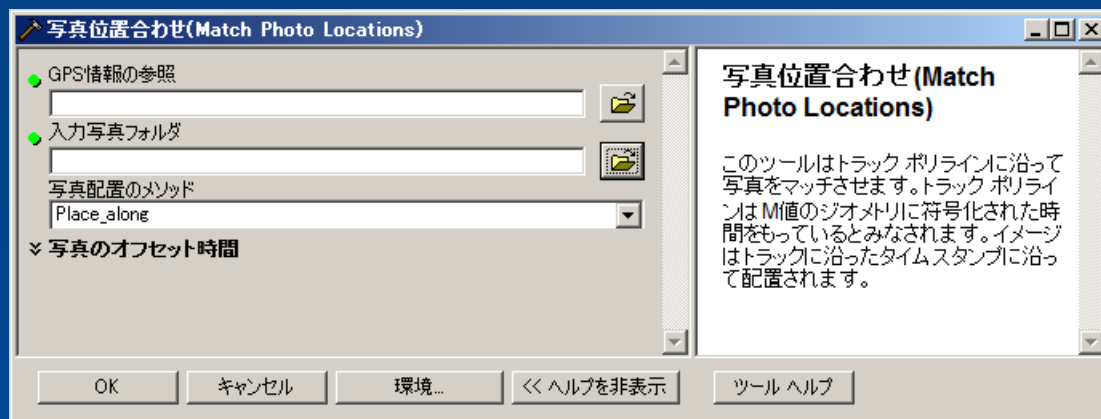
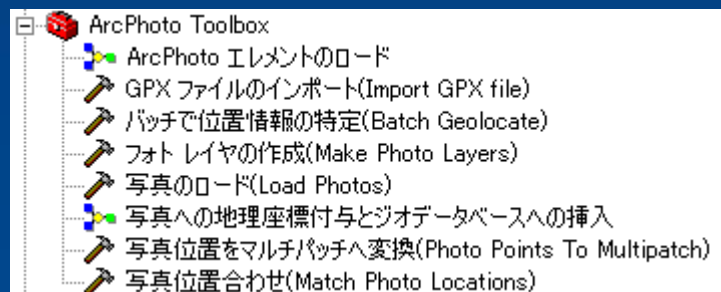
- 動作環境 : ArcGIS 9.2, 9.3, 9.3.1、ArcGIS 10

- URL 9.x用

- <http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=14856>

- URL 10用

- <http://resources.arcgis.com/gallery/file/geoprocessing/details?entryID=8C3643DC-1422-2418-8836-CF0510413D40>



*日本語化されています

ArcPadでの収集データと写真のマッチング

- 屋外調査支援システム(3rdパーティ)

- 帳票出力機能あり
- 動作環境 : ArcGIS 9.x
- URL

- <http://www.esri.com/products/pos/index.html>

価格は要問い合わせ

- GPS Photo Link(3rdパーティ)

- GIS Pro Seriesには帳票機能あり
- 動作環境 : ArcGIS 9.x
- URL

- <http://www.geospatialexperts.com/software-c-1.html>

349USD/1ライセンス～

ArcPadと専用GPS機器でのDGPS補正

- Spectrum Field & Spectrum Office

- 株式会社 ソキア・トプコン さま

- URL

- http://www.sokkia.co.jp/product/survey/survey_product.php?pid=pd1239776542

価格は要問い合わせ

- GPS Connect & GPS Analyst

- 株式会社 ニコントリンプル さま

- URL

- http://www.nikon-trimble.co.jp/products/gps/gps_correct.html
- http://www.nikon-trimble.co.jp/products/gps/gps_analyst.html

価格は要問い合わせ

その他

マップ配布・公開

Publisher

ArcGIS Server

ImageMapper

GeoClip

Mappetizer

3rd パーティ

ジオメトリ変換など 便利ツール

ESRIジャパン

ジオメトリ変換ツール

国内データ変換ツール

ET GeoWizards

3rd パーティ

Xtools Pro

統計ソフトRとの連携

ArcScripts

MGET(Marine Geospatial Ecology Tools)

GME(Geospatial Modelling Environment)

IDLとの連携

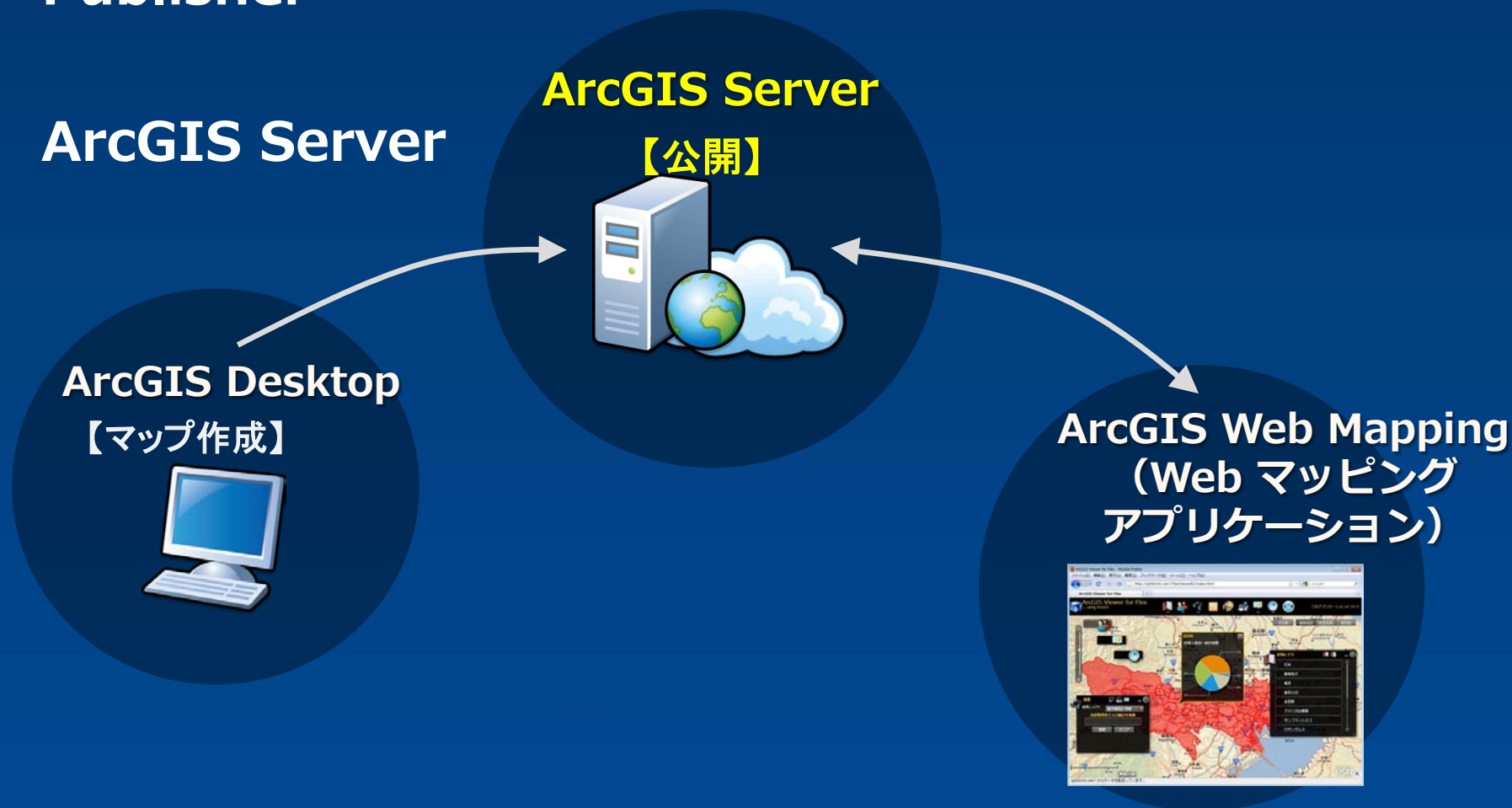
3rd パーティ

ENVI 4.8

その他

マップ配布・公開

- Publisher
- ArcGIS Server



マップ配布・公開

- HTML ImageMapper NG2(3rdパーティ)

- 動作環境 : ArcGIS 9.2, 9.3, 9.3.1
- URL

- http://www.alt4.com/eng/products_e/im/index.php

価格は要問い合わせ

- Mappetizer for ArcGIS(3rdパーティ)

- 動作環境 : ArcGIS 8.x, 9.x
- URL

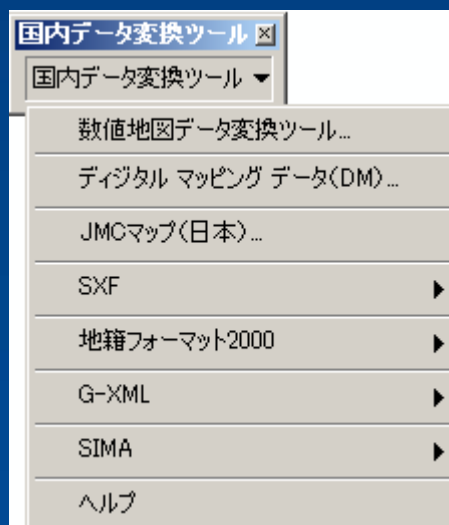
- <http://www.mappetizer.de/en/index.html>

649ユーロ/1ライセンス～

ジオメトリ変換など便利ツール

- ジオメトリ変換ツール

- 国内データ変換ツール



ジオメトリ変換など便利ツール

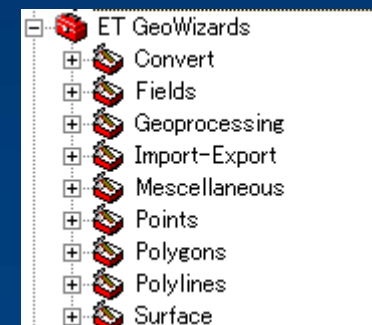
- ET GeoWizards(3rdパーティ)

- 動作環境 : ArcGIS 9.2, 9.3, 9.3.1、ArcGIS 10

- URL

- <http://www.ian-ko.com/>

245ドル/1ライセンス～



- XTools Pro(3rdパーティ)

- 動作環境 : ArcGIS 9.2, 9.3, 9.3.1、ArcGIS 10

- URL

- <http://www.xtoolspro.com/>

199ドル/1ライセンス～

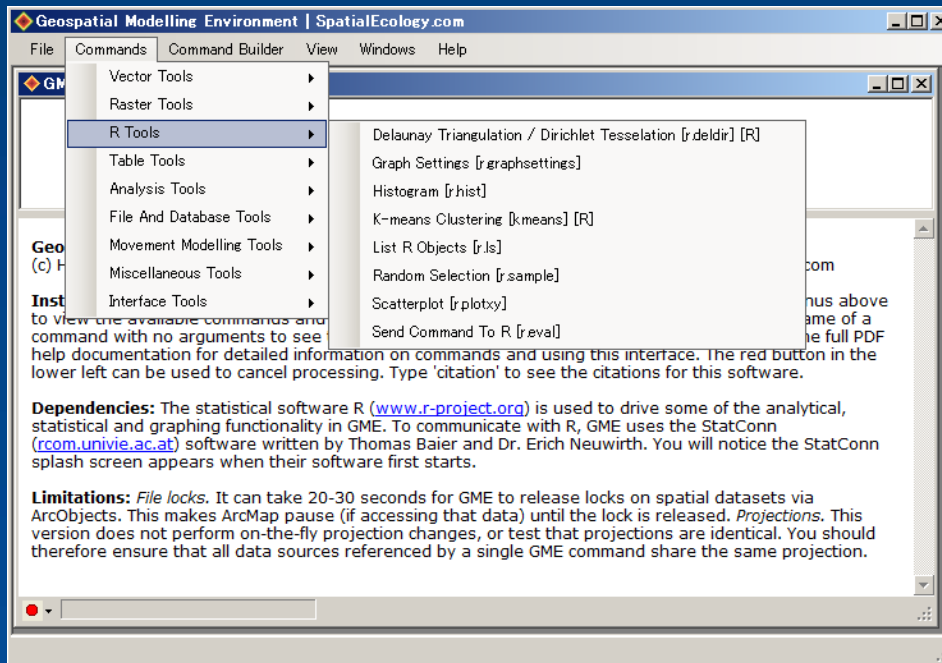


統計ソフトRとの連携

- MGET(Marine Geospatial Ecology Tools)
 - デューク大学の海洋地球空間生態学研究室のJason Roberts, Ben Bestらによって開発されているツール
 - ArcRstatsの後継。
 - 動作環境：ArcGIS 9.x、ArcGIS 10
 - URL
 - <http://code.env.duke.edu/projects/mget#DownloadandInstallation>

統計ソフトRとの連携

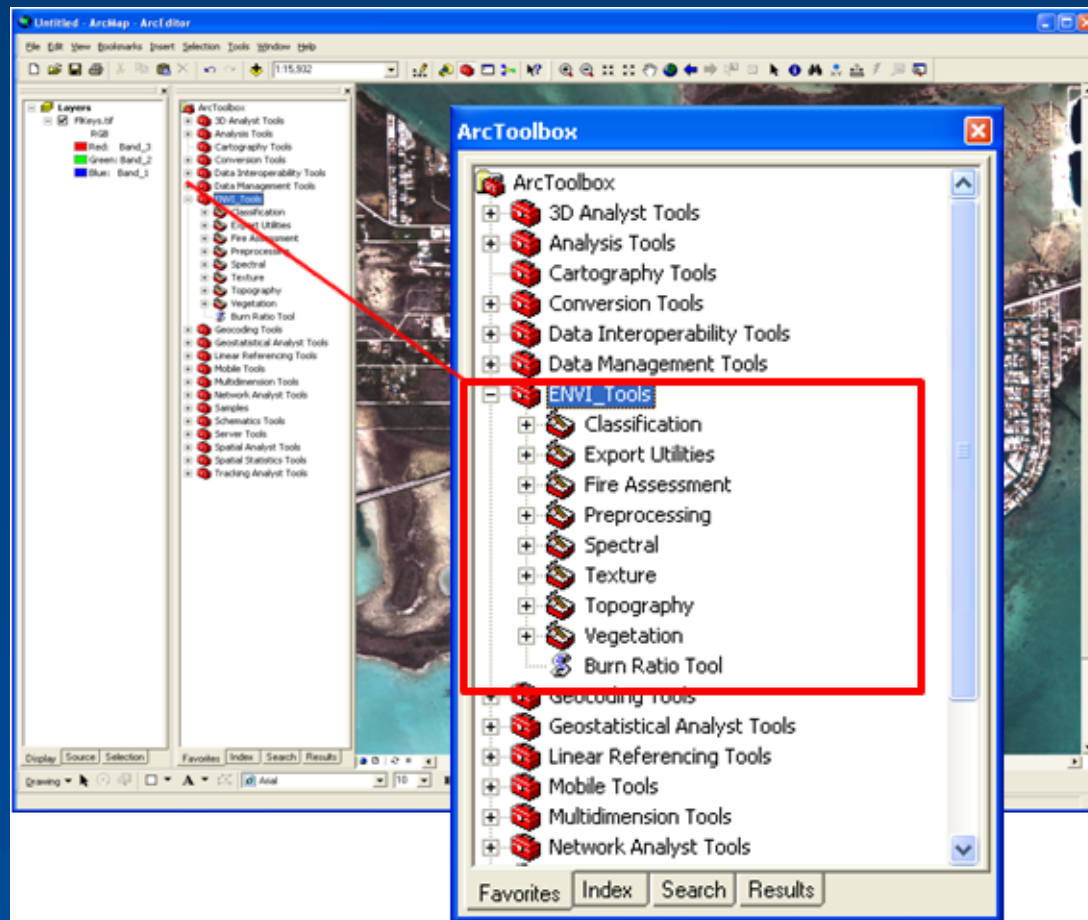
- **GME(Geospatial Modelling Environment)**
 - ArcScriptsでの環境系の解析ツールであるHawth's Toolの後継
 - 動作環境 : ArcGIS 9.3.1、ArcGIS 10
 - URL
 - <http://www.spatialecology.com/gme/gmedownload.htm>



- **GME(Geospatial Modelling Environment)**
 - インストールにはオープンソースの統計ソフトRと、StatConnが必要。詳細は「Detailed Instructions」を参照
 - トラブル時は「Troubleshooting Installation」を参照

IDLとの連携

- ENVI 4.8
 - 動作環境 : ArcGIS 10



ご質問



- 表現
- 検索
- 分析
- 作成
- 管理
- 共有



参考書籍や参考Webサイト

- 参考書籍

- John P. Wilson, John C. Gallant(2000) : TERRAIN ANALYSIS – Principles and Applications -, John Wiley & Sons
- J. De Smith, Michael F. Goodchild, Paul A. Longley(2006) : Geospatial Analysis: A Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools, Troubador Publishing
- Q.Zhou, B.Lees, G.Tang(2008) : Advances in digital terrain analysis, Springer
- R.J.Peckham, G.Jordan(2007) : Digital Terrain Modelling – Development and Applications in a Policy Support Environment-, Springer

参考書籍や参考Webサイト

- 参考Webサイト

- David Tarboton教授の講義用資料
 - <http://www.neng.usu.edu/cee/faculty/dtarb/tarclasses.html>
- David R.Maidment教授の講義用資料
 - <http://www.ce.utexas.edu/prof/maidment/class.html>
- Geospatial Analysis –A comprehensive guide-のWebサイト
 - <http://www.spatialanalysisonline.com/>

本資料に関して

- 2010年11月27日に開催された「第2回 GISLandslide 研究集会」で発表した資料をもとに、以下のような内容を一部加筆しております。
 - Webで参照できる範囲で、3rdパーティ製品の価格を追加。
 - TauDEMのインストール時の注意事項を追加。
 - GMEのインストール時の注意事項を追加。
 - 参考書籍や参考Webサイトを追加。
 - その他、PPTだけで参照しやすいように追記。
- 掲載しているバージョンの対応状況、価格などは発表時点のものであるので、各リンクの最新情報をご確認ください。

本資料の掲載内容に関する問い合わせ先：
shinji_kataya@esrij.com