

ブータン王立大学技術支援小史(第7号)

JNEC 工科大学での測量技術の簡易測量と伊能忠敬の測量から見た 技術史的な一考察

○白井 一(NPO 法人国際建設機械専門家協議会)

清水昭弘(NPO 法人国際建設機械専門家協議会)

1. はじめに

2019年7月に開設したブータン王立大学 JNEC 工科大学の「測量・地理情報工学科」で、測量実技実習を3週間にわたり実施した。それまで JNEC 工科大学では、正規測量士による測量技術訓練は十分に行われていなかった。測量に限らず JNEC では実技実習の重要性を口にはしていても現場実技を十分体得している教師が存在していないことが最大の問題であった。日本技術教育は明治期から実技を重視した教育が行われており、実技の重要性をまず教師に体得させることを基本にした。そのために先ず測量の基本になる人体を使った測量を最初に行い、測量の勘所を理解させることから開始したが、その発想は日本の測量の始祖ともいえる200年前に既に伊能図を完成させた伊能忠敬の測量の原点である歩測を伝授する必要があった。ブータンの伝統建築では、棟梁の身体寸法を用いて建物を建てたという伝統がある。その具体的な採寸方法を調査し、日本の歩測を加え、実際に人体の寸法を使った測量方法を実技実習し、その有効性を考察した。本稿ではそれを試みた結果を考察し、技術史的な手法を振り返ってみた。

2. 日本の測量の歴史³⁾

昭和24(1949)年に測量法が公布され、国土地理院は今日でもこの法律に基づいて測量作業を行っている。この測量法の下に、基本測量長期計画がある。昭和39(1964)年に策定された第二次基本測量長期計画では、2万5000分の1の地形図で全国を整備することが決められた。日本の高度経済成長期と相まって、詳細な地図を作成することから日本全国を整備する計画が開始した。

その結果昭和58(1983)年にはほぼ、全国整備が完了している。無人島・離島も含めて、国土地理院が測量可能な場所は、2万5000分の1地形図で整備された。戦後の2万5000分の1の地形図の作成には空中写真による写真測量が全面的に用いられた。明治・大正時代に5万分の1の地形図を作成した頃は、図1の写真にある「平板測量」という方法で作成された。これは三脚の上に設置した平板上にアリダードと言う測量機具を載せ、図紙に現場で方位を測り、直接縮小した地図を描いていく方法である。JNEC の測量実習ではこの手法を徹底して伝授した。



図1：JNEC の研修現場での平板測量⁵⁾

明治・大正時代の測量方法は、測量の現場を歩いて地図を作製した点で、200年前の伊能忠敬と同じである。伊能忠敬は、方向線と角度を彎窠羅針(わんからしん)というコンパス(磁石)で測り、歩測や鉄鎖によって距離を測った。測量結果は折れ線で表わされる。1800年の江戸時代に奥州街道と蝦夷地南投海岸の測量(第1次測量)から1816年の江戸府内の測量(第10次測量)を行った伊能忠敬は、歩測や鉄鎖を使った方法で日本の海岸線の形を、驚くほど正確に測定し作図することに成功した。今日でもその成果を確認することが出来る。但し伊能忠敬が全国測量を始めたのは、当時の天文学では日食や月食がいつ起きるか予測できないという問題があった。この解決には緯度1度の長さを測定し地球の大きさを確定する必要から伊能忠敬は測量を行ったと言われている。その頃幕府は蝦夷地の近海にロシア船が頻繁に来航することから、国防のための正確な地図

が必要と考えていた。そこで伊能忠敬の師匠の高橋至時(よしとき)は、地図作成と同時に緯度を調べ、緯度1度を正確に算定するために蝦夷地迄の測量と地図造りを幕府に要請し、弟子の伊能忠敬と全国測量が始まったと言われている。

伊能忠敬が実施した伊能図作成の測量法は「導線法」と言われ、海岸線や街道に図2に示した「梵天(ぼんてん)」と言う目印を立て、目印間の距離と、北を基準とした目標物の方位の角度を野帳に記録しながら作業を進める方法が実施された。²⁾

この伊能忠敬が今から200年以上前の江戸時代に、正確な伊能図を作成した際の距離測量で用いた「歩測」と、ブータン古来の身体寸法を使って建物を作ったゾー・ボン(Zoupon)と言う建築棟梁の測量手法を、実際に測量の実技教育に応用した。近代的な測量器械のない江戸時代の伊能忠敬の測量手法の測量の原点である「歩測」を、ブータンの実技研修で試みて体験させた。測量手法の基本中の基本を最初に教えた。



図2 測量経路を含む風景を描いた絵図(出典:伊能忠敬記念館蔵)別冊太陽「伊能忠敬」²⁾

3. 測量は何のために行うか

日本では既に200年前に伊能忠敬らにより、日本全図が完成していた。その後明治に入り西洋の測量器械が導入され、急速な進歩があった。特に明治13(1880)年には三角点・水準点の位置である緯度、経度、高さの基準による地図作成が開始され、明治16(1883)年から全国の三角測量が開始された。翌年の明治17(1884)年には、日本の位置基準を設置する三角測量と日本国内の高さを決める水準測量業務が陸軍に一元化された。それ以降の測量業務を纏めると、表1と、表2の様になる。¹⁾

表1 測量法上の分類

種類	内容
基本測量	全ての測量の基本となる測量で、国土交通省国土地理院が行う測量
公共測量	基本測量以外の測量の中で、公共の利益を目的として実施され、測量の基準の統一を図り、必要かつ十分な精度を確保する測量
基本測量及び公共測量以外の測量	基本測量、又は公共測量の測量成果を使用して実施する、基本測量及び公共測量以外の測量

測量を管理する国土地理院(Geospatial Information Authority of Japan)は、国土交通省設置法及び測量法に基づいて測量行政を行い、日本国内における「すべての測量の基礎となる測量」(基本測量)を自ら実施し、国家座標の維持管理を行う。又国土地理院以外の国の行政機関や公共団体が実施する公共測量の指導・助言を行う。ブータンにも、2007年8月15日に2007年土地法に基づき、国家土地委員会 National Land Commission Secretariat, NLCSが設立された。当委員会には12人のメンバーがおり、ブータンの土地管理、管理、測量、地図作成の頂点機関である。

JNEC 構内には図3、図4に示すように基準点がある。NLCSの管理の基に、GPSを使った測量を行い、基準点を設けている。先ずそれらの基準点を下にして、今回も測量の実習を開始した。実際にどこまでそれらの基準点が正確に設定されているかは、今後JNECの測量技術の向上に従い明らかになってくる。それが今回実施した測量実技の目的の一つでもある。設定した基準点がブータンのどの基準点に基づいているか、今後再測量を行って明確にする。その為にはNLCSが据えているブータンの水準原点の確認が必要である。今日ではGPSで測定するので、基準点は電子基準点になっている。日本では全国に1240ヶ所の電子基準点がある。ブータンでは今後のNLCSの重要な作業になると思われるが、それらについての確認も必要になる。

表2 測量の目的による分類

測量名	内容
1 基準点測量	全ての測量の基準になる基準点を設定する測量方法。平面位置の基準点には、三角点・電子基準点(多角点)等があり、これらの点はトータルステーション(TS)やGNSS(汎地球測位広報衛星システム)測量等で測定して設置される。又高さに関する基準点は、水準点・公共基準点等があり、これ等はレベル等で測定し設置される。
2 地形測量及び写真測量	主に地図編集を目的として、地形(地表面の起伏)や地物(走路・鉄道・河川・湖・建築物等)の位置や形状を把握する測量である。地図編集では、測量結果をコンピューターで編集出来るように処理をする作業等がある。
3 応用測量	道路・鉄道・河川・橋・トンネル・ダム・港湾・宅地造成等の建設工事をする際に必要な測量である。応用測量は、その目的により、路線測量・河川測量等に区分される。

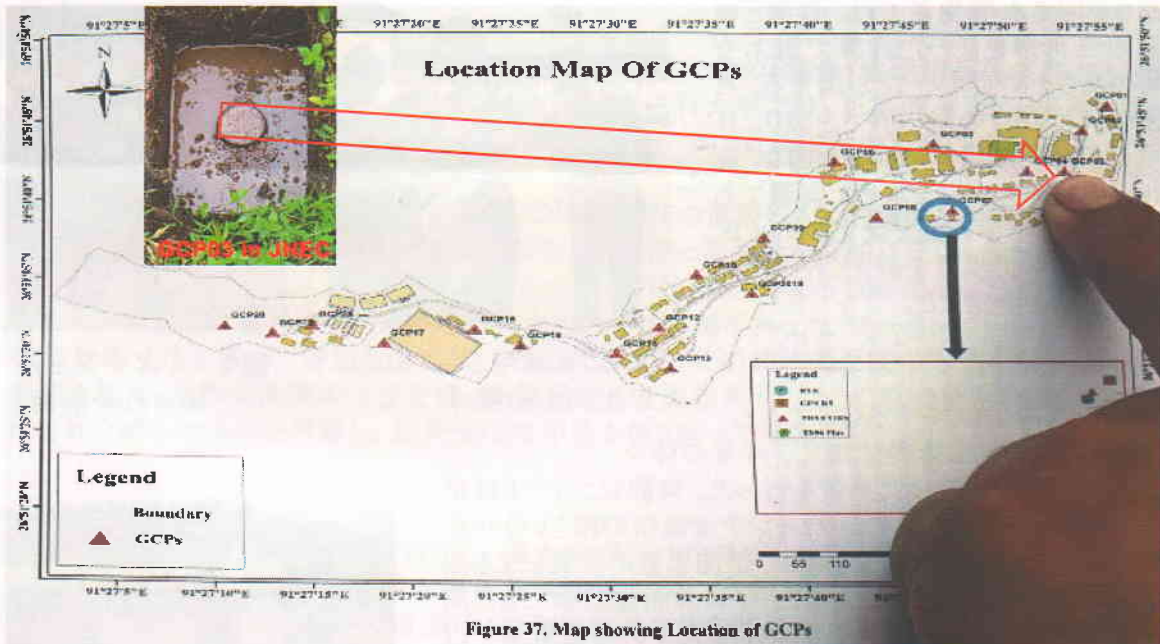


図3 JNEC構内の基準点(GCP)の位置図と基準点GCP 03

Point List

ID	Easting (Meter)	Northing (Meter)	Elevation (Meter)	Feature Code
GCP01	395640.674	2973066.936	838.764	Point
0015553	395245.000	2972835.417	883.146	Point
0015553_GNSS	395245.000	2972835.417	883.146	Point
GCP02	395804.331	2973020.942	863.800	Point
GCP03	395577.318	2972944.290	856.694	Point
GCP04	395524.691	2972947.312	882.131	Point
GCP05	395393.073	2973005.107	869.200	Point
GCP06	395261.619	2972977.768	874.070	Point

図4 JNECの基準点リスト

4. ブータンの伝統建築で使われてきた、人体寸法を目盛りにするモジュール⁴⁾

(1) ブータン伝統建築の人体寸法表示

ブータンの伝統建築物には、設計図と言えるものは存在してない。ゾー・ポン(Zoupon)と呼ばれる棟梁の身体寸法により、外観のデザインも平面計画も進められる。例えばドム(Dom)は、両手を広げた幅であり、チュウ(Tchu)は、ひじから指先までの長さである。勿論その長さは、ゾー・ポンによって変わってくる。その他にも親指の第一関節の幅をソン(Tson)と言い、人差し指と親指をV字



図5 人体寸法を目盛りのモジュール⁴⁾

に広げた時の幅をジャツォ (Jatho) と言う等幾つかの尺度がある。ゾー・ボン(棟梁)毎に柱の間隔などスケールが違って来る。ブータン中部にある有名なタムシン・ラカンという建築が小振りなのは、創建時のゾー・ボンの背が低かったからという言い伝えがある。つまり、ブータンの伝統建築は、標準尺で建設されず、生身の身体寸法を目盛りとしたモジュールで構成されている。9)

歴史を辿ると、尺度は中東の最古の諸文明の幾つかのキュビット(腕尺)のどれからか出た直系の子孫である。建築と共に何かもつと恒久的な原標準の必要が起こった。この必要性をごく自然に満たしたのが、人間自身の手足の比率である。そして、肘から中指の先までの腕の長さを基本単位として用いた。この長さは、きわめて容易にてっとり早く、竿や棒に単位をしるすのに使われた。6)

(2) ブータンの古来の寸法表示を活用したモジュールの測量への応用

高さを図る水準測量では、目測と相似形の三角形を使った計算で樹木や建物の高さを測定することが出来る。右の図6, 7は各自の腕の長さを図り、目測用に使った棒切れの長さを図り、後は計算で樹木の高さを求める実習である。又各自の一步の幅を既定の20m区間を数回歩いて歩数を数え、平均して一步の歩幅を測定した。



図6 人体モジュールの学生同士の採寸



図7 人体モジュールと棒きれを活用した測量

5. 結論

大概の技術は体得するものである。今回の実技実習は体得に加え、自身の体を測定用のツールに使った実習を行った。実際にフィートは足の踵から指先までの長さであり、インチは親指の幅という寸法の取り方の歴史が今日に残る様に、伊能忠敬の歩測による測量の再現は得難い実習になった。今日の測量器械による測量を主体にしがちな日本の工業高校や大学の測量教育では、大切な測量技術の基本を学ぶ機会が少ない。新設されたJNECの測量・地理情報工学科では、基本中の基本の人体寸法モジュールの活用と伊能忠敬の歩測の効用を改めて学生に認識させる効果的な実習であった。



図8 歩測前の計測準備

参考文献

- 1)「測量」実況出版株式会社 平成 28 年 1 月 25 日発行
- 2)星埜由尚監修「伊能忠敬」別冊太陽 榊平凡社 2018 年 5 月 24 日
- 3)政春尋志「測量の歴史とその現場」機関誌『水の文化』38号、ミッカン水の文化センター
- 4)千葉工業大学ブータン伝統住居集落实測調査団. 2009 ~2015 調査対象地. 千葉工業大学調査団の成果書籍『ブータン. 伝統住居』ブータン王国政府公共事業省との共著
- 5)白井 一・清水昭弘 (NPO 法人国際建設機械専門家協議会)「ブータン王立大学における測量・地理情報工学科、学科立上げ時の測量実技教育の実践と考察」日本技術史教育学会鯖江大会発表論文
- 6)「技術の歴史第2巻」筑摩書房、昭和 37 年 10 月 30 日発行、第 30 章 度量衡



図9 JNEC 教員の歩測訓練