

Illustrator & GIS + グラフ理論

2018年度スタートアップゼミ #3

2018/5/1

山本正太郎 (M2)

小林里瑛 (M1)

Adobe Illustrator



Adobe Illustrator について

■ はじめに

- ・ **Illustratorは有料ソフトウェア**なので、無理して全員が入れる必要はありません。
- ・ なので今回のスタートアップゼミではイラレに関する課題は出しませんし、基礎の導入もしません。
- ・ でも図面等を研究で多用する人には必須ですし、**TeXやパワポとの相性もいい**ので、慣れればダイアグラム作成の質とスピードが上がります。
- ・ イラレを使っていて分からないことがあれば、先輩に聞くかググればすぐに解決します（デバッグより全然楽）

Adobe Illustrator について

Illustrator とは...

- ・ベクターイメージを編集するためのソフトウェア
- ・ロゴやイラスト，ダイアグラム，図面やグラフを作成できる
- ・論文の図面作成やパワポのダイアグラム作成にどうぞ

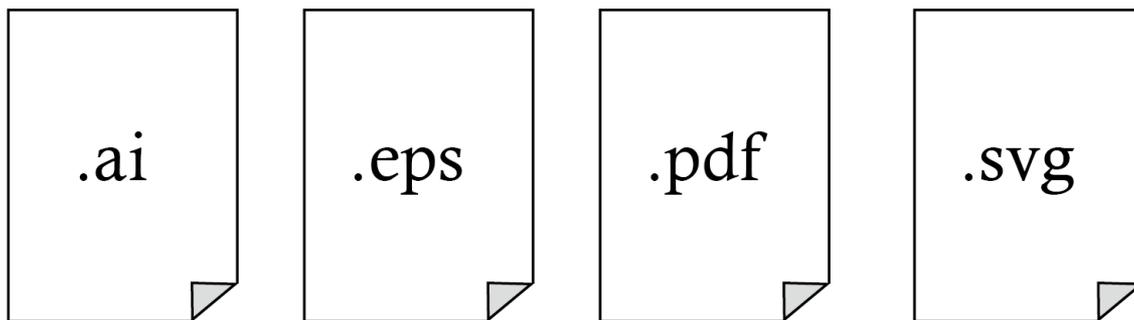
学生なら**980円/月**で導入できます
(2台までインストール可能)



Let's Illustrator !

Adobe Illustrator について

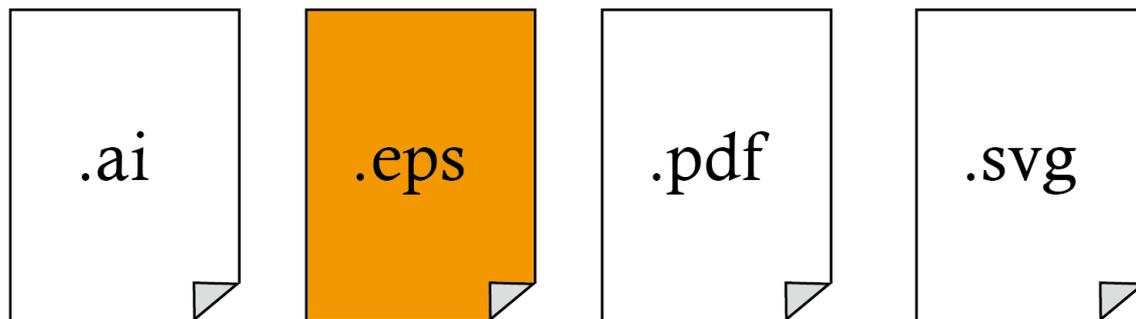
Illustratorで扱えるファイル形式



- .ai : Illustratorの最も基本的なファイル形式
- .eps : 次のスライドで解説します
- .pdf : 言わずもがな, ブラウザでも開けます
- .svg : Webページなどで使われるベクタデータ

Adobe Illustrator について

.epsファイルとは？

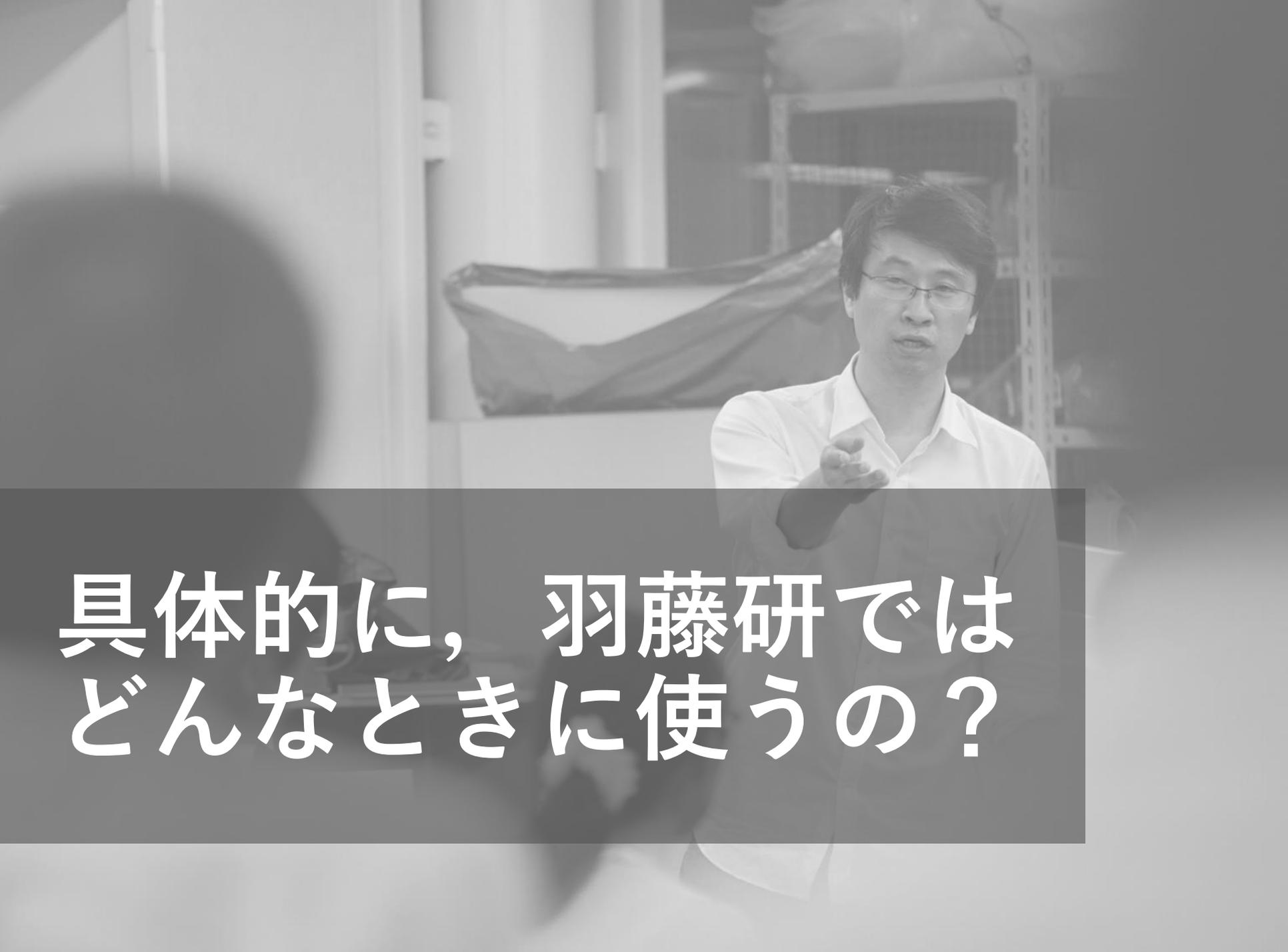


Encapsulated PostScriptの略.

.aiはIllustratorでしか開けないが、
.epsは他のソフトでも開くことができる。

重要：TeXは.epsと相性が高い

(.pngとかも埋め込めないことはないが、別途操作が必要)

A man with glasses and a white shirt is pointing forward in a workshop or laboratory setting. The background shows shelves and equipment. A dark semi-transparent box is overlaid on the lower half of the image, containing white text.

具体的に，羽藤研では
どんなときに使うの？

Adobe Illustrator について

1. 図面の作成（都市形成史研究など）



Adobe Illustrator について

2. ダイアグラムの作成

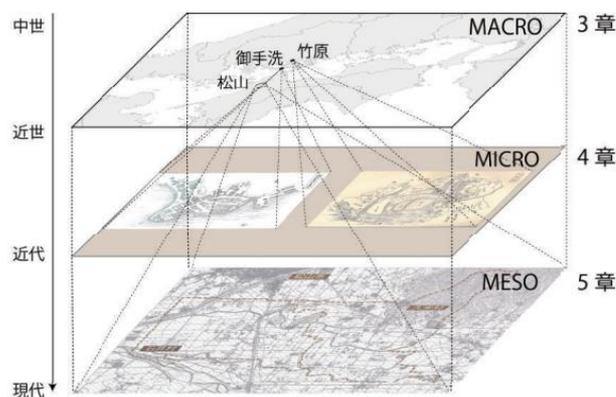


図 1.2 研究のフレームワーク 2

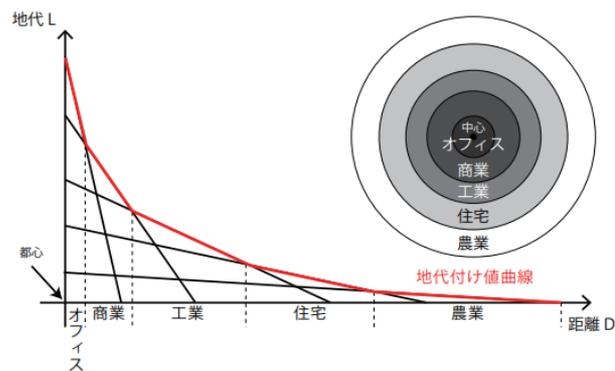


図 2.2 ナースのモデルにおける地代付け値曲線 [28]

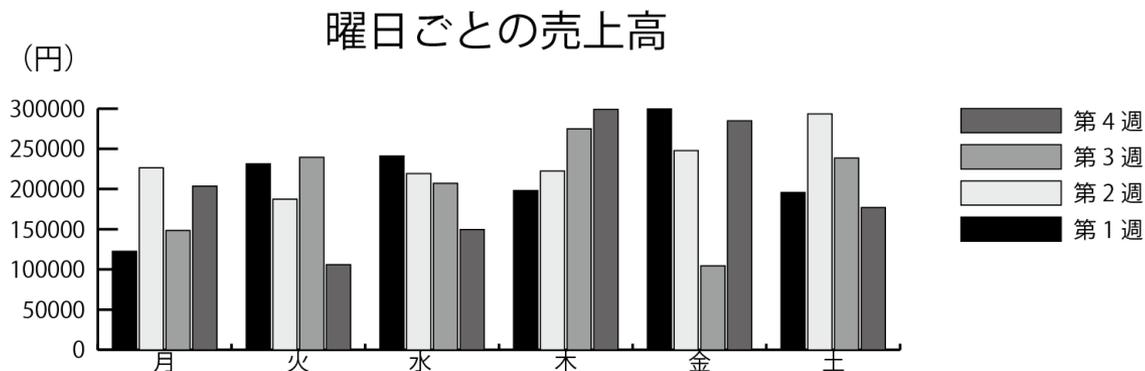
.eps保存すれば...
TeXに埋め込んで論文の
図として使える。

.pngで書き出しすれば...
上のようにパワーポイ
ントに直接貼ったりで
きる。

Adobe Illustrator について

3. グラフの作成 (これは正直Excelでもいいです)

タブ区切りの.txtファイルを読み込んでグラフを作成できます。



.eps保存すれば...
TeXに埋め込んで論文の
図として使える。

.pngで書き出しすれば...
上のようにパワーポイ
ントに直接貼ったりで
きる。

GIS

(Geographic Information System)



GIS について

ソフトウェアの紹介



Arc GIS

- ・有料ソフト（但し工学系の学生は無料で利用できる）
- ・豊富なデータ分析機能，大規模データの処理にも強い
- ・印刷やpdf出力がやりやすい

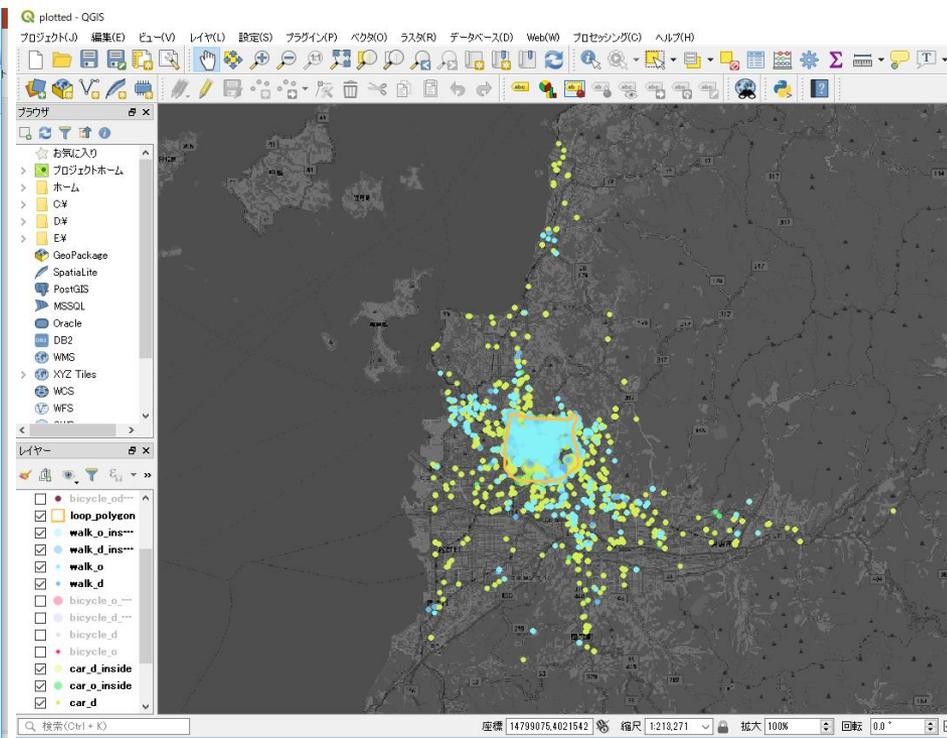
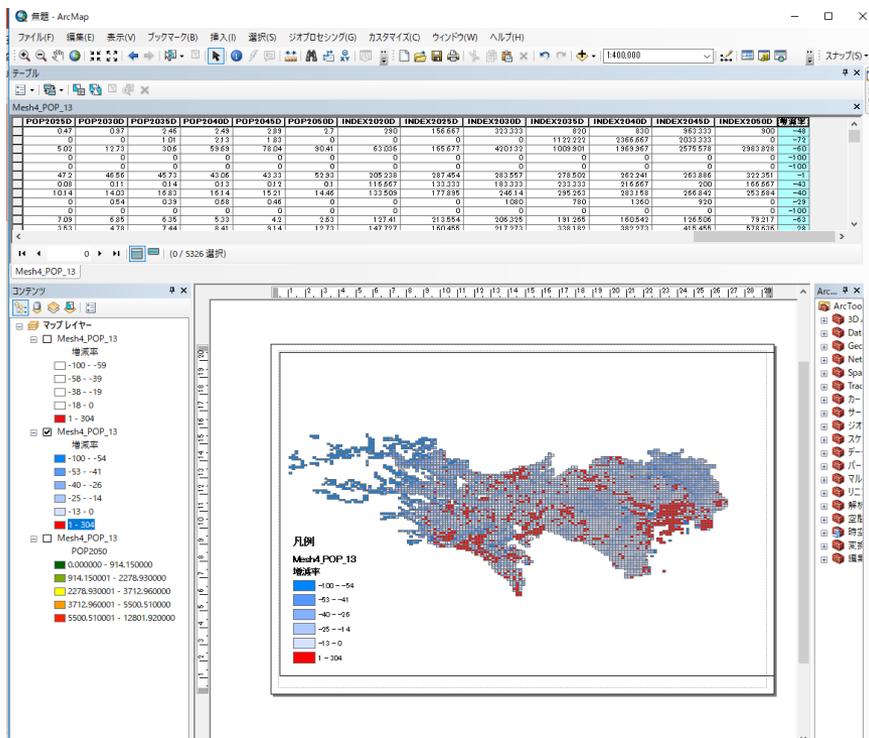


QGIS

- ・無料ソフト・オープンソース
- ・直感的なUI，プラグインが豊富なので機能はArc GISと遜色ない
- ・フリーソフトなので動作が不安定になりがち

GISでできること

空間的に結びついた各種データを投影するためのツール



▲ ArcGIS

▲ QGIS

GIS の基礎 1 : 使うデータ・使えるデータ

① シェープファイル

図形情報と属性情報をもった地図データファイル

- .dbf 属性の情報が保存
- .shp 図形の座標が保存
- .shx shpの図形とdbfの属性の対応関係が保存
- .prj 投影法の情報が保存
- etc..

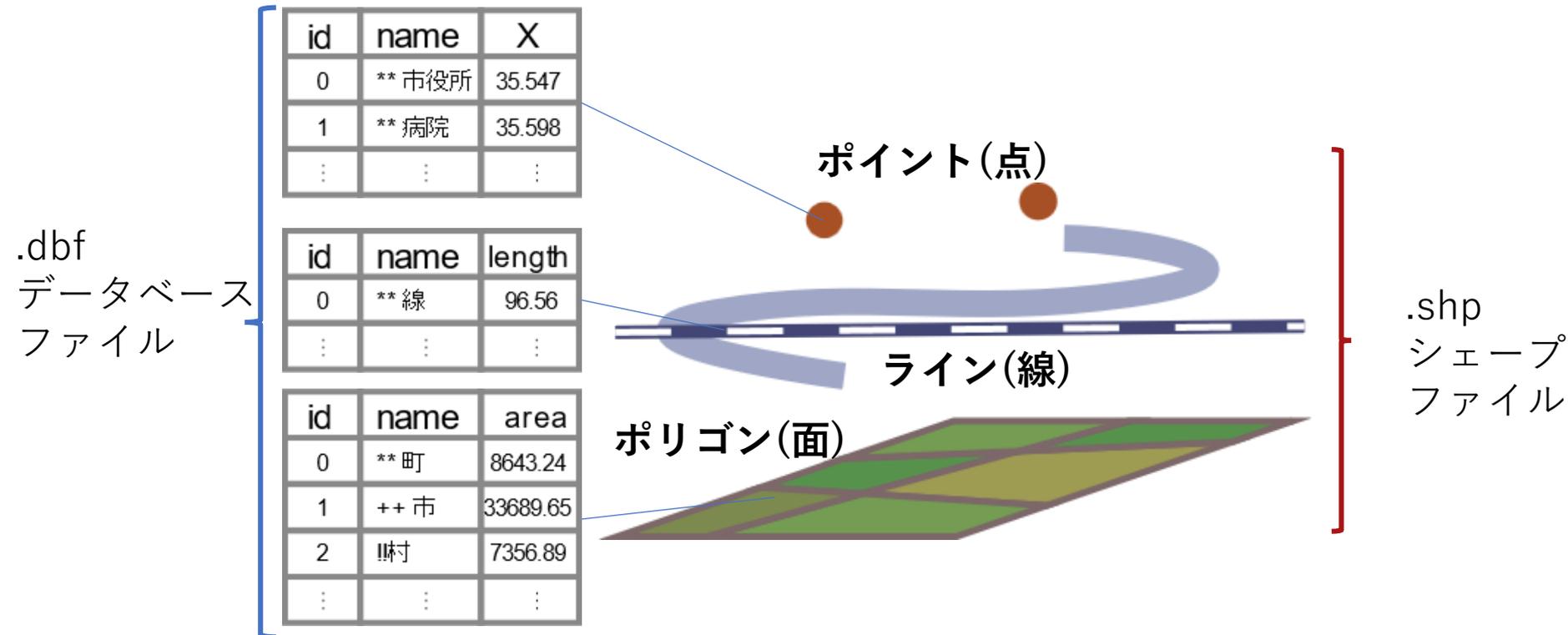
▼複数の役割を持ったデータセットから構成

looproad.dbf	DBF ファイル	9 KB
looproad.prj	PRJ ファイル	1 KB
looproad.qpj	QPJ ファイル	1 KB
looproad.shp	AutoCAD シェイプ ...	1 KB
looproad.shx	AutoCAD コンバイ...	1 KB
map_polyline.cpg	CPG ファイル	1 KB
map_polyline.dbf	DBF ファイル	1,114,619 KB
map_polyline.prj	PRJ ファイル	1 KB
map_polyline.qpj	QPJ ファイル	1 KB
map_polyline.shp	AutoCAD シェイプ ...	4,111 KB
map_polyline.shx	AutoCAD コンバイ...	193 KB
merge.cpg	CPG ファイル	1 KB
merge.dbf	DBF ファイル	9 KB
merge.prj	PRJ ファイル	1 KB
merge.qpj	QPJ ファイル	1 KB
merge.shp	AutoCAD シェイプ ...	1 KB
merge.shx	AutoCAD コンバイ...	1 KB
MTYMminato_line.cpg	CPG ファイル	1 KB

GIS の基礎 1 : 使うデータ・使えるデータ

① シェープファイル

図形情報と属性情報をもった地図データファイル



GIS の基礎 1 : 使うデータ・使えるデータ

② csvファイル

カンマ区切りのデータファイル

Mesh4_POP_13_TableToExcel.csv - メモ帳

ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)

FID, MESH_ID, CITY_CODE, POP2010, POP2020, POP2030, POP2035, POP2040, POP2045, POP2050, INDEX2020, INDEX2025, INDEX2030, INDEX2035, INDEX2040, INDEX2045

FID	Stage	MESH_ID	CITY_CODE	POP2010	POP2020	POP2030	POP2035	POP2040	POP2045	POP2050	INDEX2020	INDEX2025	INDEX2030	INDEX2035	INDEX2040	
2	Polygon	374112253	13421	36816	38363	34875	31274	27213	22853	18657	14664	104218	9101	84347	7333	62372
3	Polygon	394271731	13421	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Polygon	394271534	13421	066	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Polygon	394271624	13421	38315	38148	37757	37633	37565	3748	37651	3806	38564	3857	38377	38043	37211
6	Polygon	394271721	13421	035	038	084	075	074	066	06	054	62532	88421	78347	77835	69474
7	Polygon	394271722	13421	11705	10873	10384	98238	9152	8382	7726	7081	62832	84058	78189	7161	6100
8	Polygon	404241762	13421	435	856	837	838	83	83	842	295	208265	200328	201328	200	200
9	Polygon	404241763	13421	139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Polygon	404241854	13421	4137	384	373	3464	3176	2819	268	1511	95238	80162	83732	76771	70558
11	Polygon	404241861	13421	7028	9124	9059	9135	9165	8055	8845	8939	128824	128889	12938	130407	128842
12	Polygon	404241852	13421	187	218	218	218	218	218	218	218	130539	130539	131138	130539	131138
13	Polygon	404241854	13421	735	522	814	523	527	513	501	511	128361	127832	129081	12985	127692
14	Polygon	404241864	13421	26	338	327	0	0	0	0	0	126154	125769	0	0	0
15	Polygon	404251151	13421	19879	22856	22828	2206	21063	20076	19212	18873	116144	114477	112089	107033	102017
16	Polygon	404251152	13421	645	653	654	6237	6028	5846	572	5625	102047	98667	96543	93473	90536
17	Polygon	404251153	13421	545	5625	5324	5013	4701	4307	3934	3846	103211	97688	91382	85257	79028
18	Polygon	404251154	13421	34665	34288	34888	34658	34478	34409	33936	33334	9831	100654	100009	99468	99259
19	Polygon	404251161	13421	239	236	236	236	236	239	231	106093	106093	106736	106093	103364	102364
20	Polygon	404251163	13421	46894	4803	48049	4788	47436	47187	46723	46729	104786	104786	104327	10236	102817
21	Polygon	404251164	13421	1138	1174	1169	1129	1127	1127	953	801	106009	104562	103084	100805	101639
22	Polygon	404251252	13421	61579	5977	60277	61216	6202	6358	62686	628	97062	97886	98411	100716	101626
23	Polygon	48336504	13402	13439	13382	17516	17441	15637	15606	14652	13924	94276	91386	8946	85524	8106
24	Polygon	483365814	13402	084	085	0	0	0	0	0	0	10118	0	0	0	0
25	Polygon	483346734	13401	3637	34	3015	2957	2066	1658	1388	572	93484	82388	70305	56805	46587
26	Polygon	483346742	13401	2243	1874	1496	1278	1071	878	725	608	74632	66552	57022	47348	39144
27	Polygon	483346743	13401	1404	917	766	623	544	481	426	468	65313	53846	44372	38746	34371
28	Polygon	483346744	13401	21386	18158	16126	14278	12848	11581	10359	978	84866	75369	66737	60063	54127
29	Polygon	483346751	13401	3522	2968	2669	2192	1876	1592	1276	1117	8427	72942	62237	53265	46202
30	Polygon	483346753	13401	15007	12651	11854	10655	959	8601	7646	7193	84367	77131	71	63304	57313
31	Polygon	483346924	13401	077	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	Polygon	483346831	13401	389	337	308	279	263	232	209	136	93872	85794	77716	70474	64524
33	Polygon	483346832	13401	19338	17632	1637	14873	13669	12487	11326	1075	91205	84339	76573	70466	64373
34	Polygon	483346833	13401	11337	8403	7681	6679	6234	5635	4864	4601	74112	6647	60616	55517	49516
35	Polygon	483346834	13401	13636	10112	8813	7676	6529	5443	4433	3924	74157	64674	56293	47881	39316
36	Polygon	483346841	13401	3564	2536	2033	1539	1239	928	706	549	71156	57043	44865	34484	26038
37	Polygon	483346842	13401	19039	14231	12673	11211	9936	8735	7637	6546	74721	66354	58899	52024	46731

属性情報として読み込む

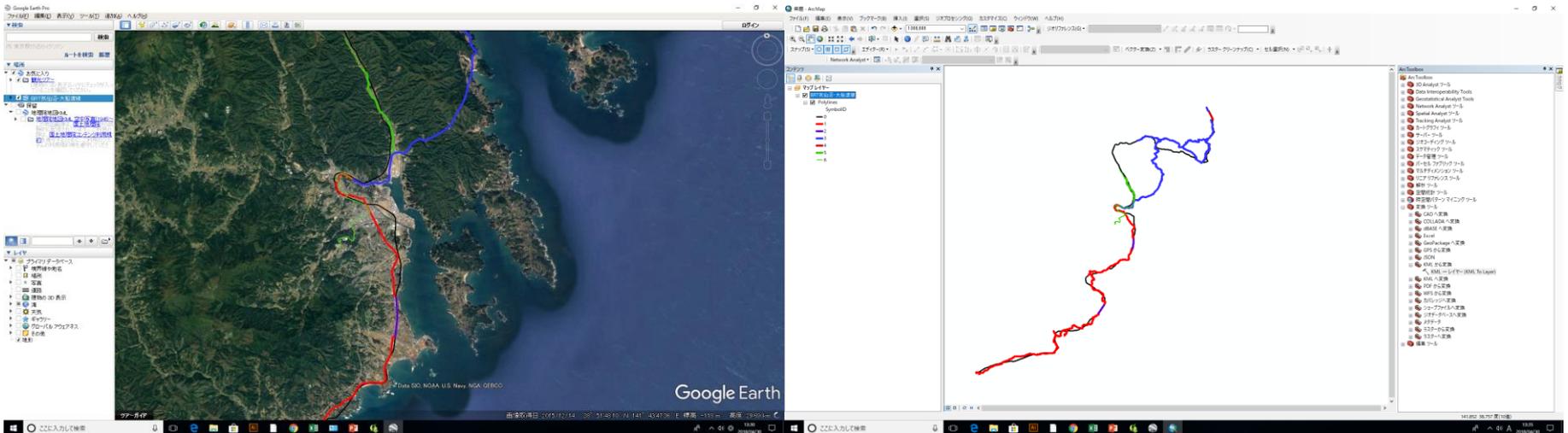
Mesh4_POP_13 (1/5326 選択)

GIS の基礎 1 : 使うデータ・使えるデータ

③kmlファイル

図形情報と属性情報(関連コンテンツ)をもった地図データファイル

Google Earthなど一般の人も良く使う形式。



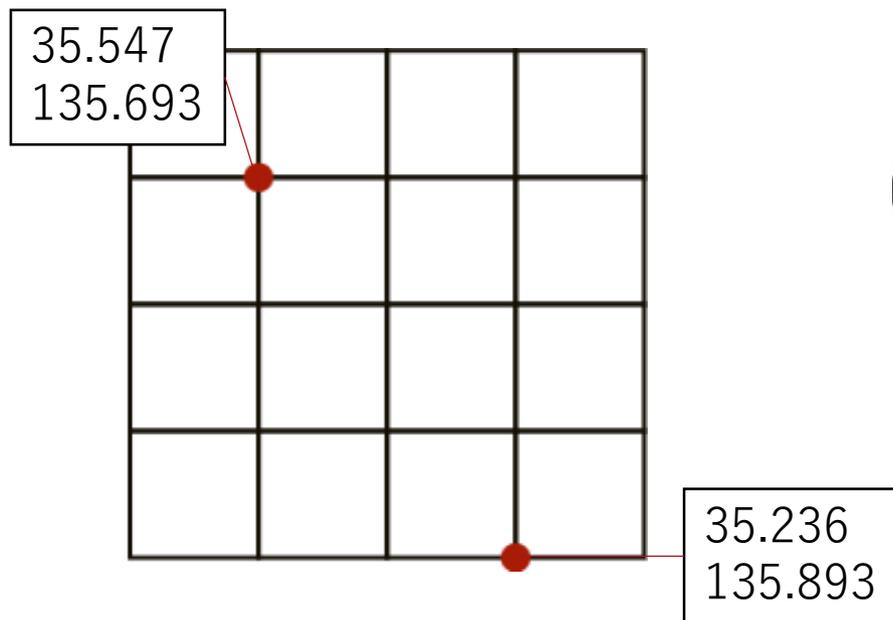
GIS の基礎 2 「測地系」と「座標系」

GISで扱う座標系

「座標系」 = 特定の位置を示すために座標を用いる際の、座標表現についての取り決めのこと。

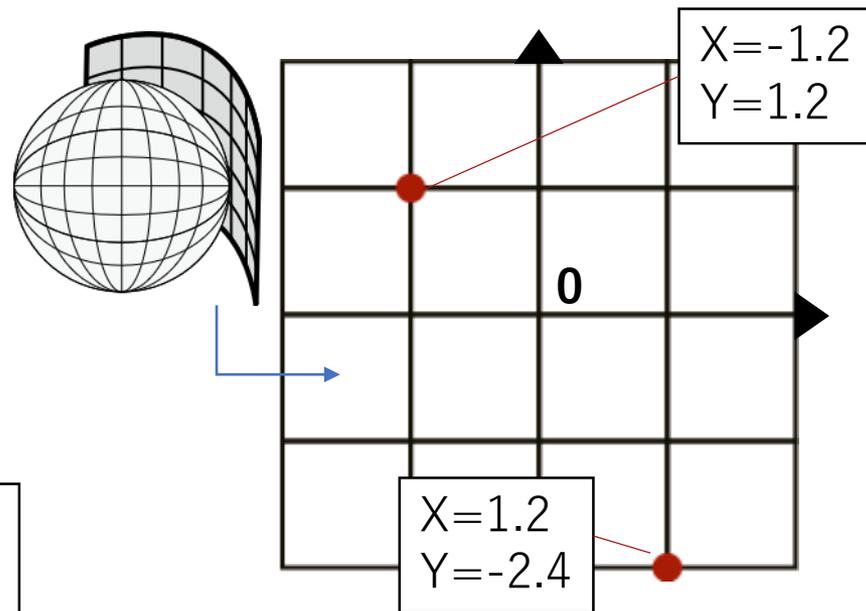
①地理座標系

緯度経度で表現



②投影座標系

三次元空間を二次元に”投影”し、XY座標で原点からの距離を表現



GIS の基礎 2 「測地系」と「座標系」

■ 測地系について

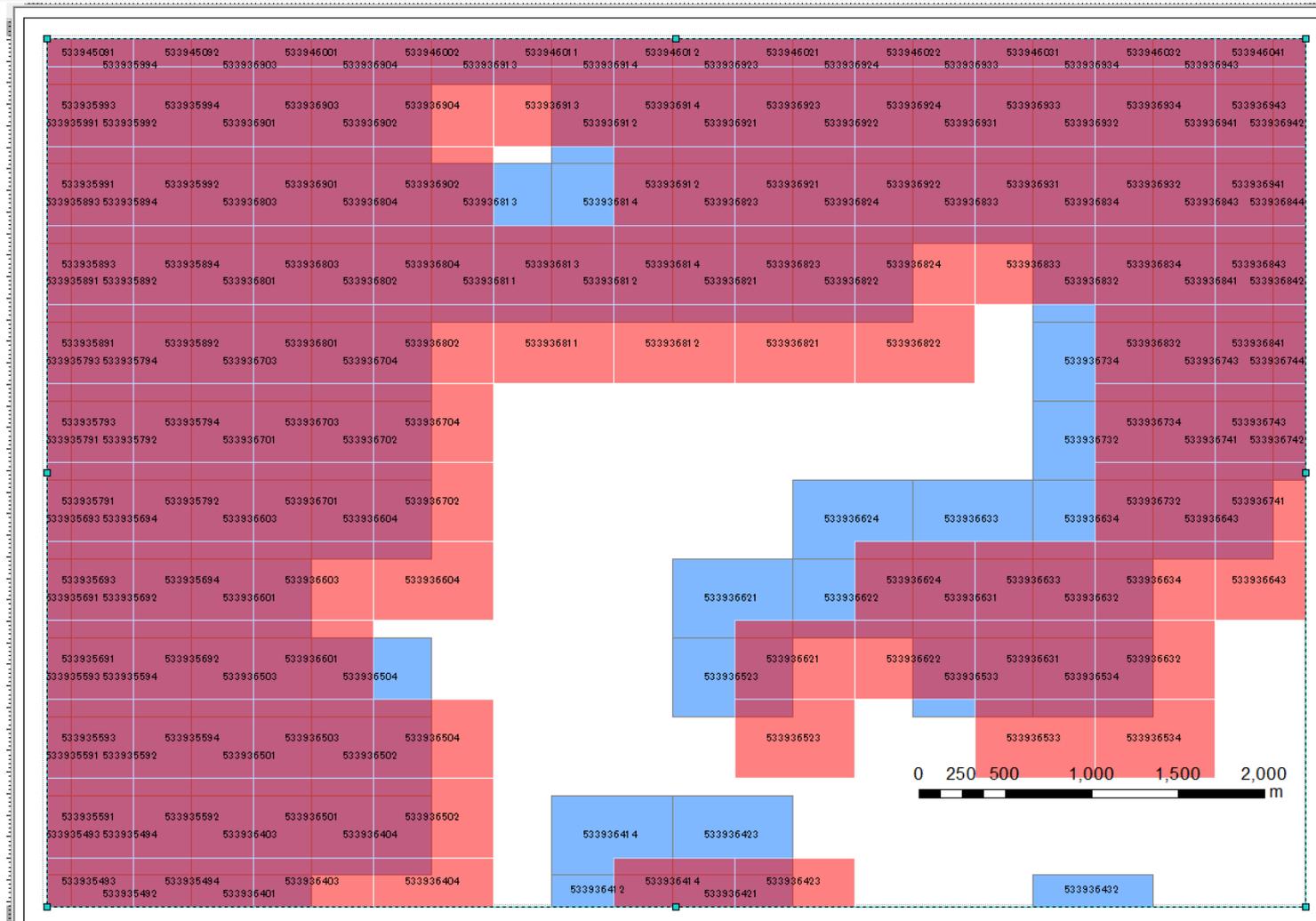
「世界測地系」を使おう

測地系：緯度経度の座標軸を使って、地図画面上の特定の位置を示す際の基準となる前提条件

→これが異なると、同じ位置でも座標値が異なる

→GIS上で表示するとズレが生じる

GIS の基礎 2 「測地系」と「座標系」



赤：日本測地系(Tokyo)

青：世界測地系(WGS_1984)

GIS の基礎 2 「測地系」と「座標系」

■ 測地系について

「世界測地系」を使おう

測地系：緯度経度の座標軸を使って、地図画面上の特定の位置を示す際の基準となる前提条件

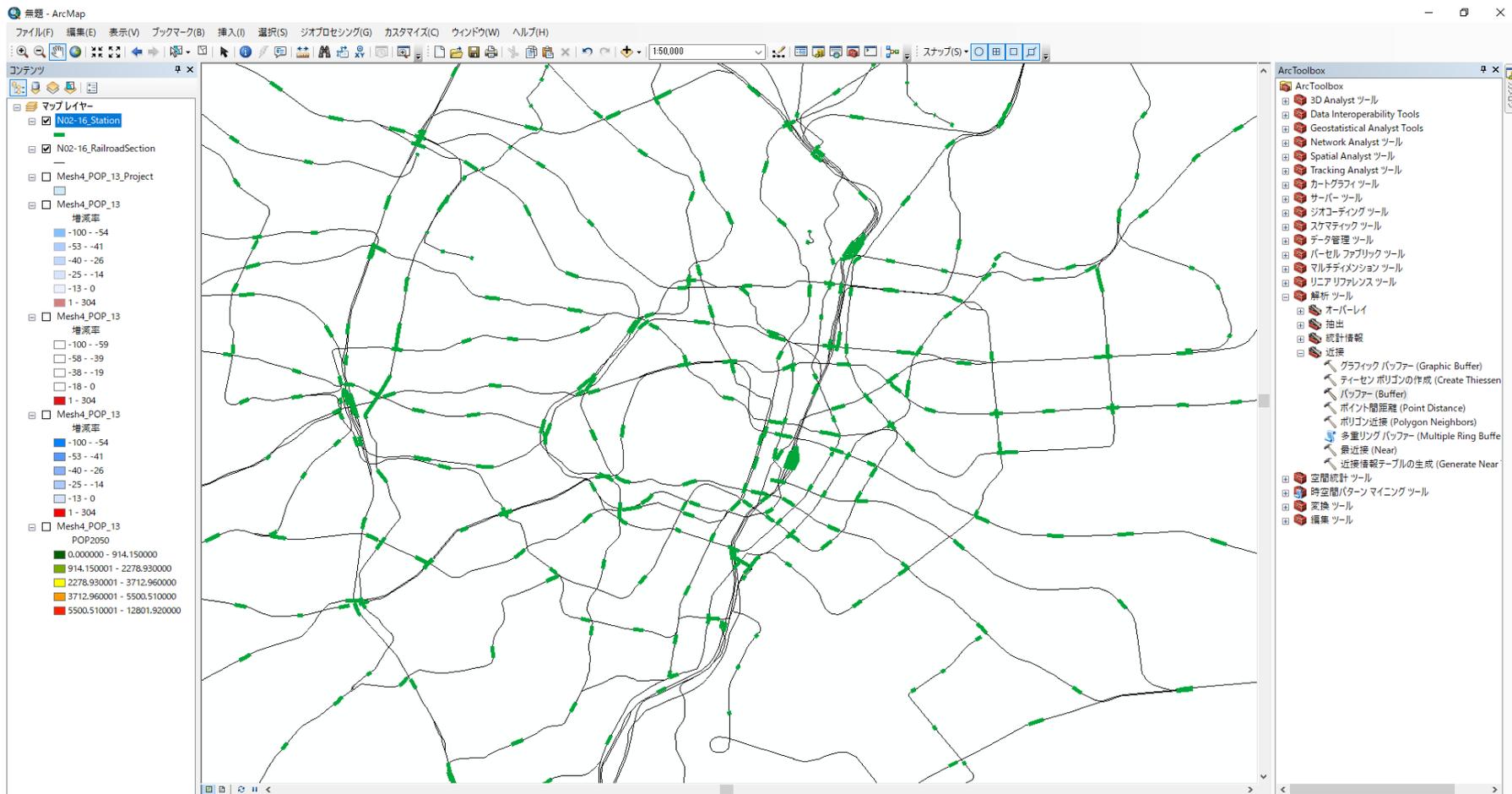
→これが異なると、同じ位置でも座標値が異なる
→GIS上で表示するとズレが生じる

世界測地系：JGD2000(2011), WGS1984 など
国土数値情報はJGD2000 GPSデータはWGS1984

データの測地系・座標系に気を配りましょう。
ArcもQも「レイヤプロパティ」から確認できます。

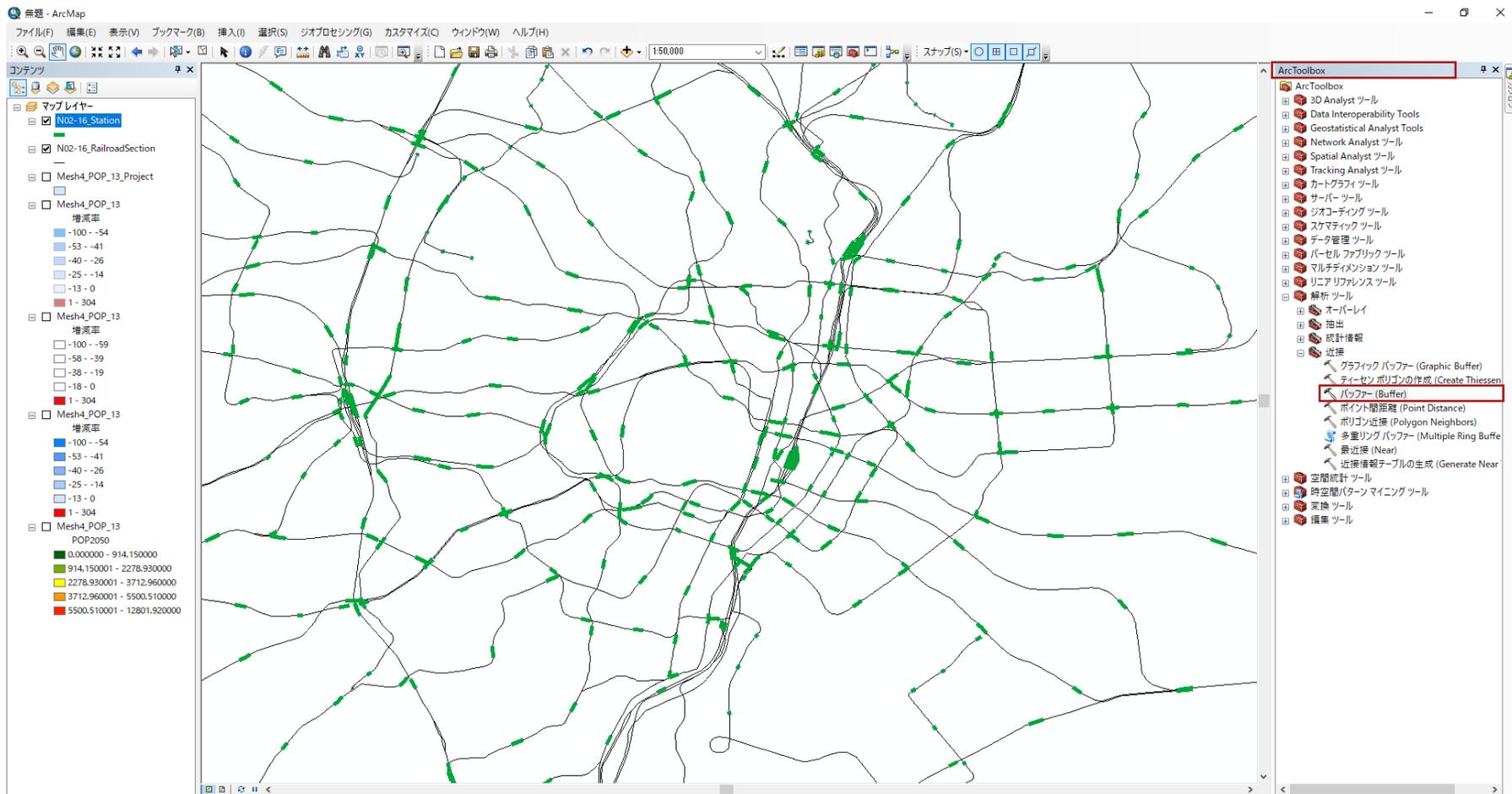
GIS の実践例

バッファの作成



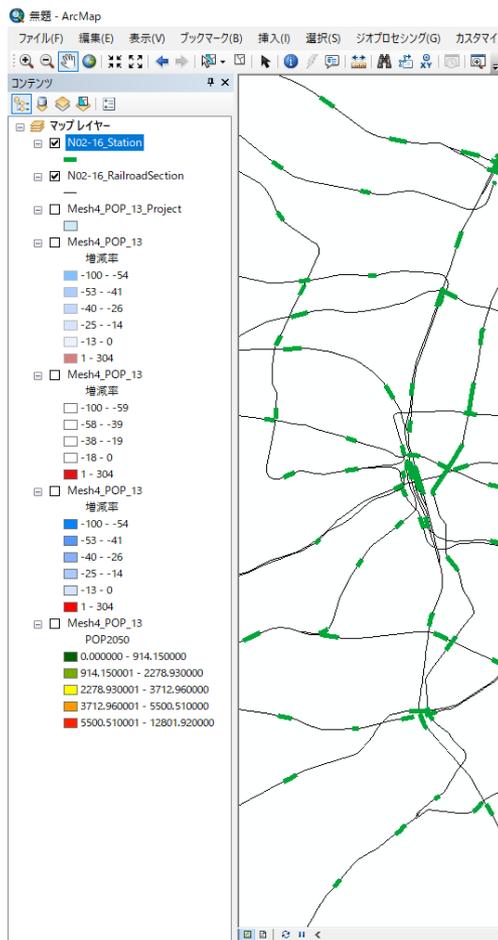
GIS の実践例

バッファの作成

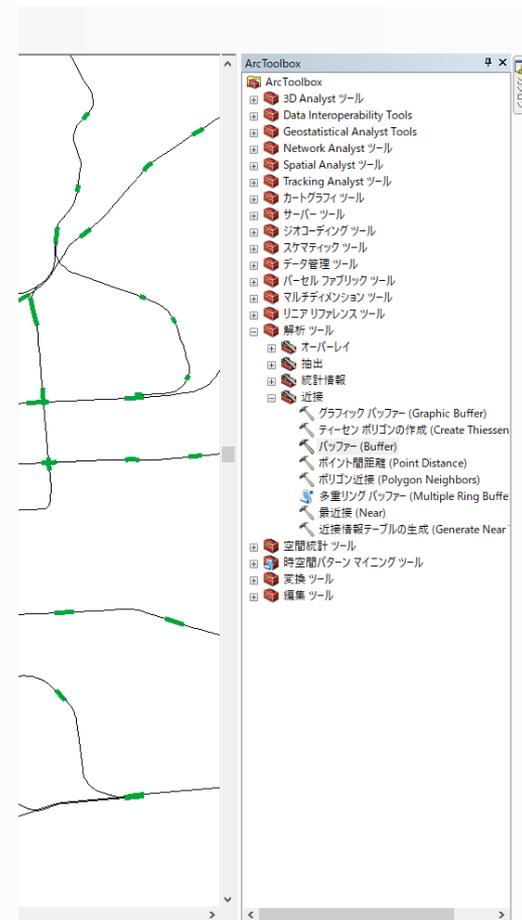


GIS の実践例

バッファの作



- + 3D Analyst ツール
- + Data Interoperability Tools
- + Geostatistical Analyst Tools
- + Network Analyst ツール
- + Spatial Analyst ツール
- + Tracking Analyst ツール
- + カートグラフィ ツール
- + サーバー ツール
- + ジオコーディング ツール
- + スケマティック ツール
- + データ管理 ツール
- + パーセル ファブリック ツール
- + マルチディメンション ツール
- + リニアリファレンス ツール
- 解析 ツール
 - + オーバーレイ
 - + 抽出
 - + 統計情報
 - 近接
 - グラフィック バッファ (Graphic Buffer)
 - ティessen ポリゴンの作成 (Create Thiessen)
 - バッファ (Buffer)**
 - ポイント間距離 (Point Distance)
 - ポリゴン近接 (Polygon Neighbors)
 - 多重リング バッファ (Multiple Ring Buffer)
 - 最近接 (Near)
 - 近接情報テーブルの生成 (Generate Near)
- + 空間統計 ツール
- + 時空間パターン マイニング ツール
- + 変換 ツール
- + 編集 ツール



GIS の実践例

バッファの作成

The screenshot displays the ArcMap interface with the Buffer tool dialog box open. The tool is configured to create a 500-meter buffer around the 'N02-16_Station' layer. The output name is 'N02-16_RailroadSection_Buffer'. The distance unit is set to meters (メートル). The dialog also shows options for side type (FULL), end type (ROUND), method (PLANAR), and dissolve type (ALL). A callout box highlights the '500m' value in the distance field.

「500m」

Map Layers (マップレイヤー):

- N02-16_Station
- N02-16_RailroadSection
- Mesh4_POP_13_Project
- Mesh4_POP_13 (増減率: 100--54, 53--41, 40--26, 25--14, 13--0, 1-304)
- Mesh4_POP_13 (増減率: 100--59, 58--39, 38--19, 18--0, 1-304)
- Mesh4_POP_13 (増減率: 100--54, 53--41, 40--26, 25--14, 13--0, 1-304)
- Mesh4_POP_13 (POP2050: 0.000000 - 914.150000, 914.150001 - 2278.930000, 2278.930001 - 3712.960000, 3712.960001 - 5500.510000, 5500.510001 - 12801.920000)

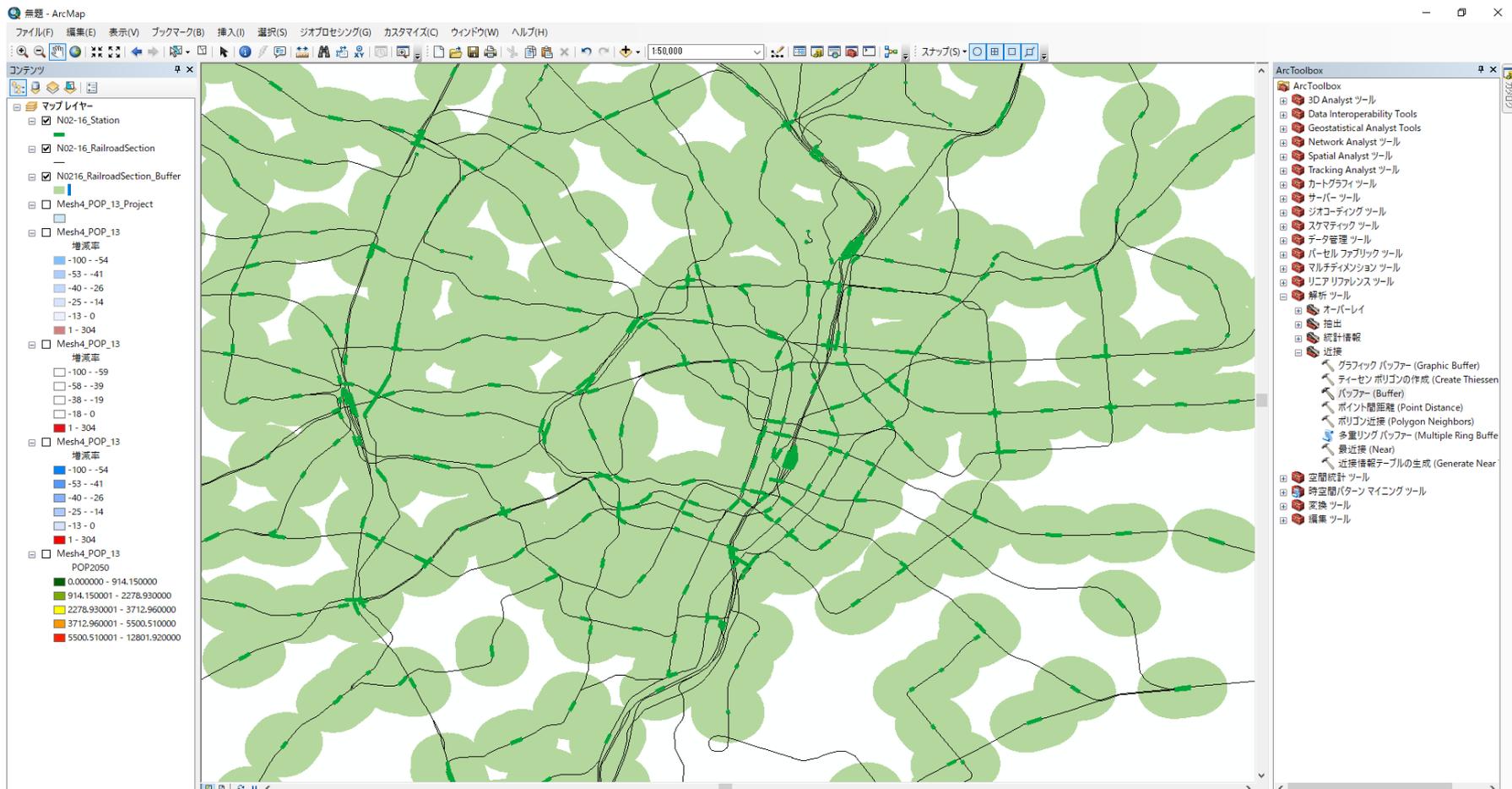
Buffer Tool Configuration:

- 入力フィーチャ: N02-16_Station
- 出力フィーチャクラス: C:\Users\bin\Documents\ArcGIS\Default.gdb\N0216_RailroadSection_Buffer
- バッファの距離 (距離またはフィールドを指定): 500
- 距離単位: メートル
- フィールド: (空欄)
- サイドタイプ (オプション): FULL
- エンドタイプ (オプション): ROUND
- メソッド (オプション): PLANAR
- ディソルブタイプ (オプション): ALL
- ディソルブフィールド (オプション): FID, N02_001, N02_002, N02_003, N02_004, N02_005

Buttons: OK, キャンセル, 環境..., ヘルプを表示 >>>

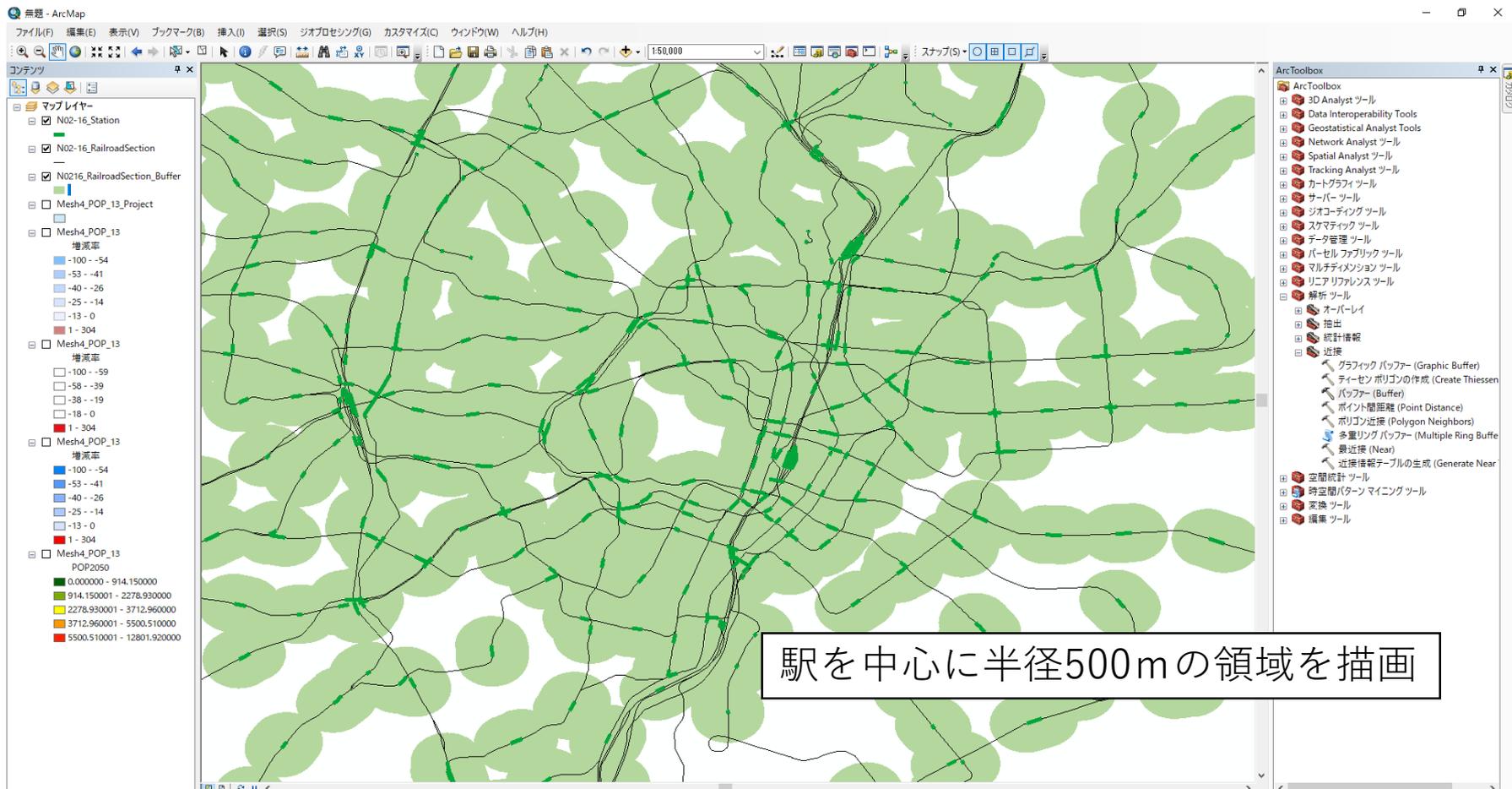
GIS の実践例

バッファの作成



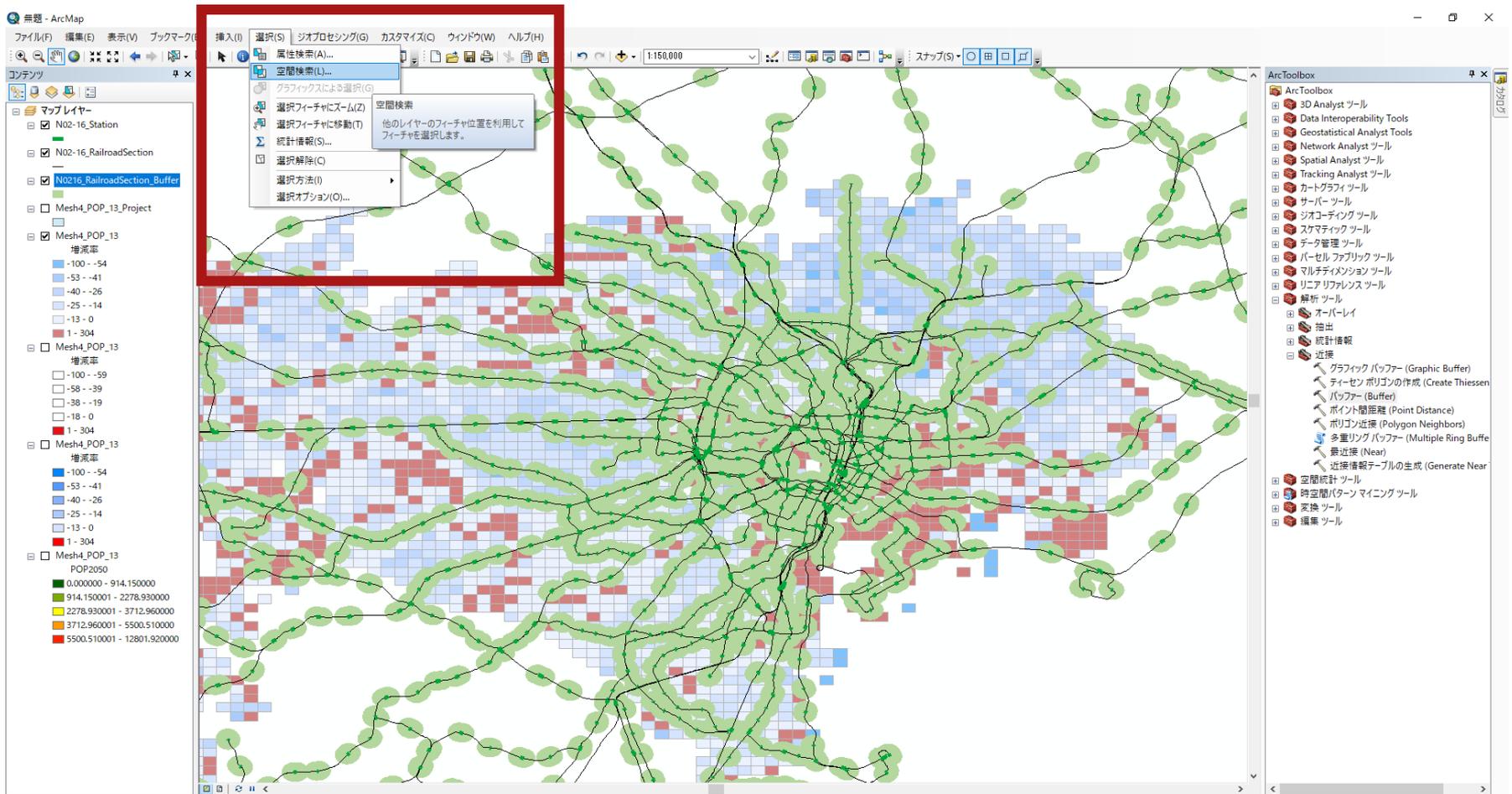
GIS の実践例

バッファの作成



GIS の実践例

空間検索



GIS の実践例

空間検索

ターゲット：人口メッシュ

ソース：駅から半径500mの領域

空間選択方法：交差する

空間検索

ソース レイヤー フィーチャとの位置関係に基づに 1つ以上のターゲット レイヤーからフィーチャを選択します。

選択方法(M)

新規選択セットの作成

ターゲット レイヤー(T):

- N02-16_Station
- N02-16_RailroadSection
- N0216_RailroadSection_Buffer
- Mesh4_POP_13_Project
- Mesh4_POP_13
- Mesh4_POP_18

選択可能レイヤーのみをこのリストに表示(O)

ソース レイヤー(S):

- N0216_RailroadSection_Buffer

選択フィーチャを使用(U) (0 個のフィーチャが選択されています)

ターゲット レイヤー フィーチャの空間選択方法(P):

ソース レイヤー フィーチャと交差する

- ソース レイヤー フィーチャと交差する (3D)
- ソース レイヤー フィーチャの一定距離内にある (3D)
- ソース レイヤー フィーチャから一定距離内にある (3D)
- ソース レイヤー フィーチャを含む
- ソース レイヤー フィーチャを完全に含む
- ソース レイヤー フィーチャを含む (Clementini)
- ソース レイヤー フィーチャに含まれる
- ソース レイヤー フィーチャに含まれる (Clementini)
- ソース レイヤー フィーチャと境界に接する
- ソース レイヤー フィーチャと境界を共有する
- ソース レイヤー フィーチャのラインが横切る

コンテント

マップレイヤー

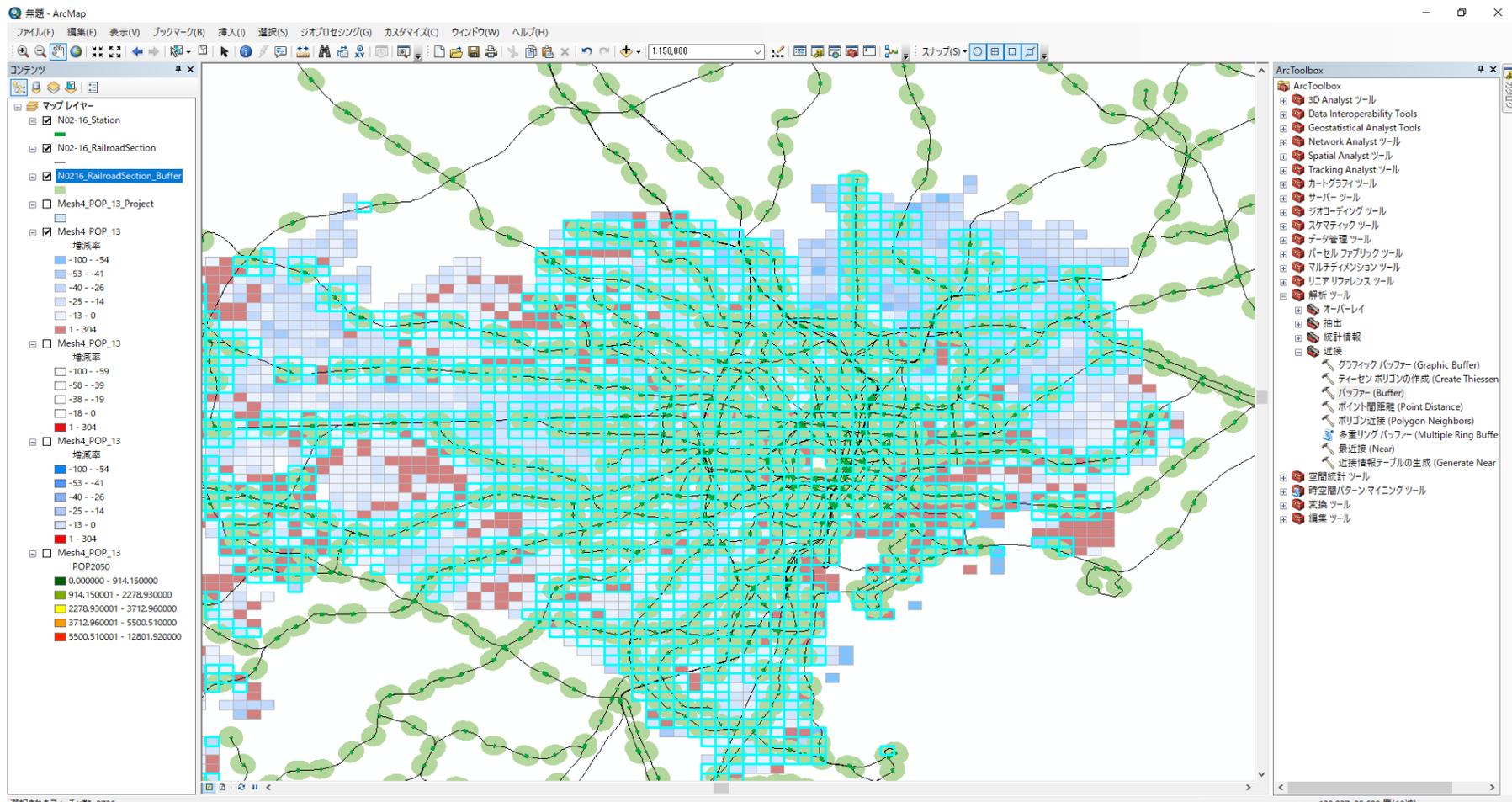
- N02-16_Station
- N02-16_RailroadSection
- N0216_RailroadSection_Buffer
- Mesh4_POP_13_Project
- Mesh4_POP_13
- 増減率
 - 100 - -54
 - 53 - -41
 - 40 - -26
 - 25 - -14
 - 13 - 0
 - 1 - 304
- Mesh4_POP_13
- 増減率
 - 100 - -59
 - 58 - -39
 - 38 - -19
 - 18 - 0
 - 1 - 304
- Mesh4_POP_13
- 増減率
 - 100 - -54
 - 53 - -41
 - 40 - -26
 - 25 - -14
 - 13 - 0
 - 1 - 304
- Mesh4_POP_13
- POP2050
 - 0.000000 - 914.150000
 - 914.150001 - 2278.930000
 - 2278.930001 - 3712.960000
 - 3712.960001 - 5500.510000
 - 5500.510001 - 12801.920000

ArcToolbox

- ArcToolbox
- 3D Analyst ツール
- Data Interoperability Tools
- Geostatistical Analyst ツール
- Network Analyst ツール
- スケマティック ツール
- データ管理 ツール
- パセル フアブリック ツール
- マルチディメンション ツール
- リニアリファレンス ツール
- 解析 ツール
- オーバーレイ
- 抽出
- 統計情報
- 近接
 - グラフィックバッファ (Graphic Buffer)
 - チーセン ポリゴンの作成 (Create Thiessen Buffer) (Buffer)
 - ポイント距離 (Point Distance)
 - ポリゴン近接 (Polygon Neighbors)
 - 多重リング バッファ (Multiple Ring Buffer)
 - 最近接 (Near)
 - 近接情報テーブルの生成 (Generate Near)
- 空間統計 ツール
- 時空間パターンマイニング ツール
- 変換 ツール
- 編集 ツール

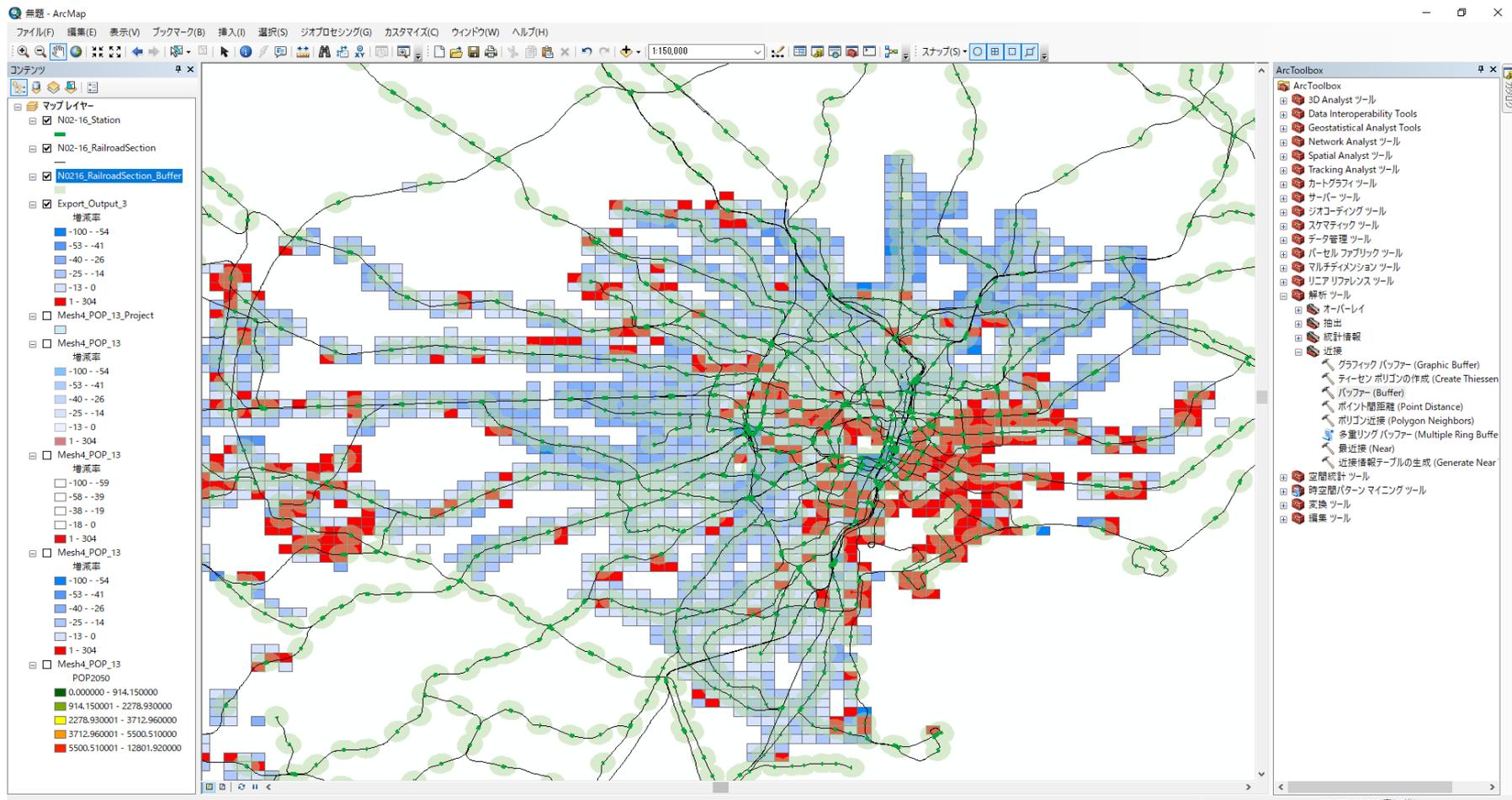
GIS の実践例

空間検索



GIS の実践例

空間検索

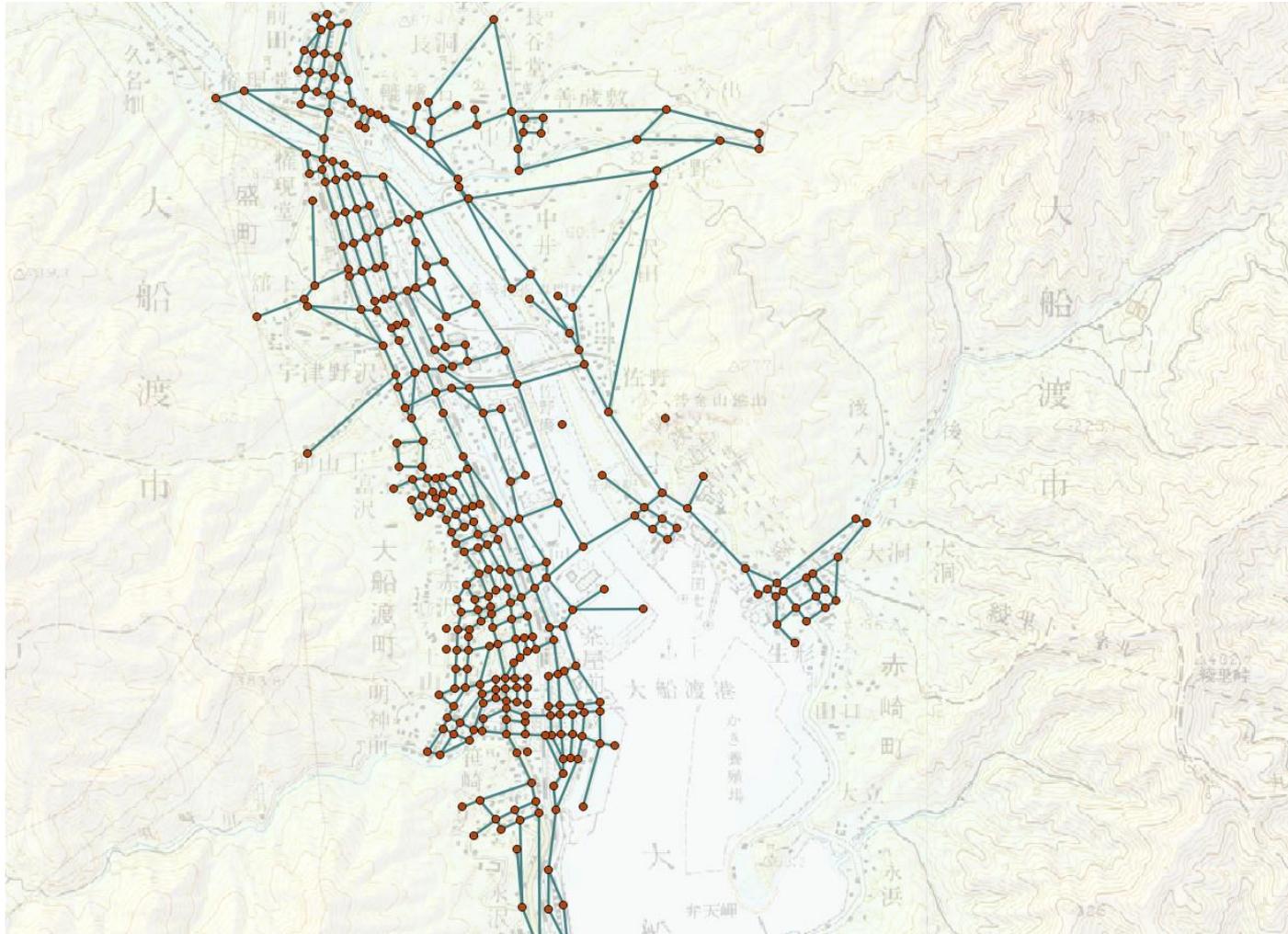


ネットワークデータ作成



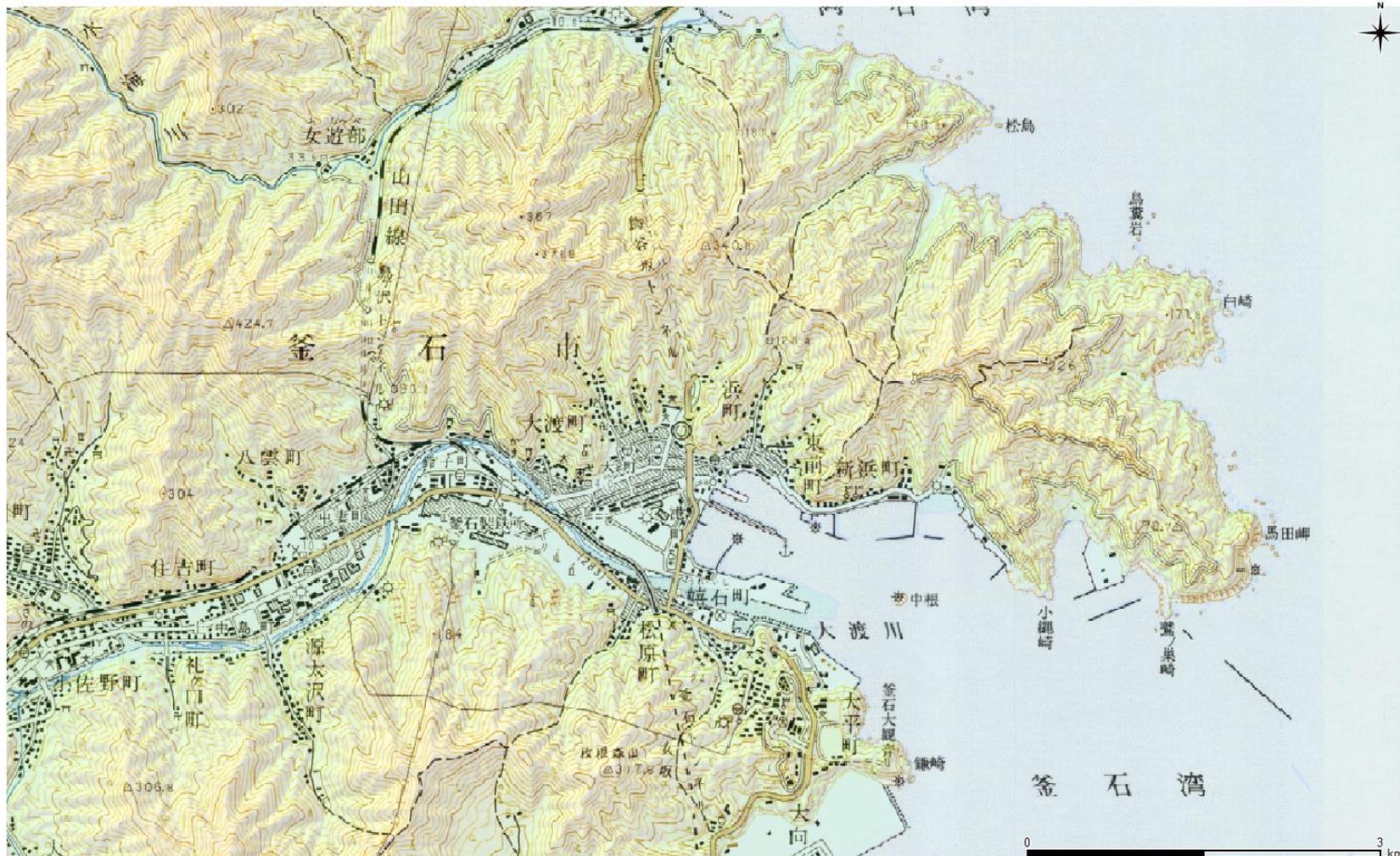
ネットワークデータの作成方法

■ ネットワークデータをQGISで作ってみよう



ネットワークデータの作成方法

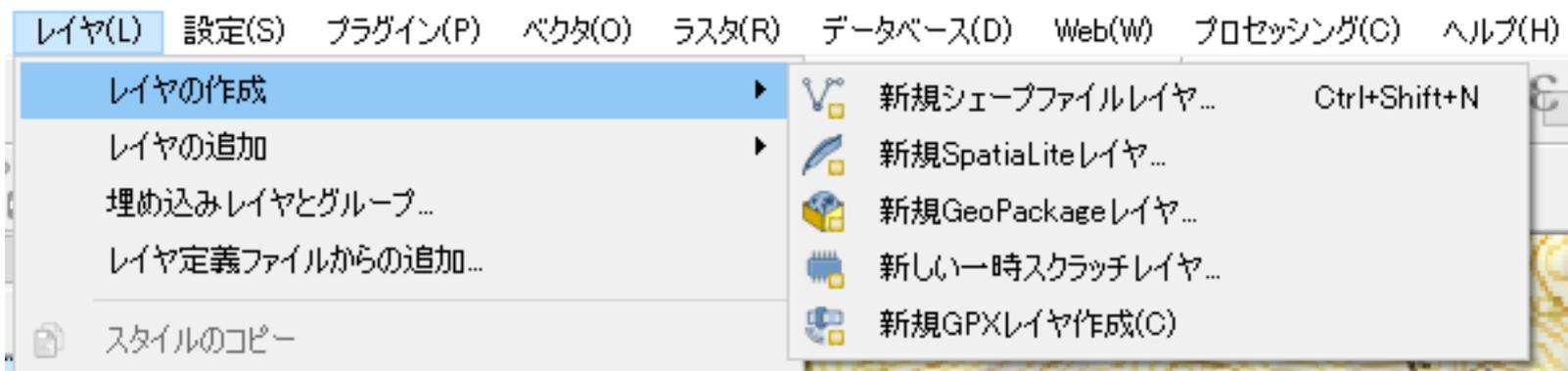
例題：岩手県釜石市（津波被災前）



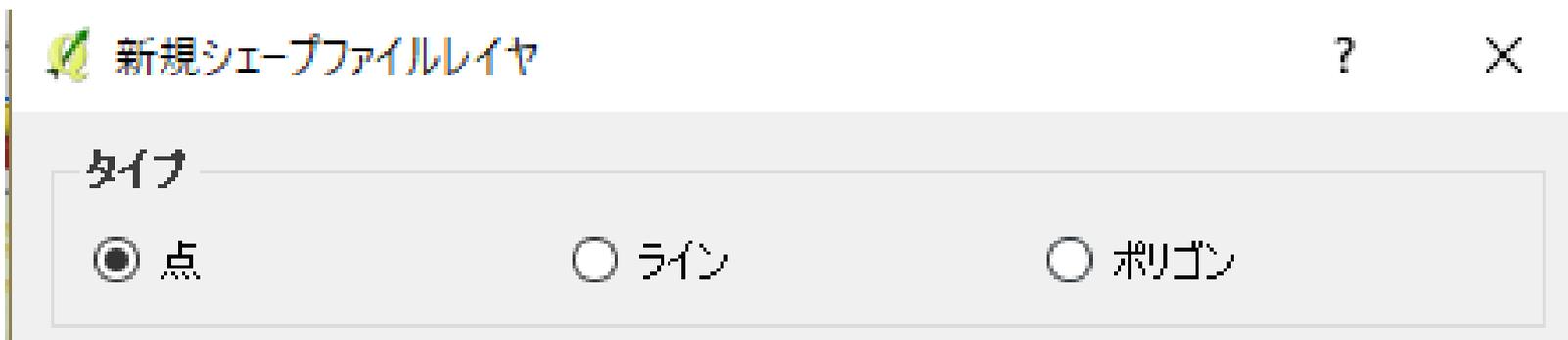
ネットワークデータの作成方法

ノードデータの作成

レイヤ > レイヤの作成 > 新規シェープファイルレイヤ



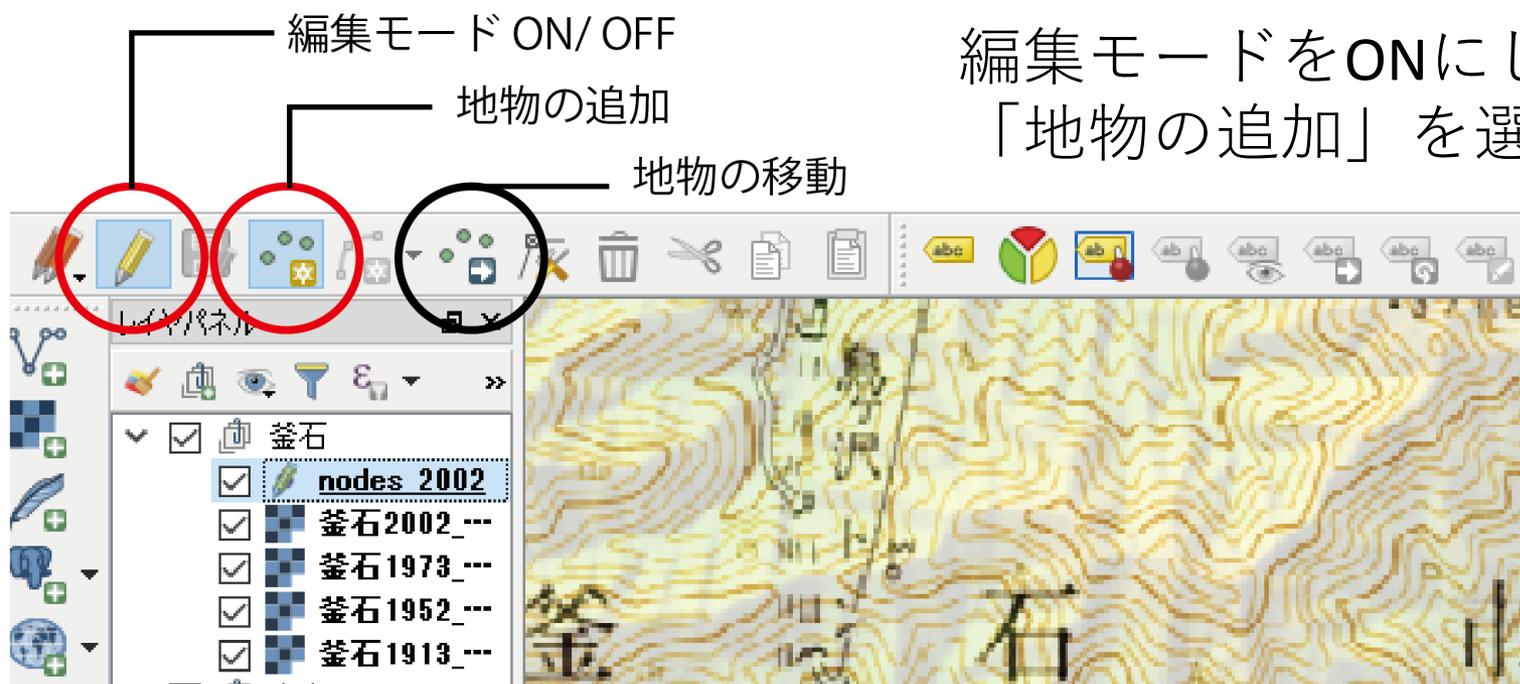
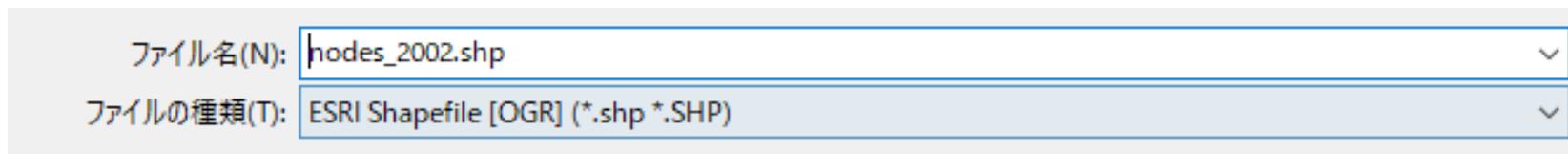
ノードなのでタイプは「点」



ネットワークデータの作成方法

ノードデータの作成

拡張子は.shp



ネットワークデータの作成方法

ノードデータの作成

下図のように，交差点にノードを打っていく。



ネットワークデータの作成方法

ノードデータの作成

ノードを打ち終わったら、属性テーブルから「フィールド計算機」を起動し、各ノードにIDを付与します

選択されている個の地物のみ更新する
 新しいフィールドを作る 既存のフィールドを更新する
 仮想フィールド作成
出力フィールド名
出力フィールドタイプ 整数値(integer)
出力フィールド長 10 精度 0
式 関数エディタ
= + - / * ^ || () %n' 検索
@row_number
row_number
> Aggregates
> Custom
> あいまい一致
> ジオメトリ
> フィールドと値
> レコード
> 一般情報
> 演算子
> 最近(fieldcalc)
> 条件
> 色
> 数学
> 日付と時刻
> 文字列
> 変換
> 変数
出力プレビュー: 1

「既存のフィールドを更新する」を選択し、式には「@row_number」と入力します。

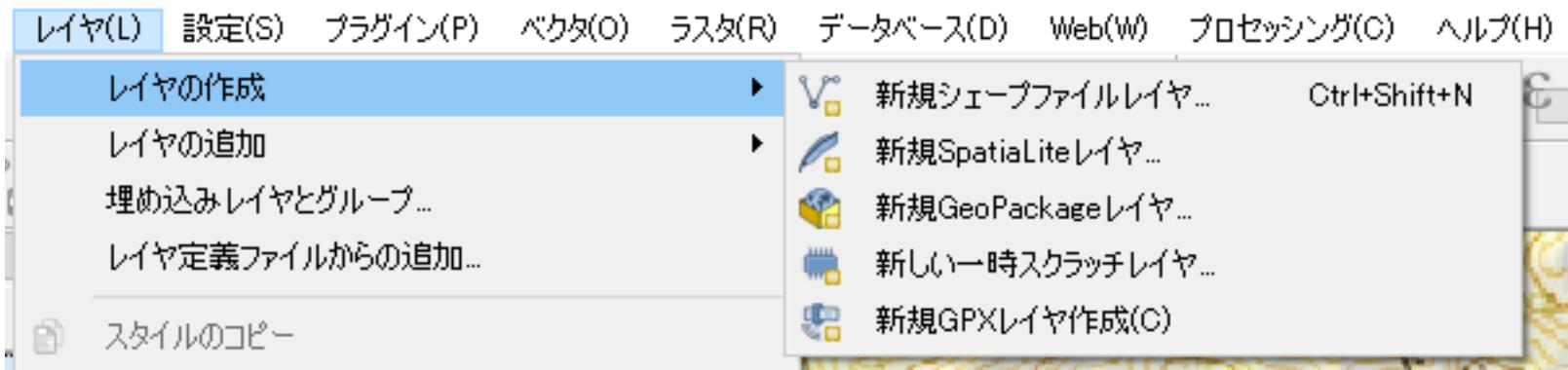


フィールドidに、作成順に整数のIDが付与されます。

ネットワークデータの作成方法

■ リンクデータの作成

レイヤ > レイヤの作成 > 新規シェープファイルレイヤ



リンクなのでタイプは「ライン」

タイプ

点

ライン

ポリゴン

ネットワークデータの作成方法

■ リンクデータの作成



ここで、ノードとリンクの起終点を紐付ける操作が必要になります。（あとで説明します）

ネットワークデータの作成方法

リンクデータの作成

設定から「スナップオプション」を起動。

スナップオプション

? ×

レイヤ選択 アドバンスト

レイヤ	モード	許容範囲	単位	交差の禁止
<input type="checkbox"/> nodes_1973	頂点と線分	10.00000	ピクセル	
<input type="checkbox"/> nodes_1973	頂点と線分	15.00000	ピクセル	
<input type="checkbox"/> nodes_1979	頂点と線分	15.00000	ピクセル	
<input type="checkbox"/> nodes_1994	頂点と線分	15.00000	ピクセル	
<input type="checkbox"/> nodes_1994	頂点と線分	16.00000	ピクセル	
<input type="checkbox"/> nodes_1999	頂点と線分	15.00000	ピクセル	
<input type="checkbox"/> nodes_2002	頂点と線分	15.00000	ピクセル	
<input checked="" type="checkbox"/> nodes_2002	頂点と線分	15.00000	ピクセル	
<input type="checkbox"/> link_2002	頂点と線分	0.00000	地図上の単位	

トポロジ編集を有効にする 交差部でスナップを有効にする

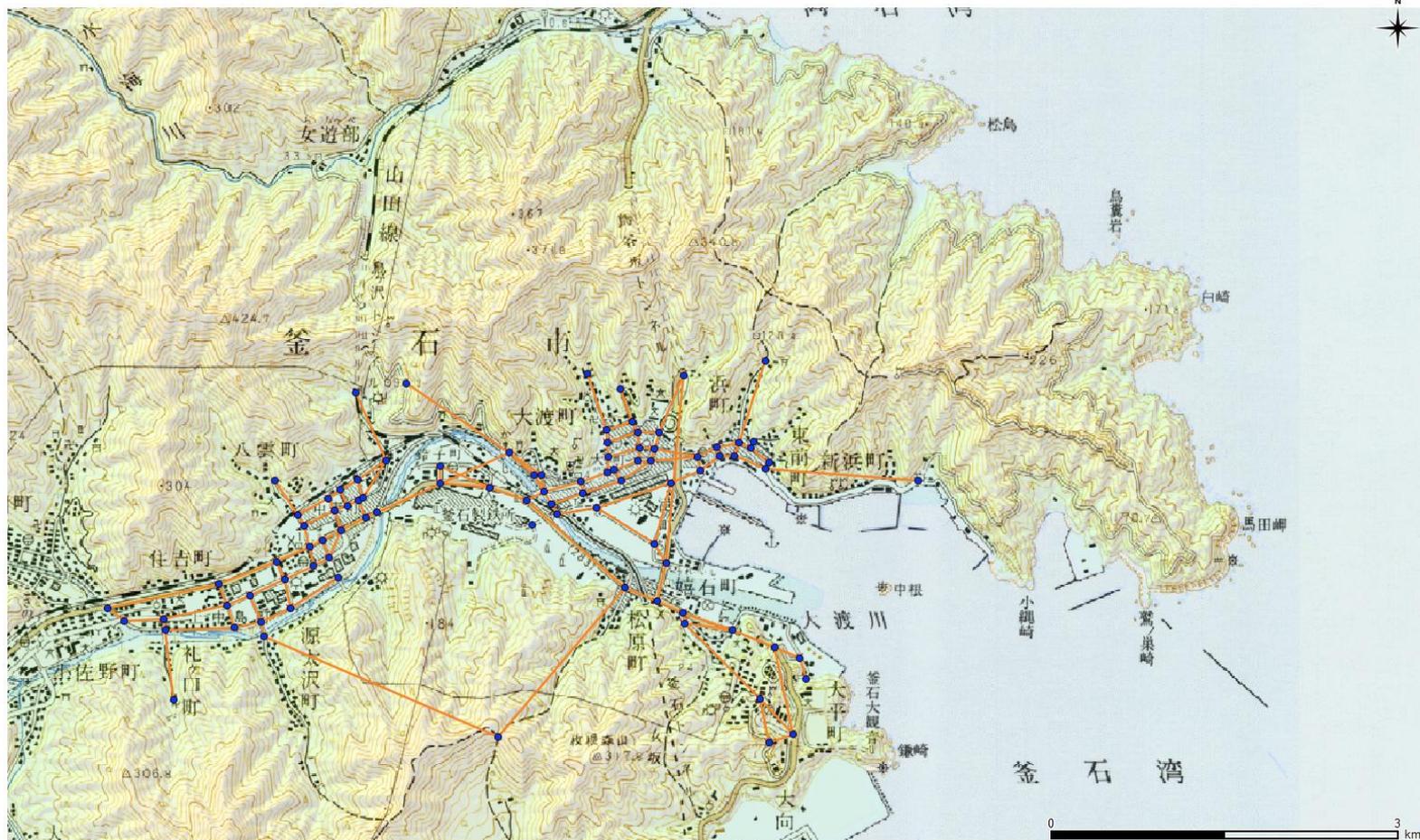
OK キャンセル 適用

リンクデータの紐づけ先であるnodes_2002を選択。
許容範囲は15ピクセルに設定。

ネットワークデータの作成方法

■ リンクデータの作成

こんな感じになります。



グラフ理論とネットワーク分析



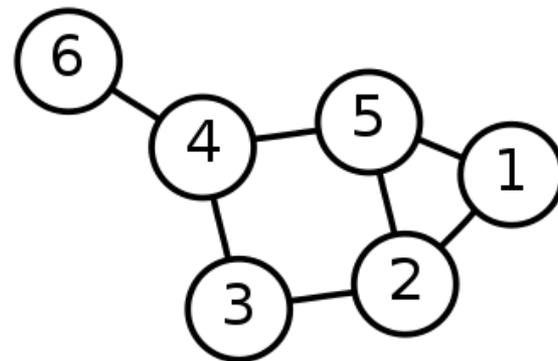
グラフ理論／ネットワーク分析

■ ネットワーク分析

ネットワーク分析では，人間関係やウェブサイトのリンクなどのネットワーク構造を**点と線（グラフ）**によって抽象化して捉える．都市における街路構造も，同じようにグラフ化して捉えることが可能である．

■ グラフ理論

ノード（節点・頂点）の集合と
エッジ（辺・リンク）の集合で構成されるグラフに関する数学の理論．



ネットワーク分析手法

ノードの重要性を評価する（距離）

1. 離心中心性

他の頂点との距離を，中心性を測る指標とする。

ノード i の離心中心性 C_{ec} は，
$$C_{ec}(i) = \frac{1}{\max(d_{ij})}$$

$\max(d_{ij})$ はノード i から他のノードへの最短距離の最大値を表すので，離心中心性の高いノードほどグラフの中心に近い位置にある。

2. 近接中心性

同じく他の頂点との距離を中心性を測る指標とする。

ノード i の近接中心性 C_c は，
$$C_c(i) = \frac{1}{\sum_{j=1}^n d_{ij}}$$

$\sum_{j=1}^n d_{ij}$ はノード i から他のノードへの最短距離の合計を表す。

ネットワーク分析手法

ノードの重要性を評価する (次数)

└──────────┬──────────┘
頂点に接続している
辺の数

3. 次数中心性

各点の次数によって定義され、次数が高いほど中心性が高いとする。
あるグラフの隣接行列を $A = (a_{ij})$ とすると、

無向グラフの次数中心性 $C_d(i)$ は、 $C_d(i) = \sum_{j=1}^n a_{ij}$

4. 固有ベクトル中心性

次数中心性の概念を拡張させ、隣接する頂点の中心性を反映させる指標。すなわち **重要なノードと接続しているほど高く評価される**。
ある無向グラフの隣接行列を $A = (a_{ij})$ とし、そこに含まれる頂点の中心性を成分とする列ベクトルを $c = (c_i)$ とすると、

頂点 i の中心性 c_i は、 $c_i = \frac{1}{\lambda} \sum_{j=1}^n a_{ij} c_j$

(中心性 c_i はノード i に対してリンクを張っているノード j の中心性の値を全て足し合わせた形)

ネットワーク分析

ノードの重要性を評価する (次数)

→ 頂点に接続している
辺の数

4. 固有ベクトル中心性 (続き)

つまり、隣接行列の固有ベクトルを用いて、隣接する頂点の中心性を反映した中心性を得ることが出来る。

したがって無向グラフにおける頂点 i の固有ベクトル中心性 $C_{ev}(i)$ は、

$$C_{ev}(i) = \frac{1}{\lambda} \sum_{j=1}^n a_{ij} C_{ev}(j)$$

ここで a_{ij} は無向グラフの隣接行列 A の成分であり、 λ は A の最大固有値である。

ネットワーク分析

ノードの重要性を評価する（媒介や伝達）

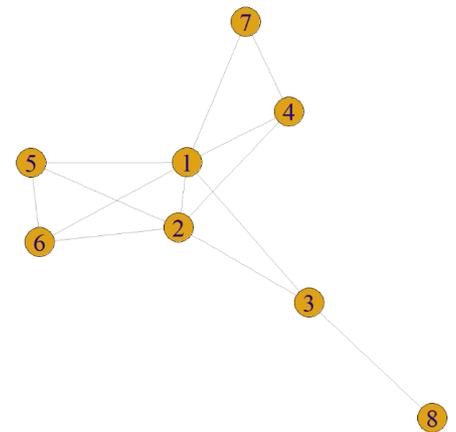
5. 媒介中心性

媒介中心性 C_b は次式で表される。

$$C_b(i) = \sum_{i \neq j \neq k} \frac{g_{jk}(i)}{g_{jk}}$$

g_{jk} は頂点 j と頂点 k 間の最短経路数であり、 $g_{jk}(i)$ はその最短経路のうち点 i を通るものの数である。

例えば右のグラフからノード3を削除すると、グラフは2つに分離してしまう。このようなノードを切断点(cutpoint)と呼ぶ。切断点となるようなノードは交通網のボトルネックだったり、対人ネットワークにおけるキーパーソンだったりする。このような点を抽出する指標として媒介中心性は用いられる。



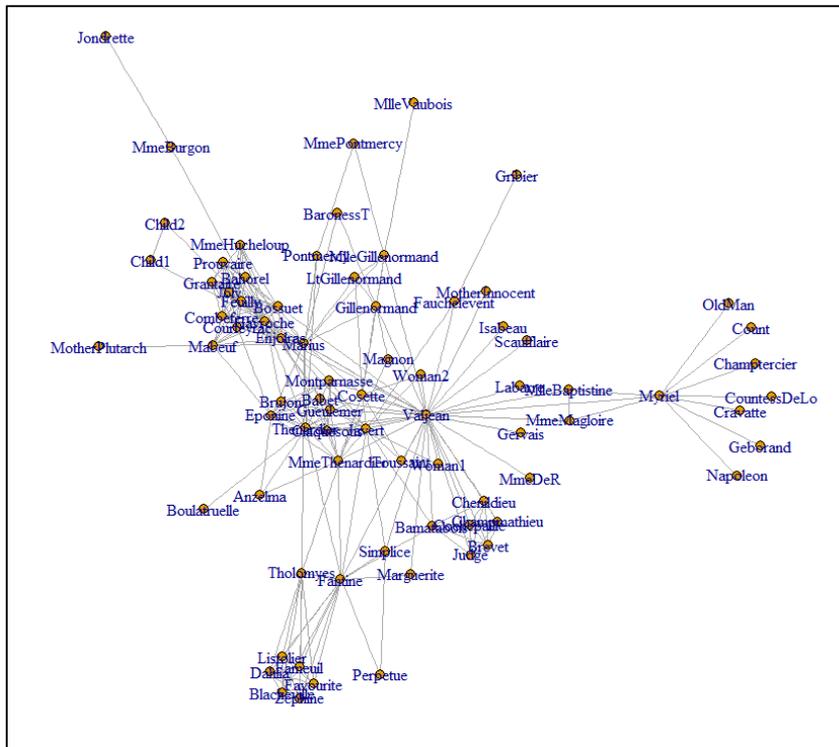
ネットワーク分析

実際にRで計算してみよう

様々なネットワークデータが公開されているサイト

<http://www-personal.umich.edu/~mejn/netdata/> から

データセット"Les Misérables" (レ・ミゼラブル) をダウンロード



lesmis.gmlというファイルに

「レ・ミゼラブル」の登場人物のネットワーク構造が格納されています。

ノードは登場人物を表し、同じ章に登場した人物の間にリンクが張られています。またリンクには登場回数による重み付けがなされています。

ネットワーク分析

実際にRで計算してみよう

パッケージ「igraph」で簡単に分析できます

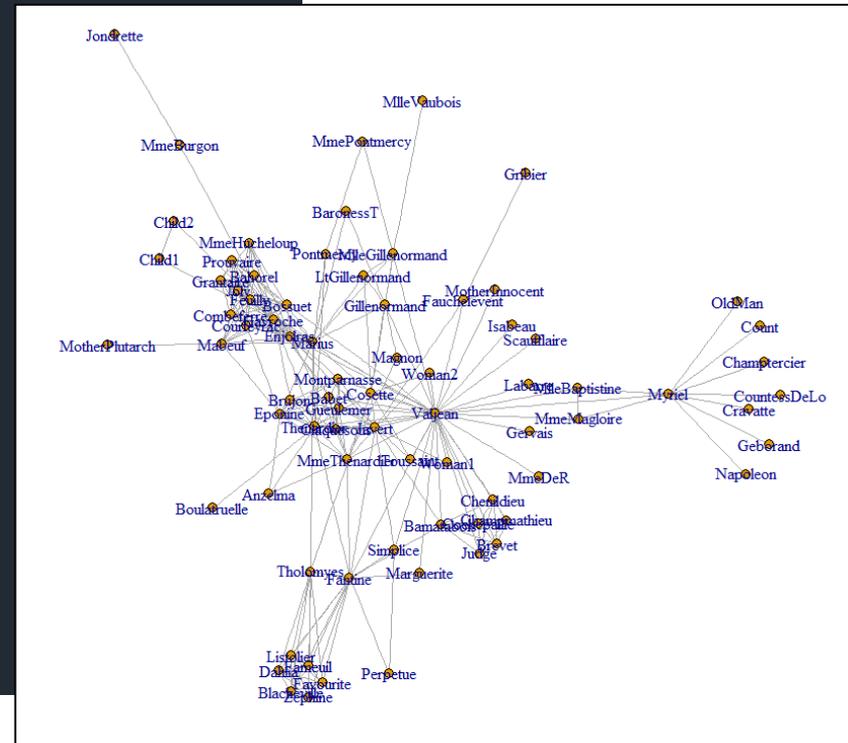


```
##ディレクトリの設定##
setwd("C:/workspace/startup/lesmis/")

##igraphライブラリの読み込み##
library(igraph)

##GMLファイルの読み込み##
g <- read.graph("lesmis.gml", format="GML")

##試しにプロット##
set.seed(1) #プロット時のズレを回避
plot(g, vertex.size=3, edge.arrow.size=0.5)
```



ネットワーク分析

■ 離心中心性の計算

```
##離心中心性##
```

```
g.ecc<-eccentricity(g) #関数eccentricityで離心中心性を計算
```

```
set.seed(1) #プロット時のズレを回避
```

```
plot(g,vertex.size=g.deg*0.5,main='Eccentricity_Centrality',edge  
.arrow.size=0.5)
```



■ 媒介中心性の計算

```
##媒介中心性##
```

```
g.bw<-betweenness(g,directed = T)
```

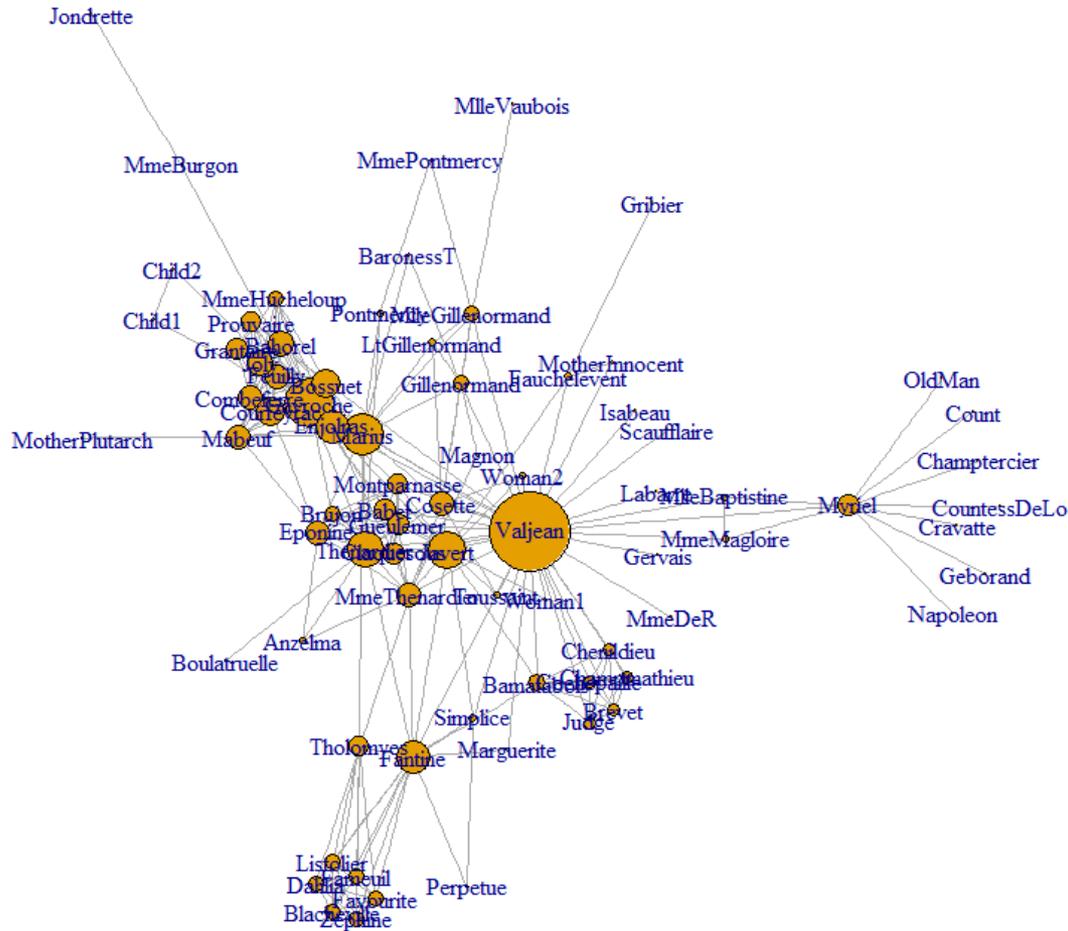
```
set.seed(1)
```

```
plot(g, vertex.label.cex=0.7,
```

```
vertex.size=g.bw*0.02,main='Betweenness_Centrality')
```

ネットワーク分析

■ 離心中心性の計算（結果）

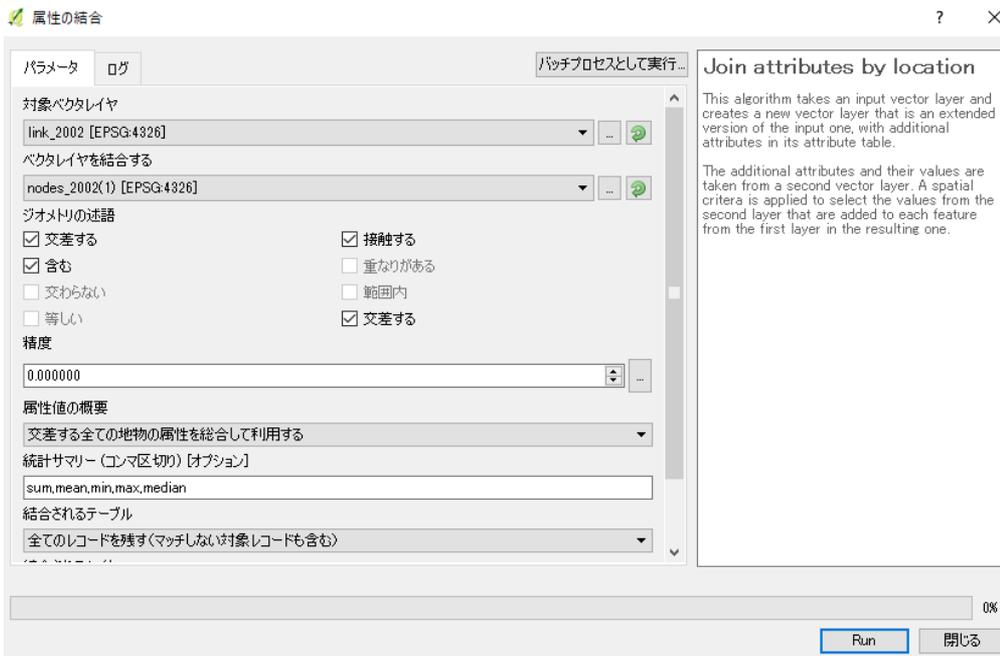


ネットワーク分析

GISを使った媒介中心性分析

先程作成方法を導入した釜石市のデータセットとigraphのパッケージを使って、媒介中心性を計算します。

手順1. リンクデータにノードの属性を紐づけ ベクタ > データマネジメントツール > 属性の結合



この操作によって、maxidとminidに始点と終点のノードidが格納されます。

ネットワーク分析

GISを使った媒介中心性分析

手順 2. igraphで読める形にデータを変形

igraphパッケージがグラフデータとして読み込めるようにデータを変形します。

読み込めるファイルには色々な種類がありますが、今回は属性を結合した.dbfファイルをタブ区切りテキストに変換して下さい。

```
links_merged.txt - メモ帳
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
38 39
38 40
39 40
21 38
1 21
1 2
2 3
1 3
3 20
2 20
20 41
1 4
4 5
5 6
1 6
4 9
8 9
7 8
5 7
7 13
12 13
8 12
9 10
10 11
11 12
11 14
13 14
35 36
34 36
34 35
32 34
6 32
14 15
15 16
11 16
10 17
16 17
16 19
18 19
17 18
15 28
19 29
```

ネットワーク分析

■ GISを使った媒介中心性分析

手順3. Rを使って計算

```
library(igraph)

setwd("c:/workspace/Startup")

g<- read.graph("links_merged.txt",format = "edgelist", directed=FALSE)
g.bt<- betweenness(g)

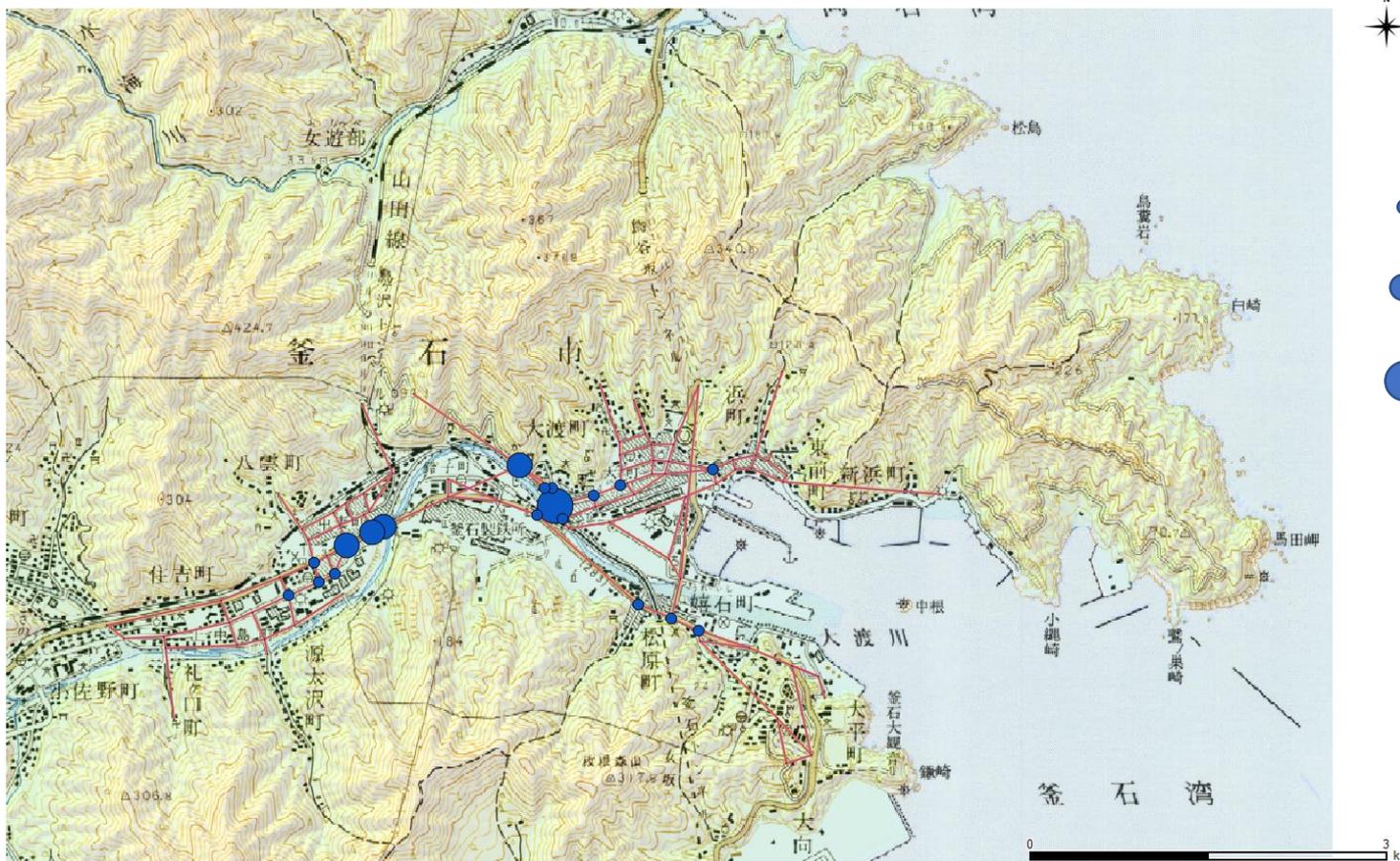
Write.table(g.bt ,file="result.csv",sep=",")
```

各ノードの媒介中心性計算結果がcsvファイルで出力されます。

ネットワーク分析

GISを使った媒介中心性分析

手順4. GISを使って可視化



媒介中心性

- 500-1000
- 1000-2000
- 2000-

ネットワーク分析

GISを使った媒介中心性分析

手順4. GISを使って可視化



媒介中心性

- 500-1000
- 1000-2000
- 2000-

ネットワーク分析

■ 媒介中心性と都市

都市における媒介中心性の高いノード
→都市内の人の流動を扼する「要衝」

釜石の場合，臨港部と内陸住宅地を結び，大渡川を渡る橋梁が「要衝」



1958年から1998年
まで橋梁上には
「釜石橋上市場」
があり，1日1万人
の市民が訪れた。

街路の要衝には，
市場が形成されや
すい。

ネットワーク分析

■ リンクの媒介中心性も計算できます

edge.betweenness 関数を使用



課題

1. 既存データセットを使ったネットワーク分析

<http://www-personal.umich.edu/~mejn/netdata/>

からデータセットをダウンロードし，igraphに同梱されている様々な中心性指標を使って分析し，その結果を比較してみよう。

2. ネットワークデータの作成と媒介中心性分析

2-1. 先程導入したネットワーク作成方法を参考に，自分の好きな都市で範囲を決め，ネットワークデータを作成してみよう。

2-2. igraphパッケージ（Rでもpythonでも動きます）でネットワーク分析をしてみよう。

2-3. 計算結果をGISやイラストレーターで可視化し，考察しよう。

2. の結果をスライド5枚にまとめて発表して下さい。

参考資料・文献

鈴木努: ネットワーク分析, 共立出版, 2009.

グラフ・ネットワーク分析で遊ぶ(3) : 中心性(PageRank, betweenness, closeness, etc.)

<https://tjo.hatenablog.com/entry/2015/12/09/190000>

(2018/4/30閲覧)

Network data by Mark Newman

<http://www-personal.umich.edu/~mejn/netdata/>

(2018/4/30閲覧)