

高度化された陸上無線システムに対する  
定期検査のあり方に関する検討会（第4回）

# 5G NR基地局等における定期検査 測定省略条件案

2020年8月27日

NTTドコモ, KDDI, SoftBank, 楽天モバイル, UQ, WCP,  
エリクソン・ジャパン, ノキア, 富士通, NEC

# はじめに

- 本検討会第3回(7/9)で事務局より、下記の案が示されました。

## 定期検査における電気的特性の測定を省略する場合の枠組み (案)

2

**【論 点】** 一部の機能だけで、陸上無線通信システム及びその無線設備としてトータルで正しく動作していることを担保できるのか

**【方向性案】** 電気的特性の測定を省略した場合であっても、以下のように無線設備規則及び無線局運用規則に規定することによって、高度化された陸上無線通信システムがトータルで正しく動作していることを担保するよう、免許人に求めることができるのではないかと

- 無線設備規則での規定イメージ

<一般則>

自動出力補正機能及び外部信号同期機能を定義

<個別システムの技術基準>

個別システムごとのそれぞれ機能の精度を規定(具備は両機能必須)

- 無線局運用規則での規定イメージ

監視制御機能は、24時間365日にわたるアラーム機能による遠隔監視・停波機能

又はそれと同等の機能を規定

提案事項		対応案	備考
空中線電力の偏差	自動出力補正機能	無線設備規則に自動出力補正機能を有する旨を規定	
周波数の偏差	外部信号同期機能	無線設備規則に外部信号により同期する旨を規定	
その他	アラーム機能による通知・遠隔停波機能	無線局運用規則に監視制御機能・保守運用体制を具備する旨を規定	

※ 1 適合表示無線設備については、空中線電力及び周波数以外の電気的特性の測定は既に省略可能

※ 2 一部文言修正

# はじめに

---

- **本資料では、以下の項目について技術的な論証を行い、それぞれ本日議論(審議)頂きたい論点を提案させていただきます。**

**①自動出力補正機能**

**②外部信号同期機能**

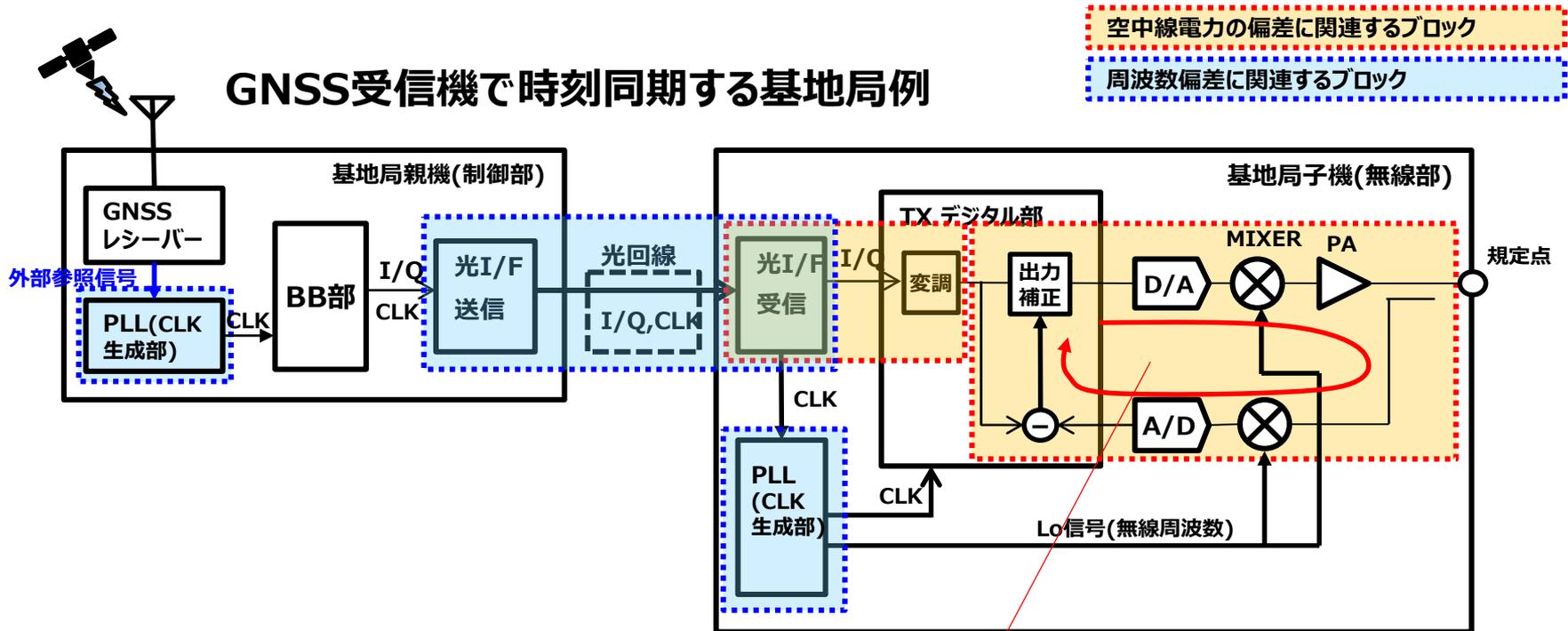
**③アラーム機能による通知・遠隔停波機能(監視制御機能・保守運用体制)**

# ① 自動出力補正機能

提案事項		対応案
空中線電力の偏差	自動出力補正機能	無線設備規則に自動出力補正機能を有する旨を規定
周波数の偏差	外部信号同期機能	無線設備規則に外部信号により同期する旨を規定
その他	アラーム機能による通知・遠隔停波機能	無線局運用規則に監視制御機能・保守運用体制を具備する旨を規定

※表は検討会第3回事務局資料より  
※一部文言修正

# 自動出力補正機能の説明(再掲)



## ■ 自動出力補正機能

子機(無線部)の送信部の自動利得補正(閉ループ処理)により装置出力端(規定点)の送信電力を安定化

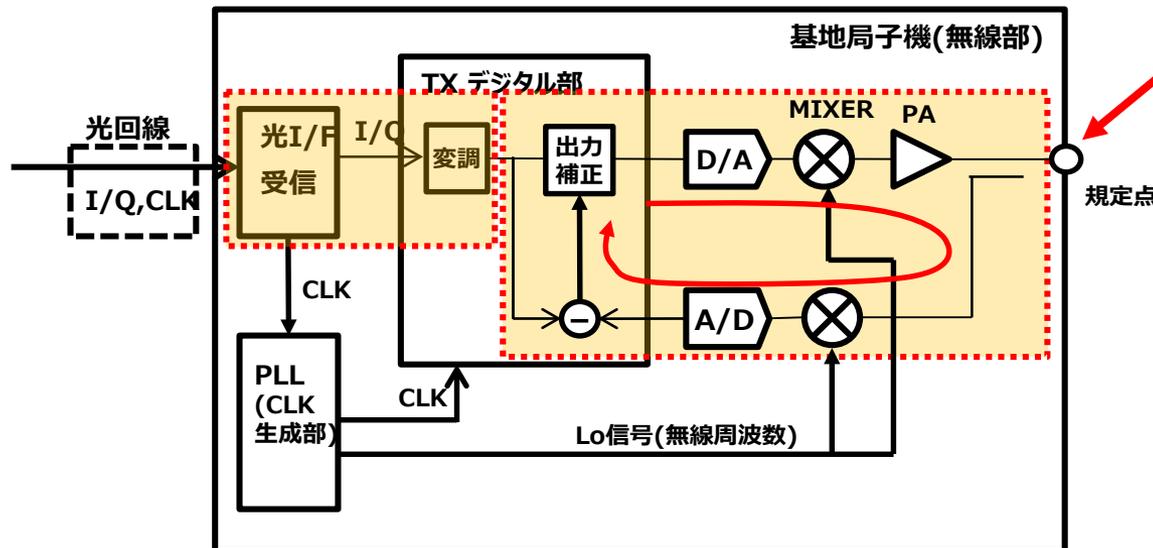
→デジタル信号処理で出力補正をかけるため、校正済測定器による技適取得時から経時劣化しない

# 空中線電力偏差の測定省略条件案

- 提案する空中線電力偏差の測定省略条件案は、以下の通りです。

- 「自動出力補正機能が保証する空中線電力の偏差が電波法が定める許容値以内」かつ
- アラーム故障検知 かつ
- 技適認証取得

電波法が定める許容値内  
(自動出力補正機能で保証)



# 本日の論点案

- 本日は、以下の点を議論(審議)頂くことを希望します。

**基地局子機に内蔵する自動出力補正機能が保証する空中線電力の偏差が電波法で定める許容値(下表)以内であることを、定期検査における空中線電力の偏差の測定を省略できる条件の1つとして認めて頂けるか**

- 運用開始前に、登録証明機関において較正済測定器を用いて技適基準への適合が証明されていることが前提

表：電波法で許容されている空中線電力の偏差

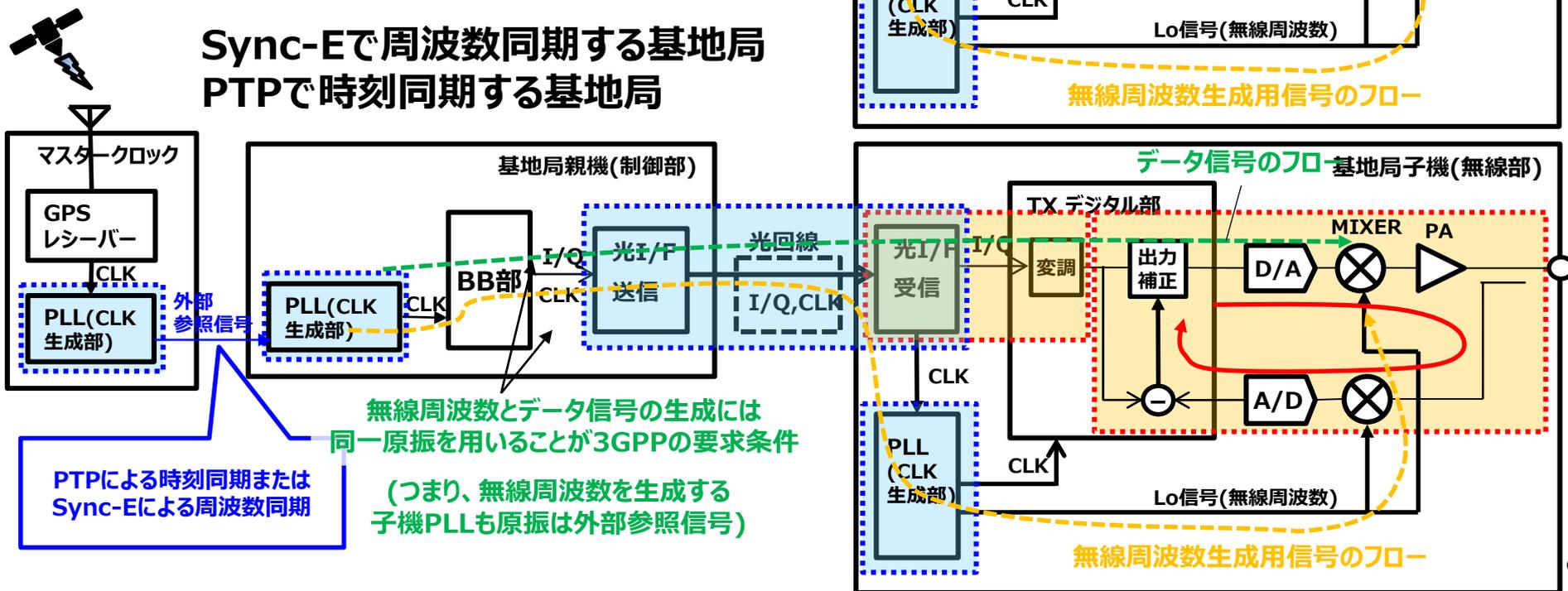
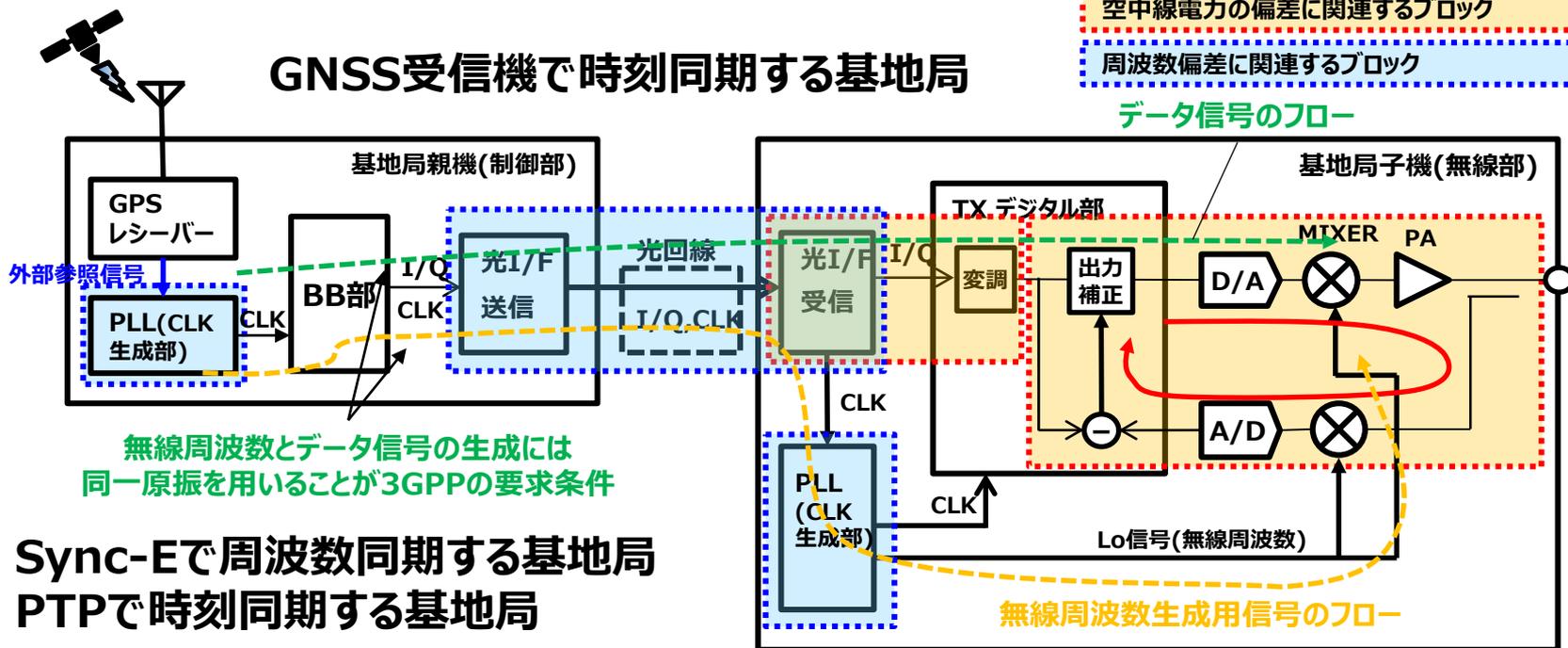
方式	5G NR			LTE	
	FDD	TDD (FR1)	TDD (FR2)	FDD	TDD
規定	±2.7dB以内	±3.0dB以内 (BS type 1-C) ±3.0dB以内 (BS type 1-H) ±3.5dB以内 (BS type 1-O)	±5.1dB以内	±2.7dB以内	±3.0dB以内

## ②外部信号同期機能

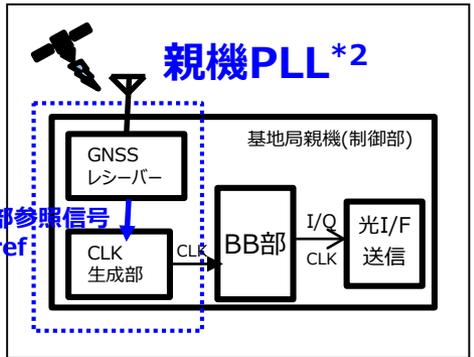
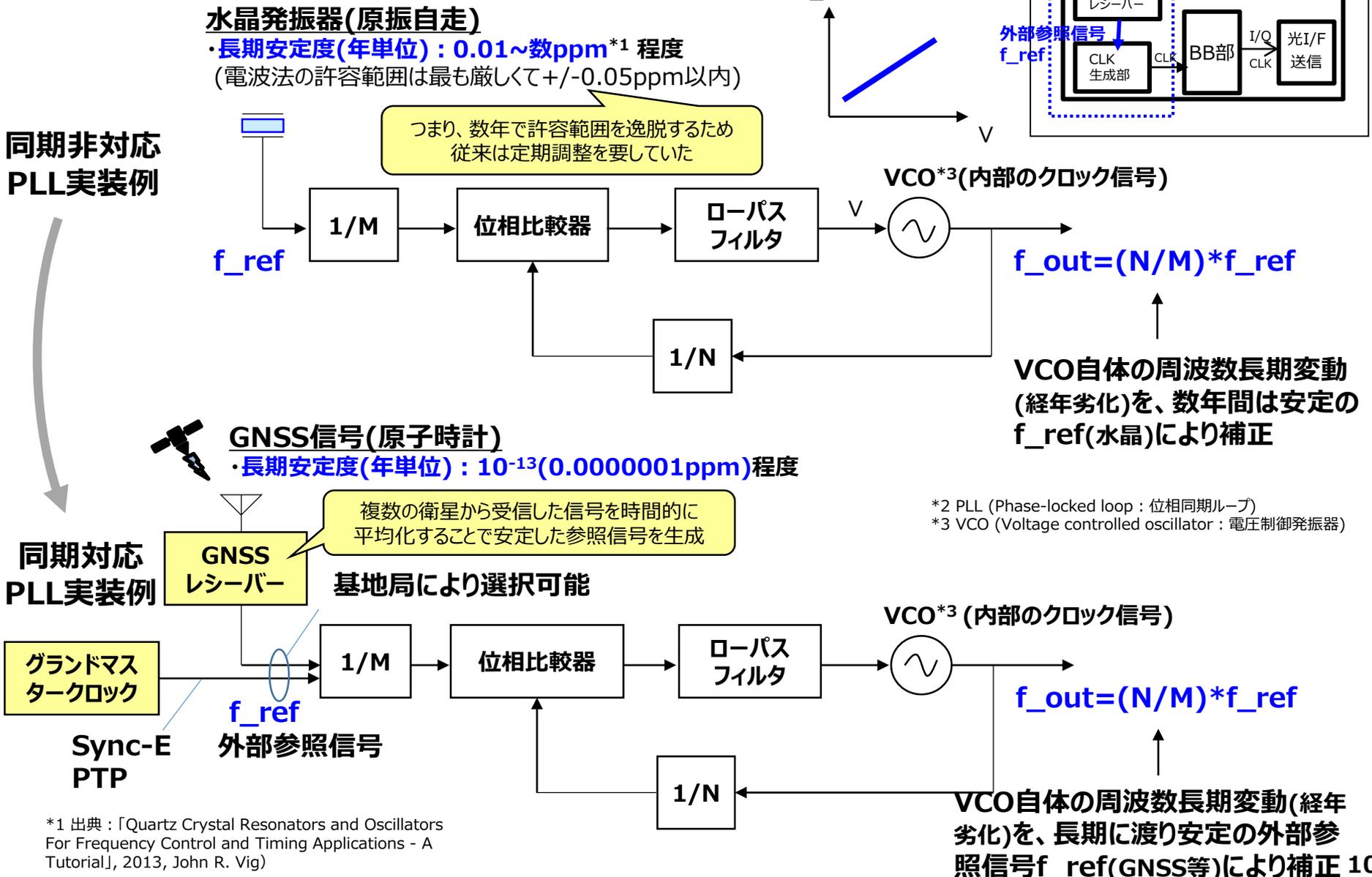
提案事項		対応案
空中線電力の偏差	自動出力補正機能	無線設備規則に自動出力補正機能を有する旨を規定
周波数の偏差	外部信号同期機能	無線設備規則に外部信号により同期する旨を規定
その他	アラーム機能による通知・遠隔停波機能	無線局運用規則に監視制御機能・保守運用体制を具備する旨を規定

※表は検討会第3回事務局資料より  
※一部文言修正

# 時刻同期もしくは周波数同期に対応する基地局例

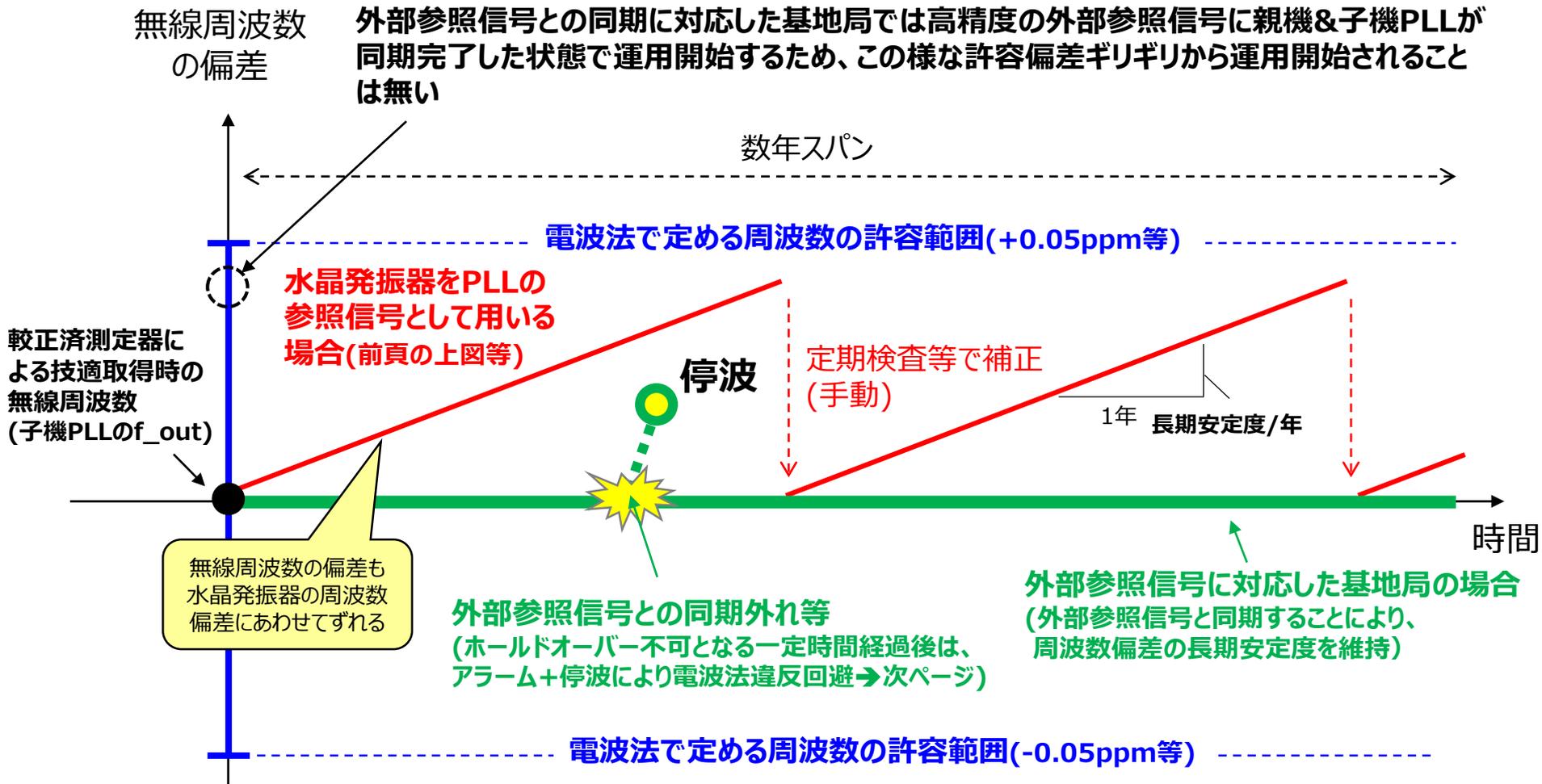


# 外部参照信号による周波数補正



\*1 出典 : 「Quartz Crystal Resonators and Oscillators For Frequency Control and Timing Applications - A Tutorial」, 2013, John R. Vig)

# 周波数偏差の長期安定度を維持する仕組み（イメージ図）



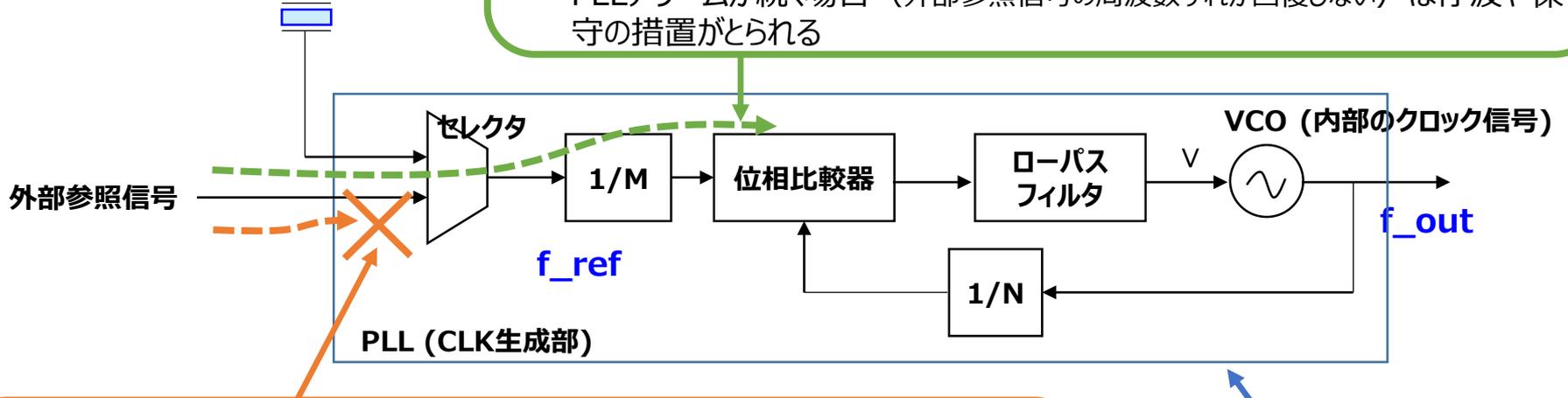
基地局で用いられるVCO (PLL内部のクロック信号)の周波数偏差に対して、外部参照信号を用いた補正(同期)を行うことにより、長期的な周波数偏差の安定を実現。

# クロック生成部に関する異常とその対処の例

## (電波法違反の回避)

クロック生成機能部の異常の原因には、外部参照信号の喪失もしくは異常、回路の物理的な不具合があります (詳細は実装依存)

バックアップ用水晶発振器  
(実装によってはない場合もある)



### 外部参照信号異常

- 【原因】外部参照信号の急激な周波数ずれ、GNSS受信機のエラー (受信機自体の異常、干渉などによる受信GNSS信号の大幅な劣化、GNSS衛星受信数の低下) など
- PLLロックが外れる (外部参照信号とVCOの位相差が閾値を超える) ことによるアラーム (PLLアラーム) の生成
  - PLLアラームが続く場合 (外部参照信号の周波数ずれが回復しない) は停波や保守の措置がとられる

### 外部参照信号喪失

- 信号喪失アラームが生成される。
- アラーム時、実装により常発生直前のクロックが維持されVCO自走モードとなる、もしくは基地局内部でバックアップ用として持っている水晶発振器をPLLの外部参照信号として切り替えて用いることで基地局運用を継続
- 長期間 (時間～日単位) にわたり信号喪失アラームが続く場合は停波や保守の措置がとられる

### 回路の物理的な不具合

- 回路不良アラーム (温度異常、電流・電圧異常など) が生成される
- 不具合状況により、停波や保守の措置が取られる

# 必要とされる外部参照信号の精度

- 周波数もしくは時刻同期ネットワークで必要とされる、外部参照信号(GPS等は問わない)の周波数精度が、ITU-Tにおいて規定(標準化)されています。その参照信号を用いることで電波法で許容される周波数偏差(最も厳しくて0.05ppm)を実現できます。

(参考)

+/-16ppb (0.016ppm) [ITU-T G.8261, ITU-T G.812]

- 周波数もしくは時刻同期ネットワークに用いられる基地局においては、上記ITU-T規定を満足する参照信号を携帯電話サービス提供期間中に継続して出力可能なGPS受信機等を使用しています。  
(国際標準の+/-0.016ppmを逸脱した運用が継続されると、周波数もしくは時刻同期ネットワークにおける携帯電話サービス品質そのものに影響を及ぼす可能性があります)

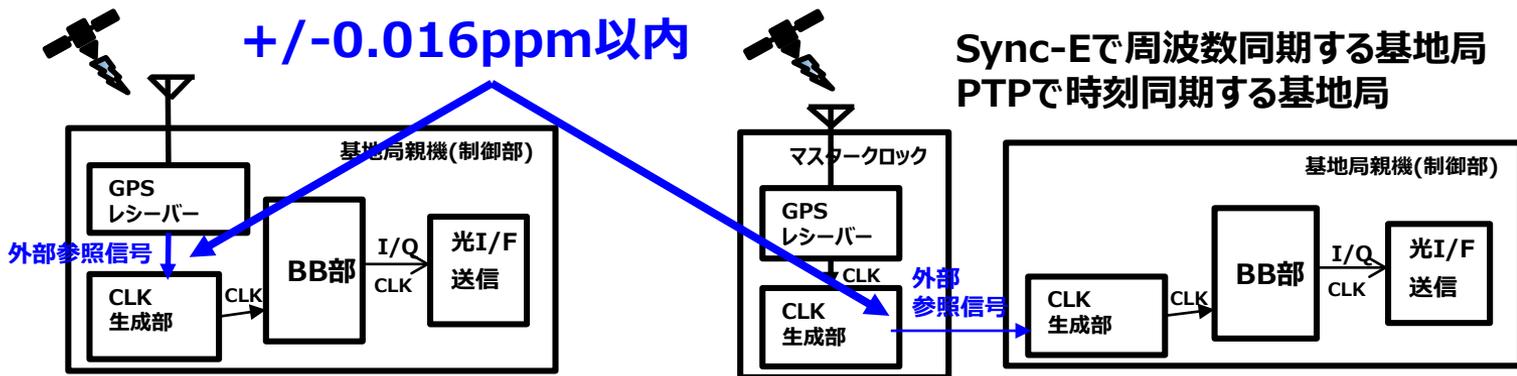
# 周波数偏差の測定省略条件案

- 提案する周波数測定省略条件案は、以下の通りです。

- 「**基地局親機のCLK生成部が受信する外部参照信号(GPS等は問わない)の周波数精度が $\pm 0.016\text{ppm}$ 以内**」かつ
- アラーム故障検知 かつ
- 技適認証取得

(参考)

$\pm 16\text{ppb}$  ( $0.016\text{ppm}$ ) [ITU-T G.8261, ITU-T G.812]



# 本日の論点案

- 本日は、以下の点を議論(審議)頂くことを希望します。

**基地局親機のCLK生成部が受信する外部参照信号※1の周波数精度が+/-0.016ppm以内※2であることを、定期検査における周波数偏差の測定を省略できる条件の1つとして認めて頂けるか**

※1 GPS等は問わない

※2 電波法の許容値は最も厳しい場合で+/-0.05ppm

## (参考)

- 本検討会ではGNSS信号の信頼性自体の議論では無く、あくまで「ある一定精度の外部参照信号が入力された場合に、省略が可能となるか」を議論(審議)頂きたく存じます。
- また、「ITU-T G.8261, G.812のいずれかに準拠」及び「GNSS等の利用」は+/-0.016ppm以内を満足するための一例(十分条件)であり、必要条件ではありません。
- 事実としては、GNSS信号から生成された+/-0.016ppmを満足可能な外部参照信号は、これまでもLTE及びBWAにおける時分割多重通信の基地局間時刻同期に使われており、十分な実績があります。LTE及びBWAの時分割多重通信の基地局間時刻同期運用を広く全国展開しているNTTドコモ、KDDI、ソフトバンク、UQ、WCPに関しては、過去、外部参照信号との同期機能に対応した基地局の定期検査において、実際に周波数偏差が電波法許容範囲を超過していた件数は現状確認されている限り0件となっています。

### ③ アラーム機能による通知・遠隔停波機能 (監視制御機能・保守運用体制)

提案事項		対応案
空中線電力の偏差	自動出力補正機能	無線設備規則に自動出力補正機能を有する旨を規定
周波数の偏差	外部信号同期機能	無線設備規則に外部信号により同期する旨を規定
その他	アラーム機能による通知・遠隔停波機能	無線局運用規則に監視制御機能・保守運用体制を具備する旨を規定

※表は検討会第3回事務局資料より  
※一部文言修正

# 携帯電話/BWAシステムの保守運用体制（再掲）

- 携帯電話/BWAシステムは、各社のNOC（ネットワークオペレーションセンター）で、24時間365日で無線局の監視を行っています。
- 無線設備からのアラームや、設備の状態を確認したうえで、復旧に向けたオペレーションを実施します。
- 携帯電話/BWAシステムは、多数の無線局により運用しているため、1つの基地局に障害が発生した場合も他の無線局によりサービス提供の継続が可能となります。

24時間・365日継続したオペレーションを実施

## アラーム発生

- 装置から発報されるアラームを検知

## 設備状態確認

- 遠隔操作による正常性確認
- 基地局のトラヒック量確認

## 復旧対応

- 遠隔操作による設備リセット
- 現地出動による装置交換

# 定期検査測定の省略条件案

定期検査の測定項目	正常動作時の挙動	TS 32.111-2等のアラーム内容(故障時)	測定の省略条件案
・周波数偏差	<ul style="list-style-type: none"> <li>運用開始以降、外部信号同期機能により電波法の許容値内(最も厳しい場合で<math>\pm 0.05\text{ppm}</math>)に入り続ける</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>参照信号との同期外れ(Loss Of Synchronization)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同期機能に対応(=周波数偏差が電波法の許容値内に入り続ける) かつ</li> <li>アラーム故障検知 かつ</li> <li>技適認証取得した基地局</li> </ul>
・空中線電力の偏差	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動出力補正機能が働き、運用開始以降、下記の電波法の許容値内に入り続ける                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- FDD-LTE : <math>\pm 2.7\text{dB}</math></li> <li>- TDD-LTE : <math>\pm 3.0\text{dB}</math></li> <li>- TDD-NR(FR1) : <math>\pm 3.0\text{dB}</math>(端子有), <math>\pm 3.5\text{dB}</math>(端子無)</li> <li>- TDD-NR(FR2) : <math>\pm 5.1\text{dB}</math></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>空中線電力の異常 (Excessive transmitter output power)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動出力補正機能で保障する電力誤差範囲が、電波法の許容値内 かつ</li> <li>アラーム故障検知 かつ</li> <li>技適認証取得した基地局</li> </ul>

- 無線局の外部信号同期機能や自動出力補正機能に異常が発生した際は、アラームによる異常検知・停波を実施します。
- アラーム検知により、当該機能の正常動作を確実に保証しているため、電波法に定める許容値を逸脱した電波発射が継続することはありません。

# 本日の論点案

- 本日は、以下の点を議論(審議)頂くことを希望します。

アラーム機能による通知・遠隔停波機能を有することを、定期検査における空中線電力及び周波数の許容偏差の測定を省略できる条件の1つとして認めて頂けるか

Item	定義	電気的特性の測定省略に求められる条件(案)
監視	無線設備に生じた故障や、故障の原因となる環境の変化を検知し、監視部門へ通知すること	適合表示無線設備において電気的特性の測定が必要となっている周波数の偏差及び空中線電力の偏差について、技術基準を継続的に満たさなくなるおそれがある場合、無線設備にて速やかに検知したうえで、監視部門に通知できる機能を有すること
制御	無線設備の始動及び停止、並びに通信の確立に必要なパラメータの設定や変更等を行うこと	無線設備から検知された異常が監視部門にアラーム等により通知されたのち、他の無線設備への影響を最小限に留めるため、遠隔で当該設備を停止できる機能を有すること
保守運用	無線設備の正常性を維持するため、監視や制御、装置の故障交換を行うこと	24時間365日の監視体制及び無線設備の復旧に向けた現地駆け付けの体制を構築すること

# まとめ

- **自動出力補正機能、外部信号同期機能及びアラーム機能による通知・遠隔停波機能の全ての機能を有することにより、定期検査における空中線電力及び周波数の許容偏差の測定を省略可能と認めて頂けるか**

機能	条件案
自動出力補正機能	基地局子機に内蔵する自動出力補正機能が保証する空中線電力の偏差が電波法で定める許容値以内
外部信号同期機能	基地局親機が受信する外部参照信号の周波数精度が $\pm 0.016$ ppm以内
アラーム機能による通知・遠隔停波機能	24時間365日の監視体制を構築し、無線局の外部信号同期機能や自動出力補正機能に異常が発生した際は、アラームによる異常検知・停波を実施

# 参考：異常検知及びアラーム通知フロー

- 無線設備で検知された異常については、ネットワークを介して監視部門へアラーム通知されることで、制御等が行われることになります。

