

科学研究費助成事業 研究成果報告書



平成 29 年 6 月 29 日現在

機関番号：84604

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）

研究期間：2015～2016

課題番号：15KK0071

研究課題名（和文）マルチチャンネル機器を利用した高速遺跡探査技術の開発（国際共同研究強化）

研究課題名（英文）Development of high speed archaeological prospection technology using multi-channel equipment.(Fostering Joint International Research)

研究代表者

金田 明大（KANEDA, Akihiro）

独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所・埋蔵文化財センター・室長

研究者番号：20290934

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 10,700,000円

渡航期間： 7ヶ月

研究成果の概要（和文）：遺跡探査をはじめとする考古学情報の利活用の研究として、情報をいかに蓄積し、活用していくか、データの取得、収集、標準化、運用といった観点からの研究をおこなった。また、遺跡探査機器の位置情報精度の向上による計測の詳細化と迅速化についての研究をおこない、コンピュータビジョンやGPSなどの技術の中から、廉価な方法で十分な精度を達成する機器の検討と試験をおこなった。加えて、欧州各国の遺跡探査の利用について実態を見聞した。

研究成果の概要（英文）：This research was taken about the application of archaeological information. Especially, main aim was the archaeological prospection data. Research on detailed measurement and speeding up of measurement by improving precision of position information of archaeological prospection equipment, examination of equipment that achieves sufficient accuracy by inexpensive method from among computer vision and GPS. In addition, I have learned about the actual situation on the use of ruins exploration in European countries.

研究分野：考古学・文化財科学

キーワード：遺跡探査 データベース 地中レーダー 電気探査 磁気探査 電磁探査

1. 研究開始当初の背景

本研究は基盤研究(A)課題番号 24240111 マルチチャンネル機器を利用した高速遺跡探査技術の開発を基研究とする。

非破壊的手法により地中情報を取得する遺跡探査は、遺跡の研究や保護に資する技術として急速に研究が進んでいる。日本では、緊急発掘や史跡整備への活用が試みられ、発掘区の選定や遺構分布の把握に成果をあげている。本研究では、複数の計測センサーによる同時計測により、迅速かつ広範囲を対象に遺跡の詳細情報の取得を目的としている。

海外でも同様の試みが成果をあげているが、多くは、精密位置計測が GPS (汎測位システム) で可能で、対象が石製や煉瓦製といった比較的土壌との識別が容易な遺構が対象である。日本のように樹木や建物によって GPS の利用が困難な場所が多く、柱穴等、土の微妙な差異の認識が必要な木造建築物が遺構の中心となる地域では、その条件に対応した手法の開発研究が必須である。

このため、基研究では日本の実態に即したマルチチャンネル機器の利用の研究を目標とし、現在、地中レーダー探査、磁気探査、電磁探査の各手法を中心に研究を進めている。

地中レーダー探査：日本の遺跡探査において中心的な手法である。従来に比べて作業速度約 15 倍、精度約 4 倍を目標に機器を導入した。試験の結果、地下の柱穴や礎石の位置と形状の把握ができており、発掘調査の指針や遺構配置の検討を非破壊的に把握することができた。速度は、障害物のない遺跡では速度 15 倍を超える速さでの情報収集が可能となった。現在、より迅速で正確な調査手法を確立するため、位置情報取得手段の検討と試験をおこなっている。

磁気探査：伝統的な手法であり、海外では最も利用が多いが、日本では土壌条件により被熱遺構や鉄製品の探査以外での適用が困難といわれてきた。しかし、申請者の試験成果では、他の遺構把握の可能性が指摘できた。このため、高精度化と作業速度 4 倍を目標に機器を改良し、試験を実施している。機器間の干渉等の問題から、更なる改良や走査および解析手法の検討、そして位置の記録の迅速化を進める予定である。

電磁探査：他手法に比べて利用機会が少なく、青銅製品など非鉄金属の探査に利用する程度であったが、非接触で導電率が計測可能であり、電極を多数打設する従来の電気(比抵抗)探査の問題点を補うものとして検討を進めている。複数のセンサーにより深度毎の情報を得る機器を導入し、計測の迅速化と高精度化を寺院や横穴、石垣などで試験している。

その他：以上の三手法の他、補足的な手段と

して廉価型の電気探査機と赤外線放射温度計の試験を進めている。電気探査機は効果的であるが機器が高額で計測時間がかかるため、近年では補助的な利用になっている。廉価型の電気探査機は、導入コストを大きく下げ、自治体等への導入や利用を促進を通じて遺跡の研究や保全の支援が可能となる。また赤外線放射温度計は空洞や地下水の存在に起因する温度異常部を把握することが可能である。

これらの研究の次の必要性として、取得したデータの利活用を以下に進めていくかが今後、我が国の文化財保護行政に重要な課題となることから、本研究による更なる研究の進展を目指すこととした次第である。

2. 研究の目的

遺跡探査技術の確立については、日本人の先学の果たした役割が大きい。しかし、遺跡調査手法としての探査をいち早く制度として確立した欧州では、大規模なプロジェクトが実施され、学術および文化財保護行政において注目すべき成果を生み出している。この結果、多くの研究者が遺跡探査の研究・開発・普及に関わっている。英国は、発掘前の事前調査として探査の実施が普及し、大小様々な調査が日々実行され、技術的・実践的蓄積も大きい。これら探査で得られた情報をはじめとする多様な情報を統合・活用する研究の中心となっているのが、今回共同研究を計画している York 大学である。

我が国においては、従来の開発に伴う緊急発掘調査に加え、世界遺産指定への情報提供や史跡指定時の範囲確認といった文化財の積極的な保護に遺跡探査が活用されはじめた。また、補助金による探査が可能となったことで需要は急増している。このため、現在採択されている科研費ではまずはじめの課題である情報取得に力点をおき、我が国への活用を主眼に研究を進めてきた。

これには日本の遺跡研究や文化財保護行政の現状に即した知識が必要であり、従来からの蓄積や経験に基づく改良などで成果を出しつつある。

しかし、次に課題となる取得したデータの利活用については、一国だけでなく、国際的に標準的なデータを共有し、活用することが望ましい。また、探査だけでなく、地形や既存の発掘調査情報との統合の重要性とより蓋然性の高い遺跡に対する解釈をはかる上では、標準化したデータを基礎とした可視化や定量的な分析を推進する必要がある。この課題に応えるために、標準化を推進する中心となっている英国の研究者との共同研究を計画した次第である。

探査データの標準化については、既に ADS が English Heritage などと協力して作成したガイドラインが存在するが、現在の研究や技術の進展により、追加すべき部分も多く存在

する。このため、現在の探査技術の実践と改良を共同で進めつつ、データ標準化の更新や追加の議論に参画し、また利活用として成果の統合や探査成果からの遺跡の仮想空間における復元などを通じて参加者と研究および議論をおこないたい。

3. 研究の方法

現在の採択研究は、各種探査手法の日本および東アジアの遺跡の特性に合わせた導入・改良を主な目的とする。本申請研究では、非破壊的手段で取得した地下情報を他の情報と統合し、考古学研究および文化財保護への更なる寄与をおこなうため、文化財情報の取得と利活用に先進的な試みを多数進めている York 大学を拠点として以下の5点について研究をおこなう。

1) 高速遺跡探査手法開発と基礎技術の検討

現在の採択研究は、遺跡探査の迅速化、省力化を主眼に、基礎的な技術や作業の検討を進めている。これらの技術の発展を目的に、実際に先行して実績をあげている英国をはじめ欧州の研究者との共同研究による高速遺跡探査手法の実践と開発・改良に参加し、樹木が多く、地割が狭いといった日本はじめ温帯モンスーン地域の特性に応じた有効な遺跡探査手法を見出したい。

2) 地形・空間情報と探査情報の連携と考古学的解釈の研究

申請者は20年来、探査や三次元計測により得られた時空間情報の考古学研究・遺跡保護の活用の研究を進めてきた。York 大は遺跡情報に関する最先端の研究機関であり、国際的な研究ネットワークを伴うデジタルハリテージセンターを2012年に設立している。センター代表であり受入先研究者である Richards 教授は考古学の地理情報システム(GIS)利用に関する国際研究会で発表および討論を申請者とおこなった。かねてより関係者から機関間の連携・共同研究の照会も受けており、実際に所属研究者と研究を進めることで、国際的な文化財研究・保護ネットワークに参画することとなる。探査成果の適切な分析手法を検討および議論をおこない、成果をGISやCGに実装し比較検討する可視化の研究により、遺跡の理解を進める方法を模索する。

3) 文化財研究および保護に寄与する遺跡探査活用の実践と制度の研究

英国をはじめ、欧州には遺跡探査手法の導入を積極的に進め、研究や保護に実績をあげている国が少なくない。探査により遺跡破壊を極力回避しつつ地中を把握できる利点に加え、限られた人的・予算的な資源をより有効活用し、迅速かつ精緻な調査を可能にする点でも注目される。世界遺産や国史跡などの

指定や、緊急調査を通じ文化財保護が図られている我が国も、探査は今後重要な手法となる。実際、国内の探査実施件数は急増しており、海外の依頼によるワークショップの開催などの需要もある。しかし、人材育成や制度化が十分に達成されていない。先行する海外の各機関の活用の実際や制度を調査し、我が国の実態に合わせた将来的な展望を考えたい。

4) 遺跡探査および関連情報の標準化と利活用に対する研究

日本においては、申請者の所属する奈良文化財研究所をはじめとする複数の機関において全国遺跡報告総覧といった情報の公開が現在進められている。しかし、急増する探査をはじめとする情報の急増に対しては、利活用を効果的に進める上でも情報の標準化と利活用方法の模索は焦眉の課題となっている。York 大はこれらの研究と普及をおこなう機関である Archaeological Data Service(ADS)を運営しており、英国の実際の政策への利用に加えて、国際的な情報と研究成果を発信している。その実態を調査し、日本の実態に即した標準化と利活用の方向性を探りたい。

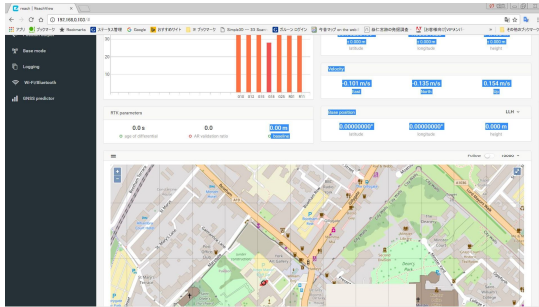
5) 日本における探査技術の紹介と研究者ネットワークの構築

遺跡探査の草創期における我が国の寄与は大きく、80年代には国際遺跡探査学会の結成と開催など研究者ネットワークの形成を先導してきた。しかし、近年、発信力の低下から日本の成果が国際的に認知されているとは言い難い状況にある。技術や運用といった諸課題の解決に対しては、広範な研究者ネットワークの構築が不可欠であり、それを推進、再構築するために上記1)~4)の研究を進めつつ、この機会を活用したい。

4. 研究成果

1) 高速遺跡探査手法開発と基礎技術の検討

高速遺跡探査手法として、位置精度の迅速な決定を中心に検討をおこなった。これには、LiDAR技術による計測、ComputerVisionのStructure from Motion(SfM)による計測、そしてGPSによる計測が候補としてあげられた。LiDARについては、技術的な課題もあり、また持ち込める機材に限界があったため、試行するに留まったが、計測点群の合成などの基礎的な検討をおこない、帰国後に計測を達成した。SfMについては、360度カメラや小型ビデオカメラの利用で実用化について目途を付けることが出来た。GPSは、高精度のRTK-GPSについて、提案された廉価型の機材を導入し、従来の高価な機器に対して、探査機器の位置決定であれば十分な機能を有することを確認した。

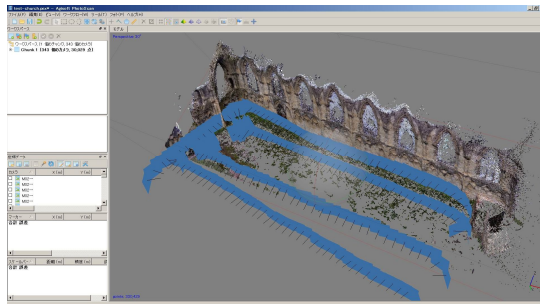


廉価型 GPS による位置情報の取得

2) 地形・空間情報と探査情報の連携と考古学的解釈の研究

1) の研究の内、LiDAR および SfM については、自機の位置を決定するだけでなく、周辺環境のデータ取得が可能であり、探査時に同時に地形情報などを取得することが可能となることを示すことが出来た。反面、移動における振動などに起因する精度低下などの問題もあり、実際に地形測量という観点から十分なデータの取得が可能か否かという検討が必要である。

残念ながら、期間の終りに予定していた実際の探査試験及び英国 English Heritage の研究者との実際の探査作業への参加と議論については、申請者の体調不良及び入院、手術、術後の屋外活動の制限によって日程がとれず、実施することができなかった。



SfM による移動体からの位置計測

3) 文化財研究および保護に寄与する遺跡探査活用の実際と制度の研究

英国では遺跡探査の積極的な導入が図られており、考古学研究者のみならず、テレビや雑誌などの媒体を通じて遺跡探査手法が広い人々に知られている。また、保護制度に採り入れられているため、大学や研究機関、民間企業に遺跡探査専従の講座や部門が存在し、研究人口が多いことが研究の質を高めている。

今回の研究では、複数の研究者に物理探査の利活用について聴取するに留まったが、欧州各国においても、積極的な利用をはかっているスウェーデン、ノルウェー、ポーランド、オーストリア、イタリア、フランスなどと、それ以外の国での取り組みの違いがあり、先導している国においては、国の文化財保護施策として利用が進められているところが多いことが印象的であった。文化財保護において遺跡の迅速な範囲の確定や遺構の存在の

推定を非破壊にておこなう必要が高い我が国においても、同様の取り組みが必要であろう。また、渡航前に EAC (Europae Archaeologiae Consilium) の遺跡探査に関するガイドラインが出版され、これの検討もおこなった。

4) 遺跡探査および関連情報の標準化と利活用に対する研究

遺跡情報の標準化と利活用を核とする Archaeological Data Service (ADS) は York 大学内に本部を置く考古学情報のデータ集積の中心的な機関であり、遺跡情報の標準化と利活用に関する作業を推進する機関として、国際的な中核組織の一つである。今回、その組織内に研究環境を提供されており、日々その作業の実態や、課題を拝見することが出来た。また、大学院の授業に参加し、人材教育の一環を体感することが出来た。

ADS と場所を同じくして活動している Internet Archaeology は、ウェブ媒体による学術研究誌であり、日本においてもネットワークによる学術配信の参考となる。遺跡の論文の場合、周辺遺跡の分布図や、注目する遺物の分布などを、情報の蓄積と共に更新することが可能であることや、三次元データなどの利用が容易に取り入れ可能である事がネット技術による研究論文配信の利点であり、これらの技術をいかにとりいれていくかを身近に観察できた。

また、論文誌を維持するための費用の課題などについても関係者より聴取することができた。

探査データだけでなく、広範な考古学情報について、滞在最後に York 大学および Sainsbury 財団の研究所で日英の考古学情報の流通に関する研究会を開催した。英国からは日本の考古学情報への期待や、英国での考古学情報の流通についての研究の紹介があり、日本側からは研究代表者をはじめ、所属する研究所の研究者から全国遺跡報告総覧プロジェクトの紹介などをおこなった。ADS のスタッフを中心に、興味を有して頂き、今後、連携して考古学情報データの利活用の研究を進めるとともに、日本考古学のデータを世界に公開する入り口として、ADRIANE プロジェクトの後継プロジェクトへの参加も進めることとなり、本研究がひとつのきっかけとなって、日本考古学の蓄積してきた情報を世界に公開していくことが今後進展することが期待できる。

5) 日本における探査技術の紹介と研究者ネットワークの構築

研究代表者は語学が堪能なわけではなく、十分な交流ができたかは判断できないところであるが、訪問した多くの研究機関では手厚い歓迎を頂いた。特に、フランス CNRS ではセミナーを開催し、地球物理や考古学の研究者と意見交換ができた。また、オーストリ

ア VIAS では最新の探査機器の利用と開発の実態を見学させて頂き、またこれらのデータを用いた Virtual Reality や Augmented Reality による遺跡表示などの技術を十分に拝見することができた。今後、共同研究などを通じて、これらの組織との連携と交流を続けていきたいと考えている。

5. 主な発表論文等 (研究代表者は下線)

[学会発表](計 1 件)

Akihiro Kaneda A challenge of the archaeological methods in Japan CNRS Seminar 20160722 CNR(Paris Marie-Curie University).

6. 研究組織

(1)研究代表者

金田 明大 (Kaneda Akihiro)
独立行政法人国立文化財機構奈良文化財
研究所埋蔵文化財センター室長
研究者番号： 20290934

(2)研究協力者

[主たる渡航先の主たる海外共同研究者]

Prof. Julian D Richards (University of York/Archaeological Data Service)

[その他の研究協力者]

Judith Winters (Internet Archaeology)
Dr. Holly Wright(Archaeological Data Service)

Louisa Matthews (Archaeological Data Service)

Kieron Niven (Archaeological Data Service)