

2020 年度中央大学共同プロジェクト 研究実績報告書

1. 概要

研究代表者	所属機関	理工学部	2020 年度助成額
	氏名	西田 治文	
	NAME	Harufumi Nishida	
研究 課題名	和 文	超高精細度新世代 3D イメージング顕微鏡の開発と応用—あらゆるものの内部構造に迫る	研究 期間
	英 文	Invention of a new 3D imaging microscope for high resolution internal structure observations	2019～ 2020 年度

2. 研究組織

※所属機関・部局・職名は 2021 年 3 月 31 日時点のものです。

	研究代表者及び研究分担者		役割分担	備考
	氏名	所属機関/部局/職		
1	西田 治文	中央大学・理工学部・教授	研究代表者, 研究全般, 植物	研究代表者
2	福井 彰雅	中央大学・理工学部・教授	軟組織観察手法の開発主導	研究分担者
3	森山 侑輝	中央大学・理工学部・助教	軟組織観察手法の開発	研究分担者
4	久保田 彩	中央大学・理工学部・助教	手法開発, 古植物研究	研究分担者
5	伊庭 靖弘	北海道大学大学院・理学研究院地球惑星科学部門・准教授	装置・手法開発, 特許登録	研究分担者
6	中村 晃輔	北海道大学・理学研究院・技術部・技術専門職員	樹脂置換・包埋法, 研磨法の開発	研究分担者
合計 6 名				

3. 2020年度の研究活動報告 ※行が不足する場合は、適宜、行を追加してご記入ください。

(和文)

<古植物学への応用：西田・久保田>

北海道産後期白亜紀炭酸塩コンクリーションの3D顕微鏡画像取得を行い、これらの解析を行った。cm～mmスケールの微小な動植物およびその破片化石が多数密集して確認され、このうち植物化石の整理、3次元復元、および同定を行った。断層像および3Dモデルの観察・解析には備品購入した8K大型ディスプレイおよび8Kヘッドマウントディスプレイを用いた。特に小型の被子植物花化石（ウコギ科）の発見は、2019年度の裸子植物の新群発見に並ぶ、特筆すべき成果である。発見された花化石は、全長3mmと小型で、花被片や雌蕊や子房、胚珠等の花器官全体が立体形状として抽出された。得られた断層像は細胞スケールでの観察が可能であり、3Dモデルと併せて、各器官の配置と数、柱頭が先端で5裂するといった細かな形態的特徴を抽出・記載することができた。このような手法による被子植物花化石の発見と復元は世界初であるとともに、日本古植物学の研究中核地域のひとつである北海道から報告されたことは意義深い。結果は国際誌投稿を準備中である。

花化石は、被子植物の進化を解明する上で極めて重要であるが、その産出報告は世界的にも非常に稀である。これは、花被片をはじめとした脆弱な器官から構成され、形態も複雑な花がそもそも化石として残りにくく、たとえ保存されていてもその全体を立体抽出することが、技術的に困難であったためである。たとえば、岩石を手作業で切断しその切断面に偶然化石を発見する従来の岩石切断法では、切断時の損失は避けられないうえ、小型器官に遭遇する確率は非常に低い。そのため花化石の多くは、希少な未固結の砂泥堆積物を水洗・篩い分けして抽出したものや、堆積物に押し潰された圧密化石など、非常に限られた条件下から報告されてきた。今回の連続除去加工撮影法による花化石の抽出は、小型化石の完全立体抽出における技術的制約が突破されたことの証である。この成果により、さまざまな時代や材質の岩石の探索が可能となり、今後、未知の植物化石が続々と認識されることが期待される。さらに、この手法では3Dモデルを任意断面で切断することが可能である。従来の薄片・ピール観察法では、試料作成前に観察断面を決める必要があり、複雑な形態を持つ器官では試料観察に大きな制約を与えてきた。新手法によって、化石の内部構造を任意断面から自在に観察できるようになり、複雑な形態を持つ器官でも形態記載に必要な形態学的・組織学的特徴を内部・外部にかかわらず得られるようになった。本化石は、2020年度生命科学科卒業研究テーマとなり、学生の教育にも直結する成果となった。また、NHKが企画中の新番組で紹介される予定で情報提供を始めている。

<生物学への応用：福井・森山>

特定の遺伝子による形態形成異常の原因を探るために遺伝子破壊実験およびGFP挿入胚の作製を進めた。CRISPR/Cas9法を用いて目的遺伝子上流へGFPを挿入することにより、特定の細胞をマークする実験を進めている。また、軟組織への応用のための予備的な実験として、両生類原腸胚の連続切片を作製し、その3D化を試みた。今後はこれらの知見と3D顕微鏡技術を組み合わせることで、発生・再生における動物の形態形成について研究を進めていく。

<3D顕微鏡の開発：久保田・伊庭>

高精度ステージを導入して顕微鏡のスムーズな座標移動と遠隔大学間で分析中に画像データ上で議論できる仕組みをつくることで、分析の成功率を向上させた。

(英文) Construction and test use of the new 3D imaging microscope system was successfully performed. The imaging system implies high ability for wide use in science that demands high resolution visual observation of internal structures and 3D rendering of the entire image. The newly adjusted system provided innovational results both in fossil studies and in zoological developmental studies. In this fiscal year, for example, a new fossil flower of extinct angiosperms of Cretaceous period was found from sequential high-resolution images of a calcite nodule from Hokkaido. The flower

exhibits details of floral organs that allow its 3D reconstruction. The fossil is attributable to the family Araliaceae and provides new evidence for recognizing early diversification of angiosperms. This is the first report of the angiosperm flower that was obtained by using our entirely new technology in fossil studies.

4. 主な発表論文等（予定を含む）※行が不足する場合は、適宜、行を追加してご記入ください。

【学術論文】《著者名、論文題目、誌名、査読の有無（査読がある場合は必ず査読有りと明記してください）、巻号、頁、発行年月》

Taniguchi, R., Nishino, H., Watanabe, H., Yamamoto, S., Iba, Y., submitted, Destructive and high-resolution imaging of the micro sense organs of a 100Ma old cockroach: a new tool for understanding the ecology of fossil insects. Biology Letters. (査読あり)

【学会発表】（発表者名、発表題目、学会名、開催地、開催年月）

竹田裕介, 笹木慎太郎, 池上森, 久保田彩, 西田治文, 伊庭靖弘, 次世代トモグラフィ技術による形態情報の多次元デジタル化. 日本顕微鏡学会第63回シンポジウム 2020年11月 [招待講演] (口頭)

竹田 裕介, 田井中一貴, 星野健, 深井稜汰, 臼井寛裕, 笹木慎太郎, 池上森, 伊庭靖弘, JSS3 大規模チャレンジによる大規模画像データの3次元可視化. 第53回流体力学講演会/第39回航空数値シミュレーション技術シンポジウム 2021年6月 (申込受理済) (口頭)

【図 書】（著者名、出版社名、書名、刊行年）

【その他】（知的財産権、ニュースリリース等）

知財については、ブラックボックス化戦略をとる。