

# Galileo Timingレシーバー標準化進捗

2024.11.22

SBIC 標準化WGリーダー  
セイコーエプソン（株）  
林 正明



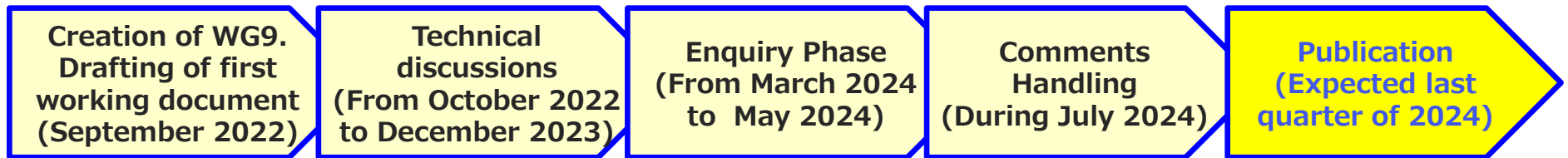
ガリレオ第2世代が提供する新しいサービスの一環として、欧州委員会はガリレオ専用のタイミングサービスの開発に取り組んできた。

- この新しいGalileoサービスは、3つの異なるサービス・レベルのタイミング・フラグを含む専用メッセージなど、タイミング・ユーザーに特化したインテグリティ機能を組み込んだ点で特徴である。
- タイミング・サービス・メッセージの定義と対応する処理ロジックは、Galileo Timing Service Message Operational Status Definition (TSM OSD) に記載されている。
- 欧州委員会は、ガリレオ・タイミング受信機のための最初の標準を作成するためのイニシアチブを開始しました。
- ガリレオは、規格に従って開発されたタイミング受信機を持つユーザーに対して、エンド・ツー・エンドの性能を保証することができる

Galileo Timing Receiverの標準化イニシアチブは、欧州委員会の全額出資によるSTARLITEプロジェクトによって支援されました。この標準規格は、CEN/CENELECの標準化機関であるJTC5 “Space ”の作業部会(WG9)によって策定されている。

規格案は最終決定され、照会段階に送られた。このフェーズは2024年5月末に終了し、100%の賛成票を獲得して成功裏に終了した。

この規格はEN16605として2024年末までに発行される予定である。



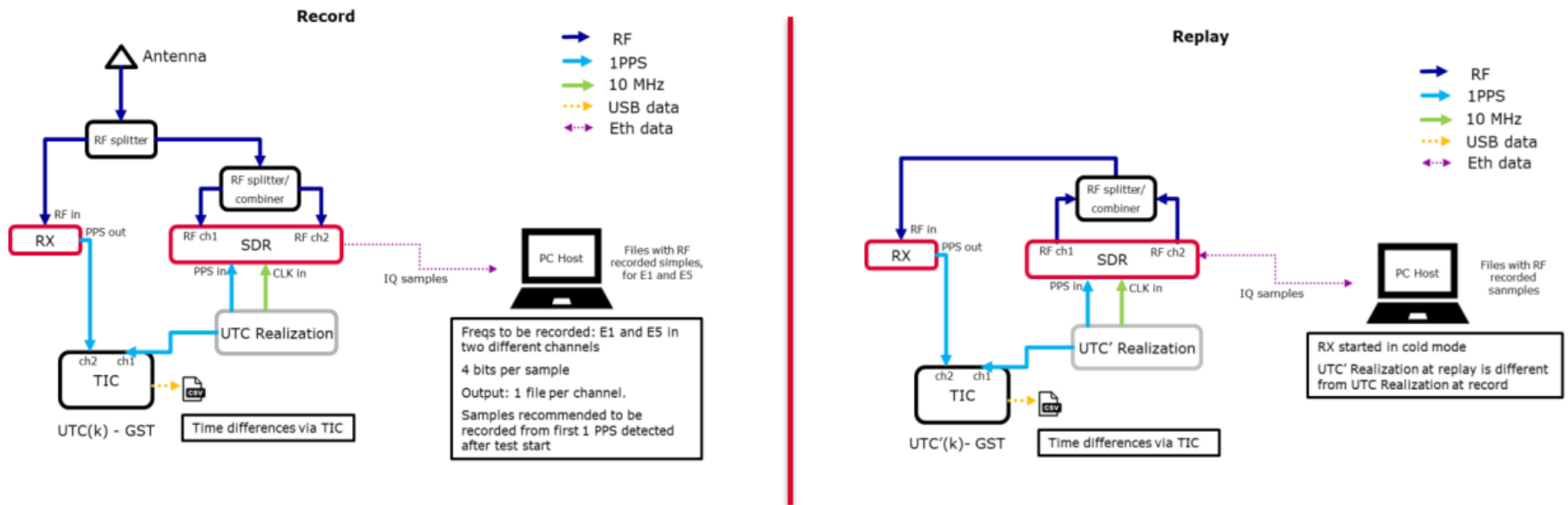
13個のTEST 要求が定義⇒ 要求を満たした端末にはCertificationが発行される

TC1–TC11 : 「 Record and Replay (R&R) 」による検証、TC12–TC13 : GNSSシミュレータによる検証

番号	概要	TEST方法
TC-1 ( 1 ~ 3 )	タイミングフラグの処理の有無	R & R
TC-2	受信機の誤差レベル (GST、UTC : 誤差レベル) 1 ~ 3	R & R
TC-3		R & R
TC-4		R & R
TC-5		R & R
TC-6		R & R
TC-7		R & R
TC-8		障害物下の受信機性能
TC-9	Light Indoorにおける受信機性能	R & R
TC-10	ロバスト性能 (E1,E5)	R & R ?
TC-11		R & R ?
TC-12	T-RAIMパフォーマンス	Simulator
TC-13	レシーバーノイズ	Simulator

# Record & ReplyによるTEST方法

端末のTEST及びその再現が確実に行われるために、試験結果のRecord 及びその再現 (Replay) が最も適切な方法である。(13個のTESTのうち11個がR & R、2個がSimulator)

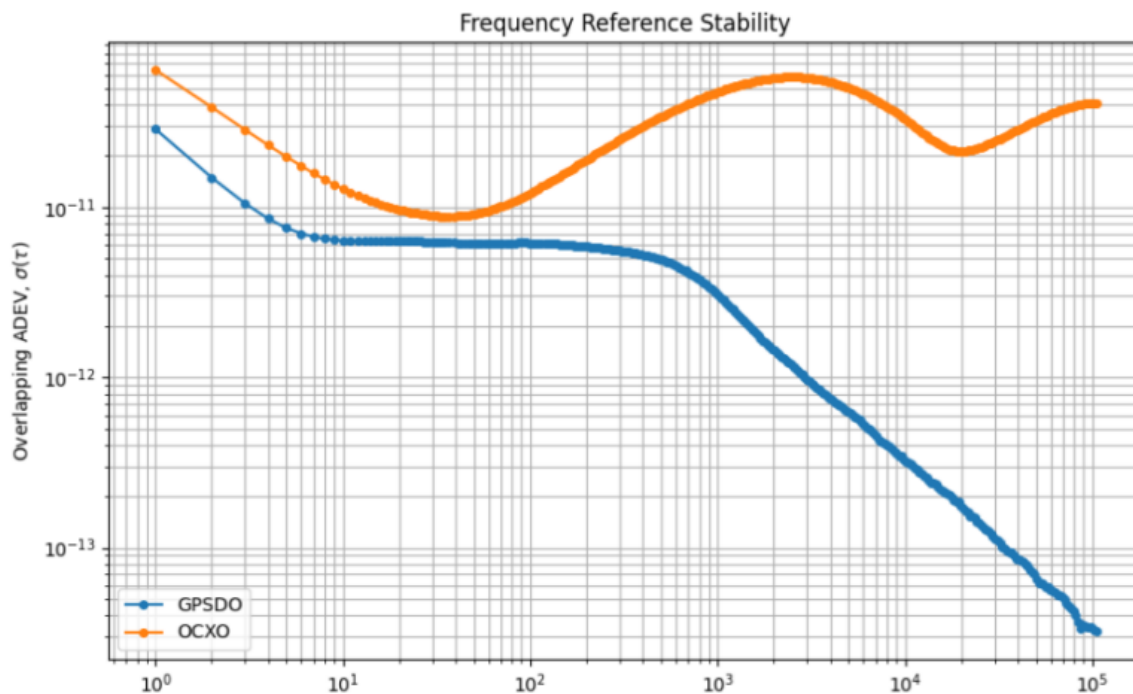


ISOTC-20 WG8でフランスが提案しているITSにおけるシステムの試験方法がそのまま利用されている。⇒TEST方法、時刻デバイスのISO化の布石。

レコーディングには安定した基準ソースを持つことが非常に重要である。不正確または不安定な内部または外部周波数基準を使用すると、サンプルの損失につながる可能性がある。

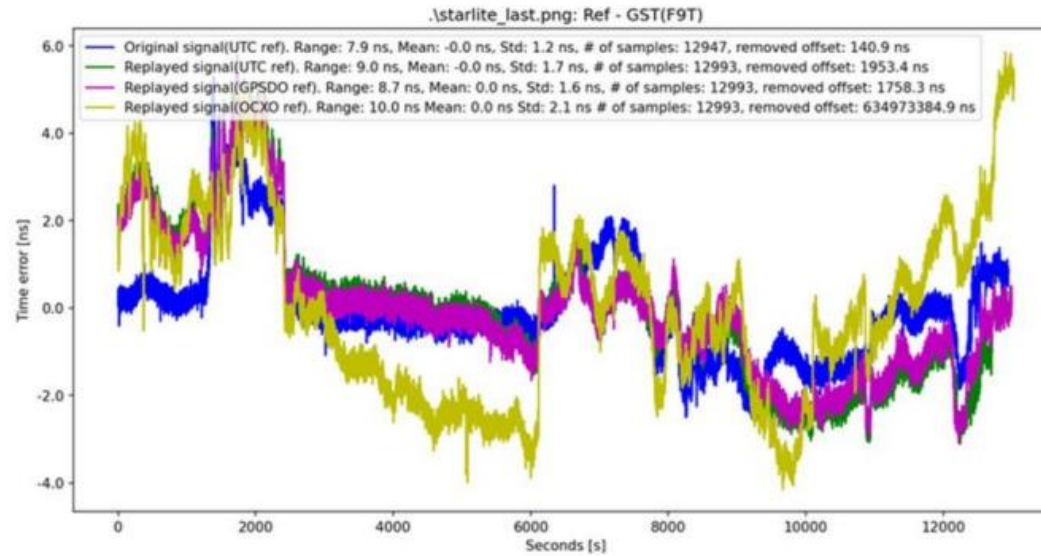
フリーランニングモードではリファレンスソースを使ってTESTが行われるために、Disciplined OCXO (GPSDO)を用いたReference Sourceの利用が重要である

⇒結果へのインパクトが少ない。



Disciplined OCXO (GPSDO) と OCXO の安定度の差

再生フェーズでUTC Disciplined OCXO、フリーOCXOの3つで精度のTESTを実施した結果



UTC、Disciplined OCXOの2つ結果が安定している

**この試験の目的は、ガリレオ・タイミング受信機がTSMフラグの処理を実装していることの検証。**

タイミングサービス メッセージ (TSM) のメッセージ構造: -GST のタイミングフラグは、UTC のフラグと同様に配信される。-端末が規定される3つのレベルに応じて、アラートがあがる。

各Galileo 衛星毎にTiming Flagについて「利用可能」「利用不可」のStatus情報が配信される。

**TC-01-1 : 特定の衛星のタイミングフラグをDon't Use for Serviceに設定したシナリオ レベル1。**

**TC-01-2 : 特定の衛星のタイミングフラグをDon't Use for Serviceに設定したシナリオ レベル2。**

**TC-01-3 : 特定の衛星のタイミングフラグをDon't Use for Serviceに設定したシナリオ レベル3。**

Service Level	GST(ns)	UTC(ns)
1	1000	1000
2	100	100
3	15	30

このテストを検証するために、時間誤差を測定する必要はない。検証手順は、航法メッセージ内のTSM ブロードキャストのデコード後に、特定の衛星の使用・不使用フラグが正しく実装されていることが必要

上記TSMフラグの配信にむけてGalileoのTiming ServiceのモニタリングシステムのLaunch計画がION GNSS+の同じSessionで発表されている

(表題 : The Forerunner for RealTime Monitoring of the Future Galileo Timing Service)



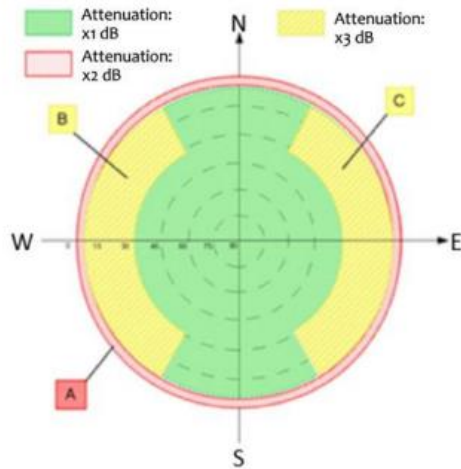
タイミング受信機が最大許容誤差 (MTE) どのレベルの要件を満たしているかを検証する。テストは、オープンスカイおよび公称条件下での実信号のR&Rに基づいて行う。

Service Level	GST(ns)	UTC(ns)
1	1000	1000
2	100	100
3	15	30

GSTリファレンスに対する結果を分析する3つのテストと、UTCリファレンスに対する結果を見る3つのテストがある。(TC-02~TC07)

障害物や明るい室内環境下での受信機の性能を分析するために、2つのテストが定義されている。但し標準化要件の中に特定の条件基準はない。

障害物は仰角とアジマス（方位角）の関数として定義される。



Urban Canyon definition specification for TC-08

Zone	Elevation Range (degrees)	Azimuth Range (degrees)
A	0-5	0-360
B	5-30	210-330
C	5-30	30-150
Background	Area out of zone A, B, C	

Urban canyon plot for TC-08- Attenuation

Green	0 dB
Yellow (B and C)	-40 dB
Red (A)	- 100 dB or signal is switched off

Light Indoor環境では、アンテナから窓までの距離、アンテナから窓までのDimension、アンテナ指向性等がCriteriaとして用いられる。

この規格は、E1とE5の両方で最大干渉レベルが  $-194$  dBW/Hz の広帯域 RFI を公称干渉条件として規定している。受信機は、この条件下で公称性能を発揮しなければならない。

EUROCAE ED-259と同様のアプローチで導き出された公称干渉

$$I_{test} = 10 \times \log_{10} \left( 10^{\frac{I_{aero}}{10}} + 10^{\frac{I_{non\_aero}}{10}} + 10^{\frac{N_{sky,antenna}}{10}} \right) \qquad I_{aero} = 10 \times \log_{10} \left( 10^{\frac{I_{AMSS}}{10}} + 10^{\frac{I_{GNSS}}{10}} \right)$$

実ジャマーによって生成される2つの代表的な干渉(連続波(CW)とチャープ干渉信号)を用いて、2つの劣化シナリオを指定する。

表向きのRFシナリオにRF干渉を注入するには、表向きのシナリオと記録された妨害信号の両方を同時に再生し、RFスプリッターを通して合成する方法と、表向きの信号と妨害信号の両方のIQ記録サンプルをソフトウェアで合成する方法がある。

**この試験の目的はRTCA DO-229から生み出されるT-RAIMの要件を検証することである。検出の見逃し確率 (Pmd ) が $10^{-5}$ 以下であること。**

テストの基本原理は、CodeとPhase測位に異常信号を入力し、検出数と検出漏れを評価することです。TESTには、GNSSシミュレータを使用する必要があります。

合計20のジオメトリが評価され、一度に1つの衛星の観測値に異常信号が入力される。エラーはゼロを中心とした上昇カーブ、サービスレベルに応じて特定の範囲内で大きさが変化する。

テストは10個の受信機を平行で行い、試験時間は48時間だが、正しいT-RAIMの実装で試験に合格する確率を最大にするため、102時間まで延長することができる。

この試験の目的は、個々の擬似レンジに対するガリレオ・タイミング受信機のノイズ影響の精度性能を評価することである。

- 電離層/対流圏/エフェミス誤差のない人為的データを用いて、単一衛星・単一周波数によるCMC観測の単独の標準偏差に基づいて受信ノイズを計算する。
- 各衛星および周波数について計算された標準偏差は、E1 測定では 0.55 ns (1シグマ) 以下、E5b および E5a 測定では 0.35 ns (1シグマ) 以下でなければならない。これらの個々の閾値は、DF GST ソリューションへの全体的な Rx ノイズ寄与が 0.3 ns (1シグマ)未満であることを保証する。
- このテストは、3台のGNSS受信機テストを再現すること

Receiver under test	CMC on E1 (1-sigma) ns	CMC on E5a (1-sigma) ns	CMC on E5b (1-sigma) ns	GST noise (1-sigma) ns
Receiver Nr.1	0.44	0.26	0.25	0.14
Receiver Nr.2	0.40	0.26	0.25	0.21
Receiver Nr.3	0.46	N/A	0.29	N/A

# 欧州内規格の制定に合わせてスピード感のある対応が必須

## 欧州標準に対する調査の継続

- 本規格内容の標準化WG内での共有
- 欧州標準のISO化に備えて進捗、正式文書の発行の継続的なフォロー
- 欧州標準のLevel1～Level3の背景（根拠）の調査
- 日本の民間企業への影響の検討、関連企業内でのディスカッション

## 規格案への対応

- 欧州における本規格、ISO担当者との情報交換
- 本規格の「みちびき」、「GPS」対応規格の検討（日本発の規格案作成）
- 日本規格検討組織造り
- 欧州との共同企画、提案の検討

**Brussel効果：環境やデジタル政策でEU独自のルールを設けそれを世界に普及させていく。**

2023年10月 日経新聞記事

欧州連合（EU）の創設を定めたマーストリヒト条約の発効から11月1日で30年になる。環境やデジタル政策などでルールを設け、世界に波及させる「ブリュッセル効果」を強めてきた。加盟国は27に増え、さらなる拡大議論もある。高い理念を掲げ、変わり続けるEUの現状と課題を探る

EUが定めてきた規則	内容
一般データ保護規則(2018年～)	企業に厳しい個人情報保護義務⇒本人の同意なしに個人情報、顔写真などの使用、EU外への持ち出し制限
デジタルサービス法(2022年～)	巨大IT企業に偽情報対策などを義務づけ違反した場合に巨額の罰金
国境間炭素税(CBAM)(2023年～)	環境対策が十分でない国からの製品(鉄鋼等)に炭素税(関税)。米国等も追従の検討
AI規制(2024年中合意目標)	生成AI提供者にAIで製作されたことの表示義務など

**Galileoタイミングレシーバー規格がISO標準になる可能性がある**