

空間情報技術を利用した里山空間の把握

越智 士郎*・中野 正和**・油谷 哲靖**・山路 弘起**

奥村 博司*・松野 裕*・八丁 信正*

*近畿大学農学部環境管理学科

**近畿大学大学院農学研究科環境管理学専攻

Applications of GIS for visualizing the spatial information and environment of a campus Satoyama forest

Shiro OCHI*, Masakazu NAKANO**, Noriyasu ABURATANI**, Hiroki YAMAJI**

Hiroshi OKUMURA*, Yutaka MATSUNO*, Nobumasa HATCHO*

**Department of Environmental Management, Faculty of Agriculture, Kinki University*

3327-204, Nakamachi, Nara, 631-8505, Japan

***Program in Environmental Management, Graduate School of Agriculture, Kinki University*

3327-204, Nakamachi, Nara, 631-8505, Japan

Synopsis

Topographical information is important for understanding the forest environment and its ecosystem. However, the conventional approach to establish topographical models requires enormous efforts in both time and manpower. Applications of the Geographic Information System (GIS), a broadly used system for assessing land, were developed to gather data about the topographical features and spatial information, such as the slope gradient, the 3D view of the land and the natural resources distribution in the forested area of the Kinki University Nara campus. The visualized information derived from the applications is useful for understanding the forest environment, even though the procedures are not very complicated. With the accumulation of information through the applications and the extension of the area for this kind of study, the forest restoration project, or "Satoyama Project", has been started and further research projects will be undertaken.

KEYWORDS : GIS, Digital Terrain Model, GPS, Visualization, Satoyama

1. はじめに

近年、里地里山の荒廃が問題となり、各地でその修復運動が広がっている。近畿大学農学部でも、平成18年度に採択された文部科学省の現代GPプログラムを契機に、キャンパス内の里山修復活動を通じた調査研究・教育活動を展開している¹⁾。学術的な側面から里山の評価を行うため、生態学的なアプローチにより動植物や水文・環境物理学的な調査研究が実施されている。そうした

研究の基盤情報の一つとして、地形をはじめとする空間的な環境情報があげられる。起伏に富み、沢が深く入り組んだ地形では場所により日射量、土壌水分量、気温、湿度が異なり、植物相、動物相とも、平坦地に比べて変化に富んでいる可能性は高い。地形および地形条件に起因する環境を理解する1次情報として地形図が利用されるが、等高線(主曲線)が引かれる間隔は2万5千分の1地形図で10m、1万分の1地形図で4mであり、微地形に影響されるような環境を理解する上で十

分とはいえない。そのため、本格的な調査・観測を始めるにあたっては、詳細な地形測量が行われることになるが、山間地・森林内での地上測量は足場の悪さと見通しの悪さから作業負荷が重く広範囲をカバーすることが困難で、また精度の確保も難しい。

そこで本報では、近年広く急速に社会に普及しつつある空間情報技術を利用して、生態学的研究の基盤情報としての地形や資源環境情報を整備・把握するための手法を提案する。

2. データ

空間情報技術とは、従来の測地・測量技術に加え、GPSに代表されるナビゲーション技術、航空写真や人工衛星画像によるリモートセンシング（遠隔探査）技術、地理情報システム（Geographic Information System:GIS）とよばれる情報解析技術をまとめた技術の総称である²⁾。今回利用したデータは(1)航空写真、(2)デジタル標高データ、(3)GPSデータ、(4)デジカメ写真画像

である。以下にその概要を記す。

2.1 航空写真

利用した航空写真は、国内航測会社（P社）が2002年5月に撮影したデジタル・オルソ画像（正射画像）である。データは国土地理院が定めた平面直角座標系の国土基本図（1/2,500地形図）の図郭－6od932番－をカバーする東西2km、南北1.5kmの範囲で、近畿大学農学部キャンパスと生駒市壱分町さつき台市街地に挟まれた丘陵山間部のキャンパス里山が中央に写る（図2.1）。画像サイズは、東西方向8000画素、南北方向6000画素で画素の空間解像度は25cmである。

2.2 数値標高データ

標高データは、上記航空写真データと同じ範囲（一部データが欠落している）について、P社が航空機レーザー測量（LiDAR: ライダー）と呼ばれる技術で取得した地表面標高データを5mメッシュに編集したものを利用した。LiDARとは、図2.2に示すように、正確に位置制御された航空

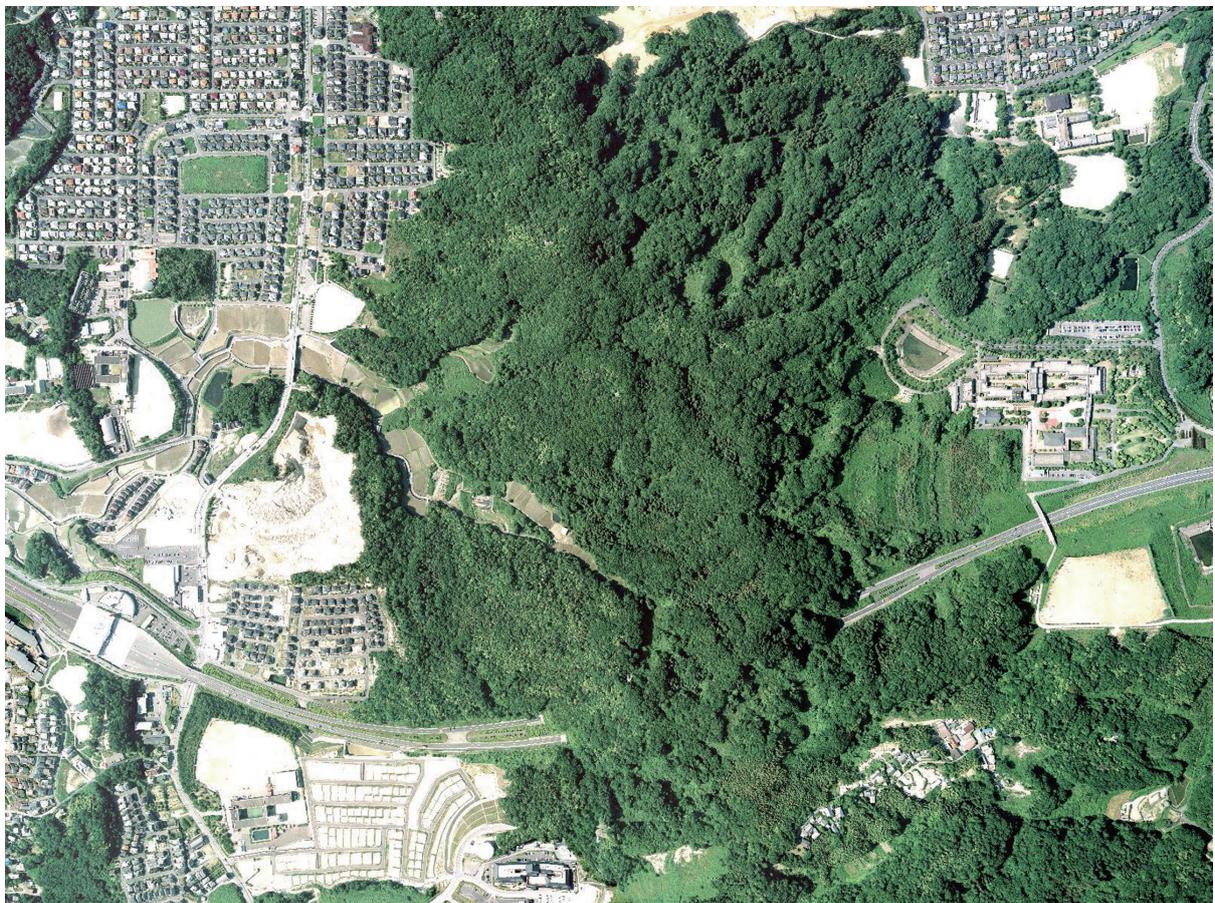


図2.1 航空写真データ

機から発射されるレーザーパルス进行处理して、地表面の高さを計測するもので、建物がある場合には地面の高さ（地盤高）ではなく建物の高さを加えた表面高が取得され、これでDEMと区別してDSM（Digital Surface Model：地表面モデル）と呼んでいる³⁾。樹木の場合は、樹冠の密度により、DEMおよびDSMが混在して取得される。今回は地形解析にはDEMを、鳥瞰図の作成には樹木高を考慮したDSMを利用した。図2.3に利用した標高（地盤高）データを高さ毎に色分け表示したものを示す。

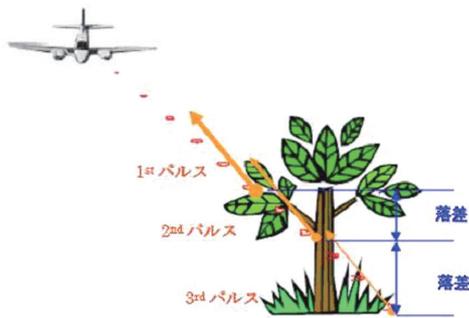


図2.2 LiDARによる地表面高の計測
 (「航空レーザ測量データ取扱説明書」より引用)

2.3 GPS データ

森林内で調査・観測を行う場合には位置の特定が必要となるため、GPS（Global Positioning System: 全地球測位システム）を利用した。使用したGPS装置はレジャー用のハンディGPS（GARMIN社製 VentureCx）で、公称精度は5m～十数mである。この誤差は、測量用としては不適合であるが、現地調査などで写真を撮影する位置を特定する上では問題ないと判断した。ただし、林内では樹冠や地形がGPS電波を遮ることが多く、測位不能となるか精度が著しく低下することが多いとされる。森林等で利用する場合は、実際の移動速度等を考慮して、エラーデータを取り除いて利用する必要がある。

3. 地形解析

1次情報である数値標高データを利用して、地形解析を行い高次の地形情報を作成した。

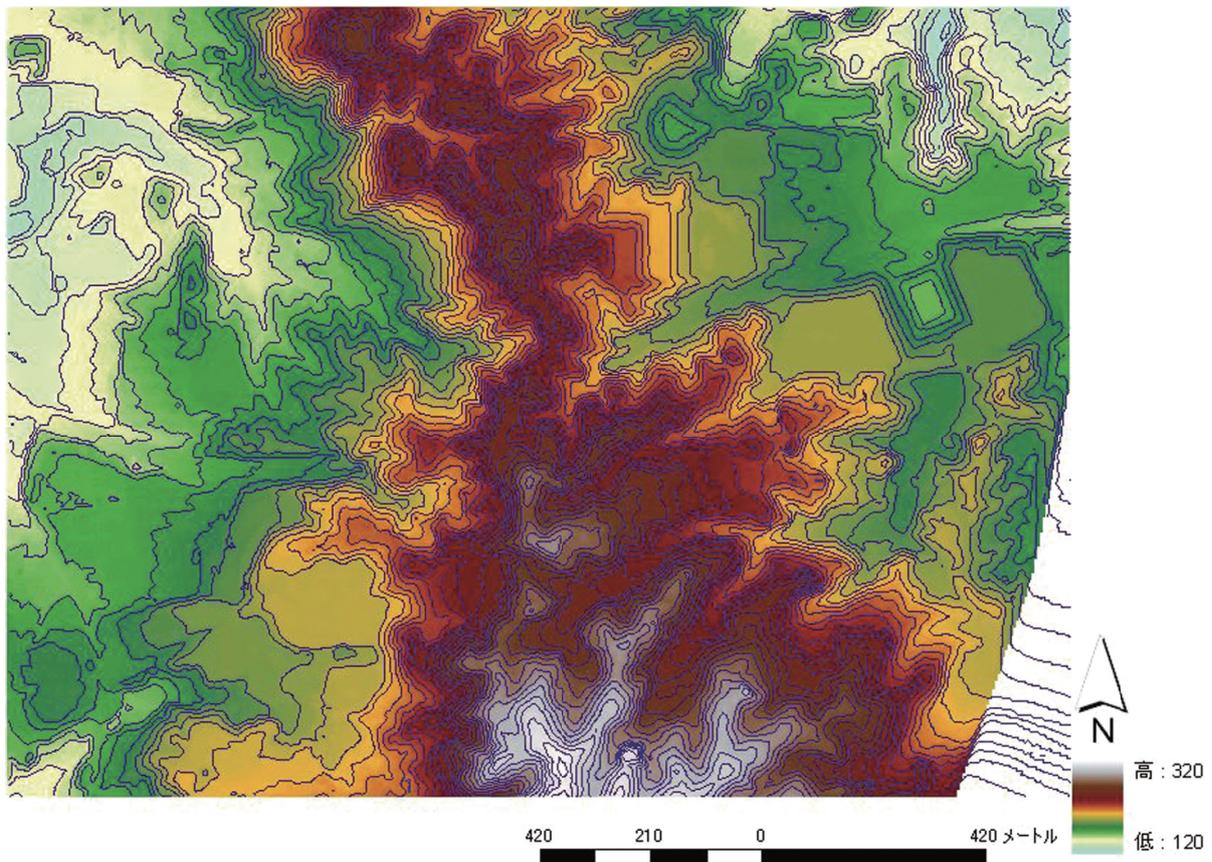


図2.3 数値標高データ（等高線を重ね合わせた）

3.1 地形解析

5 mメッシュのDEM（図 3.1）より，斜面傾斜図（図 3.2）および斜面方位図（図 3.3）を作成した。斜面傾斜図は，歩道の設計や水文学的な流出解析などで利用される。斜面方位図は植生調査や各種生物の生息調査などに利用できる。さらにこうした情報を組み合わせて日射量の解析など，各種生態系モデリングのパラメーターとしての高次利用が可能である。

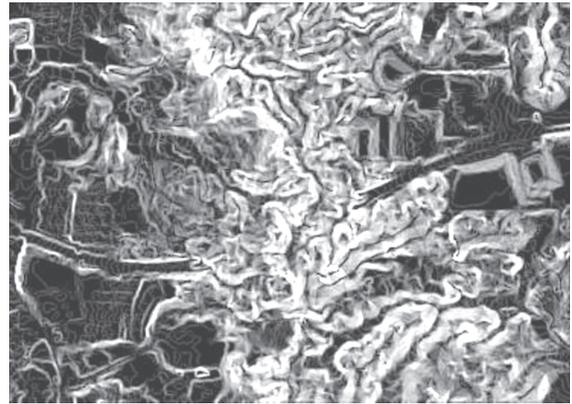


図3.2 斜面傾斜度（明るいほど急傾斜）



図3.1 地形解析に用いたDEM

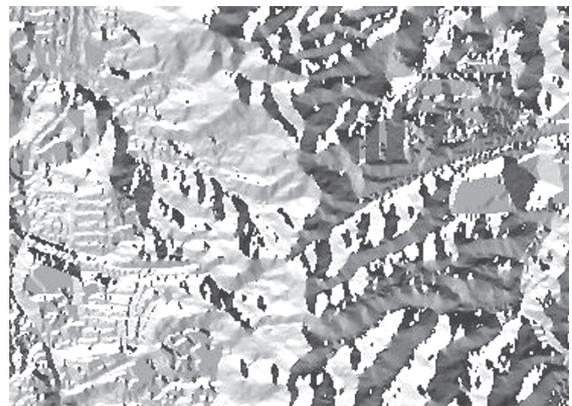


図3.3 斜面方位画（北斜面を黒とし時計方向に明るい）

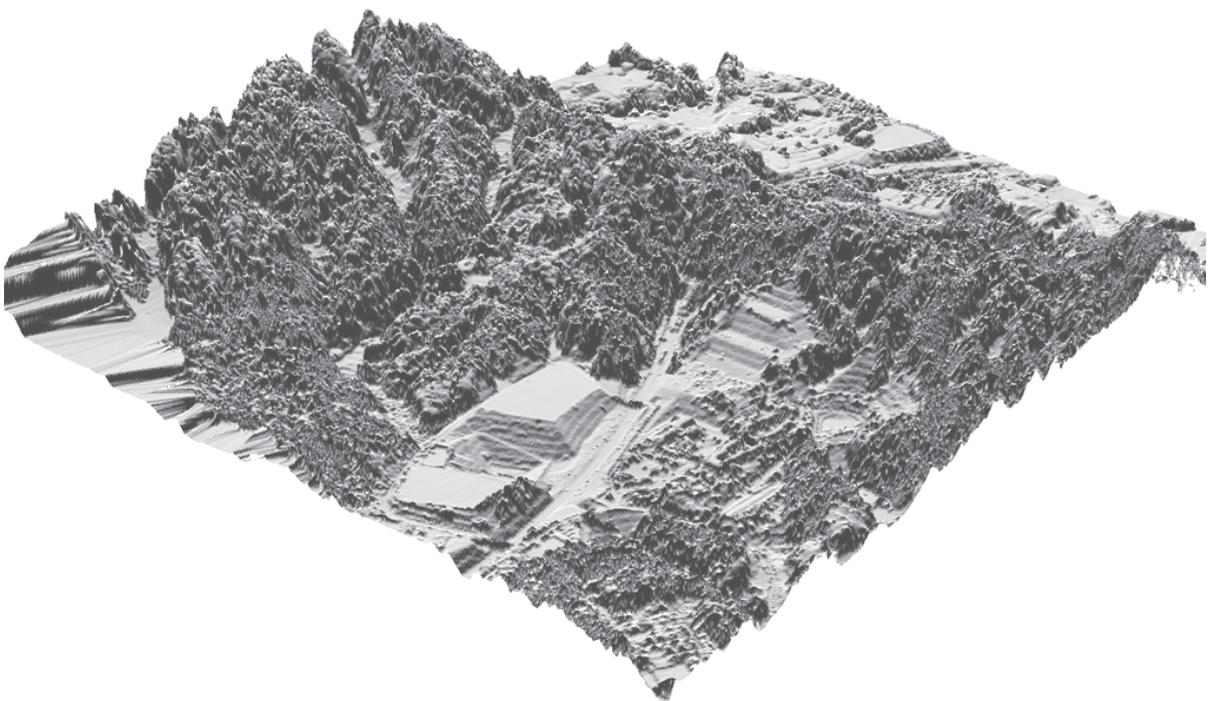


図3.4 地形陰影の鳥瞰図（DSMを使用）



図3.5 航空写真の鳥瞰図 (DSMを使用)

また、DEM/DSMを利用して、各種マップの鳥瞰図化ができる。これにより、紙地図ベースでは理解が困難な空間的分布の理解が助けられる。図3.4はDSMより作成した陰影図を鳥瞰図にしたものである。地勢等の理解に有効である。またDSMを利用しているため、森林部において樹木の繁茂状態の判読が可能である。図3.5は航空写真を鳥瞰図化したものである。地形を考慮した土地被覆や植生タイプの判読に有効である。

3.2 地形模型の製作

図3.5ではデジタル処理により里山の鳥瞰図を作成したが、グループで里山のゾーニングを計画したり、展示物として里山環境を紹介する場合には、実物（里山）の模型化が有効である。そこで数値標高データから地形模型を製作した。模型本体の素材は熱線カッターで自由な形状に切断しやすいスチレンペーパーを用いた。地形模型の作成手順の概略を図3.6に示す⁴⁾。模型の縮尺は、水平方向・垂直方向とも1/2,000とし、対象領域をB4サイズ用紙8枚（縦用紙を横4枚・縦2枚）に分割し、6mごとの等高面を色分けして描画し（図3.7）、3mm厚のB4サイズ・スチレンペーパー

に貼り付け、等高面ごとに熱線カッターで切り抜き、のりづけして重ねた（図3.8）。図3.9に完成した地形模型を示す。光をあて陰影をつけると地形の特徴が一層強調される。コンピュータグラフィックによる鳥瞰図に比べ、視点や視線の移動が容易で、数名を交えたゾーニング計画の策定や訪問者への地区の説明する場合などに威力を発揮すると期待できる。今後、樹木や建物などのオブジェクトを配置するなど、ジオラマ風に仕上げる計画である。

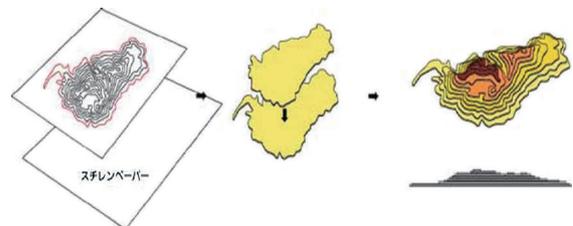


図3.6 地形模型の作成手順

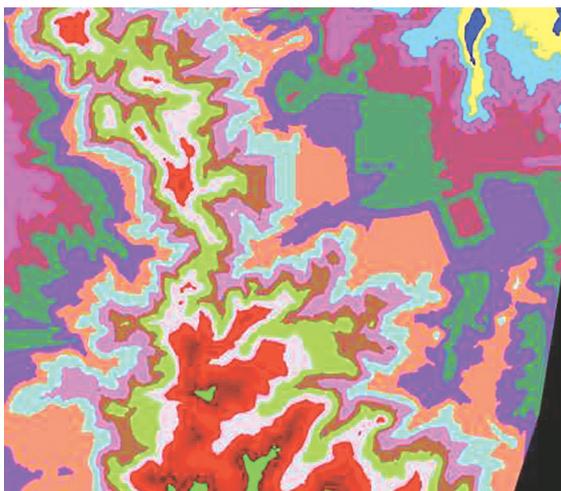


図3.7 6mの等高断面ごとに色分けした標高データ



図3.8 切り抜いた断面を重ねる

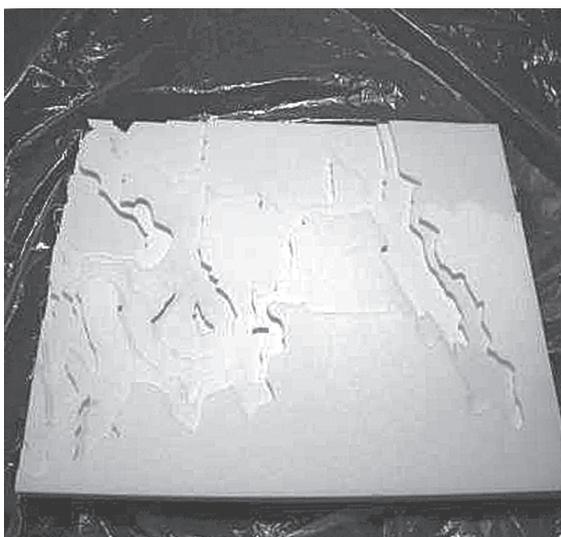


図3.9 完成した地形模型

4. 里山空間情報の視覚化

4.1 林内環境

里山の中の様子をわかりやすく紹介することを目的に「Photo Walker (フリーソフト)」によるデモンストレーションを製作した。「PhotoWalker」は、デジタルカメラ等で撮影した写真を、モーフィング (Morphing) 技術を用いて空間的につなぎ、あたかもその場を移動しているように表現できるソフトである⁵⁾。これにより利用者は、パソコンに向かいながら実際にその場を移動しているような一種の疑似体験ができる。時間や天候の制約で現地に行けない場合や現地に入る前の予備知識を得る手段としての利用が考えられる。今回は森林内の遊歩道で分岐路も含めた約1.5kmの区間で撮影したデジタルカメラ写真60枚を用いた。

作成方法は、まず撮影したデジタル写真を含んだフォルダを指定し (図4.1)、連続する2枚の写真の間で対応する領域にリンクを構成することで空間的なつながりを再現する (図4.2)。図4.2において、ある地点から撮影した写真 (左) の中央に囲った矩形範囲が、少し先に移動した位置から撮影した写真 (右) に対応しており、この2領域をリンクすることで右写真から左写真に画面がシームレスに移動し、あたかもその場所を実際に移動したかのような感覚を得る (図4.3および図4.4)。なお、林内の写真だけでリンクを作成すると、写真が森林のどの位置で撮影されたものか特定できなくなり、利用者が混乱する (道に迷う) ため、里山全体が移っている航空写真を利用して写真が撮影された場所 (自分の居場所) が確認できるような工夫をした (図4.5)。本デモンストレーションは、近畿大学農学部里山準備室のパソコンにもインストールされているので、ぜひ試していただきたい。



図4.1 PhotoWalkerで使用する写真の一覧を表示したところ



図4.2 2枚の写真のリンクの作成

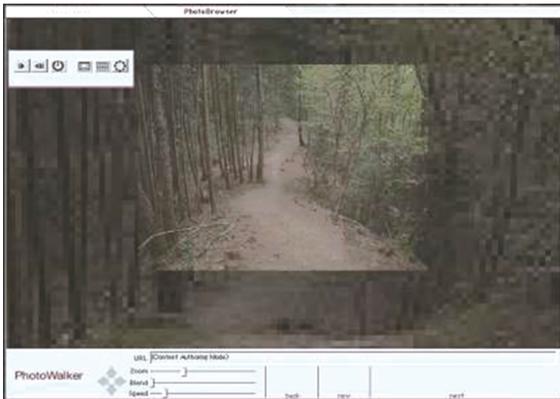


図4.3 PhotoWalkerで移動中の画面（移動前）

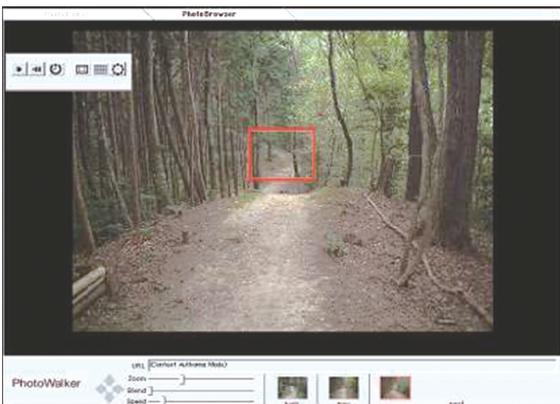
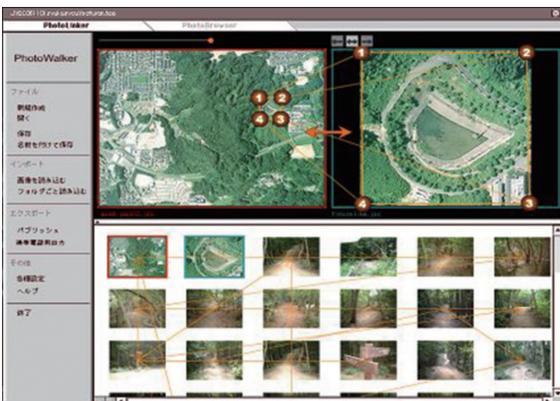
図4.4 PhotoWalkerで移動中の画面（移動後）
（次の移動先が赤線で表示されている）

図4.5 航空写真画像と林内写真とのリンク

4.2 里山資源マップの作成

キャンパス里山内には野外教育に利用できる数多くの動植物が存在する。また貴重な動植物で保護・保全を必要とするものも少なくない⁶⁾。しかし、それらが広大な森林内のどこに存在するのかはほとんど知られていない。そこで紹介したい里山資源をデジタルカメラで撮影し、それらが里山内のどこで見ることができるかを紹介することを目的に里山環境の資源マップを試作した。

試作には、「カシミール3D+デジカメプラグイン（フリーソフト）」を利用した^{7),8)}。「カシミール3D」はGPSのトラッキングデータを地図画像上にトレースする機能を持ち、さらに「デジカメプラグイン」を利用することで、GPSから得られる時刻データとデジカメファイルに記録された時刻を同期し、写真が撮影された位置を特定することができる。作成手順としては、まずデジカメ撮影を行う前にデジタルカメラの時刻を正確に合わせ、GPS装置を稼働させた状態で森林内で撮影を行う。この際、GPSによる位置データは世界測地系（WGS84）とし、記録頻度は移動速度やGPSの位置精度などを考慮して10秒間隔とした。撮影後、研究室で撮影写真をパソコンに取り込み、「カシミール3D」によりUSB接続したGPSからトラッキングデータを取り込む。なお、「カシミール」が標準でサポートしない位置情報を有しない地図画像や航空写真を利用する場合は、「カシミール3D」の機能から、使用する画像の4隅の位置情報（緯度・経度）を世界測地系（WGS84）で指定しておく必要がある。最後に「デジカメプラグイン」機能により、取り込んだ写真フォルダを指定することで、航空写真上に移動経路上に撮影した写真のサムネイルが表示され、クリックすると写真が拡大表示される。作成されたマップの概観を図4.6、図4.7に示す。なお、本試作で使用した動植物の写真は、参考資料から取り込んだもので、実際の撮影位置とは無関係である。

前述（2.3）したように、森林内部などGPSからの電波が受信しにくい位置ではGPSの位置精度の低下が懸念されたが、今回は森林内部でもほぼ正確に移動経路をトラッキングすることが確認できた。これは、遊歩道周辺は樹木密度が比較的低く、樹冠による電波の遮蔽効果が少なくなったためと推測される。今後、遊歩道以外の樹冠密度

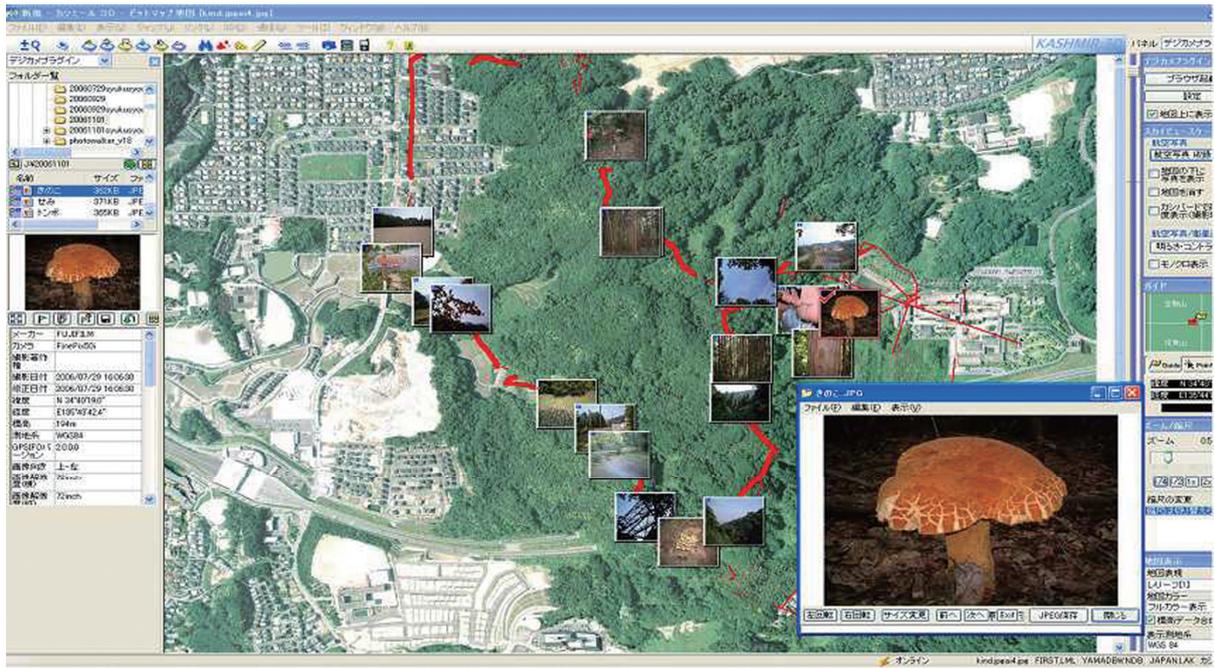


図4.6 里山資源マップ（植物版）の試作

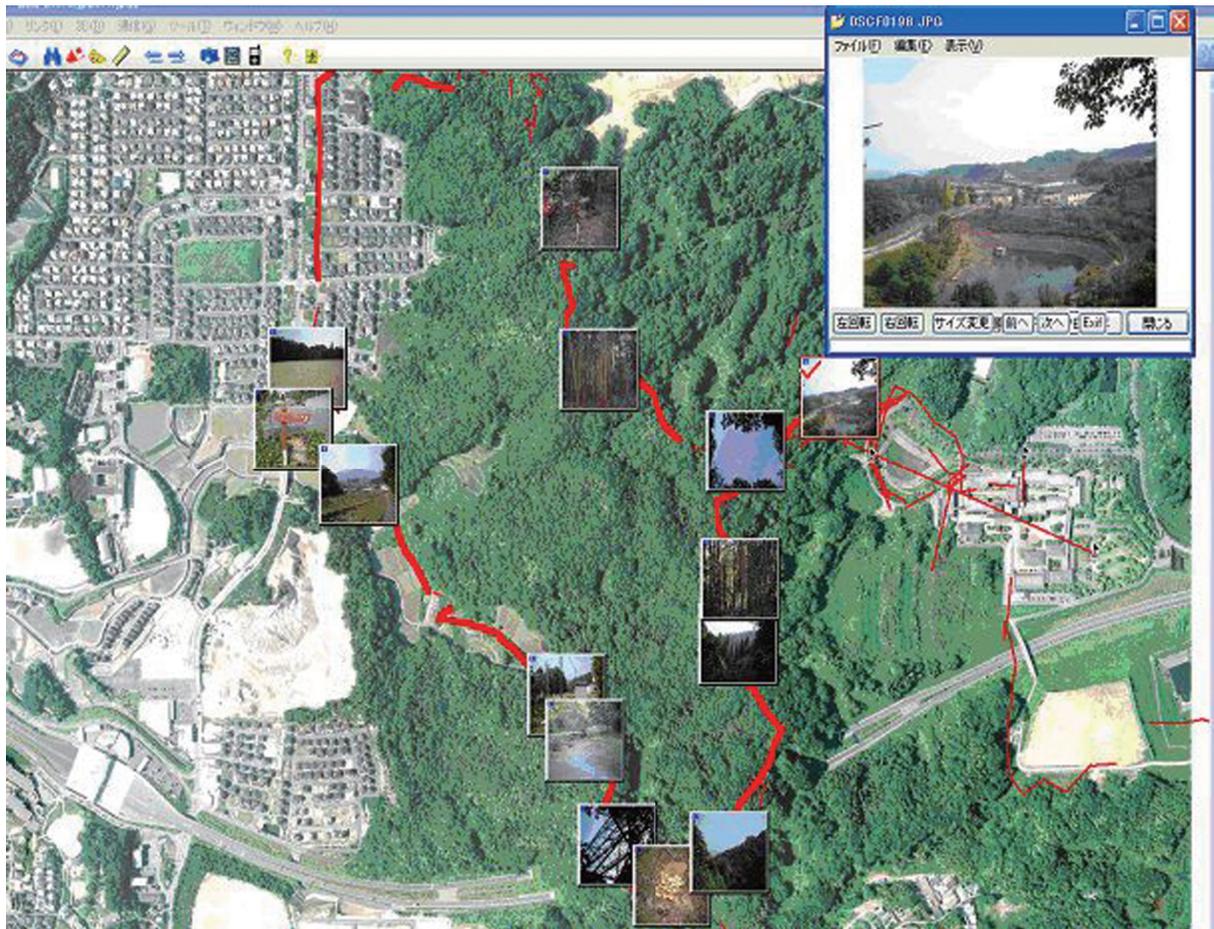


図4.7 里山資源マップ（景観版）の試作

の高い位置での位置精度について確認する必要がある。

5. まとめ

デジタル航空写真, LiDAR データ (標高データ), GPS など空間情報技術を利用して, 近畿大学奈良キャンパスの里山空間の環境情報を視覚化する手法を提案した。アプリケーション開発のシステムには極力フリーソフトを利用し, GIS 専門家以外でも比較的簡便にデータ処理ができるよう工夫した。情報の視覚化により, 環境への関心や理解が高まることが期待できる。

一方, デジタル航空写真および LiDAR データなど細密・高精度の土地基盤情報は全国的に見れば整備されているのはまだ一部の地域に限られており, 他の地域での適用はこうした基盤データの存在の有無に左右される。本年 (2007 年) に「地理空間情報活用基本法」が施行されたことで, 今後自治体は地理地図情報のデジタル化と情報の共有化およびその利活用を積極的に推進するものと予想される。地域や自治体と連携して, 空間情報を利用した環境教育・研究への発展が期待できる。

謝 辞

里山資源マップに利用したキャンパス里山動物の写真は農学部環境管理学科桜谷保之教授によるものである。本研究は近畿大学農学部「里山修復プロジェクト」の一環として行ったもので, 事例の一部は大学院ゼミおよび卒業研究の一部として実施されたものである。関係各位に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 池上甲一・米虫節夫, 里山修復プロジェクトがめざすもの, 近畿大学農学部紀要 40:17-29 (2007)
- 2) 近津博文編, 「空間情報工学」, p3 (日本測量協会, 2005)
- 3) 村井俊治, 「ジオインフォマチックスの世界」, p20 (日本測量協会, 2000)
- 4) ニシムラ精密地形模型ホームページ, URL:

http://nishimura-mokei.com/making_topo/ (2006 年 10 月)

- 5) PhotoWalker ホームページ, URL:<http://www.photowalker.net/manual.html> (2006 年 10 月)
- 6) 前田武志・桜谷保之, 近畿大学奈良キャンパスにおけるレッドリスト動物種の生息状況, 近畿大学農学部紀要 32:1-12 (2003).
- 7) 杉本智彦, 「カシミール 3 D・GPS 応用編」 (実業之日本社, 2002)
- 8) 山崎利夫「カシミール 3 D と GPS・GIS を使ったオリジナルマップ作成講座」 (古今書院, 2006)