

令和 5 年 5 月 15 日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K02997

研究課題名（和文）地質情報の3Dプリンタ造形による教育・展示技術の高度化

研究課題名（英文）3D printer modeling of geological information to advance education and exhibition technology

研究代表者

兼子 尚知（KANEKO, Naotomo）

国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質調査総合センター・主任研究員

研究者番号：50356804

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本課題の目的は、3Dプリンタで地質情報の立体模型を造型するノウハウの構築、その模型を研究素材や教材として利用し、展示・説明等に用いてその高度化を図ることである。この目的に沿った本課題の主な研究成果は、次の通りである。デスクトップ3Dスキャニングシステムの導入による化石等の地質標本の3Dモデル化、産業技術総合研究所地質標本館の代表的な展示物である実物大褶曲模型やデスマスチルス復元模型の写真測量方式による3D化、岩手火山の1/52000地形模型、放散虫化石のCTデータからの拡大模型、地中熱利用システムの縮小模型などの造形を行い、これらをイベントなどでの展示・説明に供した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本課題の目的は、3Dプリンタによって地質情報の立体模型を造型するノウハウの構築、その模型を研究素材として利用することによる研究進展への貢献、模型を教材として教育や人材育成に利用したり、研究成果発信のための展示・説明等に用いてその高度化を図ることである。この最新技術を本分野に導入して効率的な利用を図ることで、作成された精密な模型が研究材料として有用となり、研究分野の発展に貢献することが期待される。また、社会的にもそれらの立体模型を教材として教育や人材育成に利用したり、研究成果の可視化が容易になるなど、それぞれに意義深いといえる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this project is to develop the know-how to create three-dimensional models of geological information using a 3D printer, to use the models as research materials and teaching materials, and to improve the models by using them for exhibitions and explanations. The main results of this research are as follows. 3D modeling of fossils and other geological specimens using a desktop 3D scanning system, photogrammetric 3D modeling of full-scale fold models and Desmostylus reconstruction models, which are representative exhibits at the Geological Museum of AIST, a 1/52000 topographic model of Iwate Volcano, an enlarged model of radiolarian fossils from CT data, and a 3D model of geothermal heat utilization. These models were made, and displayed at events and explained.

研究分野：地質学・古生物学

キーワード：3Dプリンタ 3Dデータ 地質標本 模型

## 1. 研究開始当初の背景

近年、3D プリンタ技術の発達はめざましく、高精度のプロトタイプ製作が短時間で実現できるようになってきた。これを応用し X 線 CT スキャナ等と併せて活用することで、美術品や文化財を複製して博物館等での展示に用いたり、人体臓器の模型が医療現場で利用されている。一方で、地質学分野に視点を移すと、3D プリンタの応用はまだ浸透しているとは言えない。本研究課題の提案時においては、地質構造や化石標本等、様々な地質情報の 3 次元形状デジタルデータの取得や加工処理、そのデータから 3D プリンタによる精密かつ客観的な立体模型を出力する一連の技術を開発し一般化することが、本分野の課題として求められていた。

## 2. 研究の目的

本課題の目的は、3D プリンタによって地質情報の立体模型を造型するノウハウの構築、その模型を研究素材として利用することによる研究進展への貢献、模型を教材として教育や人材育成に利用したり、研究成果発信のための展示・説明等に用いてその高度化を図ることである。これまでも主として化石標本の模型を 3D プリンタで造型し研究に利用する例はあったが、いずれもその研究に用いることで完結し、広く教材として活用するような事例は見当たらない。本課題では、立体形状データの取得や編集から模型作成までの技術開発とノウハウ構築に続き、模型を研究素材として利用すること、さらには教材・展示物としてその成果を展開することを視野に入れている。3D プリンタ造形の模型をこのように利用するアイデアはこれまでにない独自のものであり、研究利用・人材育成・成果普及に資することで研究分野に新たな創造性を提供することとなる。

## 3. 研究の方法

3 次元データの取得や生成には、多数の方法がある。地球規模の大構造は観測結果や理論モデル等の数値情報からのデータ生成、地域地形であれば既存データの他に上空からのレーザースキャナでの取得が適する。地質標本等のサイズで外形データのみ目的ならハンディタイプのレーザースキャナを用いるのが簡便であるが、写真測量方式の適用も可能となる。堆積構造、化石等の内部構造を非破壊で調べるには X 線 CT スキャナの利用が不可欠で、必要とする解像度や試料の大きさにより方式の異なる装置を使い分けることになる。透明な微化石（放散虫等）では、光学顕微鏡を用いて焦点合成法でデータを得ることができる。これらの使い分け判断には多くの経験を要するため、事例を重ねて判断基準を作成するとともに、データの取得・加工技術の開発や平易化が必要となる。

3D プリンタには多くの方式（例えば、熱溶融積層式、材料噴射式、光造形式、粉末焼結式等）、さらに広い意味で切削式造型があり、地質情報の種類や使用目的によって適宜使い分けなければならない。この使い分けにも試行錯誤と経験が必要になるので、最適な組合せの基準作りを行う。

本研究課題では、以上のように 3 次元データの生成と取得方法に関する技術の開発と平易化、3D プリンタ各種方式の使い分け基準とマッチング判断について、ノウハウ開発とその体系化を行う。そのためには、様々な機材やソフトウェアを実際に使用して、事例を積

み重ねることが研究の中心となる。

#### 4. 研究成果

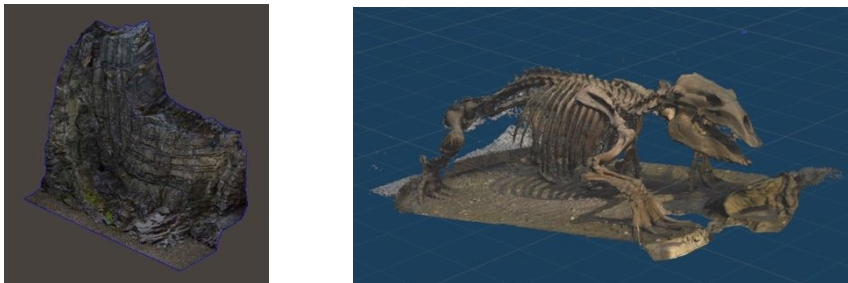
主な研究成果は、以下の通りである。

##### (1) デスクトップ 3D スキャニングシステムの導入による化石等の地質標本の 3D モデル化



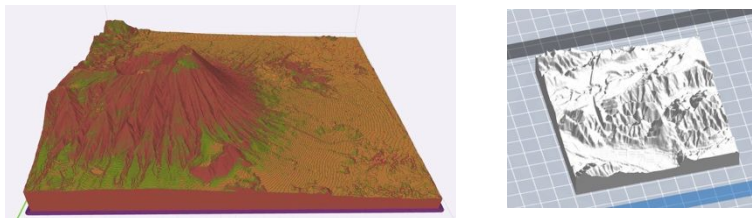
デスクトップ 3D スキャニングシステム (Shinning 3D 社製 EinScan Pro 2X) を用いて三葉虫 (左) やアンモナイト化石 (右) 等の地質標本の 3D モデル化を行った。Metasequoia 等の 3D データ編集を用いて修正を施し、光造形プリンタ Form2 ほかを用いて模型出力を行った。

##### (2) 地質標本館の代表的な展示物である実物大褶曲模型などの写真測量方式による 3D 化



Metashape を用いてフォトグラメトリー (写真測量方式) で地質標本の 3D モデルを作成した。褶曲模型 (左) およびデスモスチルス復元模型 (右)。

##### (3) 岩手火山の 1/52000 地形模型などの地形模型作成



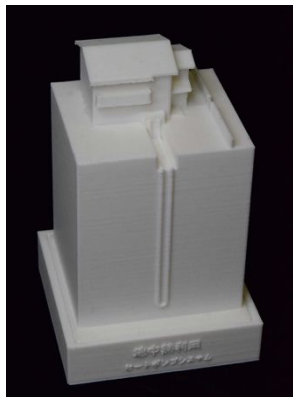
地理情報システム (GIS) や地理院地図 3D で地形の 3D モデルを生成し、熱溶融積層型 3D プリンタ (FDM) で模型を出力し、イベントでの展示や実習に使用した。岩手火山 (左) および福島県広野町上北迫 (右)。

#### (4) 放散虫化石の CT データからの拡大模型



マイクロフォーカス X 線 CT 装置で 0.2~0.3mm 程度の放散虫化石の断層画像を取得し，そのデータから 3D モデルを作成した (MolcerPlus を使用) . 光造形プリンタ (Form2) で透明樹脂を用いて模型を出力した .

#### (5) 地中熱利用システムの縮小模型



40×40×60cm ほどの地中熱利用システムの模型が大きくて運搬が不便であるため，デスクトップ 3D スキャニングシステムや CAD ( 3D Builder ) を用いて手のひらに乗る 1/8 サイズモデルを作成し，熱溶融積層型 3D プリンタで出力し，イベント等での展示・説明に使用した .

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔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
---------	---------