

設計図から作成した屋内空間の三次元 GIS データの精度について

乙井康成・神谷泉・小荒井衛

Accuracy of 3 dimensional indoor GIS dataset made from design drawings

Kosei OTOI, Izumi KAMIYA and Mamoru KOARAI

Abstract: Some projects to build indoor GIS datasets over man-made space have been started. They use existing documents such as design drawings. However, accuracy of dataset made from existing documents is not enough verified. Therefore, we made 3 dimensional GIS dataset of the building of GSI (Geospatial Information Authority of Japan) from CAD data of design drawings, and we verified the GIS dataset by total-station observation.

Keywords: 屋内空間 (indoor space), 三次元 GIS データ (3 dimensional GIS dataset), 設計図 (design drawing), 精度検証 (accuracy verification)

1. はじめに

屋内は人工的に作られた空間であることから、現地測量を行わず設計図から三次元 GIS データを作成しようとする取り組みが進められている(株キャパ, 2010)。しかし、このようなデータの精度検証は十分行われているとは言えない。設計図から作成した三次元 GIS データの精度検証を行うため、国土地理院庁舎(本館の一部、情報サービス館、科学館及びその間の渡り廊下)を対象に屋内空間の三次元 GIS データの試作とその検証のための現地測量を行ったので、これらの成果の比較検証結果とともに、データ作成において精度を確保するために注意すべき点について報告する。

2. 手法の概略

2.1 基本的仕様の素案作成

設計図から取得できるデータ項目からなるこ

と、屋内外シームレスとなること、階毎の二次元 GIS データと結びつけられることを基本に、三次元 GIS データセットの仕様素案を作成した。

2.2 三次元 GIS データセットの試作

データセットは、基本的に既存資料から試作したが、既存資料に欠けている情報や既存資料からの取得が非効率となる場合には巻き尺等による簡易的な計測を行った。今回の試作では、作業効率性から平面図や断面図、立面図等から作成された CAD データを主に使用し、不足する情報については紙図面からスキャンした画像データを使用した。

座標値取得には、一般の者にとって入手しやすいことや特別な機材がなくても使用できる地理空間情報を使うことが重要と考え、つくば市都市計画基本図(紙資料)を使用した。都市計画基本図をスキャンし、図郭四隅に示されている座標値を元に、CAD を用いて建物外縁上の点の座標を読み取り、平面図上の対応する点に座標を付与した。このとき平面図上の建物の形状及びスケールは正しいものと仮定し、都市計画基本図と平面図上の対応する各点間の距離の二乗の和が最小

乙井康成・神谷泉・小荒井衛 〒305-0811 茨城県つくば市北郷1番

国土交通省国土地理院地理地殻活動研究センター

Phone: 029-864-1111 (代)

E-mail: otoi@gsi.go.jp

となるよう伸縮率 1.0 のヘルマート変換を行った。

2.3 比較検証のための現地測量

既存資料から作成したデータセットの精度検証や既存資料からの作成と実測との作業人日等の比較を行うために、データセット作成対象の一部についてトータルステーション等による現地測量を行った。

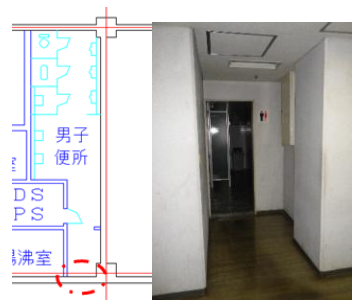


図-2 CADデータの誤りの例

3. 得られた成果

3.1 基本的仕様について

床面、壁面及び天井面により閉じられた一つの空間を単位とし、このブロックをつなぎ合わせて屋内空間を構成するモデルとし、本研究では都市域屋内空間の三次元 GIS データを対象とするため、フォーマットは CityGML(OGC, 2008)を採用した(図-1)。階段についても、1階から2階までの空間を一つの部屋と見なし、ブロック内で床面が重複しないようにした。

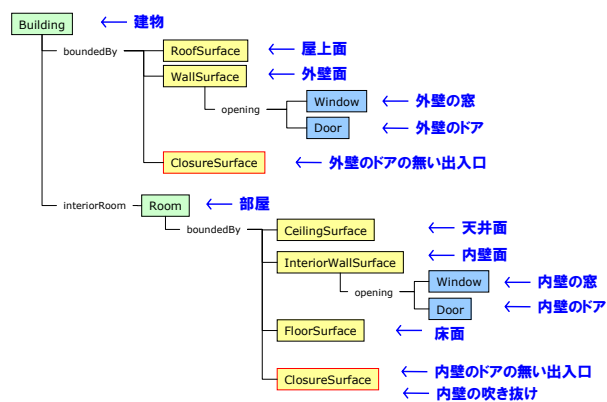


図-1 三次元 GIS データセットの基本的仕様の概要

3.2 設計図と現況に差異が生ずる原因

設計図及びこれを基に作成された CAD データと実際の施設との対応について現地調査を行ったところ、CAD データの誤り、設計が変更されたものの決定稿が残されていない又は設計図と異なる施工が行われたと思われる箇所、改修により設計図と一致しなくなった箇所などが確認できた。誤りの例を図-2 に示す。便所に出入口がないことから誤りであることが分かる。

3.3 部位による誤差の違い

3.3.1 相対距離の精度と絶対位置の精度

設計図から作成した GIS データの位置精度の評価においては、廊下の幅や長さ、床から天井までの高さなど同一施設の部位同士の相対距離の精度と施設位置の緯度経度標高など絶対位置の精度を分けて分析した。

3.3.2 設計図と実施設で大きな差異が見られる例

庇や屋上の縁の高まりなどの付属物は GIS データでは通常省略される。一方、空中写真からの図化においては庇も対象から除外されず建物外縁に反映される場合がある。今回の精度検証においても、三次元 GIS データにおける屋上の四隅の座標に比べ、現地測量における該当する点の座標が全て建物外壁の外に広がるとともに、上方向に大きくずれていた。このため、屋上面と二つの外壁面の交点と庇先端の座標値の差を示すものと考えた(図-3 に断面図と写真により国土地理院本館の屋上面、外壁面に対する庇先端の位置を示す)。庇と屋上面、外壁面とのオフセット値を計測したところ、座標値の差と一致したことから、庇の存在により計測点が一致していなかったことが原因と確認できた。



図-3 国土地理院本館屋上の庇

また、天井の高さは同じ室内でも場所によって異なることがあるが、断面図で高さを把握できる点は一部に限られており、これを天井の代表的な高さとするとき実施設の高さと一致しない場合が少なからずある。作成した三次元 GIS データと実測値との差を設計時の資料における代表的な天井の高さと観測した点の天井の高さの差と比較したところ一致したことから、天井の高さを一様と仮定したことが原因と確認できた。

さらに隣接する建物間を繋ぐ渡り廊下の接続部の位置も設計図と実施設で異なる場合（図-4）があり、施工時に現地の状況から変更された可能性が高いと考えている。

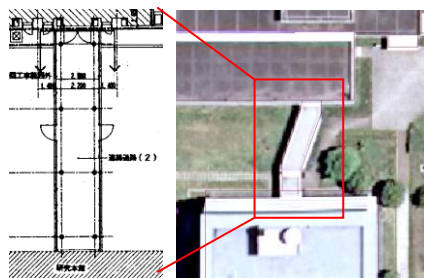


図-4 設計図と施工された渡り廊下

これらのように設計図と現況の対応状況は相対距離の精度及び絶対位置の精度の両方に大きく影響するため、GIS データを作成する前に現地調査を行い、差異を確認することが重要となる。また、天井や出入口の標高の誤差の大部分は、床に対するこれらの比高の誤差であることが確認できた。

3.3.3 相対的な位置精度

最も設計図と現況の差が大きかった部位は通路の長さで、現況の方が 1.5m 長かった。これは渡り廊下との接続位置が変わったことに伴う通路の延長と思われる。

相対距離の設計図と現況の差異は平均で 0.2m であった。

柱は、計測した全ての箇所設計図以上の太さを確保していることが確認された。太さの差は平均で 5cm だった。一方、内壁については必ずしも

設計図に示される厚さが確保されているとは限らなかった。

またドアは規格品が使われているため、出入口の幅には高い施工精度が求められるものと考えられるが、実際の幅が設計図と異なる例が複数見られることから、施工する際に仕様を変更したものと思われる。計測した箇所では平均で 0.15m 狭く、高さも 0.07m 低かった。（表-1、表-2）

水平精度 (作成データ-実測)	相対距離の精度(m)		絶対位置精度(m) (端点の平均)	
	距離の差の 平均値	距離の差の 標準偏差	平均	標準偏差
外壁面上の突起間距離	-0.004	0.356	0.542	0.170
室内距離	0.002	0.126	0.580	0.120
廊下内距離	-0.004	0.499	0.685	0.391
出入口幅	0.153	0.244	0.852	0.415
柱幅	-0.051	0.030	0.612	0.044
内壁厚	0.084	0.211	0.753	0.264
全体	0.002	0.317	0.619	0.248

表-1 部位による相対距離の精度の違い（水平）

相対位置（比高） (作成データ-実測)	平均(m)	標準偏差(m)
天井	0.124	0.211
うち本館	0.132	0.163
うち窓側	0.019	0.030
うち廊下側	0.246	0.154
うち情報サービス館	0.081	0.013
うち科学館	0.114	0.327
出入口上端	0.072	0.221
全体	0.112	0.212

表-2 部位による相対位置精度の違い（垂直）

3.3.4 絶対的な位置精度

設計図等から求めた座標値と現地測量で得られた座標値に 1m 以上の差が見られた箇所について原因を分析したところ、渡り廊下及びこれとの接続部、部屋の出入口に該当しており、いずれも設計図と現況の形状等も一致しないことから、施工時に仕様変更されたと推察される。設計図から作成した三次元 GIS データと現地測量成果の

座標値の差は、水平方向で最大 1.8m、平均 0.6m、垂直方向で最大 1.3m、平均 0.3m であった。

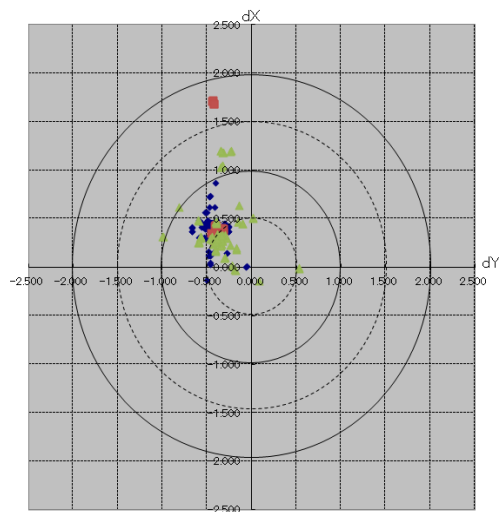


図-5 座標値の差(作成データー実測)
◆：本館，□：情報サービス館，△：科学館

また、天井や出入口上端の標高については、「GIS データと現地測量成果との座標値の差の標準偏差」が床面の倍近い値となっており、天井等は床に比べ誤差が大きいことが確認できた（表-3）。

標高差(作成データー実測)	平均(m)	標準偏差(m)
屋上	-0.534	0.161
天井	-0.228	0.266
うち本館	-0.118	0.162
うち窓側	-0.235	0.013
うち廊下側	-0.002	0.150
うち情報サービス館	-0.478	0.005
うち科学館	-0.452	0.332
出入口上端	-0.381	0.279
床	-0.380	0.156
全体	-0.347	0.231

表-3 部位による標高の違い

4. 設計図からの屋内 GIS データ作成において注意すべき点

設計図と現況との違いについて良く確認し、その差異に応じた利用方法を選択しなければ、想定した精度のデータは得られない可能性が高い。ま

た、都市計画基本図や基盤地図情報から座標を与える場合には、これらがもともと有している 1 m 程度の誤差の影響を受けることになる。これ以上の精度を要する場合には現地測量により座標を与える等の方法を選択する必要がある。

5. おわりに

国土地理院庁舎を対象に設計図から三次元 GIS データセットを試作し、現地測量成果との比較により精度検証を行った。その結果、設計図から作成した GIS データセットと実測値との間の差異が相対距離で最大 1.5m、平均 0.2m、座標値の差は水平方向で最大 1.8m、平均 0.6m、垂直方向で最大 1.3m、平均 0.3m であることが確認できた。

今後は、使用できる既存資料に制約がある場合の影響について検討を行う計画であり、鉄道の地下駅を対象に三次元 GIS データの試作と、現地測量による検証を行う予定である。

謝辞

データ作成にあたっては、つくば市都市建設部都市計画課から都市計画基本図の提供を受けた。また、関西大学の田中成典教授からは研究の進め方について助言をいただいた。さらに、日本情報処理開発協会、衛星測位技術株式会社には既存資料による GIS データ作成状況について詳細に話を聞かせて頂いた。また、株式会社日立製作所からは CityGML に関する情報を頂いた。

参考文献

㈱キャパ(2010)：空間参照系データベース構築ーデータベース構築支援ツールー世界測地系座標変換ツール外部設計書 第 1.1 版 2010 年 3 月 8 日
OGC(2008)：OpenGIS City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard Version 1.0