

海陸シームレス地質情報集「相模湾沿岸域」

中島 礼¹⁾

1. はじめに

産総研地質調査総合センターでは、平成19年に発生した能登半島地震と中越沖地震の震源が浅海の沿岸域に位置していたことを重視し、浅海から平野にわたる沿岸域における地質情報の整備を目的とした「沿岸域の地質・活断層調査(沿岸域プロジェクト)」を平成20年より開始した。国内の沿岸域は、地震や活断層、津波などによる地質災害の影響が大きい地域であるとともに、私たちの生活や産業においても重要な場所である。そこで地質調査総合センターでは、沿岸域に分布する活断層や軟弱地盤などによる地質災害リスクの軽減や私たちの生活や産業の基盤となる地盤情報の整備、そして地質調査の技術開発を目的とし、沿岸域に特化した調査・研究を開始した。令和3年5月には経済産業省による「第3期知的基盤整備計画」が策定され(経済産業省, 2021)、その中の重点分野である「地質情報」の

「防災・セキュリティ」の課題に沿岸域プロジェクトは組み込まれている。地質調査総合センターでは、国土の持続可能な利用と強靱な社会の実現に向け、知的基盤整備としての本プロジェクトを進めているところである。

沿岸域の地質・活断層調査では、陸域での野外地質調査やボーリング調査、反射法地震探査、海域での音波探査や堆積物調査、海陸にわたっての重力異常や空中磁気の物理探査など、多様な手法を用いることで、海域から陸域へのシームレスな地質情報を整備している。これまでに、平成22年度には能登半島北部沿岸域(岡村ほか, 2010)、平成23年度には新潟沿岸域(岡村ほか, 2011)、平成25年度には福岡沿岸域(岡村ほか, 2013)、平成26年度には石狩低地帯南部沿岸域(岡村ほか, 2014)、平成28年度には駿河湾北部沿岸域(産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2016)の海陸シームレス地質情報集を整備してきた(第1図)。その後、新たに大都市圏沿岸域における地質・地盤情



第1図 沿岸域の地質・活断層調査のこれまでの調査地域。

1) 産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門

キーワード：海陸シームレス地質情報集、相模湾沿岸域、足柄平野、相模平野、大磯丘陵、三浦半島、沿岸域の地質・活断層調査、知的基盤整備

報の整備を行うため、平成26年度から28年度にかけて、房総半島東部と相模湾を調査域とした関東平野南部沿岸域の調査・研究を実施した。令和元年度には海陸シームレス地質情報集「房総半島東部沿岸域」(産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2018)を公開した。そして今回、海陸シームレス地質情報集「相模湾沿岸域」(産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2021)を整備したので、ここに概要を解説する。今後、これらの調査成果は活断層評価、地震動予測をはじめ、地質災害の軽減や環境評価、産業立地などに活用されることを期待する。

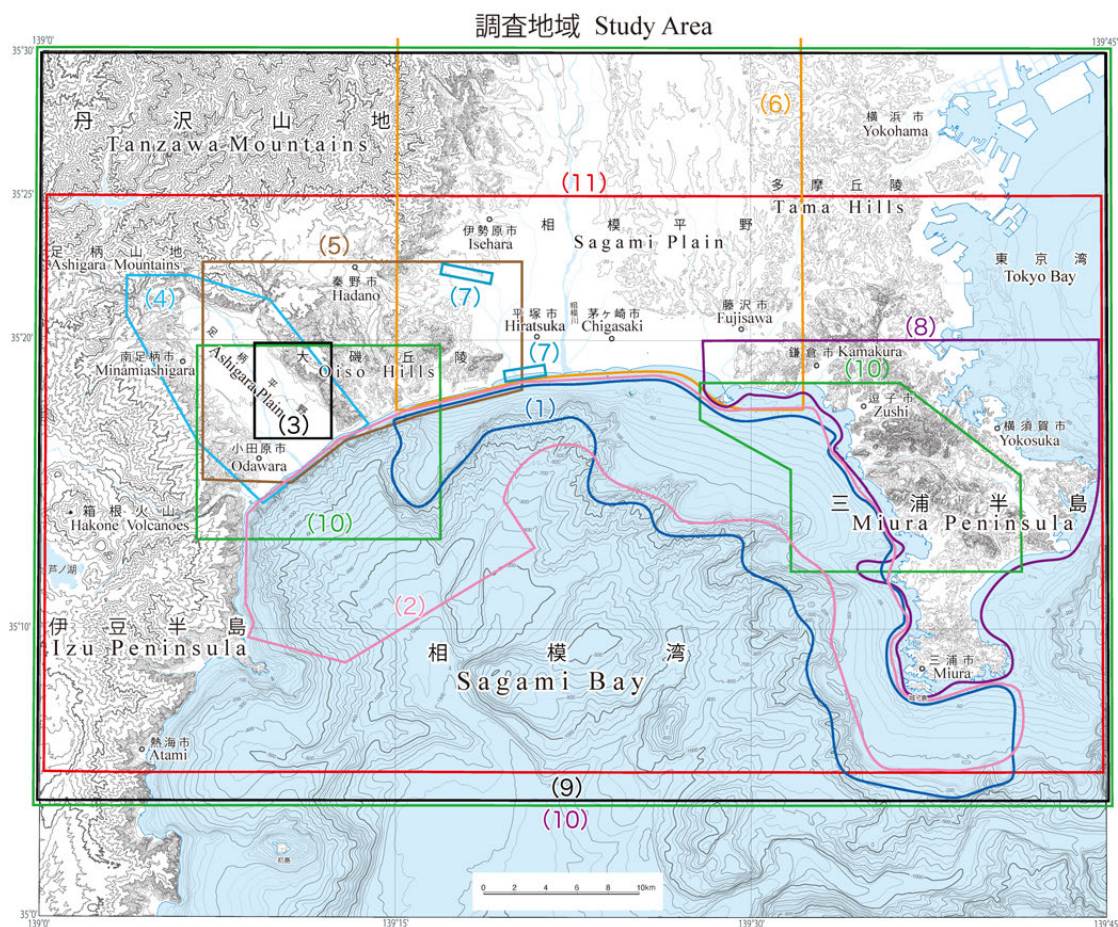
2. 相模湾沿岸域プロジェクト

相模湾にはフィリピン海プレートが沈み込む相模舟状海盆(相模トラフ)があり、そのプレート境界が分岐したものが国府津-松田断層帯であり、ほかにも伊勢原断層や三浦半島断層群などの活断層が知られる。また、1923年の関東地震の震源もこの地域に分布しており、海岸には隆起地形が見られるなど、相模湾沿岸域は地殻変動が活発な地域で

ある。この地域には神奈川県の中核都市である平塚市が位置する相模平野や小田原市が位置する足柄平野が広がり、どちらの平野も海岸に面していることから地質災害の軽減や産業立地のための地質情報の整備が急務とされている。

相模湾沿岸域プロジェクトの調査・研究成果となる海陸シームレス地質情報集「相模湾沿岸域」には、調査データと解析結果を論文としてとりまとめ、それらに加え既存研究を編纂し、4枚の地質図と2枚の地球物理図を含む11編の調査・研究成果が納められている(第2図)。また、相模湾沿岸域プロジェクトの年次調査報告は、平成26年度から平成29年度の沿岸域の地質・活断層調査研究報告にも15編の報告が掲載されている(田中編, 2015, 2016, 2017; 荒井編, 2018)。

陸域での調査成果として、足柄平野においては、沖積層ボーリングなどの解析に基づき、地下地質構造を解析した(佐藤ほか, 2021a)。また、足柄平野でこれまでに実施された反射法地震波探査のデータを再解析した(横倉ほか, 2021)。相模平野では層序ボーリング掘削と既存ボーリングデータ収集に基づき、地下地質構造を解析し、沖積層の



第2図 相模湾沿岸域プロジェクトの調査地域。数字は本文中の論文番号に一致する。

基底深度を明らかにした(佐藤ほか, 2021b)。また, 反射法地震波探査によって, 相模平野に分布する伊勢原断層や海岸における地下構造を解析した(木下ほか, 2021)。大磯丘陵と三浦半島においては, テフラ分析や地質構造の調査に加え, 既存研究を編集して地質図を作成した(水野ほか, 2021; 尾崎, 2021)。海域においては, 活断層の海域延長の可能性を考慮した高分解能音波探査を実施した(佐藤, 2021)。また, 相模湾内で広く表層堆積物調査を実施し, 酒匂川河口沖では音響測深探査による地形解析を行った(味岡ほか, 2021)。さらに, 重力データ(ブーゲー異常)と空中磁気データを収集・解析して, 本地域の活断層や地質構造との関係を考察した(大熊ほか, 2021a, 2021b)。以上の調査成果をとりまとめ, 海陸における 10 万分の 1 地質図を作成した(尾崎ほか, 2021)。以下に 11 編の要旨を簡略化して示す。

(1) 相模湾沿岸域 10 万分の 1 海底地質図説明書 (佐藤, 2021)

本地質図は, 大陸棚と斜面上部で実施された反射法音波探査に基づいて作成された。本海域の層序は, 三浦沖ユニット, 江の島沖ユニット, 葉山沖ユニットと完新統に区分でき, 三浦沖ユニットは葉山層群から三浦層群・安房層群に相当し中新統～鮮新統, 江の島沖ユニットは上総層群から相模層群に相当し上部鮮新統～更新統, 葉山沖ユニットは相模層群に相当し更新統と考えられる。江の島沖および三浦半島沖に東西性の逆断層・褶曲が発達するが, 南北方向と北西-南東方向の圧縮による構造であり, 3 Ma に変化したとされるフィリピン海プレートの運動方向変化と整合的である。従ってこの地域の構造運動はプレートの沈み込みによると考えられる。

(2) 相模湾の底質分布と酒匂川沖ファンデルタ周辺域における地形学的特徴と堆積構造 (味岡ほか, 2021)

本報告は相模湾を対象としたグラブ採泥器による表層堆積物採取調査, 及び酒匂川河口沖ファンデルタを対象としたマルチビーム音響測深調査の調査の結果である。採泥調査では陸棚上 29 地点, 大磯海底谷上 4 地点, 酒匂川河口沖ファンデルタ上 15 地点で表層堆積物を採取し, 粒度, 砂粒組成, 全有機炭素・全有機窒素濃度等の分析を行った。その結果, 相模湾の陸棚域は, 貝殻片を多く含む細粒砂-極粗粒砂からなる南東域, 比較的均質な極細粒砂-細粒砂からなる北東域, 黒雲母を含む淘汰の良い細粒砂からなる北域, 陸からの寄与が比較的大きいと考えられる極細粒砂

が分布する西域の 4 つに区分された。後方散乱強度画像からは, 森戸川, 山王川, 早川から伸びる鮮明なチャンネルが確認された。各河川沖に延びるチャンネル堆積物には少なくとも 1-2 回のイベント堆積物が認められた。

(3) 足柄平野及び大磯丘陵西部における浅部地下地質及び後期更新世テフラの分布 (佐藤ほか, 2021a)

本稿では足柄平野周辺に分布する第四紀堆積物を対象として, 沖積層ボーリングコアの堆積相解析, 新規・既存ボーリング資料に基づく地下地質分布に関する解析, ボーリングコア及び露頭で得られたテフラ試料の分析を実施した。平野南東部では箱根東京軽石層や箱根東京火砕流堆積物を含む層厚 20 m 以上の厚いローム層からなる高まり(埋没丘陵)が認められ, 千代台地が沖積平野下で南北方向に分布を伸ばすことが示唆された。平野広域に層厚 5 ~ 15 m のローム層と砂礫層の組合せからなる平坦面(埋没段丘面 I)が分布する。また, 平野南東部では埋没段丘面 I よりも急傾斜の埋没段丘面(埋没段丘面 II)が分布する。埋没段丘面 I・II の形成年代は層序や砂礫層頂部の高度分布から酸素同位体ステージ 3 (60 ~ 30 ka) であると考えられる。

(4) 反射法地震探査データによる国府津-松田断層帯の地下構造 (横倉ほか, 2021)

足柄平野における千代台地西方から曾我別所に到る千代-曾我別所測線(測線 C-S, 測線長 2.3 km)において, P 波反射法探査を実施した。併せて地質調査所が 1995 年に実施した, 測線 S-1 (測線長 830 m), S-2 (同 1,485 m), S-3 (同 1,725 m) と名付けられた既存 3 測線の P 波反射法探査データの再処理を実施し, 以下のことが明らかとなった。(1) 国府津-松田断層本体はおおむね 40 ~ 60° 程度の東向き傾斜を示すが, 曾我岸, 曾我別所付近の分岐断層は非常に低角 (10 ~ 20° 程度) である。(2) 平野部浅部のもっとも顕著な反射面は, 箱根新期軽石流堆積物, 箱根東京軽石層, 及びローム層などに覆われた砂礫層の上面に相当する。(3) この砂礫層は, 三崎面 (M2 面: 酸素同位体ステージ 5a) 構成砂礫層に相当する。(4) 平野部の反射面は深くなるほど東方への傾斜を増しており, これは国府津-松田断層帯の活動による累積的な東方への傾動を示している可能性がある。(5) この M2 面は千代台地西縁付近で連続しており, 千代台地西縁付近に活断層は存在しないと考えられる。(6) M2 面は足柄平野下の一對の背斜・向斜に支配されたような標高パターンを示す。また M2 面を含む表層は局所的な変形を受けている。

(5) 5万分の1大磯丘陵及び周辺地域第四系地質図説明書 (水野ほか, 2021)

大磯丘陵及びその周辺地域の5万分の1第四系地質編集図を作成した。新第三紀から前期更新世の基盤岩類は、丹沢層群、高麗山層群(主として中期中新世)、松田山層、篠窪層、剣沢層、谷戸層、鷹取山層、大磯層(主として後期中新世～鮮新世)、足柄層群(前期更新世)に分けられる。第四紀堆積物は、下位より前川層(前期更新世後期)、羽根尾層、釜野層、曾我山層、明沢層及び土屋層下部、土屋層中・上部(中期更新世)、吉沢層、中位段丘1,2堆積物、低位段丘堆積物(後期更新世)、完新世海岸段丘堆積物(中村原、前川及び押切段丘)及びそのほかの完新世堆積物に区分した。活断層は、北北西-南南東方向の国府津-松田断層(大磯丘陵西縁)、松田北断層(国府津-松田断層の北西延長部)、東西方向の渋沢断層(大磯丘陵北縁)、南北方向の公所推定断層及び下吉沢断層(大磯丘陵東縁)、伊勢原断層(公所断層の北方延長部)、東西方向の小向断層などが分布する。

(6) 相模川下流平野における第四紀地下地質と埋没段丘面分布(佐藤ほか, 2021b)

相模川下流地域の沖積低地における第四系地下地質分布を明らかにすることを目的として、新規に掘削した2本のオールコア・ボーリング試料(GS-SGM-1, 2コア)の層相記載、テフラ分析、¹⁴C年代測定、既存ボーリング資料の解析を行った。その結果、各コアの堆積年代および堆積環境、段丘面とローム層厚との関係性、沖積低地下に埋没した後期更新世段丘面および最終氷期の開析谷の分布を明らかにした。ボーリング資料で認められた各段丘面を覆うローム層の層厚について統計解析を行いGISを用いた空間補完を行うことで、沖積層基底深度分布図を作成した。

(7) 反射法地震探査による相模平野南西部の浅部地下構造(木下ほか, 2021)

神奈川県平塚市において、浅部反射法地震探査を内陸測線、海岸測線の2測線で実施した。内陸測線では往復走時120～200ms(標高-70m～-140m)に測線全体にわたってほぼ連続した振幅の大きい反射面が見られ、東側が約50ms(約45m)隆起している地点を認識できた。この隆起は、伊勢原断層の変位によるものと解釈された。海岸測線では、往復走時20～60ms(標高-5m～-30m)に、測線全体にわたってほぼ連続した、沖積層の特定の層準を示す反射面が見られた。花水川河口より西側では、大磯層や北大磯層新第三系に相当する基盤と、花水川河口より東

側では沖積層基底面に相当する反射面が見られた。

(8) 三浦半島における新第三系～第四系の層序及び地質構造研究についてのレビュー(尾崎, 2021)

産総研地質調査総合センター(旧工業技術院地質調査所)では、これまで2万5千分の1日本油田・ガス田図「三浦半島」、5万分の1地質図幅「三崎」及び「横須賀」を作成し地質情報の整備を行ってきた。また、自治体でも地質図の作成や研究が進められている。そこで、本地域のこれまでの研究の知見と最新の知見を参考に、三浦半島の層序や地質構造、活断層分布などの地質情報を整理し、地質図の編集を行った。

(9) 10万分の1相模湾沿岸域重力図(ブーゲー異常)説明書(大熊ほか, 2021a)

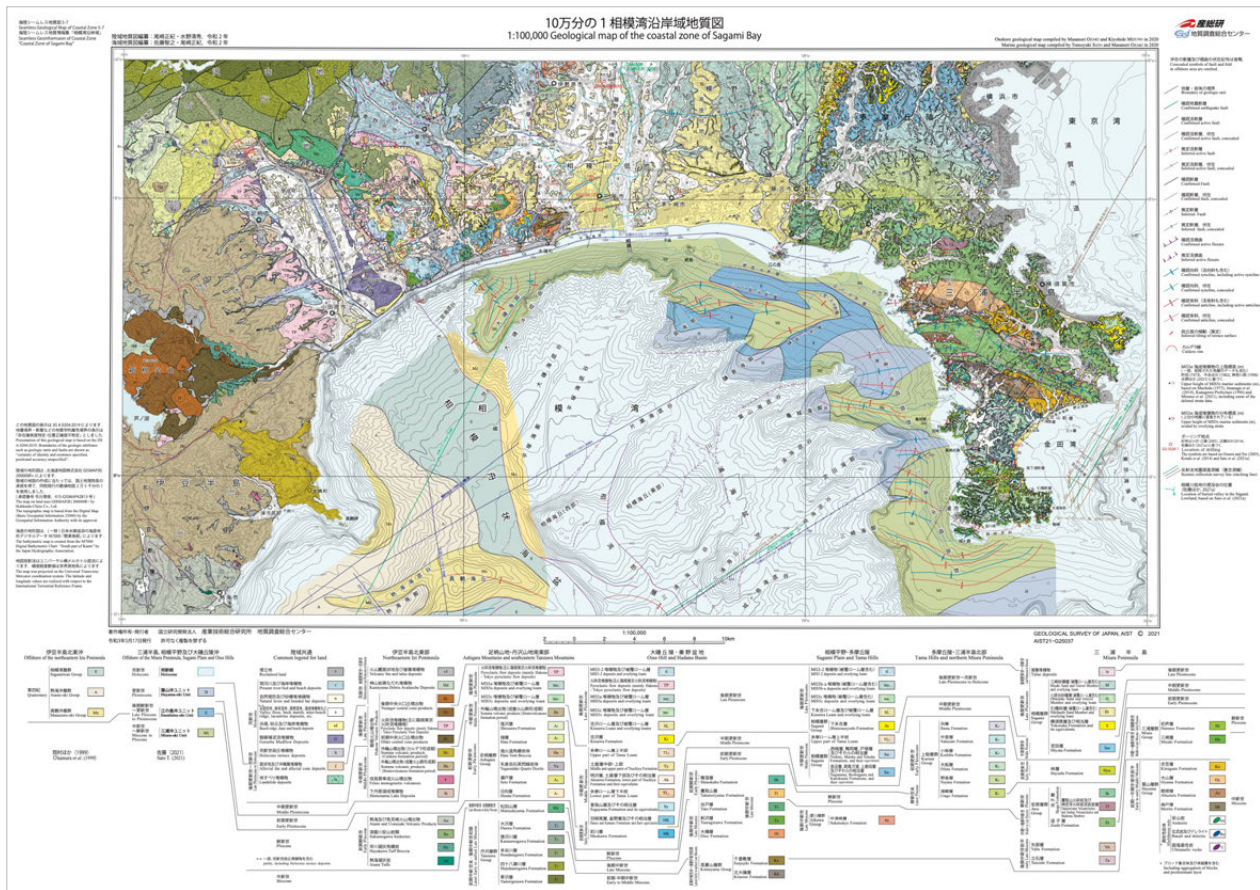
相模湾沿岸域における陸上重力データと船上重力データのほか、相模湾沿岸域のデータの空白域における海底重力データを合わせ、計9,070点の重力データを編集し、相模湾沿岸域重力図(ブーゲー異常)を作成した。大構造として伊豆半島から丹沢山塊にかけての地域では高重力異常が分布し、高密度の火山岩からなる伊豆-小笠原弧の衝突帯や中新世の丹沢層群や丹沢複合深成岩体に対応する。三浦半島北部ではWNW-ESE方向に高重力異常帯が分布し始新世～中新世の付加体である葉山隆起帯に対応する。高重力異常帯は葉山付近から海域に延長し江の島を経て相模川河口付近まで至ることから、葉山隆起帯および衣笠断層の西方海域への延長が推定される。

(10) 10万分の1相模湾沿岸域空中磁気図(全磁力異常)説明書(大熊ほか, 2021b)

相模湾沿岸域における全磁力異常を空中磁気異常データベースから抽出し、高解像度の空中磁気調査も実施することで、本地域の空中磁気異常図(全磁力異常)を作成した。磁気異常パターンは、調査地域の地質の違いが反映されている。相模湾北部の沿岸地域では、大磯丘陵の西端とその南東沖に沿って高磁気異常が続き、国府津-松田断層の沖合の延長を示している。一方、相模湾東部の沿岸地域では、三浦半島から西方沖合にかけて3つの磁気境界が存在し、これは衣笠断層と武山断層が江の島に延びていることを示している。

(11) 相模湾沿岸域の10万分の1地質図及び説明書(尾崎ほか, 2021)

相模湾沿岸域プロジェクトの研究成果と既存の研究成果



第3図 相模湾沿岸域の10万分の1地質図(尾崎ほか, 2021)。

に基づき、この地域の海陸における地質情報を10万分の1地質図としてまとめた(第3図)。

文 献

3. 今後の沿岸域プロジェクトについて

平成28年度に相模湾沿岸域プロジェクトの調査が完了した後、平成29年度から令和元年度までの3年間は伊勢湾・三河湾沿岸域の調査を実施した。この沿岸域の陸域と海域には活断層などの地質構造が多く、ボーリング掘削や物理探査によって新発見が得られている。この地域の調査・研究成果は現在とりまとめているところである。そして、令和2年度からは紀伊水道沿岸域の調査を開始した。この沿岸域は徳島県、兵庫県、和歌山県にわたり、中央構造線の発達に伴う活構造や堆積盆が形成されており、現在、ボーリング掘削、海底重力探査、海域での高分解能音波探査を計画・実施しているところである。今後も地質災害軽減や産業立地などに役立つ地質情報の整備を行い、調査地域の自治体や市民に調査成果を還元できるようなかたちで沿岸域プロジェクトを進める予定である。

味岡 拓, 杉崎彩子, 片山 肇, 宇都宮正志, 池原 研 (2021) 相模湾の底質分布と酒匂川沖ファンデルタ周辺域における地形学的特徴と堆積構造。海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター。

荒井晃作編 (2018) 平成29年度沿岸域の地質・活断層調査調査研究報告。地質調査総合センター速報, no. 76, 80p.

経済産業省 (2021) 知的基盤整備計画。 <https://www.meti.go.jp/press/2021/05/20210531004/20210531004-2.pdf> (閲覧日: 2021年6月8日)

木下佐和子・伊藤 忍・山口和雄・横倉隆伸 (2021) 反射法地震探査による相模平野南西部の浅部地下構造。海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター。

水野清秀・尾崎正紀・佐藤善輝 (2021) 5万分の1大磯丘陵及び周辺地域第四系地質図説明書。海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター。

岡村行信・井上卓彦・尾崎正紀・池原 研・駒澤正夫・

- 大熊茂雄・加野直巳・伊藤 忍・横田俊之・山口和雄 (2010) 海陸シームレス地質情報集, 「能登半島北部沿岸域」. 数値地質図 S-1, 産総研地質調査総合センター.
- 岡村行信・宮地良典・井上卓彦・天野敦子・楮原京子・船引彩子・ト部厚志・内田洋平・稲崎富士・駒澤正夫・大熊茂雄・堀川晴央・小松原 琢・竹内圭史 (2011) 海陸シームレス地質情報集, 「新潟沿岸域」, 数値地質図 S-2, 産総研地質調査総合センター.
- 岡村行信・尾崎正紀・松本 弾・西田尚央・松島紘子・木村克己・中村洋介・加野直巳・駒澤正夫・大熊茂雄・花島裕樹・水野清秀・康 義英・池原 研・石原与四郎・山口和雄・上嶋正人・中塚 正・金谷 弘 (2013) 海陸シームレス地質情報集, 「福岡沿岸域」, 数値地質図 S-3, 産総研地質調査総合センター.
- 岡村行信・佐藤智之・小松原 琢・横倉隆伸・尾崎正紀・木村克己・大熊茂雄・駒澤正夫・山口和雄・片山 肇・岡田真介・内田康人・興水健一・康 義英・西田尚央・花島裕樹・小松原純子・中島 礼・田辺 晋・池原研・中塚 正・上嶋正人・阿部 進・本郷美佐緒・植木岳雪・石原武志 (2014) 海陸シームレス地質情報集, 「石狩低地帯南部沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-4, 産総研地質調査総合センター.
- 大熊茂雄・駒澤正夫・宮川歩夢・伊藤 忍・住田達哉・江戸将寿 (2021a) 10 万分の 1 相模湾沿岸域重力図(ブーゲー異常) 説明書. 海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター.
- 大熊茂雄・中塚 正・宮川歩夢・木下佐和子・上田 匠・岩田光義 (2021b) 10 万分の 1 相模湾沿岸域空中磁気図 (全磁力異常) 説明書. 海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター.
- 尾崎正紀 (2021) 三浦半島における新第三系～第四系の層序及び地質構造研究についてのレビュー. 海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター.
- 尾崎正紀・佐藤智之・水野清秀 (2021) 相模湾沿岸域の 10 万分の 1 地質図及び説明書. 海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2016) 海陸シームレス地質情報集, 「駿河湾北部沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-5, 産総研地質調査総合センター.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2018) 海陸シームレス地質情報集, 「房総半島東部沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-6, 産総研地質調査総合センター.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2021) 海陸シームレス地質情報集, 「相模湾沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-7, 産総研地質調査総合センター.
- 佐藤智之 (2021) 相模湾沿岸域 10 万分の 1 海底地質図説明書. 海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター.
- 佐藤善輝・水野清秀・中島 礼 (2021a) 足柄平野及び大磯丘陵西部における浅部地下地質及び後期更新世テフラの分布. 海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター.
- 佐藤善輝・水野清秀・久保純子・中島 礼 (2021b) 相模川下流平野における第四紀地下地質と埋没段丘面分布. 海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター.
- 田中裕一郎編 (2015) 平成 26 年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告. 地質調査総合センター速報, no. 68, 123p.
- 田中裕一郎編 (2016) 平成 27 年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告. 地質調査総合センター速報, no. 71, 184p.
- 田中裕一郎編 (2017) 平成 28 年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告. 地質調査総合センター速報, no. 74, 110p.
- 横倉隆伸・山口和雄・伊藤 忍・水野清秀 (2021) 反射法地震探査データによる国府津-松田断層帯の地下構造. 海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター.

NAKASHIMA Rei (2021) Seamless Geoinformation of Coastal Zone, "Coastal Zone of Sagami Bay".

(受付: 2021 年 6 月 9 日)