

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 8 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350428

研究課題名(和文) 数値標高モデルから作成されるステレオ画像の変動地形研究への適用

研究課題名(英文) Topographic anaglyphs produced from digital elevation model and its application to tectonic geomorphology

研究代表者

後藤 秀昭 (Goto, Hideaki)

広島大学・文学研究科・准教授

研究者番号：40323183

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)： 詳細な数値標高モデルから作成される実体視可能なステレオ画像を変動地形研究で本格的に利用するとともに、それを用いた研究の展開を図ることを目的とした。具体的には、数値標高モデルから作成したステレオ画像を既存の活断層図と重ねて表示させ、網羅的に活断層地形判読を行い、既存の活断層図との違いを検討した。その結果、函館平野東縁、筑後平野北部、鈴鹿山脈西縁、砺波平野、関東平野、石狩平野、讃岐平野、熊本平野など多数の平野において変位地形を新たに見出した。その他、人工改変前の空中写真を用いて、地形モデルを作成し、それを用いてステレオ画像の作成を行うことで、高精度に合理的な変位量を測定する方法の検討を行った。

研究成果の概要(英文)： Topographic anaglyph images were viewed with red-cyan glasses enable to recognize topographic relief features easily. The aim of this study was to introduce topographic anaglyph images produced from detailed digital elevation model (DEM). The extensive area of anaglyph produced from detailed DEM is advantageous for identifying broad tectonic geomorphology near a coastal area, as well as in urban areas, to view 'naked' topography exaggerated vertically. DEM have been indispensable data for identifying fault traces and measuring the amount of recent active faulting. However, some of the DEM produced by Air-boned / Terrestrial LiDar are difficult to observe the tectonic geomorphology because of artificial modification, or because its density is too sparse. In this study, we attempt to construct DSM by using SfM (Structure from Motion) - MVS (Multi-View Stereo) with old aerial photographs as well as Hi-view photographs by a compact digital camera.

研究分野：地形学

キーワード：活断層 変位地形 地理情報システム 数値標高モデル

## 1. 研究開始当初の背景

航空レーザー測量など精密な測量によって作成される数値標高モデル (DEM) が今世紀に入って急速に整備されるようになり、変動地形学の研究でも利用が進みつつある (中田ほか, 2008 など)。そのうち, DEM を基にして空中写真と同様に実体視が可能な画像 (ステレオ画像) にする方法が広く検討され, その可能性について議論されている (後藤・中田, 2011; 岩橋ほか, 2011 など)。京都市街地や名古屋市街地などの都市部のみならず, 越後平野など伏在活断層の分布域とされていた場所においても, 明確な変動地形が新たに見出され, その手法の有効性が示されつつある (後藤・杉戸, 2012 など)。すなわち, 人工構造物や植生を取り除いた地形のみに注目した DEM を用いて, 過高感を極めて強くし, 多様なスケール (数十万分の 1 から数千分の 1) の地形をシームレスに一つの画像で判読できる特性が, 空中写真とは大きく異なる特性であることから, これまでとは全く異なった地形解釈を可能としているといえる。この特性を生かし, 日本列島全体の活断層分布の再検討が広く求められている。

一方で, 対象としている地形と比べて DEM の解像度が荒いため分析できなかつたり, 人工改変によって対象としている地形が消失しているために, 地形調査をあきらめることや, DEM の作成を専門の業者に依頼することがある (後藤, 2013)。解像度の高い地形モデルを手軽に作成できることや, 通常の活断層地形の判読に用いているような古い撮影年代の空中写真から地形モデルが作成できることは, 活断層研究や地形研究の発展に重要と考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究は, 詳細な数値標高モデル (DEM) から作成される実体視可能なステレオ画像を変動地形研究で本格的に利用するとともに, それを用いた研究の展開を図ることを目的とする。具体的には DEM から作成したステレオ画像を用いて地形判読を行い, 全国の平野部の活断層分布の刷新を試みる。

また, 人工改変前の地形モデルを作成し, それを用いて実体視可能なステレオ画像の作成を行うことで, 三次元で観察可能な高解像度な変位地形を作成し, 合理的な変位基準から客観的な変位量を測定する方法の検討を行う。

## 3. 研究の方法

### (1) ステレオ画像の作成

本稿で用いた陸上の DEM は, 国土地理院整備の 5m 間隔の DEM すべてであり, その不足地域には 10m 間隔の DEM を用いた。5m 間隔の DEM は国土の約 45% が整備されており, 平野部のほとんどを含んでいる。一方, 海域の DEM は後藤 (2013) の作成した M7000 DEM とした。これらの地形データをフリーウェアの

Simple DEM Viewer に読み込み, 地形アナグリフを作成した。地形表現には傾斜角をモノクロで表現したものに, 陰影表現を補助的に加えたものとした。微細な地形を読み解けるよう傾斜角 5 度以下の小さな起伏が強調されるように設定した。20 万分の 1 地勢図の 4 図郭を基本として作成し, 範囲を重複させて, 地形や断層の連続性を捉えやすくした。縦横 30,000 ピクセル程度の画像ファイルを日本全国で 65 枚作成した。また, 中田・今泉編 (2002) の断層線をテクスチャマップとして重ねて表示したものも作成した。

さらに, 定率の縮尺でシームレスに閲覧できるようにするため, web ブラウザで閲覧できる画像に変換した。これにより, 一般的な地図と重ね合わせて地形アナグリフを表示することもできるようになった。

### (2) 高解像度地形データの生成

本研究では, 撮影年代の古い空中写真および, ポールの先端に取り付けたカメラ (Hi-View: 中田ほか, 2009) で撮影した写真と, SfM (Structure from Motion) ソフトウェアを用いて数値表層モデル (DSM: Digital Surface Model) の作成を試みた。本研究では近年急速に普及しつつある SfM ソフトウェア (Agisoft 社 PhotoScanPro) を用いて検討を行った。

## 4. 研究成果

地形ステレオ画像を判読して新たに見出された変動地形について以下の (1) ~ (5) で記載し, (6) では高解像度な地形データの作成に関する研究成果を記す。

### (1) 地形ステレオ画像の判読結果の概要

ステレオ画像を用いて活断層地形判読を行い, 既存の活断層図との違いを検討した。既存の活断層図と GIS で重ねて表示させ, 網羅的・系統的に地形判読を行った結果, 函館平野東縁, 筑後平野北部, 鈴鹿山脈西縁, 砺波平野, 関東平野, 石狩平野, 熊本平野, 讃岐平野など多数の平野において変位地形を新たに見出した。函館平野東縁については後藤 (2013) で記載し, 筑後平野については, 堤ほか (2014) および千田ほか (2014), 鈴鹿山脈西縁については水本ほか (2014), 砺波平野については後藤ほか (2015a; 2015b), 関東平野については後藤 (2015) で公表した。また, 石狩平野については水本ほか (2015) として日本地理学会の 2015 年春季学術大会で発表した。熊本平野と讃岐平野について未公表であり, 以下の (2) と (3) でそれぞれ簡潔に記述する。また, 地形研究で重要な地域である関東平野については (4) と (5) で簡単に報告する。

これらの変動地形は, 平野部の縁に限ったり, 平野部の主要な構成要素をなす小地形を形成しており, 地形発達に与えた影響は小さくないと考えられる。また, 首都などの都市

の内部や都市の周辺に位置する活断層が多く、我が国の地震防災を検討する上でも重要な発見であると考えられる。

#### (2) 熊本市街地付近の変動地形

熊本平野では熊本市街地が広がる段丘面を横切って北西-南東方向に延びる撓曲崖が新たに2条、認められた。熊本市中区大江町から江津湖付近と通るトレースと中区渡鹿町付近から健軍を通して東区東本町にいたるトレースである。いずれも、河川の流向方向に直交する向きに延びる南西側低下の撓曲崖である。撓曲崖の低下側の地形面は隆起側の地形面と同様に河川の流向方向と同じ向きに傾斜しているところがほとんどで、撓曲崖とする崖が河食によって形成されたとは考えにくい。また、撓曲崖の隆起側近傍で、上流方向に傾動する地形面が確認できる場所があり、断層変位に伴う変形と考えられる。この撓曲崖は、新旧の河成地形面を横断しており、変位量は累積的である。なお、この付近を流れる白川は、撓曲崖よりも上流で先入蛇行しており、段丘面形成以降の隆起が推定される。

#### (3) 讃岐平野中央部付近の変動地形

讃岐平野の南縁に東西に分布する長尾断層の北に段丘面を南落ちに変位させる断層が香東川の両岸に延びており、一部で左横ずれの河谷の屈曲が確認できる。香東川右岸では、2万5000分の1都市圏活断層図「高松南部」で推定断層とされているものもあるが、市宮池やその南の新池の東西両岸など2-3km程度の区間、断層崖が認められる。また、香東川より西では、木津川左岸の挿頭山南麓の断層崖が明瞭であり、滝宮付近まで約6kmの断層崖が連続する。

#### (4) 首都周辺の武蔵野台地の変動地形

地形アナグリフでは空中写真で判読が困難な都市部や長波長な変形を捉えやすい(後藤・杉戸, 2012)。首都周辺の武蔵野台地とその周辺の変動地形を再検討した結果、変動地形が新たに認められた。

地形アナグリフでは武蔵野台地の北部に北西-南東方向に連続する長波長の凸型斜面が認められる(ここでは武蔵野撓曲帯と呼ぶ)。武蔵野撓曲帯は入間川から柳瀬川にかけての武蔵野面群や立川面で最も明瞭で、段丘面を跨いで凸型斜面が連続する。武蔵野撓曲帯の斜面の傾斜角はその上流と下流の地形面のそれに比べて有意に大きい。上流側、下流側ともに北東に傾斜しており、一連の扇状地性の地形面として対比されている(廣内, 1999)。なお、武蔵野撓曲帯は貝塚(1957)が断面図や等高線を用いた扇状地面の復元図から推定した変動地形の位置とほぼ一致し、杉山ほか(1999)にある「傾動」の向きと位置が似ている。

一方、これらの南にある海成面の淀橋台、

荏原台の東部は南東に傾斜しており、杉山ほか(1999)では「傾動」とされている。地形アナグリフでは、これらの間に分布する河成面である目黒台の南東部で南東に傾斜を強めていることが判読される。一方、本郷台や豊島台では淀橋台の北東延長付近で上流に比べ緩傾斜の区間が認められ、逆傾斜させる地殻変動が示唆される。本郷台から下末吉面にかけて北東-南西方向に延びる背斜状の変形が分布している可能性があることがわかった。

#### (5) 下総台地の変動地形

下総台地は関東構造盆地の海湾(古東京湾)に堆積した下総層群からなり、関東造盆地運動の影響を受けながらも太平洋側に向かって高くなる特徴を有する。より細かく見れば、東京湾北東縁に沿った東京湾北縁撓曲帯やそれにほぼ並走する習志野隆起帯、それらと直交する向きの北北東-南南西方向に延びる八街隆起帯などの変形が知られている(貝塚・松田, 1982; 杉山ほか, 1997)。

本研究で作成した地形アナグリフでは、これらの地形を容易に認識することができる。房総半島では東金以南では太平洋側から東京湾に向かって北~北東への傾動が顕著であり、これに伴って九十九里浜方向に流下する河川による争奪地形の連続が確認できる。東金より北東の下総台地は波長の20km程度の背斜状の変形(八街隆起帯)が認められ、四街道から北西には習志野隆起帯から東京湾北縁方向の南西への傾動が認められる。

一方、これらの隆起帯の接合分付近(東金のやや南付近)から習志野隆起帯の南東部の隆起軸付近にかけて、西北西-東南東~北西-南東方向の南西落ちの低崖が数条、断続的に分布するのが新たに認められた。いずれもMIS5eに対比される下総上位面上に延びており、低断層崖と考えられる。この低断層崖は、大局的には東京湾の北東縁を囲むように配置しており、比高5m以下で東京湾側に階段状に低下している。

房総半島の東金以南の傾動と八街隆起帯の境付近に延びる低断層崖に沿っては低下側の変形が顕著であり、正断層による変位地位と似た形態を示す。この断層は変形様式が大きく変化する付近に発達した裂け断層(tear fault)か、東京湾北縁断層の左横ずれ断層に伴う変位、変形の可能性があることがわかった。

#### (6) 高解像度な地形データの生成

本研究では、四国東部の中央構造線活断層帯父尾断層(上喜来地区)を対象に、1970年代に撮影された空中写真を用いて地形モデルを生成した。この付近には段丘面を変位させる明瞭な断層地形が発達している(岡田, 1973など)が、徳島自動車道が建設され、断層地形は大きく改変されている

国土地理院が1974年に撮影した空中写真

のネガフィルムを 20 $\mu$ m (1,270dip) の解像度でスキャンした画像 2 枚を Agi Soft 社製の Photoscan Pro に読み込み、簡易な方法でモデルを生成した後、地理院地図のオルソ写真から位置を評定して取得した 11 点の地理情報(緯度, 経度, 標高)を GCP に設定した。一方の写真に GCP を配置すると、ペアになる画像には自動的に GCP が配置されるが、精度をあげるために、一部は手動で微修正を行った。その後、設定した GCP をステレオペア作成の基準として、高密度なモデルを生成させた。その結果、基盤地図情報の 5m メッシュ間隔の DEM とほぼ同等の測量が可能なモデルを作成することができた。

また、ポールカメラで撮影した写真を用いた検討も行った。数 m のポールの先端にカメラを取り付けて地形を撮影する方法は、超低空とはいえ、地上撮影よりも俯瞰した写真の撮影が可能である(Hi-View:中田ほか, 2009)。本研究では、SfM ソフトウェアで地形モデルを作成するために、ポールの先端に GPS ユニットを取り付けたカメラを設置し、地上写真を撮影した。カメラには APS-C サイズのセンサーがついた 18.5mm の単焦点コンパクトカメラ Nikon Coolpix A と同社の GPS ユニット(GP-1A)を使用した。

和泉山脈南麓の中央構造線活断層帯根来断層(岩出市原地区)の横ずれ地形が見られる谷を対象に谷底を取り囲むように歩いて、10 秒間隔に約 80 枚の写真を撮影した。これらの写真を Photoscan Pro に取り込み、写真の Exif に記録された GPS データと地理院地図にあるオルソ写真から位置を評定して取得した 4 点の地理情報を使用して、地形モデルを作成した。その結果、東西約 80m, 南北約 60m の範囲の地形モデルが生成され、約 5cm 間隔の DSM とオルソ地図が出力できた。なお、写真の Exif に記録された GPS データを削除すると、同様の手順では良好な結果が得られなかった。

本研究での検討の結果、写真測量に不慣れた研究者でも、地形研究に利用可能な詳細なモデルを容易に作成できることがわかった。また、これまでより極めて解像度が高く、人工改変前の自然地形に近いものをまさに手に取るように見ることができるようになり、地形研究においては極めて重要な手法であることがわかった。今後の標準的な手法となることが予測され、本研究はその先駆的なものと位置づけられる。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 17 件)

- ①Goto, H., Extensive Area Map of Topographic Anaglyphs Covering Inland and Seafloor from Detailed Digital Elevation Model for Identifying Broad Tectonic Deformation, Kamae, K ed., Earthquakes, Tsunamis and Nuclear Risks: Prediction and Assessment Beyond

the Fukushima Accident., 査読有, 2016, 65-74

- ②Kumamoto, T., Fujita, M., Goto, H., Nakata, T., Examination of the Correlation Between Tectonic Landforms and Shallow Subsurface Structural Datasets for the Estimation of Seismic Source Faults, Kamae, K ed., Earthquakes, Tsunamis and Nuclear Risks: Prediction and Assessment Beyond the Fukushima Accident., 査読有, 2016, 3-30
- ③Angster, S., Wesnousky, S., Huang, W., Kent, G., Nakata, T. and Goto, H., Application of UAV Photography to Refining the Slip Rate on the Pyramid Lake Fault Zone, Nevada, Bulletin of the Seismological Society of America, 査読有, 2016, 106, 785-798
- ④泉 紀明・西澤あずさ・堀内大嗣・木戸ゆかり・後藤秀昭・中田 高, 南西諸島海溝周辺の 3D 海底地, 海洋情報部研究報告, 査読有, 2016, no. 53, 133-148, 付図
- ⑤水本匡起・後藤秀昭・中田 高・松田時彦・田力正好・松浦律子, 富士川谷の身延断層に沿った新期断層地形の発見とその意義, 活断層研究査読有, 2016, no. 44, 印刷中
- ⑥泉 紀明・西澤あずさ・及川光弘・木戸ゆかり・後藤秀昭・渡辺満久・鈴木康弘・中田 高, 150m グリッド DEM から作成した伊豆・小笠原海溝周辺の 3D 海底地形, 海洋情報部研究報告, 査読有, 2015, no. 52, 140-157
- ⑦後藤秀昭, SfM (Structure from Motion) - MVS (Multi-View Stereo) 技術を用いた変位地形の数値表層モデルの作成と変位量の計測-1970 年代撮影の空中写真およびポールカメラの写真を用いた検討-, 活断層研究, 査読有, 2015, no. 42, 73-83
- ⑧池田倫治・辻智大・後藤秀昭・堤浩之・興津昌宏・柳田誠・大野裕記・西坂直樹, 四国中央部の中央構造線断層帯川上断層東端部における群列ポーリング調査, 地質学雑誌, 査読有, 2015, vol. 121, 403-419
- ⑨廣内大助・松多信尚・杉戸信彦・熊原康博・石黒聡士・金田平太郎・後藤秀昭・楮原京子・中田 高・鈴木康弘・渡辺満久・澤祥・宮内崇裕・2014 年神城断層地震変動地形調査グループ, 糸魚川-静岡構造線北部に出現した 2014 年長野県北部の地震(神城断層地震)の地表地震断層, 活断層研究, 査読有, 2015, no. 43, 149-162
- ⑩後藤秀昭, 海陸を統合した広域ステレオ地形画像を用いた変動地形学的研究-関東平野南部と南西諸島中部周辺を事例に-, 広島大学大学院文学研究科論集特輯号, 査読無, 2015, no. 75, 87p
- ⑪内山庄一郎・中田 高・井上 公・熊原康博・杉田 暁・井筒 潤・後藤秀昭・福井弘道・鈴木比奈子・谷口 薫, 小型 UAV と SfM ソフトウェアを用いた断層変位地

形把握の試みー根尾谷断層水鳥断層崖を例にー, 活断層研究, 査読有, 2014, no. 40, 35-42

- ⑫ 泉 紀明・西澤あずさ・堀内大嗣・木戸ゆかり・中田 高・後藤秀昭・渡辺満久・鈴木康弘, 3秒グリッドDEMから作成した日本海東縁部の3D海底地形, 海洋情報部研究報告, 査読有, 2014, no. 51, 127-144
- ⑬ 水本匡起・吾妻 崇・堤 浩之・後藤秀昭・田力正好・中田 高・松田時彦, 鈴鹿西縁断層帯の後期更新世以降の断層活動ー微小変位地形と地下構造探査結果の整合性ー, 地学雑誌, 査読有, 2014, vo.123, 721-732
- ⑭ 後藤秀昭, 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフー解説と地図一, 広島大学大学院文学研究科論集特輯号, 査読無, 2014, no. 74, 103p., 別冊 68p.
- ⑮ 池田倫治・堤 浩之・後藤秀昭・西坂直樹・大野裕記・柳田 誠, 四国北西部の中央構造線活断層帯川上断層の東部における完新世後期の活動履歴, 活断層研究, 査読有, 2014, no. 40, 1-18
- ⑯ 石黒聡士・杉戸信彦・後藤秀昭・鈴木康弘・廣内大助・堤 浩之・Enkhtaivan, E.・Batkhisig, O., CORONA画像の実体視判読に基づく1957年Gobi-Altai地震の地表地震断層の認定, 活断層研究, 査読有, 2014, no. 40, 19-34
- ⑰ 後藤秀昭, 等深線データから作成した日本列島周辺の海底地形アナグリフー解説と地図一, 広島大学大学院文学研究科論集特輯号, 査読無, 2013, no. 73, 72p.

[学会発表] (計 10 件)

- ① 後藤秀昭, 下総台地面上に認められる変動地形ー数値標高モデルから作成したステレオ画像による再検討ー, 日本地理学会 2016 年春季学術大会, 2015 年 3 月 21-22 日, 早稲田大学 (東京都新宿区)
- ② Goto, H., High-resolution Mapping of Fault Geomorphology Using “Structure from Motion - Multi - View Stereo” Photogrammetry with Aerial Photography of UAV and Hi-view, XIX INQUA Congress, 2015 年 8 月 1 日, 名古屋国際会議場 (名古屋市)
- ③ 後藤秀昭, 数値標高モデルから作成した全国詳細ステレオペア画像を用いた地形判読ー武蔵野台地とその周辺の変動地形の再検討ー, 日本地理学会 2015 年春季学術大会, 2015 年 3 月 28-29 日, 日本大学 (東京都世田谷区)
- ④ Goto, H., Sugito, N. and Nakata, T. Geomorphic Evidence for Active Faulting on Deep Seafloor around Japan Islands Hokudan 2015 International Symposium on Active Faulting, 2015 年 1 月 12-15 日, Awaji Yumebutai International Conference Center (淡路市)

- ⑤ Goto, H., Detailed Topographic Anaglyph Images in and around Japan for Active Fault Research Produced from Digital Elevation Model, Hokudan 2015 International Symposium on Active Faulting, 2015 年 1 月 12-15 日, Awaji Yumebutai International Conference Center (淡路市)
- ⑥ Goto, H., Detailed Topographic Anaglyph Images in and around Japan Island Produced from Digital Elevation Model International Symposium on Earthquake, Tsunami and Nuclear Risks after the accident of TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Stations, 2014 年 10 月 30 日, 京都大学 (京都市)
- ⑦ 後藤秀昭, 日本列島と周辺海域を統合したDEMから作成した詳細地形アナグリフの作成とその意義, 日本活断層学会 2014 年度秋季学術大会, 2014 年 10 月 17-18 日, 東北大学 (仙台市)
- ⑧ 後藤秀昭, SfM (Structure from Motion) ソフトウェアを用いた数値表層モデルの作成ー変位地形を撮影した 1970 年代の空中写真およびポールカメラの写真を用いた検討ー, 日本地理学会 2014 年春季学術大会, 2014 年 3 月 27-28 日, 国士舘大学 (東京都世田谷区)

- ⑨ Goto, H., T. Nakata, M. Watanabe, Y. Suzuki, N. Izumi, A. Nishizawa, D. Horiuchi, and Y. Kido, Future earthquake source faults on deep sea-floor around the Boso triple plate junction revealed by tectonic geomorphology using 3D images produced from 150 meter grid DEM, AGU, 2013 年 12 月 12 日, San Francisco (アメリカ合衆国)
- ⑩ Goto, H. and Sugito, N., Fault Geomorphology Interpreted Using Stereoscopic Images Produced from Digital Elevation Models, IGU Regional Conference Kyoto 2013, 2013 年 8 月 6 日, 京都国際会議場 (京都市)

[図書] (計 9 件)

- ① 後藤秀昭・岡田真介・楳原京子・杉戸信彦・平川一臣, 国土地理院技術資料 D1-No. 728, 1:25,000 都市圏活断層図「高岡」, 2015 年, 地図 1 葉
- ② 岡田篤正・金田平太郎・後藤秀昭・澤 祥・八木浩司, 国土地理院技術資料 D1-No. 729, 1:25,000 都市圏活断層図「舞鶴」, 2015 年, 地図 1 葉
- ③ 後藤秀昭・岡田真介・楳原京子・杉戸信彦, 国土地理院技術資料 D1-No. 736, 1:25,000 都市圏活断層図 砺波平野断層帯とその周辺「高岡」解説書, 2015 年, 22p.
- ④ 後藤秀昭・岡田真介・中田 高・八木浩司, 国土地理院技術資料 D・1-No. 720, 1:25000 都市圏活断層図「背振山」, 2014 年, 地図 1 葉

- ⑤堤 浩之・後藤秀昭・中田 高・平川一臣・八木浩司，国土地理院技術資料 D・1-No. 720，1：25000 都市圏活断層図「甘木」，2014 年，地図 1 葉
- ⑥千田 昇・堤 浩之・後藤秀昭，国土地理院技術資料 D1-No. 722，1：25,000 都市圏活断層図警固断層帯とその周辺「福岡（改訂版）」「甘木」「背振山」解説書，2014 年，26p.
- ⑦金田平太郎・後藤秀昭・中田 高・廣内大助・松多信尚・小荒井衛，国土地理院技術資料 D・1-No. 640，1：25000 都市圏活断層図「相馬」，2013 年，地図 1 葉
- ⑧後藤秀昭・金田平太郎・熊原康博・平川一臣・松多信尚・小荒井衛，国土地理院技術資料 D・1-No. 640，1：25000 都市圏活断層図「南相馬」，2013 年，地図 1 葉
- ⑨金田平太郎・後藤秀昭・廣内大助，国土地理院技術資料 D1-No. 643，1：25,000 都市圏活断層図双葉断層帯とその周辺「亘理」「相馬」「南相馬」解説書，2013 年，18p.

[その他]

ホームページ等

<http://home.hiroshima-u.ac.jp/~hgis/HideakiGOTO/home.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

後藤 秀昭 (Goto, Hideaki)

広島大学・大学院文学研究科・准教授

研究者番号：40323183

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし