

【研究・技術ノート】

オープストリートマップ道路データとデジタル道路地図の比較
－位置と完全性に着目して－

金杉 洋*・瀬戸寿一*・関本義秀**・柴崎亮介*

Comparison between OpenStreetMap Roads and Digital Road Map
on the Perspectives of Positional Difference and Completeness

Hiroshi KANASUGI*, Toshikazu SETO*, Yoshihide SEKIMOTO**, Ryosuke SHIBASAKI*

Abstract: OpenStreetMap (OSM), well-known as one of famous and continuous Volunteered Geographic Information (VGI) activities to establish open geospatial database, has been updated and maintained by a lot of volunteers all over the world day by day. In addition, OSM has attracted various kinds of users due to its worldwide coverage and open license. However, as volunteer mappers have generated or have edited OSM data, data quality such as positional accuracy, completeness and freshness is heterogeneous in different regions. Therefore, it is required and important for OSM users and mappers to evaluate data quality quantitatively and regularly. Especially, in Japan, there are not existing researches dealing with nationwide usability of OSM road data by comparing with other road data. Toward discussing significant criteria of data quality assessment, this paper describes the comparison results between OSM road data and Digital Road Map (DRM), on the perspective of positional difference and area coverage in 1 km grids and city boundaries.

Keywords: オープンストリートマップ (OpenStreetMap), Volunteered Geographic Information, デジタル道路地図 (Digital Road Map), 位置 (Position), 網羅率 (Coverage).

1. はじめに

オープンな地理空間データの構築を目的に2004年に英国で始まったOpenStreetMap（以下、OSM）の活動は、2018年9月12日時点で総ユーザ数約486万件まで拡大し、世界の多くの地域をカバーするまでに広がっている。一方で、誰でも任意に編集可能なOSMのデータは、その精度・鮮度・網羅性などが地域により不均質であり、定期的かつ定量的にデータの品質を把握することが必要とされている。

OSMのデータ品質を測るため、先行研究では様々な手法・指標が提案されている。Nasiri et al. (2018)は、公的あるいは商用の地図データとOSMを比較し、先行研究で提案された品質評価方法を用いて、編集したユーザとその数、OSM自体の編集履歴の3つの観点から比較している。また、特にOSM道路データに焦点を当て、国土レベルの広域スケールで

他の公的な地図データと比較し評価した先行研究がある。具体的には、Haklay (2010)による英国陸地測量部 (Ordnance Survey) の公的データを比較資料として用いた英国全域のOSM道路データの位置精度と完全性の評価や、Zielstra et al. (2013)によるUS Census TIGER/Lineを用いた評価研究が挙げられる。

一方で、日本全国を対象にOSM道路データを他の道路データと比較し、OSM道路データの有用性を扱った先行事例は見当たらない。これは日本国内で公的な地図データやカーナビ用のデータが、OSMに先んじて整備されていたことが要因と推測される。OSMの活動が始まった2004年頃には、数値地図などの公的な地図データに加えて、デジタル道路地図 (DRM: Digital Road Map) に代表されるカーナビなどの道路地図データが全国レベルで既に整備されており、2005年7月にはGoogle Mapsのベータサー

* 正会員 東京大学空間情報科学研究センター (Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo)
〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1 yok@csis.u-tokyo.ac.jp

** 正会員 東京大学 生産技術研究所 (Institute of Industrial Science, The University of Tokyo)

ビスも始まっている。当時の段階では情報量の少なかつたOSMの利用機会は少なく、結果としてOSM道路データが取り上げられてこなかったと考える。

そこで本論文では、Haklay (2010) の提案した指標を援用しながら、位置と完全性に着目し、日本全国スケールで、DRMデータとOSM道路データを比較する。具体的には、位置精度 (Ordinance Survey の道路から生成したバッファとの交差割合) と完全性 (1 km メッシュ内の総道路延長) の指標を基に、交差率と網羅率を定義し、市区町村及び1 km メッシュの単位で両道路データと比較し、差異を考察する。

2. 道路データの概要と処理

2. 1. デジタル道路地図 (DRM)

デジタル道路地図 (DRM) は1988年から整備されている日本全国の道路データである。主にカーナビでの利用を中心に2017年度には約755万枚 (過去累計9,975万枚) を提供している (日本デジタル道路地図協会2018) 日本における一般的な道路データのひとつである。DRMは全国デジタル道路地図データベース標準に基づいて1/25,000縮尺相当で整備され、道路の地理空間形状だけでなく道路経路探索用に、交差点をノード、交差点間の道路区間をリンクとしたグラフ構造のネットワークデータとして提供される。また高速道路や一般都道府県道などの基本道路網に加え、街路など詳細な道路網を表す全道路が、道路種別や幅員などの詳細な属性情報と合わせて含まれている。本論文では、東京大学空間情報科学研究センターの共同利用データで提供されている、拡張版全国デジタル道路地図データベース2017年版 (住友電工) を使用した。表1に本データに含まれる道路種別毎のリンク数と総延長を示した。

2. 2. オープンストリートマップ (OSM)

OSMは道路に限らず多様な地理空間データを含むため、keyとvalueからなる「タグ」によりラベルを付けることで地物の属性情報を分類しており、新たにタグを追加することも可能である。道路全般を表すhighwayタグは、自動車道路に限らず歩道や競技場まで様々な道路を包含する。2017年7月26日時点で日本国内のhighwayタグには50種類が登録されており、

総延長はDRMよりも長い (約1,656,932 km)。そこで、OSMに含まれる主な自動車道路を抽出するため、highwayタグのうち主要な道路8種類¹⁾と接続道路5種類の計13種類 (表2) を抽出し、DRMとの比較に使用する。ただし、ここで採用した13種類のhighwayタグは、交通規則や道路種別の定義の違いから、必ずしもDRMの道路種別と明確に対応づかないことを留意されたい。本論文ではOSMの履歴データを提供しているGeofabrikから取得した2017年7月26日時点のOSMデータを使用する。OSMデータは独自のXML形式で提供されるため、osm2pgsqlを使用してPostgreSQL/PostGISにインポート後、対象のhighwayタグに該当するもののみ (総延長約1,344,560 km) を抽出した。

2. 3. 道路データの分割

DRM及びOSM道路データを、比較の単位領域となる1 km メッシュ (三次メッシュ) と市区町村界でそれぞれ分割する。両道路データが交差する1 km メッシュは、DRMでは265,028件、OSMでは306,668件であり、共通するメッシュは262,270件であった。一方、市区町村の行政界は国土数値情報の平成29年度行政界データを採用し、政令指定都市の区分けも含めて市区町村コードの有効な1,892件を単位領域として使用する。

3. データ比較の指標

本論文で使用する道路データ比較のための指標について、道路種別、単位領域の対応を表3に示す。

3. 1. 位置の比較

道路種別の定義が異なる両道路データに対し、相互に路線名称や路線番号の振られていない細道路までを正確に対応付けるのは困難である。そのため、本論文ではOSM上のmotorwayタグデータ (約24,257 km) のみを比較対象とする。OSM motorway の定義は「入口の少ない中央分離帯付きの2車線以上の道路」で「アメリカのフリーウェイやドイツのアウトバーンが相当する」道路である。これに対応するDRMの道路として、一般に「高速道路」とされる道路を対象に、DRM motorwayとして次の2つの条件で抽出した。

1) 道路種別が高速道路または都市高速道路とされているもの

表1 DRM道路種別の内訳(2017年度版)

No	道路種別	リンク数	総延長 (m)	No	道路種別	リンク数	総延長(m)
1	高速自動車国道	27,524	21,549,076	6	一般都道府県道	546,999	70,886,527
2	都市高速道路	6,856	2,178,909	7	指定市の一般市道	12,352	1,020,551
3	一般国道	426,076	69,095,105	8	その他道路	11,736,433	1,017,516,687
4	都道府県道	469,957	60,561,492	9	未調査	0	0
5	指定市道	9,825	690,533		合計	13,236,022	1,243,498,880

表2 日本国内のOSM highway タグ(対象自動車道)の内訳(2017年7月26日時点)

No	highway タグ	ライン数	総延長(m)	No	highway タグ	ライン数	総延長(m)
1	unclassified	2,505,245	460,171,226	8	motorway_link	24,634	5,676,588
2	residential	2,446,700	515,989,686	9	road	8,463	1,728,385
3	tertiary	434,429	127,579,960	10	trunk_link	7,196	1,387,072
4	secondary	162,985	73,402,674	11	primary_link	2,294	379,889
5	primary	117,514	61,796,983	12	tertiary_link	1,798	285,953
6	trunk	105,455	71,308,411	13	secondary_link	1,070	168,171
7	motorway	39,342	24,684,801		合計	5,857,125	1,344,599,799

表3 比較指標の算出に用いる空間単位と道路種別

指標	空間単位	DRM 道路	OSM 道路種別 (highway タグ)
位置	1 km メッシュ	高速道路 一般有料道路	motorway
網羅率	1 km メッシュ 市区町村界	全道路	motorway, motorway_link, primary, primary_link, secondary, secondary_link, trunk, trunk_link, tertiary, tertiary_link, unclassified, residential, road(minor)

2) 管理者コードがNEXCO・首都阪本四²⁾・道路公社・国のいずれか、かつ自動車専用道であり、リンク種別が上下線分離または本線連絡路であり、道路名称が登録されているもの

抽出したDRM motorway (26,017 km) の路線名称211件に対して、OSM motorwayの道路名称は2,371件で冗長性が高く、相互の道路データの路線名称からの正確な対応付けは難しい。そこで、Haklay (2010)では対応する道路同士で位置精度を算出することで位置を比較したのに対し、本論文では次のように位置の比較を行う。すなわち、道路単位ではなくDRM・OSM共に1 kmメッシュ単位にmotorwayを区切り、各メッシュの道路の交差率 F_{int} として算出する(式1)。

表4 道路幅員フラグとバッファ半径

フラグ	DRM 幅員	バッファ半径 (m)	
1	13 m 以上	20 m	37.5 m
2	5.5 ~ 13 m	13 m	30.5 m
3	3.0 ~ 5.5 m	5.5 m	23 m
4	3.0 m 未満	3.0 m	20.5 m
5	未調査	3.0 m	20.5 m

バッファ半径は位置標準偏差17.5 mの有無で2種類

$$F_{int}(m) = \frac{\sum_{l_i \in L'_m} Len(l_i \cap B_{arm})}{\sum_{l_i \in L'_m} Len(l_i)} \quad (1)$$

F_{int} はDRMの道路幅員フラグをもとに、表4に示したバッファ半径で路線形状(道路中心線)からの

バッファ B_{dm} を生成し、そのバッファに同一メッシュ(m)内に含まれるOSM motorwayのライン集合 L_m が交差する道路延長の割合として算出する。また、前述の通り、DRMは1/25,000相当の縮尺であるため、位置の標準偏差が17.5 m以内であることに留意し、道路幅員ごとにバッファ半径を17.5 m加算した場合の交差率も合わせて算出し、結果を比較する。

3. 2. 網羅率

Haklay (2010) で示されたOSM道路データの完全性(Completeness)は、任意の1 kmメッシュ内において、対象のOSM道路データ(13種類のhighwayタグ)の総延長と、同メッシュ内における基準道路(Ordinance survey 道路)の総延長との差分として定義されている。しかし、対象範囲内における道路延長の絶対差もあるため、道路延長の差分のみでは網羅度合いの直感的な比較は難しい。そこで、本論文では比較単位領域 m (1 kmメッシュと市区町村界)におけるOSM道路データの網羅率 F_{cvr} を、DRMの総延長を基準とした割合として式(2)の通り定義する。

$$F_{cvr}(m) = \frac{\sum_{l_i \in L_m} Len(l_i)}{\sum_{r_i \in R_m} Len(r_i)} \quad (2)$$

L_m , R_m は、それぞれ比較単位領域 m 内に区切られたOSM道路データとDRMの集合を表す。なお、領域 m 内にDRMが存在しない場合は、網羅率 F_{cvr} は定義しない。

4. 比較結果と考察

4. 1. 位置の比較結果

図1にDRM motorwayとOSM motorwayの両データが通過する1 kmメッシュ13,774件での交差率の算出結果を示す。DRMの標準誤差を考慮しない場合(図1a)でも、交差率が0.8以上のメッシュが約84.1%、0.9以上が約79.2%であり、motorwayに限られた比較結果ではあるが、全体としてOSM道路データはDRMと概ね同程度の位置に整備されている。

一方で、DRMの標準誤差を考慮した場合でも、交差率0.9以上のメッシュが約95.3%に留まり、完全に交差しない。その原因は、OSM motorwayがメッシュ内に存在しない場合も含めて、一部のエリアで両道路データの位置が大きくずれていることにあ

る。特に交差率の低いメッシュは、トンネル区間や山間部などに多く分布している。これは衛星画像のトレースが一般的な編集方法であるOSMにおいて、これらのエリアで道路を衛星画像から判読困難であることが、位置のずれに起因していることが伺える。

4. 2. 網羅率の算出結果

図2に1 kmメッシュ262,270件、市区町村1,896件での網羅率の算出結果を示す。網羅率が1よりも大きい場合に、比較単位領域内でOSM道路データがDRMよりも道路延長が長いことを表す。

網羅率の算出結果では、91,133メッシュ(約34.7%)、804市区町村(約42.4%)で、OSM道路データがDRMよりも道路延長が短い(網羅率が1未満)ことが示された。図2aから、特に東京、名古屋、大阪などの大都市近郊で網羅率が低い傾向が見られるが、必ずしも中心部の網羅率は低くない。東京都23区の網羅率の平均値は1.01であり、最大値の新宿区が1.103、最小値の江戸川区も0.911であり、OSM道路データとDRMは同程度の道路延長を有している。他方で、23区周辺の郊外地域に、網羅率の低い自治体が分布している。これは新規道路の開通が、OSM道路データに反映されるまでの時間遅れが、可能性としてあげられる。つまり、衛星画像のトレースが一般的な編集方法であるOSMにおいて、衛星画像の更新までの時間遅れと、実際に編集されるまでの時間遅れが影響していると推測する。これは新規道路の開通状況、OSM道路データの更新日時、OSM編集者数の分布などを加味して比較することで、今後明らかにしていきたい。

逆に、北海道・東北や内陸山間部には網羅率の高い結果が分布している。こちらは、DRMに登録のない細かな道路(幅員3 mに満たない市町村道以下の道路)の多くが、OSMに登録されていることが影響している。特に、網羅率の対象外とした、OSM道路データがありDRMのない1kmメッシュは、44,398件(総延長は約49,960 km)に上る(図2c)。これらのメッシュは、2015年国勢調査の平均人口で0.3人(最大256名)であることから、OSM道路データはDRMに比べ、人口の少ない地域を広く網羅しているといえる。一方で、こうした地域のOSM道路データは、2011年頃に一括インポートされたYahoo! ALPSMAP

の道路データが現在も多くを占めており、その後、更新が必ずしも行われていない。今後はデータの更新日時も考慮した比較が必要であろう。

5. まとめと課題

本論文では、日本全域を対象にOSM道路データとDRMを位置と完全性の側面から比較した。具体的には、交差率と網羅率を比較指標として定義し、市区町村及び1 kmメッシュの単位で算出した結果を用いて、両道路データの差異を考察した。

交差率は、DRMの高速道路に相当するmotorwayに限定し1kmメッシュ単位で算出した。DRMの標準誤差を考慮しない場合でも、84.1%のメッシュで交差率が0.8以上の結果が得られ、OSM道路データがDRMと概ね同程度の位置で整備されていることが示された。一方でDRM標準誤差を考慮しても、交差率が0.9を超えるメッシュは95.3%に留まる。その主な原因として、OSM編集時に衛星画像から道路の判読が困難な場所があること、があげられる。

網羅率では、1 kmメッシュでは92,923件（約35.4%）、市区町村では804件（約42.4%）で、OSM道路データがDRMよりも総延長が短い（網羅率が1未満）ことが示された。特に都市部周辺の郊外地域の網羅率が低く、新規開通道路の登録遅れの可能性が示唆された。一方で、DRMにない細かな道路をOSM道路データがカバーする地方部においては、網羅率が高い結果となった。

今後は、交差率を他の道路種別にも適用し、両道路データを比較する。また網羅率では道路種別に加え、新規道路の開通状況や編集日時なども加味して比較結果を精査していきたい。更に、DRMに限らず他の道路データとの比較も実施していきたい。

謝辞

本研究は、科学研究費助成事業基盤研究C（課題番号18K11987）の支援を受けて実施した。また、東京大学空間情報科学研究センター共同研究No.869の成果の一部である（拡張版全国デジタル道路地図データベース2017年版、住友電工提供）。加えて、OpenStreetMapに携わる皆様へ感謝申し上げます。

補注

- 1) 主要な道路のタグには個人宅などの私道を表す「service」が含まれるが、DRMの含む一般道に対応しないため除外した。一方で、道路種類不明時に一時的に使用されるタグ「road」は主要道路の可能性があるので含めている
- 2) 首都高速道路株式会社、阪神高速道路株式会社、本州四国連絡高速道路株式会社の3つの都市高速道路管理者
- 3) OpenStreetMap: <https://www.openstreetmap.org/>
- 4) OpenStreetMap stats report: https://www.openstreetmap.org/stats/data_stats.html
- 5) Geofabrik: <http://download.geofabrik.de/asia/japan.html>
- 6) Osm2pgsql: <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Osm2pgsql>
- 7) OSM highway tag: <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Key:highway>

参考文献

- Zielstra, D, Hochmair, H.H. and Neis, P. (2013) *Assessing the Effect of Data Imports on the Completeness of OpenStreetMap – A United States Case Study*, Transactions in GIS, **17**(3), pp.315-334
- Haklay, M. (2010) *How good is volunteered geographical information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey datasets*, Environment and Planning B: Planning and Design, **37**, pp.682-703.
- Nasiri, A, Abbaspour, R.A., Chehreghani, A. and Arsanjani, J.J. (2018) *Improving the Quality of Citizen Contributed Geodata through Their Historical Contributions: The Case of the Road Network in OpenStreetMap*, ISPRS International Journal of Geo-Information, **7**(7), 2018
- 国土交通省 (2017) 国土数値情報行政区域平成29年. <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03-v2_3.html>.
- 東京大学空間情報科学研究センター(2017)JoRAS拡張版 全国デジタル道路地図データベース2017年版. <<https://joras.csis.u-tokyo.ac.jp/dataset/show/id/900014201700>>.
- 日本デジタル道路地図協会 (2018) DRMニュースNo.61. <http://www.drm.jp/introduction/news/drm_news61.pdf>. (2018年6月11日原稿受理, 2019年2月8日採用決定, 2019年3月29日デジタルライブラリ掲載)

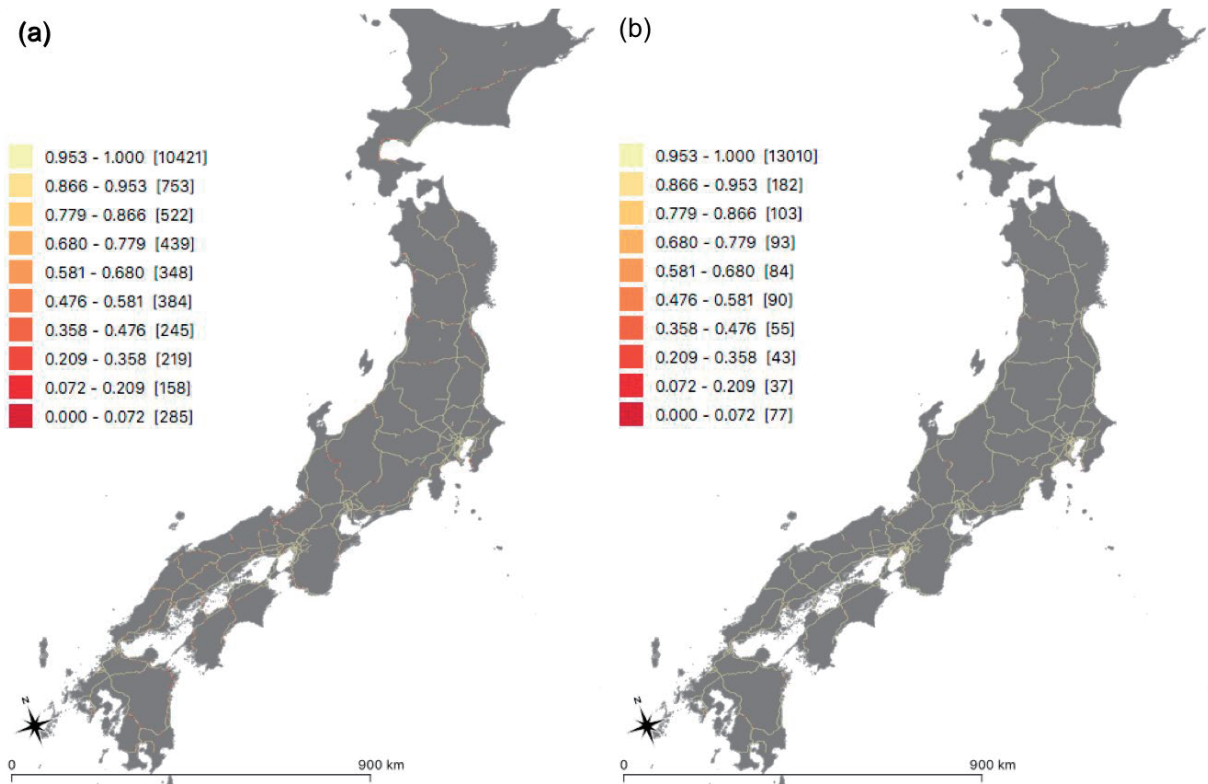


図1 1 km メッシュ単位での DRM motorway と OSM motorway の交差率 (N=13,774)
(a) DRM 標準誤差の考慮なしの結果 (b) DRM 標準誤差を考慮した結果

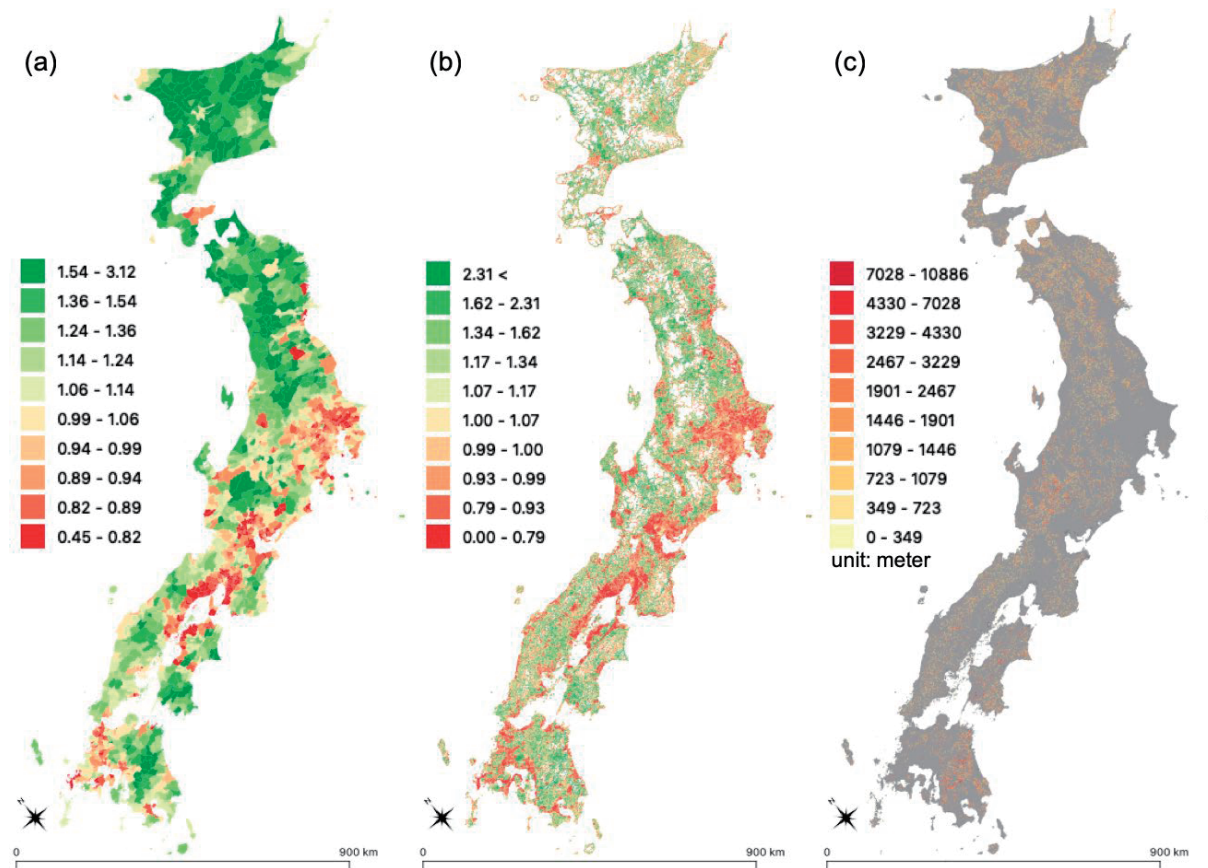


図2 DRMを基準としたOSM道路データの網羅率 (a) 市区町村 (N=1,896) (b) 1 km メッシュ (N=262,270)
(c) 網羅率適用範囲外 (DRMのない) メッシュのOSM道路データの総延長 (N=44,398)