

# 導線法とGPSの比較 -- 伊能忠敬の功績 --

国分寺市立第三小学校6年  
周藤 花菜子



## 1 研究のきっかけ

今から200年以上も前の江戸時代に、伊能忠敬さんが日本中を歩いて測量して、初めて日本地図を完成させたということを知り感動しました。そこで、①実際に自分も伊能忠敬さんと同じ方法で身近な場所を測量してみよう！と思いました。さらに②スマートフォンのGPSで現在の地の緯度・経度がわかるので、自分の測量とGPSから得られるデータを比較してみよう！と思いました。

## 2 いろいろな測量方法 説明

### ■ 導線法 (伊能忠敬さんの測量)

- ① まず基準点を定め、次に測定地点を見通して、北からの角度(方位)を測ります。
- ② ②その後、測定地点までの距離を測りながら前進して、距離を記録します。
- ③ ③測定地点を新しい基準点と考えて、①、②を繰り返していきます。

### ■ GPS (Global Positioning System)

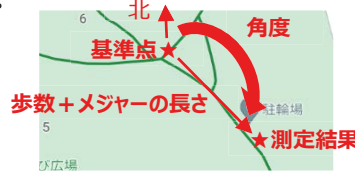
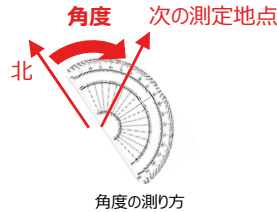
地球の周りを回る複数の人工衛星からの電波を受信して現在の地の緯度・経度を特定しています。

## 3 実験の準備・説明

今回、導線法とGPSを以下の様にして比較しました。

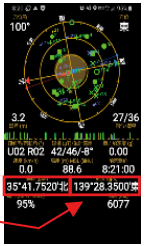
### ■ 導線法

- ① 準備するもの
  - ・1mのひも
  - ・方位磁針
  - ・分度器
- ② 測定方法
  - (1) 開始地点、各測定地点を決める。  
開始地点を基準点とする。
  - (2) 北を0度として、開始地点から次の測定地点への角度を測定する。
  - (3) 1mのひもを使用し、1歩1mとして、開始地点から次の測定地点への歩数を図る。(余った分はメジャーで測る)
  - (4) 移動した測定地点を基準点として、次の測定地点へ、(2)、(3)を測定する。  
これを元の位置に戻ってくるまで繰り返す。
- ③ 結果の確認  
地図上に(2)で測定した角度で、(3)で測定した長さ(歩数+メジャーの長さ)の地点を記載する。



### ■ GPS

- ① 準備するもの
  - ・スマートフォン
  - ・GPS測定アプリ
- ② 測定方法  
各測定地点で、スマートフォンのアプリを使用して、緯度・経度を測定する。
- ③ 結果の確認  
②で取得した緯度・経度情報をパソコンの地図アプリに入力する。表示された場所を測定結果とする。



## 4 研究 — 導線法で公園の地図を作成し、スマートフォンで作成した地図と比べる。

### ■ 実験方法

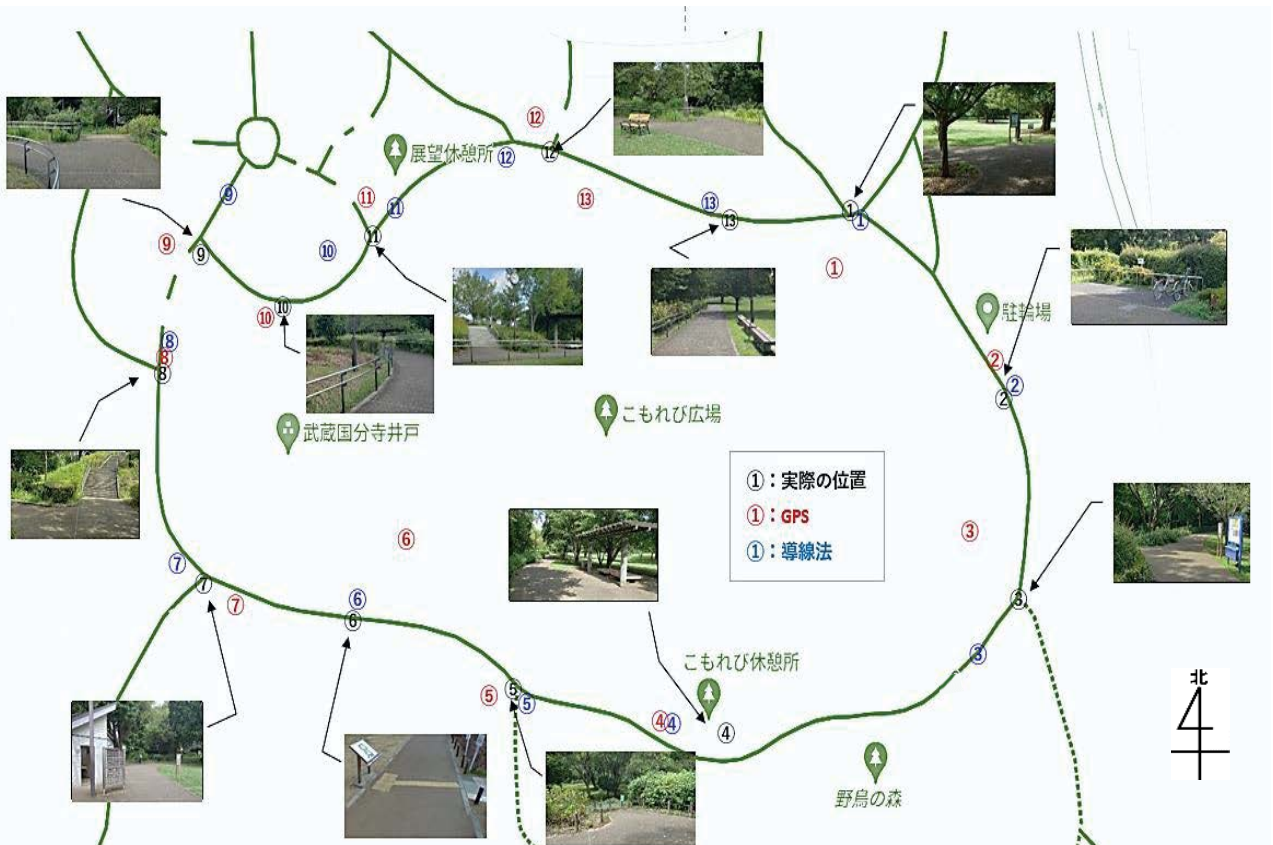
都立武蔵国分寺公園(こもれび広場)で、導線法、GPSそれぞれで測量を行い、実際の位置と比べる。どちらの精度が良いか比べる。

### ■ 予想

導線法は測定間隔が長い場所ほど誤差が大きくなると思う。  
GPSは数mずれることはあると思うが、全体的には導線法より誤差は少ないと思う。

### ■ 実験結果

各測定位置でのGPSの結果、導線法の結果は右図の通りであった。



武蔵国分寺公園での測定

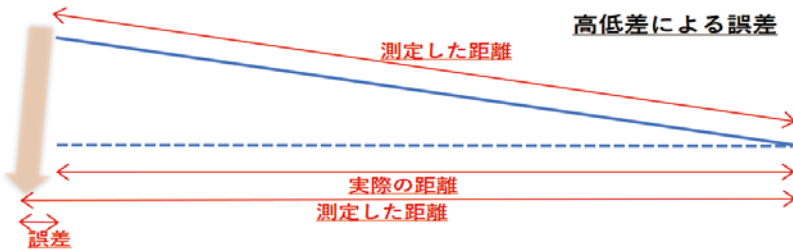
## ■考察

### 試験結果について

各地点での GPS と導線法の誤差は右の表のようになった。

- ・予想では、導線法の場合、測定間隔が長くなる時に誤差が大きくなると考えていたが、測定間隔と誤差には明確な関係は無かった。(たとえば一番長い③(65.0m)でも誤差は7.4mだった。)
- これは丁寧に測定したため、長い距離でも測定がずれずにできたからだと思う。
- ・一方で GPS は各測定地点で誤差がばらばら。10m以上になることも何回もあった。
- ・導線法では⑨から⑯の測定地点の誤差が10m以上となり大きくなっている。この場所は坂道や階段があったので、高低差があったからだと考えられる。

(下の図のように斜めになるので距離が長くなったためだと考えられる)



### 結果の比較

今回の実験から導線法と GPS の結果を比較すると以下ようになった。

#### GPS と導線法の比較

	GPS	導線法
誤差 (屋外)	誤差の幅が大きい (4mから 30m)	丁寧に測定することで小さくできる (2mから 14m) 今回は一回毎正しい位置から測定したが、 <b>続けて測定を行うと、誤差がだんだん増えてしまう。</b>
高低差	高低差があっても変わらない	<b>高低差があると、水平で計測したときに比べて、高低差の分、距離が長くなってしまう。</b>
測定にかかる手間・時間	簡単 (一か所で数秒)	<b>大変 (一か所で 5~10 分)</b> 。誤差を少なくしようとするともっと時間がかかる。
必要な道具	スマートフォンが必要	長さを測るメジャーなどと分度器が必要

#### 各地点でのおおよその誤差 (武蔵国分寺公園の結果)

測定地点	次の地点までの距離 (m)	誤差 (m)	
		GPS	導線法
①	39.3	南南西に 11.7	北北西に 3.2
②	38.7	北北西に 8.4	北東に 2.1
③	65.0	北西に 15.9	南西に 7.4
④	45.0	西に 13.8	西に 6.4
⑤	35.3	西に 5.3	南東に 4.2
⑥	32.4	北東に 18.0	北に 5.3
⑦	34.9	東南東に 7.4	西北西に 7.4
⑧	24.3	北に 4.2	北に 6.4
⑨	21.2	西に 8.5	北北東に 11.7
⑩	19.9	南西に 5.3	北東に 13.8
⑪	40.5	北北西に 7.4	北北東に 8.5
⑫	33.6	北西に 6.4	西に 12.7
⑬	29.2	西に 30.7	北西に 7.4
平均	—	11.0	7.4





赤字: 10m 以上の誤差

### 誤差を少なくするには

上の表で、赤字は欠点ですが、伊能忠敬さんの導線法には、以下のような特徴があります。

- ◆誤差がだんだん増えてしまう  
伊能忠敬さんは、高い山などを目印にして、その角度を測りながら誤差を少なくする「交会法」という方法も使ったそうです。
- ◆高低差の分、距離が長くなってしま  
伊能忠敬さんは、勾配測量も行い、補正をしていたそうです。また伊能忠敬さんは右のような器具を使っていました。現代の私たちは、より正確に角度や距離を計る道具を使う事で、もっと正確に測定できると思います。

#### 導線法で使用する道具

	今回使った道具	伊能忠敬さんが使用したもの	改善するには
距離	歩数 (足に1mのひもを結ぶ)	鉄鎖 (てっさ) 間縄 (けんなわ)  「千葉県香取市 伊能忠敬記念館所蔵」	メジャー 
方角	スマートフォン	杖先羅針盤  「千葉県香取市 伊能忠敬記念館所蔵」	方位磁石 測量機 
角度	分度器		

## ■まとめ・感想

予想に反して、全体的に導線法は、GPS より誤差が少なかったです。一方 GPS の誤差は数~数十mと言われているので、ほぼ予想通りの結果になりました。導線法の測定は、今回とても丁寧にやったので、誤差を少なくすることができたと思います。特に角度はコンパスの変化や測る度に結果が変わることもあるので、慎重に (1か所で3~5分ぐらいかけて) 測定しました。基準点から測位地点の距離が長くなると誤差が大きくなってしまふように感じたので、より細かく基準点を設定することでさらに誤差は減らすことができると思いました。

私は今回の研究に取り組む前は「人間が計測するより GPS の方が正確だろう」という先入観を持っていました。しかし実際に自分の足で歩きながら計測してみると、時間も労力もかかりましたが、導線法は GPS 以上に正確に計測できるということがわかりました。先入観にとらわれるのではなく、自分で実際に確かめてみる事の大切さがわかりました。

今回は、公園で計測を行いました。できるだけ朝早くに行ったのですが、暑くてとても大変でした。木や草が測量場所にあり、よけながら測定するのも大変でした。足に1mのひもを結んで歩数で距離を測り、分度器で角度を測りましたが、一か所の測定で数分かかりました。測定用の1mのひもがきれたり、歩数を忘れやり直したりしたこともあり。正確さを求めてとても丁寧に計測をしたこともあり、測定には半日ほどかかりました。伊能忠敬さんは、1800年6月11日に、スタート地点となる富岡八幡宮から測量を始め、1821年に日本地図が完成したといわれています。私の何万倍もの時間をかけています! 雨の日もあれば、猛暑の日もあったので、とても大変だったと思います。

今回の測定はとても大変でしたが、予想に反して、自分で計測した方が、より正確な結果となりうれしかったです。今度は導線法を使って、実際に自分の学校等の地図を作ってみようと思いました。

## 5 引用・出典

- KokaNet 子供の科学の Web サイト “GPS のしくみを教えてください” <https://www.kodomonokagaku.com/read/hatena/5215/>
- 国土交通省 国土地理院 伊能忠敬が仰いだ山々 <https://www.gsi.go.jp/common/000205802.pdf>
- 伊能忠敬記念館 資料画像 <https://www.city.katori.lg.jp/smph/sightseeing/museum/document/index.html>
- 株式会社マイゾックス製品カタログ [https://www.myzox.co.jp/digitalcatalog/digitalcatalog\\_jp.php](https://www.myzox.co.jp/digitalcatalog/digitalcatalog_jp.php)