

空間的推論を涵養する GIS の取組 —「地理総合」を見据えて—

新潟県立長岡大手高等学校 山本 靖

地理総合の大項目

- (1) 地図や地理情報システムで捉える現代世界
 - (2) 国際理解と国際協力
 - (3) 持続可能な地域づくりと私たち
-

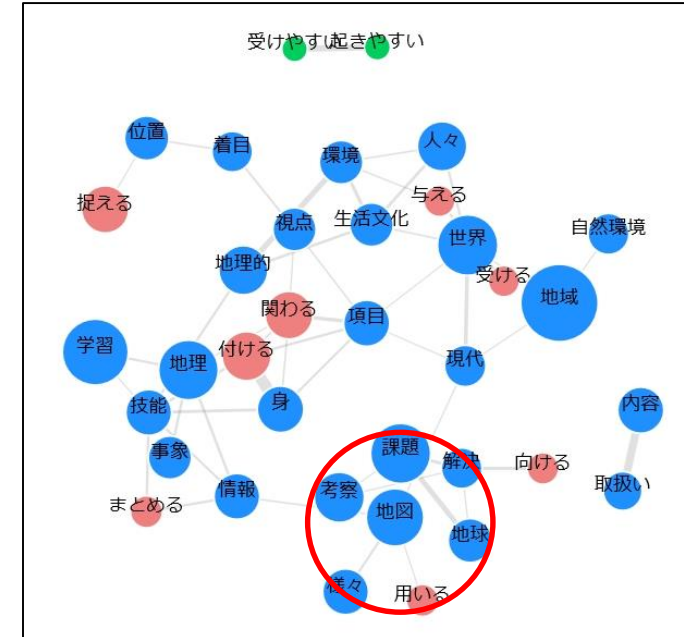
※ (1) はGISの実践

- (2), (3) はESDや防災の視点からのGISの実践
- ・ OECDのキー・コンピテンシーである空間的相互依存作用にはGISが必須
- ・ 学習指導要領の解説にはGISの教育的効果や理論付けが無い

学習指導要領のテキストマイニング

名詞 - 名詞	スコア	出現頻度
内容 - 取扱い	33.16	35
世界 - 人々	9.70	25
人々 - 生活文化	9.06	21
地図 - 地理情報システム	18.10	19
多角的 - 考察	5.51	19
多角的 - 表現	10.20	17
課題 - 解決	6.33	16
多面的 - 考察	3.94	16
世界 - 地域	1.90	16
地理 - 考え方	11.43	15
持続 - 社会	6.49	15
可能 - 社会	6.49	15
地理 - 見方	10.00	14

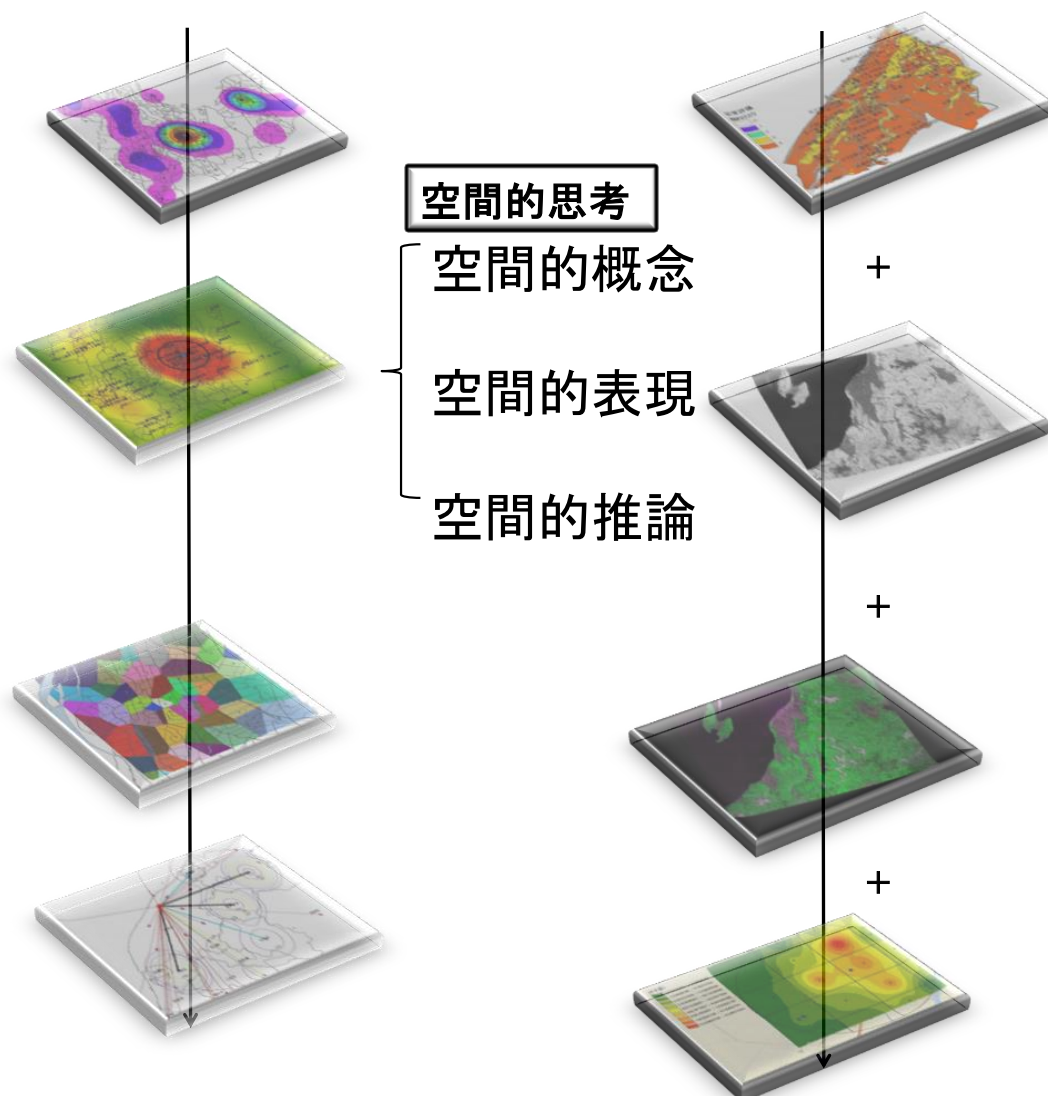
スコア



共起キーワード

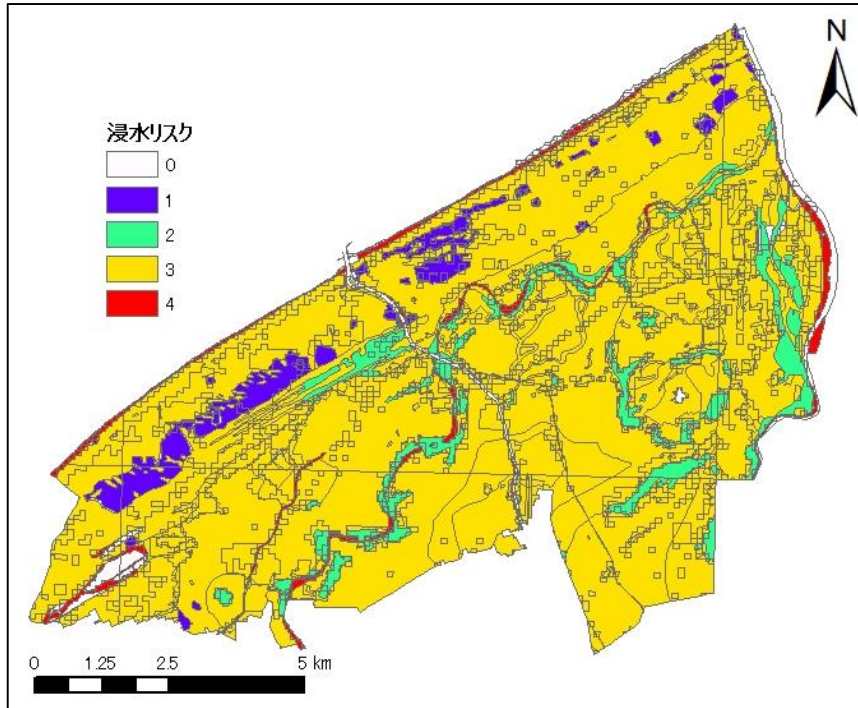
- 内容と取り扱い等のスコアが高い
- 大項目と地理情報システムの関係は共起キーワードには表れない

GISによる空間的思考

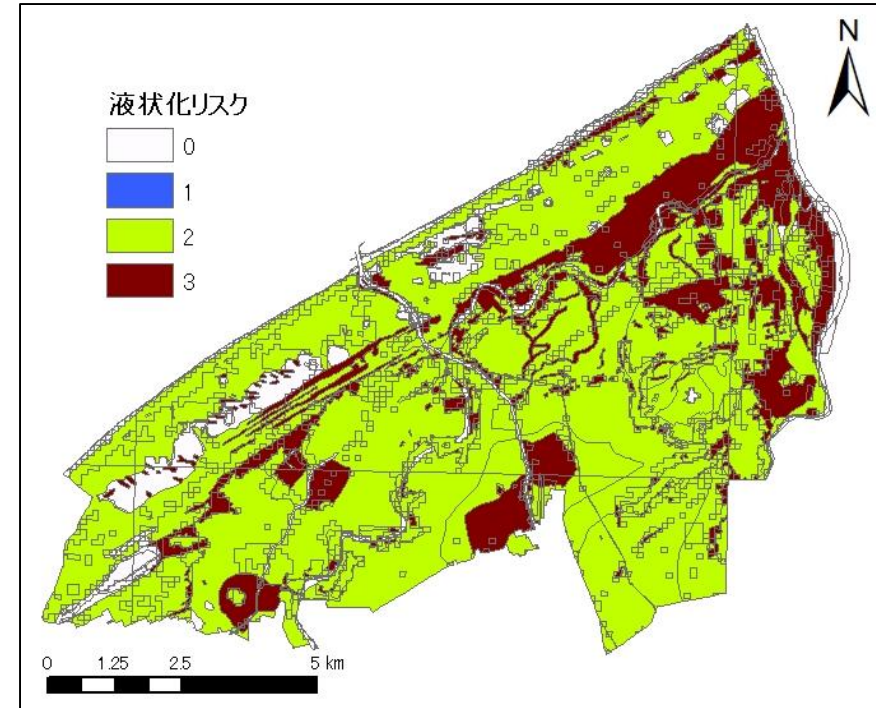


- 紙地図は読み取ること（地理的思考）はできても解析は不可能、GISの使用でウェイトを掛けた主題作製も可能
- 空間的思考要素の中の空間的推論こそが、高校の地理教育で求められる能力
- GISはそのシンキング・ツール

I 防災・減災を考える①



浸水リスク

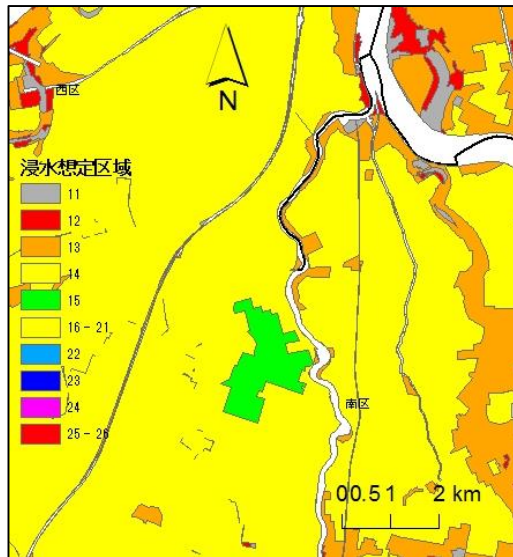


液状化リスク

- ・ 災害リスクのクロス集計より液状化の最大リスクは人工地形と推論

I 防災・減災を考える②—避難所の配置

- 需要点から施設を配置する地点への総移動距離を最小にする点、施設はP個とする
- Mandaraで距離行列を作成し、人口を加重した総移動距離を最小にする点を選択、数は6個(任意)
- Q.先の18個のメッシュを被せて測定したものとの比較→A.人口に左右される、どれも課題が



浸水想定区域



P-median問題の解

I 防災・減災を考える③—人工地形の判別

	判別関数	標準化係数	F検定値	自由度	確率
▶ 浸水	-2.770	-2.987	1177.517	1,1942	0.0000
揺れ	-1.960	-1.848	525.569	1,1942	0.0000
液状化	3.132	3.703	1270.769	1,1942	0.0000
定数項	6.840	0.487			
マハラノビスの距離	3.305				
誤判別確率	1群を2群と	2群を1群と			
理論から	0.182	0.182			
実測から	0.096	0.335			
判別関数・確率	1群予測	2群予測	1群予測	2群予測	
1群実測	1139	121	0.904	0.096	
2群実測	230	456	0.335	0.665	

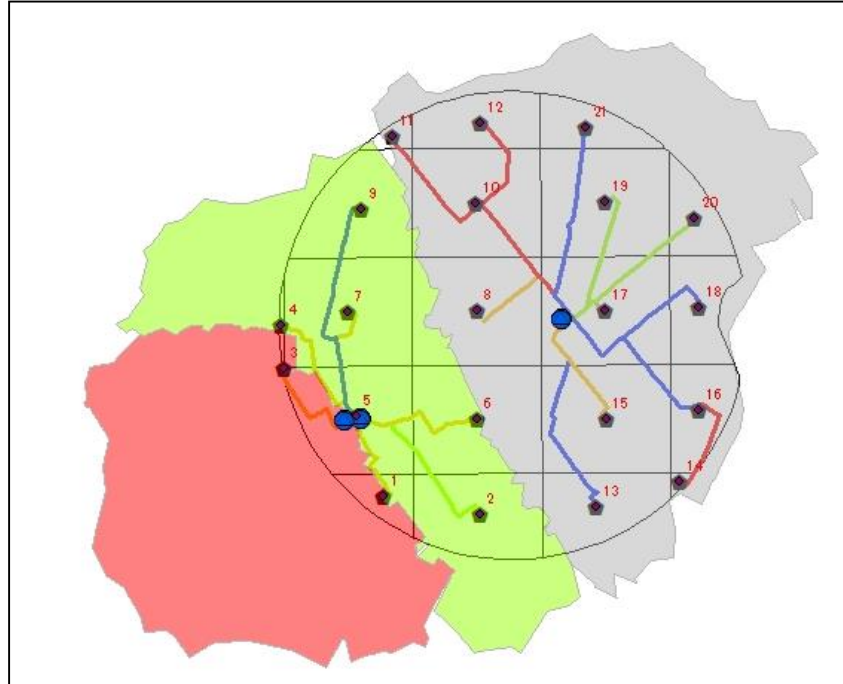
判別分析の結果

・その土地が人工地形か否かを判別するモデルがあるとよい→クロス集計より液状化の最大リスクは人工地形と推論

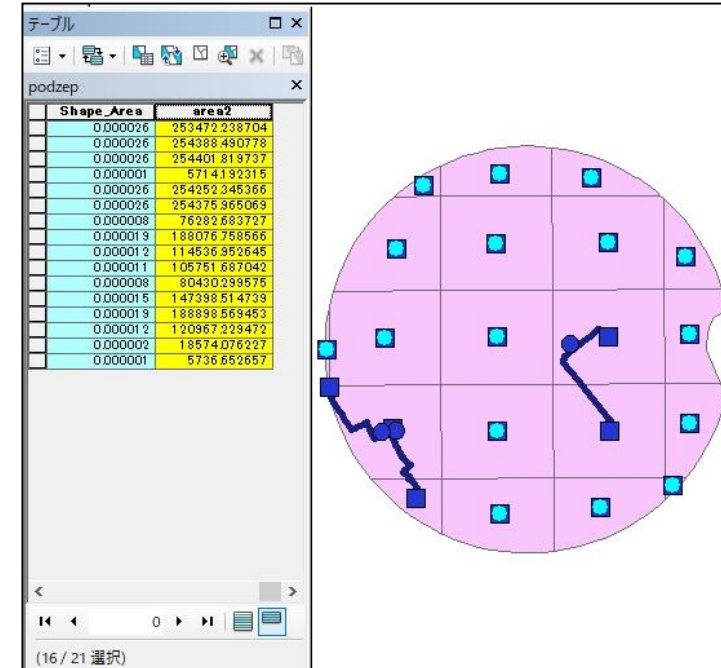
※判別分析を提示→

$Y = 3.13 \times \text{液状化の災害評価} - 2.77 \times \text{浸水の災害評価} - 1.96 \times \text{揺れの災害評価} + 6.84$ (的中率80%以上)

Ⅱ フードデザート問題①



ネットワークボロノイと
最近隣の店舗の比較

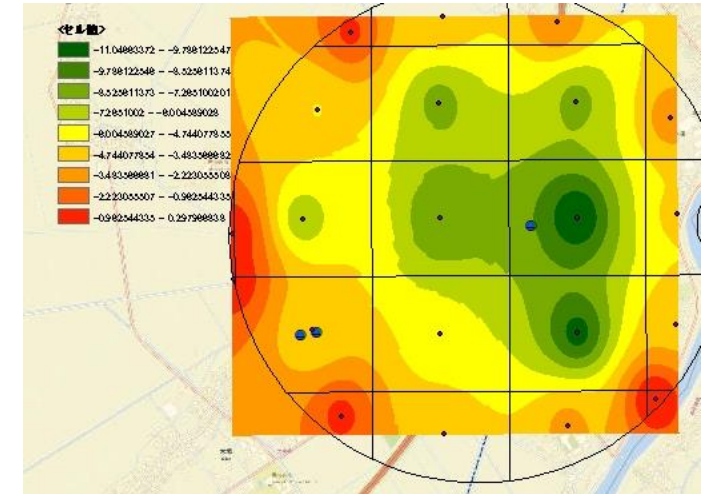
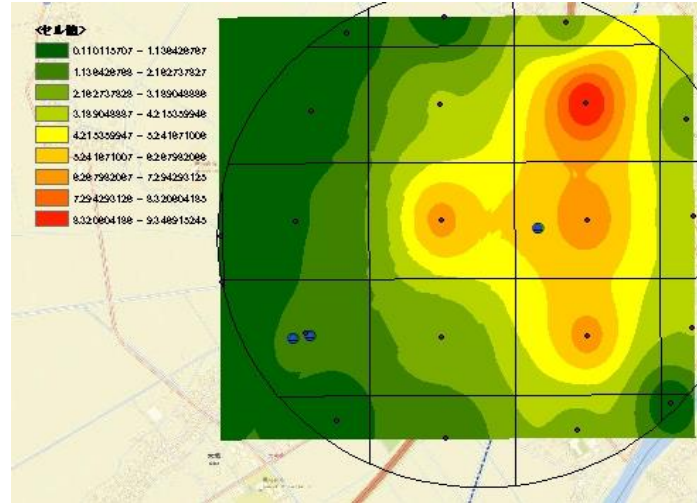


500m以上のメッシュ

- ✓どんなことに応用できるか→小学校区の選定
- ✓フードデザート問題が発生しているメッシュの割合は74.8%

Ⅱ フードデザート問題②

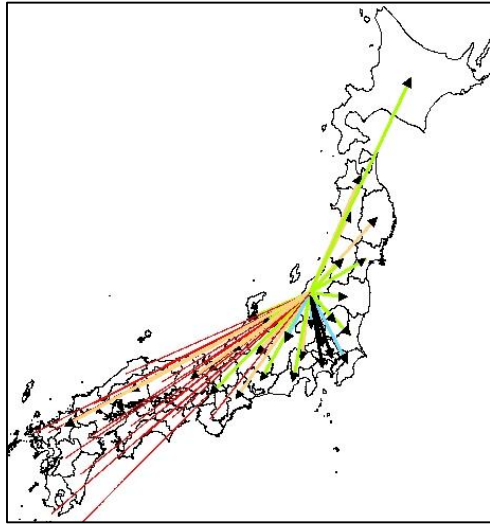
変数	最近隣の生鮮食料品店までの距離	単独世帯数	夫婦どちらかが65歳以上の夫婦世帯数	65歳以上単独世帯数	ウェイト計	3世代世帯数
採用	必ず使用	1個以上採用しリスクによって重み付け			計を1にする	FD値を減ずるので、採用は任意
ウェイト例	0.5			0.5	1.00	
	0.5	0.2	0.1	0.2	1.00	
	0.4	0.4	0.2		1.00	
	0.3	0.3	0.1	0.3	1.00	
	0.6			0.4	1.00	



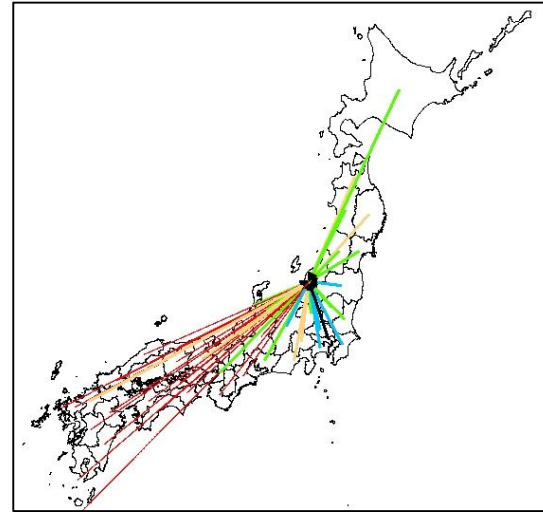
✓変数を距離（基準化したもの）、単独世帯数、3世代世帯、どちらかが65歳以上の夫婦、65歳以上の単独世帯として重み付けをしてフードデザート値を算出する生鮮食料品店までの距離が遠くても3世代世帯だとリスクは軽減される→家族について考えてみよう！

✓自家用車の保有数は把握できない、高齢者の運転リスクも考慮すべき
→GISの限界

Ⅲ 空間的相互依存作用①



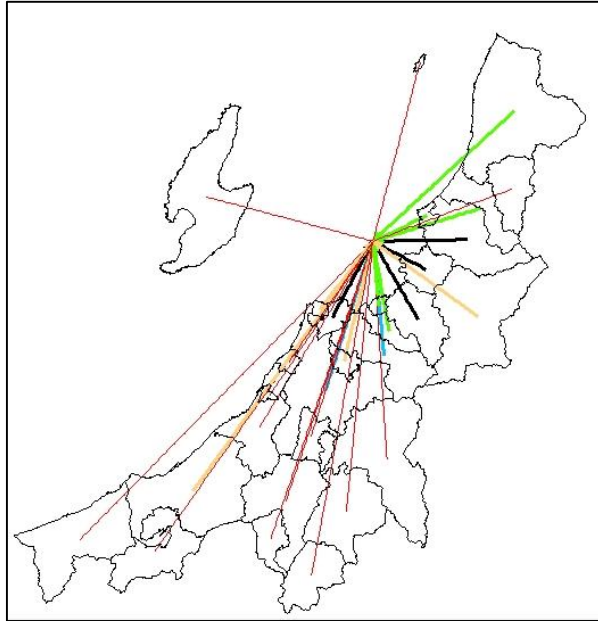
他県へ転出



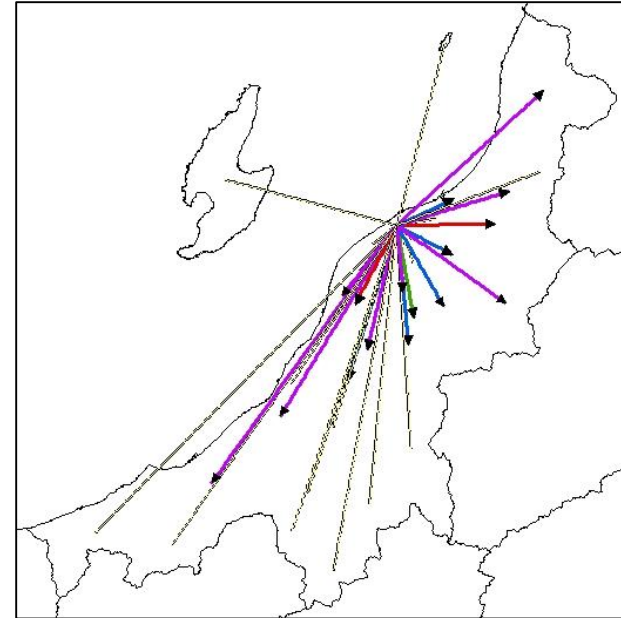
他県から転入

- 国勢調査のデータをもとに他県との転出入の様子を可視化
- 福島県からの転入者が多い理由について、東日本大震災の影響であると理解

Ⅲ 空間的相互依存作用②



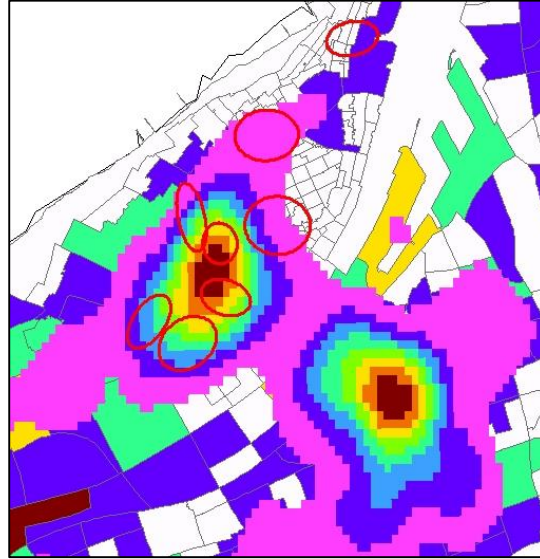
新潟市へ流入



新潟市から流出

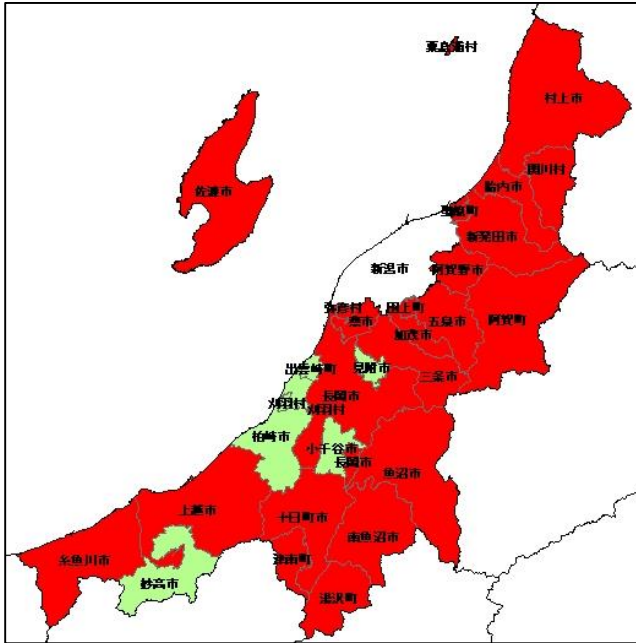
- 新潟市からの流出は新発田市を筆頭に、燕市、聖籠町と続き、新潟市への流入は新発田市を筆頭に五泉市、阿賀野市が続く

Ⅲ 空間的相互依存作用③

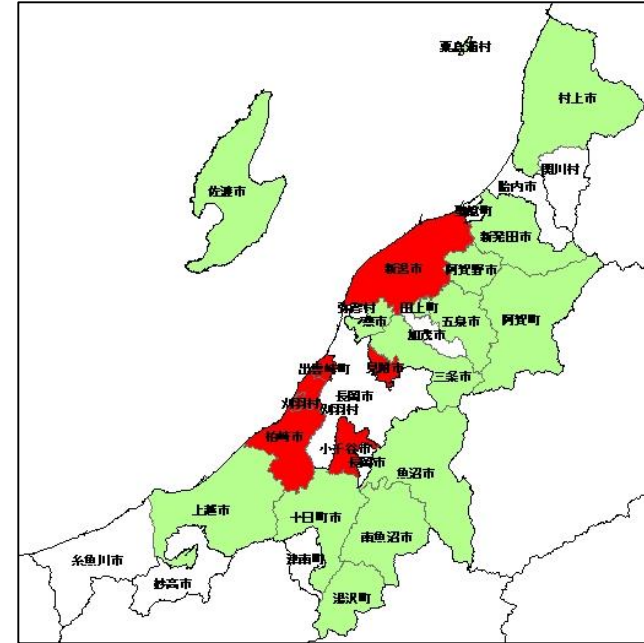


- 平成26年度経済センサスの事業所数より新潟市東区・中央区・西区の分布を可視化
- カーネル密度を算出させ、CrimeStatでNnh（ホットスポット分析）と比較
- カーネル密度が高くてもクラスタが検出されない地域がある
- カーネル密度＝あるポイントデータをサンプルデータとして、ポイントのない地点のデータを補完して推定する

Ⅲ 空間的相互依存作用④



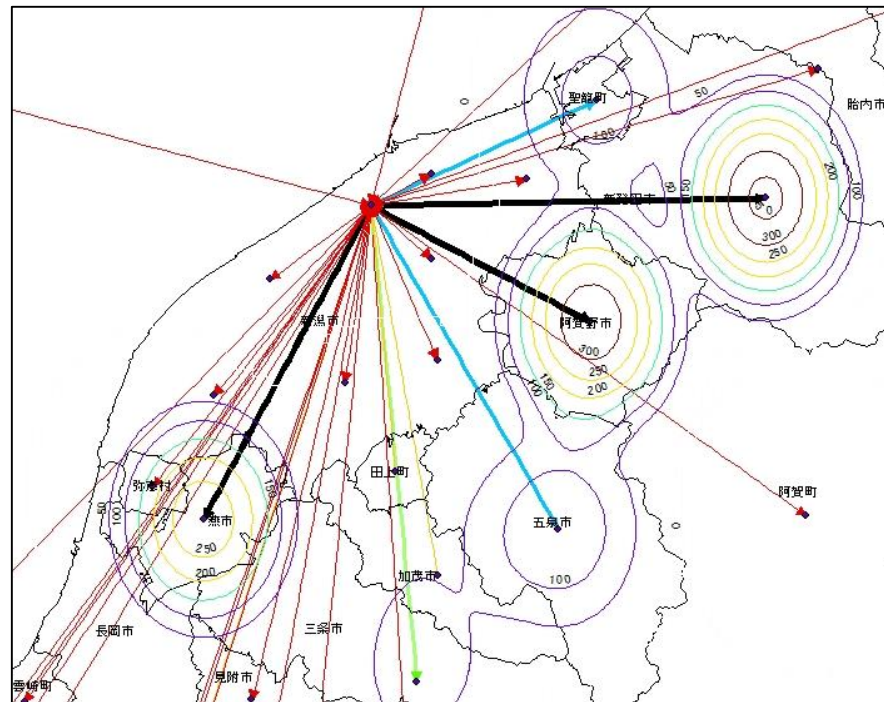
新潟市が 1 位



長岡市が 1 位

- ハブモデルを援用して事業所数と自治体間の距離により各自治体を選択する確率を計算させた
- 新潟市の一人勝ちで新潟市を 1 位に選んだ自治体は 2 3 個

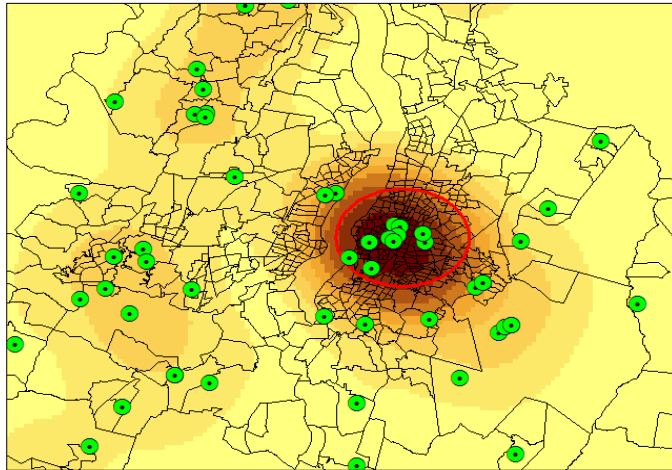
III 空間的相互依存作用⑤



$$\text{地域間相互作用力} = \frac{\text{新潟市への流入人口} \times \text{新潟市からの流出人口}}{\text{新潟市との距離}^2} \times 100$$

- ニュートンの万有引力をヒントに地域間相互作用力を計算
- 相互に流出入人口の多い新発田市、阿賀野市、燕市等が高い数値

IV 点分布の処理①



観光資源のカーネル 密度



観光プランの提案

長所

①冬でも楽しめる

②歴史や伝統に纏わる施設がある

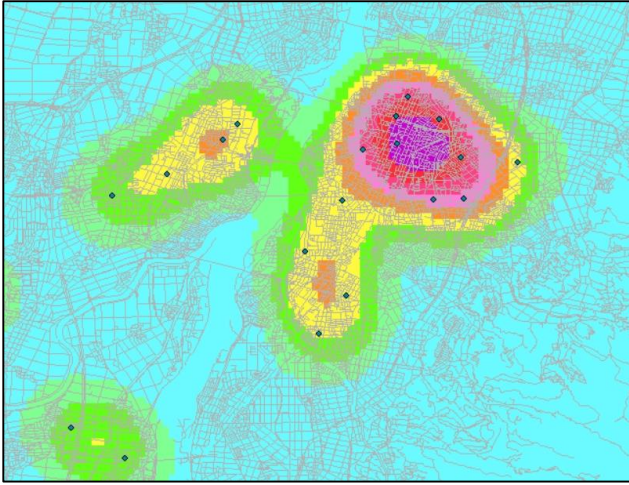
課題

①バスの運行本数が少なく、アクセスが悪い

②外国人への配慮があまりない

- カーネル密度、アクセス解析は様々な場面で利用可能

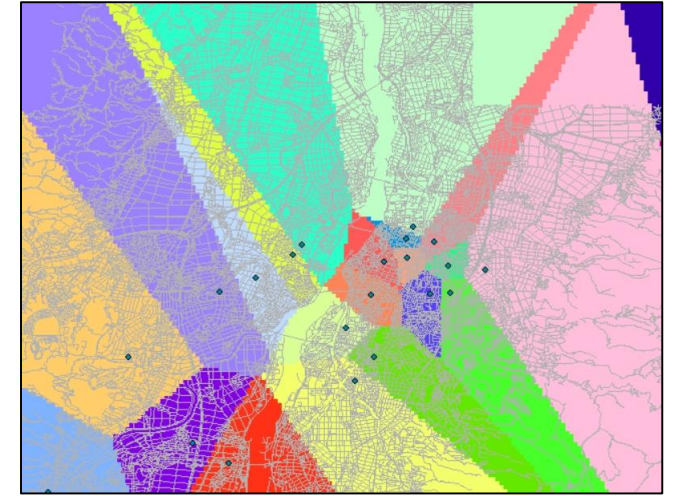
IV 点分布の処理②



カーネル密度



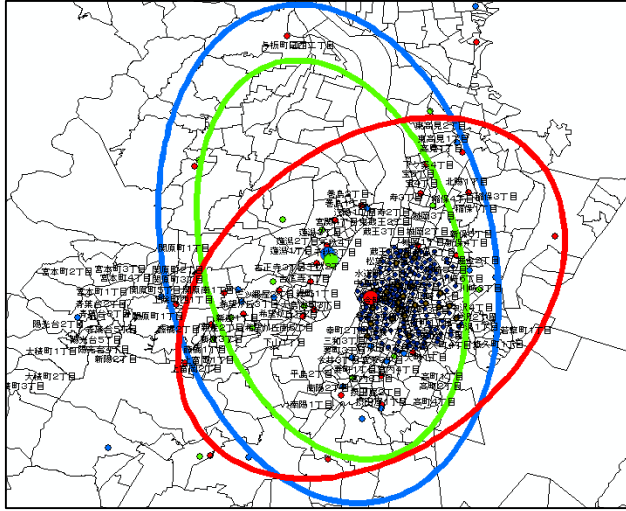
アクセス



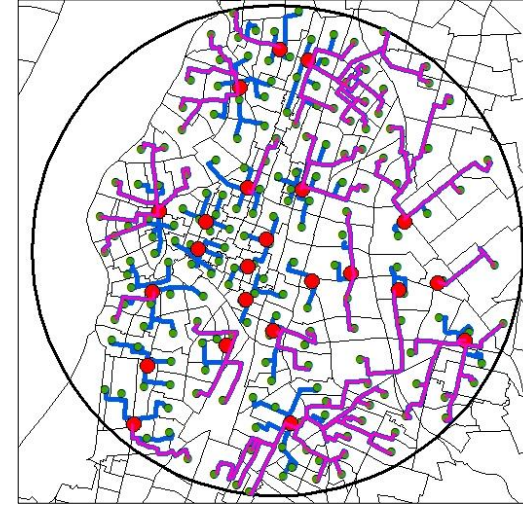
ボロノイ分割

- GISの結果→長岡駅周辺に密集し、小児科医療機関まで500m以上の地区が64%
- ボロノイ分割では周縁部はアクセスが悪いことが判明

IV 点分布の処理③



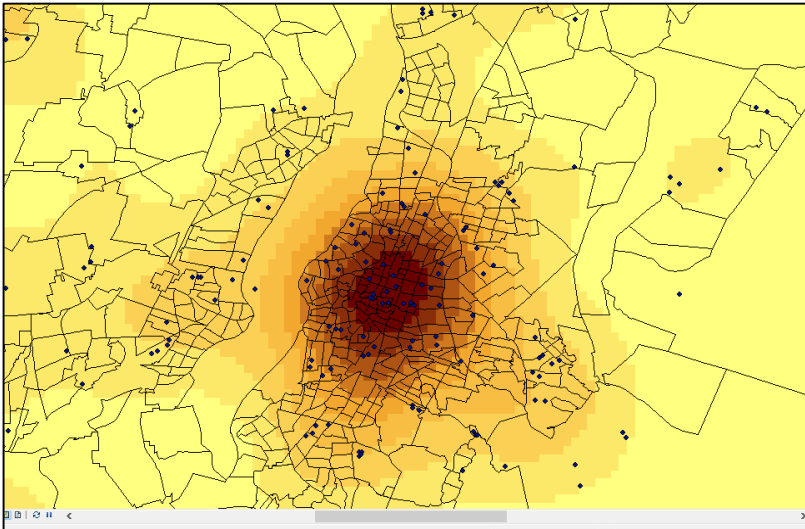
標準偏差楕円



500m圏内のコンビニ

- GISの結果、セブン（赤）、ローソン（青）、ファミリーマート（緑）の標準偏差楕円の中心はセブンが信濃川右岸（駅）
- 標準距離はセブンが1.8kmが一番短い
- ・町丁ポリゴンの中心からコンビニまで500m以上ある地区が34.7%

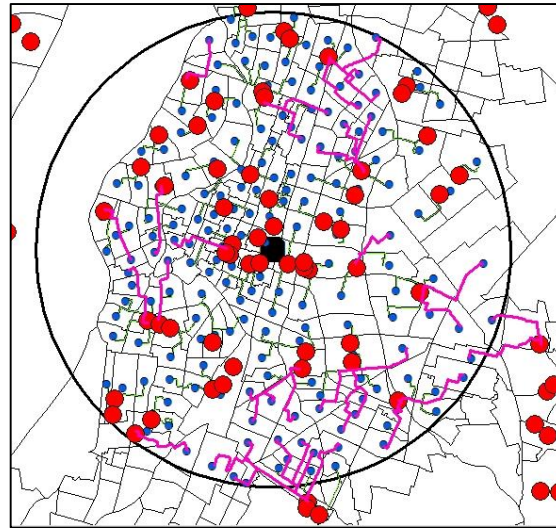
IV 点分布の処理④



AEDのカーネル密度



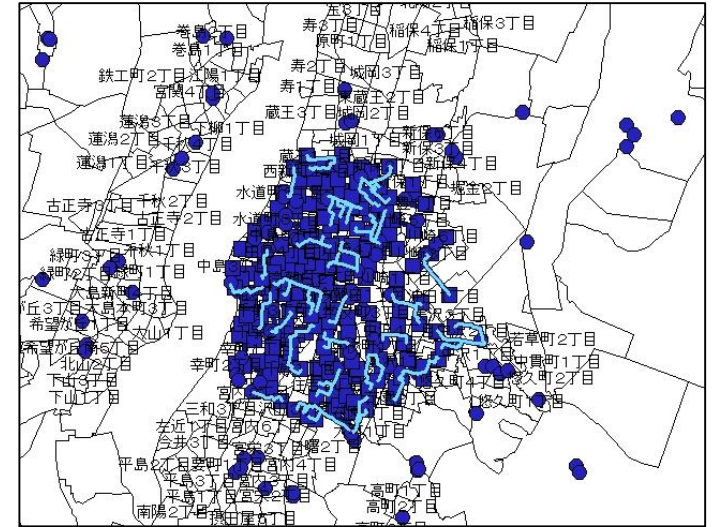
- AEDは駅周辺に集積



AEDへのアクセス



- 500m以上の地区が20.2%



避難所へのアクセス



- 長岡駅の周辺は避難所まで500m以上ある地区が26.4%

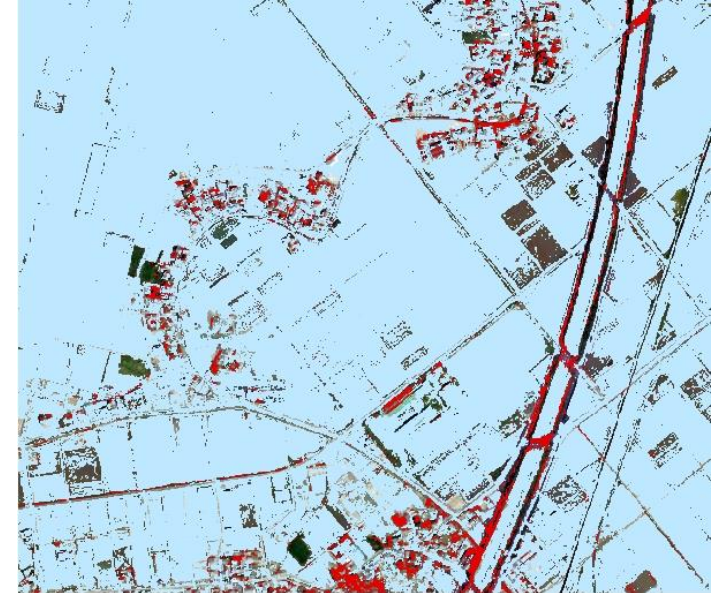
V 空中写真と衛星画像の処理①



1974年



2009年



二時期とも緑

- 1974年と2009年の空中写真より土地利用の変化を判読
- ほとんど変化は無しと推論 → 目視ではここまでが限界
- 最尤法でラスタ演算の結果では二時期とも緑であったセルを抽出

V 空中写真と衛星画像の処理②



ナチュラルカラー

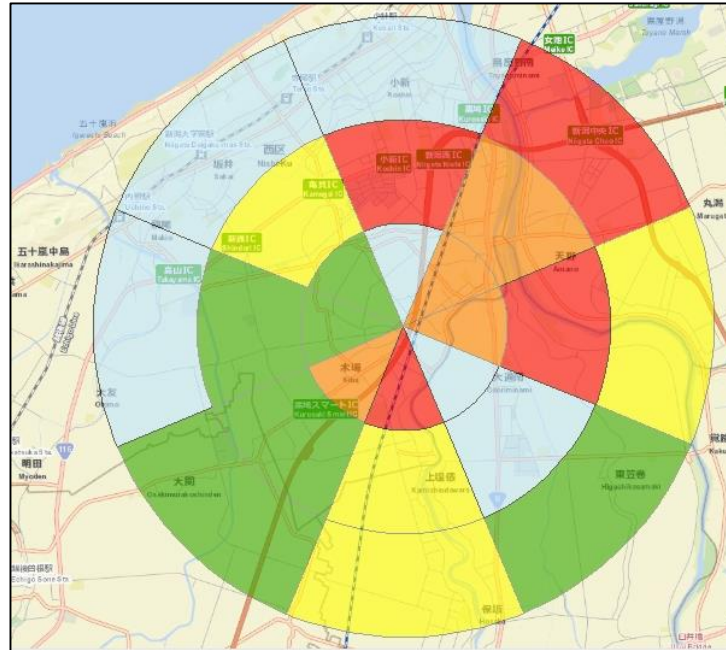
NDVI 5月

NDVI 8月

NDVI・・・植生が可視光赤色域（R=Band3、赤）をよく吸収し、近赤外域（IR=Band4、緑）をよく反射するという特性を利用、夏の方が植物は活性度が高いので値は高くなる

※リモートセンシングは植生分布の把握、地形の計測や変移、水域の水質・温度の推定、積雪量の推定、雲や雨などの気象状況等を把握できる

VI 土地利用と農業①



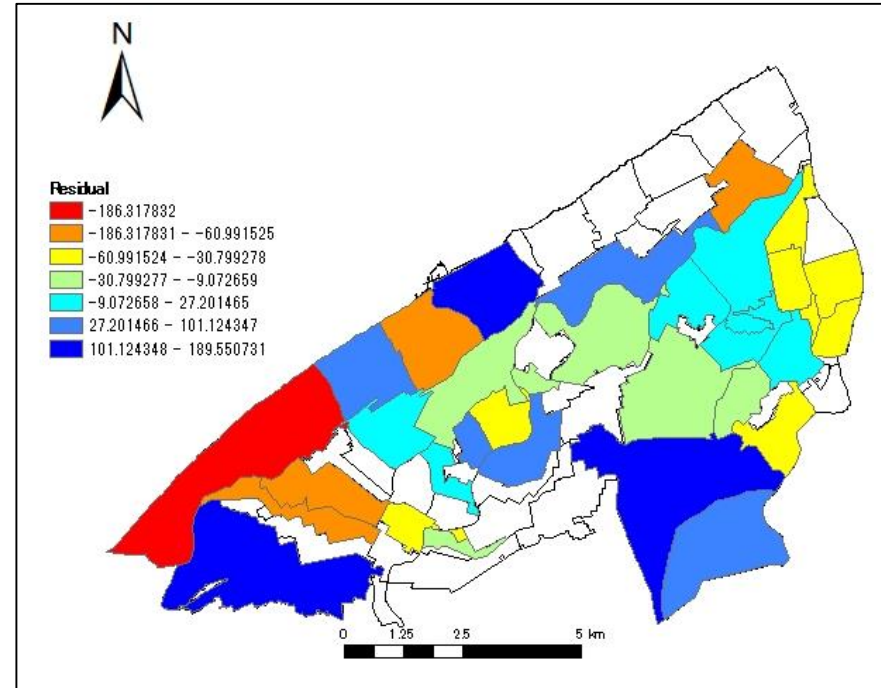
土地利用エントロピー値

- 土地利用メッシュを距離帯別・方位別に地目ごとに集計しエントロピー値を算出
- こしひかりの生産が盛んな地域はエントロピー値が低いと推論
- エントロピー値＝土地利用構成比が均等であるときエントロピー値は最大

VI 土地利用と農業②



修正ウィーバー法



GWRの残差

- 農林業センサスの指標より栽培作物の特色を修正ウィーバー法により抽出
- 職業別・産業別人口で地域の特色を見てみたいと回答
- 耕作放棄面積の説明変数を探らせ、単回帰と比較

VI 土地利用と農業③

<農林業サンサスより回帰式を作成して背景を読む>

グループ	販売金額 50-300万 (農家数)	後継者の有無			専業・兼業			年齢	田面積(a)
集落ごとに集計	販売金額 50-300	同居後継 者がいる 男	他出農業 後継者が いる	他出農業 後継者が いない	専業農家	第1種兼 業農家	第2種兼 業農家	男女計 60-74	田面積
販売金額50-300	1								
同居後継者がいる男	0.8138	1							
他出農業後継者がいる	0.6125	0.5133	1						
他出農業後継者がいない	0.8164	0.6055	0.5133	1					
専業農家	0.6562	0.4684	0.5617	0.820	1				
第1種兼業農家	0.5850	0.6082	0.4163	0.543	0.4057	1			
第2種兼業農家	0.8995	0.8577	0.6344	0.872	0.6264	0.5182	1		
男女計60-74	0.8626	0.8142	0.5963	0.821	0.7194	0.6930	0.8549	1	
田面積	0.8007	0.7583	0.5590	0.706	0.5817	0.7266	0.7616	0.8350	1

例・田_の面積と販売金額50-300を選んだ場合

目的変数 (Y)→	販売金額 50-300万 (農家数)	回帰分析 の結果	切片(b)→	1.234497
説明変数 (X)→	田面積 (a)		傾き(a)→	0.001863

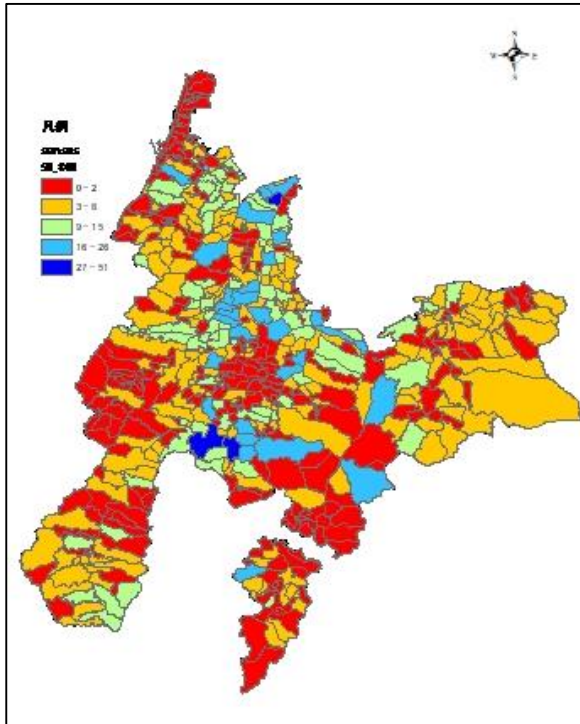


回帰とは平均に戻ること

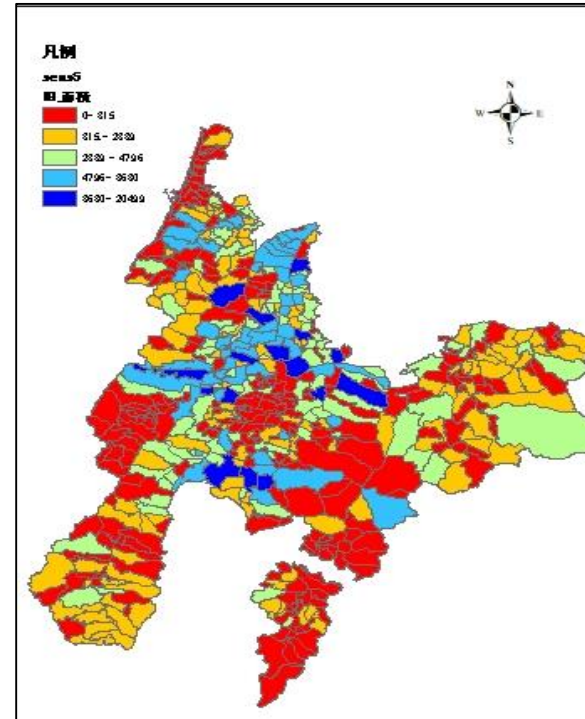
回帰式↓	重決定 R^2 (決定係 数、分析精度で最大 1)
$Y = 0.001863X + 1.234497$	0.64

空間のモデル化

VI 土地利用と農業④



50-300万農家数

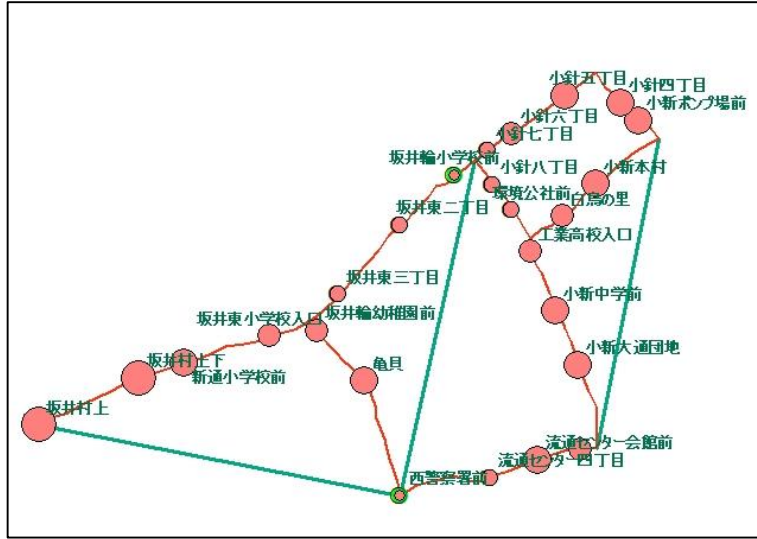


田面積

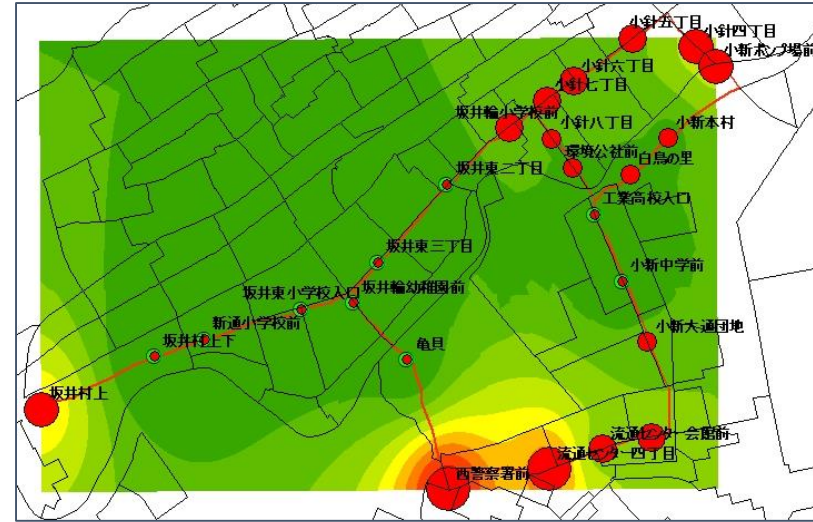
推論→田の面積で販売額50-300万の農家数は約6割くらい説明できる

- ・しかし、販売額に鑑みるととてもこの収入では生活が不安定
- ・多角化や兼業が求められる
- ・こうした状況で若い世代が営農することは考えにくい、自治体や国による援助等が急務

VI 交通問題を考える①



改良後



前後の差

Q. 近接性を良くするにはどうすべきか？→

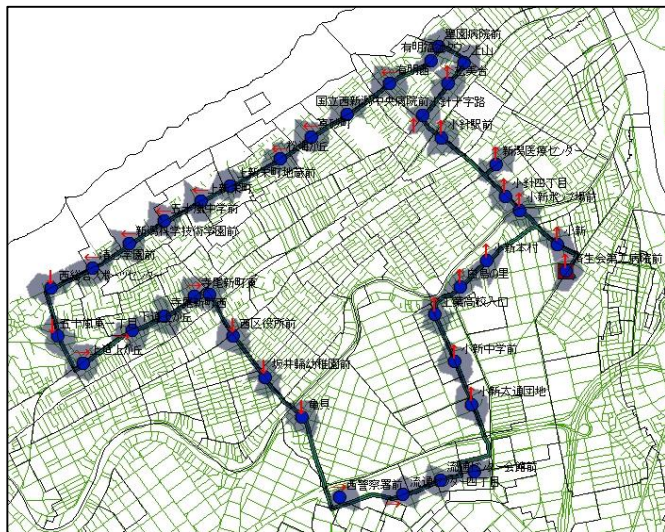
A. パスを3本挿入してみる→

✓改善されたか確認する→

✓前後の差を確認する

Q. 現実的には可能か？→

VI 交通問題を考える②



理論人口の算出



スクールバスルート

- ✓国勢調査のポリゴンを面積按分して各バス停を利用する理論上の高齢者人口を算出する
- ✓問題点は？→免許返納や65歳以上は100円、バスレーンは無理？ドアトゥドアでない、観光資源がないからバスも金沢のようにはいかない
- ✓メリットは？→環境に優しい、渋滞の緩和、高齢者の事故の減少、家族の負担の軽減

GISの生徒の感想

- 多くの情報をすぐに整理でき、可視化できる
- 人との絆の大切さを再認識
- 興味深かった手法は方位線、GWR、エントロピー値
- 今後は歯科医や老人ホームの分布を調べたい
- 地理という授業の見方が変化
- フィールドワークや聞き取り調査が重要



興味深かった解析手法

まとめと課題

- 空間的推論を支援、ブラッシュアップするのがGIS
- GISのスキルに走らず、空間的思考をGISで（with GIS）学ぶ
- 評価を含めた教員の研修の充実が急務
- KJ法やマインドマップ等アナログとGISを組み合わせ使用するとよりアクティブ・ラーニングとなる
- Society 5.0 for SDGsの実現に向けて「地理総合」に期待する

ご清聴ありがとうございました