

スマートフォンの GNSS観測データを使用した RTK測位

○伊田 裕一^{1,2}, 池田 将平^{1,2}, 野村 宏利^{1,2}, 近藤 徹^{1,2}, 大西 健広^{1,2}

¹ソフトバンク株式会社, ²ALES株式会社

目次

- 背景
- 検証方法
- 検証結果
- まとめ

背景

従来のスマートフォンでのRTK測位

- ・ソフトバンク株式会社では高精度測位サービス「ichimill」の展開に合わせ、ALES株式会社と共同でスマートフォンのGNSS観測データを用いたRTK測位の可能性について検討してきた。
- ・当初はL1信号のみのGNSS観測データを用いて検討を行っていたが、信号品質が十分でなくFix解を得ることは困難であった。

スマートフォンでのRTK測位の従来研究

- 多くの研究では 基線長が短い、または外部アンテナを用いた構成が 採用されており、スマートフォン単体での実利用環境とは大きく異なる条件で検証されていた。
- TTFFが30秒程度以上のため、利便性がよいとは言えない状況であった。

従来研究の一例

No.	タイトル	著者	基線長	アンテナ	TTFF(内蔵アンテナ)
1	Instantaneous, Dual-Frequency, Multi-GNSS Precise RTK Positioning Using Smartphones	Yong et al. (2021)	数m以下	内蔵及び 外部アンテナ (再放射)	—
2	The Superiority of Multi-GNSS L5/E5a/B2a Frequency Signals in Smartphones: Stochastic Modelling, Ambiguity Resolution and RTK Positioning	Miao et al. (2022)	10m程度	内蔵及び 外部アンテナ	27秒-45秒 (使用衛星や信号の組み合わせによる)
3	Real-Time Kinematic Positioning Using Multi-Frequency Smartphone Measurements	Zanini et al. (2025, Eng. Proc./ENC 2024)	1km, 5km, 25km	内蔵及び 外部アンテナ (再放射)	28秒～175秒 (基線長による)

L5信号でのRTK測位の可能性

- ・近年スマートフォンでもL5信号が受信可能となってきた。
- ・L5信号はL1、L2信号よりも信号品質が良いことが知られており、RTK測位においてFix解を得られる可能性が高いと期待できる。



- ・スマートフォンで受信した衛星信号の品質を確認したうえで、スマートフォンのGNSS観測データのL5信号のみを用いる測位アルゴリズムを自社開発し、後処理測位プログラムを作成した。さらに、スマートフォン内蔵アンテナを使用し、実使用を模した条件で後処理 RTK 測位を試みた。

検証方法

検証方法

- 1) スマートフォンの観測データを取得
- 2) 同時間帯における近傍のソフトバンク独自基準点のGNSS観測データ
およびエフェメリスを用意
- 3) 1)および2)のデータを自社開発の後処理RTK測位プログラムに入力し、
コードのみを使用したDGPS測位結果および、搬送波位相も併用したRTK測位結果を算出

その他の検証条件

測位環境	オープンスカイ・静止状態・内蔵アンテナ使用
使用信号	L1帯, L5帯
使用衛星	GPS、Galileo、BeiDou、QZSS
測位モード	Static
使用機種	Google Pixel 6
基線長	7.5km
動作環境	PC（オフライン処理）



Google Pixel 6
2021年10月28日発売

検証実施地点および検証環境

- ・検証場所：東京都小金井市小金井公園広場（オープنسカイ）
- ・設置状況：アルミホイルを敷いた台上に静止配置



検証結果

信号品質調査

- 信号品質調査として、L1信号およびL5信号のサイクルスリップの状況を調査
 - 搬送波位相の2重差を計算し、1/4波長以上の飛びを検出するとサイクルスリップが発生したと見なした。
- 調査の結果、L5信号はL1信号と比較しサイクルスリップが少なく、信号品質が良いことが分かった。

信号	GPS	Galileo	QZSS	BeiDou
L1	1127/9853(11.4%)	729/6591(11.0%)	430/5730(7.5%)	1205/17230(7.0%)
L5	348/6103(5.7%)	122/7240(1.7%)	0/6583(0%)	152/11724(1.3%)

サイクルスリップ発生回数/観測個数(サイクルスリップ率)

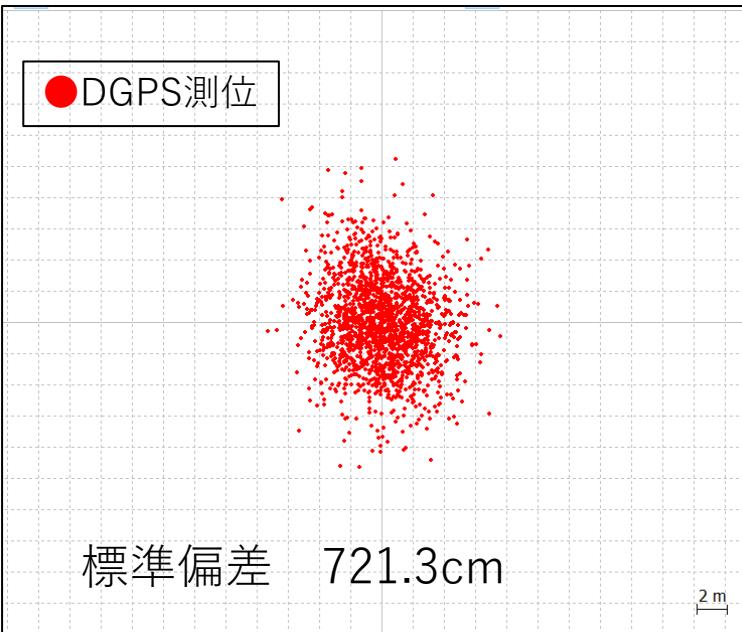
測位結果(DGPS測位)

コードのみを用いたDGPS測位を行った結果、L5信号では、L1信号（RTKPOSTを使用）よりもDGPS測位の標準偏差が小さくなった。

測位アルゴリズムの違いもあるものの、L5信号はL1信号よりもコードの精度が高く、信号品質が良好であるからと考えられる。

L1:

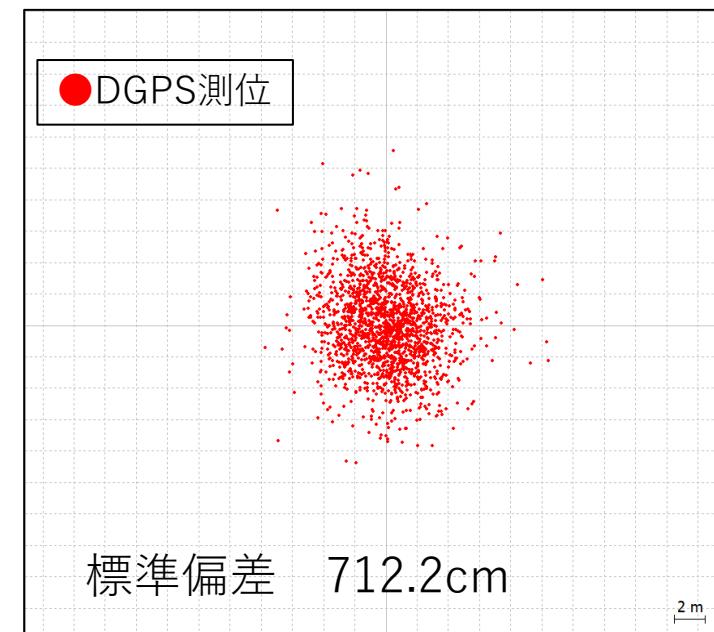
計算SW： RTKLIB RTKPOST



計測時間 30分

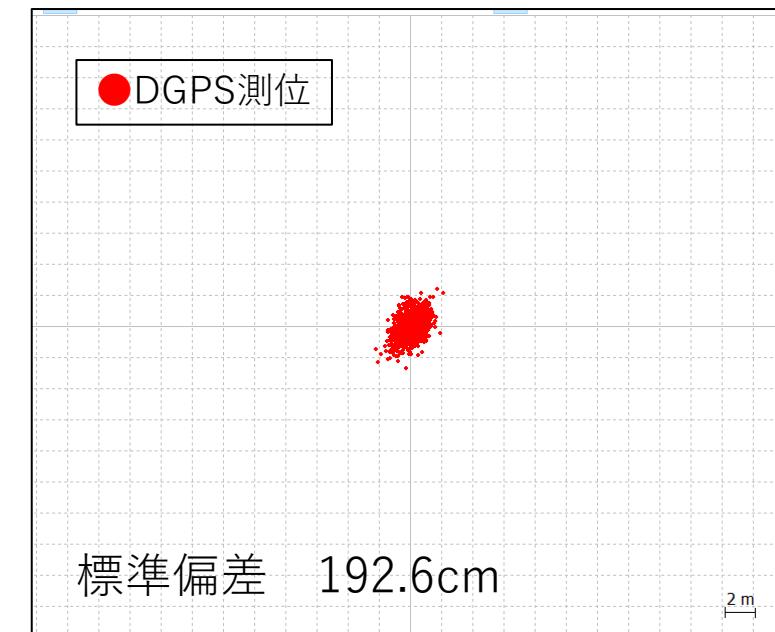
L1:

計算SW： 自社開発SW



L5:

計算SW： 自社開発SW

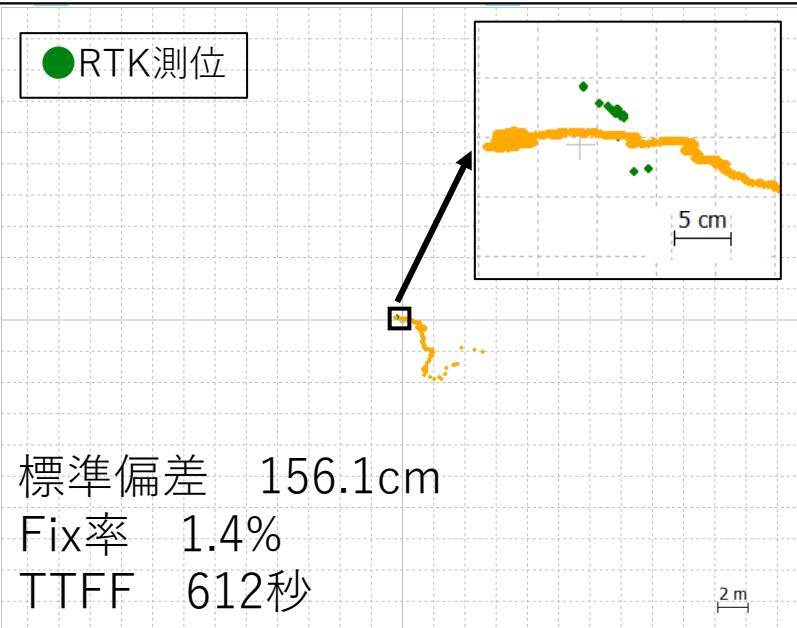


測位結果(RTK測位)

L1信号を使ったRTK測位では、Fix率が非常に低く、測位精度が悪かった。一方、L5信号を使ったRTK測位では、Fix率は100%と高く、TTFFも早く、cm級の精度で測位できることが確認できた。

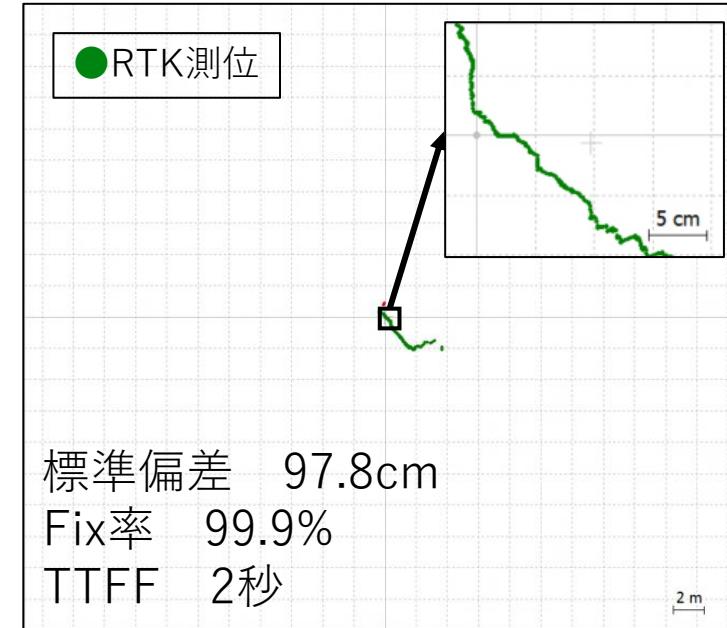
L1:

計算SW: RTKLIB RTKPOST



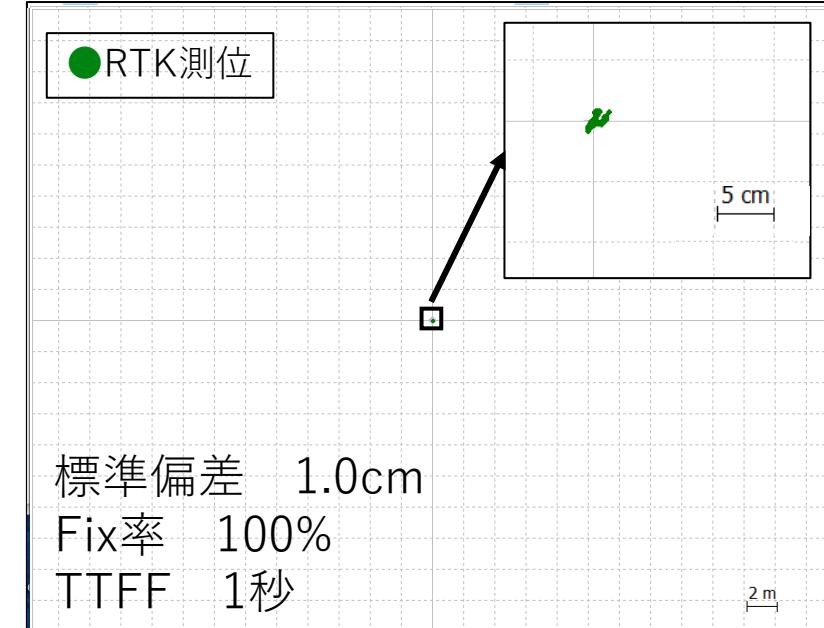
L1:

計算SW: 自社開発SW



L5:

計算SW: 自社開発SW

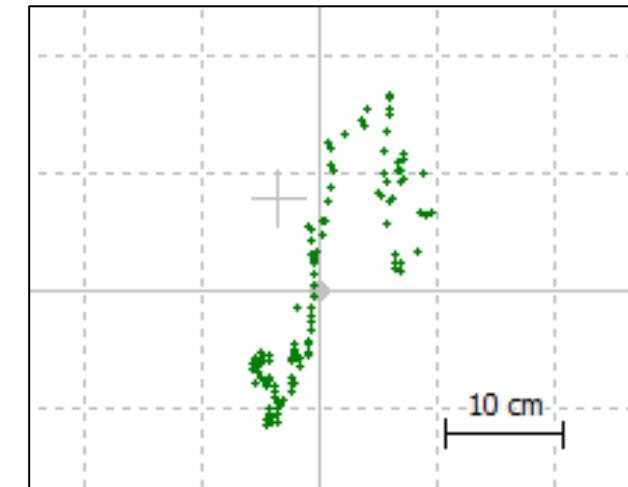


計測時間 30分

まとめ

まとめ

- ・今回検証したスマートフォン(Google Pixel 6)においては、L5信号の信号品質が良好であること、およびRTK測位が可能なことが確認できた。
- ・ただし、スマートフォンの利用環境はオープンスカイとは限らず、胸ポケットに収納したり手に持ったりして測位を行う状況が想定される。一例として、胸ポケットに入れた状態で検証を実施したところ、人体の遮蔽などの影響により、標準偏差が 33.7 cm と大きくなることが確認された。
- ・そのため、実用上においては取り扱いが難しく、cm級の測位結果を得ることは難しいことも確認している。



胸ポケットに入れた状態での測位結果の例

EOF