

## 3L10 みちびきユーザインタフェースの進展状況

○鶴田尚史（宇宙技術開発株式会社）  
小暮聡，岸本統久，明神絵里花（宇宙航空研究開発機構）

The progress of the user interface “MICHIBIKI”  
Takashi Tsuruta (SED)  
Satoshi Kogure, Motohisa Kishimoto and Erika Myojin (JAXA)

Key Words: Quasi-Zenith Satellite System (QZSS), MICHIBIKI, IS-QZSS, QZ-vision

### Abstract

On First Quasi-Zenith Satellite “MICHIBIKI”, after navigation message has broadcast started, one year or more has passed. In this paper, we present update of “Interface Specification for QZSS (IS-QZSS)” and new topics of website “QZ-vision”.

### 1. はじめに

準天頂衛星初号機「みちびき」は、2011 年 6 月および 7 月に航法メッセージ中のアラートフラグが順次解除され、測位信号の提供を開始してから 1 年以上が経過した。

宇宙航空研究開発機構(JAXA)では、「準天頂衛星システムユーザインタフェース仕様書(IS-QZSS)<sup>1)</sup>」により準天頂衛星システム(QZSS)の機能・性能等を記述し、Web サイト「QZ-vision」により運用情報の提供を行っている<sup>2)</sup>。

本稿では、IS-QZSS の次回更新予定と QZ-vision で最近のデータ公開状況について概説する。

### 2. IS-QZSS の更新

現在 IS-QZSS は、1.4 版が最新となっている。この版は、「みちびき」打上げ後の運用情報を反映したものであり、2011 年 7 月 15 日に Draft 版を公開し、2012 年 2 月 28 日に制定したものである。

これ以降、新たに更新を要する事項が生じ、現在次版である 1.5 版 Draft を作成中である。本章では、1.5 版で更新予定の事項のうち技術的なものを紹介する。

#### 2.1 IS-QZSS の更新予定内容

##### (1) エフェメリス更新間隔の変更

現在、「みちびき」から送信しているエフェメリスの軌道パラメータが 1 時間更新を基本としているのに対し、SV クロックパラメータは 15 分更新を基本としている。このため、L1C/A メッセージにおいて、同時刻の軌道パラメータ発行番号(IODE; Issue of

Data, Ephemeris : 8 ビット) と SV クロックパラメータ発行番号 (IODC; Issue of Data, Clock : 10 ビット) を整合させるために、IODC の上位 2 ビットをクロックパラメータのカウンタとして使用し、下位 8 ビットは IODE と同一とする運用としている。

同じく「みちびき」から送信している L1-SAIF メッセージあるいは L1-SAIF+メッセージにおいて、L1C/A の軌道・クロックパラメータを補正する長期補正メッセージ (メッセージタイプ 25) では L1C/A 軌道・クロックパラメータの発行番号を参照しているが、この参照のための番号 (IOD) が 8 ビットしかなく、クロックパラメータの更新に対応できない状態になっている (表 1)。

表 1 IOD の対比 (値は 16 進数)

L1C/A IODE(8bits)	L1C/A IODC(10bits)	L1-SAIF長期補正 IOD(8bits)	
00	000	00	
	100	00	識別不能
	200	00	識別不能
	300	00	識別不能
01	001	01	
	101	01	識別不能
	201	01	識別不能
	301	01	識別不能

本件は「みちびき」の民間利用実証の取りまとめである財団法人衛星測位利用推進センター (SPAC) からコメントされたものである。

これは、8 ビットの IOD によって対象航法メッセージを識別するその他のフォーマットでも同様であり、デファレンシャル GPS の国際標準である RTCM の SSR メッセージ (Clock correction) においても発生する問題である。

協議の結果、この問題を解決するために、軌道パラメータの更新間隔を SV クロックパラメータと同じ 15 分に合わせ、IODE と IO DC を完全に同一とする (IO DC 上位 2 ビットは “00” として使用しない) 運用とする案を検討している。

ただし、この変更により IO DC が 8 ビット扱いとなりカウンタの範囲が少なくなるため、GPS と共通であった IO DC の運用ルール「送信される IO DC はその前の 7 日間衛星から送信される値とは異なる。」が守れなくなる：

$$7 \text{ (日)} \times 24 \text{ (時間)} \times 60 \text{ (分)} / 15 \text{ (分)} (=672) > 2^8 \text{ (=256)}$$

そこで、上記を「送信される IO DC はその前の 2 日間衛星から送信される値とは異なる。」のように変更する。

また、軌道パラメータの更新間隔が 15 分となっても、軌道パラメータの有効期間は 2 時間のまま変わらない。

## (2) URA パラメータ定義の変更

この変更は IS-GPS<sup>3)4)5)</sup>の改訂に伴い、同様の変更を行うものである。

これまでの仕様では、L2C,L5,L1C の各信号から送信される URA (User Range Accuracy) パラメータは、軌道成分と SV クロック成分に分ける形式であったが、仰角依存成分と非仰角依存成分で再定義されている。なお、パラメータやメッセージフォーマットはこれまでのものを流用しているため、ビット数の変更や他のパラメータのビット位置のずれ等は発生しない：

<現在の IS-QZSS 定義>    <最新の IS-GPS 定義>

軌道成分 URA <sub>oe</sub> INDEX	→	仰角依存成分 URA <sub>ED</sub> INDEX
SV クロック成分 URA <sub>oc</sub> INDEX URA <sub>oc1</sub> INDEX URA <sub>oc2</sub> INDEX	→	非仰角依存成分 URA <sub>NED</sub> INDEX URA <sub>NED1</sub> INDEX URA <sub>NED2</sub> INDEX

また、これまでの定義では、時間とともに劣化する成分が大きすぎる問題があったが、この点は解消されている：

$$URA_{oc1} = \frac{1}{2^N} (\text{meters / second})$$

$$N = 4 + URA_{oc1} \text{ INDEX}$$

↓

$$URA_{NED1} = \frac{1}{2^N} (\text{meters / second})$$

$$N = 14 + URA_{NED1} \text{ INDEX}$$

$$URA_{oc2} = \frac{1}{2^N} (\text{meters / second}^2)$$

$$N = 25 + URA_{oc2} \text{ INDEX}$$

↓

$$URA_{NED2} = \frac{1}{2^N} (\text{meters / second}^2)$$

$$N = 28 + URA_{NED2} \text{ INDEX}$$

## (3) PRN 拡張への対応方針

これも IS-GPS の改訂によるものであるが、GPS III 用の PRN が 33 以降が拡張され、1~63 となった。

GPS 衛星が現在よりも多くなった場合 (最大 63 機) を考慮に入れると、受信機ファームウェアの更新、受信機チャンネルの増設、受信データの増大、軌道・時刻推定の計算量・計算時間の増大等、QZSS への影響が大きく、すぐに対応できるものではない。

今回は、QZSS 改修の規模を見積もり、どのような対応とするかを検討するに留め、IS-QZSS および QZSS 実システムへの反映は行わない予定である。

## 2.2 IS-QZSS の更新スケジュール

IS-QZSS1.5 版の更新スケジュールは、以下の予定である。

2012 年 11 月：IS-QZSS1.5 版 Draft 公開

2012 年 12 月：ユーザミーティング開催

2013 年 1 月：IS-QZSS1.5 版制定

2.1 節(1),(2)に示す改訂を QZSS 実システムに反映するのは、IS-QZSS1.5 版制定時である。

## 3. QZ-vision の更新

QZ-vision は、QZSS の運用情報を公開するインターネットの Web サイトである。

URL：<http://qz-vision.jaxa.jp/>

QZ-vision では、IS-QZSS の 7 章「運用情報の提供」で示した事項（表 2）等を公開している。

本章では、2012 年に公開を開始した事項および、今後公開予定の事項について紹介する。

表 2 QZ-vision 公開運用情報(網掛部分は未公開)

カテゴリ	運用情報・データの内容
運用計画、実績の公開 (NAQU 情報)	軌道/姿勢メンテナンス等により、測位サービスの中断/性能劣化が予測される場合のユーザへの中断/性能劣化期間の通知、コンステレーションのステータス、不具合情報などの通知
実験スケジュールの公開 (第1段階)	利用実験ユーザへの実験スケジュールの通知
実験評価結果の公開	URE 情報など
ユーザ運用支援情報の生成	準天頂衛星、GPS の軌道予報情報生成 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
精密軌道暦	QZSS、GPS 超速報暦、最終暦
精密軌道暦生成支援情報	(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

(1) LEX データ



図 1 LEX データのダウンロード

QZ-vision の「USE」ページにおいて、「みちびき」LEX(L-band experiment)信号のデータ（送信メッセージ）を公開している（図 1）。

「みちびき」LIC/A,L2C 信号のアラートフラグを解除した 2011 年 6 月 22 日以降のデータがダウンロード可能である。

ただし、LEX のデータは、これまでに JAXA の他に国土地理院 (GSI)、衛星測位利用推進センター (SPAC)、情報通信研究機構 (NICT) によって生成されており、ダウンロードできるのは JAXA が生成したデータ (メッセージタイプ 10,11) のみである。

またデータは、送信したままのバイナリ形式で 1 日分が 1 ファイルとなっている。

(2) みちびきアート



図 2 みちびきアートインタビュー

みちびきアートとは、「みちびき」対応の GPS 受信機を持って街を歩き、自分の歩いた軌跡を地図に重ねることで地図上に「アート」を描くものである。

この企画は、JAXA の技術実証実験「多地点、多利用形態における準天頂衛星システムの GPS 補完効果検証」の一環として実施したもので、2011 年秋に JAXA 宇宙教育センターのウェブサイトを通じて参加の募集を行い、「みちびき」が昼間天頂付近にいる冬季の 2 カ月間、高校生を中心とする全国 20 校／団体が参加した。

QZ-vision の「READ」ページにより、参加校／団体のインタビューおよび作品を順次公開している（図 2）。

### (3) 精密軌道暦

精密軌道暦は、所望の精度(3D-RMS : 約 20cm)を満足次第公開する予定である。

現在、太陽輻射圧のような微小加速度の推定精度を向上させる検討を行っている。「みちびき」が、太陽方向と軌道面のなす角 ( $\beta$  角) に応じて 2 つの姿勢 (YS 姿勢、EC 姿勢)<sup>6)</sup>状態を持つことも、衛星に加わる加速度の状況が異なるため、課題の 1 つとなっている。

## 4. おわりに

本稿では、IS-QZSS の次回更新予定と QZ-vision で最近のデータ公開状況について概説した。

精密軌道暦については、安定した精度の向上を図り、可能な限り早期の公開(2012 年 11 月頃目標)を目指したい。

## 参考文献

- 1) 準天頂衛星システムユーザインタフェース仕様書(IS-QZSS) Ver.1.4  
<http://qz-vision.jaxa.jp/USE/is-qzss/>
- 2) 鶴田他：みちびきのユーザインタフェース状況, 第 55 回宇宙科学技術連合講演会 2H01,2011
- 3) Navstar GPS Space Segment / Navigation User Interface, Interface Specification, IS-GPS-200. Rev. F, Sept. 2011.
- 4) Navstar GPS Space Segment / User Segment L5 Interfaces, Interface Specification, IS-GPS-705. Rev. B, Sept. 2011.
- 5) Navstar GPS Space Segment/User Segment L1C Interfaces, Interface Specification, IS-GPS-800. Rev. B, Sept. 2011.
- 6) 船戸他：準天頂衛星初号機（みちびき）姿勢軌道制御系軌道上評価,第 55 回宇宙科学技術連合講演会 1H15,2011