

## ボランティアな地理情報による参加型地図作成の現在

The Current Activities of Participatory Mapping with Volunteered Geographic Information

瀬戸 寿一\*

Toshikazu SETO

ユーザー数

### 1 はじめに

2014年に特集された本誌の特集号「スマートな農山漁村の実現に向けて」の拙稿<sup>1)</sup>で紹介したように、こんにちのデジタルデータを基礎とする「地図」の生成段階において、これまで一般的であった政府や公共機関によって公的に測量された地理空間情報のほかに、主に個人の自発的な意志による参加に基づき、インターネットを介して蓄積される「ボランティアな地理情報 (Volunteered Geographic Information: VGI)<sup>2)</sup>」が台頭し始め、ソーシャルメディア等を通じた店舗や施設に関する情報共有、道路や建物、土地利用など基盤的な地理空間情報の構築、さらには専門家と市民と一緒に環境モニタリングや生態系調査を行うような、いわゆるシズン・サイエンス<sup>3)</sup>に類する活動なども行われてきた。このような流れの中で拙稿では日本の農山漁村を中心とする中山間地域において、このようなVGIに基づくローカルな取り組みが始まりつつある状況について、幾つかのフィールド事例を紹介した。

拙稿から5年以上が経過し、情報通信技術 (ICT) のさらなる進展とともに、機械学習 (Machine learning: ML) や深層学習 (Deep learning: DL) などの人工知能を中心とする技術革新や、データ面でも大規模化や各種センサーを通したリアルタイム取得などが可能になった。このような急速な発展・展開を背景に、VGIをめぐる環境や社会的状況も大きく変貌を遂げつつある。本報告では、参加型による地図作成について、現在最もグローバルに活動されている「オープンストリートマップ (OpenStreetMap: OSM) を中心に、先端技術等をVGI的な活動に取り入れた事例を解説する。

### 2 ボランティアな地理情報基盤としての OSM

OSMは、クラウドソーシング (crowdsourcing) の考え方<sup>4)</sup>に基づき、いつでも、誰でも編集することがで

き、「自由な」ライセンスのもとで二次利用できる世界規模の地理空間データベースをつくるためのプロジェクトとして2004年に英国で始まった。OSMに登録されているユーザーアカウント数は、2020年1月時点で累計600万以上に達し、180以上の国や地域において合計57億地点 (ノード) 以上の地理空間情報が入力されている。OSMには4つの特徴があり、その一つとして「現地優先 (on the ground)」が推奨されている。しかし、世界的にデータ及びユーザー数増加の大きな転機になったのが、2010年11月よりMicrosoft社のBing衛星画像を用いたデータトレースの許可であった<sup>5)</sup>。

OSMのデータ構造は、地物の位置や地理的な形状とともに、地物の有する属性や意味、データが編集されたユーザー名や編集バージョン、タイムスタンプなどを含む独自のOSM XML形式で構成され、英国の非営利組織であるOpenStreetMap Foundationが管理するサーバー上で、リアルタイムに更新されている。

またOSMは、公式サイトを始め、ウェブ地図として背景画像的に閲覧・活用するのにとどまらず、原データそのものも利用可能である。データを取得したい利用者は、各種APIを用いることやPlanet.osmと呼ばれる全球データを1つにまとめたダウンロード形式でも幾つかのミラーサイトから、毎日あるいは毎週の更新頻度で取得することができる。XML形式では、2020年1月時点で約1,160GBに達している。また、国や地域別についてもボランティアな組織や民間企業などによって提供されている。OSMの大きな特徴として、地物の形状のみでなく、属性も一定のルールに基づき自由に拡張することが可能で、全世界のデータ属性をリスト化したTaginfo (<https://taginfo.openstreetmap.org/>) によれば、75,000種類以上の地物の種類 (Key) と、1億700万種類以上の属性値 (value) を有している (図1)。Keyの中でも特に多いのが、建物データを表すbuilding=\*、データ入力時にユーザーが参照したデータソースの名前

\*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

キーワード: 1) クラウドソーシング, 2) ボランティアな地理情報, 3) オープンストリートマップ, 4) 深層学習

図の7-9  
を1201-1

[illegible]

### 3 OSM のデータ充実化に向けた関連技術やサービスの展開

を目的としたフィールドワークを兼ねたデータ作成イベントで、世界各地で頻繁に開催されている。ここでは、特に初心者に対する OSM の基本的なレクチャーや相談の場が設けられており、活動への新規参入を促すきっかけとなっている。同様に、発展途上国の基盤的な地図作りや災害対応を効率的に支援する取り組みとして、OSM データが入力されていないような空白地帯を中心に、衛星画像等から地域外や遠隔でデータの充実化を図る「Missing Maps (<http://www.missingmaps.org/>)」と称する活動が、米国・英国の赤十字や、国境なき医師団、そして Humanitarian OpenStreetMap Team (HOT) などによって取り組まれており、OSM の初心者や学生のトレーニングの場となっている。

他方、これまでボランティアな個人の手法力によるデータ作成が主であった活動から、近年では OSM をビジネスに用いる大手企業や、OSM コミュニティを支えるサービスを開発するベンチャー企業などが、データの品質向上や自動マッピングに関してさまざまな取組を進めていることも無視できなくなっている。代表的な事例の一つには、Facebook 社による「Map With AI」を称するサービスで、DigitalGlobe（現・Maxar）などがある高精細な衛星画像から、主に道路を自動抽出するための深層学習モデル（Deep Neural Network）を開発し、「RapiD」というオンラインの OSM データ入力支援ツールを介して 日本を含む世界各国の道路データの自動生成が実証的に取り組み始められている（図 2）。これらのデータは、既存の OSM データと比較しても抽出精度が高くなく、Github ページを介してオープンデータ（MIT ライセンス）で検証用データが配布されている（<https://github.com/facebookmicrosites/Open-Mapping-At-Facebook>）。



ボランティアな地理情報による参加型地図作成の現在 461



また Microsoft 社は、Bing の高精度な航空写真と、畳込みニューラルネットワーク (ResNet34) を用いて米国の 50 州・1 億 2400 万におよぶ建物の形状と高さに関するオープンデータを公開し、OSM のガイドラインに準拠した、インポートに関するプロジェクト ([https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Microsoft\\_Building\\_Footprint\\_Data#June\\_2018\\_Release](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Microsoft_Building_Footprint_Data#June_2018_Release)) に取り組んでいる。また、この研究開発で制作されたディープニューラルネットワークに関するツールキット、Microsoft Cognitive Toolkit (CNTK) も、同様にオープンソース (MIT ライセンス) として公開されている (<https://github.com/Microsoft/CNTK>)。

従来から行われてきた衛星画像や航空写真など、上空からのデータをもとに OSM のデータ作成を効率化する試みに加えて、最近では風景写真といった、グランドツールズで取得されたボランティアな写真データについても深層学習等を活用した地物抽出などの取り組みが進められている。その代表例は、2015 年ごろからスウェーデンのベンチャー企業 Mapillary AB 社によって開発された「Mapillary」である。これは、位置情報を付加した風景写真の共有サービス (写真データのライセンスは原則的に CC-BY-SA 4.0) がベースとなっており、2020 年 1 月時点で全世界 10 億枚以上の画像がストックされ、GPS データと合わせて OSM 編集の参考データとして利用できるほか、アムステルダム市やオタワ市など幾つかの自治体が Mapillary サービスと連携することで、行政地図の作成等にも使われ始めている。

Mapillary のデータ生成について定量的に分析した論文<sup>8)</sup>では、データが作成される地域の不均等が OSM と同様に一定程度あるものの、米国や欧州、そしてアジアではインドや日本を中心に伸びていること、データ作成の頻度としては、道路画像が中心であることから、ユーザーが行動可能な季節に多く投稿されている。なお、画像データの偏り解消については、昨年からは新しく始まった「Mapillary Marketplace」というサービスを通じた挑戦が始まっている。これは、データが不足している特定の地域において、地図や道路データを必要とする組織が Mapillary ユーザーに対して募集する形で、網羅的な道路の画像撮影と既存の画像データから自動生成された地物 (道路標識や駐輪用のラック、横断歩道など) の目視検証という 2 つのタスクから成り立っている。それぞれ、プロジェクトの種類や貢献度合いにより、データを必要とする組織から参加者個人に対して金銭での報酬が支払われる。2020 年 1 月時点で、対象となっているプロジェクト (地域) は、米国や欧州が中心であるが、ネパールやウガンダといった基盤的な地図を OSM ととも

に充実化させるためのタスクなどもある。

後者のデータ検証と関連して、Mapillary と他の写真共有サービスと特に異なる点として挙げておきたいことは、風景写真から自家用車や道路標識、信号などを自動的に検出するために用いられる Semantic Segmentation (領域分割) や Object Detection (物体検出) の技術水準が、Mapillary では高い点にある<sup>9), 10)</sup>。実際、2020 年 1 月時点で、100 種類以上の物体が検出対象となっており、道路標識のみでも約 1,500 タイプが判別できるとされている (図 3・図 4)。



図 3 Mapillary データによる物体検出の一例

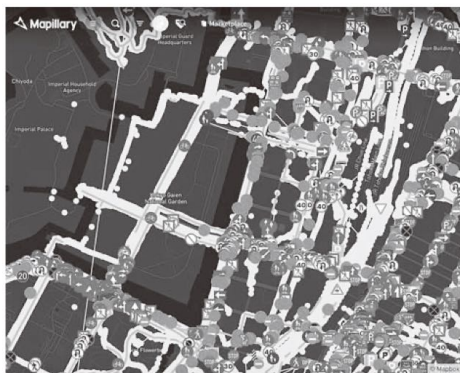


図 4 Mapillary で自動抽出された道路標識の分布

#### 4 おわりに

以上のように、OSM を中心としたボランティアな地理空間情報による参加型地図をめぐる状況は、プロジェクトのグローバルな展開とともに、近年の人工知能に関わる各種の技術的な革新によって、非常に多くのデータが一定かつ容易に蓄積できる可能性も高まりつつある。

これまで課題とされてきたデータの品質についても、近年の研究<sup>11), 12)</sup>によって、一定の地物の種類や空間的なスケールによって求められる精度・用途によっては、公的な地理空間情報と比して有用なデータとして位置づけられることが示されている。また、OSMの貢献者の性質や作成時に着目されるデータの種類についても、従来、個人の活動として行われてきたものが、OSMデータを利用する企業の参画によって変化しつつある<sup>13)</sup>。企業の本格的な参画によって、個人ではカバーできないデータ品質の向上や、都市部以外のデータ空白地帯の解消が期待される一方で、入力されるデータの種類のめぐって、元来から重視されてきたOSMコミュニティとの衝突が起こることもあり、ボトムアップ型のアプローチを取ったグローバルで多種類のデータを扱う際の合意形成の難しさも指摘されよう。

この点は、データ品質評価に関して、OSMを用いる用途別にも立脚した様々な研究フィールドにおいて進展する必要がある。同時に、データ貢献者としてのOSMコミュニティの活動そのものが、VGI全般やクラウドソーシングを通じた社会的な影響力として大きくなってきていることも事実で、これらの状況を明らかにする必要がある。その際に、OSMを研究対象とする研究者による分析結果のフィードバックやコミュニティとの結びつきや対話を通して、よりOSMの理解が深められることが期待される。

#### 引用文献

- 1) 瀬戸寿一 (2014): クラウドソーシングとフィールドワークに基づく農山漁村の地理空間情報の共有, 農村計画学会誌, 33 (1), 42-45.
- 2) 瀬戸寿一 (2010): 情報化社会における市民参加型GISの新展開, GIS-理論と応用, 18 (2), 31-40.
- 3) Hecker, S., Haklay, M., Bowser, A., Makuch, Z., Vogel,

J. and Bonn, A. (2018): *Citizen Science: Innovation in Open Science, Society and Policy*. London: UCL Press.

- 4) 瀬戸寿一 (2017): 地理空間情報のクラウドソーシング化, 若林芳樹・今井修・瀬戸寿一・西村雄一郎編『参加型GISの理論と応用』, 34-37, 古今書院.
- 5) 飯田哲 (2019): オープンな地図情報データベース OpenStreetMap の紹介～自由な地図をみんなの手に～, 情報の科学と技術, 69 (6), 226-231.
- 6) Ibsch PL, Hoffmann MT, Kreft S, Pe'er G, Kati V, Biber-Freudenberger L, DellaSala DA, Vale MM, Hobson PR, Selva N. (2016): A Global Map of Roadless Areas and their Conservation Status, *Science*, 354(6318), 1423-1427.
- 7) Mapping Parties (2009): ([https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Mapping\\_parties](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Mapping_parties)), 2020年1月24日.
- 8) Ma, D., Fan, H., Li, W. and Ding, X. (2020): The State of Mapillary: An Exploratory Analysis. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, 9(1), 10.
- 9) Neuhold, G., Ollmann, T., Bulò, S. R. and Kotschieder, P. (2017): The Mapillary Vistas Dataset for Semantic Understanding of Street Scenes, *2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 5000-5009.
- 10) Mahon, A. (2017): Visualizing AI Detections for Improved Map Editing. (<https://blog.mapillary.com/product/2017/08/08/visualizing-ai-detections-for-improved-map-editing.html>), 2020年1月24日.
- 11) Brovelli, M.A. and Zamboni, G. A (2018): New Method for the Assessment of Spatial Accuracy and Completeness of OpenStreetMap Building Footprints. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, 7(8), 289.
- 12) 金杉洋・瀬戸寿一・関本義秀・柴崎亮介 (2019): オープン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—, GIS理論と応用, 27 (1), 43-48.
- 13) Anderson, J., Sarkar, D. and Palen, L. (2019): Corporate Editors in the Evolving Landscape of OpenStreetMap. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, 8(5), 232.

Keywords: 1) Crowdsourcing, 2) Volunteered Geographic Information, 3) OpenStreetMap, 4) Deep Learning