

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 5 月 31 日現在

機関番号：15501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2022

課題番号：16K05579

研究課題名（和文）付加体の終焉と再生のアルゴリズム

研究課題名（英文）Algorithms for demise and regeneration of accretionary complexes

研究代表者

脇田 浩二（Koji, Wakita）

山口大学・地域未来創生センター・教授（特命）

研究者番号：80358366

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：付加体は、日本の地質体の中で最も重要な構成要素の一つである。非変成の付加体として大きなものは、ペルム紀付加体、ジュラ紀付加体、白亜紀-古第三紀付加体がある。これらの付加体がなぜ形成され、それ以外の時代になぜ形成されなかったのかは、長い間謎であった。本研究において、古-中生代の地層中に含まれる碎屑性ジルコンの年代値の検討によって、マグマ活動の消長と付加体形成のリンクが明らかになった。また、付加体終焉の鍵となった巨大海底火山の衝突のプロセスも本研究によって解明された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、日本各地でジオパーク活動が広がりを見せ、ブラタモリなどの人気番組でも取り上げられるなど、一般の人々にとっても地質学は身近なものになりつつある。付加体は日本各地に分布し、各地の重要な基盤岩となっている。本研究では、付加体の形成過程について最新の知識を公表し、一般市民に対しても分かりやすく発信し、ジオパーク観光などで、付加体の正しい知識を身につけ、日本の地質の深淵に触れることを可能にした。

研究成果の概要（英文）：Accretionary prisms constitute one of the most important components of the geological formations in Japan. The large non-metamorphic accretionary complexes in Japan are the Permian, Jurassic, and Cretaceous-Paleogene accretionary complexes. For a long time, it has been a mystery as to why these accretionary complexes formed and why they did not form at other times. In this study, we have clarified the relationship between the ebb and flow of magmatic activity and the formation of accretionary complexes by examining the ages of detrital zircons contained in Paleo-Mesozoic strata. This study has also explained the collision process of giant submarine volcanoes, which was key to the end of the accretionary complex by means of geological investigation in the Permian accretionary complex of the Akiyoshi Belt.

研究分野：付加体地質学

キーワード：付加体 地質学 碎屑性ジルコン年代 放散虫化石 メランジュ 石灰岩 チャート

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

付加体は日本の地質の重要な構成要素であり、収束境界における地質過程を理解する上で鍵となる地質体である。日本の非変成の付加体には、根田茂帯の前期石炭紀付加体、秋吉帯や超丹波帯などのペルム紀付加体、美濃-丹波帯や秩父帯のジュラ紀付加体、四万十帯の白亜紀-古第三紀付加体などがある。これらの付加体は何故形成され始めたのか、何故衰退して形成が停止したのか？については、あまり議論されてこなかったし、解明されてこなかった。しかし、近年碎屑性ジルコンの U-Pb 年代測定が行われるようになり、これらの解明が可能になる状況が生まれてきた。

## 2. 研究の目的

日本の非変成付加体は何故形成され始めたのか、何故衰退して形成が停止したのか？を、碎屑性ジルコンの U-Pb 年代測定によって解明するとともに、海底火山の上に形成された石灰礁が付加される過程で起こる構造イベントが、付加体の消長にどのように関わっているかを明らかにすることを目的として、研究が遂行された。

## 3. 研究の方法

中国地方に広く分布する古生代から中生代の堆積岩中の碎屑性ジルコンの U-Pb 年代測定を測定するとともに、既に公表されている日本各地の碎屑性ジルコン U-Pb 年代データを統合し、解析することで、付加体の形成の原因を解明した。また地質調査を実施し、中国地方の秋吉帯ペルム紀付加体の層序や地質構造を解明し、巨大海底火山の衝突と石灰礁の破断・付加による構造運動をもたらす付加体の変形について検討を行った。

古生代の地層では、秋吉帯ペルム系の大田ユニット・常森ユニット・錦ユニットの砂岩層、ペルム紀-三畳紀付加体の高圧型変成相である周防変成岩類、京都府および岡山県内の超丹波帯ペルム紀-三畳紀付加体中の砂岩層、三畳系陸棚相の美祢層群の砂岩などにおいて、碎屑性ジルコン U-Pb 年代の測定を実施した。

ペルム紀付加体の現地調査では、秋吉石灰岩西方に分布する常森層、北方に分布する別府ユニット、南方の大田ユニットなどの地質調査を実施した。別府ユニットと大田ユニットとは、チャートや泥岩から放散虫化石の抽出を試み、砂岩からは碎屑性ジルコン U-Pb 年代の測定を試みた。

## 4. 研究成果

本研究の主要な成果としては、日本の付加体の歴史を 5 億年に渡ってとりまとめたこと、付加体の形成が後背地におけるマグマ活動の消長と密接に関係していることを明らかにしたこと、秋吉帯のペルム紀付加体における地層の逆転が、石灰岩だけではなく、付加体やその被覆層に及んでいることを解明したことの 3 点である。この成果は、日本及び東・東南アジアの研究報告から得られたデータに基づいてとりまとめられた。この成果は、日本各地の碎屑性ジルコン U-Pb 年代データの統合解析によって明らかになった。この成果では、ペルム紀付加体の地質構造に大きな影響を与えた巨大海底火山の形成・移動・衝突の歴史を詳細に解明し、付加体形成後の構造運動により、石灰岩のみならず付加体全体が逆転構造を含む大規模な構造改変に巻き込まれたことが解明された。

日本の付加体形成史について成果としては、Wakita et al. (2021) に報告したように、超大陸ロディニアが分裂したのち、約 5 億年前から日本列島は収束境界に位置するようになり、現在に至っている。日本周辺の収束境界では、大陸分裂や衝突によってプレートの配列や沈み込み様式は変遷してきた。その中で、古生代から現在まで、日本周辺では付加体のできた時代と出来なかった時代が存在した。

付加体が出来た時代は、後背地で活発なマグマ活動があったことが、日本の古生代～中生代の地層中に含まれる碎屑性ジルコン U-Pb 年代データによって明らかになった。碎屑性ジルコン年代は、ペルム紀、ジュラ紀、白亜紀に集中し、これらはそれぞれペルム紀付加体、ジュラ紀付加体、白亜紀付加体に対応している。古第三紀付加体については、碎屑性ジルコン U-Pb 年代データが古生代～中生代の地層に限定されていたため、対応は不明であるが、同様の結果が期待される。

秋吉帯のペルム紀付加体は、世界の他の付加体とは異なる特徴を有している。それは、層序が詳しく解明された厚い石灰岩層を伴うことである。この石灰岩はパンサラッサ海で約 8000 万年間もの間成長を続けた石灰礁が起源となっている(Wakita, 2019)。この堆積記録を基に、その歴史を解明することが可能となった。今から約 3 億 8000 万年前に生まれ

た海洋プレート上に約 3 億 5000 万年前にホットスポット型の海底火山が生まれた。この火山活動が停止したのち、海底火山の頂部にフズリナやサンゴをともなう石灰礁が形成された。海洋プレートが移動しながら冷却し海底面が沈下するのに対応して、このサンゴ礁は海面すれすれまで成長しつづけて、海溝に到達した。海溝到達時に海底火山の高さは約 5500m にも達した。この巨大な海底火山が衝突付加することで、ペルム紀付加体は形成され、そしてその直後に形成は終了した。

以上のように、日本の付加体の全体像、付加体の消長の秘密、ペルム紀付加体形成の謎などが、本研究によって解明された。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Koji Wakita	4. 巻 56
2. 論文標題 Concept of OPS melange and its field mapping technique for ancient accretionary complexes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地質科学	6. 最初と最後の頁 395-429
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Wakita, K., Nakagawa, T., Sakata, M., Tanaka, N., Oyama, N.	4. 巻 -
2. 論文標題 Phanerozoic accretionary history of Japan and the western Pacific margin	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geological Magazine	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S0016756818000742	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Wakita, K., Yoshida, R., Fushimi, Y.	4. 巻 -
2. 論文標題 Tectonic setting for Tsunemori Formation in the Permian accretionary complex of the Akiyoshi Belt, Southwest Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Hellion	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.heliyon.2018.e01084	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Koji Wakita	4. 巻 -
2. 論文標題 Tectonic setting required for the preservation of sedimentary melanges in Palaeozoic and Mesozoic accretionary complexes of southwest Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Gondwana Research	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gr.2019.03.006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 White, L.T., Hall, R., Armstrong, R.A., Barber, A.J., Fadel, M.B., Baxter, A., Wakita, K, Manning, C., and Soesilo, J	4. 巻 138
2. 論文標題 The geological history of the Latimojong region of western Sulawesi, Indonesia	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Asian Earth Sciences	6. 最初と最後の頁 72-91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jseaes.2017.02.005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Metcalf, I, Henderson, C.M. and Wakita, K.	4. 巻 44
2. 論文標題 Lower Permian conodonts from Paleo-Tethys Ocean Plate Stratigraphy in the Chiang Mai-Chiang Rai Suture Zone, northern Thailand	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Gondwana Research	6. 最初と最後の頁 54-66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gr.2016.12.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 中川孝典・脇田浩二	4. 巻 122
2. 論文標題 秋吉帯錦層群における前期ペルム紀後期の含放射虫マンガン炭酸塩岩の発見	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 地質学雑誌	6. 最初と最後の頁 659-664
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5575/geosoc.2016.0046	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 中川孝典・脇田浩二	4. 巻 16
2. 論文標題 秋吉帯錦層群中のマンガン炭酸塩岩から産出したペルム紀古世放射虫化石	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 第12回放射虫研究集会論文集	6. 最初と最後の頁 25-40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計19件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 6件）

1. 発表者名 脇田浩二・辻 智大・亀高正男
2. 発表標題 秋吉石灰岩周辺のペルム紀付加体の地質構造と付加モデル
3. 学会等名 日本地質学会第128年学術大会名古屋大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 脇田浩二
2. 発表標題 ペルム紀付加体における秋吉石灰岩の位置づけ
3. 学会等名 地球惑星連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Koji Wakita
2. 発表標題 Seamount subduction and atoll carbonate detachment in the Permian convergent margin in East Asia
3. 学会等名 Annual Meeting of the Geological Society of America (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 脇田浩二
2. 発表標題 付加体成長における石灰岩の役割
3. 学会等名 地球惑星連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 脇田浩二
2. 発表標題 日本列島の顕生代付加体の形成場と後背地の変遷
3. 学会等名 日本地質学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 脇田浩二
2. 発表標題 日本のジュラ紀付加体とペルム紀付加チアの類似点と相違点
3. 学会等名 日本地質学会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Wakita, K.
2. 発表標題 Subduction and accretionary history of Japan and the western Pacific
3. 学会等名 Geological Society of America (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Wakita, K., Nakagawa, T.
2. 発表標題 Three major stages for Phanerozoic accretionary processes recorded in Japan and East Asian continental margins.
3. 学会等名 地球惑星科学連合大会国際セッション（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Koji Wakita
2. 発表標題 Tectonic Control of melange formation and polygonetic origin : Examples from Paleozoic to Mesozoic accretionary complexes of Southwest Japan
3. 学会等名 Annual Meeting of Geological Society of America 2017 Seattle (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Koji Wakita
2. 発表標題 Missing Oceanic Plate Stratigraphy : A key to understanding continuous versus discontinuous accretionary complex formation in the Paleozoic to Mesozoic record of Southwest Japan
3. 学会等名 Annual Meeting of Geological Society of America 2017 Seattle (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 脇田浩二・伏見勇紀・田原幸太・鈴木茂之
2. 発表標題 ペルム系弱変形正常相堆積岩類の分布と特徴
3. 学会等名 日本地質学会第124年学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nakagawa, T.
2. 発表標題 Permian Pseudoalibaillella from manganese carbonate rocks of Akiyoshi accretionary complex, Southwest Japan
3. 学会等名 InterRad XV in Niigata 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 大山望・脇田浩二・高橋文雄・篠田健二
2. 発表標題 山口県美祢市三疊紀美祢層群昆虫化石データベース構想
3. 学会等名 古生物学会2016年年会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 中川孝典・脇田浩二
2. 発表標題 西南日本内帯ペルム系形成時のテクトニックセッティング
3. 学会等名 日本地質学会第123年学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 脇田浩二・吉田瑠璃
2. 発表標題 山口県美祢市における秋吉帯常森層の岩相と堆積環境
3. 学会等名 日本地質学会第123年学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 田中菜月・中川孝典・脇田浩二
2. 発表標題 山口県周南市鹿野東方長野山地域における錦層群の地質と放散虫化石層序
3. 学会等名 日本地質学会第123年学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Koji Wakita and Hokuto Obara
2. 発表標題 Geological History of the Late Paleozoic Convergent Margin along the Proto-Japan Arc
3. 学会等名 American Geophysical Union 2022 Fall Meeting
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Koji Wakita, Hokuto Obara and Joanna Wilson
2. 発表標題 The international value of geological heritage of the Akiyoshidai Karst Plateau Geopark
3. 学会等名 Asian Pacific Geopark Network
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Koji Wakita, Hokuto Obara and Joanna Wilson
2. 発表標題 Karst Geotourism in Mine-Akiyoshidai Karst Plateau Geopark, Japan
3. 学会等名 Geotourism Fest and International Conference 2022
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Koji Wakita	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 8
3. 書名 The Geology of Japanese Islands - An Outline In: Natural Heritage of Japan	

1. 著者名 加藤 碩一・脇田浩二・斎藤眞・高木哲一・水野清秀・宮崎一博	4. 発行年 2022年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 444
3. 書名 日本列島地質総覧	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------