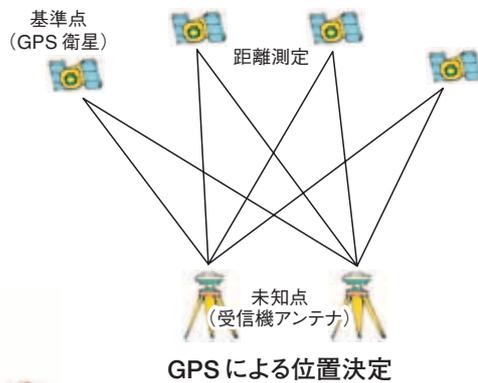


お兄さんは 測量士!!

漫画家 田中幸代 原案 寺尾汀子

GPSのしくみ(Ⅱ) 位相観測



先月はGPSのしくみについて話したね。GPS測位のしくみは、観測点から位置の分かっているGPS衛星までの距離を測ることだということだったね。



その距離が電波を使って求められるんだよね。

1

そうだね。今日はGPS測量で使われているその距離の測定方法についてすこし詳しく話すことにしよう。はじめに電波ってどんなものだと思う？

ラジオの電波とか携帯の電波とか…？



そうだね。現在では電波は情報の伝達に欠かせないものとして様々な場面で使われているね。電波は、正確には電磁波と呼ばれているんだ。光もこの電磁波の一種なんだ。

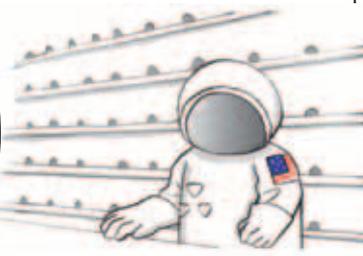
またお兄ちゃんお得意の物理だね。

おいらにや、ちと頭がいたくなりそうだワン。



3

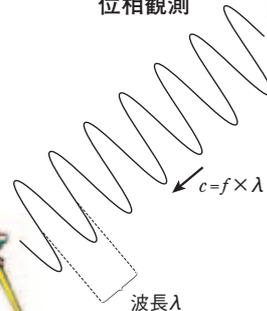
人類が電波のことを理解できるようになったのは、せいぜい150年ほど前なんだ。でもこの150年ほどの間に、電波を使っていろんなすばらしいことが出来るようになったんだね。今世界中でテレビが見られるのも、アポロ11号の阿姆斯特朗船長が地球と交信できたのもすべて電波のおかげだね。



波の数を数える位相観測



GPS衛星



GPS受信機

話が脱線しちゃったけど、本題に戻ろう。電波の様子を表すのに電波の周波数と波長が使われる。右上の図を見たほうが早いね。電波が伝わる速さは、約30万km/sでこれは光と同じだね。電波の周波数と波長と速さとの間には、
周波数(f)×波長(λ)
= 電波の伝わる速さ(c)
という関係があるんだ。

だんだん本格的に物理の授業になってきたね。



もうすこし我慢して

分かった。

おいらは、我慢にはなれているよ。食事が遅くてもほえたりしないワン。



6

7
GPSの電波の場合、この波長が物差の目盛りの役割をしていて、この波の数を数えることで距離が分かるようになってる。測量用のGPS受信機でこの電波の波の数を数えることを位相観測と呼んでいるんだ。



ふーん。“位相”か。耳慣れない言葉だね。

8
衛星からの電波は1秒間に f 回振動するから、受信機が1秒間に受け取る波の数も f 個と一定のはずだね。でもここで不思議なことが起きる。受信機で1秒間に受け取る波の数がGPS衛星の動き(速度)によって変わるんだ。



これは、救急車のサイレンの音が、近づく時は高いけど、遠ざかる時は低くなるのとおなじで、ドップラー効果と呼ばれている現象なんだ。この時、音の高さから救急車の速度が計算できるんだ。

ピーポピーポ
ピーポピーポ



ピポピポ
ピポピポ

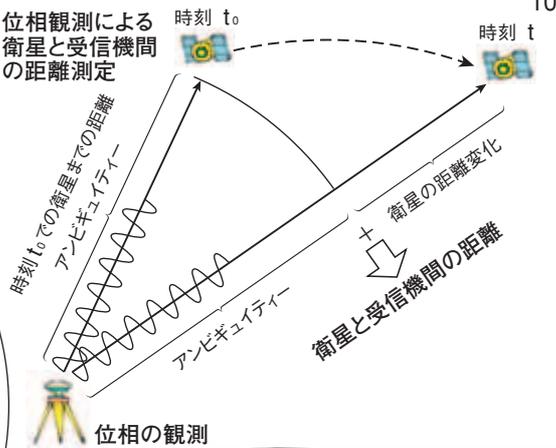
確かにピポピポからピーポピーポと変わって聞こえるワン。

9
同じ理屈で、GPSの位相観測で1秒間に受け取る波の数を観測することで、観測点に対するGPS衛星の速度が分かるんだ。それに観測時間を掛ければ、距離 = 速度 × 時間だから、観測点と衛星との距離変化が分かるというわけだ。



ふーん。波の数を数えるという位相観測が距離を測ることになるんだね。

10
位相観測による衛星と受信機間の距離測定



ただこれだけでは、観測点と衛星との距離変化しか分からない。衛星と受信機との距離を求めるためには、この距離変化に観測を始めた時の衛星と受信機の距離を加えてやる必要がある。観測を始めた時の衛星と受信機の距離は「アンビギュイティー」と呼ばれていて、実はGPS測量最大の問題なんだ。



これが分からないと、衛星と受信機間の距離も分からないんだよね。

アンビギ? 変な名前だワン。

11
アンビギュイティーは、「あいまい」とか「不定」という意味なんだ。でもこれは観測時には分からなくても、観測をたくさん行えば、後で計算で求めることができ、結局、衛星と受信機間の距離も分かるようになっているんだ。



ふーん。ちょっと、あいまいな感じ...

わしは疲れたワン。コーヒーブレイクだワン。