

地下探査の最近の動向

金田 明大

●キーワード：遺跡探査 (archaeological prospection), 地中レーダー (GPR), 電気探査 (resistivity survey), 磁気探査 (geomagnetic survey), 地理情報システム (GIS), 全地球位置把握システム (GPS)

1. 背景と歴史

遺跡調査の非破壊的手法の総称を探査と呼称する（足立ら：1999, 文化庁文化財部記念物課：2010）。地中に存在する遺構や遺物の存在を知るための手段として、代表的なものには発掘調査があるが、これは直接的に土を除去することを伴うため、遺跡の状況を大きく変化させてしまうこと、人的、経済的、時間的なコストがかかるという面がある。

遺跡を対象とした地中探査によって得られる情報は、発掘調査に比べると限られている。また、研究に必要な時期や性格といった考古学的な情報を十分得られるとは言い難いのが現状である。しかし、その反面、地中の状況を大きく改変することなく情報を迅速に取得できるという利点は大きい。また、発掘調査の事前情報取得手段としても極めて有効である。この点で、探査は文化財保護や歴史・考古学研究を目的とした遺跡からの直接的な情報取得手段として、今後発掘調査とあわせて利用が進むと考える。

探査の歴史は地上写真、続いて空中写真の判読からはじまり、資源探査手法として物理探査が出現すると、物理探査の各手法が地中に眠る遺跡についての情報取得や、文化財の劣化状況の検査、そして保全のための環境調査等に活用されることとなった（西村：2001, 2007, 2012）。

物理探査手法については、電気、磁気探査が1960年代から遺跡における活用がはかられてきた。そして遅れて登場した地中レーダー探査をあわせた3手法を中心に、

2000年代までは技術的な検討と機器・手法の開発に注力されてきた。

これには、旧文部省による科学研究費補助金重点領域研究『遺跡探査』を軸とした文化財研究者と物理探査を研究する多様な分野の研究者との交流が大きく寄与している。この活動を通じて、研究が大きく前進した。

その後、これらの活動を継続する形で日本文化財探査学会が発足し、研究は定着したかに見えた。しかし、徐々に文化財側の研究者の参加が減少、低迷する形となり、2010年に日本文化財科学会に合流することとなった。

反面、現場ではその有効性が認識されつつあり、また補助金などの活用も可能となり、自治体などによる探査の活用事例が増加しつつある。

2. 原理と装置

地中の異常部（アノマリー）を把握する方法は多種多様あるが、大きく分けて判読と物理的手法を用いた探査の二つに分けることができる。

判読は地下の遺構の影響を受けて地表にあらわれた状況を観察する方法である。

ソイルマークは地表に植生がない場合、埋没した溝や土坑に水分が集まり、周囲に比べて湿った状況がみられることや、逆に硬化面や石造物によってその上部が乾燥した状況が表れたものを観察したものを指す。

クロープマークは植生が地中の遺構により生育に差が出ることで現れた差異を観察したものを指す。

シャドウマークは埋没した遺構の影響や、堆積土の経



図1 地中レーダー探査作業風景 (カザフスタン)
Fig. 1 GPR survey (Kazakhstan).



図2 電気探査作業風景 (東大寺)
Fig. 2 Resistivity survey (Todaiji temple).



図3 磁気探査作業風景 (太宰府)
Fig. 3 Geomagnetic survey (Dazaihu).

年変化による圧密によっておこる地表の凹凸による陰によりあらわれた差異を観察したものである。

これらのマークは、植生の発達や、土壌の堆積に応じた差により大きくその出現のあり方が異なる。このため、対象となる地域の条件に応じて有効性が異なることから、

その利用は限定された範囲に留まっている。近年では航空機による空中写真だけでなく、衛星画像による可視光や赤外線による受動型のリモートセンシングに留まらず、マイクロ波を用いた能動型のセンサーによる計測もおこなわれており、多様な分析が可能になりつつある。

地中の状況や埋蔵物の物性を探る物理的手法を用いた探査は、能動的方法と受動的方法にわけることができる。

能動的方法は地中に振動や電磁波、電流などを発信し、それによって計測される伝搬速度や抵抗値といった取得データにより地中の状況を知る方法である。

地震探査法には、人工的に起振した振動を利用する方法である。弾性波が伝わる速度の差で地中を探る屈折法地震探査や反射を利用する反射波地震探査法、表面波の周波数による伝搬速度の差を利用する表面波（レイリー波）探査法がある。

地中レーダー（GPR）探査法は、地中にむけて電磁波を発信し、地中の境界面における反射の強度と時間を記録することにより地中を探る方法である。使用するアンテナに応じて探査可能な深さと解像力が異なる（図1）。

同様に、音波を地中に発信し、その反射によって地中を探る音波探査法もある。音波は水中でも有効であり、海底などの探査にも用いられている。

電気探査法として遺跡の調査で一般的なのは等間隔に電極を打設し、電流を人工的に流して比抵抗を測定する比抵抗電気探査法である（図2）。

電磁（EM）探査法は磁場を発生して地下の状況の差異によって生み出される二次場を計測する方法や、広域に発信される VLF 波を用いた方法が用いられている。

受動的方法は地中の状況に応じて生み出される異常部を計測し、その差異を記録することによって地中の状況を知る方法である。

磁気探査法は、地中の磁力をもつ物質によっておこる局地的な磁気異常を計測する方法である。磁力を帯びた鉄製品はもちろん、熱残留磁気を帯びた窯や炉といった被熱遺構の位置を確認することが可能である。セシウム磁力計、プロトン磁力計などによる全磁力の計測と、磁力の一成分、あるいは三成分を計測するフラックスゲート磁力計による方法がよく用いられている（図3）。

重力探査法は、空隙や地下室などによっておこる局地

的な重力異常を計測する方法である。

各手法の適用範囲と効果、利用法の詳細については専著を参考にされたい（例えば物理探査学会：1998、足立ほか：1999、西村：2001）。

3. 最近の課題と議論

まずは書籍についてみることにする。

社団法人物理探査学会の60周年を記念して作成された『最新の物理探査適用事例集』では、遺跡・文化財として、多くのページが割かれている。

西村（2008）は日本における遺跡探査の歴史について、対象となる日本の遺跡の特性を考慮しながら、具体的な方法と応用範囲、そして課題についてまとめている。佐藤（2008）はGPRの原理やシステム選定、信号処理について、エジプトでの探査やボアホールレーダーによる宮城県仙台城の石垣の探査を例示しながら解説をおこなう。亀井ら（2008）は新しい電気探査法として「表面電位法」を提案し、測定システムMEDUSAを開発した。また、事例を紹介し、その有効性と課題を示している。池田（2008）は考古学研究の立場から物理探査の使用について事例をあげて紹介をおこない、技術の習熟、データ解析、発掘などによる検証や事例の必要性、コストといった利用に対する問題点をまとめている。西口（2008）は埋蔵文化財保護行政から遺跡探査の応用を考え、現状認識と、行政における担当者の思考の問題点について検討を進める。金田（2008）は文化財保護行政の現状における、物理探査手法の活用の利点と現状における問題点をまとめ、現在の調査のほとんどを占める緊急調査への積極的な利用とその際の課題をまとめた。北郷（2008）は宮城県西都原古墳群を中心に、宮崎県の探査の導入とその実践を述べる。整備と活用を軸とし、「破壊」でもある発掘調査の有効性と問題点をあげ、それに代わる基本情報取得手段としての方法論の模索と、積極的な導入、活用について紹介をおこなう。

亀井（2012）は古墳時代研究を展望する研究書において、古墳に対する地中探査手法について説明をおこない、それぞれの手法の有効性について事例をあげながら説明し、発掘が難しい遺跡や発掘調査との連携を視野にいれた活用を説く。

探査の特集が組まれた考古学専門誌では、金田（2012）が方法の概要と適用および官衙・寺院遺跡に対する活用の事例を紹介している。西村（2012）は探査の歴史と海外の研究動向について、西口（2012）和彦は磁気探査による窯業遺跡の探査を解説する。佐藤（2012）は地中レーダー探査の新たな技術や方向性について解説をおこない、新たな計測手段として開発された3DGPRによる宮城県西都原古墳群、埼玉県埼玉古墳群、宮城県瑞巖寺、奈良県飛鳥島庄地区での探査成果について紹介をする。

続いて、探査の実施例をとりあげる。まずは事例の多い墳墓をみる。

宮崎県は探査手法の導入をはかり、積極的な活用を進めている。「地下マップ」の制作を目的として、陵墓参考地内を含めた西都原古墳群全域の探査を進めている。この結果、現在確認できる古墳の内部の情報の獲得に加え、削平・消滅した古墳の痕跡の確認や地下式横穴墓の分布についても知見が得られている。これらの成果は極めて広範囲の遺構の存在を明確に示したという学術的な目的に留まらず、見学者の遺跡に対する情報提供、整備、そして地下式横穴墓の陥没による事故の防止といった多様な面で活用が可能であり、その意義は大きい（東：2007、東・甲斐：2012）。

兵庫県亀山古墳では地中レーダー探査と磁気探査をおこない、その後におこなわれた発掘調査とあわせてその成果を比較している（阿児ほか：2006）。

千葉県高田2号墳では、測量調査とあわせて地中レーダー探査が実施され、墳丘裾の確定や埋没した周溝の形状を明らかにしている（城倉ほか：2011、金田ほか：2012）。

岐阜県野古墳群の探査では、古墳群の範囲確認や埋没古墳の探査が実施され、目的の情報を得られている。（吉永・置田：2005）また、古墳の墳形の確定にも有益な情報を提供する（Edwards・Okita：2005）。

更に、地中レーダー探査と測量図をもとに、盛土と地山の境界面を把握し、古墳の土量を算出することによって労働量の検討の情報の一端を検討する試みもある（岸田ほか：2006、岸田・酒井：2007）。

福岡県新町支石墓群の探査では、地中レーダー探査に



図4 男狭穂塚古墳、女狭穂塚古墳の地中レーダー探査成果
(東：2007より)

Fig.4 GPR survey results of Osaho-zuka and Mesaho-zuka mounded tombs(Higashi:2007).

よって支石墓および甕棺と推定される反射をとらえることができ、迅速な遺構の把握に寄与している(水永ほか：2012)。

陵墓および陵墓参考地における保全の方法の一環として探査手法が活用されていることも注目される。宮崎県男狭穂塚古墳、女狭穂塚古墳では、地中レーダー探査と電気探査によって隣接する両古墳の関係に対する知見を獲得できた(図4)(東：2006, 2007)。また、大阪府津堂城山古墳では、明治時代に発掘された埋葬施設の位置や形状を把握し、その保全に寄与している(宮内庁：2009)。

窯業遺跡も、古くから調査がおこなわれている。兵庫県は長年、窯業遺跡調査を中心に探査を実施し、発掘調査の事前の情報収集として有効に活用を進めてきた。

京都府篠大谷3号窯では、緑釉陶器の窯の存在を明らかにすることを目的として、フラックスゲート磁力計とプロトン磁力計を用いて、窯の存在を明らかにしている(西口：2012)。

窯の探査には主に磁気探査が用いられているが、岡山県寒風窯跡や茨城県瓦塚窯跡では、磁気探査、電気探査、

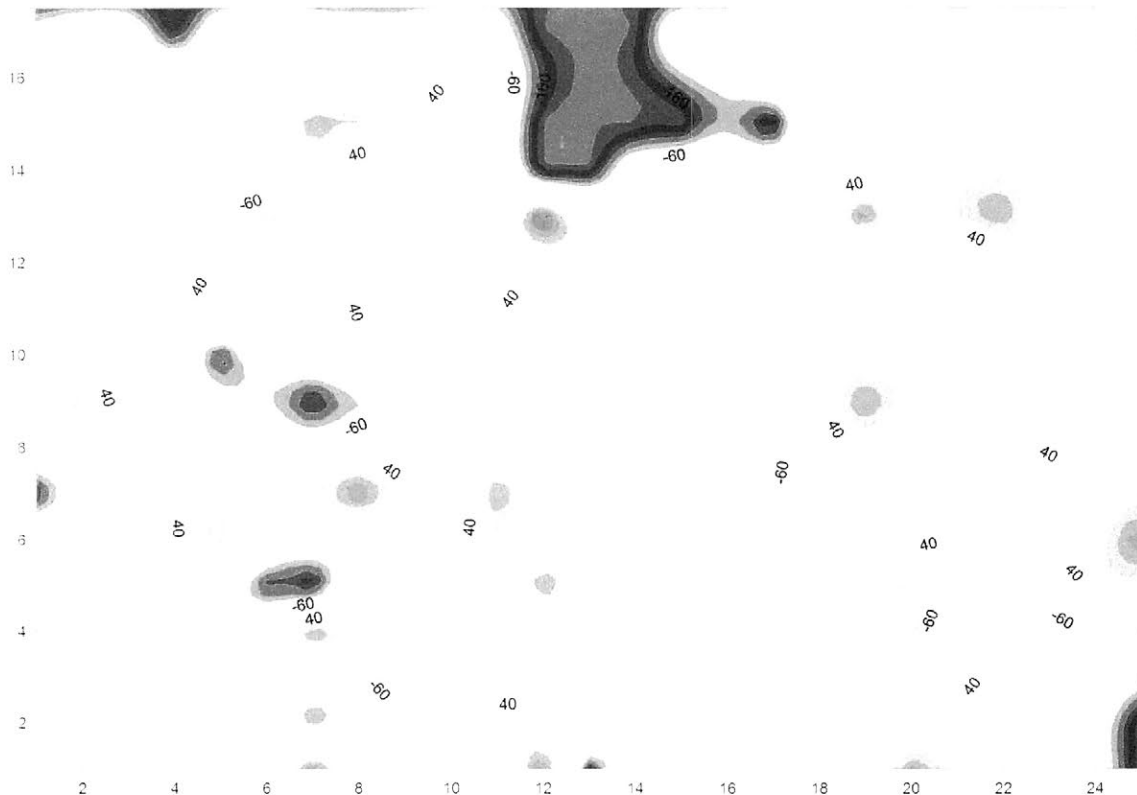


図5 苗代川窯跡群南京皿山窯の磁気探査成果

Fig.5 Geomagnetic survey result of Nawashirogawa NanKin Sarayama kiln site, Kagoshima.

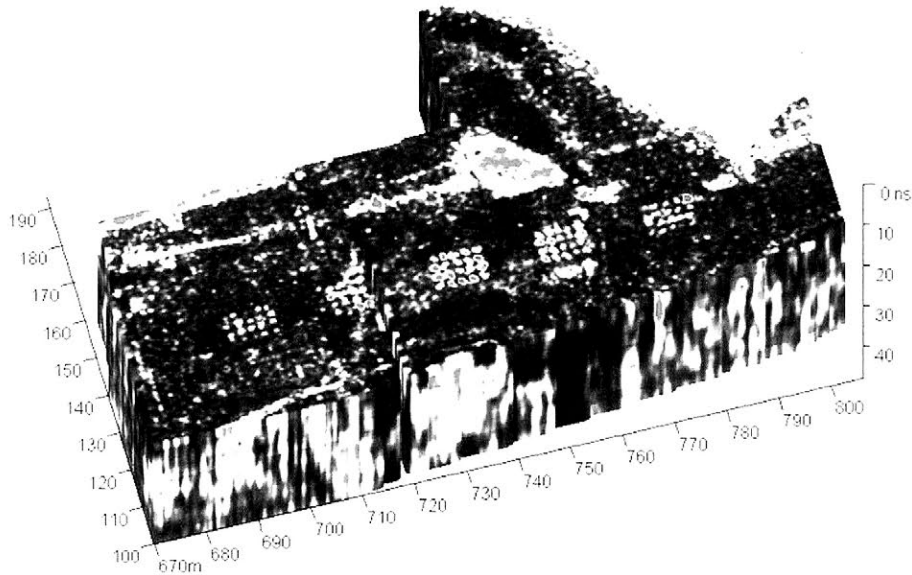


図6 下高橋官衙遺跡正倉地区地中レーダー探査成果の立体表示
Fig. 6 3D display of GPR survey result of Shimo-takahashi site, Fukuoka.

地中レーダー探査を組み合わせることで、窯の位置や形状、状況を探る試みがおこなわれ、発掘調査と連携した成果をあげている（金田ほか：2009）

鹿児島県苗代川窯跡の調査では、踏査や現表地形観察、測量という基礎的な情報収集から、窯の可能性のある複数地点を絞り、磁器探査によって窯の存在の可能性を高めた。加えて、異常部の形から、窯の形態に応じた差異を明確に把握できる可能性が高まった。同窯跡群の南京皿山窯では磁気探査、電気探査、レーダー探査の成果を総合し、二基の窯の存在と、指定範囲外まで窯体が伸びることを明らかにし、発掘調査によってこれらを確認している（図5）（渡辺2012）。

秋田県白岩焼窯跡では、磁気探査、電気探査、電磁探査の複数の方法や電極配置を用いて探査をおこない、その比較を進めながら記録に残されている窯の位置を考察している（西谷ほか：2010, 2012）。

集落や寺院、官衙については、近年ようやく事例が増加しつつある。これには、福岡県下高橋官衙遺跡、同筑後国府の地中レーダー探査で掘立柱建物や礎石建物の柱痕跡の確認という成果（西村：2002）の達成に負うところが大きい（図6）。日本においても詳細な遺構配置の確認にこれら探査技術が応用できることが証明されたことで、遺跡調査における重要性が認識されてきている。

開聞岳の火山活動により幾度も埋没を経験した鹿児島県敷嶺遺跡では、地中レーダー探査により、874（貞観16）年の開聞岳の噴火により埋没した水田の畦畔や竪穴建物、鍛冶炉の存在を指摘し、発掘調査でこれらを確認している。これらの成果により、当該地の条里制が施行の実態が明らかになった（阿児ほか：2006, 古川ほか：2009, 亀井ほか：2010）。

奈良文化財研究所は緊急調査としての件数が多く、緊急調査等で最も需要が高く、今後利用が進展することが予想できる官衙、寺院、集落、生産遺跡を主な対象として実践を続けている（金田：2010）。

広域にわたる遺跡の遺構や範囲の把握については群馬県天良七堂遺跡（図7）、同三軒屋遺跡、茨城県台渡里遺跡、同神野向遺跡、奈良県平城宮跡、同東大寺東塔院、山口県周防国庁、福岡県大宰府などで調査を実施している（金田ほか：2011, 金田：2012）。これらの成果では、従来把握されてきた区画施設などの比較的大規模な遺構に加えて柱穴や礎石と考えられる反射が得られ、様々な地域においてその有効性が確認されてきている。探査に基づいた発掘調査によりその実態が明らかとなり、その成果をフィードバックすることで、探査成果と発掘調査が連携した遺跡の詳細の理解が解明されつつある。

沖縄県では、米軍基地の返還を契機とした広域発掘手

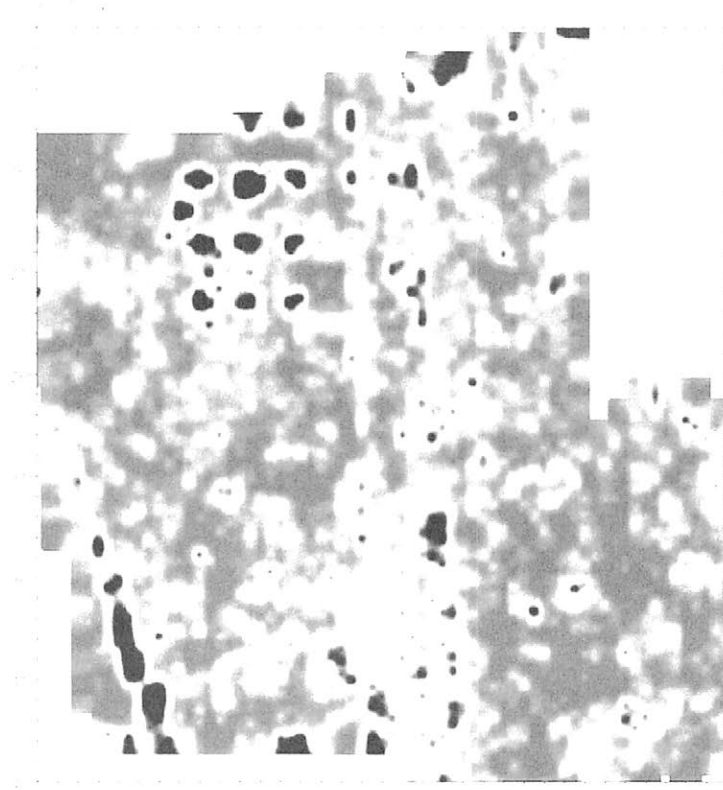


図7 天良七堂遺跡地中レーダー探査による総柱建物の確認
 Fig. 7 GPR survey result of Tenrashichido site, Gunma.

法として、探査と測量の手法について検討が実施され、物理探査の利用と発掘調査成果の比較と評価がおこなわれている（沖縄県：2002, 2003, 2004）。

長崎県鷹島海底遺跡では、水底に埋没した元寇船を音波探査で探り、調査位置を特定して発掘をおこない、成果をあげている。水中での発掘作業は地上に比べて制約が多く、また予算や人的なコストもかかるが、陸上とは異なる情報が得られるなど注目される分野であり、より効果的な発掘調査や保存を支援する上で今後探査技術と発掘調査法の連携が重要となると考える（池田：2008）。

史跡の保存という点では、電気探査による水分のモニタリングも注目される。奈良県高松塚古墳では、地下の水分量について継続的なモニタリング計測を実施し、墳丘深部の水分量の変動は降雨よりも地下水の影響が大きいことを示している（亀井：2006）。

遺構の露出展示保存法のための事前調査法として電気探査を用いた例では、水質検査とあわせて劣化の原因を事前に想定することができ、水の挙動を明らかにすることで保護の具体策を考えることが可能となっている（脇谷ほか：2008）

海外における利用も進んでいる。海外では探査を活発に実施している地域も多く、International Society for Archaeological Prospection (ISAP: <http://www.brad.ac.uk/archsci/archprospection/>) や Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA: <http://caaconference.org/>) の大会では、各国の事例を豊富にみることができる。ここでは、海外における日本の研究者の活動を触れる。

エジプトでは、地中レーダーによるマスタバの埋葬室の劣化調査（伊藤ほか：2010）、神殿の地中レーダー探査（Kamei：2007, 古川ほか：2010）、丘陵上の遺構配置を明らかにする研究（岸田ほか：2010）などがある。

カンボジアでは、アンコール・トムの中にあるバイヨン寺院の地下構造や下層の状況を調べることを目的とした電気探査、電磁探査、地中レーダー探査がおこなわれ、建物下部や地盤の状況を把握することに寄与している（杉本ほか：2011, 尾西ほか：2011）。また、クラン・コー遺跡では、地中レーダー探査により地中の異常部分を確認し、それに基づいた発掘調査の結果、土墳墓などを確認することができた（佐藤：2012）。

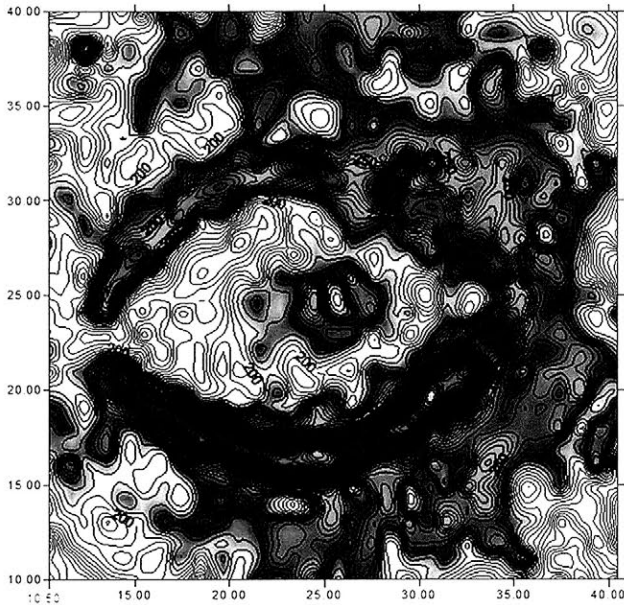


図8 カザフスタン BoraldaiNo.11 クルガンの電気探査成果
Fig.8 Resistivity survey result of Boraldai No.11 kurgan, Kazakhstan.

モンゴルでは、アウラガ遺跡において広域の探査をおこない、成果に基づいて発掘調査を実施し、成果をあげている。プロフィールと土層断面図との比較など、成果と発掘の詳細な検討が意図されていることも注目される (Goodman ほか：2009)。

カザフスタンでは、中央アジア諸国の研究者を対象としたワークショップを開催し、クルガンや都市を地中レーダー探査、電気探査で明らかにするとともに、技術指導をおこない、機器を導入したカザフ人研究者により、活発な研究が進められている (図8) (山内ほか：2012, 山内ほか：2013)。

4. 研究の進展状況と将来展望

有効性の理解の広がりや事例の蓄積により、近年では史跡指定や整備、広域の調査などに際し、試掘・確認調査に準ずる形で補助金が支出されるなど、探査の依頼や事例が急増してきている。しかし、未だ結果の積極的な活用までには至っていない感は強い。これは、この技術が特殊で専門的なものという意識が強く残存している点があげられる。

しかし、実際の成果の検討には、対象物である遺構に対する知識が必要である。成果を高く評価することを意識しすぎた荒唐無稽な解釈が独り歩きすることも少なく

ない。成果の検討には発掘調査経験が豊富な研究者、調査者が積極的に参画する必要がある。

また、活用が定着している欧州では対象が石製の構造物であり、木の構造物が中心で痕跡が残りにくいモンスーンアジアの地域とは要求される情報に差異があることは強調する必要がある。また、探査技術は基本的には資源や断層の発見、インフラストラクチャの管理といった目的のために開発されてきた経緯がある。他の分野、地域で実績のある方法が最良とは限らない。地域の文化財の特性に応じた方法を洗練する必要がある。

また、緊急調査に対応するためには、迅速化の検討が必要である。計測スピードの高速化や、同時に多くの計測機器を連動して使用する機材の活用が有力である。アレイ式の地中レーダー機器 (図9) や磁気探査機の出現により、より高密度に広域を探査することが試みられている。

位置精度の向上も課題である。従来、巻尺などを利用した位置決定が一般的であったが、近年ではRTK-GPSを利用した位置計測が可能となっている。従来に比べて位置精度が向上、迅速化することで、解像力の向上や作業の効率性を高めることも可能である。ただ、日本では樹冠下での計測が必要とされることも多く、GPSが活用できない場合もあり、トータルステーションなど別のトラッキング技術の利用も今後期待される。

複数手法の組み合わせによる詳細な遺構の情報取得のための多手法の組み合わせについても、検討を進めていく必要があろう (図10)。

日本では一部の例に留まっている判読についても、人工衛星に搭載された様々な種類のセンサーによって得られる情報や空中レーザー測定のデータを利用した手法により、その有効性が見直される可能性がある。

当該分野の研究は新規の開発と有効性の検討という草創期を過ぎ、文化財保護における現実の課題に対していかに対応していくかが問われていると感じている。文化財研究者の多くは自治体や財団などの行政職員や、企業内の研究者であるが、学会、研究会あるいは埋蔵文化財担当者研修といった場において聞く利用に対する懐疑や、日々彼らがおこなっている活動との意識との乖離を強く感じている。探査は専門家が特別な遺跡でのみ使用する



図9 アレイ式地中レーダー機器の計測試験風景
Fig. 9 A vehicle-towed GPR array.

もの、当たり前外れが大きいもの、という認識が未だに根深いのは否定できない。もっとも、これは、手法の確立を目的とした段階では当然のことであったと考える。試験的な計測ではあらかじめ範囲と地下の状況が予測可能な古墳などの対象が適切であり、手法の有効性を検討するためには、多くが失敗であろう試行錯誤を蓄積する必要があり、この段階での成否で手法を評価するのは妥当ではない。実務と研究があいまいとなったことも誤解を生む原因になったのではないだろうか。

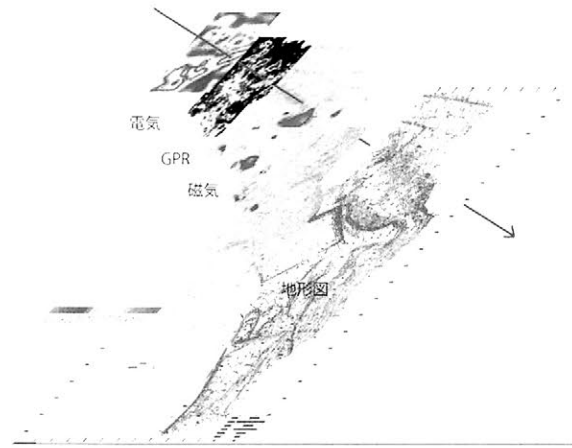


図10 探査成果の統合のためのGISの各レイヤー
Fig. 10 Integration of several kinds of geophysical survey results on GIS.

しかし、探査技術の活用と発展を考える時、学術的な興味のみではなく、日々課題に直面する文化財保護の現場にいかに関与していくのか、という提案と実践の蓄積をおこなうことが今後、必要と考える。開発の減少や担当職員の減少といった状況に対し、より迅速で詳細な情報収集手段としての探査技術の積極的な活用を進めたい。各地における依頼や事例の増加はその要望と期待を示しているのだろう。今後、研究を推進していくためには、企業、学術機関、行政に所属する多様な人材がそれぞれの立場から参画し、文化財保護のための一方法として普通に利用されていくことが不可欠である。

引用文献

- 阿見雄之・亀井宏行・鷹野 光行・新田 栄治・指宿市教育委員会 2006 「鹿児島県指宿市敷領遺跡における水田遺構の探査と発掘」日本文化財探査学会第9回大会研究発表要旨集 pp. 46-47
- 阿見雄之・亀井宏之・菱田哲郎・加西市教育委員会 2006 「亀山古墳調査における物理探査の活用」日本文化財科学会第23回大会研究発表要旨集 pp.38-39
- 足立和成・中條利一郎・西村康編著 1999 文化財探査の手法とその実際 316p
- 池田榮史 2008 「考古学研究者による物理探査の模索」最新の物理探査適用事例集 pp.355-359
- 伊藤敦志・西形達明・吹田浩・田村晃一 2010 「地中レーダー探査によるエジプト・マスタバ墓地地下埋葬室母岩の劣化調査」日本文化財科学会第27回大会研究発表要旨集 pp.154-155
- 沖縄県教育委員会 2002 埋蔵文化財広域発掘手法検討調査業務概要(I) - 物理探査及び遺跡測量の調査検討 - 46p
- 沖縄県教育委員会 2003 埋蔵文化財広域発掘手法検討調査業務概要(II) - 物理探査及び遺跡・遺構測量の調査検討 - 47p

- 沖縄県教育委員会 2004 埋蔵文化財広域発掘手法検討調査業務概要(III) - 物理探査及び検証発掘調査の検討成果 - 130p
- 尾西恭亮・徳永朋祥・モハメド・メトワリ・茂木勝郎・杉本芳博・山田直之・岩崎好規 2011 「バイオンにおける地中レーダー探査」バイオン寺院保存修復研究報告書Ⅱ pp.30-43
- 金田明大 2008 「考古学研究・埋蔵文化財保護に物理探査を役立たせるために」最新の物理探査適用事例集 pp.365-373
- 金田明大・西村康・西口和彦・小杉山大輔・曽根俊雄・三井猛 2008 「瓦塚窯跡における地下情報統合 - 分布調査・地形観察・探査 - 」日本文化財探査学会
- 金田明大・西村康・西口和彦 2009 「寒風古窯跡群の物理探査」史跡寒風古窯跡群 pp.225-236
- 金田明大 2010 「いよいよ柱穴がみえてきた - 発掘調査補助手段としての文化財探査 - 」文化財の壺 創刊号 pp.32-35
- 金田明大・西村康・西口和彦 2011 「古代日本の官衙・寺院遺跡探査の実践：奈良文化財研究所による近年のGPR探査」信学技報 SANE2011-120 pp.43-46
- 金田明大 2012 「総論遺跡探査の方法と利用」考古学ジャーナル 629 pp.3-6
- 金田明大 2012 「寺院・官衙の探査」考古学ジャーナル 629 pp.12-15
- 金田明大・城倉正祥・ナワビ矢麻 2012 「測る，掘る，考える - 高田2号墳の総合的調査 - 」日本文化財科学会第29回大会研究発表要旨集 pp.344 - 345
- 亀井宏行 2006 電気探査による高松塚古墳墳丘内の水分分布調査報告
- 亀井宏行・河原健一郎・本田誠彦 2008 「遺跡探査と電気探査 - 表面電位法の開発 - 」最新の物理探査適用事例集 pp.347-354
- 亀井宏行・今村太一・浅川陽介・宮崎皓一・指宿市教育委員会 2010 「火山灰でパックされた平安時代の村 - 鹿児島県指宿市敷領遺跡 - 鍛冶炉の発見」日本文化財科学会第27回大会研究発表要旨集 pp.168-169
- 亀井宏行 2012 「古墳の地中探査」古墳時代の考古学 8 隣接科学と古墳時代研究 pp.183-192
- 岸田徹・酒井英男・菅頭明日香・二宮修治 2006 「地中レーダー探査法による古墳の研究 - その様相と盛土量の推定」 pp.284-285
- 岸田徹・酒井英男 2007 「地中レーダ探査による古墳の研究 - 削平された古墳の復元・盛土量の推定」考古学と自然科学 55 pp.45-59
- 岸田徹・津村宏臣・渡邊俊祐・河合望・吉村作治 2010 「エジプト・アラブ共和国アブ・シール南丘陵遺跡におけるGPR探査」日本文化財科学会第27回大会研究発表要旨集 pp.166-167
- D. Goodman・村上恭通・三宅俊彦・村田泰輔・笹田朋孝・小畑弘己・加藤晋平・L. Ishtseren・白石典之 2009 「モンゴル帝国アウラガ遺跡における地中レーダー探査とそれに連動した発掘調査」日本考古学協会 2009 年度総会資料 pp.172-173
- 宮内庁書陵部陵墓課 2009 「藤井寺陵墓参考地における地中探査報告」書陵部紀要第60号 pp.1-8
- 古川桂・亀井宏行・文仙啓吾・安藤涼介・指宿市教育委員会 2009 「鹿児島県指宿市敷領遺跡（中敷領地区）の地中レーダ探査 - 住居跡の発見 - 」日本文化財探査学会第12回大会研究発表要旨集 pp. 2-3
- 古川桂・亀井宏行・阿見雄之・中野智章 2010 「エジプト，アル・ザヤーン神殿の地中レーダー探査」日本文化財科学会第27回大会研究発表要旨集 pp.170-171

- 佐藤源之 2008 「GPRによる遺跡調査」最新の物理探査適用事例 pp.341-345
- 佐藤源之 2012 「最先端の地中レーダー（GPR）による遺跡探査技術」考古学ジャーナル 629 pp.24-27
- 佐藤由似 2012 「カンボジアポスト・アンコール期の遺跡群」考古学研究 59-3 pp.107-109
- 城倉正祥・久保田慎二・青木弘・金田明大 2011 「千葉県芝山町高田2号墳の測量調査」早稲田大学大学院文学研究科紀要第57輯 pp.31-55
- 杉本芳博・山田直之・徳永朋祥・モハメド・メトワリ・茂木勝郎・尾西恭亮・岩崎好規 2011 「比抵抗電気探査および周波数領域電磁法探査」バイオン寺院保存修復研究報告書Ⅱ pp.18-29
- 西川和彦 2008 「埋蔵文化財保護行政と遺跡探査」最新の物理探査適用事例集 pp.361-363
- 西川和彦 2012 「窯・生産遺跡の探査」考古学ジャーナル 629 pp.16-19
- 西川和彦 2012 「2 磁気探査」篠窯跡群大谷3号窯の研究 pp.27-30
- 西谷忠師・庄内昭男・河野輝樹・大本将行 2010 「白岩焼窯跡の磁気探査と電気探査による調査」文化財と探査 Vol.12 No.1・2 pp.74-81
- 西谷忠師・山口大輔・間杉香織 2012 電磁気的手法による白岩焼窯跡の調査 日本文化財科学会第29回大会研究発表要旨集 pp.58-59
- 西村康 2001 遺跡の探査 日本の美術7 98p
- 西村康 2002 「考古学における地中レーダー探査史概観」文化財論叢Ⅲ pp.733-741
- 西村康 2007 「奈文研の遺跡探査抄史」埋蔵文化財ニュース127 遺跡探査の実態 pp.2-5
- 西村康 2008 「日本における遺跡探査抄史」最新の物理探査適用事例集 pp.333-340
- 西村康 2012 「探査の歴史と海外の動向」考古学ジャーナル 629 pp.20-23
- 東憲章 2006 「地中探査を応用した古墳の墳形復元」文化財と探査8-2 pp.25-36
- 東憲章 2007 西都原古墳群男狭穂塚女狭穂塚陵墓参考地 地中探査事業報告書 70p
- 東憲章 2007 「非破壊手法による遺跡情報の収集～宮崎県立西都原考古博物館における地中レーダー探査の実践～」宮崎県立西都原考古博物館研究紀要3 pp.28-50
- 東憲章 2012 「西都原古墳群の探査と地下マップ」考古学ジャーナル 629 pp.7-11
- 東憲章・甲斐貴充 2012 特別史跡西都原古墳群地中探査・地下マップ製作事業報告書（1）宮崎県教育委員会 36p.
- 物理探査学会 1998 物理探査ハンドブック 1408p
- 文化庁文化財部記念物課 2010 「遺跡の探査」発掘調査のてびき集落遺跡発掘編 pp.88-92
- 北郷泰道 2008 「西都原古墳群における整備・活用のための物理探査」最新の物理探査適用事例集 pp.375-38
- 水永秀樹・狩野心作・田中俊昭・平尾和久 2012 「新町支石墓群の地中レーダ探査」日本文化財科学会第29回大会研究発表要旨集 pp.56-57
- 山内和也・金田明大・西川和彦・有村誠 2013 「カザフスタンにおける考古遺跡の地下探査・シルクロード世界遺産登録に向けた支援事業（2011）-」第19回西アジア発掘調査報告会報告集 pp.79-86
- 山内和也・金田明大・森本晋・久米正吾 2013 「カザフスタンにおける考古遺跡の地下探査・シルクロード世界遺産登録に向けた支援事業（2012年）-」第20回西アジア発掘調査報告会報告集 pp.52-57
- 吉永史彦・置田雅昭 2005 「岐阜県野古墳群の探査」日本文化財探査学会第8回大会研究発表要旨集 pp.4-5
- 脇谷草一郎・高妻洋成・降幡順子・肥塚隆保 2008 「遺構保存のための事前調査法 - 比抵抗映像法の応

用 - 』奈良文化財研究所紀要 2008 pp.34-35

渡辺芳郎 2012 考古学と地下探査の協同による近世薩摩焼研究再構築のための基礎的研究 76p

Walter Edwards and Masaaki Okita 2005 “Reconstruction of Japanese Kohun (mounded tombs) using radar and resistivity prospection.” 文化財と探査 6-2 pp.1-8

Hiroyuki Kamei and Katsura Kogawa 2007 “El-Zayyan 2003-2006” 98p

(2013年3月28日受付, 2015年10月18日受理)

Recent Developments of Archaeological Prospection

Akihiro KANEDA

Nara National Research Institute for Cultural Properties, 247-1 Saki-cho, Nara 630-8577, Japan

Non-destructive research methods for identifying cultural properties at archaeological sites are called “archaeological prospection”. In this article, we discuss the effectiveness of prospection in archaeological research. We compare archaeological prospection with corresponding archaeological excavation, which is another common archaeological research method. Archaeological prospection has the advantages of leaving archaeological sites undisturbed, being suitable for examining sites repeatedly with several methods and conditions, and costing far less than excavation. However, prospection cannot retrieve chronological and characteristic information directly. Therefore, it must be done with its advantages and limitations in mind. Prospection methods include aerial image survey, seismic refraction survey, earth resistance survey, ground-penetrating radar, electromagnetic survey, and gravity survey. In this article, we also introduce recent applications of the methods to Japanese archaeological sites. These prospection methods provide useful information for planning archaeological excavations on land and underwater, and for maintaining archaeological sites. In particular, it is important to understand the soil properties and the environment around archaeological sites in Japan. The development of prospection methods is required for archaeological sites in Japan. To make prospection widespread in Japan, we will need to cooperate with people from diverse places, such as academic institutions, local government, and companies, and use their expertise.