

第2章 総務省の取り組みについて

1 総務省情報通信政策局実施事業について

1 - 1 GIS構築のための情報通信技術の研究開発

(1) 事業の概要

総務省情報通信政策局では福岡県北九州市において、3次元データの獲得に関する研究開発及びその実証実験を行うとともに、これらの研究開発によって得られた3次元データを利用した一般住民に対しても利活用が可能な3次元GISアプリケーションの開発を行った。

3次元データの獲得については、道路面高さデータの獲得について地形モデルを抽出する技術の開発及びノイズを除去する手法の検討を実施した。また、アプリケーションについては、3次元GISの普及を目的とし、利用者に地方公共団体の職員や一般住民を想定した景観審査業務を支援する計画建築物の景観シミュレーション及び観光案内を行うアプリケーションを構築した。

なお、北九州市の協力により観光関連のデータ及び北九州市の2次元デジタル地図の提供を受けた。これらのデータはアプリケーションのコンテンツ構築や道路面高さデータ獲得の研究開発に使用した。

(2) 対象地区

平成13年度のデータ取得範囲を図2-1-1に示す。福岡県北九州市の九州と本州を結ぶ関門橋などシンボリックな建造物が多い、関門海峡を挟んで本州と結ぶ地域を対象地区とした。

図2-1-1 北九州市におけるデータ取得範囲



出所：総務省情報通信政策局

(3) 研究開発項目及びアプリケーション

福岡県地区における研究開発項目及びアプリケーションとその内容は以下のとおり。

1) データ獲得技術

平成 12 年度までは、道路面と地表面を区別せず、地表面の一部という位置付けでモデル構築を行っていた。しかしながら、実際には道路部と街区部の境界では法面がある等、正確な道路面のモデルを構築するためには、道路面に特化したデータ獲得技術の研究が必要であることから、平成 13 年度は以下の検討を行った。

道路データの獲得技術

上空からのレーザプロファイラを用いた道路面高さデータの獲得を行った。また、その過程でレーザプロファイラデータ（以降、LPデータ）に含まれるノイズを除去する手法の検討を行った。

2) アプリケーション

以下の機能を盛り込んだ景観審査業務を支援する計画建築物の景観シミュレーション及び観光案内を行うアプリケーションの開発を実施した。

基本機能

a) 2次元地図と3次元表示との連動

- ・ 2次元地図画面と3次元表示画面をアプリケーション上で連動させ、2次元地図画面上で指定した地点や経路を3次元表示画面で表示する機能。

b) 住所及びコンテンツ検索ならびに表示機能

- ・ 住所検索画面またはコンテンツ検索画面からユーザ指定のデータを検索し、2次元地図画面及び3次元表示画面に対象を表示する機能。

c) 経路再生機能及び3次元上でのウォークスルー機能

- ・ 予め設定されている経路または2次元地図画面上で任意に定義した経路を呼び出し、その経路を3次元表示画面にてウォークスルーを行う機能。

計画建築物景観シミュレーション機能

a) 都市計画モデル構築機能

- ・ 計画建築物を特定の画面にて作成し、構築されている3次元データ上に追加する機能。
- ・ 既存の建築物モデルデータをインポートし、構築されている3次元データ上に追加する機能。

b) 都市計画景観シミュレーション機能

- ・ 日時と時間の数値設定による日影シミュレーションをする機能。
- ・ 特定の建物に視点を固定し、その周囲をウォークスルーしながら建物と周囲の景観を確認する機能。

観光案内機能

a) 観光スポット視点機能

予め設定した観光スポットへ視点を移動し、その場所からの眺望ができる機能。

b) 船上View機能

予め設定した遊覧船等の航路を基に、移動する船からの眺望ができる機能。

(4) 実証実験

研究項目については、以下の方法により、その実証実験を行った。

1) データ獲得技術

道路データの獲得技術

a) 本研究におけるデータ獲得技術

平成12年度までは、道路面についても地表面の一部としてとらえ、10mメッシュの標高点データ等を元に地表面を構築し、既存の2次元データから道路の3次元データを獲得していた。より正確な道路の表現を実現するために、本研究では、レーザプロファイラを利用して既存の2次元データから道路の3次元データを獲得する方法を検討する。但し、道路は水平もしくは水平に近い状態（対象となる路面形状内での高低差が2m前後）であることを前提としている。

b) 使用機器及びデータ

使用機器及びデータは以下の通り。

ア．2次元データ（DMデータ 縮尺 1/2,500）

北九州市都市計画図(平成5年、平成10年調製)

イ．レーザプロファイラ

レーザ計測装置：Optech社（カナダ）製レーザプロファイラ

レーザ発射頻度：25,000発/秒、33,000発/秒

スキャン角度：0度～±20度

受信パルスモード：ファースト/ラスト同時獲得可

ビーム広がり角：0.2m rad/0.8m rad

運用高度：175～3,000m

高さ精度：±15cm

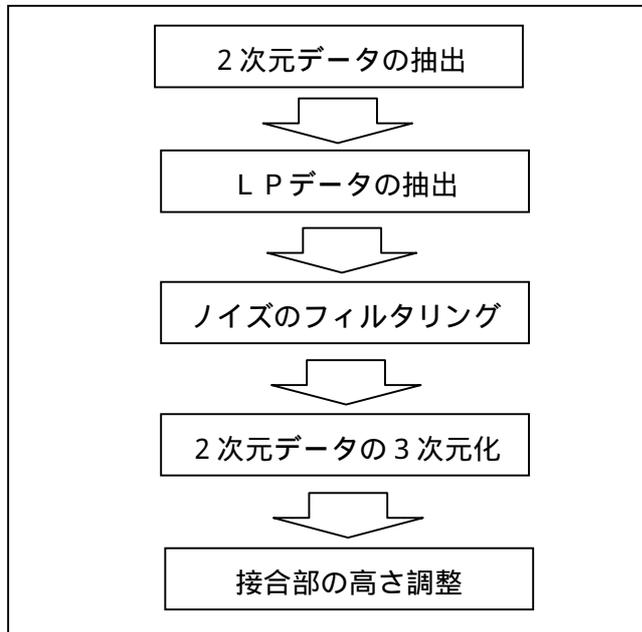
ウ．レーザ取得間隔

グリッド間隔：0.5m

c) 処理フロー

図2-1-2に道路データ獲得の処理フローを示す。

図2-1-2 道路データ獲得の処理フロー



出所：総務省情報通信政策局

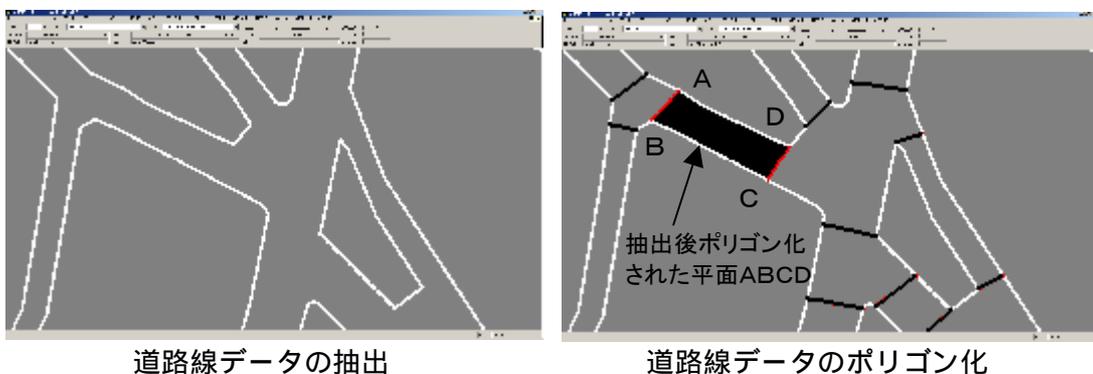
d) 各プロセスの概要

以下に各プロセスの概要を述べる。ア．～オ．の工程を経ることにより2次元データから道路の3次元データを獲得する手法を検討した。

ア．2次元データの抽出

2次元データとして使用する北九州市都市計画図から道路線データを抽出しポリゴン化を行った。その例を図2-1-3に示す。

図2-1-3 道路線データの抽出とポリゴン化



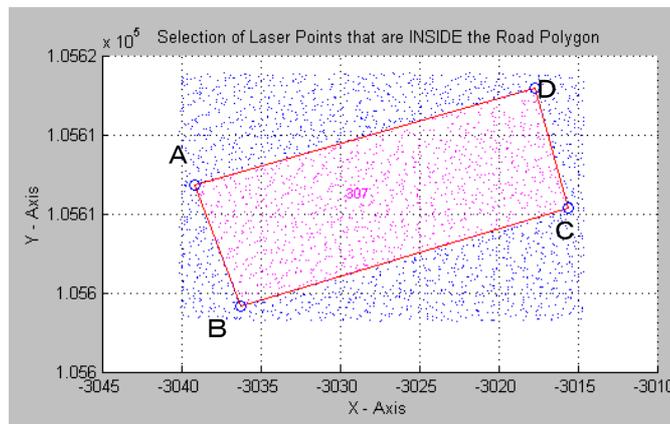
出所：総務省情報通信政策局

イ．LPデータの抽出

ア．でポリゴン化された2次元道路ポリゴンデータとレーザプロファイラにより取得されたLPデータとをx y平面上で重ね合わせ、個々の2次元道路ポリゴンデータ内に含まれるLPデータを抽出した。

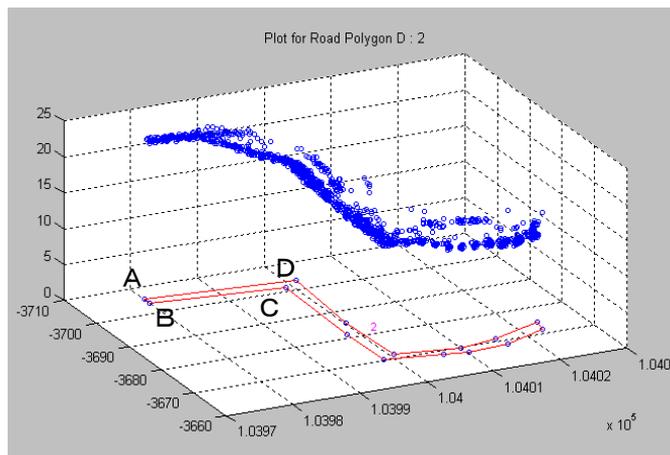
図2-1-4にポリゴン化された平面ABCDにおけるLPデータの抽出例を、図2-1-5に2次元道路ポリゴンデータとその中に含まれるLPデータの3次元表示例を示す。

図2-1-4 道路ポリゴンデータ内のLPデータ抽出



出所：総務省情報通信政策局

図2-1-5 道路ポリゴンデータ内のLPデータ3次元表示例

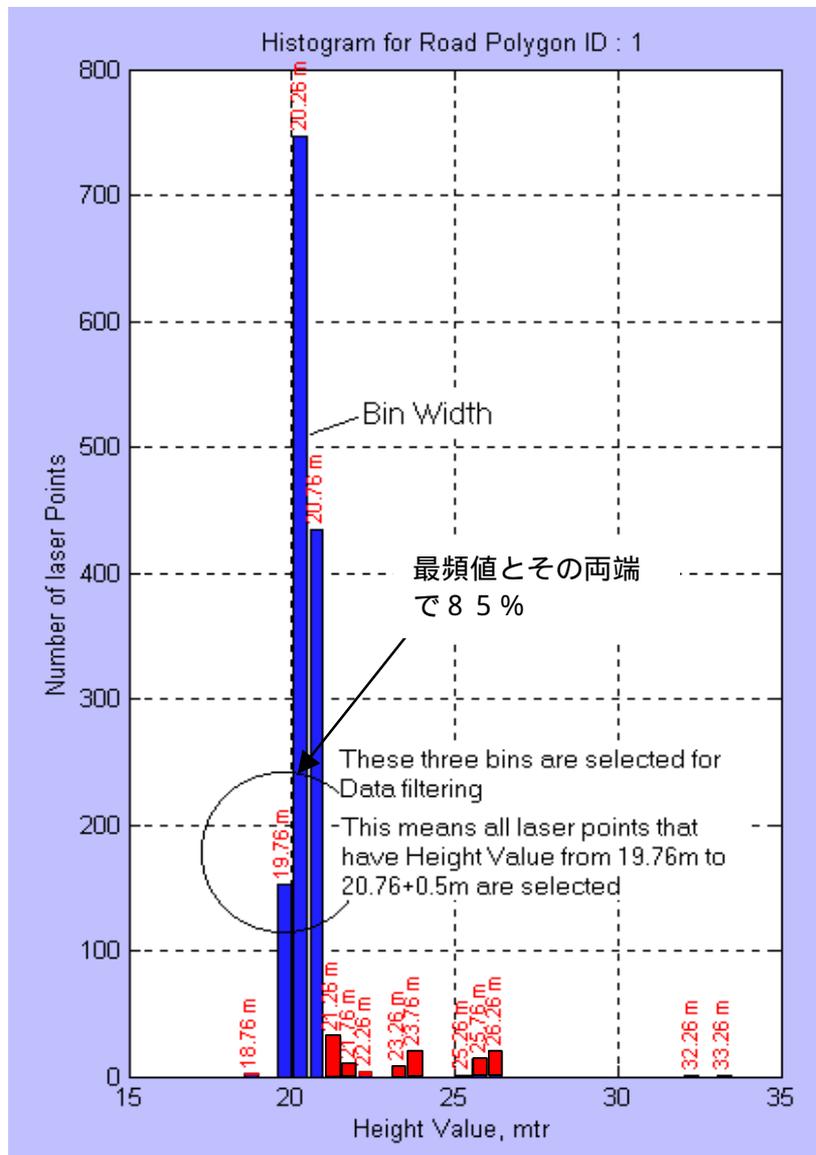


出所：総務省情報通信政策局

ウ．ノイズのフィルタリング

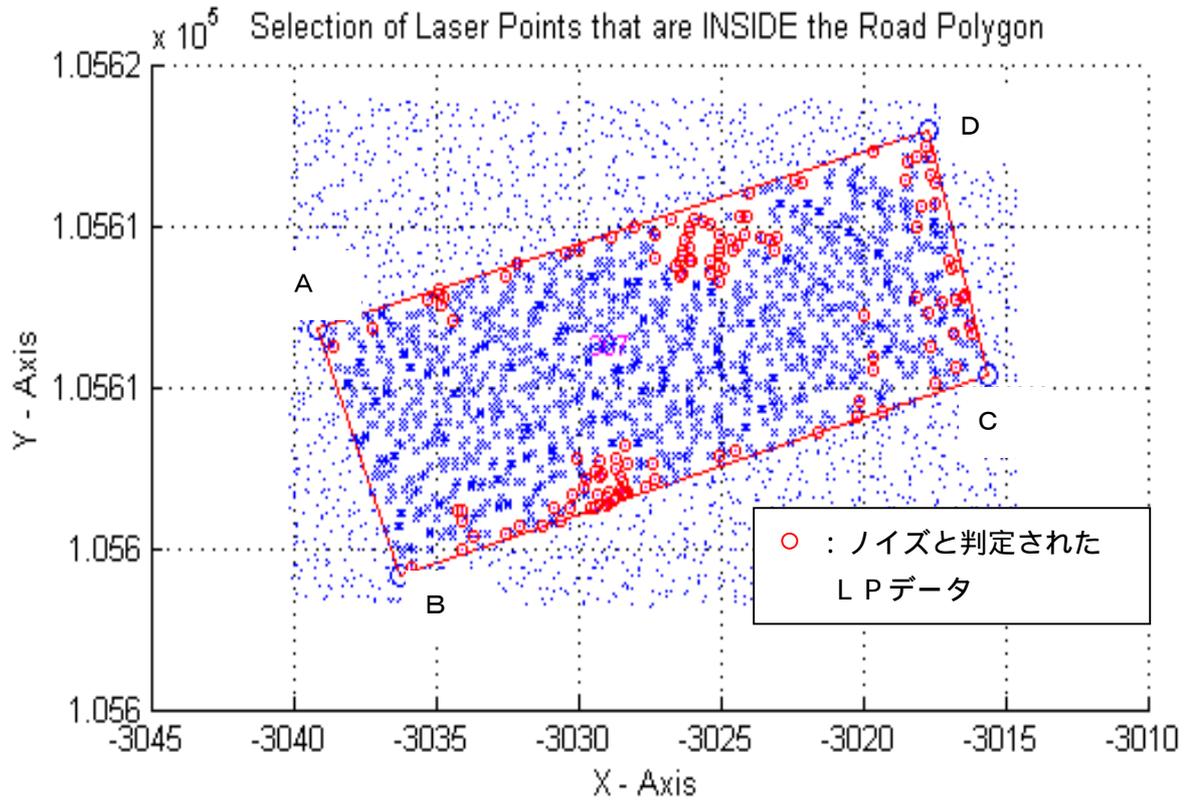
ノイズ判定は、道路ポリゴンごとにLPデータのヒストグラムを作成し、その最頻値を求めることにより、最頻値からのばらつき具合を指標として処理を行った。ヒストグラムの階級幅については道路上の障害物（自動車等）によるノイズや使用したLPデータの高さ精度を考慮し0.5mとした。また、フィルタリングの閾値には最頻値（度数の多い階級値）を中心とし、その近傍から85%までのデータとなる境界値を設定した。すなわち、残りの15%となるデータはノイズと判定し除去の対象とした。図2-1-6にヒストグラムと最頻値の例を図2-1-7にノイズと判定しフィルタリング処理をした例を示す。

図2-1-6 ヒストグラム例

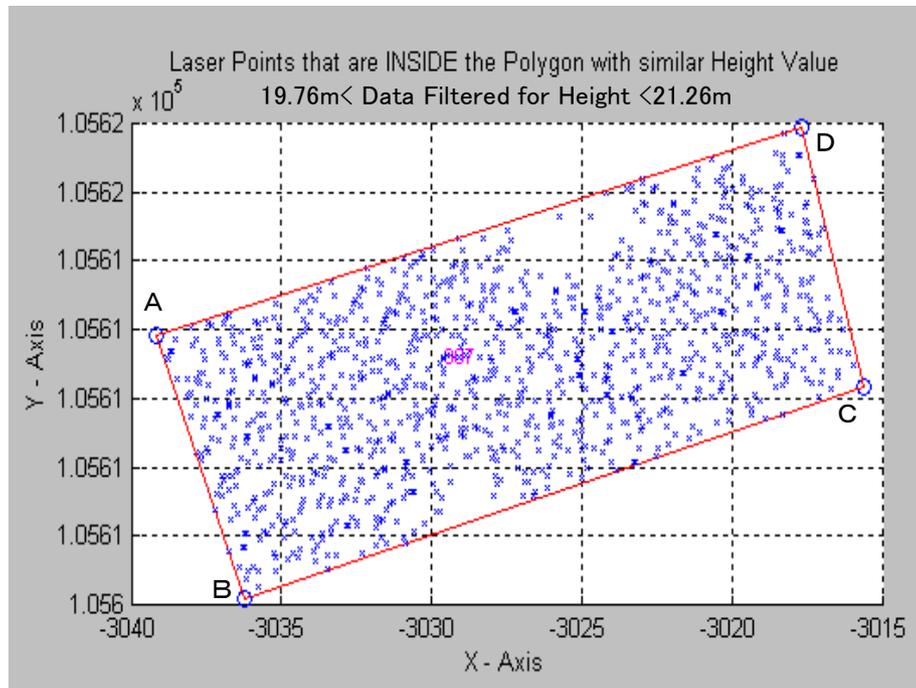


出所：総務省情報通信政策局

図 2 - 1 - 7 ノイズ判定と除去された例



ノイズ判定例



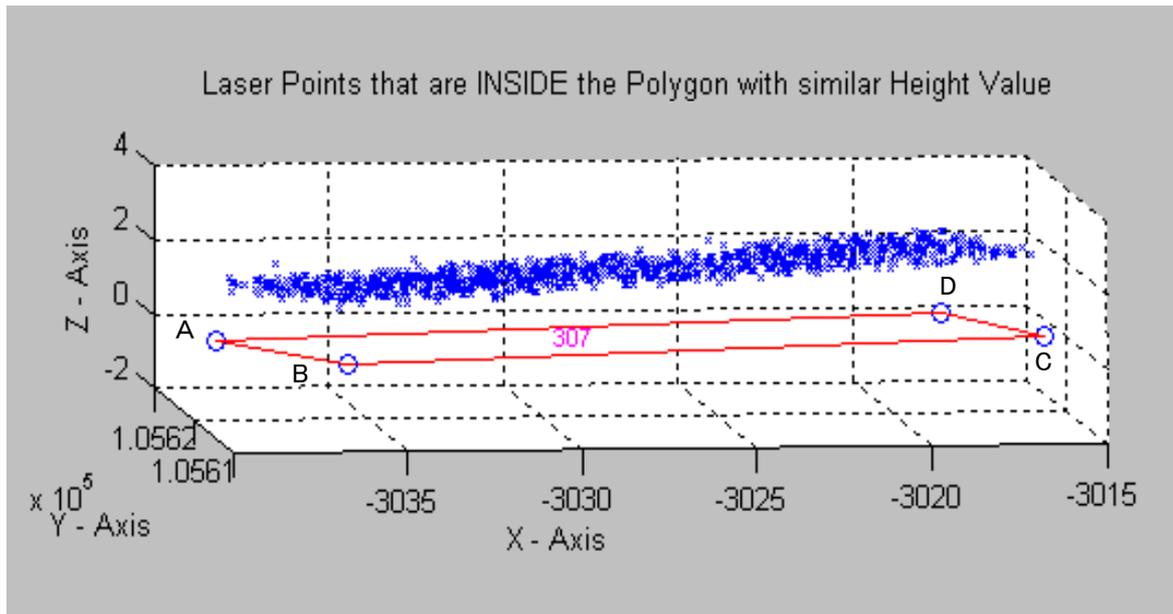
ノイズ除去例

出所：総務省情報通信政策局

エ． 3次元データ獲得

ノイズが除去されたLPデータを使用して2次元道路ポリゴンデータの3次元化を行った。各道路ポリゴンデータ内のLPデータより最小2乗法により最適な平面をポリゴン単位に算出し3次元データを獲得した。図2-1-8に3次元化したポリゴンデータ例を示す。

図2-1-8 ポリゴンデータ例



出所：総務省情報通信政策局

オ． 接合部の高さ調整

道路ポリゴンデータは個々に3次元化しているため、接合部（境界部）の高さについては、接合するポリゴン間で一致しないため微調整を行った。微調整の方式は接合するポリゴンにおける高さデータの平均値とした。

なお、ポリゴン間の高さデータの差分が許容誤差を超える場合は、データの確認を行いポリゴン化作業からの再処理を行った。ここで許容誤差は1mとした。

(3) 実証実験

1) データ獲得技術

北九州地区における実証実験の成果として、平成13年度に獲得、構築された3次元都市空間データ(北九州市)を図2-1-9及び図2-1-10に示す。また、以下の項に道路データ獲得の成果を述べる。

図2-1-9 北九州市のデータ獲得例1



出所：総務省情報通信政策局

図2-1-10 北九州市のデータ獲得例2



出所：総務省情報通信政策局

道路データの獲得技術

3次元化されたデータの高さ精度の検証は、デジタルステレオ図化機を使用し3次元数値図化を行ったデータとの比較を行った。また、本方式でノイズの判別ができないため、3次元化処理が行われなかった道路のポリゴンについても検証を行った。

なお、数値図化作業は以下の撮影諸元による航空写真を用いており、国土交通省公共測量作業規定に準拠し、1/2500レベルの精度を満たしている。

a) 撮影諸元

- ・撮影縮尺 1/8000
- ・撮影高度 撮影高度 1224 m 基準面 0 m
- ・航空機 JA-3720
- ・カメラ RC20(f = 153.24 mm)
- ・フィルム KODAK エアロネガカラー
- ・フィルタ 420
- ・絞り/シャッタ f: 5.6 / 1/500

b) 数値図化データとの比較

レーザプロファイラで作成した3次元データと数値図化データとの比較を行った。比較に際して、3次元データのソースとなるLPデータと数値図化データとの比較を行い、両者データ間の評価を実施した。また、基準は数値図化データとし、以降のデータ高さ情報の検証を行った。

ア. LPデータと数値図化データとの比較

LPデータと数値図化データとの比較を都市計画図上の標高点10点を対象に行った。平面上での同位置の高さを比較した結果、高さの誤差の平均および標準偏差は表2-1-1となった。

なお、測定点全てにおいて、LPデータの方が数値図化データより低い値を示した。

表2-1-1 同位置の標高での数値図化データとLPデータの比較

	最小誤差	最大誤差	平均誤差	標準偏差
高さ誤差	-0.6m	-1.2m	-0.98m	0.17m

注) 最小誤差とは誤差の絶対値が最も小さいものを最大誤差は誤差の絶対値が最も大きいものと定義した。

出所：総務省情報通信政策局

表2-1-1の結果より比較対象となる数値図化データと3次元に使用したLPデータでは同位置での高さの誤差は約-1mとなった。比較した結果を考察する

上ではこの誤差にも留意する必要がある。

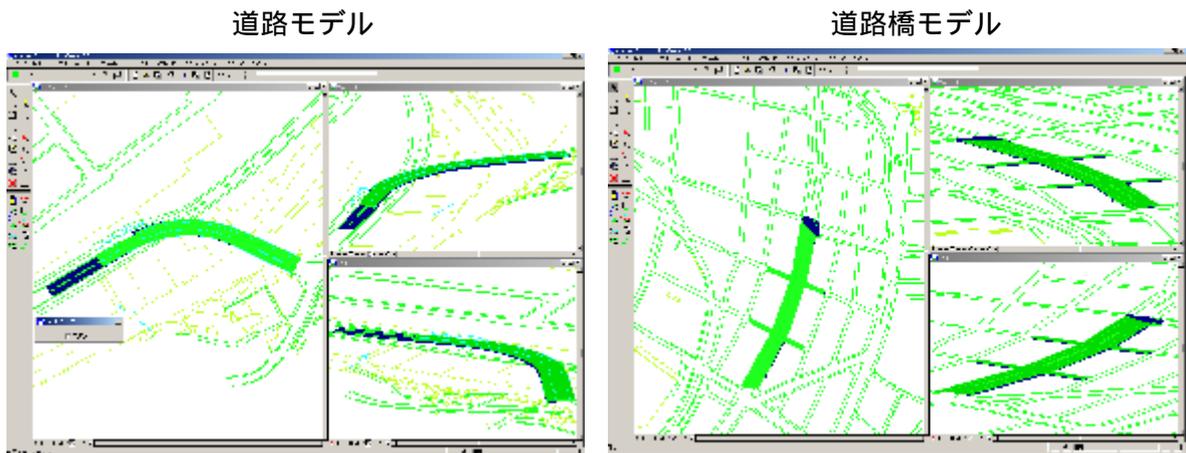
イ．本研究による3次元データと数値図化データの比較

数値図化データと比較検証を行う上で、平坦な道路のサンプルとして幅員の大きな歩道のある道路面と、傾斜がある場合等のサンプルとして道路橋の2か所について比較検証を行った。

図2-1-11の左図は県道門司東本町線の一部を3次元データ化したものであり、図2-1-11の右図は清滝高架橋を3次元データ化したものである。図中の上にあるうすい色の面は3次元数値図化したものであり、下の濃い色の面が本研究による3次元データである。数値図化にて取得した点と、道路上68点及び道路橋上56点との同位置での高さの比較を行った。その結果を表2-1-2に示す。

なお、道路及び道路橋上での全ての測定点において、LPデータの方が高さデータについて低い結果を得た。

図2-1-11 道路モデル及び道路橋モデル



出所：総務省情報通信政策局

表2-1-2 本研究による3次元データと数値図化データとの比較

モデル	最小誤差	最大誤差	平均誤差	標準偏差
道路	-0.897m	-1.379m	-1.159m	0.091m
道路橋	-1.157m	-2.115m	-1.62m	0.297m

出所：総務省情報通信政策局

3次元化した道路モデル及び道路橋モデルに含まれる誤差の要因は、「元データであるLPデータに含まれる誤差」と「道路データ獲得によるモデル作成時に生じる誤差」に分けられる。前者の誤差は、表2-1-1に示すとおり約-1mであった。後者の誤差は、最終的なモデルの誤差と前者の誤差から推測でき、前

者LPデータの誤差、約-1mを考慮すると、表2-1-2から道路モデル作成時においては1/2500の精度をほぼ満たしているが、道路橋モデル作成時には多くが1/2500の精度を満たしていないと考えられる。

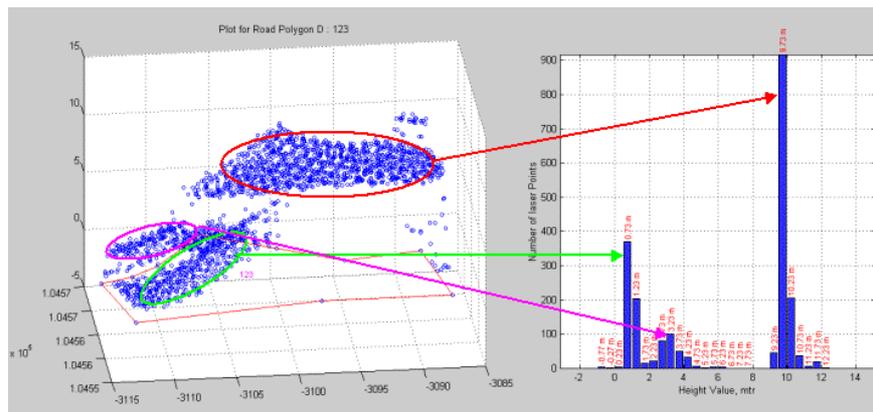
したがって、最終的に完成したモデルでは、道路モデルと道路橋モデルともに、公共測量作業規定の1/2500の精度(0.666m以内)を満たすことができなかったが、道路モデルについては、本手法を用いることにより、元データに含まれる誤差の補正を行うことで、1/2500の精度を満たすことが確認された。

c) ノイズの判別

本研究の手法を用いてノイズのフィルタリング及び3次元化処理が行われなかったポリゴンのうち2か所について検証を行った。

図2-1-12はノイズの判別ができなかったポリゴンの1つである。この領域でもっとも度数が大きいのは「9.73m + 0.5m」の範囲だが都市計画図や数値図化のデータと比較しても6m以上の誤差があり、接合する道路と比較しても同じく6m以上の誤差がある。

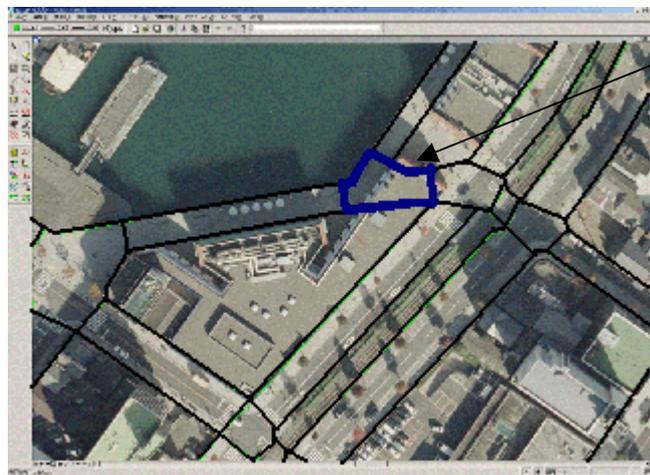
図2-1-12 ノイズの判別が不可能なポリゴン



出所：総務省情報通信政策局

図2 - 1 - 13のように航空写真と重ね合わせた結果、経年変化による道路形状の不一致（写真中太線枠内の部分）のためにノイズの判別ができないことがわかった。

図2 - 1 - 13 経年変化によるノイズ

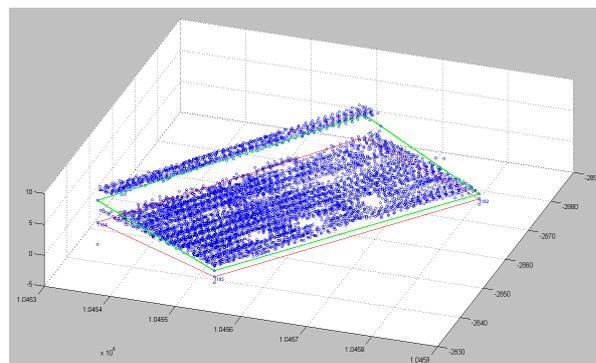


ポリゴン化した道路形状内に建物が建っている

出所：総務省情報通信政策局

図2 - 1 - 14はLPデータに規則性が見られるノイズが多くあり、接合するポリゴンとの高さの整合が取れずにエラーとなったパターンである。

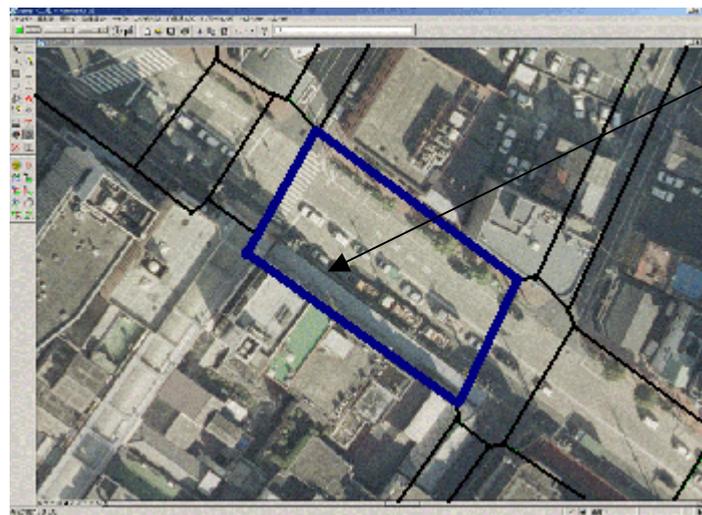
図2 - 1 - 14 規則性のあるノイズ



出所：総務省情報通信政策局

図2 - 1 - 15のように航空写真と重ね合わせた結果、道路ポリゴン内に建物のLPデータを含んでいることがわかった。これは地形データの水平方向のズレ、もしくは地形データの取得項目間違いのためにノイズの判別ができなかったことが原因と考えられる。

図2 - 1 - 15 水平方向のズレなどによるノイズ



ポリゴン化した道路形状内に建物が建っている

出所：総務省情報通信政策局

図2 - 1 - 13のような経年変化と思われる部分や図2 - 1 - 15のようなデータの水平方向における許容誤差内のズレなどによるノイズと思われる箇所が、本研究手法において正しく検出できることがわかったが、その他に1つのポリゴン内で起伏差が大きい場合もエラーの対象となるため、ノイズのフィルタリングができないポリゴンについては目視による確認及び手作業による修正作業が発生するという課題が残った。

d) まとめ

今回の道路データ獲得の研究開発において、最終的に完成したモデルでは、道路(幅員の大きい比較的平坦な道路)モデルと道路橋(傾斜のある道路)モデルともに、公共測量作業規定の1/2500の精度(0.666m以内)を満たすことができなかったが、道路モデルについては、本手法を用いることにより、元データに含まれる誤差の補正を行うことで、1/2500の精度を満たすことが確認された。

また、LPデータに含まれるノイズが当初想定していた以上に道路面を占めている場合があり、課題が残る結果となった。しかしながらノイズの除去については他の高さ情報や標高点、施設管理図に記載されているマンホールの地盤高等を利用する事によって効果が高まったと考えられる。

LPデータを使用した3次元データ獲得は、今回のような地形図だけでなく、多く

のデジタルデータを用いることで、より正確なノイズのフィルタリングが行え、必要なデータを再構築することで、その実用性を認めることができると考えられる。

2) アプリケーションの構築

獲得した3次元モデルを利用し、3次元GISのプロトタイプとして2次元と3次元が連動して動作する3次元GISアプリケーションを構築した。

アプリケーションは、地方公共団体の職員や一般住民を想定した景観審査業務を支援する計画建築物の景観シミュレーションと観光案内を行うアプリケーションを構築した。

地方公共団体の職員側で使用する機能は、都市計画等の内容を住民側へ説明するための3次元の景観表現を3次元GISにより実現するために、現在の3次元モデルに計画建築物の追加や修正を行うものであり、これらの機能はCADによる副アプリケーションで実現させた。また、副アプリケーションで構築したデータはエクスポート機能によりファイル出力が可能である。

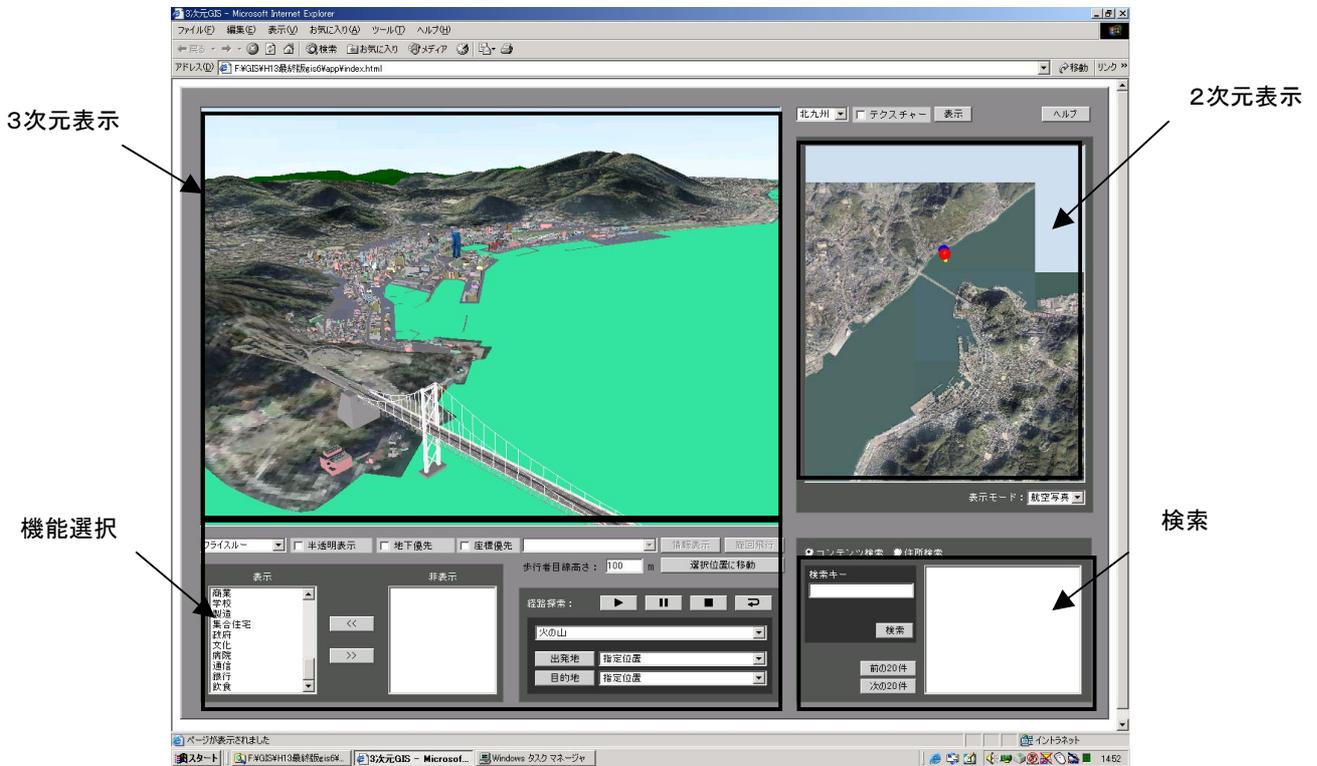
一般住民側で使用する機能は、副アプリケーションで構築したデータをインポートすることにより、上記の都市計画等の内容を3次元の景観としてWebから見られるものであり、ブラウザによる主アプリケーションで実現させた。また、主アプリケーションでは観光案内の機能も備えている。

システム構成

アプリケーションは、インターネット環境でも利用出来るよう、サーバ-クライアント間の通信プロトコルはHTTPを使用し、クライアント側はブラウザで動作する。ただし、実証実験はスタンドアロンで動作させた。また、景観審査業務支援における計画建築物景観シミュレーション機能等はCADソフトウェアの基本機能により実現しており、ブラウザで動作する主アプリケーションとのインターフェースはファイルベースで行う仕様となっている。そのため、ブラウザによる主アプリケーションとCADによる副アプリケーションの2種類の構成となっている。

主アプリケーション機能

図 2 - 1 - 1 6 画面構成



出所：総務省情報通信政策局

- a) 2次元表示 ・ 2次元ベクトル地図とラスタ地図を重ねて表示する領域。
「3次元表示」の位置を赤丸で示す。「3次元表示」での位置が変わると連動して赤丸が移動する。
- b) 3次元表示 ・ 3次元表示画面上でマウス操作することで、ウォークスルーが可能。Cキーとマウスの左ボタンを同時に押してカーソルを振れば、その地点の眺望を体験できる。これにより観光スポット視点機能を提供する。また建物を選択することにより、コンテンツとして登録されている建物名や建物情報の表示が可能。
- c) 検索画面・・・TEXT検索が可能。住所検索及びコンテンツ検索を疑似的に提供。
- d) 機能選択・・・タブの選択によって以下の操作が可能。

ア．経路探索操作

現在位置から目的地に至る経路を探索して、経路を表示する。また、3次元表示画面にてその経路の歩行を疑似体験することもできる。

・ 開始位置指定

探索の開始位置は、本アプリケーションにおいては現在位置からとした。情報検索機能、直接移動機能、あるいは歩行や飛行機能を使って現在位置を決める。

- ・ 目的地指定

探索の目的地は、情報検索機能で決定するか、歩行画面に見えているならば、それをクリックする。

図2 - 1 - 17に探索指定画面を示す。

図2 - 1 - 17 経路探索指定入力

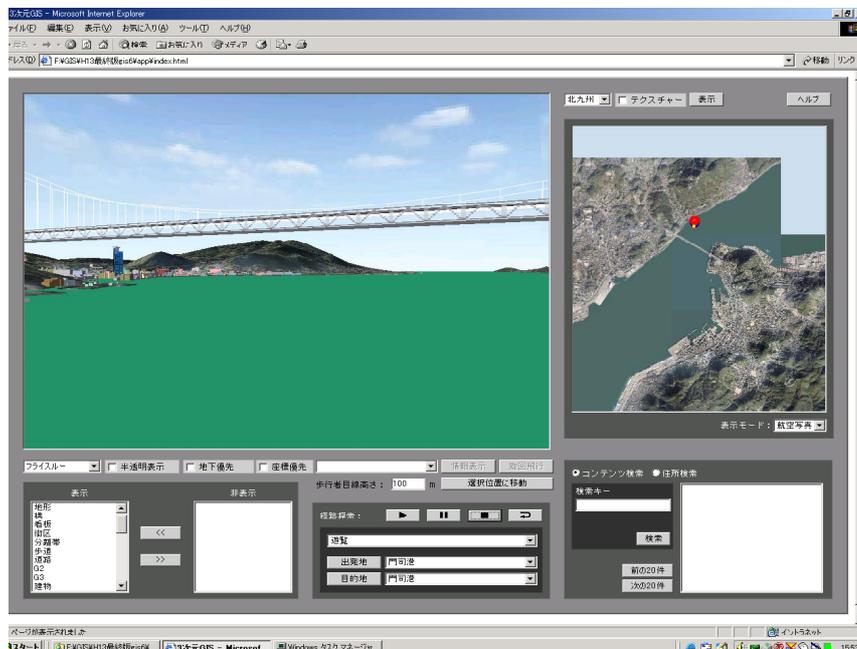


出所：総務省情報通信政策局

イ．周遊

あらかじめ用意した経路を疑似体験する。本機能により、図2 - 1 - 18に示す船上ビューのように観光案内機能を提供する。

図2 - 1 - 18 船上ビュー

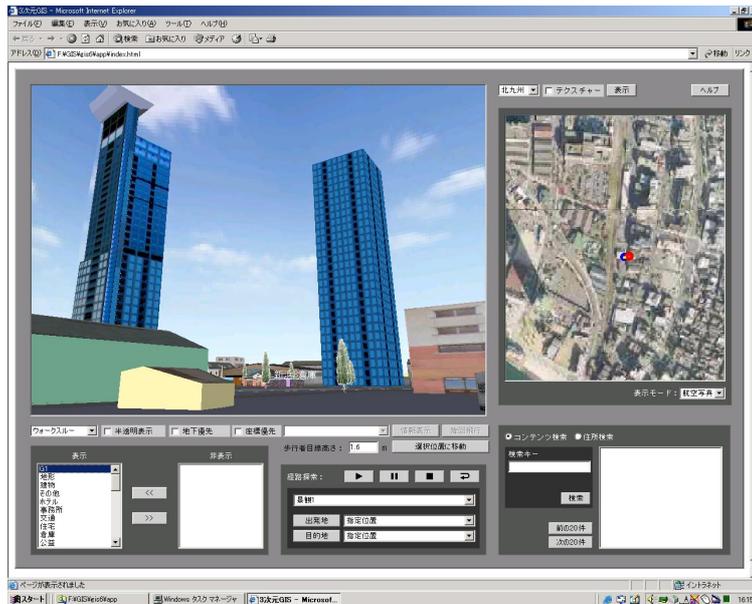


出所：総務省情報通信政策局

ウ．建物景観確認シミュレーション

指定した建物に対して、その周囲をウォークスルーしながら、建物及びその周囲の景観を見上げる等のアクションをして確認する。図2 - 1 - 19にウォークスルーでの3次元表示を示す。

図2 - 1 - 19 建物景観確認シミュレーション



出所：総務省情報通信政策局

エ．データインポート及びエクスポート

指定したフォーマットに対してデータのインポートが可能。また、標準的な3D CGならびにCADのデータフォーマットにデータのエクスポートが可能。次項に説明する副アプリケーションで追加や変更を加えた建物データ等をインポートし、上記の景観シミュレーションを行うことができる。

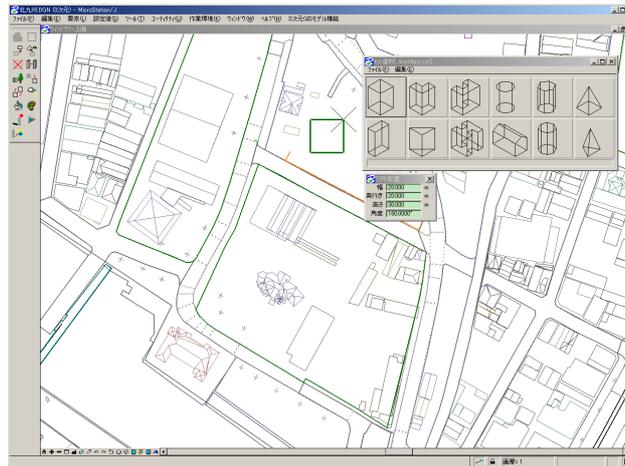
オ．表示 / 非表示設定

オブジェクトは種類ごとにグループ化されて提供される。デフォルトはグループ全部を表示しているが、種類ごとに表示 / 非表示を設定することができる。

副アプリケーション機能

副アプリケーションの画面構成を図2 - 1 - 20に示す。また、副アプリケーションの提供する機能について説明する。

図2 - 1 - 20 副アプリケーション画面



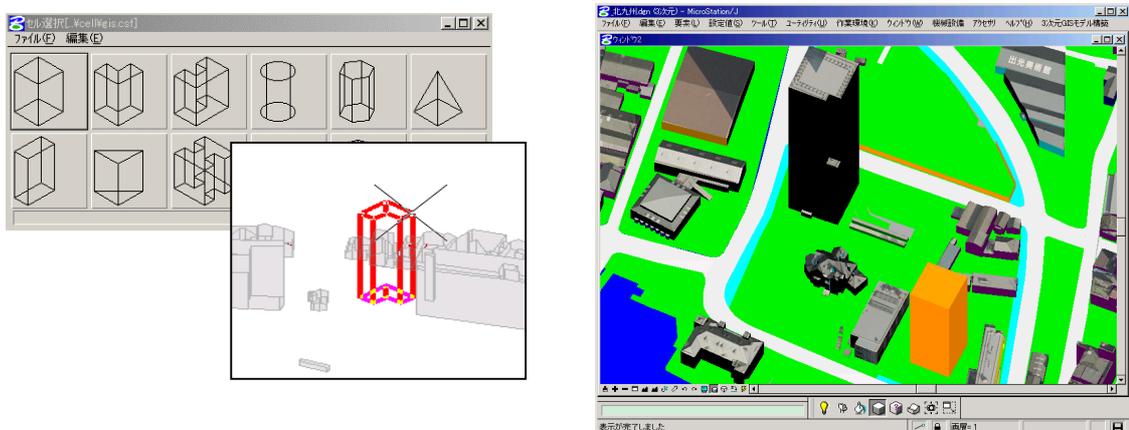
出所：総務省情報通信政策局

a) 建物モデル作成

既存の仮想都市空間に新規建物モデルを追加する。また、新たに建築される建物を、その詳細（形状、色彩、外観）まで再現することによって建築後の都市景観を再現することができる。

図2 - 1 - 21に建物モデル追加画面を示す。

図2 - 1 - 21 建物モデル追加画面



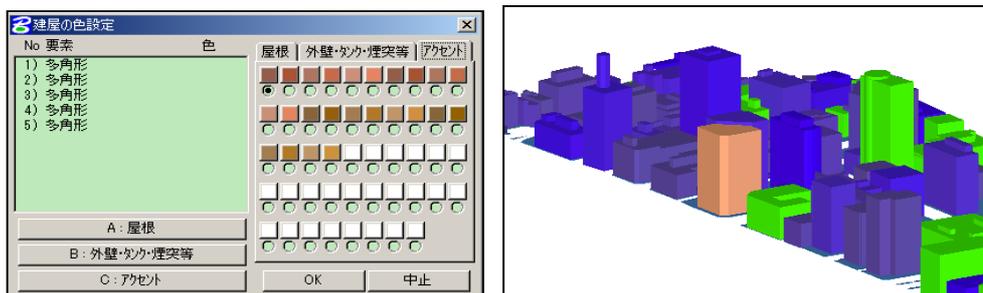
出所：総務省情報通信政策局

b) 建物モデルテクスチャペイント

建物モデルのテクスチャの色彩をマンセル値に基づいた色パレットで自由に設定、変更ができる。特定のタイルパターンによる表現もできる。

図2-1-22に建物モデル色設定画面を、図2-1-23に建物モデルタイルパターン設定画面を示す。

図2-1-22 建物モデル色設定画面



出所：総務省情報通信政策局

図2-1-23 建物モデルタイルパターン設定画面



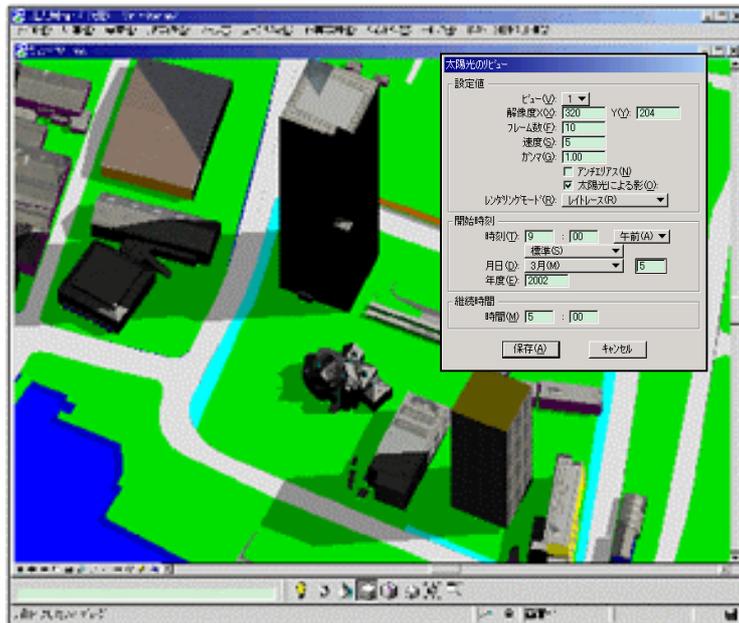
出所：総務省情報通信政策局

c) 都市計画景観シミュレーション

日時と時間の数値設定での太陽配置ができる。さらにライトアニメーションによる日影シミュレーションができる。

図2-1-24に日影シミュレーション例を示す。

図2-1-24 日影シミュレーション



出所：総務省情報通信政策局

d) データインポート及びエクスポート

指定したフォーマットに対してデータのインポートが可能。また、標準的な3DCGならびにCADのデータフォーマットにデータのエクスポートが可能。

前項で説明した主アプリケーションから建物データ等をインポートし、上記機能を用いて建物への変更ができる。また、新規作成の建物や変更した建物をエクスポートすることで主アプリケーションへデータをインターフェースすることができる。