

地中レーダーによる遺跡探査報告（2）

——福島県郡山市大安場古墳群・蒲倉古墳群、大玉村傾城壇古墳——

Archaeological Survey Report Using Ground Penetrating Radar (2).

——Oyasuba Kofun No. 2・3・4・5, Kabanokura Kofun No. 5・47 at Koriyama City,
Keiseidan Kofun at Otama Village, Fukushima Prefecture.——

宮原俊一・北條芳隆・白川美冬

MIYAHARA Shunichi, HOJO Yoshitaka, SHIRAKAWA Mifuyu

Abstract

This report summarizes the results of the ground penetrating radar exploration of archaeological sites conducted by Tokai University in 2023.

At Oyasuba Kofun, in based on the results of the radar exploration, we attempted to compare the tombs by exploring the tomb No.2 that have already been surveyed and that have not yet been surveyed.

Also at Kabanokura Kofun, we conducted radar exploration of tomb No.5 with stone chambers and unsurveyed tomb No.47, and compared them. Moreover we tried confirm the stone chamber at Keiseidan Kofun.

1. はじめに

地中レーダー探査とは、地中に電磁波（電波）を発射し、内部からの反射波を計測・可視化することによって、地中の埋蔵物や地下構造を把握する調査手法である。非破壊を前提とすることから、遺跡や地質の調査をはじめ、建設工事にともなう先行埋設物の検知やトンネル等のコンクリート内部の破損状況確認など、幅広く活用されている。近年、地中レーダー探査の促進と有効活用を目的として、総務省がとりまとめた報告書には、「遺跡探査では、遺構や遺物と周囲との誘電率の違いが地中レーダー探査の対象となり、空洞遺構や金属の遺物は顕著な反射構造として検出できる。また、遺構の土壌と周囲土壌との間に空隙率や含水率等の違いがあれば探査として有効で、遺跡の発見や保護に役立っている」とある（総務省2017）。これは、遺跡の一調査手法として地中レーダー探査の有効性を示すものであるが、高額な探査機を使用する「掘らずに知る」調査は、広く一般化されておらず、通常の遺跡調査で用いられる事例は非常に稀である。また、異なる原理をもつ種々の探査機により、同じ地点を探査した結果を相互に比較・検討した事例は皆無に等しい。

こうした状況の中、遺跡調査に関わる地中レーダー探査の精度を高めていくためには、性格の異なる遺跡・遺構での探査事例を増やしていくことが急務である。そして、すでに発掘調査が行われた遺構（既掘遺構）での地中レーダー探査結果と、同じ遺跡にありながら未発掘状態にある遺構の探査結果を比較し、未調査部のレーダー探査の結果から何が読み取れるか（または読み取ったか）を検討していくことが求められる。このような考え方のもと、東海大学考古学研究室では、2021年に青森県上北郡六ヶ所村に所在する金堀沢遺跡と長野県松本市所在の弘法山古墳で地中レーダー探査を実施した（宮原他2013）。いずれの遺跡においても、既掘遺構と未調査の遺構または地点を探査することで、土中の異なる反応を比較・検討することができた。その後も探査事例を増やすことを目的に継続的にレーダー探査を実施してきた。

本報告は、2023年に福島県郡山市所在の大安場古墳群および蒲倉古墳群、福島県大玉村に所在する傾城壇古墳で実施した地中レーダー探査の成果報告である（註1）。

2. 大安場古墳群の調査

（1）遺跡の概要と調査目的

大安場古墳群は、郡山盆地の東側、国道46号線に沿って田村町金谷から大善寺に向かう途中にある丘陵上標高250～260mに所在する〔図1〕。遺跡西方には阿武隈川とその支流である谷田川の氾濫原が広がる。同古墳群は平成3年に発見され、測量調査・発掘調査を経て、1基の前方後方墳と4基の円墳が確認された。1号墳は全長約83mの前方後方墳であり、埋葬施設や出土遺物から4世紀後半に築造されたものと考えられている。



図1 遺跡位置図

4基の円墳（2～5号墳）は1号墳の北側で発見され、いずれも築造時期を推定する根拠が少ないうえ、2号墳の発掘調査では径約15mの周溝と埋葬施設として箱式石棺が確認された。また、周溝や盛土からは5世紀後半代の土器が出土したことから、2号墳をはじめとする4基の円墳は5世紀後半に築造されたものと考えられている。平成17年度に史跡整備事業がはじまり、現在では大安場史跡公園として広く一般に公開されている。

今回の地中レーダー探査の目的は、4基の円墳で得られた地中レーダー探査の結果を比較することにある。すでに発掘調査が行われ、保存整備が完了している2号墳と、周溝確認のためトレンチ調査が行われた4・5号墳、そしていまだ未発掘となっている3号墳での探査結果を比較し、3・4・5号墳の主体部（埋葬施設）の状況や周溝規模を見極めることを目的とした。

（2）調査の概要と結果

1）2号墳の調査

2号墳は1号墳の北側に位置し、測量調査では方墳・円墳の判断が難しかったが、平成10年のトレンチ調査により、径約15mの周溝をもつ円墳であることが確認された（柳沼1999）。また、墳頂部付近で東西約2.2m、南北約1.2mの範囲で石の広がりが見られ、さらに高さ30cmほどの板状の立石も確認されたことから、2号墳の埋葬施設が蓋石・側石をもつ箱形石棺であることが明らかとなった。埋葬施設は墳丘中央からやや西寄りにつくられており、東西方向に軸線をもつ組合せ式箱式石棺となる。また、2号墳に隣接して弥生時代の竪穴住居と思われるプランが確認されている。地中レーダーによる調査の概要は以下の通りである。

- ・調査日：2023年2月14日 晴れ
- ・調査方法〔図2〕

墳丘上に南北10.0m（Y軸）、東西10.0m（X軸）の調査区を設け（Grid01）、0.5m 測線間隔で鉛直断面図（セクション）および水平断面図（タイムスライス）の作成を行った。走時から深度に変換する際に用いた較正值は0.076m/nsであり、較正深度は2.80mとなった（註2）。

- ・調査結果〔図3〕

地表から深度0.20～0.25mまでは表層からの水分反応（滞水反応）が強く現れたが、深度0.30～0.35m以下では墳丘中央から広がる円環状の反応が認められた。深度0.40～0.45mでは墳丘中心から半径約2.0mの範囲と、約3.0～4.0mの地点で円環状の反応が現れた。円環状の反応は深度が増すごとに徐々に弱くなったが、深度0.90mまで



図2 大安場2号墳グリッド配置

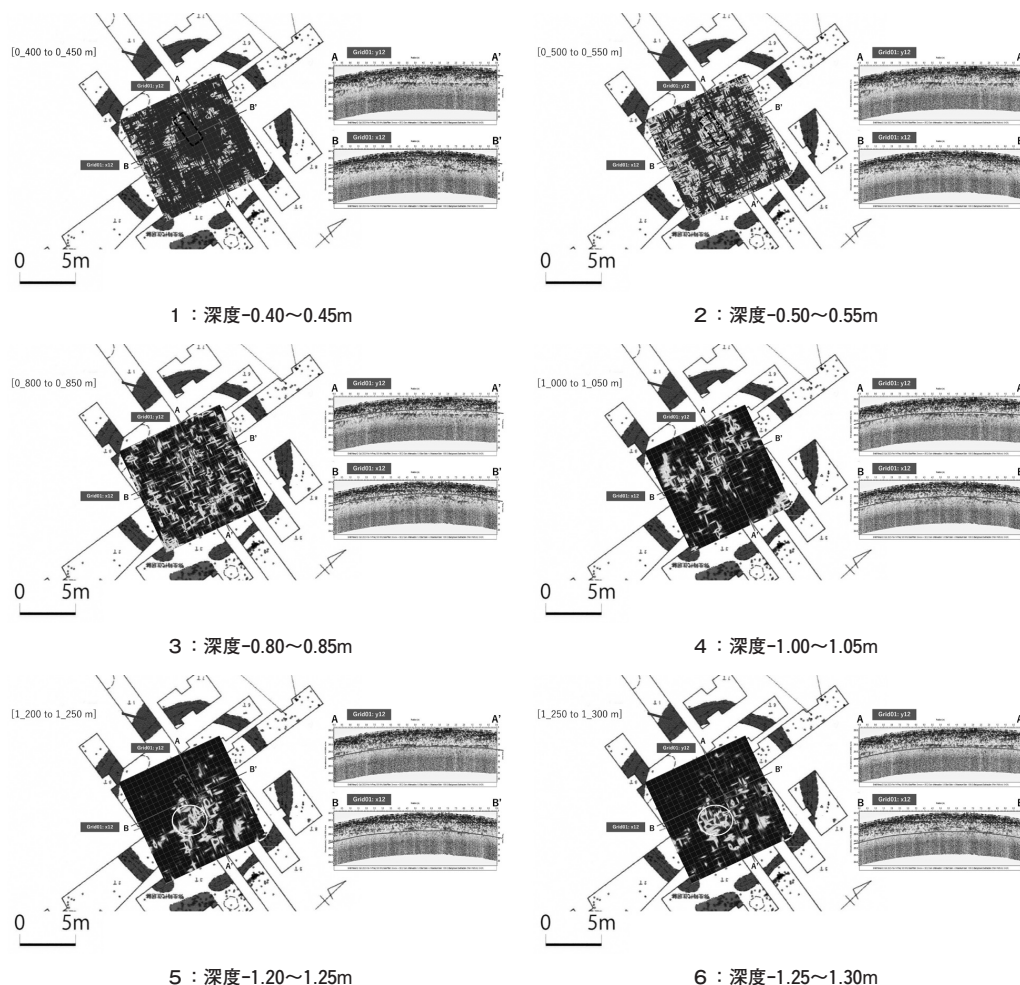


図3 大安場2号墳深度別グリッドスキャン図

は認めることができた。

円環状の強反応により深度0.60m 前後まで埋葬施設の反応を読み取ることは困難だが、深度1.00m前後で蓋石検出範囲内（破線範囲）に反応が現れ、深度1.15mでは墳丘中心部（蓋石検出範囲東側）での反応が顕著となる。さらに、深度1.20～1.25mでは蓋石の検出範囲から外れる地点（白丸範囲）で反応が現れ、深度1.40m前後まで認められた。深度1.45m以下で目立った反応は認められなくなった。

2) 3・4・5号墳の調査

3・4・5号墳は2号墳の北側に位置する。3号墳は東半部が造成工事により削られており、墳丘の全容は明らかではないが、径あるいは一辺が12～14mの円墳または方墳と考えられる。4号墳は3号墳に隣接し、やはり造成工事にもなう削平により墳丘の約1/4ほどが確認できるのみである。第3次発掘調査では墳丘を取り巻くように周溝が確認され、その規模は不

明だが円墳と考えられる（柳沼1999）。5号墳は4号墳の調査の際に確認された円墳で、4号墳の北西に位置する。トレンチ調査の結果、4号墳の周溝と重複を避けるように周溝が認められた。以下は3・4・5号墳の調査概要である。

- ・調査日：2023年2月14日 晴れ
- ・調査方法〔図4〕

3号墳には墳丘上に南北6.0m、東西2.5の調査区を設け、これをGrid02とした。4号墳では周溝が確認された墳丘北裾に南北5.0m、東西5.0mの調査区を設定し、これをGrid03とした。5号墳には墳丘全体を覆うように南北8.0m、東西10.0mの調査区を設けた（Grid04）。

探査は0.5m 測線間隔でグリッドスキャンを行った。走時から深度に変換する際に用いた較正值は0.080m/nsであり、較正深度は3.00mとなった。

- ・調査結果〔図5〕

すべての調査区で地表面から深度0.40m までは土中の水分の反応が強く現れたため、地表下0.40m まではトレンチや遺構の輪郭を確認することが困難であった。3号墳では深度0.50－0.55m 以下、調査区の北側で強反応が現れ、深度0.80m まで認めることができた。また、4号墳では深度0.60－0.65m まで滞水による反応が残るが、0.70m 以下では強反応が調査区の西側（特に西隅）に現れ、深度1.20m まで連続的に認められた。

5号墳でも滞水反応が深度0.50m 前後まで続き、当該深度まで遺構もしくは埋蔵物の確認が困難だった。深度0.60m 前後で調査区中央に北西から南東方向に広がる反応が現れ、同地点で深度1.20m までは確認できた。さらに深度1.30－1.35m 以下では、調査区の東側に反応を残しながら深度1.70m まで連続して認めることができた。

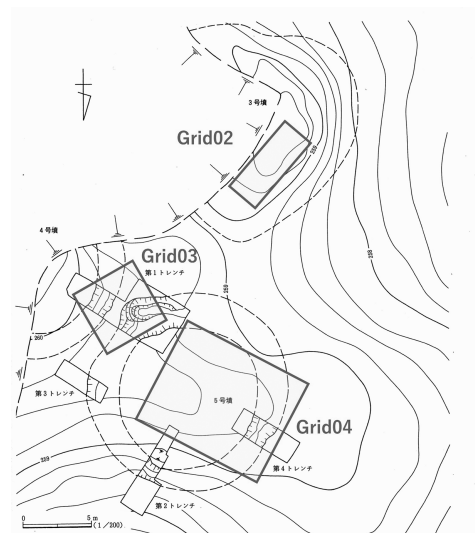


図4 大安場3・4・5号墳グリッド配置図

（3）考察

1）2号墳の蓋石検出範囲について

2号墳の調査で墳丘中央から円環状に広がる反応は、トレンチ調査後に墳丘を整備する際に均一に盛られた盛り土が反応しているものと思われる。Grid01: y12断面（A-A'）でも墳頂部から約3～4mの地点で周辺土層とは異なる反応が認められたことから、これが史跡整備時に遺構（石棺）を保護しながらも一定程度墳丘の高まりを再現するために盛った土と判断することができる。

問題は蓋石検出範囲で明瞭な反応を平面で読み取ることができない点である。Grid01: y12、x12断面では、墳頂部直下の深度1.00m 前後に周囲とは異なる反応を見ることができたが、これが蓋石に起因する反応であるのかは不明である。仮に蓋石の反応ととらえた場合、Grid01:

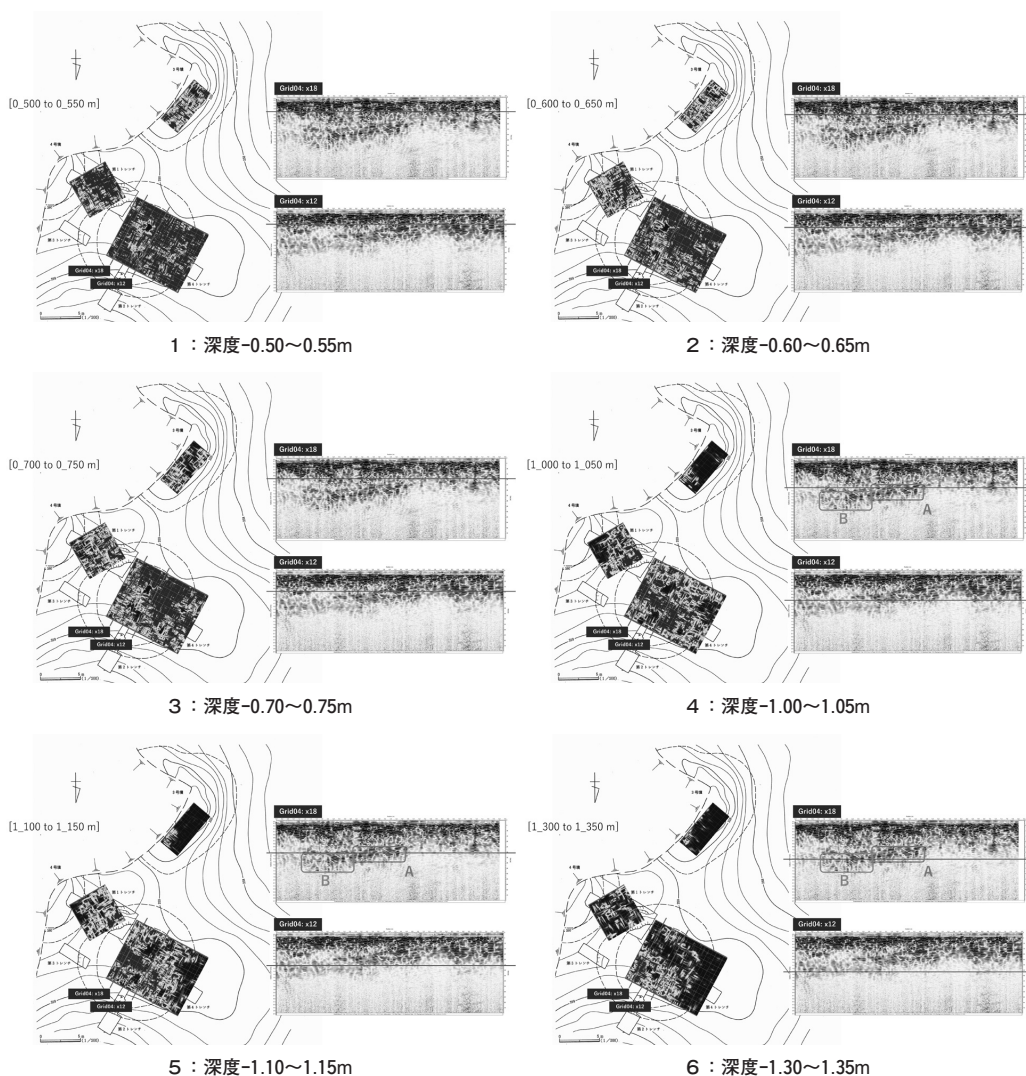


図5 大安場3・4・5号墳深度別グリッドスキャン図

y12断面では深度1.35–1.40mまで異常反応を認めることができるため、当該深度をもって石棺の基底部となる可能性が指摘できる。さらに、Grid01: y12断面の東側（A'側）に認められる水平堆積の反応は、第3次発掘調査で設定したトレンチ（1T）調査面と考えることができる。このようにトレンチの調査面（下底面）を考慮すれば、蓋石検出範囲の東側深度1.20前後で認められた強反応（白丸範囲）は、第3次発掘調査で設定したトレンチ（2T）の下底面に相当する可能性もある。

2) 3・4・5号墳の強反応について

3号墳では調査区北側で深度0.80mまでつづく反応が認められたが、これが遺構もしくは埋蔵物であるかの判断は難しい。墳形を円・方いずれに捉えても、墳頂部からはかなり離れた地

点で反応が現れていることも、即、これを埋葬施設として判断できない理由である。

4号墳については、調査区の西側で強い反応が現れ、深度1.20mまで連続的に認められたが、この場所は第3次発掘調査で設定した第1トレンチ内で5号墳周溝が‘く’の字に屈曲する地点に相当する。トレンチ調査平面図では、周溝屈曲部を二段掘りで検出している様子を読み取ることができることから、本地点での強いレーダー反応は調査後の埋め戻しの際に遺構保護を目的として残置された土嚢もしくは埋め土に反応したものとも考えられる。ただし、トレンチ調査で検出された周溝下底面は、調査時の地表面から深度1.20mまで達するものではなく、今回のレーダー探査の結果とは矛盾が生じる。このことから、調査後の埋め土が滞水しやすい状況を同地点につくり出している可能性が指摘できる。4号墳に関しては、その他に遺構・埋蔵物と考えられる反応は認められなかった。

5号墳では調査区の中央で、北西から南東方向に広がる反応が気になる場所である。深度0.60m前後から反応が現れ、深度1.30mまでは連続して認めることができ（反応A）、断面Grid04: x18（緑の枠線）では幅約2m、深さ（高さ）約50cmの反応体として捉えることができる。さらにこの反応Aの北側で、深度1.10m前後に強い反応を読み取ることができた（反応B）。反応Aが消失する深度1.30m以下においても反応Bは残り、深度1.70mまで確認することができる。反応A・Bともに5号墳の埋葬施設となる可能性もある。仮に2号墳のような箱形石棺を想定した場合、蓋石と側石と基底部からなる構造は反応Aとして認めることができるかもしれない。

また、反応AとBを一連の遺構ととらえることも可能である。ただし、一連の遺構（埋葬施設）ととらえた場合、幅4m（全長不明）にもおよぶ埋葬施設を想定しなければならず、さらに反応Bは確認深度1.00m－1.05m以下、深度が増すに従い徐々に北側へ推移しながら反応が弱くなるように見受けられる。この現象についての説明は難しいが、推定墳頂部よりも離れた場所での反応となることも考慮すれば、単に土中の水分含有率の違いが現れているものとも考えられる。

3. 蒲倉古墳群の調査

（1）遺跡の概要と調査の目的

蒲倉古墳群は郡山市のほぼ中央を流れる阿武隈川東岸、標高280～300mの丘陵上「風土記の丘」公園内に所在する古墳時代終末期の群集墳である〔図1〕。平成20年の8・9次調査までに、総数71基の小円墳が確認されている（柳沼2009）。7世紀を中心とする古墳群は、北側の支群（13基）と東側・西側の支群（55基）で群をなしており、このたび地中レーダ探査を実施した5号墳は東側の支群に、47号墳は西側の支群に属する。東西の支群は南向きの緩斜面にあり、支群間には南東から支谷が入り込み、谷頭が形成されている。

蒲倉古墳群での探査目的は、すでに発掘調査が行われ埋葬施設が明らかとなっている5号墳と、未調査墳墓である47号墳での探査結果を比較し、5号墳での発掘調査成果と探査結果を照らし合わせた上で、47号墳の埋葬施設の状況や周溝規模を見極めることである。

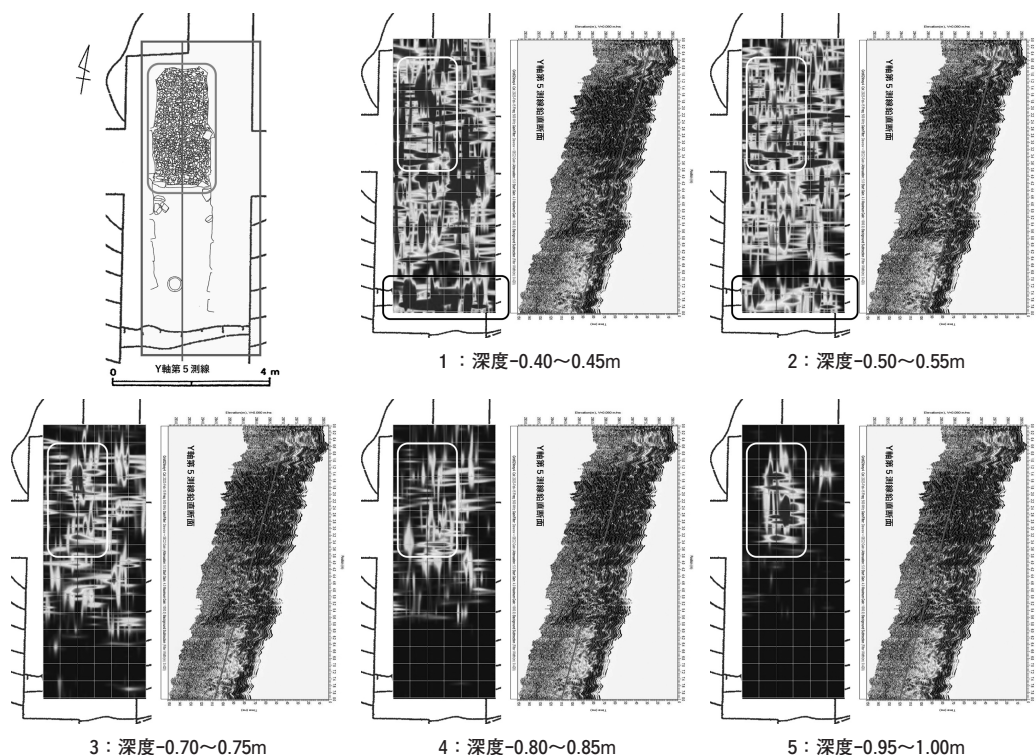


図6 蒲倉古墳群：5号墳深度別グリッドスキャン図

(2) 調査の概要と結果

1) 5号墳の調査

5号墳は古墳群の中では最大規模の円墳である。第4・5次調査で主体部と周溝の一部、墳丘の截割調査が実施され、無袖式横穴式の石室構造が明らかとなっている。墳丘盛り土直下に広域火山灰であるFP層（榛名二ツ岳伊香保テフラ）の堆積が確認されている。石室は奥壁に板状の石を立て、玄室内の側壁は板状の石を立てて基底を成すのに対し、羨道部は基底石から石材を平積みになっている（柳沼2001）。このたびの調査では、墳丘上の奥壁に相当する地点で、露出した板状の石を確認することができた。調査の概要は次の通りである。

- ・調査日：2023年2月15日 曇り
- ・調査方法〔図6〕

墳丘上に薄く広がる落ち葉を除去し、探査を実施した。円墳の墳頂部より羨道方向にグリッドスキャン（タイムスライス走査）を実施した。グリッドスキャンは南北8.0m（Y軸）、東西3.0m（X軸）の調査区を、0.5m 測線間隔で実施した。走時から深度に変換する際に用いた較正值0.059m/nsを採用した結果、較正深度は2.20m となった。

- ・調査結果

地表から深度0.30m までは、表層からの水分反応が強く残るが、深度0.40m 以下から玄室を

中心に強い反応をみることができた。その左右の側壁に相当する地点でも、強反応が認められ、羨道（入口）方向に伸長する様子がうかがえる。調査区南端で確認した反応は、おそらく周溝の一部と思われる。

深度が増すにつれ、側壁の反応は徐々に弱くなったが、玄室の強反応は深度0.70mでも依然として残っていることから、仮に調査後に遺構保護のために充填した土嚢などがあるとすれば、これを捕捉した可能性がある。深度0.80mほどで玄室の反応が一時弱くなるが、深度1.00m前後で再度強い反応が現れた。これは、玄室の礫床あるいは、礫床直上の土嚢（土）が反応しているとも考えられる。深度1.10mより反応は徐々に弱くなり、深度1.40mではほとんど見られなくなった。礫床に使用された礫の厚みとは考えられないことから、礫床下部に滞水した土中の水分が反応している可能性が高い。

2) 47号墳の調査

47号墳は群集する円墳として5類（墳丘があり、石室方位の不明なもの）に分類される。隣接する46・48号墳の調査に際し、周溝の一部が確認されている。北西に位置する48号墳とは周溝が隣接する。ただし、48号墳の周溝を改修した際に、47号の周溝に接続したものであり、古墳の築造当初から接続していたわけではない（柳沼2001）。

レーダー探査にあたっては、地表面にかなりの厚みをもって落ち葉が堆積していたため、下草とともにこれを除去した。以下は調査の概要とその結果である。

・調査日：2023年2月15日 曇り

・調査方法〔図7〕

墳丘を全面的に調査するため、南北7.0m（Y軸）、東西9.0m（X軸）の調査区を設けた。5号墳同様、0.5m 測線間隔でグリッドスキャンを行った。走時から深度に変換する際に用いた

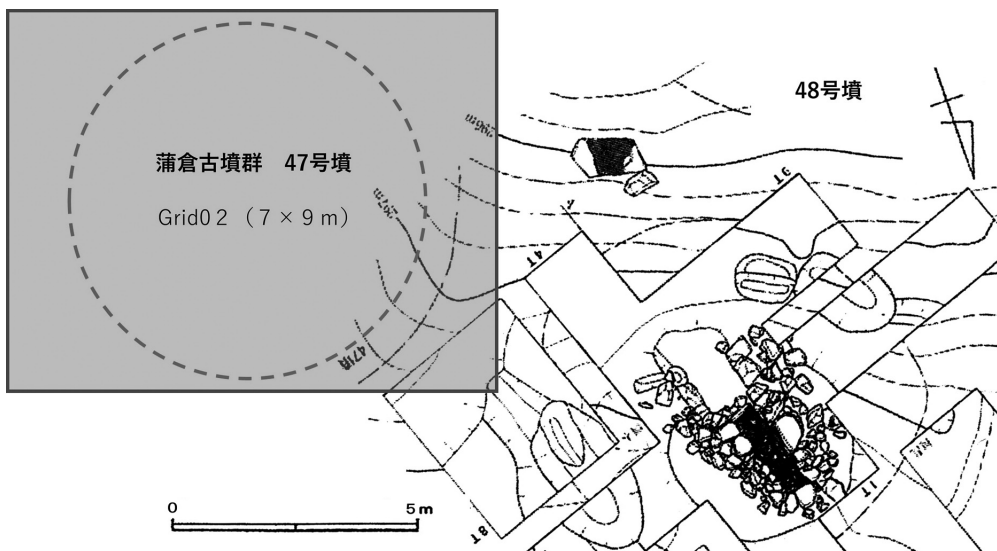


図7 蒲倉古墳群：47号墳グリッド配置図

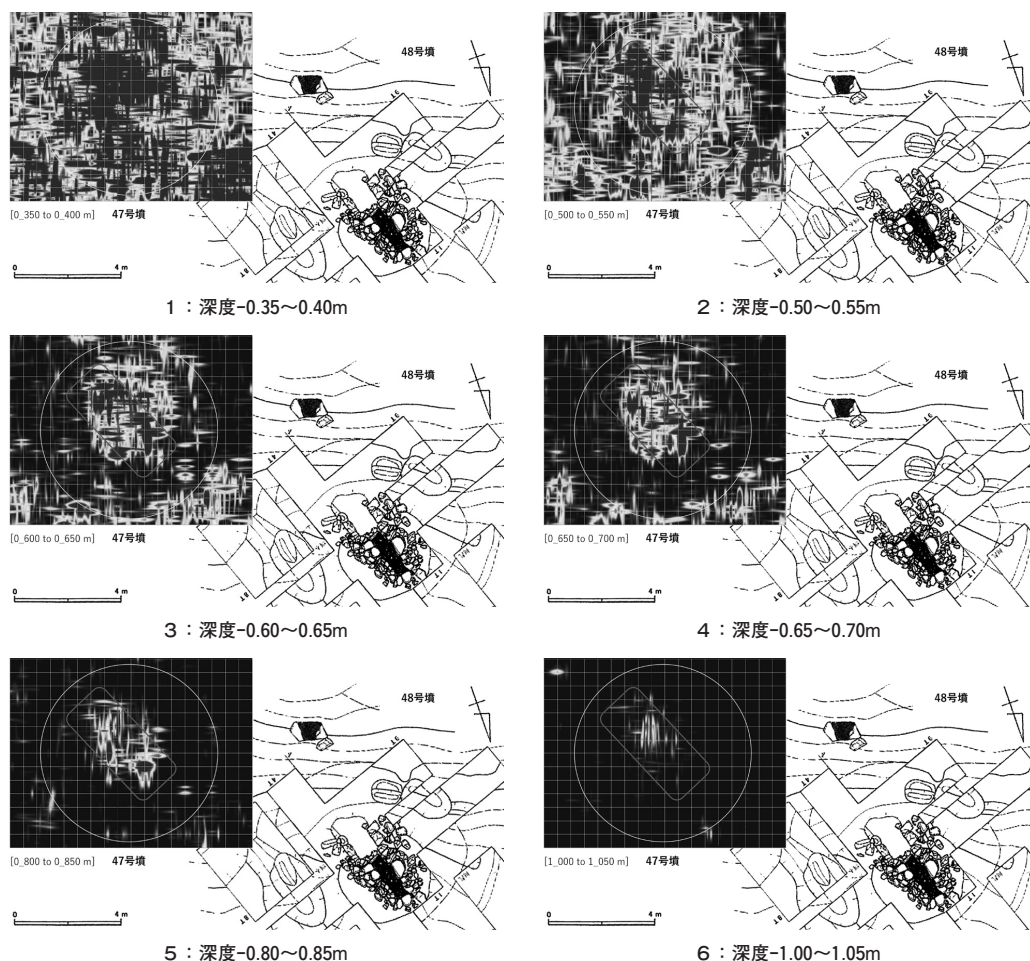


図8 蒲倉古墳群：47号墳深度別グリッドスキャン図

較正值は0.064m/nsであり、較正深度は2.40mとなった。

・調査結果〔図8〕

地表から深度0.30mまでは、表層からの水分反応が強く認められたが、深度0.40m以下は墳丘推定範囲内で円環状の強い反応が現れた。盛り土もしくは周溝が反応している可能性が指摘できる。

深度0.50m前後で墳丘推定範囲のほぼ中央が強く反応し、深度が増しても消えることがない。また、調査区北西側でも強い反応が残ることから、隣接する48号墳の周溝または調査時のトレンチ範囲を示す反応とも考えられる。

深度0.60-0.70mでは南北方向に広がる反応を認めることができるため、これを玄室から羨道におよぶ側壁の反応とみることができる。深度0.80-0.85mでは、2箇所の強反応が認められ、2点間でも一定程度の反応が認められる。この反応は深度1.00m以下から徐々に弱くな

り、深度1.30m でほとんど消失した。

（3）考察

5号墳はすでに発掘調査がなされており、奥壁・玄室の礫床・側壁の存在が明らかになっていた。レーダー探査でもおよその礫床範囲、側壁の輪郭を捉えることができた。また、鉛直断面では奥壁から羨道にかけて強い反応が一貫して認められたことから、調査後に埋め戻した土（あるいは土嚢か）が反応し、その範囲を明確にしているものと考えられる。深度1.20m では、玄室範囲以外にほとんど反応がみられなくなるのは、墳丘盛り土直下の FP 層が関与している可能性がある。

47号墳は墳丘が残るが未調査の古墳であり、既掘の5号墳とは石室内における土の堆積状況が異なることを前提にレーダーの反応を読み解く必要がある。

5号墳と同じく、表層から深度0.30m までは滞水反応が著しく、石室を構成する側壁の方位や規模を特定することが難しい。しかし、この強反応は深度0.50m 以下では墳丘中央部に残り、石室の範囲をある程度特定することができた。反応は深度0.60–0.70m でさらに顕著となり、玄室から羨道におよぶ側壁が反応している可能性もある。深度0.80–0.85m 前後で現れた2箇所の強反応は、その北側を奥壁、南側を門柱石と理解すれば、この間で連続的に続く反応は、玄室内部の礫床によるものと判断することができる。玄室内の反応については、5号墳の場合、一度弱くなった反応が再び強く認められ、これを礫床と判断した。おそらく礫床直上の埋め土（あるいは土嚢）が反応したのと考えられるが、47号の場合は礫床の反応は漸移的に弱くなるのみで、深度1.30m 前後ではほぼ消失することから、この深度を墳丘築造面と考えることができる。

4. 傾城壇古墳の調査

（1）遺跡の概要と調査の目的

大玉村に所在する傾城壇古墳は、本宮市から北上する須賀川二本松線の東側にある丘陵上に所在する前方後円墳である。全長は約41m となり、丘陵頂上（標高約290m）に後円部を構築し、南西に伸びる丘陵の尾根上に前方部がつくられている。後円部径は主軸方向で25m、後方部の長さは17mを測る。後方部幅は後円部移行部分、端部ともに約13mあり、いわゆる柄鏡形の墳形を呈する。本格的な発掘調査は行われていないが、後円部の北側斜面で採集された土師器よりその築造時期については、4世紀前半に位置づけられている。古墳のもつ特徴と採集土師器の年代から、安達地方でも最古級の前方後円墳と考えられている。

傾城壇古墳での探査目的は、後円部および前方部における埋葬施設の確認である。

（2）調査の概要と結果

現地は調査前日より降雪となり、調査当日は墳丘上に積もった雪を除雪した上で探査を実施した。

・調査日：2023年2月15日

曇り

・調査方法〔図9〕

後円部では2測線のラインスキャン（鉛直断面走査）を、深度3.0mまで0.05m単位で実施した。前方部ではグリッドスキャン（タイムスライス走査）を実施した。グリッドスキャンは南北12.0m（Y軸）、東西6.0m（X軸）の調査区を0.5m測線間隔で実施した。走時から深度に

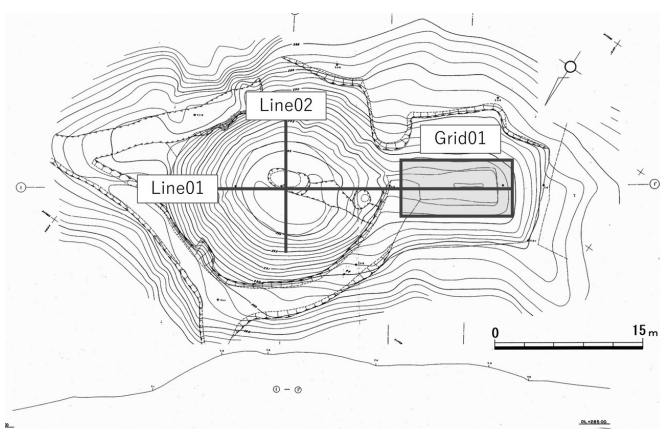


図9 傾城壇古墳グリッド配置図

変換する際に用いた較正值は0.057m/nsを採用した結果、較正深度は2.10mとなった。

・調査結果〔図10〕

地表から深度0.40mまでは、表層からの水分反応が強く残り、埋蔵物または盛り土の堆積状況については読み取りが難しい。深度0.70–0.75mで調査区の北側（A）と西側（B）に強反応が残る。深度0.90–0.95mでは西側の反応が弱くなるが、深度1.05–1.10mまでは反応が認められた。北側に残る反応は、調査区付近にあった樹木の根による反応とも考えられるが、西側の反応については樹木よりもやや離れた地点で反応がつづくことから、含水量の異なる土層が堆積している可能性が指摘できる。

深度1.25–1.30mで東西方向に反応が広がり、深度1.40–1.45mではやや南に反応の広がりを認めることができた。広範におよぶ反応は、断面図でも捉えることができ、深度1.60–1.65mでは後円部側でも認められることから、古墳築造時における盛り土（の土質の不連続性）を反映している可能性もある。深度1.80m以下では目立った反応は確認できなくなった。

（3）考察

降雪の影響とも考えられる表土下の滞水状況により、このたびのレーダー探査では明確な埋蔵物（石室などの地中構造物）を確認することはできなかったが、前方部では深度約0.7mで強反応の広がりを認めることができた（A, B）。反応Aは、墳丘脇の樹木の影響とも考えられるが、反応Bについては異なる含水率をもつ土層の堆積をうかがわせるものである。さらに、深度1.2–1.6mでは広範におよぶ反応が認められたことから、墳丘（前方部）築造当時の盛り土の様子を反映しているものとも考えられる。仮に、この反応が盛り土の様子を捕捉したものと考えれば、これより上層で確認した反応A, Bを一連のものと捉え、やはり墳丘盛り土の状況のある程度示しうる反応であるとも考えられる。

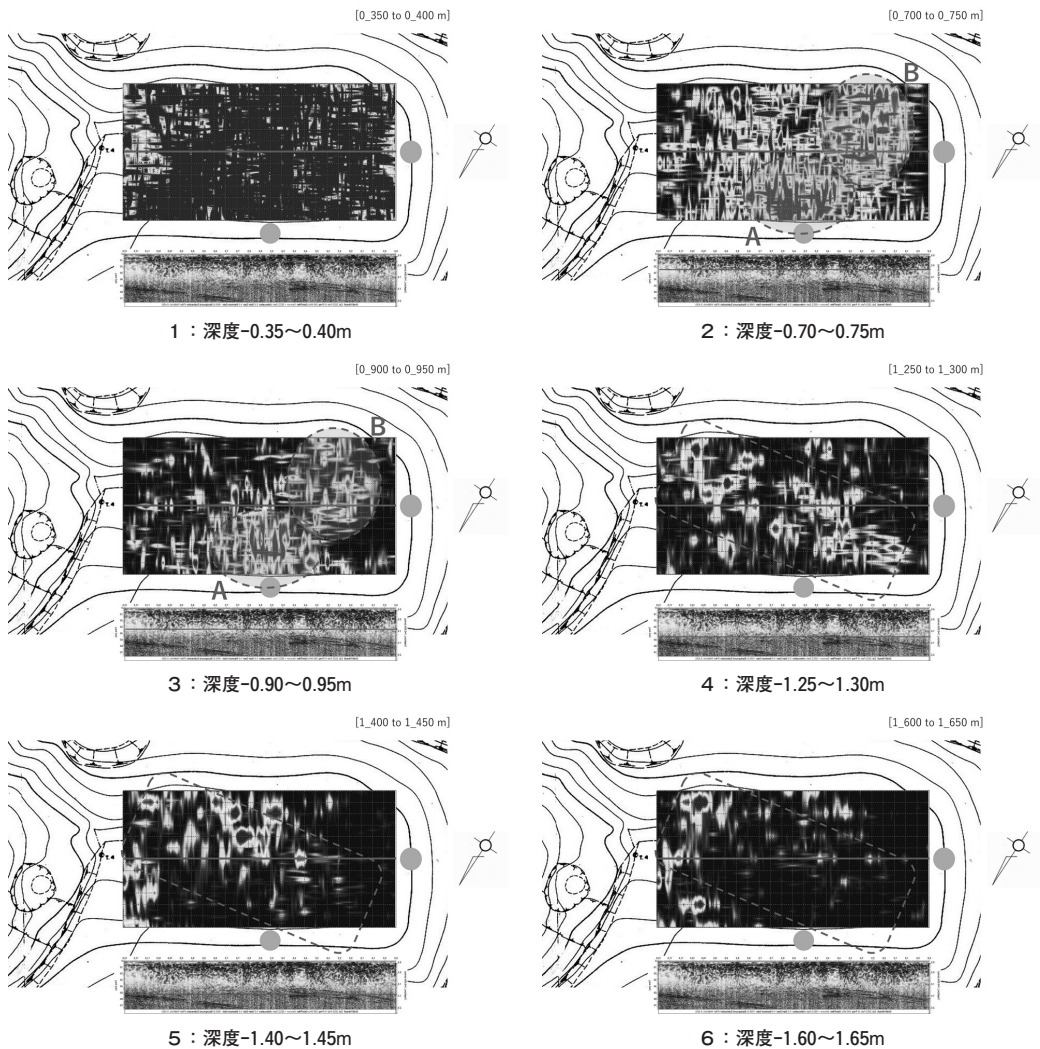


図10 傾城壇古墳深度別グリッドスキャン図

5. まとめと今後の取り組みについて

前回同様、すでに発掘調査によって規模や形状が明らかとなっている遺構を、地中レーダーで追認する作業を大安場古墳群と蒲倉古墳群で行った。その目的は冒頭で述べたように、未調査の遺構について、レーダー探査の結果から何が読み取れるかを検証することにあった。この点について、大安場古墳群では、2号墳の発掘調査で明らかとなっていた埋葬施設のレーダー反応と酷似した反応を、3号墳または5号墳に期待していたが、明確な埋葬施設を捉えることはできなかった。5号墳については、墳丘中央で深度0.60m以下に現れた強い反応が、埋葬施

設を反映しているものとも考えられるが、それがどのような形状をもち、いかなる性格のものであるかの判断は、やはり発掘調査の結果を待たねばならない。

一方、蒲倉古墳群47号墳は、すでに埋葬施設の明らかな5号墳と同種の石室が残存していることを前提に、レーダー反応の読み解きを行った。すなわち、深度0.80-0.85m 前後まで安定して現れる反応を、玄室内部の礫床範囲と想定したのである。調査の後、47号墳に隣接する48号墳の位置を図上復元したところ、47号墳の石室想定範囲が示す主軸方向が、48号墳の石室主軸方位と概ね一致していることを確認した（柳沼2001）。さらに、西側の支群にある小古墳のほとんどが、尾根筋に平行した石室の主軸方向をもつことも、47号墳で想定した石室の範囲をより確かなものとする傍証となろう。ただし、これについても発掘調査での確認を待たねばならないが、依拠する事例が複数かつ具体的であれば、未調査遺構におけるレーダー反応の読み解きも、さらに精度を高めていくことができるのである。

以上がこのたびの調査成果のまとめであるが、いくつかの課題も残された。それは発掘調査の成果（報告書の事実記載）と探査結果とを比較した場合、遺構の確認面および構築面について、表土からの確認深度に誤差が認められることである。特に大安場古墳群で得られた探査結果は、全般的に反応深度がかなり深く算出され、報告書と照らし合わせても30cmほどの誤差が生じていた。走時を深度に変換する際の較正值に誤りがあるのか、あるいは各土層に含まれる水分量の差が原因となっているのか今のところ定かではないが、‘掘らずに知る’ことを目指すのであれば、早急に原因を究明しなければならない。また、表土直下に滞水した水分反応により、表土下0.30m~0.40m 前後までは、遺構の規模や形状について確認ができない点も今後の課題となろう。表層から遺構の確認面までに一定程度の深さがあれば問題はないが、蒲倉古墳群のように側壁や奥壁等の埋葬施設が表層にまで露出している場合や、遺構の確認面が著しく現地表面に近い場合は、レーダー探査による遺構検出は困難となる。2021年夏に実施した青森県六ヶ所村金堀沢遺跡の探査でも、表層下部の遺構についてはその確認ができなかった。使用している探査機特有の現象かもしれないが、対象とする遺跡の性格によってはレーダー探査で読み取れない遺構や埋蔵物があることを十分考慮しなければならない。

地中レーダー探査は遺跡・遺構を‘掘らずに知る’ための手段として有望視されてはいるものの、未だ一般化されていないのが現状である。こうした中であって、より精度の高いレーダー探査が実現するよう、今後も調査事例を増やしていく所存である。なお本調査は、日本学術振興会科学研究費助成事業新学術領域研究（研究領域提案型）「出ユーラシアの統合的人類史学：文明創出メカニズムの解明」（代表 岡山大学 松本直子）を用いて実施した調査の一部である。

＊

このたびの地中レーダー探査を実施するにあたって、佐久間正明氏、柳沼賢治氏（公益財団法人郡山市文化・学び振興公社）、濱田暁子氏・荒木麻衣氏（郡山市文化スポーツ部文化振興課文化財保護係）、戸田伸夫氏（大玉村教育委員会教育部生涯学習課文化振興係）には多大なご協力をいただきました。文末となりましたが、記して感謝申し上げます。

註

- （1）今回の地中レーダー探査は、前回同様 Sensors & Software 社製の NOGGIN Plus を使用した（東海大学北條芳隆研究室に所属する）。調査地点を位置情報として記録できる GPS アンテナと共に探査機をカートに搭載し、これを移動することによって地中の鉛直断面図（セクション）、正方分割区内でグリッドスキャンをすることで水平断面図（タイムスライス）を作成することができる。探査結果として収集したレーダー波の解析には、同社が提供するシステム EKKO_Project（ver.5.2）を使用した。また、解析結果を立体化し詳細に分析する際は、Golden Software,LLC 社の 3 次元図像復元ソフト Voxler（ver.4.6）を使用した。
- （2）レーダー波の伝播速度は、土中の水分が多いほど遅くなり、異常反応が現れる。逆に、乾燥した土や砂であれば、速度は早くなる。そのため、レーダー反射波の往復時間（走時）を地表面からの実際の深さ（深度）に変換するには適正な較正が必要となる。Sensors & Software 社が機器設定の基準として示す伝播速度は、非常に乾燥した土：0.15m/ns、乾燥した土・コンクリート：0.12m/ns、湿った土：0.1m/ns、水分の多い土：0.08m/ns、水：0.033m/ns となり、より含水率の高い物質ほど抵抗が大きいことがわかる。

引用・参考文献

- 垣内和孝2000『蒲倉古墳群―第6次発掘調査報告―』郡山市教育委員会
- 工藤雅樹・大波紀子ほか1996『大安場古墳測量調査報告書』郡山市教育委員会
- 総務省 2017『地中レーダー技術に関する調査検討会報告書』地中レーダー技術に関する調査検討会
- 田中保士 2008「遺跡の調査と保全」『地質と調査』2008年第3号 pp.36-41 全国地質調査業協会連合会編
- 宮原俊一・松本建速・北條芳隆2023「地中レーダーによる遺跡探査報告（1）―青森県六ヶ所村金堀沢遺跡・長野県松本市弘法山古墳―」『東海大学紀要文学部』第113輯 pp.67-81 東海大学文学部
- 柳沼賢治1999『大安場古墳群―第3次発掘調査報告―』郡山市教育委員会
- 柳沼賢治2001『蒲倉古墳群―第7次調査報告』郡山市教育委員会
- 柳沼賢治2009『蒲倉古墳群―第8・9次調査報告』郡山市教育委員会