

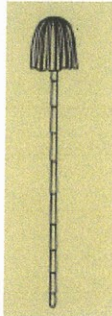
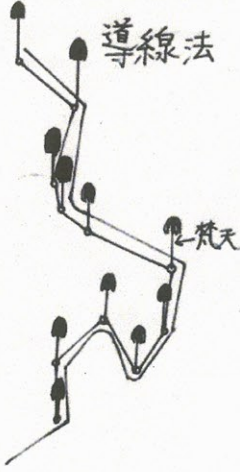
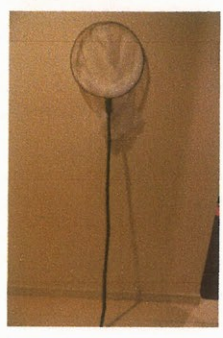
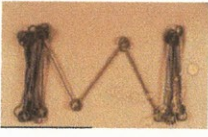
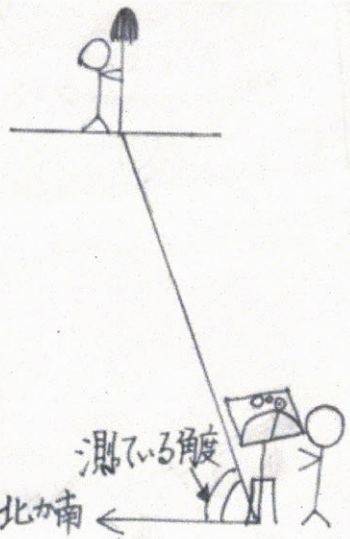
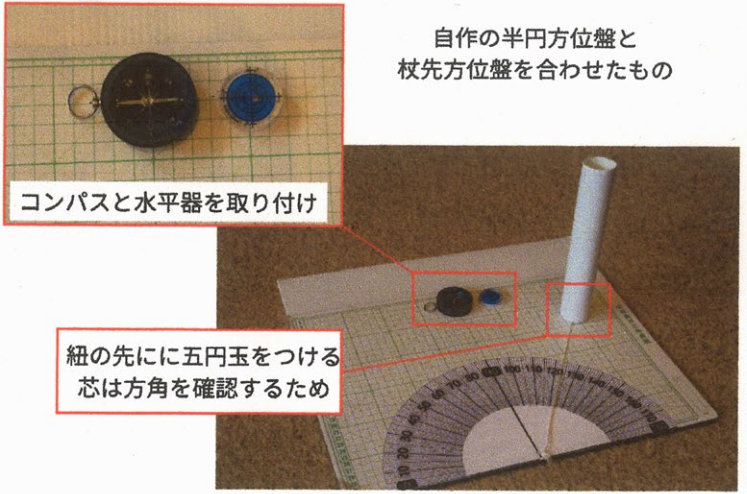
手作り測量機で地図を作る

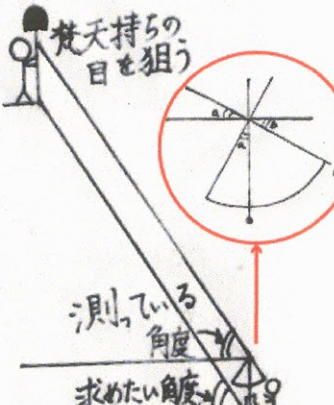
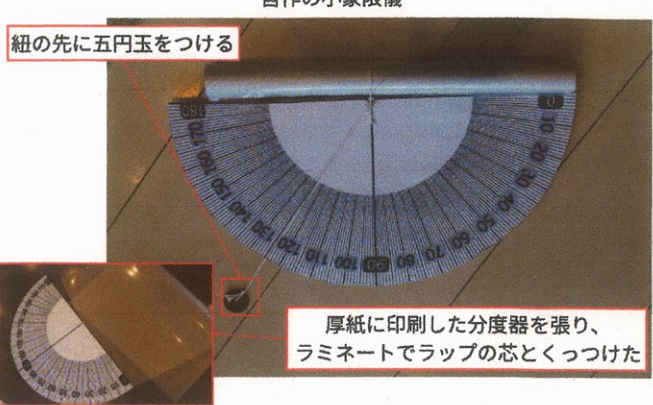
自分だけの『オリジナル伊能図』を作ってみよう！

名古屋市立表山小学校 6年 溝渕 結彩

はじめに

小さいときに伊能忠敬の学習漫画を読んでいたもので地図を作った人だとは知っていた。母から伊能忠敬記念館があると聞き、いつか行きたいと思っていたので、今年の5月の長期連休に行くことになった。行く前に伊能隊を題材にした「大河への道」という映画をみて、地図作りへの情熱に感動したことと、伊能忠敬記念館で本物の伊能図をみて、徒歩でそんなに正確な地図が作れるのか気になり、自分も家の周りの地図を作ってみることにした。

No	伊能隊の道具	伊能隊の測量方法	自分で用意したもの
①	梵天 ・測量地点の目印 	導線法 計測したい場所に沿って距離と方位を測りながら前進する測量法 	虫取り網 
2	鉄鎖 ・長さを測る 		自分の1歩の平均の長さ、5mメジャー 
3	半円方位盤 ・方角を測る  杖先方位盤 ・コンパス ・水平器 		自作の半円方位盤と杖先方位盤を合わせたもの 

4	小象限儀 ・坂道の角度を測る 		自作の小象限儀  紐の先に五円玉をつける 厚紙に印刷した分度器を張り、ラミネートでラップの芯とくっつけた
---	--	---	---

決めたこと

- 計測は導線法を採用
- 縮尺は1500分の1
- 自分の1歩の平均の長さは、事前に計測し1歩610mmとする。

計測手順

1. 始点に自作の半円方位盤と杖先方位盤を合わせたものを持って立ち、北か南に半円方位盤の0度を合わせ水平であることを確かめて、次の測量地点を五円玉の穴でのぞく。



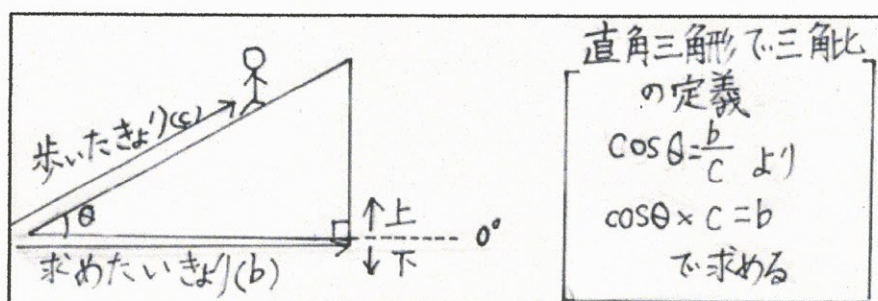
2. 五円玉の穴から次の地点の目印となる梵天（虫取り網）が見えた場所が180度のうち何度になっているかを確認する。
3. 坂道の場合は小象限儀で、坂の角度を測る。
4. 始点から次の地点まで歩数を数えながら歩く。
5. 手順1～4を終点まで繰り返す

作図手順

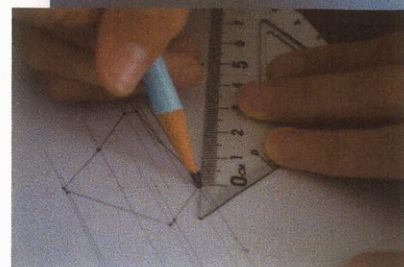
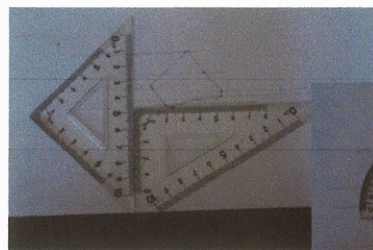
1. 「計測手順の4で求めた歩数×自分の1歩の平均の長さ（610mm）」をして実際の距離を求める。
2. 実際の距離÷1500（縮尺）をして地図上の距離を求める。

※坂道は、距離が長めに測られるので三角関数表を使い以下手順で求める。

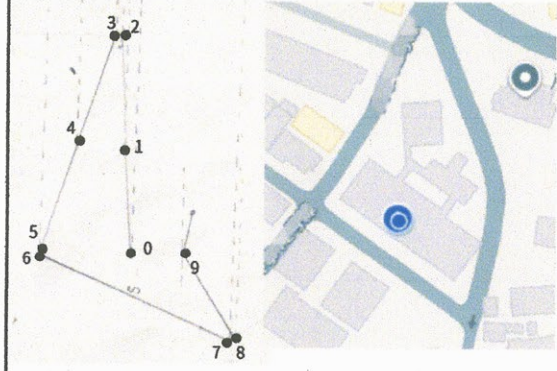
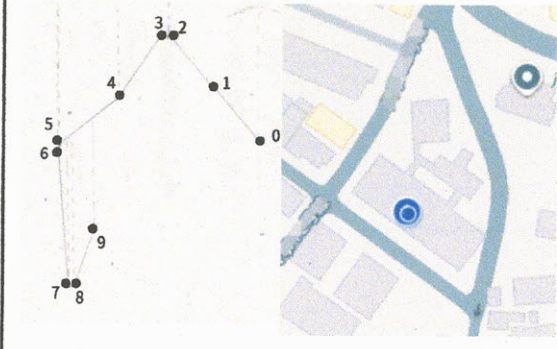
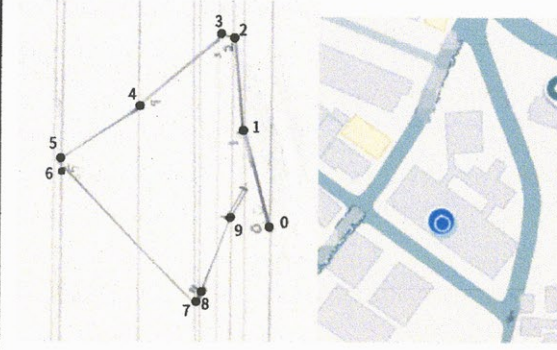
- a. 三角関数表の $\cos\theta$ （計測手順の3で求めた坂の角度）の値を確認する。
- b. $\cos\theta \times \text{実際の距離}$ で平面の実際の距離に換算する。
- c. 手順bで求めた平面距離÷1500（縮尺）をして地図上の平面距離を求める。



3. 北だけを示した方位記号を紙に書く。
4. 北だけを示した方位記号と平行な線を書く。
5. 平行な線の上に始点となる点を書く。
6. 始点となる点に計測手順の1で北で合わせたら分度器を北が0度になるように置きます。南で合わせても同じように、分度器を南が0度になるように置く。
7. 分度器で計測手順の2で、出てきた角度のところに線を引く。
8. 作図手順の7で引いた線に定規をあてて、地図上の距離の分スタート地点の点から線を引く。
9. 作図手順の8で書いた線の先に点を書き、北だけを示した方位記号と平行な線を書く。
10. 作図手順の1～9までを終点まで繰り返す。

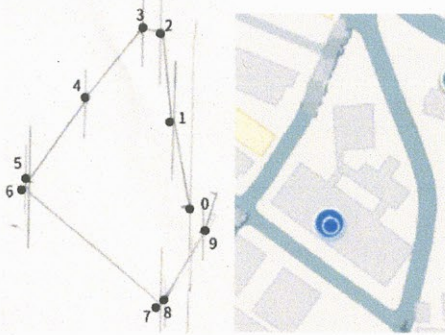


実験結果

★1回目 7月20日 	＜振り返り＞ ● 作図すると始点と終点が大きくずれた。 ● 半円方位盤は北を0度を設定したが、始点の計測から180度を超えてしまい困り、東や南を0度にして計測したが、そのせいで作図時に混乱した。	＜次回の改善点＞ ● 半円方位盤を北か南を0度にして計測する。
★2回目 8月1日 	＜振り返り＞ ● 確認のため携帯アプリの方位磁針を使い角度を計測したが、作図すると大きくずれた。 ● 角度を計測する時の立ち位置や、次点の目印を確認する範囲が広すぎて、角度が変わってしまうのかもしれない。	＜次回の改善点＞ ● 角度を計測する時は、常に半円方位盤の中心に立つようにする。 ● 梵天を確認するのに五円玉の穴から次点の目印を確認する。
★3回目 8月3日 	＜振り返り＞ ● 始点と終点が近づいたがGooglemapと比較すると測量地点3、4の角度に誤差がある。 ● 測量1回目から、始点から終点の一方方向しか測量していなかったが、伊能隊は反対方向からも角度を測量し補正している。	＜次回の改善点＞ ● 始点から終点回りだけでなく、反対方向の終点から始点回りも角度の測量をし、補正する。

★4回目 8月14日

私と父、妹と母の二つのチームに分かれて私たちのチームは始点から次の測量地点へという方向で測量を行い、妹たちのチームは次の測量地点から始点へという方向で測量を行うという両側から測量を行った。



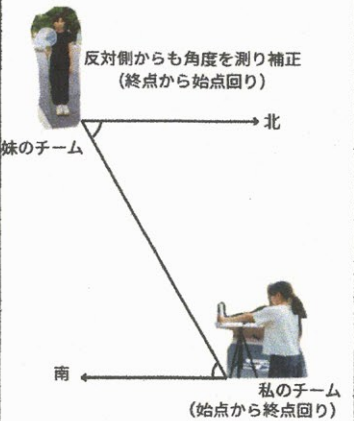
<振り返り>

Googlemapと比較しても角度はほぼ同じになり始点と終点が近くなったが、まだずれている。距離の計測に問題があるかもしれない。

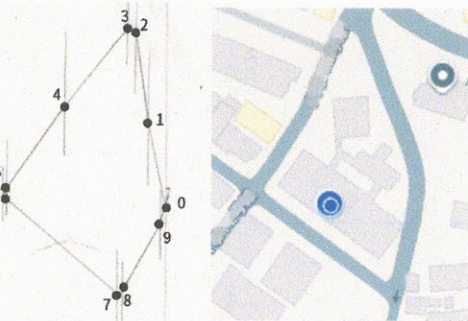
<改善点>

5mメジャーを使って、再度距離を測量することにする。

<4回目の計測様子>



★5回目 8月19日



<振り返り>

始点と終点がつながった。

5回目の計測結果

測量地点		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
方角（度）※1 始点から終点回り		南177	南170	南100	南29	南33	北179	北141	北74	北30	北27
方角（度）※1 終点から始点回り		北170	北172	北92	北26	北33	南3	南156	南90	南18	南28
平均の方角（度）※1		南173	南171	南96	南27	南33	南1	北148	北82	北24	北27
坂道の角度（度）※2			下3		下3	下6		上10	上10		
次の地点までの歩数		38	36	4	39	40	4	73	3	33	15
徒歩 （mm）	距離（A）	23180	21960	2440	23790	24400	2440	44530	1830	20130	9150
	三角比補正		21920		23750	24260		43850	1800		
	縮尺距離	15.5	14.6	1.6	15.8	16.2	1.6	29.2	1.2	13.4	6.1
メジャー （mm）	距離（B）	28600	28800	2900	31800	32300	2700	47300	2300	26200	10700
	三角比補正		28760		31760	32120		46580	2270		
	縮尺距離	19	19	1.9	21	21	1.8	31	1.5	17.4	7.1
距離の差（mm）※3		5420	6840	500	8010	7860	260	2730	470	6070	1550
誤差（％）※4		18	23	15	25	24	9	5	20	23	14

- ※1 「南177」は「次点の方角が、南を半円方位盤の0度とした177度」を表す。
- ※2 「下3」は「下方向に3度」、空欄は水平を表す。
- ※3 距離の差は「メジャーで測量した距離（B）－ 徒歩で測量した距離（A）」で求めた。
- ※4 誤差は「距離の差 ÷ メジャーで計測した距離（B） × 100」で求めた。

結論

距離は、徒歩で測るとメジャーで測った距離より短くなり、最大で25%も誤差があった。特に下り坂だと誤差が大きくなった。徒歩の場合、下り坂は歩幅が広がることで歩数が減ることがわかる。歩数が30歩を超えている測量地点0、1、3、4、8の誤差は、いずれも誤差が20%近くなったことから、測量距離が長くなると誤差がでやすいことがわかる。測量地点6は歩数が最大の73歩にも関わらず、誤差が最小の5%となった。上り坂だった為、歩数が増えて徒歩で足りなかった距離が補正されたのかもしれない。角度の基準は北か南に0度を合わせると、作図しやすいことがわかった。角度の測量は一方向からでは誤差が出やすく、反対方向からも測り、補正することで精度が上がった。正確に計測するために同じ場所を様々な方法で計測する必要性があることがわかった。

感想

はじめのころは家の周りの作図なんかすぐ出来て、学区の地図まで出来るかもしれないねと言っていたが、思った以上に難しく家の周りだけで精一杯だった。私は、徒歩の測量では正確な距離を測ることが出来ず、最終的にメジャーを使った。しかし、伊能忠敬は、第一次測量時に『徒歩』で測量している。「北海道だけ」と言っても日本で一番広い都道府県。距離が長くなるほど誤差がでるのに、伊能図の誤差はたった0.2%というほど正確に作りあげたのは「本当にすごいことだな」と思った。鉄鎖や象限儀など測量道具は手作りでも代用できるくらい簡単なものだったのも意外だった。それでも、少しの角度や距離の違いで上手く作れないので、伊能忠敬は正確な地図を作るために測定ミスがないか、二重チェックや検算などしていたのも納得した。伊能忠敬記念館で実際に見た伊能図は3種類の縮図「小図」「中図」「大図」もあり、当時の人がどれだけ大変だったかと思った。また地図を書くのに測量から作図まで、算数の単元「平行」「角度」「単位」「小数の計算」「百分率」や、社会の単元「方位」「地図の縮尺」など学校で習ったことを使った。このことを習っていなければ、地図は作れていないなと思った。そして学校では、このような生活に必要なことを教えているのだなとわかった。今回は導線法しかなかったけれど、天文測量や交会法も取り入れるとより正確な地図が作れるのか調べてみたい。そして今回は家の周りしか出来なかったもので、次はもう少し広い範囲の地図を作りたい。

参考文献

地図やパンフレットの展示 - 国土地理院

<https://www.gsi.go.jp/common/000205802.pdf>

Google Maps

<https://www.google.com/maps/>

伊能忠敬記念館：香取市ウェブサイト

<https://www.city.katori.lg.jp/sightseeing/museum/worksheet.html>

三角比の拡張の確認

http://izumi-math.jp/S_Yoshida/matome/s1_sankaku_kakutyoku.pdf

三角関数表 - カタログ図書館

<https://catalog.e-setsubi.net/portal/CatalogPageGroupSearch.do?method=catalogPageGroupSearchByCatalogCategory&type=clcsr&volumeID=CATALABO&catalogID=20545620000&catalogCategoryID=33089780000&designID=HAT>