

## 次世代GPSとGALILEOの特長と 利用面からの考察

平成18年10月12日

日本無線(株) 鷲頭浩一

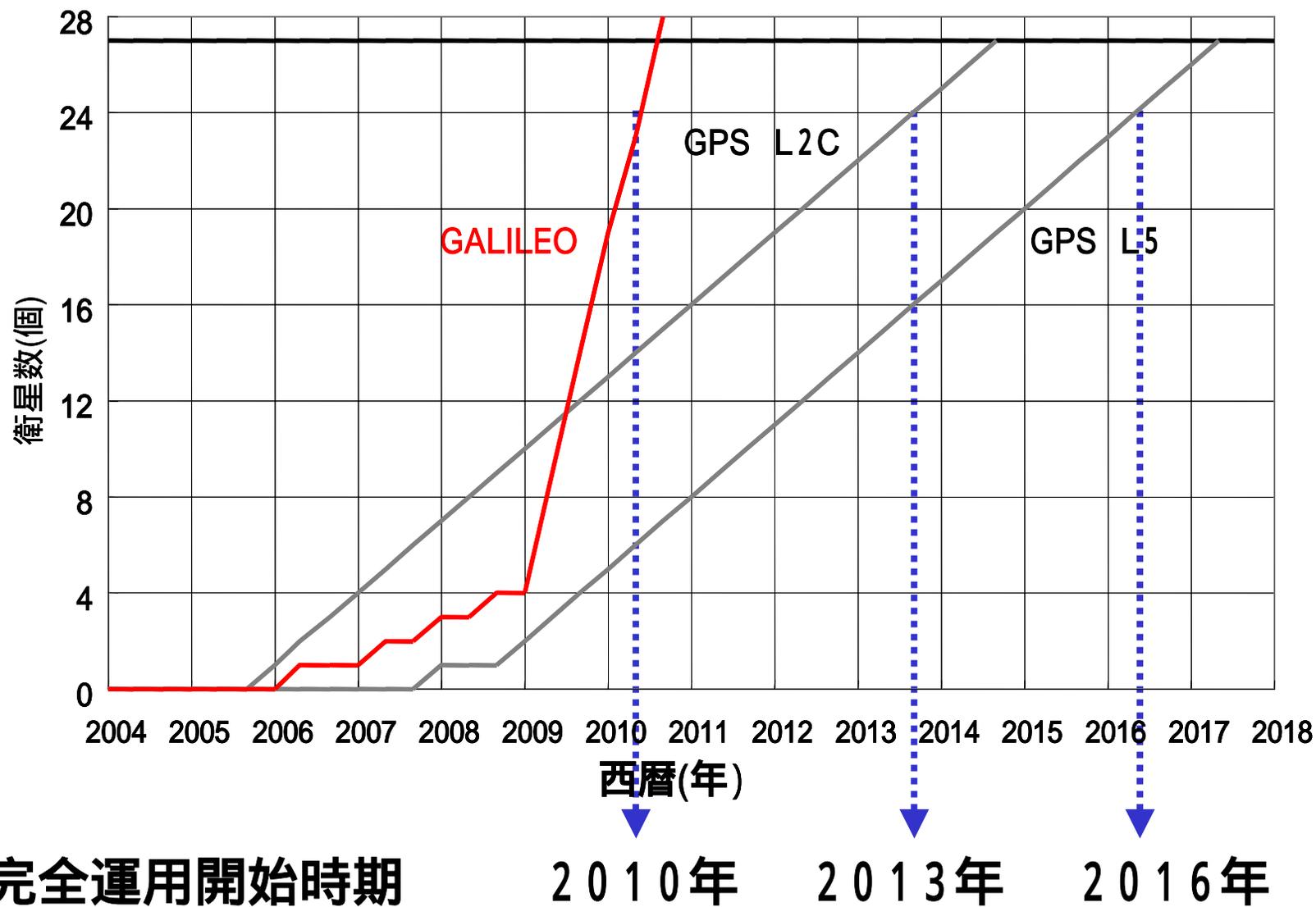
# 次世代信号一覧

次世代GNSSの特長

周波数	GPS	GALILEO
L1 (1575.42MHz)	C/A L1C	OS/SoL/CS
E6 (1278.75MHz)		CS
L2 (1227.6MHz)	L2C	
E5b (1207.14MHz)		OS/SoL/CS
L5/E5a (1176.45MHz)	L5	OS/SoL

# 衛星打上げスケジュール

次世代GNSSの特長



# 各信号の比較 その1

次世代GNSSの特長

	L1C/A	L2C		L5	
PNコード	C/A	L2CM	L2CL	L5I5	L5Q5
ビットレート [Mbps]	1.023	0.5115	0.5115	10.23	10.23
コード長	1023	10230	767250	10230	10230
航法メッセージ	NAV	CNAV	なし	CNAV	なし
誤り訂正	ハミング	畳込み	なし	畳込み	なし
コード多重化	なし	時分割		QPSK	

# 各信号の比較 その2

次世代GNSSの特長

	GALILEO E1		GALILEO E5a		L1C	
PNコード	E1B	E1C	I	Q	L1C <sub>D</sub>	L1C <sub>P</sub>
PN変調	BOC	BOC	BPSK	BPSK	BOC	BOC
ビットレート [Mbps]	1.023	1.023	10.23	10.23	1.023	1.023
コード長	4092	4092	10230	10230	10230	10230
航法メッセージ	I/NAV	なし	F/NAV	なし	CNAV-2	なし
誤り訂正	畳込み インターリーブ	なし	畳込み インターリーブ	なし	BCH LDPC インターリーブ	なし

### 特長

### メリット

### 高性能化

多周波

電離層遅延測定  
ワイドレーン  
冗長性

高精度

長いコード長  
オーバレイコード

相関特性向上  
狭帯域妨害に  
強い

高感度

高ビットレート

DLL高精度化

相互相関の抑圧

メッセージレス信号

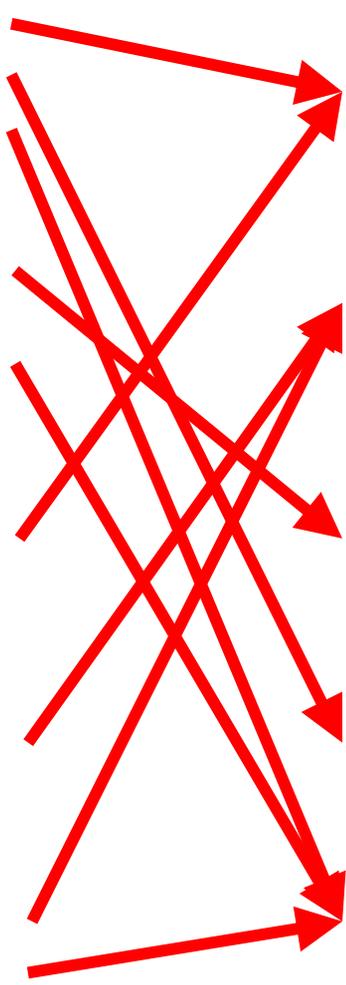
長時間加算

RTK初期化短縮

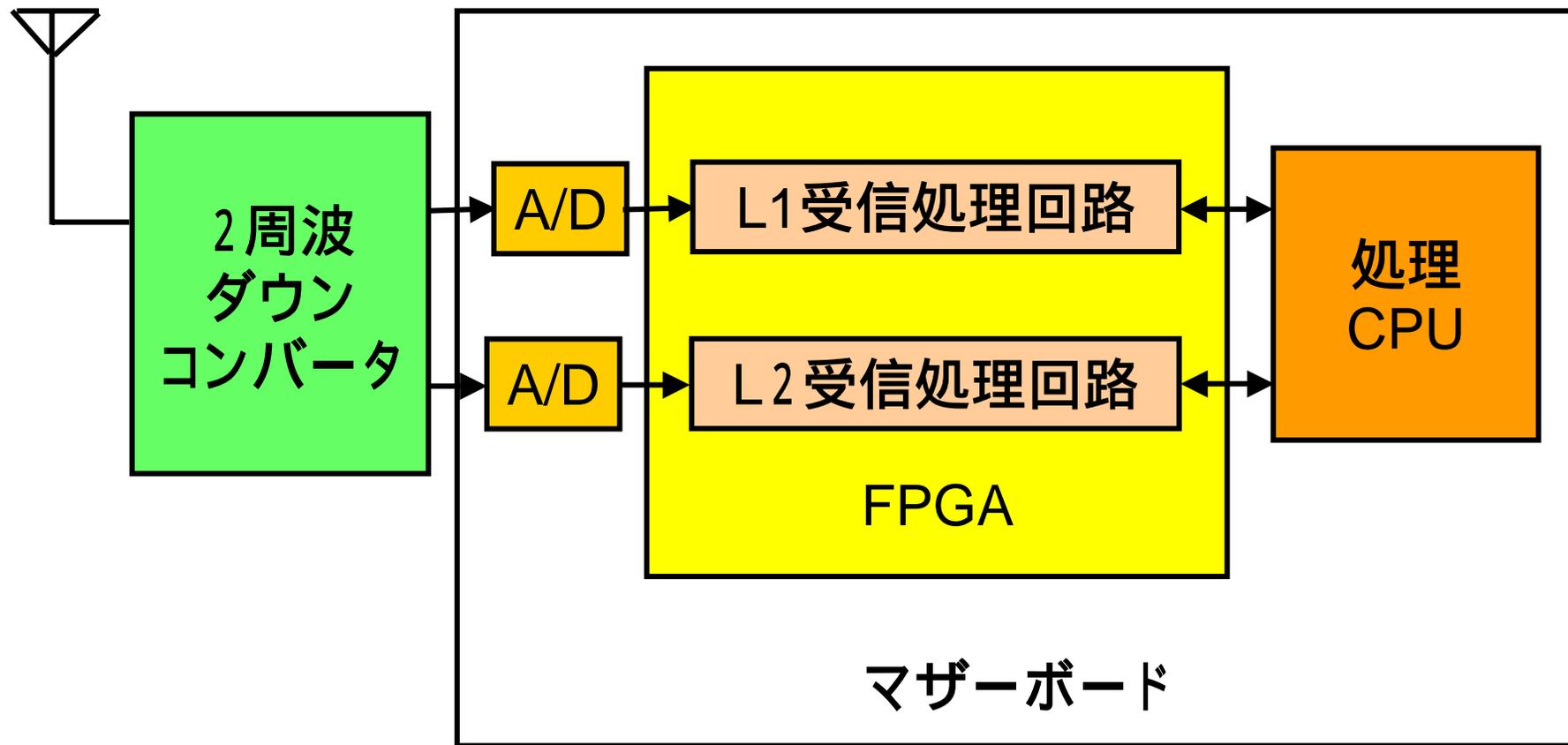
誤り訂正強化

$E_b/N_0$ 向上  
低BER

高信頼化

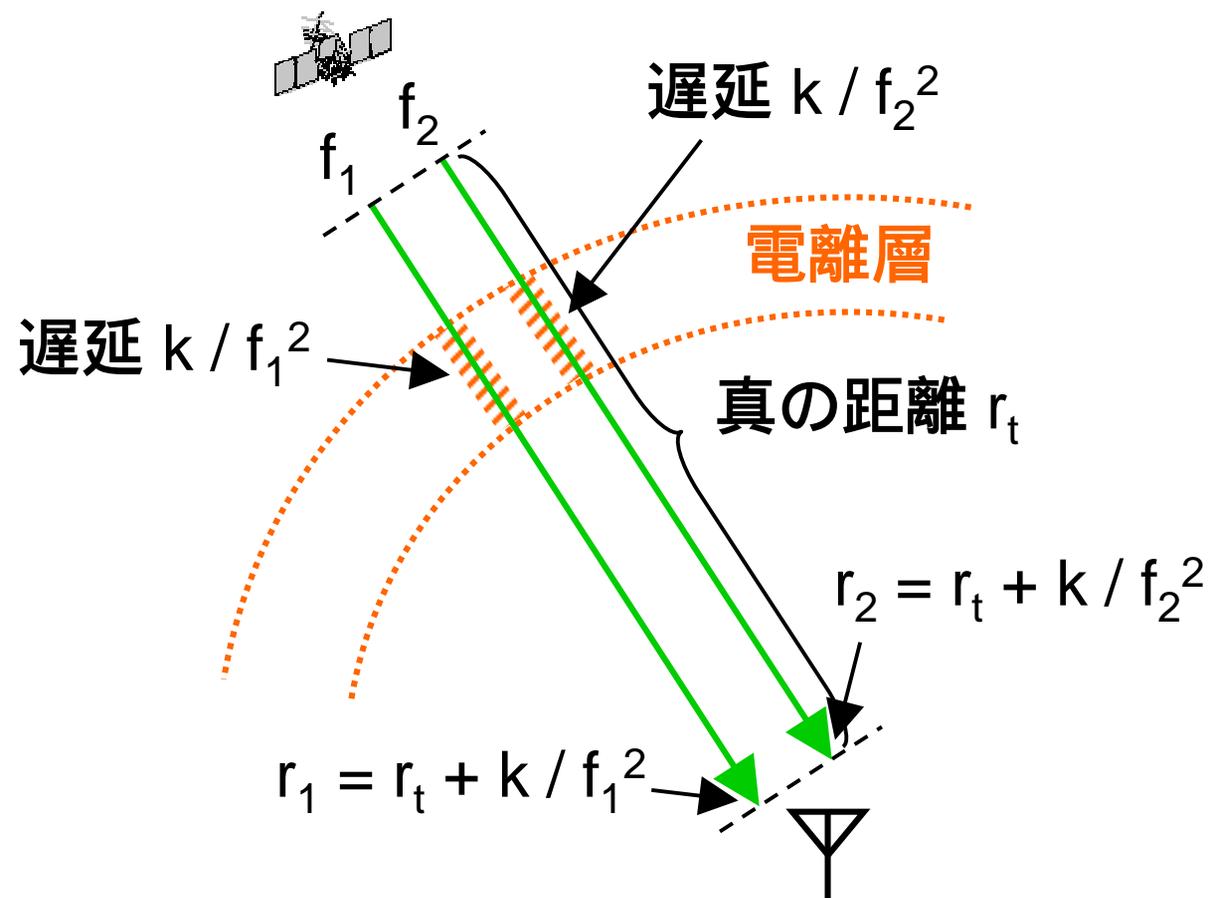


2周波  
アンテナ



# 電離層遅延補正の改善

L1/L2受信機の試作



2つの周波数での式からkを消去



電離層フリー線形結合

$$r_t = \frac{f_1^2 r_1 - f_2^2 r_2}{f_1^2 - f_2^2}$$

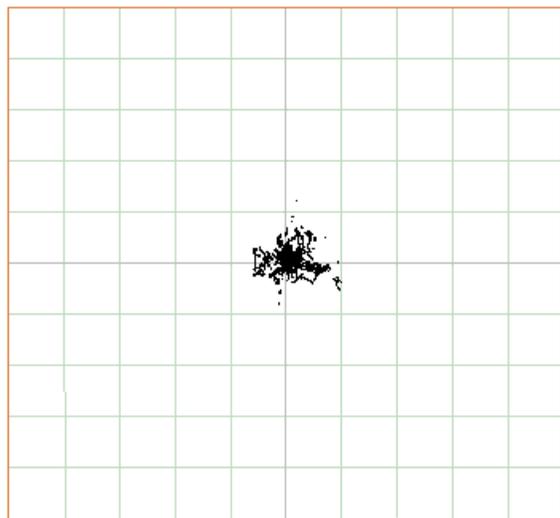
雑音成分が3倍に増加



当社独自方式により  
雑音増加を抑止

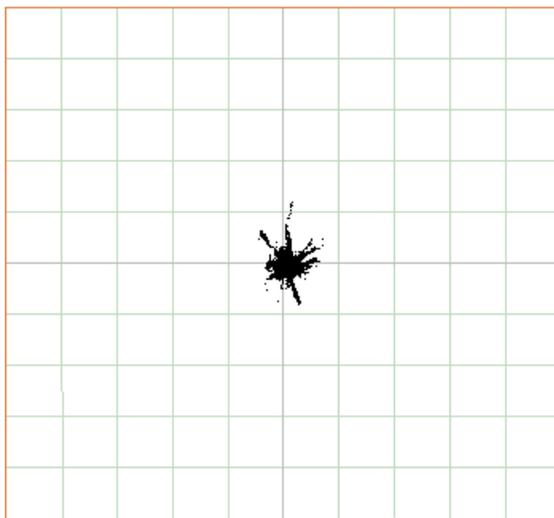
## 電離層遅延を与えた測位シミュレーション

通常の  
1周波測位



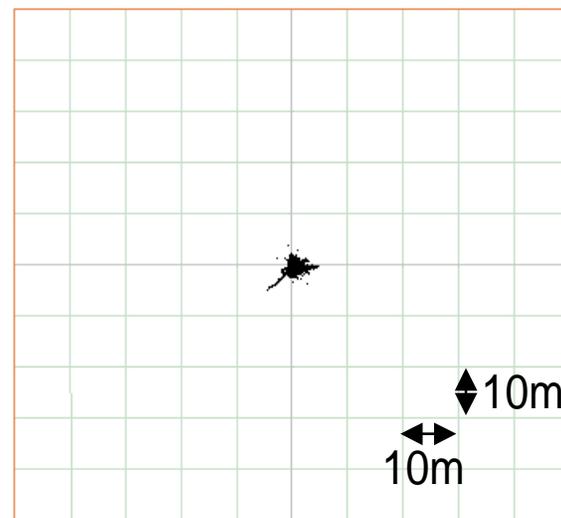
6.6m

電離層フリー  
線形結合



3.2m

当社  
独自方式



2.2m

測位精度(95%確率)

# GALILEO

---

## 欧州が計画中の全世界測位システム

### GALILEOの軌道情報

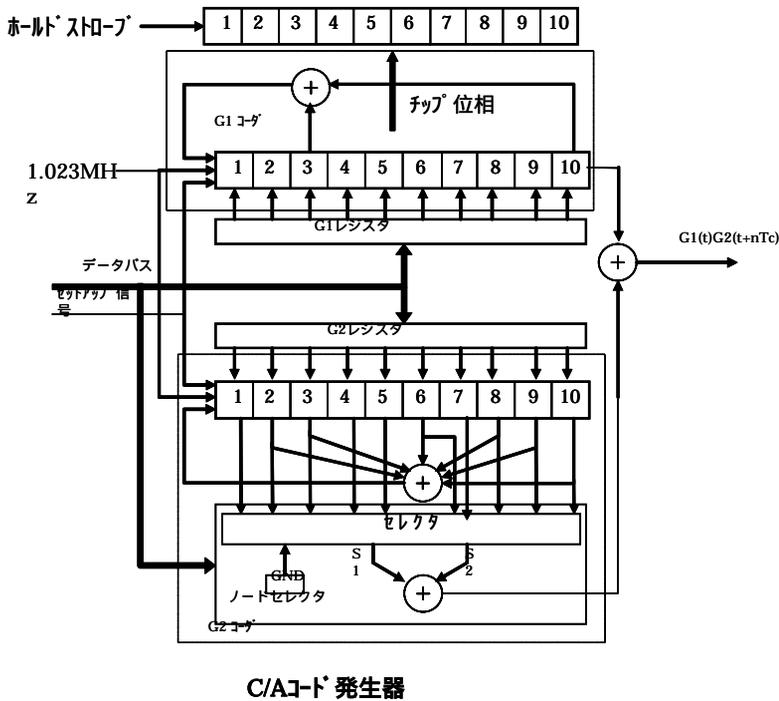
- ・ 3軌道30衛星
- ・ 高度約2万3200Km
- ・ 周期 約14時間4分
- ・ 軌道傾斜角 約56°

多周波および高ビットレートによる測位精度の向上

可視衛星数の増加による測位頻度の向上

	GALILEO	GPS	GPS + GALILEO
総衛星数	30個	24-29個	約60個
平均可視衛星数	約10個	約10個	約20個
ビル街での測位率	約40%	約40%	約90%

## GPS



シフトレジスタで生成

## GALILEO

F5D710130573541  
 B9DBD4FD9E9B20A  
 0D59D144.....

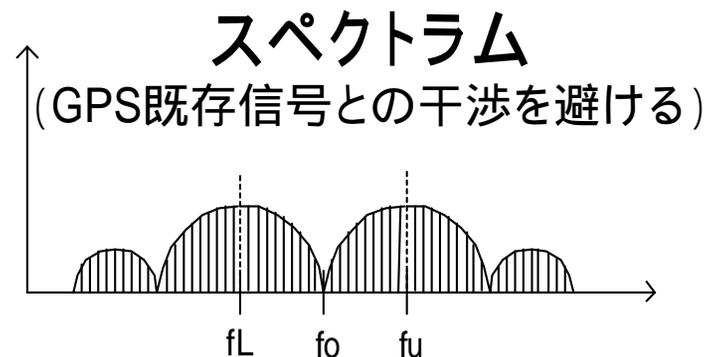
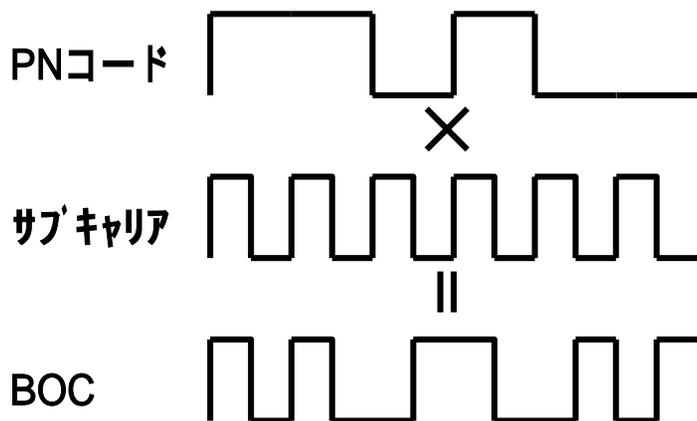
0/1のビット列で定義

E1B, E1C,  
 E5aI, E5aQ, E5bI, E5bQ  
 それぞれの信号につ  
 いて50衛星分公開

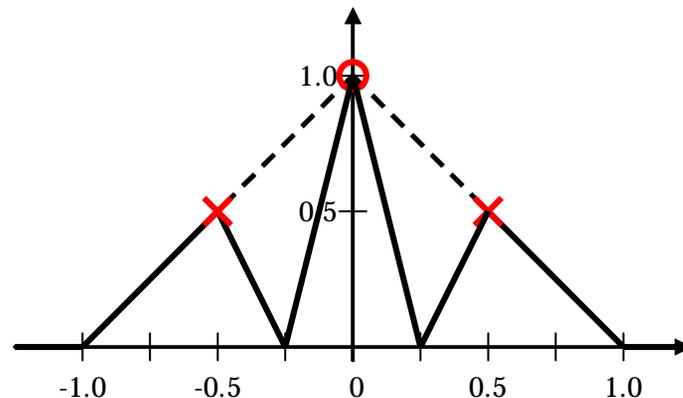
copyright : GJU, ESA

## BOC: Binary Offset Carrier

### 変調方式



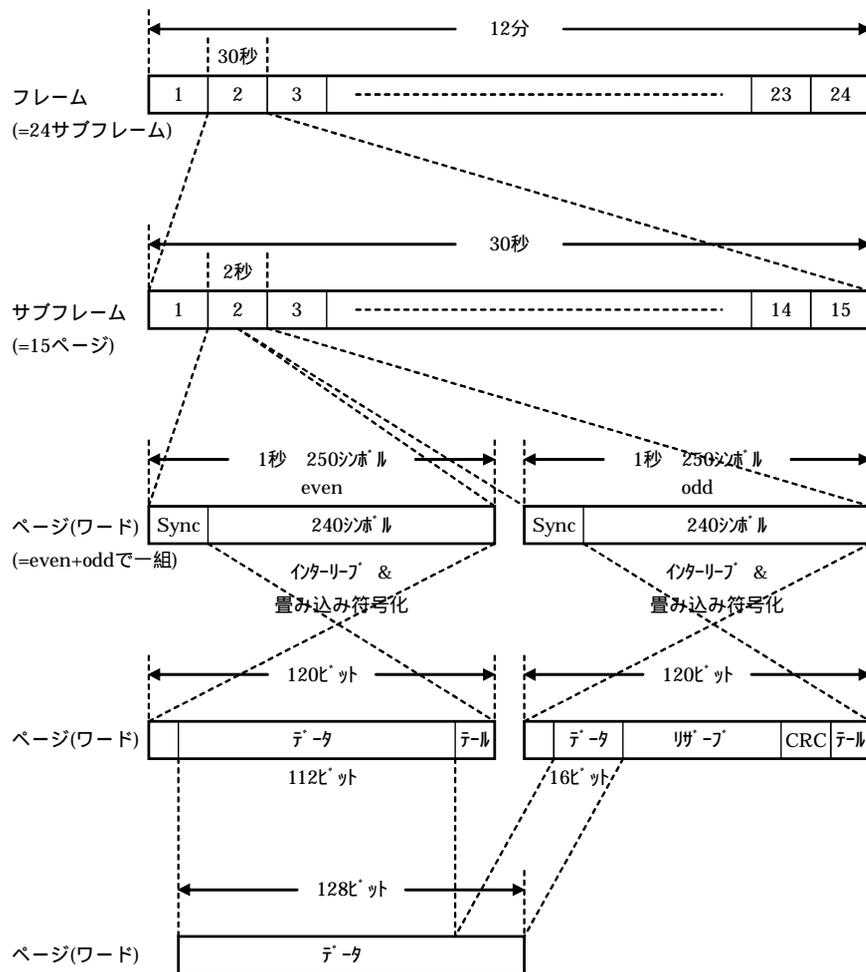
### 自己相関特性 (絶対値)



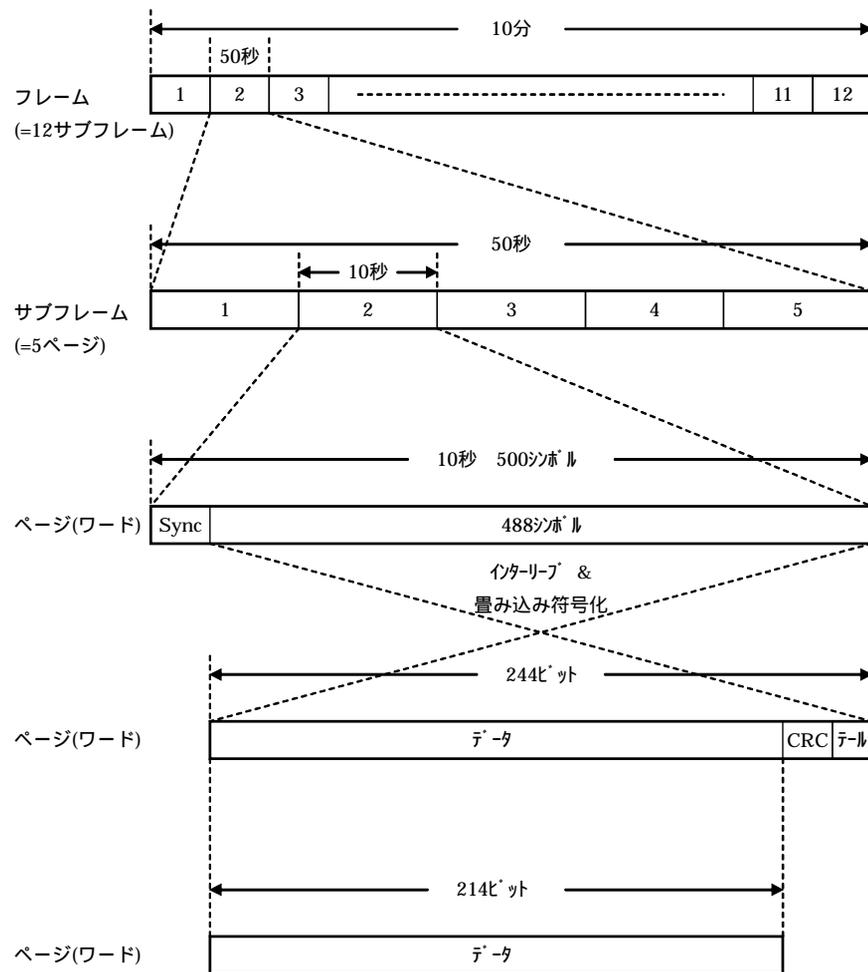
**相関特性にギャップが生じ捕捉点を誤りやすい**

# 航法メッセージ構造

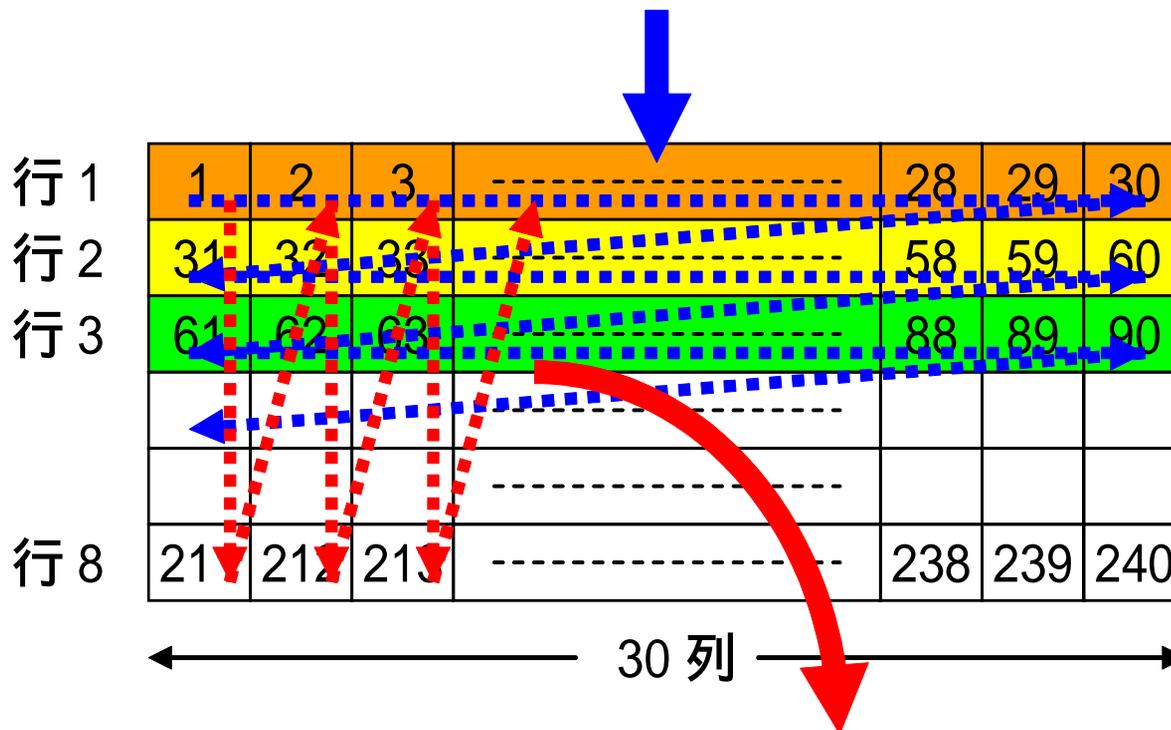
## I/NAV(250sps) E1B/E5b



## F/NAV(50sps) E5a



## 元のデータの順序 (240ビット)



送信の順序

バースト誤りに強い

## I/NAVメッセージ内容

Word	内容
1	エフェメリス
2	
3	
4	
5	時刻, 電離層
6	GPS/UTC時刻オフセット
7	アルマナック
8	
9	
10	

## Word送信順序

時刻[秒]	E5b	E1B
1, 2	1	2
3, 4	3	4
5, 6	5	6
7, 8	7	8
9, 10	9	10
⋮	リザーブ	リザーブ
⋮		
21, 22	2	1
23, 24	4	3
25, 26	6	5
27, 28	8	7
29, 30	10	9

2周波ユーザーは短時間で  
収集完了(ただしE5aは不可)



# 航法メッセージの特長

GALILEO

	<b>GALILEO</b>	<b>GPS L1C/A</b>	<b>GPS L1C</b>
時刻情報更新間隔	<b>30秒</b>	6秒	18秒
軌道情報桁数	<b>GPS L1C/Aと ほぼ同じ</b>	-	GPS L1C/Aより 1bit程度多い
エフェリス更新間隔	<b>3時間</b>	2時間	
GPS/GALILEO 時刻オフセット情報	<b>あり</b>	なし	あり
電離層遅延モデル	<b>NeQuick</b>	Klobuchar	
誤り訂正	<b>畳込み インターリーブ</b>	ハミング	BCH LDPC インターリーブ
ロールオーバー	<b>78.5年</b>	19.6年	157年
測地系	<b>GTRF</b>	WGS84	

# まとめ

---

(1)次世代信号による高性能化

多周波・メッセージレス信号・長いコード長

高精度・高感度・高信頼性

(2)GALILEO併用により

更なる高測位頻度・高精度が期待される

(3)BOC変調など扱いづらい面も多い

受信機開発者の努力で克服されるであろう