

移動時の干渉測位における利用衛星選択効果に関する研究

日本大学 学生会員 ○池田 隆博
日本大学 正会員 佐田 達典
日本大学 正会員 石坂 哲宏

1. はじめに

現在、衛星測位システムとしては、GPS と GLONASS が正式運用されており、公共測量の作業規程の準則においても併用測位に関する記述がされている¹⁾。

併用測位に伴う衛星数増加の効果としては、遮蔽環境下でも測位に必要な衛星数が得られるなど、測位可能な場所の増加が挙げられる。また、衛星数が増加することで、マルチパス等の誤差を含む衛星電波を排除しても測位に必要な衛星数を確保できる可能性があり、今後の干渉測位方式による測量作業では、測位計算に使用する衛星を事前に選択する手法が求められるものと想定される。

そこで本研究では、マルチパス等の誤差を含む衛星電波を判別する手法を検討し、干渉測位における利用衛星選択効果について検証を行った。本稿ではその結果を報告する。

2. 測位計算に使用する衛星の選定

マルチパス等の誤差を含む衛星電波の判別は、信号強度を用いた手法が効果的であるが、本研究ではさらに、搬送波の位相遅延量から判別に有効な指標を算出し、測位に使用する衛星の選択を行うものとする。

搬送波の位相遅延量は、衛星電波の周波数帯と伝搬経路における総電子数に依存するため、低仰角な衛星ほど周波数の異なる L1, L2 搬送波間の位相変化に差が生じる。位相変化については、位相差に正確な光速を乗じ、搬送波に応じた周波数で割ることで衛星と受信機間の距離変化が得られ、異なる周波数帯の距離変化の差は式(1)より求められる。

$$L = (\phi_t^{L1} - \phi_{t-1}^{L1}) \frac{C}{f_{L1}} - (\phi_t^{L2} - \phi_{t-1}^{L2}) \frac{C}{f_{L2}} \quad (1)$$

L : 距離変化の差(m) ϕ : 位相積算値(cycle)

t : 時刻(s) C : 光速(m/s) f : 搬送波周波数(Hz)

ここで、電離層による遅延は 10km 以下であればほぼ同一であるため、正常な衛星電波が計測されると、同

範囲に設置した受信機間では類似した結果が得られるものと想定される。しかし、マルチパス等の影響を受けた場合、観測された搬送波の位相に誤差が含まれるため、距離変化の差の較差は大きくなるものと考えられる。本研究では、この較差を衛星電波の状態を表す指標の 1 つとして使用する。

測位計算に使用する衛星の選択については、RTK 測位による実時間での解析を考慮し、予め閾値を設定して行うものとする。衛星選択に用いる指標は、上記の指標に加えて L1, L2 の信号強度であり、基準局と移動局で得られた各指標の較差が表-1 に示す値を上回る場合、観測衛星数に応じて対象となる衛星を測位計算に含めないものとする。なお、各指標の閾値の算出については、マルチパスが発生しにくい環境下で 2 台の 2 周波受信機を用いて得られた GPS と GLONASS の 1Hz による RINEX データを使用し、可視衛星を対象とした距離変化の差の較差と L1, L2 の信号強度の較差の最大値を使用した。

表-1 各指標の較差の閾値

衛星系	距離変化の差(mm)	L1信号強度(dBHz)	L2信号強度(dBHz)
GPS	4.9	9.8	15.5
GLONASS	4.9	8.1	11.3

3. 利用衛星選択効果に関する検証

(1) 検証方法

日本大学理工学部船橋キャンパスの内外に検証用のコースを設定し(図-1)、2 周波受信機による基準局と



図-1 各走行コースと受信機設置状況

キーワード : GPS, GLONASS, 干渉測位, 搬送波, 信号強度

連絡先: 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部交通システム工学科空間情報研究室 TEL047-469-8147

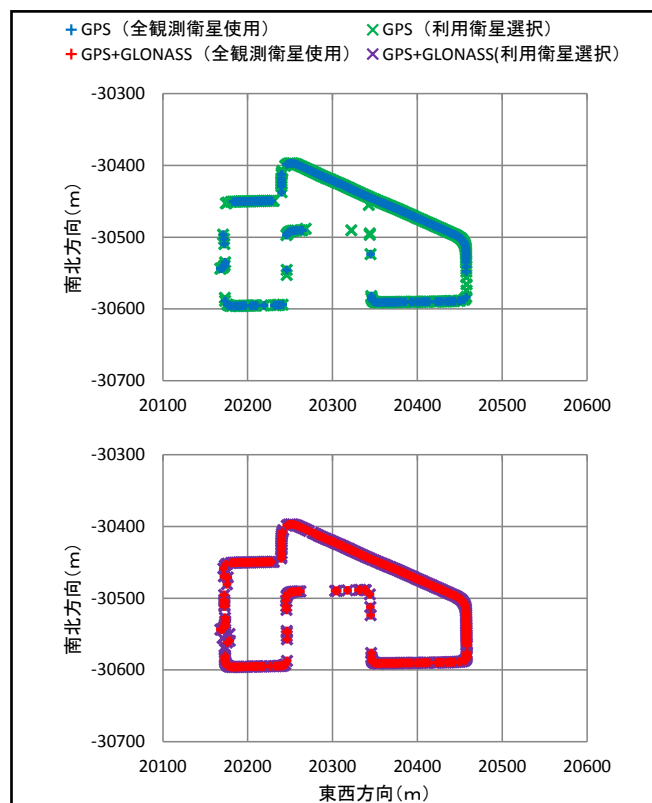


図-2 経路AのFix解分布(セッション1:1周目)
同受信機を搭載した移動局車両でGPSとGLONASSのRINEXデータを同時帯に1Hzで取得した。使用した受信機は、ニコン・トリムブル社製 Trimble NetR8であり、双方で得られた観測データより各指標の較差を算出し、衛星選択効果の検証を行った。なお、実験は、2012年12月2日に異なる時間帯で実施し、双方のセッションともに、経路Aを2周走行後、経路Bを2周走行した。

(2) 検証結果

取得した観測データより、表-1の閾値を用いて計算に使用する衛星を選定し、キネマティック解析を行った。使用した解析ツールはRTKLIBであり、整数値バイアス決定手法をInstantaneous、解析周波数をL1+L2に設定して行った。

各経路におけるFix解の取得位置を図-2、図-3に示す。[GPSのみ]、[GPS+GLONASS]ともに、全観測衛星使用時にFix解が全く得られない位置では、利用衛星を選択してもFix解が得られないことがわかる。しかし、断続的にFix解が得られる位置では、利用衛星を選択した場合、同位置において連続したFix解の取得が確認された。衛星条件毎のFix解の取得割合をセッション別に表-2、表-3に示す。[GPSのみ]、[GPS+GLONASS]ともに利用衛星を選択することでFix率の向上が見られるが、割合の増加は、GLONASS併用時のほうが大き

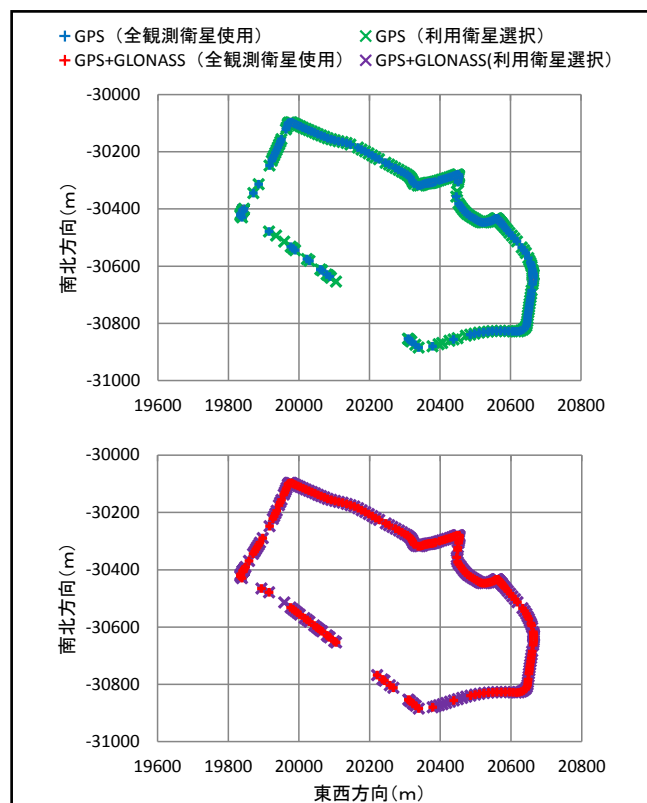


図-3 経路BのFix解分布(セッション1、1周目)
表-2 セッション1回目のFix解の測位率(単位:%)

観測状況	全観測衛星使用		利用衛星選択	
	GPSのみ	GPS+GLONASS	GPSのみ	GPS+GLONASS
移動時(経路A)	49.6	61.3	54.4	65.6
移動時(経路B)	60.4	67.6	63.8	73.3

表-3 セッション2回目のFix解の測位率(単位:%)

観測状況	全観測衛星使用		利用衛星選択	
	GPSのみ	GPS+GLONASS	GPSのみ	GPS+GLONASS
移動時(経路A)	55.0	78.8	56.6	83.2
移動時(経路B)	84.5	91.4	87.8	96.5

い傾向が確認できる。GLONASS併用により観測衛星数が増加するため、[GPSのみ]の場合よりも、誤差の少ない衛星電波を多く選択できたためと推察される。

4. 結論と今後の予定

検討した手法を基に測位計算に使用する衛星を選択したところ、観測衛星の多い[GPS+GLONASS]のほうがFix率の向上効果が大きい結果が得られた。しかし、一部の観測時間帯では、衛星選択により解析不可となる場合も確認されており、今後、衛星配置も含めて検討を行う予定である。

謝辞：本研究は平成24年度科学研究費補助金(基盤研究C)23560632の助成を受けた。ここに記して謝意を申し上げる。

参考文献

- 1) 日本測量協会 測量技術センター：公共測量作業規程の準則，pp.10-106，2011.12