

研究課題終了時評価表

1. 研究課題名：公共的屋内空間における三次元GISデータの基本的仕様と効率的整備方法の開発
2. 研究期間：平成23年4月 ～ 平成26年3月 （3年間）
3. 予算：特別研究経費 23,003 千円（3年間の総額）

4. 成果の概要

（1）屋内外を一体的に扱える三次元GISデータの基本的仕様案の提案

公共的屋内空間の浸水シミュレーションや避難計画策定に必要な三次元GISデータの内容と要求精度について既存文献等の調査により、出入口の幅と標高、床面の標高から屋内空間の容積を示すモデルを作成して浸水シミュレーションが実施されていることが、また避難計画では各階平面図を主に用いて避難経路等の検討が行われていることが確認できた。浸水シミュレーションや避難計画策定において結果の重要性は屋内外で変わらないことから、屋外で広く使用されている1:2,500都市計画基本図と同等の分解能、精度を有するデータを必要としている。これらの調査結果から、床面、天井面、壁面で囲まれた、閉じた空間を最小単位とするボックスモデルと歩行ネットワークを組み合わせたモデルを基本的仕様とした。この仕様に基づく三次元GISデータは、屋内の概観を表現できることから、浸水シミュレーション、避難計画に限らず、屋内測位との連携により、歩行ナビゲーション、施設・備品管理、店舗やサービス案内等における背景地図としても利用可能である。

（2）設計図の使用により三次元GISデータを効率的に作成する方法の開発

保有する設計図をすべて利用できる国土地理院庁舎と設計図の使用に制約のある地下施設であるつくばエクスプレス(TX)南流山駅舎を対象に、設計図から屋内外シームレスの三次元GISデータを試作するとともに、現地測量を行った。これにより三次元GISデータの分解能や精度、作業量、注意事項等について整理・分析した。なお、データは、三次元GISフォーマットとして国際標準を目指しているCityGML形式等で実装した。この結果、①設計図、基盤地図情報等の既存資料のみを用いた場合には概ね1m以内の精度で、現地測量により座標を付与すると概ね70cm以内の精度でGISデータを作成できること、②トータルステーション等による現地測量と比較して5割程度作業人日を減らすことができることを実証した。一方で、設計図を用いてGISデータを作成する際の問題点（後述9.に記載）も明らかになった。これらの得られた知見を元に、既存のツールや設計図等の資料を活用して、三次元GISデータを適切に作成するための注意事項を整理した。併せてDXF形式のファイルをCityGML形式のファイルに変換するツールも開発した。

（3）屋内空間における三次元GISデータの効率的な作成方法に関するマニュアル案の作成

ヒアリング調査により、屋内空間の三次元GISデータは頻繁に修正する必要があること、設計図には利用制限がある場合があることなどから、測量会社に依頼せずにデータを作成する事例があることが分かった。これに基づき、設計図や屋内三次元GISデータの特性を熟知していない者でも、精度を担保しつつ設計図を使用した効率的な三次元GISデータ作成を計画できるよう、作成の手順や注意事項をまとめたマニュアル案を作成した。

5. 当初目標の達成度

(1) 当初計画における目標

公共的屋内空間の避難計画策定に必要な三次元GISデータの内容と精度要求を調査する。この結果を基に建物内部や地下街など内部構造を含む三次元GISデータについて、トレーサビリティと整合性を確保しつつ、避難計画策定に必要な基本的な仕様案をまとめる。

また、任意座標系の既存のCADデータ等を公共座標系に基づくGISデータに結合させることにより、CADデータの精度を維持しつつ屋内外を一体的に扱える三次元GISデータを簡便に整備する方法を開発し、マニュアル案にまとめる。

(2) 最終達成度

当初の目標に従い、公共的屋内空間の浸水シミュレーションや避難計画策定に必要な三次元GISデータの基本的な仕様案として、閉じた空間を最小単位とするボックスモデルと歩行ネットワークを組み合わせたモデルを提案した。また、設計図のCADデータやスキャン画像、基盤地図情報の既存資料を用いて基本的な仕様案に基づく屋内空間の三次元GISデータを効率的に作成する方法を実証し、精度検証と工数確認も行った。以上の成果を基に、設計図等を活用して簡便に屋内空間の三次元GISデータを作成できるマニュアル案を作成した。よって当初の目標は達成できた。

6. 成果公表状況

研究報告書	3 件（予定 1 件を含む）
発表論文	査読付き 0 件
	査読なし 1 件（予定）
口頭発表	6 件（予定 1 件を含む）
特許等	0 件

7. 成果活用の見込み

日本において屋内空間の三次元GISデータを作成した事例はまだ少なく、本研究で作成した屋内外を一体的に扱える三次元GISデータの基本的仕様案は、屋内の概観を表現できることから、防災目的に限らず、作成するデータを検討する際に幅広い分野で活用される可能性が高い。設計図から都市計画基本図と同等の精度の屋内三次元GISデータを現地測量と比べて5割程度の作業人日で作成できることを実証したため、提案した手法は屋内測位機器設置計画の検討等のために三次元GISデータを作成する者や、歩行ナビゲーションや店舗案内の背景地図を作成する者等に広く活用されると見込まれる。また、このようなデータ作成者や、公共測量について助言や指導を行う者との意見や情報の交換を行い、屋内空間の三次元GISデータを作成する際の注意事項について、分かり易く具体的に記載したマニュアル案にまとめた。この屋内空間における三次元GISデータの効率的な作成方法に関するマニュアル案や三次元GISデータのファイル形式変換ツールは国土地理院のウェブサイトからの公開を予定しており、屋内空間の三次元GISデータ作成の関係者に幅広く活用される見込みである。また、設計図から公共的屋内空間の三次元GISデータを作成する公共測量の計画が提出された際に、国土地理院の公共測量担当者が技術的助言を行うために、このマニュアル案が活用される予定である。

8. 達成度の分析

(1) 有効性の観点からの分析

本研究では、設計図から都市計画基本図と同等の精度の屋内三次元GISデータを現地測量と

比べて5割程度の作業人日で作成できることを実証した。また、屋内空間の三次元 GIS データを作成している者、公共測量について助言や指導を行う者等との情報交換や意見交換、データ試作により、データ作成における課題を把握し、専門の機器や技術を有しない者でも実行可能な方法をまとめた。さらに、この方法のポイントを絞り、三次元 GIS データを作成しようとしている者の意見をもらいながら、測量技術者以外も十分理解できる平易な説明と図表を用いたマニュアル案を作成した。

(2) 効率性の観点からの分析

本研究は、ヒアリングやシンポジウムの開催、屋内空間の三次元GISに関わる研究会への参加、国土地理院研究連絡会議公共的屋内空間における三次元GISデータに関する分科会の開催などを通して、屋内空間のGISデータ作成のためのツールを開発した者、測量会社に依頼せず自ら屋内空間の三次元GISデータを作成している者、地理空間情報の専門家、設計図の専門家、CityGMLの専門家、屋内空間の三次元GISデータを作成した経験を有する測量会社、公共測量担当者等多くの専門家と情報や意見を交換しながら実施した。これにより現状において優先度の高い課題に集中して効率的に研究を進めることができた。

9. 残された課題と新たな研究開発の方向

調査検討過程において、①セキュリティ保全のために設計図の一部又は全部は利用できない可能性があること、②設計図だけでは三次元形状を再現するには情報が足りない場合があること、③設計図とこれに基づき施工された施設が大きく異なる場合があることが確認された。今後は設計図が十分使用できない場合における屋内空間の三次元GISデータの効率的作成方法について検討する必要がある。

10. その他、課題内容に応じ必要な事項

なし。

11. 提案課・室名、問合せ先

国土地理院 地理地殻活動研究センター 地理情報解析研究室

TEL : 029-864-1111(内8442) FAX : 029-864-2655

平成 23 年度～平成 25 年度特別研究
「公共的屋内空間における三次元 GIS データの基本的仕様と効率的整備方法の開発」
に関わる成果公表リスト

[研究報告書]

国土地理院調査研究年報（平成 23 年度，平成 24 年度，平成 25 年度（予定））

[発表論文]

（査読付き）

（査読無し）

乙井康成，神谷泉，小荒井衛：設計図等を活用した屋内空間の三次元 GIS データの作成とその課題について，国土地理院時報（予定）

[学会等発表]

乙井康成（2011）：公共的屋内空間における三次元 GIS データの効率的整備方法の開発について，国土地理院地理地殻活動研究センター談話会。

乙井康成，神谷泉，小荒井衛（2012）：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，地理情報システム学会第 21 回 GISA 学術研究発表大会。

乙井康成，神谷泉，小荒井衛（2012）：設計図から作成した三次元 GIS データの精度検証，CSIS DAYS 2012 全国共同利用研究発表大会。

乙井康成，神谷泉，小荒井衛（2013）：既存資料の活用による効率的な屋内三次元 GIS データ作成のためのマニュアル案の作成，国土地理院地理地殻活動研究センター談話会。

乙井康成（2013）：設計図等を活用した 3 次元地理空間情報の構築とその問題点，G 空間 EXPO 2013 シンポジウム「3 次元地理空間情報の展望」。

乙井康成，神谷泉，小荒井衛（2014）：既存資料の活用による効率的な屋内三次元 GIS データ作成のためのマニュアル案の作成，土木学会第 19 回地下空間シンポジウム。

[その他]

公共的屋内空間における 三次元GISデータの基本的仕様と 効率的整備方法の開発

地理地殻活動研究センター
地理情報解析研究室

研究課題名：公共的屋内空間における三次元GIS
データの基本的仕様と効率的整備方法の開発

研究期間：平成23年4月～平成26年3月（3年間）

予算：特別研究経費 23,003 千円（3年間の総額）

- 都市域の災害対策において、**屋内や地下空間**は屋外と同等以上に**重要**。
- しかし、災害対策**検討の基盤**となる**GISデータの整備**は、**屋内**については**進んでいない**。
- 設計図等の既存資料から屋内三次元GISデータを作成する**ツールが開発**されている。(経産省G空間プロジェクト等)



しかし...

- 設計図等から作成したデータの**精度は未確認**
- 設計図等からの**データ作成方法**については**十分検討されていない**。

本研究の目的と目標

目的

精度の確かなデータ作成方法を分かり易く示すことにより、**データの作成と利用を促進**する。

目標

- 公共的屋内空間の避難計画策定に必要な三次元GISデータの内容と精度要求を調査し、**基本的な仕様案**をまとめる。
- CADデータの精度を維持しつつ屋内外を一体的に扱える三次元GISデータを**簡便に整備する方法**を開発し、**マニュアル案**にまとめる。

1. 屋内災害対策に関する現状調査
2. 屋内外を一体的に扱える三次元GISデータの基本的仕様の検討
3. 基本的仕様に基づくデータ試作、精度検証、作業量確認
4. 設計図を用いた三次元GISデータ作成における課題整理
5. 三次元GISデータ作成マニュアル案の作成

1. 屋内災害対策に関する現状調査

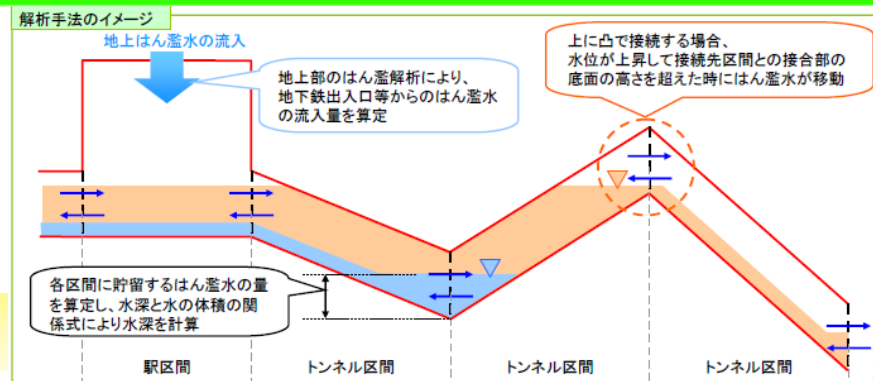
屋内空間における浸水シミュレーションの事例

1. 屋外では、**1:2,500都市計画基本図、基盤地図情報等**を使用し、地形等から氾濫解析を行い、各出入口における水位を計算
2. **出入口の標高と幅**から、流入量を算出
3. **床面の標高や幅、天井の高さ**から、屋内における流入水の動きをシミュレート

(内閣府による荒川堤防決壊時における地下鉄等の浸水被害想定における地下鉄等の浸水シミュレーション等)

屋内における避難計画の事例

- 避難計画においては、主に**各階平面図**を用いて**避難経路**について検討
(国土交通省「地下空間における浸水対策ガイドライン」及び同解説等)



—: 想定浸水面積 (1時貯留面積)



●現状調査の結果から得られた要点

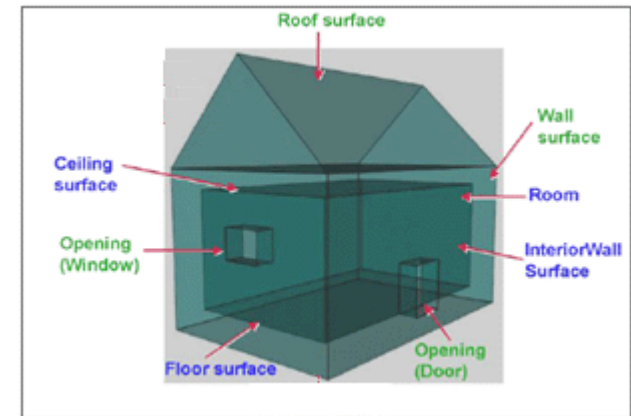
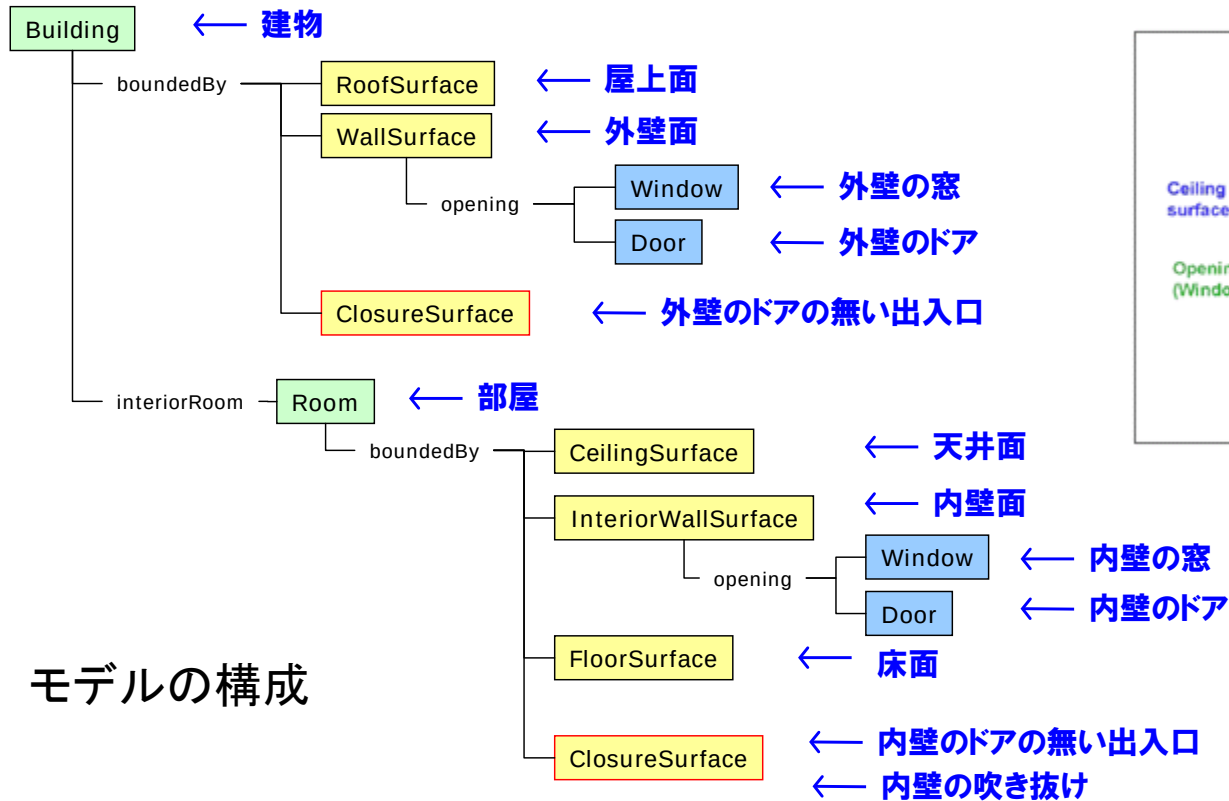
- 屋内/地下空間の詳細な形状は必要ないが、**床面の標高**、屋内空間の**幅や長さ**、**天井の高さ**などは、まずは屋外と同等の**1:2,500レベルの精度**が必要。
- 屋外や接続する他の屋内/地下空間との水の行き来について**シームレス**に検討する必要があるため、**絶対位置**が必要。
- 避難計画については、絶対位置ではなく、**ネットワーク**が必要。

一方で、**簡便に整備更新**できることも重要。

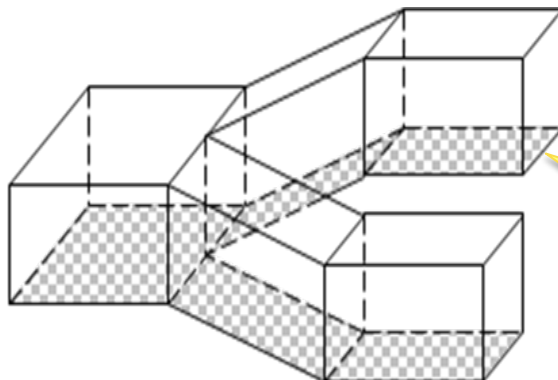
→ 屋内/地下空間の形状を**簡略化**し、床面と垂直の壁、天井面で表す**ボックスモデル**と**歩行ネットワーク**を組み合わせた仕様案

屋内空間の三次元GISデータを作成した事例はまだ少ないため、本研究の基本的仕様案は、防災目的に限らず、作成するデータを検討する際に**幅広い分野で活用**される可能性が高い。

2. 屋内外を一体的に扱える三次元GISデータの基本的仕様の検討

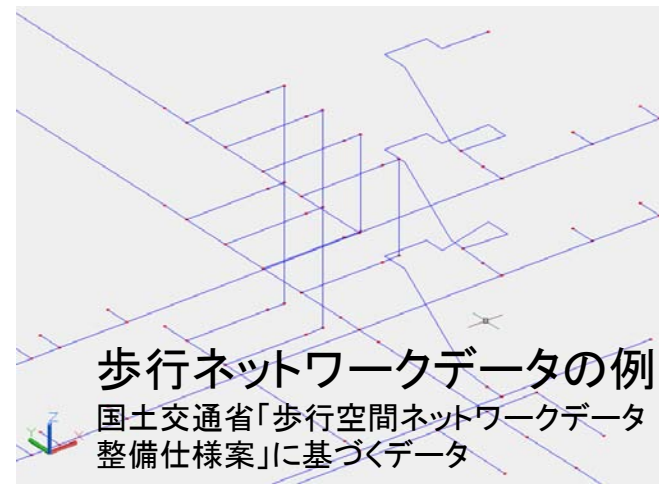


モデルの構成



各階平面図
等と連携

ボックスモデルの例



歩行ネットワークデータの例
国土交通省「歩行空間ネットワークデータ
整備仕様案」に基づくデータ

3-1. 設計図を用いた三次元GISデータ試作と現地測量対象箇所

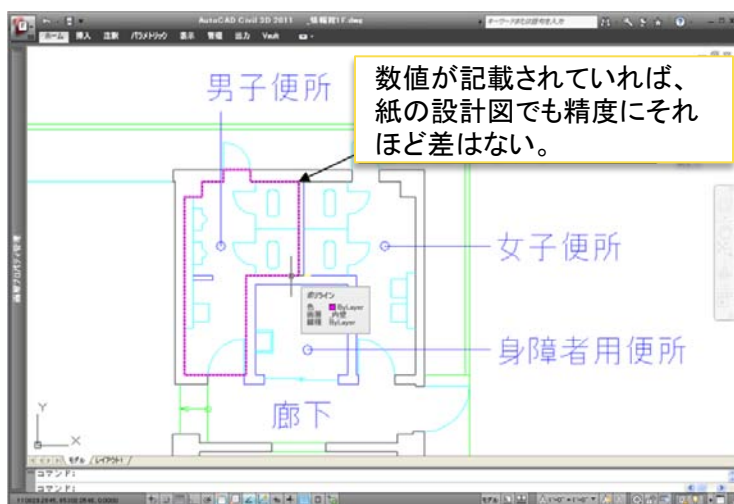
● 国土地理院庁舎とTX南流山駅舎で実施

- * 国土地理院・・・保有する資料を最大限活用してデータを作成。
- * TX南流山駅・・・公共的地下空間に特有の施設をデータ化。セキュリティ上の制約で限られた資料を使用して作成できるデータを検証。

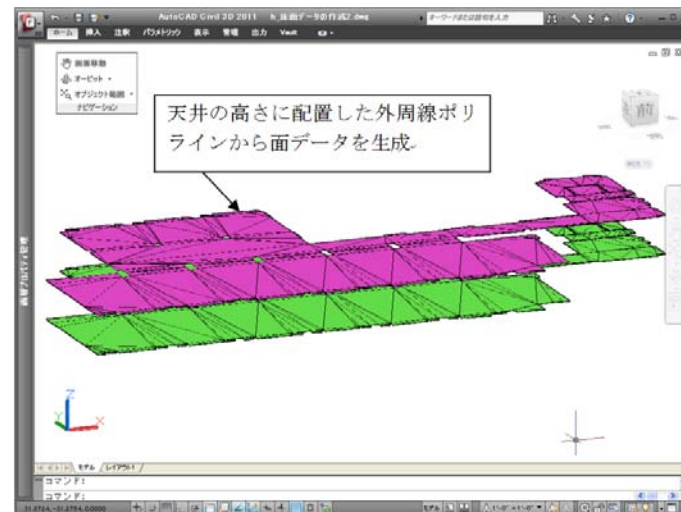
● データはCityGMLフォーマット等で作成



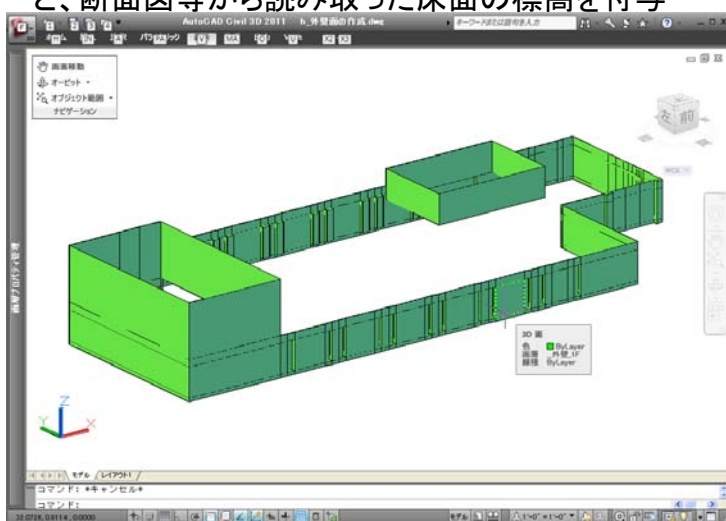
3-2. 設計図を用いた三次元GISデータの試作



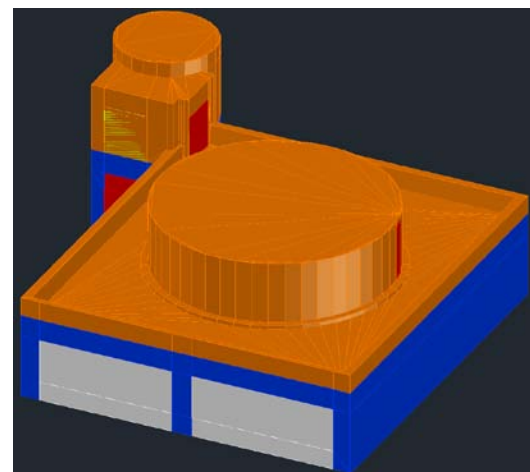
- ① CADソフトを用いて平面図から床面の範囲を示すポリゴンを作成し、基盤地図情報等から読み取った座標値と、断面図等から読み取った床面の標高を付与



- ② 床面のポリゴンをコピーし、断面図等から読み取った天井面の標高を与え、天井面のポリゴンを作成



- ③ 床面と天井面の対応する点を結び内壁面のポリゴンを作成する。出入口や窓の上下端の高さは立面図等から取得



- ④ 床面と同様の方法で屋上面のポリゴンを作成すると Slide 10 とともに、屋上面と地表面の対応する点を結び外壁面のポリゴンを作成

JR武蔵野線

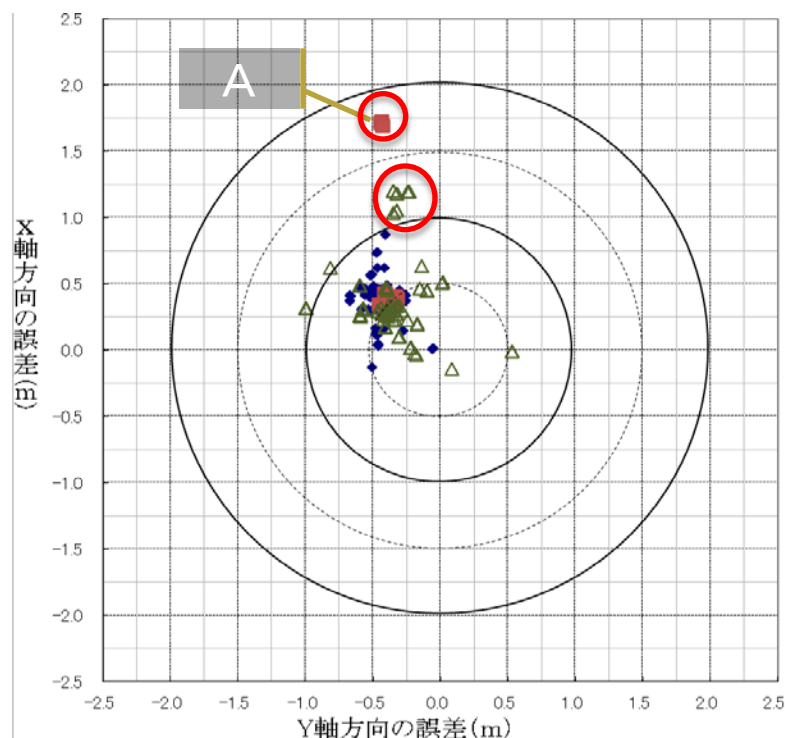


至秋葉原

Slide 11

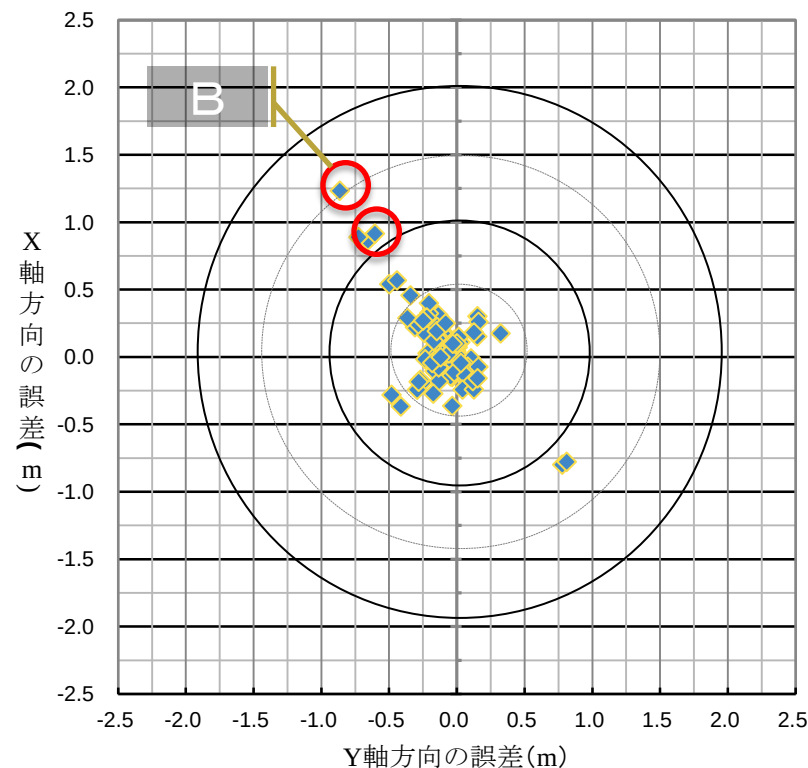
3-3. 設計図を用いた三次元GISデータの精度検証

- 設計図と施設現況が概ね適合している場合は、概ね**1m以内の誤差**



設計図から作成したGISデータの座標値の現地測量成果との差

◆: 本館, ■: 情報サービス館, △: 地図と測量の科学館



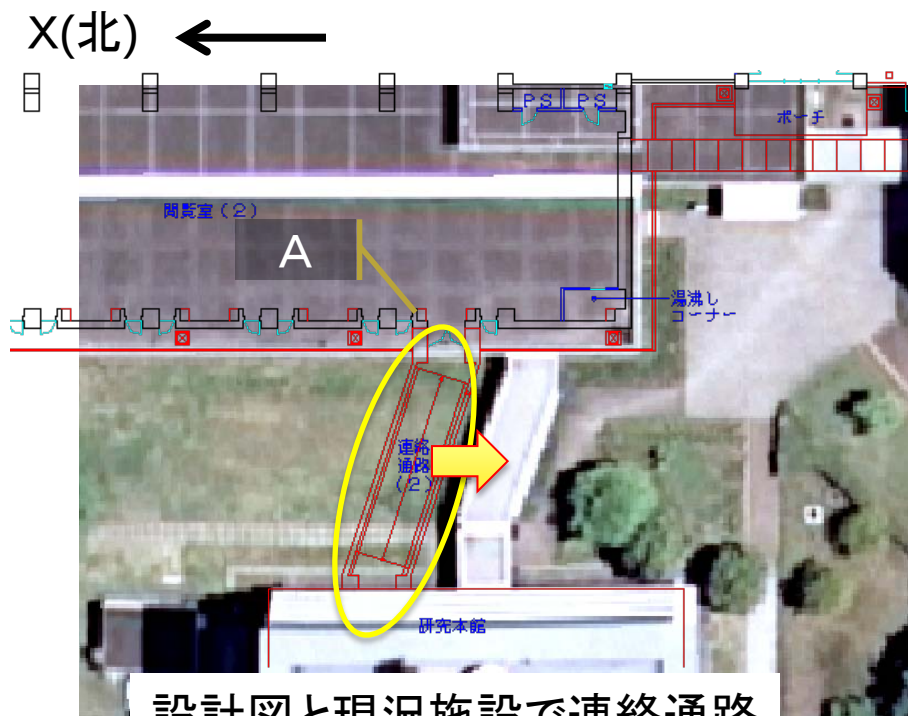
設計図から作成したGISデータの座標値の現地測量成果との差

(TX南流山駅)

○: 設計図に情報不足や施設現況との大きな差異が確認された点

3-4. 設計図を用いた三次元GISデータの誤差要因

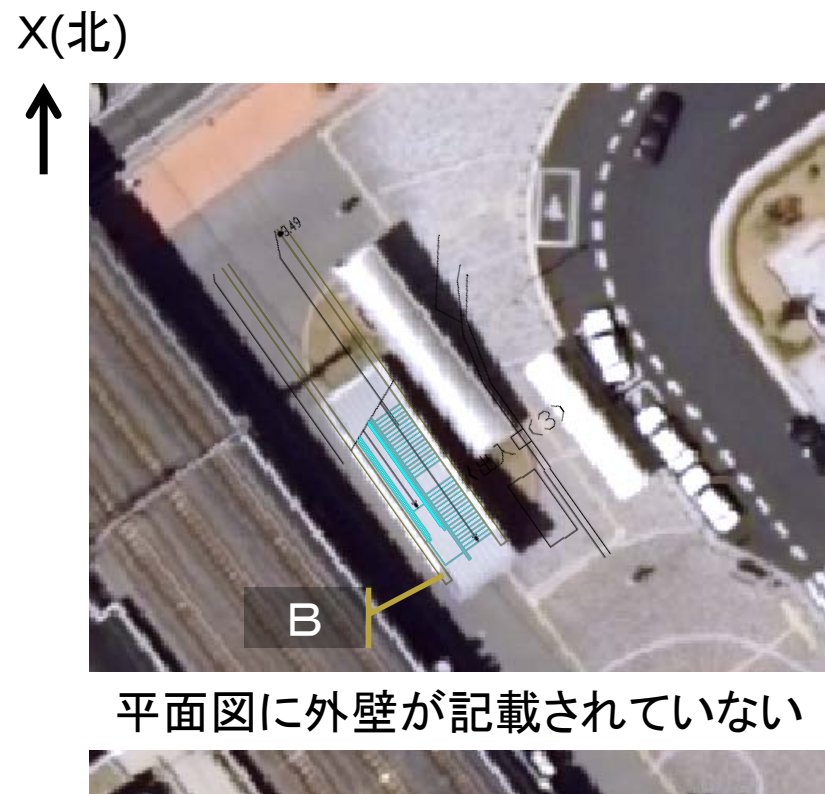
●設計図と現況が大きく異なる例



設計図と現況施設で連絡通路
の位置と形状が異なる

※ 空中写真は2008年撮影

●設計図に情報が不足している例



平面図に外壁が記載されていない

※ 空中写真は2008年撮影

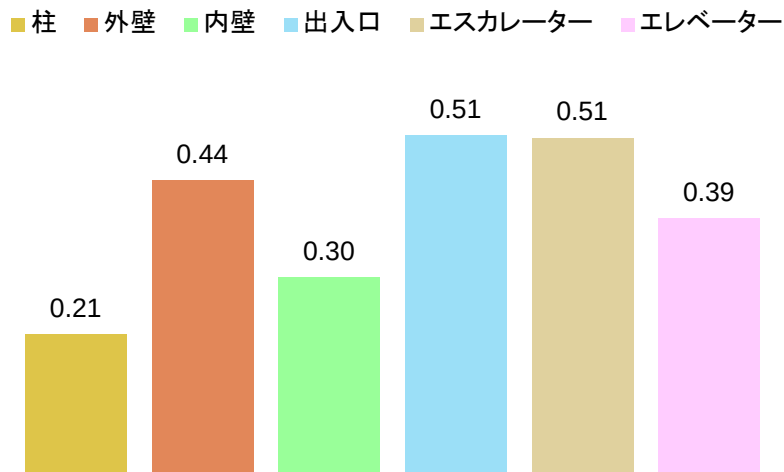
●建物間の接続部には注意が必要

→ 現地で確認すべき点としてマニュアル案に記載

●柱は強度確保のため、設計図通り施工されていることが確認された。

3-5. 現地測量成果を真値とみなした、部位毎のRMSE

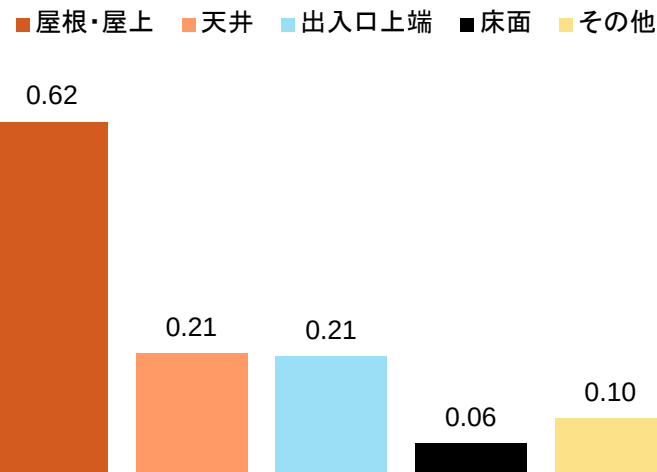
各部位の座標値のRMSE(m)



座標値の基準は現地測量成果

柱の位置は、施設強度に影響することもあり、設計図通りの位置に施工されている。
出入口の位置や幅が施工時に変更される例が多数見られた。

各部位の標高のRMSE(m)



標高の基準は現地測量成果

屋上では、転落防止のため、外縁部が代表的な面より数10cm高く造られることが多く、精度検証では四隅を測量したため、特にRMSEが大きくなった。

浸水シミュレーションで最も重要な床面は歩行のため高低差が少なく、RMSEは数cm程度。

3. 基本的仕様に基づくデータ試作、精度検証、作業量確認

3-6. データ作成に係る作業量の比較

対象：国土地理院庁舎(3棟、約6,450㎡、ノード約1万点)

各工程に要する作業量(人日)

工程\作業方法	設計図で作成、都市 計画基本図で座標 付与	設計図で作成、 RTK測量で座標付 与	TS測量で作成、 GNSS測量で座 標付与	地上レーザ 測量を元に 作成(参考例)
座標読取・付与	2.2	3.0	—	—
ポリゴン作成	18.5		68.5	25.5~108.5
うち基準点設置	—	—	4.5	4.5
うち現地観測	—	—	32.0	6.5~12.0
うち準備計算整理・点結合	—	—	32.0	9.0~97.5
ポリゴンの接合、属性付与、 フォーマット変換等	11.1			
歩行ネットワークデータの 作成	5.5			
合計	37.3	38.1	85.1	42.1~125.1
精度(参考)	概ね1m以内	概ね70cm以内	概ね10cm以内	

設計図の使用により、GNSS,TS測量の5割程度の作業量でデータを作成可能

他に、関係者との調整、作業計画の作成、入手資料の内容確認(現地調査を含む)、現地における不足データの取得、移動等の作業がある。

<設計図使用における問題>

- セキュリティ保全のため、設計図の一部又は全部は**利用できない**場合がある。
- 設計図だけでは、三次元形状を再現するには**情報が足りない**場合がある。
- 設計変更により、設計図には**複数のバージョン**がある。
- **設計図と現況が大きく異なる**場合がある。
(施工時の変更、施工後の改築等)
- 基盤地図情報や**都市計画基本図と設計図では同じ建物の外形でも、異なる対象(部位)を記載**している場合がある。

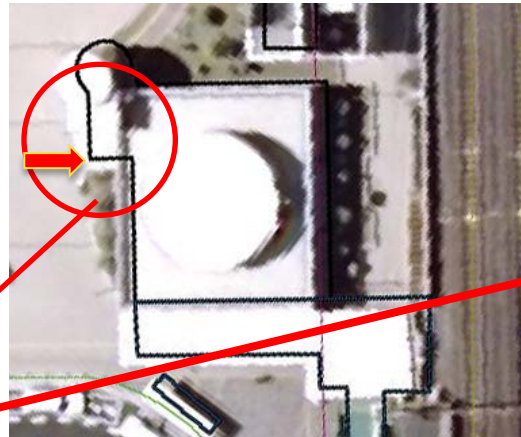
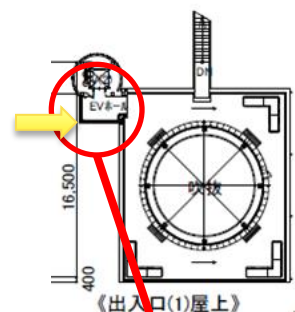
→ **注意事項としてマニュアル案に記載**

基盤地図情報と設計図の違い

建物外形

- ・ **平面図**では、**床から1～1.5m程の高さ**における外壁
- ・ **基盤地図情報**や**都市計画基本図**では、建物の外縁が**庇の縁**を示す場合がある。

壁に平行な庇等気付きにくい場合もあり、**対応しない点に読み取った座標を付与しないよう注意が必要** → **マニュアル案に記載**



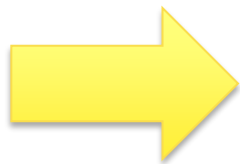
外壁と建物
外縁の差

＜マニュアルの作成方針＞

- 屋内空間のGISデータは、**高頻度更新**の必要性から、**簡便に作成**できることを優先する。
- 精度を担保しつつ、設計図から**効率的**に三次元GISデータの作成を計画する際の**ポイント**を絞り、**分かり易く**まとめる。

＜その他＞

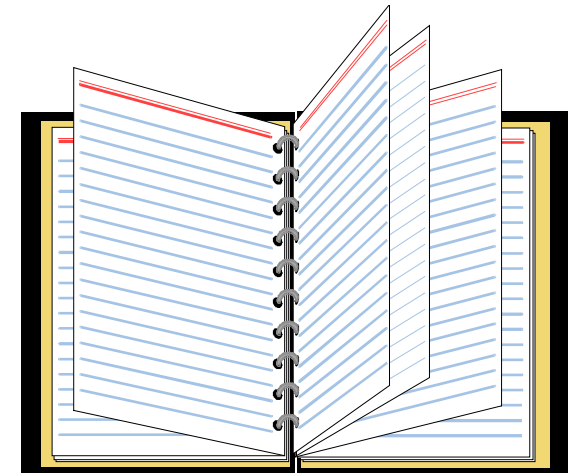
- dxfファイルを、CityGMLファイルに変換するツールも作成



ウェブページで公開予定

マニュアル案の構成

- I はじめに
 - 1. マニュアルの目的と適用範囲
 - 2. マニュアルの利用にあたって
- II 仕様の検討
 - 1. データ作成目的の明確化
 - 2. 目的に合致した仕様原案の作成
- III 作業方法の選択
 - 1. データ作成方法の選択肢
 - 2. GISデータ作成に利用できる既存資料の条件
 - 3. データ作成における制約条件
 - 4. 仕様に合致したデータ作成方法の検討
- IV 設計図を用いた三次元GISデータの作成手順
 - 1. 施設管理者等との調整
 - 2. 入手資料の精査
 - 3. 現地調査
 - 4. 座標値の付与
 - 5. 幾何形状データの作成
 - 6. データ構造化
 - 7. フォーマット変換
 - 8. 点検
 - 9. 媒体への格納
 - 10. 利用環境の整備
 - 11. 情報管理



マニュアル案 約40ページ

成果の活用・波及効果

成果

当初の目標通り、**基本的仕様案**をまとめ、精度の確保された**三次元GISデータ**を簡便に作成する方法を開発し、**マニュアル案**にまとめた。

- 屋内空間の三次元GISデータを作成した事例は、日本ではまだ少ない。
- 基本的仕様案に基づき作成されたデータで、屋内の**概観を表現**できることから、浸水シミュレーション、避難計画に限らず、歩行者ナビの背景など**幅広い分野で活用**できる。
- 設計図から屋外の**都市計画基本図と同等の精度**の屋内三次元GISデータを作成できることを**実証**。
- 三次元GISデータを作成する者、公共測量について助言や指導を行う者と**意見・情報交換**しながら、**利用者に即したマニュアル案**を作成。
- **マニュアル案、ファイル形式変換ツール**は国土地理院のウェブサイトから**公開**予定。

していることから、

- **基本的仕様案**や**マニュアル案**は、幅広い分野において屋内空間の三次元GISデータを作成しようとする者や指導・助言する者に**活用**される見込み。

(1) 有効性の観点からの分析

- 設計図から都市計画基本図と同等の精度の屋内三次元GISデータを作成できることを実証
- 屋内空間の三次元GISデータを作成している者、公共測量について助言や指導を行う者等と情報及び意見交換により、データ作成における課題を把握
- 専門の機器や測量技術を有しない者でも実行可能な方法をまとめた。
- ポイントを絞り、平易な説明や図表を用いて分かり易いマニュアル案にまとめた。

(2) 効率性の観点からの分析

- 屋内空間のGISデータ作成のためのツールを開発した者
- 測量会社に依頼せず自ら屋内空間の三次元GISデータを作成している者
- 地理空間情報の専門家
- 設計図の専門家
- CityGMLの専門家
- 屋内空間の三次元GISデータを作成した経験を有する測量会社
- 公共測量担当者

等多くの専門家と情報及び意見交換

➤ 現状において優先度の高い課題に集中して効率的に研究

- 避難計画等で活用できる三次元GISデータの基本的仕様として**ボックスモデル＋歩行ネットワーク**を採用。
- 国土地理院庁舎とTX南流山駅においてデータ試作と精度検証を行い、設計図等から**概ね1m以内の精度**で三次元GISデータを作成できることを確認。
- これは、基盤地図情報や**1:2,500都市計画基本図**などと同**程度の精度**。
- 設計図の使用により、TS測量による場合の**5割程度の作業量**でデータを作成できることが分かった。
- 屋内外を一体的に扱える三次元GISデータを**簡便に作成する方法**を開発
- データ試作で得られた知見を元に、設計図等を使用した効率的なデータ作成方法に関する**マニュアル案を作成・公開**。

謝辞

－ 資料提供等

- ・ 首都圏新都市鉄道株式会社鉄道事業本部技術部
- ・ つくば市都市建設部都市計画課

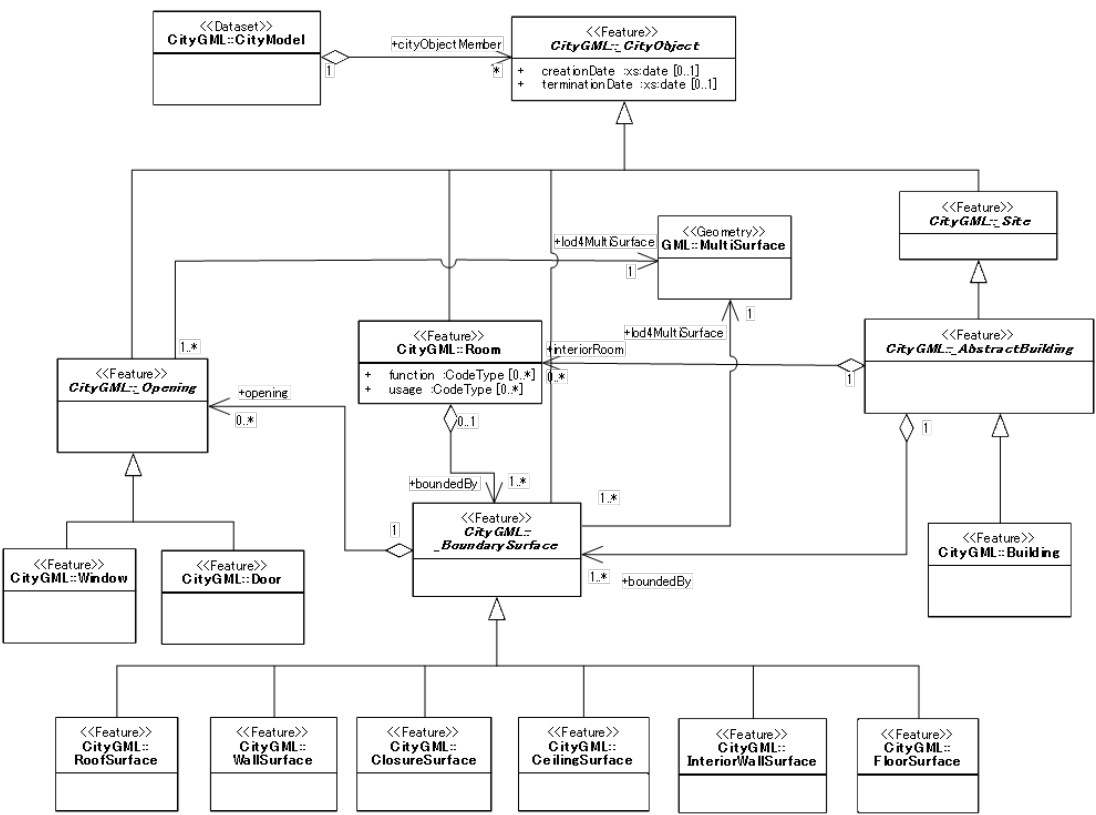
－ 助言

- ・ 関西大学総合情報学部 田中成典教授

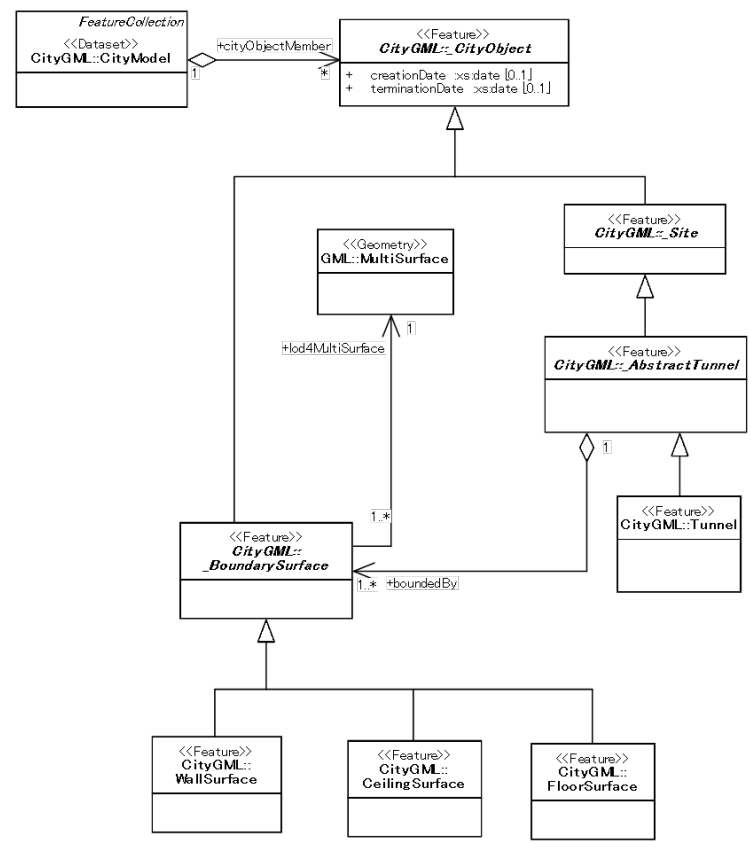
－ 情報提供

日本情報処理開発協会、衛星測位技術株式会社、関西工事測量株式会社、株式会社パスコ、アジア航測株式会社、国際航業株式会社、株式会社日立製作所

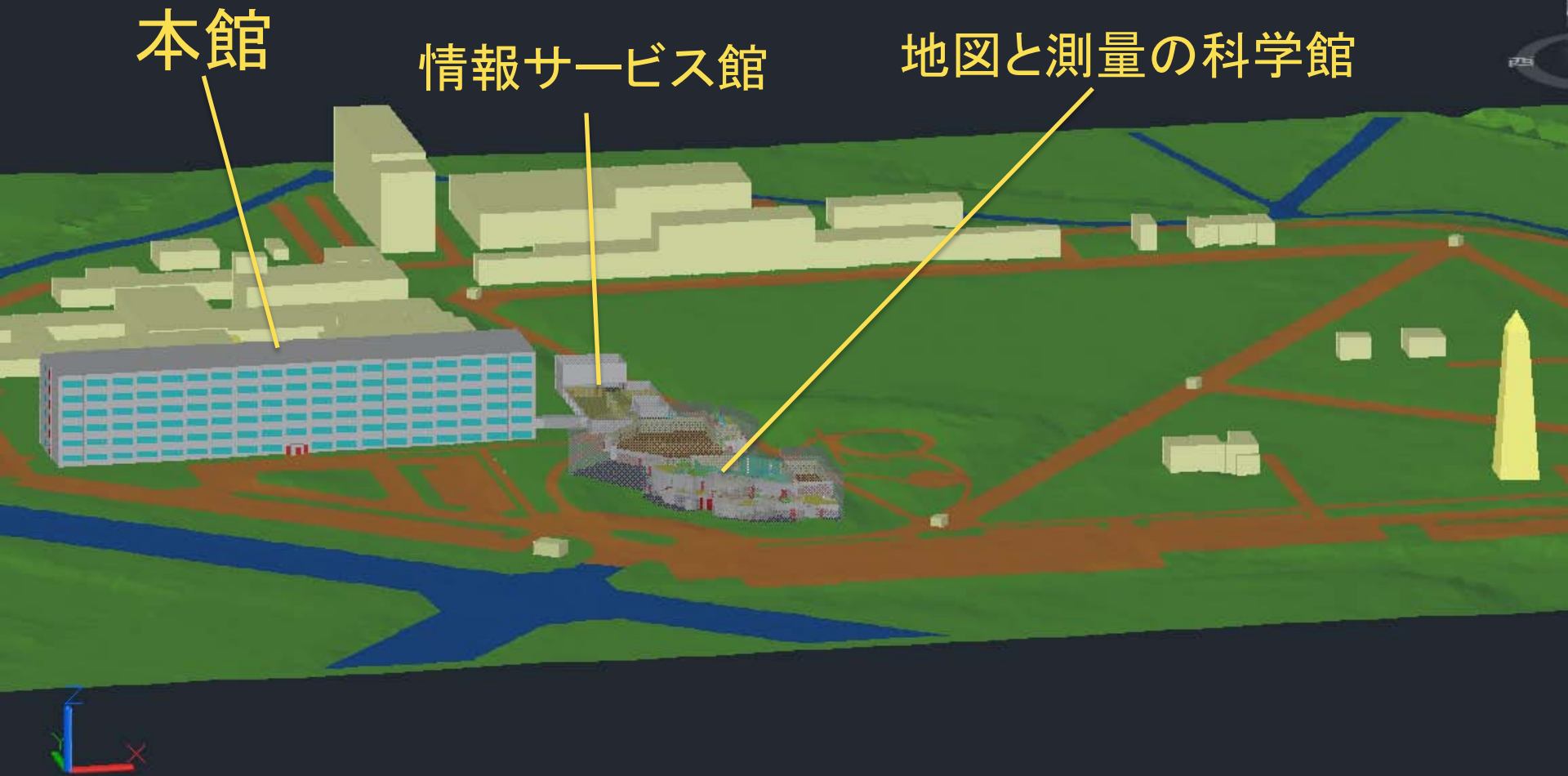
意匠図(詳細断面図)(一部) Slide 26



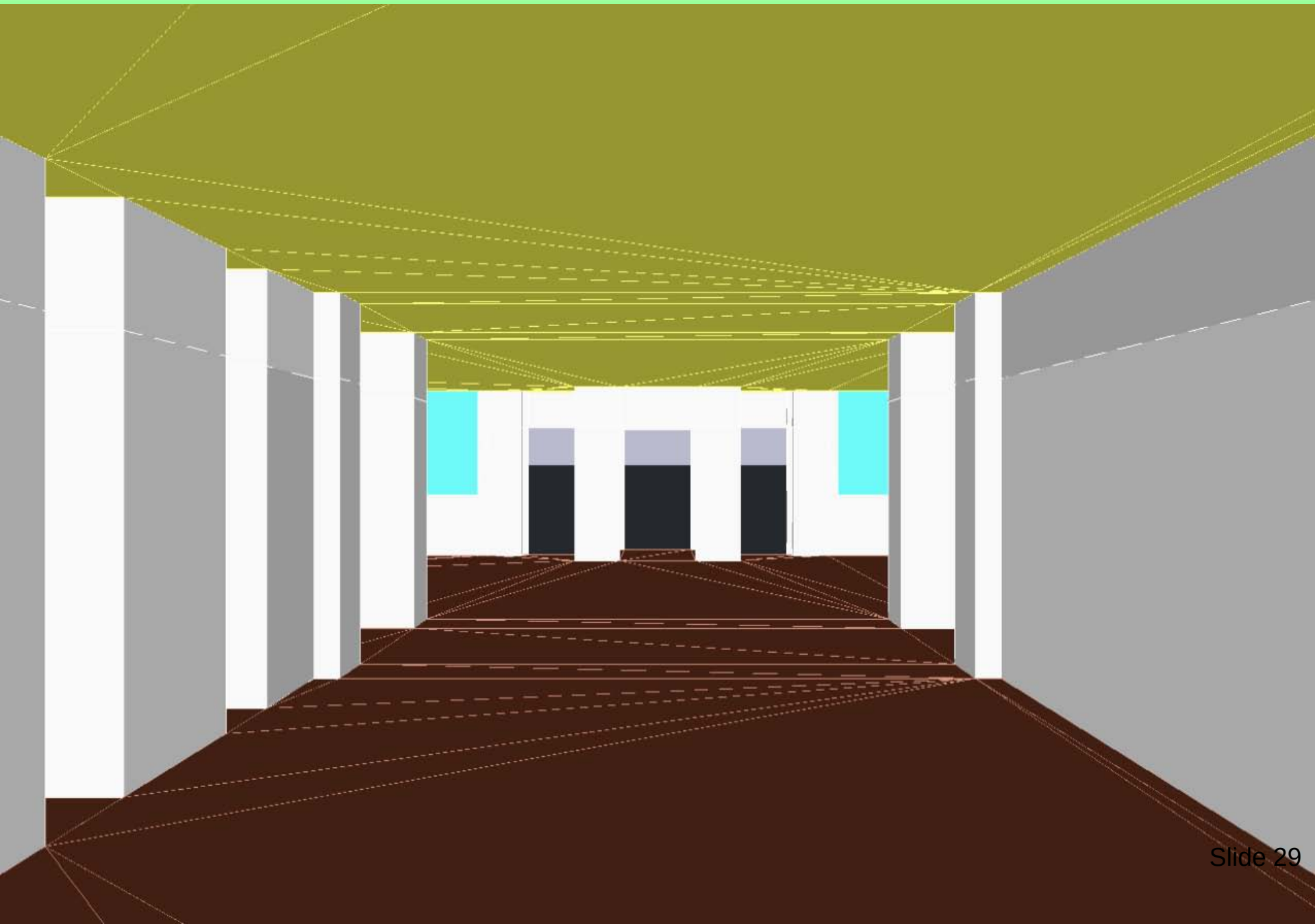
建物部分

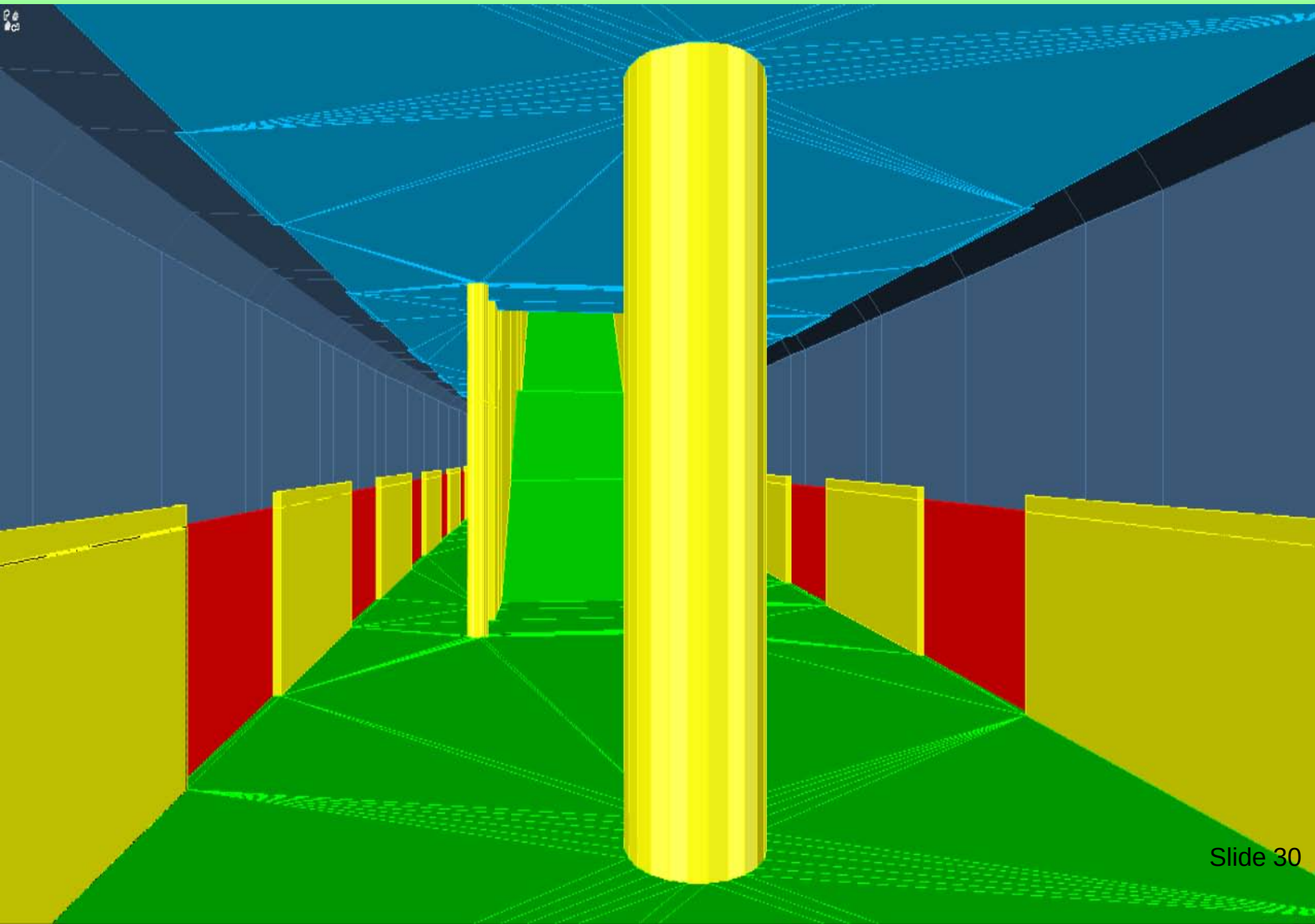


トンネル部分



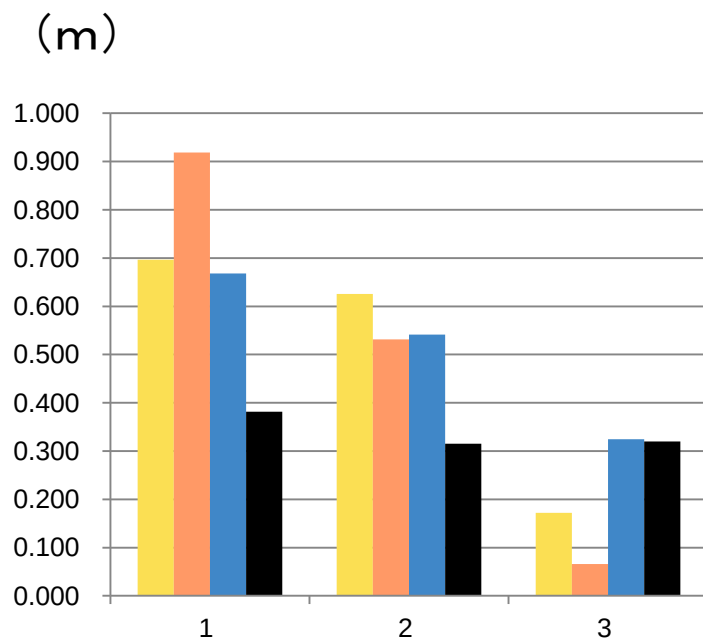
※屋内3次元GISデータは、本館(地下1階～地上2階)、情報サービス館、地図と測量の科学館のみ作成



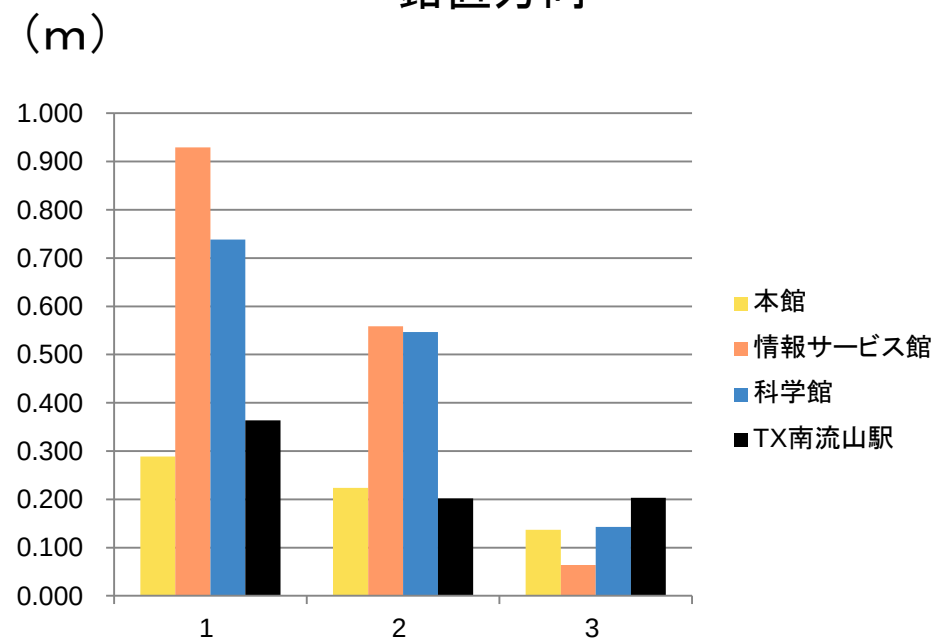


GISデータの各点の位置と現地測量成果の差

水平方向



鉛直方向



形状等の異なる4つの建物で検討

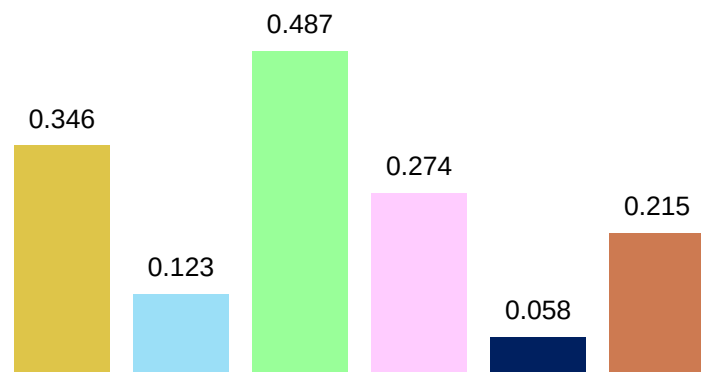
1. 設計図と基盤地図情報/都市計画基本図から作成(無修正)
2. 施設現況と差異のある点を除外又は簡易計測結果により修正
3. 都市計画基本図ではなく現地測量成果により座標付与(2と同じ修正)

設計図から作成したGISデータの誤差

国土地理院庁舎の各部位における設計図と現地測量成果の差異

各部位の相対距離のRMSE(m)

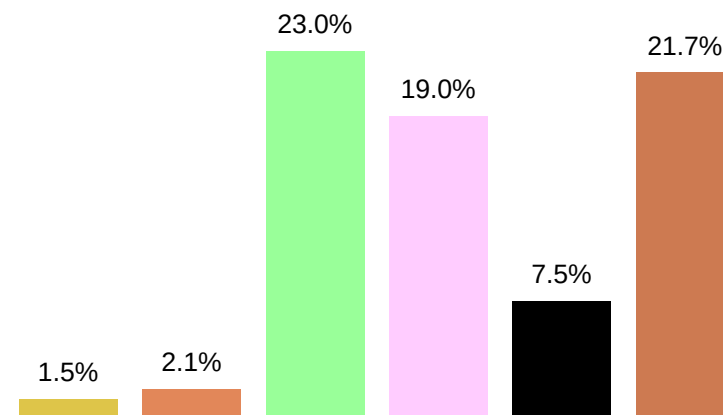
■ 外形長 ■ 室内長 ■ 廊下内長 ■ うち出入口幅 ■ 柱幅 ■ 壁厚



外形長は外壁上の点間の距離、室内長は部屋の幅や長さ、廊下内長は廊下の幅や長さで出入口の幅を含む、柱幅は四角い柱の幅、壁厚は内壁の厚さ

各部位の相対距離のRMSE(%)

■ 外形長 ■ 室内長 ■ 廊下内長 ■ うち出入口幅 ■ 柱幅 ■ 壁厚



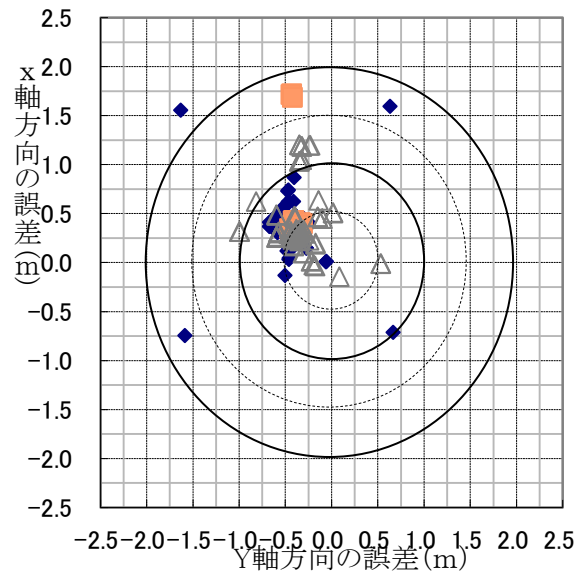
設計図上の距離と現地測量で求めた距離の差
現地測量で求めた距離で割り、1mあたりの差としている。

なお、外形長は外壁上の点間の距離、室内長は部屋の幅や長さ、廊下内長は廊下の幅や長さで出入口の幅を含む、柱幅は四角い柱の幅、壁厚は内壁の厚さ

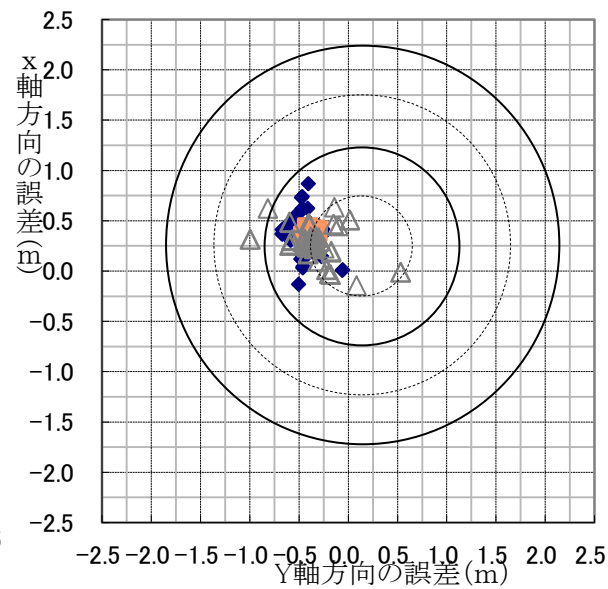
柱は強度確保のため、全箇所設計図以上の太さを有している。

国土地理院庁舎

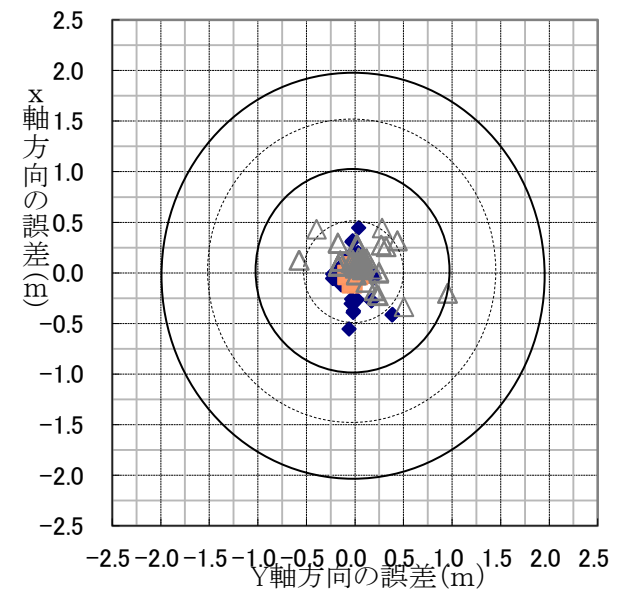
現地測量により、座標を付与すると、
誤差は概ね70cm以内



既存資料のみから作成(無修正)



施設現況と大きな差異のある点を除外
又は簡易計測結果により修正



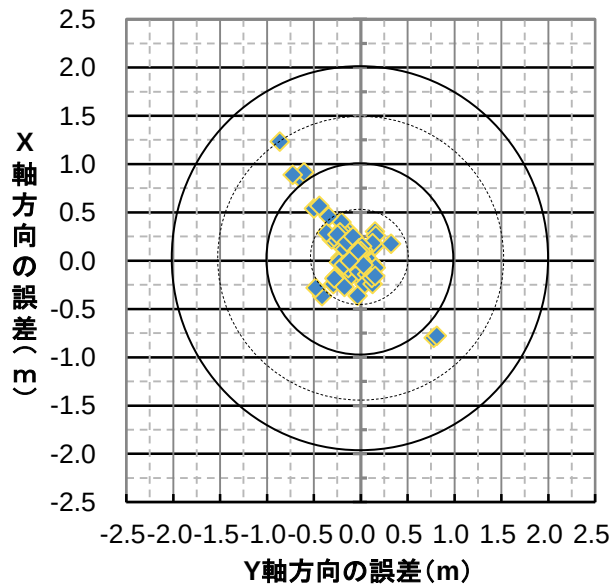
現地測量成果により座標付与

設計図から作成したGISデータの座標値と現地測量成果との差

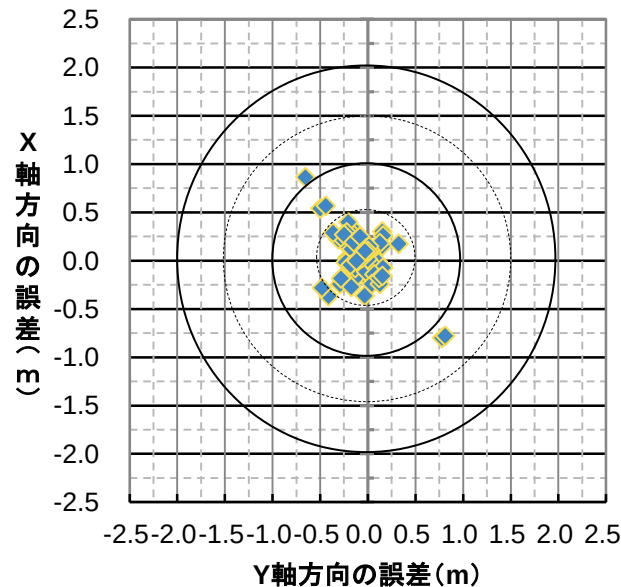
◆:本館, ■:情報サービス館, △:地図と測量の科学館

TX南流山駅舎

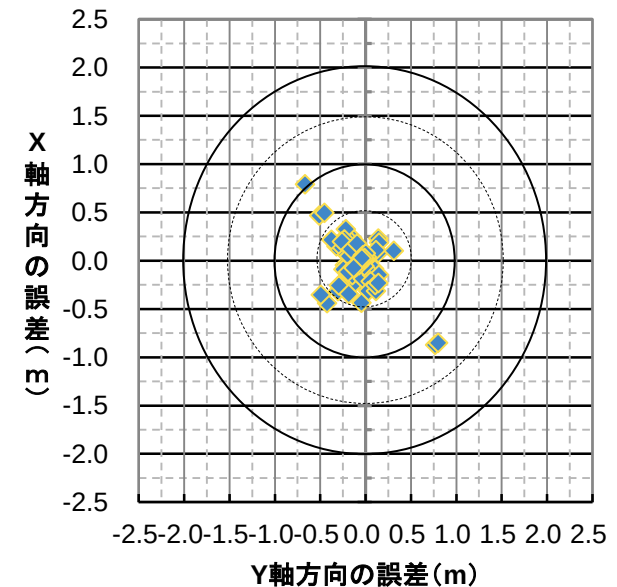
基盤地図情報の精度が良いため、現地測量により座標を付与しても精度はほとんど変わらない。



既存資料のみから作成(無修正)



施設現況と大きな差異のある点を除外
又は簡易計測結果により修正



現地測量成果により座標付与

設計図から作成したGISデータの座標値と現地測量成果との差

		設計図データに都市計画基本図/基盤地図情報から座標付与(無修正)		施設現況と大きな差異のある点を除外又は簡易計測結果により修正		都市計画基本図/基盤地図情報ではなく現地測量成果により座標付与	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
国土地理院本館	dX	0.386	0.259	0.386	0.138	-0.037	0.138
	dY	-0.463	0.235	-0.463	0.094	-0.019	0.094
	dH	-0.216	0.192	-0.188	0.122	0.062	0.122
情報サービス館	dX	0.640	0.534	0.375	0.049	0.006	0.049
	dY	-0.383	0.046	-0.371	0.044	0.007	0.044
	dH	-0.855	0.364	-0.556	0.058	0.027	0.058
地図と測量の科学館	dX	0.402	0.329	0.285	0.157	0.093	0.157
	dY	-0.344	0.240	-0.348	0.258	0.073	0.258
	dH	-0.629	0.387	-0.536	0.107	0.095	0.107
TX南流山駅	dX	0.065	0.283	0.032	0.229	-0.041	0.229
	dY	-0.096	0.229	-0.075	0.202	-0.087	0.202
	dH	-0.048	0.361	0.002	0.202	-0.019	0.202

GISデーター現地測量成果(m)

注)南流山駅では、三つの入口のうち、一つは平面図に外壁の記載がなく、一つは屋根等の形状が現況と異なり、これらに座標を付与できなかった。一方、南流山駅の断面図には標高の記載があり、これを用いてGISデータを作成したため、現地測量成果との差異が小さい。

CityGML：国際標準を目指している都市域屋内外シームレスの三次元GISフォーマット。

DWG：CADのフォーマット。三次元データを扱える。

DXF：CADで広く使われているフォーマット。三次元データを扱える。一部のGISも対応している。

ボックスモデル：屋内空間を取り囲む平面で表したモデル。

歩行ネットワークデータ：歩行経路を線で表したデータ。

研究課題終了時評価表

(分科会で評価委員が記入)

1. 提案課・室名問合せ先

国土地理院 地理地殻活動研究センター地理情報解析研究室

TEL : 029-864-1111(内8442) FAX : 029-864-2655

2. 研究課題名

公共的屋内空間における三次元 GIS データの基本的仕様と効率的整備方法の開発

3. 研究期間

研究期間：平成 23 年 4 月 ～ 平成 26 年 3 月 (3 年間)

4. 予算

特別研究 23, 003 千円 (3 年間の総額)

5. 分科会委員

○鹿田 正昭、巖 網林、島津 弘

6. 成果の概要

屋外で用いられる大縮尺地図は国土地理院が全国レベルで整備した基盤地図情報や地方自治体が整備する都市計画基本図などで網羅されてきている。一方、屋内外をシームレスに移動する動体を把握したり、災害時の浸水シミュレーションを行い GIS などで表示する場合には、屋内でも屋外と同等の分解能、精度を必要とする。

当該研究の 1 番目の目標である「屋内外を一体的に扱える三次元 GIS データの基本的仕様案の提案」については床面、天井面、壁面で囲まれた閉じた空間を最小単位とするボックスモデルと歩行ネットワークを組み合わせたモデルを基本仕様として提案しており、屋内測位との連携により、歩行ナビゲーション、施設・備品管理、店舗やサービス案内等における背景地図としても利用可能であることを示した。

2 番目の目標である「設計図の使用により三次元 GIS データを効率的に作成する方法の開発」では、設計図、基盤地図情報等の既存資料のみでも概ね 70cm 以内の精度で GIS データを作成できることおよびトータルステーション等による現地測量と比較して 5 割程度作業人日を減らすことができることを示し、併せて DXF 形式のファイルを CityGML 形式のファイルに変換するツールも開発している。

3 番目の目標である「屋内空間における三次元 GIS データの効率的な作成方法に関するマニュアル案の作成」では、設計図や屋内三次元 GIS データの特性を熟知していない者でも効率的な三次元 GIS データ作成を計画できるマニュアル案を作成している。

7. 当初目標の達成度

平成 23 年度に提示された当初の目標には「公共的屋内空間における三次元 GIS データの基本的な仕様とこれを効率的に整備する手法を開発し、三次元データの適切な整備や更新を推進する」とある。これに対して、設計図の CAD データやスキャン画像、基盤地図情報の既存資料を用いて仕様案に基づく屋内空間の三次元 GIS データを効率的に作成する方法を実証し、さらに三次元 GIS データを作成できるマニュアル（素案）を作成している。

当該マニュアルによって、公共的屋内空間の避難計画策定に必要な三次元 GIS データの内容と精度が提示されることにより、屋内の概観を標準化して表現できることから、防災目的に限らず幅広い分野で活用される可能性が高い。

8. 成果公表状況

研究報告書 3件（予定1件を含む）、発表論文 査読付き 0件、査読なし 1件（予定） 口頭発表 6件（予定1件を含む）となっている。

今後、当該研究の有用性を確認するためにも、関連する学協会の査読付き論文に投稿し、第3者の評価を得ることが望ましい。

9. 成果活用の見込み

近年、室内外シームレス測位については多くの研究成果が公表されており、災害時の避難経路の提示や災害シミュレーションが行われている。しかしながら、国内における屋内空間の三次元 GIS データを作成した事例はまだ少なく、加えて、閉じた空間を最小単位とするボックスモデルとして三次元化するような標準化については検討がなされていない。

本研究の成果である屋内空間における三次元 GIS データの効率的な作成方法に関するマニュアル案および三次元 GIS データのファイル形式変換ツールは国土地理院のウェブサイトから公開される予定であり、屋内に限らず三次元 GIS データを作成する技術者に有用なマニュアルとなることが期待できる。

10. 達成度の分析

成果の概要、当初目標の達成度、成果公表状況、成果活用の見込みなどを総合的に判断して、本研究は当初の目標を達成していると思われる。

なお、「残された課題と新たな研究開発の方向」でも指摘するが、今後は、高精度な 3 次元データを取り扱う BIM、CIM、地上レーザー計測、MMS などの技術との融合が望まれる。

11. 残された課題と新たな研究開発の方向

BIM、CIM、地上レーザー計測、MMS などの新しい技術や利活用が今後どのように進捗していくか、また当該研究成果をそれらの技術とどのように融合させていくべきかについて考慮する必要がある。

12. その他、課題内容に応じ必要な事項

建築図面（例えば CAD）と地形図（例えば基盤地図情報）の根本的な考え方の違いによって、設計図面と測量成果における精度の差が出ている可能性がある。今後は両者の違いをどのように漸近させるか、設計図と地形図という観点から土木構造物と建築構造物について俯瞰する必要がある。

13. 総合評価

1. 十分目標を達成できた

2. 概ね目標を達成できた

3. あまり目標を達成できなかった

4. ほとんど目標を達成できなかった

研究成果については当初の目的を充分達成していると言えるが、第 3 者評価（査読付き論文）を得ることにより、更に当該研究成果の評価が高くなる。

新規研究課題提案書

1. 研究課題名

公共的屋内空間における三次元GISデータの基本的仕様と効率的整備方法の開発

2. 研究制度名

特別研究

3. 研究期間

平成23年4月 ～ 平成26年3月 （3年間）

4. 課題分類

（1）地理空間情報を円滑に整備・流通・活用するための研究開発

（2）次世代の高度な地理空間情報活用社会の実現のための研究開発

5. 研究開発の背景・必要性

近年、地下街や駅などの公共的な屋内空間における活動が一般的になっている中、その活動の基盤となる三次元GISデータの整備は十分ではない。三次元GISデータは、当該空間における様々な活動の基礎資料となるだけでなく、火災時や浸水時を想定した避難計画策定における人や流入水の動きの検討、携帯電話等による緊急通報時における発信者からの位置情報に基づく発信者への行動支援など、防災等の確実な対応のためにも不可欠である。

従来、二次元（高さを持たない平面）データにおいては、ISO の標準に基づく標準化を図ることにより様々な利用が図られてきた。一方、三次元 GIS データについては、ISO で基本的な考え方は示されているものの、詳細な仕様は各国で規定することとされており、我が国では共通的な仕様が定められていない。また、位置的なトレーサビリティや整合性が確保されたデータの整備手法も確立されていない。これらの要因が三次元 GIS データの普及や活用の促進・普及に障害になることが懸念されている。

このように、三次元GISデータの整備において、整備仕様・整備方法の標準は確立されておらず、これらの標準化が必要となっている。

6. 研究開発の目的・目標

本研究は、公共的屋内空間における三次元 GIS データの基本的な仕様とこれを効率的に整備する手法を開発し、これらを普及させるとともに、公共測量における助言や指導に活用することにより、三次元 GIS データの適切な整備や更新を推進することを目的とする。

7. 研究開発の内容

公共的屋内空間の避難計画策定に必要な三次元GISデータの内容と精度要求を調査する。この結果を基に建物内部や地下街など内部構造を含む三次元GISデータについて、トレーサビリティと整合性を確保しつつ、避難計画策定に必要な基本的な仕様案をまとめる。具体的には、先行する三次元CADの事例を参考にしつつ、必要とされるデータ内容と入手可能な既存資料を整理し、最低限必要となる仕様や人工地盤等における地表面の取り扱いなどについて検討する。

また、任意座標系の既存のCADデータ等を公共座標系に基づくGISデータに結合させることにより、CADデータの精度を維持しつつ屋内外を一体的に扱える三次元GISデータを簡便に整備する方法を開発し、マニュアル案にまとめる。具体的には、建築CADによる設計図と施工された建物の測量との関係、方位等必要な情報が欠けている場合における不足情報の簡易な取得方法又は推定方

法及びそれらの評価方法、データ間に不整合がある場合の接合方法等を整理し、実データによる精度検証を行うことにより、作業方法と精度との関係及び整合性を確保するために最低限担保すべきことなどを明確化する。

8. 研究開発の方法、実施体制

既存 CAD データやフロア図等の調査と分析、基本的な仕様、データ整備方法の検討とマニュアル案の作成は、担当主任研究官を中心に行い、室長や三次元 GIS に知見のある他の主任研究官が一部業務を担当して行う。データセットの試作や精度検証のための測量は外注で実施する。また、地理空間情報の整備・提供に関連の深い企画部、測図部、地理空間情報部職員等の協力を得る。

9. 研究開発の種類

(2) 応用研究

10. 現在までの開発段階

(2) 試行段階

11. 想定される成果と活用方針

基本的仕様案や整備マニュアル案が公共測量等で活用されること等により、公共測量等による三次元GISデータの整備・更新が促進されるとともに、データ間の整合性が確保され、その利活用が促進される。

これにより、屋内空間の防災対策の推進が期待されるほか、場所情報コード*等との連携による新たな位置情報サービスの実現も期待される。

また、三次元GISに係る国際標準の検討に対しても、必要な知見を提供することができる。

* 場所情報コードとは、「場所」を識別するために、経緯度0.1秒位（約3m）と高さ（階層）で区切られた空間に付与するコード。

12. 研究に協力が見込まれる機関名

歩行空間ネットワークに関する研究を行っている国土技術政策総合研究所、地理空間情報に関する先進的な研究を行っている東京大学等と情報交換、意見交換を行いながら研究を実施する予定である。

13. 関係部局等との調整

公共測量の作業規程の準則等への反映について、院内関係部署との調整を行う。

14. 備考

特になし

15. 提案課・室名、問合せ先

国土地理院 地理地殻活動研究センター地理情報解析研究室

茨城県つくば市北郷1番

TEL : 029-864-1111(内8442)

FAX : 029-864-2655

新規研究課題事前評価表

1. 研究課題名

公共的屋内空間における三次元GISデータの基本的仕様と効率的整備方法の開発

2. 研究制度名

特別研究

3. 研究期間

平成23年4月 ～ 平成26年3月 （3年間）

4. 研究開発の方向の妥当性

国土地理院研究開発基本計画（平成21年6月～）では、大課題「次世代の高度な地理空間情報活用社会の実現のための研究開発」の中に重点研究課題「暮らしを豊かにする地理空間情報の高度活用技術に関する研究開発」において、「誰もが安心して必要な精度の位置情報を利用できる環境を整備するため、地下・建物内の位置情報基盤を構築して、地上・地下・建物内のシームレス測位を可能にする研究開発」を行うこととしている。本課題はこの重点課題に沿ったものであり、妥当である。

5. 国内・国際的研究状況を踏まえての実施の妥当性

建物、施設等の外形については、三次元GISデータの広域的な整備や提供が進められている。一方、屋内や地下空間については、災害対応やシームレス測位等における利用ニーズは高まっているものの、効率的なデータ整備技術は確立していないことが課題となっている。

6. 背景・必要性の妥当性

水防法において「地下街等の所有者又は管理者は、（中略）当該地下街等の利用者の洪水時の円滑かつ迅速な避難の確保を図るために必要な措置に関する計画を作成（中略）しなければならない。」とされている。このような避難計画の策定には三次元GISデータが必要である。また、地理空間情報の利活用に係わる研究開発マップ（平成22年5月21日地理空間情報産学官連携協議会）においても、「誰もが情報を書き込め、修正できる屋内、屋外のシームレスな3次元地図が必要。」としており、背景・必要性は妥当である。

7. 目標設定の妥当性

三次元GISデータの整備と利活用を推進するためには、位置の基準の整備に加え、具体的な仕様やデータ整備方法を標準として示すことが重要である。本研究の目標である三次元GISデータの基本的仕様案と整備マニュアル案の作成は、3年間の研究期間を考慮すると妥当な目標設定と考える。

8. 国土地理院が実施すべき妥当性

国土地理院は、所管する測量法に基づき、測量の正確さの確保や重複の排除のための施策を実施しており、例えば公共団体が公共測量成果に追加又は修正する測量は測量法施行令により

公共測量となり、国土地理院の長はその計画について技術的助言を行うこととなる。本研究は、公共測量において、適切なデータ整備方法に関する助言や指導を行うための基本的仕様案とマニュアル案を作成するものである。

また、国土地理院は、地理空間情報活用推進基本法に基づく地理空間情報活用推進基本計画を推進しており、この計画では、国の責務として地理空間情報の活用の推進に関する施策の策定及び適正な実施に必要な調査及び研究を実施することとされている。公共測量における各種規定類は、民間測量においても広く活用されており、本研究は、基本的仕様案とマニュアル案の作成により、三次元 GIS データの整備を推進するものである。

以上から、本研究を測量・地図作成に関する国の機関である国土地理院が実施することは妥当である。

9. 内容、方法、実施体制の妥当性

三次元 GIS データの整備はこれまでも様々な者により行われているが、具体的な整備方法の公開やトレーサビリティの確保が十分なされておらず、データ相互の結合や追加修正が難しいなどの課題があった。本研究は、データの整合性とトレーサビリティを確保するため、基本的な仕様と効率的なデータ整備方法を開発するものであり、地理空間情報利活用における課題解決に資するものである。また現状の調査と分析、基本的仕様案及び整備マニュアル案の作成を担当研究官が行い、データセットの試作や精度検証のための測量など機械的作業を外注で実施する研究方法も合理的である。実施体制についても、三次元 GIS 技術の動向に詳しい主任研究官や国土地理院内の関連部局の協力を得ながら行うものであり、実情に即した効果的な研究成果が得られることが期待されるものである。

10. 省内他部局等との調整の状況

地理空間情報行政施策を推進している企画部と連携して研究を実施する予定である。

11. 他部局、異分野等との連携方針等

国土技術政策総合研究所等と意見交換を行いつつ仕様検討を進める。また、三次元 GIS について先進的な研究を行っている東京大学等と情報交換、意見交換を行いつつ、研究を進める計画である。

12. 成果活用方針の妥当性

本研究の成果は適切な公共測量の実施促進など国土地理院の地理空間情報活用推進施策に役立てようとするものであり、本研究の成果活用方針は妥当である。

13. その他、課題内容に応じ必要な事項

特になし

14. 提案課・室名、問合せ先

国土地理院 地理地殻活動研究センター地理情報解析研究室

茨城県つくば市北郷 1 番

TEL : 029-864-1111(内8442)

FAX : 029-864-2655

公共的屋内空間における三次元GISデータの基本的仕様と効率的整備方法の開発

背景・課題

- 火災や浸水時の避難計画策定には屋内空間についても三次元形状等の情報が必要
- 緊急通報時における発信者への行動支援にも屋内を含めた周辺の状況を把握できる情報は重要

技術的課題

- ・ 三次元GISデータについては、ISOで基本的な考え方は示されているが、具体的な仕様は各国で規定することとされており、我が国には共通的な仕様が定められていない。
- ・ 位置的なトレーサビリティや整合性が確保された三次元GISデータの整備手法も確立されていない。

避難計画策定



緊急時の行動支援



研究開発の目的と内容

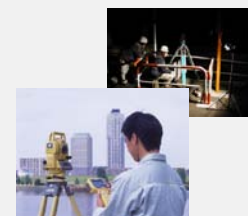
地下街や駅構内などの公共的屋内空間における基本的仕様案を作成するとともに、CADデータ等を活用してデータを簡便に整備する方法を開発



- ・ 既存資料の収集・評価
- ・ 基本的なデータ仕様の検討



- ・ 屋内・地下空間
三次元GISデータの試作



- ・ 直接測量による
精度検証

基本的仕様案 整備マニュアル案



期待される効果

- 公共測量において活用されることにより、
- ・ 公共的屋内空間におけるGISデータの整備や更新が促進される。
 - ・ データ間の整合性やトレーサビリティも確保され、データの利活用が促進される。
- また、場所情報コード等と連携し、屋内外における歩行者ナビの実現を支援する。

高度な地理空間情報社会の実現