

# 航空レーザ測量による詳細な標高地図

## —航空レーザ測量で見る札幌周辺—

国土地理院

北海道地方測量部長 小白井 亮 —

1990年代に出現した測量技術である「航空レーザ測量」を使うと、詳細な地形の様子が手に取るように分かります。最近、航空レーザ測量成果を用いた札幌周辺の詳細な標高地図がインターネット上で公開されました。本稿では、これについて紹介します。

### 航空レーザ測量とは

航空レーザ測量は、航空機に搭載したレーザ測距装置等を使用して、地表を水平位置と高さを精密に計測する方法です。この測量は、「GPS」、「IMU（慣性計測装置）」、「レーザ測距装置」という3つの技術を合体することで実現されます。

GPSは、航空機の位置を知るための装置です。一般に電子基準点を利用することによって「連続キネマティック測量」を実現し、高精度な位置測定を可能にしています。

IMU（慣性計測装置）は、いわゆるジャイロを改良したもので、飛行機の姿勢や加速度を測ることができます。この測定値によりレーザ光の発射された方向を正しく補正することが可能になります。

レーザ測距装置は、レーザ光を発射して地表から反射して戻ってくる時間差を調べて距離を求める装置です。航空機の進行方向に対して直交する方向にレーザ光をスキャンさせます。

これらの3つの技術で、地表まで達したレーザ光（「レーザ計測点」という）の水平位置と高さを正確に算出することが可能となります。レーザ計測点の高さは1cm単位で記録されます

が、高さの精度は±15cm程度です。しかし、航空写真測量に比べ格段に高い精度といえます。

### DSM と DEM

航空レーザ測量でのレーザ光は、地面の上ばかりでなく、建物や樹木の上で反射して戻ってきます。このため、航空レーザ測量で直接得られる高さのデータは、建物や樹木の高さを含んでいます。このような高さのデータにより地表を表現したものは、「数値表層モデル（DSM: Digital Surface Model）」と呼ばれます。これに対して、一般の地図のように地表の高さを示したい場合は、これらの建物や樹木の高さを取り除く必要があります。この建物や樹木の高さを取り除く作業を「フィルタリング」と呼んでいます。フィルタリングで得られた地面自体の高さのデータにより地表を表したものを、「数値標高モデル（DEM: Digital Elevation Model）」といいます。

### 航空レーザ測量の成果—東京都区部の例—

航空レーザ測量の成果、特にDEMに基づいて、標高の段彩図を作成することができます。この段彩図に陰影を付けて、さらに二万五千分の地形図と重ねると、地表の細かな起伏が手に取るように分かる地図ができあがります。図-1は、数年前に作成された、東京都区部のそのような地図です。寒色系の色のところが高い土地（最低で-1m未満）、暖色系（茶色）ほど高いところ（最高で77m）です。

東京というと平らな土地が広がっているところ

ろという印象を持たれる場合が多いようですが、航空レーザ測量で見ると、平坦な中にも意外に起伏があることが分かります。

図の右側に青色系統で示されたところは、いわゆる「江東デルタ地帯」です。かつては地盤沈下の進行が著しかった地域であり、今では海岸沿いの埋立地の方が標高が高くなり「盆地」のようになっています。隅田川、荒川などの堤防によって水害から守られている地域であることがよく分かります。

図の真ん中くらい、黄色で示された地域は「山の手」と呼ばれ、中小河川が複雑に谷を刻んでいる様子が見て取れます。JR 山手線、渋谷駅のあたりはまさに谷の底です。また、上野、不忍池がなぜそこにあるのかも一目瞭然です。不忍池は、今は暗渠となっている谷田川（旧石神井川）の河口付近にあります。

図の左側、茶色系統の地域は「武蔵野台地」になります（山の手は武蔵野台地の東端と見ることができます）。かつては延々と続く畑地や田に屋敷林や雑木林が点在するところでしたが、戦後は宅地開発が急速に進み、今ではその面影はあまり見られません。湧水でできた石神井池、善福寺池、井の頭池から台地を刻む河川が流れ出ている様子が分かります。

## 航空レーザ測量で見る札幌周辺

国土地理院では、最近、石狩川流域の航空レーザ測量の成果（北海道開発局によるもの）を入手し、東京都区部と同様の標高の段彩地図を作成しました。この地図は「精密基盤標高地図」と呼ばれ、国土交通省のハザードマップポータルサイトで見ることができます（URLについては後述）。

図-2はそのうちで札幌周辺を含むものです。この図の場合、標高が低いところ（5 m以下）は1 mごとの段彩、それより高いところは、5 mないしはそれ以上の間隔での段彩になっていることに留意ください（つまり、土地の低いと

ころほど詳細な起伏がよく分かります）。また、一部地域では河川沿いにしかデータがないことをご了承ください。

札幌は豊平川の扇状地にあるといわれ、この図からもその様子が読み取れます。扇頂部は、この図の範囲よりも南になりますが、段彩の状況から扇状の地形が分かります。扇状地の北には、石狩川沿いの沖積平野が広がっており、標高の低い土地となっています（図上方の緑から青い色のところ）。さらにその北（図では左上の端の緑色の部分）には、石狩湾に沿った砂丘が見られます。

JR 札幌駅付近は、扇状地の扇端付近にあり（段彩では黄緑色からうすい緑色に移り変わるあたり）、このようなところでは扇状地の伏流（地下水）が湧き水となります。現在は湧き水は見られませんが、北海道庁や北海道大学構内などにある池がその名残です。JR 函館本線は扇端部分を扇状地の外形に沿うように通っています。また図では、モエレ沼公園の人工地形が特徴的です。

## おわりに

このような段彩図を見ながら、土地の成り立ちや特徴などをいろいろと考えてみることもなかなか楽しいかもしれません。また、土地の高低は、水害とも密接に関係しますし、場所によっては地盤の強さとも関連があります。このため、詳細な標高地図はハザードマップなどの防災地図作成に際しての基礎資料として有用です。

航空レーザ測量については、国土地理院のホームページでも説明されています。

[http://www1.gsi.go.jp/geowww/Laser\\_HP/index.html](http://www1.gsi.go.jp/geowww/Laser_HP/index.html)

では、この技術に関して解説しています。また、[http://www1.gsi.go.jp/geowww/Laser\\_HP/digital\\_image.html](http://www1.gsi.go.jp/geowww/Laser_HP/digital_image.html)

では、東京都区部や大阪などの陰影段彩図を見

ることができます。

札幌（石狩川流域）の陰影段彩図については、次のページで見ることができます。当該サイトで図を拡大してみると、図－2では分からないような微細な凹凸が見て取れます。

<http://disapotal.gsi.go.jp/seimitu/index.html>

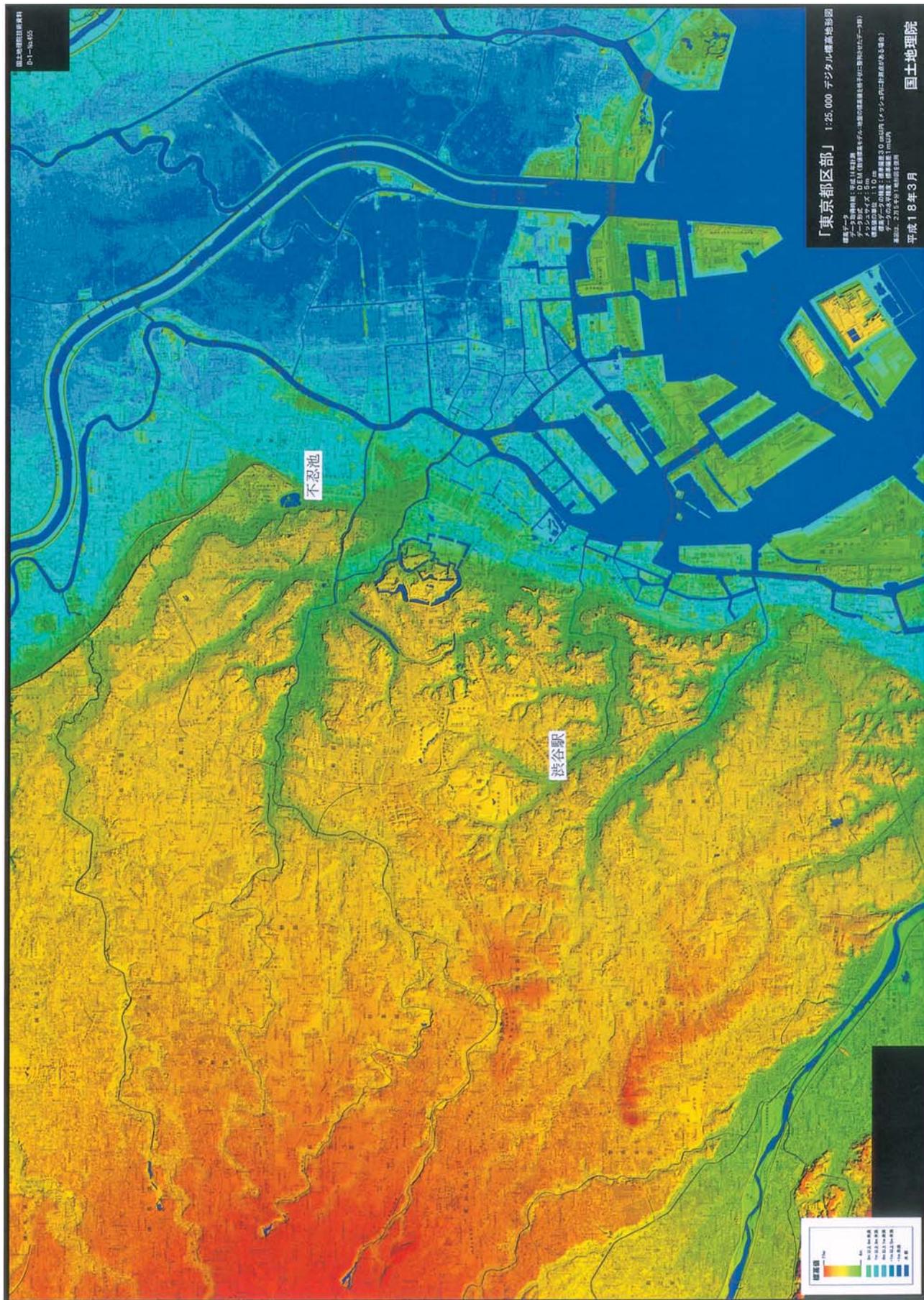


図-1 東京都区部の標高地図

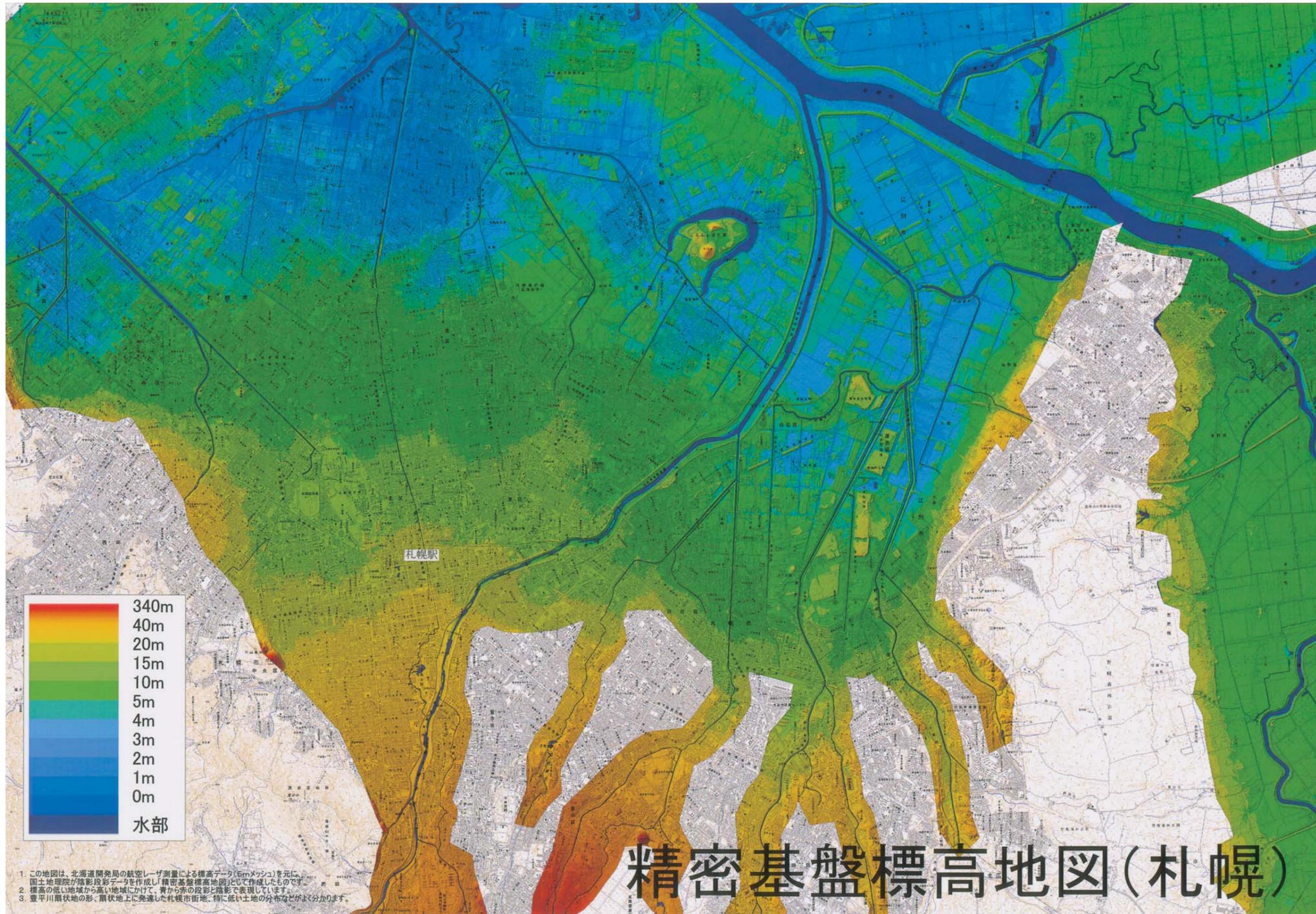


図-2 札幌周辺の標高地図