国土数値情報を用いた三次元地下鉄 GIS データの構築

名古屋大学　正会員　○杉本賢二，奥岡桂次郎，谷川寛樹

1. はじめに

都市の発展とともに，ライフラインや地下鉄，地下街といった都市インフラや経済活動の場として地下空間の利用が拡大している．一方で，都市構造の多重階層の中でもっとも低い場所に位置する地下空間は浸水被害に対して脆弱であり，近年，地表における局所的な短時間豪雨による溢水が流入し，地下鉄駅や地下街などが浸水する被害が多く発生している．また，日本の大都市は低地の平野部に集中しており，南海トラフ地震などによる広域の津波遡上が予想されている．都市機能の一端を担っている地下空間の浸水は，地下構造物そのものが被害を受けるだけでなく，ライフラインの断絶や交通麻痺を通じて市民生活や経済活動へも影響を及ぼす．

このように，地下空間における浸水解析の重要性は高まっているといえる．しかし，既往研究では，地下鉄駅とその周辺地域を対象とした比較的狭い範囲での分析が多く，地下鉄のようなトンネルによる地下空間の連続性や，広域を対象とした研究は少ない．その要因として，地下が地上とは異なり航空機や人工衛星による観測・計測が困難であることからデータ収集，整備が進んでおらず，さらにライフラインである上下水道やガス管などは地下構造物の重要性や秘匿性から，一般的にデータが公開されていないか制約が大きいことが起因している．

以上の背景から，本研究では都市部における浸水解析に利活用できる，三次元地下鉄 GIS データを構築することを目的とする．そのため，国土交通省により整備・公開されている国土数値情報の「鉄道時系列データ」をもとに，駅地表面の標高から軌道面までの深さを差し引くことで軌道面における標高を算出し，駅ポイントデータと路線ラインデータに高さ情報として付与することで GIS データを作成する．

2. GIS データの作成方法

本研究では，**表-1** に示す 10 事業者の 41 路線をデータ作成の対象とした．まず，国土数値情報の「鉄道時系列データ」[1]から該当する地下鉄路線ラインデータと，地下鉄駅ポイントデータを抽出する．次に，国土地理院「標高 API」[2]を用いて，駅ポイントデータの緯度経度座標から地表面の標高値を取得する．続いて，各事業者のホームページや報告書，問い合わせにより入手した駅地表面から軌道面までの深さを，駅の地表面標高から差し引くことで軌道面の標高を算出する(**図-1**)．このとき，高架駅の場合は地表面からの深さが負値として表されている．以上により，地下鉄駅ポイントデータに高さ情報として軌道面標高が付与される．最後に，路線ラインデータを構成するラインの各頂点に対して，両端の駅における軌道面標高を距離按分することで，ラインデータに高さ情報を付与する．

3. 地下鉄網の可視化

以上の手順により作成した地下鉄 GIS データは，

表-1 対象地下鉄事業者と路線

事業者	路線
札幌市	南北線，東西線，東豊線
仙台市	南北線
東京メトロ	銀座線，丸ノ内線，日比谷線，東西線，千代田線，有楽町線，半蔵門線，南北線，副都心線
東京都	大江戸線，浅草線，三田線，新宿線
横浜市	ブルーライン，グリーンライン
名古屋市	東山線，名城線，名港線，鶴舞線，桜通線，上飯田線
京都市	烏丸線，東西線
大阪市	御堂筋線，谷町線，四つ橋線，中央線，千日前線，堺筋線，長堀鶴見緑地線，今里筋線，南港ポートタウン線
神戸市	海岸線，西神・山手線
福岡市	空港線，箱崎線，七隈線

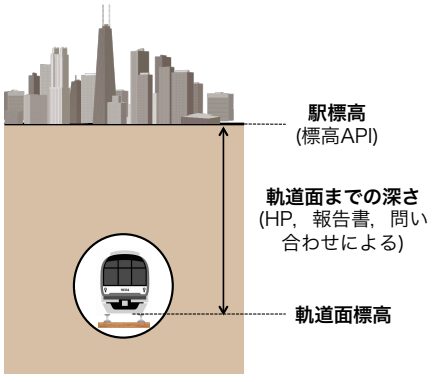
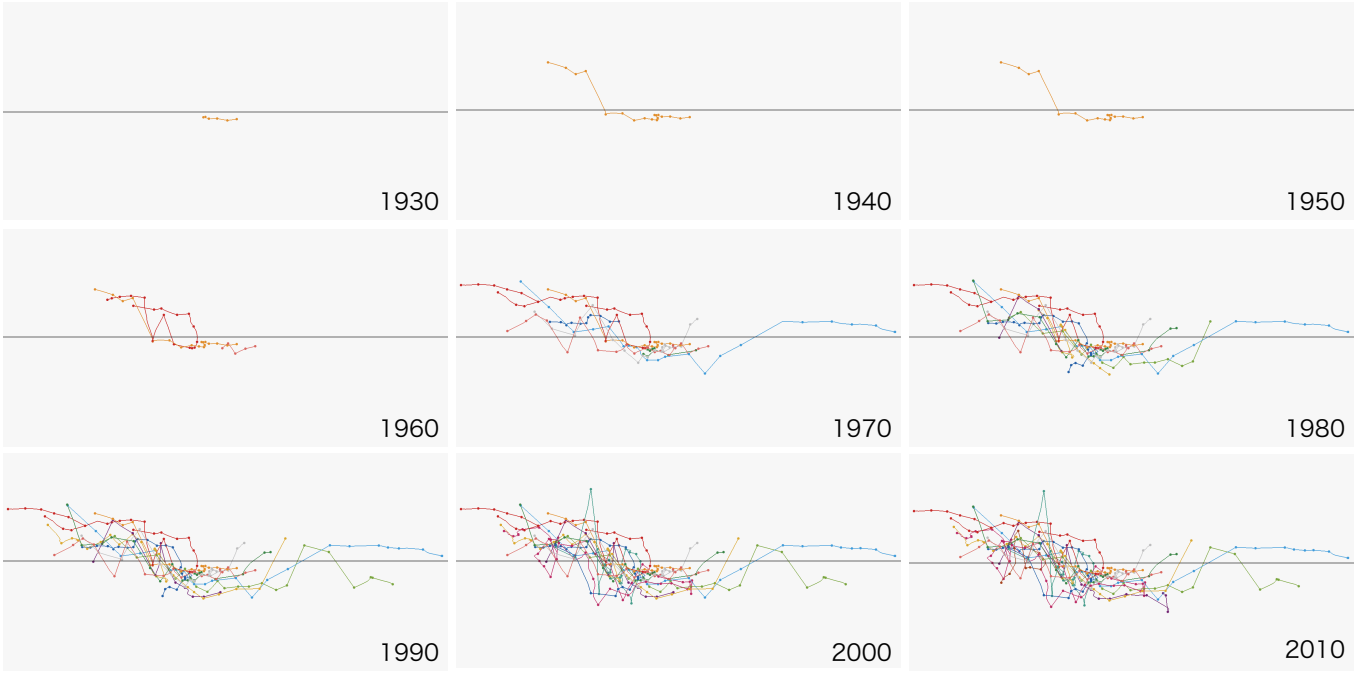


図-1 軌道面標高の算出方法



＊ 南方向からの立体視化，高さ方向に100倍

図-2 東京都における地下鉄網の変遷

もととなる鉄道時系列データに含まれている属性情報の供用開始年でタイムスライスすることにより，総延長距離として水平方向への伸展だけでなく，高さ情報を用いることにより鉛直方向への延伸を時系列で表現することが可能となる．

例えば，全国の地下鉄網のうち路面までの深さが最も深い駅は，東京都営地下鉄大江戸線の六本木駅(深さ 42.3m)であるが，駅地表面の標高は 31.4m で軌道面標高は-10.9m となる．一方で，軌道面標高が最も深い駅は，東京メトロ半蔵門線の住吉駅が-32.5m(駅標高 0.1m，深さ 32.6m)となり，さらに深部に位置していることがわかる．このように，軌道面高さを表現できる GIS データであることから，浸水解析のデータとして利活用するだけでなく，立体視により地下鉄網の表現と理解に有用である．

図-2 に東京都における地下鉄網(東京メトロ，東京都営地下鉄)の三次元構造を可視化したものを示す．両路線の路線総延長は，1930 年に 3.3km であったものが，2010 年には 302.4km まで拡張している．その過程において，1970 年までは東西方向へ拡大していたが，その後新路線が既存路線の間を縫うように，より深部へ，複雑に建設されたことがわかる．

なお，既存研究での課題として述べたように，GIS データが都市部における浸水解析を制限してきた．紙面の都合により本稿では東京都における変遷のみを示したが，**表-1** に掲載した事業者・路線の GIS データをウェブページ上[3]で公開している．

4. まとめ

本研究では，都市部における浸水解析に利活用できる三次元地下鉄 GIS データを構築することを目的に，国土数値情報の鉄道時系列データに高さ情報を付与することにより GIS データを作成した．今後，構築したデータを，内水氾濫や津波浸水等の解析において利活用されることが期待される．

謝辞

本研究は，文部科学省グリーン・ネットワーク・オブ・エクセレンス(GRENE)事業環境情報分野「環境情報技術を用いたレジリエントな国土のデザイン」の一環として実施したものである．また，札幌市，仙台市，京都市，大阪市，神戸市の，各交通局担当者には駅データを提供いただいた．ここに記して謝意を表する．

参考文献

1) 国土交通省：国土数値情報ダウンロードサービス 鉄道時系列データ http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/
2) 国土地理院：標高 API http://maps.gsi.go.jp/development/api.html
3) https://sites.google.com/site/subway3dgis/