

# 搬送波位相の小数部だけを使う新測位手法 (FCP)

## GNSS Precise Positioning Method using Fractional part of the Carrier Phase (FCP)

小林誠司  
Seiji Kobayashi

公立諏訪東京理科大学 地域連携研究開発機構  
Organization for Regional Collaborative Research and Development, Suwa University of Science

### 1. はじめに

高精度相対測位を実現する搬送波位相測位 (RTK-GPS) が多く使われている[1]. RTK-GPS の測位端末から出力される搬送波位相は整数部だけで 8 桁あり, 近年実用化された長距離・低速度の無線通信技術 (LPWA: Low Power Wide Area) を適用するには情報量が大きすぎる. そこで測位端末から測位プログラムに伝送する情報量を減らした新手法 (FCP) を提案し実験確認したので報告する[2].

### 2. 提案手法 (FCP)

従来の搬送波位相測位と同様に基準点 (A) と測位点 (B) に測位端末を設置し, それぞれ GNSS 衛星を受信して搬送波位相を検出する.

FCP では 2 台の測位端末で搬送波位相を検出するタイミングを正確に合致させ, 同一時刻に取得した搬送波位相の小数部 (瞬時位相  $\varphi$ ) だけを測位プログラムに伝送することで情報量を削減する.

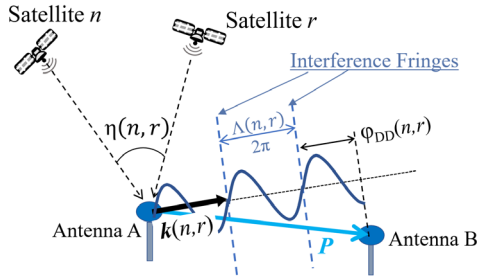


図1 FCPの測位コンセプト

基線長が短い場合, 各衛星からの電波を平面波として扱うことができる. このとき 2 衛星 (衛星  $n$  と基準衛星  $r$ ) により形成される干渉縞は格子ベクトル  $\mathbf{k}$  に直交する方向に形成される. ここで格子ベクトル  $\mathbf{k}$  は基準点 (A) から 2 衛星に向かう方向ベクトルの差分である.

FCP は瞬時位相  $\varphi$  から二重位相差  $\varphi_{DD}$  を求め, 下式の評価指標  $E$  を最小とする基線ベクトル  $\mathbf{P}'$  を探索して測位する.

$$E(n, r, \mathbf{P}') = \frac{1}{4} |e^{j\varphi_{DD}(n,r)} - e^{j\Omega(n,r,\mathbf{P}')}|^2 \quad (1)$$

ここで  $\Omega$  は格子ベクトル  $\mathbf{k}$  と推定基線ベクトル  $\mathbf{P}'$  の内積で定まる干渉縞位相である. 整数バイアスを無視しているため, 探索の初期値として基線ベクトル  $\mathbf{P}'$  の概略値が必要である.

### 3. 実験結果

2 台の u-blox 社 GNSS 受信機を基線長 9.64m の位置に設置し, 時刻誤差を補正して 2 台が同一時刻で検出した搬送波位相 (瞬時位相) を求め, FCP を用いて測位する実験を行った.

(1) 8 衛星から得られた瞬時位相の例を図 2 に示す. この図から情報量が少ないことが直感的に理解される.

Computer A		Computer B	
G10	0.572	G10	0.882
G12	0.897	G12	0.976
G22	0.473	G22	0.648
G23	0.959	G23	0.180
G24	0.205	G24	0.503
G25	0.313	G25	0.472
G31	0.233	G31	0.843
G32	0.150	G32	0.982
$n$	$\varphi_A(n)$	$n$	$\varphi_B(n)$

図2 測位端末 A, B から得た瞬時位相  $\varphi_A$  と  $\varphi_B$

(2) 300 エポックの基線長測位を 1 秒間隔で行った結果を図 3 に示す. 測位結果のバラつきが約 1cm 以内に収まり, RTK-GPS の測位結果 (9.64m) と平均値が一致することで測位原理を確認した.

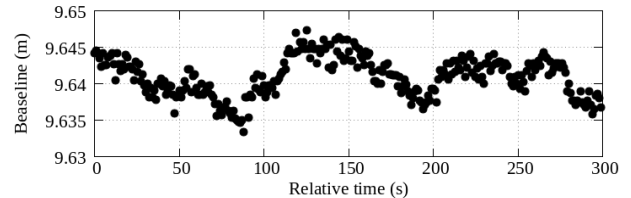


図3 基線長の測位結果 (1 秒間隔, 300 エポック, 基線長 9.64m)

(3) FCP で測位精度を上げると探索回数が増えて演算時間が長くなる. そこで探索範囲を 2 段階に切り替える工夫を施した. 第一段階では粗く探索して測位範囲を絞り込み, 第二段階で狭い範囲を細かく探索することで精度を上げる. 市販コンピュータで測位演算時間を 38ms まで短くできた.

### 4. 文献

- [1] 高須知二: “RTK-GPS 及びネットワーク型 RTK-GPS 測位技術,” 日本航海学会 GPS 研究会 GPS/GNSS シンポジウムテキスト, 2007.11, pp. 213-218, 2007.
- [1] 小林誠司: “搬送波位相の小数部を使った GNSS 搬送波測位手法 (FCP),” 測位航法学会論文誌, 2023 年 14 巻 2 号, pp. 7-14, 2023.