プロジェクションマッピングによる西之島の変遷表示

実施期間　平成 29 年度
地理空間情報部企画調査課　永吉　将輝　関　真幸
中田　昌吾　打上　真一

1. はじめに

国土地理院では，平成 25 年 11 月に起きた西之島の噴火以降，空中写真の撮影や基準点の設置，地形図や火山基本図等の各種地理空間情報の作成を行っている．本稿では，西之島が拡大する様子や現在の状況を視覚的に分かりやすく表現する事例として，3D プリンタで作成した立体模型に各種地理空間情報を投影する簡易プロジェクションマッピングについて紹介する．

2. 立体模型の作成

（1）標高データを 3D プリンタ用データに変換

平成 30 年 1 月 17 日に「くにかぜⅢ」により撮影した空中写真を元に作成された標高データ（技術資料 C1-No.478）を，3D プリンタ（XYZ プリンティング社製ダヴィンチ Pro）（写真-1）で出力するためのデータフォーマット（stl 形式）に変換した．

（2）3D プリンタ用データを分割

写真-1 の 3D プリンタで作成できる立体模型の最大サイズは縦 20cm，横 20cm である．今回は縦 30cm，横 30cm の立体模型を作成するため，作成した 3D プリンタ用データを Meshmixer（3 次元データの編集ソフトウェア）を用いて 4 分割した．

（3）3D プリンタにより西之島の立体模型を出力（写真-2）

分割した立体模型 1 つの出力時間は平均 5 時間程度である．今回は 4 つの立体模型の出力に 4 日費やした．

写真-1　3D プリンタ（ダヴィンチ Pro）

写真-2　作成した西之島の立体模型

3. 西之島の変遷表示（プロジェクションマッピング）

平成 25 年 12 月から平成 30 年 1 月にかけて撮影された西之島の空中写真（正射画像）や標準地図，火山基本図等の各種地理空間情報を用意し，小型プロジェクタで投影して簡易プロジェクションマッピングを行った．立体模型については，今回作成したモデルの他に以前の撮影時に合わせて作成されていたモデルも活用し，投影する空中写真（正射画像）の撮影日時に合わせて立体模型の入れ替えを行った．その中で，空中写真（正射画像）を投影した様子を写真-3 から写真-6 に示す．白地の立体模

型に火口や海岸線等が撮影された空中写真を時系列に投影することにより，西之島が拡大していく様子を確認することができる．

写真-3　平成 25 年 12 月 4 日撮影時点

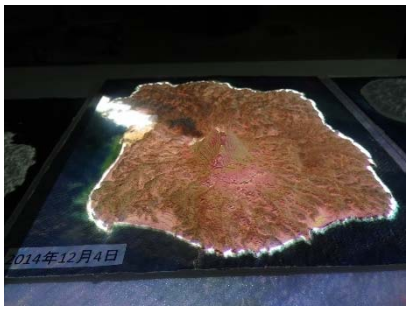

写真-4　平成 26 年 12 月 4 日撮影時点

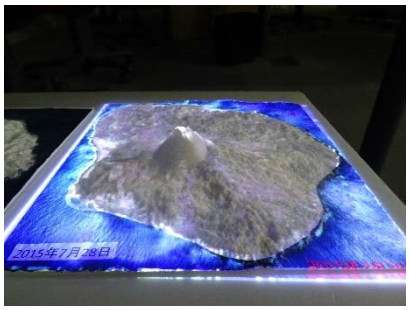

写真-5　平成 27 年 7 月 28 日撮影時点

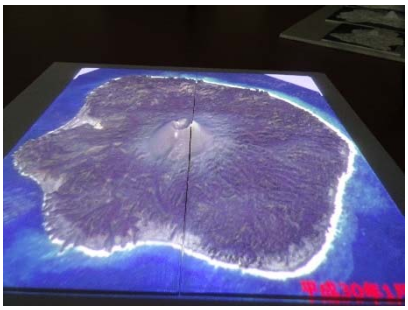

写真-6　平成 30 年 1 月 17 日撮影時点

4. 活用状況

今回と同じ手法により作成した平成 28 年 12 月撮影データ由来の立体模型を使用し，平成 29 年 10 月に江東区で開催された「G 空間 EXPO2017」，平成 29 年 12 月につくば市で開催された「科学の甲子園ジュニア全国大会」，平成 30 年 1 月に池袋で開催された「ぎゅっとぼうさい博！2018」で展示を行った．来場者からは「噴火により西之島が大きくなっていく様子がよく分かる」，「(地理院地図を利用して)日本全国の立体模型用データを簡単にダウンロードできる事に驚いた. 自分でも試してみたい.」など好評を得た．

5. まとめ

立体模型を使用したプロジェクションマッピングは，時間経過による地形の変化を分かりやすく提示することができる手法として有効であることが分かった．この手法は，台風・豪雨災害の際に堤防の破堤箇所・浸水域の時系列変化を表示する等，大規模災害が発生した際に被害の全容を伝える有効な手段となりうると考える．

一方，災害対応での活用を考えた場合，立体模型を含む今回のプロジェクションマッピングの製作期間が 1 週間と長く，迅速性がないことが課題として挙げられる．今後の活用方法として，複数の 3D プリンタによる同時出力で時間の短縮を図り災害対応ツールとして活用することや，災害が落ち着いた後に被害状況の説明用ツールとして活用することが考えられる．また，災害予防の観点ではハザードマップ等を投影することにより平面だけでなく地形的な要因も表示することができ，地域住民の防災への理解や災害発生を想定した避難経路の事前検討に役立てることが可能と考え，検討を進めていく予定である．

地理院タイル活用ツールの概要

実施期間　平成 28 年度～
地理空間情報部情報企画課　大矢　和生　松本　浩明
内村　未咲

1. はじめに

情報企画課では，全国の地方測量部等の関係者とともに，行政機関における電子国土基本図をはじめとした地理空間情報の活用促進のために様々な取組を進めている．その一つとして，実際の行政業務において電子国土基本図を有効に活用していただくためのツール群を提供・技術支援してきた．

このツール群は平成 25 年度から平成 28 年度まで「地理院地図キット」として提供していたが，平成 29 年 3 月にツールを再編し「地理院タイル活用ツール」として提供を開始した．平成 29 年 4 月から 12 月までのダウンロード数は，3,000 以上と利用者が増加してきている状況である．

本稿ではこの「地理院タイル活用ツール」の概要及び利用状況について報告する．

2. 地理院タイル活用ツールの概要

現在，以下の 4 つのツールを提供している．

① 地理院マップシート
② 地理院マップメーカー2（地理院タイル利用ソフト）
③ 地理院タイルダウンローダー
④ 地理院タイル（地理院地図のソース）を利用した Web サイトの構築マニュアル

2.1 地理院マップシート

地理院マップシートは，所在地の文字列情報から緯度経度を付与し，地理院地図に展開するためのデータ（*.kml，*.geojson）を作成できる Microsoft Excel をベースとしたツールで，地理院地図で作図した情報を読み込み管理することも可能である（図-1）．各行政機関において，地図 Web サイトの上載せ情報の作成に地理院マップシートを利用している実例がある．

平成 29 年度には，初期表示の段階で高さ情報を入力できるようにしたほか，エラーメッセージを追加する等，利便性を向上させる改良を行った．

図-1　地理院マップシートのイメージ

2.2 地理院マップメーカー2（地理院タイル利用ソフト）

地理院マップメーカー2 は，地理院タイルを背景に国土地理院の地理空間情報や各種のユーザーデータを取り込み，作図・編集・加工をすることができ，地図 Web サイト用上載せデータや災害対応用の大判出力図，記者発表用の配布資料を作成できるツールである（図-2）.

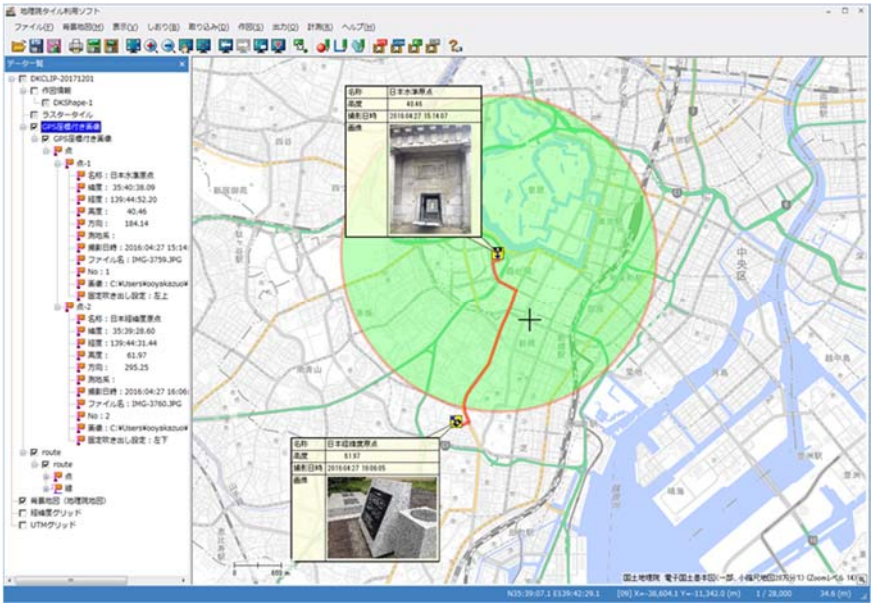

図-2　地理院マップメーカー2 の操作画面例

特徴的な機能は，以下のとおりである.

- Exif 画像，CAD（*.dxf，*.sfc），数値地形図（DM），シェープファイルといったユーザーデータ，地理院タイルや電子地形図等の地理院コンテンツの取り込み，編集ができる．また，位置座標のない空中写真等も簡易標定することで取り込みが可能である.
- Microsoft Excel ファイルの帳票データも住所文字列から緯度経度を付与し，取り込むことができる．標高や平面直角座標系，UTM 座標，UTM ポイントの付与もできる.
- 点・線・面・画像の属性情報を 8 方向に指定可能な吹き出しとして表示できる.
- Web サイト等に利用できる KML，GeoJSON，ラスタータイル形式での出力ができる.
- 小縮尺で印刷・出力範囲を指定し，印刷ダイアログ上で大縮尺のズームレベルに切り替えて印刷・画像切り出しができる．用紙サイズは，最大 A0 サイズまでの大判印刷ができる.
- 地理院タイルを別途用意することで，インターネット非接続環境での利用もできる.

2.3 地理院タイルダウンローダー

地理院タイルダウンローダーは，地理院タイルをインターネット経由で簡単に取得できるツールである（図-3）．このツールを利用して地理院タイルを取得することで，インターネット非接続環境においても地理院マップメーカー2 等の GIS で地理院タイルが利用できるようになる.

Web ブラウザ上の地図で取得範囲を指定し，プログラムを実行するだけという簡便な方法で，地理院タイルのダウンロードを可能とした．ダウンロード完了までの推定時間の表示や，ダウンロード中断後・データ更新後の差分取得機能など，利用者目線での仕様を取り込んでいる.

図-3　地理院タイルダウンローダーのイメージ

2.4 地理院タイル（地理院地図のソース）を利用した Web サイトの構築マニュアル

地理院地図のソースを利用した Web サイト構築マニュアルは，HTML の知識がほとんどなくても容易に外部公開向けの地図 Web サイトを構築できるよう構成している（図-4）．基本的なサイト構築を目的とした「初級編」と，アイコンの装飾やレイヤーによる階層化など多少高度な構築を目的とした「応用編」に分けて紹介している．

図-4　地理院地図のソースを利用した Web サイト構築マニュアル（抜粋）

3. 提供方法

これまでに紹介したツールは，提供を希望した行政機関に対し，ダウンロード URL 及び行政機関別に指定した ID とパスワードを通知し，インターネットを通じてダウンロード提供を行っている．

行政機関に対する各ツールの告知・紹介は，地方測量部等が開催する行政機関を対象とした説明会等，あるいは国土交通大学校における講義等を通じて行っている．

4. 利用状況

4.1 地理院タイル活用ツールのダウンロード数

行政機関における地理院タイル活用ツールの平成 29 年 4 月から 12 月までのダウンロード数は，表-1 のとおりである．

表-1　地理院タイル活用ツールダウンロード数（平成 29 年 4 月～12 月)

タイトル	ダウンロード数	備考
①　地理院マップシート	534	個人，民間利用を含めると 5,040
②　地理院マップメーカー2	2,064	
③　地理院タイルダウンローダー	241	
④　地理院タイルを利用した Web サイトの構築マニュアル	221	

4.2 地理院マップメーカー2 の利用事例

以下，地理院マップメーカー2 について特筆する利用事例を 2 件紹介する．

愛知県春日井市消防署が，中部地方測量部からの技術的な助言を基に，被災箇所の画像の上載せ等において，災害時に「地理院マップメーカー2」が有用であるという事例研究論文を作成している．この論文は，全国の消防救助隊員や都道府県消防防災関係者等に配布されるものである．

また，大阪市では，庁内の統合型 GIS にない住所文字列から緯度経度を取得する機能等について，「地理院マップメーカー2」で補完するというマニュアルを作成，利用している．

4.3 「地理院タイルを利用した Web サイトの構築マニュアル」を利用してサイトを公開している事例

平成 30 年 2 月までに本マニュアルを利用して構築・公開された地方公共団体の Web サイトが 2 例あり，共に都市計画用途地域等の情報を提供している．以下，URL を紹介する．

・ 坂井市 WebMap（福井県坂井市）
http://www.city.fukui-sakai.lg.jp/webmap/
図-5 を参照

・ 播磨町都市計画情報電子地図閲覧ページ
（兵庫県播磨町）
http://www.town.harima.lg.jp/misc/gis/map/#14/34.710291/134.865804/&ls=id_1&disp=1&lcd=id_1&vs=c1j0l0u0t0z0r0f0&d=vl

図-5　坂井市 WebMap 表示例（転載）

5. まとめ

「地理院タイル活用ツール」として提供を開始してから 1 年が経過し，徐々に行政機関の業務において電子国土基本図を有効に活用するためのツールとして浸透してきている．

今後も利用者の要望を取り入れ，利便性を高めるとともに，利用事例を把握し活用促進を図っていきたい．また，国土地理院内の各種業務でも活用いただきたい．

参考文献

藤村英範（2015）：地理院タイル目録を用いた地理院タイルの効率的な同期方法，国土地理院時報，127，89-97.

高桑紀之（2013）：地理院マップシートの開発，国土地理院時報，124，99-103.

渡辺亮佑，松本浩明，大矢和生（2017）：地理院タイル利用ソフトの開発について，第 27 回国土地理院技術報告会，37-40.

古地図コレクションサイトの改良について

実施期間　　平成 29 年度
地理空間情報部情報サービス課　中野　仁奈

1. はじめに

国土地理院では,過去の国土の姿を知るうえで貴重な古地図を地理資料として収集･保管している．地理資料は, 歴史的, 文化的または学術研究用の資料として各種イベントでの展示やホームページ「古地図コレクションサイト（http://kochizu.gsi.go.jp/）」での公開により一般の閲覧に供している．

古地図コレクションサイトについては，これまでも江戸時代から昭和初期に作製された伊能大図や国図等の 496 枚の地図を公開しつつ，学識経験者による解説文の追加や操作性を向上させるために画像を変更する等，利用者の要望に応えるべく改良を重ねてきた．

また，平成 30 年は明治元年から起算して 150 年目の節目に当たっており，明治以降の歩みを次世代に遺すことの重要性を考慮しつつ，政府全体の取組として「明治 150 年」関連施策が推進されている．国土地理院においては，この関連施策の 1 つとして，明治期の地図のデジタルアーカイブ化を行っている．

具体には，明治 13 年から明治 19 年にかけて関東平野・房総半島・三浦半島の地域を整備した「2 万分 1 迅速測図原図（フランス式彩色図）（以下「迅速測図原図」という.）」921 枚を新たに古地図コレクションサイトで追加公開した．さらに，伊能大図の索引部分には地理院地図を利用した索引図から検索できるよう改良を実施したので報告する．

2. 古地図コレクションサイトの公開数

改良前の古地図コレクションサイトでは，伊能大図 211 枚，日本図 16 枚，国図 59 枚等で合計 496 枚を公開していた．改良後は，迅速測図原図 921 枚を加えて合計 1,417 枚となり，コンテンツの充実を図った．

3. 改良の目的

迅速測図原図はこれまで国土地理院のホームページで紹介されていなかったため，貸与希望者は希望する図面を探すことができなかった．また迅速測図原図は，貸与希望者からの問合せも多く，図名を特定するまでの説明に職員が時間を要していた．伊能大図については古地図コレクションサイトで紹介していたが，地図を背景にした索引図がなかったため，図名と概略の位置からでしか検索できず利用上不便であった．このような状況を解消するために，古地図コレクションサイトで迅速測図原図の画像を追加するとともに，地図を背景にした迅速測図原図及び伊能図の索引図を作成し，利用者が容易に検索できる環境を作る必要があった．

また,「明治 150 年」関連施策の趣旨を考えると，明治期の地図をまとめて閲覧できるサイトの作成にも取り組む必要があった．

4. 改良内容

古地図コレクションサイトにおいて，カテゴリーを 2 つ追加した．追加したカテゴリーは,「迅速測図原図（フランス式彩色図)」と「明治期の地図」である．（図-1）．

「迅速測図原図（フランス式彩色図）」では，921 枚の原図を公開した．利用者が探したい場所を視覚的に特定できるように，地理院地図を背景とした索引図を作成した．なお，伊能大図の索引図についても，地理院地図を背景とする改良を実施した（図-2）．

また，もう 1 つの追加カテゴリー「明治期の地図」には，新たに追加した迅速測図原図と，これまで古地図コレクションサイトで公開していた明治時代に作製された分の 42 枚を合わせた明治期に作製された地図のすべてに対してリンクを設定し，閲覧できるようにした．これは，主に「明治 150 年」関連施策サイトからの利用者など，明治期の地図をまとめて見たい方々に利便性を感じていただくためである．

図-1　追加したカテゴリーのトップページ

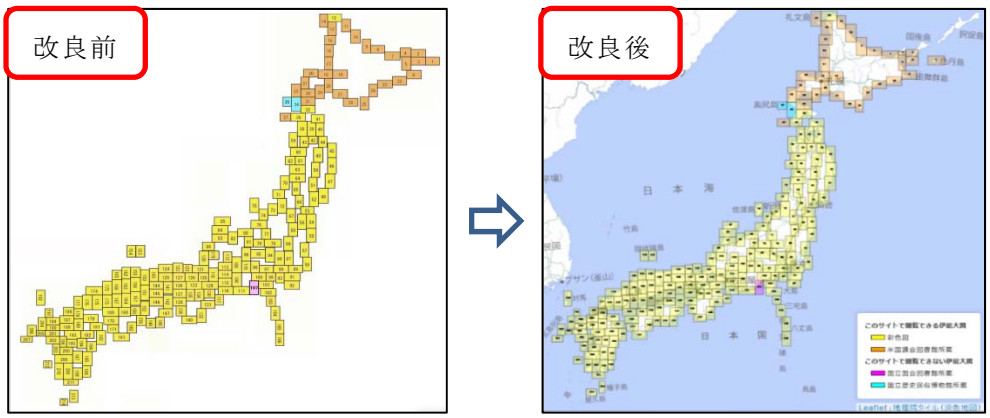

図-2　伊能大図の索引図（改良前後）

5. 今後

迅速測図原図を古地図コレクションサイトで公開することにより，貸与希望者自らが希望する地図を容易に探せることになる．利用者にとって検索方法が改善されたことに加え，これまで地図を探すために国土地理院に問合せる必要があったというハードルがなくなり，迅速測図原図の利活用促進につながるものと考えている． また，その副産物として担当職員の問合せ対応時間の短縮が図られることを期待する．

地理院タイルの利用状況分析と利用拡大に向けた取組

実施期間　平成 29 年度
地理空間情報部情報普及課　石塚　麻奈　髙野　悠
小島　脩平　出口　智恵

1. はじめに

情報普及課は，測量法，地理空間情報活用推進基本計画及び基本測量に関する長期計画に基づき，いつでも誰でも地理空間情報を入手・利活用できる環境の実現を目的として，国土地理院が整備する地形図や空中写真，主題図，災害情報等 2,000 以上のレイヤを「地理院タイル」としてインターネットを介して提供している．

地理院タイルは地理院地図で閲覧できるほか，国土地理院コンテンツ利用規約に従い，オープンデータとして地理院地図以外のシステムでも利用できる（一部のコンテンツには，測量法等に基づく承認手続きが必要）．地理院地図での利用にとどまらず，それぞれのニーズに合わせた機能を備えた地理院地図以外のシステムを通じて地理院タイルを十分に活用いただくことは，地理空間情報の活用推進の観点から極めて重要である．現在，地理院タイルは国や地方自治体のシステムから民間企業による GIS サービス，個人製作のスマホアプリまで多様なサービスで利用されている．本稿では，地理院タイルをより多様な分野で活用いただくため，地理院タイルの利用状況の分析と，その結果を踏まえた民間企業への広報活動やニーズの聞き取りなどの取組について報告する．

2. 地理院タイルの利点

地理院タイルとは，効率的なウェブ配信のために予め小区画のタイルに分割された地図データを指す．クライアント側で地図データを画面に表示する際，表示する範囲の地理院タイルのみを選択してダウンロードすることができ，サーバ側にもクライアント側にも負担をかけることなく高速な表示が実現される（図-1）．

地理院タイルは，一般的な仕様で多くのウェブ地図 API が対応している XYZ 方式を採用している．XYZ はそれぞれ，地図の表示倍率に相当するズームレベル（Z）と東西軸（X），南北軸（Y）を表しており，それらの数値により各タイルの座標を一意に指定することができる．

XYZ 方式の地図タイルを自由にスクロール可能な地図として利用するためのウェブ地図ライブラリや GIS ソフトウェアは，オープンソースのものを含め数多く存在する．そのため，独自にシステム開発をしなくてもこれらのプログラムを活用して，地理院タイルを地理院地図以外のシステムで利用することが可能である．

3. 地理院タイル利用状況の分析

2014 年 4 月から 2018 年 1 月にかけての地理院タイルのアクセス数推移を以下に示す（図-2）．アクセス数は右肩上がりで伸び続けており，2017 年 7 月には月間 20 億以上のアクセスを記録した．地理院タイルは地方自治体や公的機関の GIS システム，道路情報提供システム，気象情報提供サイト，登山関連サイトなど，地理院地図以外のシステムでも多く活用されており（図-3），毎月のタイルアクセス数のうち約 75%が地理院地図以外のシステムからのアクセスとなっている．

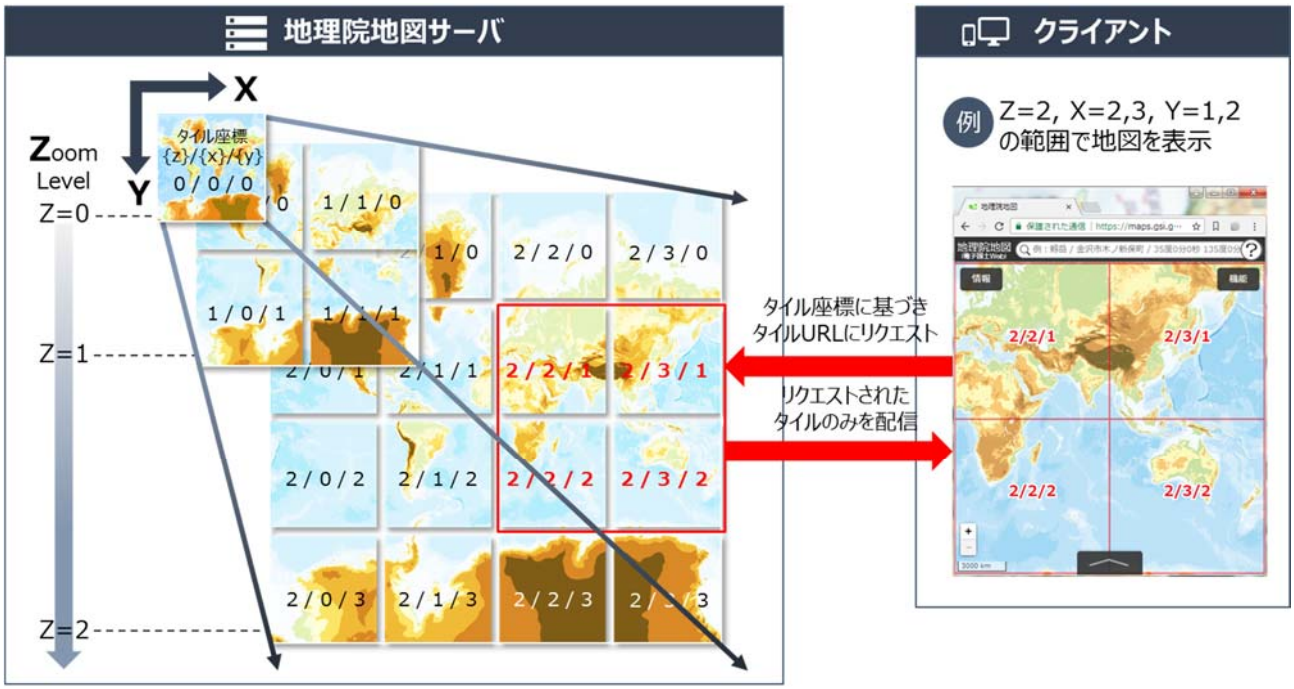

図-1　XYZ 方式の概略図

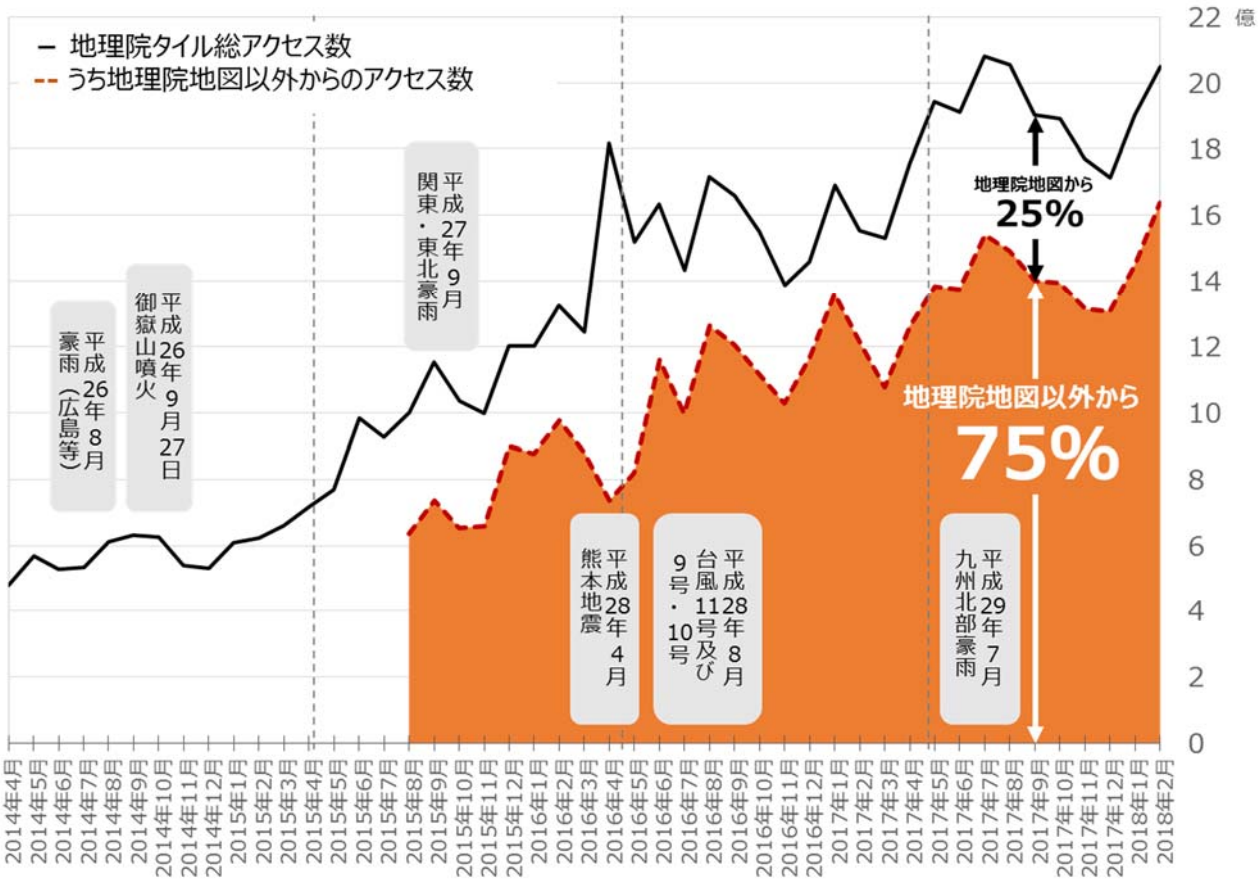

図-2　地理院タイルのアクセス数推移

（注：2015 年 7 月以前は地理院地図以外からのアクセス数を集計していない）

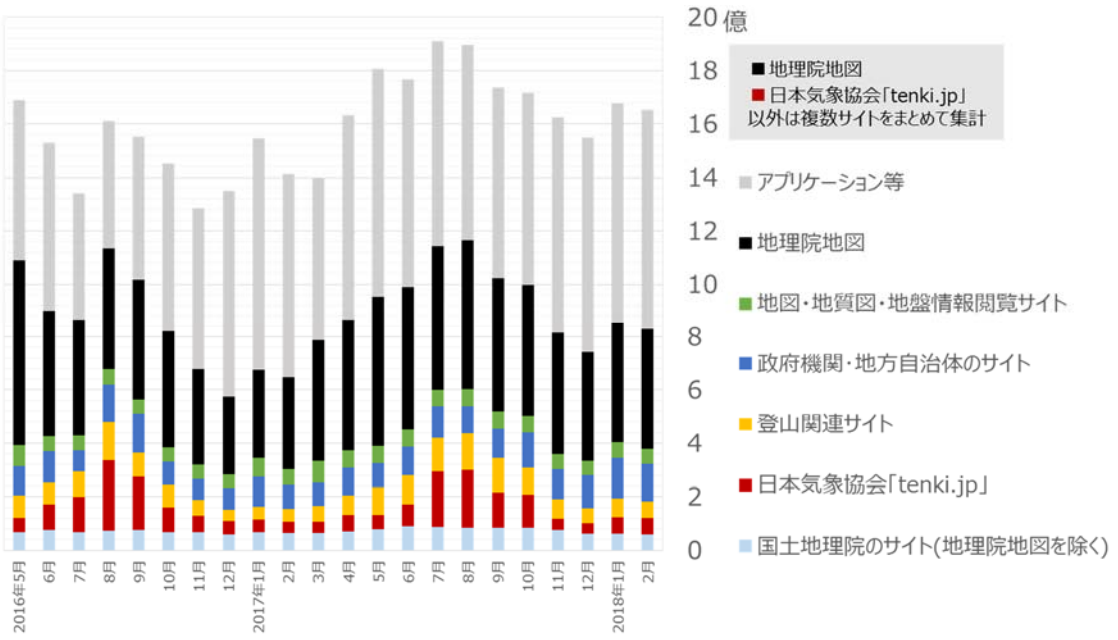

図-3　主なリファラ別地理院タイルアクセス数推移

地理院タイルを背景地図に使用しているシステム（以下「リファラ」という.）ごとのアクセス数の月別変化について分析を行った．その結果，リファラ別アクセス数は気象状況や災害の発生の影響を受けて増減しているものが多いことが判明した．具体例として，「地理院地図」に次いでアクセス数が多い日本気象協会「tenki.jp」のほか，県や地方整備局等が運営している道路情報提供システムの地理院タイルアクセス数についても同様の傾向が見られた．以下に事例を示す（図-4）．例えば 2016 年 8 月，9 月は連続的な台風の到来により北海道が大きな被害を受けた月であるが，それに伴い北海道開発局が運営する「北海道地区道路情報」からの地理院タイルアクセス数が増加している．2018 年 1 月は記録的な大寒波の到来により全国的に大雪となった影響で，各地方の道路情報提供システムからのアクセスがそれぞれ伸びている．

地理院タイルとして配信した災害情報が地理院地図以外のシステムに取り込まれ活用された例として，平成 28 年熊本地震において被災後の正射画像タイルが Google Crisis Response（https://www.google.org/crisisresponse/japan/maps?hl=ja）に取り込まれ，Google マップと重ね合わせて活用された事例がある．また，平成 29 年九州北部豪雨においては，宮崎県の GIS システム「ひなた GIS」（https://hgis.pref.miyazaki.lg.jp/hinata/hinata.html）が被災後の空中写真タイルを迅速に取り込み，福岡県の各被災自治体で活用された（宮崎日日新聞 2017 年 8 月 10 日 朝刊）．

4. 利用促進の取組

地理院タイル利用の更なる拡大のため，各分野のイベント・講演会にて広報活動を行った．活動を行うにあたり，特に新規利用者が増大する可能性が高い分野として気象分野に着目した．その理由として，3.の分析により気象分野での地理院タイル活用のポテンシャルの高さを感じられるものの，気象分野で地理院タイルのリファラ別アクセス数が高いサイトはまだ少なく，気象庁サイトを含め利用拡大の余地があることが挙げられる．実際，気象庁は地図を背景とした気象情報をウェブ配信している中で，その背景地図まで自ら維持管理することに負担を感じているという声を担当者からいただいており，当課の利活用促進の方向性と共通する部分が多く，地図データと気象データは相乗的な利用拡大が期待できることから，気象庁との連携を深めながら効果的に利用拡大を図った．

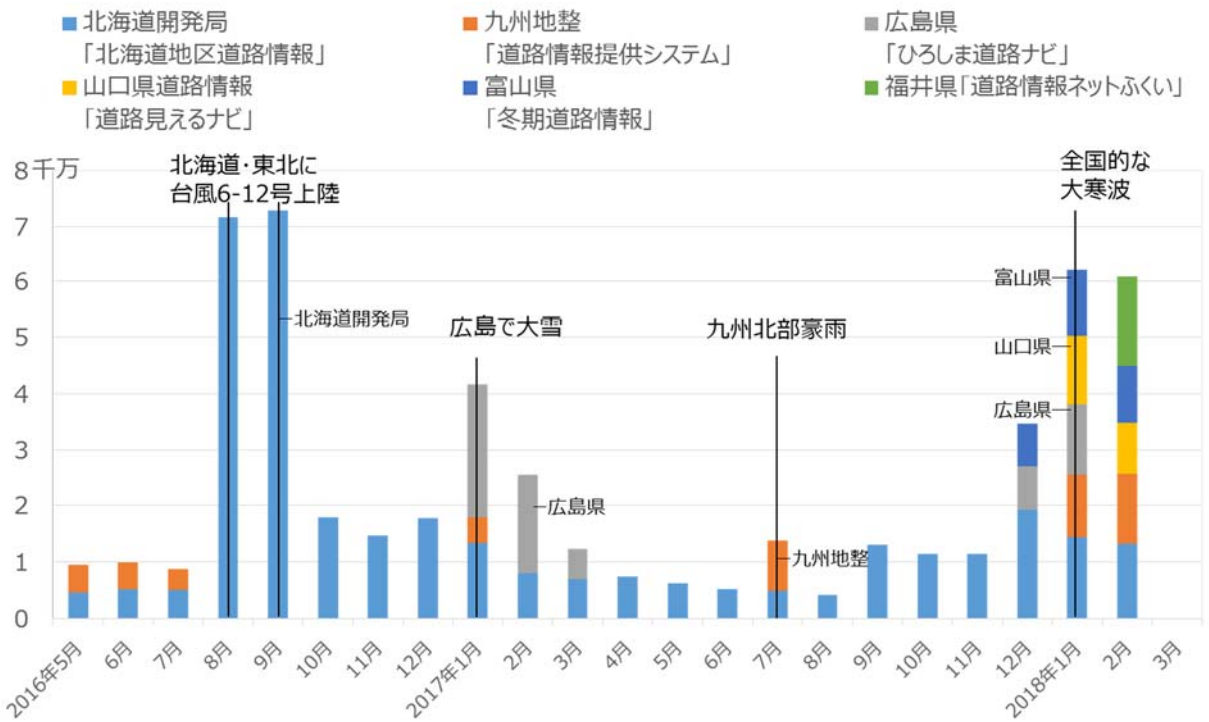

図-4　道路情報提供システムの地理院タイルアクセス数推移事例

具体的には，気象庁主催のイベントをはじめとする気象分野の企業が出展を行う展示会やイベントに参加し，地図を活用したシステム開発を行っている企業での地理院タイル利用の可能性を探ると共に，地理院タイルについてカラフルなデータと重ね合わせがしやすい淡色地図や，データ分析に利用可能な地形情報の標高タイル，台風・豪雨などの災害時に有用である指定緊急避難場所など気象分野との親和性が高いと思われるタイルに重点を置いて紹介を行った．また，地理院タイルの紹介に加えて，地理院タイルに関する技術者向けの情報・意見交換の場である地理院地図パートナーネットワーク会議への参加誘導を行っており，実際に平成 29 年 11 月の第 8 回地理院地図パートナーネットワーク会議には気象分野の 3 社に新たにご参加いただいた．なお，同パートナーネットワーク会議において，気象庁職員から気象庁における地理院タイルの利用について発表いただいている．

なお，地理院タイルを紹介する中で，「注記のない標準地図がほしい」「各ズームレベルによって全体の色味が変わらないデザインにしてほしい」等の理由から，地図のデザインを変更可能な「ベクトルタイル」に対する期待の声をいただいており，ベクトルタイルが正式に事業化することで地理院タイルの更なる利用拡大が見込まれる．

地理院タイル利用拡大の取組は今後も継続して行っていく．平成 29 年度末には新たな広報資料として各地理院タイルの特徴を記載した「地理院タイル解説書」を作成した．今後の取組に活用していきたい．

参考文献

国土地理院（2017a）: 地理院タイル仕様, http://maps.gsi.go.jp/development/siyou.html （accessed 23 Feb. 2018）.

国土地理院（2017b）: ベクトルタイルとその提供実験について, https://maps.gsi.go.jp/development/vt.html（accessed 23 Feb. 2018）.

宮崎日日新聞: 「ひなた GIS」現地で活用　2017 年 8 月 10 日　朝刊