

斜めってみた

# みんな大好きメルカトル図法

- 地形の形状はだいたい正しく描画される
- 距離や面積の比率が正しくない
- 基準となる赤道から離れるほど拡大される
- 真球の場合  $\frac{1}{\cos \varphi}$  だけ拡大

地点	緯度	拡大率
赤道直下	0.0	100.0 %
那覇	26.2	111.5 %
東京	35.7	123.1 %
札幌	43.1	137.0 %
ヘルシンキ	60.2	201.2 %

# 横メルカトル図法

- 子午線を基準線とし横方向のメルカトル図法
- メルカトル図法の特徴である基準線近くであれば形状はもちろん距離、面積比率はほぼ誤差なし
- 逆を言うと、当然ながら基準線から遠いと誤差大
- 基準となる子午線を多数設定し、地域ごとに別々の横メルカトル図法を使おうという考えもある
  - 平面直角座標系（測量座標系）や UTM
- ただ、地域ごとに適用させる座標系が異なり面倒

# 斜軸メルカトル図法

- 弓状の日本列島
- 基準線を斜めに設定したら、いい感じに全国をひとつの座標系で対応できるのでは
- 平面直角座標系のような精度を求めると狭い範囲に
- ほどほど誤差を許容し、ほどほど広い範囲
- よさそうな軸を探索してみた
  - 基準点  $\lambda_c = 110.0, \varphi_0 = 0.0, \alpha = 31.3^\circ$
  - $\alpha$  は北から時計回りに測った角度

# 斜軸の探索

許容する拡大率を0.1%とする（概ね±400km）

まず地球を真球とみなし、基準線を赤道した通常のメルカトル図法を考える

許容誤差0.1%であるため、中心線における縮尺係数  $k_0 = 0.9990$  すると

縮尺係数  $k = 1.0010$  となる緯度は  $\varphi = \cos^{-1} \frac{1}{(2-k_0)/k_0}$  となる

許容緯度  $\varphi$  を満たす帯を作成し、適度な間隔で帯状の点を地心直交座標系（XYZ 座標系）に変換

三次元座標に対し、オイラーの回転行列で X 軸で  $\theta$  だけ回転し、Z' 軸で  $\lambda_c$  だけ回転させると  $(0, \lambda_c)$  を中心線と赤道の交点とし、傾斜角  $\theta$  の帯が得られる

得られた回転後の XYZ 座標系から真球の緯度経度に再変換する

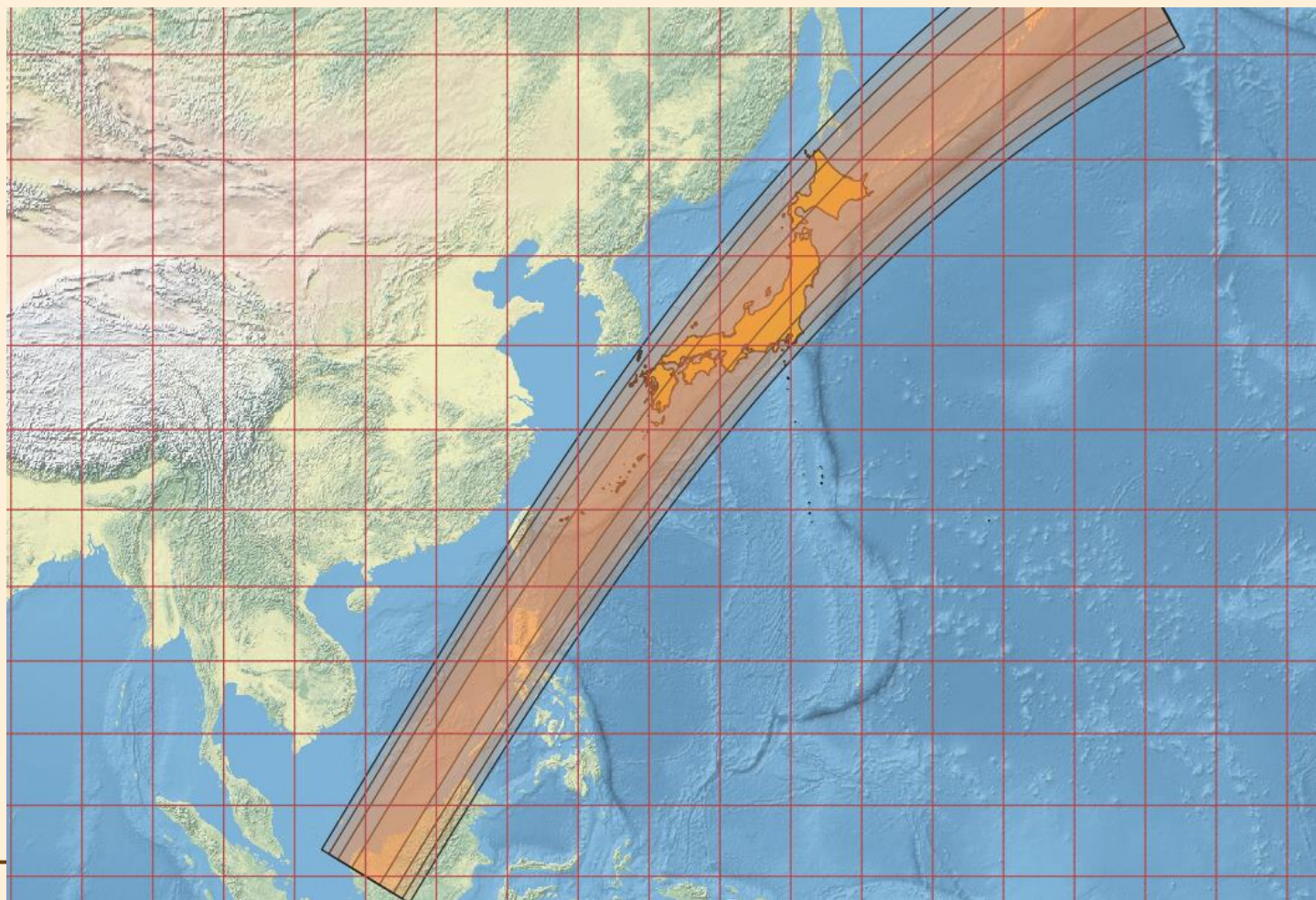
この緯度を楕円体の更成緯度とみなし、地理緯度に変換し、楕円体に対応

地理緯度と経度で得られた帯ポリゴンを GeoCSV で出力（ここまで Ruby）

ogr2ogr で GeoCSV から GeoPackage に変換

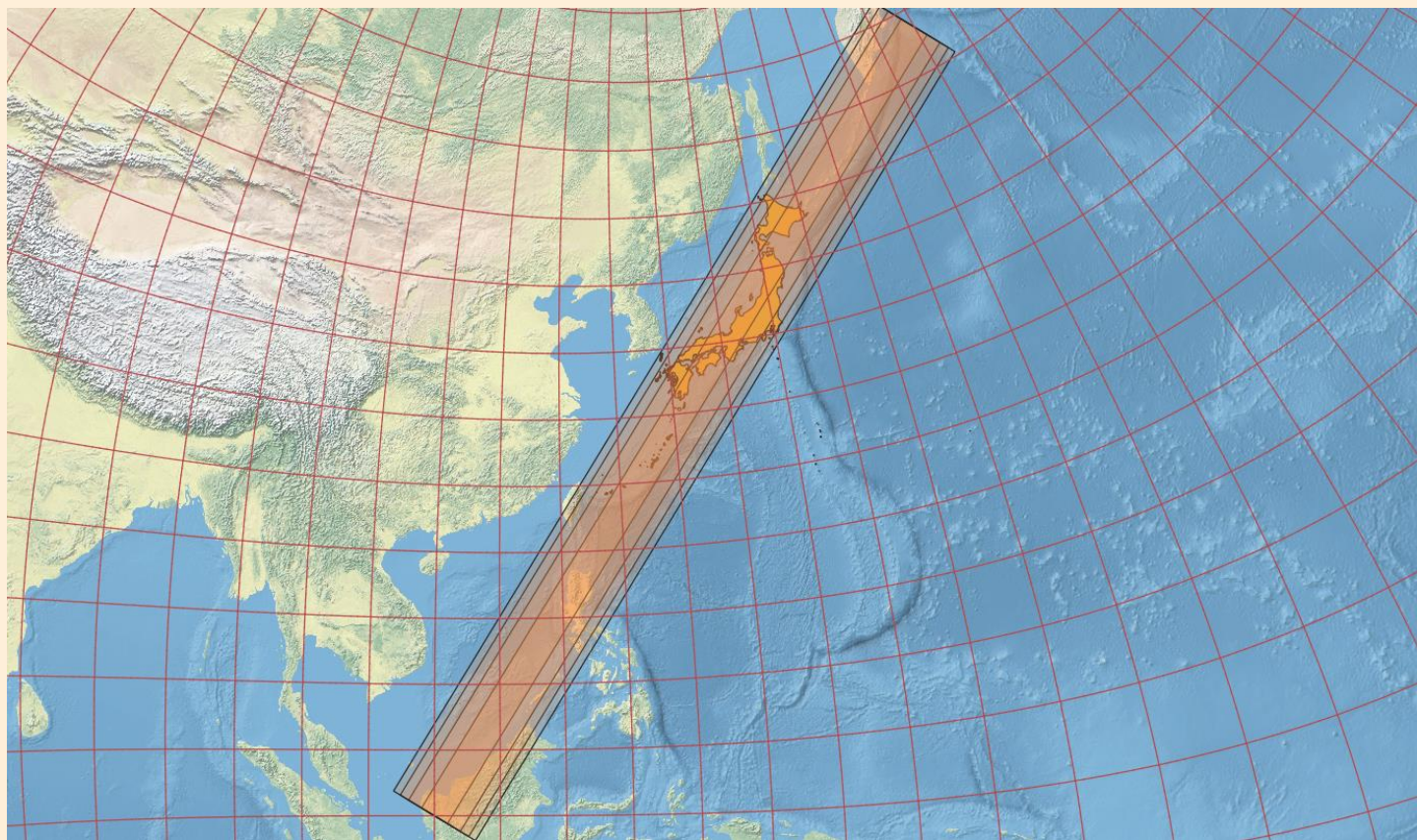
R でパラメータを変えた多数の帯ポリゴンと日本ポリゴンの共通部分の面積を計算し、より妥当なパラメータを探索

# 探索した斜軸 (EPSG:3857)





# 探索した斜軸 (proj=omerc)



# 今回の CRS 定義

- QGIS の場合は設定から「カスタム投影法」で定義可能
- `+proj=omerc +datum=WGS84 +lonc=110 +lat_0=0 +alpha=31.3 +k_0=0.9990`



# 誤差の評価

- $|1 - k| < 0.001$  だと距離で0.1%、面積で0.2%程度

地名	距離比率	面積比率
稚内	99.999 %	99.998 %
佐渡	99.879 %	99.758 %
東京	99.975 %	99.949 %
銚子	100.030 %	100.060 %
八丈島	100.160 %	100.319 %
父島	101.383 %	102.785 %
大阪	99.889 %	99.779 %
福岡	99.958 %	99.916 %
対馬	100.049 %	100.098 %
那覇	99.896 %	99.793 %

# メリットとデメリット

- 基本的にはデータ CRS は何でもよい
  - 緯度経度でもメルカトルでも位置を特定できれば内部で描画 CRS に変換されるし、他データと重ね合わせ可能
  - 面積などは `$area`, `$length`, `$perimeter` で計算可能
- ただいくつかの処理はデータ座標系でパラメータを指定する必要がある（バッファ作成など）
- 縮尺誤差が許容できるのであれば、あり……？
- ソフトにより独自 CRS を利用できない可能性もある
- 座標的な「上」が北とは限らない
  - もっとも横メルカトルも異なる