

LiDAR・写真測量を利用した 密集市街地における建造物モデリング

京都大学大学院 地球環境学堂・工学研究科
社会基盤工学専攻 准教授 須崎 純一 氏

京都市内に現存する京町屋は良好に保存されているものもある一方、老朽化や後継者不在のために立て替えられるものも少なくなく、この10年に限っても京町屋は減少傾向にある。そのため自治体等では建築士やボランティアの協力を得て、京町屋の分布や使用状況をヒアリングしている。しかしながら、建造物として京町屋を見たときにはその3次元構造が重要なデータといえる。京町屋の3次元構造を記録するためには、申請時点では地上レーザスキャナを用いた3次元計測が最適と考えられる。しかしながら、得られたデータをモデル化する過程で未だに自動化できず、多大な労力を要する。そこで本研究では、京町屋を含む密集市街地において、LiDAR・写真測量を活用した、建造物群の3次元モデリングの効率化のための3次元データ処理アルゴリズムの開発を目的とした。具体的な内容は「3次元計測」と「3次元モデリング」に大別でき、詳細は以下の通りである。(I) 3次元計測：(1) 京都市法観寺周辺での地上据置型レーザ計測、(2) 京都市法観寺周辺・ベトナム国ハノイ市旧市街地区での写真測量・地形測量、(3) 京都市清水寺一高台寺を含む地域での車載搭載型レーザ計測、(II) 3次元モデリング：(4) 地上据置型レーザデータからの建物の自動モデリングのためのアルゴリズム開発、(5) 写真測量・地形測量を用いた建物の手動モデリングにおける省力化、である。

本研究のうち、「地上据置型レーザデータからの建物の自動モデリングのためのアルゴリズム開発」においては、曲面は除外し平面のみを対象とすることで簡便ながら建物の細部を再現できる程度の平面の推定、建物の分離が実現した。また希望する建物モデルの詳細の程度に応じて、



同一平面とみなす平面間の段差の幅を容易に設定できるため、建物モデルの複雑さの程度も調整可能である。

しかしながら、「写真測量・地形測量を用いた建物の手動モデリングにおける省力化」での課題と同様に、地上からの計測では、建物の屋根や側面、背面など、計測されていない面が多数存在し、地上計測データを用いたモデリングの限界を感じた。これまでも言われてきたことではあるが、航空写真測量や航空レーザ計測で得られた3次元データを併用することが期待される。本研究と並行して、航空レーザデータ単体からの建物モデリング、および航空写真と高さデータを併用した建物モデリングのアルゴリズム開発も進めており、近いうちに地上データの処理で得られる建物モデルの一部の情報と統合することを検討している。このような方針で、地上計測データからのモデリングに伴う問題を解決する予定である。

地形図データの多様化に伴い変化する 生産ツールの紹介

株式会社GEOソリューションズ
空間情報部 課長 柴原靖明氏

近年の地形図は数値データとして取得される事もあり、アナログ時代と違い地形図そのもの、もしくは属性として意味のある地形図が必要とされており、公共測量作業規程による分類を基本として、様々な構造や属性の多様化が求められているのではないのでしょうか。

しかし、地形図データの認識の甘さや、オペレータの技量の差だけでなく、安価に生産しなければならない状況の中で、要求が満たされていないデータの納入も増加傾向にあるのではないのでしょうか。

我々は一定の品質以上のより良いデータを効率よく生産する為、航空写真測量の認識を十分に持った技術者が設計を行い、各種生産ツールや、地形図運用システムを開発してきておりますので、その一部をご紹介します。

1. 図化・編集について

『図化・編集作業を1工程とする手法』

弊社開発の図化ソフトは編集用CADソフトで動作するため、図化と同時に編集が行え、工程ごとの認識差異が無くなるだけでなく、大きく効率化も図れます。

『現地調査資料の閲覧手法』

現地調査資料を簡易的に標定し、図化範囲と同じ動作をさせられるため、スペースの縮小・現調資料検索等が必要なくなり、大きく効率化が図れます。近年では合併などの際、既存図面（特に路線もの）を位置精度の見直しを考慮し、MD取得ではなく図化により数値取得していく事も多いですが、このような時等も、同様に運用する事で大変効率化が図れました。

『既存図面のMDと経年変化部の数値図化時に おける手法』

MD部分の位置精度確認が出来るだけでなく、一連の作業内で効率的に経年変化部分の抽出・図化が行えます。

2. 自動処理ツールについて

図化編集作業における工数肥大の要因の一つとして、手作業が必要な箇所や、同じような動作の繰り返しが多くある事が考えられます。それらを軽減するための作業補助ツールの一部をご紹介します

『陰線処理ツール』

道路部や法面部等の等高線の間断処理という大きく工数の掛かる作業を、ツールを使用する事により容易かつ正確に陰線処理する事ができます。

『幅員数値からの真幅道路作成ツール』

現地調査数値と整合した真幅道路の取得に加えて、側溝、歩道等のデータも同時に取得が行え、正確かつ効率的に道路を作成する事ができます。

3. 道路台帳について

『調書レベル台帳図の作成』

台帳図を調書に必要な分類を行い、現地測定数値とmm単位で整合したデータを取得する事により、「地形図＝調書」の地形図データを作成します。調書に必要な精度を持った地形図データから、台帳調書数値を自動で抽出致します。これにより以下のメリットが出てきます。

- ①図形上の数値入力が必要ないため、入力ミスが無くなります。
- ②調書もデータベースへの転記入力の必要も無くなり、入力ミスが無くなります。
- ③毎年の更新作業も更新部分のデータを差し替える事で、今までの様に全データを電算処理する事無く調書が算出できます。
- ④運用面においても、要素全て（側溝種別・歩道形状・舗装種別等）が必要精度で分類されているため、必要な情報をデータベースより簡単に抽出できます。

4. 地形図データの運用・解析

『弊社WebGISシステムの特徴とWebでも可能となる機能』

特徴 ①オープンソースをベースとしております。

②ActiveXやJAVA言語は使用していません。

③直接ベクトル印刷が可能となります。

機能 ①クライアントから用意されたレイヤ毎に、新たな（点・面・線）図形編集ができる。

②クライアントから各図形に書類・写真等々を関連付けできます。

③図形の回転状態（注記等は回転せず）のまま保存できます。

④2画面で同地点のオルソや用途、その他の地図を連動比較できます。

5. 地形図データの多様化に伴い変化する生産ツールの紹介

☆図化編集システム…工程短縮による効率化、精度の確保

☆データ生産ツール…作業負担、作業不備の軽減

☆道路台帳構造化…地形図と調書の整合、数値管理による運用

☆WebGISシステム…WEBでの運用や解析、ユーザー毎の管理

これらのツールや環境を利用してデータの取得や構築、運用を行う事により、様々な情報を持った地形図データを作成、活用する事が出来ます。アナログ図面や数値データだけではなく、属性情報による管理など様々な変化が見込まれる地形図データに対して、作業環境も柔軟に対応していく事で、地形図データの多様化が大きく進んでいくものと考え、環境整備に取り組んで行きたいと考えております。



三脚の転倒を防ぐ『三脚の用心棒』の 開発とその経緯

関西工事測量株式会社
代表取締役 中庭和秀氏

建設現場では、強風等による三脚の転倒事故によってトランシットやレベルといった測量機器の破損が毎日のように発生しています。とあるメーカー様の話では、年間に約5万件の転倒事故が全国で発生しているとの事でした。

測量会社や建設会社にとって測量機の破損は、修理や買い替えに余計なコストを強いられるだけでなく、現場作業の大幅な遅れにも繋がりその損害は計り知れません。実際に弊社の現場でも、過去には年に5～6回の転倒事故が発生していました。事故原因を問いただした際に「倒したく倒す者などいない」という社員の一言から、倒れない三脚があれば事故は起きないと考えたのが、三脚転倒防止器具『三脚の用心棒』を開発したきっかけです。

一般的な三脚は3点で地面を支えています、重心と支点の位置とが近いために力が加わると容易に転倒してしまいます。『三脚の用心棒』を取り付けることで、地面に接する支点は棒の先端を加えた6点に増えます。その結果、重心と支点との距離が長くなり、倒れにくくなるのです。さらにこの金属棒は、バネのようにしなって衝撃を吸収する様に設計しているため、転倒防止にさらに効果的に働きます。また、棒の先端にある直径約5mmの穴にピンを打って地面に固定することでより三脚が安定します。

開発段階では、立命館大学 建築都市デザイン学科 建山和由教授にご協力いただき比較実験をしていただいております。その結果、未装着の場合に比べ、最大で4倍の水平荷重に耐えられることが実証されました。

完成までに約10種類の試作品を作りましたが、手軽に購入できる価格で、且つ現在使用してい



る三脚に装着でき、そして何よりシンプルで取り扱いが簡単であることを重視しました。その結果、構成部品は3つの金具と、3本の金属棒だけです。もちろん、国内外での特許も取得済みです。

使用方法も非常にシンプルで、三脚の石突き部に金具を取り付けておき、必要に応じて金属棒を差し込んで使用します。装着する金具については、各メーカーの三脚に対応できるように用意しています（一部メーカー、および古い型式の三脚は対応していない場合があります）。金属棒は、必要なときにだけ取り付け、不要なときは取り外して専用袋に収納しておくようになっています。

三脚が倒れなければ測量機は壊れません。『三脚の用心棒』をお使いいただくことで転倒事故を防ぎ、無用な測量機の修理や買い替えのコストを削減できることで新しい機器や業務への投資も可能になります。日本国内では年間10万～15万の三脚が販売されており、実際に使われている三脚で言えば100～200万本とまで言われています。

私たちは、測量機器のみならず、すべての三脚の悲惨な転倒事故をこの『三脚の用心棒』で、この世の中から無くしたいと考えております。

構造化入力手法による道路台帳デジタル化 「調書作成用データ自動生成システム」

株式会社ジオテクノ関西
営業部長 中 島 浩 氏

・構造化

道路台帳図数値化

- ①グリットによる図面補正：貸与された台帳図をスキャニングし、ラスターデータ作成後、図面上に記載されているグリットでずれ・ゆがみ等の補正を行う。
- ②ベクトルデータへの変換：上記の補正を行ったデータを基図とし、地理院取得分類に従いベクトルデータとして取得した後、道路台帳システム用フォーマットへ変換を行う。

構造化データ

- ・弊社の提案する構造化とは、道路台帳全ての調書の数値及び分類項目等が、デジタル道路台帳図から完全に自動生成するための手法をさします。
- ・自動抽出において本提案は2点必要要件を示します。
- ① 自動抽出される区間単位の道路構造物測定数値と、現在調書にて取得されている各構造物の数値は、同じであるものとする。(同箇所測定値が現在の調書と異ならない。)
- ②抽出される数値は既存の属性数値データではなく、座標管理上で、座標間の距離を調書数値に1 mm単位まで整合させることにより、その座標間距離数値を、調書データベースへ移行させ、自動算出させるものとする。

構造化説明その1

道路区域・中心線の数値取得手法

<道路骨格の作成>

- ①片側線を形成する。(道路種別(1級・2級・その他)と方向性(起点から終点)を属性として認識させる。)
- ②既存台帳図の幅員位置を①から垂直に発生させる。(幅員2点間の距離を座標間の位置関係で0.1 mm単位まで整合させるため)
- ③これを接点としてもう一方の道路線を発生させる。

<中心線の発生>

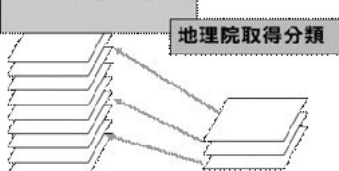


ぼくたちR・Lの道路線の位置関係は、既存台帳の区間単位の幅員で座標的に決定されているんだぞ!

私たち中心線は、道路線より自動発生し、区間単位に路線番号・区間番号を持ってます!

構造化説明その2

調書に必要な分類



地理院取得分類

地理院の取得分類では、調書の細目に当てはまらない項目について、細分類を行います。

取得項目の細分化

地図表現として不要でも、調書としては再分類が必要な項目があります。それらを表現を変えずに分類する為に取得項目(レイヤーを追加しました。
例)側溝市規格無蓋、側溝変化線など

また構造化独自のレイヤー分類として
地図＝調書が数値的に反映するよう
区間単位に項目を自動ポリゴン化

道路部ポリゴン、永久橋ポリゴン、側溝ひ蓋有ポリゴン、その他多数の項目を、弊社システムでは全て自動発生処理します。



構造化説明その3

その他、特殊構造化手法

1. 注記項目・旗揚げ

調書においては対象区間で内容反映する必要があるため、その注記を属性としたラインを区間に入力し間断処理を行う。
ラインは非表示だが、区間にたいして属性がリンクした状態にする。
容易に表示できる注記としても利用可能
旗揚げにおいては、旗揚げラインが区間に対応した内容を識別させて、道路線に接合する。これによって対応する数値・内容を属性として対象区間にリンク及び表示可能なものとする。
また、対象区間が複数の場合、対象となる最初と最後の区間両方から旗揚げラインを発生させるものとする。
例) トンネル旗揚げ項目・橋梁旗揚げ項目など

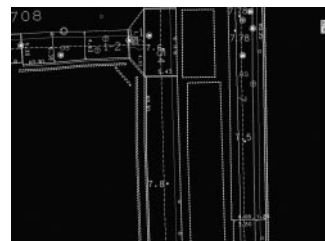


2. 地図独自の表現

ケバ・被覆等の地図独自の表現などにより、自動抽出できない範囲に対してエリアを決定させる項目

ハイブリット地形図作成へ

- 1) 構造化入力により道路の骨格データは整備されたが、道路区域のみしか地形がないため、背景図としえ物足りない。
- 2) 精度よりデータの鮮度を優先しコストパフォーマンスに優れた基本地形図はないか?
- 3) 道路区域はレベル500で街区内については、都市計画図のレベル2,500のデータを利用してはどうか?



■ハイブリット型地形図とは

・道路区域を1/1000道路台帳の数値化データを使用し、1/2500地形図を基にした街区データを道路線に整合させることで同期を取っている地形図データの事です。

■HB型地形図の特徴

・初期投資および更新コストの縮減にすぐれた基図データ

■その他対応可能分野

・上水道台帳 ・下水道台帳 ・固定資産・道路占用物
・境界明示・街区基準点管理などに活用可能です。

ハイブリットデータ例



測量専門養成施設における測量教育

(学) 中央工学校 中央工学校 O S A K A
教務部 国土情報系 科長 土 田 俊 行 氏

1. 現行制度での測量士及び測量士補の 資格取得

(1) 測量士

- ①大学で測量の科目を修め卒業
→→→→→→→→→ 実務経験1年以上
- ②短期大学等で測量に関する科目を修め卒業
→→→ 実務経験3年以上
- ③測量専門養成施設を卒業
→→→→→→→→→→→ 実務経験2年以上
- ④測量士補取得者で測量専門養成施設を卒業
→→→ 卒業と同時に測量士
- ⑤測量士試験に合格

(2) 測量士補

- ①大学で測量の科目を修め卒業
- ②短期大学等で測量の科目を修め卒業
- ③測量専門養成施設を卒業
- ④測量士補試験に合格

2. 現行制度の課題

- (1) 測 量 士 → 測量技術の多様化や高度化に
対応できる十分な教育時間の確保
- (2) 測量士補 → 特に問題はない

3. 今後の資格取得制度 (案)

※測量行政懇談会の報告書より

- (1) 測量士の資格付与については、一律に試験を課すとともに、一定の要件を満たす実務経験を一定期間以上有することを必要条件とする。
- (2) 測量士及び測量士補について、資格取得後の継続研鑽の努力義務を規定する。

- (3) 測量士補の資格付与の条件として、現行の規定で要件となっている大学卒業等に代わるものとして、測量に関する科目を履修した上での「学位の取得」を規定する。
- (4) 資格登録者からの申請等手続、国土地理院における資格登録者の生存の確認等を的確に実施する措置を講ずる。

4. 最後に

現在、測量業界を取り巻く環境は厳しくなる一方です。しかし、この仕事は、人が生きていく上で必要な様々なことに係わる大切な仕事であり、絶対に無くなることのない重要な仕事です。

測量行政懇談会での報告書にあるように、今後、測量士・測量士補の資格付与については、大きな変化があると思われます。このことにより、測量士・測量士補の資格の社会的価値が上り、測量に携わる若い人が増えることを期待しています。

「ねじ」と測量鋏（コノエネイル）

株式会社 コノエ
測量事業部 執行役員 酒 本 好 司 氏

発明・開発の時期 昭和44年～昭和44年

製品化 昭和55年

発明・開発に至った社会的ニーズ

当初は、建設省国土地理院にて管理されている基準点となる三角点以外の測量点や境界の明示などは特別な用品がなく、道路測量を施工する場合、その測量点の明示は道路整備上不可欠ではあるが当時はただわかれば良いという感覚で、あり合わせのもので間に合わされており、手近な物を目印にする程度の状況であり測量業界上非常に不都合であった。精度・耐候性・堅固に適しておらず、ますます多様化する測量業界にとってはその測量の目印に相応しい明示境界用品の開発が強く望まれていた。

特 徴

開 発 法

1. 金属製の規格サイズを取り揃えて開発することにより統一した明示方法が画一できた。
2. 鋏頭に十字溝を刻み中心に測量ポールを取り付ける直径1.5ミリ程度の穴をあけることで、より測量ポイントが明確になった。
3. コノエダブルの活用で作業目的により色分け出来る。このことにより明示性が高まり作業の効率が向上した。

従 来 法

1. 道路測量を施工する場合、その測量点の明示は道路整備上不可欠ではあるが当時は、ただ分かれば良いという感覚で間に合わせされていた。
2. 境界においても木杭の上に建築用の釘を打つか目印になるもので間に合わされていた。
3. 識別なく明示されていた。

用 途

国土交通省などが行っている国土調査など、測

量の施工したあとの測量点の軌跡として測量・土木業界で使用されている。



効 果

従来のものに比べて測量点明示の精度が向上、測量の作業目的によって色別することにより作業効率が高まる。又、都市マーク・文字等の明記ができる機能を活用することにより従来のあり合わせによるもので明示した測量点や境界のトラブルが大幅に解消され諸官庁に巾広く採用された。

市 場 占 有 率

製品占有率 昭和45年に製品化され平成7年には製品占有率は80%に達し現在でも50%以上を維持している。

製品の製造技術



ねじを作る製法を採用

材料調達→ヘッダー加工→ローレット加工→
熱処理→表面処理
(最近では多層皮膜によりさびにくく、クロムを排除した環境対策にも適している PSS処理を採用)

最近の開発製品



道路のキロポスト（KP：1 Km ほどの地点標）に簡易な鋏（ICタグを付加したもの）を設置するときに使用されるもの。

1. 道路基準点鋏



2. インテリジェント基準点

全国の利用頻度の高い基準点の現況調査で、その基準点にICタグを設置する作業で使われるもの。