



IS-QZSS Ver. 1.5

準天頂衛星システム

ユーザインターフェース仕様書

(IS-QZSS)

2013年3月27日

宇宙航空研究開発機構

IS-QZSS 1.5 版公開にあたって

宇宙航空研究開発機構では、2013年3月27日にIS-QZSS 1.5版を公開させていただきました。2012年2月に制定した1.4版からの主要な変更は、GPS各信号仕様の変更と打ち上げ後の運用に伴う諸情報の更新およびエフェメリスパラメータ、アルマナックデータ、UTCパラメータの更新タイミング変更とそれに伴う諸情報の更新の他、L1-SAIF信号に関する情報の追加、LEX信号に関する情報の追加、付録“地上補完信号(IMES)”に関する開発の進捗に伴う最新情報の追加等です。2012年12月のドラフト版の公開以降、ユーザの皆様からのコメント募集、およびユーザミーティングを経て、確定いたしました。

1.5版発行後も引き続き、システム性能や運用方法、データの取り扱い、読み易さ等の観点について、今後のシステム運用の結果、打上げ後の技術実証や利用実証の結果を踏まえてアップデートを行なう計画です。

ユーザの皆様からのコメント、質問は隨時今後も受け付けることにしております。御不明な点、改善点などございましたら事務局(IS-QZSS@jaxa.jp)までご連絡下さい。また、受信機の設計、製作に必要な情報でご不明の点に関しましてもお問い合わせいただけますようお願い申し上げます。

なお、本仕様書は、準天頂衛星初号機「みちびき」とのユーザインターフェースをまとめたものであり、内閣府宇宙戦略室が整備する実用準天頂衛星システムの仕様は本書には含まれておりません。

免責事項

- (1) IS-QZSS 及び準天頂衛星初号機から送信されるL帯測位信号(以下、「測位信号等」という。)について、その精度、実用性、送信の継続性及び特定の利用目的に対する適合性等は一切保証いたしません。
- (2) 測位信号等の利用や当該利用に基づき開発された製品やサービス提供等に関して生じた直接又は間接の損害について、一切の責任を負いません。

署名欄

宇宙航空研究開発機構（5.7.2.2.2 項の記載内容を除く）

準天頂衛星システムプロジェクトマネージャー

寺田 弘志

2009年7月31日

国土交通省国土地理院（5.7.2.2.2 項）

測地観測センター長

齊藤 陸

2009年7月31日

宇宙航空研究開発機構

(5.2.2.2.5.2 項(6)、5.4.3.1.2 項、5.4.3.5 項、5.7.2.1.3 項、5.7.2.2.2 項、5.7.2.2.3

項、5.7.2.2.4 項の記載内容を除く)

衛星利用推進センター ミッションマネージャ

山 茂 徒
2013年3月27日



IS-QZSS Ver. 1.2

情報通信研究機構 新世代ネットワーク研究センター (5.2.2.2.5.2 項(6))

光・時空標準グループ 時空計測技術プロジェクト

研究マネージャー

久 真 一

2011 年 2 月 25 日



IS-QZSS Ver. 1.4

衛星測位利用推進センター

(5.4.3.1.2 項、5.4.3.5 項、5.7.2.1.3 項、5.7.2.2.3 項、5.7.2.2.4 項)

専務理事

中島 翔

20/2年 2月 28日

改訂履歴 (1/2)

訂符	日付	改訂ページ	改訂理由
1.0	2008/6/17	—	初版制定
1.1	2009/7/31	1,140,157～ 162 2,64,67,79,1 99 80,90～97, 186 12,156 38 その他	国土地理院が行う実験用メッセージ定義の追加 GPS L1C 信号仕様の設計進捗 L1-SAIF 信号仕様の設計進捗 システムの設計進捗 メッセージ通知時間の定義見直し 誤記及び編集上の訂正
1.2	2011/2/25	2,2,41,42,64 ,67,68,194- 199 2,2,82,102 2,15,16,191 -193 2,A1-A12 その他	GPS L1C メッセージ仕様の設計進捗 L1-SAIF+メッセージに関する情報の追加 運用情報提供サイトの公開 地上補完信号(IMES)に関する開発の進捗 誤記及び編集上の訂正
1.3	2011/6/22	105,107,122 , 124 140,162 6-9,11,18- 21,27,35,36, 38,46,48,56, 59-61,73, 104,114,121 ,131 A1,A6,A7 その他	GPS L1C メッセージ仕様の設計進捗 SPAC-LEX 信号に関する情報の追加 打ち上げ後の運用に伴う諸情報の更新 地上補完信号(IMES)に関する開発の進捗 誤記及び編集上の訂正
1.4	2012/02/28	1,2,48,49,68 ,71,73,107, 108,114,124 ,125,131 ,195,197 その他	打ち上げ後の運用に伴う諸情報の更新 誤記及び編集上の訂正

改訂履歴 (2/2)

訂符	日付	改訂ページ	改訂理由	
1.5	2013/03/27	1-3, 6, 21, 26, 35-39, 41-42, 48-51, 53-55, 57-61, 66-68, 70-79, 104, 106-114, 116- 118, 121, 123- 131, 133-135, 165, 168, 192- 199 82, 84, 98, 177, 184 140, 144, 156, 162 A 1-A13 その他	(1) 打ち上げ後の運用に伴う諸情報の更新 (2) GPS の各信号仕様の変更に伴う諸情報の更新 (3) エフェメリスパラメータ、アルマナックデータ、UTC パラメータの 更新タイミング変更とそれに伴う諸情報の更新 (4) L1-SAIF 信号に関する情報の追加 (5) LEX 信号に関する情報の追加 (6) 地上補完信号(IMES)に関する開発の進捗に伴う諸情報の更新 (7) 誤記および編集上の訂正	

目次

1 範囲	1
2 適用文書	2
3 QZSS 概要	3
3.1 QZSS 概要	4
3.1.1 システム概要	4
3.1.1.1 衛星系システム概要	4
3.1.1.2 地上系システム概要	8
3.1.2 運用	11
3.1.2.1 データ	11
3.1.2.2 メンテナンス、故障と復旧、実験	14
3.1.3 送信信号	16
3.1.3.1 送信信号の種別	16
3.1.3.2 送信信号のスペクトラム	16
3.1.3.3 送信信号の概略仕様	17
3.1.3.4 送信信号のドップラー	18
3.1.3.5 仰角及び方位角	20
3.1.3.6 受信電力	21
3.1.4 時刻系及び座標系	22
3.1.4.1 時刻系	22
3.1.4.2 座標系	22
3.2 他システムとのインターフェース	23
3.2.1 時刻系	23
3.2.1.1 GPS とのインターフェース	23
3.2.1.2 Galileo とのインターフェース	23
3.2.2 座標系	23
4 QZSS サービス・実証	25
4.1 QZSS サービス・実証エリア	25
4.1.1 1 機の QZS の覆域	25
4.1.2 QZSS の覆域	26
4.1.3 QZSS コンステレーションの仰角	27
4.1.4 QZSS コンステレーションの可視性	28
4.1.5 QZS が送信する電離層パラメータの対象領域	28
4.1.6 GNSS と組み合わせた時の可視性	29
4.2 サービス・実証時間／期間	35
4.2.1 打ち上げ時刻で確定した初期昇交点赤経について	35
4.3 システム性能	37
4.3.1 アベイラビリティ	37
4.3.1.1 機の場合の QZSS アベイラビリティ	37

4.3.1.2 QZSS コンステレーション(3 機構成)のアベイラビリティ	37
4.3.2 ALERT フラグ、URA、ヘルス情報、インテグリティ情報	37
4.3.2.1 ALERT フラグ、URA、ヘルス情報、インテグリティ情報の通知	37
4.3.2.2 通知時間	37
4.3.2.3 譲警報確率	37
4.3.2.4 誤検出確率	37
4.3.2.5 L1-SAIF 信号の仕様	38
4.3.3 精度	39
4.3.3.1 補完信号による SIS 精度	39
4.3.3.2 既存の GNSS とのインターチェンジabilitiy に関する精度	39
4.3.3.3 電離層パラメータの精度	39
4.3.3.4 補完信号による測位精度	39
4.3.3.5 補強信号による測位精度	39
5 信号特性	40
5.1 QZSS 信号の全般特性	40
5.1.1 RF 特性	41
5.1.1.1 信号構造	41
5.1.1.2 周波数	43
5.1.1.3 相関損失	43
5.1.1.4 搬送波位相雑音	43
5.1.1.5 スピアス	44
5.1.1.6 信号内の位相関係	44
5.1.1.7 信号間の PRN コード位相関係	45
5.1.1.8 最低信号強度	46
5.1.1.9 偏波特性	46
5.1.1.10 アンテナ位相中心特性	46
5.1.1.11 PRN コード	46
5.1.2 航法メッセージ	47
5.1.2.1 航法メッセージの内容	47
5.1.2.2 サブフレーム、ページ、データセットに関するタイミング	49
5.2 L1C/A 信号	51
5.2.1 RF 特性	51
5.2.1.1 信号構造	51
5.2.1.2 搬送波特性	51
5.2.1.3 コード特性	51
5.2.2 メッセージ	51
5.2.2.1 メッセージ構造	51
5.2.2.2 メッセージの内容	51
5.3 L1C 信号	62
5.3.1 RF 特性	62
5.3.1.1 信号構造	62

5.3.1.2 搬送波特性	62
5.3.1.3 コード特性	63
5.3.2 メッセージ.....	63
5.3.2.1 メッセージ構造.....	63
5.3.2.2 符号化処理	63
5.3.2.3 インターリーブ処理.....	63
5.3.2.4 メッセージの内容.....	63
5.4 L1-SAIF 信号	80
5.4.1 RF 特性.....	80
5.4.1.1 信号構造	80
5.4.1.2 搬送波特性	80
5.4.1.3 コード特性	80
5.4.2 エラー訂正符号.....	80
5.4.3 メッセージ.....	80
5.4.3.1 メッセージ構造.....	80
5.4.3.2 メッセージの適用.....	83
5.4.3.3 メッセージの内容(SBAS 互換メッセージ)	84
5.4.3.4 メッセージの内容(SBAS非互換メッセージ)	98
5.4.3.5 L1-SAIF+メッセージ.....	102
5.5 L2C 信号	103
5.5.1 RF 特性.....	103
5.5.1.1 信号構造	103
5.5.1.2 搬送波特性	103
5.5.1.3 コード特性	103
5.5.2 メッセージ.....	103
5.5.2.1 メッセージ構造	103
5.5.2.2 メッセージの内容	105
5.6 L5 信号	119
5.6.1 RF 特性.....	119
5.6.1.1 信号構造	119
5.6.1.2 搬送波特性	119
5.6.1.3 コード特性	119
5.6.2 メッセージ.....	119
5.6.2.1 メッセージ構造	119
5.6.2.2 メッセージの内容	122
5.7 LEX 信号	136
5.7.1 RF 信号特性.....	136
5.7.1.1 信号構造	136
5.7.1.2 搬送波特性	137
5.7.1.3 コード特性	137
5.7.2 メッセージ.....	139

5.7.2.1 メッセージ構造	139
5.7.2.2 メッセージの内容	141
6 ユーザアルゴリズム	163
6.1 定数	163
6.1.1 光速	163
6.1.2 地球自転角速度	163
6.1.3 地球重力定数	163
6.1.4 円周率	163
6.1.5 <i>Semi-Circle</i>	163
6.2 時系／座標系に関わるユーザアルゴリズム	163
6.2.1 時系に関わるユーザアルゴリズム	163
6.2.2 座標系に関わるユーザアルゴリズム	164
6.2.2.1 地球固定座標系の定義	164
6.2.2.2 軌道計算によって得られた衛星の位置	164
6.3 共通アルゴリズム	165
6.3.1 時刻関係	165
6.3.1.1 時刻により計算される値	165
6.3.1.2 MCS における元期のセット	165
6.3.1.3 ユーザにおける週の切換りの考慮	166
6.3.2 SVクロックオフセット補正のユーザアルゴリズム	167
6.3.3 2波ユーザの2波観測による電離層遅延量の補正	168
6.3.3.1 L1C/A 信号と L2C 信号の2波ユーザ	168
6.3.3.2 L1C/A 信号と L5 信号の2波ユーザ	169
6.3.3.3 L2C 信号と L5 信号の2波ユーザ	169
6.3.3.4 L1C 信号と L2C 信号の2波ユーザ	169
6.3.3.5 L1C 信号と L5 信号の2波ユーザ	170
6.3.4 1波ユーザの内部信号群遅延誤差の補正	170
6.3.4.1 L1C/A 信号の内部信号群遅延誤差の補正	170
6.3.4.2 L2C 信号の内部信号群遅延誤差の補正	170
6.3.4.3 L5 信号の内部信号群遅延誤差の補正	170
6.3.4.4 L1C 信号の内部信号群遅延誤差の補正	171
6.3.5 エフェメリスデータによる衛星の軌道計算	171
6.3.6 アルマナックデータによる衛星の軌道と SV クロックオフセット計算	171
6.3.6.1 アルマナック軌道データ	171
6.3.6.2 アルマナック基準時刻: t_{oa} とアルマナック基準週番号: WN_a	173
6.3.6.3 アルマナック時刻データによる衛星の SV クロックオフセット計算	173
6.3.7 協定世界時パラメータによる UTC の算出	173
6.3.8 電離層パラメータによる電離層遅延量の補正	173
6.3.9 NMCT(L1C/A 信号)、DC データ(L1C 信号、L2C 信号、L5 信号)による補正	174
6.3.9.1 NMCT(航法メッセージ補正テーブル)データによる補正	174
6.3.9.2 DC データ(L1C 信号、L2C 信号、L5 信号)による補正	174

6.3.10 他の衛星航法システムとの相互運用性に関わるアルゴリズム	175
6.4 L1-SAIF アルゴリズム	176
6.4.1 タイムアウト	176
6.4.2 補正情報の適用手順	176
6.4.2.1 クロック・軌道の補正(長期補正)	176
6.4.2.2 擬似距離の補正と適用(高速補正・大気遅延補正)	177
6.4.2.3 電離層伝搬遅延補正	178
6.4.2.4 対流圏遅延補正	182
6.4.3 インテグリティ情報の適用手順	183
6.4.3.1 保護レベルの計算	183
6.4.3.2 クロックおよび軌道成分	184
6.4.3.3 クロック—軌道共分散	184
6.4.3.4 電離層伝搬遅延	185
6.4.3.5 マルチパス誤差	185
6.4.3.6 対流圏伝搬遅延	185
6.4.4 準天頂衛星位置の計算	186
6.5 LEX 信号のアルゴリズム	187
6.5.1 LEX メッセージのリードソロモン符号化アルゴリズム	187
6.5.1.1 ガロア体 $GF(2^8)$ の構成	187
6.5.1.2 基底の変換	188
6.5.1.3 符号化	189
6.5.1.4 復号化	189
6.6 その他	190
6.6.1 受信機内部のバイアス	190
7 運用情報の提供	191
7.1 運用情報提供サイト	191
7.2 公開情報・データと公開方法	191
7.2.1 運用計画、実績情報の公開 (NAQU:NOTICE ADVISORY TO QZSS USERS)	192
7.2.2 実験スケジュールの公開	192
7.2.3 実験評価結果の公開	192
7.2.4 ユーザ運用支援情報の生成	192
7.2.4.1 ユーザ運用計画支援ツール (QZ-radar)	192
7.2.4.2 軌道情報提供	192
7.2.4.3 放送パターンテーブル提供	193
7.2.5 精密軌道暦の提供	193
7.2.5.1 QZSS、GPS 最終暦 (軌道およびクロック)	193
7.2.5.2 QZSS、GPS 超速報暦 (軌道およびクロック)	193
7.2.6 精密軌道暦生成支援情報 (研究利用ユーザ向け)	193
8 GPS との違い	194
8.1 航法メッセージの違い	194

8.1.1 L1C/A 信号の GPSとの違い	195
8.1.2 L2C 信号及びL5 信号に重畠されている CNAVメッセージの GPSとの違い	196
8.1.3 L1C 信号に重畠されている CNAV-2メッセージの GPSとの違い	197
8.2 RF 特性の違い	199
8.2.1 L1C 信号の拡散変調方式の違い	199
8.2.2 L1C 信号の信号位相の違い	199

図リスト

図 3.1.1-1 システム概要図	4
図 3.1.1-2 軌道概要図(3 機構成の場合)	5
図 3.1.1-3 コンステレーション図(EPOCH=2009/Dec/26/12:00UTC)(3 機構成の場合)	5
図 3.1.1-4 QZS のノミナル軌道の地上軌跡	7
図 3.1.1-5 QZS の概観図	8
図 3.1.1-6 QZS のブロック図	8
図 3.1.1-7 地上局の配置図	9
図 3.1.1-8 MCS の概観図	10
図 3.1.1-9 TT&C アンテナの概観図	10
図 3.1.2-1 システムデータフロー図	11
図 3.1.2-2 航法メッセージの更新の例	12
図 3.1.2-3 航法メッセージのアップリンクの例	12
図 3.1.2-4 ALERT フラグ、URA、NSC 変更の関係	14
図 3.1.2-5 軌道メンテナンス範囲	15
図 3.1.3-1 送信信号のスペクトラム	16
図 3.1.3-2 QZS-1 と各都市の相対速度(距離の変化率)(計算条件は表 3.1.1-1 参照。観測 EPOCH=2009/Dec/26/12:00UTC、横軸は経過時間)	18
図 3.1.3-3 各都市における QZSS の仰角と方位角(計算条件は表 3.1.1-1 参照。観測 EPOCH=2009/Dec/26/12:00UTC)	20
図 3.2.1-1 時刻系の関係図	23
図 3.2.2-1 座標系の関係図	24
図 4.1.1-1 1 機の QZS が仰角 10 度以上に見える時間率	25
図 4.1.1-2 1 機の QZS が仰角 60 度以上に見える時間率	25
図 4.1.2-1 QZSS コンステレーションの内、1 機の QZS が仰角 10 度以上に見える時間率(3 機構成の場合)	26
図 4.1.2-2 QZSS コンステレーションの内、1 機の QZS が仰角 60 度以上に見える時間率(3 機構成の場合)	26
図 4.1.3-1 QZSS コンステレーションの各都市の仰角(3 機構成の場合)(計算条件:QZS-1 については表 3.1.1-1 参照。2 号機、3 号機については昇交点赤経=±120 度と仮定。観測 EPOCH: 2009/12/26 12:00UTC、横軸は経過時間)	27
図 4.1.4-1 QZSS コンステレーションの QZSS 平均可視数(3 機構成の場合)	28
図 4.1.5-1 QZSS が提供する電離層パラメータの対象領域	28
図 4.1.6-1 PDOP < 6 の時間割合(1/2)	30
図 4.1.6-2 平均可視衛星数(1/3)	32
図 4.2.1-1 各都市における QZS-1 の可視時間(計算条件は表 4.2.1-1 参照。濃い部分は仰角 60 度以上、薄い部分は仰角 10 度以上、白い部分は仰角 10 度未満、縦軸の時間は左軸が UTC(日本時間-9時間)、右軸が日本時間)	36
図 4.3.2-1 ALERT フラグ、URA、ヘルス情報及びインテグリティ情報の通知時間	38
図 5.1.1-1 QZS-1 と GPS-III の L1 信号位相関係(反時計回りの方向は位相の進みを示す。また各信号の位相は変調ビットが"0"の時の相対位相を示す。)	42

図 5.1.1-2 全 QZSS 信号の位相ノイズ.....	43
図 5.1.1-3 コードジッタ σ_{jitter} の定義	44
図 5.1.1-4 PRN コードの rising/falling エッジ遅れ時間 Δ の定義	45
図 5.1.2-1 L1C/A 信号の URA、ヘルス関連情報	47
図 5.3.1-1 L1C 信号の信号構造.....	62
図 5.3.2-1 TOI,ITOW と週内秒の関係.....	66
図 5.4.2-1 FEC 生成方式.....	80
図 5.4.3-1 メッセージブロックのフォーマット.....	81
図 5.6.1-1 L5 信号の信号構造.....	119
図 5.7.1-1 LEX 信号構造	136
図 5.7.1-2 LEX 信号コードの生成ブロック図	137
図 5.7.1-3 LEX 信号のタイミング関係図	138
図 5.7.2-1 LEX メッセージ構造.....	139
図 5.7.2-2 リードソロモン符号化.....	141
図 5.7.2-3 メッセージタイプ 10 - 信号ヘルス、エフェメリスデータ&SV クロック	142
図 5.7.2-4 メッセージタイプ 11 - 信号ヘルス、エフェメリスデータ&SV クロック及び電離層補正	143
図 5.7.2-5 信号ヘルスパケット.....	145
図 5.7.2-6 エフェメリスデータ& SV クロックパケット.....	148
図 5.7.2-7 電離層補正パラメータパケット.....	154
図 6.4.2-1 4 つの IGP による補間アルゴリズムの定義	180
図 6.4.2-2 3 つの IGP による補間アルゴリズムの定義	181

表リスト

表 3.1.1-1 QZS-1 ノミナル軌道の計算条件.....	7
表 3.1.1-2 地上局位置情報	9
表 3.1.3-1 送信信号の概略仕様.....	17
表 3.1.3-2 各信号のドップラー係数	19
表 4.2.1-1 各都市における可視時間の計算条件	35
表 4.3.3-1 補完信号による測位精度.....	39
表 4.3.3-2 補強信号による測位精度.....	39
表 5.1-1 QZS 信号の諸元.....	40
表 5.1.1-1 QZS 信号の信号構造	41
表 5.1.1-2 信号間の PRN コード位相の差	45
表 5.1.2-1 QZS 信号の 5 ビットヘルス定義.....	49
表 5.2.2-1 データ ID と衛星 ID による内容の識別.....	56
表 5.2.2-3 QZS における衛星ヘルス送信順.....	58
表 5.2.2-4 QZS における NMCT 送信順.....	61
表 5.3.2-1 航法メッセージ D_{L1C} のエフェメリスデータ及びクロックのパラメータ定義	65
表 5.3.2-2 航法メッセージ D_{L1C} のページ番号定義、最大送信周期	69
表 5.3.2-3 航法メッセージ D_{L1C} の電離層パラメータのパラメータ定義	70

表 5.3.2-4 航法メッセージ D _{L1C} の GPS/GNSS 時刻オフセット、地球回転パラメータ等のパラメータ定義	72
表 5.3.2-5 航法メッセージ D _{L1C} の Reduced アルマナックデータのパラメータ定義	73
表 5.3.2-6 航法メッセージ D _{L1C} の Midi アルマナックデータのパラメータ定義	76
表 5.3.2-7 航法メッセージ D _{L1C} の DC データのパラメータ定義	78
表 5.4.3-1 SAIF メッセージタイプ	82
表 5.4.3-2 メッセージタイプ1:PRNマスク情報	85
表 5.4.3-3 PRNスロット	85
表 5.4.3-4 メッセージタイプ2～5:高速補正	86
表 5.4.3-5 UDRE 値	87
表 5.4.3-6 メッセージタイプ6:インテグリティ情報	87
表 5.4.3-7 メッセージタイプ7:高速補正劣化係数	87
表 5.4.3-8 メッセージタイプ10:劣化係数	88
表 5.4.3-9 メッセージタイプ18:IGPマスク	90
表 5.4.3-10 IGP位置の定義	90
表 5.4.3-11 メッセージタイプ24:複合高速／長期補正	94
表 5.4.3-12 メッセージタイプ25:長期補正	95
表 5.4.3-13 メッセージタイプ25の部分メッセージ	95
表 5.4.3-14 メッセージタイプ26:電離層伝搬遅延補正	96
表 5.4.3-15 GIVEIの値	97
表 5.4.3-16 メッセージタイプ28:クロックー軌道共分散	97
表 5.4.3-17 メッセージタイプ63:ヌルメッセージ	98
表 5.4.3-18 メッセージタイプ52:TGP マスク	98
表 5.4.3-19 TGP 位置の定義 (1/2)	99
表 5.4.3-20 メッセージタイプ53:対流圏遅延補正	101
表 5.4.3-21 メッセージタイプ56:内部信号群遅延誤差補正情報	101
表 5.4.3-22 QZS エフェメリス情報	102
表 5.5.2-1 航法メッセージ D _{L2C} のメッセージタイプ定義	104
表 5.5.2-2 航法メッセージ D _{L2C} 最大送信周期	104
表 5.5.2-3 航法メッセージ D _{L2C} のエフェメリスデータのパラメータ定義	106
表 5.5.2-4 航法メッセージ D _{L2C} の SVクロックパラメータ定義	108
表 5.5.2-5 航法メッセージ D _{L2C} の電離層パラメータのパラメータ定義	109
表 5.5.2-6 航法メッセージ D _{L2C} の群遅延補正パラメータ (T _{GD} 、ISC) 定義	109
表 5.5.2-7 航法メッセージ D _{L2C} のエフェメリス関連パラメータのパラメータ定義	109
表 5.5.2-8 航法メッセージ D _{L2C} の Midi アルマナックデータのパラメータ定義	111
表 5.5.2-9 航法メッセージ D _{L2C} の Reduced アルマナックデータのパラメータ定義	111
表 5.5.2-10 航法メッセージ D _{L2C} の DC データのパラメータ定義	116
表 5.5.2-11 航法メッセージ D _{L2C} の GPS/GNSS 時刻オフセット(GGTO)のパラメータ定義	117
表 5.6.2-1 航法メッセージ D _{L5} のメッセージタイプ定義	121
表 5.6.2-2 航法メッセージ D _{L5} 最大送信周期	121
表 5.6.2-3 航法メッセージ D _{L5} のエフェメリスデータのパラメータ定義	123

表 5.6.2-4 航法メッセージ D _{L5} の SV クロックパラメータ定義	125
表 5.6.2-5 航法メッセージ D _{L5} の 電離層パラメータのパラメータ定義	126
表 5.6.2-6 航法メッセージ D _{L5} の群遅延補正パラメータ (T _{GD} , ISC) 定義	126
表 5.6.2-7 航法メッセージ D _{L5} の エフェメリス関連パラメータのパラメータ定義	126
表 5.6.2-8 航法メッセージ D _{L5} の Midi アルマナックデータのパラメータ定義	128
表 5.6.2-9 航法メッセージ D _{L5} の Reduced アルマナックデータのパラメータ定義	128
表 5.6.2-10 航法メッセージ D _{L5} の DC データのパラメータ定義	133
表 5.6.2-11 航法メッセージ D _{L5} の GPS/GNSS 時刻オフセット(GGTO)のパラメータ定義	134
表 5.7.1-1 LEX 信号コードの生成パラメータ	138
表 5.7.2-1 メッセージタイプ定義	140
表 5.7.2-2 エフェメリスパラメータ	149
表 5.7.2-3 SV クロック及び群遅延パラメータ	152
表 5.7.2-4 電離層補正パラメータ	153
表 5.7.2-5 メッセージタイプ 10,11:メッセージデータ放送周期、更新周期、有効時間	156
表 5.7.2-6 メッセージタイプ 20 のレコード構造	157
表 5.7.2-7 パラメータ種別 ID	157
表 5.7.2-8 参照基準点観測情報	158
表 5.7.2-9 GPS Smoothing Interval	159
表 5.7.2-10 GPS L1 Lock time Indicator	159
表 5.7.2-11 衛星軌道・時計補正情報+電離層グリッド間隔情報	160
表 5.7.2-12 対流圏遅延補正情報	160
表 5.7.2-13 電離層遅延補正情報	161
表 6.4.1-1 タイムアウト時間	176
表 6.4.3-1 インテグリティに対応する定数 K	183
表 7.2-1 公開情報・データの種別	191
表 7.2.3-1 実験評価公開情報一覧	192
表 8.1.1-1 LNAV メッセージにおける QZSS 固有の定義となるパラメーター一覧	195
表 8.1.2-1 CNAV メッセージにおける QZSS 固有の定義となるパラメーター一覧 (1/2)	196
表 8.1.3-1 CNAV-2 メッセージにおける QZSS 固有の定義となるパラメーター一覧 (1/2)	197

1 範囲

本書は、準天頂衛星システム(以下「QZSS¹」)のシステム概要、サービス概要、サービス性能、準天頂衛星(以下「QZS」(Quasi Zenith Satellite))信号の特性及び推奨するユーザアルゴリズムについてまとめたものである。なお、GPS(Global Positioning System)近代化相当の民生用測位信号(L1C/A信号、L1C信号、L2C信号及びL5信号)については、GPSと異なる点について記述した。

QZSS および QZS 信号は、米国 GPS をはじめとする他の衛星測位システムとの共存性に配慮し、米国 GPS との相互運用性を最大化するように開発されたものである。本書は、米国 GPS との密接な連携の下に作成されたものである。

本書は、準天頂衛星初号機(以下「QZS-1」)から送信されるL1C/A信号、L1C信号、L1-SAIF(L1-band Submeter-class Augmentation with Integrity Function)信号、L2C信号、L5信号、LEX(L-band EXperiment)信号を使用するQZSSの全ユーザを対象としている。

本書は、ドラフト初版の公開以降、システム設計や開発の進捗に応じてアップデートを重ねてきたが、本制定版において、QZSS 第一段階における信号の種別、信号強度、及び信号構造等が記載の通り確定している。今後も、利用者からのコメントを隨時受け付けるとともに、準天頂衛星システム設計の進捗、ならびに、QZS-1 打上げ後の技術実証、および利用実証の結果等を踏まえ、運用方法、およびデータの取り扱い、ならびに読み易さ等の観点において、適宜、見直しを行い、改訂を行う予定である。改訂にあたっては、事前に改訂案を公開し、ユーザからのコメントを踏まえることとする。

なお、民間が主体となって実施する利用実証に係わるユーザインターフェース(補強サービス性能仕様、補強情報メッセージ内容等)については、別途、財団法人 衛星測位利用推進センターが、必要に応じて関係機関と調整をとりつつ取りまとめていている。

第3章ではQZSSのシステム概要を示し、第4章ではQZSSのサービスの概要を示す。また、第5章以降は、受信機の設計に当たって参考されるべきQZS信号仕様とそのユーザアルゴリズムを示している。最後に、第8章にはGPSとの違いをまとめた。

本書の4.3.2項「ALERT フラグ、URA、ヘルス情報」のうちのL1-SAIF信号の仕様、4.3.3.5項「補強信号による測位精度」、5.4項「L1-SAIF信号」、及び6.4項「L1-SAIFアルゴリズム」については、独立行政法人電子航法研究所におけるL1-SAIF信号の研究開発の成果を記載している。また、5.4.3.1.2項および5.4.3.5項に記載された「L1-SAIF+メッセージ」に関する情報については財団法人衛星測位利用推進センターの研究開発の成果を反映している。詳細な内容については別途、財団法人衛星測位利用推進センターよりインターフェース仕様を規定する文書が公開されている(2010年7月)(適用文書(6)参照)。LEX信号の仕様のうち5.7.2.2.2項「メッセージタイプ20」については、国土地理院における研究開発による高精度測位補正等技術実証実験のメッセージ仕様を記載している。また、5.7.2.2.4項「メッセージタ

¹ QZSSは準天頂衛星システムを意味するQuasi Zenith Satellite Systemの略である。全体システムを総称するとき、この略称を使う。

イプ 156～255」の詳細な仕様に関しては、別途、財団法人衛星測位利用推進センターよりインターフェース仕様を規定する文書が公開されている(2011 年 7 月) (適用文書(6)参照)。

2 適用文書

- (1) Navstar GPS Space Segment / Navigation User Interface, Interface Specification, IS-GPS-200. Rev. F, Sept. 2011.
- (2) Navstar GPS Space Segment / User Segment L5 Interfaces, Interface Specification, IS-GPS-705. Rev. B, Sept. 2011.
- (3) Navstar GPS Space Segment/User Segment L1C Interfaces, Interface Specification, IS-GPS-800. Rev. B, Sept. 2011.
- (4) International Standards and Recommended Practices, Aeronautical Telecommunications, Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation, vol. I, ICAO, Nov. 2002.
- (5) Minimum Operational Performance Standards for Global Positioning System/Wide Area Augmentation System Airborne Equipment, DO-229C, RTCA, Nov. 2001.
- (6) SPAC-利-100630-15, 準天頂衛星システム利用実証補強メッセージ仕様書、財団法人衛星測位利用推進センター, 2011 年 7 月

3 QZSS 概要

準天頂衛星システム(Quasi-Zenith Satellite System)は、日本付近で常に天頂方向に1機の衛星が見えるように複数の衛星を準天頂軌道に配置した衛星システムであり、山間地、ビル陰等に影響されず、全国をほぼ100%カバーする高精度の測位サービスの提供を実現可能とする。

QZSS のサービスは、GPS を補完・補強する 2 つのサービスを有している。

GPS 補完サービスは、米国が運用する GPS と組み合わせ、準天頂軌道を利用して衛星の幾何学的配置を改善することにより、都市部や山間部における測位可能エリア・時間を増大させるとともに、GPS 近代化相当の民生用測位信号(L1C/A 信号、L1C 信号、L2C 信号及び L5 信号)を送信して、測位精度の向上を目指すものである。また、GPS 補完信号のうち、L1C 信号および L5 信号は、GPS と Galileo の合意を受け、GPS はもちろんのこと、Galileo との相互運用性も確保し、衛星測位ユーザの利便性向上を図るものである。

QZS から送信する GPS 補完に関する信号は、近代化 GPS との共存性、相互運用性を確保することから、近代化 GPS 信号をベースとしており、L1C/A 信号、L1C 信号、L2C 信号、L5 信号を送信することとし、そこからの仕様変更を最小限に抑えることとしている。

一方の GPS 補強サービスは、L1-SAIF 信号及び LEX 信号を QZS から送信することで、測距補正情報の送信による高精度化、ヘルス情報の通知や故障判定による高信頼性化及び GPS 衛星の捕捉支援情報等をユーザへ通知してユーザの利便性の向上に寄与することができる。

3.1 QZSS 概要

3.1.1 システム概要

QZSSは、衛星系システムと呼ばれる宇宙空間に配備されたQZSと、地上系システムと呼ばれる地上に配備されたモニタ局(以下「MS」(Monitor Station))やマスタコントロール局(以下「MCS」(Master Control Station))、追跡管制局、時刻制御実験局(以下「TMS」(Time Management Station))から構成される。

QZS信号はQZSから送信され、MSでモニタされる。MCSは、MSのモニタ結果を集信し、QZSの時刻や軌道を推定予報する。MCSは更に他の情報も集めて航法メッセージを生成し、追跡管制局を介してQZSにアップリンクする。

追跡管制局は、QZSの状態を常時監視しており、必要に応じてMCSと連携しながら適切なサービスを提供するように機能する。また、約半年に1回程度の周期で、QZSの軌道位置を常に正しい位置に保持するべく軌道制御する。

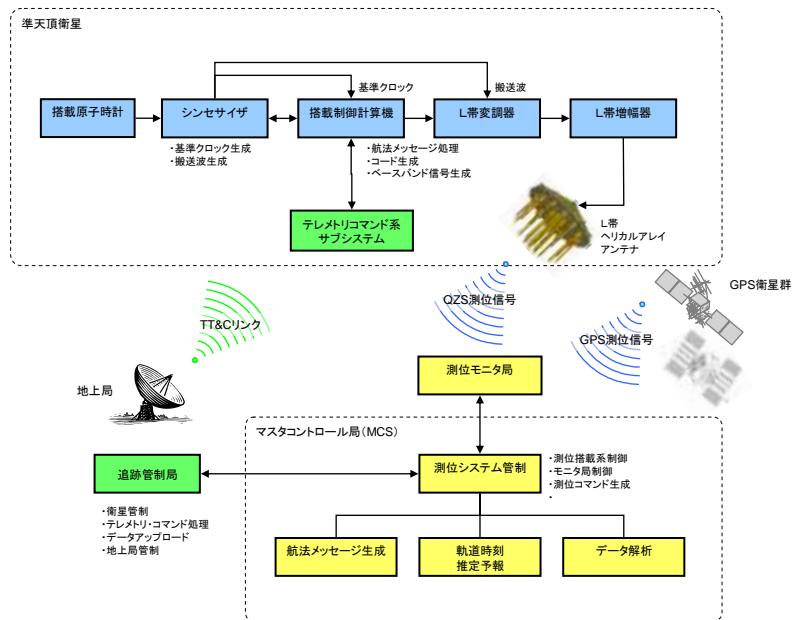


図 3.1.1-1 システム概要図

3.1.1.1 衛星系システム概要

3.1.1.1.1 コンステレーション

衛星系システムは、宇宙に配備された複数のQZSで構成される。全てのQZSは、日本、東南アジア、オーストラリア等の上空を飛翔する軌道に投入される。

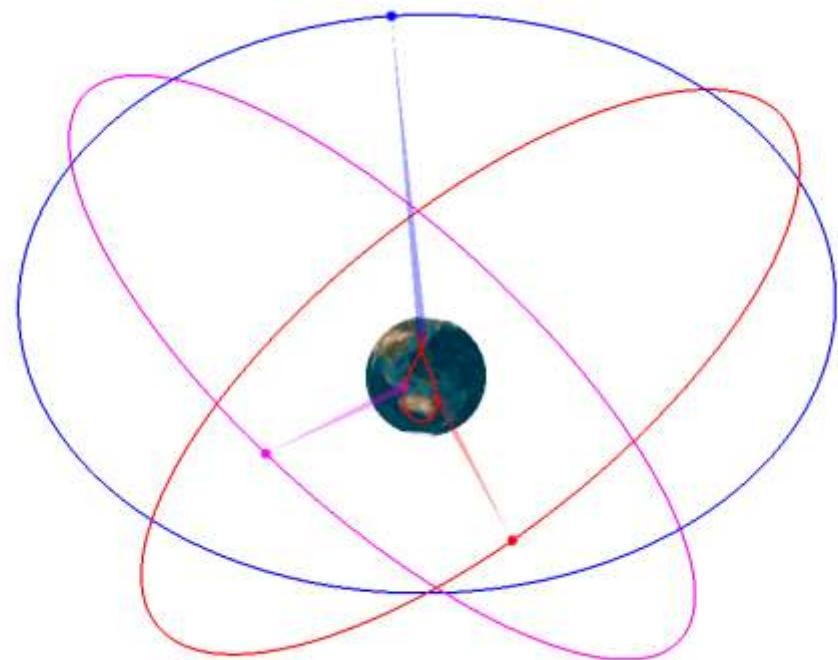


図 3.1.1-2 軌道概要図(3 機構成の場合)

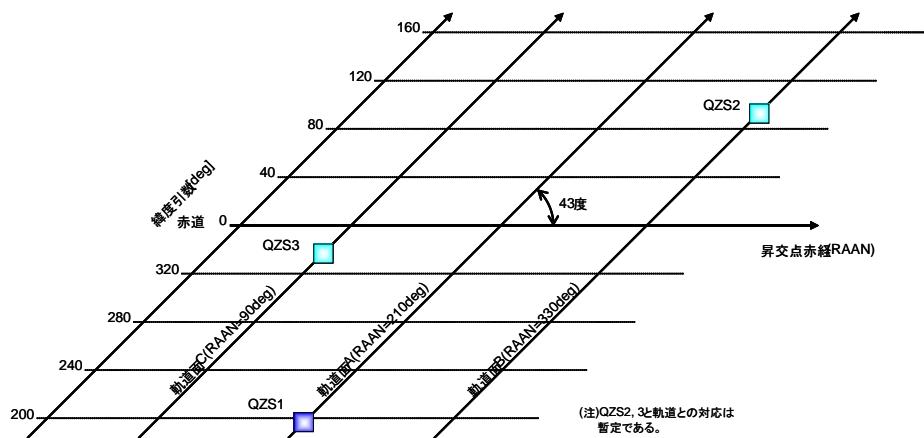


図 3.1.1-3 コンステレーション図(EPOCH=2009/Dec/26/12:00UTC) (3 機構成の場合)

3.1.1.1.2 軌道

QZS のノミナル軌道は、以下の通りであり、静止軌道と同じ軌道周期で軌道傾斜を持ち、最終的には複数の軌道面にそれぞれ 1 機の衛星を配する。

3.1.1.1.2.1 軌道長半径(a)

$$a = 42164\text{km(平均)}$$

3.1.1.1.2.2 離心率(e)

$$e = 0.075 \pm 0.015$$

3.1.1.1.2.3 軌道傾斜角(i)

$$i = 43\text{ 度} \pm 4\text{ 度}$$

3.1.1.1.2.4 昇交点赤経(Ω)

昇交点赤経は、衛星の近点離角と合わせて、3.1.1.1.2.6 項の中心経度となるように設定されている。準天頂衛星初号機(以下「QZS-1」という)の初期昇交点赤経は $\Omega = \text{約 } 195\text{ 度}$ である。

3.1.1.1.2.5 近地点引数(ω)

$$\omega = 270\text{ 度} \pm 2\text{ 度}$$

3.1.1.1.2.6 中心経度

中心経度とは、QZS の昇交点経度と降交点経度の中央であり、地上軌跡の 8 の字の中心の経度のことであり、その値は東経 $135\text{ 度} \pm 5\text{ 度}$ である。(高仰角特性を満足する範囲でアベイラビリティを向上させるために、本範囲を超える場合がある。)

3.1.1.1.3 QZS の地上軌跡

QZS のノミナル軌道の地上軌跡は図 3.1.1-4 となる。この時の計算条件を表 3.1.1-1 に示す。

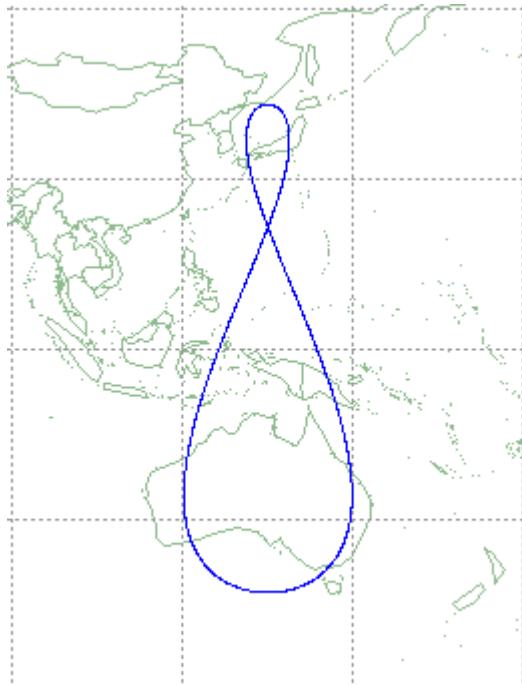


図 3.1.1-4 QZS のノミナル軌道の地上軌跡

表 3.1.1-1 QZS-1 ノミナル軌道の計算条件

No.	項目	設定
1	Epoch	2009 年 12 月 26 日 12:00:00 (UTC)
2	軌道長半径 [km]	42164.16945
3	離心率	0.075
4	軌道傾斜角 [deg]	43.0
5	昇交点赤経 [deg]	195.0
6	近地点引数 [deg]	270.0
7	平均近点離角 [deg]	305.0

3.1.1.1.4 QZS

QZS は図 3.1.1-5 に示す形状である。2 翼の太陽電池パドルを持ち、地球指向面に L 帯送信アンテナ(以下「L-ANT」)、L1-SAIF 送信アンテナ(以下「LS-ANT」)、テレメトリ・トラッキング・コマンド(以下「TT&C」)アンテナ及び Ku 帯時刻比較信号アンテナ(以下「Ku-ANT」)が搭載されている。QZS はその姿勢を常に地球中心に保つように制御され、太陽電池パドルは実質的に太陽に正対するようになっている。

L-ANT は、ヘリカルアンテナのアレイで構成され、その利得曲線を成形することで地球表面との距離を補償して地表での受信レベルがほぼ一定になるように作られている。

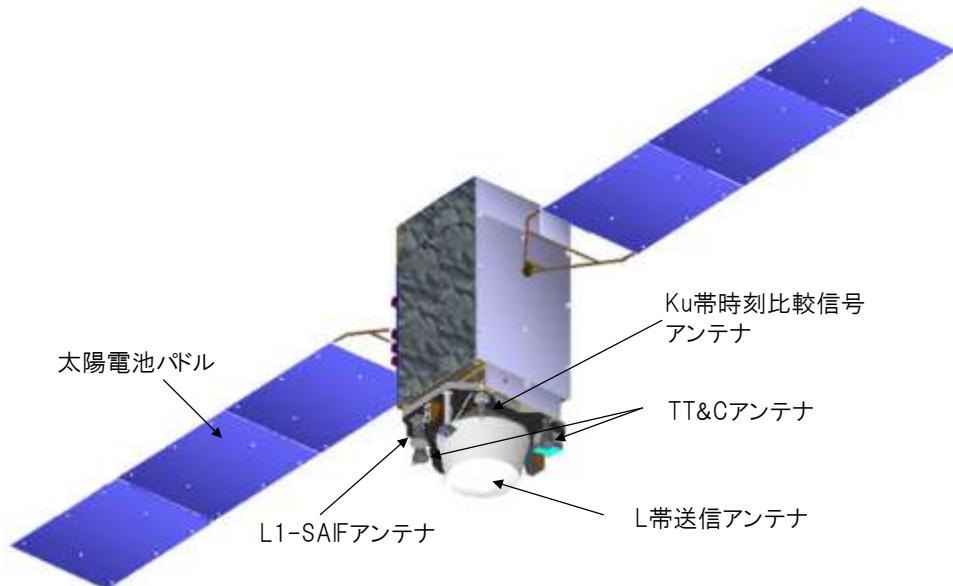


図 3.1.1-5 QZS の概観図

QZS には、図 3.1.1-6 に示す QZS 信号を送信する為の機材が搭載されている。QZS 信号は、ルビジウム原子時計を周波数基準とした搬送波が、MCS で生成された航法メッセージと擬似ランダム雑音(以下「PRN」(Pseudo-Random Noise))コードで変調されたものであり、これらの信号は L-ANT 及び LS-ANT から地球へ向けて送信される。

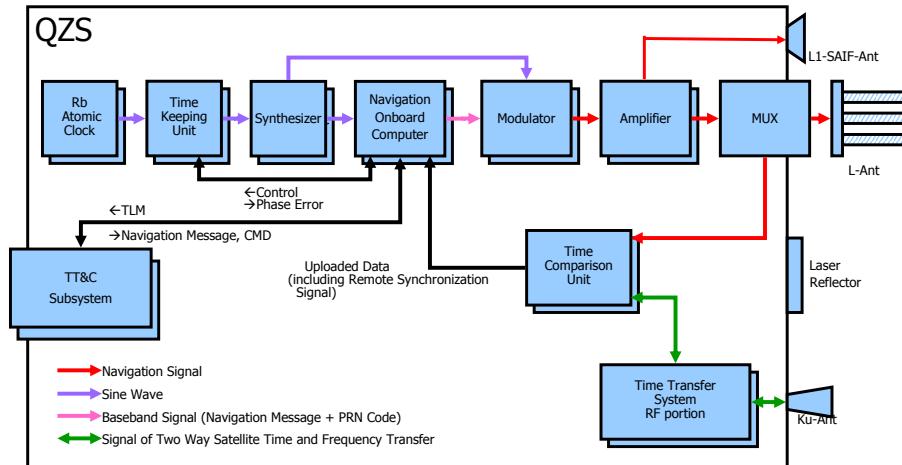


図 3.1.1-6 QZS のブロック図

3.1.1.2 地上系システム概要

地上系システムは、地上に配備された複数の局で構成される。それらは、QZS 信号を地上でモニタするためのモニタ実験局(MS)、MSからのモニタ結果の集信やQZS等の時刻や軌道の推定予報、航法メッセージの生成などを行うマスター contro l実験局(MCS)、航法メッセージのアップリンクや QZS の状態監視を行うための追跡管制局、及び時刻比較、時刻管理を行う時刻制御実験局(TMS)である。

MS は QZS 信号を受信できるエリアに 9 局が分散的に配備されており(図 3.1.1-7 参照)、また MCS(図 3.1.1-8 参照)及び TMS は日本国内に設置されている。各地上局の概略の位置情報を表 3.1.1-2 に示す。

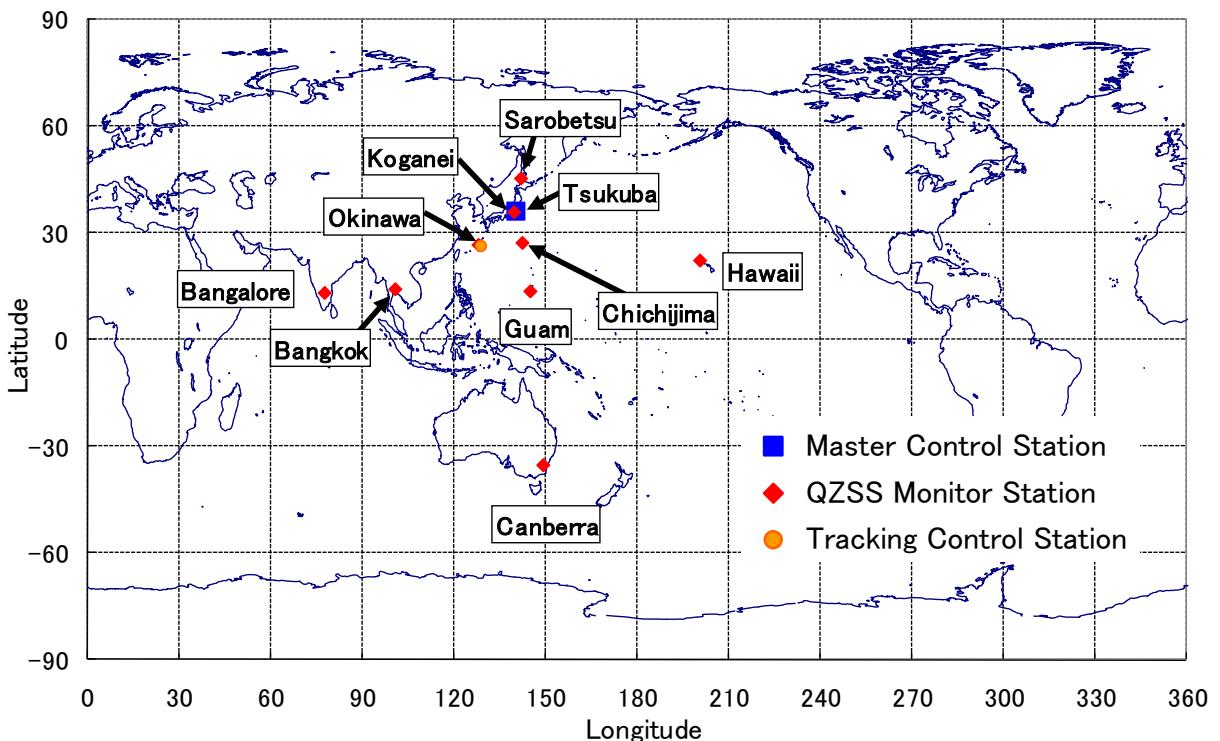


図 3.1.1-7 地上局の配置図

表 3.1.1-2 地上局位置情報

No.	地名	位置 (経度、緯度)
1	小金井	東経 139.4882 度、北緯 35.7078 度
2	サロベツ	東経 141.7489 度、北緯 45.1636 度
3	沖縄	東経 127.8444 度、北緯 26.4986 度
4	父島	東経 142.2154 度、北緯 27.0792 度
5	ハワイ	西経 159.6650 度、北緯 22.1262 度
6	グアム	東経 144.7948 度、北緯 13.4774 度
7	バンコク	東経 100.6130 度、北緯 14.0823 度
8	バンガロール	東経 77.5116 度、北緯 13.0343 度
9	キャンベラ	東経 149.0104 度、南緯 35.3160 度



図 3.1.1-8 MCS の概観図

追跡管制局は、QZS を極力常時運用管制できるような場所に、複数局が配備される。第1段階の準天頂衛星システムでは沖縄宇宙通信所内に2局の追跡管制局が整備されている。

図 3.1.1-9 は、追跡管制局にある TT&C アンテナの概観図である。



図 3.1.1-9 TT&C アンテナの概観図

3.1.2 運用

3.1.2.1 データ

3.1.2.1.1 データフロー

図 3.1.2-1 により、QZSS のデータフローを概説する。

- (1) MS で、QZS 信号及び GPS 信号を受信する。
- (2) MS でのモニタ結果は、MCS へ集められ、軌道時刻推定予報される。
- (3) 軌道時刻推定予報の結果に基づいて航法メッセージが生成され、追跡管制局に送られる。
- (4) 追跡管制局では、TT&C 回線により、航法メッセージを QZS のテレメトリコマンド系を介して搭載制御計算機へ送られる。
- (5) 準天頂衛星(QZS)では、航法メッセージを重畠させた QZS 信号を生成し、L 帯送信アンテナ及び L1-SAIF 送信アンテナから地球へ向けて送信する。

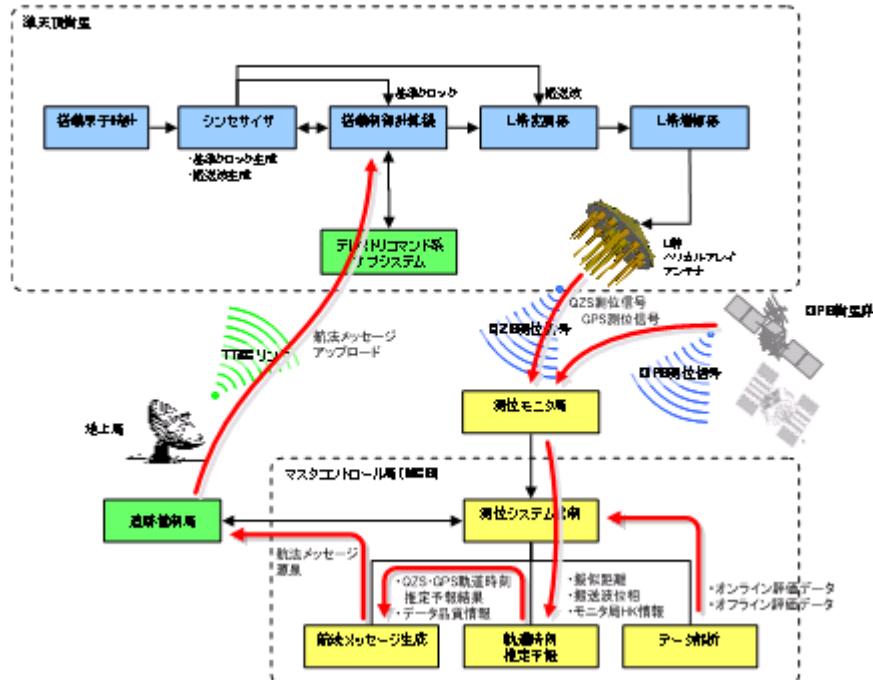


図 3.1.2-1 システムデータフロー図

3.1.2.1.2 航法メッセージの更新とそれらのアップリンク

L1-SAIF 信号と LEX 信号を除く QZS 信号の航法メッセージは、図 3.1.2-2 に示すタイミングで更新される。QZSS は、そのために、必要な航法メッセージを必要な間隔で、追跡管制局を介してアップリンクする。

エフェメリスデータ(SV クロックパラメータを含む)は、最短で 900 秒ごとに更新される。URA は信号毎に異なり、L1C/A で 30 秒毎、L1C は 18 秒毎、L2C は 48 秒毎、L5 は 24 秒毎に更新される。その他の情報の更新間隔については放送パターンテーブルによる(7.2.4.3 項参照)。エフェメリスデータの内の軌道パラメータの有効期間は最短で 7200 秒、時刻パラメータの有効期間は最短で 1800 秒である。

L1-SAIF 信号と LEX 信号の航法メッセージは、常時、MCS からアップロードされて、QZS で信号に重畠されて、地球へ送信される。

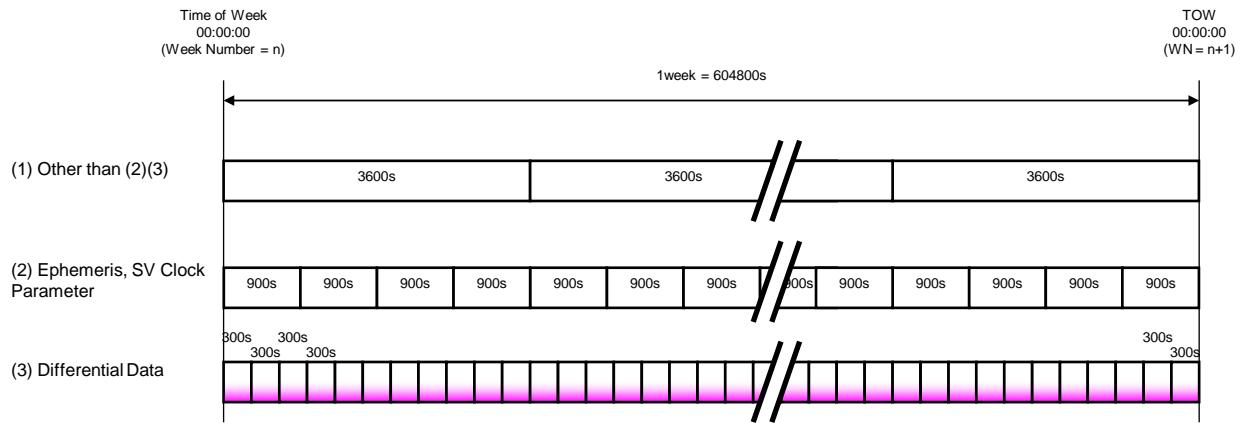


図 3.1.2-2 航法メッセージの更新の例

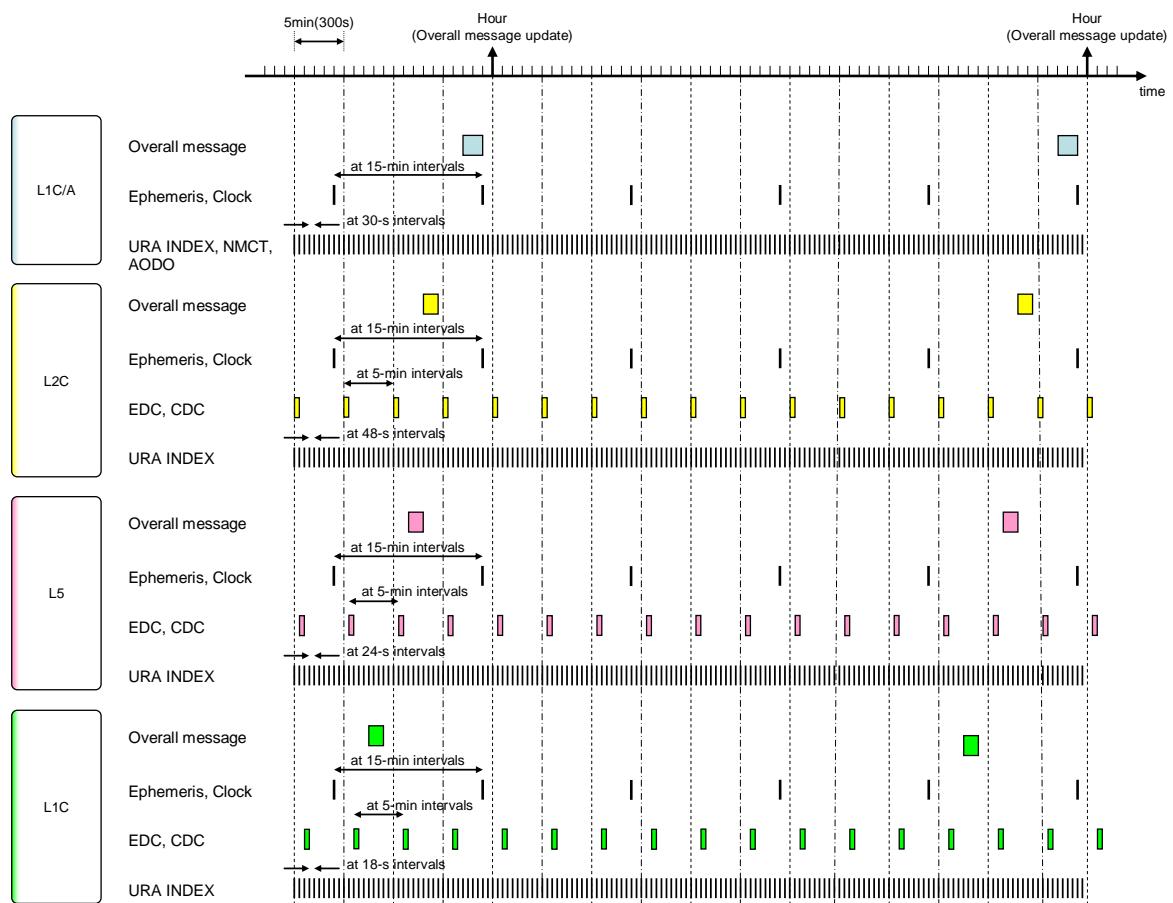


図 3.1.2-3 航法メッセージのアップリンクの例

3.1.2.1.3 ALERT フラグ、URA、ヘルス情報やディファレンシャル情報のアップリンク

QZSS では、次の ALERT フラグ、URA、ヘルス情報及びディファレンシャル情報をユーザに対して送信する。L1-SAIF 信号に関しては、5.4 節による。

3.1.2.1.3.1 ALERT フラグ (on L1C/A, L1C, L2C, L5, LEX)

QZSS は QZS 信号及び QZS の状況をモニタし、当該 QZS 信号の SIS 精度 (Signal In Space) が 9.65[m]よりも悪いかどうか、QZS に何らかの異常があるかどうかを 1 秒毎に判断している。これらにより当該 QZS 信号が使用に耐えないとき、それを検出してから 4.3.2.2 項に示す通知時間内にユーザに通知すべく、データを QZS へアップリンクする。

また、当該 QZS について、QZSS メンテナンス作業実施中でユーザが使用できない時も、ALERT により、ユーザに通知すべく、データを QZS へアップリンクする。

3.1.2.1.3.2 URA (on L1C/A, L1C, L2C, L5, LEX)

URA は User Range Accuracy の略であり、ユーザに提供しているエフェメリスデータと SV クロックパラメータを使った時の現在の SIS 精度をタイムリーに通知するものである。

QZSS は QZS 信号をモニタし、当該 QZS 信号の QZS 視線ベクトル方向の SIS 精度を 1 秒毎に推定している。推定結果(SIS 精度)の絶対値を 4.3.2.2 項に示す通知時間内にユーザに通知すべく、MCS はデータを 30 秒毎に QZS へアップリンクする。

3.1.2.1.3.3 ヘルス情報 (on L1C/A, L1C, L2C, L5, LEX)

QZSS は QZS 信号及び QZS の状況をモニタし、信号強度や変調状況、メッセージ異常の有無を 1 秒毎に判断している。また、QZSS は同時に他の衛星測位システムの信号をモニタし、信号強度や変調状況を 1 秒毎に判断し、更に SIS 精度を 1 秒毎に推定している。これらの結果は 4.3.2.2 項に示す通知時間内にユーザに通知すべく、異常検出時及びその解除時は、データを即座に QZS へアップリンクする。

3.1.2.1.3.4 NMCT (on L1C/A)、EDC 及び CDC (on L1C, L2C, L5)

NMCT は Navigation Message Correction Table の略であり、EDC は Ephemeris Differential Correction、CDC は Clock Differential Correction の略である。ユーザは、エフェメリスデータと SV クロックパラメータに内在する誤差を、これらのディファレンシャル情報により補正することができる。

QZSS は QZS 信号及び他の衛星測位システムの信号をモニタし、視線ベクトル方向の SIS 誤差を 1 秒毎に推定している。これらの推定の結果はディファレンシャル情報として、NMCT は 30 秒、EDC 及び CDC は 300 秒毎に QZS へアップリンクする。

3.1.2.1.3.5 UDRA と $\frac{d}{dt}UDRA$ (on L1C, L2C, L5)

UDRA は、User Differential Range Accuracy の略であり、 $\frac{d}{dt}UDRA$ と共に利用して、ユーザは EDC や CDC で補正した後の SIS 精度を知ることができる。

QZSS が行っている QZS 信号及び他の衛星測位システムの信号の視線ベクトル方向の SIS 誤差推定の精度を指し示すものであり、300 秒毎に QZS へアップリンクする。

3.1.2.1.3.6 NSC への切り替え

NSC は、非標準コード(Non Standard Code)の略である。

何らかのシステム異常が発生したとき、NSC に手動で切り替える。この時、ユーザは信号を受信できない。

NSC への切り替えを決定してからは 15 秒以内に切り替えられ、それによりシステムの異常をユーザに通知することができるようになっている。

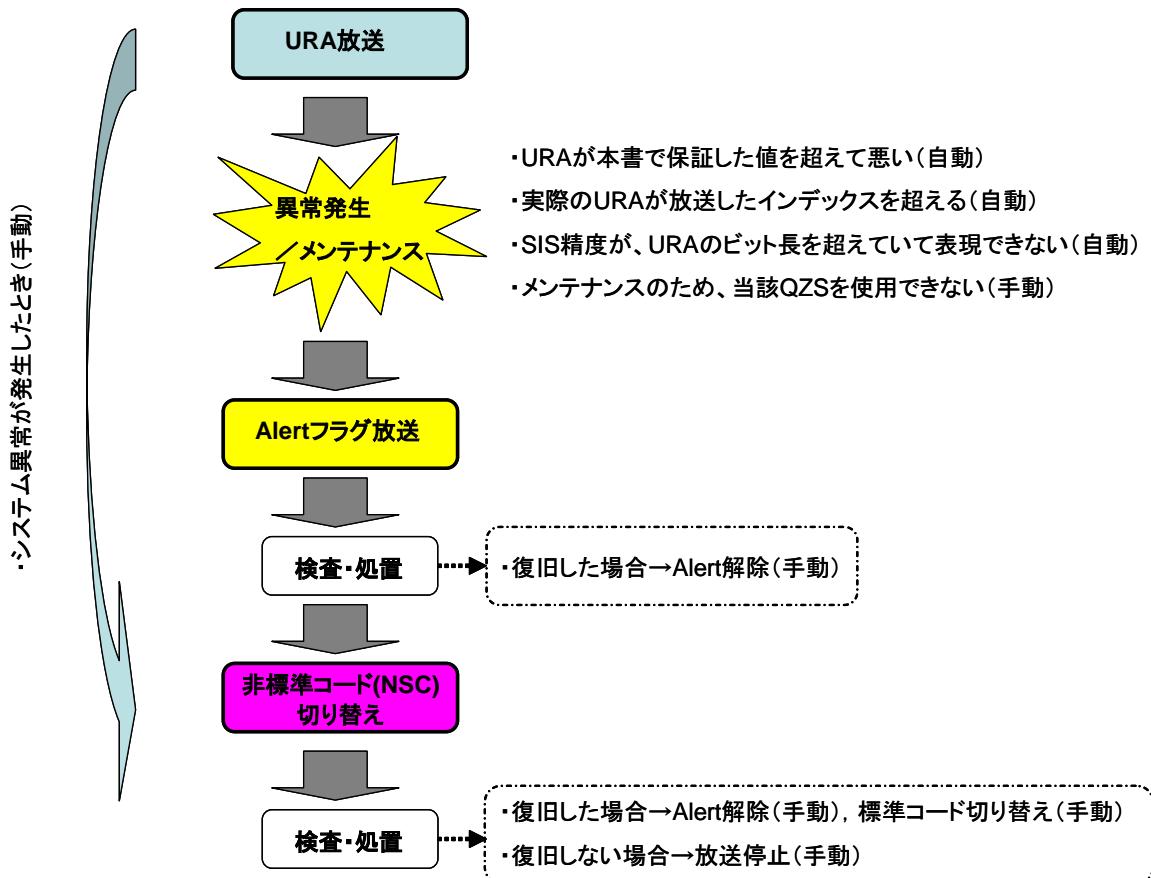


図 3.1.2-4 ALERT フラグ、URA、NSC 変更の関係

3.1.2.2 メンテナンス、故障と復旧、実験

3.1.2.2.1 衛星系システムのメンテナンス

1 度に 2 機以上の QZS が、以下に示す軌道メンテナンス又は姿勢メンテナンスでサービスを停止することは無い。

3.1.2.2.1.1 軌道メンテナンス

QZS の軌道は、地球重力や太陽等の様々な力に影響を受け、少しずつ日本上空からずれていく。その為、QZS-1では軌道メンテナンスを行うが、その頻度は平均 150 日以上に 1 回とする。軌道メンテナンス時のサービス停止期間は最大 2 日間とする。

軌道メンテナンス情報のユーザへの通知に関しては、7.2.1 項に示す。また、軌道メンテナンスの直前は、まず ALERT フラグを "1" とする。軌道メンテナンスの終了では、ALERT フラグを解除する(ALERT フラグ = "0")。

この軌道メンテナンスにより、QZS の軌道は図 3.1.2-5 に示す範囲に維持される。

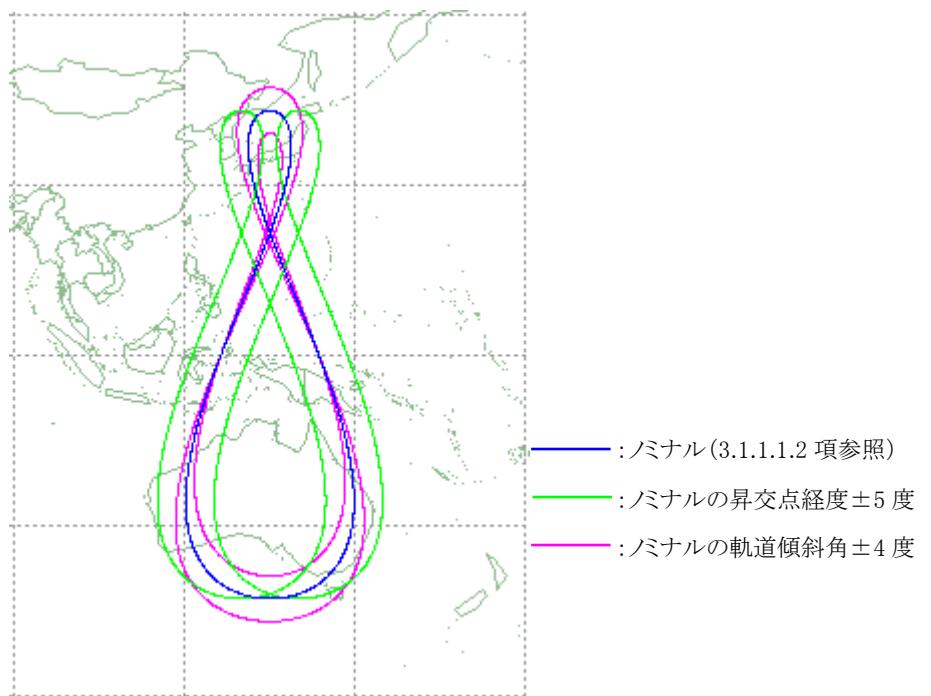


図 3.1.2-5 軌道メンテナンス範囲

3.1.2.2.1.2 姿勢メンテナンス

QZS の姿勢は、太陽光の圧力等の姿勢外乱の影響を受ける。外乱が QZS の姿勢に影響しないように QZS 内部にその外乱を蓄積するため、その外乱を小型エンジンの噴射により放出する姿勢メンテナンスが必要である。この姿勢メンテナンスの間隔は最短で 30 日以上(平均 40 日以上)とし、この時のサービス停止期間は最大 1 日間とする。

姿勢メンテナンスは事前にインターネット等の媒体によってユーザに通知される。また、姿勢メンテナンスの直前は、まず ALERT フラグを“1”とする。姿勢メンテナンスの終了では、ALERT フラグが解除される。

3.1.2.2.1.3 QZS の故障と復旧

或る一つの QZS 全体が予期せぬ故障となった時には、当該 QZS が故障していることを、他の QZS から、5.1.2.1.3 項の航法メッセージにより通知される。当該 QZS からの QZS 信号の送信は、停止されるか、NSC に切り替えられる。

一つの QZS の内、或る一つの QZS 信号の送信系統が故障した時は、当該 QZS も含めた残りの信号の 5.1.2.1.3 項に示す航法メッセージにより、当該信号送信系統の故障及び復旧が通知される。

また、これらの状況は、第 7 章“運用情報の提供”に示すインターネット等の媒体によってもユーザに通知される。

3.1.2.2.2 地上系システムのメンテナンス

サービスに影響は与えない。

3.1.2.2.3 実験

実験内容によっては、ユーザに対する測位性能を満足できないため、ユーザ保護の観点から、NSCへの切り替えを行うことがある。この場合、ユーザが使用できない期間について、第7章“運用情報の提供”に示すインターネット等の媒体によってもユーザに通知される。

3.1.3 送信信号

3.1.3.1 送信信号の種別

QZSは、L1C/A信号、L1C信号、L1-SAIF信号、L2C信号、L5信号、LEX信号の6つの測位信号を送信する。この内、L1C/A信号、L1C信号、L2C信号、L5信号の4つを、既存のGNSS(Global Navigation Satellite System)を補完するという意味で、測位補完信号或いは単に補完信号と呼ぶ。また、L1-SAIF信号、LEX信号の2つは、既存のGNSSのディファレンシャル情報やインテグリティ情報を送信することで補強するという意味で、測位補強信号或いは単に補強信号と呼ぶ。

3.1.3.2 送信信号のスペクトラム

6つの測位信号は、4つの中心周波数を持つ。基準周波数を $f_0 = 10.23\text{MHz}$ とした時、それらの中心周波数は、 $154 \times f_0$ (for L1)、 $125 \times f_0$ (for LEX)、 $120 \times f_0$ (for L2)、 $115 \times f_0$ (for L5)の4つである。

6つの測位信号のスペクトラムは、それぞれの拡散周波数に応じて、図3.1.3-1に示すスペクトラムとなる。図3.1.3-1は、ユーザ受信アンテナの入力端での受信電力密度である。

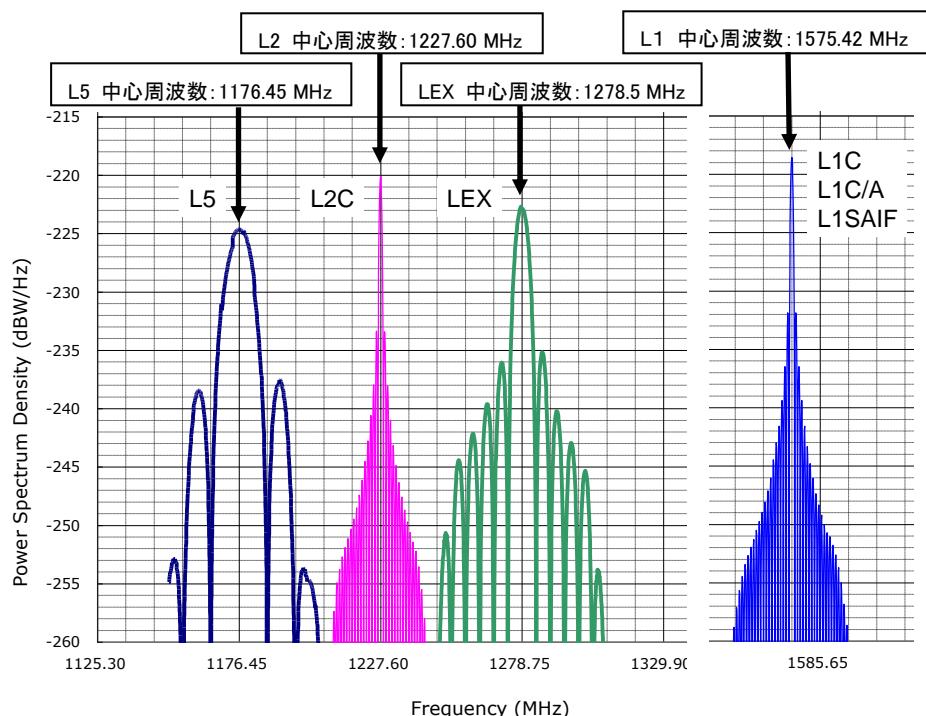


図 3.1.3-1 送信信号のスペクトラム

3.1.3.3 送信信号の概略仕様

送信信号の概略仕様は表 3.1.3-1 に示す通りである。

表 3.1.3-1 送信信号の概略仕様

信号名称	中心周波数	チャンネル種別	拡散周波数	
L1C/A*	1575.42MHz	-	$0.1 \times f_0$	
L1C*		データ	$0.1 \times f_0$	
		パイロット	$0.1 \times f_0$	
L1-SAIF		-	$0.1 \times f_0$	
L2C*	1227.60MHz	-	$0.1 \times f_0$	
L5*	1176.45MHz	I チャンネル	$1 \times f_0$	
		Q チャンネル	$1 \times f_0$	
LEX	1278.75MHz	-	$0.5 \times f_0$	

* は、GPS 補完信号である。

3.1.3.4 送信信号のドップラー

QZS-1 の各都市でのドップラーは、図 3.1.3-2 に示す相対速度(衛星と各都市の距離の変化率)に、測位信号それぞれの周波数ごとの係数(中心周波数／光速) (表 3.1.3-2)を掛けた値となる。

なお、図中の線は相対速度の最大と最小の範囲を示しており、各都市から QZS-1 を見たときの仰角が 10 度以上の時ののみをプロットしている。

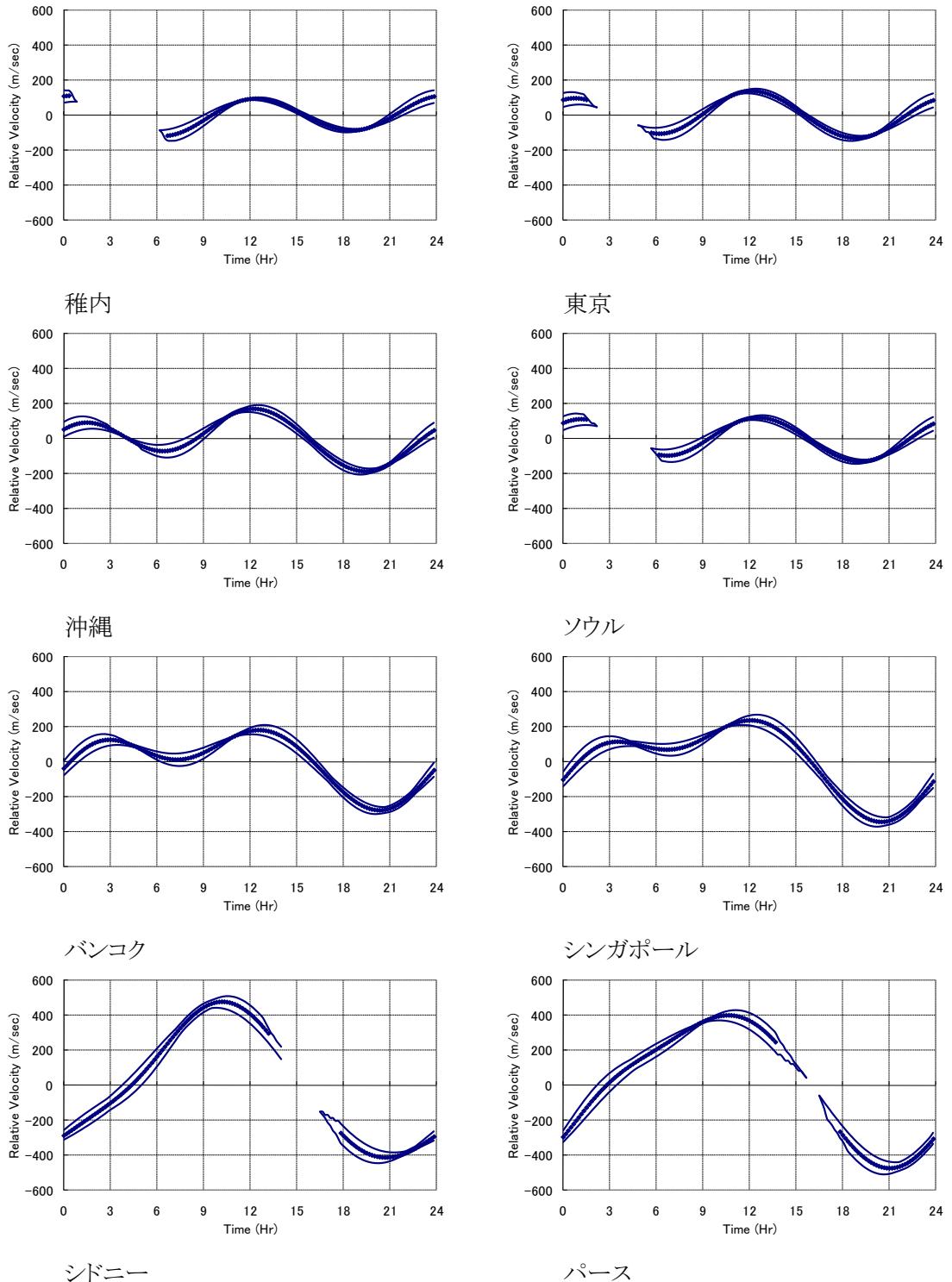


図 3.1.3-2 QZS-1 と各都市の相対速度(距離の変化率)
(計算条件は表 3.1.1-1 参照。観測 EPOCH=2009/Dec/26/12:00UTC、横軸は経過時間)

表 3.1.3-2 各信号のドップラー係数

Signal	Doppler Scale
L1C/A,L1C,L1-SAIF	5.3
L2C	4.1
L5	3.9
LEX	4.3

3.1.3.5 仰角及び方位角

各都市での QZSS の仰角と方位角は、図 3.1.3-3 となる。

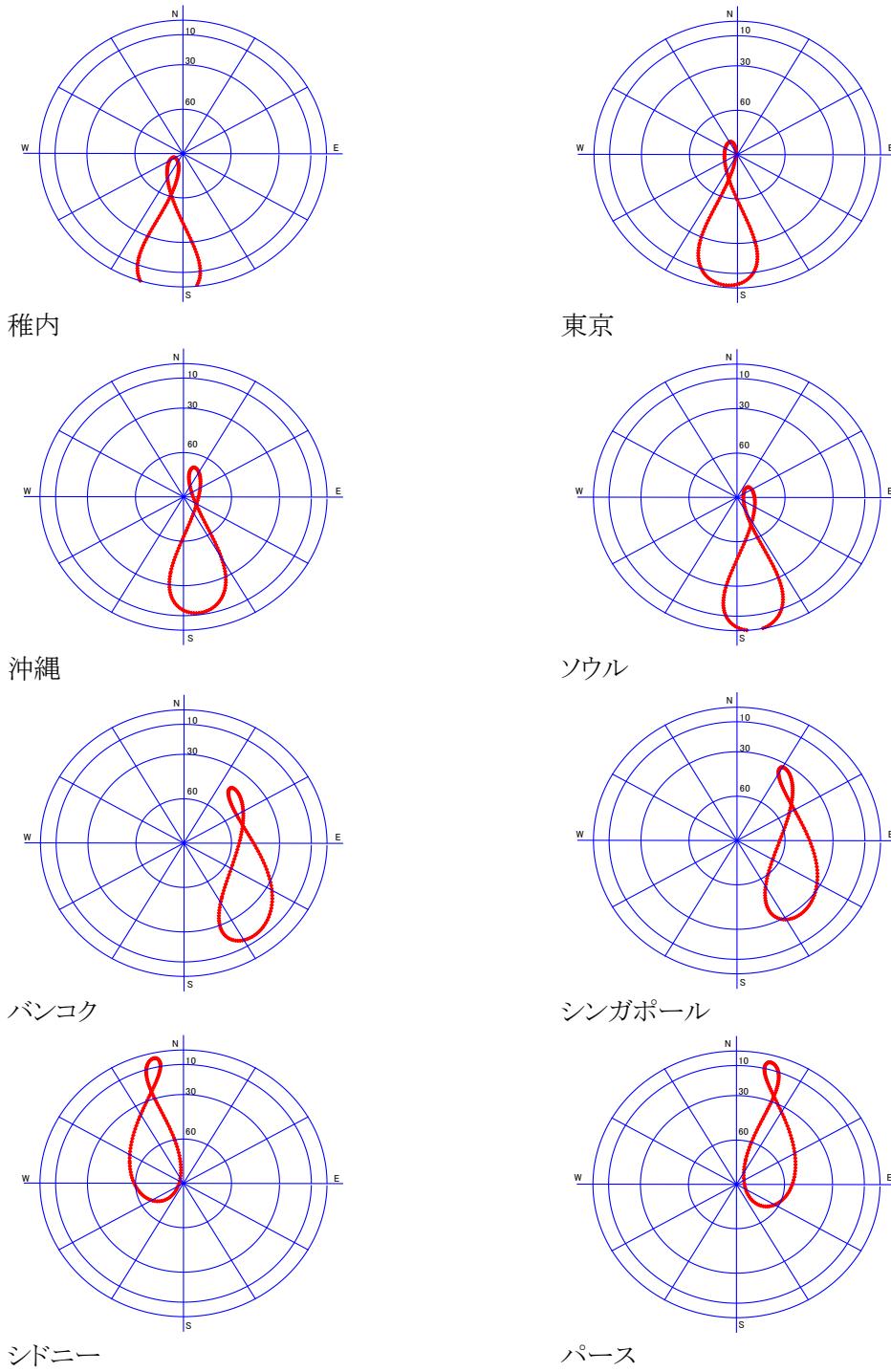


図 3.1.3-3 各都市における QZSS の仰角と方位角(計算条件は表 3.1.1-1 参照。観測
EPOCH=2009/Dec/26/12:00UTC)

3.1.3.6 受信電力

各都市での QZS-1 による受信電力は、図 3.1.3-4 となる。

なお、図中のデータは、各都市から QZS-1 を見たときの仰角が 10 度以上の時のみをプロットしている。

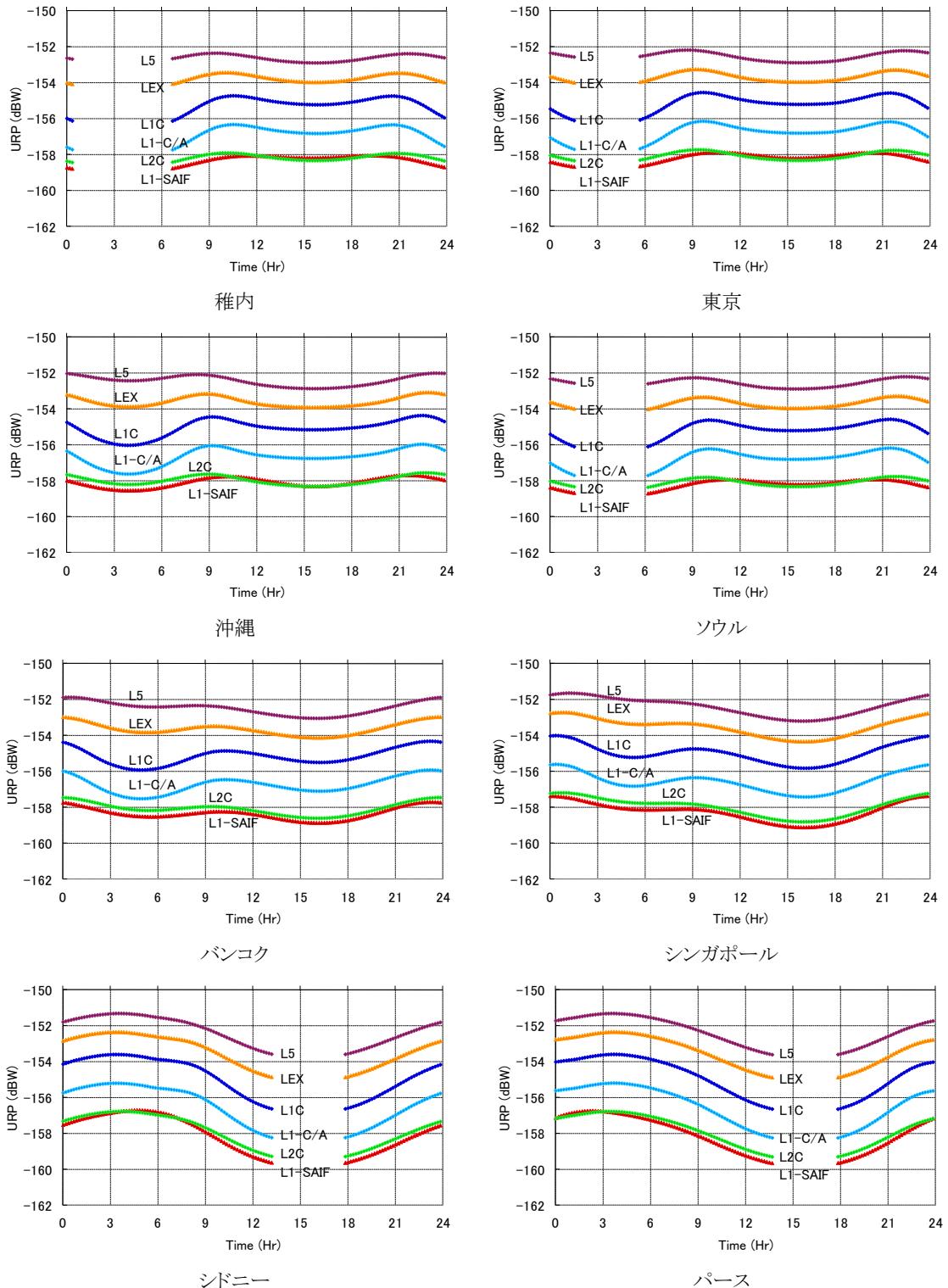


図 3.1.3-4 各都市における QZS-1 の信号の受信電力の変化
(計算条件は表 3.1.1-1 参照。観測 EPOCH=2009/Dec/26/12:00UTC、横軸は経過時間)

3.1.4 時刻系及び座標系

3.1.4.1 時刻系

QZSS の時刻系を QZSST と呼び、以下の特性を持つ。QZSST は UTC(NICT)に準拠し、GPS 時刻系である GPST とのオフセットが管理されている。

(1) 1 秒の長さ

1 秒の長さは、TAI (=International Atomic Time) と同一とし、これは GPS 及び Galileo と同一である。

(2) TAI に対する整数秒オフセット

TAI に対する整数秒オフセットは GPS と同一であり、TAI は QZSST に対して 19s 進んでいる。

(3) QZSST の週番号の起点

GPS と同一である。したがって、本書中では、単に週番号と呼び、GPST か QZSST かは区別しない。

3.1.4.2 座標系

QZSS の座標系を JGS(日本衛星測位測地系: Japan satellite navigation Geodetic System) と呼ぶ。JGS の定義を以下に示す。

(a) 原点: 地球質量中心

楕円体 GRS80²(Geodetic Reference System 1980:測地基準系 1980) の幾何中心が地球質量中心に設定されている。

(b) Z 軸: IERS³(International Earth Rotation and Reference Systems Service:

国際地球回転・基準系事業)の極方向

(c) X 軸: IERS のグリニッジ子午線と赤道との交点方向

(d) Y 軸: 右手系地心固定座標系をなす方向

² 【解説】Geodetic Reference System(測地基準系)1980 の略語。GRS80 は、IAG (International Association of Geodesy:国際測地学協会) 及び IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics:国際測地学及び地球物理学連合) が 1979 年に採択した、地球の形状、重力定数、角速度等地球の物理学的な定数及び計算式である。GRS80 では、楕円体の形状や軸の方向及び地球重心を楕円体の原点とするとも定められている。この楕円体を GRS80 楕円体という。

³ 【解説】International Earth Rotation and Reference Systems Service(国際地球回転・基準系事業)の略語。IERS は、「慣用地球基準座標系の定義・保持」「世界時の決定」等を目的とする国際機関であり、母体機関は IUGG(International Union of Geodesy and Geophysics:国際測地学及び地球物理学連合) 及び IAG(International Association of Geodesy:国際測地学協会)。

3.2 他システムとのインターフェース

3.2.1 時刻系

他システム等との時刻系の関係イメージを図 3.2.1-1 に示す。

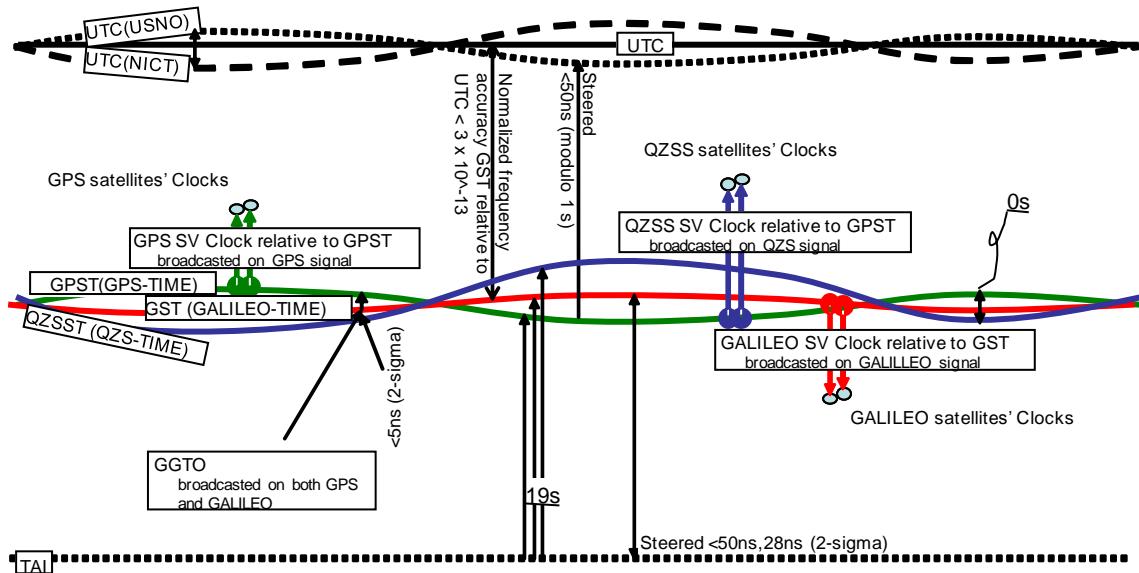


図 3.2.1-1 時刻系の関係図

3.2.1.1 GPSとのインターフェース

QZS 及び GPS 衛星の SV クロックは、共に GPS 時刻系 (GPST) に対するオフセットが管理されており、そのオフセットの大きさは送信する航法メッセージに含まれる SV クロックパラメータで補正される。

3.2.1.2 Galileoとのインターフェース

TBD

3.2.2 座標系

GPS の座標系(WGS84)及び Galileo の座標系は、ITRS(International Terrestrial Reference Systems)に近づけることが合意されている。したがって、3.1.4 項に示す JGS の定義により、その差が 4.3.3.2.2 項になるように全てのシステムは運用される。

過去から将来に至る座標系の関係を示すイメージを図 3.2.2-1 に示す。

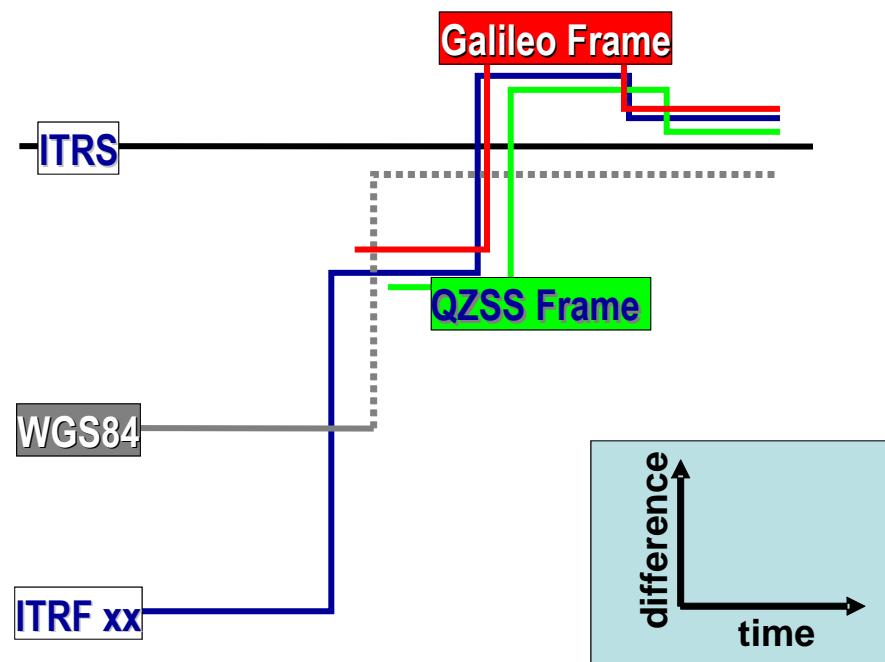


図 3.2.2-1 座標系の関係図

4 QZSS サービス・実証

4.1 QZSS サービス・実証エリア

4.1.1 1機のQZSの覆域

1機のQZSの世界の各地域での可視性(或る仰角条件を満たす時間率)は、図4.1.1-1及び図4.1.1-2に示す通りとなる。

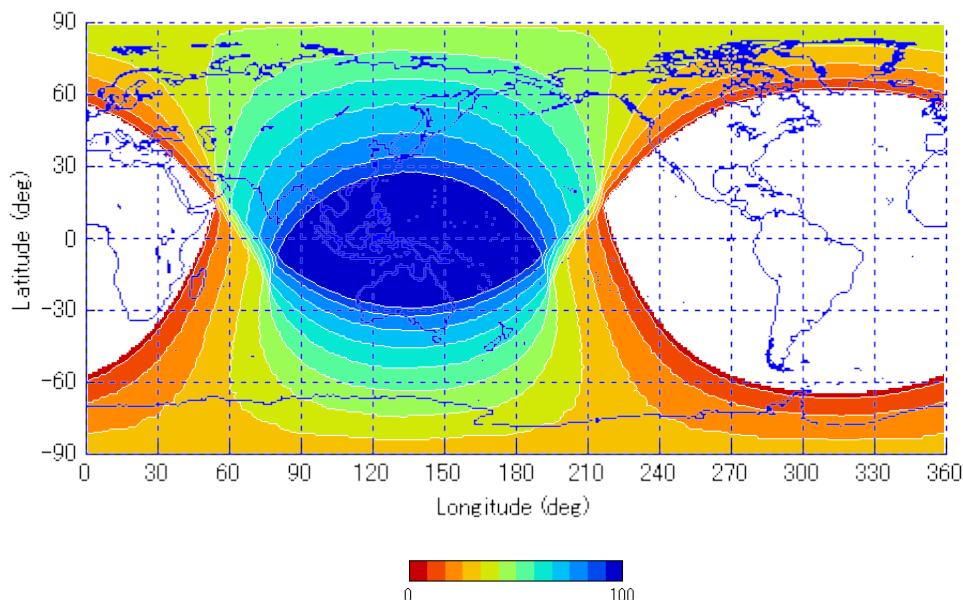


図 4.1.1-1 1機のQZSが仰角10度以上に見える時間率

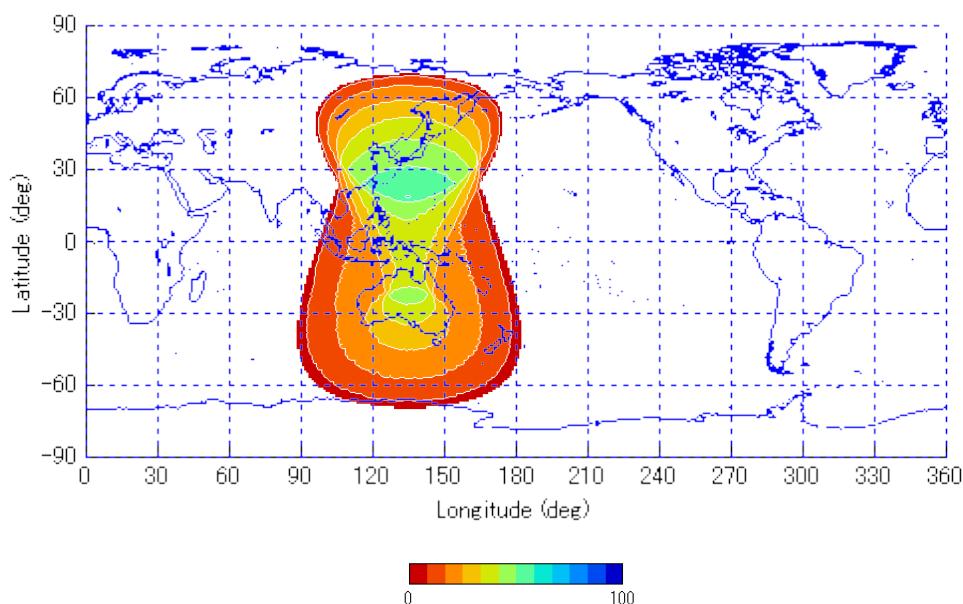


図 4.1.1-2 1機のQZSが仰角60度以上に見える時間率

4.1.2 QZSS の覆域

3 機構成の場合(準天頂衛星 2 号機と 3 号機の昇交点赤経は初号機の値±120 度と仮定)、QZSS コンステレーションによる、各地域での可視性(或る仰角条件を満たす時間率)は、図 4.1.2-1 及び図 4.1.2-2 に示す通りとなる。日本はもちろんのこと、東アジアやオセアニアのほぼ全域で、少なくとも 1 機以上が仰角 10 度以上あり、日本においては仰角 60 度以上である。

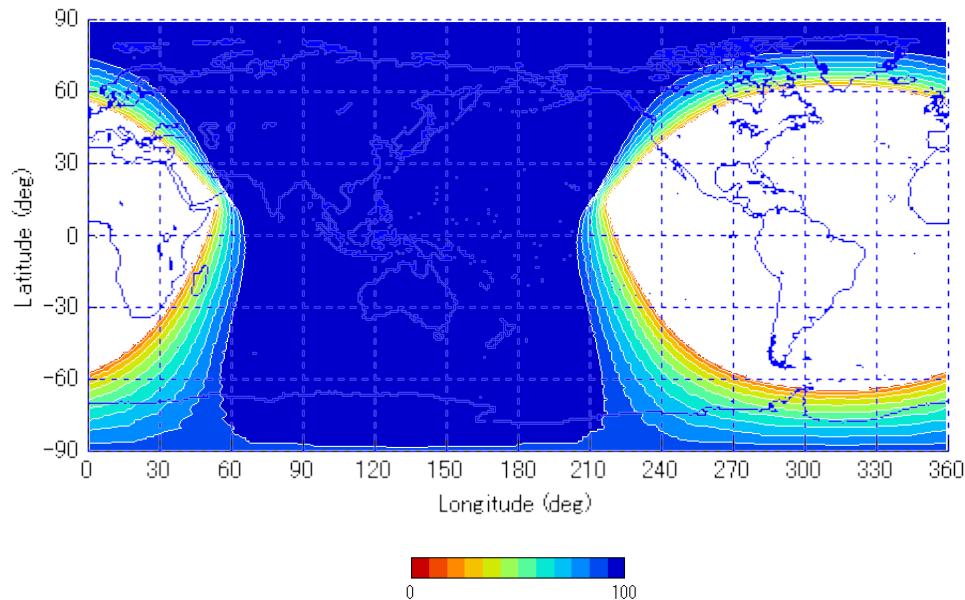


図 4.1.2-1 QZSS コンステレーションの内、1 機の QZS が仰角 10 度以上に見える時間率
(3 機構成の場合)

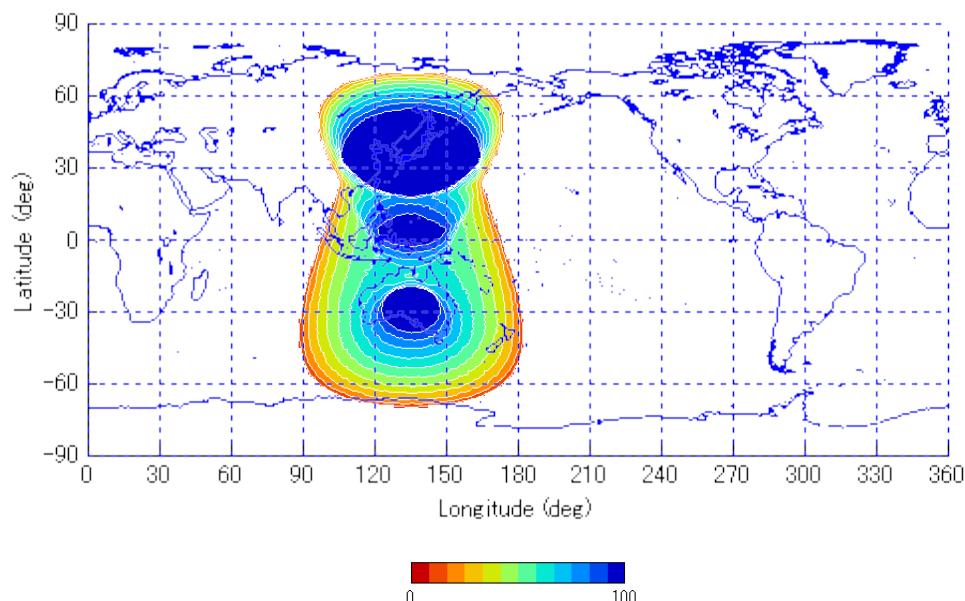


図 4.1.2-2 QZSS コンステレーションの内、1 機の QZS が仰角 60 度以上に見える時間率
(3 機構成の場合)

4.1.3 QZSS コンステレーションの仰角

3 機構成の場合の QZSS コンステレーションによる、各都市での仰角の変化を図 4.1.3-1 に示す。

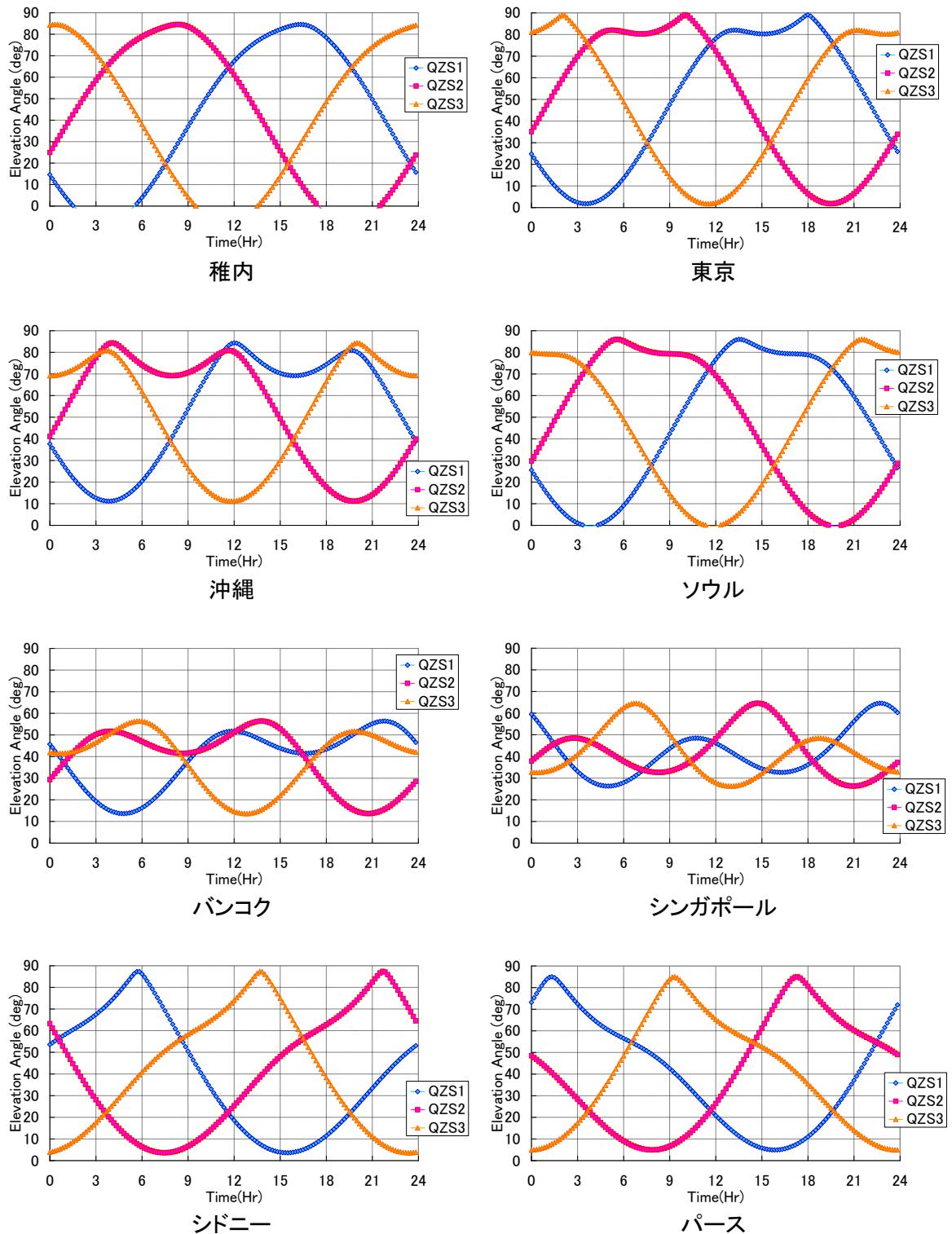


図 4.1.3-1 QZSS コンステレーションの各都市の仰角(3 機構成の場合)
(計算条件:QZS-1 については表 3.1.1-1 参照。2 号機、3 号機については昇交点赤経=初号機の値±120 度と仮定。観測 EPOCH: 2009/12/26 12:00UTC、横軸は経過時間)

4.1.4 QZSS コンステレーションの可視性

3 機構成の場合(準天頂衛星 2 号機と 3 号機の昇交点赤経は初号機の値±120 度と仮定)、QZSS の平均可視衛星数は、図 4.1.4-1 の通りであり、日本はもちろんのこと、東アジアやオセアニアのほぼ全域で 2 機以上が可視である。

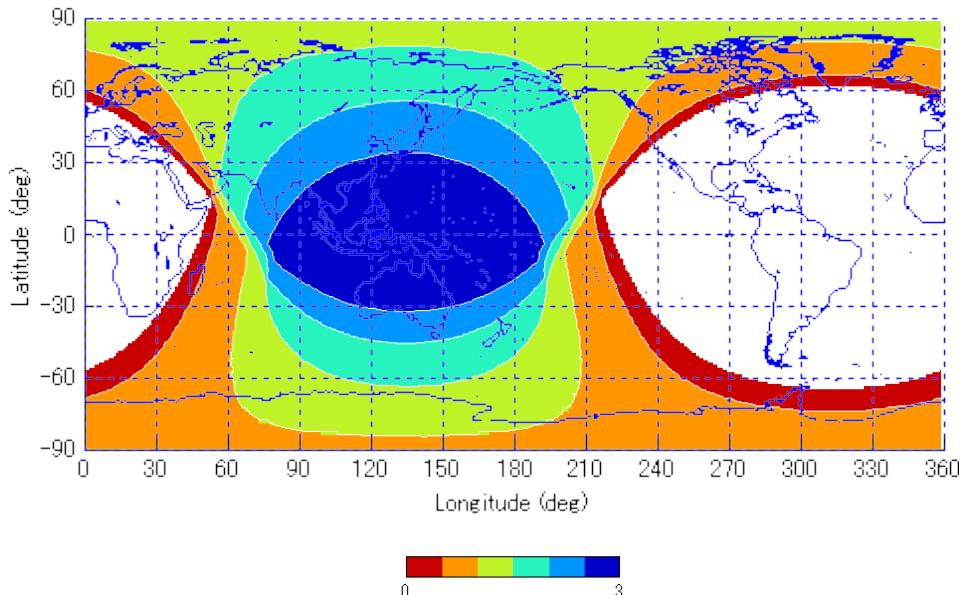


図 4.1.4-1 QZSS コンステレーションの QZSS 平均可視数(3 機構成の場合)

4.1.5 QZS が送信する電離層パラメータの対象領域

QZS は、図 4.1.5-1 に示す領域で有効となる電離層パラメータを送信する。その精度は、4.3.3.3 項による。なお、図 4.1.5-1 に示す領域以外では、この電離層パラメータを使用せず、GPS 衛星が送信する電離層パラメータ、或いは、QZS が再送信する GPS の電離層パラメータを使用すること。

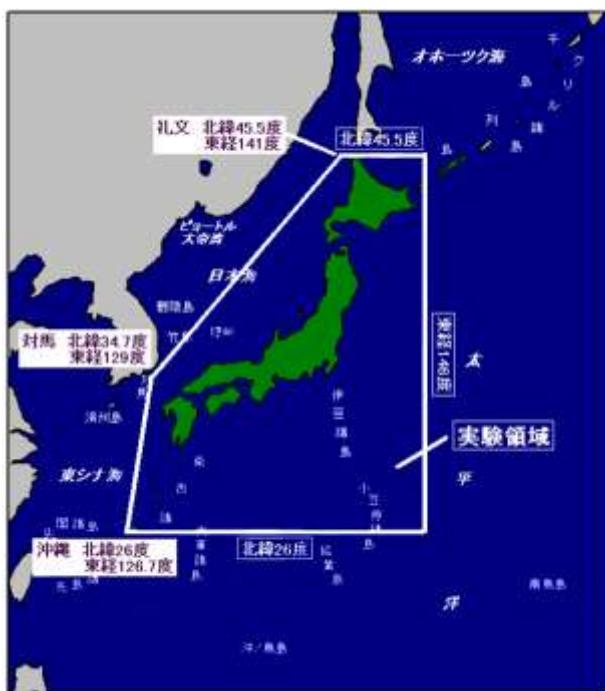


図 4.1.5-1 QZSS が提供する電離層パラメータの対象領域

4.1.6 GNSS と組み合わせた時の可視性

QZSS(3 機体制:準天頂衛星 2 号機と 3 号機の昇交点赤経は初号機の値±120 度と仮定)と GNSS(GPS(2006 年 11 月現在)および Galileo)と組み合わせた時の可視性について、PDOP(位置精度低下率:Position dilution of precision)<6 となる分布を図 4.1.6-1、平均可視衛星数を図 4.1.6-2 に示す。

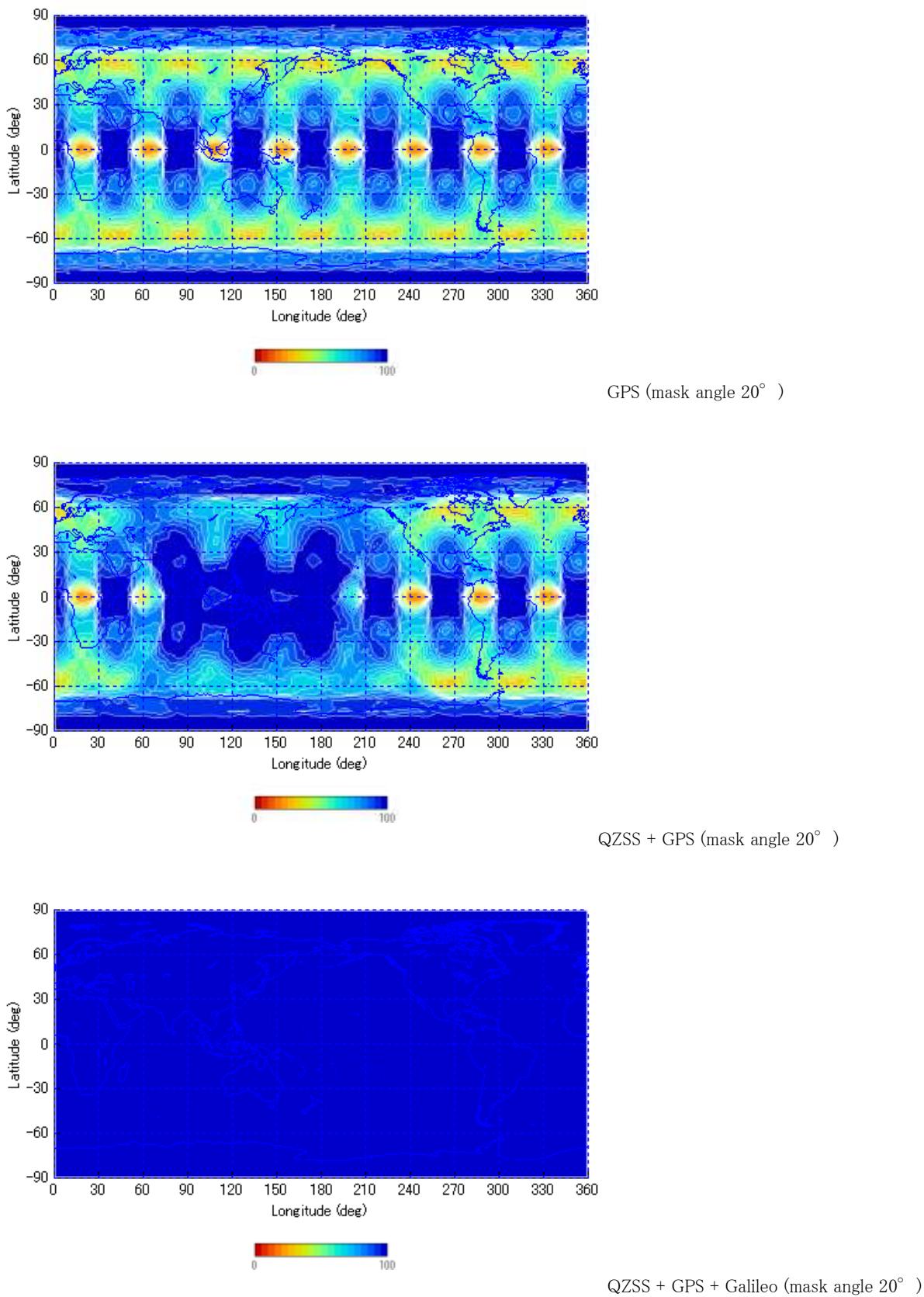


図 4.1.6-1 PDOP < 6 の時間割合 (1/2)

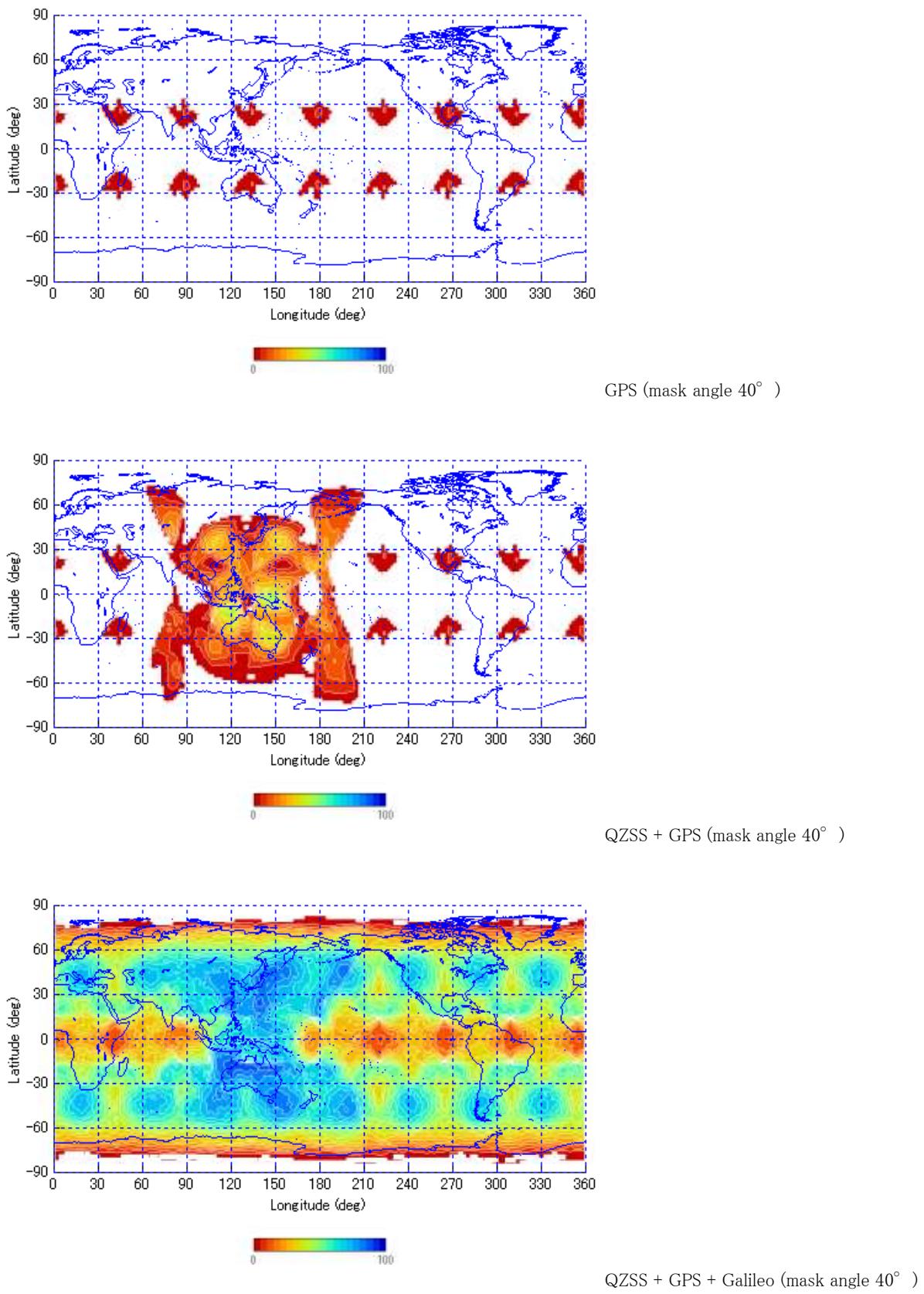


図 4.1.6-1 PDOP < 6 の時間割合 (2/2)

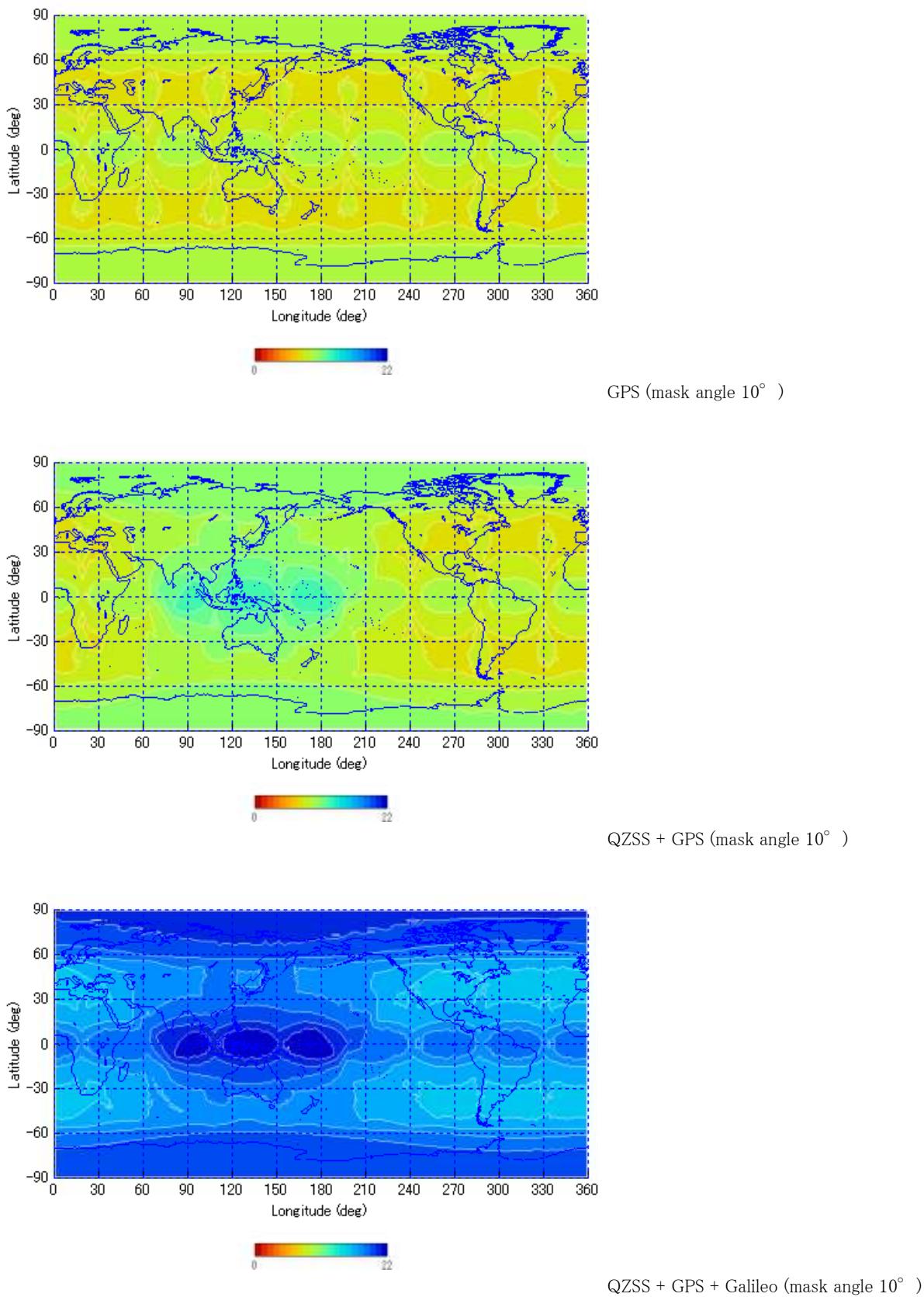
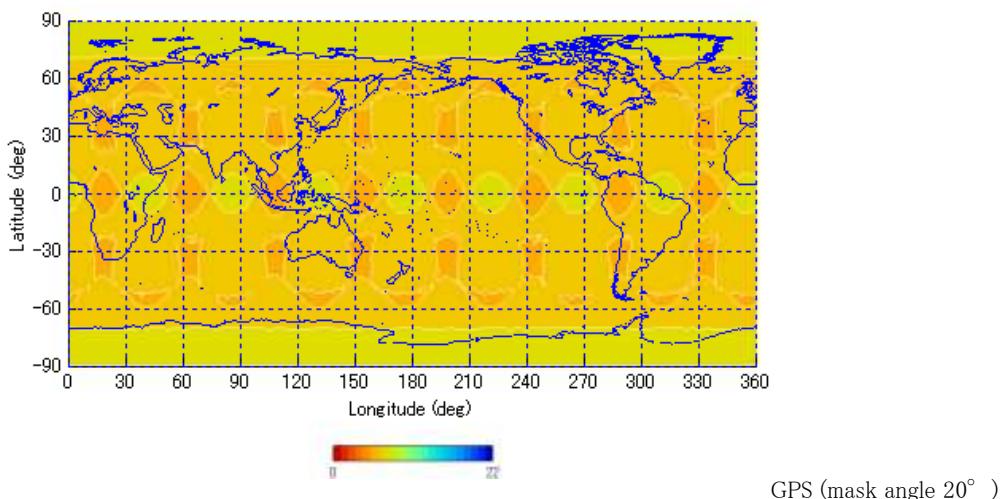
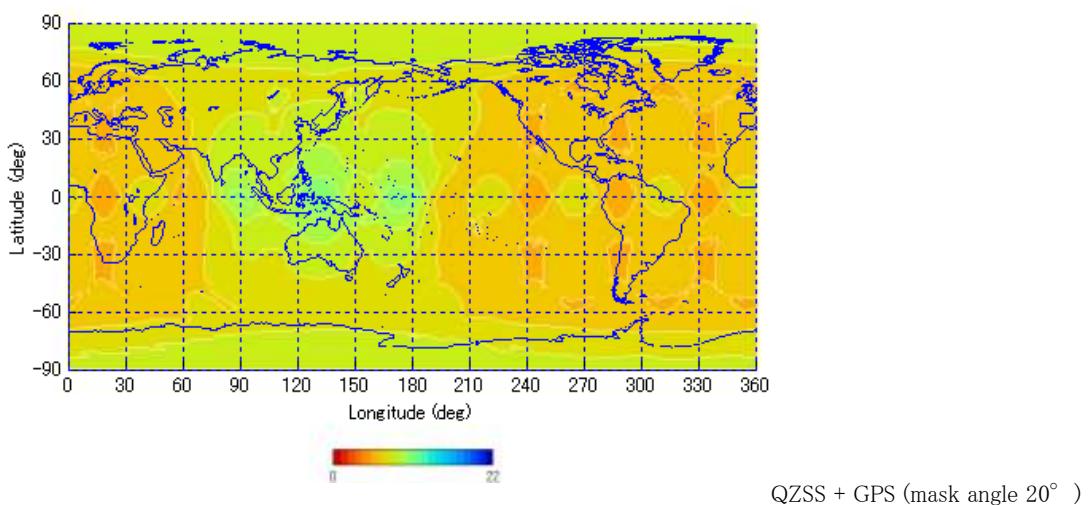


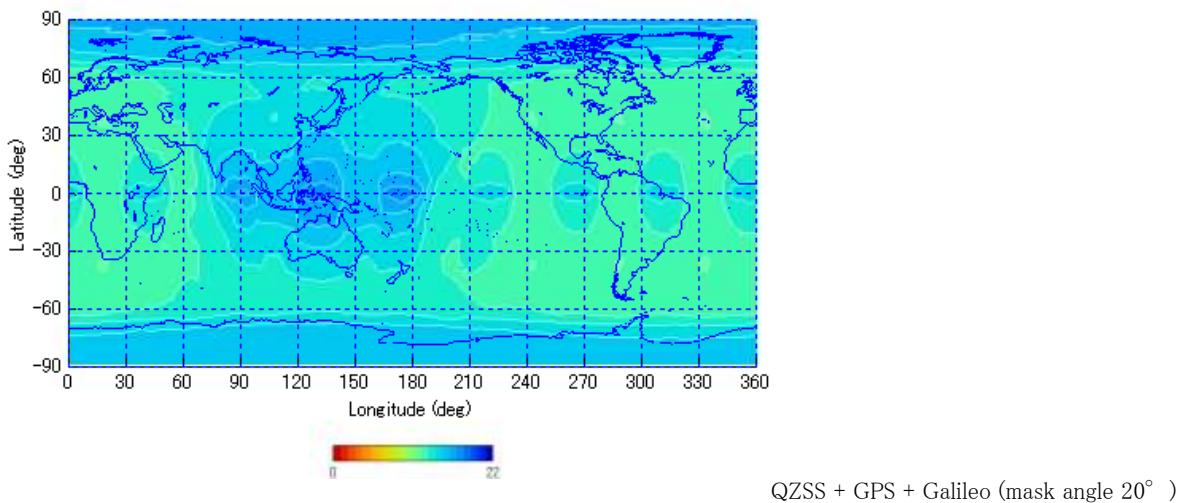
図 4.1.6-2 平均可視衛星数 (1/3)



GPS (mask angle 20°)

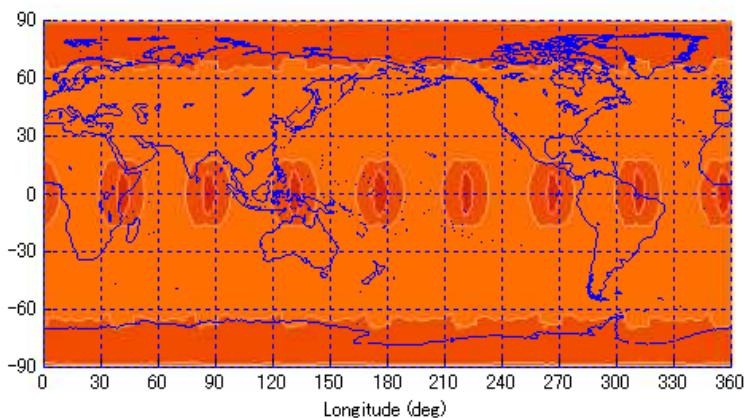


QZSS + GPS (mask angle 20°)

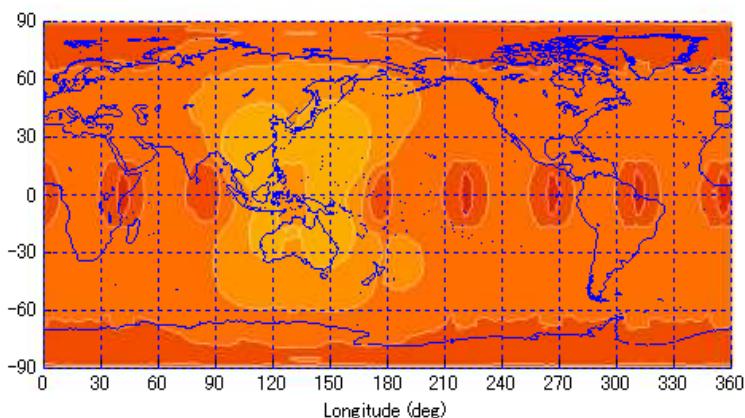


QZSS + GPS + Galileo (mask angle 20°)

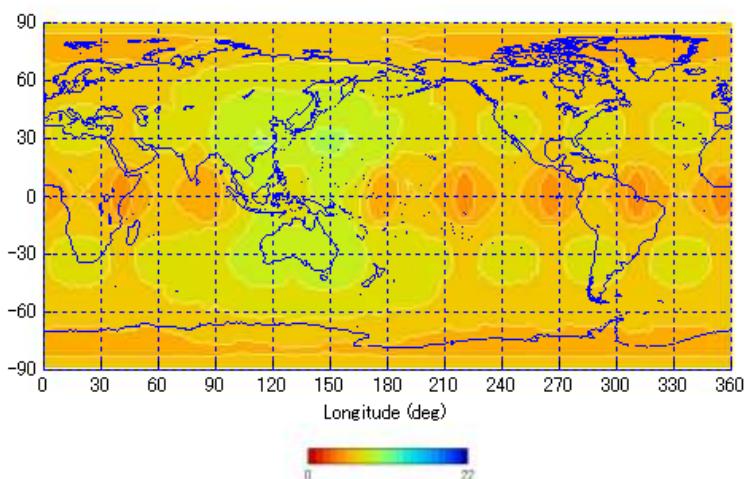
図 4.1.6-2 平均可視衛星数 (2/3)



GPS (mask angle 40°)



QZSS + GPS (mask angle 40°)



QZSS + GPS + Galileo (mask angle 40°)

図 4.1.6-2 平均可視衛星数 (3/3)

4.2 サービス・実証時間／期間

QZSS は、24 時間 365 日、測位信号を送信する。1 機の QZS の可視時間帯は、季節によって決まっている。

4.2.1 打ち上げ時刻で確定した初期昇交点赤経について

打ち上げ時刻により昇交点赤経が変動するため、打ち上げ後の可視時間も変動することが想定されていたが、2010 年 9 月 11 日(JST)の打上により、初期昇交点赤経については 195 度となった(以後、軌道摂動により、毎年 5 度程度ずつ減少する方向に変化する)。

打上後の軌道計算で使用する情報としては、各週の開始時刻における昇交点経度を 7.1 節で示す「運用情報公開サイト」(QZ-vision)にて、アルマナック情報として提供する。

図 4.2.1-1 は 2012 年 12 月から 2013 年 11 月までの各都市における QZS-1 の可視時間帯を示す。この時の計算条件を表 4.2.1-1 に示す。平均的な軌道とするため、軌道長半径と離心率、近地点引数はノミナルの軌道(表 3.1.1-1 参照)と同じ値を使用している。ただし、実際の軌道に近付けるため、軌道傾斜角(i)と平均近点離角(M_0)、昇交点経度はエポックタイム(2012/11/13 10:01:36(UTC))におけるアルマナックのデータを参照している。

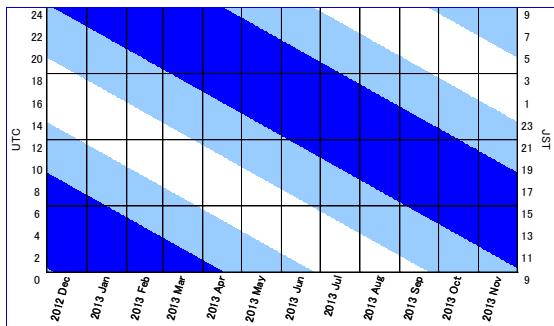
表 4.2.1-1 各都市における可視時間の計算条件

No.	項目	設定	備考
1	Epoch	2012 年 11 月 13 日 10:01:36 (UTC)	
2	軌道長半径 [km]	42164.16945	ノミナル値(表 3.1.1-1 参照)
3	離心率	0.075	ノミナル値(表 3.1.1-1 参照)
4	軌道傾斜角 [deg]	40.666	※1
5	昇交点経度 [deg]	143.111	※2
6	近地点引数 [deg]	270.0	ノミナル値(表 3.1.1-1 参照)
7	平均近点離角 [deg]	243.619	※1

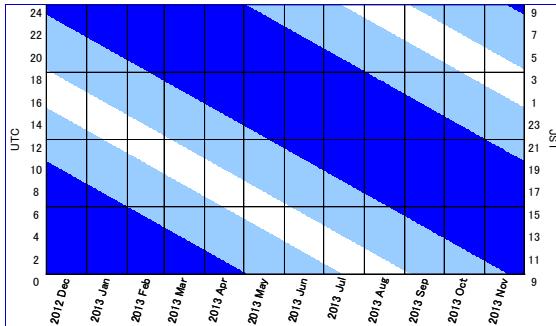
※1 軌道傾斜角(i)と平均近点離角(M_0)はエポックタイムにおけるアルマナックデータの値

※2 昇交点経度は、中心経度を東経 135 度付近とするため、エポックタイムにおけるアルマナックデータの値を調整

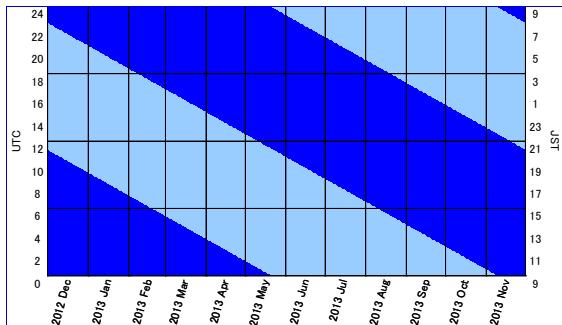
(1) 稚内



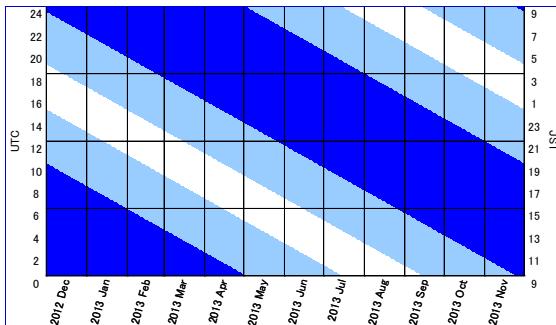
(2) 東京



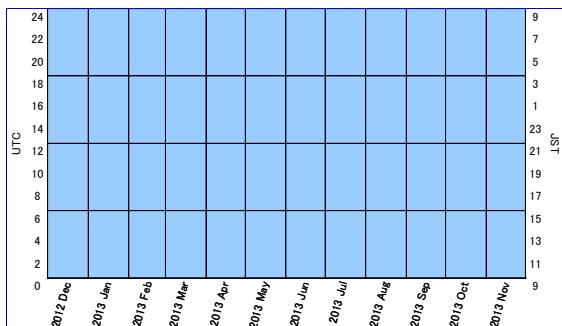
(3) 沖縄



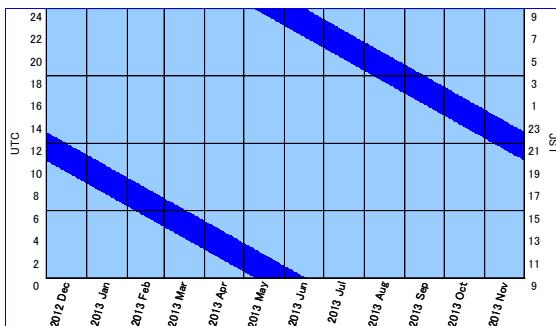
(4) ソウル



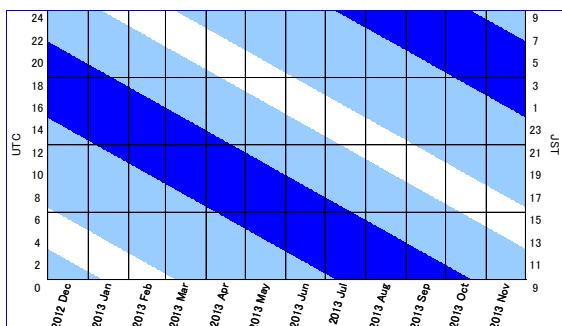
(5) バンコク



(6) シンガポール



(7) シドニー



(8) ハース

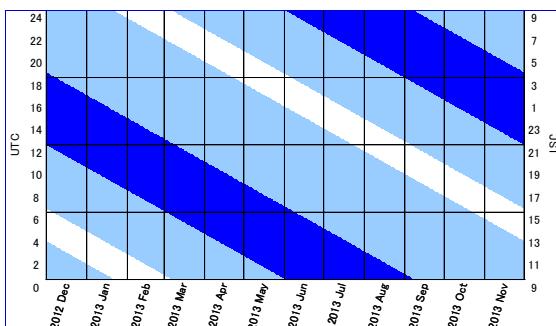


図 4.2.1-1 各都市における QZSS-1 の可視時間

(計算条件は表 4.2.1-1 参照。濃い部分は仰角 60 度以上、薄い部分は仰角 10 度以上、白い部分は仰角 10 度未満、縦軸の時間は左軸が UTC(日本時間-9時間)、右軸が日本時間)

4.3 システム性能

4.3.1 アベイラビリティ

4.3.1.1 機の場合の QZSS アベイラビリティ

補完信号の送信に関して、1 機の場合の QZSS としてのアベイラビリティ(可視中(仰角 10 度以上)の時に信号が正常に使用できる確率)は、95%以上である。

また、L1-SAIF 信号を用いた補強信号の送信に関しては、図 4.1.5-1 "QZSS が提供する電離層パラメータの対象領域"と同じエリアで規定される補強実証実験エリアにおいて、遠地点±4 時間の間に可視中の QZS-1 からの補強信号が正常に使用できる確率を L1-SAIF を用いた補強信号のアベイラビリティとし、その値は、95%以上である。

なお、LEX 信号に関してはアベイラビリティに関する規定は設けない。

4.3.1.2 QZSS コンステレーション(3 機構成)のアベイラビリティ

TBD

4.3.2 ALERT フラグ、URA、ヘルス情報、インテグリティ情報

4.3.2.1 ALERT フラグ、URA、ヘルス情報、インテグリティ情報の通知

L1 と L2、L5 の各信号において、ALERT フラグ、URA、ヘルス情報を用いて、QZS 信号及び他の衛星測位システムの状態情報をユーザに通知する。

また L1-SAIF 信号においてはインテグリティ情報指標(以下「UDREI」(User Differential Range Error Index))を用いて信号の状態をユーザに通知する。

ALERT フラグは、SIS 精度が 9.65[m]を越える時及び QZS の他の異常が発生した時に、"1"となる(正常時は"0")。

4.3.2.2 通知時間

URA、ALERT フラグ、ヘルス情報の通知に関わる時間は、それらの事象を含むメッセージが MS で解読されてから、それを通知するメッセージ全体がユーザのアンテナ入力端に到達するまでの時間として定義する。

また、L1-SAIF 信号の UDREI 情報の通知に関わる時間は、それらの事象が L1-SAIF 実験局で検知されてから、それを通知するメッセージ全体が MCS を経由してユーザのアンテナ入力端に到達するまでの時間として定義する。

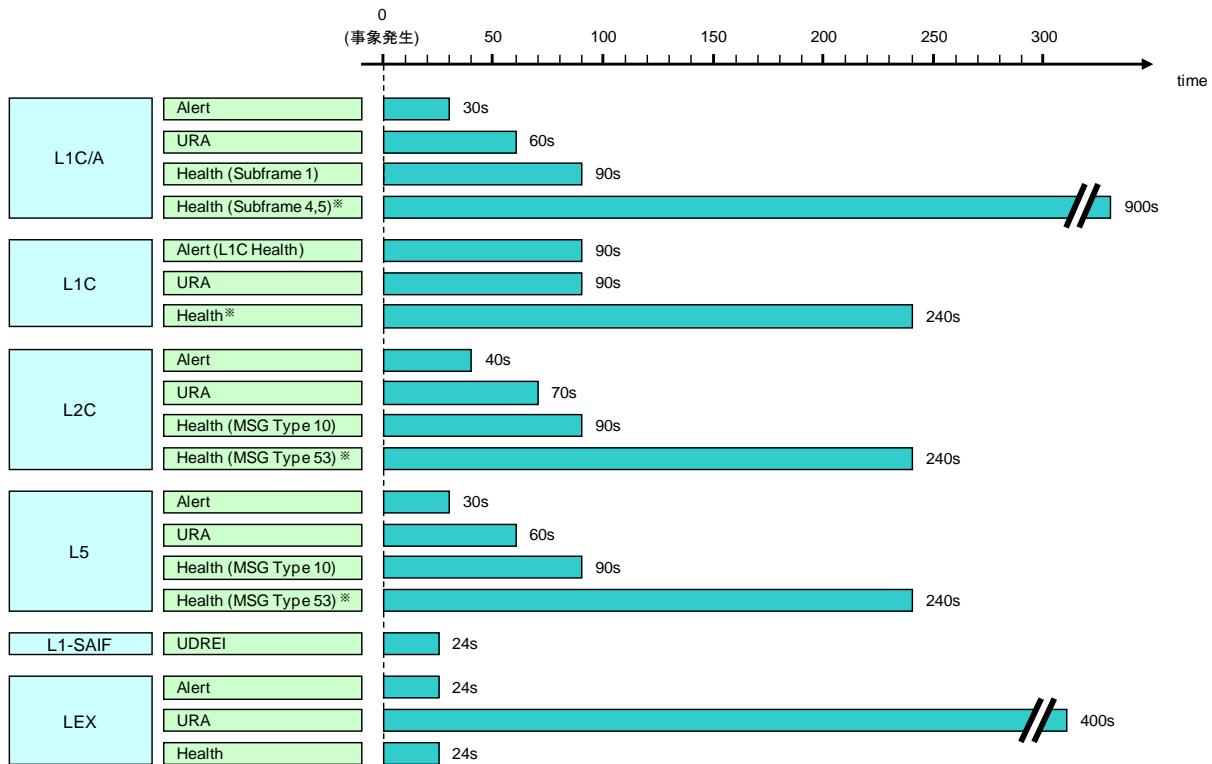
通知時間は、図 4.3.2-1 に示す通りとする。

4.3.2.3 譲警報確率

QZS 信号は正常で使用可能であるのに、誤って ALERT フラグを"1"にしてしまう確率は 1×10^{-6} 以下である。

4.3.2.4 誤検出確率

誤検出確率は条件付確率であり、QZS 信号が異常で使用不可である状態において、誤って ALERT フラグを"1"にしない確率は 1×10^{-3} 以下である。



*他の衛星測位システムのヘルス情報を対象とする。

図 4.3.2-1 ALERT フラグ、URA、ヘルス情報及びインテグリティ情報の通知時間

4.3.2.5 L1-SAIF 信号の仕様

サービスエリア内のいかなる地点においても、適切な保護レベル*を 30 秒以内の遅れにて計算できること。実際のユーザ測位誤差が保護レベルを超える確率は、 $10^{-5}/\text{h}$ 以下であること。

*保護レベル：測位誤差の信頼限界であり、誤差の 99.999% がこの範囲内に入るという数値。

4.3.3 精度

4.3.3.1 補完信号による SIS 精度

補完信号による SIS 精度は、いずれの補完信号についても、GPS との相互運用性を考慮して、 $2.60[m]$ (95%)である。

4.3.3.2 既存の GNSS とのインター操作リティに関する精度

4.3.3.2.1 時刻系

GPS との時刻系オフセットは、 $2.0[m]$ (95%)(約 $6.67[ns]$)である。また、Galileo との時刻系オフセットは、 $TBD[m]$ (95%)($TBD [ns]$)である。

4.3.3.2.2 座標系

GPS 及び Galileo との座標系オフセットは、 $0.02[m]$ 以下である。

4.3.3.3 電離層パラメータの精度

QZS が送信する電離層パラメータの精度は、4.1.5 項に示した領域において、電離層遅延の特に大きい期間(年間で 5%程度の電離層擾乱発生期間を除き、 $14.0[m]$ 以下である。

4.3.3.4 補完信号による測位精度

マスク角を 10 度としたとき、GPS との組合せにより得られる測位精度は、表 4.3.3-1 に示す数値とする。

表 4.3.3-1 補完信号による測位精度

測位精度	備考
近代化 GPS 相当(水平方向測位精度) (95[%])	
1 周波 : $21.9[m]$	1 周波(ユーザ測距誤差: $7.3[m]$)
2 周波 : $7.5[m]$	2 周波(ユーザ測距誤差: $2.5[m]$)

4.3.3.5 補強信号による測位精度

表 4.3.3-2 に示す数値とする。

ただし、マルチパス、あるいは、電離層活動による影響が過大な場合はこの限りではない。

表 4.3.3-2 補強信号による測位精度

測位精度	備考
サブメータ級 : $1[m](rms)$ (広域 DGPS 補強)	L1-SAIF 信号利用 仰角マスク角 5 度

5 信号特性

QZSS からは、6 種類の信号をユーザに提供する。

本章では、まず 5.1 節で QZS 信号に共通する全般特性について示した後、それ以降の節で QZS から送信する以下の 6 種類の信号に関する信号構造、搬送波特性、コード特性及び航法メッセージの構成、内容について示す。

5.1 QZS 信号の全般特性

QZS 信号は、右旋円偏波であり、表 5.1-1 に示す周波数、帯域、信号強度を持つ信号群から構成されている。

QZS 信号は、搬送波が航法メッセージ、及び、擬似ランダム雑音 (PRN) コードで変調されたものである。

表 5.1-1 QZS 信号の諸元

信号名称	搬送波識別	中心周波数	占有帯域幅	最低信号強度*		
L1C/A	L1 _{C/A}	1575.42[MHz]	24.0[MHz] (± 12.0 [MHz])	-158.5[dBW]		
L1C	L1 _{CD}		24.0[MHz] (± 12.0 [MHz])	-163.0[dBW]	-157.0[dBW] (トータル)	
	L1 _{CP}			-158.25[dBW]		
L1-SAIF	—		24.0[MHz] (± 12.0 [MHz])	-161.0[dBW]		
L2C	—	1227.60[MHz]	24.0[MHz] (± 12.0 [MHz])	-160.0[dBW] (トータル)		
L5	L5 _I	1176.45[MHz]	24.9[MHz] (± 12.45 [MHz])	-157.9[dBW]	-154.9[dBW] (トータル)	
	L5 _Q		24.9[MHz] (± 12.45 [MHz])	-157.9[dBW]		
LEX	—	1278.75[MHz]	39.0[MHz] (± 19.5 [MHz])	-155.7[dBW] (トータル)		

*: この仕様は、5.1.1.8 項で定義される。

5.1.1 RF 特性

5.1.1.1 信号構造

QZS 信号の信号構造のサマリーを表 5.1.1-1 に示す。

表 5.1.1-1 QZS 信号の信号構造

信号名称 (信号略称)	チャンネル 識別	PRN 符号と拡散方式		航法メッセージ
L 1 信 号	L1-C/A 信号 (QZS-L1)	—	適用文書(1)の C/A 信号の PRN コードと同一のコード系列※。拡散方式は BPSK(Bi-Phase Shift Key)(1)。	
	L1C 信号 (QZS-L1C)	L1CD	適用文書(3)の PRN コードと同一のコード系列※。QZS-1 の拡散方式は BOC(Binary Offset Carrier)(1,1)。	適用文書(3)と同一のデータ構造、ビットレート、符号化方式を持ち、同様の航法メッセージである。
		L1CP		適用文書(3)のオーバーレイ符号と同一のコード系列で変調される。
L2C 信号 (QZS-L2C)	L1-SAIF 信号 (QZS-L1-SAIF)	—	適用文書(1)の C/A 信号の PRN コードと同一のコード系列※。拡散方式は BPSK (1)。	適用文書(4)と同一のデータ構造、ビットレート、符号化方式を持ち、同様の航法メッセージである。
	—	適用文書(1)の L2C 信号の PRN コードと同一のコード系列※。拡散方式は BPSK(1)。	適用文書(1)と同一のデータ構造、ビットレート、符号化方式を持ち、同様の航法メッセージである。	
L5 信号 (QZS-L5)	I チャンネル	—	適用文書(2)の L5 信号の PRN コードと同一のコード系列※。拡散方式は BPSK(10)。	適用文書(2)と同一のデータ構造、ビットレート、符号化方式を持ち、同様の航法メッセージである。
	Q チャンネル	—	適用文書(2)の L5 信号の PRN コードと同一のコード系列※。拡散方式は BPSK(10)。	データレス
LEX 信号 (QZS-LEX)	—	Kasami 系列。 拡 散 方 式 は BPSK(5)。 2 チャンネルは、シ ョートコードとロン グコードを交互に 切り替えることで得 られる。	ショートコード	2000 ビット／フレームであり、フレームの先頭にはブリアンブルに加えてフレームの内容を識別できるタイプ ID がある。コードシフトキーイングにより 250sps × 8 = 2 kbps であり、リードソロモン符号が付加されている。
			ロングコード	データレス

※ 適用文書(1)と(2)、(3)によると、GPS-IIIへの対応のため、PRN コードが拡張されているが、現行 MCS における QZS-1 では対応していない。

5.1.1.1.1 L1 補完信号の信号構造

L1 信号と呼ぶ信号には、L1C/A 信号と L1C 信号、L1-SAIF 信号がある。この内、L1C/A 信号と L1C 信号を総称して「L1 補完信号」と呼ぶことにする。

L1 補完信号は、互いに直交する 2 つの搬送波を持つ。位相関係の仕様は、5.1.1.6.1 項による。この内、いわゆる I チャンネルには、 $L1_{C/A}$ と $L1_{CD}$ があり、Q チャンネルには $L1_{CP}$ がある。

$L1_{C/A}$ 、 $L1_{CD}$ 、 $L1_{CP}$ はそれぞれ、L1C/A 信号、L1C 信号のデータチャンネル、L1C 信号のパイロットチャンネルに相当するビット列 $C_{L1C/A}$ 、 C_{L1CD} 、 C_{L1CP} で BPSK 変調されている。QZS-1 では、 $L1_{CD}$ の変調ビットが 0 の時の搬送波 $L1_{CD}$ の位相に対し、 $L1_{CD}$ の変調ビットが 1 の時は搬送波 $L1_{CD}$ は 180 度反転している。また、 $L1_{CP}$ の変調ビットが 1 の時は搬送波 $L1_{CP}$ の位相は、 $L1_{CD}$ の変調ビットが 0 の時の搬送波 $L1_{CD}$ の位相に対して 90 度進んでおり、0 の時は 90 度遅れている。

QZS-1 の L1 信号の位相関係は、GPS-III(適用文書(1)参照)と異なっている。特に、QZS-1 では $L1_{CD}$ と $L1_{CP}$ が直交しているのに対し、GPS-III ではこれらは同相となっている(図 5.1.1-1)。

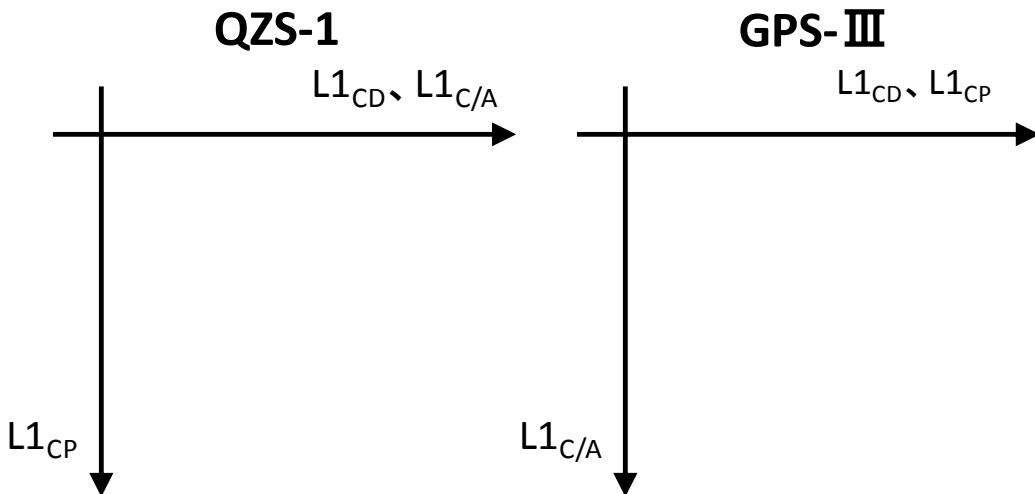


図 5.1.1-1 QZS-1 と GPS-III の L1 信号位相関係

(反時計回りの方向は位相の進みを示す。また各信号の位相は変調ビットが“0”の時の相対位相を示す。)

5.1.1.1.2 L2C 信号の信号構造

L2C 信号は、単一の搬送波を持つ。その搬送波は、あるビット列 C_{L2C} で BPSK 変調されている。そのビット列 C_{L2C} は、2 つのチャンネルを意味する 2 種類のビット列 C_{L2CM} 、 C_{L2CL} が時間的に交互に選択されて生成されたものである。

5.1.1.1.3 L5 信号の信号構造

L5 信号は、互いに直交する二つの搬送波を持つ。位相関係の仕様は、5.1.1.6.1 項による。

それぞれの搬送波は、それぞれ異なる 2 つのチャンネルを意味する 2 種類のビット列 C_{L5I5} 、 C_{L5Q5} で BPSK 変調されている。L5I の変調ビットが 0 の時の搬送波 $L5_I$ の位相に対し、L5I の変調ビットが 1 の時は搬送波 $L5_I$ は 180 度反転している。また、L5Q の変調ビットが 1 の時は搬送波 $L5_Q$ の位相は、L5I の変調ビットが 0 の時の搬送波 $L5_I$ の位相に対して 90 度進んでおり、0 の時は 90 度遅れている。

5.1.1.1.4 L1-SAIF 信号の信号構造

L1-SAIF 信号は、単一の搬送波を持つ。その搬送波は、あるビット列 C_{L1SAIF} で BPSK 変調されている。

5.1.1.1.5 LEX 信号の信号構造

LEX 信号は、単一の搬送波を持つ。その搬送波は、あるビット列 C_{LEX} で BPSK 変調されている。そのビット列 C_{LEX} は、2 つのチャンネルを意味する 2 種類のビット列 C_{LEXS} 、 C_{LEXL} が時間的に交互に選択されて生成されたものである。

5.1.1.2 周波数

QZS の源振周波数 f_s は、QZS が受ける相対論効果による影響を平均的に補償するために基準周波数 $f_0=10.23[\text{MHz}]$ に対してオフセットしている。周波数は、以下の通りである。

$$f_s = \left(1 + \frac{\Delta f}{f_0} \right) \times f_0 = \left(1 - 5.399 \times 10^{-10} \right) \times 10230000[\text{Hz}] \cong 10229999.994476823[\text{Hz}]$$

なお、QZS 軌道が橢円であるために相対論効果による影響が変動するが、この影響は 6.3.2 項(2)に示す式により補償することができる。また、他の要因による QZS 時刻の変動は、6.3.2 項(1)に示す式により、航法メッセージに含まれる SV クロックパラメータ(いわゆる a_{f0} 、 a_{f1} 、 a_{f2})を使用して補償することができる。

5.1.1.3 相関損失

全ての QZS 信号について、準天頂衛星の測位ペイロード内の系内で、特に PRN による拡散変調を行う時の相関損失は、その送信電力とそれを逆拡散変調時の損失のない受信機で逆拡散した場合の受信電力との比で表現した場合に、0.6[dB]以下とする。

5.1.1.4 搬送波位相雑音

全ての QZS 信号について、PRN コード及び航法メッセージを重畳する前の変調されない搬送波の位相ノイズのスペクトラム密度は、片側帯域 10[Hz]の PLL(Phase Locked Loop)がその搬送波を 0.1[rad](RMS)で位相追尾できるレベル以下である。

具体的には、全ての QZS 信号について、その位相ノイズは、以下の図 5.1.1-2 を満足している。

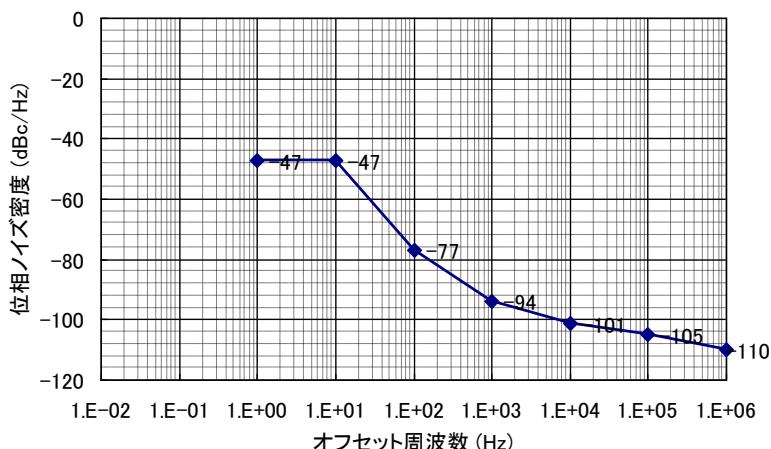


図 5.1.1-2 全 QZSS 信号の位相ノイズ

5.1.1.5 スプリアス

全ての QZS 信号について、PRN コード及び航法メッセージを重畳する前の変調されない搬送波の強度に対するスプリアスの強度は、-40[dB]以下である。

5.1.1.6 信号内の位相関係

5.1.1.6.1 位相直交

$L1_{CD}$ と $L1_{CP}$ 、 $L5_I$ と $L5_Q$ のそれぞれ 2 つの搬送波は 90[度]で直交しており、その揺らぎは $+/-5$ [度]を越えない。

5.1.1.6.2 PRN コードと搬送波の位相関係

全ての QZS 信号について、QZS のアンテナ位相中心において、PRN コード位相と搬送波位相の差の変動は、1.2[ns]を越えない。

また、その差の 30[s]以内の変動は、0.01[ns](≈ 0.3 [cm])を越えない。

5.1.1.6.3 PRN コードジッタ

5.1.1.6.3.1 PRN コードジッタ

PRN コードゼロクロスの間隔のジッタ σ_{jitter} (図 5.1.1-3 による)は、3 σ 値で 2[ns]を越えない。

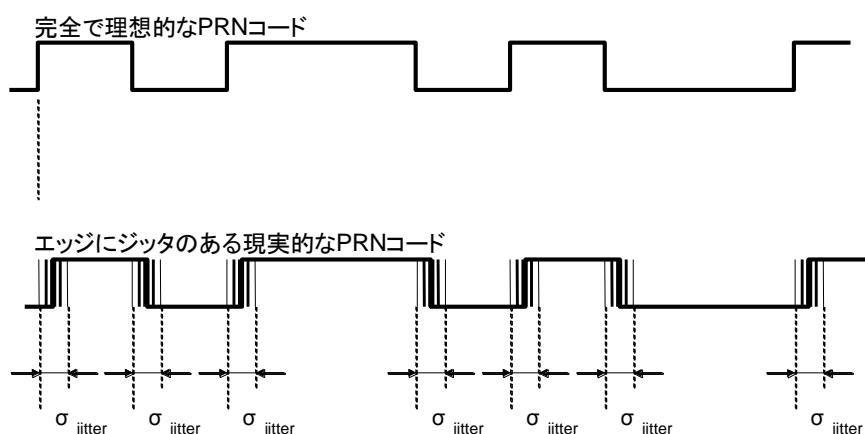


図 5.1.1-3 コードジッタ σ_{jitter} の定義

5.1.1.6.3.2 PRN コードの rising/falling エッジの遅れ

PRNコードについて、fallingエッジを正しいと見た時のrisingエッジの遅れ時間(或いは進み時間) Δ (図 5.1.1-4 による)の平均は、1.0[ns]を越えない。

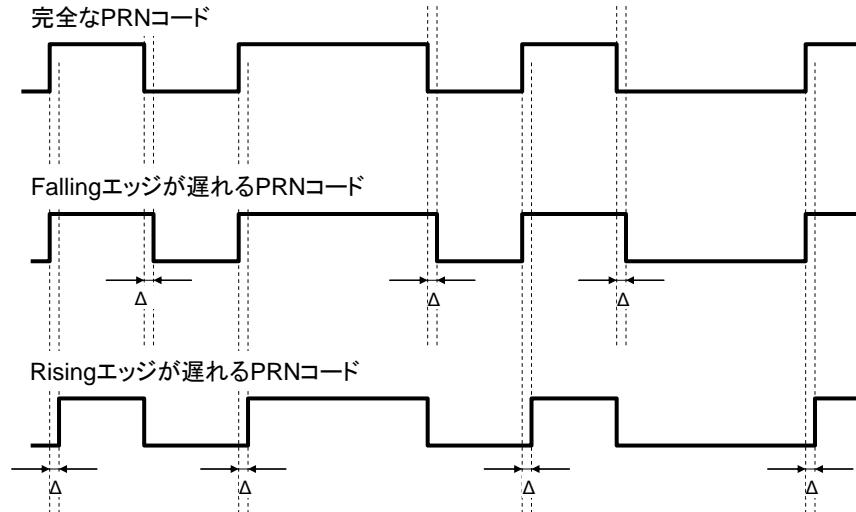


図 5.1.1-4 PRN コードの rising/falling エッジ遅れ時間 Δ の定義

5.1.1.7 信号間の PRN コード位相関係

全ての QZS 信号は、5.1.1.2 項に示す周波数を持つ單一で同一のクロックから生成されている。

全ての QZS 信号について、QZS のアンテナ位相中心において、それぞれの PRN コード位相の位相差は、表 5.1.1-2 に示す値を越えない。

表 5.1.1-2 信号間の PRN コード位相の差

L2	LEX	L5	
25 ns	35 ns	20 ns	L1
	15 ns	10 ns	L2
		20 ns	LEX

また、その位相差の変動は、 3σ 値で 2[ns]を越えない。

また、その位相差の 30[s]以内の変動は、0.01[ns]($\approx 0.3[\text{cm}]$)を越えない。

また、その位相差は、航法メッセージ(T_{GD} 、ISC (Inter-Signal Correction) 等)に含めてユーザに送信され、その精度は T_{GD} については 4.5[ns] (3σ) 以下、ISC については 3.0 [ns] (3σ) 以下である。

5.1.1.8 最低信号強度

円偏波受信で 0dBi の利得を持つ等方性アンテナを地上に設置し、仰角 10[°]]以上の QZS からの QZS 信号を受信した時、その受信電力は表 5.1-1 に示す値よりも小さくならない。

サービスエリア内の各地の受信電力は、概ね、3.1.3.6 項に示すようになる。

5.1.1.9 偏波特性

全ての QZS 信号は、右旋円偏波である。

L1-SAIF 信号を除く他の全ての信号の円偏波の楕円の長軸短軸の電力比率(軸比)は、L-ANT のボアサイト中心方向から±10[°]]のビーム範囲で、電力比で L1 信号は 1.0[dB]、L2 信号と LEX 信号と L5 信号は 2.0[dB]を越えない。

また、L1-SAIF 信号の軸比は、1.0[dB]を越えない。

5.1.1.10 アンテナ位相中心特性

L1-SAIF 信号を除く全ての QZS 信号で、L-ANT のアンテナ位相中心は、L-ANT のボアサイト中心方向から±10[°]]のビーム範囲で、+/-1[cm]の範囲にある。

また、L1-SAIF 信号は別のアンテナである LS-ANT から送信され、そのアンテナ位相中心は、LS-ANT のボアサイト中心方向から±10[°]]のビーム範囲で、+/-1[cm]の範囲にある。

L1-SAIF 信号とそれ以外の信号のエフェメリスデータは、LS-ANT と L-ANT のアンテナ位相中心に対応しているので、互換性は無い。

5.1.1.11 PRN コード

5.1.1.11.1 補完信号

GPS と同属の PRN コードを使用する。詳細は、5.2 節以降の各節および適用文書(1)、(2)、(3)参照のこと。PRN 番号は、193 番～197 番である。QZS の 1 号機は 193 番、2 号機以降は順に 194 番から割り当てられる。198 番～202 番は、システムが使用するのでユーザは使用してはならない。

5.1.1.11.2 補強信号

(1) L1-SAIF 信号

いわゆる、GPS の L1C/A 信号と同属の PRN コードを使用する。⁴ 詳細は、適用文書(1)を参照のこと。PRN 番号は、183 番～187 番である。QZS の 1 号機は 183 番、2 号機以降は順に 184 番から割り当てられる。188 番～192 番は、システムが使用するのでユーザは使用してはならない。

(2) LEX 信号

カサミ系列を使用する。詳細は、5.7 節による。PRN 番号は、193 番～197 番である。QZS の 1 号機は 193 番、2 号機以降は順に 194 番から割り当てられる。198 番～202 番は、システムが使用するのでユーザは使用してはならない。

⁴ PRN コードの使用割当てについては、“PSEUDO RANDOM NOISE (PRN) CODE ASSIGNMENT PROCESS” (GLOBAL POSITIONING SYSTEMS WING (GPSW), 1 February 2007)に規定されたプロセスを経て米国 GPSW の承認を受けたものである。(L1C 信号については IS-GPS-800 が制定され、上記文書の改訂が行われた後に公式なコード割当ての承認を受ける予定である。GPS-QZSS TWG において L1C についても QZSS にコード割当てを行うことが合意されている。)

5.1.2 航法メッセージ

5.1.2.1 航法メッセージの内容

QZSS は、航法メッセージとして、QZS 位置の特定等を支援するために必要な情報、及び、他の GNSS も含めた以下のデータ等を PRN コードに重畠して伝送する。主要な航法メッセージの内容について、以下に示す。詳細は、5.2 節以降の各節による。

5.1.2.1.1 エフェメリスデータ及び SV クロックパラメータ

QZS 信号は、QZS のアンテナ位相中心におけるエフェメリスデータ及び SV クロックパラメータをユーザに通知する。これらは、ユーザでの測位演算に使用される。

5.1.2.1.2 アルマナックデータ

QZS 信号は、QZS のアンテナ位相中心におけるアルマナックデータをユーザに通知する。これらは、ユーザでの衛星選択演算やドップラー演算に使用される。

5.1.2.1.3 URA、ヘルス関連情報

QZS 信号は、URA、ヘルス関連情報をユーザに通知する。L1C/A 信号でそれらを代表して表したもののが、以下の図である。

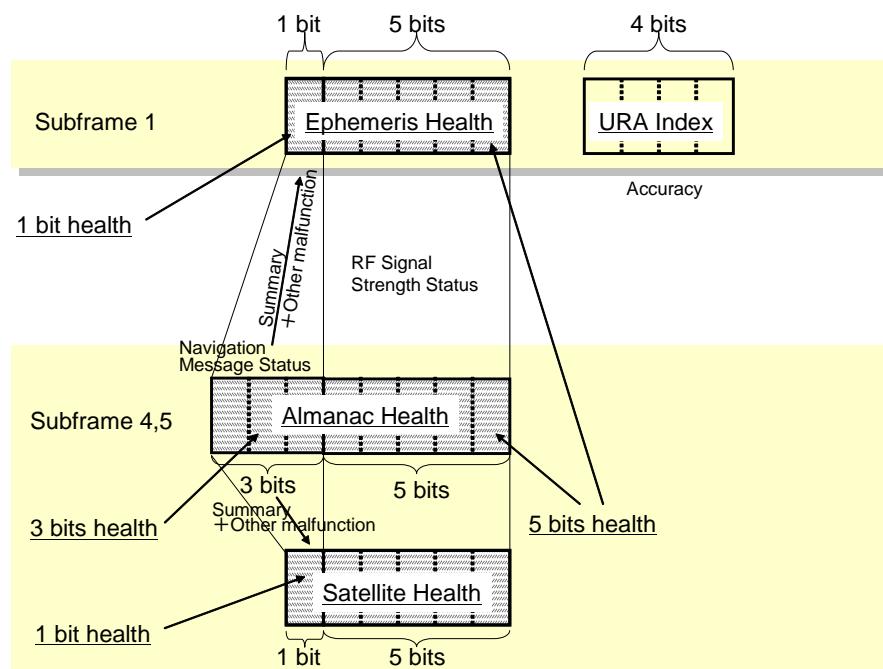


図 5.1.2-1 L1C/A 信号の URA、ヘルス関連情報

5.1.2.1.3.1 ALERT フラグ

ALERT フラグは、L1C/A 信号の全てのサブフレームの第 2 ワードの HOW 語内のビット 18、L2C 信号及び L5 信号の全てのメッセージタイプのビット 38、L1C 信号のサブフレーム 2 のビット 33(適用文書(3)において”L1C Signal Health”と称している部分)で送信される。

ALERT フラグが”1”である時は、当該 QZS 信号の SIS 精度が 9.65[m]よりも悪い時、或いは、QZS の何らかの異常等の状況を示している。9.65[m]とは、5.2.2.2.5.2(8)項に示す NMCT の補正上限に相当する。

ALERT フラグの運用概念については、3.1.2.1.3 項による。

QZSS は、QZS 信号の SIS 誤差並びに QZS の状況を常時監視しており、異常が発生してから 4.3.2.2 項に示す通知時間内にユーザに送信する。この場合に当該 QZS 信号をユーザが使用する時は、ユーザ自身のリスクで使用することが求められる。

5.1.2.1.3.2 URA, URA_{ED} , URA_{NED}

URA インデックスは L1C/A 信号のサブフレーム 1、 URA_{ED} (=Elevation-Dependent (ED) component User Range Accuracy)インデックスは L2C 信号及び L5 信号のメッセージタイプ 10 と L1C 信号のサブフレーム 2、 URA_{NED} (=Non-Elevation-Dependent (NED) component User Range Accuracy) インデックスは L2C 信号及び L5 信号のメッセージタイプ 30,31,32,33,34,35,37,46,49,51,53 と L1C 信号のサブフレーム 2 で送信される。

これらは、当該 QZS 信号の SIS 誤差に関連するものであり、ALERT フラグが”0”か”1”かに関わりなく、当該 QZS 信号の URE(User Range Error)の瞬時値が、URA の 5.73 倍を超える確率は $1 \times 10^{-8}[1/h]$ 以下である。。

URA インデックスと URA_{ED} インデックス、 URA_{NED} インデックスから URA と URA_{ED} 、 URA_{NED} を求めるアルゴリズムは、適用文書(1)、(2)、(3)と同一である。

QZSS は、QZS 信号の SIS 誤差を常時監視しており、参考情報としてユーザに送信する。URA インデックスの値が”15”的の場合と、 URA_{ED} インデックスおよび URA_{NED} インデックスの値が”15”または”-16”的場合に当該信号をユーザが使用する時は、ユーザ自身のリスクで使用することが求められる。

5.1.2.1.3.3 5 ビットヘルス

5 ビットヘルスは、L1C/A 信号のサブフレーム 1 に含まれるエフェメリスヘルス(5.2.2.2.3(4)項)の下位 5 ビット、サブフレーム 4 及び 5 に含まれるアルマナックヘルス(5.2.2.2.5.2(2)(b)項)と衛星ヘルス(5.2.2.2.5.2(3)項)の下位 5 ビットで送信される。

5 ビットヘルスは、5.1.2.1.3.4 項に示される、当該衛星の L1C/A、L2C、L5、L1C、LEX 信号の 1 ビットヘルスで構成される。当該衛星の当該信号が放送されており利用可能な場合に”0”となり、何らかの異常があった時に”1”となる。5 ビットヘルスのビット定義は表 5.1.2-1 に示すとおりである。

なお、GPS を対象とした場合、当該 GPS 衛星において放送されていない、または何らかの異常が発生していると MCS が判断した信号については 1 ビットヘルス=”1”である。

1 ビットヘルス=”1”的場合に当該信号をユーザが使用する時は、ユーザ自身のリスクで使用することが求められる。

表 5.1.2-1 QZS 信号の 5 ビットヘルス定義

ビット位置	QZS を対象	GPS を対象	備考
1 ビット目 (MSB)	L1C/A 信号ヘルス	L1C/A 信号ヘルス	
2 ビット目	L2C 信号ヘルス	L2C 信号ヘルス	
3 ビット目	L5 信号ヘルス	L5 信号ヘルス	
4 ビット目	L1C 信号ヘルス	L1C 信号ヘルス	
5 ビット目 (LSB)	LEX 信号ヘルス	予備	GPS の場合、1 固定

5.1.2.1.3.4 3 ビットヘルス及び 1 ビットヘルス

3 ビットヘルスは、L1C/A 信号のサブフレーム 4 及び 5 に含まれるアルマナックヘルス(5.2.2.2.5.2(2)(b)項)の上位 3 ビットで送信される。

また、1 ビットヘルスは、L1C/A 信号のサブフレーム 1 に含まれるエフェメリスヘルス(5.2.2.2.3(4)項)の上位 1 ビット、サブフレーム 4 及び 5 に含まれる衛星ヘルス(5.2.2.2.5.2(3)項)の上位 1 ビット、L2C 信号及び L5 信号のメッセージタイプ 10、12、31 及び 37 の”L1 Health”、“L2 Health”、“L5 Health”、L1C 信号のサブフレーム 3 のページ 3 及び 4 の”L1 Health”、“L2 Health”、“L5 Health”で送信される。

3 ビットヘルスの定義は適用文書(1)の 20.3.3.5.1.3 項と同一であり、航法メッセージの状況を示している。また、1 ビットヘルスは航法メッセージだけで無く、信号強度や変調、SIS 誤差等の何らかの異常があった時に”1”となる。

QZSS は、QZS だけでなく GPS を含む他の衛星測位システムの状況も常時監視しており、MCS が正常異常の判断を行ってこれらのビットを生成し、4.3.2.2 項に示す通知時間内にユーザに提供される。ビットヘルスにより何らかの異常が検知されている場合(”All Signal OK”以外の場合)に当該信号をユーザが使用する時は、ユーザ自身のリスクで使用することが求められる。

5.1.2.2 サブフレーム、ページ、データセットに関するタイミング

5.1.2.2.1 IODE、IODC

IODE (Issue of Data, Ephemeris:エフェメリスデータの発行番号) は同じデータセットにおいては 10 ビットの IODC (Issue of Data, Clock:SV クロックパラメータの発行番号) の LSB8 ビットと同一の 8 ビットである。つまり、下位 8 ビットが同一であれば、同じデータセットである。

異なるデータセットの IODE と IODC の送信に関しては以下のルールが適用される。

- (1) 送信される IODC はその前の 2 日間衛星から送信される値とは異なる。
- (2) 送信される IODE はその前の 6 時間衛星から送信される値とは異なる。

5.1.2.2.2 データセットの元期とデータセットの更新との関係

新たなデータセットのエフェメリスデータの元期が、更新の前に送信されたものと違うことを保証する。

5.1.2.2.3 データセットの更新

3.1.2.2.1.1 項の軌道メンテナンスや 3.1.2.2.1.2 項の姿勢メンテナンス等の後の再開時の最初のデータセットを除き、通常は整数時間の境界でデータセットが更新される。

最初のデータセットは、その有効期間内であってもいつでも新たなデータセットに更新される可能性がある。

各データセットの送信の始まりは、データセットの有効期間の始まりに一致している。カーブフィットインターバルフラグの示す期間においてそのデータセットは有効である(5.2.2.2.4 項(4)参照)。

最短のデータセットの更新運用において、L1C/A 信号のサブフレーム1, 2, 3, L2C 信号や L5 信号のメッセージタイプ 10,11、L1C 信号のサブフレーム 2 のデータセットは、15 分毎に更新される。対応する有効期間は最短で 2 時間である。

5.1.2.2.4 週の切り替わりにおけるデータセットの更新等

L1C/A 信号では、週の始まり／終わりにおいて、サブフレーム1からリスタートする。また、データセットに依存するサブフレーム4, 5のサイクルは、それより先に送信されたページに関わらず、週の始まり／終わりにおいて、リスタートする。

L2C 信号及び L5 信号では、週の始まり／終わりにおいて、メッセージタイプ 10 からリスタートする。また、データセットに依存するメッセージタイプのサイクルは、それより先に送信されたメッセージタイプに関わらず、週の始まり／終わりにおいて、リスタートする。

L1C 信号では、週の始まり／終わりにおいて、データセットに依存するメッセージタイプのサイクルは、それより先に送信されたメッセージタイプに関わらず、週の始まり／終わりにおいて、リスタートする。

5.1.2.2.5 t_{oe} , t_{oc}

適用文書(1)と(2)、(3)と同様に、QZS-1において、L2C 信号、L5 信号、L1C 信号におけるエフェメリスデータの元期(t_{oe})と SV クロックパラメータの元期(t_{oc})は、同じデータセットであれば同じ値である。

また、異なるデータセットの t_{oe} と t_{oc} の送信に関しては、適用文書(1)と(2)、(3)と同様に、以下のルールが適用される。

- (1) 送信される t_{oc} はその前の7日間衛星から送信される値とは異なる。
- (2) 送信される t_{oe} はその前の6時間衛星から送信される値とは異なる。

5.2 L1C/A 信号

5.2.1 RF 特性

5.2.1.1 信号構造

5.1 節に記述した通りである。

5.2.1.2 搬送波特性

5.1 節に記述した通りである。

5.2.1.3 コード特性

5.2.1.3.1 コード特性

適用文書(1) 3.2.1.3 項、3.3.2.3 項とほぼ同一であるが、GPS-IIIに対応するための PRN コードおよび PRN 番号の拡張には、現行 MCS における QZS-1 では対応していない。また、QZSS の PRN 番号は 5.1.1.11.1 項による。

5.2.1.3.2 非標準コード

QZSS に異常が発生した場合、ユーザが誤った信号を受信、使用しないように、ユーザ保護の観点から非標準コードを送信する。

5.2.2 メッセージ

5.2.2.1 メッセージ構造

1 ワードが 30 ビットで構成され、10 ワードで 1 サブフレームであり、5 サブフレームで一巡するというメッセージ構造は、適用文書(1)と同一である。

5.2.2.1.1 プリアンブル

10 ワードのワード先頭に付与されている 8 ビットのプリアンブル $8B_{(H)}$ は、適用文書(1)の 20.3.3.1 項と同一である。

5.2.2.1.2 パリティアルゴリズム

30 ビットのワードの後方に付与されている 6 ビットのパリティ符号は、適用文書(1)の 20.3.5.1 項と同一の(32,26)ハミング符号である。

5.2.2.1.3 パリティチェックアルゴリズム

適用文書(1)の 20.3.5.2 項と同一である。

5.2.2.2 メッセージの内容

5.2.2.2.1 テレメトリワード(第 1 ワード)

本ワードはシステムが使用する。

なお、GPS 衛星においては、各フレームの第 1 ワードのビット 23 の 1 ビットを「Inrtegrity Status Flag」としている(適用文書(1)20.3.3.1 項参照)が、現行 MCS における QZS-1 は、この Flag を採用していない("0" $_{(B)}$ 固定)。

5.2.2.2.2 ハンドオーバーワード(HOW)(第 2 ワード)

以下を除き、適用文書(1) 20.3.3.2 項と同一である。

ビット 18 の ALERT フラグの運用方法については 3.1.2.1.3 項、ALERT フラグの内容については 5.1.2.1.3 項によること。

ビット 19 の anti-spoof(A-S) フラグは、常時 “0”_(B) であり、QZSS が常に非 A-S モードであることを示す。

5.2.2.2.3 サブフレーム1

サブフレーム1には、当該衛星のクロック情報等が含まれている。その概容は、適用文書(1) 20.3.3.3.1 項を参照のこと。

サブフレーム1のパラメータ特性(ビット数、 LSB のスケールファクタ、範囲、単位、データ構造(ページ構成など)等)については、適用文書(1)の 20.3.3.3.2 項と同一である。

(1) 送信週番号

適用文書(1)の 20.3.3.3.1.1 項と同一である。

(2) L2 チャンネルのコード

ワード 3 のビット 11～ビット 12(L2 チャンネルのコード)は、“10”_(B) 固定である。

(3) 衛星のユーザ測距精度指標: URA インデックス

ワード 3 のビット 13～ビット 16 は URA インデックスである。この URA インデックスが意味する具体的な衛星のユーザ測距精度を求めるアルゴリズムは、適用文書(1)の 20.3.3.3.1.3 項と同一である。

URA インデックスの運用方法については 3.1.2.1.3 項、URA の内容については 5.1.2.1.3 項による。

(4) 当該 QZS のヘルス情報(エフェメリスヘルス)

ワード 3 のビット 17～ビット 22 は当該 QZS のヘルスを示す。

エフェメリスヘルスの運用方法については、3.1.2.1.3 項による。

サブフレーム 4,5 にもヘルス情報(アルマナックヘルスや衛星ヘルス)が存在するが、サブフレーム 1 のヘルス情報の更新周期が早いので、データは同一ではない。

(a) 当該 QZS が送信する信号の航法メッセージの状況サマリ(1 ビットヘルス)

ワード 3 のビット 17 は、航法メッセージのサマリを示している。その定義は、適用文書(1)の 20.3.3.3.1.4 項と同一である。

(b) 当該 QZS が送信する信号の状況(5 ビットヘルス)

ワード 3 のビット 18～ビット 22 は、当該 QZS が送信する信号の状況を表している。その定義は、表 5.1.2-1 による。

(5) SV クロックパラメータの発行番号(IODC)

ワード3のビット23、24は10ビットからなるIODCのMSB2ビットを表し、ワード8のビット1から8はIODCのLSB8ビットを表している。IODCはデータセットの発行番号を示し、ユーザはIODCの変化によりデータセットの更新を検知可能である。

IODCはSVクロックパラメータ(いわゆる a_{f0} 、 a_{f1} 、 a_{f2} 等)が更新される毎に変化し、その頻度は最短で900秒である。IODCの変化等の運用については5.1.2.2項に示す。

(6) L2Pコードのデータフラグ

L2Pコードが存在しないため、ワード4のビット1は、“1”_(B)固定である。

(7) 内部信号群遅延誤差パラメータ

ワード7のビット17から24は、L1C/A信号、L2C信号のいずれかだけを使用するユーザ向けの内部信号群遅延誤差パラメータ T_{GD} を表している。定義及びユーザアルゴリズムについて6.3.3項、6.3.4項に示す。

なお、現行MCSにおけるQZS-1において、 T_{GD} の値を示すビット列が“10000000”_(B)の場合は当該群遅延パラメータ(T_{GD})が使用できないことを示す。(この点については、適用文書(1)のL1C/A信号関連個所には記述されていない。)

(8) SV クロックパラメータ

ユーザがSVクロックオフセットを補正するためのSVクロックパラメータ(t_{oc} 、 a_{f2} 、 a_{f1} 、 a_{f0})については、適用文書(1)の20.3.3.3.1.8による。ユーザアルゴリズムについては、6.3.2項による。

5.2.2.2.4 サブフレーム2、3

サブフレーム2、3には、当該衛星のエフェメリスデータ等が含まれている。その概容は、適用文書(1)20.3.3.4.1項を参照のこと。

サブフレーム2、3のパラメータ特性(ビット数、 LSB のスケールファクタ、範囲、単位、データ構造(ページ構成など)等)については、適用文書(1)の20.3.3.4.2項と同一である。

(1) AODO=NMCT(航法メッセージ補正テーブル)有効時間

サブフレーム2のビット288～ビット292は、NMCT(航法メッセージ補正テーブル)の有効時間である。そのパラメータ特性(ビット数、 LSB のスケールファクタ、範囲、単位等)は適用文書(1)の20.3.3.4.2項と同一である。ユーザアルゴリズムについては、適用文書(1)の20.3.3.4.4項と一部異なる。

AODO(Age Of Data Offset)がバイナリーで“11111”的時、NMCTは使用できない。これも、適用文書(1)の20.3.3.4.4項と同一である。

NMCTは、異なるQZSから、異なるタイミングで送信される。その中で、最新のNMCTは、下記計算式で計算した t_{nmct} が最も大きな値を持つものである。

$$t_{nmct} = t_{oe} - AODO$$

ここで t_{nmct} の計算において週の初め及び終わりの週跨ぎを次式により考慮すること。

if $t^* - t_{nmct} > 302,400$ then $t_{nmct} = t_{nmct} + 604,800$
 if $t^* - t_{nmct} < -302,400$ then $t_{nmct} = t_{nmct} - 604,800$

t_{oe} は AODO を放送している衛星のエフェメリス元期(週内秒)

t^* は GPS 時系でのユーザ受信時刻

また、NMCT は計算した t_{nmct} がユーザ受信時刻 t^* より大きい場合に有効とし、ユーザ受信時刻(GPS 時系)より小さい場合は無効とすること。さらに NMCT による補正対象となる衛星のエフェメリス更新による切り替わりに対応するために、補正対象となる衛星のユーザ受信時刻 t^* とエフェメリス更新時刻(GPS では、エフェメリス元期 $t_{oe} - 7200$ 秒)との差が数分以内(GPS では、エフェメリス元期 t_{oe} とユーザ受信時刻 t^* との差が 6720 秒より大)の場合、当該 NMCT により提供される ERD(Estimated Range Deviation)は使用してはならない。なお、現行 MCS における QZS-1 からは QZS-1 自身に対する有効な ERD を送信しない。(無効であることを示す”100000”_(B)を送信する。)

if $(t_{nmct} - t^*) > 0$,
 if $(t_{oe}^{target} - t^*) > 6720[s]$, NOT valid
 else, ERDs are VALID
 else, NOT valid

t_{oe}^{target} :補正対象となる衛星のエフェメリス元期(週内秒)

(2) エフェメリスデータの発行番号(IODE)

サブフレーム 2 のビット 61～ビット 68、及び、サブフレーム 3 のビット 271～ビット 278 は、両方とも IODE である。IODE の意味は、適用文書(1)の 20.3.4.4 項と同一である。

IODE はエフェメリスデータ(いわゆる a、e、i 等の軌道 6 要素や C_{IC} 、 C_{IS} 等の補正パラメータ)が更新される毎に変化し、その頻度は最短で 15 分間である。IODE の変化等の運用については 5.1.2.2 項に示す。

(3) エフェメリスデータ

適用文書(1)の 20.3.3.4.1 項に定義されるエフェメリスデータが、サブフレーム 2、3 にて送信される。なお、GPS では離心率のパラメータ範囲を最大 0.03 に制限しているが、QZSS においては制限していない(0.5 未満)。ユーザアルゴリズムについては、6.3.5 項による。

(4) フィットインターバルフラグ: エフェメリスデータの有効期間フラグ

サブフレーム 2 のワード 10 のビット 17 は、フィットインターバルフラグであり、カーブフィットインターバルフラグが”0”_(B)の時、エフェメリスデータはデータ更新時刻から 2 時間まで有効である。カーブフィットインターバルフラグが”1”_(B)の時、エフェメリスデータはデータ更新時刻から 2 時間を越えて有効である。

5.2.2.2.5 サブフレーム4、5

サブフレーム4、5には、アルマナックデータ、アルマナック基準週番号、協定世界時パラメータ、電離層パラメータ、NMCT 等が含まれている。

サブフレーム 4、5 のパラメータ特性(ビット長、LSB のスケールファクタ、範囲、単位、データ構造(ページ構成など)等)については、適用文書(1)の 20.3.3.5.1 項と同一である。

適用文書(1)とは異なり、必ずしも 1 つのデータセットが 25 ページで構成されるわけではない。衛星 ID とデータ ID にて送信するデータの内容を識別することができるので、ページの概念はなくなり、それぞれの識別データに応じたデータが送信されることになる。例えば、従来のページで考えれば、合計 30 ページで種々のデータを送ることもありうる。

5.2.2.2.5.1 サブフレーム4、5の内容の識別

(1) データの識別

サブフレーム4、5の内容は、ビット 61～ビット 62 のデータ ID と、ビット 63～ビット 68 の衛星 ID により識別することが出来る。データ ID は主に衛星測位システムの種別(例えば GPS か QZSS か等)を識別し、衛星 ID は主にその衛星番号に加えてその他のデータ(例えば電離層パラメータであるか、NMCT であるか等)を識別することができる。識別の方法は、表 5.2.2-1 による。また、データ ID、衛星 ID と GPS のメッセージ、およびデータの構造の参照先(適用文書(1)の図番)の対応を表 5.2.2-2 にまとめる。なお、適用文書(1)において、GPS-III に対応するためデータ ID="10"_(B)を使用し、衛星番号が拡張されているが、現行 MCS における QZS-1 では衛星番号の拡張には対応していない。

QZSS は例えば他の衛星測位システムの衛星も含め何らかの異常が発生したときに、その状況を示すデータ(ヘルス情報など)を、繰り返してユーザに送信する場合がある。ユーザはこの識別方法により通常のデータセット送信周期より短時間で信号のヘルス関連情報などを収集することができる。

また、複数の QZS が運用される場合は、全く異なるタイミングで、同じ衛星 ID とデータ ID で識別されるデータを送信することも可能である。これにより、複数の QZS からの信号を受信すると、1 つの QZS のデータセット送信周期よりも短い周期で、全てのデータセットを収集することができる。

表 5.2.2-1 データ ID と衛星 ID による内容の識別

衛星ID	データID="00" _(B) (GPS)	データID="01" _(B) 、"10" _(B) (予備)	データID="11" _(B) (QZSS)
00 _(D)	ダミー衛星		ダミー衛星
01～32 _(D)	GPS衛星のアルマナック		QZSのアルマナック
33～48 _(D)			予備
49 _(D)	予備		GPS衛星のアルマナックの基準週番号、基準時刻およびGPS衛星(PRN1～24)のヘルス情報
50 _(D)			GPS衛星のアルマナックの基準週番号、基準時刻およびGPS衛星(PRN25～32)のヘルス情報
51 _(D)	GPS衛星のアルマナックの基準週番号、基準時刻およびGPS衛星(PRN1～24)のヘルス情報		QZSのアルマナックの基準週番号、基準時刻およびQZS(PRN193～197)のヘルス情報
52 _(D)			GPS衛星(PRN1～30)の航法メッセージ補正テーブル(NMCT)
53 _(D)	予備	予備	QZS(PRN193～197)とGPS衛星(PRN31,32)の航法メッセージ補正テーブル(NMCT)
54 _(D)			予備衛星の航法メッセージ補正テーブル(NMCT)
55 _(D)			スペシャルメッセージ
56 _(D)	GPS衛星が放送する電離層パラメータ及びUTC(USNO)とGPS時刻との関係		日本に特化した電離層パラメータ及びUTC(NICT)とGPSTとの関係
57 _(D)			
58 _(D)			
59 _(D)	予備		
60 _(D)			
61 _(D)			予備
62 _(D)			
63 _(D)	GPS衛星(PRN1～32)のA-Sフラグと衛星コンフィグレーション、及びGPS衛星(PRN25～32)のヘルス情報		

表 5.2.2-2 データ ID と衛星 ID と GPS メッセージとデータフォーマット参照先の対応一覧

衛星ID _(D)	データID _(B)	内容	データフォーマット*	対応するGPSメッセージ Subframe	Page
01-32	00, 11	表5.2.2-1参照	Figure20-1 (4/11)	4, 5	(SF4)2-5, 7-10 (SF5)1-24
49, 50	11		Figure20-1 (5/11)	5	25
51	00, 11		Figure20-1 (10/11)	4	13
52-54	11		Figure20-1 (11/11)	4	17
55	11		Figure20-1 (8/11)	4	18
56	00, 11		Figure20-1 (9/11)	4	25
63	00				

* データフォーマットは適用文書(1)の図番号

(2) データの繰り返し送信周期

データの繰り返し送信周期は放送パターンテーブルによる(7.2.4.3 項参照)。

5.2.2.2.5.2 サブフレーム4、5の内容

(1) ダミーデータ

衛星 ID が 0 の時、“1”、“0”的交換のダミーデータからなっている。

(2) アルマナックデータとアルマナックヘルス

衛星 ID が 1~32 の時、当該サブフレームの内容はアルマナックデータとアルマナックヘルスである。

データ ID が “11”_(B) の時は QZS のアルマナックデータ及びアルマナックヘルスであり、“データ ID+衛星 ID”が QZS の PRN 番号を示している。(データ ID(2 ビット)と衛星 ID(6 ビット)の 8 ビットで表される 2 進数が QZS の PRN 番号となる。)

また、データ ID が “00”_(B) の時は GPS 衛星のアルマナックデータ及びアルマナックヘルスであり、衛星 ID が 1~32 の場合、GPS 衛星の PRN 番号を示している※。少なくとも 4.1.1 項に示したエリア内で可視、或いは、可視になる可能性のある GPS 衛星のアルマナックデータ及びアルマナックヘルスが送信される。

※適用文書(1)によると、GPS-IIIへの対応のため、GPS の PRN 番号は 1~63 へ拡張されるが、現行 MCS における QZS-1 では PRN 番号の拡張には対応していない。このため、現行 MCS における QZS-1 では PRN 番号が 33~63 の GPS 衛星のデータは再送信されない。

なお、メッセージの構造については、表 5.2.2-2 に示す。

(a) アルマナックデータ

ワード5のビット 17 から 24 を除く部分に、アルマナックデータが入っている。

そのビット数、スケールファクタ、単位といった定義は、適用文書(1)の 20.3.3.5.1.2 項に定義されるアルマナックデータと同一である。アルマナックデータの基準時刻($t_{o\alpha}$)も、適用文書(1)と同じく、アルマナック基準週番号(WN_a 、5.2.2.2.5.2(5)項参照)における週内秒である。なお、離心率(e)は、GPS 衛星を対象とする場合は離心率そのものの値であるが、QZS を対象とする場合は基準離心率 0.06 との差を示し、基準軌道傾斜角(i_0)は、GPS 衛星を対象とする場合は 0.3[semi-circles]であるが、QZS を対象とする場合は 0.25[semi-circles]である。

QZSS のアルマナックデータは、少なくとも 6 日に1回更新される。アルマナックデータの速度誤差は、30[m/s]以下とする。

GPS のアルマナックデータは、QZSS の MS で取得した GPS 衛星のアルマナックデータの再送信である。

ユーザアルゴリズムについては 6.3.6 項による。

(b) アルマナックヘルス

アルマナックヘルスは、アルマナックデータと同時に送信され、ワード5のビット 17 から 24 までに入っている。

この 8 ビットのアルマナックヘルスは、上位 3 ビットと下位 5 ビットに分けられる。上位 3 ビットの定義については、5.1.2.1.3.4 項、下位 5 ビットについては、5.1.2.1.3.3 項による。

QZSS の MCS は、QZS だけでなく GPS を含む他の衛星測位システムの状況も常時監視し

ており、MCS が正常異常の判断を行ってアルマナックヘルスを生成し、4.3.2.2 項に示す通知時間内に参考情報としてユーザに提供されるものである。

(3) 衛星ヘルス

データ ID が "00"_(B) で衛星 ID が 51 及び 63 の時、及びデータ ID が "11"_(B) で衛星 ID が 49～51 の時、当該サブフレームの内容は衛星ヘルスである。衛星ヘルスは 1 衛星あたり 6 ビットで表され、複数衛星の衛星ヘルスがそのサブフレームに含まれている。この 6 ビット衛星ヘルスは上位 1 ビットと下位 5 ビットに分けられる。上位 1 ビットの定義については 5.1.2.1.3.4 項、下位 5 ビットについては、5.1.2.1.3.3 による。QZS での衛星ヘルス送信順は表 5.2.2-3 による。メッセージの構造については、表 5.2.2-2 に示す。

表 5.2.2-3 QZS における衛星ヘルス送信順

衛星ヘルス領域	データID="11" _(B) 衛星ID=49	データID="11" _(B) 衛星ID=50	データID="11" _(B) 衛星ID=51
SV1	GPS PRN1	GPS PRN25	QZS PRN193
SV2	GPS PRN2	GPS PRN26	QZS PRN194
SV3	GPS PRN3	GPS PRN27	QZS PRN195
SV4	GPS PRN4	GPS PRN28	QZS PRN196
SV5	GPS PRN5	GPS PRN29	QZS PRN197
SV6	GPS PRN6	GPS PRN30	予備
SV7	GPS PRN7	GPS PRN31	予備
SV8	GPS PRN8	GPS PRN32	予備
SV9	GPS PRN9	予備	予備
SV10	GPS PRN10	予備	予備
SV11	GPS PRN11	予備	予備
SV12	GPS PRN12	予備	予備
SV13	GPS PRN13	予備	予備
SV14	GPS PRN14	予備	予備
SV15	GPS PRN15	予備	予備
SV16	GPS PRN16	予備	予備
SV17	GPS PRN17	予備	予備
SV18	GPS PRN18	予備	予備
SV19	GPS PRN19	予備	予備
SV20	GPS PRN20	予備	予備
SV21	GPS PRN21	予備	予備
SV22	GPS PRN22	予備	予備
SV23	GPS PRN23	予備	予備
SV24	GPS PRN24	予備	予備

衛星 ID が 51 でデータ ID が "11"_(B) の時は QZS の衛星ヘルスである。

衛星 ID が 49 または 50 でデータ ID が "11"_(B) の時は、QZSS が判断した GPS 衛星の衛星ヘルスである。ワード 4 から 9 の MSB24 ビットに 24 衛星分の衛星ヘルスが入っている。

衛星 ID が 51 でデータ ID が "00"_(B) の時、その内容は衛星 ID が 49 でデータ ID が "11"_(B) のメッセージと全く同一である。このため、将来的には本サブフレーム(衛星 ID が 51 でデータ ID が "00"_(B))は放送を停止する。

衛星 ID が 63 でデータ ID が "00"_(B) の時、GPS 衛星(PRN 1～32)の A-S フラグ及び GPS 衛星(PRN25～32)の衛星ヘルスである。メッセージ構造は適用文書(1)の Figure 20-1(9/11)と同一である。GPS 衛星(PRN25～32)の衛星ヘルスは衛星 ID が 50 でデータ ID が "11"_(B) のメッセージにも含まれるため、将来的には本サブフレーム(衛星 ID が 63 でデータ ID が "00"_(B))は放送を停止する。

サブフレーム1にもヘルスデータが与えられている。サブフレーム1、4、5で与えられる他の衛星のデータは、異なる時間にアップロードされるため、サブフレーム4、5のデータと異なる場合がある。

QZSSのMCSは、QZSだけでなくGPSを含む他の衛星測位システムの状況も常時監視しており、MCSが正常異常の判断を行って衛星ヘルスを生成し、4.3.2.2 項に示す通知時間内に参考情報としてユーザに提供されるものである。

(4) Anti-Spoof フラグと衛星コンフィギュレーション

衛星 ID が 63 でデータ ID が”00”_(B)の時、4ビット長の、32 個までの GPS 衛星(PRN 番号=1～32)の、A-S ステータスとコンフィギュレーションを表すコードが入っている。適用文書(1)の 20.3.3.5.1.4 項と同一であり、QZSS の MS で取得した GPS 衛星の A-S フラグと衛星コンフィギュレーションの再送信である。メッセージの構造については、表 5.2.2-2 に示す。なお、将来的には本サブフレーム(衛星 ID が 63 でデータ ID が”00”_(B))は放送を停止する。

(5) アルマナック基準週番号

データ ID が”00”_(B)で衛星 ID が 51 の時、及びデータ ID が”11”_(B)で衛星 ID が 49～51 の時、ワード3のビット 17 から 24 は、アルマナック基準時刻(t_{oa})における週番号(WN_a)を表す(適用文書(1)の 20.3.3.5.1.2 項、20.3.3.5.1.5 項、20.3.3.5.2.2 項参照)。データ ID が”00”_(B)で衛星 ID が 51 の時、およびデータ ID が”11”_(B)で衛星 ID が 49 または 50 の時は GPS のアルマナック基準週番号、データ ID が”11”_(B)で衛星 ID が 51 の時は QZS のアルマナック基準週番号である。メッセージの構造については、表 5.2.2-2 に示す。

WN_aは 8 ビットからなり、 t_{oa} を基準とする GPS 週番号(6.3.6 項参照)のモジュロ 256 表現である。ワード 3 のビット 9～16 はこの WN_aが参照している t_{oa} の値を表す。

データ ID が”00”_(B)で衛星 ID が 51 の時、およびデータ ID が”11”_(B)で衛星 ID が 49 または 50 の時、適用文書(1)の 20.3.3.5.1.5 項と同一であり、QZSS の MS で取得した GPS のアルマナック基準週番号の再送信である。

データ ID が”00”_(B)で衛星 ID が 51 の時に放送される GPS のアルマナック基準週番号及び基準時刻は、データ ID が”11”_(B)で衛星 ID が 49 及び 50 の時と全く同一である。このため将来的には本サブフレーム(衛星 ID が 51 でデータ ID が”00”_(B))は放送を停止する。

(6) 協定世界時パラメータ

衛星 ID が 56 の時、ワード6から9の MSB24 ビットとワード 10 の MSB8ビットは、UTC 時刻を GPS 時刻に合わせて補正するパラメータが入っている。データ ID が”00”_(B)の時は GPS の再送信であり UTC(USNO)と GPS 時刻とのオフセットを計算するためのパラメータを送信し、データ ID が”11”_(B)の時は QZSS が基準とする UTC(NICT)と GPS 時刻とのオフセットを計算するためのパラメータを送信している。

メッセージの構造については、表 5.2.2-2 に示す。ビット長、スケールファクタ、範囲、単位については、適用文書(1)の表 20-IX と同一である。

ユーザアルゴリズムは、6.3.7 項による。

データ ID が”00”_(B)または”11”_(B)の時の協定世界時パラメータの精度は 90[ns]である。

(7) 電離層パラメータ

衛星 ID が 56 の時、ワード3のビット9から 24 とワード4、5の MSB24 ビットは、L1C/A 信号、L1C 信号、L2C 信号、或いは L5 信号いずれかだけを利用するユーザが、電離層遅延計算

のために電離層モデルを使用するための電離層パラメータを表している。

データ ID が”00”_(B)の時は GPS の再送信であり、このパラメータは全世界的にフィットするパラメータである。

データ ID が”11”_(B)の時は QZSS が生成するもので図 4.1.5-1 に示す領域に特化してフィットするパラメータである。このパラメータは、通常(電離層の擾乱時を除いて)、過去 24 時間(最大)のデータを使用して、最長で 1 日に一回更新される。

メッセージの構造については、表 5.2.2-2 に示す。ビット長、スケールファクタ、範囲、単位については、適用文書(1)の 20.3.3.5.2.5 項及び表 20-X と同一である。

1 波ユーザのユーザアルゴリズムは、まず 6.3.4 項により内部信号群遅延誤差を補正し、その後 6.3.8 項により電離層補正を行うことによる。

(8) NMCT(航法メッセージ補正テーブル)

データ ID が”11”_(B)で衛星 ID が 52,53,54 の時、航法メッセージ補正テーブル(NMCT)である。衛星 ID が 52 の時は GPS の PRN1～PRN30 までの ERD 値を含み、衛星 ID が 53 の時は QZSS の PRN193～PRN197 および GPS の PRN31 と PRN32 の ERD 値を含む。衛星 ID が 54 の時は全て予備である。QZS での NMCT の送信順は表 5.2.2-4 による。メッセージの構造については、表 5.2.2-2 に示す。なお、現行 MCS における QZS-1 からは QZS-1 自身に対する有効な ERD を送信しない。(無効であることを示す”100000”_(B)を送信する。)

表 5.2.2-4 QZSにおけるNMCT送信順

ERD領域	データID="11" 衛星ID=52	データID="11" 衛星ID=53	データID="11" 衛星ID=54
SV1	GPS PRN1	QZS PRN193	予備
SV2	GPS PRN2	QZS PRN194	予備
SV3	GPS PRN3	QZS PRN195	予備
SV4	GPS PRN4	QZS PRN196	予備
SV5	GPS PRN5	QZS PRN197	予備
SV6	GPS PRN6	GPS PRN31	予備
SV7	GPS PRN7	GPS PRN32	予備
SV8	GPS PRN8	予備	予備
SV9	GPS PRN9	予備	予備
SV10	GPS PRN10	予備	予備
SV11	GPS PRN11	予備	予備
SV12	GPS PRN12	予備	予備
SV13	GPS PRN13	予備	予備
SV14	GPS PRN14	予備	予備
SV15	GPS PRN15	予備	予備
SV16	GPS PRN16	予備	予備
SV17	GPS PRN17	予備	予備
SV18	GPS PRN18	予備	予備
SV19	GPS PRN19	予備	予備
SV20	GPS PRN20	予備	予備
SV21	GPS PRN21	予備	予備
SV22	GPS PRN22	予備	予備
SV23	GPS PRN23	予備	予備
SV24	GPS PRN24	予備	予備
SV25	GPS PRN25	予備	予備
SV26	GPS PRN26	予備	予備
SV27	GPS PRN27	予備	予備
SV28	GPS PRN28	予備	予備
SV29	GPS PRN29	予備	予備
SV30	GPS PRN30	予備	予備

NMCT は2ビットのアベイラビリティを表す項(AI:Availability Indication)で始まり、30 個までの6ビットずつの ERD (Estimated Range Deviation) 値が続いている。

(a) AI

ワード3 のビット9、10 からなる AI は以下の情報を表す。

00:補正テーブルは有効なため利用可能である。

01:予備

10:補正テーブルは有効でないため利用不可能である。

11:予備

(b) ERD

NMCT の ERD 値は MSB が符号ビットを表し、LSB は 0.3[m]を表し、データの範囲は±9.3[m]である。バイナリ値"100000"はその ERD 値が存在しないことを、バイナリ値"011111"は ERD 値がその上限を越えていることを表す。

ユーザアルゴリズムは、6.3.9.1 項による。

5.3 L1C 信号

5.3.1 RF 特性

5.3.1.1 信号構造

L1C 信号の信号構造は、図 5.3.1-1 に示すとおりである。

航法メッセージは、TOI(Time Of Interval)、C&E(Clock & Ephemeris)、Var(Variable Data)の3つのサブフレームに分かれており、それぞれ BCH(Bose, Chaudhuri, and Hocquenghem)符号化、CRC24(24-bit Cyclic Redundancy Check)符号化がなされる。C&E と Var は更に、LDPC(Low Density Parity Check)符号化がなされ、インターリーブ処理されたのちに、BCH 符号化処理された TOI と結合される。

航法メッセージは、10230 チップ長(1.023[Mcps])の PRN コードとの XOR(排他的論理和)で搬送波を変調して、L1CD 信号となる。

一方、L1CP 信号は、1800 チップ長(100[cps])と 10230 チップ長(1.023[Mcps])の PRN コードとの XOR で搬送波を変調したものである。

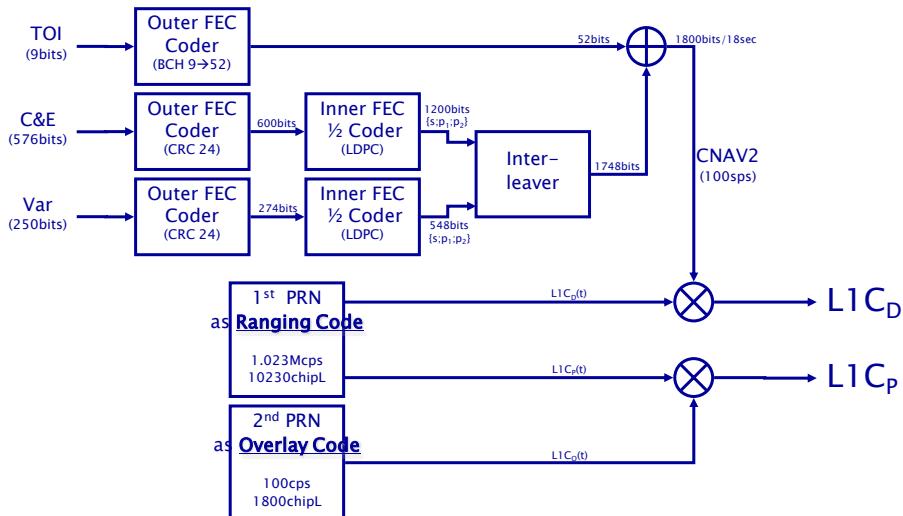


図 5.3.1-1 L1C 信号の信号構造

5.3.1.2 搬送波特性

5.1 節に記述した通りである。

5.3.1.3 コード特性

5.3.1.3.1 コードの概要

本書 5.3.1.1 項に示すように、コードには、レンジングコードとオーバーレイコードがあり、それらの生成方式は、共に適用文書(3)と同一である。

具体的には、レンジングコードは、適用文書(3)の 3.2.2.1.1 項と同一である。ただし、PRN 番号は、適用文書(3)の 6.3.1.1 項のうち、本書の 5.1.1.11.1 項に指定した番号を用いる。

また、オーバーレイコードは、適用文書(3)の 3.2.2.1.2 項と同一である。ただし、PRN 番号は、適用文書(3)の 6.3.1.2 項のうち、本書の 5.1.1.11.1 項に指定した番号を用いる。そのため、適用文書(3)の 3.2.2.1.2 項の図 3.2-2において、S2 多項式が必要である。

5.3.1.3.2 非標準コード

QZSS に異常が発生した場合、ユーザが誤った信号を受信、使用しないように、ユーザ保護の観点から非標準コードを送信する。

5.3.2 メッセージ

5.3.2.1 メッセージ構造

本書 5.3.1.1 項に示すように、航法メッセージは、TOI、C&E、Var の 3 つのサブフレームに分かれている。

このメッセージ構造は、適用文書(3)の 3.2.3.1 項と同一である。

5.3.2.2 符号化処理

前項に示すように、航法メッセージは、TOI、C&E、Var の 3 つのサブフレームに分かれており、それぞれ BCH 符号化、CRC24 符号化がなされる。C&E と Var は更に、LDPC 符号化がなされる。

これらの符号化処理は、いずれも適用文書(3)の 3.2.3.2～3.2.3.4 項と同一である。

5.3.2.3 インターリープ処理

前項に示すように、LDPC 符号化がなされた C&E と Var は更に、インターリープ処理されたのちに、BCH 符号化処理された TOI と結合される。

このインターリープ処理は、適用文書(3)の 3.2.3.5 項と同一である。

5.3.2.4 メッセージの内容

8.1.3 節に掲げた一覧を除き、そのメッセージの内容は適用文書(3)の 3.5 項と同一である。

5.3.2.4.1 TOI (サブフレーム 1)

符号化処理の前の TOI は 9 ビットで構成され、メッセージ長である 18 秒毎に 1 ずつ増えるもので、2 時間毎に 0 に戻る。

有効範囲は、0～399 である。2 時間の最初の TOI の値は 1 であり、2 時間の最後の TOI の値は 0 である。

これらは、適用文書(3)の 3.5.1 項及び 3.5.2 項と同一である。

5.3.2.4.2 C&E (サブフレーム 2)

符号化処理の前の C&E(サブフレーム 2)は 576 ビットで構成され、当該 QZS の軌道と時刻を計算するのに使用される。

このサブフレームには、表 5.3.2-1 に示すような当該衛星のエフェメリスデータ等が含まれている。その概容は、適用文書(3)の 3.5.3 項を参照のこと。

3.1.2.1.2 項に示す更新頻度と有効期間、および本項”(10)完全性保証”に関する記述を除き、適用文書(3)の 3.5.3 項と同一である。

表 5.3.2-1 航法メッセージ D_{L1C} のエフェメリスデータ及びクロックのパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
WN _n	信号送信時点における GPS 週番号	
ITOW	信号送信時点における GPS 週初来から 2 時間毎に数えた数	
t _{oe}	エフェメリスデータ生成時刻(週内秒)	
L1C Health	L1C 信号のヘルス	
URA _{ED} インデックス	ユーザ測距精度指標(仰角依存成分)	
t _{oe}	エフェメリスデータの元期(週内秒)	
△A	t _{oe} における軌道長半径と 42,164,200[m]との差	GPS では 26,559,710[m]との差を示す。
dot{A}	軌道長半径の変化率	
△n ₀	t _{oe} における平均運動計算値からの差	
Δdot{n}_0	平均運動計算値からの変化率	
M _{0-n}	t _{oe} における平均近点角	
e _n	離心率	QZSS では範囲を制限しない(GPS では最大 0.03 と規定されている)
ω _n	近地点引数	
Ω _{0-n}	週始めにおける昇交点経度	
ΔΩ	昇交点赤経の変化率の参照値 ^{※1} からの差分	
i _{0-n}	t _{oe} における軌道傾斜角	
i _{o-n} -DOT	軌道傾斜角の変化率	
C _{is-n}	軌道傾斜角の補正量の sin 係数	
C _{ic-n}	軌道傾斜角の補正量の cos 係数	
C _{rs-n}	動径方向の補正量の sin 係数	
C _{rc-n}	動径方向の補正量の cos 係数	
C _{us-n}	緯度引数の補正量の sin 係数	
C _{uc-n}	緯度引数の補正量の cos 係数	
URA _{NED0} インデックス	ユーザ測距精度指標(仰角非依存成分)	
URA _{NED1} インデックス	ユーザ測距精度変化指標(仰角非依存成分)	
URA _{NED2} インデックス	ユーザ測距精度変化率指標(仰角非依存成分)	
a _{f2-n}	SV クロックのドリフトレート補正項	
a _{f1-n}	SV クロックのドリフト補正項	
a _{f0-n}	SV クロックのバイアス補正項	
T _{GD}	LC _{QZSS} ^{※2} と L1C/A の群遅延	GPS では LC _{GPS} ^{※3} と L1P(Y)の群遅延
ISC _{L1CP}	L1C/A-L1CP 間の群遅延	GPS では L1P(Y)-L1CP 間
ISC _{L1CD}	L1C/A-L1CD 間の群遅延	GPS では L1P(Y)-L1CD 間

※1 昇交点赤経の変化率の参照値($\dot{\Omega}_{\text{REF}} = -2.6 \times 10^{-9} [\text{semi-circles/second}]$) (GPS と同じ値)

※2 LC_{QZSS}: QZSS の L1C/A 信号と L2C 信号の電離層フリー線形結合

※3 LC_{GPS}: GPS の L1P(Y)と L2P(Y)の電離層フリー線形結合

(1) 送信週番号

サブフレーム 2 のビット 1 から 13 は、現在の GPS 週番号の 8192 の剰余のバイナリ表現である。

これは、適用文書(3)の 3.5.3.1 項と同一である。

(2) ITOW(Interval Time Of Week)

サブフレーム 2 のビット 14 から 21 は、GPS 週初来から 2 時間毎に 1 ずつ増える数である。

有効範囲は、0～83 である。週の切り替わり直前 2 時間での ITOW の値は 83 であり、週の切り替わり直後 2 時間の ITOW の値は 0 である。

これは、適用文書(3)の 3.5.3.2 項と同一である。

図 5.3.2-1 に示すように、5.3.2.4.1 の TOI と ITOW から、 $ITOW \times 7200 + TOI \times 18$ のように計算した週内秒は、次メッセージの先頭時刻とは必ずしも一致しない(2 時間毎に不一致となる)。

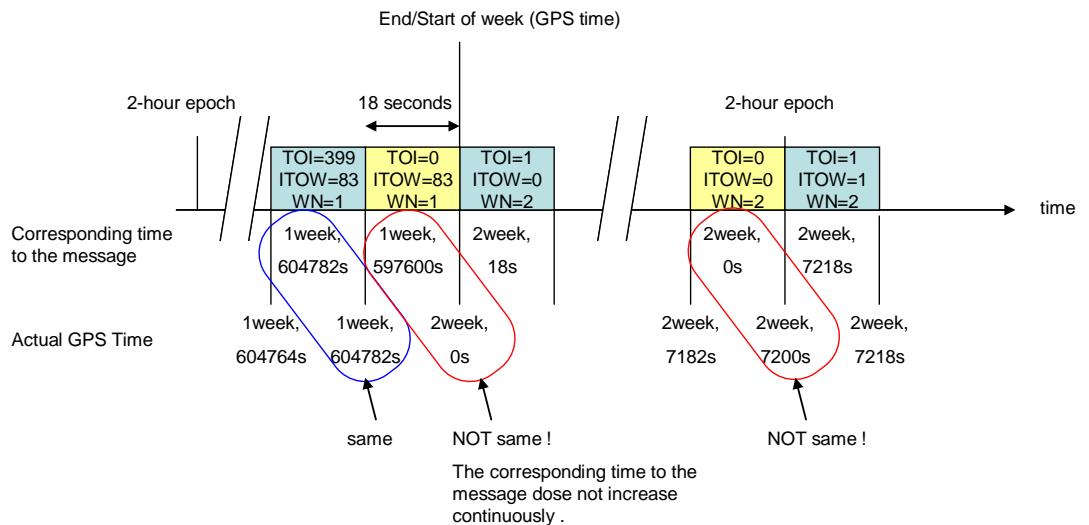


図 5.3.2-1 TOI,ITOW と週内秒の関係

(3) エフェメリスデータが推定された時刻: t_{op}

サブフレーム 2 のビット 22 から 32 はエフェメリスデータが推定された時刻: t_{op} を表す。

これは、適用文書(3)の 3.5.3.3 項と同一である。

(4) 信号ヘルス(L1)

サブフレーム2のビット33の1ビットは、当該衛星が送信しているL1C信号のヘルスを示す。各信号のヘルスは下記で表される。

- 0 信号問題なし
- 1 信号問題ありか、利用できず

QZSS特有の運用として、このビットは、当該衛星の現時点でのモニタ結果と比較して表される。詳細は、5.1.2.1.3項による。

サブフレーム3のページ3と4にもヘルスデータが存在する。このデータは、異なる時間にアップロードを受けるため、他のメッセージの送信衛星や他の衛星のデータと異なる場合がある。

その他の点については、適用文書(3)の3.5.3.4項と同一である。

(5) ユーザ測距精度指標(仰角依存成分): URA_{ED} インデックス

サブフレーム2のビット34～38は、ユーザ測距精度指標の仰角に依存する成分を表す。詳細は、5.1.2.1.3.2項による。

その他の点については、適用文書(3)の3.5.3.5項と同一である。

(6) エフェメリスデータ

サブフレーム2には、表5.3.2-1に示す当該衛星のエフェメリスデータが送信される。当該衛星の軌道位置を求めるアルゴリズムは、6.3.5項による。

パラメータ特性(ビット数、 LSB のスケールファクタ、データの範囲、単位)については、下記に指定する点を除き、適用文書(3)の表3.5-1と同一である。

データの掲載順序についても、適用文書(3)の図3.5-1と同一である。

(a) 軌道長半径 ΔA

ΔA については、 t_{oe} における軌道長半径 $A(t_{oe})$ と42,164,200[m]との差 $\Delta A(t_{oe}) = A(t_{oe}) - 42,164,200[m]$ である。

(7) クロックパラメータ

表5.3.2-1に示す当該衛星のSVクロックパラメータが送信される。ユーザアルゴリズムについては、適用文書(1)の20.3.3.3.3.1項と同一であるが、定義の一部に異なるところがあり詳しくは6.3.2項による。

なお、クロックパラメータの元期には、サブフレーム2のビット39～49のエフェメリスデータの元期 t_{oe} を使用する。これは、適用文書(3)の3.5.3.7項と同一である。

(8) ユーザ測距精度指標(仰角非依存成分): URA_{NED} インデックス

サブフレーム 2 のビット 460～470 は、ユーザ測距精度の仰角に依存しない成分(URA_{NED})を求めるためのパラメータが入っている。詳細は、5.1.2.1.3.2 項による。

URA_{NED} インデックスが意味する具体的なユーザ測距精度($IAURA_{NED}$)を求めるアルゴリズムは、適用文書(3)の 3.5.3.8 項と同一である。

URA_{NED} の運用方法については 3.1.2.1.3 項、 URA_{NED} の内容については 5.1.2.1.3 項による。

(9) 群遅延誤差の推算

サブフレーム 2 のビット 527～565 は、L1 C 信号の1波ユーザのための群遅延誤差の推算のためのパラメータ T_{GD} 、 ISC_{LICP} 、 ISC_{LICD} である。

ビット長、スケールファクタ、範囲、単位については適用文書(3)の表 3.5-1 と同一である。なお、各パラメータに対応するビット列が “1000000000000”_(B) の場合は当該群遅延パラメータが使用できないことを示す。

関連するアルゴリズムを 6.3.3 項、及び、6.3.4 項に示す。

(10) 完全性保証

GPSにおいては、サブフレーム 2 のビット 566 の 1 ビットを「Integrity Status Flag」としている（適用文書(3) 3.5.3.10 項参照）が、現行 MCS における QZS-1 は、この Flag を採用していない（“0”_(B) 固定）。

5.3.2.4.3 Var (サブフレーム 3)

符号化処理の前の Var(サブフレーム 3)は 250 ビットで構成され、複数のページにより、他の情報を送信するのに使用される。

このサブフレームは、信号を送信している当該衛星の衛星番号 8 ビット(193～197)で始まり、6 ビットのページ番号がそれに続く。

これらは、適用文書(3)の 3.5.4 項と同一である。

5.3.2.4.3.1 PRN 番号

サブフレーム 3 のビット 1～8 は、8 ビットの PRN 番号であり、そのメッセージを送信している当該 QZS の PRN 番号である。

これは、適用文書(3)の 3.5.4 項と同一である。

5.3.2.4.3.2 ページ番号

サブフレーム 3 のビット 9～14 は、6 ビットのページ番号であり、そのフレームに含まれている情報を意味する。

各ページ番号と情報との関係を表 5.3.2-2 に示し、その詳細は 5.3.2.4.3.3 項による。それぞれの情報は、最大でも表 5.3.2-2 に示す間隔毎に送信される。

複数の QZS は、全く異なるタイミングで、ページ番号で識別されるデータを送信することがある。これにより、複数の QZS からの信号を受信すると、1 つの QZS のデータセット送信周期よりも短

い周期で、全てのデータセットを収集することができる。

適用文書(3)の 3.5.5 項の記述と同様に、各ページは任意のタイミングで送信されるので、ユーザは決まったパターンを想定してはいけない。

表 5.3.2-2 航法メッセージ D_{L1C} のページ番号定義、最大送信周期

Page	メッセージ内容	最大送信周期	備考
1	電離層パラメータ、UTC パラメータ	288 秒	
2	GGTO(GPS と QZS-1 の時刻オフセット)、EOP	288 秒	
3	QZS の Reduced アルマナック	20 分	
4	QZS の Midi アルマナック	120 分	
5	補正(以下「DC」(Differential Correction))データ [エフェメリス補正データ、クロック補正データ]	30 分(※)	
6	テキスト	必要に応じて	
7	予備	—	
17	電離層パラメータ、UTC パラメータ (GPS の再放送)	※	
18	GGTO(GPS と GNSS(Galileo と GLONASS)の時刻オフセット) (GPS の再放送)	※	
19	GPS の Reduced アルマナック (GPS の再放送)	※	
20	GPS の Midi アルマナック (GPS の再放送)	※	

※GPS の再送信データおよび GPS の DC データについては最大送信周期を規定しない。

5.3.2.4.3.3 各ページの内容

(1) ページ番号 1(17): UTC パラメータ、電離層パラメータ

ページ 1(17)には、表 5.3.2-3 に示すような UTC パラメータと電離層パラメータの情報が含まれている。その概容は、適用文書(3)の 3.5.4.1 項を参照のこと。

表 5.3.2-3 航法メッセージ D_{L1C} の電離層パラメータのパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
UTC パラメータ	A_{0-n}	UTC と GPST とのバイアス
	A_{1-n}	UTC と GPST とのドリフト
	A_{2-n}	UTC と GPST とのドリフトレート
	Δt_{LS}	現在または過去のうるう秒数
	t_{ot}	UTC と GPST のバイアス計算のための元期週内秒
	WN_{ot}	UTC と GPST のバイアス計算のための元期週番号
	WN_{LSF}	うるう秒が入る週番号
	DN	うるう秒が入る週始めからの日にち(最初の日にちを 1 とする)
電離層パラメータ	α_0	Klobuchar モデルの電離層パラメータ α_0
	α_1	Klobuchar モデルの電離層パラメータ α_1
	α_2	Klobuchar モデルの電離層パラメータ α_2
	α_3	Klobuchar モデルの電離層パラメータ α_3
	β_0	Klobuchar モデルの電離層パラメータ β_0
	β_1	Klobuchar モデルの電離層パラメータ β_1
	β_2	Klobuchar モデルの電離層パラメータ β_2
	β_3	Klobuchar モデルの電離層パラメータ β_3
(群遅延 パラメータ)	—	適用文書(3)の Figure3.5-2 によれば、GPS では群遅延パラメータ (ISC_L1CA と ISC_L2C、ISC_L5I5、ISC_L5Q5) が追加されているが、現行 MCS における QZS-1 では未対応 (対応するビット列は全ビット“0”固定)である。

(a) UTC パラメータ

UTC パラメータは、GPS 時刻を UTC (NICT) に関連付けるのに必要なパラメータである。

そのビット長、スケールファクタ、範囲、単位、 LSB、ユーザアルゴリズム等は、全て適用文書(3)の 3.5.4.1 項と同一である。

(b) 電離層パラメータ

電離層パラメータは、L1 波、L2 波、或いは L5 波いずれかだけを使用する 1 波ユーザが、電離層遅延計算の為に電離層モデルを使用する時の電離層パラメータである。

1 波ユーザユーザアルゴリズムは、6.3.4 項、及び、6.3.8 項による。

日本近傍に最適化したパラメータとは、図 4.1.5-1 に示す領域に特化してフィットするパラメータである。このパラメータは、電離層擾乱時を除き、過去 24 時間(最大)のデータを使用して、最長で 1 日に一回更新される。

ビット長、スケールファクタ、範囲、単位については、適用文書(3)の 3.5.4.1.2 項と同一である。

(c) 群遅延誤差の推算

QZS-1においては、Subframe3 のページ 1において、177～250bit は予備とされているが、適用文書(3)の図 3.5-2 によれば、GPS では Subframe3m Page1 の UTC と電離層パラメータの後(171bit～228bit)に ISC_L1CA と ISC_L2C、ISC_L5I5、ISC_L5Q5 が追加されている(現行 MCS における QZS-1 では未対応(対応するビット列は全ビット"0"固定))。

(2) ページ番号 2(18): GPS/GNSS 時刻オフセット(GGTO)、地球回転パラメータ(EOP)等

ページ 2(18)は、表 5.3.2-4 に示すような GPS 時刻を他の GNSS(QZSS、Galileo、GLONASS) 時刻と合致させるパラメータである GPS/GNSS 時刻オフセット(GGTO)と、地球の自転軸と JGS との関係を示す地球回転パラメータ(EOP)、またエフェメリスデータ生成時刻における GPS 週番号を含む。その概容は、適用文書(3)の 3.5.4.2 項を参照のこと。

ビット配置、ビット数、スケールファクタ(LSB)、範囲、単位は全て適用文書(3)の表 3.5-4 および表 3.5-5、図 3.5-3 と同一である。

ページ 18 の場合は GPS データの再送信である。

表 5.3.2-4 航法メッセージ D_{L1C} の GPS/GNSS 時刻オフセット、地球回転パラメータ等のパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
GNSS 時刻オフセット(GGTO)	A_{0GGTO}	他の GNSS に関する GPST のバイアス項
	A_{1GGTO}	他の GNSS に関する GPST のドリフト項
	A_{2GGTO}	他の GNSS に関する GPST のドリフトレート項
	t_{GGTO}	GGTO の参考週内秒
	WN_{GGTO}	GGTO の参考週番号
	GNSS ID	本項(a)による GPS では GNSS ID="011" _(B) は予備
地球回転パラメータ(EOP)	t_{EOP}	EOP の参考週内秒
	PM_x	t_{EOP} における X 方向の極運動の値
	$\frac{d}{dt} PM_x$	t_{EOP} における X 方向の極運動の値の変化率
	PM_y	t_{EOP} における Y 方向の極運動の値
	$\frac{d}{dt} PM_y$	t_{EOP} における Y 方向の極運動の値の変化率
	$\Delta UT1$	t_{EOP} における UT1-UTC の値
エフェメリス関連	$\frac{d}{dt} \Delta UT1$	t_{EOP} における UT1-UTC の値の変化率
	WN_{OP}	エフェメリスデータ生成時刻(t_{op})における GPS 週番号

(a) GNSS-ID

ビット 15 から 17 は、GPS とのオフセットデータを適用する他の衛星測位システムを定義する。3ビットの定義は以下の通りである。

000=データは使用不可
 001=Galileo
 010=GLONASS
 011=QZSS
 100 から 111=予備

(b) GPS/GNSS 時刻オフセット(GGTO)

GPS/GNSS 時刻オフセット(GGTO)を求めるアルゴリズムは、適用文書(3)と同一である。

ただし、QZS の SV クロックパラメータは、既に GPST を基準にしたものであるので、QZSST と GPST との差を示すこの値はゼロであり、有効期間という概念はない。

ページ 18 の場合は GPS データの再送信であり、GPS/GNSS 時刻オフセット(GGTO)の有効期間は、最短で 1 日である(適用文書(3)3.5.4.2.1 項参照)。

(c) 地球回転パラメータ(EOP)

地球回転パラメータの定義やビット長、スケールファクタ、範囲、単位、 LSB、ユーザアルゴリズム等は、全て適用文書(3)の 3.5.4.2.2 項と同一である。

ただし、ページ番号 18(GPS の GGTO 再送信ページ)においては、QZS からは地球回転パラメータを送信しないため、ユーザはこの情報(ビット 83 から 220)を使用してはならない(送信される値は全ビットに"0"が格納されている)。

(3) ページ番号 3(19): Reduced アルマナックデータ

ページ 3 は、表 5.3.2-5 に示すような、Reduced アルマナックデータを含む。その概容は、適用文書(3)の 3.5.4.3.5 項を参照のこと。

ビット配置、ビット数、スケールファクタ(LSB)、範囲、単位は全て適用文書(3)の 3.5.4.3.5 項と同一である。なお、現行 MCS における QZS-1 において、PRN 番号のビット値がすべて1の場合(PRN 番号="11111111"_(B))は、有効なアルマナックデータを含まないダミーのパケットであることを示す。この時、PRN 番号に続く 22 ビットは先頭が 1、次が 0 の繰り返しとなり、さらに続く 3 ビット(信号ヘルス)は全て 1("111"_(B))となる。また、PRN 番号のビット値が全て 0 の時("000000"_(B))、GPS においてはダミーのパケットであることを示すが、QZS-1 においてはデータが取得されていないことを示し、PRN 番号に続く 22 ビットには全て"0"が格納されている。

ユーザアルゴリズムは、6.3.6 項による。

Reduced アルマナックデータは、Midi アルマナックデータより短い期間で1つの衛星より送信される。

QZS の Reduced アルマナックデータは、少なくとも 3 日に1回更新される。Reduced アルマナックデータの、速度誤差は 350[m/s]以下である。

ページ 19 の場合は GPS データの再送信である。

表 5.3.2-5 航法メッセージ D_{L1C} の Reduced アルマナックデータのパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分	
WN _{a-n}	Reduced アルマナックデータの元期(週番号)		
t _{oa}	Reduced アルマナックデータの元期(週内秒)		
Reduced アルマナックデータ×6 衛星	PRN 番号	Reduced アルマナックデータを適用する PRN 番号(範囲 0~255)である。GPS を対象とする時は 1~32、QZSS を対象とする時は 193~197。	GPS では PRN 番号が 1~63 に拡張されているが、現行 MCS における QZS-1 では対応していない。
	δ A	ノミナル軌道長半径との差 QZS では 42,164,200[m]との差を示す	GPS では 26,559,710[m]との差を示す。
	Ω ₀	週始めにおける昇交点経度	
	Φ ₀	緯度引数(=M ₀ + ω)	
	(e)	暗黙の離心率(QZS では 0.075 とする)(上記パラメータの前提条件)	GPS では 0
	(δ i)	0.25[semi-circles]との差である-0.0111[semi-circles]固定(上記パラメータの前提条件)	GPS では 0.3[semi-circles]との差である+0.0056[semi-circles]固定
	L1/L2/L5 Health	L1、L2、L5 の各信号のヘルス	
	(ω)	暗黙の近地点引数(QZS では 270[deg]とする)(上記パラメータの前提条件)	GPS では 0[deg]

(a) Reduced アルマナックデータの元期(週番号)

ビット 15～27 は、Reduced アルマナックデータの元期(t_{oa})に対応する週番号(WN_{a-n})を示す。

WN_{a-n} は 13 ビットからなり、 t_{oa} の基準となる GPS 週番号(6.3.6 項)のモジュロ 8192 で表されている。

これらは、適用文書(3)の 3.5.4.3.1 項と同一である。

(b) Reduced アルマナックデータの元期(週内秒)

ビット 28～35 は、Reduced アルマナックデータの元期(t_{oa})を示す。

これは、適用文書(3)の 3.5.4.3.1 項と同一である。

(c) Reduced アルマナックデータの 6 つのパケット

ビット 36～233 は、33 ビットの Reduced アルマナックデータが 6 パケット含まれている。

これは、適用文書(3)の 3.5.4.3.5 項と同一である。

(d) PRN 番号

各パケットのビット 1～8 は、そのパケットが示す衛星の PRN 番号である。

PRN 番号は 8 ビットであり、0～255 までを表現できる。その中で、番号の分類は、以下のようにになっている。

1～32 の場合:GPS の PRN 番号※

65～94 の場合:64 を引いた数字が Galileo の PRN 番号

129～160 の場合:128 を引いた数字が GLONASS の PRN 番号

193～197 の場合:QZSS の PRN 番号

※ 適用文書(3)により、GPS においては PRN 番号が 1～63 に拡張されているが、現行 MCS における QZSS-1 では対応していない。

(e) 軌道長半径

各パケットのビット 9～16 は、PRN 番号で示された衛星の軌道長半径 A に関する情報 δA を与える。

・QZSS の場合: $A = 42,164,200[m] + \delta A$

・GPS の場合: $A = 26,559,710[m] + \delta A$

(f) 週始めにおける昇交点経度

各パケットのビット 17～23 は、PRN 番号で示された衛星の週始めにおける昇交点経度 Ω_0 である。

これは、適用文書(3)の Figure 3.5-9 と同一である。

(g) 緯度引数

各パケットのビット 24～30 は、PRN 番号で示された衛星の緯度引数 Φ_0 である。

これは、適用文書(3)の Figure 3.5-9 と同一である。

(h) 暗黙の離心率

暗黙の離心率として、MCS では以下を想定して、Reduced アルマナックデータを生成・送信している。

- QZSS の場合: $e = 0.075$
- GPS の場合: $e = 0.0$

(i) 暗黙の軌道傾斜角

暗黙の軌道傾斜角として、MCS では以下を想定して、Reduced アルマナックデータを生成・送信している。

- QZSS の場合: $i=43$ [deg]
- GPS の場合: $i=55$ [deg]

(j) 暗黙の昇交点赤経の時間変化率

暗黙の昇交点赤経の時間変化率として、MCS では以下を想定して、Reduced アルマナックデータを生成・送信している。

- QZSS の場合: $\dot{\Omega} = -8.7 \times 10^{-10}$ [semi-circles/second]
- GPS の場合: $\dot{\Omega} = -2.6 \times 10^{-9}$ [semi-circles/second]

(k) 信号ヘルス(L1/L2/L5)

各パケットのビット 31、32、33 の3つの1ビットヘルス指数は、PRN 番号に対応した衛星の L1、L2、L5 信号に関するものである。

その意味は、5.1.2.1.3 項による。

(l) 暗黙の近地点引数

暗黙の近地点引数として、MCS では以下を想定して Reduced アルマナックデータを生成・送信している。

- QZSS の場合: $\omega = 270$ [deg]
- GPS の場合: $\omega = 0$ [deg]

(4) ページ番号 4(20):Midi アルマナックデータ

ページ 4 は、表 5.3.2-6 に示すような Midi アルマナックデータを含む。その概要は、適用文書(3)の 3.5.4.3.6 項を参照のこと。

ビット配置、ビット数、スケールファクタ LSB)、範囲、単位は全て適用文書(3)と同一である。

ユーザアルゴリズムは、6.3.6 項による。

QZS の Midi アルマナックデータは、少なくとも 6 日に1回更新される。Midi アルマナックデータの速度誤差は、30[m/s]以下である。

ページ 20 の場合は GPS データの再送信である。

表 5.3.2-6 航法メッセージ D_{L1C} の Midi アルマナックデータのパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
WN _{a-n}	Midi アルマナックデータの生成時の GPS 週番号	
t _{oa}	Midi アルマナックデータの元期(週内秒)	
PRN 番号	Midi アルマナックデータを適用する PRN 番号 (範囲 0~255) である。GPS を対象とする時は 1~32、QZSS を対象とする時は 193~197。	GPS では PRN 番号が 1~63 に拡張されているが、現行 MCS における QZS-1 では対応していない。
L1/L2/L5 Health	L1、L2、L5 の各信号のヘルス	
e	離心率(基準離心率 0.06との差)	GPS では離心率の値そのもの(基準離心率 0との差)
Δi	基準軌道傾斜角との差 (0.25 [semi-circles]=45 [deg]との差)	GPS では基準軌道傾斜角 (0.3 [semi-circles]=54 [deg])との差
Ω̇	昇交点赤経の変化率	
√A	軌道長半径の平方根	
Ω ₀	週始めにおける昇交点経度	
ω	近地点引数	
M ₀	平均近点角	
a _{f0}	SV クロックのバイアス項	
a _{fl}	SV クロックのドリフト項	

(a) Midi アルマナックデータの元期(週番号)

ビット 15~27 は、Midi アルマナックデータの元期(t_{oa})に対応する週番号(WN_{a-n})を示す。

WN_{a-n} は 13 ビットからなり、t_{oa} の基準となる GPS 週番号(6.3.6 項)のモジュロ 8192 で表されている。

これらは、適用文書(3)の 3.5.4.3.1 項と同一である。

(b) Midi アルマナックデータの元期(週内秒)

ビット 28~35 は、Midi アルマナックデータの元期(t_{oa})を示す。

これは、適用文書(3)の 3.5.4.3.1 項と同一である。

(c) PRN 番号

ビット 1～8 は、衛星の PRN 番号である。

PRN 番号は 8 ビットであり、0～255 までを表現できる。その中で、番号の分類は、以下のようにになっている。

1～32 の場合:GPS の PRN 番号※

65～94 の場合:64 を引いた数字が Galileo の PRN 番号

129～160 の場合:128 を引いた数字が GLONASS の PRN 番号

193～197 の場合:QZSS の PRN 番号

※ 適用文書(3)により、GPS においては PRN 番号が 1～63 に拡張されているが、現行 MCS における QZS-1 では対応していない。

(d) 信号ヘルス(L1/L2/L5)

ビット 44、45、46 の3つの1ビットヘルス指数は、PRN 番号に対応した衛星の L1、L2、L5 信号に関するものである。

その意味は、5.1.2.1.3 項による。

(e) Midi アルマックデータの内容

ビット 47～165 は、1 衛星分の Midi アルマックデータが含まれている。

これは、以下に示す離心率、軌道傾斜角を除いて、適用文書(3)の Figure 3.5-5 と同一である。

(f) 離心率

ビット 47～57 は、PRN 番号で示された衛星の離心率 e を与える。但し、QZSS の離心率は、GPS とは異なり、以下のように基準値相対で与えられる。

・QZSS の場合: $e_a = 0.06 + e_{nav}$

・GPS の場合: $e_a = e_{nav}$

e_a : 実際の離心率の値

e_{nav} : 航法メッセージに含まれる離心率の値

(g) 軌道傾斜角

ビット 58～68 は、PRN 番号で示された衛星の軌道傾斜角 i に関する δi を与える。

・QZSS の場合: $i_a = 0.25 + \delta i [semi - circles]$

・GPS の場合: $i_a = 0.3 + \delta i [semi - circles]$

i_a : 実際の軌道傾斜角の値

δi : 航法メッセージに含まれる基準軌道傾斜角との差の値

(5) ページ番号 5: ディファレンシャル補正データ(DC データ)

ページ 5 は、表 5.3.2-7 に示すような、1 衛星分のディファレンシャル補正データ(DC データ)を含む。このパラメータはユーザに、他の衛星の送信した SV クロックパラメータ、エフェメリスデータの補正項を提供する。DC データは、34ビットの SV クロック誤差(CDC)補正パラメータと92ビットのエフェメリス誤差(EDC)補正パラメータにパケット化されている。CDC、EDC データはペアをなしており、ユーザは同じ $t_{\text{op-D}}$ 、 t_{OD} の CDC、EDC をペアで利用しなければならない。

補正データタイプが"0"とは補正が L1C 航法メッセージ(以下「CNAV-2 メッセージ」)データに適用されることを表し、"1"は L1C/A 信号の航法メッセージに適用されることを表す。

データパケットの内容は、適用文書(3)の 3.5.4.4 項と同一であり、表 5.3.2-7 に示す通りである。

DC データのビット配置、ビット数、スケールファクタ、範囲、単位については、適用文書(3)の 3.5.4.4 項と同一である。

なお、DC データが有効な内容を含まずダミーのパケットである場合(PRN 番号="11111111"_(B))についても、データ内容は適用文書(3)の 3.5.4.5.1.1 項の規定と同一である。この場合、補正データタイプは"0"となる。

表 5.3.2-7 航法メッセージ D_{L1C} の DC データのパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
$t_{\text{op-D}}$	DC データの生成時刻(週内秒)	
t_{OD}	DC データの元期(週内秒)	
DC データタイプ	1:D _{L1C/A} メッセージ用、0:D _{L1C} メッセージ用	
CDC	PRN 番号	DC データを適用する PRN 番号(範囲 0~255) GPS を対象とする時は 1~32、QZSS を対象とする時は 193~197 GPSにおいては PRN 番号が 1~63 に拡張されているが、現行 MCS における QZS-1 では対応していない。
	δa_{f0}	SV クロックバイアス補正項
	δa_{f1}	SV クロックドリフト補正項
	UDRA インデックス	UDRA(User Differential Range Accuracy) 指標
EDC	PRN 番号	DC データを適用する PRN 番号(範囲 0~255) GPS を対象とする時は 1~32、QZSS を対象とする時は 193~197 GPSにおいては PRN 番号が 1~63 に拡張されているが、現行 MCS における QZS-1 では対応していない。
	$\Delta \alpha$	エフェメリスデータの α 補正項
	$\Delta \beta$	エフェメリスデータの β 補正項
	$\Delta \gamma$	エフェメリスデータの γ 補正項
	Δi	軌道傾斜角の補正項
	$\Delta \Omega$	昇交点赤経の補正項
	ΔA	軌道長半径の補正項
	UDRA インデックス	UDRA レート指標

DC データには以下が含まれる。その運用は、3.1.2.1.3.4 項による。

(a) DC データが推定された時刻: t_{op-D}

t_{op-D} は、DC データが推定された時の時刻(週内秒)を表す。適用文書(3)の 3.5.4.4.2 項と同一である。

(b) DC データの元期: t_{OD}

t_{OD} は、DC データの元期(週内秒)を表す。適用文書(3)の 3.5.4.4.3 項と同一である。

(c) 衛星 PRN の識別

8 ビットの PRN は、DC データが適用される衛星を特定する。PRN が 1~32 の時は GPS を意味する。PRN が 193~197 の時は QZSS を意味する。(適用文書(3)により、GPS では PRN 番号が 1~63 まで拡張されているが、現行 MCS における QZS-1 では対応していない。)

対応するビット値がすべて"1"の場合(PRN 番号="11111111")、データブロックに DC データが無いことを示している。この時残りのデータは1, 0の交互のビットが入る点は、適用文書(3)の 3.5.4.4.1 項と同一である。

(d) CDC データの使用

適用文書(3)の 3.5.4.4.4 項と同一であり、詳細は 6.3.9.2 項による。

(e) EDC データの使用

適用文書(3)の 3.5.4.4.4 項と同一であり、詳細は 6.3.9.2 項による。

(f) DC データの精度

UDRA_{op-D}、UDRA-DOT は、SV クロックパラメータとエフェメリスデータに DC データが適用された後の測距精度を示す。

ビット配置等及びユーザアルゴリズムは、適用文書(3)の 3.5.4.4.4 項および表 3.5-10 と同一である。

その運用は、3.1.2.1.3.5 項による。

(6) ページ番号 6: テキストメッセージ

ページ 6 は、29 個の 8 ビットアスキーキャラクタを含む。

そのビット配置は、全て適用文書(3)の図 3.5-7 と同一である。

(7) ページ番号 7: 予備

適用文書(3)の 3.5.4.6 項と同様、ページ番号 7 は予備とする。

5.4 L1-SAIF 信号

5.4.1 RF 特性

5.4.1.1 信号構造

5.1 節に記述した通りである。

5.4.1.2 搬送波特性

5.1 節に記述した通りである。

5.4.1.3 コード特性

5.4.1.3.1 コードの概要

適用文書(1) 3.2.1.3 項、3.3.2.3 項と同一である。ただし、PRN 番号は 5.1.1.11.2 項による。

5.4.2 エラー訂正符号

L1-SAIF メッセージを構成するデータビットの伝送速度は 250[bps]であるが、これは Forward Error Correction(前方誤り修正。以下「FEC」という)符号化器により 500[sps]のメッセージシンボルに符号化されて送信される。FEC の符号化率は 1/2、拘束長は7であって、図 5.4.2-1 に示す符号化器が用いられている。各ビットが送信される 4[ms]のうち、前半の 2[ms]は G1、後半の 2[ms]は G2 レジスタ側の出力が選択される。

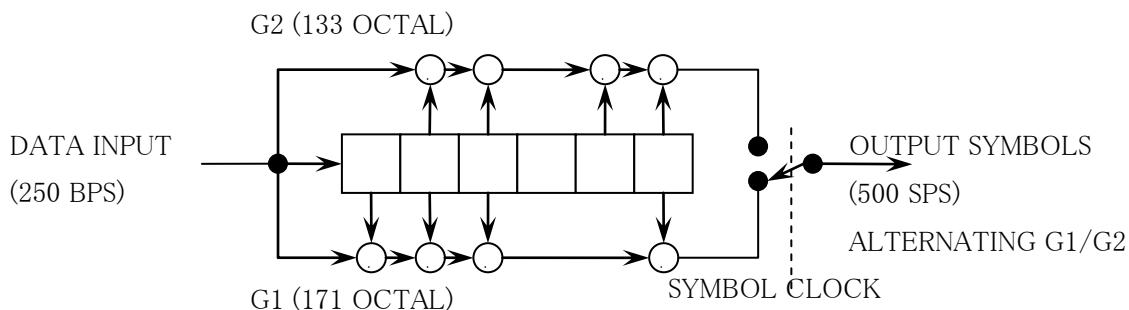


図 5.4.2-1 FEC 生成方式

5.4.3 メッセージ

L1-SAIF 信号により送信される SAIF (Submeter-class Augmentation with Integrity Function) メッセージの内容を、以下に規定する。

5.4.3.1 メッセージ構造

SAIF メッセージは 250 ビットから構成され、図 5.4.3-1 のフォーマットを持つ。データ速度は 250 bps であるから、メッセージの伝送時間は1秒であり、毎秒1個のメッセージが送信される。

8ビットのプリアンブルは250ビットメッセージのビット1(最初に送信されるビット)から始まり、続いて 6ビットのメッセージタイプがビット 9から挿入される。212ビットのデータ領域はビット 15から始まり、24ビットの CRC (Cyclic Redundancy Check) パリティはビット 227から始まる。メッセージの送信順序は規定されず、各 1 秒間にはどんなメッセージタイプも送信され得る。

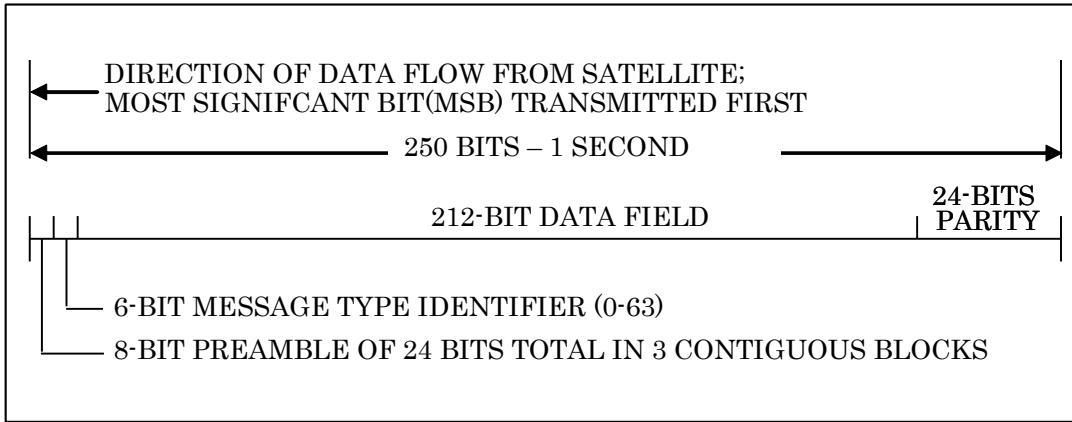


図 5.4.3-1 メッセージブロックのフォーマット

5.4.3.1.1 プリアンブル

各メッセージの先頭に付加されるプリアンブルは、次の3パターンが順番に繰り返される。

パターン A 01010011

パターン B 10011010

パターン C 11000110

パターン A のプリアンブルの最初のビットの送信開始は、6 秒の L1C/A 信号の航法メッセージサブフレームの開始と同期している。パターン A のプリアンブルを持つメッセージの次に送信されるメッセージのプリアンブルは、パターン B である。パターン B の次はパターン C であり、その次はパターン A に戻る。

プリアンブルについても FEC 符号化が適用され、メッセージブロック中のその他のビットと同様に符号化される。従って、プリアンブルはメッセージブロックの始まりを示すが、FEC 復号処理に先立って信号捕捉のために使用したり、ビット同期に使用したりすることはできない。

5.4.3.1.2 メッセージタイプ[¶]

各メッセージは6ビットのメッセージタイプ ID を持ち、0～63 のメッセージタイプを識別する。データ領域の内容は、メッセージタイプによって後述の通り定義されている。表 5.4.3-1 に、メッセージタイプの一覧を示す。

表 5.4.3-1 SAIF メッセージタイプ

タイプ ID	メッセージ名称	備考
0	試験モード	
1	PRN マスク	
2～5	高速補正	
6	インテグリティ情報	
7	(高速補正劣化係数)	
10	劣化係数	
12	タイミング情報	
18	IGP マスク	(IGP: Ionospheric Grid Point)
24	複合高速／長期補正	
25	長期補正	
26	電離層伝搬遅延補正	
28	クロック－軌道共分散	
40～51	利用実証用に予約	L1-SAIF+固有メッセージ
52	TGP マスク	(TGP: Tropospheric Grid Point)
53	対流圏遅延補正	
54～55	(大気遅延補正)	TBD
56	信号バイアス補正情報	
57	(軌道情報用に予約)	TBD
58	QZS エフェメリス	暫定
59	QZSS アルマック情報	TBD
60	(広域情報・メンテナンス情報)	TBD
62	(内部テスト用に予約)	
63	ヌルメッセージ	

5.4.3.1.3 CRCパリティ

メッセージの末尾には、24 ビットの CRC パリティコードが付される。24 ビットの CRC パリティは、バースト誤り及びランダム誤りのいずれに対しても、ビット誤り率 ≤ 0.5 の時、誤り見逃し率 $\leq 2^{-24} = 5.96 \times 10^{-8}$ でメッセージを保護する。

CRC パリティの生成多項式は次の通りである。

$$g(X) = X^{24} + X^{23} + X^{18} + X^{17} + X^{14} + X^{11} + X^{10} + X^7 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X + 1$$

受信機は、受信したメッセージに対して CRC パリティの検査を行い、一致しない場合にはそのメッセージに含まれる情報を使用してはならない。

5.4.3.2 メッセージの適用

SAIF メッセージの適用方法を以下の通り規定する。

5.4.3.2.1 QZS の選択

SAIF メッセージの適用にあたっては、当該衛星から送信される SAIF メッセージを使用すること。衛星を切り替える際は、二通りの方法がある。

- (1) 切替え前に後続衛星が送信する SAIF メッセージを現用衛星とは独立に受信・処理し、測位に必要な情報がすべて揃った時点で切り替える。
- (2) 現用衛星の切替えと同時に測位出力を停止し、以前の衛星から得た SAIF メッセージをすべて廃棄する。切替え後の新しい現用衛星が送信する SAIF メッセージを受信・処理し、測位に必要な情報がすべて揃った時点で測位出力を開始する。

前者は連続的な測位出力が可能であるが、切替えの際に新旧二つの SAIF メッセージを処理しなければならない。後者はメッセージ処理が簡略化されている代わりに、測位出力は連続せず、数分間にわたり途切れることとなる。後者の方法は電源投入時の動作と等しい。

5.4.3.2.2 最低仰角

SAIF メッセージによる補強情報を適用する衛星の仰角は、ユーザ位置から見て少なくとも 5 度以上でなければならない。

5.4.3.2.3 測位衛星及び信号の選択

ユーザ受信機が測位に利用する衛星は、SAIF メッセージにより補強情報が提供されている衛星、具体的には PRN マスクに示されている衛星のうち、ユーザ位置から見て最低仰角以上にあるものから、任意に選択してよい。

測距信号を複数送信している場合にあっては、次の通り取り扱うこととする。

- (1) L1 周波数の信号については、PRN マスクに示されていれば利用可能である。
- (2) その他の周波数については、メッセージタイプ 56 の信号バイアス補正情報を適用したうえで、同じ衛星の L1 C/A 信号の代わりに利用可能である。ただし、電離層伝搬遅延については周波数に応じて適宜補正すること。

いずれの場合も、利用可能な測位衛星及び信号のうち、最低仰角以上にあるものを任意に選択してよい。

5.4.3.2.4 数値の表現方法

SAIF メッセージに含まれる各データ項目は、固定小数点方式で表現されている。規定のビット数の最上位ビット(MSB)が先に送信され、最下位ビットの右側に小数点がある。ビット列を読み取って得た整数値にデータ項目毎に規定された分解能を乗じることで、目的のデータが得られる。正負を表現するデータ項目については、2 の補数方式による。

5.4.3.3 メッセージの内容(SBAS 互換メッセージ)

5.4.3.3.1 メッセージタイプ0(試験モード)

タイプ0メッセージは、L1-SAIF 信号が試験モードにあることを示す。タイプ0メッセージを受信した場合、受信機はそれまでに受信した SAIF メッセージをすべて破棄し、さらに引き続く 60 秒間に送信された SAIF メッセージは利用しないこと。

5.4.3.3.2 メッセージタイプ1(PRNマスク)

タイプ1メッセージは、PRN マスクを送信する。PRN マスクとは、補強対象の衛星を示すフラグ情報であって、PRN スロット 1～210 の各衛星のうち最大で 51 個の衛星についてセットされる。

PRN マスクがセットされた衛星については、PRN スロット番号の小さいものから順に「PRN マスク番号」が付けられる。PRN マスク番号は 1～51 の範囲にある。メッセージタイプ 25,28,56 では、対象とする衛星が 1～51 の PRN マスク番号により直接指定される。メッセージタイプ 2～7 では、補正情報のスロットと PRN マスク番号の対応関係があらかじめ定められている。

210 ビットの PRN マスクに続いて、2 ビットの PRN マスク更新番号(以下「IODP」(Issue of Data PRN Mask))が送信される。この番号は、PRN マスクが変更されると増加する(ただし、3 の次は 0 となる)。PRN マスク番号を参照する他のメッセージタイプは、受信機が参照すべき PRN マスクに対応する IODP を含んでいるので、受信機は常に IODP が一致している PRN マスクを参照して PRN スロット番号への変換を行うこと。

PRN マスクの更新は、MOPS(the Minimum Operational Performance Standards) (適用文書(5)参照)の規定とは異なり、新衛星の打上げや衛星の退役の際だけに行われるわけではない。メッセージ帯域幅の効率的な利用のため、補強対象衛星の組合せは随時変更され得る。PRN マスク番号を参照する他のメッセージタイプは常に有効な PRN マスクを必要とするから、他のメッセージの IODP が更新されるより先に、新しい PRN マスクがメッセージタイプ1により送信される。新しい PRN マスクを受信した場合、受信機は新旧両方の PRN マスクをしばらく保持し、他のメッセージタイプの IODP が更新されるまでいづれか適当な PRN マスクが適用されるように配慮しなければならない。

タイプ1以外のいづれかのメッセージタイプに含まれる IODP が更新された場合は、古い PRN マスクは廃棄してよい。すなわち、メッセージタイプが異なるからといって、それぞれが異なる IODP を持つことはない。いづれかのメッセージタイプの IODP が更新されたならば、引き続いて送信される他のメッセージタイプの IODP もすべて更新される。

新しい PRN マスクを持つメッセージタイプ1を受信するより前に新しい IODP を参照するメッセージタイプが現れた場合、そのようなメッセージタイプは対応すべき PRN マスクを受信するまで使用してはならない。対応する新しい PRN マスクを受信したならば、ただちにそれらのメッセージを適用してよい。

メッセージタイプ1の受信失敗に備えるため、PRN マスクが更新される場合は、新しい PRN マスクを参照する他のメッセージタイプの送信に先立って、新しい PRN マスクを含むメッセージタイプ1が少なくとも 600 秒間にわたり 4 回以上送信される。また、PRN マスクの更新は、30 分に一度を超える頻度で行われることはない。

表 5.4.3-2 メッセージタイプ1:PRNマスク情報

繰返し	内容	ビット数	分解能	有効範囲	単位
210	PRN マスク	1	1	0~1	—
1	IODP	2	1	0~3	—

表 5.4.3-3 PRNスロット

PRN スロット	衛星システム
1~37	GPS
38~61	GLONASS
62~119	(予約)
120~138	SBAS*
139~182	(予約)
183	準天頂衛星 #1 L1-SAIF
184	準天頂衛星 #2 L1-SAIF
185	準天頂衛星 #3 L1-SAIF
186	準天頂衛星 #4 L1-SAIF
187	準天頂衛星 #5 L1-SAIF
188~192	準天頂衛星用に予約
193	準天頂衛星 #1 L1C/A
194	準天頂衛星 #2 L1C/A
195	準天頂衛星 #3 L1C/A
196	準天頂衛星 #4 L1C/A
197	準天頂衛星 #5 L1C/A
198~202	準天頂衛星用に予約
203~210	(予約)

*SBAS:静止衛星型衛星航法補強システム (Satellite Based Augmentation System)

5.4.3.3.3 メッセージタイプ2～5(高速補正)

メッセージタイプ2～5は、高速補正情報を送信するために用いられる。各メッセージは13個の補正情報スロットを持ち、それぞれ次の通りPRNマスク番号に対応する。

メッセージタイプ2 PRNマスク番号 1～13

メッセージタイプ3 PRNマスク番号 14～26

メッセージタイプ4 PRNマスク番号 27～39

メッセージタイプ5 PRNマスク番号 40～51

メッセージタイプ5の13番目のスロットは使用されない。高速補正メッセージタイプは、PRNマスクにおいて指定された衛星数が当該メッセージを必要とする時ののみ送信される。すなわち、メッセージタイプ5は、40個以上の衛星が指定された時ののみ送信される。

12ビットの高速補正(FC_i)(Fast Corrections)は2の補数(MSBは符号ビット)により表現されており、[-256.000[m], +255.750[m]]の範囲に対して 0.125[m]の分解能がある。この範囲を超えるような場合は、高速補正を使用禁止するために、 $FC_i=255.875[m]$, $UDREI_i=15$ がセットされる。メッセージタイプ 2~5 は常に 13 個の補正スロットを持つため、対応する PRN マスク番号がない余分のスロットの情報は使わないこと。 FC_i の適用時刻($t_{i,0f}$)は、メッセージブロックの最初のビットと一致する GPS 時刻の正秒エポックの開始時点とする。

高速補正值は、 FC_i が 255.875m、または、 $UDREI_i$ が 14~15 の場合、あるいは、タイムアウトした場合は無効となる。無効の場合、対応する衛星は測位に使用しないこと。

メッセージタイプ 2~5 及び 24 に含まれる $UDREI_i$ は、高速補正に対応する $\sigma_{i, UDRE}$ を示すものであって、保護レベルの計算に用いられる。 $UDREI_i=15$ は、その衛星が使用禁止であることを意味する。 $UDREI_i$ は、メッセージタイプ 6 により送信されることもあり、この場合にどのタイミングで送信された FC_i に対応するかは、 $IODF_j$ (Issue of Data Fast Corrections)により表示される。

メッセージタイプ 2~5 及び 24 は、2ビットの高速補正更新番号($IODF_j$)を含んでいる。この j は 2~5 のメッセージタイプ番号を表し、メッセージタイプ 24 の場合は 2~5 のいずれのメッセージタイプに対応するかわかるようになっている。 $IODF_j$ は、メッセージタイプ 6 に含まる $UDREI_i$ との対応付けのために用いる。

補正スロット中のいずれの衛星に対してもアラート状態でない時は、 $IODF_j$ カウンタの範囲は 0 から 2 までである(1ずつ増加し、2の次は 0 となる)。補正スロット中の 1 個以上の衛星にアラートが発生した場合は、 $IODF_j=3$ となる。 $IODF_j=3$ が送信された場合は、当該メッセージタイプに含まれる $UDREI_i$ が、その時点で有効な(タイムアウトしていない)すべての高速補正に適用されることを示す。

補正スロットが 6 個以下しか埋まらない場合は、メッセージタイプ 2~5 に代えて、メッセージタイプ 24 の複合高速／長期補正メッセージが使われる。

表 5.4.3-4 メッセージタイプ2~5:高速補正

繰返し	内容	ビット数	分解能	有効範囲	単位
1	$IODF_j$	2	1	0~3	—
1	IODP	2	1	0~3	—
13	FC_i	12*	0.125	-256~255.750	m
13	$UDREI_i$	4		(表 5.4.3-5 参照)	

*: 2 の補数表現である。

表 5.4.3-5 UDRE 値

UDREI _i	$\sigma^2_{i,UDRE}(\text{m}^2)$	UDREI _i	$\sigma^2_{i,UDRE}(\text{m}^2)$
0	0.0520	8	2.5465
1	0.0924	9	3.3260
2	0.1444	10	5.1968
3	0.2830	11	20.7870
4	0.4678	12	230.9661
5	0.8315	13	2078.695
6	1.2992	14	Not Monitored
7	1.8709	15	Do Not Use

5.4.3.3.4 メッセージタイプ6(インテグリティ情報)

メッセージタイプ 6 はインテグリティ情報を送信するために用意されており、表 5.4.3-5 及び表 5.4.3-6 のフォーマットを用いて補強対象の(PRN マスクがセットされている)すべての衛星の UDREI_iを一括して送信する。メッセージタイプ 6 には IODF_jも含まれており、メッセージタイプ 2 ~5 の場合にならって補正スロット 13 個毎の高速補正情報に関する更新番号を表す。

表 5.4.3-6 メッセージタイプ6:インテグリティ情報

繰返し	内容	ビット数	分解能	有効範囲	単位
1	IODF ₂	2	1	0~3	—
1	IODF ₃	2	1	0~3	—
1	IODF ₄	2	1	0~3	—
1	IODF ₅	2	1	0~3	—
51	UDREI _i	4	(表 5.4.3-5 参照)		

5.4.3.3.5 メッセージタイプ7(高速補正劣化係数)

メッセージタイプ 7 は、SBAS との互換性を維持するために放送され、その内容は表 5.4.3-7 の通りである。

表 5.4.3-7 メッセージタイプ7:高速補正劣化係数

繰返し	内容	ビット数	分解能	有効範囲	単位
1	システム遅延(t_{lat})	4	1	0~15	s
1	IODP	2	1	0~3	—
206	すべてゼロ	1	1	0	—

5.4.3.3.6 メッセージタイプ10(劣化係数)

メッセージタイプ10は、保護レベルの計算に用いる劣化係数を送信するために用意されている。パラメータは表 5.4.3-8 の通りである。

表 5.4.3-8 メッセージタイプ10:劣化係数

繰返し	内容	ビット数	分解能	有効範囲	単位
1	B_{rrc}	10	0.002	0~2.046	m
1	C_{ltc_lsb}	10	0.002	0~2.046	m
1	C_{ltc_v1}	10	0.05	0~51.15	mm/s
1	I_{ltc_v1}	9	1	0~511	s
1	C_{ltc_v0}	10	0.002	0~2.046	m
1	I_{ltc_v0}	9	1	0~511	s
1	C_{geo_lsb}	10	0.5	0~511.5	mm
1	C_{geo_v}	10	0.05	0~51.15	mm/s
1	I_{geo}	9	1	0~511	s
1	C_{er}	6	0.5	0~31.5	m
1	C_{iono_step}	10	0.001	0~1.023	m
1	I_{iono}	9	1	0~511	s
1	C_{iono_ramp}	10	0.005	0~5.115	mm/s
1	RSS_{UDRE}	1	1	0~1	—
1	RSS_{iono}	1	1	0~1	—
1	$C_{covariance}$	7	0.1	0~12.7	—
1	C_{qzs_lsb}	10	0.002	0~2.046	m
1	C_{qzs_v1}	10	0.05	0~51.15	mm/s
1	I_{qzs_v1}	9	1	0~511	s
1	C_{qzs_v0}	10	0.002	0~2.046	m
1	I_{qzs_v0}	9	1	0~511	s
1	IRI	3	1	0~4	—
1	予備	30	—	—	—

5.4.3.3.7 メッセージタイプ18(IGPマスク)

電離層伝搬遅延の補正情報としては、あらかじめ位置が決められている電離層格子点(IGP)における垂直遅延量として送信される。メッセージタイプ18は、補強対象の(遅延量が送信される)IGPを指定するために用いられる。電離層伝搬遅延補正を行う前に、メッセージタイプ18を受信する必要がある。このメッセージタイプ18の内容は表 5.4.3-9、表 5.4.3-10に示される。

IGPは11バンドまたは10バンドに分けられており(IGPマスクパターンにより異なる)、バンド0～10または0～9の番号が付けられている。各バンドには201個のIGPが定義されており、IGPスロット1～201に対応する。各バンドにおけるIGPの配置順序は、その南西端から数え始めて、まず同一の経度を南から北へ、そして北端まで達したならばひとつ東の経度を南から北へという順番となっており、1～201のIGPスロット番号が与えられる。

メッセージタイプ18では、補強対象のIGPについて、IGPマスクの該当するIGPスロットがセットされる。各バンドでは最大201個までのIGPマスクをセットすることができる。IGPマスクがセットされたIGPは、各バンドについて、順に1から最大201までのIGPマスク番号に対応する。

IGPマスクがセットされたIGPは、IGPマスク番号の順に、15個ずつのIGPブロック(最大14ブロック)に分割される。IGPブロック0はIGPマスク番号1～15、IGPブロック1はIGPマスク番号16～30、というように対応する。

受信機は、自らの位置の±20度に位置するIGPにおける補正情報のみを集めれば十分である。もしメッセージタイプ18で送信されるバンド数がゼロであれば、電離層伝搬遅延補正情報が提供されないことを示す。

メッセージタイプ18には、2ビットIGPマスク更新番号(IODI)が含まれる。この番号は、IGPマスクが変更されると増加する(ただし、3の次は0となる)。メッセージタイプ26は、受信機が参照すべきIGPマスクに対応するIODIを含んでいるので、受信機は常にIODIが一致しているIGPマスクを参照してIGPスロット番号への変換を行うこと。

IGPマスクの更新はほとんど行われない。しかしながら、メッセージタイプ26は常に有効なIGPマスクを必要とするから、メッセージタイプ26のIODIが更新されるより先に、新しいIGPマスクがメッセージタイプ18により送信される。新しいIGPマスクを受信した場合、受信機は新旧両方のIGPマスクをしばらく保持し、メッセージタイプ26のIODIが更新されるまでいずれか適当なIGPマスクが適用されるように配慮しなければならない。

新しいIGPマスクを持つメッセージタイプ18を受信するより前に新しいIODIを参照するメッセージタイプ26が現れた場合、そのようなメッセージタイプ26は対応すべきIGPマスクを受信するまで使用してはならない。対応する新しいIGPマスクを受信したならば、ただちにそれらのメッセージタイプ26を適用してよい。

メッセージタイプ18の受信失敗に備えるため、IGPマスクが更新される場合は、新しいIGPマスクを参照するメッセージタイプ26の送信に先立って、メッセージタイプ18が少なくとも600秒間にわたり4回以上送信される。また、IGPマスクの更新は、1時間に一度を超える頻度で行われることはない。

表 5.4.3-9 メッセージタイプ18:IGPマスク

繰返し	内容	ビット数	分解能	有効範囲	単位
1	IGP バンド数	4	1	0~11	—
1	IGP バンド番号	4	1	0~10	—
1	IODI _k	2	1	0~3	—
201	IGP マスク	1	—	0~1	—
1	IGP マスクパターン	1	—	0~1	—

表 5.4.3-10 IGP位置の定義

(IGP マスクパターン=0)

バンド	経度	緯度	スロット番号
0	180W	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N,85N	1~28
	175W	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	29~51
	170W	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	52~78
	165W	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	79~101
	160W	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	102~128
	155W	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	129~151
	150W	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	152~178
	145W	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	179~201
1	140W	85S,75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	1~28
	135W	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	29~51
	130W	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	52~78
	125W	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	79~101
	120W	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	102~128
	115W	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	129~151
	110W	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	152~178
	105W	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	179~201
2	100W	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	1~27
	95W	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	28~50
	90W	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N,85N	51~78
	85W	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	79~101
	80W	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	102~128
	75W	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	129~151
	70W	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	152~178
	65W	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	179~201
3	60W	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	1~27
	55W	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	28~50
	50W	85S,75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	51~78
	45W	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	79~101

	40W	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	102~128
	35W	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	129~151
	30W	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	152~178
	25W	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	179~201
4	20W	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	1~27
	15W	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	28~50
	10W	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	51~77
	5W	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	78~100
	0	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N,85N	101~128
	5E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	129~151
	10E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	152~178
	15E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	179~201
5	20E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	1~27
	25E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	28~50
	30E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	51~77
	35E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	78~100
	40E	85S,75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	101~128
	45E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	129~151
	50E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	152~178
	55E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	179~201
6	60E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	1~27
	65E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	28~50
	70E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	51~77
	75E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	78~100
	80E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	101~127
	85E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	128~150
	90E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N,85N	151~178
	95E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	179~201
7	100E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	1~27
	105E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	28~50
	110E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	51~77
	115E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	78~100
	120E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	101~127
	125E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	128~150
	130E	85S,75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	151~178
	135E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	179~201
8	140E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	1~27
	145E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	28~50
	150E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	51~77
	155E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	78~100

	160E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	101～127
	165E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	128～150
	170E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	151～177
	175E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	178～200
9	60N	180W,175W,170W,...,165E,170E,175E	1～72
	65N	180W,170W,160W,...,150E,160E,170E	73～108
	70N	180W,170W,160W,...,150E,160E,170E	109～144
	75N	180W,170W,160W,...,150E,160E,170E	145～180
	85N	180W,150W,120W,...,90E,120E,150E	181～192
10	60S	180W,175W,170W,...,165E,170E,175E	1～72
	65S	180W,170W,160W,...,150E,160E,170E	73～108
	70S	180W,170W,160W,...,150E,160E,170E	109～144
	75S	180W,170W,160W,...,150E,160E,170E	145～180
	85S	170W,140W,110W,...,100E,130E,160E	181～192

(IGP マスクパターン=1)

バンド	経度	緯度	スロット番号
0	115E	15N,16N,17N,...,33N,34N,35N	1～21
	116E	15N,16N,17N,...,33N,34N,35N	22～42
	117E	15N,16N,17N,...,33N,34N,35N	43～63
	118E	15N,16N,17N,...,33N,34N,35N	64～84
	119E	15N,16N,17N,...,33N,34N,35N	85～105
	120E	15N,16N,17N,...,43N,44N,45N	106～136
	121E	15N,16N,17N,...,43N,44N,45N	137～167
	122E	15N,16N,17N,...,43N,44N,45N	168～198
1	123E	15N,16N,17N,...,43N,44N,45N	1～31
	124E	15N,16N,17N,...,43N,44N,45N	32～62
	125E	15N,16N,17N,...,43N,44N,45N	63～93
	126E	15N,16N,17N,...,43N,44N,45N	94～124
	127E	15N,16N,17N,...,43N,44N,45N	125～155
	128E	15N,16N,17N,...,43N,44N,45N	156～186
2	129E	15N,16N,17N,...,43N,44N,45N	1～31
	130E	15N,16N,17N,...,48N,49N,50N	32～67
	131E	15N,16N,17N,...,48N,49N,50N	68～103
	132E	15N,16N,17N,...,48N,49N,50N	104～139
	133E	15N,16N,17N,...,48N,49N,50N	140～175
3	134E	15N,16N,17N,...,48N,49N,50N	1～36
	135E	15N,16N,17N,...,53N,54N,55N	37～77
	136E	15N,16N,17N,...,53N,54N,55N	78～118
	137E	15N,16N,17N,...,53N,54N,55N	119～159

	138E	15N,16N,17N,...,53N,54N,55N	160～200
4	139E	15N,16N,17N,...,53N,54N,55N	1～41
	140E	15N,16N,17N,...,53N,54N,55N	42～82
	141E	20N,21N,22N,...,53N,54N,55N	83～118
	142E	20N,21N,22N,...,53N,54N,55N	119～154
	143E	20N,21N,22N,...,53N,54N,55N	155～190
5	144E	20N,21N,22N,...,53N,54N,55N	1～36
	145E	20N,21N,22N,...,53N,54N,55N	37～72
	146E	20N,21N,22N,...,53N,54N,55N	73～108
	147E	20N,21N,22N,...,53N,54N,55N	109～144
	148E	20N,21N,22N,...,53N,54N,55N	145～180
6	149E	20N,21N,22N,...,53N,54N,55N	1～36
	150E	20N,21N,22N,...,53N,54N,55N	37～72
	151E	25N,26N,27N,...,53N,54N,55N	73～103
	152E	25N,26N,27N,...,53N,54N,55N	104～134
	153E	25N,26N,27N,...,53N,54N,55N	135～165
	154E	25N,26N,27N,...,53N,54N,55N	166～196
7	100E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	1～27
	105E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	28～50
	110E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	51～77
	115E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	78～100
	120E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	101～127
	125E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	128～150
	130E	85S,75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	151～178
	135E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	179～201
8	140E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	1～27
	145E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	28～50
	150E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	51～77
	155E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	78～100
	160E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	101～127
	165E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	128～150
	170E	75S,65S,55S,50S,45S,...,45N,50N,55N,65N,75N	151～177
	175E	55S,50S,45S,...,45N,50N,55N	178～200
9	110E	17.5N,22.5N,27.5N,32.5N,37.5N	1～5
	112.5E	15N,17.5N,20N,...,35N,37.5N,40N	6～16
	115E	17.5N,22.5N,27.5N,32.5N,37.5N	17～21
	117.5E	15N,17.5N,20N,...,35N,37.5N,40N	22～32
	120E	17.5N,22.5N,27.5N,32.5N,37.5N,42.5N	33～38
	122.5E	15N,17.5N,20N,...,40N,42.5N,45N	39～51
	125E	17.5N,22.5N,27.5N,32.5N,37.5N,42.5N	52～57

127.5E	15N,17.5N,20N,...,40N,42.5N,45N	58~70
130E	17.5N,22.5N,27.5N,32.5N,37.5N,42.5N,47.5N,52.5N	71~78
132.5E	15N,17.5N,20N,...,50N,52.5N,55N	79~95
135E	17.5N,22.5N,27.5N,32.5N,37.5N,42.5N,47.5N,52.5N	96~103
137.5E	15N,17.5N,20N,...,50N,52.5N,55N	104~120
140E	17.5N,22.5N,27.5N,32.5N,37.5N,42.5N,47.5N,52.5N	121~128
142.5E	15N,17.5N,20N,...,50N,52.5N,55N	129~145
145E	17.5N,22.5N,27.5N,32.5N,37.5N,42.5N,47.5N,52.5N	146~153
147.5E	20N,22.5N,25N,...,50N,52.5N,55N	154~168
150E	22.5N,27.5N,32.5N,37.5N,42.5N,47.5N,52.5N	169~175
152.5E	25N,27.5N,30N,...,50N,52.5N,55N	176~188
155E	27.5N,32.5N,37.5N,42.5N,47.5N,52.5N	189~194

5.4.3.3.8 メッセージタイプ24(複合高速／長期補正)

メッセージタイプ 24 は、メッセージタイプ 2~5 の補正スロットが 6 個以下しか埋まらない場合に使われることがある。具体的には、補強対象の衛星数が 1~6、14~19、27~32、40~45 のいずれかの場合である。

メッセージタイプ 24 の前半は高速補正を保持しており、6 個の補正スロットを持つ。ブロック ID の 0~3 の値はそれぞれメッセージタイプ 2~5 に対応しており、6 個の補正スロットに納められた高速補正が対応する PRN マスク番号の範囲を指定する。高速補正の適用方法は、メッセージタイプ 2~5 とまったく同様である。

メッセージタイプ 24 の後半にはメッセージタイプ 25 の半分(部分メッセージ)を格納することができ、これにより 1 あるいは 2 衛星分の長期補正情報を提供する。

表 5.4.3-11 メッセージタイプ24:複合高速／長期補正

繰返し	内容	ビット数	分解能	有効範囲	単位
6	FC _i	12*	0.125	-256~255.750	m
6	UDREI _i	4	(表 5.4.3-5 参照)		
1	IODP	2	1	0~3	—
1	高速補正ブロック ID	2	1	0~3	—
1	IODF _j	2	1	0~3	—
1	予備	4	—	—	—
1	部分メッセージ	106	(表 5.4.3-13 参照)		

*: 2 の補数表現である。

5.4.3.3.9 メッセージタイプ25(長期補正)

メッセージタイプ 25 は、クロック及びエフェメリスの長周期の誤差に対する補正を提供するために送信される。なお、本メッセージタイプによる補強対象のクロック及びエフェメリスは、GPS 衛星について L1 C/A コードに重畠されている航法メッセージ(NAV メッセージ)により計算されていなければならない。CNAV(Civil Navigation)メッセージ(L2C および L5 の航法メッセージ)あるいは CNAV-2 メッセージ(L1C 航法メッセージ)は利用しないこと。

メッセージタイプ 25 は、2 個の部分メッセージにより構成される。部分メッセージはそれぞれ 106

ビットから成り、まったく同一のフォーマットである。部分メッセージは、2 個の衛星に対する補正情報を含む場合(速度コード=0)と、1 個の衛星に対する補正情報を含む場合(速度コード=1)がある。前者はクロックオフセット及び衛星位置誤差の補正のみを含み、後者ではさらにクロックドリフト及び衛星誤差の時間変化が追加してある。結局、メッセージタイプ 25 には、2~4 個の衛星に対する長期補正情報が格納される。

表 5.4.3-13 に、速度コードの 0 及び 1 に対応する 2 種類の部分メッセージのフォーマットを示す。速度コード=0 の部分メッセージは 2 個の測位衛星の長期補正情報を保持するが速度の項はない。速度コード=1 の場合は、ドリフト及び速度の項も提供する代わりに、一つの衛星の情報しか含まない。1 つのメッセージタイプ 25 に含まれる 2 つの部分メッセージの速度コードが同じである保証はない。

PRN マスク番号(1~51)は、メッセージタイプ 1 により与えられる PRN マスクで定義される。PRN マスクの IODP は一致していかなければならない。長期補正情報が無効な場合、PRN マスク番号には 0 がセットされる。メッセージタイプ 2~5 と異なり、メッセージタイプ 25 が補強する測位衛星は必ずしも順番に現れるわけではないし、各衛星の長期補正が同じ頻度で現れる保証もない。速い変化の長期誤差を持つ衛星に対する長期補正情報は、遅い変化の長期誤差を持つ衛星の場合よりもより速い頻度で繰り返され得る。

表 5.4.3-12 メッセージタイプ25:長期補正

繰返し	内容	ビット数	分解能	有効範囲	単位
2	部分メッセージ	106	(表 5.4.3-13 参照)		

表 5.4.3-13 メッセージタイプ25の部分メッセージ

(速度コード=0)

繰返し	内容	ビット数	分解能	有効範囲	単位
1	速度コード(=0)	1	1	0	—
2	PRN マスク番号	6	1	1~51	—
	IOD _i **	8	1	0~255	—
	δx _i	9*	0.125	±32	m
	δy _i	9*	0.125	±32	m
	δz _i	9*	0.125	±32	m
	δa _{i,0}	10*	2 ⁻³¹	±2 ⁻²²	s
1	IODP	2	1	0~3	—
1	予備	1	—	—	—

(速度コード=1)

繰返し	内容	ビット数	分解能	有効範囲	単位
1	速度コード(=1)	1	1	1	—
1	PRN マスク番号	6	1	1~51	—
	IOD _i **	8	1	0~255	—
	δx _i	11*	0.125	±128	m
	δy _i	11*	0.125	±128	m
	δz _i	11*	0.125	±128	m
	δa _{i,0}	11*	2 ⁻³¹	±2 ⁻²¹	s
	δx _i	8*	2 ⁻¹¹	±0.0625	m/s

	$\dot{\delta y}_i$	8*	2^{-11}	± 0.0625	m/s
	$\dot{\delta z}_i$	8*	2^{-11}	± 0.0625	m/s
	$\dot{\delta a}_{i,fl}$	8*	2^{-39}	$\pm 2^{-32}$	s/s
1	エポック時刻($t_{i,LT}$)	13	16	0~86384	s
1	IODP	2	1	0~3	—

*: 2 の補数表現である。

**データ送出番号は 8 ビットの GPS エフェメリスデータ送出番号に対応する。

長期補正情報には 8 ビットのデータ送出番号(IOD)が含まれており、受信機はこれと一致する IODC 及び IODE を持つ航法メッセージを利用しなければならない(IODC の場合は、下位 8 ビットに対して適用)。もしこれらが一致しない場合は、GPS の航法メッセージが更新されたことを意味するが、受信機は古い航法メッセージ(IOD が一致するもの)を引き続き使用すること。新しい航法メッセージの IOD に対応するメッセージタイプ 24 あるいは 25 を受信したならば、受信機は測位に使用する航法メッセージを新しいものに切り替える。

すべてのユーザ受信機が新しい航法メッセージを受信するまでにはある程度の時間を要する。このため、GPS 航法メッセージの IOD が更新されてからも、メッセージタイプ 24 及び 25 による長期補正情報の IOD は、少なくとも 2 分間は更新されない。

5.4.3.3.10 メッセージタイプ26(電離層伝搬遅延補正)

メッセージタイプ 26 は、表 5.4.3-9 に定義された IGP における補強情報、すなわち(L1 周波数における)電離層垂直遅延量とその精度を受信機に提供する。データ内容は表 5.4.3-14 を参照のこと。GIVEI(Grid Ionosphere Vertical Error Index)と σ^2_{GIVE} の対応関係は、表 5.4.3-15 の通りである。

ひとつのタイプ 26 メッセージは、15 個の IGP における補強情報を保持している。IGP を特定するためにバンド番号(0~9)とブロック ID(0~13)も含まれており、バンド番号は表 5.4.3-10 のバンド番号に対応する。ブロック 0 は IGP マスク番号 1~15(IGP マスク情報が「1」とされている IGP のうちの 1~15 番目)、ブロック 1 は IGP マスク番号 16~30 といったように対応する。IGP マスク情報に示された IGP 数を超えるスロット番号に位置する補強情報は無効である。

9 ビットの垂直遅延量は、[0, 63.750[m]]の有効範囲において 0.125[m]の分解能を持つ。垂直遅延量の 63.875m(=“111111111”_(B))は、「使用禁止」を示す。つまり 63.750[m]を超える垂直遅延は表現されない。

表 5.4.3-14 メッセージタイプ26:電離層伝搬遅延補正

繰返し	内容	ビット数	分解能	有効範囲	単位
1	IGP バンド ID	4	1	0~9	—
1	IGP ブロック ID	4	1	0~13	—
15	電離層垂直遅延量	9	0.125	0~63.750	m
	GIVEI _i	4	(表 5.4.3-15 参照)		
1	IODI _k	2	1	0~3	—
1	予備	7	—	—	—

表 5.4.3-15 GIVEIの値

GIVEI _i	$\sigma^2_{\text{GIVE},i} (\text{m}^2)$	GIVEI _i	$\sigma^2_{\text{GIVE},i} (\text{m}^2)$
0	0.0084	8	0.6735
1	0.0333	9	0.8315
2	0.0749	10	1.1974
3	0.1331	11	1.8709
4	0.2079	12	3.3260
5	0.2994	13	20.7870
6	0.4075	14	187.0826
7	0.5322	15	Not Monitored

5.4.3.3.11 メッセージタイプ28(クロックー軌道共分散)

メッセージタイプ 28 は、クロックとエフェメリス誤差の相関関係を表す共分散行列を提供するために送信される。この行列を用いることにより、受信機位置における補正情報の劣化の程度を見積もることができる。

メッセージタイプ 28 の内容、フォーマットを表 5.4.3-16 に示す。PRN マスク番号は、メッセージタイプ 24 及び 25 と同様である。メッセージタイプ 28 には 2 衛星分の共分散行列が含まれるが、IODP は一つしかなく、両方の衛星に同じ PRN マスク情報が適用される。

表 5.4.3-16 メッセージタイプ28:クロックー軌道共分散

繰返し	内容	ビット数	分解能	有効範囲	単位
1	IODP	2	1	0~3	—
2	PRN マスク番号	6	1	1~51	—
	スケール指数 e	3	1	0~7	—
	$E_{1,1}$	9	1	0~511	—
	$E_{2,2}$	9	1	0~511	—
	$E_{3,3}$	9	1	0~511	—
	$E_{4,4}$	9	1	0~511	—
	$E_{1,2}$	10*	1	±512	—
	$E_{1,3}$	10*	1	±512	—
	$E_{1,4}$	10*	1	±512	—
	$E_{2,3}$	10*	1	±512	—
	$E_{2,4}$	10*	1	±512	—
	$E_{3,4}$	10*	1	±512	—

*: 2 の補数表現である。

5.4.3.3.12 メッセージタイプ62(内部テスト用)及び63(ヌルメッセージ)

メッセージタイプ 63 は、特に何らの情報も含まず、データ領域はすべて 0 である。また、メッセージタイプ 62 は内部テスト用に使用されるもので、その内容は定義しない。

表 5.4.3-17 メッセージタイプ63:ヌルメッセージ

繰返し	内容	ビット数	分解能	有効範囲	単位
212	すべてゼロ	1	1	0	—

5.4.3.3.13 メッセージタイプ12(タイミング情報)

メッセージタイプ 12 は、タイミング情報を送信するために用意されている。パラメータは表 5.4.3-18 の通りである。

表 5.4.3-18 メッセージタイプ 12:タイミング情報

繰返し	内容	ビット数	分解能	有効範囲	単位
1	予備	137	—	—	—
1	GLONASS フラグ	1	1	0~1	—
1	$\delta a_{i,GLONASS}$	24	2^{-31}	$\pm 2^{-8}$	s
1	予備	50	—	—	—

GLONASS フラグ=0 の場合、 $\delta a_{i,GLONASS}$ は無効である。 $\delta a_{i,GLONASS}$ の使用については 6.4.2.1 項を参照のこと。

5.4.3.4 メッセージの内容(SBAS非互換メッセージ)

5.4.3.4.1 メッセージタイプ52(TGP マスク)

対流圏遅延の補正情報として、対流圏格子点(TGP)における天頂対流圏遅延量オフセット(ZTDO)(Zenith Tropospheric Delay Offset)が提供される。メッセージタイプ 52 により、天頂対流圏遅延量オフセットが提供される TGP が指定される。メッセージタイプ 52 の内容を表 5.4.3-19 に示す。メッセージタイプ 52 は、2 ビットの TGP マスク更新番号(IODT)(Issue Of Data TGP mask)を含む。この番号は TGP マスクが更新される度に増加し、3 の次に 0 となる。

メッセージタイプ 53(5.4.3.4.2 項参照)は、メッセージタイプ 52 で使用したマスク情報と同じ IODT を含む。受信機内では、メッセージタイプ 52 と 53 の IODT の対応を確認しながら補正情報を利用しなければならない。受信機内では IODT 更新後のメッセージタイプ 52 及び 53 の全てを受信するまで更新前のマスク情報を保持することにより、受信済みの全ての補正情報を有効に活用することが出来る。

メッセージタイプ 52 内の 210 のスロットを用い、天頂対流圏遅延量オフセットを提供する TGP を指定する。天頂対流圏遅延量オフセットが提供される TGP の番号と同一の位置のスロットが 1 となる。TGP 番号と、その経緯度の対応を表 5.4.3-20 に示す。メッセージタイプ 52 は少なくとも 600 秒の間に 1 回以上送信される。

表 5.4.3-19 メッセージタイプ52:TGP マスク

繰返し	内容	ビット数	分解能	有効範囲	単位
1	IODT	2	1	0~3	—
210	TGPマスク	1	1	0~1	—

表 5.4.3-20 TGP 位置の定義 (1/2)

TGP 番号	東経	北緯	TGP 番号	東経	北緯	TGP 番号	東経	北緯
1	144.5	44.0	36	138.5	36.0	71	145.0	44.0
2	144.5	43.5	37	137.5	36.5	72	145.0	43.5
3	142.5	45.0	38	139.0	35.0	73	145.0	43.0
4	144.0	43.5	39	138.0	35.5	74	143.0	44.5
5	142.5	44.5	40	137.0	36.0	75	144.5	43.0
6	144.0	43.0	41	139.5	33.5	76	143.0	44.0
7	143.0	43.5	42	137.5	35.0	77	142.0	44.5
8	142.5	43.5	43	136.5	35.5	78	143.5	43.0
9	142.0	43.5	44	136.0	35.5	79	143.0	43.0
10	141.5	43.5	45	135.5	35.5	80	142.5	43.0
11	143.0	42.0	46	135.0	35.5	81	142.0	43.0
12	141.5	42.5	47	134.5	35.5	82	141.5	43.0
13	140.5	43.0	48	136.0	34.0	83	141.0	43.0
14	141.5	41.0	49	135.0	34.5	84	141.0	42.0
15	141.0	41.5	50	133.5	35.5	85	140.5	42.0
16	142.0	40.0	51	135.0	34.0	86	141.0	41.0
17	141.0	40.5	52	133.5	35.0	87	140.0	42.0
18	140.0	41.5	53	142.0	26.5	88	141.5	40.0
19	141.5	39.5	54	134.0	34.0	89	140.5	40.5
20	141.0	39.5	55	133.0	34.5	90	140.0	40.5
21	140.5	39.5	56	132.0	35.0	91	141.5	39.0
22	140.0	39.5	57	133.5	33.5	92	141.0	39.0
23	141.0	38.0	58	133.0	33.5	93	140.5	39.0
24	140.5	38.0	59	132.5	33.5	94	140.0	39.0
25	140.0	38.0	60	131.5	34.0	95	141.0	37.5
26	139.5	38.5	61	131.5	33.5	96	140.5	37.5
27	140.5	37.0	62	131.0	33.5	97	139.5	38.0
28	140.0	37.0	63	130.5	33.5	98	139.0	38.0
29	139.0	37.5	64	130.0	33.5	99	140.5	36.5
30	140.5	36.0	65	131.5	32.0	100	139.5	37.0
31	139.5	36.5	66	130.5	32.5	101	138.5	37.5
32	138.5	37.0	67	129.5	33.0	102	140.0	36.0
33	140.0	35.5	68	131.0	31.5	103	139.0	36.5
34	139.0	36.0	69	130.5	31.0	104	138.0	37.0
35	137.0	37.5	70	128.0	26.5	105	139.5	35.5

表 5.4.3-20 TGP 位置の定義 (2/2)

TGP 番号	東経	北緯	TGP 番号	東経	北緯	TGP 番号	東経	北緯
106	137.5	37.0	141	145.5	43.5	176	138.0	36.5
107	139.0	35.5	142	144.0	44.0	177	137.0	37.0
108	138.0	36.0	143	142.0	45.5	178	138.5	35.5
109	137.0	36.5	144	143.5	44.0	179	137.5	36.0
110	138.5	35.0	145	142.0	45.0	180	136.5	36.5
111	137.5	35.5	146	143.5	43.5	181	138.0	35.0
112	136.5	36.0	147	142.5	44.0	182	137.0	35.5
113	138.0	34.5	148	142.0	44.0	183	136.0	36.0
114	137.0	35.0	149	143.5	42.5	184	137.5	34.5
115	136.5	35.0	150	143.0	42.5	185	137.0	34.5
116	136.0	35.0	151	142.5	42.5	186	136.5	34.5
117	135.5	35.0	152	142.0	42.5	187	136.0	34.5
118	135.0	35.0	153	141.0	42.5	188	135.5	34.5
119	134.0	35.5	154	140.5	42.5	189	134.5	35.0
120	135.5	34.0	155	140.0	42.5	190	136.0	33.5
121	134.0	35.0	156	141.5	40.5	191	134.5	34.5
122	135.5	33.5	157	140.5	41.0	192	133.0	35.5
123	134.0	34.5	158	142.0	39.5	193	134.5	34.0
124	133.0	35.0	159	141.0	40.0	194	133.5	34.5
125	134.5	33.5	160	140.5	40.0	195	132.5	35.0
126	133.5	34.0	161	140.0	40.0	196	134.0	33.5
127	132.5	34.5	162	141.5	38.5	197	133.0	34.0
128	132.0	34.5	163	141.0	38.5	198	132.5	34.0
129	131.5	34.5	164	140.5	38.5	199	132.0	34.0
130	133.0	33.0	165	140.0	38.5	200	131.0	34.5
131	132.5	33.0	166	141.0	37.0	201	131.0	34.0
132	132.0	33.0	167	140.0	37.5	202	130.5	34.0
133	131.5	33.0	168	139.5	37.5	203	129.5	34.5
134	131.0	33.0	169	138.5	38.0	204	131.5	32.5
135	130.5	33.0	170	140.0	36.5	205	131.0	32.5
136	129.5	33.5	171	139.0	37.0	206	130.0	33.0
137	131.0	32.0	172	140.5	35.5	207	131.5	31.5
138	130.0	32.5	173	139.5	36.0	208	130.5	32.0
139	129.0	33.0	174	138.5	36.5	209	130.5	31.5
140	131.0	30.5	175	140.0	35.0	210	129.0	28.0

5.4.3.4.2 メッセージタイプ53(対流圏遅延補正)

メッセージタイプ 53 により、メッセージタイプ 52 の TGP マスク情報により指定された TGP における天頂対流圏遅延量オフセットを受信機に提供する。データ内容を表 5.4.3-21 に示す。1 つのタイプ 53 メッセージは、2 ビットの IODT、3 ビットの TGP ブロック ID、および 34 点の TGP における天頂対流圏遅延量オフセットを保持している。

天頂対流圏遅延量オフセットが提供される TGP の総数は、メッセージタイプ 52 で提供されるマスク情報から得られる。その総数が $34n$ より大きく、 $34(n+1)$ 以下となるような整数 n までの TGP ブロック ID を持つメッセージタイプ 53 が提供される。TGP ブロック ID が n のメッセージには、マスク情報における有効な TGP のうち、 $34n+1$ から $34(n+1)$ 番目までの TGP における補正情報が、マスク情報内の順序と同一の順序でセットされている。

1 点の TGPあたり 6 ビットで提供される天頂対流圏遅延量オフセットは、 $[-0.32, 0.30[m]]$ の範囲において $0.01[m]$ の分解能を持つ。また “011111”_(B) は、該当する TGP において天頂対流圏遅延量オフセットが提供されていないことを示す。

表 5.4.3-21 メッセージタイプ53:対流圏遅延補正

繰返し	内容	ビット数	分解能	有効範囲	単位
1	IODT	2	1	0~3	—
1	TGP ブロック ID	3	1	0~6	—
34	天頂対流圏遅延量オフセット	6*	0.01	-0.32~0.30	m
1	予備	3	—	—	—

*:2 の補数表現である。

5.4.3.4.3 メッセージタイプ54(大気遅延補正)

内容未定。

5.4.3.4.4 メッセージタイプ55(大気遅延補正)

内容未定。

5.4.3.4.5 メッセージタイプ56(内部信号群遅延誤差補正情報)

メッセージタイプ 56 は、GPS/QZS 衛星が送信する複数の信号が実際に衛星のアンテナ位相中心から送出されるタイミングの L1 C/A 信号に対する遅れを提供する。PRN マスク番号は、メッセージタイプ 25 と同じ意味である。複数の信号を併用する場合には本メッセージの情報を利用できる。

表 5.4.3-22 メッセージタイプ56:内部信号群遅延誤差補正情報

繰返し	内容	ビット数	分解能	有効範囲	単位
1	IODP	2	1	0~3	—
5	PRN マスク番号	6	1	1~51	—
	$ISC_{L1C,L1CA}$	9*	0.05	± 12.8	m
	$ISC_{L2C,L1CA}$	9*	0.05	± 12.8	m
	$ISC_{L5,L1CA}$	9*	0.05	± 12.8	m
	$ISC_{L1P,L1CA}$	9*	0.05	± 12.8	m

*:2 の補数表現である。

5.4.3.4.6 メッセージタイプ57(軌道情報関係)

内容未定。

5.4.3.4.7 メッセージタイプ58(QZS エフェメリス)

メッセージタイプ 58 は、QZS のエフェメリス情報を提供するために送信される。衛星位置は基準エポック $t_{0,Q}$ における JGS 座標系による座標値として与えられる。

表 5.4.3-23 QZS エフェメリス情報

項目	ビット数	範囲	分解能	備考
$t_{0,Q}$	8	0~10740 [s]	60 [s]	エポック時刻
URA	4	0~15	—	測距精度指標
X_Q	26*	± 42949.673 [km]	1.28 [m]	X 座標
Y_Q	26*	± 42949.673 [km]	1.28 [m]	Y 座標
Z_Q	26*	± 42949.673 [km]	1.28 [m]	Z 座標
\dot{X}_Q	24*	± 4194.304 [m/s]	0.5 [mm/s]	速度
\dot{Y}_Q	24*	± 4194.304 [m/s]	0.5 [mm/s]	速度
\dot{Z}_Q	24*	± 4194.304 [m/s]	0.5 [mm/s]	速度
\ddot{X}_Q	5*	± 32 [μ m/s ²]	2 [μ m/s ²]	加速度
\ddot{Y}_Q	5*	± 32 [μ m/s ²]	2 [μ m/s ²]	加速度
\ddot{Z}_Q	5*	± 32 [μ m/s ²]	2 [μ m/s ²]	加速度
a_{Qf0}	22*	± 1.953 [ms]	2^{-30} [s]	クロック補正
a_{Qf1}	13*	± 3.725 [ns/s]	2^{-40} [s/s]	クロック補正
合計	212			

*:2 の補数表現である。

5.4.3.4.8 メッセージタイプ59(QZSS アルマナック情報)

内容未定。

5.4.3.4.9 メッセージタイプ60(広域情報)

内容未定。

5.4.3.5 L1-SAIF+メッセージ

L1-SAIF+メッセージは、利用実証に於いて財団法人 衛星測位利用推進センター(SPAC)が送信するメッセージである。L1-SAIF+メッセージでは、5.4.3.3 項の SBAS 互換メッセージ、および 5.4.3.4 項の SBAS 非互換メッセージに加え、L1-SAIF+固有メッセージとしてメッセージタイプ 40~51 を規定する。

詳細な仕様については SPAC が整備するインターフェース仕様書(適用文書(6))を参照のこと。

5.5 L2C 信号

5.5.1 RF 特性

5.5.1.1 信号構造

5.1 節に記述した通りである。

5.5.1.2 搬送波特性

5.1 節に記述した通りである。

5.5.1.3 コード特性

5.5.1.3.1 コードの概要

適用文書(1) 3.2.1.4 項、3.2.1.5 項、3.3.2.4 項と同一である。ただし、PRN 番号は 5.1.1.11.1 項による。

5.5.1.3.2 非標準コード

QZSS に異常が発生した場合、ユーザが誤った信号を受信、使用しないように、ユーザ保護の観点から非標準コード(NSC)を送信する。

5.5.2 メッセージ

5.5.2.1 メッセージ構造

276 ビットのデータと 24 ビットの検査ビットの合計 300 ビットで 1 メッセージを成し、1 メッセージを 12 秒で送信するというメッセージ構造は、適用文書(1)の 30.3.2 項と同一である。

5.5.2.1.1 プリアンブル

各メッセージの先頭に付与されている 8 ビットのプリアンブルは、適用文書(1)の 30.3.3 項と同一である。

5.5.2.1.2 PRN 番号

各メッセージで、プリアンブルに続き付与されている 6 ビットの PRN 番号は、そのメッセージを送信している当該 QZS の PRN 番号の下位 6 ビットである。

5.5.2.1.3 メッセージタイプ ID

各メッセージで、PRN 番号に続き付与されている 6 ビットのメッセージタイプ ID は、そのメッセージに含まれている情報を意味する。各メッセージタイプ ID と情報との関係を表 5.5.2-1 に示し、その詳細は 5.5.2.2 項による。それぞれの情報は、最大でも表 5.5.2-2 に示す間隔毎に送信される。

複数の QZS が運用される場合は、全く異なるタイミングで、同じメッセージタイプ ID で識別されるデータを送信することも可能である。これにより、複数の QZS からの信号を受信すると、1 つの QZS のデータセット送信周期よりも短い周期で、全てのデータセットを収集することができる。

表 5.5.2-1 航法メッセージ D_{L2C} のメッセージタイプ定義

メッセージタイプ ID	メッセージ内容	備考
10	ヘルス、URA、エフェメリスデータ 1	
11	エフェメリスデータ 2	
30、46	SV クロック、電離層パラメータ、ISC	46 の時は GPS の電離層パラメータの再送信である。ただし、この時は ISC の送信はしない。
31、47*	SV クロック、Reduced アルマナックデータ	47 の時は GPS の Reduced アルマナックデータの再送信である。
32	SV クロック、EOP(Earth Orientation Parameter)	
33、49	SV クロック、UTC パラメータ	49 の時は GPS の UTC パラメータの再送信である。
34	SV クロック、補正データ	必要に応じて送信する
35、51	SV クロック、GGTO(GPS/GNSS 時刻オフセット)	51 の時は GPS の GGTO の再送信である。
37、53	SV クロック、Midi アルマナックデータ	53 の時は GPS の Midi アルマナックデータの再送信である。
12*、28	Reduced アルマナックデータ	28 の時は GPS の Reduced アルマナックデータの再送信である。
13	SV クロック補正データ	必要に応じて送信する
14	エフェメリス補正データ	必要に応じて送信する
15	テキスト	必要に応じて送信する

* メッセージタイプ 12 と 47 については、それぞれメッセージタイプ 31 と 28 と同内容となるため、現行 MCS における QZS-1 では送信していない。

表 5.5.2-2 航法メッセージ D_{L2C} 最大送信周期

メッセージデータ	メッセージタイプ ID	最大送信周期	備考
エフェメリスデータ	10, 11	48 秒	
SV クロック	30-35, 37, 46, 47*, 49, 51, 53	48 秒	
ISC、電離層パラメータ	30	288 秒	
電離層パラメータ (GPS の再送信)	46	*2	46 の時は ISC の再送信は行わない。
QZS の Reduced アルマナックデータ	12* or 31	20 分	必要な全 SV の情報が送信されること
GPS の Reduced アルマナックデータ	28 or 47*	*2	必要な全 SV の情報が送信されること
QZS の Midi アルマナックデータ	37	120 分	必要な全 SV の情報が送信されること
GPS の Midi アルマナックデータ	53	*2	必要な全 SV の情報が送信されること
EOP	32	30 分	
UTC パラメータ	33	288 秒	UTC(NICT)
UTC パラメータ (GPS の再送信)	49	*2	UTC(USNO)
DC データ	34, 13, 14	30 分(*)	DC データが有効な場合のみ
GGTO (GPS-QZSS 時刻オフセット)	35	288 秒	
GGTO (GPS-GNSS(Galileo、GLONASS) 時刻オフセット) (GPS の再送信)	51	*2	
テキスト	15	必要に応じて	

*1 メッセージタイプ 12 と 47 については、それぞれメッセージタイプ 31 と 28 と同内容となるため、現行 MCS における QZS-1 では送信していない。

*2 GPS の再送信データおよび GPS の DC データについては最大送信周期を規定しない。

5.5.2.1.4 TOW カウント

各メッセージで、メッセージタイプ ID に続いている 17 ビットの TOW (Time Of Week) カウントは、その値の 6 倍で、次のメッセージの先頭の時刻を表す。適用文書(1)の 30.3.3 項と同一である。

5.5.2.1.5 ALERT フラグ

各メッセージで、TOW カウントに続いている 1 ビットの ALERT フラグは、5.1.2.1.3 項によること。

5.5.2.1.6 FEC 及びパリティアルゴリズム

CNAV データは FEC により符号化される。アルゴリズムは適用文書(1)の 3.3.3.1.1 項による。また、300 ビットのメッセージの後方には 24 ビットのパリティが付与される。アルゴリズムは、適用文書(1)の 30.3.5 項による。

5.5.2.2 メッセージの内容

8.1.2 節に掲げた一覧を除き、そのメッセージの内容は適用文書(1)と同一である。

5.5.2.2.1 メッセージタイプ 10、11: エフェメリスデータとヘルス

5.5.2.2.1.1 メッセージタイプ 10、11: エフェメリスデータとヘルスの内容

メッセージタイプ 10 及び 11 には、表 5.5.2-3 に示すような当該衛星のエフェメリスデータ等が含まれている。その概容は、適用文書(1)の 30.3.3.1.1 項を参照のこと。

表 5.5.2-3 航法メッセージ D_{L2C} のエフェメリスデータのパラメータ定義

タイプ	パラメータ	定義	GPS の定義との差分
10	WN _n	週番号	
10	L1/L2/L5 Health	L1、L2、L5 の各信号のヘルス	
10	t _{op}	エフェメリスデータ生成時刻(週内秒)	
10	URA _{ED} インデックス	ユーザ測距精度指標(仰角依存成分)	
10 11	t _{oe}	エフェメリスデータの元期(週内秒)	
10	△A	t _{oe} における軌道長半径と 42,164,200[m]との差	GPS では 26,559,710 [m]との差を示す。
10	dot{A}	軌道長半径の変化率	
10	△n ₀	t _{oe} における平均運動計算値からの差	
10	△dot{n}_0	平均運動計算値からの変化率	
10	M _{0-n}	t _{oe} における平均近点角	
10	e _n	離心率	QZSS では範囲を制限しない(GPS では最大 0.03 と規定されている)
10	ω _n	近地点引数	
11	Ω _{0-n}	週始めにおける昇交点経度	
11	i _{0-n}	t _{oe} における軌道傾斜角	
11	ΔΩ	昇交点赤経の変化率の参考値 ^{※1} からの差分	
11	i _{0-n} -DOT	軌道傾斜角の変化率	
11	C _{is-n}	軌道傾斜角の補正量の sin 係数	
11	C _{ic-n}	軌道傾斜角の補正量の cos 係数	
11	C _{rs-n}	動径方向の補正量の sin 係数	
11	C _{rc-n}	動径方向の補正量の cos 係数	
11	C _{us-n}	緯度引数の補正量の sin 係数	
11	C _{uc-n}	緯度引数の補正量の cos 係数	

※1 昇交点赤経の変化率の参考値($\dot{\Omega}_{REF} = -2.6 \times 10^{-9}$ [semi-circles/second]) (GPS と同じ値)

(1) 送信週番号

メッセージタイプ 10 のビット 39 から 51 は、現在の GPS 週番号の 8192 の剰余のバイナリ表現である。適用文書(1)の 30.3.3.1.1.1 項と同一である。

(2) 信号ヘルス(L1/L2/L5)

メッセージタイプ 10 のビット 52 から 54 の3つの1ビットは当該衛星が送信している L1,L2,L5 信号のヘルスを示す。各信号のヘルスは下記で表される。L1 信号については、L1C/A 信号、L1C 信号のいずれか 1 つ、ないし複数に問題がある場合に、1 となる。

0 信号問題なし

1 信号問題ありか、利用できず

このビットは、当該衛星の現時点でのモニタ結果と比較して表される。詳細は、5.1.2.1.3 項による。

メッセージタイプ 12, 31, 37 にもヘルスデータが存在する。メッセージタイプ 10 のデータは、異なる時間にアップロードを受けるため、他のメッセージの送信衛星や他の衛星のデータと異なる場合がある。

(3) エフェメリスデータが推定された時刻: t_{op}

メッセージタイプ 10 のビット 55 から 65 はエフェメリスデータが推定された時刻: t_{op} を表す。適用文書(1)の 30.3.3.1.1.3 項と同一である。

(4) ユーザ測距精度指標(仰角依存成分): URA_{ED} インデックス

メッセージタイプ 10 のビット 66～70 は、ユーザ測距精度指標の仰角に依存する成分を表す。詳細は、5.1.2.1.3.2 項による。

(5) エフェメリスデータの元期: t_{oe}

メッセージタイプ 10 のビット 71～81、及び、メッセージタイプ 11 のビット 39～49 は、エフェメリスデータの元期である。適用文書(1)の表 30-I と同一である。

(6) エフェメリスデータ

メッセージタイプ 10 の URA_{oe} インデックスに引き続き、表 5.5.2-3 に示す当該衛星のエフェメリスデータが送信される。この内、 ΔA については、 t_{oe} における軌道長半径 $A(t_{oe})$ と 42,164,200[m]との差 $\Delta A(t_{oe}) = A(t_{oe}) - 42,164,200[m]$ である。

その他については、適用文書(1)の表 30-I と同一である。

5.5.2.2.1.2 メッセージタイプ 10、11 エフェメリスデータのパラメータ特性

メッセージタイプ 10,11 のパラメータ特性(ビット数、 LSB のスケールファクタ、データの範囲、単位)については、前 5.5.2.2.1.1 項に示したものと同一である。

データの掲載順序については、適用文書(1)の図 30-1 及び図 30-2 とほぼ同一である。但し、適用文書(1)の図 30-1 では Integrity Status Flag と L2C Phasing が追加されており、現行 MCS における QZS-1 では未対応(共に"0"^(B)固定)である。

5.5.2.2.1.3 メッセージタイプ 10、11: 衛星位置決定のユーザアルゴリズム

6.3.5 項による。

5.5.2.2.2 メッセージタイプ 30,31,32,33,34,35,37,46,47,49,51,53: SV クロックパラメータ

5.5.2.2.2.1 メッセージタイプ 30,31,32,33,34,35,37,46,47,49,51,53: SV クロックパラメータの内容

メッセージタイプ 30,31,32,33,34,35,37,46,47,49,51,53 の全てのメッセージタイプに、表 5.5.2-4 に示すような当該衛星の SV クロックパラメータが含まれている。その概要は、適用文書(1)の 30.3.3.2.1 項を参照のこと。

表 5.5.2-4 航法メッセージ D_{L2C} の SV クロックパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
t_{oc}	SV クロックパラメータの元期(週内秒)	
URA_{NED0} インデックス	ユーザ測距精度指標(仰角非依存成分)	
URA_{NED1} インデックス	ユーザ測距精度変化指標(仰角非依存成分)	
URA_{NED2} インデックス	ユーザ測距精度変化率指標(仰角非依存成分)	
a_{f0-n}	SV クロックのバイアス補正項	
a_{f1-n}	SV クロックのドリフト補正項	
a_{f2-n}	SV クロックのドリフトレート補正項	

(1) SV クロックパラメータの精度指標の生成時刻: t_{op}

ビット 39~49 は SV クロックパラメータの精度指標の生成時刻(t_{op})を表す。

(2) ユーザ測距精度指標(仰角非依存成分): URA_{NED} インデックス

ビット 50~60 は、ユーザ測距精度の仰角に依存しない成分(URA_{NED})を求めるためのパラメータが入っている。詳細は、5.1.2.1.3.2 項による。

(3) SV クロックパラメータの元期: t_{oc}

ビット 61~71 は、SV クロックパラメータの元期 t_{oc} である。

(4) SV クロックパラメータ

表 5.5.2-4 に示す当該衛星の SV クロックパラメータが送信される。ユーザアルゴリズムについては、適用文書(1)の 20.3.3.3.3.1 項と同一であるが、定義の一部に異なるところがあり詳しくは 6.3.2 項による。

5.5.2.2.2 メッセージタイプ 30,31,32,33,34,35,37,46,47,49,51,53: SV クロックパラメータの特性

メッセージタイプ 30,31,32,33,34,35,37,46,47,49,51,53 のパラメータ特性(ビット数、 LSB のスケールファクタ、範囲、単位)について、前 5.5.2.2.1 項に示したものと同一である。

5.5.2.2.2.3 メッセージタイプ 30,31,32,33,34,35,37,46,47,49,51,53: SV クロック補正のユーザアルゴリズム

(1) ユーザ測距精度(仰角非依存成分): URA_{NED} の計算

URA_{NED} インデックスが意味する具体的なユーザ測距精度の仰角に依存しない成分($IAURA_{NED}$)を求めるアルゴリズムは、適用文書(1)の 30.3.3.2.4 項と同一である。

URA_{NED} の運用方法については 3.1.2.1.3 項、 URA_{NED} の内容については 5.1.2.1.3 項による。

(2) SV クロックパラメータによる SV クロックオフセットの計算

L1C/A 信号と L2C 信号のコード測定によるコントロールセグメントによる推算であるため、1 波ユーザや L1 C/A 信号、L2 C 信号の2波ユーザは、SV クロック補正の式に関して追加がある。詳細は、6.3.2 項による。

5.5.2.2.3 メッセージタイプ 30、46:電離層パラメータと群遅延補正パラメータ等

メッセージタイプ 30 には、SV クロックパラメータ(5.5.2.2.2 項)に加えて、表 5.5.2-5 に示すような電離層パラメータ、及び、表 5.5.2-6 に示すような内部信号群遅延誤差補正パラメータの情報、表 5.5.2-7 に示すようなエフェメリス関連パラメータが含まれている。その概容は、適用文書(1)の 30.3.3.3.1 項を参照のこと。

メッセージタイプ 46 は、GPS の電離層パラメータの再送信である。

ただし、メッセージタイプ 46 においては、QZS からは群遅延補正パラメータを送信しないため、ユーザはこの情報(ビット 128 から 192)を使用してはならない。

表 5.5.2-5 航法メッセージ D_{L2C} の電離層パラメータのパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
α_0	Klobuchar モデルの電離層パラメータ α_0	日本近傍に最適化した係数
α_1	Klobuchar モデルの電離層パラメータ α_1	日本近傍に最適化した係数
α_2	Klobuchar モデルの電離層パラメータ α_2	日本近傍に最適化した係数
α_3	Klobuchar モデルの電離層パラメータ α_3	日本近傍に最適化した係数
β_0	Klobuchar モデルの電離層パラメータ β_0	日本近傍に最適化した係数
β_1	Klobuchar モデルの電離層パラメータ β_1	日本近傍に最適化した係数
β_2	Klobuchar モデルの電離層パラメータ β_2	日本近傍に最適化した係数
β_3	Klobuchar モデルの電離層パラメータ β_3	日本近傍に最適化した係数

表 5.5.2-6 航法メッセージ D_{L2C} の群遅延補正パラメータ(T_{GD}、ISC) 定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
T _{GD}	LC _{QZSS} と L1C/A の群遅延	GPS では LC _{GPS} と L1P(Y) の群遅延
ISC _{L1C/A}	N/A (放送値は 0.0)	GPS では L1P(Y)-L1C/A 間
ISC _{L2C}	L1C/A-L2C 間の群遅延	GPS では L1P(Y)-L2C 間
ISC _{L5I5}	L1C/A-L5I5 間の群遅延	GPS では L1P(Y)-L5I5 間
ISC _{L5Q5}	L1C/A-L5Q5 間の群遅延	GPS では L1P(Y)-L5Q5 間

LC_{QZSS}: QZS の L1C/A 信号と L2C 信号の電離層フリー線形結合

LC_{GPS}: GPS の L1P(Y) と L2P(Y) の電離層フリー線形結合

表 5.5.2-7 航法メッセージ D_{L2C} のエフェメリス関連パラメータのパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
WN _{OP}	エフェメリスデータの生成時刻(t _{op})における GPS 週番号	-

(1) 電離層パラメータ

L1 波、L2 波、或いは L5 波いずれかだけを使用する 1 波ユーザが、電離層遅延計算の為に電離層モデルを使用する時の電離層パラメータを表している。このパラメータは、図 4.1.5-1 に示す領域に特化してフィットするパラメータである。

1 波ユーザユーザアルゴリズムは、6.3.4 項、及び、6.3.8 項による。

このパラメータは、電離層擾乱期を除き過去 24 時間(最大)のデータを使用して、最長で 1 日に一回更新される。

ビット長、スケールファクタ、範囲、単位については、適用文書(1)の 20.3.3.5.2.5 項及び表 20-X と同一である。

(2) L1-L2 群遅延誤差の推算

L1 C/A 信号、L1C 信号、L2 C 信号の1波ユーザ、及び L1/L2 ユーザのための群遅延誤差の項、 T_{GD} 、 $ISC_{L1C/A}$ 、 ISC_{L2C} は、メッセージタイプ 30 のビット 128 から 166 にある。このうち、 $ISC_{L1C/A}$ は、ゼロである。

ビット長、スケールファクタ、範囲、単位については適用文書(1)の表 30-IV と同一である。なお、各パラメータを示すビット列の値が "10000000000000" _(B) の場合は当該群遅延パラメータが使用できないことを示す。

関連するアルゴリズムを 6.3.3 項、及び、6.3.4 項に示す。

5.5.2.2.4 メッセージタイプ 31、12、37、47、28、53: アルマナックデータ

QZS のアルマナックデータはメッセージタイプ 31、12 及び 37 で与えられる。このうち、Reduced アルマナックデータはメッセージタイプ 31 か 12 で、Midi アルマナックデータはメッセージタイプ 37 で与えられる。これらのメッセージタイプの PRN 番号は、QZS の PRN の下位 6 ビットを指し示す。

また、他の衛星測位システムのアルマナックデータは、メッセージタイプ 47、28 及び 53 で与えられる。このうち、Reduced アルマナックデータはメッセージタイプ 47 か 28 で、Midi アルマナックデータはメッセージタイプ 53 で与えられる。これらのメッセージタイプの PRN 番号は、1~32 が GPS の PRN を指し示す。なお、適用文書(1)より、GPS において、PRN 番号は 1~63 に拡張されているが、現行 MCS における QZS-1 では対応していない。

一つの衛星から放送される Reduced アルマナックデータの送信周期は、Midi アルマナックデータより短い。

表 5.5.2-8 航法メッセージ D_{L2C} の Midi アルマックデータのパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
WN _{a-n}	Midi アルマックデータの生成時の GPS 週番号	
t _{oa}	Midi アルマックデータの元期(週内秒)	
PRN 番号	メッセージタイプ番号が 37 の時は QZS で、対象となる衛星の PRN 番号の 193 に対するオフセット値。 メッセージタイプ番号が 53 の時は GPS で、PRN の値(PRN 番号=1~32)。	GPS では PRN 番号が 1~63 に拡張されているが、現行 MCS における QZS-1 では未対応。
L1/L2/L5 Health	L1, L2, L5 の各信号のヘルス	
e	離心率(基準離心率 0.06との差)	GPS では離心率の値そのもの(基準離心率 0との差)
Δi	基準軌道傾斜角との差 (0.25[semi-circles]=45[deg]との差)	GPS では基準軌道傾斜角 (0.3[semi-circles]=54[deg])との差
Ω̇	昇交点赤経の変化率	
√A	軌道長半径の平方根	
Ω ₀	週始めにおける昇交点経度	
ω	近地点引数	
M ₀	平均近点角	
a _{ip}	SV クロックのバイアス項	
a _{fl}	SV クロックのドリフト項	

表 5.5.2-9 航法メッセージ D_{L2C} の Reduced アルマックデータのパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
WN _{a-n}	Reduced アルマックデータの生成時の GPS 週番号	
t _{oa}	Reduced アルマックデータの元期(週内秒)	
PRN 番号	メッセージタイプ番号が 31, 12 の時は QZS で、対象となる衛星の PRN 番号の 193 に対するオフセット値。 メッセージタイプ番号が 47, 28 の時は GPS で、PRN の値(PRN 番号=1~32)。	GPS では PRN 番号が 1~63 に拡張されているが、現行 MCS における QZS-1 では未対応。
δ A	ノミナル軌道長半径との差 QZS では 42,164,200[m]との差を示す	GPS では 26,559,710[m]との差を示す。
Ω ₀	週始めにおける昇交点経度	
Φ ₀	緯度引数(=M ₀ +ω)	QZSS では ω=270[deg]を前提とする。
L1/L2/L5 Health	L1, L2, L5 の各信号のヘルス	
(e)	暗黙の離心率(QZS では 0.075 とする) (上記パラメータの前提条件)	GPS では 0
(δ i)	0.25 [semi-circles]との差である-0.0111 [semi-circles]固定 (上記パラメータの前提条件)	GPS では 0.3[semi-circles]との差である +0.0056[semi-circles]固定
(ω)	暗黙の近地点引数 (QZS では 270[deg]とする) (上記パラメータの前提条件)	GPS では 0[deg]

5.5.2.2.4.1 アルマナック基準週番号

メッセージタイプ 12(及び 28)のビット 39 から 51 と、メッセージタイプ 31、37(及び 47、53)のビット 128 から 140 は、アルマナック基準時刻(t_{oa})の基準となる週番号(WN_{a-n})を示す(適用文書(1)20.3.3.5.2.2 項参照)。

WN_{a-n} は 13 ビットからなり、 t_{oa} の基準となる GPS 週番号(6.3.6 項)のモジュロ 8192 で表されている。

5.5.2.2.4.2 アルマナック基準時刻

メッセージタイプ 12(及び 28)のビット 52 から 59 と、メッセージタイプ 31、37(及び 47、53)のビット 141 から 148 は、アルマナック基準時刻(t_{oa})を示す(適用文書(1)の 20.3.3.5.2.2 項参照)。

5.5.2.2.4.3 PRN 番号

メッセージタイプ 31、12(及び 47、28)に含まれる 31 ビットの Reduced アルマナックデータは、その先頭に 6 ビットの PRN がある。メッセージタイプ 31、12 の時は、その PRN は QZS の PRN の下位 6 ビットである。メッセージタイプ 47、28 の時で、その PRN が 1~32 の時は GPS の PRN である。

なお、PRN 番号のビット値がすべて"1"の場合("111111"_(B))は、有効なアルマナックデータを含まないダミーのパケットであることを示す。この時、PRN 番号に続く 22 ビットは先頭が"1"、次が"0"の繰り返しとなり、さらに続く 3 ビット(信号ヘルス:5.5.2.2.4.4 参照)は全て"1"("111"_(B))となる。また、PRN 番号のビット値が全て"0"の時("000000"_(B))、GPS においてはダミーのパケットであることを示すが、QZS-1 においてはデータが取得されていないことを示し、PRN 番号に続く 22 ビットには全て"0"が格納されている。

メッセージタイプ 37(及び 53)に含まれる Midi アルマナックデータは、ビット 149~154 に PRN がある。メッセージタイプ 37 の時はその PRN は QZS の PRN の下位 6 ビットであり、メッセージタイプ 53 の時はその PRN は GPS の PRN である(PRN 番号=1~32)。

5.5.2.2.4.4 信号ヘルス(L1/L2/L5)

メッセージタイプ 37(及び 53)のビット 155,156,157 と、メッセージタイプ 31、12(及び 47、28)の Reduced アルマナックパケットのビット 29、30、31 の3つの1ビットヘルス指数は、PRN 番号に対応した衛星の L1、L2、L5 信号に関するものである。

その意味は、5.1.2.1.3 項による。

5.5.2.2.4.5 Midi アルマナックデータの内容

メッセージタイプ 37(及び 53)は、メッセージ中に示す PRN 番号の衛星のアルマナックを提供する。

ビット長、スケールファクタ、範囲、単位については、適用文書(1)の表 30-V と同一である。ただし、QZSS の離心率は、GPS とは異なり、以下の様に基準値相対で与えられる。また軌道傾斜角について、QZSS の基準軌道傾斜角の値は以下のように GPS とは異なる。

(1) 離心率

(a) QZSS の場合: $e_a = 0.06 + e_{nav}$

(b) GPS の場合: $e_a = 0.00 + e_{nav} \cdots$ 参考(適用文書(1)による)

e_a : 実際の離心率の値

e_{nav} : 航法メッセージに含まれる離心率の値

(2) 軌道傾斜角

(a) QZSS の場合: $i_a = 0.25 + \delta i [semi-circles]$

(b) GPS の場合: $i_a = 0.30 + \delta i [semi-circles] \cdots$ 参考(適用文書(1)による)

i_a : 実際の軌道傾斜角の値

δi : 航法メッセージに含まれる基準軌道傾斜角との差の値

ユーザアルゴリズムは、6.3.6 項による。

QZS の Midi アルマナックデータは、少なくとも 6 日に1回更新される。Midi アルマナックデータの速度誤差は 30[m/s] 以下である。

5.5.2.2.4.6 Reduced アルマナックデータの内容

メッセージタイプ 31、12(及び 47、28)は、複数の Reduced アルマナックデータを含む。

Reduced アルマナックデータの値は、以下の様に基準値相対、または、固定の基準値で与えられる。

(1) 軌道長半径

(a) QZSS の場合: $A = 42,164,200[\text{m}] + \delta A$

(b) GPS の場合: $A = 26,559,710[\text{m}] + \delta A \cdots \text{参考(適用文書(1)による)}$

(2) 離心率

(a) QZSS の場合: $e = 0.075$

(b) GPS の場合: $e = 0.0 \cdots \text{参考(適用文書(1)による)}$

(3) 軌道傾斜角

(a) QZSS の場合: $i = 43 [\text{deg}]$

(b) GPS の場合: $i = 55 [\text{deg}] \cdots \text{参考(適用文書(1)による)}$

(4) 昇交点赤経の時間変化率

(a) QZSS の場合: $\dot{\Omega} = -8.7 \times 10^{-10} [\text{semi-circle/second}]$

(b) GPS の場合: $\dot{\Omega} = -2.6 \times 10^{-9} [\text{semi-circle/second}] \cdots \text{参考(適用文書(1)による)}$

(5) 暗黙の近地点引数

(a) QZSS の場合: $\omega = 270 [\text{deg}]$

(b) GPS の場合: $\omega = 0 [\text{deg}]$

ビット長、 LSB のスケールファクタ、範囲、単位については、適用文書(1)の表 30-VI と同一である。

ユーザアルゴリズムは、6.3.6 項による。

QZS の Reduced アルマナックデータは、少なくとも 3 日に 1 回更新される。Reduced アルマナックデータの速度誤差は、350[m/s] 以下である。

5.5.2.2.5 メッセージタイプ 32: 地球回転パラメータ(EOP)

地球回転パラメータはメッセージタイプ 32 に含まれる。その定義やビット長、スケールファクタ、範囲、単位、LSB、ユーザアルゴリズム等は、全て適用文書(1)の表 30-VII と同一である。

5.5.2.2.6 メッセージタイプ 33、49:UTC パラメータ

UTC パラメータはメッセージタイプ 33(及び 49)に含まれる。タイプ 33 は QZS が送信する UTC パラメータであり、GPS 時刻を UTC(NICT)に関連付けるのに必要なパラメータである。タイプ 49 は GPS データの再送信であり、GPS 時刻を UTC(USNO)に関連付けるのに必要なパラメータである。そのビット長、スケールファクタ、範囲、単位、 LSB、ユーザアルゴリズム等は、全て適用文書(1)の 30.3.3.6 項と表 30-IX と同一である。

5.5.2.2.7 メッセージタイプ 34、13、14:ディファレンシャル補正データ(DC データ)

ディファレンシャル補正データ(DC データ)はメッセージタイプ 34、13、14 に含まれる。このパラメータはユーザに、他の衛星の送信した SV クロックパラメータ、エフェメリスデータの補正項を提供する。DC データは、34 ビットの SV クロック誤差(CDC: Clock Differential Correction)補正パラメータと 92 ビットのエフェメリス誤差(EDC:Ephemeris Differential Correction)補正パラメータにパケット化されている。CDC、EDC データはペアをなしており、ユーザは同じ t_{op-D} 、 t_{OD} の CDC、EDC をペアで利用しなければならない。

メッセージタイプ 34 には、1 衛星分の CDC と EDC が含まれる。メッセージタイプ 13 には 6 衛星分の CDC データが含まれ、メッセージタイプ 14 には 2 衛星分の EDC データが含まれる。

DC データタイプが"0"は補正が CNAV データに適用されることを表し、"1"は L1C/A 信号の航法メッセージに適用されることを表す。

データパケットの内容は、適用文書(1)の 30.3.3.7 項と同一であり、表 5.5.2-10 に示す通りである。

DC データのビット配置、ビット数、スケールファクタ、範囲、単位については、適用文書(1)の表 30-X と同一である。

なお、DC データが有効な内容を含まずダミーのパケットである場合(PRN 番号="11111111"_(B))についても、データ内容は適用文書(1)の 30.3.3.7.2.3 項の規定と同一である。この場合、DC データタイプは"0"となる。

表 5.5.2-10 航法メッセージ D_{L2C} の DC データのパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
t_{op-D}	DC データの生成時刻(週内秒)	
t_{OD}	DC データの元期(週内秒)	
DC データタイプ	1:D _{L1C/A} メッセージ用、0:D _{L2C} メッセージ用	
PRN 番号	補正データを適用する PRN 番号(範囲 0~255) GPS を対象とする時は 1~32、QZSS を対象とする時は 193~197	GPSにおいては PRN 番号は 1~63 に拡張されているが、現行 MCS における QZS-1 では対応していない。
δa_{f0}	SV クロックバイアス補正項	
δa_{f1}	SV クロックドリフト補正項	
UDRA インデックス	UDRA(User Differential Range Accuracy) 指標	
$\triangle \alpha$	エフェメリスデータの α 補正項	
$\triangle \beta$	エフェメリスデータの β 補正項	
$\triangle \gamma$	エフェメリスデータの γ 補正項	
$\triangle i$	軌道傾斜角の補正項	
$\triangle \Omega$	昇交点赤経の補正項	
$\triangle A$	軌道長半径の補正項	
UDRA インデックス	UDRA レート指標	

5.5.2.2.7.1 DC データ

DC データには以下が含まれる。その運用は、3.1.2.1.3.4 項による。

(1) DC データが推定された時刻: t_{op-D}

t_{op-D} は、DC データが推定された時の時刻(週内秒)を表す。適用文書(1)の 30.3.3.7.2.1 項と同一である。

(2) DC データの元期: t_{OD}

t_{OD} は、DC データの元期(週内秒)を表す。適用文書(1)の 30.3.3.7.2.2 項と同一である。

(3) 衛星 PRN の識別

8 ビットの PRN は、DC データが適用される衛星を特定する。PRN が 1~32 の時は GPS を意味する。PRN が 193~197 の時は QZSS を意味する。なお、適用文書(1)により、GPS においては PRN 番号が 1~63 に拡張されているが、現行 MCS における QZS-1 では対応していない。

対応するビット値がすべて“1”的場合(PRN 番号 = “11111111”)、データブロックに DC データが無いことを示している。この時残りのデータは“1”, “0”的交差のビットが入る点は、適用文書(1)の 30.3.3.7.2.3 項と同一である。

(4) CDC データの使用

適用文書(1)の 30.3.3.7.1 項と同一であり、詳細は 6.3.9.2 項による。

(5) EDC データの使用

適用文書(1)の 30.3.3.7.1 項と同一であり、詳細は 6.3.9.2 項による。

5.5.2.2.7.2 DC データの精度

$UDRA_{op-D}$ 、 $UDRA-DOT$ は、SV クロックパラメータとエフェメリスデータに DC データが適用された後の測距精度を示す。

ビット配置等及びユーザアルゴリズムは、適用文書(1)の図 30-16 および 30.3.3.7.5 項と同一である。

その運用は、3.1.2.1.3.5 項による。

5.5.2.2.8 メッセージタイプ 35、51: GPS/GNSS 時刻オフセット: GGTO

メッセージタイプ 35(及び 51)は GPS 時刻を他の GNSS(QZSS、Galileo、GLONASS)時刻と合致させるパラメータである GGTO (GPS/GNSS 時刻オフセット)を含む。

ビット配置、ビット数、スケールファクタ LSB)、範囲、単位は全て適用文書(1)の図 30-8 と表 30-IX と同一である。

メッセージタイプ ID=51 の場合は GPS データの再送信である。

表 5.5.2-11 航法メッセージ D_{L2C} の GPS/GNSS 時刻オフセット(GGTO)のパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
t_{GGTO}	GGTO の参照週内秒	
WN_{GGTO}	GGTO の参照週番号	
GNSS ID	5.5.2.2.8.1 項による	GPS では GNSS ID="011" _(B) は予備
A_{0GGTO}	他の GNSS に関する GPST のバイアス項	
A_{1GGTO}	他の GNSS に関する GPST のドリフト項	
A_{2GGTO}	他の GNSS に関する GPST のドリフトレート項	

5.5.2.2.8.1 GNSS-ID

メッセージタイプ 35 のビット 155 から 157 は、GPS とのオフセットデータを適用する他の衛星測位システムを定義する。3ビットの定義は以下の通りである。

- 000=データは使用不可
- 001=Galileo
- 010=GLONASS
- 011=QZSS
- 100 から 111=予備

5.5.2.2.8.2 GPS/GNSS 時刻オフセット

GPS/GNSS 時刻オフセット(GGTO)を求めるアルゴリズムは、適用文書(1)の 30.3.3.8.2 項と同一である。

ただし、QZS の SV クロックパラメータは、既に GPST を基準にしたものであるので、QZSST と GPST との差を示すこの値はゼロであり、有効期間という概念はない。

メッセージタイプ ID=51 の場合は GPS データの再送信であり、GPS/GNSS 時刻オフセット (GGTO)の有効期間は、最短で 1 日である(適用文書(1)30.3.3.8 項参照)。

5.5.2.2.9 メッセージタイプ 15:テキストメッセージ

テキストメッセージは、メッセージタイプ 15 の 29 個の8ビットアスキーキャラクタで送信される。そのビット配置は、全て適用文書(1)の 30.3.3.9 項及び図 30-14 と同一である。

5.6 L5 信号

5.6.1 RF 特性

5.6.1.1 信号構造

5.1 節に記述した通りであり、図 5.6.1-1 に示す方式により生成される。

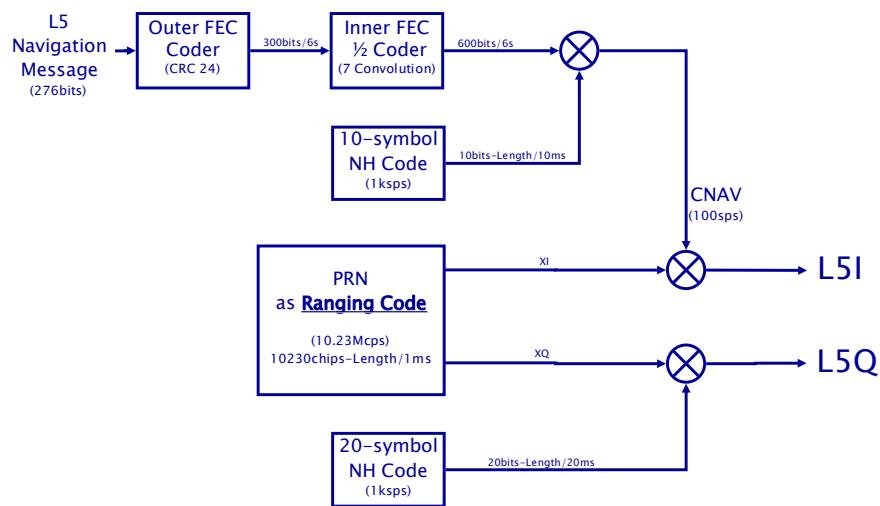


図 5.6.1-1 L5 信号の信号構造

5.6.1.2 搬送波特性

5.1 節に記述した通りである。

5.6.1.3 コード特性

5.6.1.3.1 コードの概要

適用文書(2) 3.2.1 項、3.3.2 項、6.3.4 項と同一である。ただし、PRN 番号は 5.1.1.11.1 項による。

5.6.1.3.2 非標準コード

QZSS に異常が発生した場合、ユーザが誤った信号を受信、使用しないように、ユーザ保護の観点から非標準コード(NSC)を送信する。

5.6.2 メッセージ

5.6.2.1 メッセージ構造

276 ビットのデータと 24 ビットの検査ビットの合計 300 ビットで 1 メッセージを成し、1 メッセージを 6 秒で送信するというメッセージ構造は、適用文書(2)の 20.3.2 項と同一である。

5.6.2.1.1 プリアンブル

各メッセージの先頭に付与されている 8 ビットのプリアンブルは、適用文書(2)の 20.3.3 項と同一である。

5.6.2.1.2 PRN 番号

各メッセージで、プリアンブルに続き付与されている 6 ビットの PRN 番号は、そのメッセージを送信している当該 QZS の PRN 番号の下位 6 ビットである。

5.6.2.1.3 メッセージタイプ ID

各メッセージで、PRN 番号に続き付与されている 6 ビットのメッセージタイプ ID は、そのメッセージに含まれている情報を意味する。各メッセージタイプ ID と情報との関係を表 5.6.2-1 に示し、その詳細は 5.6.2.2 項による。それぞれの情報は、最大でも表 5.6.2-2 に示す間隔毎に送信される。

複数の QZS が運用される場合は、全く異なるタイミングで、同じメッセージタイプ ID で識別されるデータを送信することも可能である。これにより、複数の QZS からの信号を受信すると、1 つの QZS のデータセット送信周期よりも短い周期で、全てのデータセットを収集することができる。

表 5.6.2-1 航法メッセージ D_{L5} のメッセージタイプ定義

メッセージタイプ ID	メッセージ内容	備考
10	ヘルス、URA、エフェメリスデータ 1	
11	エフェメリスデータ 2	
30、46	SV クロック、電離層パラメータ、ISC	46 の時は GPS の電離層パラメータの再送信である。ただし、この時は ISC の送信はしない。
31、47*	SV クロック、Reduced アルマナックデータ	47 の時は GPS の Reduced アルマナックデータの再送信である。
32	SV クロック、EOP(Earth Orientation Parameter)	
33、49	SV クロック、UTC パラメータ	49 の時は GPS の UTC パラメータの再送信である。
34	SV クロック、補正データ	必要に応じて送信する
35、51	SV クロック、GGTO (GPS/GNSS 時刻オフセット)	51 の時は GPS の GGTO の再送信である。
37、53	SV クロック、Midi アルマナックデータ	53 の時は GPS の Midi アルマナックデータの再送信である。
12*、28	Reduced アルマナックデータ	28 の時は GPS の Reduced アルマナックデータの再送信である。
13	SV クロック補正データ	必要に応じて送信する
14	エフェメリス補正データ	必要に応じて送信する
15	テキスト	必要に応じて送信する

* メッセージタイプ 12 と 47 については、それぞれメッセージタイプ 31 と 28 と同内容となるため、現行 MCS における QZS-1 では送信していない。

表 5.6.2-2 航法メッセージ D_{L5} 最大送信周期

メッセージデータ	メッセージタイプ ID	最大送信周期	備考
エフェメリスデータ	10, 11	24 秒	
SV クロック	30-35, 37, 46, 47*, 49, 51, 53	24 秒	
ISC、電離層パラメータ	30	144 秒	
電離層パラメータ (GPS の再送信)	46	*2	46 の時は ISC の再送信は行わない。
QZS の Reduced アルマナックデータ	31 or 12*	10 分	必要な全 SV の情報が送信されること
GPS の Reduced アルマナックデータ	28 or 47*	*2	必要な全 SV の情報が送信されること
QZS の Midi アルマナックデータ	37	60 分	必要な全 SV の情報が送信されること
GPS の Midi アルマナックデータ	53	*2	必要な全 SV の情報が送信されること
EOP	32	15 分	
UTC パラメータ	33	144 秒	UTC は UTC(NICT)
UTC パラメータ (GPS の再送信)	49	*2	UTC は UTC(USNO)
DC データ	34, 13, 14	15 分(*2)	DC データが有効な場合のみ
GGTO (GPS-QZSS 時刻オフセット)	35	144 秒	
GGTO (GPS-GNSS(Galileo, GLONASS) 時刻オフセット) (GPS の再送信)	51	*2	
テキスト	15	必要に応じて	

*1 メッセージタイプ 12 と 47 については、それぞれメッセージタイプ 31 と 28 と同内容となるため、現行 MCS における QZS-1 では送信していない。

*2 GPS の再送信データおよび GPS の DC データについては最大送信周期を規定しない。

5.6.2.1.4 TOW カウント

各メッセージで、メッセージタイプ ID に続いている 17 ビットの TOW (Time Of Week) カウントは、その値の 6 倍で、次のメッセージの先頭の時刻を表す。適用文書(2)の 20.3.3 項と同一である。

5.6.2.1.5 ALERT フラグ

各メッセージで、TOW カウントに続いている 1 ビットの ALERT フラグは、5.1.2.1.3 項によること。

5.6.2.1.6 FEC 及びパリティアルゴリズム

CNAV データは FEC により符号化される。アルゴリズムは適用文書(2)の 3.3.3.1.1 項による。また、300 ビットのメッセージの後方に付与されている 24 ビットのパリティが付与される。アルゴリズムは、適用文書(2)の 20.3.5 項による。

5.6.2.2 メッセージの内容

8.1.2 節に掲げた一覧を除き、そのメッセージの内容は適用文書(2)と同一である。

5.6.2.2.1 メッセージタイプ 10、11: エフェメリスデータとヘルス

5.6.2.2.1.1 メッセージタイプ 10、11: エフェメリスデータとヘルスの内容

メッセージタイプ 10 及び 11 には、表 5.6.2-3 に示すような当該衛星のエフェメリスデータ等が含まれている。その概容は、適用文書(2)の 20.3.3.1 項を参照のこと。

表 5.6.2-3 航法メッセージ D_{L5} のエフェメリスデータのパラメータ定義

タイプ	パラメータ	定義	GPS の定義との差分
10	WN _n	週番号	
10	L1/L2/L5 Health	L1、L2、L5 の各信号のヘルス	
10	t _{op}	エフェメリスデータ生成時刻(週内秒)	
10	URA _{ED} インデックス	ユーザ測距精度指標(仰角依存成分)	
10 11	t _{oe}	エフェメリスデータの元期(週内秒)	
10	△A	t _{oe} における軌道長半径と 42,164,200[m]との差	GPS では 26,559,710[m]との差を示す。
10	dot{A}	軌道長半径の変化率	
10	△n ₀	t _{oe} における平均運動計算値からの差	
10	Δdot{n}_0	平均運動計算値からの変化率	
10	M _{0-n}	t _{oe} における平均近点角	
10	e _n	離心率	QZSS では範囲を制限しない(GPS では最大 0.03 と規定されている)
10	ω _n	近地点引数	
11	Ω _{0-n}	週始めにおける昇交点経度	
11	i _{0-n}	t _{oe} における軌道傾斜角	
11	Δdot{Ω}	昇交点赤経の変化率の参考値 ^{※1} からの差分	
11	i _{0-n} -DOT	軌道傾斜角の変化率	
11	C _{is-n}	軌道傾斜角の補正量の sin 係数	
11	C _{ic-n}	軌道傾斜角の補正量の cos 係数	
11	C _{rs-n}	動径方向の補正量の sin 係数	
11	C _{rc-n}	動径方向の補正量の cos 係数	
11	C _{us-n}	緯度引数の補正量の sin 係数	
11	C _{uc-n}	緯度引数の補正量の cos 係数	

※1 昇交点赤経の変化率の参考値($Ω_{REF} = -2.6 \times 10^{-9}$ [semi-circles/second]) (GPS と同じ値)

(1) 送信週番号

メッセージタイプ 10 のビット 39 から 51 は、現在の GPS 週番号の 8192 の剰余のバイナリ表現である。適用文書(2)の 20.3.3.1.1.1 項と同一である。

(2) 信号ヘルス(L1/L2/L5)

メッセージタイプ 10 のビット 52 から 54 の3つの1ビットは当該衛星が送信している L1,L2,L5 信号のヘルスを示す。各信号のヘルスは下記で表される。L1 信号については、L1C/A 信号、L1C 信号のいずれか 1 つ、ないし複数に問題がある場合に、1 となる。

0 信号問題なし

1 信号問題ありか、利用できず

このビットは、当該衛星の現時点でのモニタ結果と比較して表される。詳細は、5.1.2.1.3 項による。

メッセージタイプ 12, 31,37 にもヘルスデータが存在する。メッセージタイプ 10 のデータは、異なる時間にアップロードを受けるため、他のメッセージの送信衛星や他の衛星のデータと異なる場合がある。

(3) エフェメリスデータが推定された時刻: t_{op}

メッセージタイプ 10 のビット 55 から 65 はエフェメリスデータが推定された時刻: t_{op} を表す。適用文書(2)の 20.3.3.1.1.3 項と同一である。

(4) ユーザ測距精度指標(仰角依存成分): URA_{ED} インデックス

メッセージタイプ 10 のビット 66~70 は、ユーザ測距精度指標の仰角に依存する成分を表す。詳細は、5.1.2.1.3.2 項による。

(5) エフェメリスデータの元期: t_{oe}

メッセージタイプ 10 のビット 71~81、及び、メッセージタイプ 11 のビット 39~49 は、エフェメリスデータの元期である。適用文書(2)の表 20-I と同一である。

(6) エフェメリスデータ

メッセージタイプ 10 の URA_{oe} インデックスに引き続き、表 5.6.2-3 に示す当該衛星のエフェメリスデータが送信される。この内、 ΔA については、 t_{oe} における軌道長半径 $A(t_{oe})$ と 42,164,200[m]との差 $\Delta A(t_{oe}) = A(t_{oe}) - 42,164,200[m]$ である。

その他については、適用文書(2)の表 20-I と同一である。

5.6.2.2.1.2 メッセージタイプ 10、11 エフェメリスデータのパラメータ特性

メッセージタイプ 10,11 のパラメータ特性(ビット数、 LSB のスケールファクタ、データの範囲、単位)については、前 5.6.2.2.1.1 項に示したものと同一である。

データの掲載順序については、適用文書(2)の図 20-1、20-2 とほぼ同一である。但し、適用文書(2)の図 20-1 では Integrity Status Flag と L2C Phasing が追加されており、現行 MCS における QZS-1 では未対応(共に"0"_(B)固定)である。

5.6.2.2.1.3 メッセージタイプ 10、11:衛星位置決定のユーザアルゴリズム

6.3.5 項による。

5.6.2.2.2 メッセージタイプ 30,31,32,33,34,35,37,46,47,49,51,53:SV クロックパラメータ

5.6.2.2.2.1 メッセージタイプ 30,31,32,33,34,35,37,46,47,49,51,53:SV クロックパラメータの内容

メッセージタイプ 30,31,32,33,34,35,37,46,47,49,51,53 の全てのメッセージタイプに、表 5.6.2-4 に示すような当該衛星の SV クロックパラメータが含まれている。その概要は、適用文書(2)の 20.3.3.2 項を参照のこと。

表 5.6.2-4 航法メッセージ D_{L5} の SV クロックパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
t_{oc}	SV クロックパラメータの元期(週内秒)	
URA_{NED0} インデックス	ユーザ測距精度指標(仰角非依存成分)	
URA_{NED1} インデックス	ユーザ測距精度変化指標(仰角非依存成分)	
URA_{NED2} インデックス	ユーザ測距精度変化率指標(仰角非依存成分)	
a_{f0-n}	SV クロックのバイアス補正項	
a_{f1-n}	SV クロックのドリフト補正項	
a_{f2-n}	SV クロックのドリフトレート補正項	

(1) SV クロックパラメータの精度指標の生成時刻: t_{op}

ビット 39~49 は SV クロックパラメータの精度指標の生成時刻(t_{op})を表す。

(2) ユーザ測距精度指標(仰角非依存成分): URA_{NED} インデックス

ビット 50~60 は、ユーザ測距精度の仰角に依存しない成分(URA_{NED})を求めるためのパラメータが入っている。詳細は、5.1.2.1.3.2 項による。

(3) SV クロックパラメータの元期: t_{oc}

ビット 61~71 は、SV クロックパラメータの元期 t_{oc} である。

(4) SV クロックパラメータ

表 5.6.2-4 に示す当該衛星の SV クロックパラメータが送信される。ユーザアルゴリズムについては、適用文書(2)の 20.3.3.2.4 項と同一であるが、定義の一部に異なるところがあり詳しくは 6.3.2 項による。

5.6.2.2.2.2 メッセージタイプ 30,31,32,33,34,35,37,46,47,49,51,53: SV クロックパラメータの特性

メッセージタイプ 30,31,32,33,34,35,37,46,47,49,51,53 のパラメータ特性(ビット数、 LSB のスケールファクタ、範囲、単位)について、前 5.6.2.2.2.1 項に示したものと同一である。

5.6.2.2.2.3 メッセージタイプ 30,31,32,33,34,35,37,46,47,49,51,53: SV クロック補正のユーザアルゴリズム

(1) ユーザ測距精度(仰角非依存成分): URA_{NED} の計算

URA_{NED} インデックスが意味する具体的なユーザ測距精度(URA_{NED})を求めるアルゴリズムは、適用文書(2)の 20.3.3.2.4 項と同一である。

URA_{NED} の運用方法については 3.1.2.1.3 項、 URA_{NED} の内容については 5.1.2.1.3 項による。

(2) SV クロックパラメータによる SV クロックオフセットの計算

L1C/A 信号と L2C 信号のコード測定によるコントロールセグメントによる推算であるため、1 波ユーザや L1 C/A 信号、L5 信号の 2 波ユーザは、SV クロック補正の式に関して追加がある。詳細は、6.3.2 項による。

5.6.2.2.3 メッセージタイプ 30、46:電離層パラメータと群遅延補正パラメータ等

メッセージタイプ 30 には、SV クロックパラメータ(5.6.2.2.2 項)に加えて、表 5.6.2-5 に示すような電離層パラメータ、及び、表 5.6.2-6 に示すような内部信号群遅延誤差補正パラメータ、表 5.6.2-7 に示すようなエフェメリス関連パラメータの情報が含まれている。その概容は、適用文書(2)の 20.3.3.3 項を参照のこと。

メッセージタイプ 46 は、GPS の電離層パラメータの再送信である。

ただし、メッセージタイプ 46 においては、QZSS からは群遅延補正パラメータを送信しないため、ユーザはこの情報(ビット 128 から 192)を使用してはならない。

表 5.6.2-5 航法メッセージ D_{L5} の電離層パラメータのパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
α_0	Klobuchar モデルの電離層パラメータ α_0	日本近傍に最適化した係数
α_1	Klobuchar モデルの電離層パラメータ α_1	日本近傍に最適化した係数
α_2	Klobuchar モデルの電離層パラメータ α_2	日本近傍に最適化した係数
α_3	Klobuchar モデルの電離層パラメータ α_3	日本近傍に最適化した係数
β_0	Klobuchar モデルの電離層パラメータ β_0	日本近傍に最適化した係数
β_1	Klobuchar モデルの電離層パラメータ β_1	日本近傍に最適化した係数
β_2	Klobuchar モデルの電離層パラメータ β_2	日本近傍に最適化した係数
β_3	Klobuchar モデルの電離層パラメータ β_3	日本近傍に最適化した係数

表 5.6.2-6 航法メッセージ D_{L5} の群遅延補正パラメータ(T_{GD}、ISC) 定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
T _{GD}	LC _{QZSS} と L1C/A の群遅延	GPS では LC _{GPS} と L1P(Y) の群遅延
ISC _{L1C/A}	N/A (放送値は 0.0)	GPS では L1P(Y)-L1C/A 間
ISC _{L2C}	L1C/A-L2C 間の群遅延	GPS では L1P(Y)-L2C 間
ISC _{L5I5}	L1C/A-L5I5 間の群遅延	GPS では L1P(Y)-L5I5 間
ISC _{I5Q5}	L1C/A-L5Q5 間の群遅延	GPS では L1P(Y)-L5Q5 間

LC_{QZSS}:QZSS の L1C/A 信号と L2C 信号の電離層フリー線形結合

LC_{GPS}:GPS の L1P(Y) と L2P(Y) の電離層フリー線形結合

表 5.6.2-7 航法メッセージ D_{L5} のエフェメリス関連パラメータのパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
WN _{OP}	エフェメリスデータの生成時刻(t _{op})における GPS 週番号	—

(1) 電離層パラメータ

L1 波、L2 波、或いは L5 波いずれかだけを使用する 1 波ユーザが、電離層遅延計算の為に電離層モデルを使用する時の電離層パラメータを表している。このパラメータは、図 4.1.5-1 に示す領域に特化してフィットするパラメータである。

1 波ユーザユーザアルゴリズムは、6.3.4 項、及び、6.3.8 項による。

このパラメータは、電離層擾乱期を除き過去 24 時間(最大)のデータを使用して、最長で 1 日に一回更新される。

ビット長、スケールファクタ、範囲、単位については、適用文書(2)の表 20-IV と同一である。

(2) L1-L5 群遅延誤差の推算

L5 信号の1波ユーザの群遅延誤差の項、 T_{GD} 、 ISC_{L5I5} 、 ISC_{L5Q5} は、メッセージタイプ 30 のビット 128 から 140、ビット 167～192 にある。、

ビット長、スケールファクタ、範囲、単位については適用文書(2)の表 20-IV と同一である。なお、各パラメータに対応するビット列が”10000000000000”_(B)の場合は当該群遅延パラメータが使用できないことを示す。

関連するアルゴリズムを 6.3.3 項、及び、6.3.4 項に示す。

5.6.2.2.4 メッセージタイプ 31、12、37、47、28、53: アルマナックデータ

QZS のアルマナックデータはメッセージタイプ 31、12 及び 37 で与えられる。このうち、Reduced アルマナックデータはメッセージタイプ 31 か 12 で、Midi アルマナックデータはメッセージタイプ 37 で与えられる。これらのメッセージタイプの PRN 番号は、QZS の PRN の下位 6 ビットを指し示す。

また、他の衛星測位システムのアルマナックデータは、メッセージタイプ 47、28 及び 53 で与えられる。このうち、Reduced アルマナックデータはメッセージタイプ 47 か 28 で、Midi アルマナックデータはメッセージタイプ 53 で与えられる。これらのメッセージタイプの PRN 番号は、1～32 が GPS の PRN を指し示す。なお、GPSにおいて、PRN 番号は 1～63 に拡張されているが、現行 MCS における QZS-1 では対応していない。

一つの衛星から送信される Reduced アルマナックデータの送信周期は、Midi アルマナックデータより短い。

表 5.6.2-8 航法メッセージ D_{L5} の Midi アルマナックデータのパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
WN _{a-n}	Midi アルマナックデータの生成時の GPS 週番号	
t _{oa}	Midi アルマナックデータの元期(週内秒)	
PRN 番号	メッセージタイプ番号が 37 の時は QZS で、対象となる衛星の PRN 番号の 193 に対するオフセット値。 メッセージタイプ番号が 53 の時は GPS で、PRN の値(PRN 番号=1~32)。	GPSにおいて、PRN 番号は 1~63 に拡張されているが、現行 MCS における QZS-1 では対応していない。
L1/L2/L5 Health	L1、L2、L5 の各信号のヘルス	
e	離心率(基準離心率 0.06との差)	GPS では離心率の値そのもの(基準離心率 0との差)
Δi	基準軌道傾斜角との差 (0.25[semi-circles]=45[deg]との差)	GPS では基準軌道傾斜角 (0.3[semi-circles]=54[deg])との差
Ω̇	昇交点赤経の変化率	
√A	軌道長半径の平方根	
Ω ₀	週始めにおける昇交点経度	
ω	近地点引数	
M ₀	平均近点角	
a _{r0}	SV クロックのバイアス項	
a _{f1}	SV クロックのドリフト項	

表 5.6.2-9 航法メッセージ D_{L5} の Reduced アルマナックデータのパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
WN _{a-n}	Reduced アルマナックデータの生成時の GPS 週番号	
t _{oa}	Reduced アルマナックデータの元期(週内秒)	
PRN 番号	メッセージタイプ番号が 31、12 の時は QZS で、対象となる衛星の PRN 番号の 193 に対するオフセット値。 メッセージタイプ番号が 47、28 の時は GPS で、PRN の値(PRN 番号=1~32)。	GPSにおいて、PRN 番号は 1~63 に拡張されているが、現行 MCS における QZS-1 では対応していない。
δ A	ノミナル軌道長半径との差 QZS では 42,164,200[m]との差を示す	GPS では 26,559,710[m]との差を示す。
Ω ₀	週始めにおける昇交点経度	
Φ ₀	緯度引数(=M ₀ + ω)	QZSS では ω=270[deg]を前提とする。
L1/L2/L5 Health	L1、L2、L5 の各信号のヘルス	
(e)	暗黙の離心率(QZS では 0.075 とする) (上記パラメータの前提条件)	GPS では 0
(δ i)	0.25[semi-circles]との差である -0.0111 [semi-circles]固定 (上記パラメータの前提条件)	GPS では 0.3[semi-circles]との差である +0.0056[semi-circles]固定
(ω)	暗黙の近地点引数 (QZS では 270[deg]とする) (上記パラメータの前提条件)	GPS では 0[deg]

5.6.2.2.4.1 アルマナック基準週番号

メッセージタイプ 12(及び 28)のビット 39 から 51 と、メッセージタイプ 31、37(及び 47、53)のビット 128 から 140 は、アルマナック基準時刻(t_{oa})の基準となる週番号(WN_{a-n})を示す。

WN_{a-n} は 13 ビットからなり、 t_{oa} の基準となる GPS 週番号(6.3.6 項)のモジュロ 8192 で表されている。

5.6.2.2.4.2 アルマナック基準時刻

メッセージタイプ 12(及び 28)のビット 52 から 59 と、メッセージタイプ 31、37(及び 47、53)のビット 141 から 148 は、アルマナック基準時刻(t_{oa})を示す。

5.6.2.2.4.3 PRN 番号

メッセージタイプ 31、12(及び 47、28)に含まれる 31 ビットの Reduced アルマナックデータは、その先頭に 6 ビットの PRN がある。

メッセージタイプ 31、12 の時はその PRN は QZS の PRN の下位 6 ビットである。メッセージタイプ 47、28 の時でその PRN が 1~32 は GPS の PRN である。

なお、PRN 番号のビット値がすべて 1 の場合("111111"_(B))は、有効なアルマナックデータを含まないダミーのパケットであることを示す。この時、PRN 番号に続く 22 ビットは先頭が "1"、次が "0" の繰り返しとなり、さらに続く 3 ビット(信号ヘルス:5.6.2.2.4.4 参照)は全て "1"("111"_(B))となる。また、PRN 番号のビット値が全て "0" の時("000000"_(B))、GPS においてはダミーのパケットであることを示すが、QZS-1 においてはデータが取得されていないことを示し、PRN 番号に続く 22 ビットには全て "0" が格納されている。

メッセージタイプ 37(及び 53)に含まれる Midi アルマナックデータは、ビット 149~154 に PRN がある。メッセージタイプ 37 の時はその PRN は QZS の PRN の下位 6 ビットであり、メッセージタイプ 53 の時はその PRN は GPS の PRN である(PRN 番号=1~32)。

5.6.2.2.4.4 信号ヘルス(L1/L2/L5)

メッセージタイプ 37(及び 53)のビット 155,156,157 と、メッセージタイプ 31、12(及び 28)の Reduced アルマナックパケットのビット 29、30、31 の 3 つの 1 ビットヘルス指数は、PRN 番号に対応した衛星の L1、L2、L5 信号に関するものである。

その意味は、5.1.2.1.3 項による。

5.6.2.2.4.5 Midi アルマナックデータの内容

メッセージタイプ 37(及び 53)は、メッセージ中に示す PRN 番号の衛星のアルマナックを提供する。

ビット長、スケールファクタ、範囲、単位については、適用文書(2)の表 20-V と同一である。ただし、QZS の離心率は、GPS とは異なり、以下の様に基準値相対で与えられる。また軌道傾斜角について、QZSS の基準軌道傾斜角の値は以下のように GPS とは異なる。

(1) 離心率

(a) QZSS の場合: $e_a = 0.06 + e_{nav}$

(b) GPS の場合: $e_a = 0.00 + e_{nav} \cdots$ 参考(適用文書(2)参照)

e_a : 実際の離心率の値

e_{nav} : 航法メッセージに含まれる離心率の値

(2) 軌道傾斜角

(a) QZSS の場合: $i_a = 0.25 + \delta i [semi-circles]$

(b) GPS 場合: $i_a = 0.30 + \delta i [semi-circles] \cdots$ 参考(適用文書(2)参照)

i_a : 実際の軌道傾斜角の値

δi : 航法メッセージに含まれる基準軌道傾斜角との差の値

ユーザアルゴリズムは、6.3.6 項による。

QZS の Midi アルマナックデータは、少なくとも 6 日に1回更新される。Midi アルマナックデータの速度誤差は、30[m/s]以下である。

5.6.2.2.4.6 Reduced アルマナックデータの内容

メッセージタイプ 31、12(及び 47、28)は、複数の Reduced アルマナックデータを含む。

Reduced アルマナックデータの値は、以下の様に基準値相対、または、固定の基準値で与えられる。

(1) 軌道長半径

(a) QZSS の場合: $A = 42,164,200[\text{m}] + \delta A$

(b) GPS の場合: $A = 26,559,710[\text{m}] + \delta A \cdots \text{参考(適用文書(2)参照)}$

(2) 離心率

(a) QZSS の場合: $e = 0.075$

(b) GPS の場合: $e = 0.0 \cdots \text{参考(適用文書(2)参照)}$

(3) 軌道傾斜角

(a) QZSS の場合: $i = 43 [\text{deg}]$

(b) GPS の場合: $i = 55 [\text{deg}] \cdots \text{参考(適用文書(2)参照)}$

(4) 昇交点赤経の時間変化率

(a) QZSS の場合: $\dot{\Omega} = -8.7 \times 10^{-10} [\text{semi-circle/se cond}]$

(b) GPS の場合: $\dot{\Omega} = -2.6 \times 10^{-9} [\text{semi-circle/se cond}] \cdots \text{参考(適用文書(2)参照)}$

(5) 暗黙の近地点引数

(a) QZSS の場合: $\omega = 270 [\text{deg}]$

(b) GPS の場合: $\omega = 0 [\text{deg}]$

ビット長、 LSB のスケールファクタ、範囲、単位については、適用文書(2)の表 20-VI と同一である。

ユーザアルゴリズムは、6.3.6 項による。

QZS の Reduced アルマナックデータは、少なくとも 3 日に1回更新される。Reduced アルマナックデータの速度誤差は、350[m/s]以下である。

5.6.2.2.5 メッセージタイプ 32: 地球回転パラメータ(EOP)

地球回転パラメータはメッセージタイプ 32 に含まれる。その定義やビット長、スケールファクタ、範囲、単位、LSB、ユーザアルゴリズム等は、全て適用文書(2)の 20.3.3.5 項と同一である。

5.6.2.2.6 メッセージタイプ 33、49:UTC パラメータ

UTC パラメータはメッセージタイプ 33(及び 49)に含まれる。タイプ 33 は QZS が送信する UTC パラメータはであり、GPS 時刻を UTC(NICT)に関連付けるのに必要なパラメータである。タイプ 49 は GPS データの再送信であり、GPS 時刻を UTC(USNO)に関連付けるのに必要なパラメータである。そのビット長、スケールファクタ、範囲、単位、 LSB、ユーザアルゴリズム等は、全て適用文書(2)の 20.3.3.6 項と同一である。

5.6.2.2.7 メッセージタイプ 34、13、14:ディファレンシャル補正データ(DC データ)

ディファレンシャル補正データ(DC データ)はメッセージタイプ 34、13、14 に含まれる。このパラメータはユーザに、他の衛星の送信した SV クロックパラメータ、エフェメリスデータの補正項を提供する。DC データは、34 ビットの SV クロック誤差(CDC: Clock Differential Correction)補正パラメータと 92 ビットのエフェメリス誤差(EDC:Ephemeris Differential Correction)補正パラメータにパケット化されている。CDC、EDC データはペアをなしており、ユーザは同じ t_{op-D} 、 t_{OD} の CDC、EDC をペアで利用しなければならない。

メッセージタイプ 34 には、1 衛星分の CDC と EDC が含まれる。メッセージタイプ 13 には 6 衛星分の CDC データが含まれ、メッセージタイプ 14 には 2 衛星分の EDC データが含まれる。

DC データタイプが"0"は補正が CNAV データに適用されることを表し、"1"は L1C/A 信号の航法メッセージに適用されることを表す。

データパケットの内容は、適用文書(2)の 20.3.3.7 項と同一であり、表 5.6.2-10 に示す通りである。

DC データのビット配置、ビット数、スケールファクタ、範囲、単位については、適用文書(2)の図 20-17 および表 20-X と同一である。

なお、DC データが有効な内容を含まずダミーのパケットである場合(PRN 番号="11111111"_(B))についても、データ内容は適用文書(2)の 20.3.3.7.2.3 項の規定と同一である。この場合、DC データタイプは"0"となる。

表 5.6.2-10 航法メッセージ D_{L5} の DC データのパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
t_{op-D}	DC データの生成時刻(週内秒)	
t_{OD}	DC データの元期(週内秒)	
DC データタイプ	1:D _{L1C/A} メッセージ用、0:D _{L5} メッセージ用	
PRN 番号	補正データを適用するPRN番号(範囲0~255) GPSを対象とする時は1~32、QZSSを対象とする時は193~197	GPSにおいてはPRN番号が1~63に拡張されているが、現行MCSにおけるQZS-1では対応していない。
δa_{f0}	SVクロックバイアス補正項	
δa_{f1}	SVクロックドリフト補正項	
UDRA インデックス	UDRA(User Differential Range Accuracy)指標	
$\Delta \alpha$	エフェメリスデータの α 補正項	
$\Delta \beta$	エフェメリスデータの β 補正項	
$\Delta \gamma$	エフェメリスデータの γ 補正項	
Δi	軌道傾斜角の補正項	
$\Delta \Omega$	昇交点赤経の補正項	
ΔA	軌道長半径の補正項	
UDRA インデックス	UDRA レート指標	

5.6.2.2.7.1 DC データ

DC データには以下が含まれる。その運用は、3.1.2.1.3.4 項による。

(1) DC データが推定された時刻: t_{op-D}

t_{op-D} は、DC データが推定された時の時刻(週内秒)を表す。適用文書(2)の 20.3.3.7.2.1 項と同一である。

(2) DC データの元期: t_{OD}

t_{OD} は、DC データの元期(週内秒)を表す。適用文書(2)の 20.3.3.7.2.2 項と同一である。

(3) 衛星 PRN の識別

8ビットの PRN は、DC データが適用される衛星を特定する。PRN が 1~32 の時は GPS を意味する。PRN が 193~197 の時は QZSS を意味する。なお、適用文書(2)により、GPSにおいては PRN 番号は 1~63 に拡張されているが、現行MCSにおけるQZS-1では対応していない。

対応するビット値がすべて"1"の場合(PRN 番号="11111111")、データブロックに DC データが無いことを示している。この時残りのデータは"1", "0"の交互のビットが入る点は、適用文書(2)の 20.3.3.7.2.3 項と同一である。

(4) CDC データの使用

適用文書(2)の 20.3.3.7 項と同一であり、詳細は 6.3.9.2 項による。

(5) EDC データの使用

適用文書(2)の 20.3.3.7 項と同一であり、詳細は 6.3.9.2 項による。

5.6.2.2.7.2 DC データの精度

$UDRA_{op-D}$ 、 $UDRA-DOT$ は、SV クロックパラメータとエフェメリスデータに DC データが適用された後の測距精度を示す。

ビット配置等及びユーザアルゴリズムは、適用文書(2)の 20.3.3.7.5 項と同一である。

その運用は、3.1.2.1.3.5 項による。

5.6.2.2.8 メッセージタイプ 35、51: GPS/GNSS 時刻オフセット:GGTO

メッセージタイプ 35(及び 51) は GPS 時刻を他の GNSS(QZSS、Galileo、GLONASS) 時刻と合致させるパラメータである GGTO (GPS/GNSS 時刻オフセット) を含む。

ビット配置、ビット数、スケールファクタ LSB 、範囲、単位は全て適用文書(2)の表 20-XI と同一である。

メッセージタイプ ID=51 の場合は GPS データの再送信である。

表 5.6.2-11 航法メッセージ D_{L5} の GPS/GNSS 時刻オフセット(GGTO)のパラメータ定義

パラメータ	定義	GPS の定義との差分
t_{GGTO}	GGTO の参照週内秒	
WN_{GGTO}	GGTO の参照週番号	
GNSS ID	5.6.2.2.8.1 項による	GPS では GNSS ID="011" _(B) は予備
A_{0GGTO}	他の GNSS に関する GPST のバイアス項	
A_{1GGTO}	他の GNSS に関する GPST のドリフト項	
A_{2GGTO}	他の GNSS に関する GPST のドリフトレート項	

5.6.2.2.8.1 GNSS-ID

メッセージタイプ 35 のビット 155 から 157 は、GPS とのオフセットデータを適用する他の衛星測位システムを定義する。3ビットの定義は以下の通りである。

000=データは使用不可
 001=Galileo
 010=GLONASS
 011=QZSS
 100 から 111=予備

5.6.2.2.8.2 GPS/GNSS 時刻オフセット

GPS/GNSS 時刻オフセット(GGTO)を求めるアルゴリズムは、適用文書(2)の 20.3.3.8 項と同一である。

ただし、QZS の SV クロックパラメータは、既に GPST を基準にしたものであるので、QZSST と GPST との差を示すこの値はゼロであり、有効期間という概念はない。

メッセージタイプ ID=51 の場合は GPS データの再送信であり、GPS/GNSS 時刻オフセット (GGTO)の有効期間は、最短で 1 日である。

5.6.2.2.9 メッセージタイプ 15:テキストメッセージ

テキストメッセージは、メッセージタイプ 15 の 29 個の8ビットアスキーキャラクタで送信される。そのビット配置は、全て適用文書(2)の 20.3.3.9 項および図 20-14 と同一である。

5.7 LEX 信号

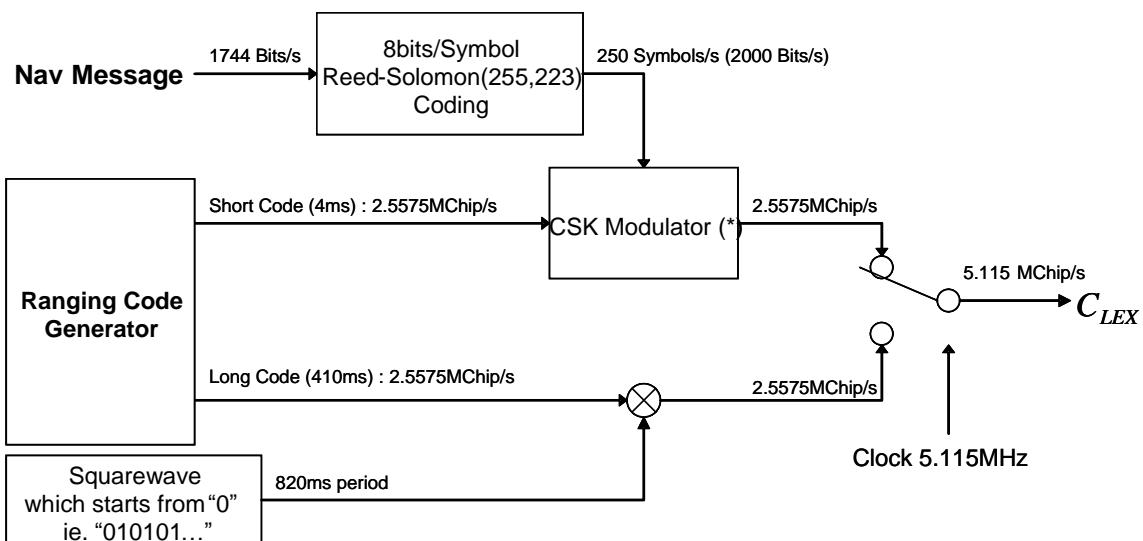
5.7.1 RF 信号特性

5.7.1.1 信号構造

5.1 節に記述した通り、LEX 信号は BPSK(5)で変調される。

LEX 信号のベースバンド信号 C_{LEX} は図 5.7.1-1 に示されるように、リードソロモン符号化された航法メッセージによりコードシフトキーイング(CSK:Code Shift Keying)変調された PRN ショートコードと、周期 820[ms]の 0 から始まる矩形波("010101...")で変調された PRN ロングコードがチップ毎に時間的に交互に選択され生成される、チッピングレート 5.115[MChip/s]の信号である。

CSK 変調は図 5.7.1-1 に定義されるように、航法メッセージデータを 8 ビット毎に切り出してその値だけ、PRN コードのコード位相をシフトさせるものである。



(*) **Definition of Code shift Keying (CSK) Modulation**

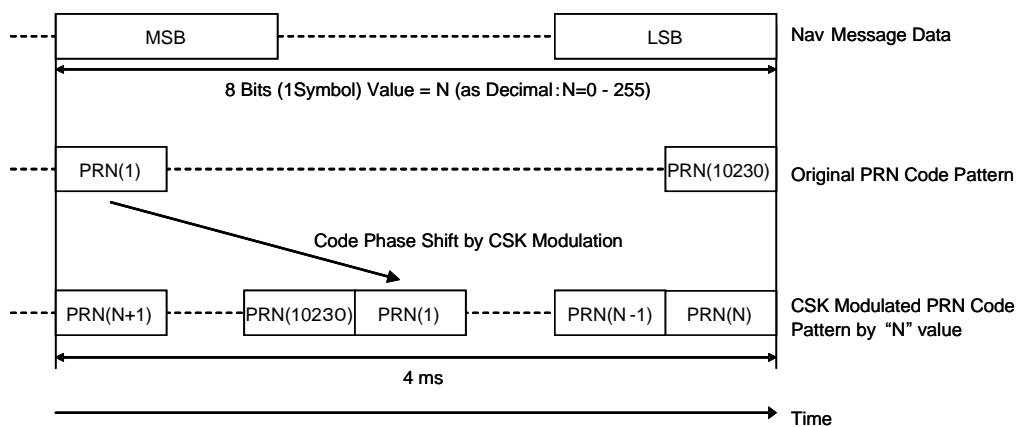


図 5.7.1-1 LEX 信号構造

5.7.1.2 搬送波特性

5.1 節に記述した通りである。

5.7.1.3 コード特性

5.7.1.3.1 コードの概要

LEX 信号用コードは図 5.7.1-2 に示すように、周期 4[ms] の 10,230 チップ長の Kasami 系列ショートコード(2.5575[MChip/s])と、周期 410[ms] の 1,048,575 チップ長の Kasami 系列ロングコード(2.5575[MChip/s])とする。

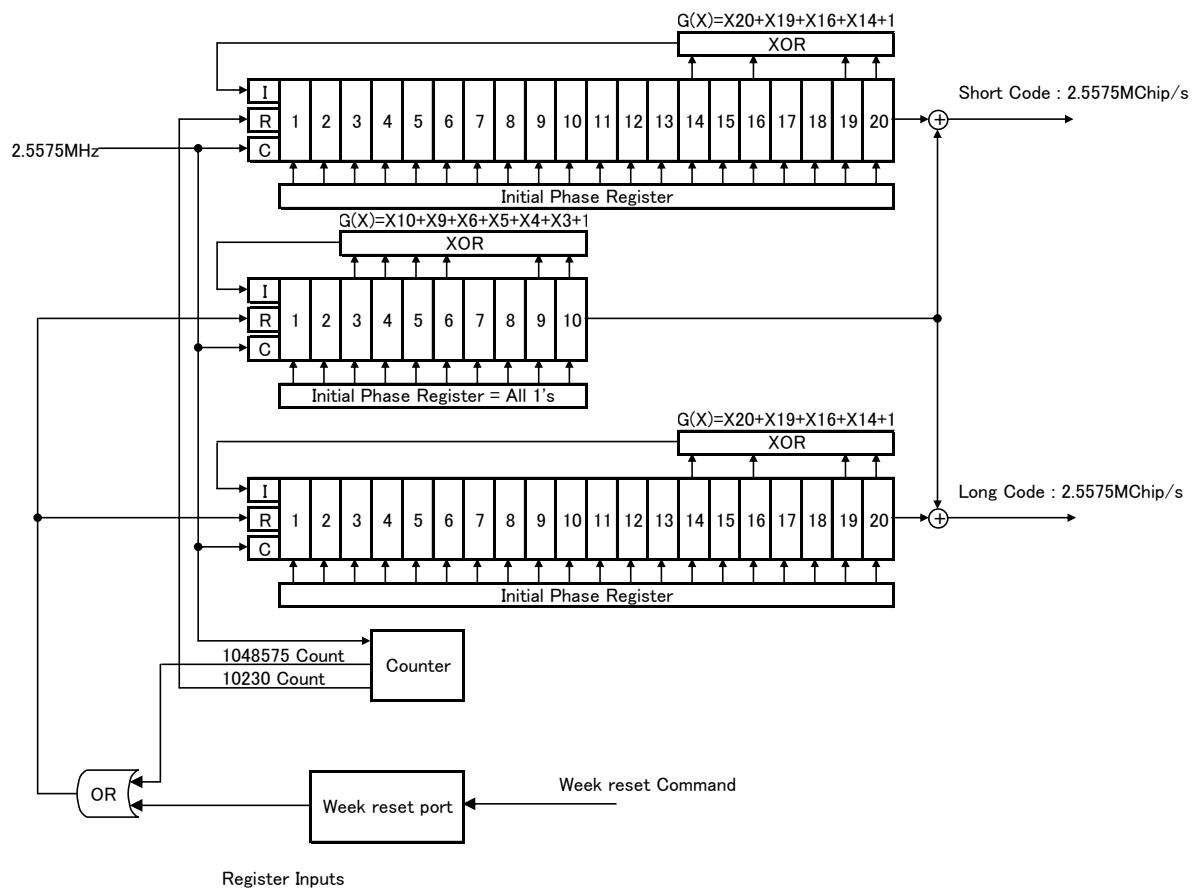


図 5.7.1-2 LEX 信号コードの生成ブロック図

5.7.1.3.2 コードの生成

ショートコードとロングコードの2つのコードパターンはそれぞれに20ビットステージのコード生成器を1つずつ用意し、それぞれのコード生成器に対する初期値の設定で、衛星番号(PRN番号)を識別する。

QZS衛星番号に対応した初期値は表 5.7.1-1 に示す通りとする。

それぞれのコード生成器の初期化周期は、ショートコード生成器が 4[ms]、ロングコード生成器が 410[ms]である。さらにロングコード生成器は週の終わり/始まりにおいても初期化される。LEXショートコード、ロングコードに関わるタイミング関係は図 5.7.1-3 による。

なお、PRN番号は 5.1.1.11.2 項による。

表 5.7.1-1 LEX 信号コードの生成パラメータ

QZS 衛星番号	PRN 番号	初期値	
		Short (Octal)	Long (Octal)
1	193	0255021	0000304
2	194	0327455	0237663
3	195	0531421	0467237
4	196	0615350	0550370
5	197	0635477	1703243

最初の桁は、2桁のみ有効(最上位はゼロ)

例:3742246の場合、バイナリでは、「11 111 100 010 010 100 110」の20ビット

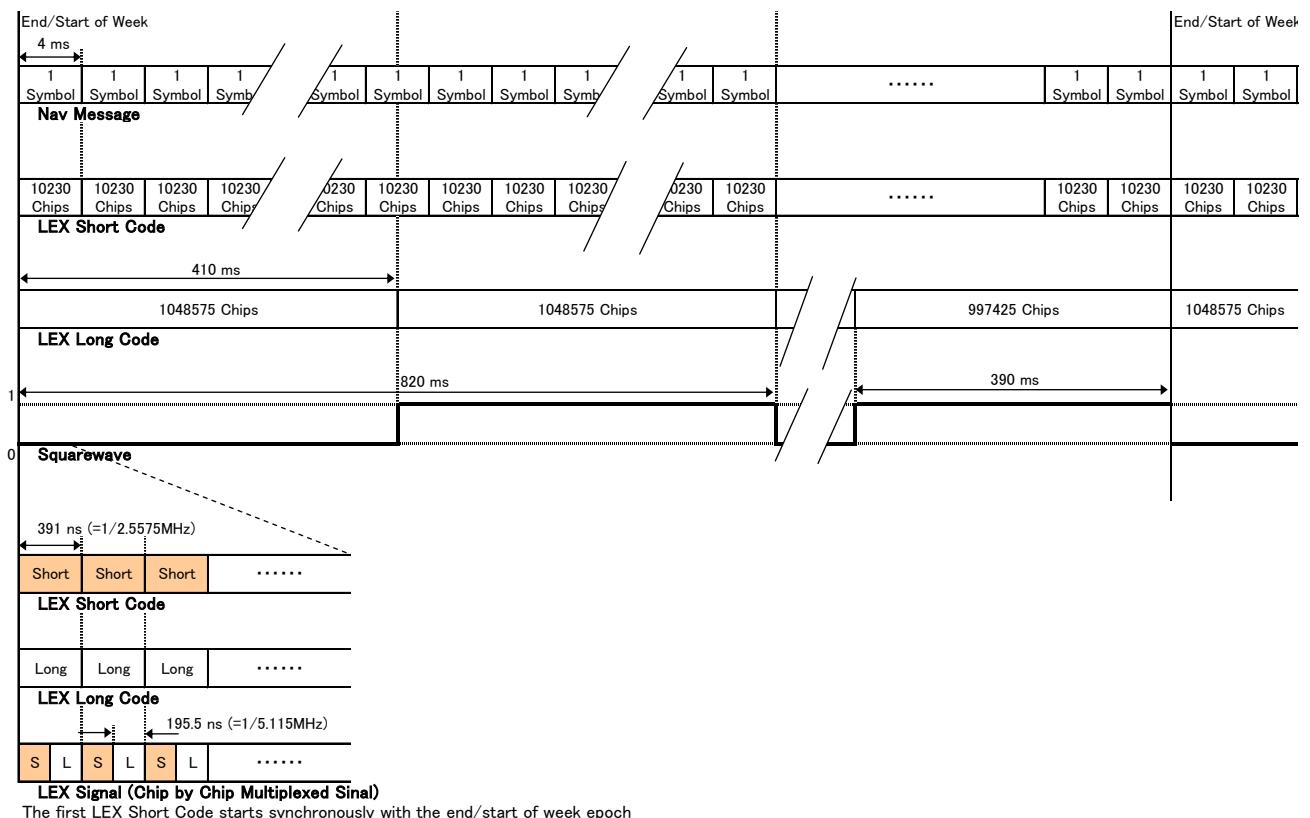


図 5.7.1-3 LEX 信号のタイミング関係図

5.7.1.3.3 非標準コード

QZSS に異常が発生した場合、ユーザが誤った信号を受信、使用しないように、ユーザ保護の観点から非標準コード(NSC)を送信する。

5.7.2 メッセージ

5.7.2.1 メッセージ構造

図 5.7.2-1 に示すように LEX メッセージは、49 ビットのヘッダ、1695 ビットのデータ部と 256 ビットのリードソロモン符号の合計 2000 ビットで 1 メッセージを成し、1 メッセージを 1 秒で送信するという基本構造を持つ。

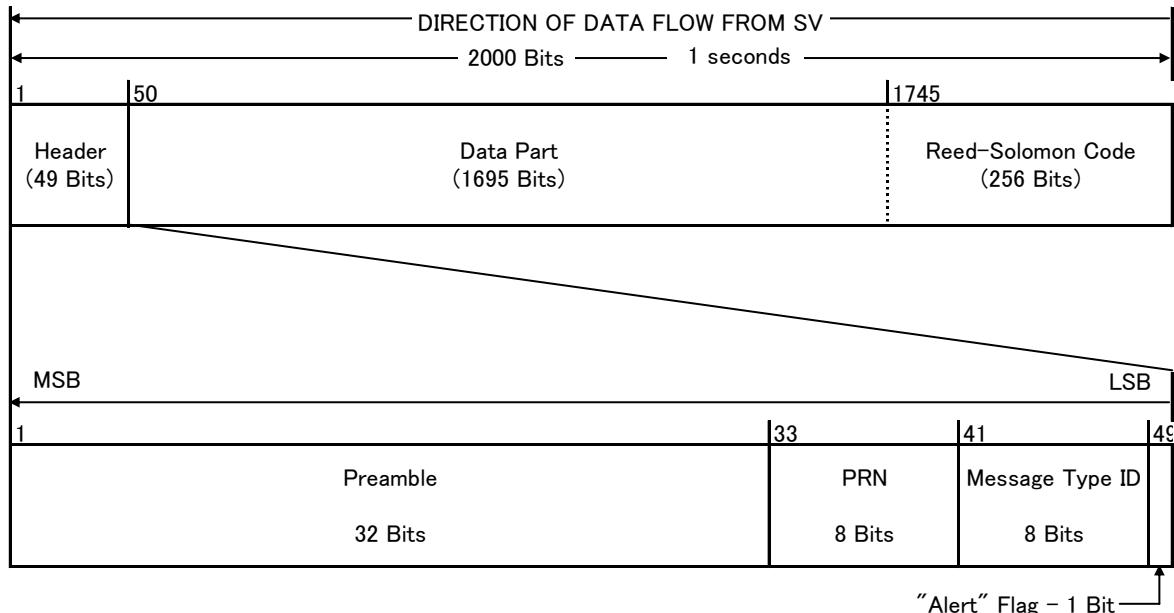


図 5.7.2-1 LEX メッセージ構造

5.7.2.1.1 プリアンブル

各メッセージの先頭に以下に示す 32 ビットのプリアンブルが付与される。

0001101011001111111110000011101

5.7.2.1.2 PRN 番号

各メッセージで、プリアンブルに続き付与される 8 ビットの PRN 番号は、そのメッセージを送信している当該衛星の PRN 番号である。PRN 番号が 1~32 の時は GPS 衛星、193~197 の時は QZS を意味する。なお、適用文書(1),(2),(3)によると、GPS の PRN 番号が 1~63 まで拡張されているが、現行 MCS における QZS-1 では対応していない。

5.7.2.1.3 メッセージタイプ ID

各メッセージで PRN 番号に続き付与される 8 ビットのメッセージタイプ ID は、そのフレームに含まれている情報を意味する。各メッセージタイプ ID と情報との関係を表 5.7.2-1 に示す。

表 5.7.2-1 メッセージタイプ定義

メッセージタイプ	メッセージ内容			備考
0 番台	予備(システム使用)			
10 番台	JAXA 実験用			
10	10	信号ヘルス(35 衛星分) エフェメリスデータ&SV クロック(3 衛星分)	対象とする衛星の PRN 番号は、下記の通り GPS 衛星:1~32 QZS :193~195	対象とする衛星の PRN 番号は、下記の通り GPS 衛星:1~32 QZS :193~195
	11	信号ヘルス(35 衛星分) エフェメリスデータ&SV クロック(2 衛星分) 電離層遅延補正情報		
	12	軌道とクロックの補正情報 URA、衛星コードバイアス	MADOCA 曆 詳細は T.B.D.	
	13~19	予備		
20	国土地理院実験用			
21~155	実験用			JAXA および国土地理院、民間利用実証以外の実験用
156~255	利用実証実験用			測位補強に関わる民間の利用 実証実験に活用

5.7.2.1.4 アラートフラグ

各メッセージでメッセージタイプ ID に続き付与される 1 ビットのアラートフラグは、当該衛星 LEX 信号の信号強度やデータフォーマットの健全性を示すものである。

ただし、メッセージタイプ 20 の国土地理院実験においては、データ部がレコードの先頭であるかどうかを表す継続フラグとして、このビットを使用する。このビットが"1"の場合データ部はレコードの先頭を含み、"0"の場合レコードの先頭を含まない(前メッセージからの継続)。

5.7.2.1.5 FEC 符号化アルゴリズム

プリアンブル、PRN、メッセージタイプ ID、アラートフラグ及びデータ部の 1744 ビットについて、8 ビットを 1 シンボルとしたリードソロモン(255,223)符号化を行う(詳細は 6.5.1 参照)。

218 シンボル(1744 ビット)の情報ビット列に 32 シンボル(256 ビット)のリードソロモン(RS: Reed-Solomon)符号を付与するため、ヘッダ内の先頭 4 シンボル(32 ビット)のプリアンブルを除く 214 シンボル(1712 ビット)の情報ビット列の先頭に 9 シンボル(72 ビット)のゼロ"0"シンボルを挿入する。ゼロシンボルを挿入された 223 シンボル(1784 ビット)の情報ビット列を RS(255,223) 符号化して 32 シンボル(256 ビット)のパリティシンボルを生成し、プリアンブルを含む元の 218 シンボル(1744 ビット)の情報ビット列に生成したパリティシンボルを付加した 250 シンボル(2000 ビット)を放送する(図 5.7.2-2 参照)。

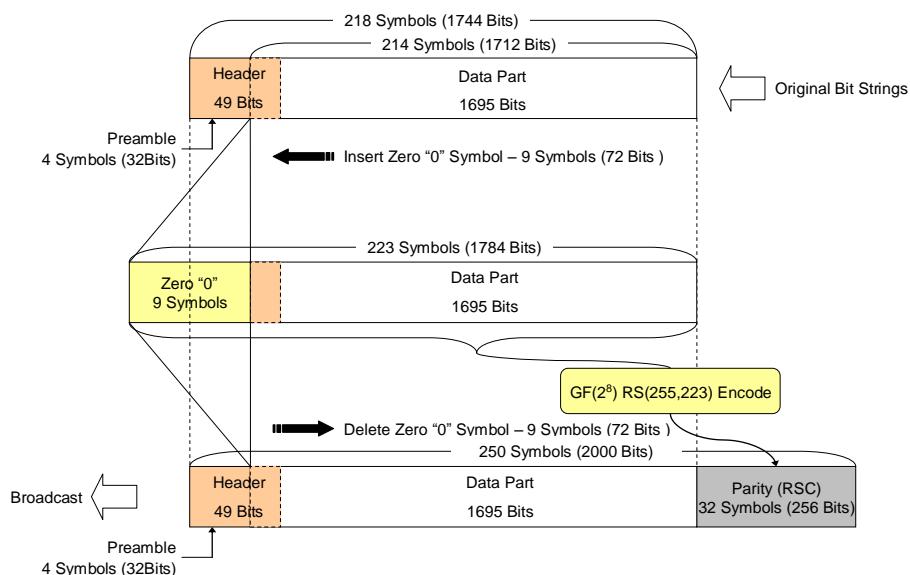


図 5.7.2-2 リードソロモン符号化

5.7.2.2 メッセージの内容

5.7.2.2.1 メッセージタイプ 10, 11

メッセージタイプ 10,11 は JAXA 実験用メッセージである。

メッセージタイプ 10 のデータ部 1695 ビットには図 5.7.2-3 に示すように信号ヘルスとエフェメリステータ&SV クロックが含まれる。

メッセージタイプ 11 のデータ部 1695 ビットには図 5.7.2-4 に示すように信号ヘルスとエフェメリステータ&SV クロック、電離層遅延補正情報が含まれる。

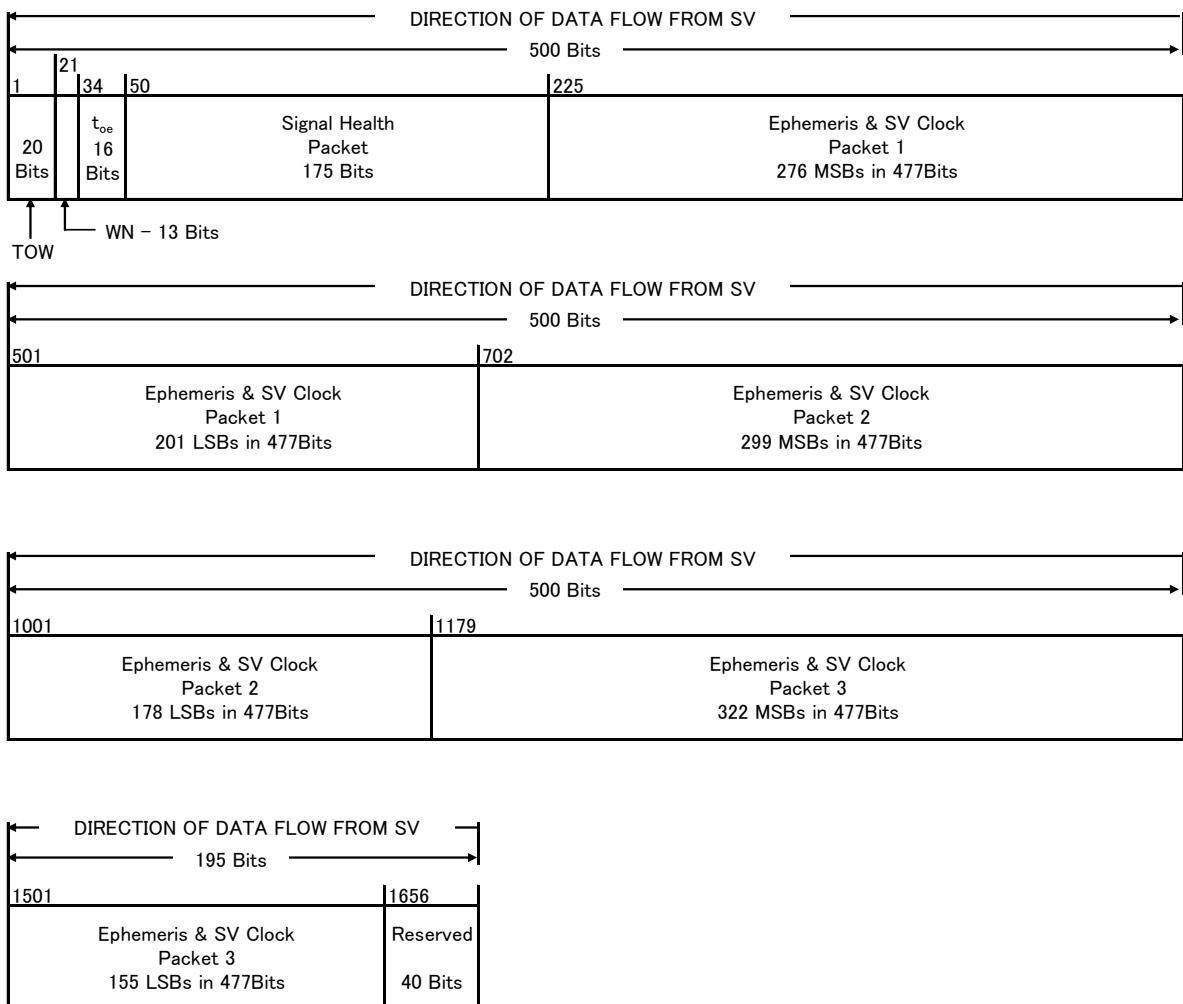


図 5.7.2-3 メッセージタイプ 10 – 信号ヘルス、エフェメリスデータ&SV クロック

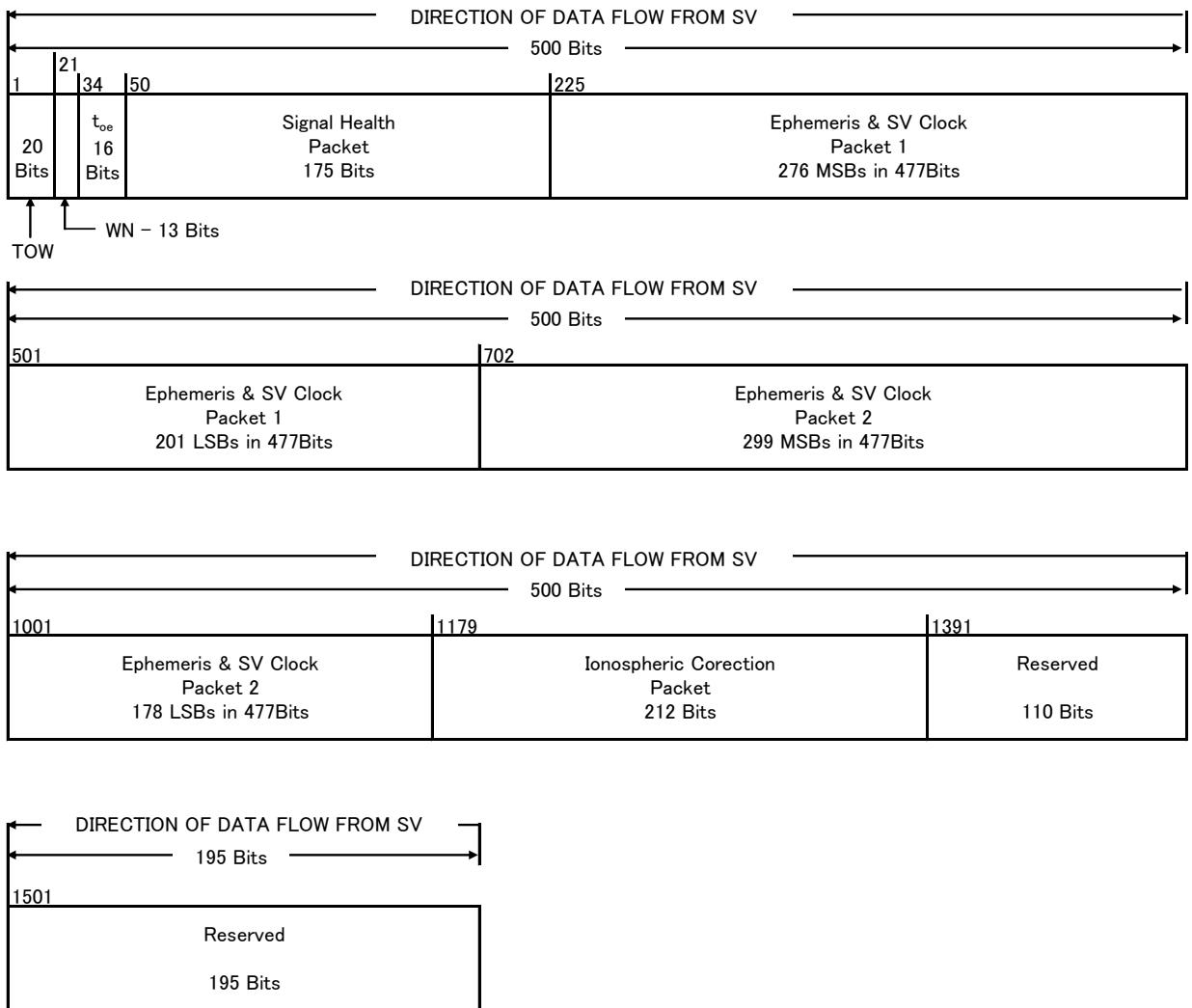


図 5.7.2-4 メッセージタイプ 11 - 信号ヘルス、エフェメリスデータ&SV クロック及び電離層補正

5.7.2.2.1.1 メッセージタイプ 10、11 の内容

(1) TOW カウント

メッセージタイプ 10、11 のデータ部の先頭に付与される 20 ビットの TOW (Time Of Week) カウントは、その値で次の 1 秒メッセージの先頭の時刻を週内秒で表す。

有効範囲は 0 から 604799 であり、週の最後のメッセージに含まれる TOW は 0、週の最初のメッセージに含まれる TOW は 1 である。

(2) 送信週番号:WN

メッセージタイプ 10、11 のデータ部ビット 21 から 33 に付与される 13 ビットは当該メッセージの開始時点における GPS 週番号の 8192 の剰余のバイナリ表現である。

(3) エフェメリスデータ及び SV クロックパラメータの元期: t_{oe}

メッセージタイプ 10、11 のデータ部ビット 34 から 49 に付与される 16 ビットは当該メッセージに格納されているエフェメリスデータ及び SV クロックパラメータの元期である。

(4) 信号ヘルス

メッセージタイプ 10、11 のデータ部ビット 50 から 224 は信号ヘルスパケットであり、図 5.7.2-5 に示されるように、QZS 3 機(PRN 番号: 193～195)及び GPS 32 機(PRN 番号: 1～32)の信号ヘルスを一括して放送する。

5 ビットで表される QZS 及び GPS 衛星の信号ヘルスは、5 つの 1 ビット信号ヘルスで構成され、上位ビットから L1,L2,L5,L1C,LEX 信号のヘルスを示す。

L1,L2,L5,L1C 信号の 1 ビット信号ヘルスは当該衛星の当該信号に問題がある場合に、"1" となり、この場合、当該衛星の当該信号の擬似距離を測位演算に利用してはならない。

LEX 信号の 1 ビット信号ヘルスは QZS が放送する当該衛星のエフェメリスデータ及び SV クロックパラメータに問題がある場合に "1" となり、この場合、LEX メッセージを利用した測位演算に当該衛星を利用してはならない。

0 信号問題なし

1 信号問題ありか、この情報は利用できない

(5) エフェメリスデータ&SV クロックパケット

メッセージタイプ 10 のデータ部ビット 225 から 701、ビット 702 から 1178 及びビット 1179 から 1655、メッセージタイプ 11 のデータ部のビット 225 から 701 及びビット 702 から 1178 はエフェメリスデータ&SV クロックパケットである。

1 つのエフェメリスデータ&SV クロックパケットに 1 衛星分の衛星 ID(SV ID)、精度指標(URA インデックス)、エフェメリスデータ、SV クロック及び群遅延補正パラメータが格納される。詳細は 5.7.2.2.1.2 項による。

(6) 電離層補正パラメータパケット

メッセージタイプ 11 のデータ部ビット 1179 から 1390 は電離層補正パケットである。詳細は 5.7.2.2.1.3 項による。

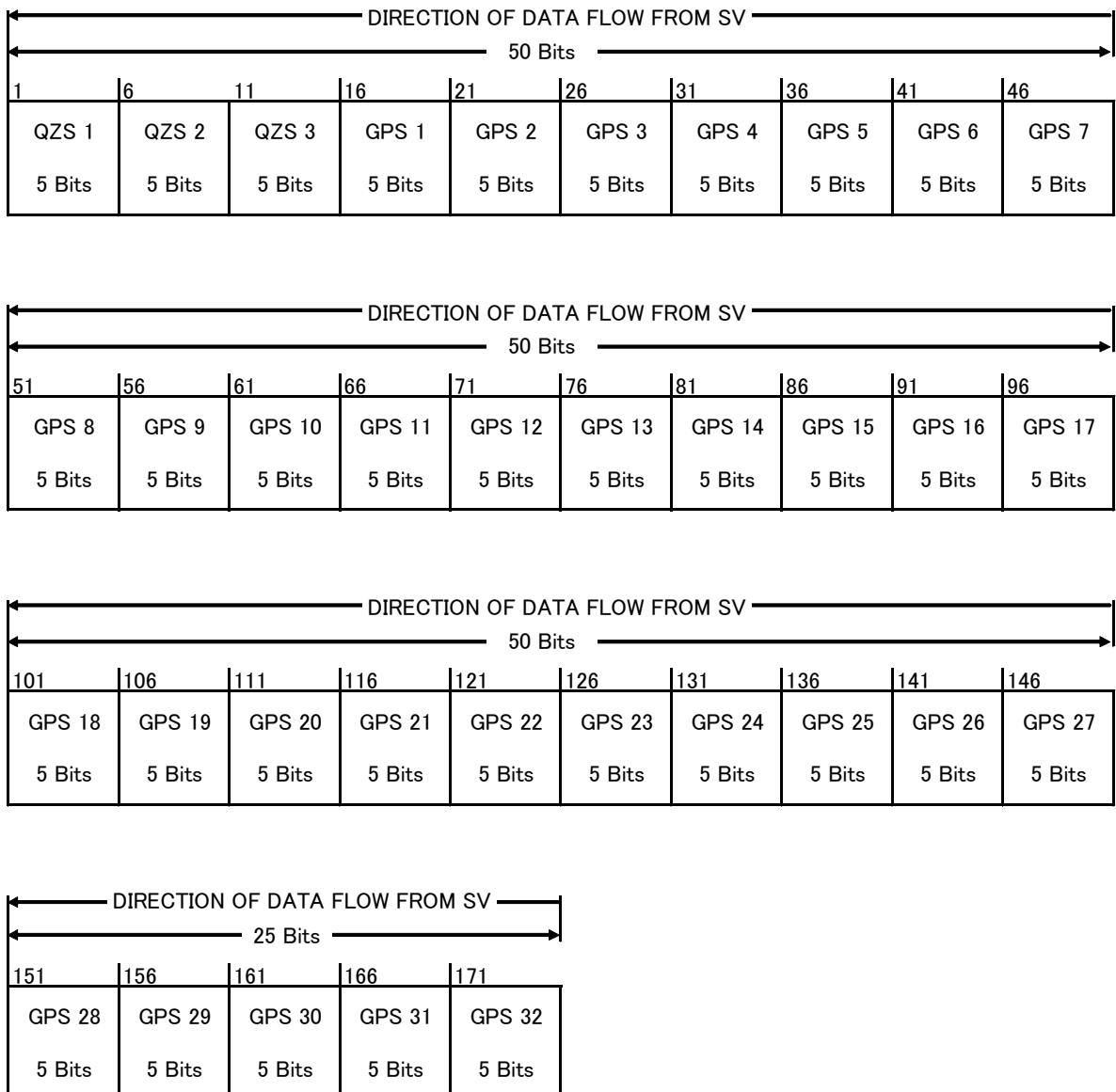


図 5.7.2-5 信号ヘルスパケット

5.7.2.2.1.2 メッセージタイプ 10、11: エフェメリスデータ&SV クロックパケットの内容

(1) エフェメリスデータ&SV クロックパケット

各衛星のエフェメリスデータ&SV クロックパケットは図 5.7.2-6 に示されるような 477 ビットで構成される。

(2) 衛星 ID: SV ID

各エフェメリス&SV クロックパケットの先頭から 8 ビットは衛星 ID である。衛星 ID は当該データパケットを適用する衛星の PRN 番号を示す。

衛星 ID ビットが全て“1”(“11111111”)の場合、当該パケットにエフェメリス&SV クロックが含まれないことを示す。この場合、残りのデータブロックには“1”_(B)から始まる“1”_(B)と“0”_(B)の繰り返しが格納される。

(3) 精度指標: URA インデックス

エフェメリス&SV クロックパケットのビット 9~12 は当該衛星の精度指標を表す。URA インデックス(N)は整数の 0 から 15 の範囲をとり、当該衛星のユーザレンジ精度(URA)と以下の関係にある。

URA index (N)	URA (meters)
0	URA \leq 0.08
1	0.08 < URA \leq 0.11
2	0.11 < URA \leq 0.15
3	0.15 < URA \leq 0.21
4	0.21 < URA \leq 0.30
5	0.30 < URA \leq 0.43
6	0.43 < URA \leq 0.60
7	0.60 < URA \leq 0.85
8	0.85 < URA \leq 1.20
9	1.20 < URA \leq 1.70
10	1.70 < URA \leq 2.40
11	2.40 < URA \leq 3.40
12	3.40 < URA \leq 4.85
13	4.85 < URA \leq 6.85
14	6.85 < URA \leq 9.65
15	9.65 < URA (または、精度予測不能)

(4) エフェメリス

(a) エフェメリスパラメータの特性

メッセージタイプ 10,11 のエフェメリスパラメータ特性(ビット数、 LSB スケールファクタ、単位)は表 5.7.2-2 による。

(b) 衛星位置決定のユーザアルゴリズム

ECEF 系における衛星アンテナ位相中心位置 (x, y, z) は次式により計算すること。

$$x = POSx + VELx \cdot (t - t_{oe}) + \frac{1}{2} ACCx \cdot (t - t_{oe})^2 + \frac{1}{6} JERKx \cdot (t - t_{oe})^3 [\text{m}]$$

$$y = POSy + VELY \cdot (t - t_{oe}) + \frac{1}{2} ACCy \cdot (t - t_{oe})^2 + \frac{1}{6} JERKy \cdot (t - t_{oe})^3 [\text{m}]$$

$$z = POSz + VELz \cdot (t - t_{oe}) + \frac{1}{2} ACCz \cdot (t - t_{oe})^2 + \frac{1}{6} JERKz \cdot (t - t_{oe})^3 [\text{m}]$$

t : 衛星時刻。6.3.2 項で説明される t と同様である。週の終わりと始まりをまたがる場合を考慮して $t - t_{oe}$ が 302,400 秒より大きい場合は 604,800 秒を引き、-302,400 秒より小さい場合は 604,800 秒を足すこと。

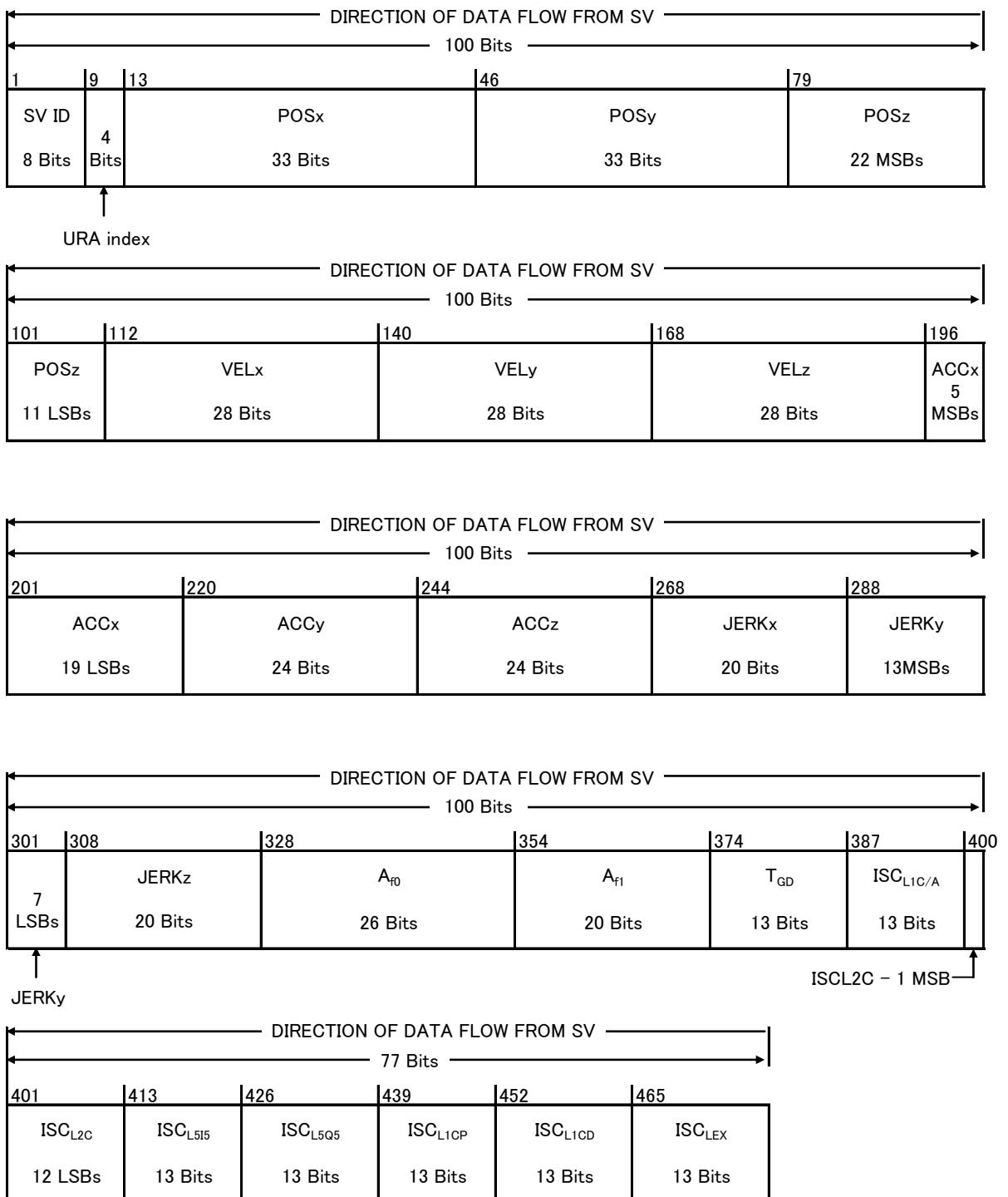


図 5.7.2-6 エフェメリスデータ& SV クロックパケット

表 5.7.2-2 エフェメリスパラメータ

パラメータ		ビット数	スケール ファクタ (LSB)	単位
WN	送信週番号	13	1	週
t_{oe}	エフェメリス&SV クロックデータ基準 週内秒	16	15	秒
SV ID	衛星 ID	8	—	—
URA index	精度指標	4	—	—
POS_x	X 座標 位置係数	33*	2^{-6}	M
POS_y	Y 座標 位置係数	33*	2^{-6}	M
POS_z	Z 座標 位置係数	33*	2^{-6}	M
VEL_x	X 座標 速度係数	28*	2^{-15}	m/s
VEL_y	Y 座標 速度係数	28*	2^{-15}	m/s
VEL_z	Z 座標 速度係数	28*	2^{-15}	m/s
ACC_x	X 座標 加速度係数	24*	2^{-24}	m/s^2
ACC_y	Y 座標 加速度係数	24*	2^{-24}	m/s^2
ACC_z	Z 座標 加速度係数	24*	2^{-24}	m/s^2
$JERK_x$	X 座標 ジャーク係数	20*	2^{-32}	m/s^3
$JERK_y$	Y 座標 ジャーク係数	20*	2^{-32}	m/s^3
$JERK_z$	Z 座標 ジャーク係数	20*	2^{-32}	m/s^3
* 当該パラメータは 2 の補数表現である。				

(5) SV クロックパラメータ

(a) SV クロックパラメータの特性

メッセージタイプ 10,11 の SV クロックパラメータ特性(ビット数、 LSB スケールファクタ、単位)は表 5.7.2-3 による。

(b) SV クロック補正のユーザアルゴリズム

相対論効果を除く QZSST に対する時刻オフセット $\Delta t_c(t)$ は次式により計算すること。他の SV クロック補正の扱いは 6.3.2 項による。

$$\Delta t_c(t) = A_{f0} + A_{f1}(t - t_{oe}) \quad [\text{s}]$$

t : 衛星時刻。6.3.2 項で説明される t と同様である。週の終わりと始まりをまたがる場合を考慮して $t - t_{oe}$ が 302,400 秒より大きい場合は 604,800 秒を引き、-302,400 秒より小さい場合は 604,800 秒を足すこと。

(6) 群遅延補正パラメータ

(a) 群遅延補正パラメータの特性

メッセージタイプ 10,11 の群遅延パラメータ特性(ビット数、 LSB スケールファクタ、単位)は表 5.7.2-3 による。

なお、各パラメータに対応するビット列が "1000000000000" _(B) の場合は当該群遅延パラメータを利用できない。

(b) 群遅延補正パラメータの 1 波ユーザアルゴリズム

LEX 信号擬似距離による 1 波ユーザは次式を使用して QZS の SV クロックオフセット補正を行う必要がある。GPS の SV クロックオフセット補正に関しては適用文書(1)、(2)、(3)による。

なお、QZS と GPS とで異なる周波数の組み合わせで測位を行う場合、受信機内部群遅延をユーザ自身で補正すること。

$$(\Delta t_{sv})_{LEX} = \Delta t_c - T_{GD} + ISC_{LEX} + \Delta t_r \quad [\text{s}]$$

Δt_c : 相対論効果を除く QZSST に対する時刻オフセット

Δt_r : 6.3.2 項に示す相対論効果補正

(c) 群遅延補正パラメータの 2 波ユーザアルゴリズム

QZS の LEX 信号擬似距離とその他の信号の擬似距離による 2 波を使用した電離層遅延量補正及び SV クロックオフセット補正是以下の様に行う必要がある。また、6.3.2 項に示す t_{sv} の定義より、送信される $ISC_{LIC/A}$ は $ISC_{LIC/A} = 0$ である。

GPS の電離層遅延量補正及び SV クロックオフセット補正に関しては適用文書(1)、(2)、(3)による。

なお、QZS と GPS とで異なる周波数の組み合わせで測位を行う場合、受信機内部群遅延をユーザ自身で補正すること。

(i) L1C/A と LEX 信号の 2 波ユーザ

L1C/A 信号と LEX 信号の 2 波を使用する 2 波ユーザは、次式で電離層遅延を補正すること。

$$PR_{LEX-L1C/A} = \frac{(PR_{LEX} - \gamma_{IEX} PR_{L1C/A}) + c(ISC_{LEX} - \gamma_{IEX} ISC_{L1C/A})}{1 - \gamma_{IEX}} - cT_{GD} + c\Delta t_{sv}$$

[m]

$PR_{LEX-L1C/A}$: 電離層遅延量及び SV クロックが補正された擬似距離補正值

$PR_{L1C/A}, PR_{LEX}$: 2 波で観測した擬似距離観測値

$$\gamma_{IEX} = \left(\frac{154}{125} \right)^2 : 2 \text{ つの周波数の比の二乗である。}$$

Δt_{sv} : 相対論効果を含めた QZSST に対する時刻オフセット
($= \Delta t_c + \Delta t_r$)

Δt_r : 6.3.2 項に示す相対論効果補正

c : 6.1.1 項に示す光速

(ii) L2C と LEX 信号の 2 波ユーザ

L2C 信号と LEX 信号の 2 波を使用する 2 波ユーザは、次式で電離層遅延を補正すること。

$$PR_{L2C-LEX} = \frac{(PR_{L2C} - \gamma_{EX2} PR_{LEX}) + c(ISC_{L2C} - \gamma_{EX2} ISC_{LEX})}{1 - \gamma_{EX2}} - cT_{GD} + c\Delta t_{sv} [m]$$

$PR_{L2C-LEX}$: 電離層遅延量及び SV クロックが補正された擬似距離補正值

PR_{L2C}, PR_{LEX} : 2 波で観測した擬似距離観測値

$$\gamma_{EX2} = \left(\frac{125}{120} \right)^2 : 2 \text{ つの周波数の比の二乗である。}$$

Δt_{sv} : 相対論効果を含めた QZSST に対する時刻オフセット
($= \Delta t_c + \Delta t_r$)

Δt_r : 6.3.2 項に示す相対論効果補正

c : 6.1.1 項に示す光速

(iii) L5 と LEX 信号の 2 波ユーザ

L5 信号と LEX 信号の 2 波を使用する 2 波ユーザは、次式で電離層遅延を補正すること。

$$PR_{L5-LEX} = \frac{(PR_{L5} - \gamma_{EX5} PR_{LEX}) + c(ISC_{L5} - \gamma_{EX5} ISC_{LEX})}{1 - \gamma_{EX5}} - cT_{GD} + c\Delta t_{sv} [m]$$

PR_{L5-LEX} : 電離層遅延量及び SV クロックが補正された擬似距離補正值

PR_{L5}, PR_{LEX} : 2 波で観測した擬似距離観測値 (L5 信号については L5I 信号
又は L5Q 信号のどちらかである。)

$$\gamma_{EX5} = \left(\frac{125}{115} \right)^2 : 2 \text{ つの周波数の比の二乗である。}$$

Δt_{sv} : 相対論効果を含めた QZSST に対する時刻オフセット ($= \Delta t_c + \Delta t_r$)

Δt_r : 6.3.2 項に示す相対論効果補正

c : 6.1.1 項に示す光速

(iv) L1C と LEX 信号の 2 波ユーザ

L1C 信号と LEX 信号の 2 波を使用する 2 波ユーザは、次式で電離層遅延を補正すること。

$$PR_{LEX-LIC} = \frac{(PR_{LEX} - \gamma_{IEX} PR_{LIC}) + c(ISC_{LEX} - \gamma_{IEX} ISC_{LIC})}{1 - \gamma_{IEX}} - cT_{GD} + c\Delta t_{sv} [\text{m}]$$

$PR_{LEX-LIC}$: 電離層遅延量及び SV クロックが補正された擬似距離補正值

PR_{LIC}, PR_{LEX} : 2 波で観測した擬似距離観測値(L1C 信号については L1CP 信号又は L1CD 信号のどちらかである。)

$\gamma_{IEX} = \left(\frac{154}{125}\right)^2$: 2 つの周波数の比の二乗である。

Δt_{sv} : 相対論効果を含めた QZSST に対する時刻オフセット
(= $\Delta t_c + \Delta t_r$)

Δt_r : 6.3.2 項に示す相対論効果補正

c : 6.1.1 項に示す光速

表 5.7.2-3 SV クロック及び群遅延パラメータ

パラメータ		ビット数	スケール ファクタ (LSB)	単位
A_{f0}	SV クロックバイアス補正係数	26*	2^{-35}	S
A_{f1}	SV クロックドリフト補正係数	20*	2^{-48}	s/s
T_{GD}		13*	2^{-35}	S
$ISC_{L1C/A}$	(QZS の場合ゼロ "0")	13*	2^{-35}	S
ISC_{L2C}		13*	2^{-35}	S
ISC_{L5l5}		13*	2^{-35}	S
ISC_{L5Q5}		13*	2^{-35}	S
ISC_{L1CP}		13*	2^{-35}	S
ISC_{L1CD}		13*	2^{-35}	S
ISC_{LEX}		13*	2^{-35}	S
*	当該パラメータは 2 の補数表現である。			

5.7.2.2.1.3 メッセージタイプ 11: 電離層補正パケットの内容

(1) 電離層補正パラメータパケット

電離層補正パラメータパケットは図 5.7.2-7 に示されるような 212 ビットで構成される。

(2) 電離層補正パラメータの特性

メッセージタイプ 11 の電離層補正パラメータ特性(ビット数、 LSB スケールファクタ、単位)は表 5.7.2-4 による。

電離層遅延補正基準時刻のビット列が全て"1"("111111111111111111")の場合、当該パケットに電離層遅延補正パラメータが含まれないことを示す。この場合、残りのデータブロックには"1"から始まる"1"と"0"の繰り返しが格納される。

当該電離層遅延補正パラメータは電離層遅延補正基準週番号(WN_{IONO})及び電離層遅延補正基準時刻(t_{IONO})で表現される時刻から有効時間(T_{SPAN})の間に適用すること。

当該電離層遅延補正パラメータはユーザ受信機緯度及び経度が 4.1.5 項の図 4.1.5-1 に示す領域のみにおいて適用すること。

表 5.7.2-4 電離層補正パラメータ

パラメータ		ビット数	スケール ファクタ (LSB)	単位
t_{IONO}	電離層遅延補正基準時刻	20	1	秒
WN_{IONO}	電離層遅延補正基準週番号	13	1	週
T_{SPAN}	有効時間	8	1	分
ϕ_0	近似関数原点緯度	19*	0.00001	Radian
λ_0	近似関数原点経度	20*	0.00001	Radian
E_{00}	近似関数係数 0-0 次(緯度-経度)	22*	0.001	M
E_{10}	近似関数係数 1-0 次(緯度-経度)	22*	0.01	m/radian
E_{20}	近似関数係数 2-0 次(緯度-経度)	22*	0.01	m/radian ²
E_{01}	近似関数係数 0-1 次(緯度-経度)	22*	0.01	m/radian
E_{11}	近似関数係数 1-1 次(緯度-経度)	22*	0.01	m/radian ²
E_{21}	近似関数係数 2-1 次(緯度-経度)	22*	0.1	m/radian ³
*	当該パラメータは 2 の補数表現である。			

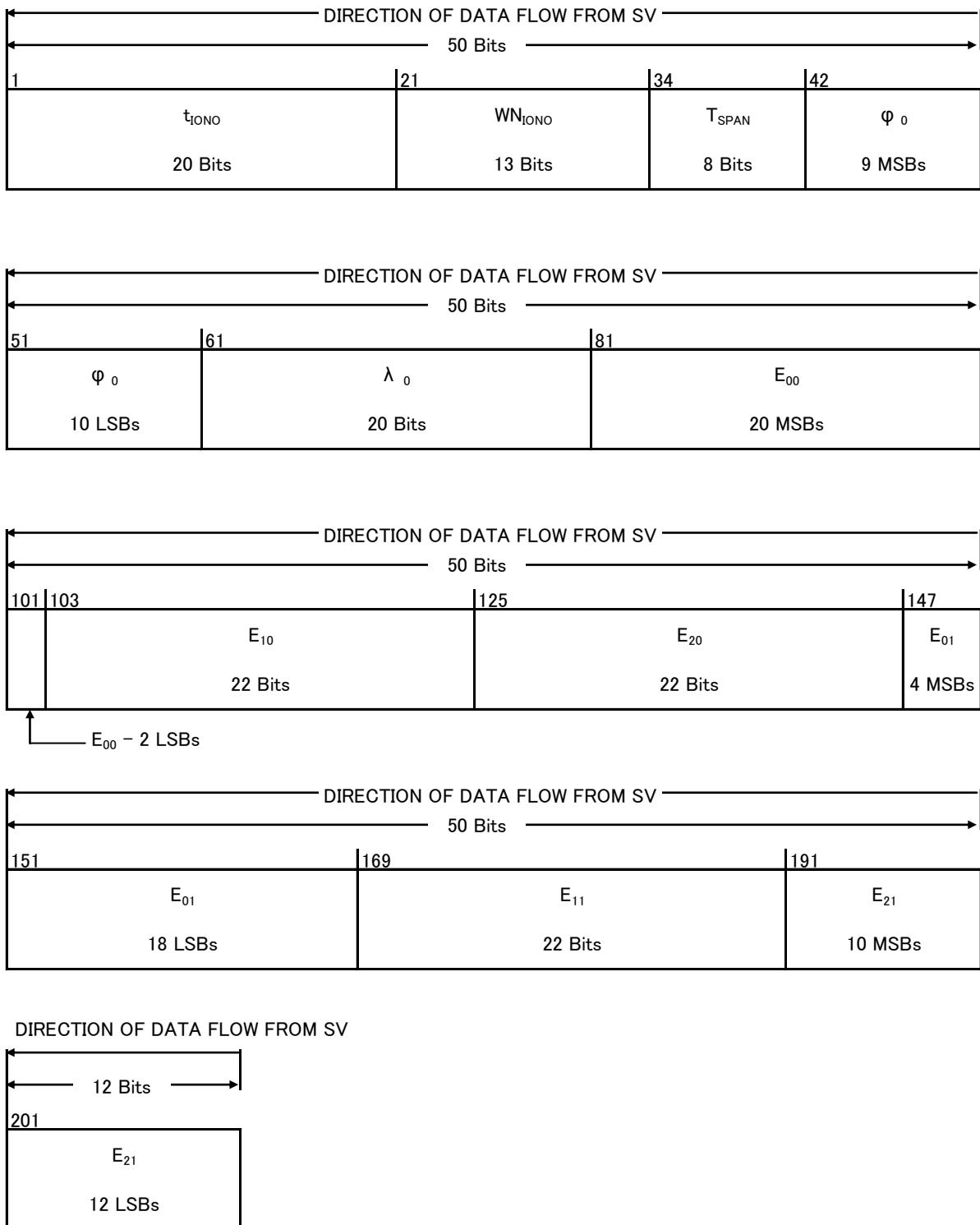


図 5.7.2-7 電離層補正パラメータパケット

(3) 電離層補正のユーザアルゴリズム

1 波ユーザは以下の電離層モデルによって電離層遅延を補正すること。

<衛星送信パラメータ>

ϕ_0, λ_0 : 3.1.4.2 項にて定義した座標系における近似関数原点の緯度、経度
 E_{nm} : 近似関数係数

<受信機生成パラメータ>

El : 衛星仰角 [rad]

Az : 衛星方位角 [rad]

ϕ_r : 3.1.4.2 項にて定義した座標系におけるユーザ受信機緯度 [rad]

λ_r : 3.1.4.2 項にて定義した座標系におけるユーザ受信機経度 [rad]

<定数>

a : 3.1.4.2 項にて定義した座標系における地球赤道半径

$a = 6,378,137$ m

H_{iono} : 電離層高度

$H_{iono} = 350,000$ m

γ_{Lx} : L1 周波数に対する L_x ($x=2,5,EX$) 周波数の比の二乗

$$\gamma_{L1} = 1, \quad \gamma_{L2} = \left(\frac{154}{120} \right)^2, \quad \gamma_{L5} = \left(\frac{154}{115} \right)^2, \quad \gamma_{LEX} = \left(\frac{154}{125} \right)^2 [-]$$

<算出パラメータ>

$(T_{iono}(t))_{Lx}$: 周波数 LX ($X=1,2,5,EX$) のスラント方向電離層遅延量

$F(t)$: 傾斜係数

$\phi_{pp}(t)$: 3.1.4.2 項にて定義した座標系におけるピースポイント緯度

$\lambda_{pp}(t)$: 3.1.4.2 項にて定義した座標系におけるピースポイント経度

$\psi_{pp}(t)$: ピースポイント-地心-ユーザ受信機のなす角

<計算式>

・周波数 X のスラント方向電離層遅延量: $(T_{iono}(t))_{Lx}$

$$(T_{iono}(t))_{Lx} = \gamma_{Lx} F(t) \sum_{n=0}^2 \sum_{m=0}^1 E_{nm} (\phi_{pp}(t) - \phi_0)^n (\lambda_{pp}(t) - \lambda_0)^m [m]$$

・傾斜係数: $F(t)$

$$F(t) = 1 / \sqrt{1 - \left(\frac{a \cos El(t)}{a + H_{iono}} \right)^2} [-]$$

・ピースポイント緯度: $\phi_{pp}(t)$

$$\phi_{pp}(t) = \sin^{-1} \{ \sin \phi_r \cos \psi_{pp}(t) + \cos \phi_r \sin \psi_{pp}(t) \cos Az(t) \} [rad]$$

・ピースポイント経度: $\lambda_{pp}(t)$

$$\lambda_{pp}(t) = \lambda_r + \tan^{-1} \left(\frac{\sin \psi_{pp}(t) \sin Az(t)}{\cos \psi_{pp}(t) \cos \phi_r - \sin \psi_{pp}(t) \cos Az(t) \sin \phi_r} \right) [rad]$$

・ピアースポイント-地心-ユーザ受信機のなす角: $\psi_{pp}(t)$

$$\psi_{pp}(t) = \frac{\pi}{2} - El(t) - \sin^{-1} \left(\frac{a}{a + H_{iono}} \cdot \cos El(t) \right) \text{ [rad]}$$

5.7.2.2.1.4 放送周期、更新周期、有効時間

(1) 放送周期

メッセージタイプ 10、11 は任意の順序で放送されるが、ユーザ性能を最大限に引き出すよう最適化したノミナルの放送周期を表 5.7.2-5 に示す。

(2) 更新周期

メッセージタイプ 10、11 に含まれるメッセージのノミナルの更新周期を表 5.7.2-5 に示す。

(3) 有効時間

メッセージタイプ 10、11 に含まれるメッセージのノミナル有効時間を表 5.7.2-5 に示す。

表 5.7.2-5 メッセージタイプ 10,11: メッセージデータ放送周期、更新周期、有効時間

メッセージデータ	ノミナル放送周期	ノミナル更新周期	ノミナル有効時間
信号ヘルス	1 秒	1 秒	-
エフェメリス	12 秒	3 分	$t_{oe} + 3$ 分
SV クロック	12 秒	3 分	$t_{oe} + 3$ 分
電離層補正	12 秒	30 分	-

5.7.2.2.2 メッセージタイプ 20

メッセージタイプ 20 は国土地理院実験用メッセージである。

(1) レコード構造

メッセージタイプ 20 のレコード構造を表 5.7.2-6 に示す。レコードは 1,695bits の連続するパケットに分割され、1 秒間隔で 1 パケットずつ送信される。パケットの途中でレコードの終端に達した場合は、そのパケットの残りの部分の値は不定であり、1 つのパケットが複数のレコードを含むことはない。レコードの先頭となるパケットを識別するために、5.7.2.1.4 に示すアラートフラグを用いる。

表 5.7.2-6 メッセージタイプ 20 のレコード構造

#	項目	型	サイズ	内容	範囲	値
1	圧縮タイプ	uint2	2 [bits]	パラメータ部の圧縮タイプ	0~3	0:圧縮なし 1:zip 圧縮 2-3:未定
2	パラメータ部の長さ	uint14	14 [bits]	パラメータ部の長さ (N [バイト])	0~16,383	単位:バイト
3	パラメータ部	char*N	N*8 [bits] (N [バイト])	(3)~(6)のいずれか一つに示されたパラメータ部の内容、またはそれを圧縮したもの		
4	CRC*	char*3	24 [bits]	CRC-24Q		
	合計		(5+N)*8 [bits] (5+N [バイト], N はパラメータ部の長さ)			

* "#4CRC"の算出は、"#1圧縮タイプ"から"#3 パラメータ部"の終わりまでの部分の先頭に"11010011"(8bit)を附加した(3+N)×8bit を対象とする。

CRC-24Q は 24 ビットの CRC であり、その生成多項式 G(X)は以下の通りである。

$$G(X) = X^{24} + X^{23} + X^{18} + X^{17} + X^{14} + X^{11} + X^{10} + X^7 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X + 1$$

(2) パラメータ種別 ID

パラメータの種別と、それを識別するためのパラメータ種別 ID を表 5.7.2-7 に示す。

表 5.7.2-7 パラメータ種別 ID

パラメータ種別 ID	項目	備考
0	参照基準点観測情報	表 5.7.2-8 参照
1	衛星軌道・時計補正情報+電離層グリッド間隔情報	表 5.7.2-11 参照
2	対流圏遅延補正情報	表 5.7.2-12 参照
3	電離層遅延補正情報	表 5.7.2-13 参照

(3) 参照基準点観測情報

表 5.7.2-8 参照基準点観測情報

参照基準点観測情報(パラメータ種別 ID=0)						
#	項目	型	サイズ	範囲	値	備考
1	パラメータ種別 ID	uint4	4 [bits]	0~15	0	
2	領域数(N_A) - 1 (= MaxAreaID)	uint4	4 [bits]	0~15	MaxAreaID=11 ($N_A=12$)	
3~15は領域数(N_A)分繰り返す						
3	領域 ID	uint4	4 [bits]	0~15	1~12	
4	各領域での参照基準点 ID	uint2	2 [bits]	0~3	0~1	
5	GPS Epoch Time(Time of Week)	uint30	30 [bits]	0~604,799,999	単位:msec	DF004
6	衛星数(N_{SV})	uint5	5 [bits]	0~31		DF006
7	GPS Divergence-free Smoothing Indicator	bit(1)	1 [bits]	0,1	Divergence-free Smoothing を 0:未使用、1:使用	DF007
8	GPS Smoothing Interval	bit(3)	3 [bits]	0~7	表 5.7.2-9 参照	DF008
合計(3~8)						
9~15は、衛星数(N_{SV})分繰り返す						
9	衛星識別番号	uint6	6 [bits]	0~63	1~32(GPS)	
10	GPS L1 Code Indicator	bit(1)	1 [bits]	0,1	0:C/A Code 1:P(Y) Code Direct	DF010
11	GPS L1 擬似距離 (GPS L1 擬似距離 /299,792.458m の あまり部分)	uint24	24 [bits]	0~14,989,623 (0~299,792.46[m])	単位:0.02[m]	DF011
12	GPS L1 位相距離-L1 擬似距離	int20	20 [bits]	-524,288 ~524,287 (-262.1440 ~262.1435[m])	単位:0.0005[m] 最初に最も 0 に近い値に なるように位相距離を調整 する。 範囲を超えた場合は、 1500 サイクル分調整する。	DF012
13	GPS L1 Lock time Indicator	uint7	7 [bits]	0~127	表 5.7.2-10 参照	DF013
14	GPS L1 擬似距離 /299,792.458 の商	uint8	8 [bits]	0~255 (0~ 76,447,076.790[m])	単位:299,792.458[m]	DF014
15	GPS L1 CNR	uint8	8 [bits]	0~255 (0~63.75[dB-Hz])	単位:0.25[dB-Hz]	DF015
合計(9~15)						
合計(全体)						
$8+N_A*(45+N_{SV}*74)$ [bits]						

観測データの内容・表現方法は RTCM3.0 に準じている。備考欄に記載した"DF"で始まる記号は、対応する RTCM3.0 の Data Field を意味する。

表 5.7.2-9 GPS Smoothing Interval

Indicator	Smoothing 間隔
000 (0)	Smoothing なし
001 (1)	<30[秒]
010 (2)	30~60[秒]
011 (3)	1~2[分]
100 (4)	2~4[分]
101 (5)	4~8[分]
110 (6)	>8[分]
111 (7)	Smoothing 間隔の制限なし

表 5.7.2-10 GPS L1 Lock time Indicator

Indicator(i)	Lock Time(秒, 下限値)	Lock Time の範囲
1~23	i	$1 \leqq \text{lock time} < 24$
24~47	i*2-24	$24 \leqq \text{lock time} < 72$
48~71	i*4-120	$72 \leqq \text{lock time} < 168$
72~95	i*8-408	$168 \leqq \text{lock time} < 360$
96~119	i*16-1176	$360 \leqq \text{lock time} < 744$
120~126	i*32-3096	$744 \leqq \text{lock time} < 937$
127		$\text{lock time} \geqq 937$

サイクルスリップが検出された場合は、Indicator に 0 がセットされる。

(4) 衛星軌道・時計補正情報+電離層グリッド間隔情報

表 5.7.2-11 衛星軌道・時計補正情報+電離層グリッド間隔情報

衛星軌道・時計補正情報+電離層グリッド間隔情報(パラメータ種別 ID=1)						
#	項目	型	サイズ	内容	範囲	値
1	パラメータ種別 ID	uint4	4 [bits]		0~15	1
2	DOY	uint9	9 [bits]	Day of year	0~366	単位:日
3	TOD	uint7	7 [bits]	軌道エポックの先頭の Time of day	0~95 (0~1,425[分])	単位:15[分]
4	バージョン	uint12	12 [bits]	補正情報生成に用いた補助情報のバージョン情報	0~4095	
5	緯度方向格子サイズ	uint4	4 [bits]	緯度方向格子サイズ	1~15 (0.05~0.75[deg])	単位:0.05[deg]
6	経度方向格子サイズ	uint4	4 [bits]	経度方向格子サイズ		
7	軌道エポック数(N_{ORB})	uint4	4 [bits]	衛星軌道座標数	0~15	13
8	取得衛星数(N_{SV})	uint5	5 [bits]	観測した衛星数	0~31	
9~14まで取得衛星数(N_{SV})分繰り返す						
9	衛星識別番号	uint6	6 [bits]	衛星識別番号	0~63	1~32(GPS)
10	衛星状態	uint1	1 [bits]	衛星状態	0,1	0:使用しない 1:良好
11~14まで座標(N_{ORB})分繰り返す						
11	衛星位置X	int37	37 [bits]	衛星位置 X 座標	-68,719,476,736 ~68,719,476,735	単位:mm
12	衛星位置Y	int37	37 [bits]	衛星位置 Y 座標	-68,719,476,736 ~68,719,476,735	単位:mm
13	衛星位置Z	int37	37 [bits]	衛星位置 Z 座標	-68,719,476,736 ~68,719,476,735	単位:mm
14	衛星時計	int31	31 [bits]	クロックオフセット	-1,073,741,824 ~1,073,741,823 (-1,073.741824 ~1,073.741823 [usec])	単位: 10^{-6} [usec]
	合計	$49+N_{SV}*(7+N_{ORB}*(37+37+37+31))$ [bits]				

(5) 対流圏遅延補正情報

表 5.7.2-12 対流圏遅延補正情報

対流圏遅延補正情報(パラメータ種別 ID=2)						
#	項目	型	サイズ	内容	範囲	値
1	パラメータ種別 ID	uint4	4 [bits]		0~15	2
2	TOW	uint20	20 [bits]	補正情報の時刻(Time of Week)	0~604,799	単位:1[sec]
3	電子基準点数(N_{STN})	uint11	11 [bits]	電子基準点数	0~2047	$N_{STN}: \sim 1200$
4~5まで基準点数分(N_{STN})繰り返す						
4	基準点 ID	uint11	11 [bits]	基準点 ID	0~2047	
5	天頂湿潤遅延	uint11	11 [bits]	天頂湿潤遅延	0~2047	単位:mm
	合計	$35+N_{STN}*(11+11)$ [bits]				

(6) 電離層遅延補正情報

表 5.7.2-13 電離層遅延補正情報

電離層遅延補正情報(パラメータ種別 ID=3)						
#	項目	型	サイズ	内容	範囲	値
1	パラメータ種別 ID	uint4	4 [bits]		0~15	3
2	領域 ID	uint4	4 [bits]	領域 ID	0~15	1~12
3	TOW	uint20	20 [bits]	補正情報の時刻 (Time of Week)	0~604,799	単位:1[sec]
4	グリッドマップ数	uint5	5 [bits]	グリッドマップ数(=衛星数)	0~31	
5~10まで、グリッドマップ数(衛星数)分繰り返す(k=1~グリッドマップ数)						
5	衛星識別番号	uint6	6 [bits]	衛星識別番号	0~63	1~32(GPS)
6	緯度 0	int12	12 [bits]	最初の行(南端)の緯度	±1800 (±90[deg])	単位:0.05[deg]
7	行数(Lk)	uint8	8 [bits]	グリッドマップ(k)の行数(Lk)	0~255	
8~10まで、それぞれの行(i=1~Lk)について繰り返す						
8	経度 0	int13	13 [bits]	最初の格子点(西端)の経度	±3600 (±180[deg])	単位:0.05[deg]
9	格子点数(Mk,i)	uint8	8 [bits]	k 番目のグリッドマップで、行(i)の中の格子点数(Mk,i)	0~255	
10は、k 番目のグリッドマップの、行 i での格子点数(Mk,i)分繰り返す						
10	天頂方向の総電子数	uint14	14 [bits]	格子点における天頂方向の総電子数	0~16,383 (0~163.82[TECU] 16,383 は異常値を表す)	単位: 0.01[TECU]
	合計	1領域に対して $33 + \sum_k \left(26 + 21 \times L_k + 14 \times \sum_i M_{k,i} \right)$ [bits]				

5.7.2.2.3 メッセージタイプ 21～155

メッセージタイプ 21～155 は実験用である。

実験者は任意に作成したデータを、メッセージタイプ 21～155 のデータ部 1695 ビットに格納できる。ただし、JAXA 実験であるメッセージタイプ 10 と 11、12、国土地理院実験であるメッセージタイプ 20、または利用実証実験であるメッセージタイプ 156～255 を放送中はメッセージタイプ 21～155 を放送できない。

5.7.2.2.4 メッセージタイプ 156～255

メッセージタイプ 156～255 は測位補強に係わる民間の利用実証実験用であり、その内容は準天頂衛星システム利用実証 補強メッセージ仕様書(適用文書(6))による。

なお、メッセージタイプ 156～255 の使用に関する取りまとめは、財団法人 衛星測位利用推進センターが実施している。

5.7.2.2.5 メッセージタイプ 12

メッセージタイプ 12 は JAXA 実験用メッセージであり、その内容は複数 GNSS 対応高精度軌道時刻推定ツール(以下”MADOCA”(=Multi-gnss Advanced Demonstration tool for Orbit and Clock Analysis)という)により計算された QZSS と GPS、GLONASS、Galileo の軌道とクロックの補正情報、URA、衛星コードバイアスである。ただし、メッセージタイプ 12 は、JAXA 実験用の他のメッセージタイプ(10, 11)と混在して放送されることはない。

詳細は T.B.D.

6 ユーザアルゴリズム

6.1 定数

6.1.1 光速

適用文書(1)の 20.3.3.3.1 項と同一である。

表記としては、小文字の”c”を使用する。その値は、 $c = 299792458[m/s]$ である。

6.1.2 地球自転角速度

適用文書(1)の表 20-IV と同一である。

表記としては、ギリシャ文字の” $\dot{\Omega}_e$ ”を使用する。その値は、 $\dot{\Omega}_e = 7.2921151467 \times 10^{-5}[rad/s]$ である。

6.1.3 地球重力定数

適用文書(1)の表 20-IV と同一である。

表記としては、ギリシャ文字の” μ ”を使用する。その値は、 $\mu = 3.986005 \times 10^{14}[m^3/s^2]$ である。

6.1.4 円周率

適用文書(1)の 20.3.3.4.3.2 項と同一である。

表記としては、ギリシャ文字の” π ”を使用する。その値は、 $\pi = 3.1415926535898$ である。

6.1.5 Semi-Circle

適用文書(1)と同一であり、1[semi-circle]が 6.1.4 項の円周率 π [rad] である。

6.2 時系／座標系に関わるユーザアルゴリズム

6.2.1 時系に関わるユーザアルゴリズム

QZSS は以下の時刻の関係に基づいて、運用される。

- (a) 各衛星は自身の SV クロックで運用される。
- (b) すべての時刻関連データ(TOW)は SV クロックから生成される。
- (c) 航法メッセージのその他すべてのデータは GPS 時刻相対である。
- (d) 航法メッセージ送信の実行は SV クロックで行われる。

6.2.2 座標系に関するユーザアルゴリズム

6.2.2.1 地球固定座標系の定義

本書で地球固定座標系或いは ECEF と記述する時、それは以下で定義される。

- (a) 原点: 地球質量中心
- (b) Z 軸: IERS (International Earth Rotation and Reference Systems Service: 国際地球回転・基準系事業) の極方向
- (c) X 軸: IERS の子午線 (IRM) と原点及び Z 軸を含む面の交点方向
- (d) Y 軸: 右手系地心固定座標系をなす方向

6.2.2.1.1 QZSS の地球固定座標系

QZSS が採用している地球固定座標系を JGS と呼び、その定義は 3.1.4.2 項による。

6.2.2.1.2 GPS の地球固定座標系と QZSS の地球固定座標系との関係

GPS の地球固定座標系は WGS84 と呼ばれ、その定義は適用文書(1)の 20.3.3.4.3.3.1 項による。

WGS84 と JGS との関係は、3.2.2 項による。

6.2.2.1.3 JGS と WGS84 との楕円体の違いとその影響

3.1.4.2 項にて定義した JGS は GRS80 楕円体を採用し、WGS84 は WGS84 楕円体を採用している。楕円体の違いは、主に電離層遅延補正の計算途中で求める必要のある仰角演算に影響を与えるが、これら 2 つの楕円体はほぼ同じであることから、実用上の差異はない。

(a) GRS80 楕円体

$$a = 6,378,137[m], f = 1/298.257222101$$

(b) WGS84 楕円体

$$a = 6,378,137[m], f = 1/298.257223563$$

6.2.2.2 軌道計算によって得られた衛星の位置

6.3.5 項により得られたそれぞれのシステムの衛星の位置は、6.2.2.1 項に示したそれぞれのシステムが定義する地球固定座標系でのアンテナ位相中心位置を表している。

6.3 共通アルゴリズム

6.3.1 時刻関係

6.3.1.1 時刻により計算される値

衛星の状態に関わる多くのパラメータは時刻に応じて変化し、航法メッセージにある係数を持つ時刻の関数で、ユーザによって計算される。計算は、現在時刻とそれぞれのパラメータとの元期との差の関数である。これらには、以下のものがある。

- (a) SV クロック補正(6.3.2 項)
- (b) 衛星の軌道計算 $t_k, M_k, E_k, v_k, \Phi_k, u_k, r_k, i_k, \Omega_k$ 等(6.3.5 項及び 6.3.6 項)
- (c) UTC(6.3.7 項)

6.3.1.2 MCS における元期のセット

これらの元期は、基本的には以下のようにセットされる。

(1) t_{oe} : エフェメリスデータの元期

エフェメリスデータの最短の更新周期は 15 分間であり、そのカーブフィット間隔と有効期間は、最短で 2 時間である。元期は、カーブフィット間隔や有効期間の中央付近にセットされる。有効期間の起点はデータ更新時刻である。

仮に更新周期やカーブフィット間隔が広がったとしても、元期は、カーブフィット間隔の中央付近にセットされるという関係は維持される。

(2) t_{oc} : SV クロックパラメータの元期

SV クロックパラメータの最短の更新周期は 15 分間であり、その有効期間は、最短で 30 分間である。元期は、同時に送信されるエフェメリスデータの元期と同一である。有効期間の起点はデータ更新時刻である。

仮に更新周期や有効期間が広がったとしても、SV クロックパラメータの元期がエフェメリスデータの元期と同一であるという関係は維持される。

(3) t_{oa} : アルマナックデータの元期

アルマナックデータの更新周期は最大で 6 日間であり(ノミナル 1 日に 1 回)、そのカーブフィット間隔と有効期間は最短で 24 時間である。現在の時刻 t とアルマナックデータの元期 t_{oa} の差は 3.5 日以内である(適用文書(1)20.3.3.5.2.2 項参照)。元期は、カーブフィット間隔や有効期間の中央付近にセットされる。有効期間の起点はデータ更新時刻である。

仮に更新周期やカーブフィット間隔が広がったとしても、元期は、カーブフィット間隔の中央付近にセットされるという関係は維持される。

(4) t_{ot} : UTC パラメータの元期

UTC パラメータの更新周期は最大で 6 日間である(ノミナル 1 日に 1 回)。現在の時刻 t と UTC パラメータの元期 t_{ot} の差は 3.5 日以内である。

6.3.1.3 ユーザにおける週の切換りの考慮

適用文書(1)及び(2)、(3)で記述されているものと同一である。

すなわち、6.3.2 項、6.3.5 項、6.3.6 項等において、現在時刻 t と元期 t_0 との時間 $t_{interval} = t - t_0$ を求める必要がある時は、以下の式により週の始まり／終わりのまたがりを考慮すること。

- (a) $t - t_0 \geq 302400[s]$ の時: $t_{interval} = t - t_0 - 604800[s]$
- (b) $t - t_0 \leq -302400[s]$ の時: $t_{interval} = t - t_0 + 604800[s]$
- (c) それ以外の時: $t_{interval} = t - t_0$

6.3.2 SV クロックオフセット補正のユーザアルゴリズム

基本的には、適用文書(1)及び(2)、(3)と同一であるが、以下の点で異なる。

QZS の時刻軌道は、L1C/A 信号と L2C 信号の電離層フリー線形結合(以下「LC」と表現する)による仮想的な LC 擬似距離によって、推定及び予報される。推定の対象となる点は、QZS の L 帯送信アンテナの LC アンテナ位相中心である。

本アルゴリズムは、LC アンテナ位相中心において推定予報された LC-SV クロック t_{sv} と、GPST とのオフセット値との関係を求める際に適用される。1 波ユーザや 2 波ユーザは、本項並びに 6.3.3 項又は 6.3.4 項に示す各 QZS 信号に対応したそれぞれの SV クロック補正を行う必要がある。

下記の一連の式は連立している。すなわち、 t を求めるためには t を使用して $\Delta t_{sv}(t)$ や $\Delta t_r(t)$ を求める必要があるが、それぞれの大きさは 1[ms] 以下であるので、 $\Delta t_{sv}(t)$ や $\Delta t_r(t)$ の t に対する感度は無視できる。

$$t = t_{sv} - \Delta t_{sv}(t) = t_{sv} - \Delta t_c(t) - \Delta t_r(t)$$

t :	GPST
$t_{sv}(t)$:	QZS 信号が LC アンテナ位相中心から送信された時の LC 擬似距離時刻
$\Delta t_{sv}(t)$:	$t_{sv}(t)$ の GPST に対する時刻オフセット
$\Delta t_c(t)$:	$t_{sv}(t)$ の GPST に対する時刻オフセット(SV クロックのみに起因する部分)
$\Delta t_r(t)$:	$t_{sv}(t)$ の GPST に対する時刻オフセット(相対論効果のみに起因する部分)

(1) LC アンテナ位相中心での LC-SV クロック補正

$t_{sv}(t)$ の GPST に対する時刻オフセット $\Delta t_{sv}(t)$ の、SV クロックのみに起因する部分 $\Delta t_c(t)$ は以下で表される。

$$\Delta t_c(t) = a_{f0} + a_{f1}(t - t_{oc}) + a_{f2}(t - t_{oc})^2$$

t :	GPST
t_{oc} :	SV クロックパラメータの元期であり、L1C/A 信号においてはサブフレーム 1、L2C 信号や L5 信号においてはメッセージタイプ 30,31,32,33,34,35,37、L1C 信号においてはサブフレーム 2 により与えられる。
a_{f0}, a_{f1}, a_{f2} :	SV クロックパラメータであり、L1C/A 信号においてはサブフレーム 1、L2C 信号や L5 信号においてはメッセージタイプ 30,31,32,33,34,35,37、L1C 信号においてはサブフレーム 2 により与えられる。

(2) LC アンテナ位相中心での相対論効果補正

$t_{sv}(t)$ の GPST に対する時刻オフセット $\Delta t_{sv}(t)$ の、相対論効果による GPST に対する時刻オフセット $\Delta t_r(t)$ は以下で表される。

$$\Delta t_r(t) = Fe\sqrt{A} \sin E_k(t) = -\frac{2P(t) \cdot V(t)}{c^2}$$

$$F = -\frac{2\sqrt{\mu}}{c^2} : \text{ 定数であり、6.1.1 項及び 6.1.3 項に示した定数より求めること。}$$

$e, A :$ L1C/A 信号においてはサブフレーム 2,3, L2C 信号や L5 信号においてはメッセージタイプ 10,11、L1C 信号においてはサブフレーム 2 により与えられる。

$E_k(t) :$ GPST 時刻系で t における離心近点離角。6.3.5 項により求める。

$P(t), V(t) :$ GPST 時刻系で t における QZS の位置と速度を示すベクトル。6.3.5 項により求める。これらのベクトルが、6.2.2.1 項に示す座標系と地球中心慣性座標系のどちらで計算されたかに関わらず、 $\Delta t_r(t)$ は同じ値となる。

6.3.3.2 波ユーザの 2 波観測による電離層遅延量の補正

6.3.3.1 L1C/A 信号と L2C 信号の 2 波ユーザ

L1C/A 信号と L2C 信号の 2 波を使用する 2 波ユーザは、次式で電離層遅延量を補正すること。

$$\begin{aligned} PR_{L2C-L1C/A} &= \frac{(PR_{L2C} + c(\Delta t_{sv})_{L2C}) - \gamma_{12}(PR_{L1C/A} + c(\Delta t_{sv})_{L1C/A})}{1 - \gamma_{12}} \\ &= \frac{(PR_{L2C} - \gamma_{12} PR_{L1C/A}) + c(ISC_{L2C} - \gamma_{12} ISC_{L1C/A})}{1 - \gamma_{12}} - cT_{GD} + c\Delta t_{sv} \end{aligned}$$

$PR_{L2C-L1C/A} :$ 電離層遅延量及び SV クロックが補正された擬似距離補正值

$PR_{L1C/A}, PR_{L2C} :$ 2 波で観測した擬似距離観測値

$$\gamma_{12} = \left(\frac{154}{120} \right)^2 : 2 \text{ つの周波数の比の二乗である。}$$

$c :$ 6.1.1 項に示した光速

6.3.3.2 L1C/A 信号と L5 信号の 2 波ユーザ

L1C/A 信号と L5 信号の 2 波を使用する 2 波ユーザは、次式で電離層遅延量を補正すること。

$$\begin{aligned} PR_{L5I5-L1C/A} &= \frac{(PR_{L5I5} + c(\Delta t_{sv})_{L5I5}) - \gamma_{15}(PR_{L1C/A} + c(\Delta t_{sv})_{L1C/A})}{1 - \gamma_{15}} \\ &= \frac{(PR_{L5I5} - \gamma_{15} PR_{L1C/A}) + c(ISC_{L5I5} - \gamma_{15} ISC_{L1C/A})}{1 - \gamma_{15}} - cT_{GD} + c\Delta t_{sv} \\ PR_{L5Q5-L1C/A} &= \frac{(PR_{L5Q5} - \gamma_{15} PR_{L1C/A}) + c(ISC_{L5Q5} - \gamma_{15} ISC_{L1C/A})}{1 - \gamma_{15}} - cT_{GD} + c\Delta t_{sv} \end{aligned}$$

$PR_{L5I5-L1C/A}, PR_{L5Q5-L1C/A}$: 電離層遅延量及び SV クロックが補正された擬似距離補正值

$PR_{L1C/A}, PR_{L5I5}, PR_{L5Q5}$: 2 波で観測した擬似距離観測値

$$\gamma_{15} = \left(\frac{154}{115} \right)^2 : 2 \text{ つの周波数の比の二乗である。}$$

c : 6.1.1 項に示した光速

6.3.3.3 L2C 信号と L5 信号の 2 波ユーザ

L2C 信号と L5 信号の 2 波を使用する 2 波ユーザは、次式で電離層遅延量を補正すること。

$$\begin{aligned} PR_{L5I5-L2C} &= \frac{(PR_{L5I5} + c(\Delta t_{sv})_{L5I5}) - \gamma_{25}(PR_{L2C} + c(\Delta t_{sv})_{L2C})}{1 - \gamma_{25}} \\ &= \frac{(PR_{L5I5} - \gamma_{25} PR_{L2C}) + c(ISC_{L5I5} - \gamma_{25} ISC_{L2C})}{1 - \gamma_{25}} - cT_{GD} + c\Delta t_{sv} \\ PR_{L5Q5-L2C} &= \frac{(PR_{L5Q5} - \gamma_{25} PR_{L2C}) + c(ISC_{L5Q5} - \gamma_{25} ISC_{L2C})}{1 - \gamma_{25}} - cT_{GD} + c\Delta t_{sv} \end{aligned}$$

$PR_{L5I5-L2C}, PR_{L5Q5-L2C}$: 電離層遅延量及び SV クロックが補正された擬似距離補正值

$PR_{L2C}, PR_{L5I5}, PR_{L5Q5}$: 2 波で観測した擬似距離観測値

$$\gamma_{25} = \left(\frac{120}{115} \right)^2 : 2 \text{ つの周波数の比の二乗である。}$$

c : 6.1.1 項に示した光速

6.3.3.4 L1C 信号と L2C 信号の 2 波ユーザ

L1C 信号と L2C 信号の 2 波を使用する 2 波ユーザは、次式で電離層遅延量を補正すること。

$$\begin{aligned} PR_{L2C-L1C} &= \frac{(PR_{L2C} + c(\Delta t_{sv})_{L2C}) - \gamma_{12}(PR_{L1C} + c(\Delta t_{sv})_{L1C})}{1 - \gamma_{12}} \\ &= \frac{(PR_{L2C} - \gamma_{12} PR_{L1C}) + c(ISC_{L2C} - \gamma_{12} ISC_{L1C})}{1 - \gamma_{12}} - cT_{GD} + c\Delta t_{sv} \end{aligned}$$

$PR_{L2C-L1C}$: 電離層遅延量及び SV クロックが補正された擬似距離補正值

PR_{L2C}, PR_{L1C} : 2 波で観測した擬似距離観測値 (L1C 信号については L1CP 信号か L1CD 信号のどちらかである)

$$\gamma_{12} = \left(\frac{154}{120} \right)^2 : 2 \text{ つの周波数の比の二乗である。}$$

c : 6.1.1 項に示した光速

6.3.3.5 L1C 信号と L5 信号の 2 波ユーザ

L1C 信号と L5 信号の 2 波を使用する 2 波ユーザは、次式で電離層遅延量を補正すること。

$$\begin{aligned} PR_{L5-L1C} &= \frac{(PR_{L5} + c(\Delta t_{sv})_{L5}) - \gamma_{15}(PR_{L1C} + c(\Delta t_{sv})_{L1C})}{1 - \gamma_{15}} \\ &= \frac{(PR_{L5} - \gamma_{15}PR_{L1C}) + c(ISC_{L5} - \gamma_{15}ISC_{L1C})}{1 - \gamma_{15}} - cT_{GD} + c\Delta t_{sv} \end{aligned}$$

PR_{L5-L1C} : 電離層遅延量及び SV クロックが補正された擬似距離補正值

PR_{L1C}, PR_{L5} : 2 波で観測した擬似距離観測値 (L1C 信号については L1CP 信号か L1CD 信号のどちらかである。また、L5 信号については L5I 信号か L5Q 信号のどちらかである)

$\gamma_{15} = \left(\frac{154}{115}\right)^2$: 2 つの周波数の比の二乗である。

c : 6.1.1 項に示した光速

6.3.4 1 波ユーザの内部信号群遅延誤差の補正

内部信号群遅延誤差項 T_{GD} 、 $ISC_{L1C/A}$ 、 ISC_{L1CP} 、 ISC_{L1CD} 、 ISC_{L2C} 、 ISC_{L5I5} 、 ISC_{L5Q5} は、衛星製造中の測定値に基づく L1C/A 信号と L2C 信号との関係を基本として、それに対する L1CD 信号、L1CP 信号、L2C 信号、L5I 信号、L5Q 信号それぞれの内部信号群遅延誤差の差を示すものである。

6.3.2 項に示す Δt_{sv} の基準は、L1C/A 信号と L2C 信号による電離層フリー線形結合によって得られた仮想的な LC 擬似距離に基づいて決められているので、1 波ユーザは下式を使用して補正をする必要がある。

なお、 Δt_{sv} と T_{GD} の定義より、送信されている $ISC_{L1C/A}$ は、 $ISC_{L1C/A} = 0$ である。

6.3.4.1 L1C/A 信号の内部信号群遅延誤差の補正

$$(\Delta t_{sv})_{L1C/A} = \Delta t_{sv} - T_{GD} + ISC_{L1C/A} = \Delta t_{sv} - T_{GD}$$

T_{GD} : サブフレーム 1 により与えられる。

6.3.4.2 L2C 信号の内部信号群遅延誤差の補正

$$(\Delta t_{sv})_{L2C} = \Delta t_{sv} - T_{GD} + ISC_{L2C}$$

T_{GD}, ISC_{L2C} : メッセージタイプ 30 により与えられる。

6.3.4.3 L5 信号の内部信号群遅延誤差の補正

$$(\Delta t_{sv})_{L5I5} = \Delta t_{sv} - T_{GD} + ISC_{L5I5}$$

$$(\Delta t_{sv})_{L5Q5} = \Delta t_{sv} - T_{GD} + ISC_{L5Q5}$$

$T_{GD}, ISC_{L5I5}, ISC_{L5Q5}$: メッセージタイプ 30 により与えられる。

6.3.4.4 L1C 信号の内部信号群遅延誤差の補正

$$(\Delta t_{sv})_{LICP} = \Delta t_{sv} - T_{GD} + ISC_{LICP}$$

$$(\Delta t_{sv})_{LICD} = \Delta t_{sv} - T_{GD} + ISC_{LICD}$$

T_{GD} 、 ISC_{LICP} 、 ISC_{LICD} : サブフレーム 2 により与えられる。

6.3.5 エフェメリスデータによる衛星の軌道計算

MCS は、L1C/A 信号と L2C 信号の電離層フリー線形結合により得られる仮想的な LC 擬似距離に基づいて、QZS の軌道を推定し、QZS の各種モデルに基づいて伝搬し、航法メッセージを生成する。この時、推定・予報、及び、航法メッセージが指示しているのは、L1C/A 信号と L2C 信号の LC アンテナ位相中心である。

エフェメリスデータによる衛星の LC アンテナ位相中心の位置計算アルゴリズムは、以下の通りである。

(1) L1C/A 信号

L1C/A 信号のエフェメリスデータによる位置計算アルゴリズムは、適用文書(1)の Table 20-IV と同一である。

(2) L1C 信号、L2C 信号、L5 信号

L1C 信号、L2C 信号、L5 信号のエフェメリスデータによる位置計算アルゴリズムは、以下の点を除いて適用文書(1)の Table 30-II と同一である。昇交点赤経変化率の参照値も同じ値

$(\dot{\Omega}_{REF} = -2.6 \times 10^{-9} [\text{semi-circles/second}])$ を用いること。

(a) 軌道長半径参照値

軌道長半径参照値は、 $A_{REF}=42,164,200 [\text{m}]$ を用いること。

6.3.6 アルマナックデータによる衛星の軌道と SV クロックオフセット計算

アルマナックデータは SV クロックオフセットと衛星軌道の概略予測値である。

6.3.6.1 アルマナック軌道データ

(1) L1C/A 信号アルマナックおよび Midi アルマナック(L1C 信号、L2C 信号、L5 信号)

L1C/A 信号アルマナックおよび Midi アルマナックの軌道データによる衛星の軌道計算アルゴリズムは、以下の点を除いて適用文書(1)の 20.3.3.4.3 項の Table20-IV のエフェメリスデータによるものと同一である。

(a) ゼロへの設定

エフェメリスデータにあってアルマナックデータにない全てのパラメータは、0(ゼロ)にセットすること。

(b) 軌道傾斜角の算出

QZS の軌道傾斜角補正パラメータ δ_i を使用して軌道傾斜角 i を求める時は、0.25 [semi-circles]を加算すること。

GPS 衛星の軌道傾斜角補正パラメータ δ_i を使用して軌道傾斜角 i を求める時は、0.3 [semi-circles]を加算すること。

(c) 離心率の算出

QZS の離心率 e を求める時は、解読した離心率の値に 0.06 [-]を加算すること。
GPS 衛星の離心率 e を求めるときは、解読した離心率の値をそのまま使用すること。

(2) Reduced アルマナック(L1C 信号、L2C 信号、L5 信号)

Reduced アルマナックの軌道データによる衛星の軌道計算アルゴリズムは、以下の点を除いて適用文書(1)の Table30-II のエフェメリスデータによるものと同一である。

(a) ゼロへの設定

エフェメリスデータにあってアルマナックデータにない全てのパラメータは、0(ゼロ)にセットすること。

(b) 軌道長半径の算出

QZS の軌道傾斜角補正パラメータ δA を使用して軌道長半径 A を求める時は、42,164,200 [m]を加算すること。

GPS 衛星の軌道傾斜角補正パラメータ δA を使用して軌道長半径 A を求める時は、26,559,710 [m]を加算すること。

(c) 離心率

QZS の離心率 e は、0.075[-]を用いること。

GPS 衛星の離心率 e は、0[-]を用いること。

(d) 軌道傾斜角

QZS の軌道傾斜角 i は、43 [deg](=0.2389[semi-circles])を用いること。

GPS 衛星の軌道傾斜角 i は、55 [deg](=0.3056[semi-circles])を用いること。

(e) 昇交点赤経変化率

QZS の昇交点赤経変化率 Ω は、 -8.7×10^{-10} [semi-circles/second]を用いること。

GPS 衛星の昇交点赤経変化率 Ω は、 -2.6×10^{-9} [semi-circles/second]を用いること。

(f) 近地点引数

QZS の近地点引数 ω は、270 [deg](= -0.5 [semi-circles])を用いること。

GPS 衛星の近地点引数 ω は、0 [deg](= 0 [semi-circles])を用いること。

(3) アルマナックデータによる衛星位置精度

アルマナックデータによる衛星位置精度は、GPS については適用文書(1)により、QZSS については 5.2.2.2.5.2(2)(a)項、5.5.2.2.4.5 項、5.5.2.2.4.6 項による。

6.3.6.2 アルマナック基準時刻: t_{oa} とアルマナック基準週番号: WN_a

アルマナックデータが更新されても、アルマナック基準時刻が変更されないことがあり得ることに注意すること。

L1C/A 信号については、5.2.2.2.5.1 項に示すように GPS と同様に、DATA-ID 及び SV-ID によってそのサブフレームの内容が識別される。その為、アルマナックデータの更新がどこで発生するかは、保証されない。アルマナック基準時刻に対応するアルマナック基準週番号については、5.2.2.2.5.2(5)項によること。

6.3.6.3 アルマナック時刻データによる衛星の SV クロックオフセット計算

アルマナック時刻データは SV クロックオフセットの概略予測値である。アルマナック時刻データは、Reduced アルマナックには含まれない。

この内、アルマナック時刻データは 11 ビットの定数(a_{f_0})と 11 ビット(CNAV,CNAV-2 は 10 ビット)の一次の項(a_{f_1})からなり、GPS 時刻に対する SV クロックオフセットを求めることができる。アルマナック時刻データによる衛星の時刻オフセット計算アルゴリズムは、以下の点を除いて、6.3.2 項(1)と同一である。

(a) ゼロへの設定

エフェメリスデータにあってアルマナックデータにないパラメータ a_{f_2} は、0(ゼロ)にセットすること。

アルマナックデータによる SV クロックオフセットの精度は、GPS については適用文書(1)により、QZSS については 5.2.2.2.5.2(2)(a)による。

6.3.7 協定世界時パラメータによる UTC の算出

協定世界時パラメータによりシステム時刻を協定世界時(UTC)に変換することができる。協定世界時とは、L1C/A 信号の場合はデータ ID が“00”_(B)の時は UTC(USNO)であり、データ ID が“11”_(B)の時は UTC(NICT)である。また、L2C 信号及び L5 信号の場合は、メッセージタイプが 49 の時は UTC(USNO)であり、メッセージタイプが 33 の時は UTC(NICT)である。

アルゴリズムは適用文書(1)の 20.3.3.5.2.4 項と同一である。

6.3.8 電離層パラメータによる電離層遅延量の補正

適用文書(1)の 20.3.3.5.2.5 項と同一であり、L1 周波数の電離層遅延量 cT_{iono} を求め、それを観測した擬似距離から引くことで補正することができる。なお、L2 周波数の電離層遅延量は $c\left(\frac{154}{120}\right)^2 T_{iono}$ であり、LEX 周波数は $c\left(\frac{154}{125}\right)^2 T_{iono}$ 、L5 周波数は $c\left(\frac{154}{115}\right)^2 T_{iono}$ である。

6.3.9 NMCT(L1C/A 信号)、DC データ(L1C 信号、L2C 信号、L5 信号)による補正

6.3.9.1 NMCT(航法メッセージ補正テーブル)データによる補正

L1C/A 信号において、各衛星の NMCT の ERD は、QZSS が地上でモニターした各衛星の擬似距離観測値と、送信されている各衛星のエフェメリスデータ及び SV クロックパラメータから期待される擬似距離期待値との差の推算値である。

ERD は MCS により計算され、ERD 値で擬似距離観測値を補正するために以下の式を使用する。

$$PR_C = PR_M - ERD$$

PR_C : 補正された擬似距離観測値

ERD : 擬似距離補正值

PR_M : 観測した生の擬似距離観測値

6.3.9.2 DC データ(L1C 信号、L2C 信号、L5 信号)による補正

L1C 信号、L2C 信号及び L5 信号において、各衛星の DC データは、QZSS が地上でモニターした各衛星の擬似距離観測値と、送信されている各衛星のエフェメリスデータ及び SV クロックパラメータから期待される擬似距離期待値との差の推算値である。

DC データは MCS により計算され、擬似距離観測値を補正するために以下の式を使用する。

6.3.9.2.1 CDC データの使用

衛星の DC データのペア(EDC と CDC)が利用できる場合、ユーザは 6.3.2 項(1)項のアルゴリズムに代えて、CDC データを利用して LC アンテナ位相中心での LC-SV クロック補正を行うことができる。すなわち、 $t_{sv}(t)$ の相対論効果を除く QZSST に対する時刻衛星の PRN コード位相オフセット $\Delta t_c(t)$ は以下で表される。

$$\Delta t_c(t) = (a_{f0} + \delta a_{f0}) + (a_{f1} + \delta a_{f1})(t - t_{oc}) + a_{f2}(t - t_{oc})^2$$

t : 3.1.4.1 項で定義した QZSST

t_{oc} : SV クロックパラメータの元期であり、L1C/A 信号においてはサブフレーム 1、L2C 信号や L5 信号においてはメッセージタイプ 30,31,32,33,34,35,37、L1C 信号においてはサブフレーム 2 により与えられる。

a_{f0}, a_{f1}, a_{f2} : SV クロックパラメータであり、L1C/A 信号においてはサブフレーム 1、L2C 信号や L5 信号においてはメッセージタイプ 30,31,32,33,34,35,37、L1C 信号においてはサブフレーム 2 により与えられる。

$\delta a_{f0}, \delta a_{f1}$: SV クロックパラメータであり、L2C 信号や L5 信号においてはメッセージタイプ 34,13、L1C 信号においてはサブフレーム 3 により与えられる。なお、これが適用できるのは、エフェメリスデータの生成時刻が DC データの生成時刻よりも古い時、すなわち t_{op-D} が t_{op} よりも大きい値を持つ時のみである。

6.3.9.2.2 EDC データの使用

衛星の DC データのペア(EDC と CDC)が利用できる場合、ユーザは 6.3.5 項のアルゴリズムに代えて、EDC データを利用して LC アンテナ位相中心での軌道を計算することができる。そのユーザアルゴリズムは、適用文書(1)と同一である。

なお、これが適用できるのは、エフェメリスデータや SV クロックパラメータの元期が DC データの元期よりも古い時、すなわち t_{op-D} が t_{op} よりも大きい値を持つ時のみである。

6.3.10 他の衛星航法システムとの相互運用性に関するアルゴリズム

TBD

6.4 L1-SAIF アルゴリズム

6.4.1 タイムアウト

SAIF メッセージに含まれる情報には、それぞれの特性に応じたタイムアウト時間が設定されている。放送されてからタイムアウト時間が経過した情報については、以後の処理に使用しないこと。タイムアウト時間の計算の起点は、当該情報が含まれるメッセージのプリアンブルの最初のビットの送信が開始されるべき GPS エポック時刻の正秒の時点である。

タイムアウト時間の一覧を、表 6.4.1-1 に示す。タイムアウト時間の設定は、メッセージ単位ではないことに注意されたい。たとえば、高速補正メッセージ(タイプ 2~5)に含まれる高速補正值 FC_i とその精度を表す $UDREI_i$ には、異なるタイムアウト時間が設定されている。また、メッセージタイプ 24 の後半に含まれる長期補正情報は、前半部分の高速補正情報よりも長いタイムアウト時間を持つ。

表 6.4.1-1 タイムアウト時間

メッセージ タイプ ID	項目	タイムアウト 時間(s)
0	試験モード	60
1	PRN マスク	1200
2~6, 24	高速補正值 FC	120
	UDREI	12
10	劣化係数	240
12	タイミング情報	600
18	IGP マスク	1200
24, 25	長期補正	240
26	電離層垂直遅延量	600
	GIVEI	600
28	クロック・軌道共分散	240
52	TGP マスク	600
53	対流圏遅延補正	600
56	信号バイアス補正情報	1200
58	QZS エフェメリス	300

6.4.2 補正情報の適用手順

6.4.2.1 クロック・軌道の補正(長期補正)

長期補正情報には、測位衛星のクロックおよび位置に関する補正情報が含まれる。航法メッセージから計算される GPS 衛星のクロック補正值 $\Delta t_{SV,i}$ は、さらに SAIF メッセージの長期補正情報により、次のように修正される。

$$\Delta t_{SV,i}^{corrected} = \Delta t_{SV,i} + \delta \Delta t_{SV,i} \quad (6.4-1)$$

また、測位計算に用いる GPS 衛星の位置も、同様に次のとおり修正される。

$$\begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix}_{corrected} = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix}_{ephemeris} + \begin{bmatrix} \delta x_i \\ \delta y_i \\ \delta z_i \end{bmatrix} \quad (6.4-2)$$

測位衛星のクロック補正については、次式により日内時刻 t_k における補正值 $\delta \Delta t_{sv,i}$ を計算する。計算して得た補正值は、式(6.4-1)により擬似距離に適用する。

$$\delta \Delta t_{sv,i}(t_k) = \delta a_{i,f0} + \delta a_{i,f1}(t_k - t_{i,LT}) \quad (6.4-3)$$

ここで $t_{i,LT}$ は日内時刻であり、必要に応じてロールオーバの補正をすること。速度コード=0 の場合、 $\delta a_{i,f1}$ には 0 をセットする。補強対象の測位衛星が GLONASS の場合は、次のとおり。

$$\delta \Delta t_{sv,i}(t_k) = \delta a_{i,f0} + \delta a_{i,f1}(t_k - t_{i,LT}) + \delta a_{i,GLONASS} \quad (6.4-4)$$

GLONASS 時刻オフセット $\delta a_{i,GLONASS}$ は、メッセージタイプ 12 により放送される。この値が得られない場合は、GLONASS 衛星は利用しないこと。

式(6.4-3)または式(6.4-4)による補正是、GPS ICD におけるところのクロック補正量 Δt_{sv} に加算する。言い換えれば、当該衛星について測定された擬似距離を、これらの補正に相当する長さだけ伸ばすこととなる。

一方、測位計算に用いる測位衛星の位置については、次のとおり補正量を計算したうえで式(6.4-2)に適用する。

$$\begin{bmatrix} \delta x_i \\ \delta y_i \\ \delta z_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta x_i \\ \delta y_i \\ \delta z_i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta \dot{x}_i \\ \delta \dot{y}_i \\ \delta \dot{z}_i \end{bmatrix}(t_k - t_{i,LT}) \quad (6.4-5)$$

この補正ベクトルは、時刻 t_k における当該衛星の ECEF 座標値に式(6.4-2)のとおり加算する。速度コード=0 の場合、速度を表す第二項は 0 とする。

なお、式(6.4-1)および(6.4-2)を適用する GPS 衛星のクロック補正值および位置は、L1 C/A コードに重畳されている航法メッセージ (NAV メッセージ) により計算されていなければならない。CNAV メッセージあるいは CNAV-2 メッセージは利用しないこと。

6.4.2.2 擬似距離の補正と適用(高速補正・大気遅延補正)

SAIF メッセージが放送する補正情報は、距離ドメインである。すなわち、ユーザ受信機により測定される擬似距離に対する補正情報が提供される。個々のユーザ受信機が測位に利用する衛星 (および信号) の組合せは未知であるから、位置ドメインの補正は行われない。ユーザ受信機は、各測位衛星の擬似距離を測定したのち、それらに対して SAIF メッセージによる補正情報を適用し、補正後の擬似距離を用いて受信機位置を計算する。

測定された擬似距離 $PR_i^{measured}$ [m] から、次の計算により補正後の擬似距離 $PR_i^{corrected}$ [m] を得る。

$$PR_i^{corrected} = PR_i^{measured} + FC_i + IC_i + TC_i \quad (6.4-6)$$

FC_i , IC_i , TC_i は、それぞれ高速補正、電離層伝搬遅延補正、対流圏伝搬遅延補正である。電離層および対流圏伝搬遅延補正是ユーザ位置の関数であるため、この補正計算より前に概略のユーザ位置を求めておく必要がある。高速補正是、GPS 衛星クロックの変動に対する補正を行うもので、数秒～数分程度の比較的速い変化に対応するものである。高速補正是ユーザ位置の関数ではなく、すべてのユーザに共通である。一方、電離層および対流圏伝搬遅延補正是、それほど速い成分は含まない。

ユーザ位置を最小二乗法により計算する際には、次の射影行列を利用する。

$$S = \begin{bmatrix} S_{x,1} & S_{x,2} & \cdots & S_{x,N} \\ S_{y,1} & S_{y,2} & \cdots & S_{y,N} \\ S_{z,1} & S_{z,2} & \cdots & S_{z,N} \\ S_{t,1} & S_{t,2} & \cdots & S_{t,N} \end{bmatrix} = (G^T \cdot W \cdot G)^{-1} G^T \cdot W \quad (6.4-7)$$

ここで、 G はユーザ位置と測位衛星との位置関係を表す行列で、以下のとおりである。

$$G = \begin{bmatrix} -\cos EL_1 \sin AZ_1 & -\cos EL_1 \cos AZ_1 & -\sin EL_1 & 1 \\ -\cos EL_2 \sin AZ_2 & -\cos EL_2 \cos AZ_2 & -\sin EL_2 & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -\cos EL_N \sin AZ_N & -\cos EL_N \cos AZ_N & -\sin EL_N & 1 \end{bmatrix} \quad (6.4-8)$$

AZ_i は衛星の方位角(北から右回り)、 EL_i は同じく仰角であり、いずれも単位はラジアンである。
重み行列 W は次のとおりで、 σ_i は各衛星に関する測距精度である。

$$W^{-1} = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sigma_2^2 & & 0 \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \sigma_N^2 \end{bmatrix} \quad (6.4-9)$$

6.4.2.3 電離層伝搬遅延補正

6.4.2.3.1 ピアースポイントの決定

電離層伝搬遅延補正のために、まず衛星から放送された信号が電離層を通過する位置を決定しなければならない。これを電離層ピアースポイント(IPP)(Ionospheric Piercing Point)と呼び、受信機位置から衛星への線分と、WGS-84の地球楕円体面上の高度350[km]にある楕円体面との交点として定義される。

まず、ピアースポイントの緯度は、次のように計算する。

$$\phi_{pp,i} = \sin^{-1}(\sin \phi_u \cos \psi_{pp,i} + \cos \phi_u \sin \psi_{pp,i} \cos AZ_i) \quad (6.4-10)$$

ここで、 $\psi_{pp,i}$ はピアースポイントの地面への投射とユーザ位置との間の地球の中心角であって、次のように計算される。 ϕ_u はユーザ位置緯度である。

$$\psi_{pp,i} = \frac{\pi}{2} - EL_i - \sin^{-1} \left[\frac{R_e}{R_e + h_I} \cos EL_i \right] \quad (6.4-11)$$

EL_i は衛星の仰角[rad]、 R_e は地球半径(6378.137[km])、また h_I は電離層高度(350[km])とする。
ピアースポイントの経度は、以下の式により得る。 λ_u はユーザ位置経度である。

$$\lambda_{pp,i} = \lambda_u + \sin^{-1} \left[\frac{\sin \psi_{pp,i} \sin AZ_i}{\cos \phi_{pp,i}} \right] \quad (6.4-12)$$

6.4.2.3.2 IGPの選択

IPPにおける電離層伝搬遅延量は、周囲のIGPにおける遅延量を内挿して求める。遅延量の計算に用いるIGPの選択はIGPマスク情報によって行い、IGPにおける遅延量やGIVE値には関係しない。IGPの選択は、次の手順により行う。

手順a. 経緯度で5度ずつ離れた四角形状に配置された4つのIGPによりIPPが囲まれている場合、それらの4つのIGPを選択する。

手順b. 経緯度で5度ずつ離れた三角形状に配置された3つのIGPによりIPPが囲まれている場合、それらの3つのIGPを選択する。

手順aによりIGPを選択できない場合は、手順bによる選択を試みる。これらのいずれによってもIGPを選択できない場合は、そのIPPにおける電離層伝搬遅延は計算できない。

選択されたIGPのいずれかが使用不可あるいは未監視の状態にある場合、そのIPPにおける電離層伝搬遅延量は計算できない。ただし、手順aで選択された4つのIGPのいずれか1つのみが未監視とされている場合にあっては、そのIGPを除いて手順bにより選択される3つのIGPを用いて補間を行ってもよい。

6.4.2.3.3 ピアースポイントにおける電離層遅延量の補間

ユーザ受信機は、前項により選択されたIGPにおける遅延量から補間にによりIPPにおける電離層伝搬遅延量を求める。

まず、4つのIGPを用いる補間については、IPPの緯度 $\phi_{pp,i}$ と経度 $\lambda_{pp,i}$ の関数として以下の式を用いて、IPPにおける垂直電離層遅延量とする。

$$\tau_{pp,i}(\phi_{pp,i}, \lambda_{pp,i}) = \sum_{k=1}^4 W_k \tau_k \quad (6.4-13)$$

τ_k は、IGP_kにおける垂直遅延量である。各IGPの重みは、 $x_{pp} = \frac{\lambda_{pp,i} - \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}$, $y_{pp} = \frac{\phi_{pp,i} - \phi_1}{\phi_2 - \phi_1}$

を用いて、以下のように表される。

$$W_1 = x_{pp} y_{pp} \quad (6.4-14)$$

$$W_2 = (1 - x_{pp}) y_{pp} \quad (6.4-15)$$

$$W_3 = (1 - x_{pp})(1 - y_{pp}) \quad (6.4-16)$$

$$W_4 = x_{pp}(1 - y_{pp}) \quad (6.4-17)$$

IGPの番号付けについては、次のとおり(図 6.4.2-1を参照のこと)。

λ_1 =IPPの西のIGPsの経度

λ_2 =IPPの東のIGPsの経度

ϕ_1 =IPPの南のIGPsの緯度

ϕ_2 =IPPの北のIGPsの緯度

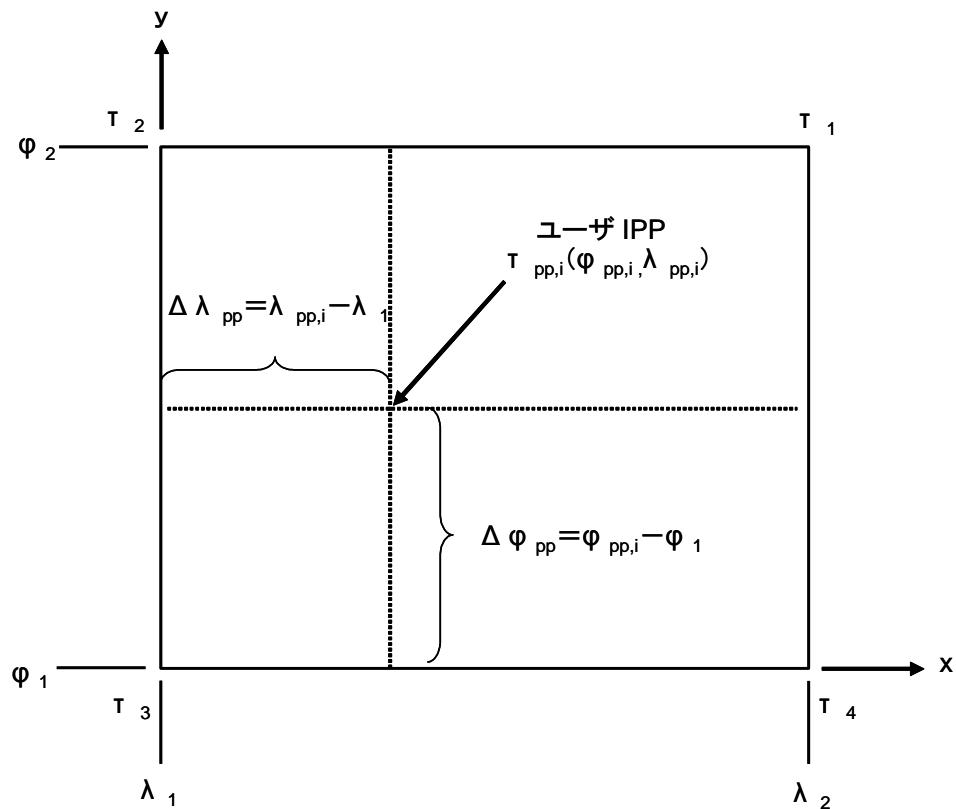


図 6.4.2-1 4 つの IGP による補間アルゴリズムの定義

3 つの IGP を用いる補間については、以下の式を用いる。

$$\tau_{pp,i}(\phi_{pp,i}, \lambda_{pp,i}) = \sum_{k=1}^3 W_k \tau_k \quad (6.4-18)$$

各 IGP の重みは、以下のように表される。

$$W_1 = y_{pp} \quad (6.4-19)$$

$$W_2 = 1 - x_{pp} - y_{pp} \quad (6.4-20)$$

$$W_3 = x_{pp} \quad (6.4-21)$$

図 6.4.2-2 に示すとおり、三角形の斜辺の反対側にある IGP を常に W_2 に対応させること。

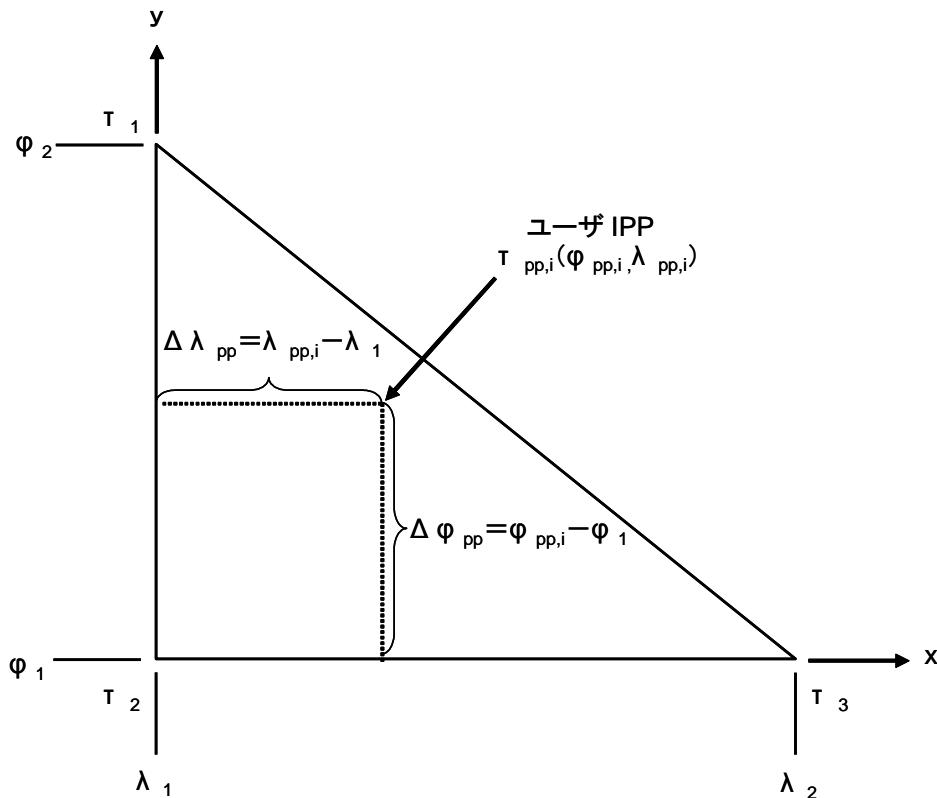


図 6.4.2-2 3 つの IGP による補間アルゴリズムの定義

6.4.2.3.4 電離層遅延補正值の算出

IGP における垂直電離層遅延量の補間ににより求められる IPP における垂直電離層遅延量は、さらに傾斜係数 F_{pp} を乗じることで式(6.4-6)で補正に用いられる IC_i となる。

$$IC_i = -F_{pp,i} \cdot \tau_{pp,i}(\lambda_{pp,i}, \phi_{pp,i}) \quad (6.4-22)$$

傾斜係数 F_{pp} は衛星仰角の関数で、次式のとおりとする。

$$F_{pp,i} = \left[1 - \left(\frac{R_e \cos EL_i}{R_e + h_i} \right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (6.4-23)$$

ここで EL_i は衛星の仰角、地球半径 $R_e=6378.137[\text{km}]$ 、電離層高度 $h_i=350[\text{km}]$ とする。

6.4.2.4 対流圏遅延補正

6.4.2.4.1 SAIF メッセージによる補正

メッセージタイプ 53 の n 番の TGP ブロック ID のメッセージには、メッセージタイプ 52 のマスク情報に含まれる有効な TGP のうち、 $34n+1$ から $34(n+1)$ 番目までの TGP での天頂対流圏遅延量オフセット(ZTDO)が、マスク情報内の順序と同一の順序で含まれる。6 ビットの天頂対流圏遅延量オフセットは、 $[-0.32, 0.30[\text{m}]]$ の範囲において $0.01[\text{m}]$ の分解能を持つ。また “011111”^(B) は天頂対流圏遅延量オフセットが提供されていないことを示す。

TGP における天頂対流圏遅延量オフセットに、次式で定義する天頂対流圏遅延量モデル⁵のユーザ位置の値を加えることにより、ユーザ位置での天頂対流圏遅延量を得ることが出来る。ただし、単位は[mm]、年通算日を *doy*、緯度を ϕ [deg]、標高を *H* [m]としている。

$$\begin{aligned} ZTD[\text{mm}] = & 2690 + 97 \sin\left(\frac{2\pi}{365.25}(doy - 119)\right) + 28 \sin\left(\frac{4\pi}{365.25}(doy + 11)\right) - 6.5\phi \\ & + H \times \left(-0.31 + 0.023 \sin\left(\frac{2\pi}{365.25}(doy + 63)\right) - 0.0071 \sin\left(\frac{4\pi}{365.25}(doy + 13)\right) \right) \end{aligned}$$

(6.4-24)

なお、ユーザから $70[\text{km}]$ 程度の範囲内の TGP における天頂対流圏遅延量オフセットを利用するすることが望ましい。また、この範囲内に複数の TGP がある場合には最寄りの最大 3 点の天頂対流圏遅延量オフセットを利用することが望ましい。複数の TGP における天頂対流圏遅延量オフセットを利用することにより複数の天頂対流圏遅延量を求めることができ、それらの重み付き平均を求めるなどすることにより、ユーザ位置により適した天頂対流圏遅延量を得ることが可能となる。重み付け関数としては、例えば TGP からの距離を *x* [km] として下記のものが挙げられる。

$$w(x) = 1 / (0.08x + 10.0)^2 \quad (6.4-25)$$

求めた天頂対流圏遅延量にマッピング関数を乗じることにより、擬似距離に含まれる対流圏遅延量を求めることが出来る。このようして求めた対流圏遅延量の反数が、式(6.4-6)における TC_i に相当する。この際用いるマッピング関数としては、測位衛星の仰角を *EL* [rad] として例えば次式が挙げられる。

$$m(EL) = \frac{1.001}{\sqrt{0.002001 + \sin^2(EL)}} \quad (6.4-26)$$

式(6.4-6)における TC_i は、次式により求められる。

$$TC_i = -m(EL_i) \cdot \frac{\sum_{k=1}^{nT} w(x_k) \cdot ZTD_k}{\sum_{k=1}^{nT} w(x_k)} \quad (6.4-27)$$

ここで nT は、対流圏補正に使用する TGP の数である。

6.4.2.4.2 モデルによる補正

L1-SAIF が送信する対流圏遅延補正情報を使用しない場合、適用文書(5)の補正モデルを使用して対流圏遅延補正を行うこと。

⁵ 詳細な数値については今後変更の可能性がある

6.4.3 インテグリティ情報の適用手順

SAIF メッセージにおけるインテグリティの実装は、保護レベル方式による。すなわち、SAIF メッセージが GPS 信号とともに提供する SIS 性能において、水平方向あるいは垂直方向のユーザ測位誤差が対応する保護レベルを超える確率は、規定のインテグリティリスク(1-インテグリティ)以下である。

6.4.3.1 保護レベルの計算

水平保護レベル(HPL)および垂直保護レベル(VPL)は、次のとおり計算する。

$$HPL = K_H \cdot d_H \quad (6.4-27)$$

$$VPL = K_V \cdot d_V \quad (6.4-28)$$

ここで、定数は表 6.4.3-1 による。表中の「インテグリティ」は、アプリケーションが要求するインテグリティ水準である。IRI(International Reference Ionosphere)はメッセージタイプ 10 で放送される。測位誤差の分散を表す項は、以下の通りである。

$$d_V^2 = \sum_{i=1}^N s_{z,i}^2 \cdot \sigma_i^2 \quad (6.4-29)$$

$$d_H^2 = \frac{d_x^2 + d_y^2}{2} + \sqrt{\left(\frac{d_x^2 - d_y^2}{2}\right)^2 + d_{xy}^2} \quad (6.4-30)$$

それぞれ次の値から計算する。

$$d_x^2 = \sum_{i=1}^N s_{x,i}^2 \cdot \sigma_i^2 \quad (6.4-31)$$

$$d_y^2 = \sum_{i=1}^N s_{y,i}^2 \cdot \sigma_i^2 \quad (6.4-32)$$

$$d_{xy}^2 = \sum_{i=1}^N s_{x,i} \cdot s_{y,i} \cdot \sigma_i^2 \quad (6.4-33)$$

衛星 i に関する測距精度を表す σ_i は、以下の通りである。

$$\sigma_i^2 = \sigma_{i,flt}^2 + \sigma_{i,UIRE}^2 + \sigma_{i,air}^2 + \sigma_{i,trop}^2 \quad (6.4-34)$$

表 6.4.3-1 インテグリティに対応する定数K

インテグリティ	IRI 条件	K_H	K_V
$1-10^{-7}$	$IRI=0$	5.63	5.33
$1-10^{-6}$	$IRI \leq 1$	5.26	4.90
$1-10^{-5}$	$IRI \leq 2$	4.80	4.42
$1-10^{-4}$	$IRI \leq 3$	4.29	3.89
$1-10^{-3}$	$IRI \leq 4$	3.72	3.29

6.4.3.2 クロックおよび軌道成分

高速補正および長期補正の補正精度は、以下の通りである。

$$\sigma_{i,flt}^2 = \begin{cases} (\sigma_{i,UDRE}\delta_{UDRE} + \varepsilon_{ltc})^2, & RSS_{UDRE} = 0 \\ \sigma_{i,UDRE}^2\delta_{UDRE}^2 + \varepsilon_{ltc}^2, & RSS_{UDRE} = 1 \end{cases} \quad (6.4-35)$$

このうちの長期補正の劣化については、GPS および静止衛星は次式で求める。なお、VC は長期補正情報に含まれる velocity code である。

$$\varepsilon_{ltc} = \begin{cases} C_{ltc_lsb} + C_{ltc_v1} \cdot \max[0, t_{i,LT} - t, t - t_{i,LT} - I_{ltc_v1}] & VC = 1 \\ C_{ltc_v0} \cdot \frac{t - t_{ltc}}{I_{ltc_v0}}, & VC = 0 \end{cases} \quad (6.4-36)$$

また、準天頂衛星は次式で求める。

$$\varepsilon_{ltc} = C_{qzs_lsb} + C_{qzs_v1} \cdot \max[0, t_{i,LT} - t, t - t_{i,LT} - I_{qzs_v1}] \quad (6.4-37)$$

6.4.3.3 クロック—軌道共分散

式(6.4-35)の δ_{UDRE} は、メッセージタイプ 10 および 28 の情報から次式により得る。(初期値: $\delta_{UDRE}=1.0$)

$$\delta_{UDRE} = 2^{e-5} \cdot \left| \sqrt{I^T \cdot E^T \cdot E \cdot I} + C_{covariance} \right| \quad (6.4-38)$$

ここで、 e はメッセージタイプ 28 に含まれるスケール係数である。 I は受信機から見た衛星の方向を表す単位ベクトルを含むベクトルである。

$$I = \begin{bmatrix} \cos EL_i \sin AZ_i \\ \cos EL_i \cos AZ_i \\ \sin EL_i \\ 1 \end{bmatrix} \quad (6.4-39)$$

また、行列 E は次のとおりである。

$$E = \begin{bmatrix} E_{1,1} & E_{1,2} & E_{1,3} & E_{1,4} \\ 0 & E_{2,2} & E_{2,3} & E_{2,4} \\ 0 & 0 & E_{3,3} & E_{3,4} \\ 0 & 0 & 0 & E_{4,4} \end{bmatrix} \quad (6.4-40)$$

6.4.3.4 電離層伝搬遅延

式(6.4-34)の σ^2_{UIRE} は、次のように計算される。(UIRE: User Ionospheric Range Error)

$$\sigma^2_{UIRE} = F_{pp}^2 \cdot \sigma^2_{UIVE} \quad (6.4-41)$$

σ^2_{UIVE} は、所定の IPP に対して IGP において定義された σ^2_{GIVE} からユーザーによって次式により補間される。(UIVE: User Ionospheric Vertical Error)

$$\sigma^2_{UIVE} = \sum_{n=1}^4 W_n(x_{pp}, y_{pp}) \cdot \sigma^2_{n,GIVE} \quad (6.4-42)$$

または

$$\sigma^2_{UIVE} = \sum_{n=1}^3 W_n(x_{pp}, y_{pp}) \cdot \sigma^2_{n,GIVE} \quad (6.4-43)$$

ここで、 σ^2_{GIVE} は IGP における電離層垂直誤差のモデル分散で、GIVEI から表 5.4.3-15 により得る。

6.4.3.5 マルチパス誤差

マルチパス誤差を表す $\sigma_{i,air}$ については、次のモデルを用いる。

$$\sigma_{i,air} = \sqrt{0.13 + 0.53 \times \exp(-EL_i/10[\text{deg}])^2 + 0.4^2} \quad (6.4-44)$$

6.4.3.6 対流圏伝搬遅延

衛星 i に対する対流圏遅延の残留誤差のモデルは、次のとおりとする。

$$\sigma_{i,trop} = \frac{0.12}{\sqrt{0.002 + \sin^2(EL_i)}} \quad (6.4-45)$$

6.4.4 準天頂衛星位置の計算

準天頂衛星の位置については、メッセージタイプ 58 により与えられたエポック時刻における位置および速度を用いて、数値積分により計算できる。まず、衛星位置については、次式を積分して求める。

$$\frac{dx}{dt} = v_x \quad (6.4-46)$$

$$\frac{dy}{dt} = v_y \quad (6.4-47)$$

$$\frac{dz}{dt} = v_z \quad (6.4-48)$$

メッセージタイプ 58 には加速度の摂動項 $\ddot{X}_Q, \ddot{Y}_Q, \ddot{Z}_Q$ が与えられており、速度については次式を積分して求める。

$$\frac{dv_x}{dt} = -\frac{x}{r^3} \mu - \frac{3}{2} J_2 \frac{\mu R_e^2}{r^5} \left(1 - \frac{5z^2}{r^2} \right) x + \dot{\Omega}_e^2 x + 2\dot{\Omega}_e v_y + \ddot{X}_Q \quad (6.4-49)$$

$$\frac{dv_y}{dt} = -\frac{y}{r^3} \mu - \frac{3}{2} J_2 \frac{\mu R_e^2}{r^5} \left(1 - \frac{5z^2}{r^2} \right) y + \dot{\Omega}_e^2 y - 2\dot{\Omega}_e v_x + \ddot{Y}_Q \quad (6.4-50)$$

$$\frac{dv_z}{dt} = -\frac{z}{r^3} \mu - \frac{3}{2} J_2 \frac{\mu R_e^2}{r^5} \left(3 - \frac{5z^2}{r^2} \right) z + \ddot{Z}_Q \quad (6.4-51)$$

ここで、 $J_2 = 1082625.7 \times 10^{-9}$ を用いる。

6.5 LEX 信号のアルゴリズム

6.5.1 LEX メッセージのリードソロモン符号化アルゴリズム

6.5.1.1 ガロア体 $GF(2^8)$ の構成

\mathbf{Z}_2 上 8 次の(原始)多項式として $F(x) = x^8 + x^7 + x^2 + x + 1$ を選定する。 $F(x) = 0$ の根の 1 つを α としたとき、 \mathbf{Z}_2 上であることから $-\alpha^8 = \alpha^8$ であり、 $F(\alpha) = 0$ であることから、

$$\alpha^8 = -\alpha^8 = \alpha^7 + \alpha^2 + \alpha + 1 \quad (6.5-1)$$

が成立する。

式(6.5-1)により、 α のベキは、以下のように $\alpha^7, \alpha^6, \alpha^5, \alpha^4, \alpha^3, \alpha^2, \alpha^1, \alpha^0 (=1)$ の \mathbf{Z}_2 上の 1 次結合として表される(\mathbf{Z}_2 上であることから $\alpha^i + \alpha^i = 0$ である)。

$$\begin{aligned} \alpha^8 &= \alpha^7 + \alpha^2 + \alpha + 1 \\ \alpha^9 &= \alpha^8 \times \alpha = \alpha^8 + \alpha^3 + \alpha^2 + \alpha = (\alpha^7 + \alpha^2 + \alpha + 1) + \alpha^3 + \alpha^2 + \alpha \\ &= \alpha^7 + \alpha^3 + 1 \\ \alpha^{10} &= \alpha^9 \times \alpha = \alpha^8 + \alpha^4 + \alpha = (\alpha^7 + \alpha^2 + \alpha + 1) + \alpha^4 + \alpha \quad (6.5-2) \\ &= \alpha^7 + \alpha^4 + \alpha^2 + 1 \\ &\vdots \\ \alpha^{254} &= \alpha^7 + \alpha^6 + \alpha + 1 \end{aligned}$$

ここで、 α の位数は

$$\alpha^{255} = \alpha^{254} \times \alpha = \alpha^8 + \alpha^7 + \alpha^2 + \alpha = (\alpha^7 + \alpha^2 + \alpha + 1) + \alpha^7 + \alpha^2 + \alpha = 1 = \alpha^0 \quad (6.5-3)$$

より、255 である。式(6.5-2)により、 α のベキどうしの加法は

$$\alpha^m = u_{m7}\alpha^7 + u_{m6}\alpha^6 + \cdots + u_{m1}\alpha^1 + u_{m0}\alpha^0 \quad (6.5-4)$$

$$\alpha^n = u_{n7}\alpha^7 + u_{n6}\alpha^6 + \cdots + u_{n1}\alpha^1 + u_{n0}\alpha^0 \quad (6.5-5)$$

としたとき、

$$\begin{aligned} \alpha^m + \alpha^n &= (u_{m7} + u_{n7})\alpha^7 + (u_{m6} + u_{n6})\alpha^6 + \cdots + (u_{m1} + u_{n1})\alpha^1 + (u_{m0} + u_{n0})\alpha^0 \quad (6.5-6) \\ &= \alpha^l \end{aligned}$$

により定義される(最後の等号は式(6.5-2)の対応による)。ただし、各 u_{mi}, u_{nj} は 0 か 1 であり、 \mathbf{Z}_2 上であることから $u_{mi} + u_{nj}$ は排他的論理和となる。 α のベキおよび上述の加法によって、 $\{0, 1 (= \alpha^0), \alpha^1, \alpha^2, \dots, \alpha^{254}\}$ はガロア体 $GF(2^8)$ を成す。

6.5.1.2 基底の変換

式(6.5-2)の対応により、 $\{0, 1 (= \alpha^0), \alpha^1, \alpha^2, \dots, \alpha^{254}\}$ の元は \mathbf{Z}_2 上で $\alpha^7, \alpha^6, \alpha^5, \alpha^4, \alpha^3, \alpha^2, \alpha^1, \alpha^0$ の 1 次結合として、一意的に表される。つまり、 $\{\alpha^7, \alpha^6, \alpha^5, \alpha^4, \alpha^3, \alpha^2, \alpha^1, \alpha^0\}$ は $\{0, 1 (= \alpha^0), \alpha^1, \alpha^2, \dots, \alpha^{254}\}$ の基底となるが、 $l_0 = \alpha^{125}, l_1 = \alpha^{88}, l_2 = \alpha^{226}, l_3 = \alpha^{163}, l_4 = \alpha^{46}, l_5 = \alpha^{184}, l_6 = \alpha^{67}, l_7 = \alpha^{242}$ と置くとき、 $\{l_0, l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, l_7\}$ もまた $\{0, 1 (= \alpha^0), \alpha^1, \alpha^2, \dots, \alpha^{254}\}$ の基底となる。

α のベキを 2 種類の基底により

$$\begin{aligned} \alpha^n &= u_7 \alpha^7 + u_6 \alpha^6 + u_5 \alpha^5 + u_4 \alpha^4 + u_3 \alpha^3 + u_2 \alpha^2 + u_1 \alpha^1 + u_0 \alpha^0 \\ &= z_0 l_0 + z_1 l_1 + z_2 l_2 + z_3 l_3 + z_4 l_4 + z_5 l_5 + z_6 l_6 + z_7 l_7 \end{aligned} \quad (6.5-7)$$

と表すとき、係数 $u_7, u_6, u_5, u_4, u_3, u_2, u_1, u_0$ と $z_0, z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, z_6, z_7$ の間には、以下の関係が成り立つ。

$$(z_0, z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, z_6, z_7) = \begin{pmatrix} u_7 \\ u_6 \\ u_5 \\ u_4 \\ u_3 \\ u_2 \\ u_1 \\ u_0 \end{pmatrix}^t \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (6.5-8)$$

$$(u_7, u_6, u_5, u_4, u_3, u_2, u_1, u_0) = \begin{pmatrix} z_0 \\ z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \\ z_5 \\ z_6 \\ z_7 \end{pmatrix}^t \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (6.5-9)$$

ただし、各 u_i, z_j は 0 か 1 であり、行列演算の加法は排他的論理和である。

6.5.1.3 符号化

LEX メッセージのヘッダ部およびデータ部(図 5.7.2-1 参照)が与えられたとき、以下のようにしてリードソロモン符号を算出する。

8 ビットを 1 シンボルとして、プリアンブルの次の第 5 シンボルからデータ部の終わりの第 218 シンボルまでの 214 シンボルを符号化の対象とする。各シンボル中のビットを、6.5.1.2 項で示した $z_0, z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, z_6, z_7$ とみなし、それに対応する $\{0, 1 (= \alpha^0), \alpha^1, \alpha^2, \dots, \alpha^{254}\}$ の元を求める。第 5 シンボルが A_5 、第 6 シンボルが A_6 、…、第 218 シンボルが A_{218} のように表せたとする ($A_i \in \{0, 1 (= \alpha^0), \alpha^1, \alpha^2, \dots, \alpha^{254}\}$) とき、 $\{0, 1 (= \alpha^0), \alpha^1, \alpha^2, \dots, \alpha^{254}\}$ 上の多項式 $I(x)$ を

$$I(x) = A_5 x^{213} + A_6 x^{212} + \dots + A_{217} x + A_{218} \quad (6.5-10)$$

とする。また、 $\{0, 1 (= \alpha^0), \alpha^1, \alpha^2, \dots, \alpha^{254}\}$ 上の(生成)多項式 $g(x)$ を、以下のように定義する。

$$g(x) = \prod_{j=112}^{143} (x - \alpha^{11j}) \quad (6.5-11)$$

このとき、 $x^{32} I(x)$ を $g(x)$ で割った剰余を $P(x)$ とする。除算は、6.5.1.1 項に示した $\{0, 1 (= \alpha^0), \alpha^1, \alpha^2, \dots, \alpha^{254}\}$ の算法による。

$P(x)$ は

$$P(x) = B_1 x^{31} + B_2 x^{30} + \dots + B_{31} x + B_{32} \quad (6.5-12)$$

ここで、 $B_i \in \{0, 1 (= \alpha^0), \alpha^1, \alpha^2, \dots, \alpha^{254}\}$ である

のようになる。ここで、各 B_i を基底 $\{l_0, l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, l_7\}$ の線形結合

$$B_i = z_0 l_0 + z_1 l_1 + z_2 l_2 + z_3 l_3 + z_4 l_4 + z_5 l_5 + z_6 l_6 + z_7 l_7 \quad (6.5-13)$$

で表し、その係数 $z_0, z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, z_6, z_7$ をビットとみなした 32 シンボルが、リードソロモン符号となる。

6.5.1.4 復号化

6.5.1.3 項の前半と同様にして、受信メッセージの第 5 シンボルから第 250 シンボルに対応した多項式 $S(x)$ を作成する。

$$S(x) = A'_5 x^{245} + A'_6 x^{244} + \dots + A'_{249} x + A'_{250} \quad (6.5-14)$$

このとき、32 の多項式 $S(\alpha^{11j}), j = 112 \sim 143$ を評価することにより、16 シンボルまでの誤りを検出、訂正することができる。誤りがない場合は $S(\alpha^{11j})$ はすべて 0 である。

6.6 その他

6.6.1 受信機内部のバイアス

今までと違つて、色々な周波数や、同じ周波数でも複数の PRN コードで変調された信号を受信することになってくるので、ユーザ受信機側ではそれぞれの受信バイアスを工場出荷前に確認して、内部で補正しないと、航法結果はずれてしまうことに注意すること。

7 運用情報の提供

QZSS では、MCSにおいて生成、蓄積される情報のうち、ユーザがさまざまな用途で利用可能な情報・データについて、インターネットを介した情報提供を行う計画である。本章は、このインターネットを介してユーザに対して提供される情報の内容と、インターフェースについて記載するものである。

7.1 運用情報提供サイト

ユーザは以下の URL から、準天頂衛星システム運用情報提供サイト(「QZ-vision」)にアクセスすることができる。

ユーザサイトは日英、二ヶ国語にて作成され、MCS からユーザに対して公開される情報のインターフェースは全て以下の URL からリンクされる。

日本語版英語版共通 URL <http://qz-vision.jaxa.jp/>

7.2 公開情報・データと公開方法

表 7.2-1 に公開される情報・データの種別、アクセス方法をまとめる。

表 7.2-1 公開情報・データの種別

カテゴリ	運用情報・データの内容	ユーザのアクセス方法
1	運用計画、実績の公開 (NAQU 情報)	ウェブ上で閲覧 メール配信希望者にテキストメールを配信
2	実験スケジュールの公開 (第1段階)	ウェブ上で閲覧
3	実験評価結果の公開	ウェブ上で閲覧
4	ユーザ運用支援情報の生成	ユーザ運用計画支援ツール(フリーウェア)のダウンロード。ユーザ PC にて、軌道予報値算出、アシスト情報や DOP プロファイルを計算、画面表示
		最新のアルマナック、エフェメリス情報
		放送パターンテーブル情報
5	精密軌道暦	サイトからダウンロード(テキストファイル)
6	精密軌道暦生成支援情報	ウェブ上で閲覧
	(研究利用ユーザ向け) 研究利用ユーザのリクエストによる	サイトからダウンロード(テキストファイル)
		提供依頼方法と連絡先をウェブ上に掲示。メール等で必要な情報・データを提供

7.2.1 運用計画、実績情報の公開(NAQU:NOTICE ADVISORY TO QZSS USERS)

GPS ユーザに対して米国沿岸警備隊ナビゲーションセンターが配信している NANU(NOTICE ADVISORY TO NAVSTAR USERS)の QZSS 版の情報である。現行 MCS における QZS-1 の運用ステータス(測位サービスの中止/性能劣化に繋がる運用イベント(軌道/姿勢メンテナンス等)の計画、不具合などによる中断/性能劣化の実績など)をユーザに対して通知する。

運用情報サイトへの最新及び直前の NAQU 情報の掲載に加えて、サイト内で配信希望先メールアドレスの登録を行なったユーザに対しては、最新の NAQU がテキストメールで一斉配信される。

7.2.2 実験スケジュールの公開

第一段階の技術実証、利用実証フェーズにおいては、LEX 信号および L1-SAIF 信号を用いた実験が計画されている。LEX 信号として送信されるメッセージは実験ユーザ毎に設定されるため、これらの信号を利用する利用実証ユーザに対して実験スケジュールを周知する必要がある。上記の NAQU に加えて、一日単位の実験スケジュール一週間分を運用情報サイトに掲載する。

7.2.3 実験評価結果の公開

測位システムの性能評価として表 7.2.3-1 に示す情報を運用情報提供サイト上に掲載する。

表 7.2.3-1 実験評価公開情報一覧

No.	データ	更新頻度
1	URE 情報など	1 ヶ月毎

7.2.4 ユーザ運用支援情報の生成

測位ユーザの運用計画立案、運用支援情報生成をサポートする機能、情報の提供として以下の無償ソフトウェアと、軌道情報の提供を行う。

7.2.4.1 ユーザ運用計画支援ツール (QZ-radar)

ユーザは、観測予定位置、観測地点におけるマスク情報、解析エポックなどを入力、運用を行う予定期間の可視衛星、ドップラーシフト)、各衛星の AzEL 情報、DOP プロファイルなどのユーザ運用計画支援情報が output、表示されるようなユーザ運用計画支援ツールを無償ソフトウェアとして運用情報提供サイトからダウンロードできる。

当該ツールの詳細なマニュアルも当該サイトからダウンロード可能である。

7.2.4.2 軌道情報提供

ユーザは、QZSS 及び GPS から放送中の最新のアルマナック及びエフェメリスー式を運用情報提供サイトからダウンロード可能である。

(1) アルマナック

アルマナックは、GPS(PRN 番号:1~32)及び QZSS の全衛星分のデーター式を過去のアーカイブ情報も含めてダウンロードできる。フォーマットは YUMA*である。

* YUMA のフォーマットに関しては、U.S. Coast Guard の Web ページ(URL: www.navcen.uscg.gov/?pageName=gpsYuma, (2012 年 12 月 11 日アクセス確認))参照。

(2) エフェメリス

エフェメリスは、GPS(PRN 番号:1~32)及び QZSS の全衛星分のデータ一式を過去のアーカイブ情報も含めてダウンロードできる。フォーマットは RINEX フォーマットのエフェメリス情報と同一である。

衛星のエフェメリス更新に合わせて本サイトで提供されるエフェメリス情報も最新のエフェメリスに更新される。GPS のエフェメリスは、モニタ局で受信された GPS 航法メッセージから抽出されたデータセットである。

7.2.4.3 放送パターンテーブル提供

各信号(L1C/A, L1C, L2C, L5)を構成する各サブフレームや各ページ、各メッセージやそれに含まれるデータの放送される順序をまとめた表を放送パターンテーブルといい、信号毎に定義されている。QZSS の L1C/A と L1C, L2C, L5 信号の放送パターンテーブルを運用情報提供サイト上に掲載する。

7.2.5 精密軌道暦の提供

QZSS のサイエンス利用、外部機関での性能評価などに利用、搬送波位相測位における初期化時間短縮などに活用可能な、高精度な軌道暦として、MCS で生成される以下の精密軌道暦をユーザはダウンロードできる。

7.2.5.1 QZSS、GPS 最終暦（軌道およびクロック）

QZSS の MCS は、評価用に GPS 衛星(PRN 番号:1~32)と QZSS 衛星の最終暦を生成する。フォーマットは IGS の最終暦と同一(SP3 形式)である。

7.2.5.2 QZSS、GPS 超速報暦（軌道およびクロック）

QZSS の MCS は、エフェメリス生成用に QZSS 超速報暦を作成する。ユーザは IGS 超速報暦と同じフォーマット(SP3 形式)でダウンロードできる。

また、GPSについては、ユーザは GPS(PRN 番号:1~32)の超速報暦として推定結果をダウンロードすることができる。フォーマットは IGS の超速報暦と同一(SP3 形式)である。

7.2.6 精密軌道暦生成支援情報(研究利用ユーザ向け)

QZSS の IGS 等の外部機関での精密軌道推定に利用可能な運用情報・データを、ユーザの要請に基づいて、電子ファイル、メディア(大容量となる場合)を用いてユーザに提供する。

運用情報提供サイトには、研究利用ユーザ向けにデータ提供の依頼方法と依頼先の連絡先を掲載する。提供されるデータセットは運用者のオフライン処理によって提供されるため、依頼からデータの提供までに少なくとも1週間程度の期間が必要である。

8 GPSとの違い

8.1 航法メッセージの違い

各信号の航法メッセージ(ビット数、スケールファクタ、パラメータ範囲、単位)は、可能な限り GPS との互換性を保つ設計としている。しかし、GPS と QZSS の固有条件の相違(QZS 軌道条件等)から、GPS と同一の定義では表現できないものがある。また、GPS には無い付加価値を QZSS に与えるために、敢えて GPS とは異なる定義としている部分もある。これらについては、QZSS 固有の定義を行うこととする。QZSS 固有の定義となるパラメータ一覧を以下に示す。

8.1.1 L1C/A 信号の GPS との違い

表 8.1.1-1 LNAV メッセージにおける QZSS 固有の定義となるパラメータ一覧

サブフレーム	ページ ※1	パラメータ	GPS の定義	QZSS の定義
共通	共通	Anti-Spoof フラグ	P コード暗号化フラグ	QZSS では P コード無しのため "0" _(B) 固定
		Integrity Status フラグ	完全性保証フラグ	現行 MCS における QZS-1 では未対応 ("0" _(B) 固定)。
1	—	C/A or P on L2	L2 コード識別 (C/A or P)	QZSS では P コードなしのため "10" _(B) 固定
		L2P データフラグ	P コードのメッセージ有無	QZSS では P コード無しのため "1" _(B) 固定
		T _{GD}	LC _{GPS} ※3 と L1P(Y)の群遅延	LC _{QZSS} ※4 と L1C/A の群遅延
		5ビットヘルス(エフェメリスヘルス)	適用文書(1)で定義されたルールに従い設定	L1C/A、L1C、L2C、L5、LEX の各信号の 1 ビットヘルスに対応
		IODC	SV クロックパラメータの発行番号。送信値はその前の 7 日間衛星から送信される値とは異なる。	SV クロックパラメータの発行番号。送信値はその前の 2 日間衛星から送信される値とは異なる。
2	—	エフェメリスデータ離心率	パラメータ範囲の上限を設定 (0.03 以下)	パラメータ範囲を制限せず (0.5 未満)
		カーブフィットインターバルフラグ	"0" の時の有効期間:4 時間 "1" の時の有効期間:4 時間以上	"0" の時の有効期間:2 時間 "1" の時の有効期間:2 時間以上
4	13	NMCT ERD	自衛星以外の SV1~31 の ERD	GPS の ERD 他(表 5.2.2-4 参照)(t _{NMCT} の計算アルゴリズムは GPS と異なる(5.2.2.2.4 項(1)参照))
	18	UTC パラメータ※2 A ₀ 、A ₁	UTC(USNO)–GPST との関係	UTC(NICT)–GPST との関係
		電離層パラメータ※2 α ₀ 、α ₁ 、α ₂ 、α ₃ 、β ₀ 、β ₁ 、β ₂ 、β ₃	対象領域は地球全域	対象領域は日本近傍に最適化
	25	A-S フラグ、SV 条件	全 GPS の P コード暗号化フラグと SV の Block 識別	QZSS に関しては P コード無しのため未適用 (送信されない)
4、5	サブフレーム 4: 2~5 7~10 サブフレーム 5: 1~24	DATA ID	"01" _(B) または "10" _(B) (PRN 番号:1~63 に対応)	"00" _(B) :GPS アルマナック (PRN 番号:1~32) "11" _(B) :QZS アルマナック "01" _(B) 、"10" _(B) :予備 (現行 MCS における QZS-1 では PRN 番号の拡張には未対応)
		アルマナック離心率※2	離心率の値そのもの	離心率(基準離心率 0.06 との差)
		アルマナック基準軌道傾斜角(i ₀)※2	i ₀ =0.3 [semi-circles]	i ₀ =0.25 [semi-circles]
	25	SV ヘルス(アルマナックヘルス)	測位信号の出力レベルによるヘルス判定	MS での測位信号の C/N によるヘルス判定

※1 表中のサブフレーム4、5のページ番号は、GPSの定義により表記している。

※2 QZSSの定義は、QZSを対象とする場合のパラメータにのみ適用する。GPS衛星が対象の場合はGPSの定義に従う。

※3 LC_{GPS}:GPSのL1P(Y)とL2P(Y)の電離層フリー線形結合

※4 LC_{QZSS}:QZSのL1C/A信号とL2C信号の電離層フリー線形結合

8.1.2 L2C 信号及び L5 信号に重畳されている CNAV メッセージの GPS との違い

表 8.1.2-1 CNAV メッセージにおける QZSS 固有の定義となるパラメータ一覧

メッセージ タイプ ID	パラメータ	GPS の定義	QZSS の定義
共通(12, 13, 14, 28, 31, 34, 37, 47, 53)	PRN 番号	GPS の PRN 番号:1~63	GPS の PRN 番号:1~32 (現行 MCS における QZS-1 では、 PRN 番号の拡張には対応していない)
10	エフェメリス 軌道長半径の参照値 (A_{ref}) ^{※1}	26,559,710 [m]	42,164,200 [m]
	エフェメリス 離心率	パラメータ範囲の上限を設定 (0.03 以下)	パラメータ範囲を設定せず (0.5 未満)
	Integrity Status フラグ	完全性保証フラグ	現行 MCS における QZS-1 は未対応 (“0” _(B) 固定)。
	L2C Phasing	L2C と L2P(Y)の位相関係	QZSS は P コードなしのため未対応 (“0” _(B) 固定)。
30(46)	電離層パラメータ ^{※1} $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3,$ $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$	対象領域は地球全域	対象領域は日本近傍に最適化(メッセージタイプ ID(以下「MTID」)=30 の場合) 対象領域は地球全域(MTID=46 の場合)
30	T_{GD} ^{※1}	LC _{GPS} ^{※2} と L1P(Y)の群遅延	LC _{QZSS} ^{※3} と L1C/A の群遅延
	ISC _{L1C/A} ^{※1}	L1P(Y)–L1C/A の群遅延	L1C/A とのオフセット(放送値:0.0)
	ISC _{L2C} ^{※1}	L1P(Y)–L2C の群遅延	L1C/A–L2C の群遅延
	ISC _{L5I5} ^{※1}	L1P(Y)–L5I5 の群遅延	L1C/A–L5I5 の群遅延
	ISC _{L5Q5} ^{※1}	L1P(Y)–L5Q5 の群遅延	L1C/A–L5Q5 の群遅延
31, 12 (47, 28)	Reduced アルマナ ック 前提条件 ※1	軌道長半径 の参照値 (A_{ref})	$A_{ref}=42,164,200$ [m] (MTID=31 or 12 の場合) $A_{ref}=26,559,710$ [m] (MTID=47 or 28 の場合)
		離心率 (e)	e=0.075 (MTID=31 or 12 の場合) e=0 (MTID=47 または 28 の場合)
		軌道 傾斜角 (i)	i=43 [deg] (MTID=31 or 12 の場合) i=55 [deg] (MTID=47 or 28 の場合)
		昇交点 赤経の 時間 変化率 ($\dot{\Omega}$)	$\dot{\Omega}=-8.7 \times 10^{-10}$ [semi-circle/s] (MTID=31 or 12 の場合) $\dot{\Omega}=-2.6 \times 10^{-9}$ [semi-circles/s] (MTID=47 or 28 の場合)
		近地点 引数 (ω)	$\omega=270$ [deg] (MTID=31 or 12 の場合) $\omega=0$ [deg] (MTID=47 or 28 の場合)
33(49)	UTC パラメータ ^{※1} $A_{0-n}, A_{1-n}, A_{2-n}$	UTC(USNO)–GPST との関係 (MTID=33 の場合)	UTC(NICT)–GPST との関係 (MTID=33 の場合)
35(51)	GGTO パラメータ GNSS ID	”011” _(B) は“予備”	”011” _(B) は“QZSS”
37(53)	Midi アルマナック 離心率 ^{※1}	離心率の値そのもの	離心率(基準離心率 0.06 との差) (MTID=37 の場合) 離心率の値そのもの (MTID=53 の場合)
	Midi アルマナック 基準軌道傾斜角 (i_0) ^{※1}	$i_0=0.25$ [semi-circles] (MTID=37 の場合) $i_0=0.3$ [semi-circles] (MTID=53 の場合)	

※1 QZSS の定義は、QZS を対象とする場合のパラメータにのみ適用する。GPS 衛星を対象とする場合は GPS の定義に従う。

※2 LC_{GPS}:GPS の L1P(Y)と L2P(Y)の電離層フリー線形結合

※3 LC_{QZSS}:QZS の L1C/A 信号と L2C 信号の電離層フリー線形結合

8.1.3 L1C 信号に重畠されている CNAV-2 メッセージの GPS との違い

表 8.1.3-1 CNAV-2 メッセージにおける QZSS 固有の定義となるパラメータ一覧 (1/2)

サブフレーム／ページ番号	パラメータ	GPS の定義	QZSS の定義
2/-	エフェメリス 軌道長半径の参考値 (A_{Ref}) [*]	26,559,710 [m]	42,164,200 [m]
	エフェメリス 離心率	パラメータ範囲の上限を設定 (0.03 以下)	パラメータ範囲を制限せず (0.5 未満)
	ISC_{L1CP} [*]	L1P(Y)–L1CP の群遅延	L1C/A–L1CP の群遅延
	ISC_{L1CD} [*]	L1P(Y)–L1CD の群遅延	L1C/A–L1CD の群遅延
	Integrity Status フラグ	完全性保証フラグ	現行 MCS における QZS-1 は未対応 (“0” _(B) 固定)。
3/共通(3, 4, 5, 19, 20)	PRN 番号	GPS の PRN 番号:1~63	GPS の PRN 番号:1~32 (現行 MCS における QZS-1 では、 PRN 番号の拡張には対応していない)
3/1(又は 17)	UTC パラメータ [*] A_{0-n} , A_{1-n} , A_{2-n}	UTC(USNO)–GPST との関係	UTC(NICT)–GPST との関係 (ページ番号が(以下、「P=」と表記)1 の 場合) UTC(USNO)–GPST との関係 (P=17 の場合)
	電離層パラメータ [*] α_0 , α_1 , α_2 , α_3 , β_0 , β_1 , β_2 , β_3	対象領域は地球全域	対象領域は日本近傍に最適化 (P=1 の場合) 対象領域は地球全域(P=17 の場合)
	ISC_{L1CA}	L1P(Y)–L1C/A の群遅延	現行 MCS における QZS-1 は未対応 (対応するビット列は、全ビット“0”固定)。
	ISC_{L2C}	L1P(Y)–L2C の群遅延	現行 MCS における QZS-1 は未対応 (対応するビット列は、全ビット“0”固定)。
	ISC_{L5I5}	L1P(Y)–L5I5 の群遅延	現行 MCS における QZS-1 は未対応 (対応するビット列は、全ビット“0”固定)。
3/2(又は 18)	ISC_{L5Q5}	L1P(Y)–L5Q5 の群遅延	現行 MCS における QZS-1 は未対応 (対応するビット列は、全ビット“0”固定)。
	GGTO パラメータ GNSS ID	“011” _(B) は“予備”	“011” _(B) は“QZSS”

表 8.1.3-1 CNAV-2 メッセージにおける QZSS 固有の定義となるパラメータ一覧 (2/2)

サブフレーム/ ページ番号	パラメータ	GPS の定義	QZSS の定義
3/2(又は 18)	地球回転パラメータ (全パラメータ)	適用文書(3)3.5.4.2.2 項参照	適用文書(3)の 3.5.4.2.2 項参照 (QZSS または P=2 の場合) 使用不可(対応する全ビット"0"固定) (GPS 再送信または P=18 の場合)
3/3(又は 19)	Reduced アルマナック前 提条件※	軌道長半径 の 参 照 値 (A_{ref})	$A_{ref}=26,559,710$ $A_{ref}=42,164,200 [m]$ (QZSS 又は P=3 の場合) $A_{ref}=26,559,710 [m]$ (GPS 再送信又は P=19 の場合)
		離心率 (e)	$e=0.075$ (QZSS 又は P=3 の場合) $e=0$ (GPS 再送信又は P=19 の場合)
		軌道傾斜角 (i)	$i=43 [\text{deg}]$ (QZSS 又は P=3 の場合) $i=55 [\text{deg}]$ GPS 再送信又は P=19 の場合)
		昇交点赤経 の 時 間 变 化 率 ($\dot{\Omega}$)	$\dot{\Omega} = - 8.7 \times 10^{-10} [\text{semi-circles/s}]$ (QZSS 又は P=3 の場合) $\dot{\Omega} = - 2.6 \times 10^{-9} [\text{semi-circles/s}]$ (GPS 再送信又は P=19 の場合)
		近地点引数 (ω)	$\omega = 270 [\text{deg}]$ (QZSS 又は P=3 の場合) $\omega = 0 [\text{deg}]$ (GPS 再送信又は P=19 の場合)
3/4(又は 20)	Midi アルマナック 離心率 (e)※	離心率の値そのもの	離心率(基準離心率 0.06との差) (QZSS 又は P=4 の場合) 離心率の値そのもの (GPS 再送信又は P=20 の場合)
	Midi アルマナック 基準軌道傾斜角 (i_0)※	$i_0 = 0.3 [\text{semi-circles}]$	$i_0 = 0.25 [\text{semi-circles}]$ (QZSS 又は P=4 の場合) $i_0 = 0.3 [\text{semi-circles}]$ (GPS 再送信又は P=20 の場合)

※ QZSS の定義は、QZS を対象とする場合のパラメータにのみ適用する。GPS 衛星を対象とする場合は GPS の定義に従う。

8.2 RF 特性の違い

8.2.1 L1C 信号の拡散変調方式の違い

QZS-1 の L1C 信号の拡散変調方式は BOC(1,1)であり、GPS 衛星の MBOC と異なっている。

8.2.2 L1C 信号の信号位相の違い

QZS-1 の L1 帯信号の位相は、 $L1_{C/A}$ と $L1_{CD}$ が同相であり、 $L1_{CP}$ はこれらに対して 90 度遅れている (5.1.1.1 項参照)。QZS-1 では $L1_{CD}$ と $L1_{CP}$ が直交しているのに対し、GPS-III ではこれらは同相となっている(図 5.1.1-1 参照)。



IS-QZSS Ver. 1.5

付録

地上補完信号 (IMES)

A 1 地上補完信号

A 1.1 地上補完信号(IMES) 概要

地上補完信号(IMES(Indoor Messaging System)信号)は、屋内で測位するために考案¹された信号であり、衛星測位信号と類似した信号の特徴を持つ。一方で、IMES 信号受信による測位方式は通常の衛星測位による方式とは全く異なっており、単に重畠されている航法メッセージを復調、解読するだけで位置を特定できる極めて簡便な方式である。

この方式によれば、既存の GPS 受信機や、既存の GPS 受信機能を持つ各種端末にとって小さな改修規模で対応が可能であり、その意味で QZSS とも同様の性質を持つことから、QZSS の普及促進のために研究が進められてきた。

QZSS は都市部や山間部における測位可能エリア・時間の増大を目指したものであり、また、IMES は衛星では困難な屋内測位を可能とするものである。両者は測位環境の悪い場所での利用効率の改善、つまり、屋内外における測位利用のシームレス化を目指すものである。

この付録は、GPS 及び QZSS の L1C/A 信号に準じた RF 特性を持つ IMES-L1C/A 信号と、L1C 信号に準じた RF 特性を持つ IMES-L1C 信号について、信号仕様を規定し、且つ、IMES 信号の送信機の設置方法について示す。なお、IMES の運用コンセプトなどについては、IMES コンソーシアムが策定中の、『IMES 運用定義書』(A 1.2 節 参考文書(1))を参照のこと。

なお、IMES 信号は、測位のシームレス化による衛星測位の利用促進ならびに QZSS に対応する受信機の普及に寄与するものとして、シームレスな測位システムの一つの方策として JAXA が考案したものであるが、IMES 信号の屋内送信機は、QZSS の構成要素ではないため、本仕様を基に自主的に開発、整備されることを期待している。

※IMES の信号及びメッセージ仕様、設置・運用のガイドラインについては、2011 年 6 月に設立された IMES コンソーシアムにて検討中です。検討結果は、本文書に反映する予定です。2010 年 12 月 22 日に開催しました QZSS ユーザミーティング(IMES 関連)で議論されたメッセージ読み取りまでの時間短縮等につきましてもコンソーシアムで検討中です。本文書では、“高速ビットレート”として提案させていただいております(A 1.3.1.1.4 項参照)。今後の実験結果を踏まえ、2013 年度中には仕様の最終化を行う予定です。

A 1.2 参考文書

- (1) IMES コンソーシアム “IMES 運用定義書”(策定中).

A 1.3 地上補完信号 (IMES) の信号仕様

A 1.3.1 地上補完信号(IMES)-L1C/A タイプ-の信号仕様

地上補完信号(IMES)-L1C/A タイプ-(以下「IMES-L1C/A」)は、GPS 及び QZSS の L1C/A に準じた RF 特性を持つ。

航法メッセージの構造は 30 ビットのワード単位では同一であるが、一方で早い TTRM(Time To Read Message)時間を提供するために最短で 1 ワード単位での区切りのフレーム構造を持つ。

以下、RF 特性と、メッセージ特性に分けて、その仕様を規定する。

¹ JAXA 及び GNSS 並びに JAXA、GNSS 及びライトハウステクノロジー・アンド・コンサルティングで特許共同出願中 (位置情報提供システム等に関する特許 2 件(「特許 4296302」および「特許 4461235」)取得済み)。

A 1.3.1.1 RF 特性

A 1.3.1.1.1 信号構造

A 1.3.1.1.1.1 搬送波公称中心周波数

搬送波公称中心周波数は 1575.4282[MHz]であること。また、公差は±0.2[ppm]であること。
なお 1575.4118[MHz]を将来の拡張用として利用する。

A 1.3.1.1.1.2 PRN 拡散周波数

搬送波公称中心周波数の 154 分の 1 とすること。これにより、搬送波と PRN 符号はコヒーレント性を維持すること。

A 1.3.1.1.1.3 PRN 拡散変調方式

PRN コードと航法メッセージによるビット列 $C_{IMES-L1C/A}$ で搬送波が BPSK(1) 変調されていること。

A 1.3.1.1.1.4 周波数帯域

メインローブを含む 2.046[MHz]以上であること。

A 1.3.1.1.2 信号強度

A 1.3.1.1.2.1 受信端における最低信号強度

受信機の入力端において、0[dBi]の利得を持つ右旋円偏波受信アンテナで受信したときの最低受信電力は、-158.5[dBW]以上となるように設置・設定されること。

A 1.3.1.1.2.2 受信端における最高信号強度

受信機の入力端において、0[dBi]の利得を持つ右旋円偏波受信アンテナで GPS 信号を受信したときにその電力が-158.5[dBW]以上であることが予想される場所において、IMES 信号の最大受信電力は、-140[dBW]以下となるように設置・設定されること。

受信機の入力端において、0[dBi]の利得を持つ右旋円偏波受信アンテナで GPS 信号を受信したときにその電力が-158.5[dBW]未満であることが予想される場所において、IMES 信号の最大受信電力は-150[dBW]以下となるように設置・設定されること。

A 1.3.1.1.2.3 送信端における最高信号強度

IMES 信号の送信機の等価等方輻射電力(EIRP)が、-94.35[dBW]以下であること。

A 1.3.1.1.3 PRN コード

適用文書(1)の C/A 信号の PRN コードと同一のコード系列であり、適用文書(1)の 173~182 番であること。

注意:上記の PRN コードは、現在(平成 22 年 6 月)、日本の国外での利用は認められていない。

A 1.3.1.1.4 航法メッセージ

適用文書(1)に記載のワード構造、変調方式と同一であること。
ビットレートは、高速ビットレート(250[bps])および、GPS 互換ビットレート(50[bps])とする。

A 1.3.1.1.5 搬送波特性

A 1.3.1.1.5.1 相関損失

送信電力と、逆拡散して受信したときの受信電力との比(差)を相関損失とし、それは 1.2[dB]以下であること。

A 1.3.1.1.5.2 搬送波位相雑音

PRN コード及び航法メッセージを重畠する前の変調されない搬送波の位相雑音は、その無変調信号を片側帯域 10[Hz]の PLL が 0.2[rad](RMS)で位相追尾できるレベルであること。

A 1.3.1.1.5.3 スピアス

周波数帯域内において変調されないキャリアの強度に対するスピアスの強度は、-40[dB]以下であること。

A 1.3.1.1.5.4 偏波特性

右旋円偏波または直線偏波であること。また、その軸比は、最低信号強度を満足する範囲内とする。

A 1.3.1.2 メッセージ特性

A 1.3.1.2.1 ワード構造

1 ワードが 30 ビットで構成される。各ワードには、ワードカウンタが設定される。また各ワードは 8 ビットのプリアンブルないしは 3 ビットのワードカウンタと、21 ビットまたは 16 ビットのデータビット、末尾には 6 ビットのパリティで構成される。

A 1.3.1.2.1.1 ワードカウンタ

各ワードには、ワードカウンタが設定される。このワードカウンタは、ワードカウンタが組み込まれないワードも含めて、ワードの送信毎に 1 ずつインクリメントする。

このワードカウンタにより、ワードやフレームの区切り識別を支援する。なお、区切り識別の支援の為に、この 3 ビットの値はプリアンブルの上位 3 ビット("100"_(B))と同じ値はとらずに、スキップする。

ワードカウンタの付与例を図 1.3.1-1 に示す。

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Word count			<i>Preamble</i>																													
0	0	0	1 0 0 1 1 1 0						Data												Parity											
			<i>CNT</i>			0 0 1			Data												Parity											
0	1	0	1 0 0 1 1 1 0						Data												Parity											
0	1	1	<i>CNT</i>			0 1 1			Data												Parity											
			<i>CNT</i>			1 0 1			Data												Parity											
1	1	0	1 0 0 1 1 1 0						Data												Parity											
1	1	1	<i>CNT</i>			1 1 1			Data												Parity											
			<i>CNT</i>			0 0 0			Data												Parity											
0	0	0	<i>CNT</i>			0 0 1			Data												Parity											

図 1.3.1-1 ワードカウンタの付与例

A 1.3.1.2.1.2 パリティ

30 ビットのワードの後方に付与されている 6 ビットのパリティ符号は、適用文書(1)の 20.3.5.1 項と同一の(32,26)ハミング符号である。

このパリティにより、ワードの区切り識別を支援する。

(1) パリティアルゴリズム

30 ビットのワードの後方に付与されている 6 ビットのパリティ符号は、適用文書(1)の 20.3.5.1 項と同一の(32,26)ハミング符号である。

(2) パリティチェックアルゴリズム

適用文書(1)の 20.3.5.2 項と同一である。

A 1.3.1.2.2 フレーム構造

1 フレームが 1 ワードの整数倍で構成され、図 1.3.1-2 に図示される以下の形式を持つ。なお、図は、3 ワードまでの例示であるが、4 ワードを越えるフレームについてはワードカウンタ付きのワードが必要な回数だけ繰り返される。

すなわち、第一のワードに 8 ビットのプリアンブルがあり、それに 3 ビットのメッセージタイプ ID(MID)が続く。残りのビットは、上述の 3 ビットのワードカウンタと、6 ビットのパリティを除いて全てデータビットである。

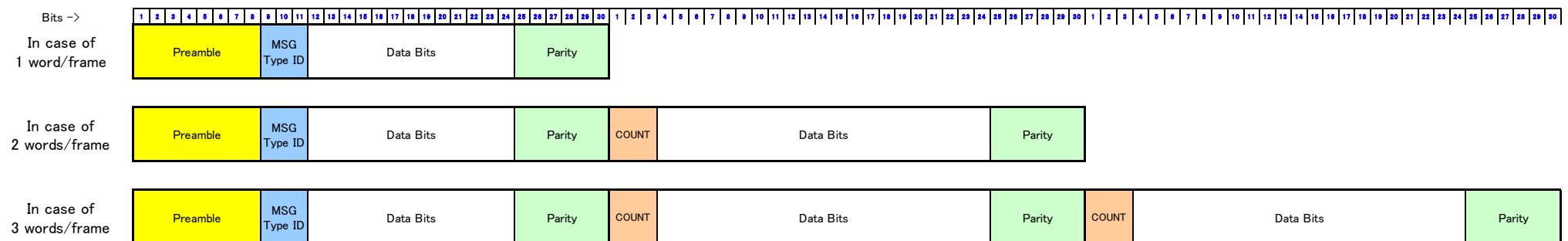


図 1.3.1-2 IMES L1C/A のフレーム構造

A 1.3.1.2.2.1 プリアンブル

各フレームの第一ワード先頭に付与されている 8 ビットのプリアンブルは、9E_(H)である。

このプリアンブルにより、フレームの区切り識別を支援する。

この値は、適用文書(1)の 20.3.3.1 項と異なり、GPS や QZSS の衛星測位信号との識別が可能なようになっている。

A 1.3.1.2.2.2 メッセージタイプ ID (MID)

各フレームの第一ワードのプリアンブルに続いて付与されている 3 ビットのメッセージタイプ ID (MID) は、そのフレーム長及びその内容を示している。MID の値と、フレーム長、内容及び最長繰り返し周期 (Maximum Repetition Period)との対比は表 1.3.1-1 による。なお、最長繰り返し周期は、ID タイプのメッセージだけでなく、非常時の防災利用などで、サーバを介さずにユーザが絶対位置情報を得ることができるように、当該周期ごとに MID= "000"_(B) または "001"_(B) のいずれかの絶対位置情報が IMES 送信機から送信されるよう規定するものである。

表 1.3.1-1 IMES L1C/A メッセージタイプ ID 定義

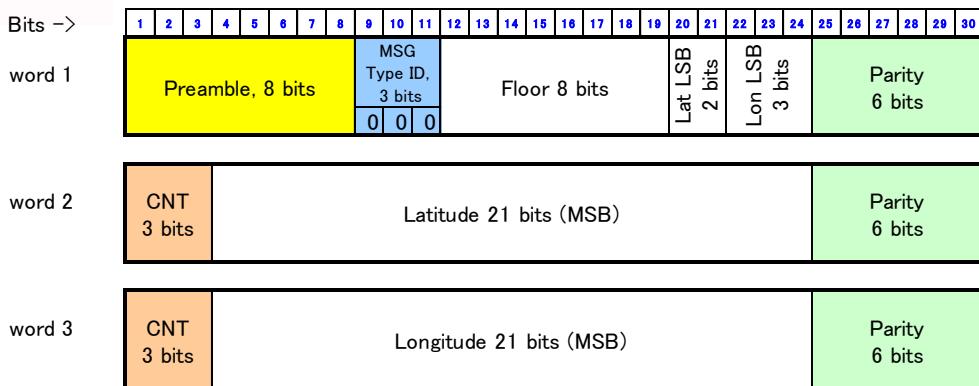
MID	Frame Length (words)	Contents	Maximum Repetition Period (seconds) (暫定)
0("000" _(B))	3	Position 1 (Floor number, Latitude, Longitude)	12
1("001" _(B))	4	Position 2 (Floor number, Latitude, Longitude, Height, IMES Accuracy Index)	
2("010" _(B))	-	Reserved	-
3("011" _(B))	1	Short ID	-
4("100" _(B))	2	Medium ID	-
5("101" _(B))	-	Reserved	-
6("110" _(B))	-	Reserved	-
7("111" _(B))	-	Reserved	-

A 1.3.1.2.3 メッセージの内容

A 1.3.1.2.3.1 メッセージタイプ ID "000"_(B) 位置情報1(Position1)

メッセージタイプ ID が、"000"_(B)の時、そのフレーム長は 3 ワードであり、その内容は"位置情報 1"(階数、緯度、経度)である。なお、これら位置情報は、利用想定領域の位置情報であり、IMES 送信機自身の位置情報とは異なる場合がある。IMES 送信機自身の位置情報については、IMES 管理者がデータベース等に登録し、管理する予定である。運用上、IMES 送信機の位置情報と国土地理院が定義、管理する Ucode を用いた場所情報コードとは、内容に矛盾がないよう整合性を持つ予定である。詳細は、IMES 運用定義書(A 1.2 節 参考文書(1))参照。

ビットの並びは図 1.3.1-3 に示すようになっており、その Scale Factor (LSB) やレンジなどは表 1.3.1-2 による。

図 1.3.1-3 IMES-L1C/A MID= "000"_(B) ≪ Position 1 ≫ Frame Structure表 1.3.1-2 IMES-L1C/A MID= "000"_(B) ≪ Position 1 ≫ Contents

#	Content	Bit Length	Scale Factor (LSB)	Effective Range			Unit
				Minimum	-	Maximum	
1	Floor	8	1	- 50	-	204	FL
2	Latitude	23 ^{※1}	90./2 ²²	※2			deg.
3	Longitude	24 ^{※1}	180./2 ²³	※2			deg.

※1 負数は2の補数で表現される。

※2 有効範囲は Bit Length と Scale Factor で表現可能な範囲とする。

(1) 階数

第1ワードのビット12～19は、その送信機が設置されている建物の階数を意味しており、その単位は階である。

ビット長は8ビットであり、符号無しであって、Scale Factorは1階である。下の式に示すように、-50階のオフセットを設定して、-50階～+204階を表現するものとする。なお、階数"11111111"_(B)は屋外を意味する。

$$\text{FloorNumber} = 2^{\text{FloorNumberBits}} - 50[\text{FL}]$$

(2) 緯度

第2ワードのビット4を符号ビットとし、ビット5～24をMSBとし、第1ワードのビット20,21を付加した合計22ビットは、その送信機の緯度を意味しており、その単位は[deg]である。

Scale Factorは90./2²²[deg]であり、符号ビットと合わせて-90[deg]以上、+90[deg]未満の範囲を表現するものとする²。

(3) 経度

第3ワードのビット4を符号ビットとし、ビット5～24をMSBとし、第1ワードのビット22～24を付加した合計23ビットは、その送信機の経度を意味しており、その単位は[deg]である。

² 負数は2の補数で表現される。

Scale Factor は $180./2^{23}$ [deg] であり、符号ビットと合わせて -180 [deg] 以上、 +180 [deg] 未満の範囲を表現するものとする²。

A 1.3.1.2.3.2 メッセージタイプ ID "001"_(B) 位置情報 2

メッセージタイプ ID が、"001"_(B) の時、そのフレーム長は 4 ワードであり、その内容は "位置情報 2" (階数、緯度、経度、高度、IMES 精度指標) である。

ビットの並びは図 1.3.1-4 に示すようになっており、その Scale Factor (LSB) やレンジなどは表 1.3.1-3 による。

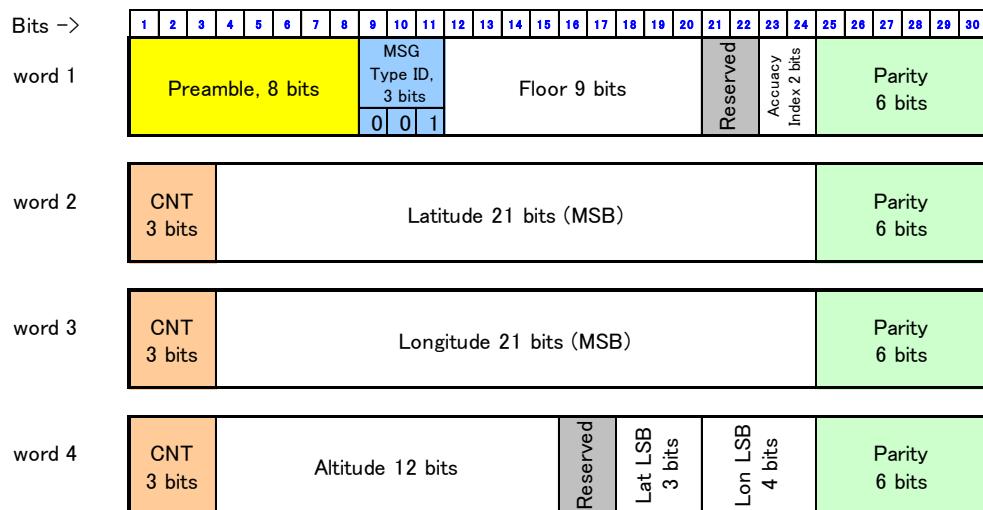


図 1.3.1-4 IMES-L1C/A MID="001"_(B) « Position 2 » Frame Structure

表 1.3.1-3 IMES-L1C/A MID="001" « Position 2 » Contents

#	Content	Bit Length	Scale Factor (LSB)	Effective Range			Unit
				Minimum	-	Maximum	
1	Floor	8	0.5	- 50	-	205	FL
2	Latitude	24 ^{*1}	$90./2^{23}$	^{*2}			deg.
3	Longitude	25 ^{*1}	$180./2^{24}$	^{*2}			deg.
4	Altitude	12	1	- 94	-	4000	M
5	Accuracy Index	2	Enumerated Value (表 1.3.1-4 参照)	0	-	3	-

^{*1} 負数は 2 の補数で表現される。

^{*2} 有効範囲は Bit Length と Scale Factor で表現可能な範囲とする。

(1) 階数

第1ワードのビット12～20は、その送信機が設置されている建物の階数を意味しており、その単位は階である。

ビット長は9ビットであり、符号無しであって、 LSBは0.5階である。下の式に示すように、-50階のオフセットを設定して、-50階～+205階を表現するものとする。なお、階数”111111111”^(B)は屋外を意味する。

$$\text{FloorNumber} = 0.5 \times 2^{\text{FloorNumberBits}} - 50[\text{FL}]$$

(2) 緯度

第2ワードのビット4を符号ビットとし、ビット5～24をMSBとし、第4ワードのビット18～20を付加した合計23ビットは、その送信機の緯度を意味しており、その単位は[deg]である。

Scale Factorは90./2²³[deg]であり、符号ビットと合わせて-90[deg]以上、+90[deg]未満の範囲を表現するものとする²。

(3) 経度

第3ワードのビット4を符号ビットとし、ビット5～24をMSBとし、第4ワードのビット21～24を付加した合計24ビットは、その送信機の経度を意味しており、その単位は[deg]である。

Scale Factorは180./2²⁴[deg]であり、符号ビットと合わせて-180[deg]以上、+180[deg]未満の範囲を表現するものとする²。

(4) 高度

第4ワードのビット4～15ビットは、その送信機の高度を意味しており、その単位はm(メートル)である。

これは符号無しであって、Scale Factorは1[m]である。下の式に示すように、-95[m]のオフセットを設定して、-94[m]～+4000[m]を表現するものとする。なお、高度”000000000000”^(B)は、有効な高度情報が設定されていないこと(高度情報なし)を意味する。

$$\text{Altitude} = 2^{\text{AltitudeBits}} - 95[\text{m}]$$

(5) IMES 精度指標:IMES Accuracy Index

IMES精度指標は、送信機が送信するメッセージを受信できる概略範囲(受信可能範囲)を示すもので、受信機において受信した位置情報に含まれる最大誤差を推定するために用いることを想定している。

第1ワードの23～24ビットは、その送信機が送信する電波を、受信電力-160[dBW](EIRP)以上で受信できる範囲を0～3の指標で表す。指標と精度との関係を表1.3.1-4に示す。

IMES の精度は以下の式によって算出し、上記表に従い IMES 精度指標の値を該当ビットに格納するものとする。

ここで、 r が IMES の精度[m]、 λ は送信信号の波長(約 0.19[m])、 H_t は送信アンテナの設置高さ[m]、 H_r は受信アンテナの高さ(=1[m]とする)、 P_t は送信電力(EIRP)[dBW]、 P_r は受信電力(EIRP)(=-160[dBW])とする。

本計算式による精度の算出例を図 1.3.1-5 に示す。

		送信アンテナ設置高[m]																		
		2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0			
送信電力(EIRP) [dBW]	-94.4			29	29	29	29	28	28	28	28	27	26	25	24	22				
	-95.0			27	27	27	27	26	26	26	26	25	25	24	22	21	19			
	-96.0		24	24	24	24	23	23	23	23	22	21	20	19	18	17	15	15		
	-97.0		21	21	21	21	21	21	20	20	20	19	18	17	15	13	13			
	-98.0	19	19	19	19	19	19	18	18	18	17	17	16	14	14	12				
	-99.0	17	17	17	17	17	17	16	16	15	15	15	14	13	13	11				
	-100.0	15	15	15	15	15	15	14	14	14	13	13	12	12	10	10				
	-101.0	13	13	13	13	13	13	13	12	12	12	11	10	8						
	-102.0	12	12	12	12	12	12	11	11	10	10	9	9	9	7	6				
	-103.0	11	11	10	10	10	10	9	9	9	8	8	7	7	6	5				
	-104.0	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	7	7	6	5				
	-105.0	8	8	8	8	8	8	8	8	7	6	6	5							
	-106.0	7	7	7	7	7	7	6	6	6	5									
	-107.0	7	6	6	6	6	6	6	5	5	5									
	-108.0	6	6	5	5	5	5	5	5	5	3									
	-109.0	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3									
	-110.0	5	4	4	4	4	3	3	2											
	-111.0	4	4	3	3	3	2													
	-112.0	3	3	3	3	2														
	-113.0	3	3	2																
	-114.0	3	2																	

図 1.3.1-5 計算式による IMES 精度の算出例
(緑、黄、赤の丸印はそれぞれ、IMES 精度指標の 0,1,2 に対応)

なお、受信機では本精度指標および実際の受信電力(-160[dBW])との差分)から、より正確な精度情報を算出することが望ましい。

A 1.3.1.2.3.3 メッセージタイプ ID "011"_(B) ショート ID

メッセージタイプ ID が、"011"_(B)の時、そのフレーム長は 1 ワードであり、その内容はショート ID (ID_S) である。

ビットの並びは図 1.3.1-6 に示すようになっており、12 ビットの ID_S と、1 ビットの境界検出 (BD(Boundary Detection)) フラグが送信される。



図 1.3.1-6 IMES-L1C/A MID=011 ≪ Short ID ≫ Frame Structure

(1) ショート ID

第 1 ワードのビット 12~23 の 12 ビットが ID_S である。内容は、ユーザが自由に定義できる。なお、ID_S = "111111100000"_(B) ~ "111111111111"_(B) は、安心安全の為にリザーブしているビットパターンであり一般では使用してはならない。

(2) 境界検出フラグ

第1ワードのビット24がBDフラグであり、このフラグが”1”の時、GPS信号とIMES信号が混在する受信環境であることを意味している。

従って、例えば屋内から屋外に移動する時、このフラグが”1”になればGPSの信号をサーチする、あるいは逆に屋外から屋内に移動する時、このフラグが”0”になればGPS信号のサーチを行わないようにする等の利用を想定している。

A 1.3.1.2.3.4 メッセージタイプ ID “100”_(B) ミディアム ID

メッセージタイプIDが、“100”_(B)の時、そのフレーム長は2ワードであり、その内容はミディアムID (ID_M)である。

ビットの並びは図 1.3.1-7 に示すようになっており、33ビットの ID_M と、1ビットの BD フラグが送信される。

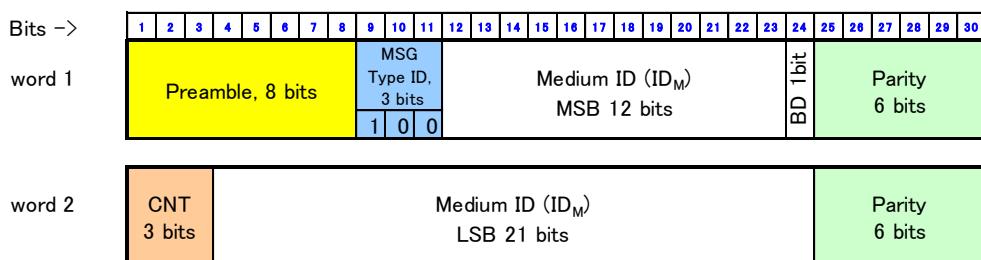


図 1.3.1-7 IMES-L1C/A MID=”100”_(B) ≪ Medium ID ≫ Frame Structure

(1) ミディアム ID

第1ワードのビット12～23をMSBとし、第2ワードのビット4～24を LSB として付加した合計33ビットが、 ID_M である。内容はユーザが自由に定義できる。

(2) 境界検出フラグ

第1ワードのビット24がBDフラグであり、このフラグが”1”の時、GPS信号とIMES信号が混在していることを意味している。

従って、例えば屋内から屋外に移動する時、このフラグが”1”になればGPSの信号をサーチする、あるいは逆に屋外から屋内に移動する時、このフラグが”0”になればGPS信号のサーチを行わないようにする等の利用を想定している。

A 1.3.2 地上補完信号(IMES)-L1C タイプ-の信号仕様

TBD

A 1.4 送信機の設置方法

本節には、下記の送受信機間の距離の目安の他に、送信機の設置間隔、送信機に設定する PRN 番号の選定方法などについての、送信機の設置方法を記述する予定である。

A 1.4.1 送信機から受信機までの距離の目安

L1C/A タイプの IMES 信号について、前述の信号強度規定に基づいて計算された送受信機間の距離の目安は、図 1.4.1-1 の通りである。

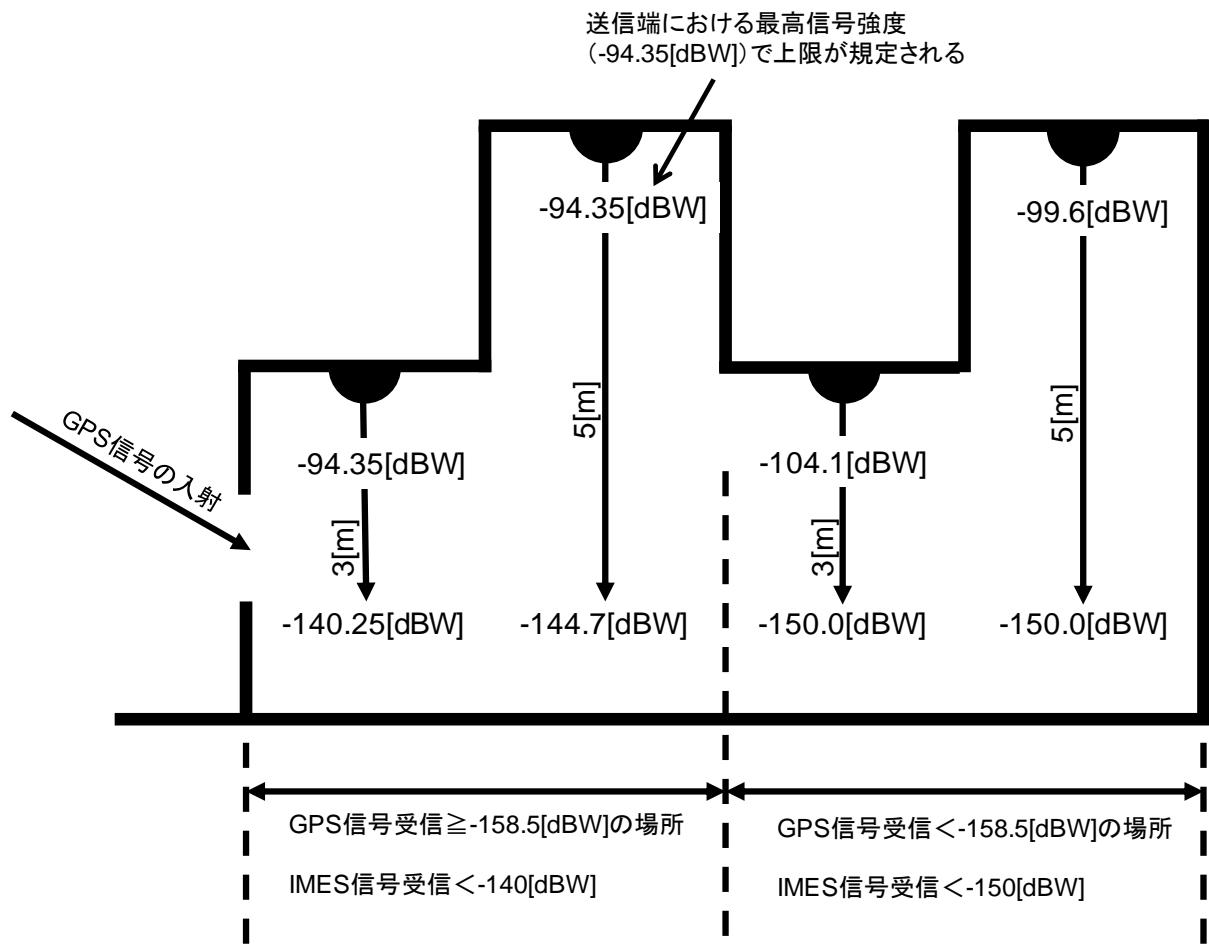


図 1.4.1-1 IMES 信号における信号強度規定に基づく送受信機間の距離の目安

A 1.5 運用コンセプト

運用コンセプトについては、A 1.2 節 参考文書(1)を参照のこと。