

第1章 遺跡保存整備計画へのGISの利活用

矢澤 健*

1. 目的

「メンフィスとそのネクロポリス」としてユネスコの世界遺産に登録されている遺跡はギザからダハシュールの広い範囲にわたっており、本研究で対象としているアブ・ロアシュまでを含めれば、南北約40kmに及ぶ。エジプトの王朝開始から終焉に至るまでの間、メンフィス・ネクロポリスは継続して利用されていた場所であり、広大な墓域の中で、膨大な量の遺跡が遺されている。こうした広大さ、量の膨大さから、これまで遺跡整備は各遺跡個別に行われてきた経緯があり、同じ世界遺産の中にあっても、保存整備の方針や進行の度合いについて統一がとれていない状況であった。そのため、メンフィス・ネクロポリス全体を視野に入れた、包括的な遺跡整備の方針を策定することが求められていた。

遺跡整備計画を策定する上で、まず現在の状況を把握しなければならない。把握するための情報は遺跡の考古学的知見だけでなく、遺跡を取り巻く環境や遺跡に対する潜在的な脅威、過去の保存整備の内容、遺跡の現状や劣化の進行、観光地化された遺跡の利用状況などの情報を整理し、総合的に見ていく必要がある。

広大な範囲の遺跡に対し、様々な属性の情報を統合し、整理する方法として、本研究ではGIS (Geographic Information System、地理情報システム) を活用することを試みた。GISによって、多岐に渡る情報を一元的に統合・管理し、特定の目的に沿った主題図の作成や、属性情報からの検索・表示などが可能となる。デジタル・データの利点を活かし、保存整備計画を検討するための材料を視覚的に理解しやすい形で提供することが、GIS利用の目的である。

2. データの種類と統合

GISへ統合したデータは①広域のデータ、②アブ・シール南丘陵遺跡・ダハシュール北遺跡を中心とする詳細データ、③現踏査による写真データの3種類に大別できる。本研究課題におけるGIS利用の全体像を、Fig.1に示した。

以下、データの取得、作成の経過について個別に報告する。

(1) 広域のデータ

GISで遺跡情報を統合するためのベースとして、メンフィス・ネクロポリスを含む衛星画像、および当該地域の地形情報となるDEMデータ (Digital Elevation Model、デジタル標高行列モデル) を用意した。衛星画像に関してはALOS (Advanced Land Observing Satellite、陸域観測技術衛星だいち) のAVNIR-2 (高性能可視近赤外放射計2型) による画像を使用し、DEMについてはSRTM (Shuttle Radar Topography Mission、スペースシャトル立体地形データ) の100mメッシュのものを利用した。また、エジプト住宅局が発行している5000分の1

* 早稲田大学エジプト学研究所招聘研究員

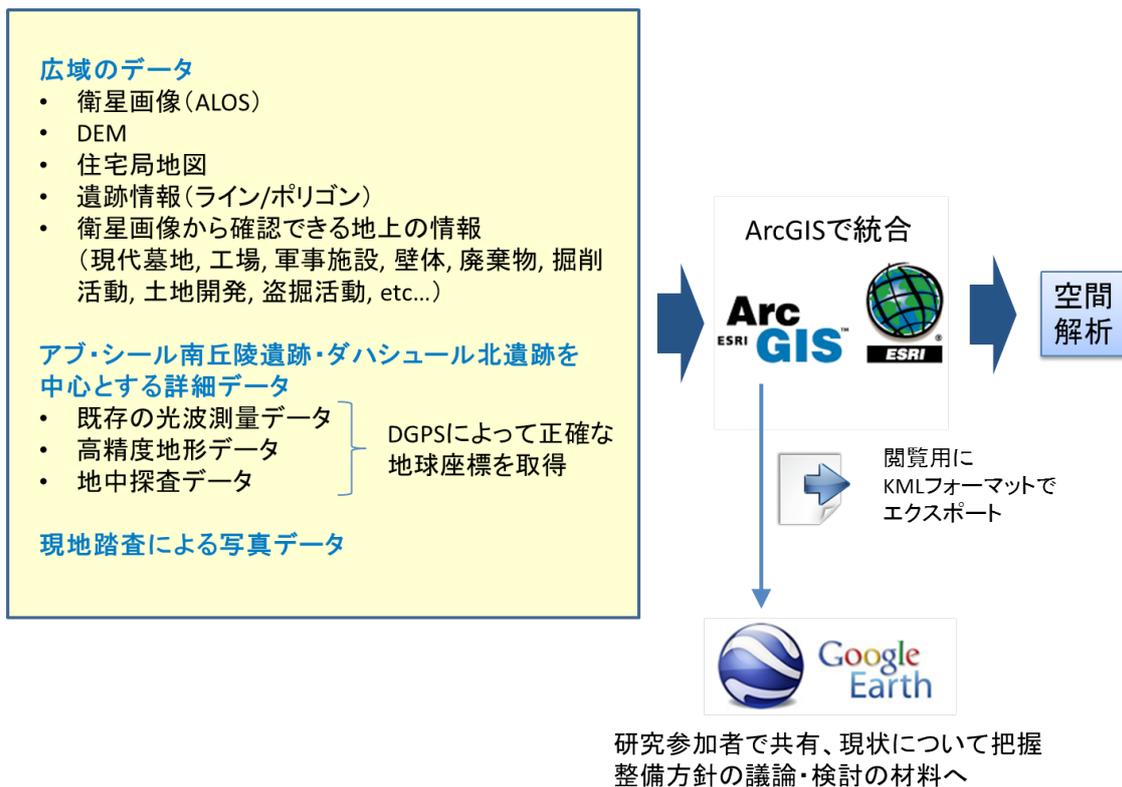


Fig.1 本研究における GIS 利用の全体像

の地図をデジタル化し、レイヤとして重ねており、等高線が記載されていることから、地図がある箇所については等高線から 50cm メッシュの DEM を作成した¹⁾。

また、B. Porter と R. L. B. Moss による遺跡の集成 (Porter and Moss 1974, 1981) をはじめ、これまでに出版された遺跡の報告を元に、ライン、ポリゴンを作成し、GIS のデータ上に表示できる形にした。ライン、ポリゴンの作成は、アメリカ Google.Inc が開発した無償のバーチャル地球儀ソフト Google Earth を利用しており、出版物にある地図や位置情報を参照しながら、Google Earth の衛星画像で対応する地点を視認し、トレースするという方法を使った。Google Earth によるライン、ポリゴンは KML と呼ばれるフォーマットで保存することができる。KML フォーマットは、アメリカ ESRI.Inc の ArcGIS を初めとする主要な GIS ソフトウェアへインポートすることが可能である。

Google Earth の衛星画像は地域によって分解能が異なるが、メンフィス・ネクロポリスは比較的鮮明であり、近年は高い頻度で更新されている。例を挙げると、2013 年 1 月現在、ギザの大ピラミッド付近で最新のもののは 2012 年 9 月 12 日であり、前バージョンは 2012 年 6 月、その前が 2011 年 7 月である。この利点を活かし、衛星画像の観察を詳細に実施し、報告されていないが、遺跡である可能性が高い地物についても、プロットを行っていた。さらに、衛星画像から確認できる地上の情報 (現代墓地、工場、軍事施設、壁体、廃棄物の集積、掘削活動、土地開発、盗掘活動) についてもライン、ポリゴン描画を行った。Google Earth の衛星画像は過去のものも遡って閲覧できるため²⁾、構造物や掘削活動の発展過程、廃棄物の累積の状況、盗掘のタイミングなどもある程度明らかにすることができる³⁾。

この他、EAIS (Egyptian Antiquities Information System) が作成した世界遺産メンフィス・ネクロポリスのコアゾーンが書かれた地図もレイヤとして重ね、範囲をラインで図示した (Fig.2)。

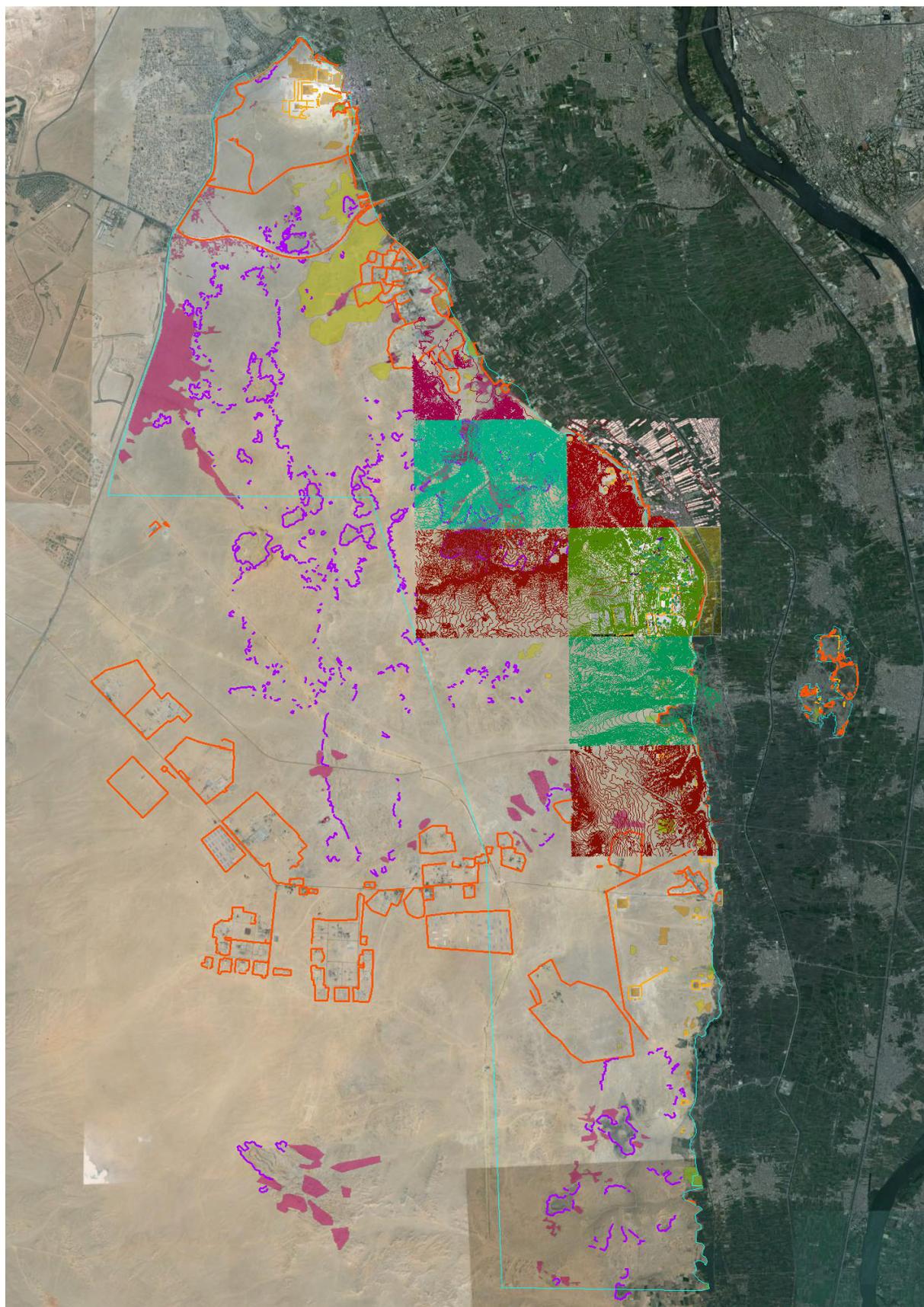


Fig.2 広域のデータを表示したメンフィス・ネクロポリスのマップ

(2) アブ・シール南丘陵遺跡、ダハシュール北遺跡を中心とする詳細データ

研究代表者が継続して調査・研究を実施してきたアブ・シール南丘陵遺跡、ダハシュール北遺跡の2遺跡に対しては、よりきめの細かい地形データ、遺構の測量データを加えている。

高精度の地形データは現地にて測量作業を実施した（津村他 2011）。GIS への統合に向けて、測量された点群は正確な地球座標に合わせて配置される必要があるため、まず DGPS（Differential Global Positioning System、ディファレンシャル GPS）を利用して両遺跡の測量基準点の座標計測を実施した。この基準点から得られた測量点群により、10cm メッシュの DEM を作成した。また、遺跡の調査開始から行っているトータルステーションによる測量も同じ基準点を用いて実施しており、遺構が記載された既存の遺跡地図もレイヤとして GIS に追加することができた。さらに、過去にトータルステーションで測量したメートルを単位とする XYZ 座標のデータは JDM と呼ばれる特種な型式で保存されていたが、このフォーマットに対応する地球座標へのコンバータを Microsoft Excel のマクロプログラムによって独自に開発しているため、必要であれば過去の遺構・遺物のデータを即座に地球座標に変換し、GIS に取り込むことが可能になった。

遺跡全体ではないが、未発掘地区の GPR（Ground Penetrating Radar、地中レーダ）探査も実施しており（岸田他 2011）、レーダ探査によって判明した地下の情報も GIS のレイヤとして加えられている（Fig.3）。

(3) 現地踏査による写真データ

メンフィス・ネクロポリスの現状を評価するために、研究期間内に対象地域全域にわたる踏査を実施しており、遺跡の現状を写真で記録してきた。写真には GPS による地球座標の情報が付加されており、GIS の地図

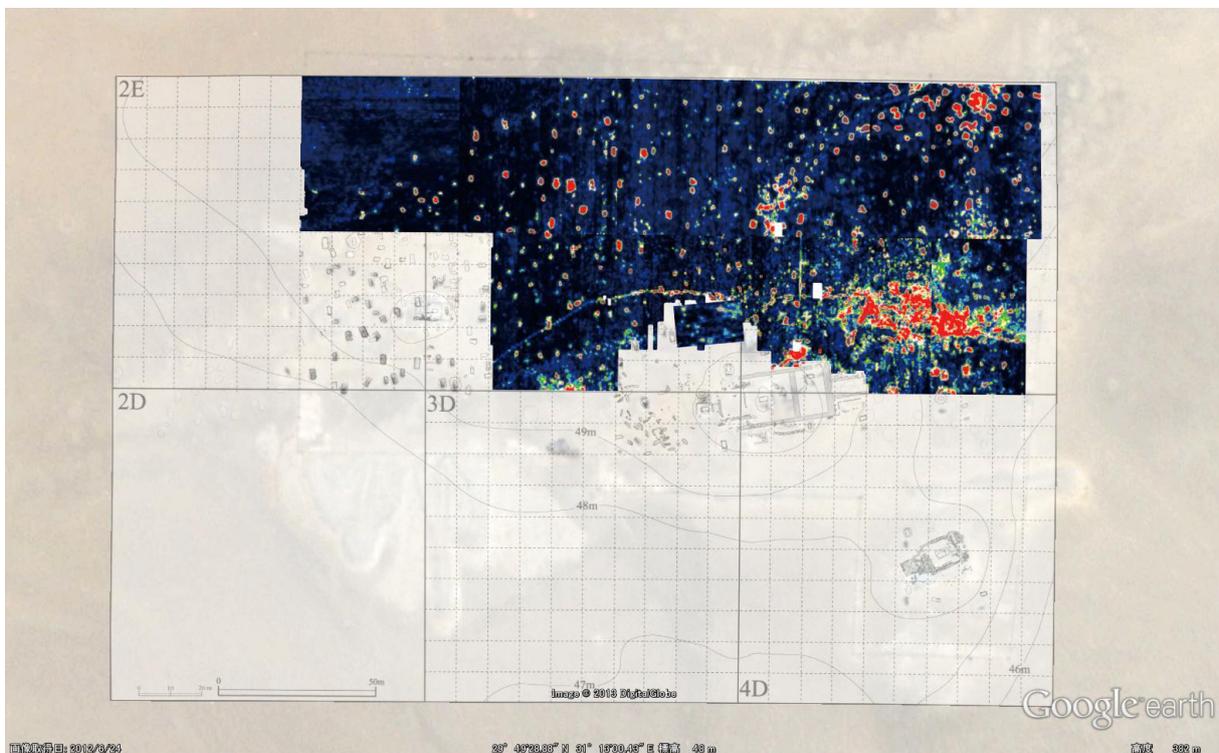


Fig.3 ダハシュール北遺跡の遺跡平面図に GPR 探査結果をレイヤとして重ねた図

上に各写真をプロットした。上記①、②の点、線、面のデータだけでなく、遺跡の現状に関する写真を地図上に配置することで、視覚的情報も含めた現状評価と検討が可能となった。

これらのデータはESRI, IncのArcGIS上で統合・管理されている。属性データに基づく検索や空間解析はArcGIS上で実施し、単純な閲覧の際はKMLへエクスポートし、Google Earthを用いた。閲覧の際にGoogle Earthを利用することのメリットは、同ソフトがデフォルトで提供する衛星画像の分解能が極めて高く、ArcGISに取り込んでいるALOSの画像データよりも優れていること、及びKMLで配布することができ、拠点が離れた研究者間でも共有ができること、成果のWEBでの公開が容易なことが挙げられる。

3. 分析作業の経過

上記GISデータを用いて、メンフィス・ネクロポリスの現状に関する包括的な評価を実施した。統合されたデータを複数の研究者で閲覧・共有するために、汎用的なフォーマットであるKMLへエクスポートし、Google Earthの画面上で状況を確認し、意見を出し合っていた。

また研究期間中の2011年1月にエジプトで旧ムバラク政権を崩壊に至らせた革命が起こり、警察の機能麻痺によってエジプトの治安は悪化の一途をたどった。そのためメンフィス・ネクロポリスにおいても近隣住民による盗掘活動が横行するようになり、現在までもその状況は続いている。古代エジプトにおける墓は地面に竪穴を掘削して作られているものが多く、竪穴の土砂が取り除かれた場合は、衛星画像でも確認することができる。革命直前の衛星画像と革命後の衛星画像を比較することで、盗掘被害の状況についてもある程度把握することができた。

分析の具体的な成果については、この後の章で詳述される。

4. まとめと問題点・課題

GISの利用は、複雑・多様なデータを1つの地図上で管理することで、広い視野から現状を把握し、メンフィス・ネクロポリスの包括的な整備方針を検討していく上で有効に働いたと考えられる。特に、衛星画像の詳細な観察や、過去の衛星写真との比較は、遺跡に対する脅威の把握や対策の緊急性を見ていく上で大きな役割を果たした。また、グーグルアースを閲覧ツールとして活用する方法は、研究者間での共有だけでなく、今後成果を一般に公開していく上でも有効だろう。

今回は各種データの統合と空間的把握のためにGISを用いたが、空間解析など、GISが本来持っている機能は活かされていない。今後は、蓄積されたデータから、例えば有効なバッファゾーンの提示や、観光ルートのシミュレーション、遺跡ビューポイントの選定などに活かすこともできるだろう。

また、現在GISのデータには加えられていないが、アブ・シール南丘陵遺跡を対象としたレーザー・スキャンによる3次元モデルも作成しており（阪野・池内 2011）、地形データや、すでに倒壊している遺構の3次元復元モデルなどと組み合わせることで、遺跡景観の復元研究などへの利用が期待できる。

註

- 1) これらのデータの取得、準備に関する詳細は、津村らによる報告を参照のこと（津村他 2011）。
- 2) メンフィス・ネクロポリスの場合は、1972年のものが最も古い。ただし、古いものは画像も粗く、地上の遺構が判別できる程度に鮮明になるのは2007年以降である。
- 3) Google Earthを考古学的な調査に本格的に利用する取り組みはすでに数多く行われており（Beck 2006; Scollar and Palmer 2008; Ur 2006）、遺跡の盗掘被害を評価する試みなども実施されている（Contreras and Brodie 2010）。