

# GPS方位決定の精度について

# 目的

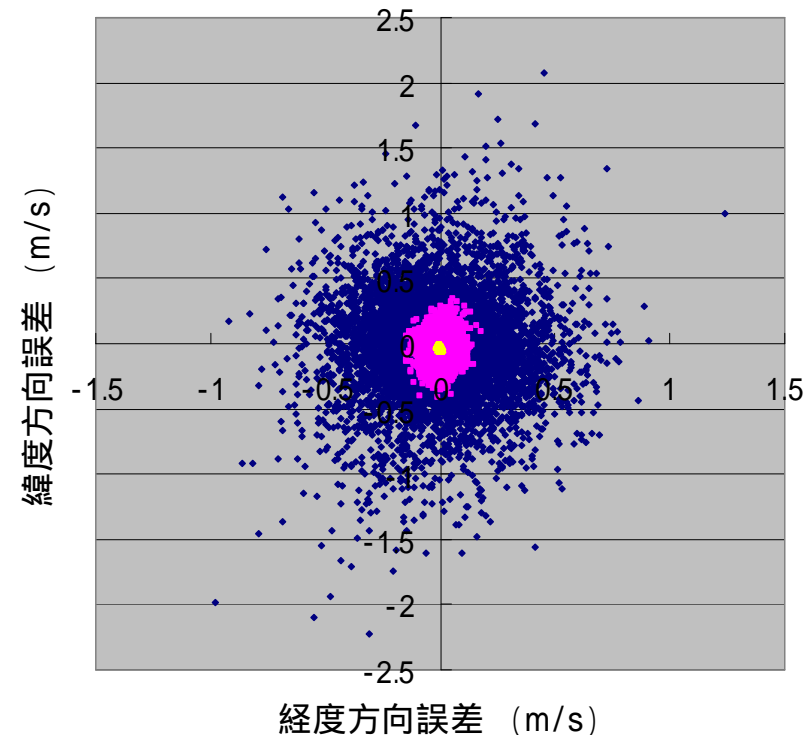
- ユーザが静止に近い状態では、コンパス等他の手段がない限り方位を知ることが困難(コンパスにも弱点はある)
- 山での遭難や道に迷った時に絶対方位が重要になる局面が存在する
- GPS単独で簡便に方位を算出することができないか検討することが目的
- 今後、自動車等の移動体だけでなく、歩行者ナビゲーションにとっても方位の精度が重要になる可能性がある

# 提案

- 一歩踏み出した時の速度を調査する(1歩か2歩踏み出すだけで方位がわかれば、ユーザが簡便に使用することは可能)。
- その結果を方位指示に適用できないか
- オープンスカイと高層ビル及び高架下における、GPS単独での方位決定精度を調査したので報告する

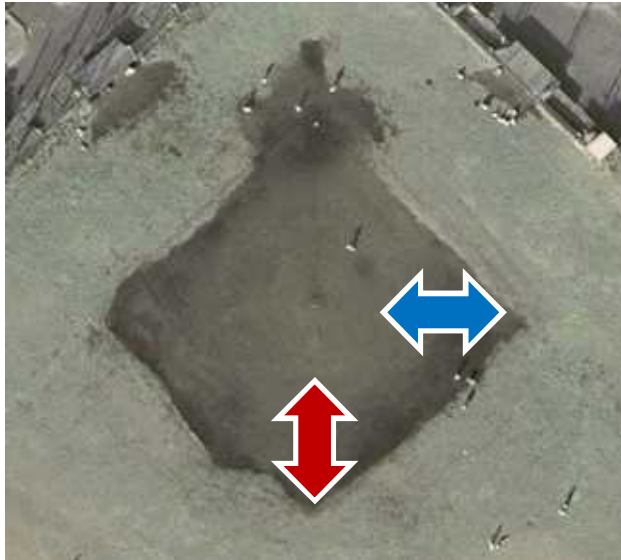
# 利用する観測データとその速度の精度

- 静止観測データ
  - u-bloxのAEK-4T受信機
  - 研究室屋上
  - 2007年8月15日20:00から1時間
  - サンプリングレートは2Hzで
  - 擬似距離変化率を利用した結果の誤差はやや大きい。歩行者に適さない
  - 搬送波位相変化率を利用した結果の精度は予想通り非常に良い。ただし、移動体ではサイクルスリップが頻繁に発生するため利用困難
  - 精度・ロバスト性ともに比較的高いドップラ周波数を利用する



- 擬似距離変化率
- 受信機の出力するドップラ周波数
- 搬送波位相変化率

# 実験1 (オープンスカイ)

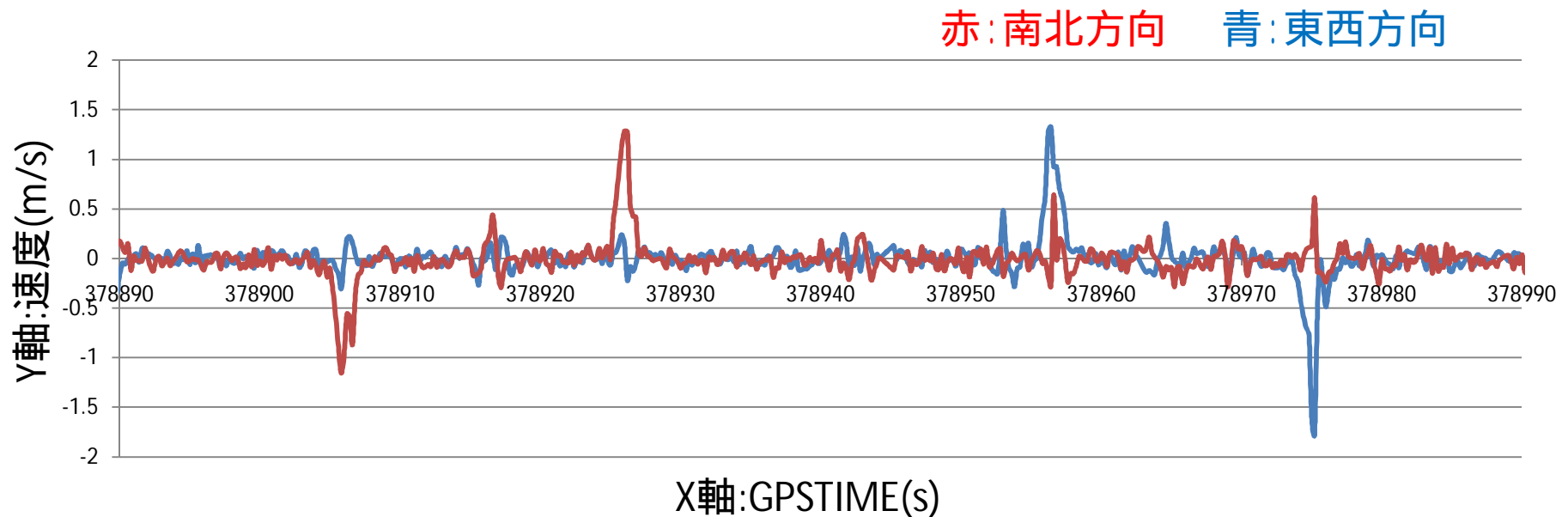


学内グラウンドにて実験1を行った。

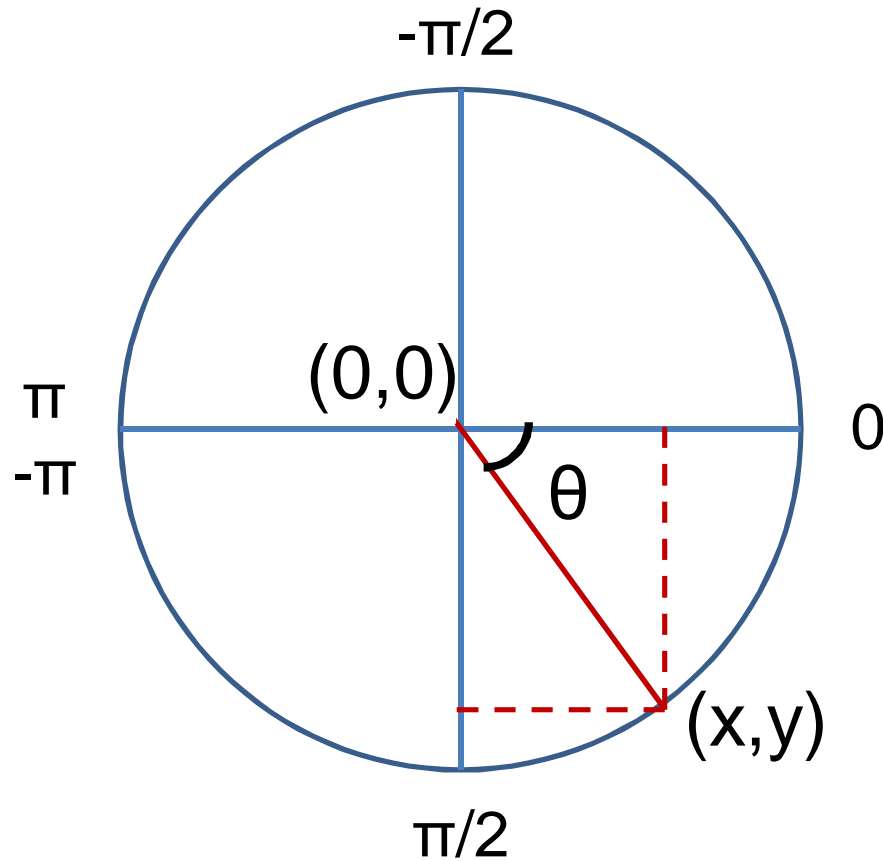
周囲には大きな建物がなく、比較的開けている環境である。

左図より、番号順に1歩ずつ動いたときの速度成分から方位を決定する。

サンプリングレート:5Hz



# 方位算出方法



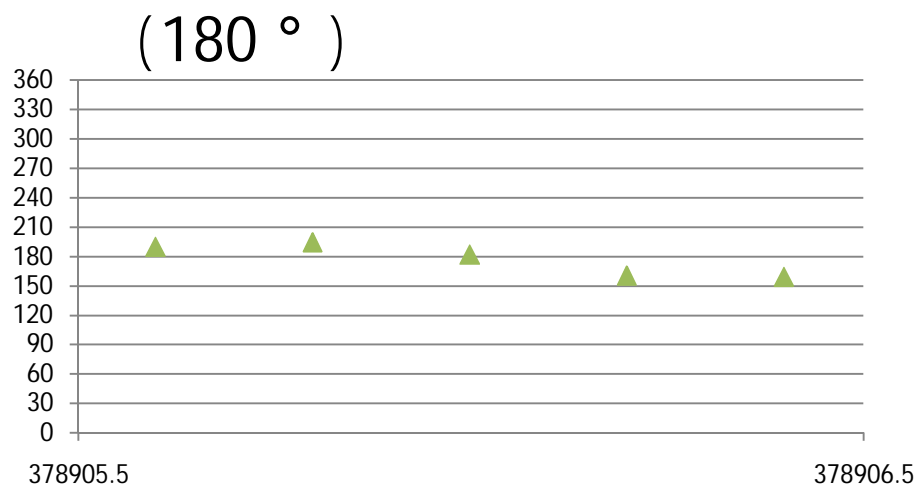
$$\theta = \text{atan2}(y, x)$$

yとxの逆正接を4象限表現で求める。

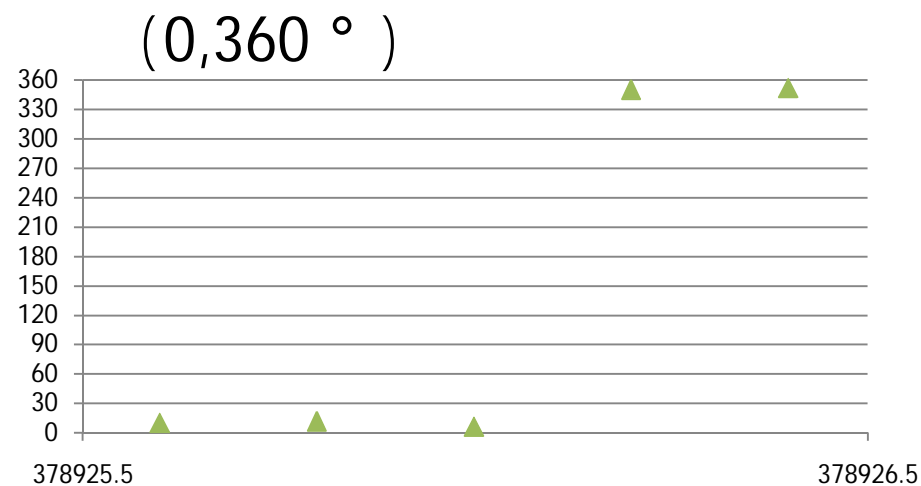
範囲

$$-\pi \quad \text{atan2}(y, x) \quad \pi$$

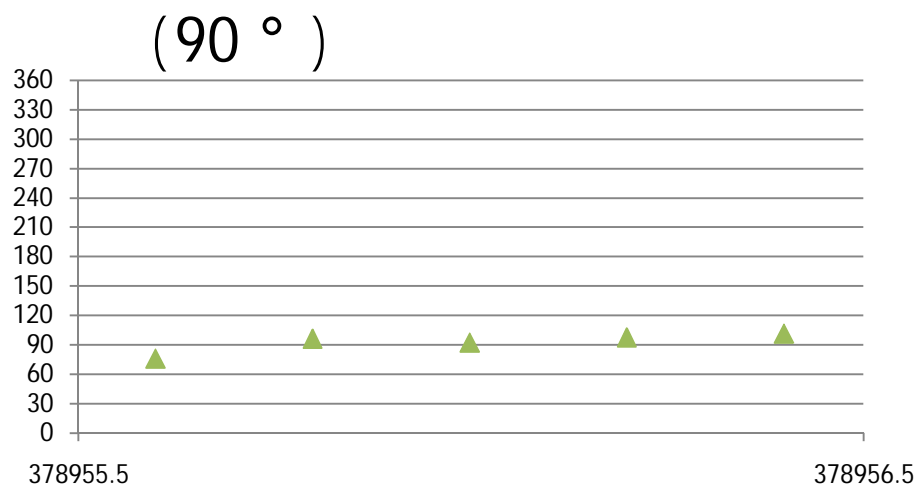
# 算出された方位



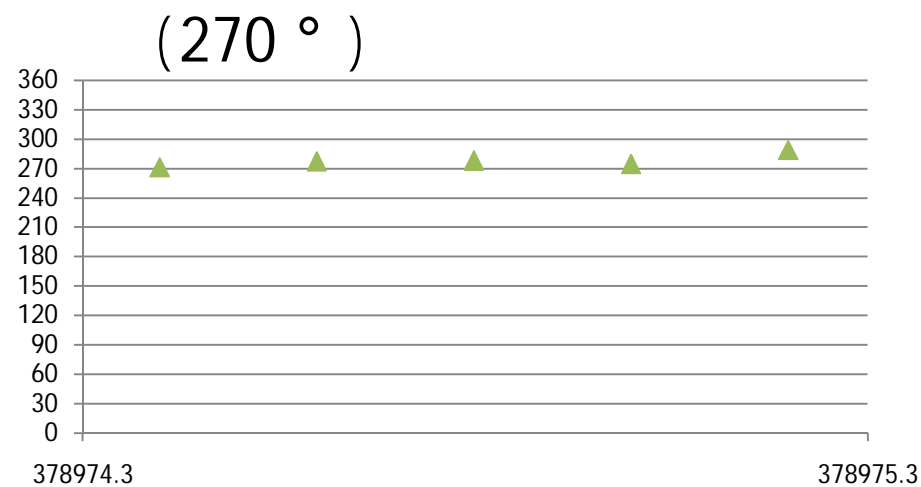
Ave. 177.28(deg) StDev. 16.55(deg)



Ave. 2.18(deg) StDev. 10.31(deg)



Ave. 92.81(deg) StDev. 10.03(deg)



Ave. 278.22(deg) StDev. 6.59(deg)

# 実験2 (都市部:高層ビル+高架下)



2010年9月3日(金)  
都市部にてデータ取得  
サンプリングレート:4Hz

実際に左図の ~ を番号順  
に歩いた結果を用いる

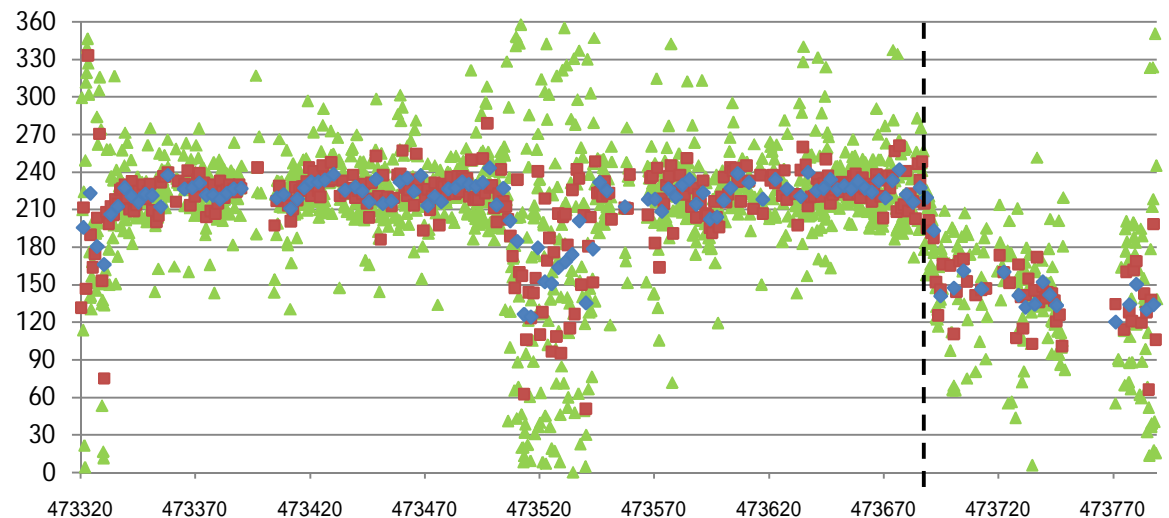
一步踏み出すのにかかる時間  
がおよそ1秒弱であることから、  
ここでは4エポック毎の平均値  
を進んだ方位とした

さらに三步分である12エポック  
毎の平均値についても同時に  
検証した



進行方位

~ :約230° ~ :約140°

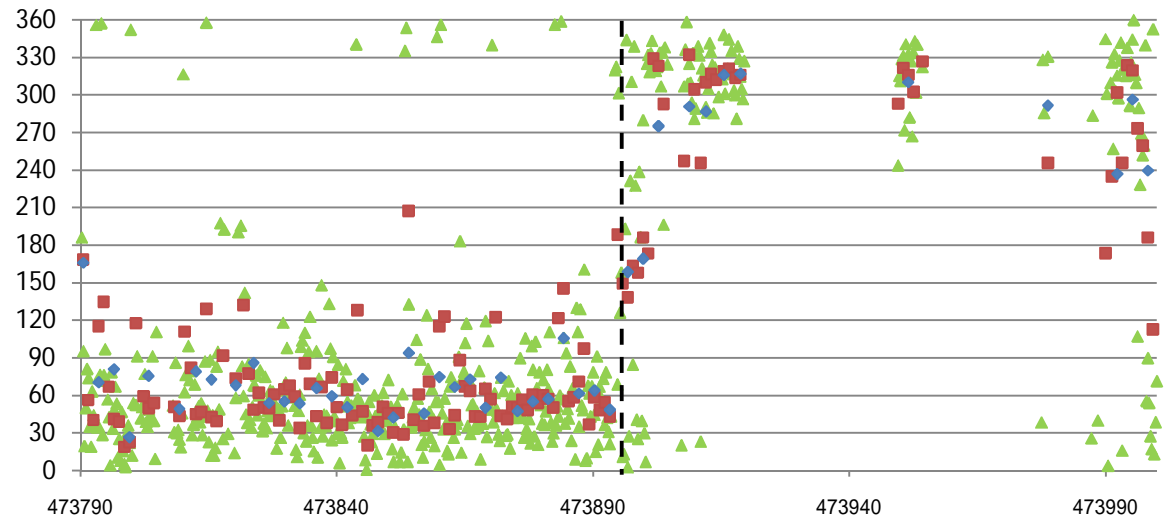


緑:1エポック毎の値 赤:4エポック(1秒)平均値 青:12エポック(3秒)平均値

単位:度		1エポック	4エポック	12エポック
Ave.		216.1(222.9)	216.0(223.1)	216.2(223.3)
StdDev.		50.0(33.9)	32.0(20.7)	23.7(11.5)
Ave.	括弧内は高架下を除いた結果	142.0	142.4	145.7
StdDev.		52.3	26.2	16.9

進行方位

～ :約50° ～ :約310°

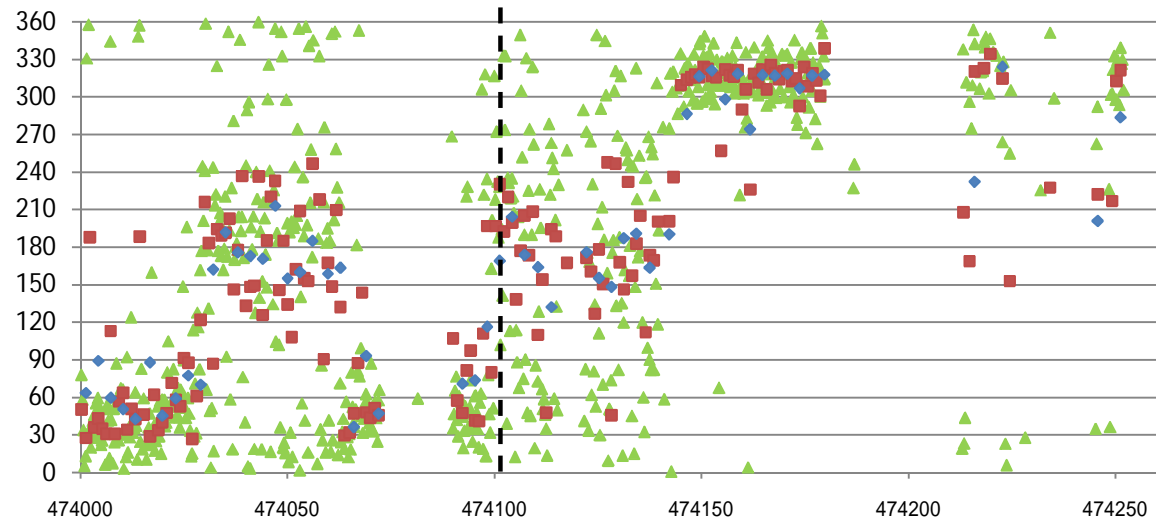


緑:1エポック毎の値 赤:4エポック(1秒)平均値 青:12エポック(3秒)平均値

単位:度		1エポック	4エポック	12エポック
	Ave.	63.0	63.0	63.0
	StdDev.	62.1	31.9	17.1
	Ave.	265.2	289.9	286.0
	StdDev.	109.8	42.6	28.4

進行方位

～ :約50° ～ :約320°

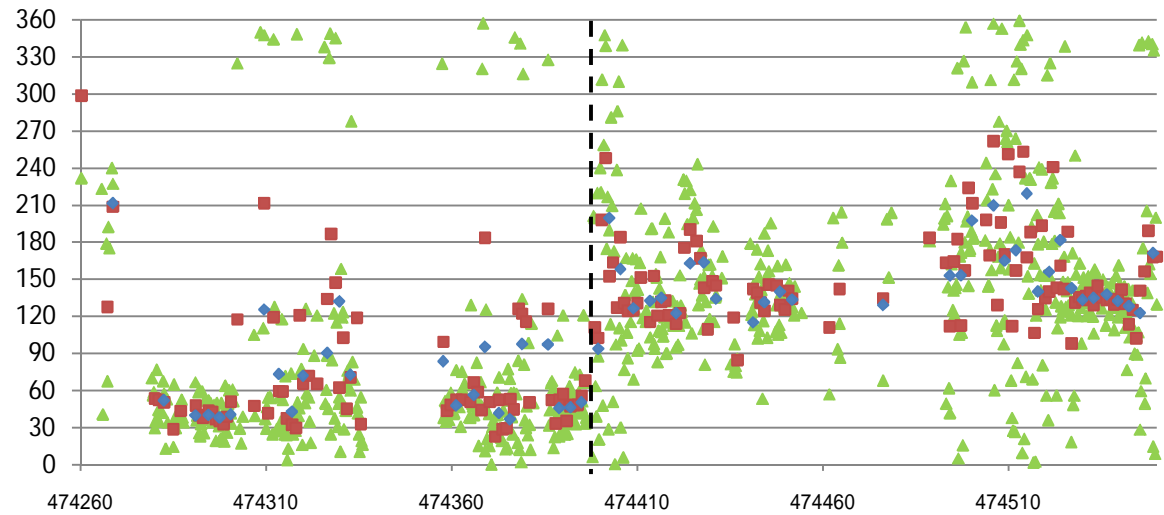


緑:1エポック毎の値 赤:4エポック(1秒)平均値 青:12エポック(3秒)平均値

単位:度		1エポック	4エポック	12エポック
	Ave.	111.0	110.3	110.7
	StdDev.	100.0	67.1	56.5
	Ave.	246.3	243.7	241.9
	StdDev.	101.9	75.7	68.8

進行方位

～ :約50° ～ :約130°

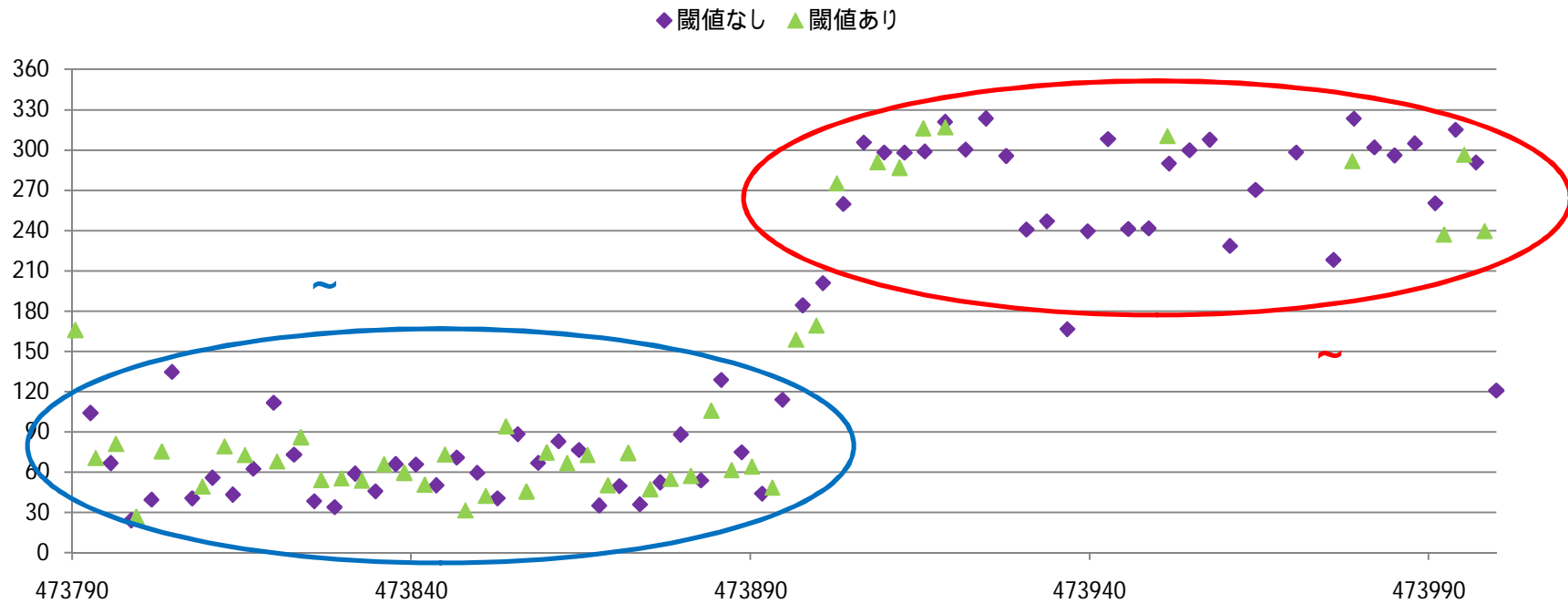


緑:1エポック毎の値 赤:4エポック(1秒)平均値 青:12エポック(3秒)平均値

単位:度		1エポック	4エポック	12エポック
	Ave.	70.6	73.2	67.5
	StdDev.	75.8	50.9	28.6
	Ave.	151.8	151.4	151.2
	StdDev.	71.9	36.5	26.9

# 信号強度について

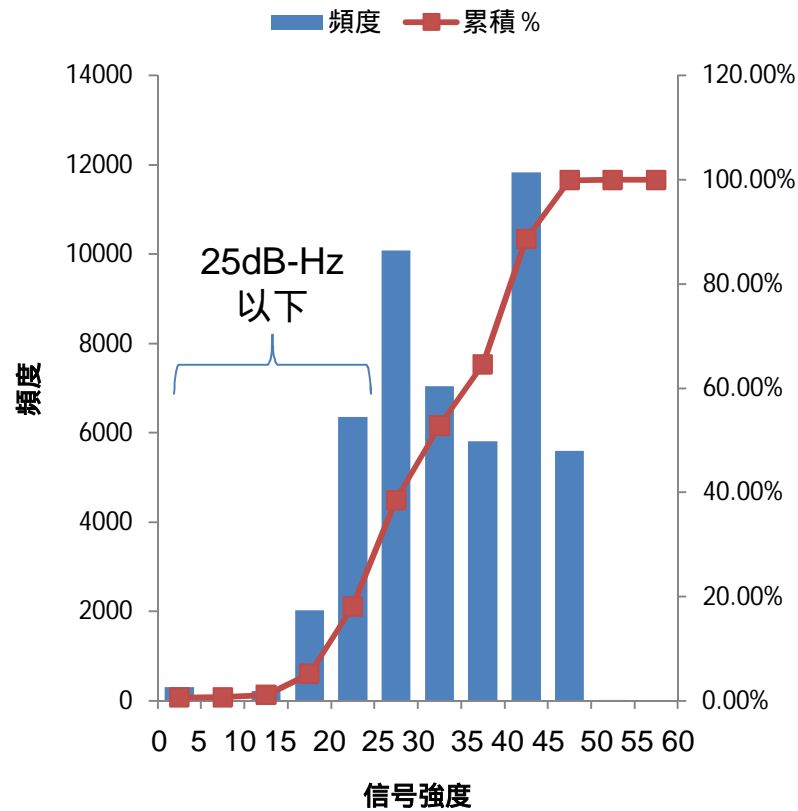
信号強度 閾値なしの結果と閾値 25dB-Hz の結果を比較  
 (例として ~ 区間において12エポック毎に示した)



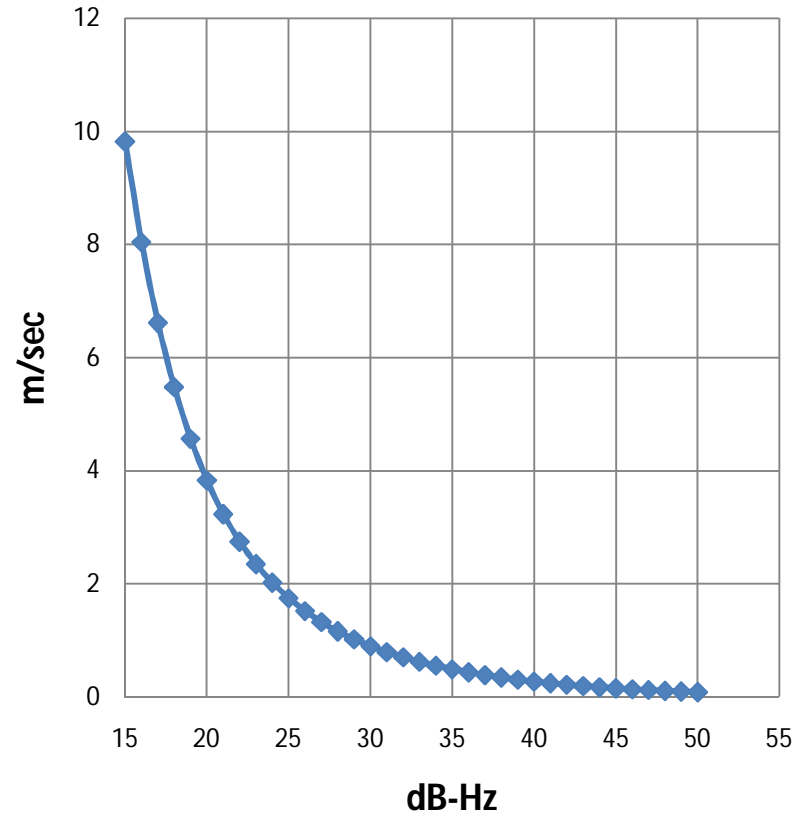
	~ (約50°)		~ (約310°)	
	なし	あり	なし	あり
Average	62.4	63.0	277.3	286.0
StdDeviation	26.1	17.1	39.4	28.4

# 信号強度について

## 信号強度分布



## FLLの信号強度に対するノイズ



左図において、実際には閾値25dB-Hzで計算したため、それ以下に該当する信号は使っていない。右図から、低い信号強度では、ノイズのみで約1m弱あり、1歩または3歩では方位の精度に影響がでることが予想できる

# まとめ

- 環境の良い場所では10度未満程度で方位が検出可能
- 都市部を歩行する場合、建物との距離が近いいため、衛星配置が期待できずマルチパス等の影響も避けられない。高架下等は高感度受信機でも厳しい  
高架下除く結果(1歩) → 絶対値: 10-20度、標準偏差では20-50度  
高架下除く結果(3歩) → 絶対値: 10-20度、標準偏差では10-20度
- マルチパスやノイズ等を考慮すると、得られた結果が妥当であるといえる

# GPS受信機の測位結果

