

主題図作成のためのレイヤーの基礎知識、 30分で「完全に理解した」

ESRIジャパン株式会社
羽田 康祐



アジェンダ

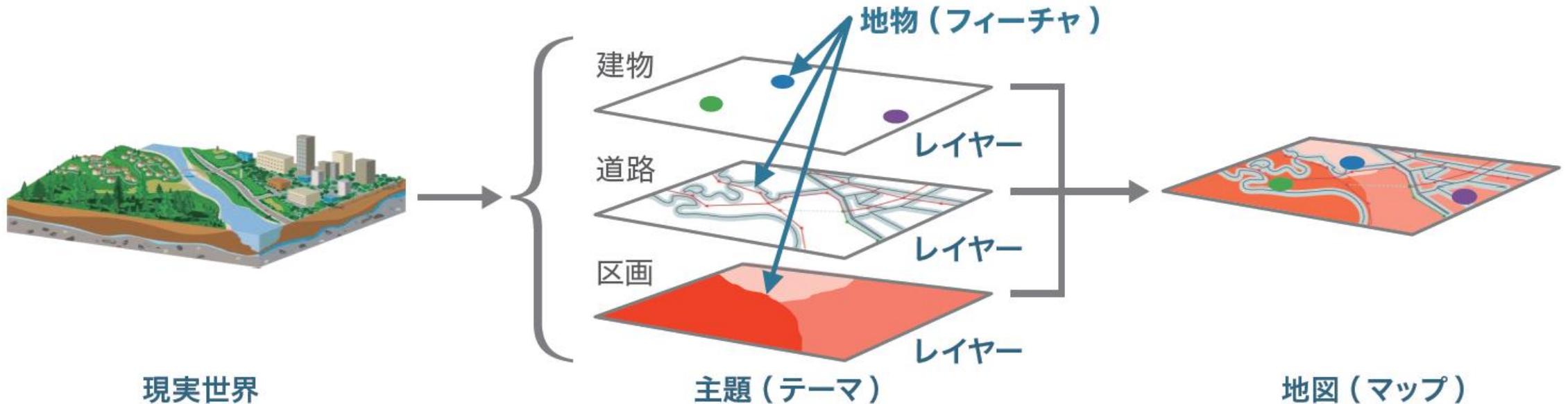
- マップとレイヤー
- 一般図と主題図
- 『Mapping for a Sustainable World
– 持続可能な世界のための地図作成 –』
 - 地理空間情報
 - データの尺度と表現方法
 - データ変換と正規化
 - 可変単位区問題と生態学的誤謬
 - データの階級区分
 - 地図投影法と中央子午線
 - 視覚変数
 - 色
 - 文字デザイン（タイポグラフィ）
- ArcGIS Pro の操作
 - レイヤーのシンボル（Symbology）
 - シンボル設定の違いによる印象の違い
 - シンボル（Symbol）とシンボルレイヤー
 - 主題図を作成するためのヒント
- まとめ

マップとレイヤー

- レイヤーはマップを構成する要素
- さまざまなプロパティを持っている



『ArcConnect』創刊号「GISの基礎知識」第1回





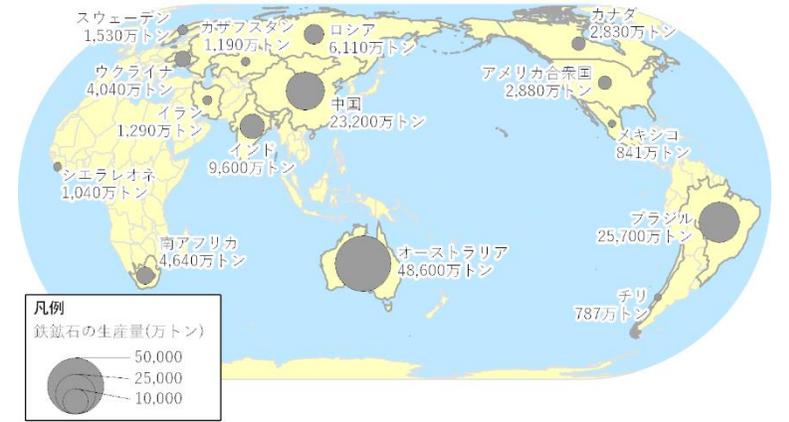
マップ（地図）の種類



【一般図】
general map



【主題図】（主題のみ）
thematic map



【主題図】（背景図含む）



「どこ」を伝える

- **【一般図】 (general map)**
 - どこにどのような情報があるか、まんべんなく示した地図
- **例**
 - **地形図 (国土地理院)**

以下の [標準地図] など

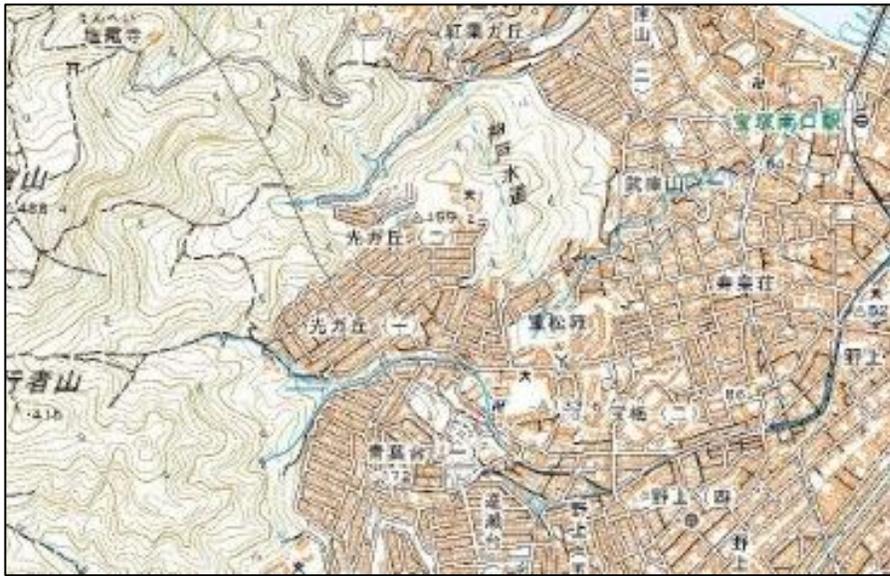
- **地理院地図 (国土地理院)**
- **ArcGIS Online (Esri)**
- **Yahoo!地図 (Yahoo! Japan)**
- **Google Maps (グーグル)**



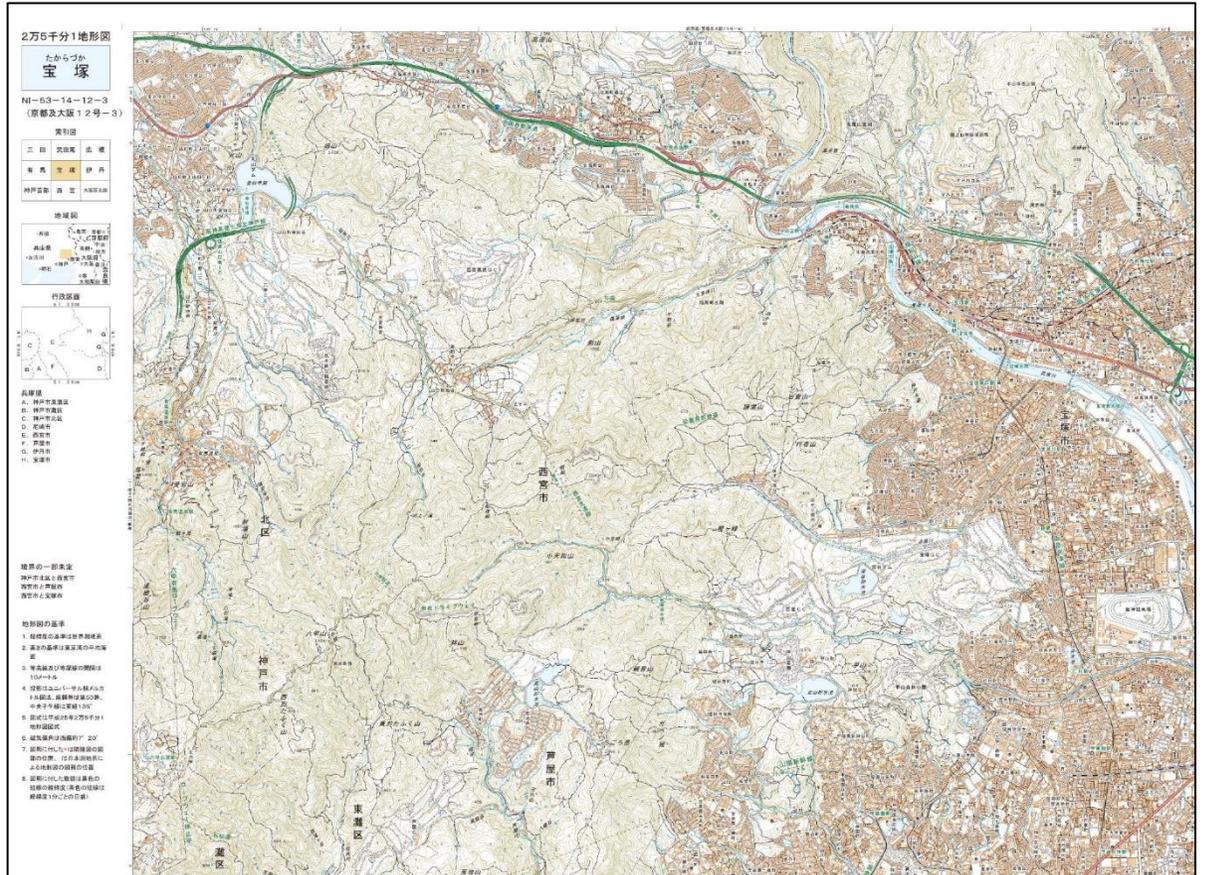


一般図の例

- 【地形図 (topographic map)】



- “地形図”は「固有名詞」で、地形だけを示した地図ではない

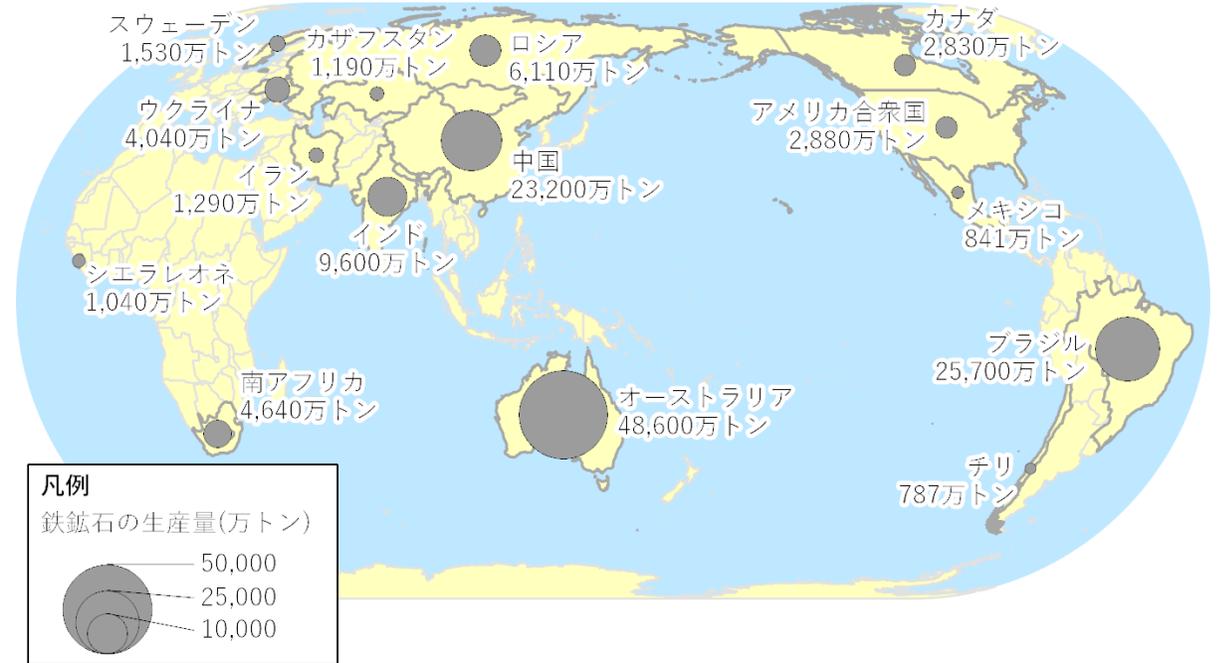


国土交通省 国土地理院 発行の「2万5千分1地形図」



「どこ」以外を伝える

- 【主題図】 【主題地図】
(thematic map)
 - 主題 = theme
 - 特定の情報を強調して描いた地図



鉄鉱石の主な生産国と産出量 (2015年)



目的の情報だけでは伝わらない

- 等高線 “だけ” を示した地図
- 「どこ」がわからないと地図として伝わらない
 - 主題図は位置がわかるように最低限の一般図と重ねて表現
 - ここで利用する一般図を【基図】【基本図】(basemap)

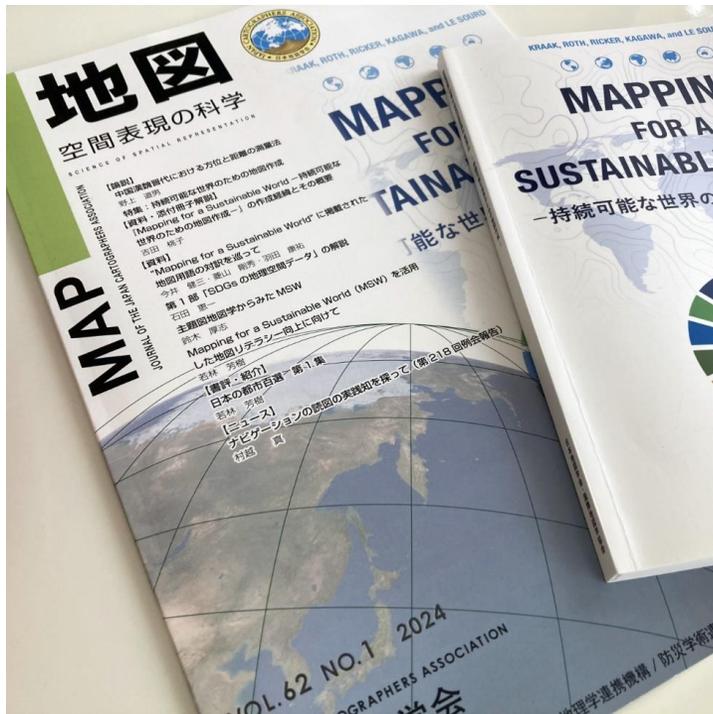


高さの「主題」だけを示した地図



参考) 『Mapping for a Sustainable World — 持続可能な世界のための地図作成 —』

- 日本地図学会
「Mapping for a Sustainable World 日本語版作成専門部会」が翻訳した
地図デザインのためのガイドブック



1.2 地理空間データ

地理空間データは、自然環境と人工環境からの見方を記述し、位置、属性、および時間の3つの構成要素がある(図1.2-1)。

位置とは、現象が在るまたは産生している場所を示すものである(1.3節参照)。たとえば、国連の本拠地は、郵便番号10017、アメリカ合衆国ニューヨーク州ニューヨーク東42ストリート405番地(405 East 42nd Street, New York, NY, 10017, USA)である。地理座標は地球の形状に基づいており、緯度(南北の線)と経度(東西の線)で測定される。国連本部の地理座標は、北緯40度44分34.79秒、西経73度58分2.99秒である。地図に平行線(緯線)と子午線(経線)を追加して、地理座標を緯線網と呼ぶ。地理座標ネットワークに投影することもできる。

属性は、その現象が何であり、また誰であるかを表す要素である(1.4節参照)。属性は地図に示した現象が定性的であるか、または定量的であるかという性質を表す(図1.2-2)*。定性的属性の例としては、国連本部周辺の土地利用が挙げられる。この名義尺地図は、異なる色を用いて、各土地の利用カテゴリを示している(3.2節参照)。定性的属性の例では、同じ地域の建物の高さを表現している。この比例記号図(proportional symbol map)は、記号の大きさの違いによって建物の高さを描いている(3.4節参照)。

時間とは、いつの現象や現象が発生し、いつデータが収集されたかを示している(1.3節参照)。地理空間データの時間的な構成要素は、データの有効性に応じて、場合によっては時空間データを組み合わされて、場合によっては時空間データの並置図(adjacent map)を使用することで、1836年の国連本部周辺と現在の状況を比較することができる(図1.2-3)。

SDGsのための国連のデータは、もともと地理空間データである。SDGsの進捗管理を行うためのデータは、それぞれの国や地域について、複数年に関する各目標に対する複数の指標とともに収集される。つまり国連のデータは、「場所」について複数の「時間」にわたって、さまざまな「属性」に対する指標とともに収集されている。

本書で地図作成に使用しているデータセットは、「Global SDG Indicators Database(<https://indicators.un.org/sdgs/indicators/database/>)」である。これらのデータは定期的に更新され、自由にダウンロードして利用できる(図1.2-4)。

位置

地理的単位

- 目
- 地域
- 大陸

属性

定性的、定量的 (絶対/相対)

時間

タイムスタンプ/期間

2010年、2011年、2012年
1月、2月、3月

図1.2-1: 地理空間データの構成要素。位置、属性、および時間。

図1.2-2: 属性。左: 定性的属性: 国連本部周辺の土地利用 (出典: OpenStreetMap) 右: 定量的属性: 国連本部周辺の建物の高さ

図1.2-3: 時間。左: 1836年の国連本部周辺 (出典: ジョセフ・コンラッド・スフィンヤン・マガジン) 右: 今日の同じ地域 (出典: Google マップ)

目標	指標	属性	位置	時間
6	6.1	SH_HO_SAFETY	人口の割合	112 ベラルーシ 変換 % 80.62 80.81 80.99 81.77 84.62
6	6.1	SH_HO_SAFETY	人口の割合	100 アルバニア 変換 % 98.84 98.84 98.84 98.81 98.95
6	6.1	SH_HO_SAFETY	人口の割合	333 チェコ 変換 % 96.32 96.32 96.44 96.50 97.88
6	6.1	SH_HO_SAFETY	人口の割合	348 コロンビア 変換 % 53.97 53.61 55.81 55.81 59.16
6	6.1	SH_HO_SAFETY	人口の割合	616 エル・サルバドル 変換 % 40.42 42.32 44.27 45.28 72.88
6	6.1	SH_HO_SAFETY	人口の割合	498 エル・ドミニカン 変換 % 81.66 81.61 81.59 81.63 81.92
6	6.1	SH_HO_SAFETY	人口の割合	642 エル・ドミニカン 変換 % 81.66 81.61 81.59 81.63 81.92

図1.2-4(右ページ) Global SDGs指標データベースのデータ群。安全な飲料水を利用する人口の割合に関する指標(6.1.1) (2015)は、地理空間データの構成要素である位置(緯)、属性(経)、時間(年)によって整理されている。

4 Mapping for a Sustainable World - 持続可能な世界のための地図作成 -

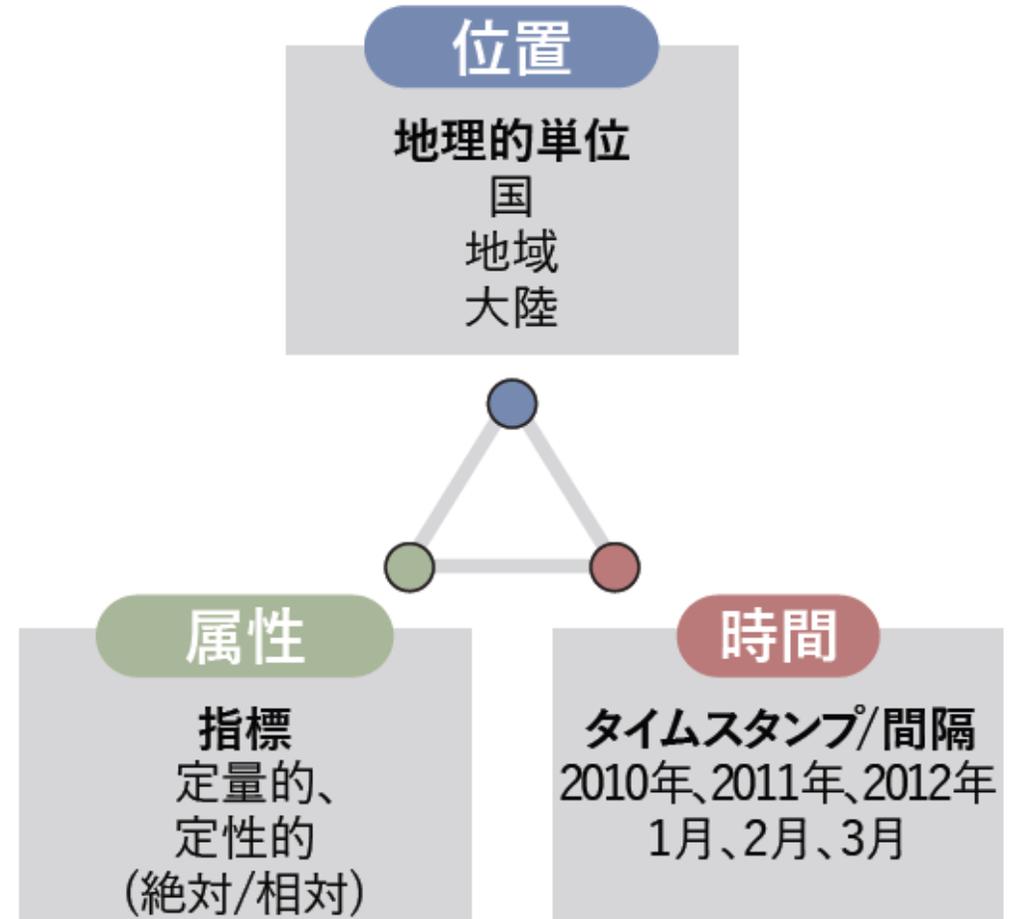
1.2: 地理空間データ

本書で使用している指標名や属性・時刻は、国際標準化機構(ISO)の手引による正式な記号や単位を参照してください。



地理空間情報（1.2節）

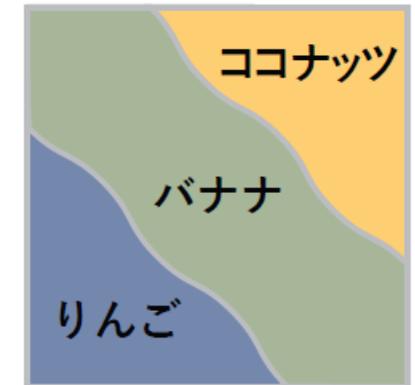
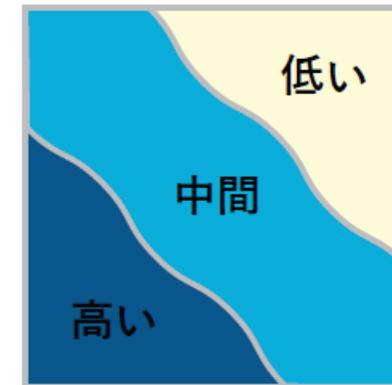
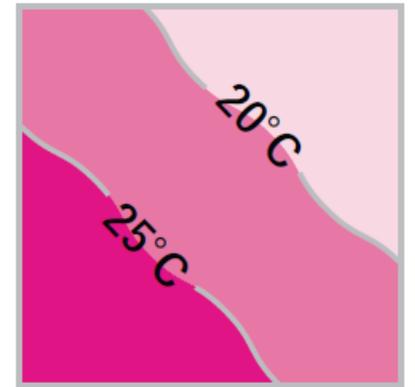
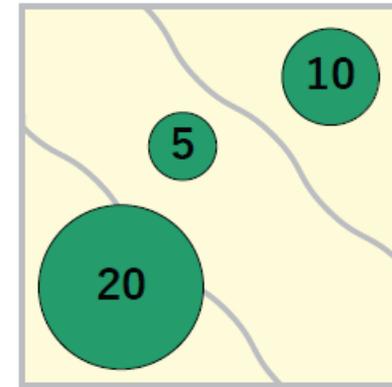
- **位置**
 - 場所
 - 範囲
- **属性**
 - 地物が持つ固有の情報（文字や数字）
 - 地理情報標準では主題属性という
- **時間**
 - 瞬間
 - 期間





データの尺度と表現方法 (1.4節)

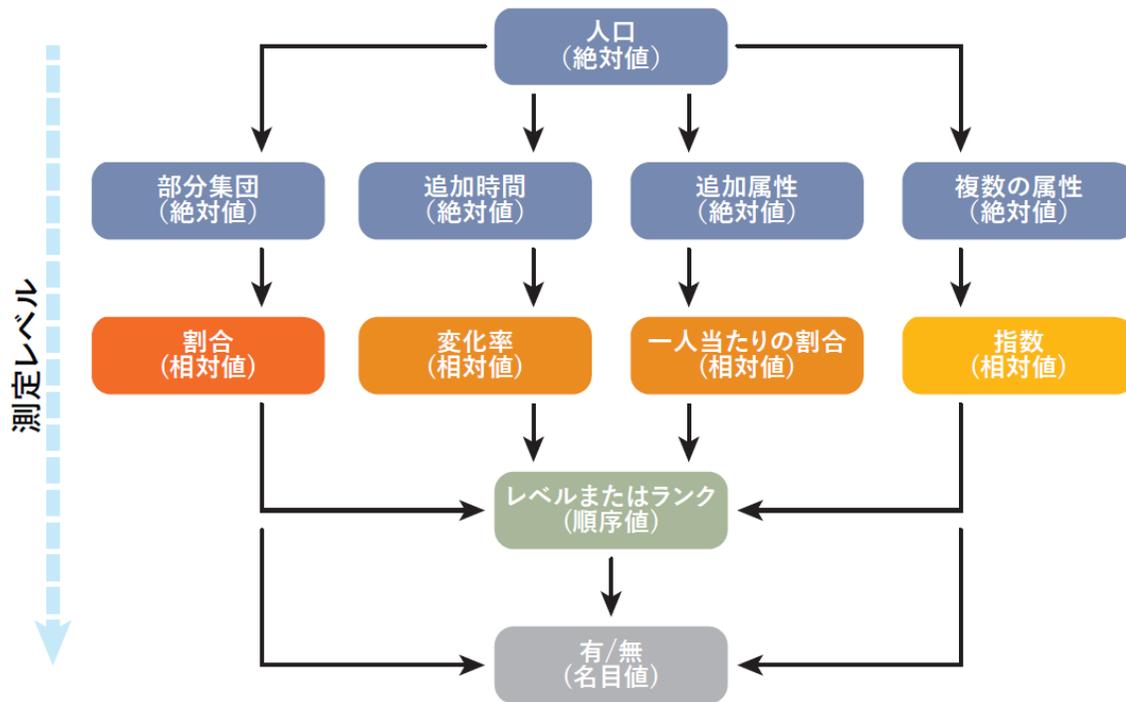
測定レベル	絶対/相対的	属性	地図化可能な値	例	
比例尺度	絶対 (1つの値)	一属性	絶対値	Xを数える	
		一属性	割合	総人口の割合	総人口の%
				その他の人口	人口以外のXの%
	相対的 (2つ以上の属性を使用して計算)	二属性	比率	一人あたりの分割払い	1人/人口あたりのXを数える
				変化率(時間単位あたり)	時間あたりの%変化またはカウント X
				その他の比率	人口または時間以外のYあたりのX
		多属性	指数(計算)	方式	
間隔尺度		間隔値		SDGsには使用されない	
順序尺度		序数値		レベルまたはランク	
名義尺度		名義尺度値		有無	



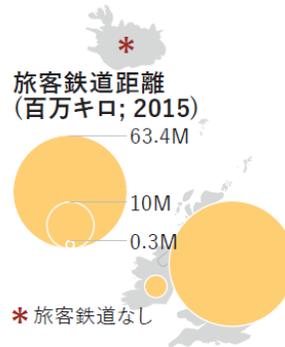


データ変換と正規化 (1.7節)

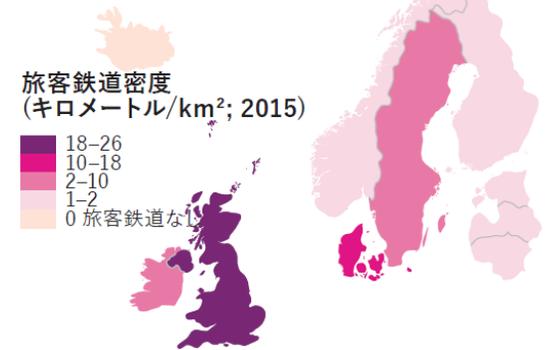
- 測定レベルを【絶対値】から【相対値】へ【正規化】するなどの統計的変換



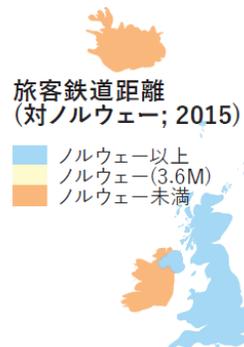
絶対値



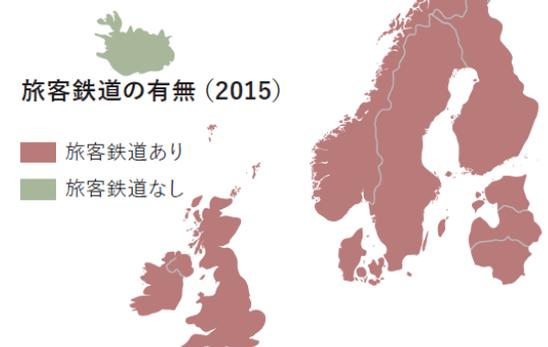
相対値



順序値



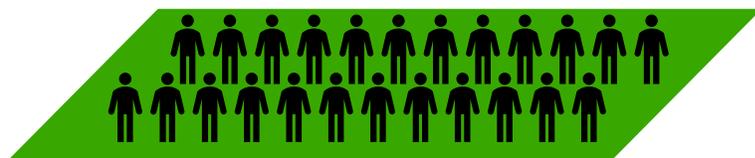
名義値



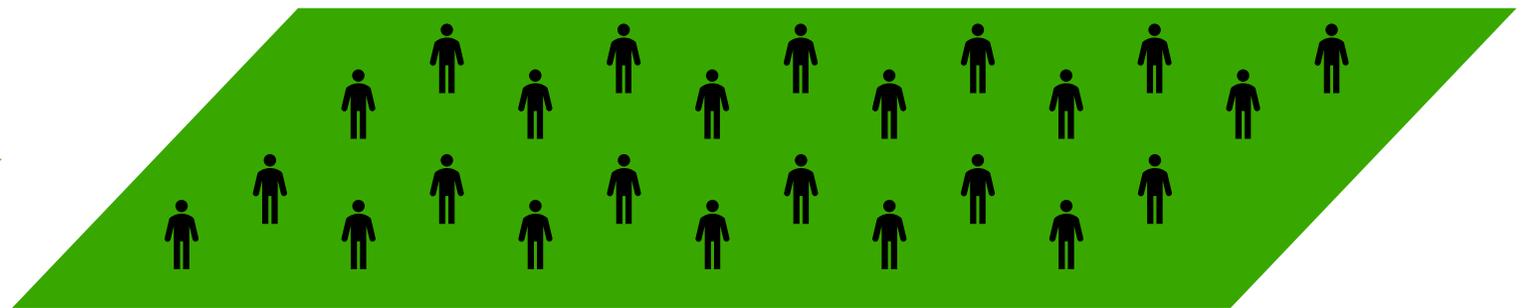


絶対値と相対値

- 【絶対値】 基準となる値（0 など）からどれだけ離れているかを示した値
 - 例）人口
- 【相対値】 何かと何かを比較して導く値
 - 例）人口密度
- 同じ人数でも面積が大きくなると密度が小さくなる



基準の面積



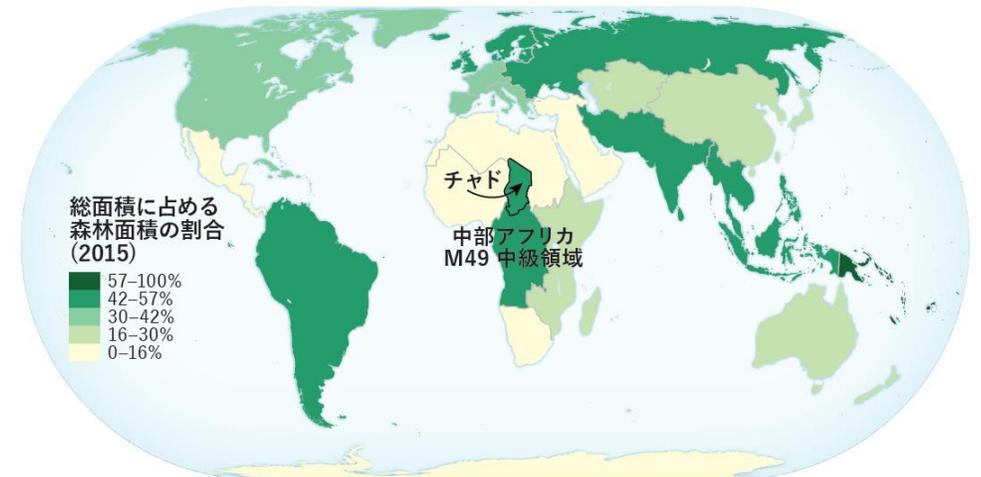
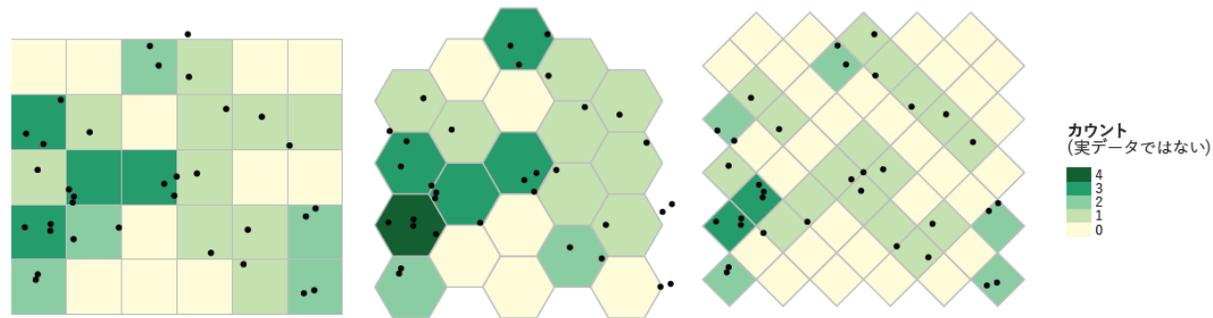
面積が大きい



ごびゅう

可変単位区問題と生態学的誤謬 (1.8節)

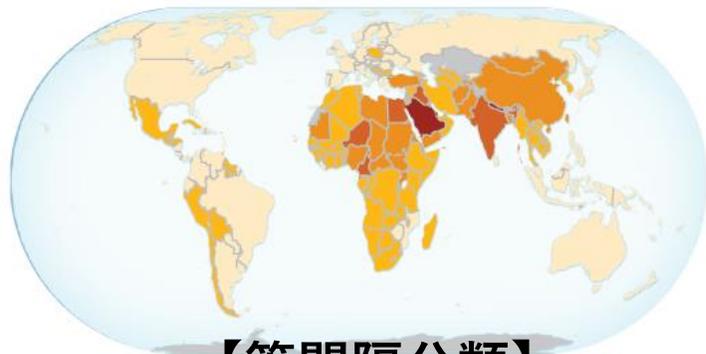
- 【可変単位区問題】
 - 集計する面の区域によって異なる視覚的パターンが生じる問題
- 【生態学的誤謬】 ecological fallacy
 - 集団レベルで言えることが、個人レベルでは当てはまらない現象
 - 例) 「日本人は長寿」
日本は平均寿命は世界一の国だが個々人皆が長寿ではない





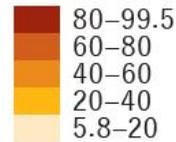
データの階級区分 (1.9節)

- 同じデータでも区分法によって印象が異なる

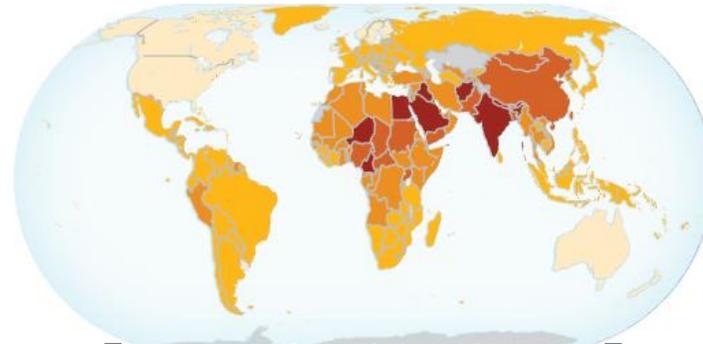


【等間隔分類】

都市の微粒子状物質の年平均値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$;2016)

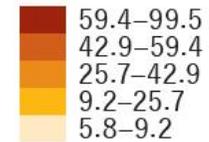


欠損データ



【平均と標準偏差区分】

都市の微粒子状物質の年平均値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$;2016)

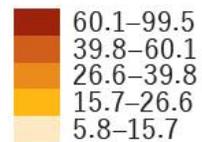


欠損データ



【最適区分】

都市の微粒子状物質の年平均値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$;2016)



欠損データ



【変位値による区分】

都市の微粒子状物質の年平均値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$;2016)



欠損データ

地図投影法と中央子午線 (2.4節)



- 【地図投影】
丸い地球を平面に展開する方法
 - 統計地図は面積の誤解を与えない【正積図法】が望ましい

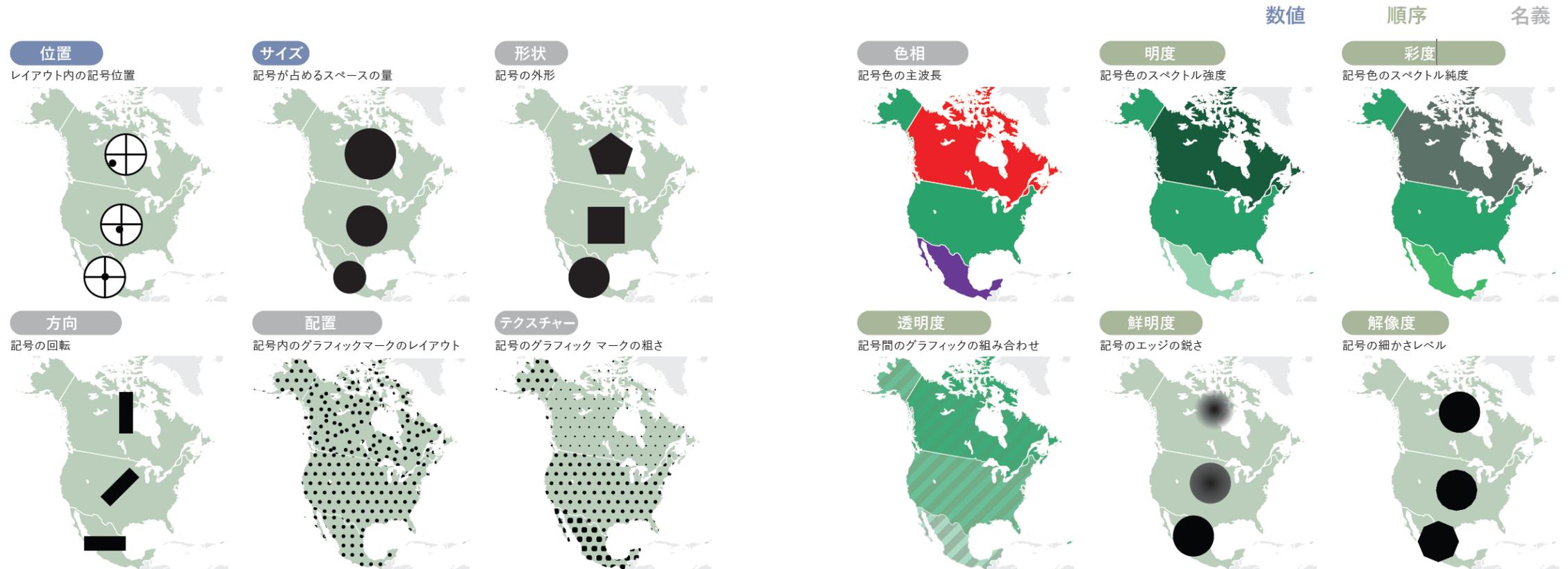
- 【中央子午線】
パラメーターの一種で地図の中心経度
 - 日本人には太平洋（東経150度）中心がなじみやすい





視覚変数 (2.9節)

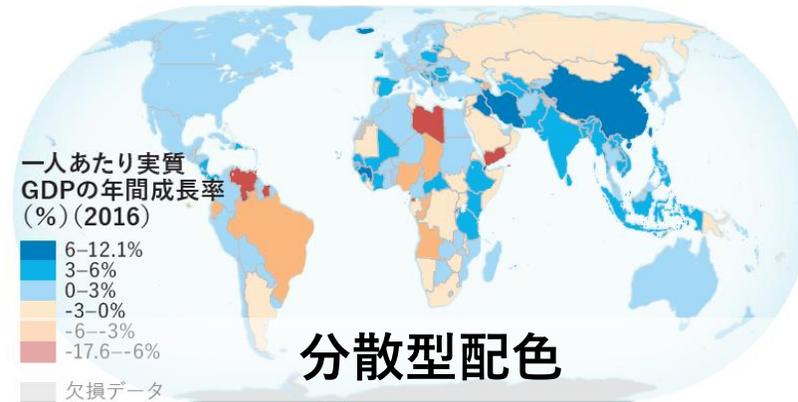
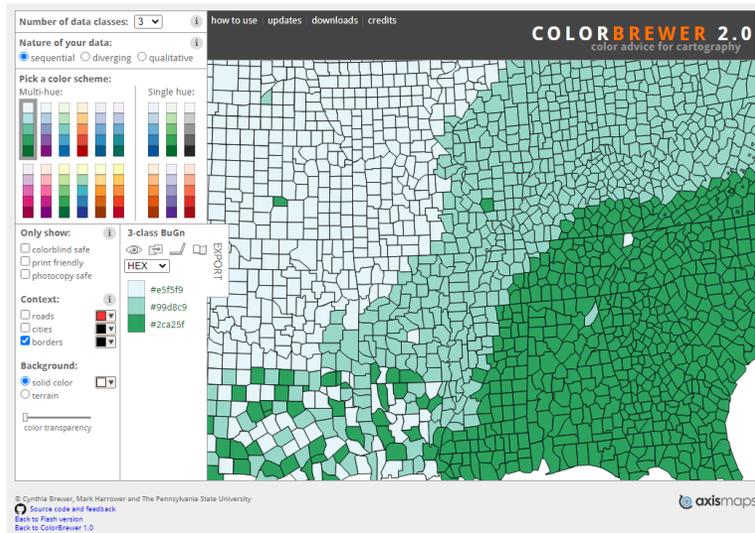
・ 情報を伝達するために記号を変更する方法



色 (2.10節)

• ColorBrewer

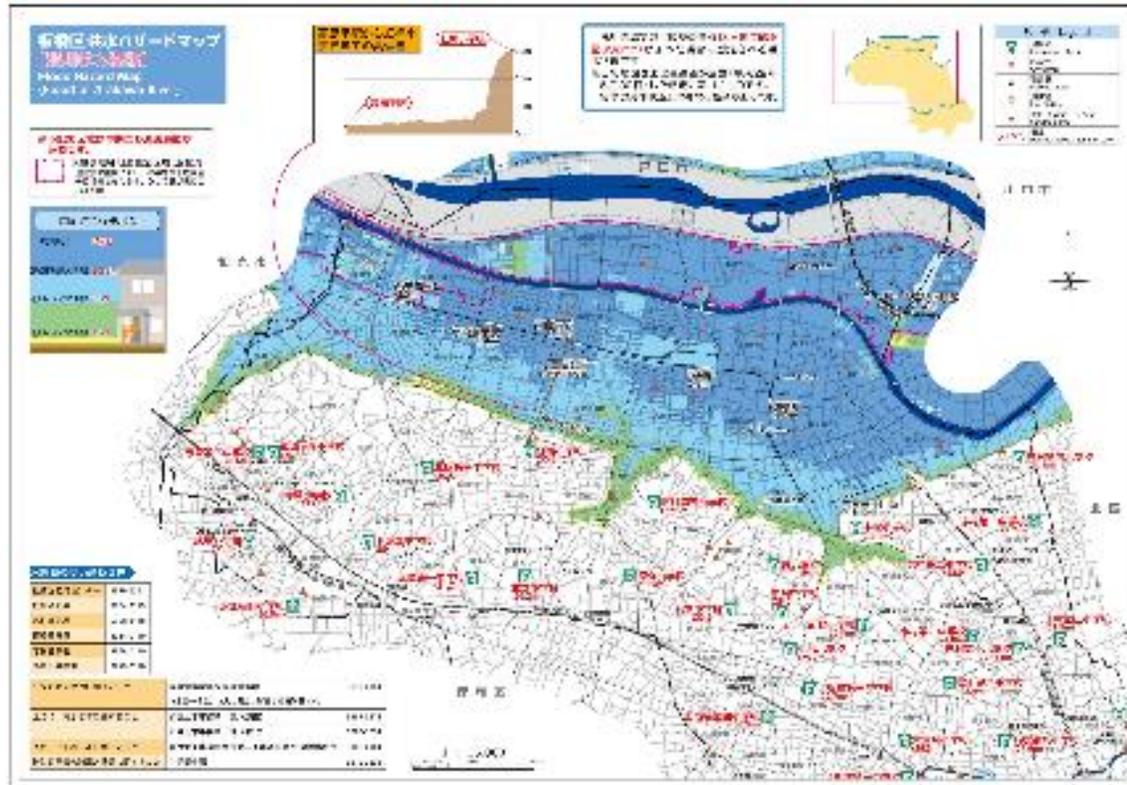
- <https://colorbrewer2.org/>
- 分布図の配色をシミュレーションできるサイト
- ArcGIS Online / ArcGIS Pro のシンボル設計にも採用



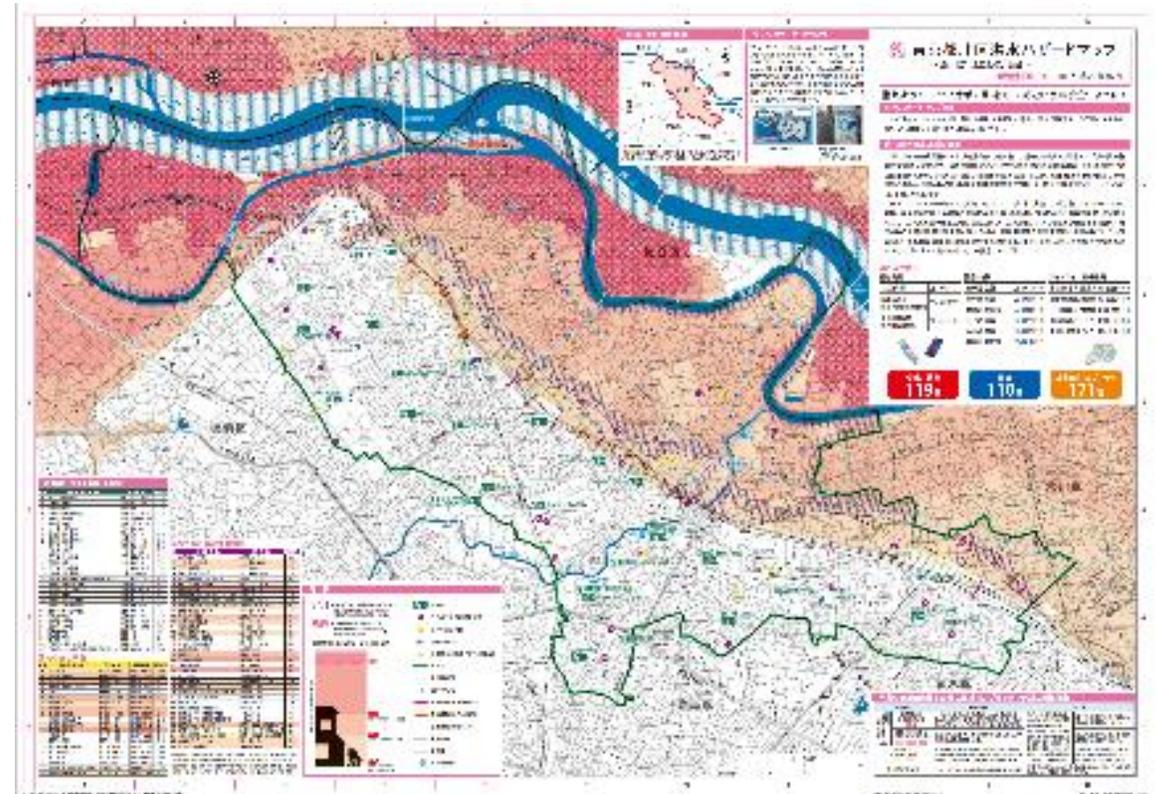


例) 危険な印象を与えるのはどちら？

・洪水ハザードマップ



東京都板橋区



東京都北区



例) 指標に基づいた配色

浸水深当	標準色(RGB)	
20m ~	220,122,220	
10m ~ 20m	242,133,201	
5m ~ 10m	255,145,145	
3m ~ 5m	255,183,183	
0.5m ~ 3m	255,216,192	
~ 0.5m	247,245,169	

国土交通省「洪水浸水想定区域図作成マニュアル (第4版)」p.33 参考

色が持つ意味	内閣府のガイドラインで発令の目安とされる避難情報	相当する警告レベル
きわめて危険	避難指示 (緊急)	4 相当
非常に危険	避難勧告	3 相当
警戒 (警報級)	避難準備・高齢者等避難開始	2 相当
注意 (注意報級)	—	—
今後の情報に留意	—	—

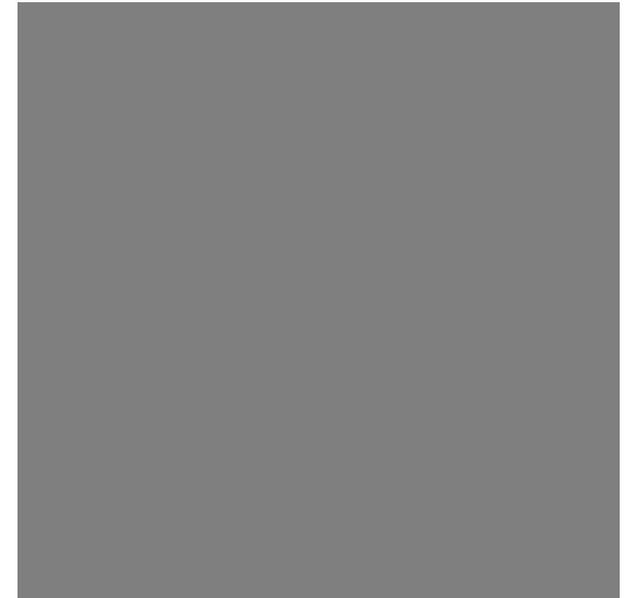
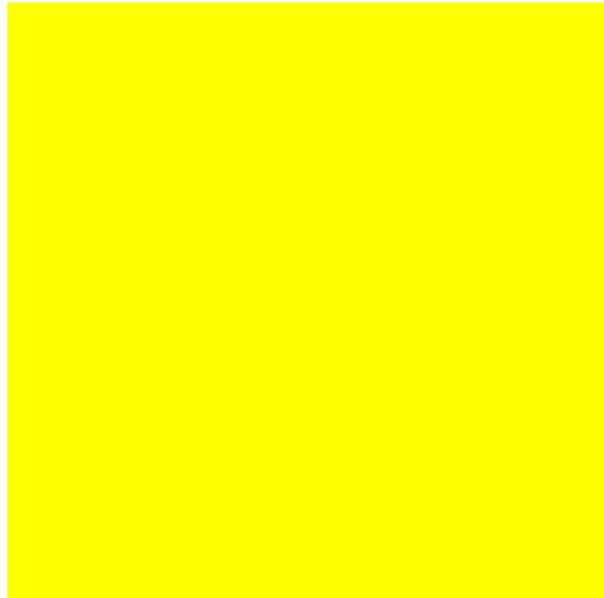
気象庁ウェブサイトに掲載されている危険度 参考



塗り分け

- 面積効果

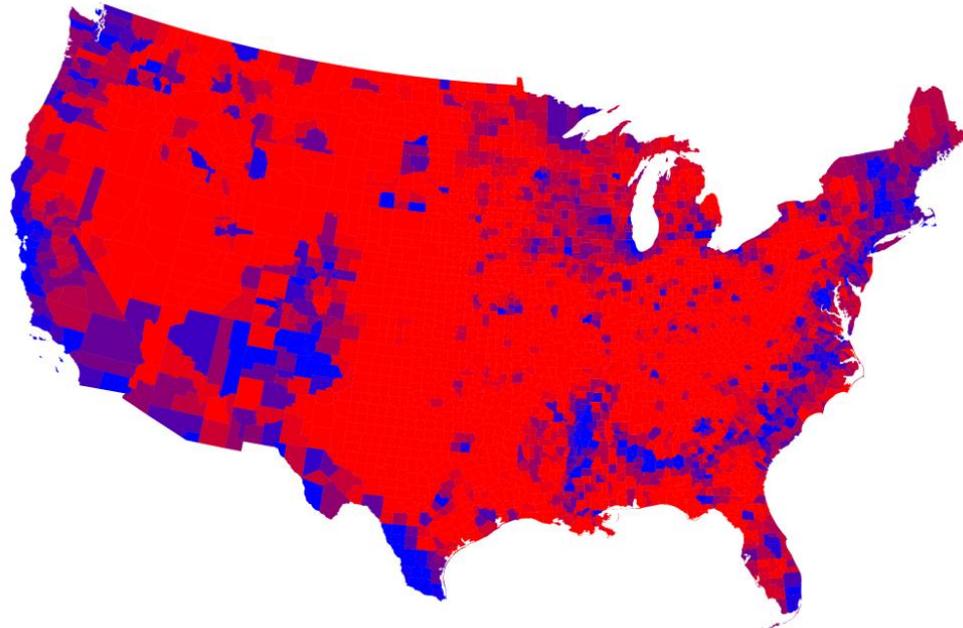
- 塗り分けの面積が大きくなるほど、明るい色はより明るく、暗い色はより暗く見える



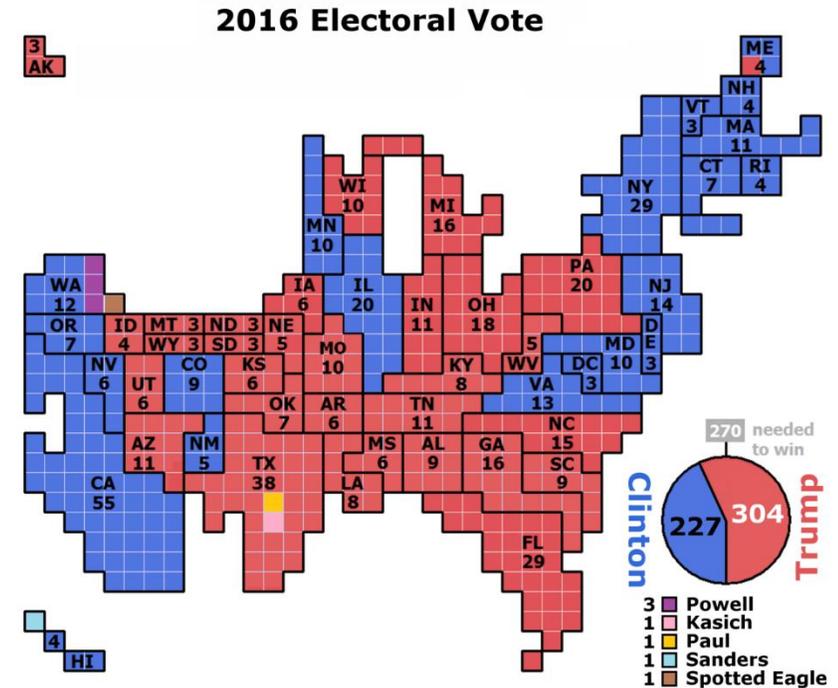


恣意的（意図的）な地図

・ 2016年アメリカ大統領選挙



定性図（塗り分け）

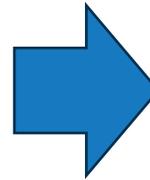
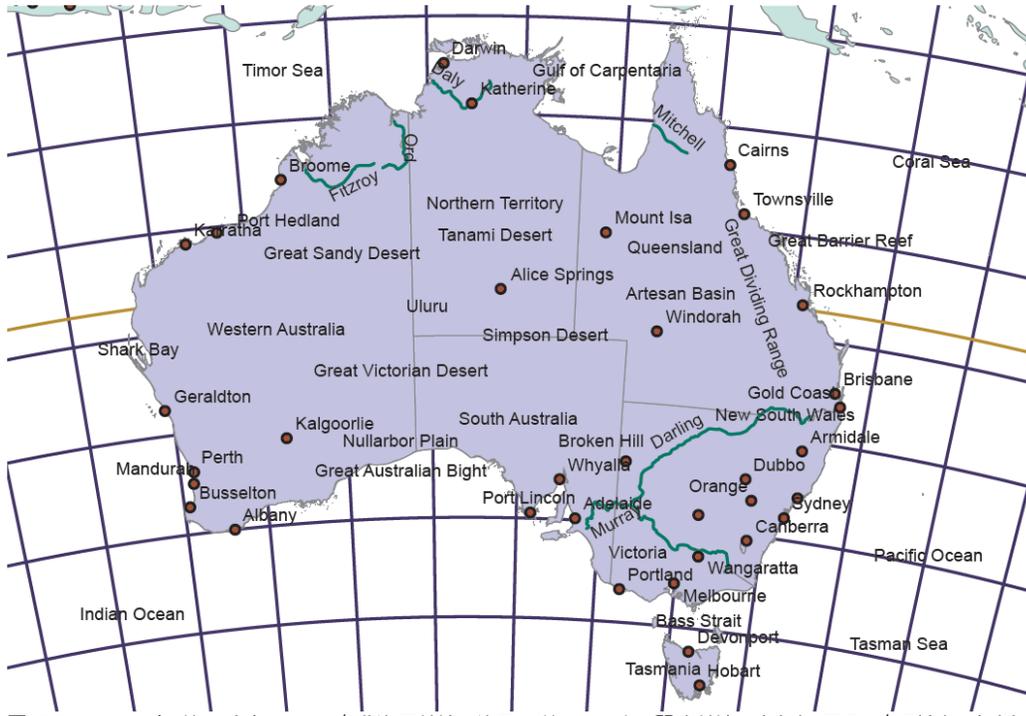


カルトグラム（選挙人を面積に換算）



文字デザイン（タイポグラフィ）（2.11節）

- 適切な注記（ラベル・アノテーション）の設定により視覚的な効果を与える





ArcGIS Pro : レイヤーのシンボル (Symbology)

• 【Symbology】レイヤー内のフィーチャをどのように表現するか

すべて▼	<input checked="" type="checkbox"/> すべて
1つのシンボルを使用してレイヤーをシンボル表示 単一シンボル 単一シンボルを使用して描画します。	1つのシンボルを使用してレイヤーをシンボル表示 カテゴリ別にレイヤーをシンボル表示 数値分類でレイヤーをシンボル表示 密度でレイヤーをシンボル表示 シンボル属性を使用してレイヤーをシンボル表示
カテゴリ別にレイヤーをシンボル表示 個別値 1つまたは複数のフィールドの個別値を使用してカテゴリを描画します。	
数値分類でレイヤーをシンボル表示 等級色 等級色を使用して数値を分類描画します。 2変量色 2変量色を使用して数量を描画します。 ストレッチ 未分類の色のグラデーションを使用して数値分類を描画します。 等級シンボル 等級シンボルを使用して数値を分類描画します。 比例シンボル 比例シンボルを使用して数値分類を描画します。 チャート チャートシンボルを使用して数値分類を描画します。	
密度でレイヤーをシンボル表示 ヒートマップ ポイントの密度を色の連続的なグラデーションとして描画します。	
シンボル属性を使用してレイヤーをシンボル表示 辞書 シンボル辞書とルールセットを使用してフィーチャを描画します。	

すべて▼	<input checked="" type="checkbox"/> すべて
1つのシンボルを使用してレイヤーをシンボル表示 単一シンボル 単一シンボルを使用して描画します。	1つのシンボルを使用してレイヤーをシンボル表示 カテゴリ別にレイヤーをシンボル表示 数値分類でレイヤーをシンボル表示 シンボル属性を使用してレイヤーをシンボル表示
カテゴリ別にレイヤーをシンボル表示 個別値 1つまたは複数のフィールドの個別値を使用してカテゴリを描画します。	
数値分類でレイヤーをシンボル表示 等級色 等級色を使用して数値を分類描画します。 2変量色 2変量色を使用して数量を描画します。 ストレッチ 未分類の色のグラデーションを使用して数値分類を描画します。 等級シンボル 等級シンボルを使用して数値を分類描画します。 比例シンボル 比例シンボルを使用して数値分類を描画します。 チャート チャートシンボルを使用して数値分類を描画します。	
シンボル属性を使用してレイヤーをシンボル表示 辞書 シンボル辞書とルールセットを使用してフィーチャを描画します。	

すべて▼	<input checked="" type="checkbox"/> すべて
1つのシンボルを使用してレイヤーをシンボル表示 単一シンボル 単一シンボルを使用して描画します。	1つのシンボルを使用してレイヤーをシンボル表示 カテゴリ別にレイヤーをシンボル表示 数値分類でレイヤーをシンボル表示 シンボル属性を使用してレイヤーをシンボル表示
カテゴリ別にレイヤーをシンボル表示 個別値 1つまたは複数のフィールドの個別値を使用してカテゴリを描画します。	
数値分類でレイヤーをシンボル表示 等級色 等級色を使用して数値を分類描画します。 2変量色 2変量色を使用して数量を描画します。 ストレッチ 未分類の色のグラデーションを使用して数値分類を描画します。 等級シンボル 等級シンボルを使用して数値を分類描画します。 比例シンボル 比例シンボルを使用して数値分類を描画します。 ドット密度 ドット密度を使用して数値分類を描画します。 チャート チャートシンボルを使用して数値分類を描画します。	
シンボル属性を使用してレイヤーをシンボル表示 辞書 シンボル辞書とルールセットを使用してフィーチャを描画します。	

目的から絞り込み

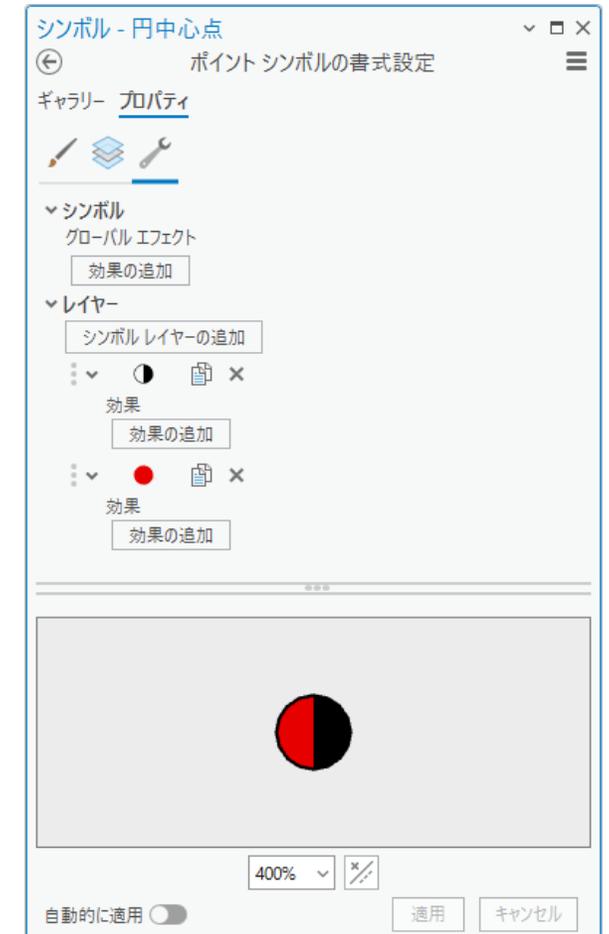


ArcGIS Pro : シンボル (Symbol)

- 【Symbol】
どのように表現するか
- ギャラリーにプリセットが用意されているがカスタマイズで独自のシンボルを作ることにも可能
- 【シンボル レイヤー】
シンボルにもレイヤーがある
 - 複雑なシンボルが作成可能
- 点 : マーカー シンボル
- 線 : ストローク シンボル
- 面 : 塗りつぶしシンボル



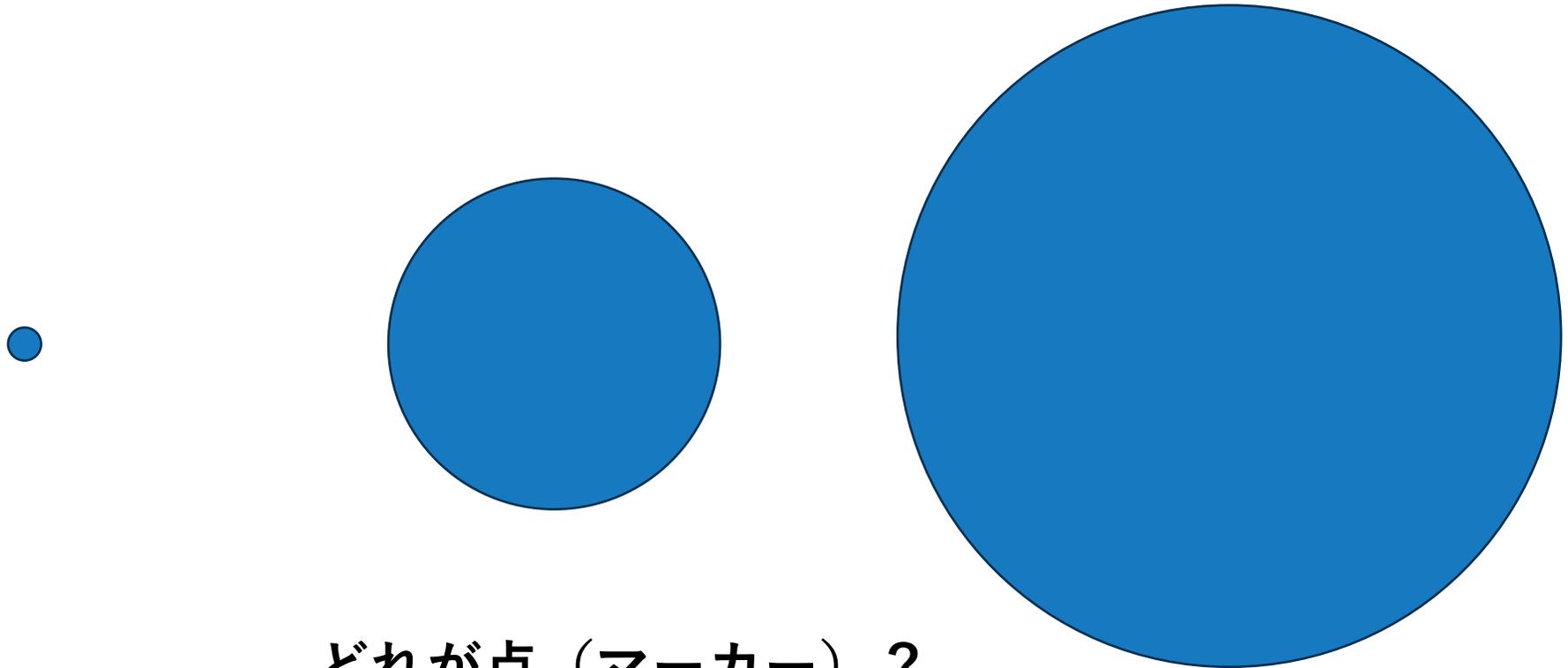
ギャラリー





シンボル（Symbol）の表現

- GIS は、データと表現（シンボル）は分離して考える
- シンボルは、マップのスケールによって考慮する



どれが点（マーカー）？



ArcGIS Pro : 座標系の設定

- マップ プロパティの【座標系】ペイン
- [コピーして変更] でパラメーターの調整が可能

投影座標系を変更

名前	EckertIV_1
距離単位	メートル
単位あたりのメートル数	1
投影法	Eckert IV
東距	0
北距	0
中央子午線	150
地理座標系	GCS WGS 1984
名前	GCS WGS 1984
角度単位	Degree
単位あたりのラジアン	0.0174532925199433
本初子午線	Greenwich
グリニッジを基準にする経度	0°
測地基準	WGS 1984

更新 キャンセル

マップ プロパティ: Eckert第4図法

座標系を選択して、使用可能なオプションを表示します。

現在の XY **EckertIV** 現在の Z <なし>

使用可能な XY 座標系

- <Unknown>
- お気に入り
- レイヤー
- 地理座標系
- 投影座標系
- カスタム ⚠

お気に入りに追加
コピーして変更...
投影情報ファイルとして保存...
詳細...

OK キャンセル 適用



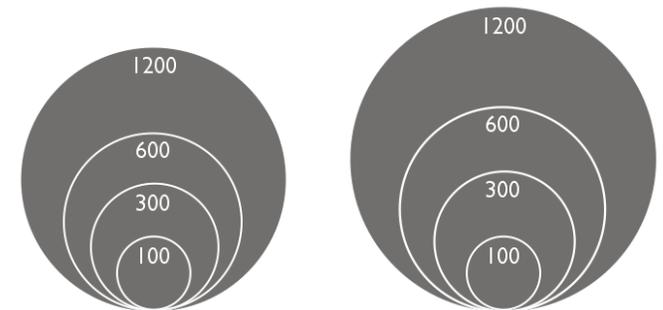
【比例記号図】における面積比・体積比

- 比例記号図に使われる記号
 - 値を記号の大きさに置き換え
 - 半径：2の1乗 = 2倍
 - 面積：2の2乗 = 4倍
 - 体積：2の3乗 = 8倍
 - 面積や体積が2倍になっても1辺の長さの変化は少ない



2次元の絵？ 3次元の立体？

- 【フラネリー補償】(Flannery compensation)
 - 認識しにくい差異を強調



平方根で比例
させた円

フラネリー補正
で示した円



まとめ

主題図は騙されない、騙さないための”地図リテラシー”が必要

- 読み手にとって良い地図 → 直感的に現実世界が理解できるもの
- 作り手にとって良い地図 → 読み手に恣意的な印象を与えないもの

30分で「完全に理解した」

- 「ダニング＝クルーガー効果」
- 地図・GIS・ArcGIS の世界は深淵

ネットミームです



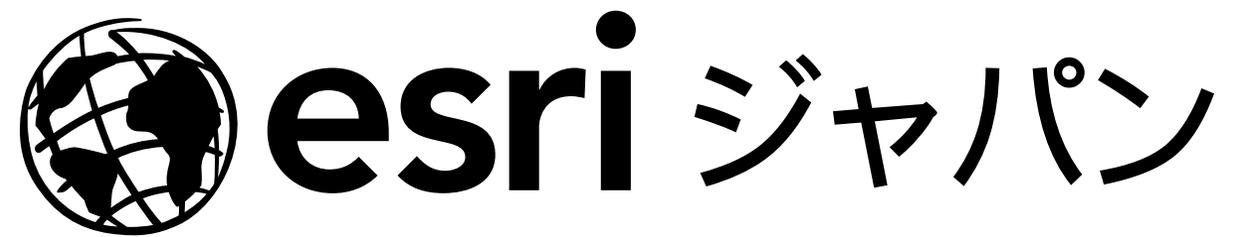
参考文献（和書：一般書）

- 遠藤 宏之 (2023) 『誇張、省略、描き換え…地図は意外とウソつき』
河出書房新社
- 若林 芳樹 (2022) 『デジタル社会の地図の読み方 作り方』
ちくまプリマー新書
- 羽田 康祐 (2021)
『地図リテラシー入門－地図の正しい読み方・描き方がわかる』 ベレ出版
- 真野 栄一, 遠藤 宏之, 石川 剛 (2010) 『みんなが知りたい地図の疑問50 地図はなぜ北が上なの? コンビニのマークが地図記号にないのは?』
ソフトバンククリエイティブ
- マーク・モンモニア (1995) 『地図は嘘つきである』 晶文社
原題 "How to Lie with Maps" (英語版は 3rd edition があります)



参考文献（和書：専門書）

- クラーク他著, 日本地図学会監訳 (2024)
『Mapping for a Sustainable World ー持続可能な世界のための地図作成ー』
日本地図学会
- 日本地図学会編 (2021) 『地図の事典』 朝倉書店
- 日本地図センター (2013) 『地図と測量のQ&A』 日本地図センター
- 日本国際地図学会編 (1998) 『地図学用語辞典 [増補改訂版]』 技報堂出版
- 高崎正義 編 (1988) 『地図学』 朝倉書店
- 安仁屋政武 (1987) 『主題図作成の基礎』 地人書房
- 野村正七 (1974) 『指導のための地図の理解』 中京出版



ご参加いただき誠にありがとうございました。

アンケートのご協力をお願い致します。



<https://arcg.is/1DynDC1>