

# 国土地理院 基盤地図情報

～GISデータの基本～

2022年12月29日

堀 扶

facebook.com/hori.tasuku

本資料では、国土地理院基盤地図情報ダウンロードデータをもとに加工したものを表示しています  
出典：国土地理院ウェブサイト <https://www.gsi.go.jp/kibon/>



# 2022年度新教育過程「地理総合」

- ・2022年から高等教育「地理総合」の必修化
- ・**地図と地理情報システムの活用を指導することに**

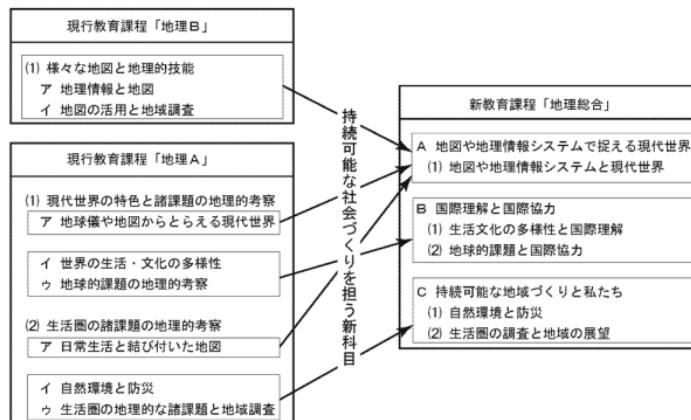
## 1. 今回の改訂の特徴

### ●「地理総合」の必履修化

1970年告示（1973年実施）の学習指導要領では、系統地理を学ぶ「地理A」（3単位）と地誌を学ぶ「地理B」（3単位）が設置され、「世界史」、「日本史」とともに選択科目（世界史、日本史、地理Aもしくは地理Bから2科目）となり、それ以来、高等学校において地理は必履修科目ではなくなった。さらに、1989年告示の学習指導要領で高等学校社会科が地理歴史科と公民科に分離され、地理歴史科は世界史A、B、日本史A、B、地理A、Bの6科目構成（Aが2単位、Bが4単位）となり、世界史のみが必履修科目となると、入学試験科目として地理を設置しない大学が増え、高校での地理の履修者が激減した。今回の学習指導要領の改訂で、およそ50年ぶりに地理の必履修化が実現した。

地理歴史科は、空間認識と時間認識をバランスよく総合する人材育成を目指す教科で、社会で求められる資質・能力を全ての生徒に育むという観点から、空間軸・時間軸をそれぞれ学習の基軸とする「地理総合」と「歴史総合」が、相互補完的役割を果たすものとして必履修科目に位置付けられている。

▼現行教育課程（地理A・地理B）と新教育課程（地理総合）の学習項目の関係



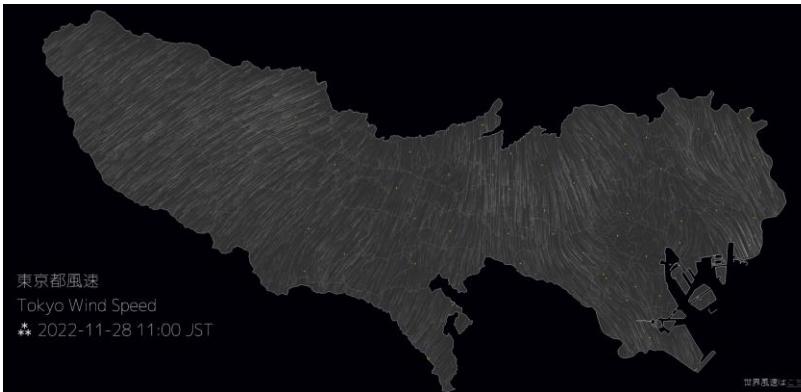
## 地理情報システムが扱える新卒者が 活躍を始めるのは2028年から



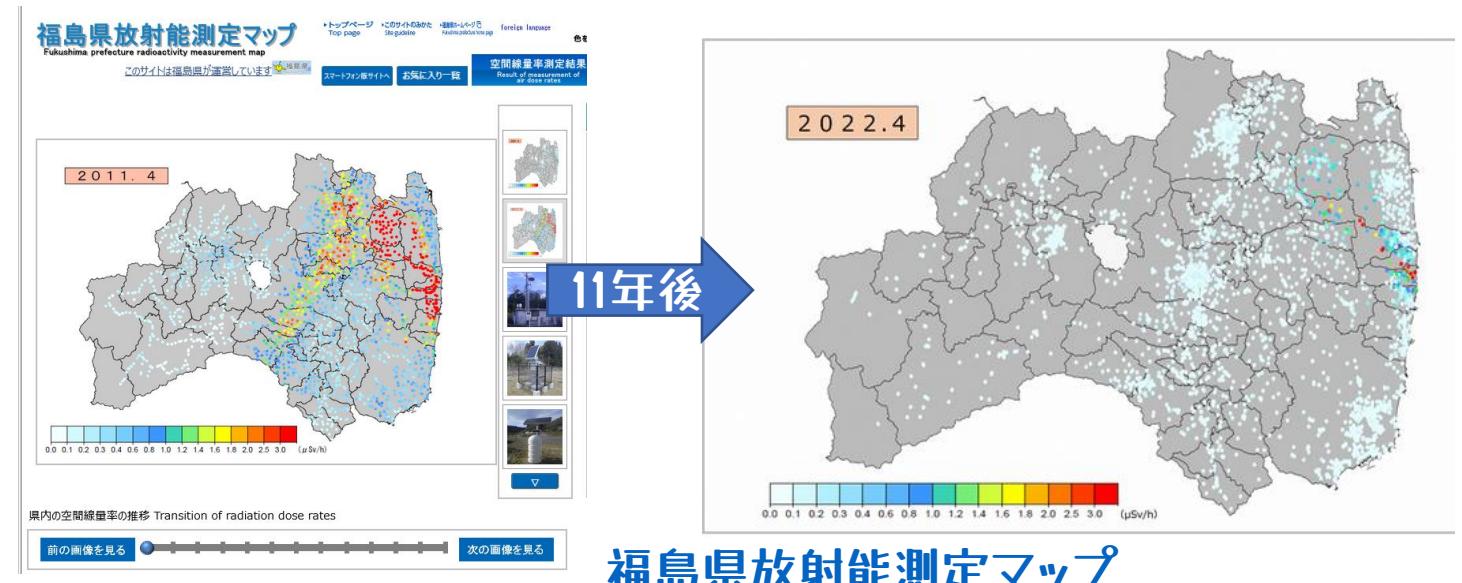
河合塾 地理歴史 高等学校指導要領分析 地理総合より

# GIS: 地理情報システム

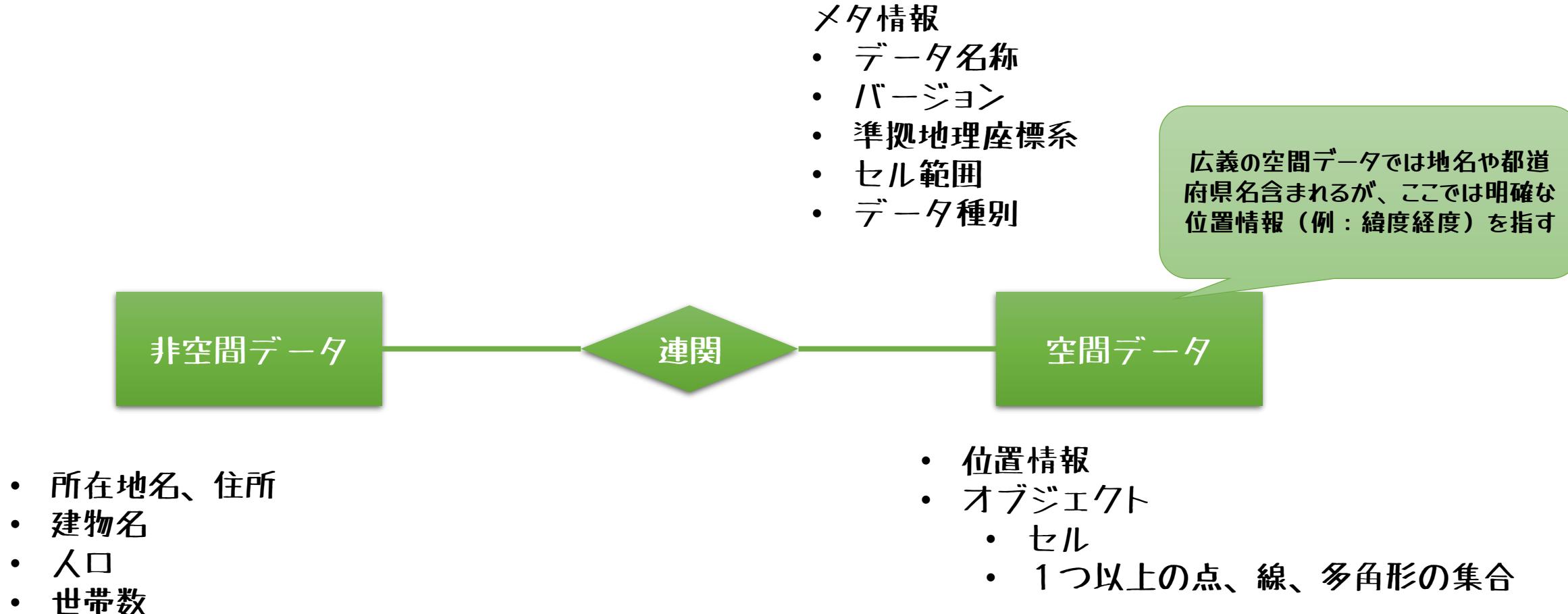
- Geographic Information System
- 地理的位置を手がかりに、位置に関する情報を持ったデータ（空間データ）を総合的に管理・加工し、視覚的に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術



東京風速



# GISデータ 基本構造



# 無料GISデータ（国内）

日本地図の  
基礎データ

- 国土交通省 [国土数値情報ダウンロードサービス](#) GML/XML/  
テキスト/JPGIS
- 国土地理院 [基盤地図情報ダウンロードサービス](#) GML/XML/  
テキスト
- 政府統計ポータル（象徴横断） [e-Stat統計で見る日本](#) 地図表示
- 環境省 生物多様性センター [自然環境調査Web-GIS](#) 地図表示
- 農林水産省 [農地の区画情報（筆ポリゴン）](#) 地図表示
- 気象庁 各種データ・資料 [気象データ検索](#) HTML/画像/  
テキスト
- 社会基盤情報流通推進協議会 [G空間情報センター](#) GeoJSON
- 東京都 [都市計画決定情報GISデータ](#) Shape

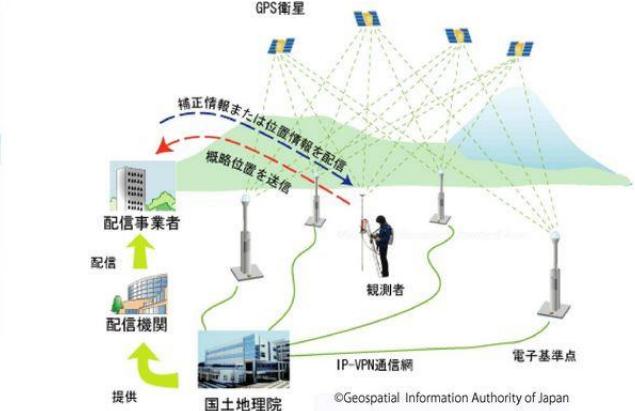
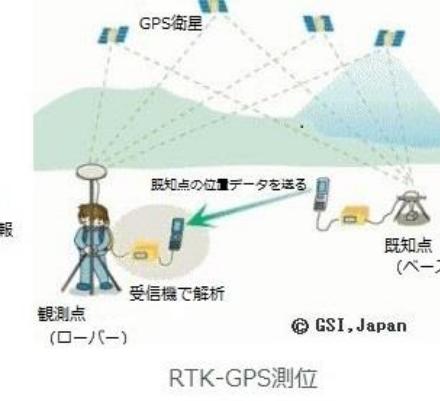
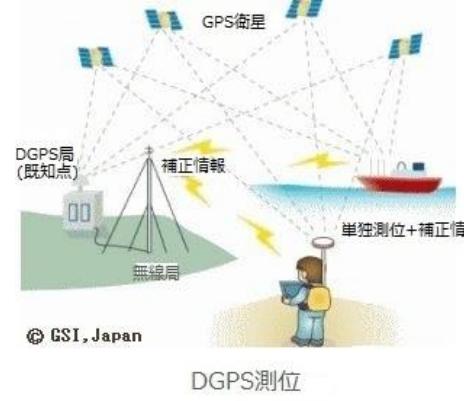
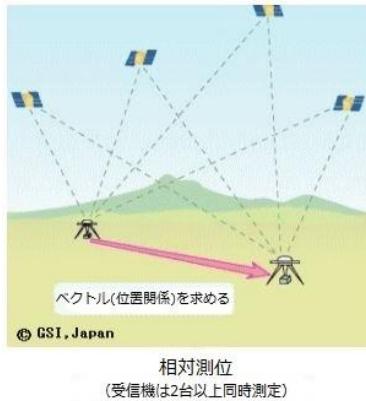
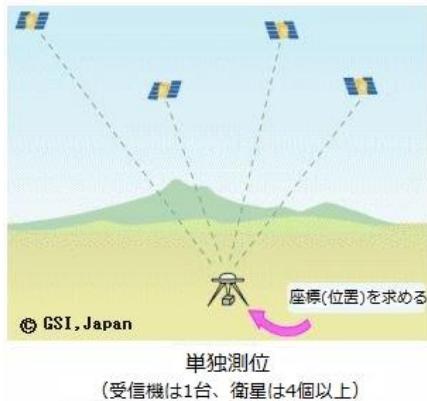
提供形式/方法  
がまちまち

# 参考：無料GISデータ（海外）

- [DIVA-GIS](#) 国別GISデータ
- [ArcGIS Hub](#) ArcGIS用データ以外もあり
- [Earth Explorer](#) Shapeや衛星画像データなど 
- [World Pop](#) 国・エリアごとの人口データ
- [FAO Map Catalog](#) アフリカ地域10カ国のShape
- [UNEP Environmental Data Explorer](#) 全世界の気象・災害GIS
- [Global LCLU \(Land Cover Land Use\) 2020](#) 10mメッシュ土地利用・土地被覆データなど
- [Geofabrik](#) 国・地域ごとのOpenStreetMapデータ

# GNSS測量

- GNSS: Global Navigation Satellite System 全球測位衛星システム
  - GPS、準天頂衛星(QZSS)、GLONASS、Galileoなどの測位衛星システムの総称
- GNSS衛星から送られる電波をもとに座標を求める高精度な測量方法
- 測点に設置した受信機で電波を受信する
- 3次元高精度測量が可能、測量作業も軽減される
- 現在の測地測量の主流に



日本の測量データは国土地理院が管理

<https://www.gsi.go.jp/densi/densi45009.html>

# 国土地理院 基盤地図情報

- ・国土地理院
  - ・すべての測量の基礎となる測量（基本測量）を行う国土交通省の特別機関
  - ・国家座標の維持管理
- ・基盤地図情報
  - ・電子地図における位置の基準となる情報
  - ・インターネット経由で無償提供されている（利用者登録制）
    - ・利用規約
  - ・利用時申請が必要となる場合がある
    - ・測量法に基づく基本測量成果の複製・使用に関する申請
    - ・商用利用はほぼ申請が必要

各省庁提供のGISデータの基盤でもある

# 地理院コンテンツ利用規約

※2022年12月26日時点

- ・出典を明記する
- ・加工して利用する場合はその旨も明記する  
例)

本資料では、国土地理院基盤地図情報ダウンロードデータをもとに加工したものを表示しています  
出典：国土地理院ウェブサイト <https://www.gsi.go.jp/kiban/>

- ・第三者の権利を侵害していないか
  - ・国土地理院→組織A→組織B→C社→あなた
  - ・国土地理院データには、A、BがJAXAや経産省となる場合あり
- ・申請が必要どうか判定
  - ・「[地図の利用手続きナビ](#)」に従って判定
  - ・申請が必要な場合は、公開前に申請、承認を受ける

| ※ 第三者に権利があることを表示・示唆している場合の例

- ・国土地理院の1プラットフォームで公開しているSAR干渉画像は、国土地理院が解説したものであり、だいち(ALOS)/PALSARデータの所有権は経済産業省(METI)及び宇宙航空研究開発機構(JAXA)に、だいち2号(ALOS-2)/PALSAR-2データの所有権はJAXAにあります。SAR干渉画像を引用する際には、その旨を明記し、SAR干渉画像には、次の例のようにクレジットを明記してください。  
だいち(ALOS)/PALSARの場合:  
『解説:国土地理院 原初データ所有:JAXA, METI』  
『Analysis by GS1 from ALOS raw data of JAXA, METI』  
だいち2号(ALOS-2)/PALSAR-2の場合:  
『解説:国土地理院 原初データ所有:JAXA』  
『Analysis by GS1 from ALOS-2 raw data of JAXA』
- ・「電子基準点データ提供サービス」で提供している「精密度」について、IGS(国際GNSS事業)において作成されたファイルですので、IGSの権利を侵害しないようにしてください。
- ・『地図等の利用規約』に掲載された記事の著作権は個々の記事の著者に帰ります。引用として認められる範囲を越えて、会報の内容を転載・複製される場合は著作権者の許可を得て下さい。手続き等につきましては、地図等の利用規約をご参照下さい。
- ・赤色立体地図はアジア航測株式会社の特許(第3670274号等)を使用して作成したものです。赤色立体地図を利用される場合は、[アジア航測株式会社の許諾条件](#)を確認してご利用ください。

# 基盤地図情報サイト 取扱データ

## ・基本情報

- ・地図を描画するための基礎情報
- ・建物・道路・水域境界、行政界範囲、鉄道路線情報

## ・数値標高モデル

- ・建物を除いた標高
- ・陸地のみ、海面下深度情報なし

## ・ジオイドモデル

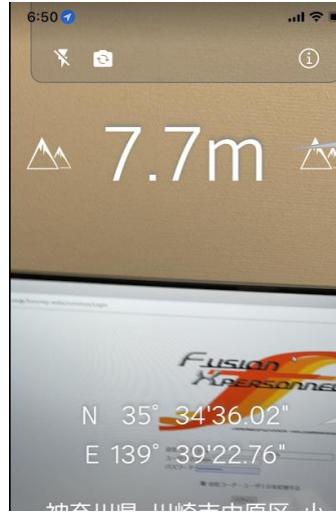
- ・準拠楕円体と海水面の高度差



地図を作りたい人向けの情報が集まっている

# 日本の標準となっている座標参照系は？

- JGD2011
- 日本測地系
- 世界測地系
- EPSG:6668



標高0メートルとは？

北緯とは?  
東経とは？

## 座標参照系

- CRS: Coordinate Reference System
- GIS の中で一般的に使用されている位置を表す決まりのこと

# 座標参照系の種類



座標参照系 CRS:Coordinate Reference System  
位置を表す決まりのこと

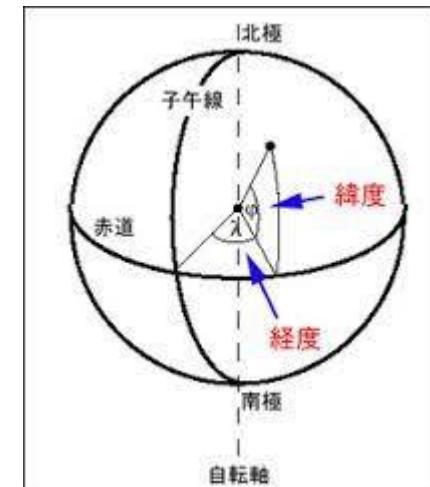
GISデータは1つのCRSに従って作成される

※大縮尺地図  
(1/2,500~1/10,000)  
で使用される

※国など広域の表現に  
適している  
海外で最も一般的

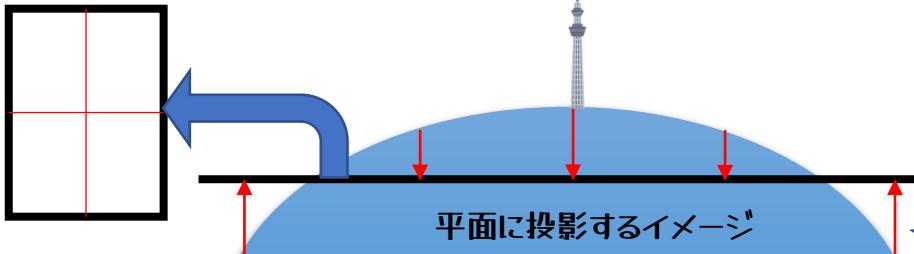
## 《地理座標系》

地球を球体とみなしている

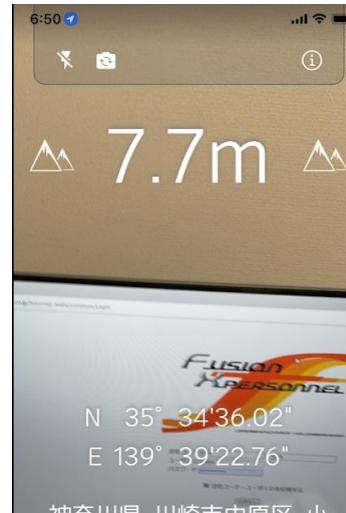


座標参照系	東京スカイツリーの位置	座標系仕様
地理座標系	北緯 35.71034度 東経 139.8112度	JGD2011
投影座標系	X - 32167.859m Y - 2046.668m	JGD2011 平面直角座標系第IX系

## 《投影座標系》

地球の狭い範囲の一部を  
平面とみなしている

※日本の平面測地系の場合

縮尺係数  
が与えられ  
ているGPSは  
WGS84を使用Google Map は  
独自座標系を使用

# EPSGコード

座標参照系	東京スカイツリーの位置	座標系仕様	EPSG:6668
地理座標系	北緯 35.71034度 東経 139.8112度	JGD2011	
投影座標系	X - 32167.859m Y - 2046.668m	JGD2011 平面直角座標系第IX系	

EPSG: European Petroleum Survey Group

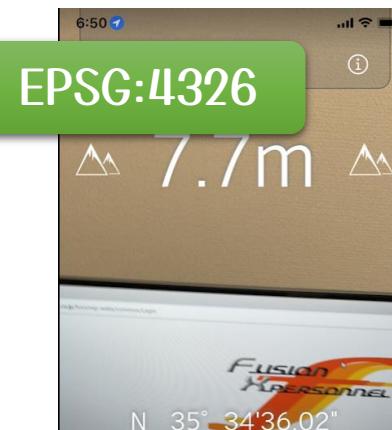
EPSG:6677

- ・数千ある
- ・ライブラリの引数指定にも使用される

《EPSGコード》  
各国の様々な地理座標系や投影座標系に対して  
一意なID番号を振り分けたもの

《SRID》  
特定の座標系、許容値、解像度に関連付けられた  
一意なID番号、空間参照IDともいう  
EPSGコードとほぼ同じと記述している文献もあり

GPSは  
WGS84を使用



Google Map は  
独自座標系を使用



初心者はEPSGコードと測地系名称で混同しやすい！

# 旧日本測地系 Tokyo Datum

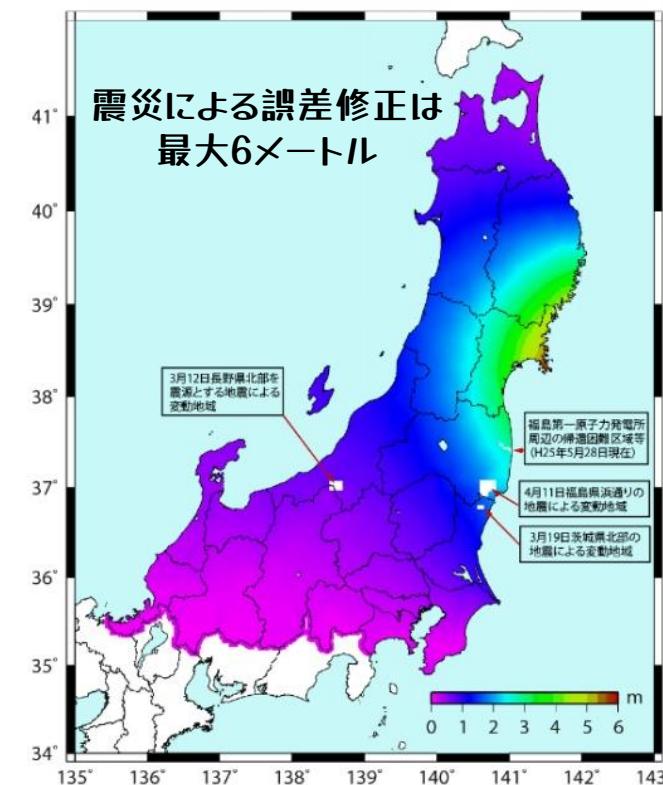
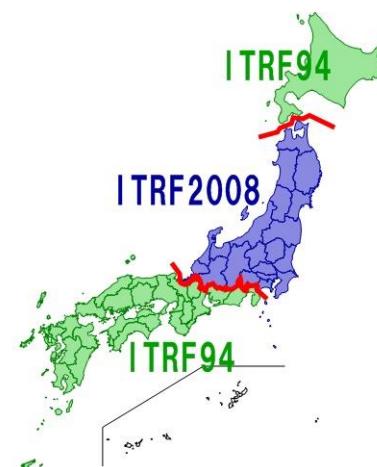
- 2002年4月1日まで日本で使用されていた座標測地系
- 準拠楕円体：ベッセル楕円体
  - 東京湾平均海面とベッセル楕円体面が一致
  - JGD2011ではGR80楕円体
- 局所座標系：日本周辺のみに適用することを前提としている
- 東京湾付近でITRF94とは約400mの誤差
  - 縮尺1/25,000では問題なかった
- EPSGコード
  - 地理座標系：EPSG:4301
  - 平面座標系：EPSG:30161～30179
  - UTM座標系：EPSG:102151～102156

# 日本測地系2000 JGD2000

- 2002年4月2日測量法・水路業務法改正にあわせ更新された座標測地系
  - 世界標準に日本が合わせにいった
  - 2011年10月にJGD2011へ
- 準拠楕円体: **GR80楕円体**
- 測地座標系: **ITRF94**
- 日本国内の法令上の名称「世界測地系」
  - WGS84と混同しやすい
- EPSGコード
  - 地理座標系 : EPSG:4612
  - 平面座標系 : EPSG:2443～2461
  - UTM座標系 : EPSG:3097～3101

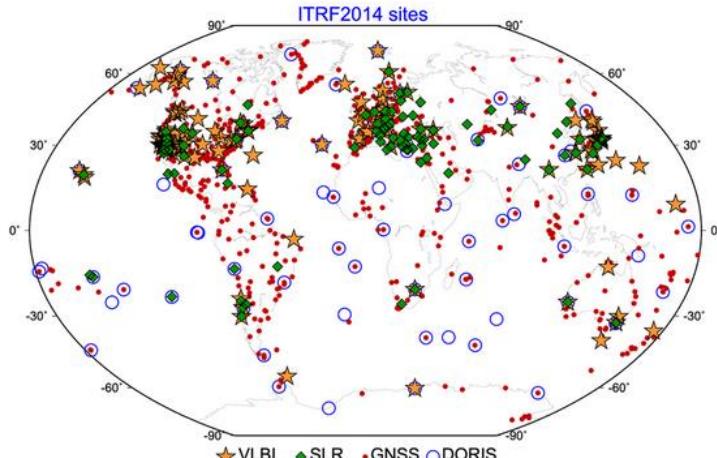
# 日本測地系2011 JGD2011

- 2011年3月11日東日本大震災などによる地殻変動により更新された
  - 2011年10月より
- こちらも「世界測地系」と呼ばれている！
- 準拠楕円体: GR80楕円体 ※JGD2000から変更なし
- 測地座標系:
  - ITRF2008 東北/関東+新潟富山石川福井山梨長野岐阜
  - ITRF94 上記以外 ※JGD2000から変更なし
- ジオイド面：日本のジオイド2011
- EPSGコード
  - 地理座標系：EPSG:6668
  - 平面座標系：EPSG:6669～6687
  - UTM座標系：EPSG:6688～6692



# 国際地球基準座標系 ITRF

- ITRF: International Terrestrial Reference Frame
- ITRS(国際地球基準座標系システム)の実現を可能にする三次元直交座標系
- IERS(国際地球回転・基準系事業)により管理
  - 現在の地球基準座標系の世界標準
- ITRF2014の観測局は1499局



名称	Epoch	EPSGコード	備考
ITRF92	1988.0	4915	ITRSの最初のリファレンス
ITRF93	1988.0	4915	
ITRF94	1993.0	4916	
ITRF96	1997.0	4917	
ITRF97	1997.0	4918	
ITRF2000	1997.0	4919	構造プレート運動モデルから自由な制約のない宇宙測地学を組み込んだ最初の策定
ITRF2005	2000.0	4896	観測局の位置と地球の回転/パラメータの時系列形式の入力データを使用して構築された
ITRF2008	2005.0	5332	対流圏モデルと改善された解法が含まれている
ITRF2014	2010.0	7789	観測局の非線形な変動に対する拡張モデルから生成された

# WGS84

- World Geometric Datum 1984
- アメリカ合衆国国防総省の国家地球空間情報局(NGA)が管理
  - GPSで使用されている
- 座標系の定義と実現、楕円体、重力モデル、ジオイド、地磁気モデルなどを含んだ総合的なシステム
- 準拠楕円体：WGS84楕円体
- 数回の小改訂
- WGS84(G1762)（2013/10/16～）はITRF2008に基づく
  - ITRF2008との差は平均1.2mm程度
  - JGD2011との差もほとんどない、と言われている
- EPSGコード
  - 地理座標系：EPSG:4326
  - メルカトル図法：EPSG:3857(900913)

# EPSG: 3857 (EPSG:900913)

- Googleによって作成されたもので
  - Webメルカトルとも呼ばれている
- 緯度約85度以上の北極や南極周辺の地図表現をあきらめている
  - 範囲限定した投影法で素早く地図表示できるようにしたもの
- 非公式にはGoogleをもじってEPSG:900913とも呼ばれている
  - EPSGレジストリには登録されていない
- 準拠橍円体：WGS84橍円体の長径を半径とする球体
  - 南北に少し引き伸ばされる
- インターネットで使うオンライン地図のCRSは軒並みEPSG:3857である
  - Google Map、Bing Map、OpenStreetMap、地理院地図(電子国土Web)など
  - Yahoo 地図のEPSGコードは検索ヒットしなかった

# 日本の標準となっている座標系は？

- JGD2011
- 日本測地系
- 世界測地系
- EPSG:6668

○すべて正解

```
<type>5mメッシュ (数値地形) </type>
<mesh>53390606</mesh>
<coverage gml:id="DEM001-3">
  <gml:boundedBy>
    <gml:Envelope srsName="fguuid:jgd2011.bl">
      <gml:lowerCorner>35.33333333 139.825</gml:lowerCorner>
      <gml:upperCorner>35.24166667 140.927</gml:upperCorner>
    </gml:Envelope>
  </gml:boundedBy>
</coverage>
```

基盤地図情報ダウンロードデータ  
の座標系もJGD2011  
正確にはJGD2011 v2.1

複数のGISデータを結合する場合は、**座標系を合わせること**

# 日本経緯度原点

- ・ 東京都港区麻布台二丁目十八番一番地
  - ・ ロシア大使館裏、国土地理院管理敷地内
- ・ 東経 139度44分28秒8869
- ・ 北緯 35度39分29秒1572
- ・ 原点方位角 32度20分46秒209

## 《原点方位角》

- ・ 真北を基準として右回り測定した方位角
  - ・ 「真北」を定義するためのもの
- ・ 茨城県つくば市北郷1番地つくば超長基線電波干渉計観測基準点
  - ・ 国土地理院敷地内

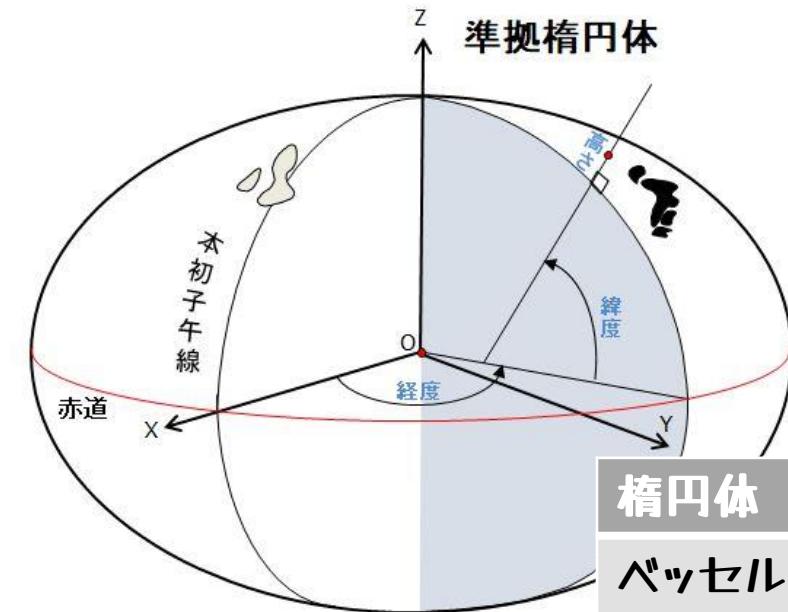


# 日本緯経度原点の遷移

- ・日本緯経度原点はもともと日本軍参謀本部が管理
- ・関東大震災により現在の場所に移転



# 準拠楕円体



地理座標系であらわすための基準面  
地球によく似た回転楕円体を定義したもの

楕円体	年代	長半径(m)	扁平率の逆数(1/f)
ベッセル楕円体	1841年	6,377,397.155	299.1528128
クラーク楕円体	1880年	6,378,249.145	293.465
ヘルマート楕円体	1906年	6,378,200	298.3
International 1924(ハイフォード楕円体)	1909年	6,378,388	297.0
クラソフスキーエルゴン	1940年	6,378,245	298.3
測地基準系1980(GRS80)楕円体	1980年	6,378,137	298.257222101
WGS84楕円体	1986年	6,378,137	298.257223563

日本の標準

GPS

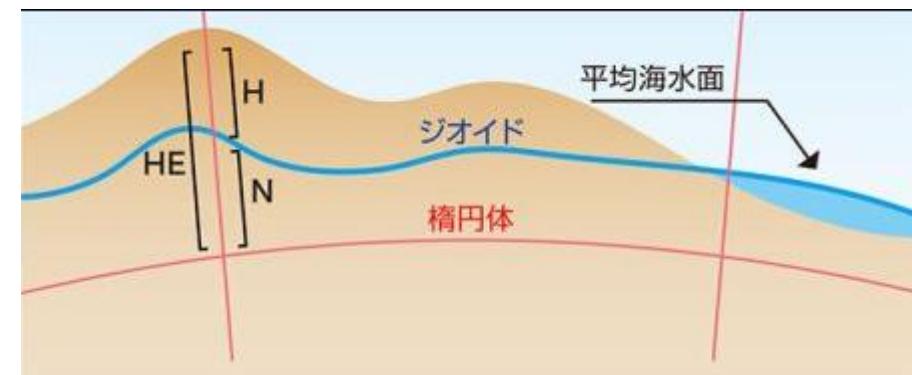
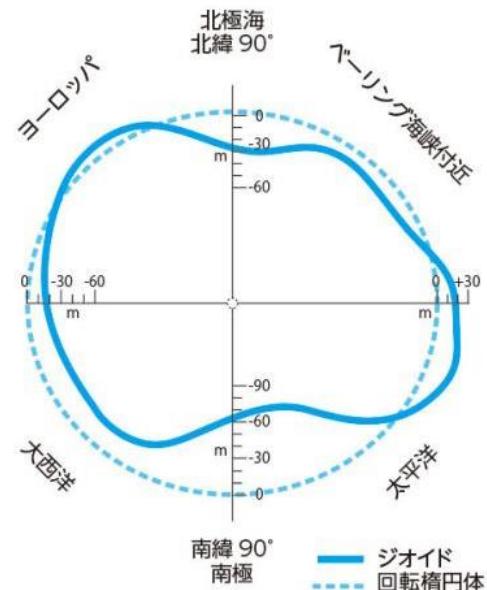
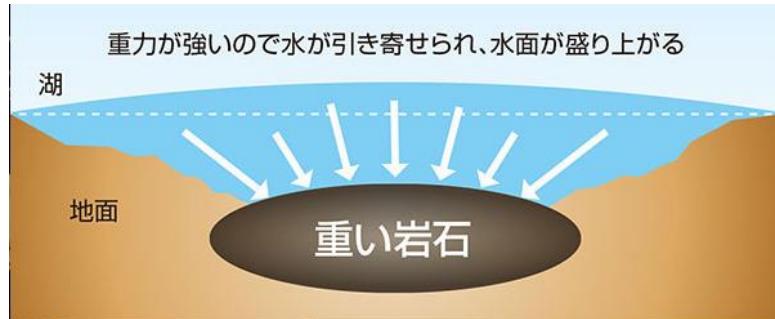
Google

# ジオイド

## 標高〇メートルの定義



- ・準拠橋円体の高さを海水面からの高さに補正するために必要
- ・地盤の重力によって海水面は平らではない部分も補正
  - ・海ではほぼ平均海水面
- ・陸地面は仮想海水面からの距離
- ・基本更新は数年ごと、ただし大きな地震発生で更新される



# 日本のジオイド

ASCII形式  
固定長ファイル

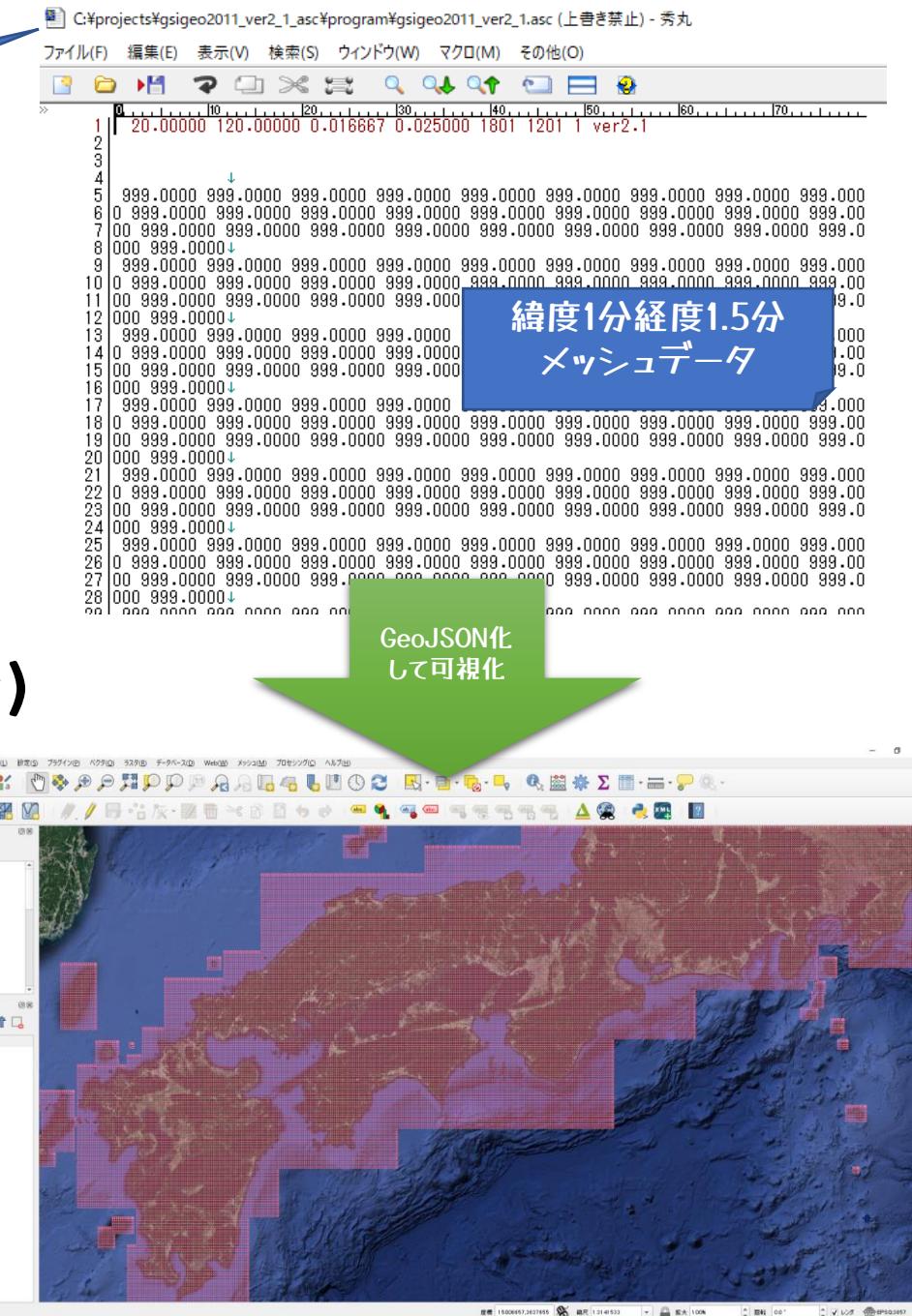
- ・国土地理院Webサイトよりダウンロード可能
  - ・準拠楕円体：GRS80
  - ・座標測地系：世界測地系(日本測地系2011)
  - ・東京湾海水面を基準にしている
  - ・v2.1：ASCII形式、XML形式、GML形式
- ・データサイズが巨大(ASCII形式で309,775行)
  - ・T470では読み込み不可(T14では可能)
- ・機器性能向上・地盤が動くと更新

公開年	名称	改定内容
2000年	日本のジオイド2000	
2013年	日本のジオイド2011+2000	中国、四国、中部地方を改定
2014年	日本のジオイド2011v1	北海道から近畿地方、沖縄本島を改定
2016年	日本のジオイド2011v2	全国の離島部を改定

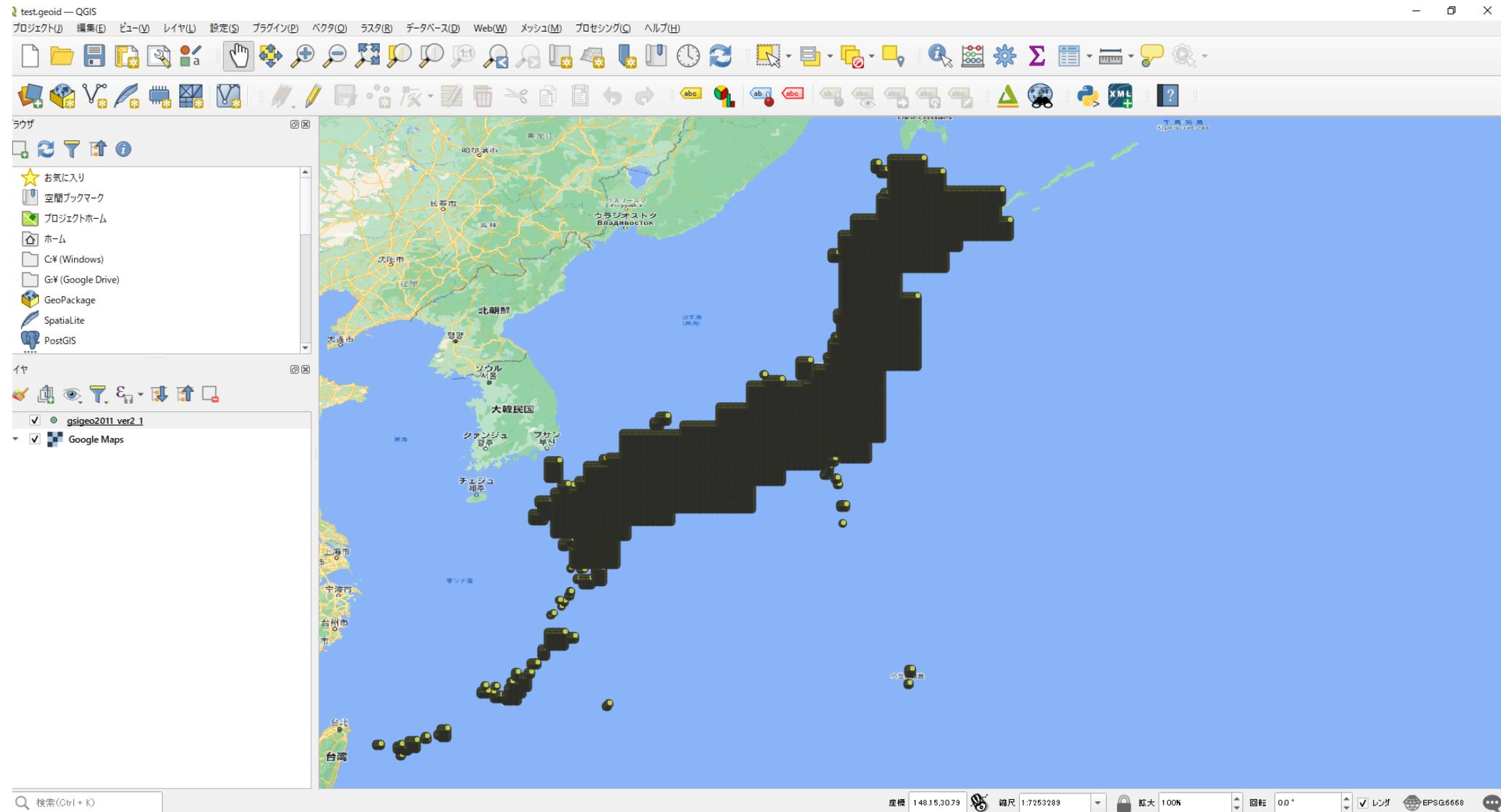
※2011年3月11日東日本大震災

GPS Rawデータの標高値補正に使用される

衛星データを直接取得する場合は必須データ



# 日本のジオイドの可視化



# GISソフトウェア

名称	ArcGIS	QGIS	MapInfo Professional	Google Earth
開発元	ESRI社	有志(GPL)	Pitney Bowes社	Google社
機能	総合GIS(多機能)	総合GIS(多機能)	総合GIS(多機能)	閲覧・表示中心
対応ファイル	shape, image, csv	shape, image, csv	shape, image, csv	kml, knz
安定性	非常に安定	安定	非常に安定	非常に安定
価格	ベーシック：39万円 エクステンション： 65万円	無料	Pro : 39.8万円 Advanced:57.3万円	無料
利用者数	多い	多い	やや少ない	多い

QGISガイドブックより引用

総合GIS：地理空間データの閲覧、編集、分析を行うための機能を持つソフトウェア

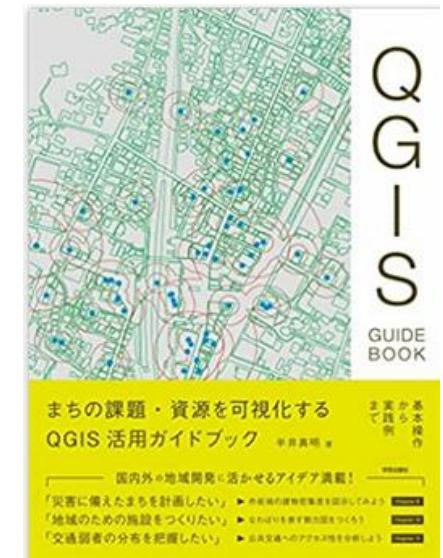


基盤地図情報の一部は直接取り込みできない  
要ベース



GISデータ加工する場合、デバッグツールになる

- OSSの多機能GISソフトウェア
  - 多機能なので初心者は使い方に迷う
    - T470ではスペック不足、T14では一応動作する
  - Udemy講座は英語のみ
    - 書籍「QGISガイドブック」がエントリポイントになる
- 更新も比較的頻繁
  - LTS版もある、ユーザとして使用する場合はこちら
- Shape, イメージ, CSV, GeoJSONなどを取り込む
  - プラグインを追加することで他の形式も対応できる
- GPLライセンス
  - バイナリ版をインストールしツールとして活用する



# GISデータモデルの種類

分析向き

## ベクターモデル

QGISではVector Tilesなど

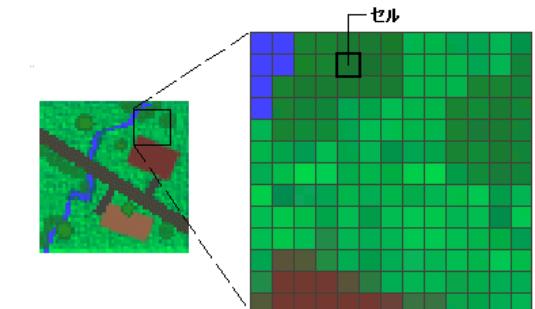
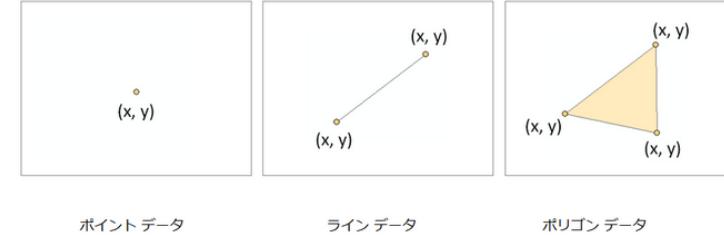
- 地物（表現したい対象）を点、線、線群、多角形で表現
- 地物ごとに複数の属性を持たせる
  - 点[北緯13X.X度 東経3X.X度]の標高はXXメートル、住所はXX県XX市
- 基本的に1地物1レコード

表示向き

## ラスターモデル

QGISではWMTS(Web Map Tile Service)、XYZ Tilesなど

- セル（二次元連続空間現象を規則的に方形にしたもの）ベース
- セルごとに1属性のみ
- 座標情報は別のヘッダファイルに四隅の座標を既述するなど
- その他
  - メッシュデータ：Vertex, Edge, Surfaceで構成した非構造化グリッドデータ



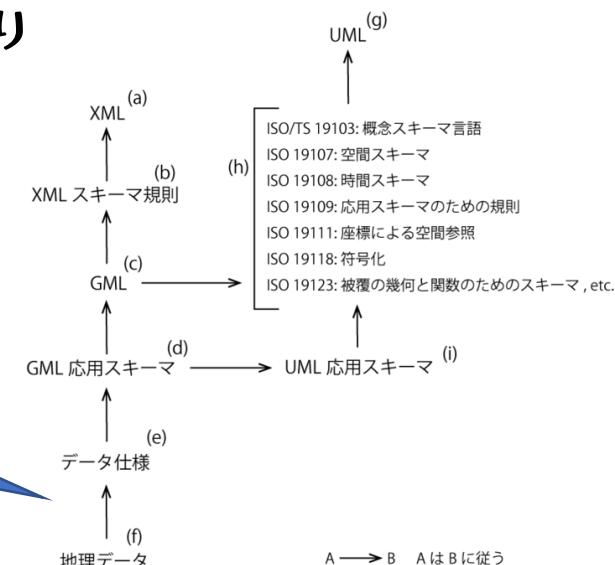
# GML

ベクタモデル

ラスタモデル

- Geometry Markup Language
- GISなどで使用するための様々な地理情報を記述するためのXML仕様
  - 仕様策定はOGC:Open Geospatial Consortium
- 日本では2012年よりJISに組み込み (JIS X 7136)
  - 2012年より前は国内独自規格 (JIS X 7199) を使用していた
  - TMapはJIS X 7199準拠のパーサなので最新データでは使用できない
- 国土地理院データはGMLベースの地理データ特化
  - GMLパーサでは完全にパースできないものあり

GML文法に従っているが  
さらに拡張ルールを設けている



```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <Dataset xmlns:schemaLocation="http://fgd.gsi.go.jp/spec/2008/FGD_GMLSchema_FGD_GMLSchema.xsd"
3   xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
4   xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
5   xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
6   xmlns="http://fgd.gsi.go.jp/spec/2008/FGD_GMLSchema"
7   gml:id="Dataset">
8     <gml:description>基盤地図情報データ ID=fmid:15-3101</gml:description>
9     <gml:name>基盤地図情報データダウンロードデータ (GML版) </gml:name>
10    <DEM gml:id="DEM001">
11      <fid>fgid:10-00100-15-00101-5339400</fid>
12      <lSpanFr gml:id="DEM001-1">
13        <gml:timePosition>2016-10-01</gml:timePosition>
14      </lSpanFr>
15      <devDate gml:id="DEM001-2">
16        <gml:timePosition>2016-10-01</gml:timePosition>
17      </devDate>
18      <orgID>H21GCC005-05 H2THEIGOU</orgID>
19      <type>5m×5m (標高)</type>
20      <mesh>5339400</mesh>
21      <coverage gml:id="DEM001-3">
22        <gml:boundedBy>
23          <gml:Envelope srsName="fguid:jgd2011.bl">
24            <gml:lowerCorner>35.33333333 139.5</gml:lowerCorner>
25            <gml:upperCorner>35.34166667 139.5125</gml:upperCorner>
26          </gml:Envelope>
27        </gml:boundedBy>
28        <gml:gridDomain>
29          <gml:Grid dimension="2" gml:id="DEM001-4">
30            <gml:limits>
31              <gml:GridEnvelope>
32                <gml:low>0 0</gml:low>
33                <gml:high>224 149</gml:high>
34              </gml:GridEnvelope>
35            </gml:limits>
36            <gml:axisLabels>x y</gml:axisLabels>
37          </gml:Grid>
38        </gml:gridDomain>
39        <gml:rangeSet>
40          <gml:rangeParameters>
41            <gml:QuantityList uom="DEM構成点"></gml:QuantityList>
42            <gml:rangeParameters>
43              <gml:tupleList>
44                <gml:QuantityList uom="DEM構成点"></gml:QuantityList>
45              </gml:tupleList>
46            </gml:rangeParameters>
47          </gml:rangeParameters>
48        </gml:rangeSet>
49      </gml:coverage>
50    </DEM>
51  </Dataset>
```

# GeoJSON

ベクタモデル

- JSONを使って空間データをエンコードし非空間属性を関連付けるファイルフォーマット
- 空間データ
  - Point, LineString, Polygon, MultiLineString, MultiPolygon..
- 非空間データ
  - 地名、住所、路線名、データ種別、標高、気温、人口..
- 世界の開発者間で管理→Internet Engineering Task Force WG
- RFC7946
  - GMLより簡単に操作可能

```
40 </gml:gridDomain>
41 </gml:rangeSet>
42 <gml:DataBlock>
43   <gml:rangeParameters>
44     <gml:QuantityList uom="DEM構成">
45       <gml:tupleList>
46         地表面,14.77
47         地表面,14.97
48         地表面,15.30
49         地表面,15.50
50         地表面,15.50
51         地表面,15.31
52         地表面,15.10
53         地表面,15.79
54
55       </gml:tupleList>
56     </gml:rangeParameters>
57   </gml:DataBlock>
58 </gml:gridDomain>
59 </gml:rangeSet>
60 <gml:DataBlock>
61   <gml:rangeParameters>
62     <gml:QuantityList uom="DEM構成">
63       <gml:tupleList>
64         地表面,16.88
65         地表面,16.77
66
67       </gml:tupleList>
68     </gml:rangeParameters>
69   </gml:DataBlock>
70 </gml:gridDomain>
71 </gml:rangeSet>
```

QGISで読めない

《GML》ジオイドモデル  
テキストファイル読み込みと同等の処理が必要

要パース

```
1 <!
2   -> {
3     "type": "FeatureCollection",
4     "crs": { "type": "name", "properties": { "name": "urn:ogc:def:crs:OGC:1.3:CRS84" } },
5     "features": [
6       { "type": "Feature", "properties": { "height": 14.77, "type": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 35.341666667, 139.5 ] } },
7       { "type": "Feature", "properties": { "height": 14.97, "type": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 35.341666667, 139.5005555555548 ] } },
8       { "type": "Feature", "properties": { "height": 15.3, "type": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 35.341666667, 139.50011111111124 ] } },
9       { "type": "Feature", "properties": { "height": 15.5, "type": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 35.341666667, 139.50016666666672 ] } },
10      { "type": "Feature", "properties": { "height": 15.5, "type": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 35.341666667, 139.50022222222222 ] } },
11      { "type": "Feature", "properties": { "height": 15.31, "type": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 35.341666667, 139.5002777777768 ] } },
12      { "type": "Feature", "properties": { "height": 15.1, "type": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 35.341666667, 139.50033333333344 ] } },
13      { "type": "Feature", "properties": { "height": 15.7, "type": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 35.341666667, 139.50038888888892 ] } },
14      { "type": "Feature", "properties": { "height": 16.3, "type": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 35.341666667, 139.50044444444444 ] } },
15      { "type": "Feature", "properties": { "height": 16.33, "type": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 35.341666667, 139.5005 ] } },
16      { "type": "Feature", "properties": { "height": 16.36, "type": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 35.341666667, 139.50055555555565 ] } },
17      { "type": "Feature", "properties": { "height": 16.65, "type": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 35.341666667, 139.50061111111112 ] } },
18      { "type": "Feature", "proper
e": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 1666667, 139.5006666666666 ] } },
19      { "type": "Feature", "proper
e": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 1666667, 139.50072222222208 ] } },
20      { "type": "Feature", "proper
e": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 1666667, 139.50077777777785 ] } },
21      { "type": "Feature", "proper
e": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 1666667, 139.50083333333333 ] } },
22      { "type": "Feature", "proper
e": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 1666667, 139.50094444444457 ] } },
23      { "type": "Feature", "properties": { "height": 17.97, "type": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 35.341666667, 139.501 ] } },
24      { "type": "Feature", "properties": { "height": 18.0, "type": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 35.341666667, 139.50105555555553 ] } },
25      { "type": "Feature", "properties": { "height": 18.03, "type": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 35.341666667, 139.50111111111101 ] } },
26      { "type": "Feature", "properties": { "height": 18.11, "type": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 35.341666667, 139.50122222222225 ] } },
27      { "type": "Feature", "properties": { "height": 18.06, "type": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 35.341666667, 139.50127777777773 ] } },
28      { "type": "Feature", "properties": { "height": 17.84, "type": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 35.341666667, 139.5013333333321 ] } },
29      { "type": "Feature", "properties": { "height": 17.42, "type": "地表面" }, "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 35.341666667, 139.5013333333321 ] } },
```

QGISで読める!

《geometry》  
空間データ

非空間データ  
連関

# Shape形式、シェープファイル

ベクタモデル

- ・図形情報と属性情報を持った地図データファイルが集まつたもの
- ・ESRI社の提唱したデータフォーマット
  - ・GIS業界標準のベクタモデル
- ・1ファイル2GB上限あり
  - ・2GB以上はESRI社はジオデータベースを推奨
- ・文字コード指定に注意



拡張子	説明	
shp	図形の座標（空間データ）	バイナリ
dbf	属性の情報（非空間データ）	
shx	図形と属性の紐づけ	
prj	投影法の情報など（オプション）	テキスト

# XYZ Tiles 例

ラスタモデル

名称	URL	備考
Google Satellite	<a href="https://mt1.google.com/vt/lyrs=s&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}">https://mt1.google.com/vt/lyrs=s&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}</a>	Google 提供の衛星画像 (lyrs=s)
Google Satellite 2	<a href="https://www.google.com/maps/vt/lyrs=s@189&amp;gl=cn&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}">https://www.google.com/maps/vt/lyrs=s@189&amp;gl=cn&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}</a>	Google 提供の衛星画像 (lyrs=s)
Google Satellite 3	<a href="https://www.google.cn/maps/vt/lyrs=s@189&amp;gl=cn&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}">https://www.google.cn/maps/vt/lyrs=s@189&amp;gl=cn&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}</a>	Google 提供の衛星画像 (lyrs=s)、中国ドメイン
Google Hybrid	<a href="https://mt1.google.com/vt/lyrs=y&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}">https://mt1.google.com/vt/lyrs=y&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}</a>	Google 提供の衛星画像と地名 (lyrs=y)
Google Maps	<a href="https://mt1.google.com/vt/lyrs=m&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}">https://mt1.google.com/vt/lyrs=m&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}</a>	Google Map の XYZ Tiles、地図
Open Street Map	<a href="http://tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png">http://tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png</a> ほか	Open Street Map の XYZ Tiles
Bing Aerial	<a href="http://ecn.t3.tiles.virtualearth.net/tiles/a{q}.jpeg&amp;q=1">http://ecn.t3.tiles.virtualearth.net/tiles/a{q}.jpeg&amp;q=1</a>	MS 提供の地図タイル
地理院タイル	<a href="https://cyberjapanadata.gsi.go.jp/xyz/std/{z}/{x}/{y}.png">https://cyberjapanadata.gsi.go.jp/xyz/std/{z}/{x}/{y}.png</a> ほか	電子国土地図、基盤地図以外にも多数のタイルあり

地図タイルを Web サービス経由で取得できる

# 数値標高モデル

- DEM: Digital Elevation Model

- 地表面の標高から生成される3次元データ、数値標高モデル
- 建物や植林の高さを含まない
- 等高線生成などの入力データとして使用される

基盤地図  
情報に含  
まれる

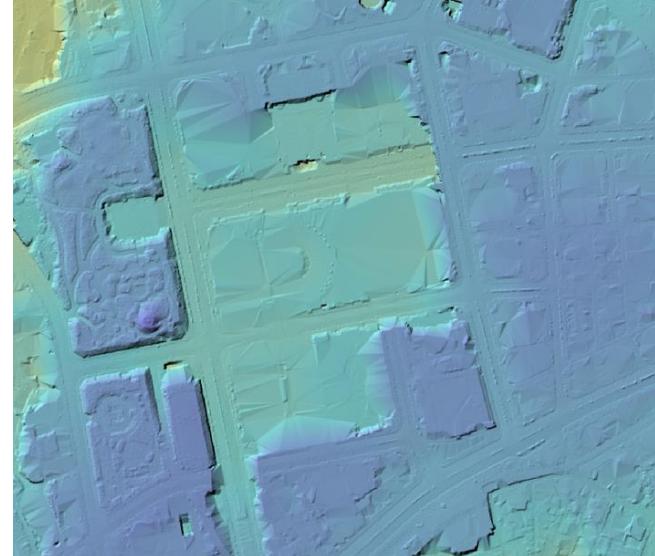
基盤地図情報では  
5m/10mメッシュ

- DSM: Digital Surface Model

- 建物や植林の高さを含む
- 数値表層モデル
- ドローン自律走行など

厳密にはDEM/DSMの定義はない  
上記は国土地理院の情報をもとに記述

都庁付近のDEM



都庁付近のDSM



# 基盤地図情報 数値標高モデル(DEM)

- 5mメッシュ、10mメッシュの2種類
  - 5mメッシュが存在しない領域あり
    - 人がほとんどいない場所
    - 国家間の問題の有りそうな場所など
- 緯度、経度、標高
  - 標高は準拠ジオイド面からの高さ
  - 該当座標に標高データがない場合、-9999.0が格納されている
- GMLを拡張した形式を使用
  - GISツールプラグインや独自パーサを作成する必要あり

# 数値標高モデル ファイル名ルール

例) FG-GML-6641-52-80-DEM5A-20221015.xml

- FG : 基盤地図情報
- GML : 符号化形式、GMLベース
- 6641 : 1次メッシュ番号
- 52 : 2次メッシュ番号
- 80 : 3次メッシュ番号 ※5mメッシュのみ
- DEM5A : データ種別（別ページ）、DEM 5mメッシュ
- 20221001 : ファイルの作成日 (JST)

A:航空レーザ測量  
B:写真測量(地上画素寸法20cm)  
C:写真測量(地上画素寸法20cm)

# 数値標高モデル仕様

このXMLには  
東経139.6度北緯35.14166667度地点と東経  
139.6125度北緯35.14度地点を対角線とする矩  
形範囲内の標高データが格納されている

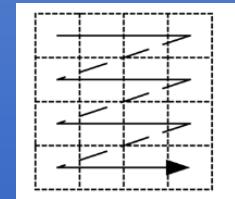
```
coverage gml:id="DEM001-4">
  <gml:boundedBy>
    <gml:Envelope srsName="fguuid:jgd2011.bl">
      <gml:lowerCorner>35.14166667 139.6</gml:lowerCorner>
      <gml:upperCorner>35.15 139.6125</gml:upperCorner>
    </gml:Envelope>
  </gml:boundedBy>
  <gml:gridDomain>
    <gml:Grid dimension="2" gml:id="DEM001-4">
      <gml:limits>
        <gml:GridEnvelope>
          <gml:low>0 0</gml:low>
          <gml:high>224 149</gml:high>
        </gml:GridEnvelope>
      </gml:limits>
      <gml:axisLabels>x y</gml:axisLabels>
    </gml:Grid>
  </gml:gridDomain>
```

座標データはX（経度）、Y（緯度）の順で格納されている

```
<gml:tupleList>
地表面,2.50
地表面,2.52
地表面,2.60
地表面,0.70
データなし,-9999.
データなし,-9999.
データなし,-9999.
データなし,-9999.
データなし,-9999.
データなし,-9999.
データなし,-9999.
データなし,-9999.
```

種別、標高(m)が  
順番にならんでいる

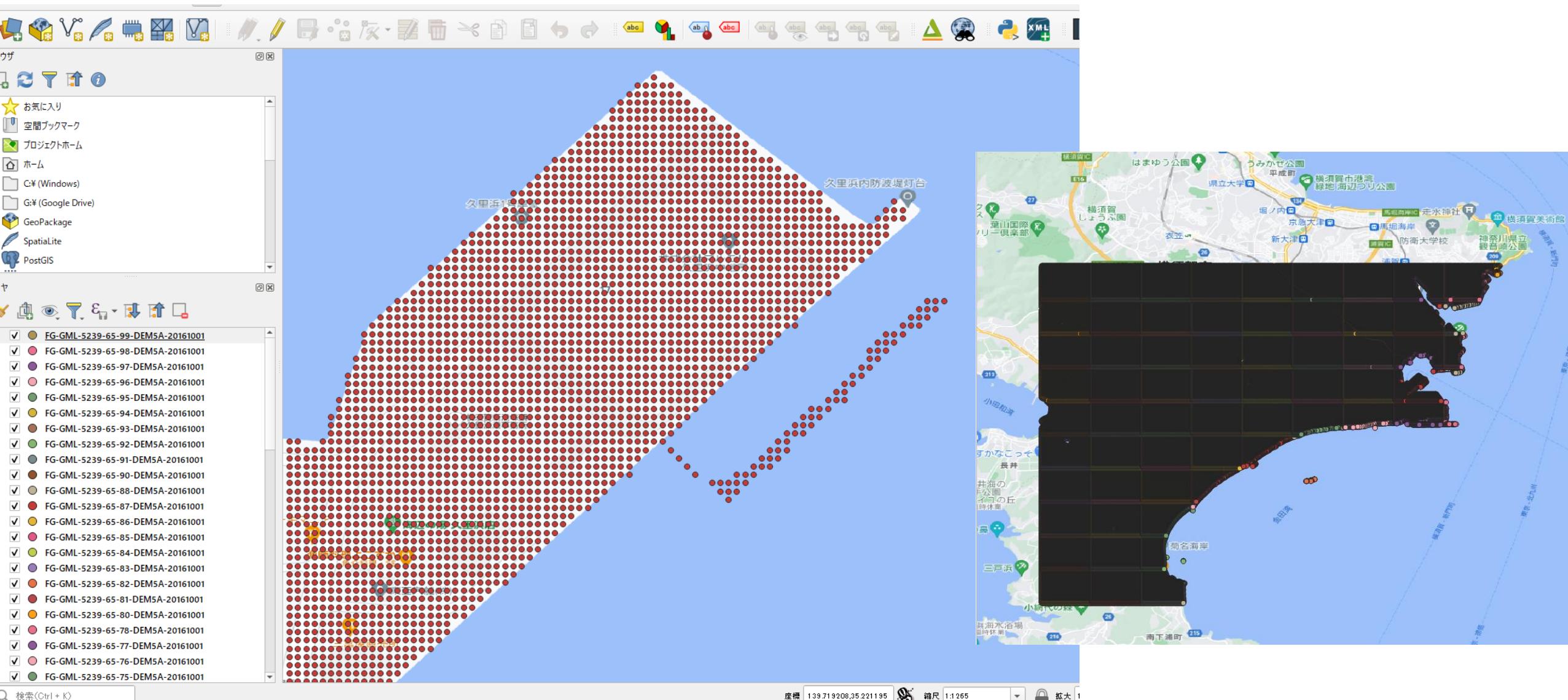
データの順番はX（経度）正方  
向、Y（緯度）負方向にならべ  
ている



```
<gml:coverageFunction>
  <gml:GridFunction>
    <gml:sequenceRule order="+x-y">Linear</gml:sequenceRule>
    <gml:startPoint>203 65</gml:startPoint>
  </gml:GridFunction>
</gml:coverageFunction>
```

(0,0)から(203,64)  
までのデータは省略  
されている

# 数値標高モデルの可視化例（横須賀）



# 基本情報ファイル名ルール

例) FG-GML-533914-BldL-20221001-0001.xml

- FG : 基盤地図情報
- GML : 符号化形式、GMLベース
- 533914 : 2次メッシュ番号
- BldL : データ種別（別ページ）、建築物の外周線
- 20221001 : ファイルの作成日（JST）
- 0001 : 通し番号

# 基本情報 BldL(建築物の外周線)サンプル

対象とする空間データの種類

整備データ登録日

整備完了日

出典地図情報レベル  
出典元の地図精度

上から下の順に頂点を繋い  
だ線分群をあらわす

```
<type>普通無壁舎</type>
</Bld>
<BldL gml:id="K18_5022012750_2">
<fid>50220-12750-s-7366</fid>
<lfSpanFr gml:id="K18_5022012750_2-1">
<gml:timePosition>2022-06-06</gml:timePosition>
</lfSpanFr>
<devDate gml:id="K18_5022012750_2-2">
<gml:timePosition>2022-10-03</gml:timePosition>
</devDate>
<orgGILvl>2500</orgGILvl>
<loc>
<gml:Curve gml:id="K18_5022012750_2-g" srsName="fguuid:jgd2011.bl">
<gml:segments>
<gml:LineStringSegment>
<gml:posList>
35.416878500 139.502361222
35.416860278 139.502358667
35.416886722 139.502078750
35.416904944 139.502081306
35.416878500 139.502361222
</gml:posList>
</gml:LineStringSegment>
</gml:segments>
</gml:Curve>
</loc>
```

座標系はJGD2011v2.1

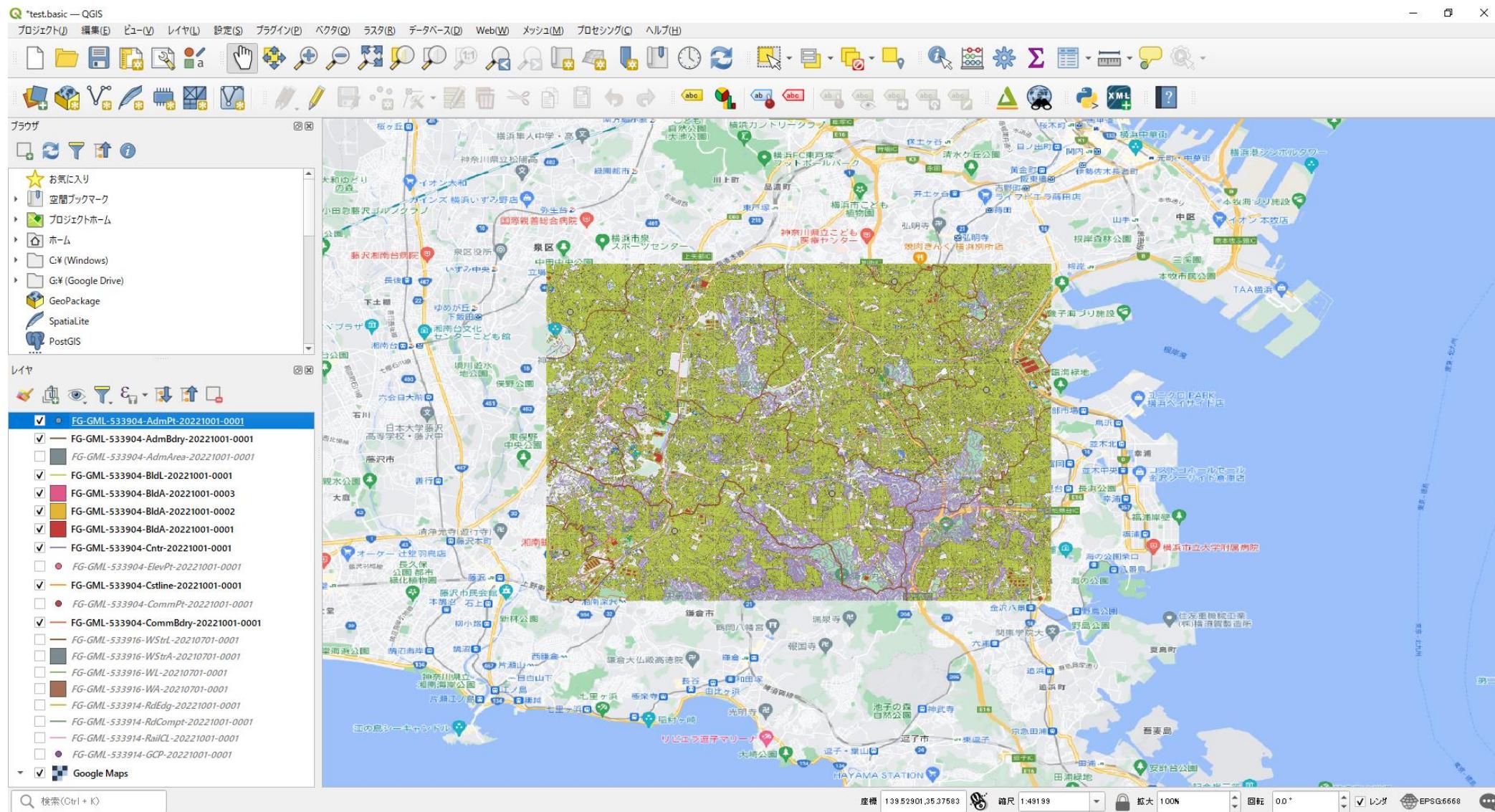
GeoPandasのread\_file()でパース可能だが  
属性項目は「データ種別」ごとに異なる

# 基本情報 データ種別

- ・ メッシュ・通し番号・データ種別ごとに1XMLファイル
- ・ ファイル名に略号がつく

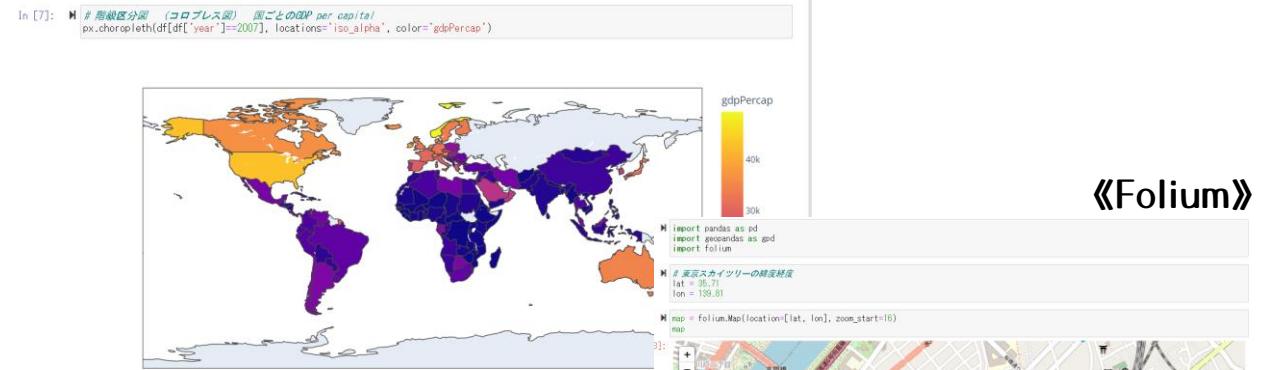
略号	データ種別	略号	データ種別	略号	データ種別
AdmArea	行政区画	RailCL	鉄道中心線	TpgphSbl	地形記号
AdmBdry	行政区画線	RailTrCL	軌道の中心線	TrfSbl	交通施設記号
AdmPt	行政区画代表点	RdCL	道路中心線	TrfStrct	交通構造物
Anno	注記	RdCompt	道路構成線	TrfTnnlEnt	交通トンネル
BldA	建築物	RdEdg	道路縁	VegeClassL	植生界（線）
BldL	建築物の外周線	RdMgtBdry	道路区域界線	VegeClassP	植生界（点）
BldSbl	建物等記号	RTwr	電波塔	Vline	補助線
Cntr	等高線	RvrCL	河川中心線	WA	水域
Cstline	海岸線	SBArea	街区域	WAItiWDpth	水面標高_水深
ElevPt	標高点	SBBdry	街区線	WfArea	滝（領域）
GCP	測量の基準点	SBAPt	街区の代表点	WL	水涯線
Isbt	等深線	SpcfArea	特定地区界	WoodRes	樹木に囲まれた居住地
LUSbl	土地利用記号	StrctArea	構造物面	WRITLine	水部表記線
Monument	記念碑	StrctLine	構造物線	WStrL	水部構造物線
Park	公園	StrctSbl	構造物記号		
PwrPlnt	発電所等	TpgphArea	地形表記面		すべてのデータ種別が必ず存在するわけではない。
PwrTransmL	送電線	TpgphLine	地形表記線		

# 基本情報の可視化例

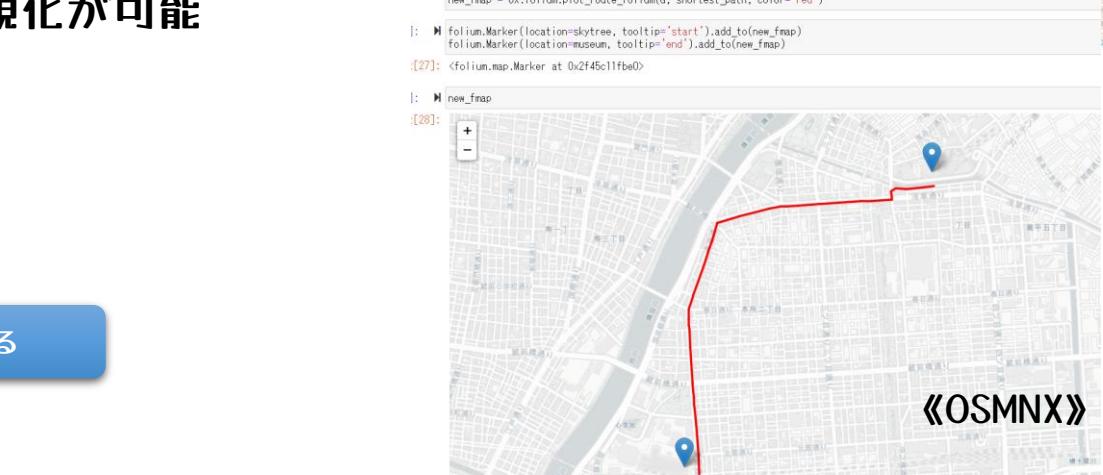
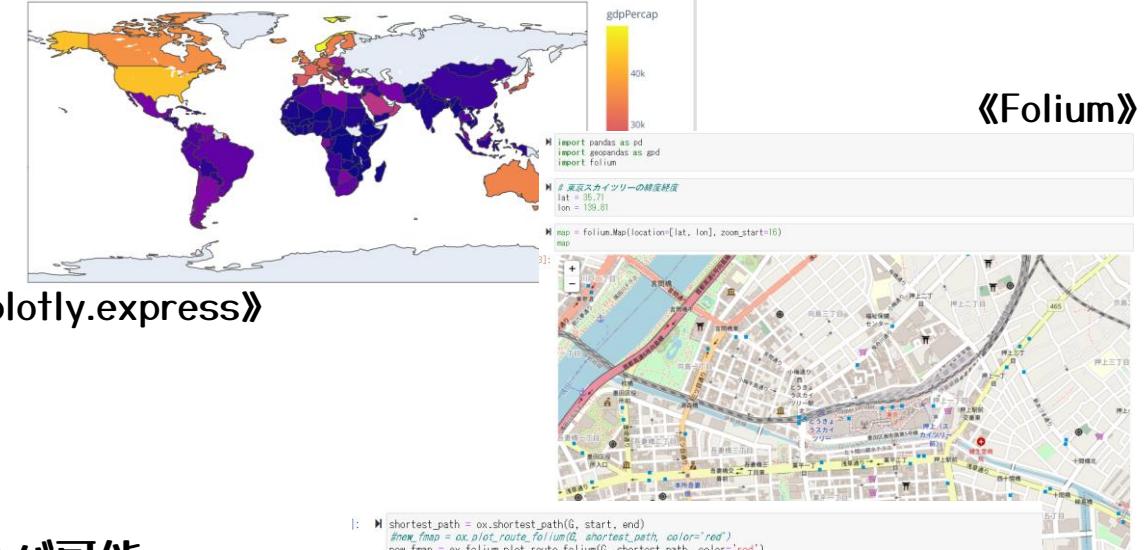


# GISデータ分析に使うPythonライブラリ

- Shapely
  - ジオメトリオブジェクト定義に使用
- GeoPandas
  - 事前処理などのGISデータ操作に使用
- plotly.express
  - 世界地図などの白地図利用
- Folium
  - 日本地図などの白地図利用(OpenStreetMap)
- OSMNX
  - Foliumと同じだが、ダイクストラベースの経路可視化が可能
- ほかにjapanmapなど..



《plotly.express》

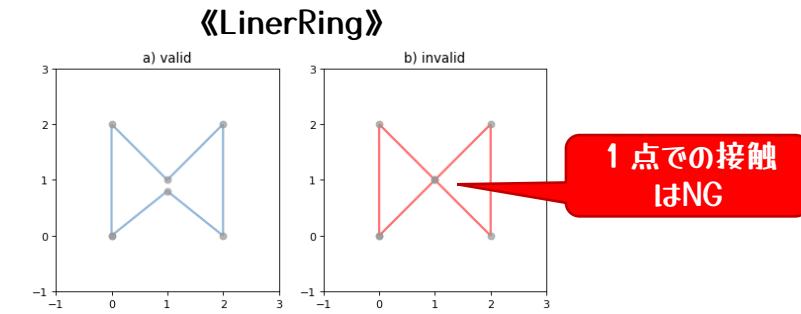
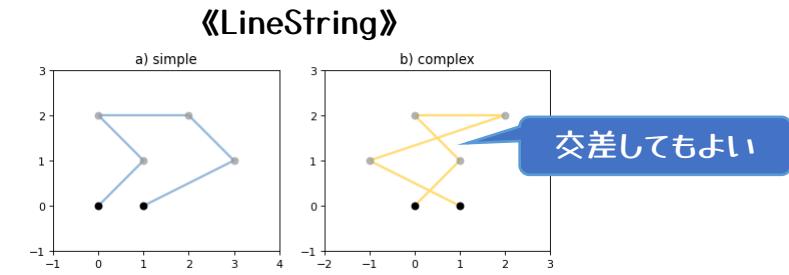


《OSMNX》

Udemy講座「PythonによるGISデータの分析と可視化」で簡単に使い方を学べる

# Shapely

- ・ジオメトリの操作・分析に使うPythonライブラリ
  - ・点、線、多角形などの様々なジオメトリタイプ
- ・GEOSを内部で使用
- ・Jupyter notebook などすぐに描画確認できる
- ・2点間距離の算出、面積計算可能
- ・座標系定義がない
  - ・分析側が同じ座標系に変換しておく必要がある



ジオメトリタイプ	説明
Point	1つの点。
LineString	複数のつながった線をあらわす。
LinerRing	複数のつながった線をあらわす。 ただし線の交差は許可されない。 1点での接触も許可されない
Polygon	多角形。口の字のような穴あき图形も表現可能。
MultiPoint	Point（点）が複数集まつたもの。
MultiLineString	LineString（線）が複数集まつたもの。
MultiPolygon	Polygon（多角形）が複数集まつたもの。
GeometryCollection	複数種類のジオメトリタイプを要素に持つ集合。

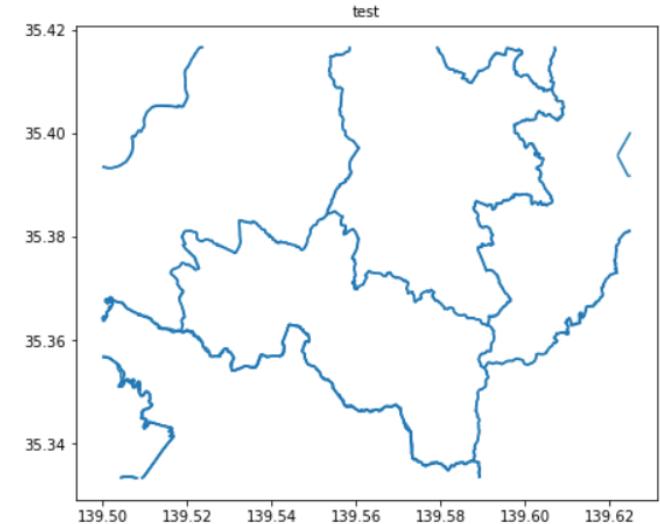
# GeoPandas

- GISデータが格納できるPandas
  - Geometry属性を必ず持つPandasだと理解しても良い
  - Pandasに近いので別のデータ構造にも変換しやすい
- メタ情報として座標系の定義を持つ
  - 座標変換も可能、ただしマイナーなEPSGコードは注意
- Shape/GML/GeoJSONを読み書きできる
  - GeoJSONは座標系定義がないのでset\_crs()すること
- ジオコーディング（名称、住所から緯度経度を検索）
- 逆ジオコーディング（緯度経度から名称、住所を検索）
- 基本情報XMLはそのままread\_file()できる

数値標高モデル、ジオイドモデルはそのまま  
までは読み込めない

## 参照も簡単

```
In [20]: ax = gdf.plot(figsize=(8, 6))
ax.set_title('test', size=10)
plt.savefig('test.png')
```



```
# 基盤地図情報 基本情報はXMLファイルをそのままロード可能
dirpath = 'download/Yokohama/FG-GML-533904-ALL-20221001'
filename = 'FG-GML-533904-AdmArea-20221001-0001.xml'
path = os.path.join(dirpath, filename)
print(path)
print(os.path.isfile(path))
```

download/Yokohama/FG-GML-533904-ALL-20221001\FG-GML-533904-AdmArea-20221001-0001.xml  
True

```
# 基盤地図情報 基本情報はXMLファイルをそのままロード可能
gdf = gpd.read_file(path)
```

基本情報XMLは読み込み一発

3]	gml_id	fid	IfSpanFr	IfSpanTo	devDate	orgGILvl	orgMDId	vis	type	name	admCode	geometry
0	K4_533904_1	533904-14204-a-1-20221003	2022-10-03	None	2022-10-03	25000	None	表示	都市・東京都の区	鎌倉市	14204	POLYGON ((139.50422 35.33333, 139.50422 35.333...
1	K4_533904_2	533904-14205-a-2-20221003	2022-10-03	None	2022-10-03	25000	None	表示	都市・東京都の区	藤沢市	14205	POLYGON ((139.50000 35.35688, 139.50000 35.356...
2	K4_533904_3	533904-14204-a-3-20221003	2022-10-03	None	2022-10-03	25000	None	表示	都市・東京都の区	鎌倉市	14204	POLYGON ((139.50000 35.36388, 139.50000 35.363...
3	K4_533904_4	533904-14116-a-4-202210-0001	2022-10-03	None	2022-10-03	25000	None	表示	町村・指定	横浜市泉	14116	POLYGON ((139.50489 35.33333, 139.50489 35.333...

# 基盤地図情報/パーサ basemap



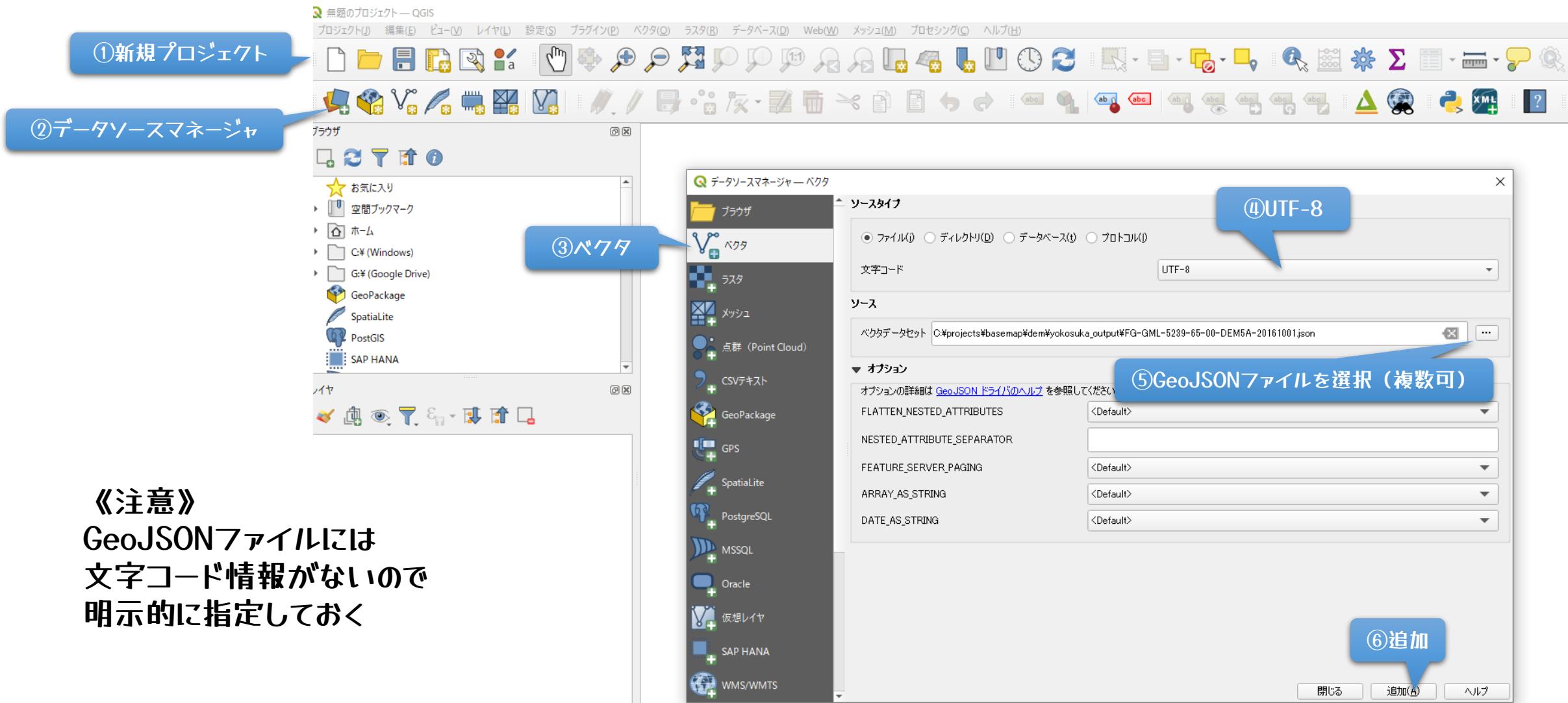
GitHubリポジトリ

- ・数値標高モデル、ジオイドモデル→GeoJSON/Shape/CSV
  - ・データ分析するためのPythonツール
  - ・GeoJSONからGeoPandas 形式に
- ・データ分析にGISデータを扱う場合有用な形式はGeoJSON
  - ・文字化けリスクが少ない
  - ・データ量もXML系に比べれば少ない
  - ・GISソフトウェアでも取り込める
  - ・GeoPandas化がread\_file()一発
- ・基盤地図情報/パーサがあれば、**利活用の離陸距離が短くなる**

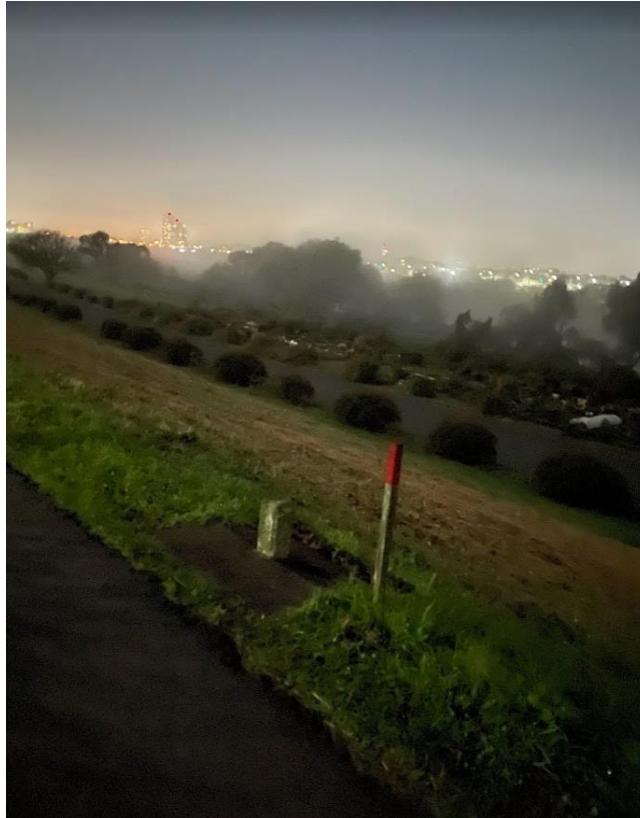
# basemap 実行環境構築および変換手順

- Miniconda をインストール
- conda create -n <環境名> python geopandas pandas numpy jupyter matplotlib shapely plotly plotly-express
- conda activate <環境名>
- cd <作業ディレクトリ>
- git clone https://github.com/coolerkings/basemap
- cd basemap/ [basic|dem|geoid]
- mkdir download
- downloadディレクトリに基盤地図情報からダウンロードしたXMLを配置
- python models.py
- outputディレクトリに変換後GeoJSON/Shape/CSVファイルが作成される

# QGIS上に生成したGeoJSONを読み込む



# おわり



多摩川の三角点(と書いてあった)

# 参考書籍(グラフ理論)

- ・共立出版 「グラフ理論への入門」
  - ・学生時代使っていた、廃盤、古本屋にしかない
  - ・隣接行列含むグラフ理論基礎が学べる
- ・LiberalArts 「グラフ理論と機械学習」
  - ・電子書籍だが買う必要なし
  - ・グラフ理論の基礎とGNN系論文の紹介だけでその間のリンクがない

# 参考Udemy講座

- 「GIS in QGIS for beginners」
  - 不要、英語の講座で書籍のガイドブックの方がよい
- 「超簡単！地図情報GISでらくらく戦略マーケティング」
  - 総務省の地図情報アプリ「GIS統計」を使った分析
- 「PythonによるGISデータの分析と可視化」
  - これ1本でPythonベースの分析は可能
- 「グラフニューラルネットワーク(GNN)を学ぼう！」
  - GNNを実装は学べるが、入力データ化のためのグラフ理論知識は学べない

# 参考書籍 (GIS)

- ・古今書院「授業のためのGIS教材」
  - ・基盤地図情報に関するエントリ知識
- ・古今書院「地域研究のための空間データ分析入門」
  - ・GISデータのユースケース参考に
- ・古今書院「QGIS入門第3版」
  - ・GIS用語学習向け
- ・学芸出版社「QGISガイドブック」
  - ・QGISのエントリポイント
- ・ナカニシヤ出版「実践利用にステップアップを目指すQGIS応用編」
  - ・ガイドブックに続いてQGISを学びたい人向け
- ・講談社「Rではじめる地理空間データの統計解析入門」
  - ・買っただけ