平成30年度行政事業レビュー「公開プロセス」

標準電波による無線局への高精度周波数の提供

補足説明資料

平成30年６月22日
国際戦略局　技術政策課

目次

1. 事業の目的と法定事項

2. 標準電波の発射に係る事業概要

3. 「標準電波の発射」業務の流れ

4. 標準電波の利用（イメージ図）

5. 標準電波の利用（効果）

6. 成果目標及び成果実績（アウトカム）

7. 活動指標及び活動実績（アウトプット）

8. 諸外国の主な標準電波送信所

1. 事業の目的と法定事項

１　事業の目的

　国家標準である周波数標準値を定め、標準電波を発射し、電波の適正な利用の確保を図る。

　※標準電波とは、標準時と周波数の国家標準として政府機関等が送信している電波のこと

２　法定事項

〇総務省設置法（平成十一年法律第九十一号）(抄)
（所掌事務）
第四条　六十七　周波数標準値の設定、**標準電波の発射**及び標準時の通報に関すること。

〇国立研究開発法人情報通信研究機構法（平成十一年法律第百六十二号）(抄)
（業務の範囲）
第十四条　三　周波数標準値を設定し、**標準電波を発射**し、及び標準時を通報すること。

○電波法（昭和二十五年法律第百三十一号）(抄)
（電波利用料の徴収等）
第百三条の二
４　五　**標準電波の発射**

２. 標準電波の発射に係る事業概要

＜事業概要＞

　総務省設置法及び国立研究開発法人情報通信研究機構法の規定に基づき、周波数標準値の設定、標準電波の発射及び標準時の通報に関する事務の実施に当たり、標準電波による無線局への高精度周波数の提供を行う。具体的には、国立研究開発法人情報通信研究機構（ＮＩＣＴ：エヌ・アイ・シー・ティー）において周波数標準値を設定し、「おおたかどや山標準電波送信所（福島県）」及び「はがね山標準電波送信所（佐賀県/福岡県）」から高精度な周波数を長波帯の標準電波として発射する。

※（用語説明）

- 周波数：音波や電波のように周期的に振動する現象が毎秒当たりに繰り返される回数。
- 周波数標準値：基準値としてセシウム原子時計を用いて設定した周波数の値。
- セシウム原子時計：1秒間に安定して91億9,263万1,770回振動する電磁波を発出するセシウム原子を用いた時計。誤差は数十万年で1秒。

3.「標準電波の発射」業務の流れ

<業務の流れ>

①（設定）ＮＩＣＴ本部にて周波数標準値を設定

↓

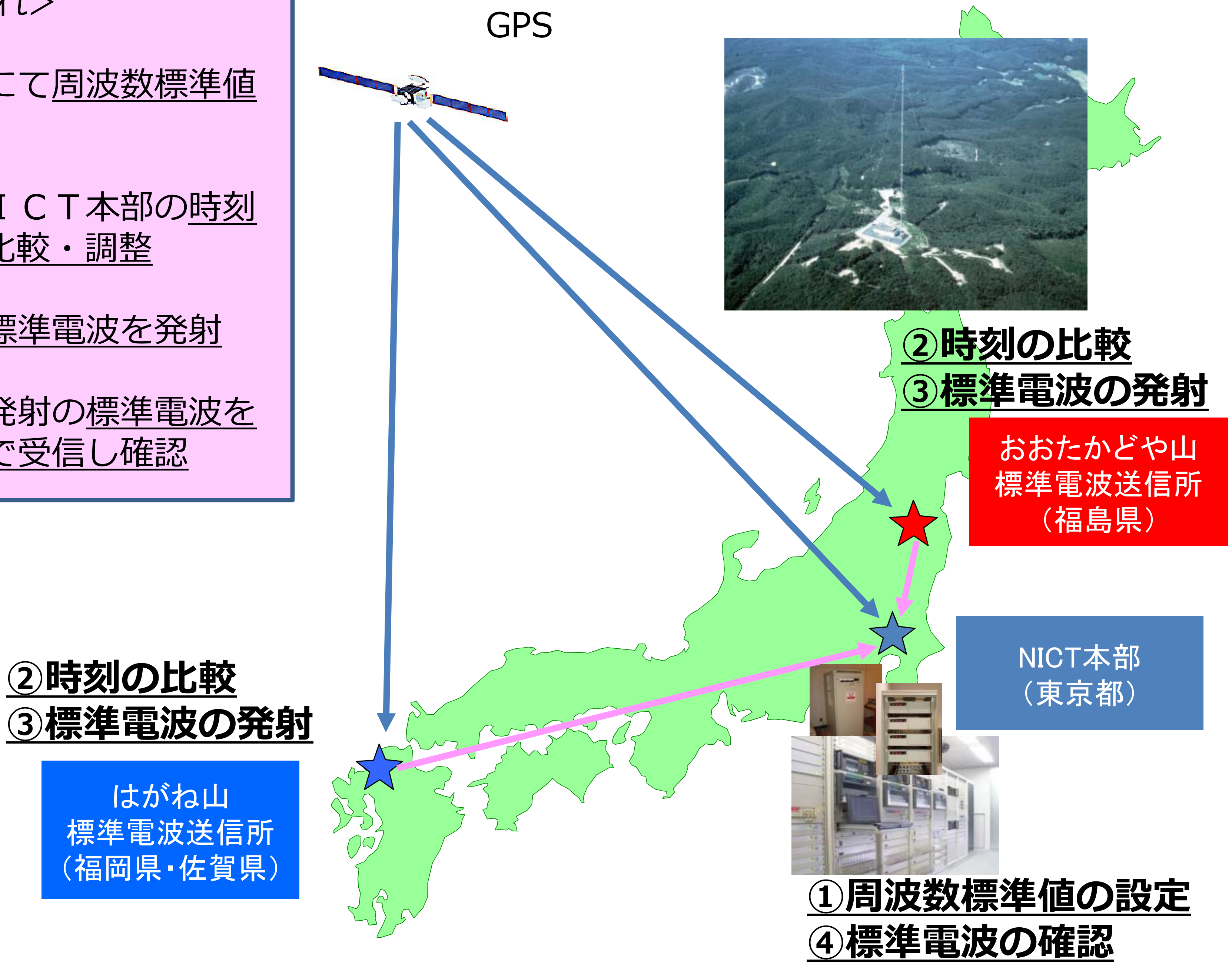
②（比較）各送信所とＮＩＣＴ本部の時刻をGPS時刻と比較・調整

↓

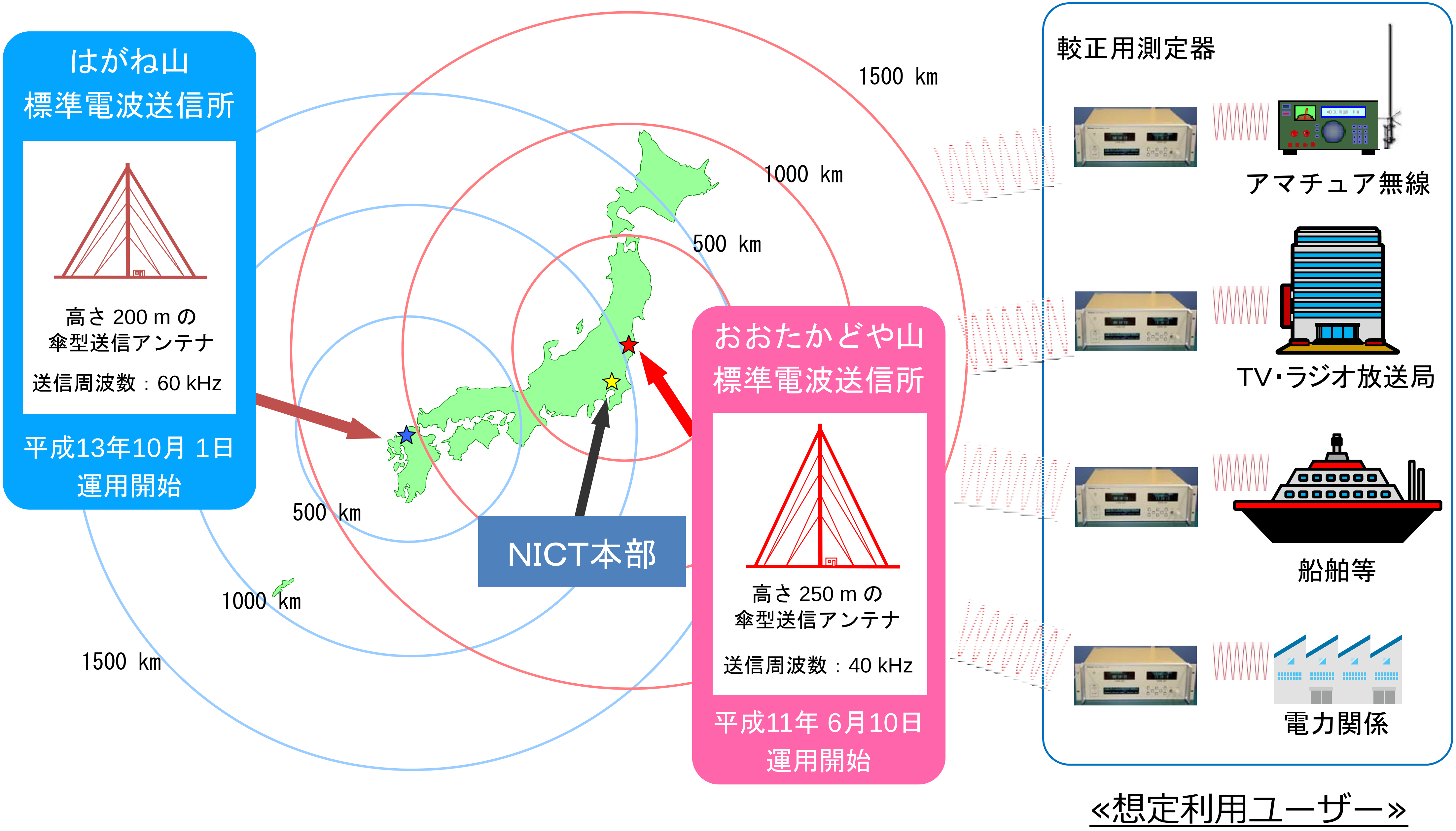
③（発射）各送信所より標準電波を発射

↓

④（確認）各送信所から発射の標準電波をＮＩＣＴ本部で受信し確認



4. 標準電波の利用(イメージ図)



5. 標準電波の利用（効果）

<標準電波利用による効果>

標準電波を利用することにより、各無線局は以下に示す二つの効果を得ることが出来る。

① 無線局の周波数較正※1

標準電波の発射により、各無線局へ高精度な周波数基準を常時提供することで、各無線局において無線局の周波数較正の自動化や高精度化が可能となる。

⇨ （メリット）送信電波の周波数較正の自動化による免許人の利便性向上や周波数の有効利用を実現。

② 無線局の周波数同期※2

各無線局や移動体無線の基地局等で必要となる高精度な周波数同期が可能となる。

⇨ （メリット）無線局間の同期に要する時間の短縮による無線局運用の容易化や周波数の有効利用が実現。

※１　周波数を正しい周波数に合わせること。
※２　無線局間の干渉防止などのため、波の発生タイミングを合わせること。

6. 成果目標及び成果実績（アウトカム）

○成果目標
1. おおたかどや山送信所の周波数安定度を1.0×10^−12　以内で提供する。
2. はがね山送信所の周波数安定度(注1)を1.0×10^−12　以内で提供する。
注1：周波数安定度とは、NICTが維持する原子周波数標準器により定められる周波数標準値に対する偏差である。

法令(注2)に規定された標準周波数の精度を目標に設定

注2：無線局運用規則第百四十条の規定に基づく標準周波数局の運用に関する事項
（平成十一年五月二十八日）（郵政省告示第三百八十二号）
六　標準周波数及び時間間隔の精度
1　標準周波数の精度は、その標準値（国立研究開発法人情報通信研究機構の維持する原子周波数標準器により定められる周波数標準値をいう。以下同じ。）に対する偏差が一兆分の一（1.0×10^−12）以内とする。

○成果実績（30日平均）	単位	27年度	28年度	29年度
おおたかどや山送信所	10^-14	0.5	0.4	0.4
はがね山送信所	10^-14	0.3	0.7	0.7

＜政策評価による実績値＞

○実績値（1日平均注3）	単位	27年度	28年度	29年度
おおたかどや山送信所	10^-13	1以内	1以内	1以内
はがね山送信所	10^-13	1以内	1以内	1以内

注3：標準電波を受信して周波数較正を行うには、1日を目安とするため。

7. 活動指標及び活動実績(アウトプット)

○活動指標
1. おおたかどや山送信所　発射時間率：2局体制により標準電波送信所の安定した運用を確実に実施し、長波帯標準電波の発射による高精度な周波数等を提供する。
2. はがね山送信所　発射時間率：2局体制により標準電波送信所の安定した運用を確実に実施し、長波帯標準電波の発射による高精度な周波数等を提供する。

○当初の見込み	単位	27年度	28年度	29年度
おおたかどや山送信所	%	85.3	97.7	97.7
はがね山送信所	%	90.0	97.7	97.7

年間時間8,760時間のうち、必要最低限の活動停止時間を設備の年次点検による80時間、雷害回避による120時間以下の合計時間と想定して算出。((8,760－(80 + 120))/ 8,760 ≒ 97.7 %)
ただし、平成27年度については、局舎増築工事を考慮したもの。

○活動実績	単位	27年度	28年度	29年度
おおたかどや山送信所	%	86.6	98.3	98.5
はがね山送信所	%	90.2	97.8	98.0

8. 諸外国の主な標準電波送信所

国名	発射都市	精度(単位 10^-12)	周波数(kHz)	局名
中国	Pucheng	1	短波	BPM
カナダ	Ottawa	5	短波	CHU
ドイツ	Mainfingen	2	長波	DCF77
スペイン	San Fermendo	10	短波	EBC
韓国	Daejeon	2	短波	HLA
日本	Fukushima, Saga	1	長波	JJY
アルゼンチン	Buenous Aires	10	短波	LOL
フィンランド	Espoo	1	短波	MIKES
イギリス	Anthon	2	長波	MSF
ロシア	Moscow, Irkutsk	2	長波	RBU, RTZ
ロシア	Khabarovsk, Krasnodar	5	長波	RAB-99, RJH-63
	Molodechno, Arkhangelsk			RJH-69, RJH-77
	Bishkek, Nizhni			RJH-86, RJH-90
ロシア	Moscow	5	短波	RWM
フランス	Allouis	2	長波	TDF
アメリカ	Fort-Collins	1	短波	WWV
アメリカ	Fort-Collins	1	長波	WWVB
アメリカ	Kauai	1	短波	WWVH

※赤字は長波局。韓国とインドで新しい長波局の標準電波送信所を建設中。
※精度は、国際度量衡局に登録された、各局が宣言した、満たすべき標準電波の精度。

参考資料

（参考１）根拠法令

〇総務省設置法（平成十一年法律第九十一号）（抄）
（所掌事務）
第四条　総務省は、前条第一項の任務を達成するため、次に掲げる事務をつかさどる。
　六十七　周波数標準値の設定、標準電波の発射及び標準時の通報に関すること。

〇国立研究開発法人情報通信研究機構法（平成十一年法律第百六十二号）（抄）
（業務の範囲）
第十四条　機構は、第四条の目的を達成するため、次の業務を行う。
　三　周波数標準値を設定し、標準電波を発射し、及び標準時を通報すること。

〇電波法（昭和二十五年法律第百三十一号）（抄）
（電波利用料の徴収等）
第百三条の二
４　この条及び次条において「電波利用料」とは、次に掲げる電波の適正な利用の確保に関し総務大臣が無線局全体の受益を直接の目的として行う事務の処理に要する費用（同条において「電波利用共益費用」という。）の財源に充てるために免許人等、第十二項の特定免許等不要局を開設した者又は第十三項の表示者が納付すべき金銭をいう。
五　標準電波の発射

#（参考２）無線局運用規則第百四十条の規定に基づく標準周波数局の運用に関する事項（平成十一年五月二十八日）（郵政省告示第三百八十二号）

○無線局運用規則第百四十条の規定に基づく標準周波数局の運用に関する事項

（平成十一年五月二十八日）
（郵政省告示第三百八十二号）

無線局運用規則（昭和二十五年電波監理委員会規則第十七号）第百四十条の規定に基づき、標準周波数局の運用に関する事項を次のように定め、平成十一年六月十日から施行する。

なお、昭和四十六年郵政省告示第九百八十一号（無線局運用規則第百四十条の規定による標準周波数局の運用に関する件）は、平成十三年三月三十一日限り、廃止する。

一　標準周波数局の名称及び送信空中線の位置並びに呼出符号、電波の型式、周波数及び空中線電力

名称	送信空中線の位置	呼出符号	電波の型式	周波数	空中線電力
大鷹鳥谷山（おおたかどややま）	東経一四〇度五一分 北緯三七度二二分	JJY	A―B	四〇kHz	五〇kW
羽金山（はがねやま）	東経一三〇度一一分 北緯三三度二八分	JJY	A―B	六〇kHz	五〇kW

二　標準周波数の電波は、呼出符号及び標準時を示すタイムコードを送信するものとする。

三　呼出符号の送信時間及び送信方法は、次のとおりとする。

1　送信時間

呼出符号は、毎時の十五分及び四十五分（以下「呼出符号送信時」という。）の四十秒から四十八秒までの九秒間に送信するものとする。

2　送信方法

呼出符号は、標準周波数の電波の断続波によるモールス符号を二回送信するものとする。

四　タイムコードの送信時間及び送信方法は、次のとおりとする。

1　送信時間

タイムコードは、呼出符号の送信時間を除き、常時送信するものとする。

2　送信方法

（一）　タイムコードは、毎分六〇ビット（呼出符号送信時においては、呼出符号の送信時間を除く五一ビットとする。）であって、残留搬送波方式（パルス電圧の振幅は、最大一〇〇パーセントの値とし、最小一〇パーセントの値とする。）のパルスによる標準時に関する情報を送信するものとする。ただし、うるう秒（世界時（UT1）と協定世界時（UTC）との時間差を（±）〇・九秒以内に保つため、国際間の取決めによる協定世界時の補正時間（（±）一秒）をいう。以下同じ。）の調整時におけるパルスは、うるう秒の調整に同期して一ビットを挿入又は削除するものとする。

（二）　各パルスの立ち上がりは、そのときにおける標準時（秒）を示すものとし、パルス電圧の振幅の五五パーセントの値を基準とする。

（三）　タイムコードにおける情報は、次のとおりとする。

（１）　通常時（（2）を除く。）の情報

ア　マーカ及びポジションマーカ

イ　時情報、分情報及びパリティ情報

ウ　通算日情報

エ　年情報

オ　曜日情報

カ　うるう秒予告情報

（２）　呼出符号送信時の情報

ア　（1）のアからウまでに掲げる情報

イ　停波予告情報

（四）　タイムコードにおける情報（マーカ及びポジションマーカを除く。）は、「〇」又は「一」の符号の組み合わせにより構成するものとする。

（五）　タイムコードの構成は、別図のとおりとし、送信するパルス幅（時間）は、次の表の上欄に掲げる区分に従い、それぞれ下欄に掲げる範囲内とする。

区分	パルス幅（時間）
マーカ及びポジションマーカ	二〇〇ミリ秒（±）五ミリ秒
符号「〇」	八〇〇ミリ秒（±）五ミリ秒
符号「一」	五〇〇ミリ秒（±）五ミリ秒

五　通報される標準時及びその同期精度

通報される標準時は、協定世界時を九時間進めた時刻であって、その国際同期精度は、協定世界時に対する偏差が十万分の一秒以内とする。

六　標準周波数及び時間間隔の精度

1　標準周波数の精度は、その標準値（国立研究開発法人情報通信研究機構の維持する原子周波数標準器により定められる周波数標準値をいう。以下同じ。）に対する偏差が一兆分の一以内とする。

2　時間間隔（秒間隔）の精度は、その標準値に対する偏差が百万分の一秒以内とする。

七　標準周波数の電波に関する公表

1　発射した標準電波の周波数についての偏差値は、国立研究開発法人情報通信研究機構で計算し、公表する。

2　国際間の取決めに従い、毎月一日（一月一日及び七月一日を第一優先日とし、四月一日及び十月一日を第二優先日とする。）の午前九時〇〇分〇〇秒の直前に、協定世界時においてうるう秒の調整が実施される場合がある。その実施については、あらかじめ公表する。

・標準周波数の精度
$\leqq 1 \times 10^{-12}$

（参考3）平成10年度電気通信技術審議会答申諮問第96号「標準電波の高度利用のための技術的諸方策」（平成10年4月21日）

平成１０年４月２１日

郵政大臣　自見　庄三郎　殿

電気通信技術審議会
会長　西澤　潤一

答　申　書

本審議会は、諮問第９６号「標準電波の高度利用のための技術的諸方策」（平成９年１０月２７日付け郵電移第５６号に基づく諮問）の審議を行った結果、別紙のとおり答申します。

第３章　標準電波の要求条件

標準電波に求められる要求条件は次のとおりである。

３．１　必要とする時刻・周波数精度

３．１．１　時刻標準

時刻標準の利用者における時刻精度は、1～10 ms程度である。

短波帯標準電波の受信精度（日周的変動）は、近距離で1 ms程度、遠距離では10 ms前後となる。受信可能周波数帯も時間的に変化する。

伝搬遅延による固定の遅れ時間が存在するが、長波帯標準電波の受信精度は、数十kmでは、１ μs以内、数百kmで、数μs程度、1,000 km程度の遠距離においても20μs程度である。上記の要求精度は将来にわたり十分にカバーできる。

３．１．２　周波数標準

周波数標準の利用者としては、10^{-7}～10^{-8}程度の比較的精度を必要としない利用者もいるが、高精度利用者（計測器や無線機器メーカー、基礎研究分野等）の場合は、5×10^{-10}～10^{-12}を必要とする。

短波帯標準電波では、10^{-8}が限度である。

長波帯標準電波では、周波数精度として10^{-11}～10^{-12}が達成できる。なお、1×10^{-12}の周波数精度を得るためには、平均化時間（数時間～１日）を必要とするため、受信装置の高精度化に向けた開発が必要である。

３．２　望ましいエリア

国民全体へのサービスを基本とすることから、沖縄などを含んだ日本全国をカバーすることが望まれる。

３．３　標準電波に付加すべき情報

JG2ASには、時、分、通算日（１月１日を１とした年初からの経過日数）、世界時補正値（DUT1）が情報として試験的に送信されているが、有用性や安定受信に向けて追加すべき情報として、

年、月、日、うるう秒関連情報、曜日情報、パリティ、送信局のステータスに関する情報、その他（夏時間導入時の夏時間情報など）

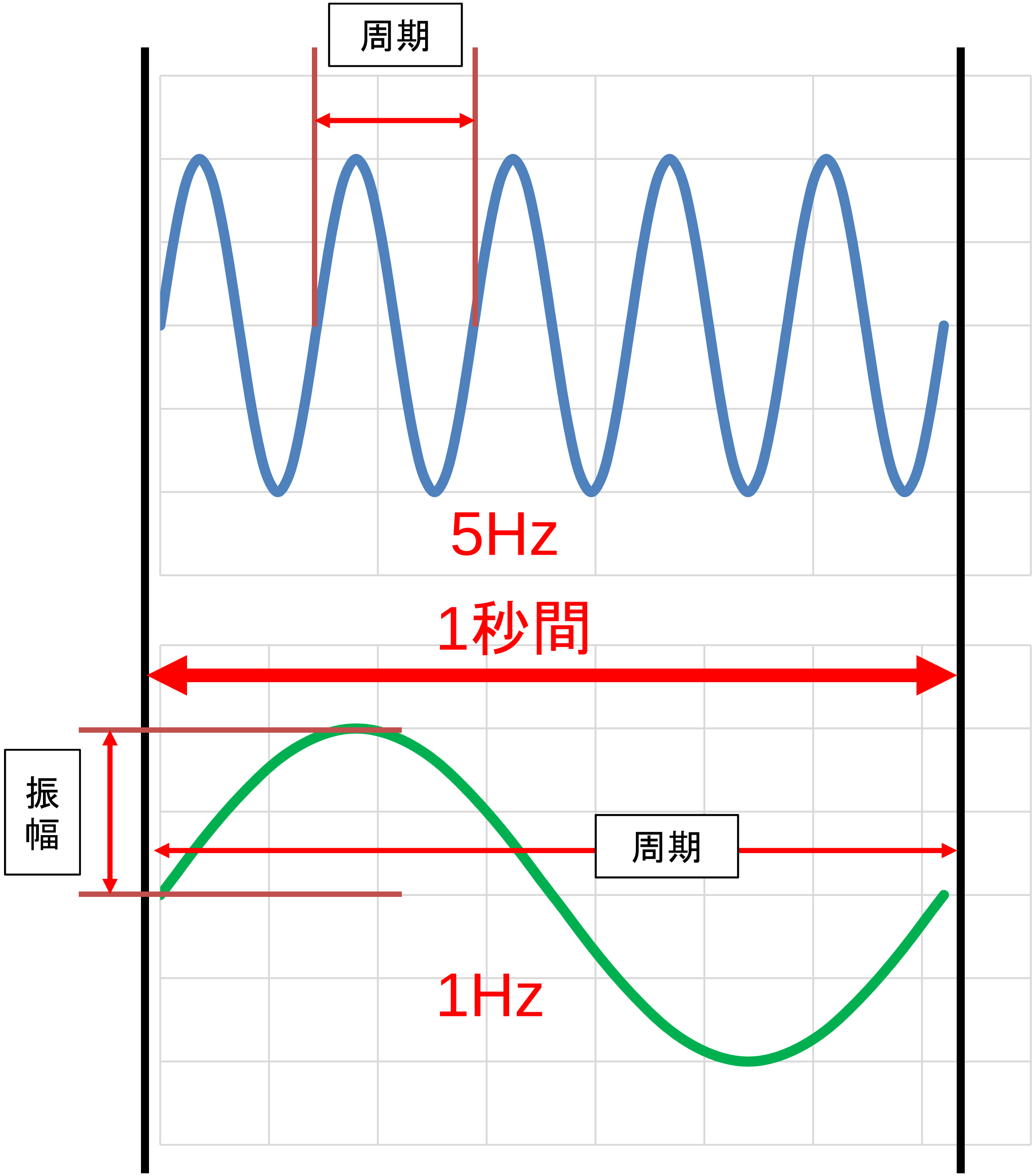
が考えられる。

３．４　その他

高度利用に向けてのその他の要求条件として、長期的に運用の保証された"安定運用"を図ることが必要であり、時刻情報や送信情報の信頼性の向上を図ることが求められている。

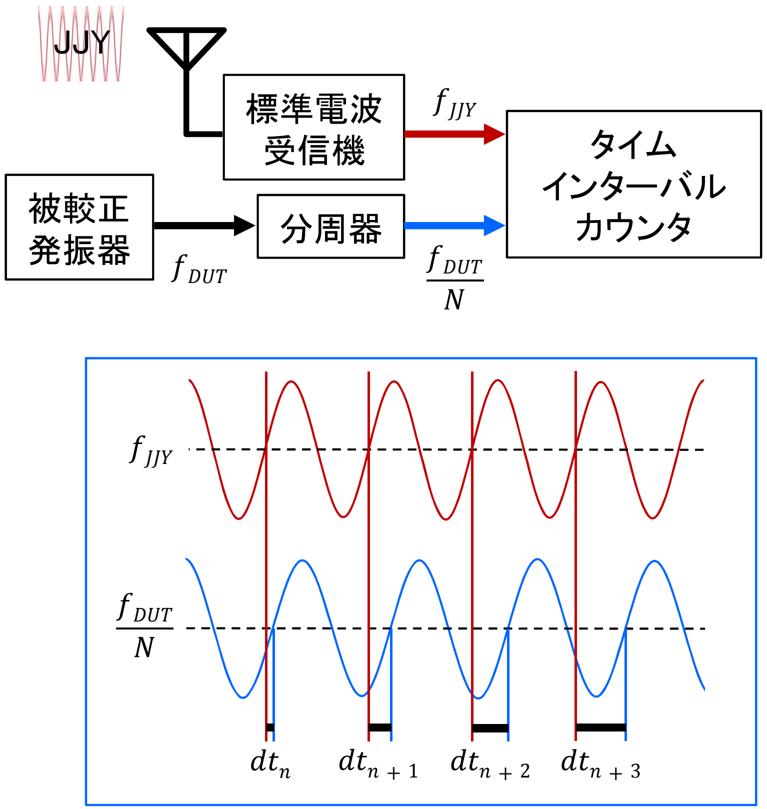
（参考４）周波数と時間の関係

周波数とは、毎秒当たりに繰り返される周期現象の回数。
1秒間に周期現象の回数が1回あれば１Hz、５回なら５Hz。



（参考５）標準電波による無線局の周波数較正・同期

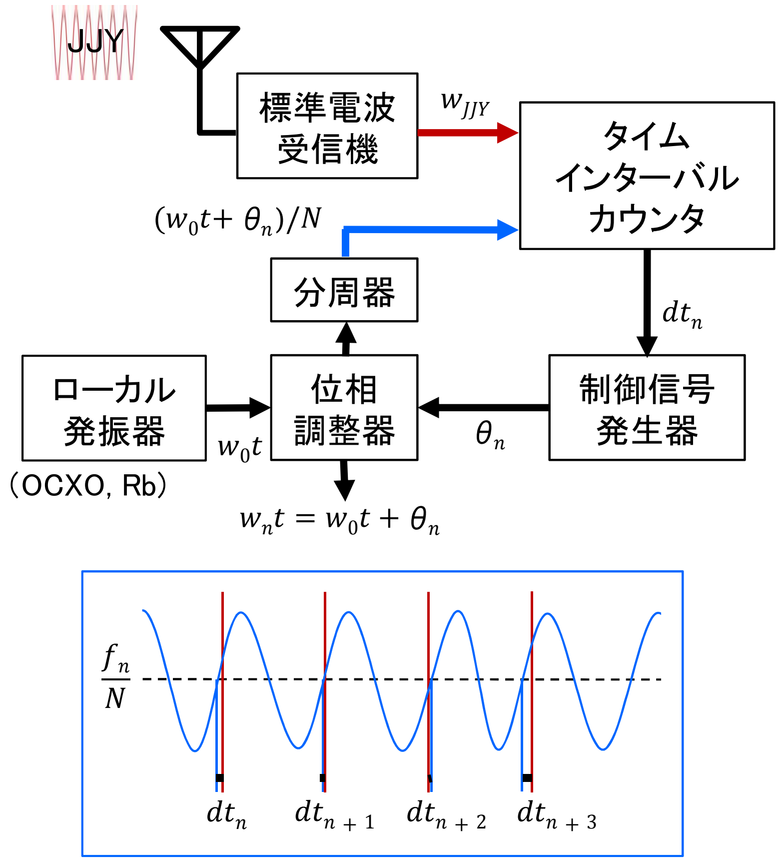
標準電波JJYによる周波数較正



被較正器の周波数 f_{DUT} $\frac{N}{f_{DUT}} - \frac{1}{f_{JJY}} = dt_{n+1} - dtn$

[無線局が発射する電波の周波数値の確認に利用]

標準電波JJYによる周波数同期



周波数安定度: $\sigma^2(t = mt_0) = \frac{1}{2(N-1)}\sum_{k=1}^{N-1}(w_{k+m} - w_k)^2$

[高安定な周波数を無線装置の基準として利用]