Vol.2014-ICS-175 No.5
2014/3/14

日本のOpenStreetMapのコミュニティ活動と東日本大震災後の活動についての調査分析

早川 知道[1,3,a)]　伊藤 孝行[2,3,b)]

概要：日本の OSM は, 2007 年後半頃より有志の貢献者により活動が始められた. 日本の OSM の初期には, 貢献者は少なかったが, 国土数値情報データという大量データの入力により, 基本的なデータを作成してきた. 本研究の目的は, 日本の OSM の課題の背景にある発展過程における特徴に基づき, 貢献者らが経験的に導き出した課題について, 数量的なデータ分析により得られた調査分析の結果及び知見により確認する事である. 調査分析の結果, 次の事が分かった. (1) 日本の OSM は, 少ない貢献者により多くの成果物を作成した事がデータ分析においても確認出来た. また, オープンソースの関連研究により, 様々な問題を解決する為, 貢献者一人当たりの負担が大きくなり, プロジェクトは失速する可能性がある. 従って, 将来, 日本の OSM が持続可能な活動を行う為には, まだ不安定な状態である事が確認できた. (2) 日本の OSM は大量の成果物を作成したが, 成果物の品質は日本以外の他地域と同様に向上していることが確認できた. 従って, 多くの成果物を作成してきたが, 日本以外の他地域と同様の品質の向上傾向にある事が分かった.(3) 東日本大震災のクライシスマッピング時に, 衛星写真等を元に, 道路や建物など基本的なデータの入力から始めた事が確認できた. 従って, 将来起こりうる災害の為に, 基本的な地図データの整備の必要性, 及び各地に OSM を普及すると共に貢献者を増やす必要がある事が分かった.

1. はじめに

日本の OpenStreetMap(OSM)[1] の活動は, 欧米の活動と比較して後発であるなどの理由から, 日本の OSM のデータはまだ充実していない. オープンガバメントやオープンデータのプロジェクトなどからも注目されており [16], 社会における様々な活用の為には早期にデータの充実が望まれる. さらに, 持続可能な OSM コミュニティ (OSM の貢献者による共同体) を形成する事によって, OSM のデータがより充実し, 社会への継続した貢献活動を可能にする.

日本の OSM の早期の発展の為には OSM 先進地域との発展及び普及状況を調査分析し, 得られた知見及び問題点を, OSM コミュニティへフィードバックし問題提議する事が重要である. コミュニティへの問題提議により, コミュニティ内で議論を行い, コミュニティ自身で解決案を導きだす事でコミュニティが成長する. コミュニティの成長により, 円滑なコミュニティ活動と早期のデータの充実が達成でき, 持続可能なコミュニティに繋がる.

さらに, OSM のデータに着目し, OSM コミュニティによる情報生成過程でのユーザー活動がデータに及ぼす影響を明らかにする事で, 知見を集合知 (Collective Intelligence) の事例として一般化する事を目指す.

日本の OSM は, 2007 年後半より有志の貢献者 (マッパー) により草の根的に活動が始められた. 日本の OSM の初期には, 貢献者は少なかったが, 国土数値情報データという大量のデータを入力する事により, 基本的なデータを作成してきた. 東日本大震災発生直後には, 貢献者らにより被災地の地理的被災状況をデータ化する救済支援活動である, クライシスマッピングが行われた. また, 2012 年頃より, 各自治体でオープンデータが推進されるようになり, OSM との連携の推進が活発になってきた.

以上により, 日本の発展過程における活動には, 次の (1) と (2) の２つの特有の特徴があった. (1) 初期の日本の OSM では, 少ない貢献者により, 国土数値情報データの大量のデータの入力などの活発な活動を行った. (2) 東日本大震災時では, クライシスマッピングを活発に行い, さらに, Yahoo 道路データの大量のデータの入力を行った.

以上の活動状況により, 日本の OSM は少ない貢献者に

[1] (社) オープンストリートマップ ファンデーション ジャパン
OpenStreetMap Foundation Japan
[2] 名古屋工業大学 情報工学科
Dept. of Computer Science, Nagoya Institute of Technology
[3] 名古屋工業大学 大学院 産業戦略工学専攻
Dept. of Computer Science, Nagoya Institute of Technology
[†1] 現在, 名古屋工業大学 大学院 産業戦略工学専攻
Presently with Nagoya Institute of Technology
a) hayakawa.tomomichi@nitech.ac.jp
b) ito.takayuki@nitech.ac.jp

© 2014 Information Processing Society of Japan

より多くの成果物が作成されたと考えられた. 貢献者らは, 日本の OSM を持続可能な活動にする為には, OSM を日本の各地域に普及活動を行い貢献者を増やす事, 基本的な地図データを充実させる事, さらには, オープンデータの取り組みを推進することが必要だと考え, 活動している.

本研究では, 日本の活動における課題の背景にある, 日本の発展過程における特有の特徴について, 数量的なデータにより分析する事を目的とする. 初期の日本の OSM における活動, 及び東日本大震災のクライシスマッピングにおける活動を通じて得られた課題の背景には, 日本の OSM の発展過程において特有の特徴がある事が分かった. 貢献者らは, 発展過程における特有の特徴に対して, 経験的に課題を導き出し, 活動を行っている.

本研究の目的は, 日本の OSM の課題の背景にある発展過程における特徴に基づき, 貢献者らが経験的に導き出した課題について, 次の (1), (2), 及び (3) の 3 つの数量的なデータ分析により得られた調査分析の結果及び知見により確認する事である. (1) 日本の OpenStreetMap の現状分析. (2) 日本の OpenStreetMap のオブジェクトの粒度と量の調査. (3) 東日本大震災時におけるクライシスマッピングの調査分析. 以上の目的に対して, データ分析により, 定量的に調査分析を行う.

本稿の構成は, 次の通りである. 第 2 章では, 本研究の背景について述べる. 第 3 章では, 分析に用いたデータ及び尺度について説明をする. 第 4 章では, 日本の OSM について他地域と比較調査し, 貢献者と成果物について調査分析する. 第 5 章では, 日本の OSM の品質について他地域と比較調査し, 粒度と量について調査分析する. 第 6 章では, 東日本大震災のクライシスマッピングについてハイチ地震の事例と比較調査し, 貢献者の編集活動について調査分析する. 最後に, 第 7 章では, 本稿で得られた知見をまとめ, 今後の研究課題を示す.

2. 背景

2.1 OpenStreetMap について

OSM とは, 世界中の様々な地理情報に基づく周知情報を集約したデータベースを作成する, ユーザー参加型によるボランタリーなプロジェクトである. また, オープンソースと同様の Open Data Commons Open Database License(ODbL) [4] のライセンスに基づき運用されている. OSM のプロジェクトは, 2004 年に Steve Coast 氏 [26] により始められた. 著作権等の法的問題や技術的問題などから自由に地図が使えないケースが多く, 創造的または生産的な地図の利活用の促進の手段として始められた.

2.2 日本の OpenStreetMap の発展過程

日本の OSM の現在までの発展過程は, 貢献者の主な活動内容により, 次に示す 3 つの過程に分けることができる.

- 日本の OSM の初期の活動 (2007 年後半から 2010 年)
- 東日本大震災時のクライシスマッピングの活動 (2011 年から 2012 年頃)
- オープンデータとの連携の活動 (2012 年より現在)

本研究では, 日本の OSM の初期, 及び東日本大震災時のクライシスマッピングの活動における課題を基に, 調査分析を行う.

2.3 日本の OpenStreetMap の初期

日本の OSM は, 2007 年後半頃より有志の貢献者 (マッパー) により草の根的に活動が始められた. しかし, 当時の日本の OSM のデータは白地図同然の状態であり, データがほとんど無い状態であった.

筆者も, 2008 年に名古屋で行われた, オープンソースカンファレンス 2008 名古屋 (OSC2008Nagoya)[7] で OSM に興味を持ち, 貢献者として活動に参加した.

国土計画局 (現：国土政策局) の国土数値情報データ [8] の入力作業は, 2008 年から 2011 年頃にかけて行われた. 日本の OSM の貢献者らは, 少しでも多くのデータを入力する為に, 国土数値情報データの入力を行った. 国土数値情報データは, 1/25,000 のデータが中心であり, 地図としての精度は高くないが, 当時の白地図状態である日本の OSM において, 編集のベースとなる初期データとしては充分なデータであった.

当時の貢献者らは, さらに OSM を普及し, 日本の各地で貢献者を増やしていく事が必要だと考えた. 手段の一つとして, OSM の普及と持続可能な活動の為に, 筆者と貢献者らは, 2010 年 12 月に OpenStreetMap Foundation Japan(OSMFJ)[3] を設立した. しかし, OSMFJ の設立により問題が解決した訳では無い. さらに膨大な情報の入力と編集の作業が必要であり, 国内の各地において持続可能な活動として広めていく必要がある.

日本で活動が始まった 2007 年後半から 2010 年にかけての, 初期の日本の OSM における活動状況を, 次の (1) と (2) にまとめる.

(1) 少ない貢献者により, 大量のデータの入力を行った.
(2) ボランタリーなプロジェクトであった為, 貢献者のインセンティブやモチベーションを長期に持続させるのは困難であった.

以上の状況により, 初期の日本の OSM において, 次の (1) と (2) の課題があった.

(1) [貢献者を増やす] OSM の貢献者を増やす事で持続可能な活動にする.
(2) [各地域への普及] OSM を, 国内の各地において持続可能な活動として普及する.

2.4 東日本大震災時のクライシスマッピング

2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分に発生した東日本大震災の

© 2014 Information Processing Society of Japan

際に, OSM の多くの貢献者らによりクライシスマッピングは行われた. クライシスマッピングとは, 世界各地の災害や暴動などの際に, ボランティアによる貢献者らが中心となり, 現地の地理的被災状況を OSM によりデータ化する事により, 災害対応活動や人道支援活動を支援する事を目的とする.

東日本大震災発生前の 2011 年 3 月 6 日に行われたジオロケーションカンファレンス 2011[10] において, Yahoo! Japan 社より, 同社が保有する旧 ALPS 社の地図データ (Yahoo/Alps データ) を, OSM に無償提供するという趣旨の発表があった [11]. 当時の日本の OSM は発展途上であったため, 基本的な地図データさえも整備されておらず, 被災地域が広範囲という事もあり, クライシスマッピングによるデータ化作業が困難を極めていた. OSMFJ は Yahoo! Japan 社と協議を行い, 急遽, 同年 3 月 18 日に Yahoo/Alps データが引渡しされた. 同年 4 月 1 日より, Yahoo/Alps データの道路データ (Yahoo 道路データ) を入力可能になった. Yahoo 道路データは, 被災地である東北地方を中心に入力され, 次第に全国へ展開していった. Yahoo 道路データは, 日本全国を 1910 の市町村区に分割し, 市町村区毎に入力作業が行われた. 図 1 は, Yahoo 道路データの入力状況を, 地方別に集計したグラフと表である. 多くの貢献者の地道な作業を積み重ね, 2 年 2 ヶ月後の 2013 年 6 月に全ての市町村区で入力作業を完了する事が出来た.

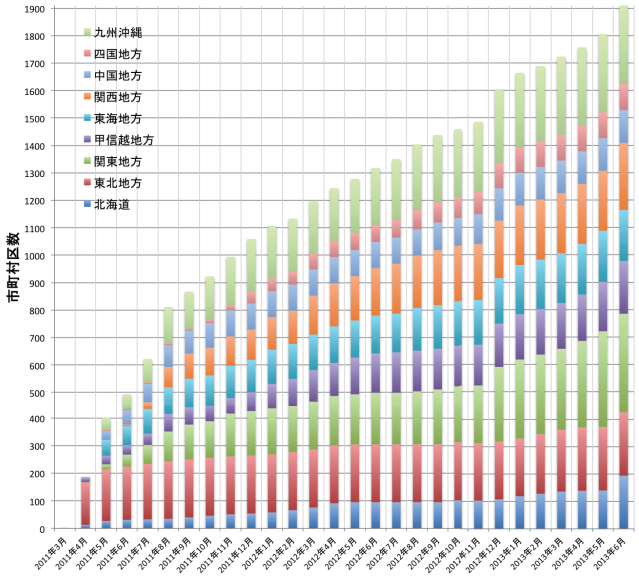

図 1 Yahoo/Alps 道路データの入力状況 (2011 年 4 月〜2013 年 6 月)

しかし, 東日本大震災のクライシスマッピングは, 特に困難な作業であった. 理由を述べる. まず, 当初, 震災直後の被害想定地域が, 東日本 (函館から千葉) の太平洋側沿岸と非常に広範囲であった事である. さらに, OSM の当時の被害想定地域においては, 基本的なデータが整備されていなかった事である. つまり, 東日本太平洋側の広範囲な地域において, 道路や建物などの基本的な地図データを入力する事から始めなければならなかった.

OSM の貢献者は, 東北地方の市町村が公開する避難所情報を, OSM へデータ化する作業も行った. しかし, 自治体情報の利用規約 (ライセンス等) の制約や公開形態 (データ形式等) の違いなどにより, 手続きやデータ化に多くの時間を要した. さらには, 役場自体が被災して機能していない自治体もあり, 問い合わせもできないケースもあった. 従って, 避難所情報の入手に多くの時間と手間を費やす事となり, OSM へデータ化する作業には困難を極めた. 以上の事例は, 自治体の情報公開のあり方について課題を残したとともに, オープンデータの必要性が明確になった事例でもある.

Yahoo 道路データは, 日本全国を 1910 の市町村区に分割し, 市町村区毎に入力作業が行われた. 図 1 は, Yahoo 道路データの入力状況を, 地方別に集計したグラフと表である.

東日本大震災直後の活動における状況を, 次の (1) と (2) にまとめる.

(1) 基本的な地図データが充分に整備されていなかったため, クライシスマッピングは困難な作業となった.
(2) Yahoo 道路データによる大量のデータの入力を行った.

以上の状況により, 東日本大震災時の活動において, 次の (1), (2), 及び (3) の 3 つの課題があった.

(1) [基本的なデータの整備] 将来起こりうる災害の為に, 基本的な地図データの整備が必要である.
(2) [各地域への普及と貢献者を増やす] 各地に OSM を普及するとともに貢献者を増やす必要がある.
(3) [オープンデータへの取り組み] 自治体のオープンデータへの取り組みが必要である.

以上が, 東日本大震災時の活動からの日本の OSM の課題である.

以上の活動状況により, 日本の OSM は少ない貢献者により多くの成果物が作成されたと考えられた. 貢献者らは, 日本の OSM を持続可能な活動にする為には, OSM を日本の各地域に普及活動を行い貢献者を増やす事, 基本的な地図データを充実させる事, 更には, オープンデータの取り組みを推進する事が必要だと考え, 活動している.

本研究では, 日本の活動における課題の背景にある, 日本の発展過程における特有の特徴について, 数量的なデータにより分析する事を目的とする.

3. 調査対象のデータと尺度

3.1 調査対象のデータ

3.1.1 時系列調査のデータ

時系列データの調査には, OSM の全球データ[*1] [42] を

[*1] ’全球’ とは, 一般に世界若しくは地球の事をさす. ’全球データ’ とは, 世界中のデータである事を意味する.

© 2014 Information Processing Society of Japan

2007 年 11 月 7 日から 2012 年 4 月 30 日の期間について取得し, フランス, オランダ及び日本を抽出し利用した. 日本は 2007 年後半より有志により活動が始まっており, 日本を時系列に調査するには充分な期間のデータである.

上記データは, コンバートプログラムである osm2pgsql[44] を用いて, PostGIS[45] で拡張したデータベース PostgreSQL[46] へ格納し, 必要なデータを出力することで調査を行った. PostGIS は, PostgresSQL に空間拡張を導入するためのものである. PostGIS を用いることで, 地理情報内の面積や距離などを算出する空間関数を利用することが可能になる.

取得した OSM の全球データ, 及び抽出した各地域のデータの総容量は約 2TB である. また, データベースの総容量は約 3TB である. データの処理には, 8Core CPU, 及びメモリー 16GB の計算機を用い, Ubuntu12.4 の OS により処理を行った. 上記, OSM の全球データの取得からデータベース格納までの作業に約 15 週間を要した.

3.1.2 77 地域の比較データ

日本と他 77 地域の比較には, OpenStreetMap ODbL acceptance by region サイト (OSM ODbL サイト)[43] から 2012 年 4 月 30 日現在の 77 地域のデータを利用した. 地域毎の各オブジェクト及び貢献者の総数が得られ, 日本と他地域の OSM データを比較可能になる.

OSM ODbL サイトでは, 地域毎にオブジェクト数を集計しており, 本研究の調査に利用した.

3.2 尺度について

3.2.1 OSM Merit

OpenStreetMap ODbL acceptance by region サイト (OSM ODbL サイト)[43] で定義される OSM Merit を用いてオブジェクトの数を計る. OSM Merit はオブジェクトの各要素に重み付けした和で表す (式 (1)).

単位面積 ($1000km^2$) あたりの OSM Merit を, 「OSM Merit 密度」とする. 貢献者の平均 OSM Merit を, 「貢献者 1 人当りの OSM Merit」とする.

$$OSM\ Merit = N + (5 * W) + (20 * R) \quad (1)$$

(N:ノード数 , W:ウェイ数 , R:リレーション数)

OSM ODbL サイトで貢献者のオブジェクト数 (成果物数) を集計する際に, オブジェクトにはノード, ウェイ, 及びリレーションの複数の要素がある. オブジェクトを一元化して集計する為に, オブジェクトの各要素に重み付けをした指標である OSM Merit を用いた.

OSM のノード, ウェイ, 及びリレーションの各オブジェクトは, データにおける機能が異なるとともに, 作成課程においても労力などが異なる. オブジェクト数を一元的に表すにあたり, 作成課程に合わせた重み付けをする事により, OSM Merit は, 貢献者の労力を考慮したオブジェクトの価値 (Merit) を表している. よって, 各オブジェクトを単純に合計したオブジェクト数よりも, OSM Merit はオブジェクトの価値を表わす指標として用いられている.

3.2.2 Node-Way 比

オブジェクトの粒度を推計する尺度として Node-Way 比を用いる. OSM は地理情報データベースであり, OSM の成果物は位置情報を持つオブジェクトにタグを付加したデータで構成されている.

OSM の仕様により, 例えば, 1 つの道路に対して部分的に橋, トンネル, 一方通行, 及び車線数等の情報を付加する為に編集を行った場合, それぞれ異なるタグを付加する必要があり, 1 つのウェイでは無く, 複数のウェイに分断し, 各ウェイに異なるタグを付ける事になる. ノード数は変わらなくても, ウェイに付加するタグを増やす為に, ウェイ数は増えていく事になる. つまり, 貢献者が編集作業を重ねる事で, ノード数に対してウェイ数が増加し, ウェイのオブジェクトが細かくなる傾向にある (式 (2)).

Node-Way 比が大きい場合は, オブジェクトはより粗い状態である. Node-Way 比が小さい場合は, オブジェクトはより細かい状態である. オブジェクトが細かくなれば, OSM の仕様によりタグを多く追加する傾向にある. オブジェクトが細かくなる事で, 詳細に描画される傾向にある. 詳細に描画される事は, 精度の向上も期待出来る.

$$Node - WayAspect = N/W \quad (2)$$

(N:ノード数 , W:ウェイ数)

オブジェクト数が少なく普及途上の地域では, 比較的長いウェイが多い傾向にあり, Node-Way 比は大きくなる傾向にある. また, 編集数の多い貢献者による編集方法などの個人差が影響し Node-Way 比に反映される場合もあり, 地域による Node-Way 比の値のばらつきが大きくなる.

オブジェクト数が多く普及が進んでいる地域は, 比較的短いウェイが多くなる傾向にあり, Node-Way 比は小さくなる. また, 編集数の多い貢献者による編集方法などの個人差がオブジェクトに影響する事も少なくなり, Node-Way 比は小さくなる.

4. 日本の OpenStreetMap の現状分析

4.1 予想されること

日本の OSM が, 貢献者が少ない初期段階から大量データの入力作業が行われていたのは, OSM の他地域では見られない活動でもある. 他地域と比較した時, 日本の OSM は貢献者が少ないにも関わらず, 貢献者数に対する成果物の数が多い事になる. OSM の成果物は, データを入力すれば終わりでは無い. 入力されたデータにより, 精度も異なれば, 情報の数も異なる. 従って, OSM ではクラウドソーシ

© 2014 Information Processing Society of Japan

ングのメリットを生かし, 多くの貢献者により, 成果物を正確に且つ最新に修正しメンテナンスする事が重要になる. 今後, 作成された成果物をメンテナンスし続ける為には, コミュニティが持続可能なコミュニティになる必要があり, 様々な課題がある. 従って, **「日本の OSM は貢献者数に対して, 成果物数が極めて多い」**と予想される. 本章では, 日本と日本以外の地域とのデータ分析により比較し, 本予想を調査する. また, 調査結果により, 今後の問題点を明確にし, 日本の OSM コミュニティへの問題提議も行う.

なお, OSM の成果物はオブジェクトとタグで構成されており, 本章では主にオブジェクトについて調査分析を行う. 調査の為, 日本を含む 77 地域 (2012 年 4 月 30 日現在) 及び日本の東日本大震災直前 (2011 年 3 月 9 日現在) のデータを用いた.

4.2 オブジェクトの作成状況の比較調査

上位の OSM 先進地域と日本を比較分析し, 日本のオブジェクトの作成状況を調査にした. 日本のオブジェクトの作成状況を明確にする事により, 多国間による成果物数の位置づけを確認する.

日本のオブジェクトの数は OSM 先進地域に近づきつつあり, 震災後の約 1 年間で 2 倍以上増加していた. 主な要因は, 以下の (1) と (2) の 2 つである. (1) 日本で OSM が普及過程であるが, 活発に編集活動が行われていた. 初期より, 国土数値情報データの大規模なデータが入力された. 従って, OSM 先進地域と比較して, 短期間にデータが増えた. (2) 東日本大震災の際に世界中の有志によるクライシスマッピングが行われた. さらに, 2011 年 4 月より Yahoo データの入力作業が始まった. 従って, データが震災後の約 1 年間で 2 倍以上増加していた.

4.3 OpenStreetMap の普及状況の比較調査

OSM 先進地域と日本を比較分析し, OSM の日本での普及状況を調査した. 日本の普及状況を明確にする事により, 成果物数に対してどの程度普及しているのか確認する.

貢献者数は人口に対して少なく, OSM 先進地域と比較して十分に OSM が普及していない事が分かった.

4.4 貢献者あたりのオブジェクト作成状況の比較調査

貢献者の活動により作成されるオブジェクトが, 日本と OSM 先進地域で異なるのかを調査した. 調査は, 貢献者 1 人当りのオブジェクト数 (OSM Merit) により調査を行った. 表 1 は, オブジェクト密度上位 15 地域及び震災直前の日本 (表 1 の*) の一覧を示す.

表 1(1) から, 日本の貢献者 1 人当りのオブジェクト数は 54,031 であり, 他地域と比較して多い事が分かる. OSM 先進地域が多く存在する Europe 平均 8,935(表 1(2)) と比較して約 6.7 倍である. つまり, 日本の貢献者一人当たりのオブジェクトの作成数は, OSM 先進地域と比較して極めて多い事を示している.

表 1 貢献者 1 人当りの OSM Merit(オブジェクト数) (2012.4.30)

	Region	貢献者数	OSM Merit/貢献者
1	Monaco	90	251
2	Netherlands	5,069	16,312
3	France	13,409	26,584
4	CzechRepublic	3,590	11,875
5	Luxembourg	639	2,136
6	Belgium	3,537	4,367
7	Germany	47,207	3,713
8	Gaza	111	13,355
9	Slovakia	1,336	16,056
10	Switzerland	4,776	3,642
11	Austria	4,386	6,922
12	Denmark	2,332	5,672
13	Japan	1,965	(1) 54,031
14	Europe	124,907	(2) 8,935
15	Great Britain	13,400	4,600
*	Japan(2011.3.9)	854	55,070

4.5 調査の考察

以上により, 日本の OSM は他地域と比べ貢献者数に対してオブジェクトの数が極めて多い事が確認できた. 本調査結果は, 他地域に無い日本の OSM 特有の特徴でもある.

Madey らの関連研究 [21] では, 小規模開発コミュニティは多くの課題を解決する為に, より多くのリソースを必要とする事を指摘している. つまり, 少人数の開発コミュニティでは, 様々な問題を解決する事で多くのリソースを消費するため, 開発者一人当たりの開発にかかる負担が大きくなり, 結果として, プロジェクトは失速する可能性があることを示してる. 日本の OSM のコミュニティは他地域と比較した場合, まだ貢献者も少ないことから, 相対的に小さなコミュニティと見なす事が出来る. また, OSM のようなボランタリーなコミュニティにおける持続可能な活動の為には, 貢献者のモチベーションが重要である. 日本の OSM のコミュニティは, 少ない貢献者にもかかわらず活発に活動を行い, 多くの成果物を作成しているが, 様々な問題を解決するため, 貢献者一人当たりの負担が大きくなり, プロジェクトは失速する可能性がある. 従って, 将来, 日本の OSM のコミュニティが持続可能なコミュニティ活動を行う為には, まだ多くの課題が残されていると言える.

4.6 日本の OSM コミュニティへの問題提議

日本の OSM は少数の貢献者の活発な活動により, 多くの成果物が作成されている. 今後, OSM データの更新作業及びデータ充実の為には, 継続した活発なコミュニティ活動が必要である. OSM のようなボランタリーなプロジェ

© 2014 Information Processing Society of Japan

クトの活動は, 金銭の授受が行われないプロジェクトである [18]. 個々の貢献者らは, それぞれのインセンティブにより活動を行い, 貢献者の集合体がコミュニティを形成する. よって, 企業のように金銭の授受等により活動をコントロールする事は不可能である. 将来の日本の OSM を持続可能な活動となる為には, 個々の貢献者の愛 (Love) や名誉 (Glory) によるインセンティブが重要になる [19][20].

つまり, OSM コミュニティに参加する貢献者は, 基本的にボランティアであり, 様々なインセンティブにより自由に参加し, 各自のモチベーションにより活動を行っている. OSM コミュニティとして貢献者を繋ぎ止めるものは緩く, 今の貢献者が数年後も継続して参加しているという保証は何も無い. 従って, 現在の貢献者数が少ないと言う事は, 将来, データの保全の為に充分な貢献者が維持出来なく可能性がある. 現在の貢献者のモチベーションの僅かな変化が今後の日本の OSM データ更新やデータ維持管理に大きく影響を及ぼす. すなわち, 今後, 日本の OSM のコミュニティを持続可能なコミュニティとする為には, 貢献者を増やす事が大きな課題である.

5. 日本の OpenStreetMap のオブジェクトの粒度と量の調査

5.1 予想されること

前章の日本の OSM の現状についての調査により, 貢献者数はまだ少ないが, 成果物数 (オブジェクト数) は多く作成されている事が分かった. 日本の OSM の初期に, 大量の成果物を作成したが, 成果物の品質は日本以外の地域と同様に向上しているのか確認する必要がある. 本研究では, OSM の成果物の品質のうちの粒度と量である, Node-Way 比, ウェイ平均距離, エリア平均面積及び道路総距離について, 日本と他地域とのデータを比較調査し分析を行う.

つまり, Kane らの関連研究 [24][25] では, 貢献者数の増加に対して成果物数は正の相関関係にあり, 更に, 成果物数の上限とも言うべき値が存在する事を示している. 現在の日本の OSM は普及途上であり, 貢献者数の増加に対して成果物数は正の相関関係にあるが, 成果物数の上限値には至っていないと考えられる.

関連研究から, **OSM は, 貢献者の増加に伴い, 成果物 (オブジェクト) の粒度は細かくなり, 成果物の量は線形に増加していき, 品質は向上している,** と予想される. また, **発展段階である日本においても, 同様に品質は向上している,** と予想される.

成果物 (オブジェクト) の品質を分析する為に, OSM の成果物の品質のうちの粒度と量について, 日本と日本以外の地域とのデータを比較調査し分析を行う.

5.2 調査の方法

Node-Way 比, ウェイ平均距離及びエリア平均面積を調査する事により, オブジェクトの粒度について調査する.

OSM の仕様により, 例えば, 1 つの道路に対して部分的に橋, トンネル, 一方通行, 及び車線数等の情報を付加する場合, それぞれ異なるタグを付加する必為があり, 複数のウェイに分断し, それぞれ異なるタグ付けをしなければならない. つまり, 多くの情報を入力する為には, 異なるタグ情報を付けた短いウェイを繋ぎ, 1 つの道路の多様なタグ情報を表現する.

また, データ入力の初期段階では, 情報源も少なく大雑把な情報を入力するケースが多い. しかし, 多くの貢献者により多様な情報が入力される事によりオブジェクトはタグ情報の違いにより細分化されると共に, 情報が充実し, オブジェクトの形状が詳細になっていく.

つまり, OSM の成果物の増加に伴ってタグ情報が増加する事により, ウェイは多くの短いウェイに細分化され, エリアは多くのより小さな形状に細分化される傾向にある. よって, ウェイ平均距離が短くなり, 若しくはエリア平均面積が小さくなる事は, タグ情報が増加し品質の情報の数が向上する傾向にあるといえる.

Node-Way 比

Node-Way 比を用いて, オブジェクトのノードとウェイの比率を調査する事で, オブジェクトの粒度を調査する.

Node-Way 比は小さくなる事は, 多くのタグ情報を入力する為にオブジェクトを分断する事に繋がり, 品質の粒度が向上していると言える.

ウェイ平均距離

オブジェクトのウェイの平均距離を調査する事で, オブジェクトの粒度 (短さ) を調査する.

ウェイの平均距離が短くなる事は, 多くのタグ情報を入力する為にオブジェクトを分断する事に繋がり, 品質の粒度が向上していると言える.

エリア平均面積

オブジェクトのエリアの平均面積を調査する事で, オブジェクトの粒度 (小ささ) を調査する.

エリアの平均面積が小さくなる事は, 多くのタグ情報を入力する為にオブジェクトを分断する事に繋がり, 品質の粒度が向上していると言える.

道路総距離

道路総距離を調査する事により, 成果物 (オブジェクト) の量の調査を行う.

オブジェクトの量の調査について, 道路総距離を調査することにより行う. 道路はどの地域においても, 人々の生活圏であれば, ほぼ同様に存在する. また, 道路は位置情報の基準になる情報であり, 重要な位置づけにある. OSM において, 編集をする際の目印になるモノであり, 初期段階に多く作成される傾向にある. つまり, 道路総距離は, その地域の成果物数の編集状況の指針になる.

道路総距離が長くなる事は, 多くの情報が入力された事

© 2014 Information Processing Society of Japan

であり, 品質の量が向上したと言える.

5.3 Node-Way 比の調査

調査結果を, 次の (1), (2), 及び (3) の 3 点にまとめる.

(1) 日本のオブジェクトの数は OSM 先進地域に近づきつつあり, Node-Way 比が大きく, オブジェクトが粗い事が分かった. 日本の OSM は他地域に比べ貢献者数に対して成果物数 (オブジェクト数) が多い事により, オブジェクトに充分なタグ情報を付加する編集作業が, オブジェクトの増加に対して追いついていない事である. さらに, 多くの編集を行う為には, 貢献者を増やす必要がある.

(2) 日本の初期では, Node-Way 比が大変大きかった. 日本の OSM の初期 (2008 年〜2010 年) に国土数値情報データが入力された影響が考えられる.

(3) 東日本大震災後に追加編集された成果物は, 東日本大震災以前と比較して Node-Way 比の小さいデータであり, オブジェクトがより細かい事が分かった. 東日本大震災直後に行われたクライシスマッピング及び同年 4 月から行われた Yahoo データの入力作業は, Node-Way 比の減少, つまりオブジェクトの詳細化に大きく影響したといえる. しかし, OSM 先進地域と比較すると, 日本のオブジェクトはまだ粗い事が分かった.

5.4 ウェイ平均距離の調査

調査結果を, 次の (1), (2) 及び (3) の 3 点にまとめる.

(1) 国全体及び主要地域のウェイ平均距離の傾向として, 初期には大きな変動がある地域もあるが, 負の傾きであり下降傾向にある事が確認出来た. 貢献者が編集を重ねる事により, 多くの情報を入力する為に必然的にウェイが短くなり, 結果として, 品質の情報の数が増えている事になる.

(2) 日本のウェイ平均距離においては, ドイツとフランスのウェイ平均距離が緩やかな下降傾向であるのに対して, 日本は急激な下降傾向にあった. 日本は後発地域ではあるが, 急速に情報の数が向上している事が分かった.

(3) 日本全体のウェイ平均距離の 2011 年 3 月 16 日より 2011 年 5 月 11 日にかけて急激に下降しているが, 主要都市である東京, 名古屋, 及び大阪では特に大きな変化が無かった. 東京, 名古屋, 及び大阪以外の地域で, 日本全体の情報の数を大きく変化させる編集が行われていた事であり, 東日本大震災直後に東北地方を中心に行われたクライシスマッピング [31][27] 及び Yahoo データの入力作業が行われた時期と合致する. 東日本大震災直後のクライシスマッピング及び Yahoo 道路データの入力作業は, 日本の情報の数を大きく向上させた事が確認出来た.

5.5 エリア平均面積の調査

調査結果を, 次の (1) と (2) の 2 点にまとめる.

(1) 国全体及び主要地域のエリア平均面積の傾向として, 初期には大きな変動がある地域もあるが, 負の傾きであり下降傾向にある事が確認出来た. OSM の貢献者が編集を重ねる事により, 多くの情報を入力する為に必然的にエリアが小さくなり, 結果として, 品質の粒度が向上している事になる.

(2) 東日本大震災直後の編集作業は, 主に道路等のウェイの編集が中心であった事が確認できた. 日本のエリア平均面積においては, ウェイ平均距離の調査では東日本震災直後の編集作業の影響が見られたが, エリア平均面積の調査の同時期に同様な傾向は見られなかった. 東日本大震災直後には, 被災地の被災状況をデータ化する作業であるクライシスマッピングが行われている. つまり, クライシスマッピングの際に, 基本的な地図データである道路等のウェイのデータ編集が多く行われていた事は, 被災状況をデータ化する際に基準となる基本的な地図データが充分に整備されていなかった事である.

5.6 道路総距離の調査

図 2 は日本, ドイツ, 及びフランスの道路総距離 (Y 軸:(m)) と貢献者数のグラフである.

図 2 の [A] では, 日本, ドイツ, 及びフランスと地域が異なっても直線的な増加傾向がみられる. 図 2 の [B] では, 日本の初期段階において, 急激な増加傾向がみられる. 図 2 の [C] では, 日本の東日本大震災のイベントに対して, 一時的に急激な増加傾向がみられる.

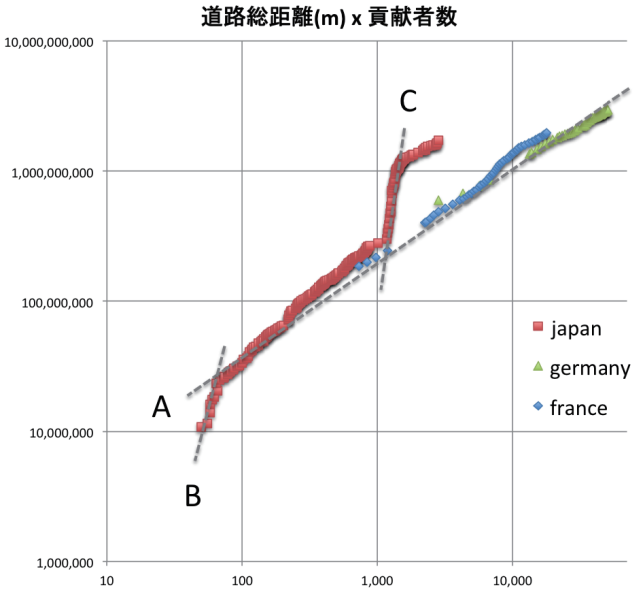

図 2 道路総距離 - 日本, ドイツ, 及びフランス

調査結果を, 次の (1) と (2) の 2 点にまとめる.

© 2014 Information Processing Society of Japan

(1) 日本, ドイツ及びフランスの傾向として, 地域が異なっても直線的な増加傾向が見られた. つまり, 貢献者の増加に伴い, 成果物の量も増加しており, 品質は向上している事が確認できた.
(2) 日本においては, 初期に急激な増加傾向が見られ, 東日本大震災の際に一時的に急激な増加傾向が見られた.

5.7 調査のまとめ

品質の粒度と量の調査について, 次の (1), (2), 及び (3) の 3 点にまとめる.

(1) 日本の OSM では, 成果物の品質の粒度と量が向上している事が分かった. 各地域のウェイ平均距離及びエリア平均面積共に, 初期には大きな変動がある地域もあるが, 全体としては負の傾きであり下降傾向にある事が確認出来た. また, 道路総距離においても, 貢献者の増加に伴い成果物数が増加している事が確認できた. よって, 貢献者が編集を重ねる事により, 多くの情報を入力する為に必然的にオブジェクト単位 (ウェイ, エリア) が小さくなり, さらにデータ量が増えている.
(2) 日本の初期では、Node-Way 比が極めて大きかったが, ウェイ平均距離では急激に短くなる傾向にあった. つまり, 初期段階では品質の粒度が粗かったが, 急激に向上している事が確認できた. 日本の初期の国土数値情報データの入力作業や貢献者の活動などの影響と考えられる.
(3) 東日本大震災直後のクライシスマッピング及び Yahoo 道路データの入力作業は, 主に道路等のウェイのデータ編集を中心に行われ, 日本の情報の数を大きく向上させた事が分かった. Node-Way 比が, 東日本大震災後には急激に小さいくなっており, オブジェクトがより細かくなっていた. ウェイ平均距離は, 急激に短くなっていた. 特に, 東京, 名古屋, 及び大阪以外の地域で急激に短くなっていた. しかし, エリア平均面積では, 東日本大震災直後に大きな変化は見られなかった. 従って, 道路, 鉄道, 及び河川等のウェイのデータを中心に大量の編集が行われたと考えられる. また, Yahoo 道路データは, 道路データのみであり, 大量に入力された事を調査から確認できた.

日本の貢献者は, 初期の時期より東日本大震災を経て, 活発に活動を行っており, 成果物の品質が向上している. しかし, 前章の結果により, 貢献者がまだ少なく, 貢献者一人当たりの負担が大きいという指摘もある. 今後, 日本のコミュニティを持続可能な活動にする為には, 貢献者を増やす事が課題である事には変わりはない.

日本の OSM のデータは, 東日本大震災の時期に, クライシスマッピング及び Yahoo 道路データの入力作業により, 主に道路等のウェイのデータ編集を中心に行われていた. クライシスマッピングは, 被災地の被災状況をデータ化する作業である. つまり, クライシスマッピングの際に, Yahoo 道路データの入力作業により, 基本的な地図データである道路等のウェイのデータ編集が多く行われていた事が確認出来る. 従って, 被災状況をデータ化する際に基準となる基本的な地図データが充分に整備されていなかった事である. よって, 次章において, 東日本大震災のクライシスマッピングの際に, 道路や建物など基本的な地図データの入力が多く行われた事について, 調査分析を行う.

6. 東日本大震災時におけるクライシスマッピングの調査分析

6.1 予想されること

東日本大震災発生直後, OSM の貢献者らは, 被災地の地理的被害状況をデータ化する救済支援活動であるクライシスマッピングの活動を行った.

しかし, 東日本大震災のクライシスマッピングの際には, 充分に基本的なデータが整備されていなかった事により, 道路や建物など基本的なデータの入力から始めなければならなかった. 前章による調査分析からも, クライシスマッピングの際に, Yahoo 道路データの入力作業により, 基本的な地図データである道路等のウェイのデータ編集が多く行われていた事が確認されている. 従って, 特に道路や建物など基本的なデータの編集が行われた事が確認できると予想される.

本章では, 多くの貢献者らがクライシスマッピングに参加した状況について, 及び道路と建物など基本的なデータの入力が多く行われたことについて, 調査を行う. 筆者らの先行研究である東日本大震災時のデータ分析 [39][40] に加え, 東日本大震災と同様に, 震災時に基本的なデータが整備されていなかったハイチ地震とのデータの比較調査により分析する.

図 3 は, 東日本大震災の際にクライシスマッピングにより被災状況をデータ化された仙台市周辺地図である. 津波により水没した地域がデータ化され, 地図に表現されている事が分かる.

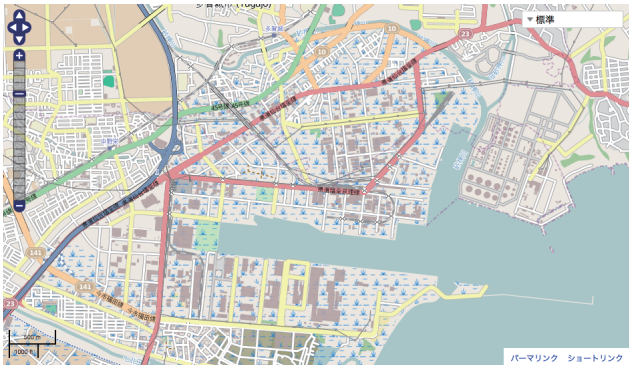

図 3 OpenStreetMap：東日本大震災直後の仙台市周辺地図

© 2014 Information Processing Society of Japan

6.2 調査の結果とまとめ

東日本大震災とハイチ地震との, クライシスマッピングの比較調査の結果を以下にまとめる.

東日本大震災のクライシスマッピングの際には, 充分に基本的なデータが整備されていなかった事により, 道路, 及び建物など基本的なデータの入力から始めなければならなかった. 東日本大震災と同様に, 震災時に基本的なデータが整備されていなかったハイチ地震とデータ分析する事により, 貢献者の参加状況, 道路, 及び建物など基本的なデータの入力状況などについて, 比較し調査を行った.

本章の調査の結果, 次の (1), (2), 及び (3) の 3 点の事が明らかになった.

(1) 東日本大震災とハイチ地震共に, 多くの貢献者がクライシスマッピングに参加した. また, 震災後 4 週間程度のちに, 貢献者数の増加が停滞する傾向にあることが分かった.
(2) 東日本大震災とハイチ地震のクライシスマッピングでは, 被災状況をデータ化する為に被災直後の被災地を撮影した衛星写真が貴重な情報源であった. 倒壊した建物及び土地の被災状況等をデータ化するため, 衛星写真を利用してクライシスマッピングが活発に行われていた事が, データ分析により確認できた.
(3) 道路データの週間増加数は, ハイチ地震の直後に道路データの増加のピークとなり, 徐々に減少していたのに対して, 東日本大震災の際には, 同年 4 月 1 日より Yahoo 道路データの入力作業が行われたため, 数週間に渡り多くの道路データが作成されていた事が分かった. つまり, 同年 4 月 1 日を境に編集作業の中心が, 衛星写真を利用した編集作業から, Yahoo 道路データの入力作業に移行した事が, データ分析により確認出来た.

2008 年に草の根的に始まった日本の OSM は, 少ない貢献者の活発な活動により多くの成果物を生み出し, 急速に発展してきた. 急速に発展していた日本の OSM において東日本大震災の際のクライシスマッピングは, さらに多くの貢献者の参加を促し, 多くの成果物を作成しており, 重要な転機になった事が分かる.

7. まとめと考察

7.1 まとめ

日本の OSM では, 初期の段階から貢献者らは活発に活動を行い, 少ない貢献者だったが国土数値情報データなどの大規模データの入力を行い多くの成果物を作成してきた. また, 東日本大震災の際に行われたクライシスマッピングを契機に, 貢献者と成果物が急速に増加してきた. さらには, Yahoo 道路データの大量のデータの入力を行った. 以上の日本の発展過程は, 他の地域では見られない特有の特徴である.

本研究の調査において, 日本の OSM の課題の背景にある発展過程における特徴に基づき, 貢献者らが経験的に導き出した課題について, 3 つの数量的なデータ分析により得られた調査分析の結果及び知見により確認する事ができた.

持続可能なコミュニティとする為に

日本の OSM の現状分析により, 日本の OSM は他地域と比べ貢献者数に対してオブジェクトの数が極めて多い事が確認できた. また, 日本の OSM のオブジェクトの粒度と量の調査により, 日本の貢献者は, 初期の時期より東日本大震災を経て, 活発に活動を行っており, 結果として成果物の品質が向上している事が確認された. 本調査結果は, 日本の初期において, 少ない貢献者らが活発に活動を行った事を示しており, 他地域に無い日本の OSM 特有の特徴でもある.

日本の OSM のコミュニティは他地域と比較した場合, まだ貢献者も少ないことから, 相対的に小さなコミュニティと見なす事が出来る. また, OSM のようなボランタリーなコミュニティにおける持続可能な活動の為には, 貢献者のモチベーションが重要である. 日本の OSM のコミュニティが, 少ない貢献者にもかかわらず活発に活動を行い, 多くの成果物を作成しているのであれば, Madey らの関連研究 [21] により, 様々な問題を解決するため, 貢献者一人当たりの負担が大きくなり, プロジェクトは失速する可能性がある事を示している. 従って, 将来, 日本の OSM のコミュニティが持続可能なコミュニティ活動を行う為には, まだ不安定な状態である事が確認できた.

以上に基づき, 日本の OSM コミュニティへの問題提議を示す.

日本の OSM は少数の貢献者の活発な活動により, 多くの成果物が作成されている. 今後, OSM のデータの更新作業及びデータ充実の為には, 継続した活発なコミュニティ活動が必要である.

OSM のようなボランタリーなプロジェクトの活動は, 金銭の授受が行われないプロジェクトである [18]. 個々の貢献者らは, それぞれのインセンティブにより活動を行い, 貢献者の集合体がコミュニティを形成する. 従って, 企業のように金銭の授受等により活動をコントロールする事は不可能である. つまり, 将来の日本の OSM を持続可能な活動となる為には, 個々の貢献者の愛 (Love) や名誉 (Glory) によるインセンティブが重要になる [19][20].

つまり, OSM コミュニティに参加する貢献者は, 基本的にボランティアであり, 様々なインセンティブにより自由に参加し, 各自のモチベーションにより活動を行っている. OSM コミュニティとして貢献者を繋ぎ止めるものは緩く, 今の貢献者が数年後も継続して参加しているという保証は何も無い. 従って, 現在の貢献者数が少ないと言う事は, 将来, データの保全の為に充分な貢献者が維持出来なく可能性がある. 現在の貢献者のモチベーションの僅かな変化が今後の日本の OSM のデータ更新やデータ維持管理に大き

© 2014 Information Processing Society of Japan

く影響を及ぼす. すなわち, 今後, 日本の OSM のコミュニティを持続可能なコミュニティとする為には, 貢献者を増やす事が大きな課題である.

将来起こりうる災害の為に, 基本的な地図データの整備

日本の OSM のオブジェクトの粒度と量の調査により, 日本の OSM のデータは, 東日本大震災のクライシスマッピングの際に, Yahoo 道路データの入力作業により, 基本的な地図データである道路等のウェイのデータ編集が多く行われていた事が確認出来た. 従って, 被災状況をデータ化する際に基準となる基本的な地図データが充分に整備されていなかった事だと分かる.

また, 東日本大震災時におけるクライシスマッピングの調査分析において, 東日本大震災直後にクライシスマッピングが活発に行われたが, 同年 4 月 1 日を境に編集作業の中心が Yahoo データの入力作業に移行していった事が, 調査により確認出来た. 基本的な地図データが整備されておらず, 被災地域が広範囲という事もあり, クライシスマッピングによるデータ化作業が困難を極めていた事が確認できた.

平常時に, OSM のデータを充実させておく事で, 災害発生時にクライシスマッピングが行われた際には, 最小限の作業で被災状況をデータ化する事が可能になり, 一刻を争う救済現場に対して支援する事が可能になる. 将来起こりうる災害の為に, 基本的な地図データの整備が必要である. その為にも, 各地に OSM を普及するとともに貢献者を増やす事は大変重要な事である.

様々な社会活動との連携により, 社会貢献が可能

東日本大震災時におけるクライシスマッピングの調査分析において, クライシスマッピングでは, 被災状況をデータ化する為に被災直後の被災地を撮影した衛星写真が編集の際の貴重な情報源であり, 衛星写真を利用してクライシスマッピングが活発に行われていた事が分かった. また, 倒壊した建物及び土地の被災状況等をデータ化するための編集作業が多く行われ, 震災直後の被災状況を映し出した詳細な衛星写真は重要な情報元だった事が分った.

ではなぜ, OSM は被災直後の衛星写真を利用する事が出来たのか? なぜなら, それは, 衛星写真を提供した団体が, OSM のクライシスマッピングの災害時における有効性を理解していたからである. 当然, 各団体に理解を得られる為には, 地道な OSM の普及活動があった筈である.

従って, OSM は社会の多くの分野と連携する事で, 様々な社会活動に有効に機能し社会貢献が可能となるのである. その為にも, 広く OSM を普及する事は, 大変重要な事である.

現在, 東日本大震災の際のクライシスマッピングに端を発した被災地の復興支援活動も継続して行われているが, 自治体によるオープンデータの推進が進められている事から, 日本の OSM の活動の中心は徐々にオープンデータとの連携へと移行していくと考えられる. クリティカルマスで言われるイノベーターが中心になり, 各地でマッピングパーティーやイベントの開催し, オープンデータとの連携を進める事で, 様々な社会活動での活用が可能となり, アーリー・アダプターが増える事に期待したい.

2008 年に草の根的に始まった日本の OSM は, 少ない貢献者の活発な活動により多くの成果物を生み出し, 急速に発展してきた. さらに, 東日本大震災の際のクライシスマッピングは, さらに多くの貢献者の参加を促し, 多くの成果物を作成しており, 日本の OSM にとって重要な転機になった事が分かる.

本研究の結果は, 日本の OSM コミュニティの持続可能な活動の為には, 更なる普及活動を行い貢献者を増やす必要がある事を示している. しかし, 東日本大震災を機に成果物は急激に増加し, より詳細な情報が増えている事も示しており, 今後の OSM の普及とデータの充実を期待すると共に, 継続した観察も必要である.

参考文献

[1] OpenStreetMap, http://openstreetmap.org/, 2013.07.01
[2] OpenStreetMap Japan, http://openstreetmap.jp/, 2013.07.01
[3] OpenStreetMap Foundation Japan, http://www.osmf.jp/, 2013.07.01
[4] Open Data Commons Open Database License (ODbL), http://opendatacommons.org/licenses/odbl/, 2013.07.01
[5] The BSD 3-Clause License, http://opensource.org/licenses/BSD-3-Clause, 2013.07.01
[6] Google Maps, https://www.google.com/maps/rg/licenses/gpl-3.0.en.html, 2013.07.01
[7] オープンソースカンファレンス 2008 名古屋 (OSC2008Nagoya), http://www.ospn.jp/osc2008-nagoya/, 2013.12.21
[8] 国土政策局 国土数値情報 ダウンロードサービス, http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/jpgis/jpgis_datalist.html, 2013.12.21
[9] Yahoo! Japan Maps AlpsMAP, http://map.yahoo.co.jp/promo/alpsmap/, 2013.07.01
[10] ジオロケーションカンファレンス 2011, http://gihyo.jp/event/2011/geoconf, 2013.07.01
[11] 速報：Yahoo! JAPAN の保有する地図資産を OSM に提供, http://www.osmf.jp/news/sokuhouyahoojapannohoyuusuruchizushisanwoosmniteikyou, 2013.07.01
[12] DATA.GOV, https://www.data.gov/, 2013.12.21
[13] DATA.GOV.UK, http://data.gov.uk/, 2013.12.21
[14] オープンガバメントラボ, http://www.openlabs.go.jp/, 2013.07.01
[15] 国土交通省国土政策局 国土数値情報, http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/, 2013.07.01
[16] 東修作: OpenStreetMap の事例を通じて考えるオープンデータのライセンス設定, 情報管理 56(3), pp.140-147, pp.8, doi: 10.1241/johokanri.56.140, (2013)
[17] データシティ鯖江 (XML,RDF によるオープンデータ化の推進), http://www.city.sabae.fukui.jp/pageview.html?id=12765,

© 2014 Information Processing Society of Japan

2013.12.21
[18] 松原繁夫, クラウドソーシングとメカニズムデザイン, 日本ソフトウェア科学会第 30 回大会 (2013 年度) 講演論文集, (2013)
[19] Malone, T, Robert L, and Chrysanthos D, : "Harnessing crowds: Mapping the genome of collective intelligence.", MIT Sloan School Working Paper 4732-09, (2009)
[20] Malone, T, Robert L, and Chrysanthos D, : "The Collective Intelligence Genome", MIT Sloan Management Review, Spring 2010 Vol.51 No.3, pp.20-32, (2010)
[21] Madey, G., Freeh, V., Tynan, R.: The open source software development phenomenon: An analysis based on social network theory, In Americas conf. on Information Systems (AMCIS2002), pp.1806-1813, pp.8. (2002)
[22] Ohira, M., Ohsugi, N., Ohoka, T. and Matsumoto, K.: Accelerating Cross-Project Knowledge Collaboration Using Collaborative Filtering and Social Networks, In Proceedings of the 2005 International Workshop on Mining Software Repositories , pp.111-115. (2005)
[23] 柿元健, 大岡徹也, 大平雅雄, 大杉直樹, 松本 健一:オープンソースソフトウェア開発コミュニティにおける知識協創支援へ向けたプロトタイプシステムの開発 大規模サイバーワールドにおけるスケールフリーネットワークの問題点と対策 , 電子情報通信学会サイバーワールド研究会, 第 2 回研究会, pp.33-38, January 2006, (2006)
[24] Ransbotham, S. and Kane, G.C.: Membership Turnover and Collaboration Success in Online Communities: Explaining Rises and Falls from Grace in Wikipedia, MIS Quarterly 35(3), 613-627, (2011)
[25] Kane, G.C. and Ransbotham, S.: Collaborative Development in Wikipedia, Collective Intelligence conference 2012, CoRR abs/1204.3352, (2012)
[26] Coast, S.: How OpenStreetMap is changing the world, In proc. of 10th International Symposium on Web & Wireless GIS(W2GIS2011), pp4, (2011)
[27] Humanitarian OpenStreetMap Team, http://hot.openstreetmap.org/, 2013.07.01
[28] [OSM-ja] 日本の震災:安全を祈ります そして OSM mapper としてできること, http://lists.openstreetmap.org/pipermail/talk-ja/2011-March/004394.html, 2013.12.21
[29] 2011 Sendai earthquake and tsunami, http://wiki.openstreetmap.org/wiki/2011_Sendai_earthquake_and_tsunami, 2013.12.21
[30] 川崎昭如, 目黒公郎: 2010 年ハイチ地震で見られたウェブマッピングによる災害対応支援の新動向, 生産研究 62, 4, 409-416, (2010)
[31] 瀬戸寿一: 災害対応におけるボランタリーな地理空間情報の時空間的推移:東日本大震災クライシス・マッピング・プロジェクトを事例に, 地理情報システム学会講演論文集, (2011)
[32] 古橋大地: sinsai. info とクライシスマッピングその 1「2 つのソーシャルなチカラ」, 日本リモートセンシング学会誌, Journal of the Remote Sensing Society of Japan 31(3), pp.376-377, 2011-07-05, (2011)
[33] 古橋大地: sinsai. info とクライシスマッピングその 2「はじまりはハイチだった」, 日本リモートセンシング学会誌, Journal of the Remote Sensing Society of Japan 31(4), pp.448-449, 2011-09-15, (2011)
[34] 古橋大地: sinsai. info とクライシスマッピングその 3「動きの早かった JAXA と Bing, 許可がでなかった Google」, 日本リモートセンシング学会誌, Journal of the Remote Sensing Society of Japan 31(5), pp.503-504, 2011-11-21, (2011)
[35] 古橋大地: sinsai.info とクライシスマッピングその 4「情報レンジャー始動!」, 日本リモートセンシング学会誌, Journal of the Remote Sensing Society of Japan 32(1), pp.31-32, 2012-01-30, (2012)
[36] 古橋大地: sinsai.info とクライシスマッピングその 5「被災地の被災地による被災地のためのマッピング」, 日本リモートセンシング学会誌, Journal of the Remote Sensing Society of Japan 32(2), pp.108-109, 2012-04-20, (2012)
[37] 古橋大地: sinsai.info とクライシスマッピングその 6「なぜ sinsai.info が NASA と組んだのか?」, 日本リモートセンシング学会誌, Journal of the Remote Sensing Society of Japan 32(3), pp.164-165, 2012-07-05, (2012)
[38] 古橋大地: sinsai.info とクライシスマッピングその 7「情報レンジャー福島が始動」, 日本リモートセンシング学会誌, Journal of the Remote Sensing Society of Japan 32(4), pp.245-246, 2012-09-14, (2012)
[39] 伊美裕麻, 早川知道, 伊藤孝行: 震災時における OpenStreetMap の利用と推移に関する考察, ネットワークが創発する知能研究会 (JWEIN'12), August 29-31,2012, pp.8, (2012)
[40] Yuma Imi, Tomomichi Hayakawa and Takayuki Ito: Analyzing Effect of OpenStreetMap for Crisis, The 1st International Workshop on Smart Enterprise and Mobile Platforms (SEMP2012), The 14th IEEE International Conference on Commerce and Enterprise Computing (CEC), Hangzhou, China, September 9-11,2012, pp.5, (2012)
[41] Wheelmap, http://wheelmap.org/, 2013.12.21
[42] Planet OSM, http://planet.openstreetmap.org/, 2013.07.01
[43] OSM ODbL acceptance by region, http://odbl.de/, 2013.07.01
[44] osm2pgsql, http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Osm2pgsql, 2013.12.21
[45] PostGIS, http://postgis.net/, 2013.12.21
[46] PostGreSQL, http://www.postgresql.org/, 2013.12.21
[47] 早川知道: 愛知県新城設楽山村振興事務所における OpenStreetMap の活用事例紹介, http://www.ospn.jp/osc2011-fall/pdf/osc2011fall_OSM_MikawaSankan.pdf, (2011)
[48] 高橋信頼: 「被災地、消防局、ダウンサイジング」自治体で活躍する OSS, 日本初の自治体による OpenStreetMap の活用事例, 日経 BP ITpro, http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20111125/375080/?P=6, 2011.11.29, (2011)

© 2014 Information Processing Society of Japan