

研究室レポート 第3回

東京電機大学 理工学部 建設環境工学科 近津研究室



酷暑の7月某日、東武東上線高坂駅より東京電機大学行きのスクールバスに乗り込む。バスは緑豊かな丘陵を登り、程なく鳩山キャンパスの入り口に到着した。研究室レポート3回目はデジタル写真測量を技術基盤としたイメージセンシングを様々なプロジェクトで展開する東京電機大学理工学部建設環境工学科近津研究室を訪ねた。

——“電機大学”という名称と、「測量」は、一見するとすぐには結びつかないが、近津教授は理工学部の設立時から現在までの約30年間にわたり、多くの学生に測量学の授業を行ってきた。測量学そのものは今、先端技術の導入により空間情報工学としてその領域を急速に拡大しているが、「測量」の二文字から受けるイメージとのギャップは何が要因なのだろうか。

「私はいつも学生に、授業の一番はじめに「測量」という二文字からイメージできることをなんでもいいから書いてみなさいと言っています。するとだいたいが道端でカメラみたいなものを覗いている人って書く（笑）。普段はなかなか測量というものに触れたり、身近に学ぶ機会がないのですから無理もないですね。例えば、宇宙飛行士の毛利衛さんがスペースシャトルエンデバーで地球全域の立体写真を撮ってきたこと¹⁾などが、もっと一般の話題に出てくると測量のイメージも上がるのかもしれませんが。昨年、本学の100周年に毛利さんを記念講演に迎えたんですが、残念ながらそこでもそんなお話しはしていただけませんでした。本学では講座としてではなく、建設環境工学科の学生の約120名（1学年）が、測量学・演習、測量実習、リモートセンシングなどを授業として受けています。本学科は測量士補の認定校ですので全員が資格を取得します。」

¹⁾ Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)：シャトルに搭載した合成開口レーダーで地表を撮影し、高精度の立体地図を作成

——理工学部は2007年の大学創立100周年を機に「学科」制から「学系＋コース制」へ改編を行ったばかり。更に2009年から



も、新しいニーズに応える人材育成のため、改編を予定している。近津教授はこれまでの測量の授業経験から、情報化時代にふさわしく、あたらしいタイプの教材の必要性に駆られ、コンピュータ上で測量実習の疑似体験が可能な『3D測量シミュレータ』（社団法人日本測量協会と共同開発）を開発したのを契機に、2005年に学生が自分のパソコンで自主的に空間情報工学の概念を学べる教科書（『空間情報工学概論』発行：社団法人日本測量協会）を編集、出版した。



空間情報工学概論
発行 社団法人日本測量協会

「測量技術の習得には測量実習も重要ですが、天候や環境に左右されたり、高価な測量機器を使用しなければならないなど多くの制約があり、十分な実習を行うことが難しい。そうすると、限られた授業時間では必要な測量技術を取得できない恐れがあります。しかし、最近は学生も一人1台パソコンを持つ時代になった。そこで身近に、自主的に、学んでもらえるように、今の若い人たちが誰でもゲーム感覚で測量実習を疑似体験できるシステムを作って、それを機会に本を書こうということで話がまとまりました。この本の主旨に賛同いただいた共著者の皆さんの協力により、リモートセンシング用ソフトと地理情報システム用ソフトをこのシステムと一緒にCD-ROMとして組み込みました。」

——従来の測量学の基礎とともに、空間情報工学における先端測量技術の概要についてもカリキュラムに応じて学べるように配慮されたこの教科書によって、学生にとって測量が身近で面白いものとなることを期待しているという。

測量教育のスペシャリストでもある近津教授は、教育活動以外にも、国内・外の会議主催や学界での活動など、多くの舞台で活躍されている。

「私の専門は土木工学で、大学の卒業研究は測量でした。測量に関わることになったのは、故人ですが、中央大学での恩師である春日屋伸昌先生の影響が大きいですね。春日屋先生は測量について多くの著書もある有名な方でした。」

本学はちょうど今、学部改編の最中ですが、約30年前に建設工学科からスタートした時から、私が測量の授業をしています。現在は測量学、演習、実習のほかに、画像解析・リモートセンシング、空間情報工学などの科目も受け持っています。

学外での仕事では、日本写真測量学会の学術講演会実行委員長や日本測量協会の編集委員長を務めてきましたが、現在は日本写真測量学会の編集委員長のほか動体計測研究会の会長をしています。この会は国内におけるデジタル写真測量の活性化を目的として1994年に発足し、それ以来隔月に研究会を開催していますが、今年の7月で84回目となります。」

先生はまた、国際的にはアメリカで開催されるVideometricsやヨーロッパで開催される



Optical 3D Measurementなどのワークショップの実行委員、さらにはISPRS（国際写真測量とリモートセンシング）関連のワークショップを共催するなど幅広く活躍されていますが、「特に印象的なのは1996年から4年間ISPRSの第5部会（近接写真測量部門）の部会長を務め、1998年には函館でシンポジウムを開催したことです。また、最近では2003年にチューリッヒのスイス連邦工科大学に招聘教授として行っていました。雑用から離れて研究に集中できたことも貴重な経験となっています。」

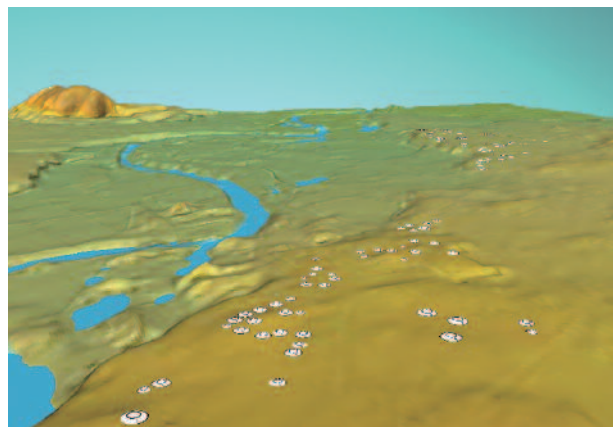
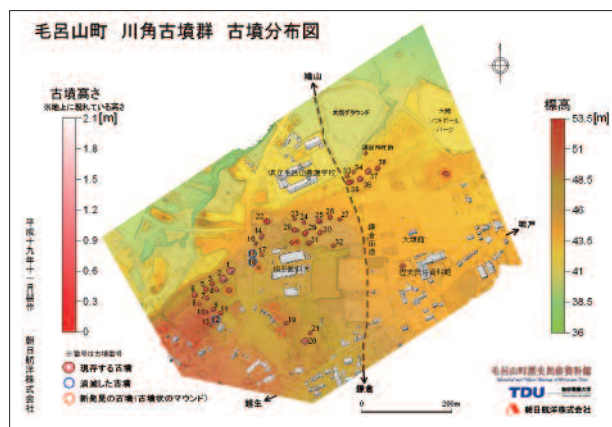
——近津研究室は昨年1月、毛呂山町歴史民族資料館、測技協の会員企業である朝日航洋株式会社と共に、国内で初めてヘリ搭載レーザスキャナによる古墳群探査を実施し、森林に埋もれた小さな丘陵（古墳）の発見に成功した。

「今回の発掘は、もともと本学のあるこの一帯に通っていた鎌倉街道と周辺の遺跡を

CGで復元する「遺跡GIS管理システム」の構築などから毛呂山町の歴史民族資料館とのお付き合いがはじまって、それでは古墳も調査しようというところから発展してきたんです。古墳は長い歳月により土や樹木に覆われてしまっていますから、落葉の時期である1月にこの調査を行いました。手法としては、ヘリ搭載のレーザスキャナによる計測データから高さ閾値にもとづく空間フィルタリング手法²⁾を用いて抽出するというものです。ここから得た古墳形状候補を資料館の学芸員の方々が現地調査したところ、直径2mぐらいから大きいのは約20mぐらいまでの未確認古墳が11基発見されました。こういう研究は産学官の協力があってはじめてできることで、発掘調査は現在も進行中です。」

²⁾ 高さ閾値に基づく空間フィルタ（ウインドウ内の標高値を利用した一種のメディアンフィルタ）により、注目メッシュが閾値以上に凸または凹であるかを $|hi-hc| < h0$ により判定し、これに幾何特徴量による評価を加え、古墳形状候補を抽出（hi：注目メッシュの標高値、hc：中央値、h0：高さ閾値）

——建築環境工学科の教育プログラムはJABEE（日本技術者教育認定機構）の認定を受けており、研究室には学習時間の認定のために学生用のタイムレコーダが置かれていた。「近津教授はどんな先生ですか？」との問いに「一言でいえば、“紳士”ですね。」と、研究室の学生はみな明るい。中央のソファは教授を中心に学生たちのディスカッションの場であるとともに、くつろぎの場でもあるようだ。最後に今後研究室で取り組んでいきたいテーマを伺った。



◆毛呂山古墳群の分布調査では、航空レーザ測量で得られた座標データをもとに地形モデルを作成し、航空写真と段彩図を加え、古墳が分布する地域一帯を3D化およびアニメーション化している。これによって古墳の分布と地形学的特性を鳥瞰的かつ視覚的な考察が可能。

「今までは画像を利用した3次元計測の開発を中心に研究してきましたが、今後はデジカメを使いながら地域の歴史が楽しめるようなことに力を入れたいと思います。例えば、田舎に行けば何処にでもあるような馬頭観音や地藏群などの3次元モデルを作成し、それらを地図とリンクさせてその景観を3次元表現することでその地域の特徴などが見えてきますよね。道にも、街にも、その発生の背景があるわけで、それを3Dモデルで解き明かそうということですが、このあたりは昔、東関東の中心地であったこともあり、本学は歴史的にも立地的にもおもしろい場所にありますから、私たちがカメラで「計る」ということを拡張して、地域の歴史・風土などが視覚的に説明できれば地域とのつながりができ、それが研究にとっても生きたものとなるほか、町興しにもなっていくのではないかと期待しているわけです。」

——自然と歴史的遺産に恵まれた環境を生かし、「測量」を身近でわかりやすく、視覚的に、よりリアルに、さらには地域貢献にまで、熟成の30年を次の空間情報工学へ着実に開花させる近津教授。その手にかかれば「測量」は常に新鮮である。



◆近津研究室が開発した画像計測用ソフト“3DiVision”は、民生用デジタルカメラを使って容易に3次元計測を行うことが出来るように設計されている。これをもとに汎用CGソフトによるアニメーション作成も可能であり、現在は民生用デジタルカメラによるデジタル写真測量の実用化に向けて民生用デジタルカメラの学術的検証を行っている。

- 近津研究室 URL：<http://www.chikatsu-lab.g.dendai.ac.jp/>
- (ARIDA) 動体計測研究会
URL：<http://www.chikatsu-lab.g.dendai.ac.jp/arida/index.html>

東京電機大学

1907年創立（電機学校）東京、埼玉、千葉に4つのキャンパスを持つ。約19万人を数える卒業生が多くの分野で活躍中。産業界からの評価も高い。初代学長はファックスの生みの親として有名な丹羽保次郎氏。氏の提唱する教育・研究理論「技術は人なり」を継承しながら、2007年9月の100周年を機に、次の100年を見据えた先端的な学部編成へのシフト、研究内容の公開など新しい試みをめざしたPROJECT：ATOMを展開中。

近津 博文（ちかつ ひろふみ）

東京電機大学理工学部教授
応用システム工学専攻、建設工学専攻、建設環境工学科
1948年 東京生まれ
1975年 中央大学理工学研究科土木工学専攻修士課程修了
1988年 工学博士（東京大学）
シュットガルト大学測量学科客員研究員1989～91
東京大学生産技術研究所 協力研究員 1992～
スイス連邦工科大学 招聘教授 2003
1997年日本写真測量学会 学会賞 1989年年東京電機大学
研究振興会論文賞
趣味：釣り（溪流釣り）ゴルフ



◆古地図から当時の町並みを直接的かつ3次的に体験するVR（Virtual Reality）の効率的再現手法の研究も行っている。江戸時代の川越城下の再現を行っているほか、大正時代の青森県八戸市内を再現しているが、八戸の景観シミュレーションでは、当時の町並みの商店街における人々の活気を表現するため人物モデルの配置及び環境音も使用してよりリアルなアニメーションとしている。なお、アニメーションに登場する人物の顔は研究室の学生をもとにモデリングされている。



◆鳩山キャンパスは立地上の高低差により、6号館の3階が1号館の4階に繋がっている。このような平面地図ではわかりにくい移動ルートを多様な検索手段から3DCGで、より視覚的・直感的に認識できる「学内移動支援GIS」の構築も、近津研究室の最近のプロジェクトの一つ。

航空レーザ計測による古墳分布調査について

朝日航洋株式会社

東京電機大学大学院 理工学研究科 近津研究室
朝日航洋株式会社、毛呂山歴史民俗資料館

鎌倉街道と古墳の産へ
毛呂山町歴史民俗資料館
Historical and Folklore Museum of Murotsu Town

研究内容

日本各地には大小さまざまな古墳が存在し、当時の歴史や文化を知るうえで貴重な資料となっている。しかし小規模古墳の多くは長年の歳月により土や樹木等に覆われているため、小規模古墳の分布調査には多くの時間と労力が必要となる。本研究では航空レーザ計測データから樹木下の古墳形状を抽出し、小規模古墳群の分布調査の効率化を図ることを目的とする。

調査対象地域

本研究の対象地域である毛呂山町は、東京都心から50kmほど離れた埼玉県南西部に位置し、大類古墳群、川角古墳群、西戸古墳群など3つの小規模古墳群が存在する歴史的な町であり、約80基ほどの古墳が残っている。

古墳形状抽出手法

高さ閾値に基づく空間フィルタ(ウィンドウ内の標高値を利用した一種のメディアンフィルタ)により、注目メッシュが閾値以上に凸または凹であるかを以下の式により判定し、これに幾何特徴量による評価を加え、古墳形状候補を抽出する。

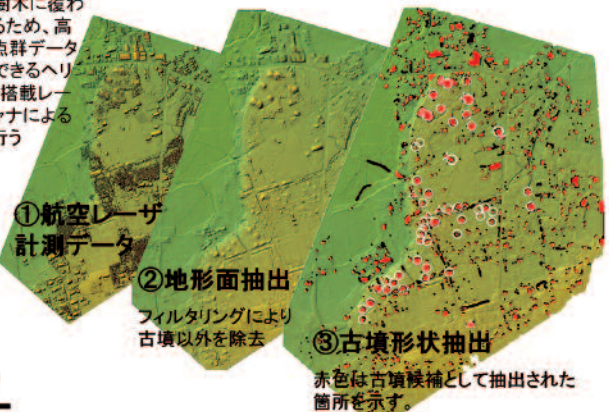
$$|hi - hc| < h0 \quad hi: \text{注目メッシュの標高値}, hc: \text{中央値}, h0: \text{高さ閾値}$$



小規模古墳は毛呂山のみならず日本各地に数多く存在すると推測される。



古墳は樹木に覆われているため、高密度な点群データが取得できるヘリコプター搭載レーザスキャナによる計測を行う



抽出結果の評価

本研究で提案した古墳形状抽出手法を評価するため、抽出した古墳候補点(赤点)に対して現地調査を行った結果、新たに11基の未確認古墳が発見された。右図は調査により墳丘上部と推定され、この箇所に対して試掘調査を行った結果、大きさ約20mと推測される新たな円墳と確認されたものである。



新たに発見された古墳

墳丘が低くなっていたため、発見されずにいた。



発掘現場

試掘調査の結果、毛呂山古墳の特徴である墓石が発見された。

古墳分布の3D表現

古墳は文化財として保存されることが国によって義務付けられているが、現状では必ずしもすべての古墳が周知されているわけではない。したがって航空レーザ計測によって製作された古墳分布図により古墳の分布状況をあらかじめ把握し、調査・保存の対象を特定しておくことは文化財のドキュメンテーションにとって重要なことであると思われる。



従来の分布図に比べ、古墳の大きさや高さを読み取ることができる。



古墳群がどのような場所に作られたかが視覚的に理解できる。

まとめ

本研究で提案した空間フィルタリング手法により、現存する古墳すべてが抽出されるほか、墳丘上部のみが残っている小さな古墳から、風化や人的要因により形状が変わってしまった前方後円墳の抽出までが効率的に行え、さらには未確認古墳の発見にも効果的な手法であることが確認された。特に、本フィルタリング手法に基づき古墳分布図を製作することにより古墳の分布状況があらかじめ把握できるほか、古墳分布図の景観アニメーションは古墳周辺の地形形状までも直感的に理解できるため、本手法は文化財のドキュメンテーションに貢献するものと期待される。

謝辞:この研究の成果は、東京電機大学、毛呂山歴史民俗資料館および朝日航洋株式会社による産学官の共同研究によるものである。資料提供および現地調査にご協力いただいた毛呂山歴史民俗資料館の佐藤春生氏に感謝の意を表す次第である。なお、本研究で製作した古墳分布図は共同研究の成果として毛呂山歴史民俗資料館に展示されている。また、3Dアニメーションは近津研究室のHPにて閲覧することができる。