

ブイ式GPS波浪計のGNSS化による 測位の改良効果



(一財) 沿岸技術研究センター

//

国土交通省近畿地方整備局港湾空港部

//

(特非) 海上GPS利用推進機構

//

津田 宗男○

星加 泰央

黒田 智広

三邊 ふみ

畑 孝人

藤内 義樹

報告の項目

1. RTK-GNSS化について
2. 実証試験の項目
 - (1) RTK 基線距離の延伸 (20km → 30km)
 - (2) 捕捉/演算衛星数
 - (3) 位置精度劣化度 PDOP
 - (4) FIX解, FIX率, FLOAT解
 - (5) ブイの動揺の影響
 - (6) サイクルスリップ
3. まとめ

1. ブイ式GPS波浪計のGNSS化について

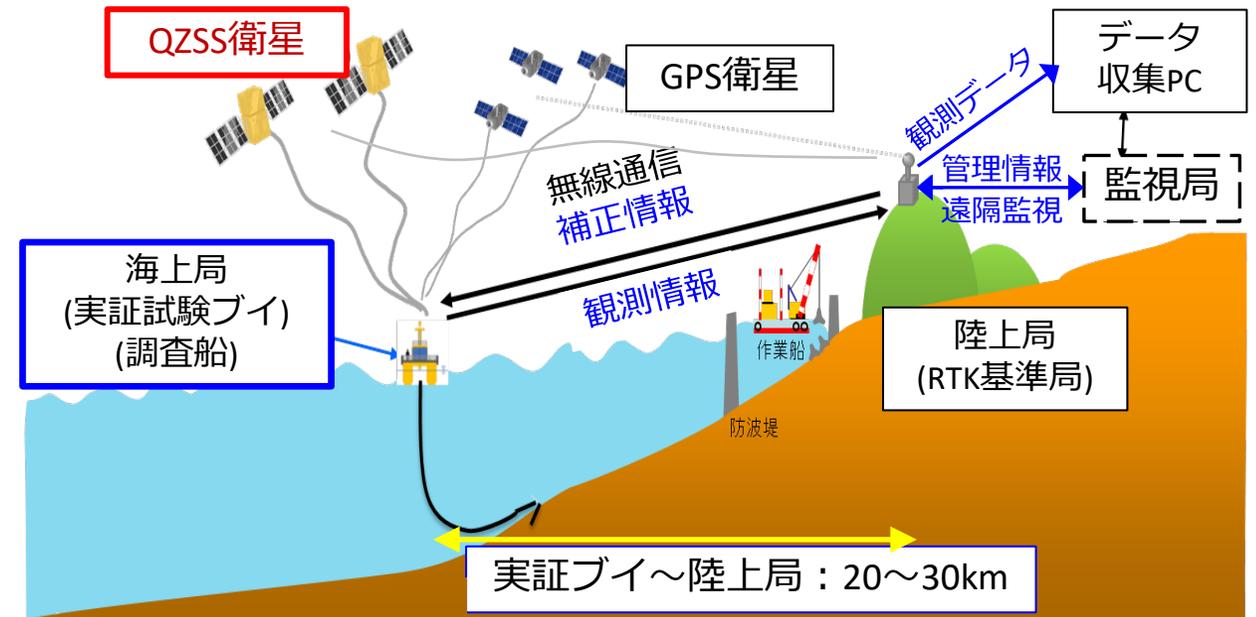
ブイ式海象観測計
(NOWPHAS等)

RTK-GPS測位方式



準天頂衛星みちびき
(QZSS)を併用

RTK-GNSS測位方式



RTK-GPS / GNSS(GPS + QZSS)
波浪計の観測システムの事例

RTK-GPS測位をRTK-GNSS化することによる

想定されるメリット

- ◆ 陸上基準局とブイ観測局の**基線長**が最大約20kmから**約30kmに延伸**できる
 - ◇ 沖出しにより設置水深が大きく取れるため、**沖波を観測**ができる可能性が広がる
- ◆ ブイ観測局の**測位品質（信頼度）**が向上する（FIX解によるRTK高精度測位）
- ◆ **高精度な測位が可能**となる
- ◆ **波浪観測の稼働率が改善**できる



実証試験の実施

測位品質について比較

2. 実証実験の結果

(1) 無線通信の品質 (RTK補正データ, 測位データ)

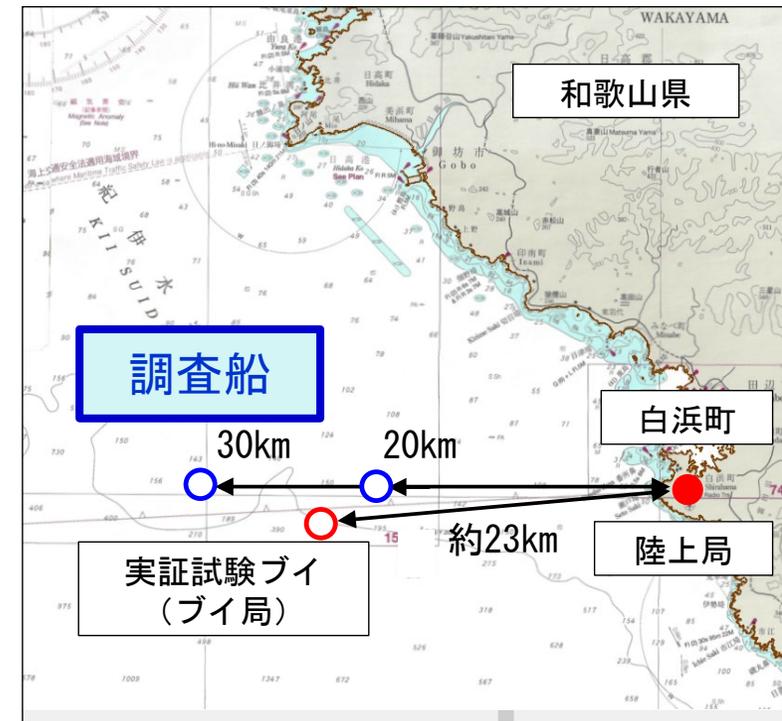
実証試験①：調査船による調査

- ◆ 調査船による基線距離 (20km, 30km) の比較
- ◆ 無線通信の品質
(RTK補正データ, 観測データ)
- ◆ 測位品質



(参考)

RTK測位の基線距離
海上でのRTK-GPS測位では、20km程度までとされている



(1) 無線通信の品質 (RTK補正データ, 測位データ)

a) データ通信の品質

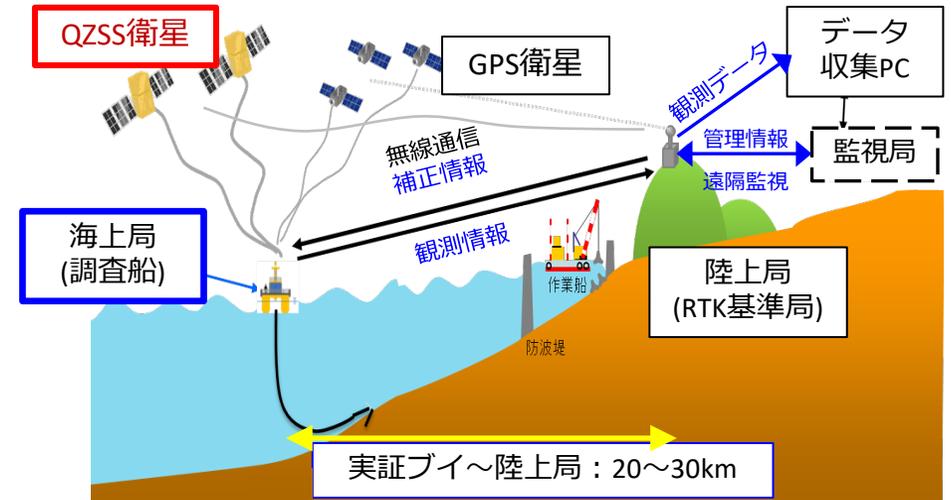
- ◆ 通信のデータの安定度
(陸上局 ↔ 20km地点, 30km地点)
- ◆ 陸上局での受信信号の強度
- ◆ 受信信号品質
(SN比 : 信号と雑音の比率)

b) RTK測位の品質

- ◆ FIX率 : 100%



無線通信については
陸上局から離隔距離30km地点まで拡張可能



ブイ式海象計のGNSS化による測位品質

実証試験②：プロトタイプブイによる測位

(a) プロトタイプブイの仕様

- ◆カタマラン型
- ◆チェーン・ダンフォースアンカーによるカテナリー式1点係留
- ◆ $L=12\text{m}$, $B=7\text{m}$ (既往の円筒形ブイ : $\phi 7\text{m}$)



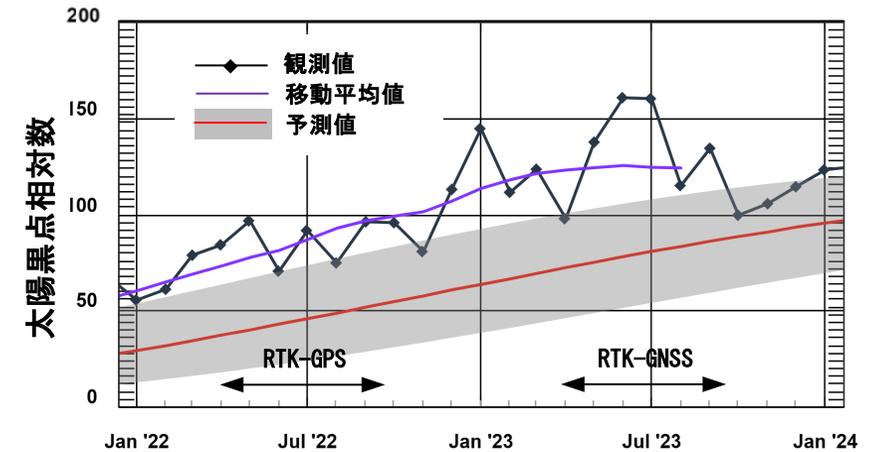
(b) 調査期間

◆RTK-GPSとRTK-GNSSの同じ季節で比較

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2022年				(RTK-GPS測位)									
2023年				(RTK-GNSS測位)									
2024年			比較期間										

(参考) 電離層の影響

電離層を通過する電波は、伝播経路上の電子の総数と電波の周波数に依存して、速度に違いが生じる。



太陽黒点相対数

≡

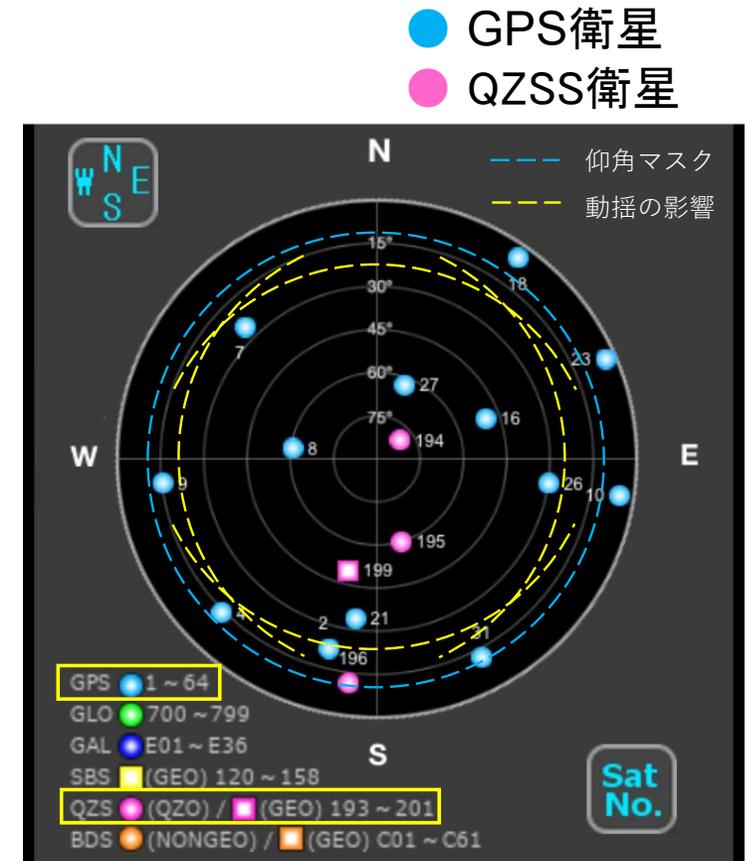
電子密度

ブイ式GPS波浪計のGNSS化による測位の改良効果

(2) 捕捉/演算衛星数

◆ 捕捉衛星数, 演算衛星数とも
GNSS測位の方が平均値で 1.8基増加

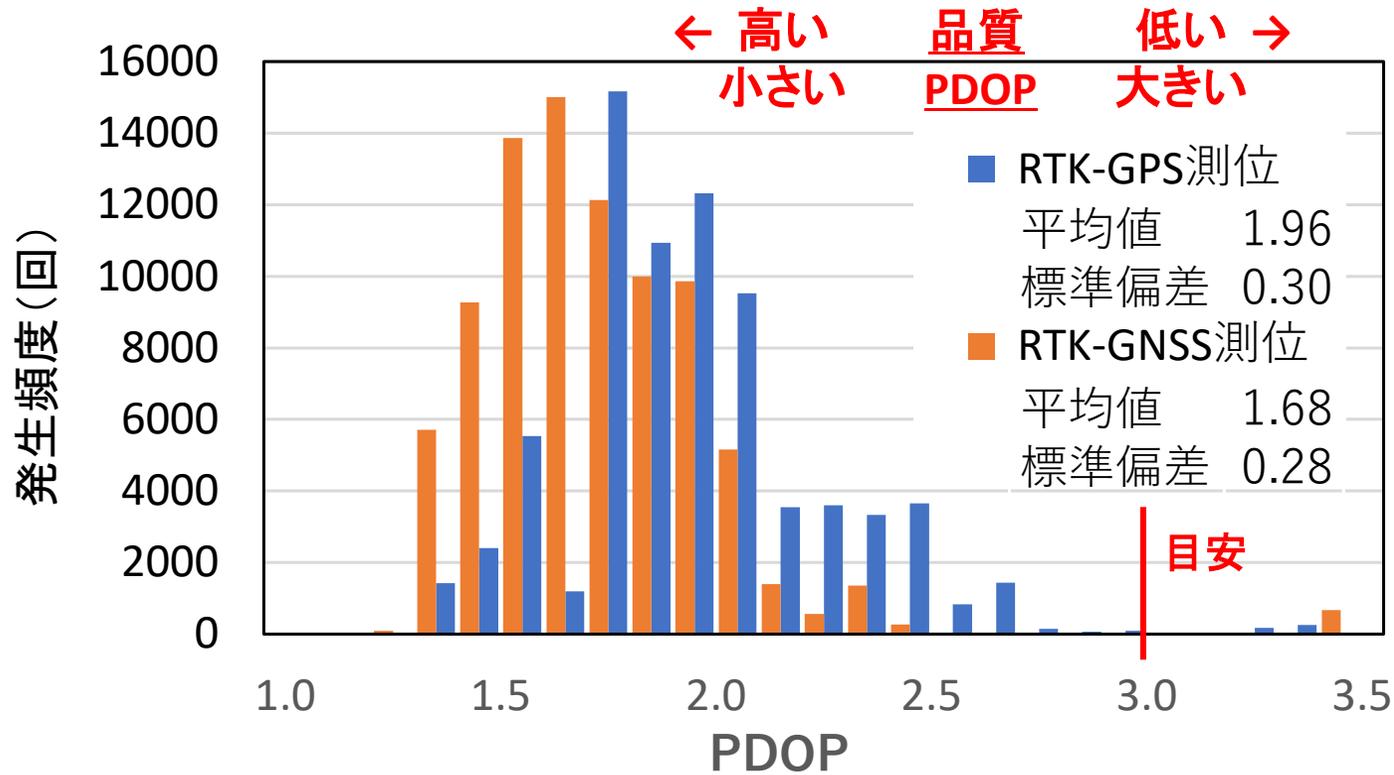
	捕捉衛星数 (基)			演算衛星数 (基)		
	平均	最小	最大	平均	最小	最大
RTK-GPS	9.9	8	15	8.6	5	12
RTK-GNSS	11.7	8	15	10.4	6	14



衛星配置の例

(3) 位置精度劣化度 PDOP (Position Dilution of Precision)

◆GNSS測位の方が位置精度劣化度が低い（良好）



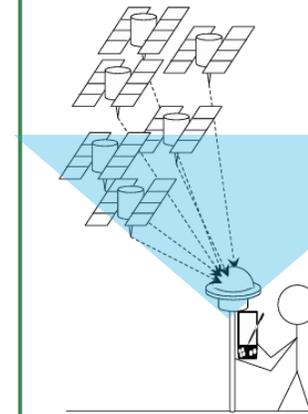
(参考)

位置精度劣化度 PDOP

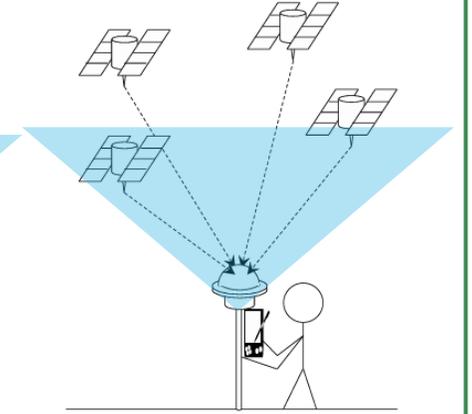
* 演算に使用しているGNSS衛星の配置状態を示す指標。

* 遮蔽物があり受信できる衛星の方角に偏りがあると、この値は大きくなる。

衛星配置に偏り
PDOP:大



配置が均等
PDOP:小
(良好)



(4) FIX率とFLOAT解の発生回数

	RTK-GPS	RTK-GNSS
FIX率	99.91 %	99.92 %
FLOAT解の発生回数 (低下異常発生率)	13回 (6.56%)	1回 (0.55%)
FLOAT解の平均継続時間	523 s	※ 12,915 s

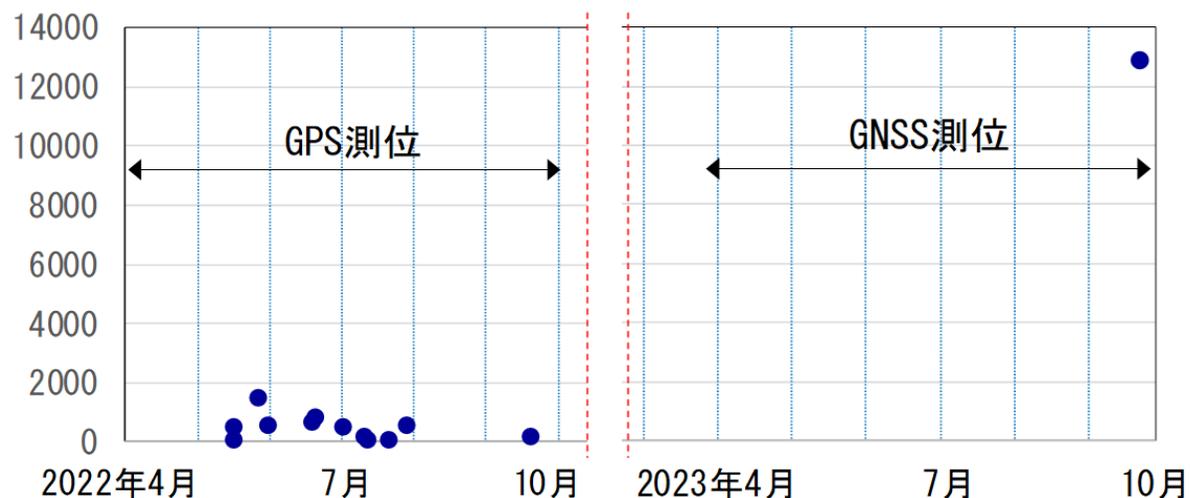
(参考)

$$\text{FIX率} = \frac{\text{FIX解}}{\text{FIX解} + \text{FLOAT解}}$$

FIX率 :

高い精度で測位が行われているFIX解の得られた比率であり、FIX率が高いほど測位精度が高いと言える

FLOAT解の継続時間(s)



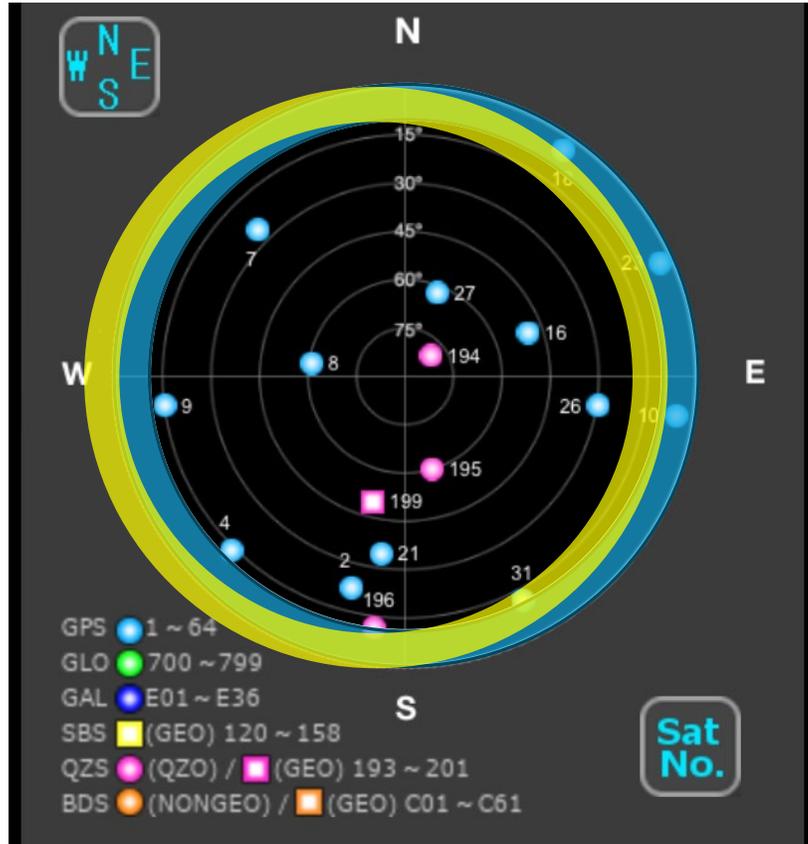
※ 発生頻度は低いものの、一度発生すると継続時間が長いことに注意が必要である。

(5) ブイの動揺の影響

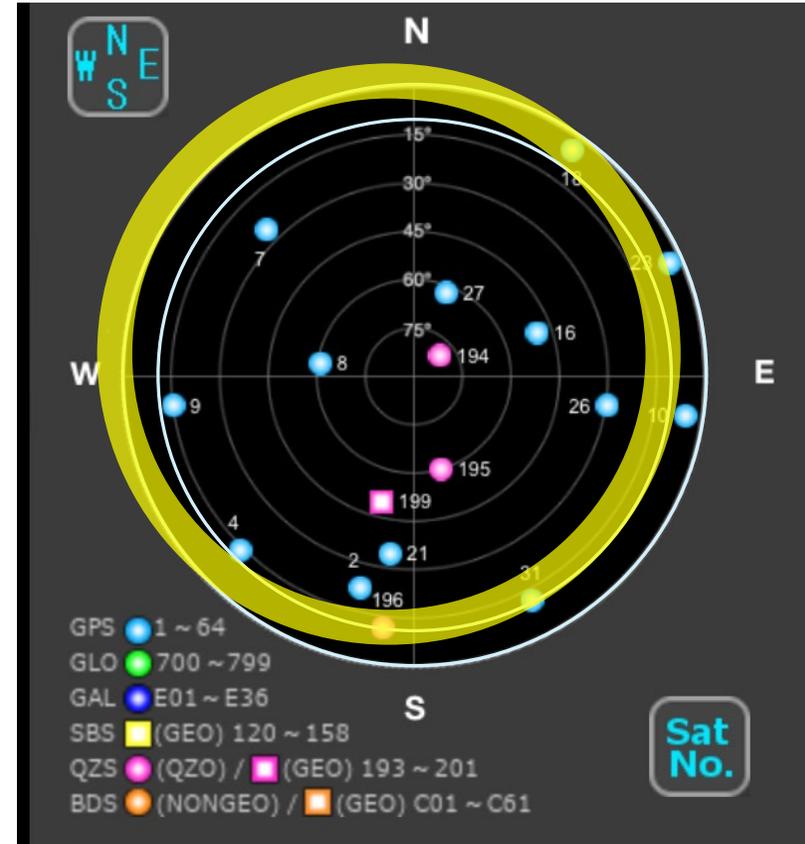
捕捉衛星数の減少

仰角マスク: 13 deg

ブイの動揺 (Pitch, Roll): 高波浪時 ± 10 deg



ブイの動揺: 西へ10 deg 傾斜



ブイの動揺: 傾斜・回転

- GPS衛星
- QZSS衛星

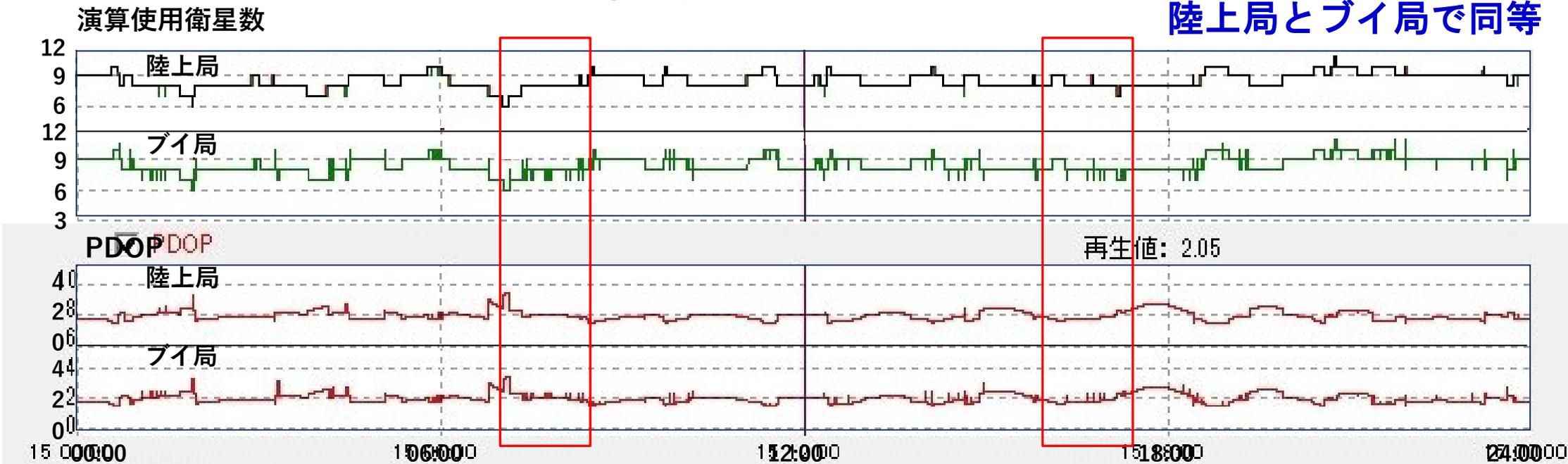
ブイの動揺の影響

捕捉衛星数とPDOP値



高波浪時：ブイ局は、N, PDOPとも断続的に低下
測位品質に大きな影響は見られなかった

(参考) 静穏時は、N, PDOPとも、
陸上局とブイ局で同等



2022年4月15日

(6) サイクルスリップ: 潮位の比較 (ブイ測位値と白浜験潮所観測値の比較)

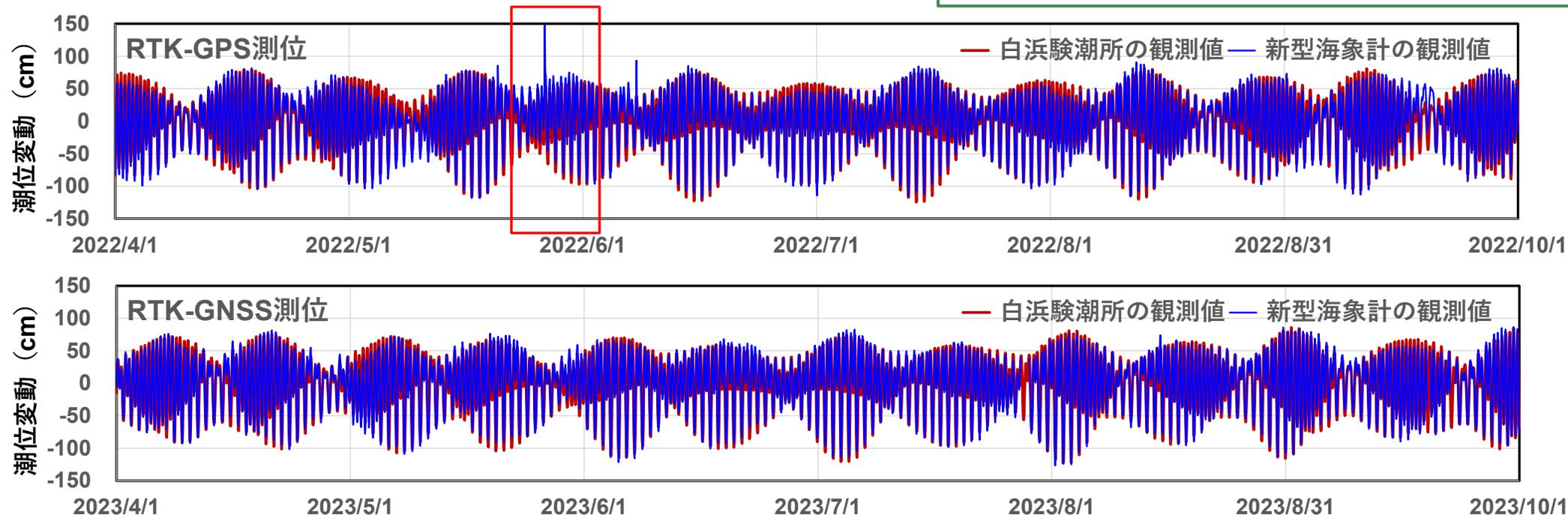
サイクルスリップ

衛星からの電波が何らかの理由で遮られ、観測データが不連続となり位相記録が欠落することによって生じるデータの飛び

GPS測位 : 6回発生

GNSS測位 : 1回発生

測位値の飛び



白浜験潮所の潮位値と測位値の相関係数

GPS測位 : 0.954

GNSS測位 : 0.966

まとめ

- ◆陸上局との基準距離を20kmから30kmに延伸しても、RTK-GNSS測位が可能
- ◆GNSS測位化によって測位品質は向上している
(FLOAT解の継続時間には注意が必要)
- ◆波浪によってブイが動揺しても、測位品質には大きな影響が見られない