



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	森林内におけるGPS測定の可能性
Author(s)	小宮, 圭示; 水野, 久男; 杉下, 義幸 他
Citation	北海道大学演習林試験年報, 10, 105-108
Issue Date	1992-08
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/72948
Type	departmental bulletin paper
File Information	1991_2B-1.pdf



II B-1 森林内における GPS 測量の可能性

天塩地方演習林	小 宮 圭 示
"	水 野 久 男
"	杉 下 義 幸
"	市 川 一
森林科学科森林施業計画学講座	米 康 充

は じ め に

天塩地方演習林では人工衛星を用いた測量システムとして近年注目されている GPS について、その測量の実際と、森林内での実用について、実験を行ったのでその結果を報告する。

北海道大学演習林では、現在、超長期にわたる森林情報を蓄積するためにコンピュータによる情報処理システムの開発を行っている。その中のひとつに地図情報があるが、この情報を処理し蓄積することは大変な作業である。これを、より確実に、より簡便にそして長期間にわたって蓄積する必要がある。そこで、地図情報を緯度、経度で表す蓄積方法を採用することによって、演習林で扱ってきた場所に関する多量な情報を一括して処理でき、経営試験遂行上に大きなメリットがあると考えられる。例えば標準地や調査地等の位置情報を考えると、現在の方法で緯度、経度を求めるためには、トランシット測量などで基準点（三角点等）から測量する必要があるため、測点間の見通しの悪い林内では大変困難な作業となり、多大な労力と時間がかかる。また、長期間にわたる測点の保守などの現場の維持管理も困難となり、測点の紛失ということも予想される。そこで、GPS 測量は、気象等に左右されず、例えば現在のコンパス測量やトランシット測量では見通しのきかない等困難な測点間の測量等でも簡単に正しい結果が出せるなど利用度が高いと考えられる。また、紛失した測点も緯度、経度での記録があれば GPS 測量により容易に再現できる可能性がある。

1. GPS の概要

GPS (Global Positioning System : 汎地球測位システム) とは、米国が開発中の人工衛星による新しい電波測位システムである。これは本来、米国の国防省がその陸海空の航空機、艦船、陸上車両および兵士個人の航法用として開発してきたものである。GPS 衛星は高度約 2 万 km の軌道にあり、1992年1月現在、16個の衛星が測位用として使用中であるが、1992年中には使用中のものを含め21個配備され、常時地球上から4個以上視界内にあるようになる予定であるといわれている。

今回使用した受信装置は、米国トリンブル社製の4000SST という干渉測位用受信機 2 台である。

近年、小型軽量の安価な GPS が出回っているが、これは、小型船舶の航法用としての単独測位用のもので、測量精度が非常に悪い。単独測位とは、衛星からの電波の伝搬時間を利用して位置の確定をする方法であり、干渉測位とは、衛星からの電波の位相を利用した測位方法である。

GPS による測量分野への応用は、相対測位法と呼ばれる方法を用いている。相対測位法には、単独測位用受信機を 2 台使用するトランスローケーションと、干渉測位用受信機を 2 台使用する静止測量とキネマティック測量と呼ばれる方法がある。

トランスローケーションとは、二つの観測点で同時に人工衛星からの電波を受信し、両者のデータにより2観測点間の相対位置を求めるというものである。この方法によると、1台で行う単独測位による誤差要因の大部分が相殺されて精度が向上する。

次に静止測量とは、観測方法はトランスローケーションと同じであるが、使用する受信機と両者のデータをパソコンで解析するという点に違いがある。また、観測時間がトランスローケーションよりかなり長い時間が必要となるが、精度はきわめてよい。

キネマティック測量とは、受信機2台のうち一方を固定局、他方を移動局とする。固定局を基準となる観測点に固定し、移動局を次々と観測点に移動させて、基準となる観測点からの各観測点の相対座標を求める方法である。

2. 実験方法および結果

まずはじめに、2点間の静止測量を実験した。従来の巻尺による計測で2点を固定し、それをGPSで測量した。この実験結果は表-1のとおりである。91年11月8日の10時25分30秒から11時41分のあいだに20mを75分30秒間測定した結果、巻尺による計測との差は-0.1cmであった。計算処理の対象とする観測時間を30分間とするとその差は-0.2cmとなり、また、この時間を10分間とすると26.7cmの差となった。しかし、計算処理の対象とする観測時間を10分間とすると、信頼度の値が計算結果に与える十分な信頼性の許容限度を超えてしまっている。したがって、静止測量で20mを測量する場合は、30分程度の観測で信頼度のある結果が得られるということになる。GPS受信機製造元では、通常、静止測量で60分程度の観測時間で4個以上の衛星信号が取得できれば $1\text{cm} \pm (\text{基線長}) \times 2\text{ppm}$ 、3個取得できれば $1\text{cm} \pm (\text{基線長}) \times 5\text{ppm}$ の水平距離精度があるとされている。今回の実験では、精度の検証には重点を置いていなかったため、距離測定に巻尺を使用した人為的誤差を含んでいる。

次に、森林内における人工衛星からの電波の受信状況の実験をするために、三つの条件を設定した。1番目は、造林地のようなうっぺいした樹冠下。2番目は、平坦な溪畔林。3番目は、V字型の沢の中。この結果は表-2のとおりである。

まず、それぞれのPLOTの状況の指標として、開空度というものを、観測点の真上の状況を16mmの魚眼レンズを使用して写した写真より求めた。結果はPLOT 1からそれぞれ22.3%、78.4

表-1 静止測量実験結果

日 付 設定距離 衛星番号	時 刻		時 間	水平距離 m	信 頼 度
	自	至			
91 11 08 【20m】 sv13 sv14 sv18 sv24	10:25:30	11:41:00	75分30秒	19.999	42.87
	11:00:00	11:30:00	30分	19.998	12.33
	11:00:00	11:10:00	10分	20.267	*****
	11:00:00	11:05:00	5分	20.163	*****
91 11 08 【100m】	14:27:45	15:43:00	75分15秒	99.940	32.95
91 11 11 【30m】 sv3 sv6 sv16 sv18 sv19 sv24	13:47:30	14:24:30	37分	30.127	19.69
	14:00:00	14:05:00	5分	29.909	*****
	14:00:00	14:01:00	1分	29.910	*****

* 3以上

表－2 森林内での受信感度実験結果

PLOT	1			2								3			
状況	トトマソ造林地 1935年 植栽 平均樹高 21m 平均胸高直径 32cm			溪畔林 ヤナギ外10種 最大樹高 16m 最大胸高直径 38cm								V字型沢の中 斜度 30度			
開空度	22.3%			78.4%								50.7%			
時刻	10:48			14:00			14:07				14:34				
衛星番号	sv 13	sv 18	sv 24	sv 16	sv 19	sv 24	sv 3	sv 16	sv 19	sv 24	sv 3	sv 6	sv 16	sv 24	
仰角	87	50	36	71	31	53	36	73	31	50	38	34	78	36	
方位角	244	120	296	317	64	161	309	323	61	162	292	131	14	164	
S/N比	13	16	7	16	6	15	12	21	8	18	15	9	16	9	

％、50.7％となった。これは、数値が大きいほど電波を遮断する木の葉や枝が少ないということである。

今回使用した受信機では、受信状態の情報が現場で即座に得ることができた。それは、受信衛星番号、仰角、方位角、およびS/N比である。受信衛星番号とは、ある観測時刻に、利用可能な衛星の番号ということであり、仰角、方位角とは観測点から衛星を見た角度であり、S/N比とは衛星からの電波の受信状態である。S/N比の値は5以上で利用可能となり、それ以下の場合にはデータの取り込みは行われない設定となっている。

PLOT 1における利用可能衛星数は3個で、PLOT 2では3個から4個、PLOT 3では4個という結果となった。前述したとおり、静止測量では利用可能衛星数とその測量精度に影響を与えるが、この3つのPLOTのようなところでは、GPSは実用可能といえる。しかし、今回の実験は、11月だったため広葉樹は落葉しており、葉がある状態での実験が必要である。また、GPS測量は観測点間では地形に左右されないが、受信機と衛星の間では地形が影響すると考えられる。実験では、受信機と衛星の間に木があるときや衛星が山の陰となるような高度にあるときは電波を受信できなかった。しかし、アンテナを移動するか、時間の経過で衛星が移動してくることによって受信可能となったことから、山や木が障害物となって衛星の電波を遮ることがわかった。したがって、衛星の配置状態と地上の現場状況を野外作業前に十分把握して、衛星配置の最良の時間帯に観測を実行すればもっと多くの衛星が受信できるはずである。これらの衛星の位置情報は、常に、パソコンで簡単に出力することができる。

3. 問題点と考察

以上、今回行った実験について報告したが、GPSの特徴は、測量作業の省力化が期待でき、測点間の見通しを必要としないため、森林の伐採をしないで済むということ、また、全天候で測量作業ができ、誰でも簡単に精度の高い測量ができることである。表－3はそのGPSによる測位方法をまとめたものである。GPSの測位方法には受信装置そのものの違いと、同じ受信機でも測量方法の違いがある。そこでGPSを導入するならば、精度の許容範囲、測量作業手順や、測量時間などといった条件により、目的に応じた方法を選択することが必要となる。例えば、自分の現在地を100mの誤差で即座に把握したい場合は、単独測位用の受信機が1台あればよい。

また、基準点の設置、PLOTの位置決定等には干渉測位用の受信機2台で静止測量を行えばよい。

表-3 GPSによる測位方法

測位方法	単独測位	相 対 測 位		
		トランスロー ケーション	干 渉 測 位	
			静 止 測 量	キネマティック
受 信 機	単独測位用 1 台	単独測位用 2 台	干 渉 測 位 用 2 台	
観測時間	1～数秒		60分程度	1分程度
処理方法	リアルタイム	リアルタイム オフライン	オフライン	
精 度	公称100m	数m	1cm+(基線長)×2ppm	2cm+(基線長)×2ppm
特 徴	携帯型で 即座に自 分の位置 が把握で きる。	オフラインの 場合は短時間 で測量できる。 リアルタイム の場合は観測 点間で無線通 信が必要とな る。	2点間の相対位置を求め るものである。 長い観測時間が必要であ る。 精密な測量ができる。	いろいろな方法があり、 高速・ワンマンキネマテ ィック測量では移動観測 中に衛星からの電波の遮 断があってはならない。 観測時間が短くて精密な 測量ができる。
用 途	1. 船舶の 航法用	オフラインの 場合 1 更新地の区 画測量 2 林道の路線 測量 リアルタイム の場合 1 既設点の発 見 2 林内での現 在位置の把 握	1 基線測量 2 トンネル両端の位置決 定 3 基準点測量 4 PLOTの位置決定 5 コンパスによる林道路 線測量等の補正	移動観測中に電波を遮断 するような障害物のない ところで、トランスロー ケーションのオフライン の場合と同様の測量がで きる。

さらに、更新地の区画測量、林道の路線測量にはトランスローケーションが適当と思われるが、残念ながら今回の機材では、すべての方法の実験はすることができなかったのもので、その方法や手順は今後調査する必要がある。

このように一口にGPS測量といってもいろいろな方法があるので、今後、GPS測量は、演習林での実用に適した機材と方法を十分調査し導入できれば、簡易な測量作業により、長い期間にわたってより確実な情報の蓄積が可能になると考えられる。