

開空間ブースタの監視機能強化

屋外小規模弱電界エリアの改善策として開空間ブースタの導入が進められている。従来開空間ブースタの監視制御は簡易な専用監視端末で行われていたが、急激な導入数増加に伴い、ドコモサービスにおける重要性が高まり通常基地局と同レベルの保守監視を可能とするため、早急にアクセス系OPS収容対応を行うことが必要となった。

本稿では、アクセス系OPSへの収容を行うに至った経緯、保守網構成、追加機能の概要について解説する。

ネットワーク開発部

すぎはら まなぶ
杉原 学

ふじい けんたろう
藤井 健太郎

1. まえがき

ドコモでは、LTE基地局用オペレーションシステムLTE-AOPS (Access Operation System) に、これまで独自に構築され保守運用されていた開空間ブースタについて監視対象として収容を行った。開空間ブースタは、基地局の電波が届きにくい山間などの屋外小規模弱電界のエリア改善のため開発され、光張出し局や1CR (Carrier) 装置^{*1}より低コストな装置として、2008年より導入が始まった[1][2]。当初、開空間ブースタ導入予定数は150台と少なかったため、装置ベンダより提供されている簡易な機能をもった監視システムにて保守監視を行っていた。開空間ブースタは、通常基地局と異なり伝送路工事が不要であるため、すぐにサービス開始が可能である。これがメリットとなり、早期のエリア改善を目的とした設置導入が進

み、当初の導入見込み予測を大きく超え2011年度末で7,000台の導入が予定されている。導入数の急激な増加に伴い、サービス影響、重要性が高まり、簡易な保守機能ではなく、通常基地局と同レベルの保守監視が可能のように早急に対応することが必要となった。ドコモでは、LTE/IMT方式の各種装置類向けのOPS (Operation System) として、小規模IAサーバ^{*2}にLinux[®]^{*3}を搭載し、分散データ駆動型アーキテクチャ (D3A: Distributed Data Driven Architecture) を用いたNW-OPS (NetWork-OPS)^{*4}を構築し[3]、通常基地局である、各装置を同じ保守レベル、操作性にて保守監視を実現している。そこで、開空間ブースタも、NW-OPSに収容することで、導入コスト/運用コスト削減を目指した。また、NW-OPSでは、無線系装置、伝送系装置、交換系装置を保守対象とした各保守システムに分かれ

ているが、今回の対象となる開空間ブースタは、無線系装置を保守対象としたLTE基地局 (eNB) の保守監視システムであるLTE-AOPS (Access OPS) に収容することで、開発効率化と信頼性の確保および、保守稼働の削減を可能とした。

本稿では、開空間ブースタ監視機能のLTE-AOPSへの収容による保守網構成、追加機能の概要について解説する。

2. 開空間ブースタ

2.1 開空間ブースタの特長

開空間ブースタは、基地局からの電波を対基地局用アンテナで受信増幅し、対移動局用アンテナから出力するための機能を有した装置である[1]。①山間部や山陰など地形の影響により生じる屋外小規模弱電界エリア対策および圏外エリア対策、②トンネルや道路などのエリア連続性の確保、③ビル陰など都

市部での不感知地帯対策に有効と考えられている。また、伝送路が不要であるため、導入コスト、ランニングコストが従来局より抑えられ、さらにすぐにサービス開始が可能であるというメリットがある。

2.2 現行監視端末の保守網構成

開空間ブースタ現行監視端末^{*5}の

保守網構成を図1に示す。開空間ブースタは付属の監視BOXに搭載されたFOMAモジュールを用いてISDN網を経由して、現行の監視端末へ状態変化、現行の監視端末からの制御信号の送受信を行っている。開空間ブースタと現行の監視端末はxGSN^{*6}からISDN網を経由して接続されており開空間ブースタの監視制御にあたってはISDN回線の使用に伴

うランニングコストが発生していた。

装置ベンダ提供の開空間ブースタ監視システムでは、1監視端末で5,000台収容可能である。監視を行う監視端末が監視対象局毎に決まっており、現状ドコモでは東日本分を監視端末4台、西日本を監視端末3台の2カ所に設置を分けて保守監視を行っている。監視を行う監視端末は監視対象局毎に決まっていると言

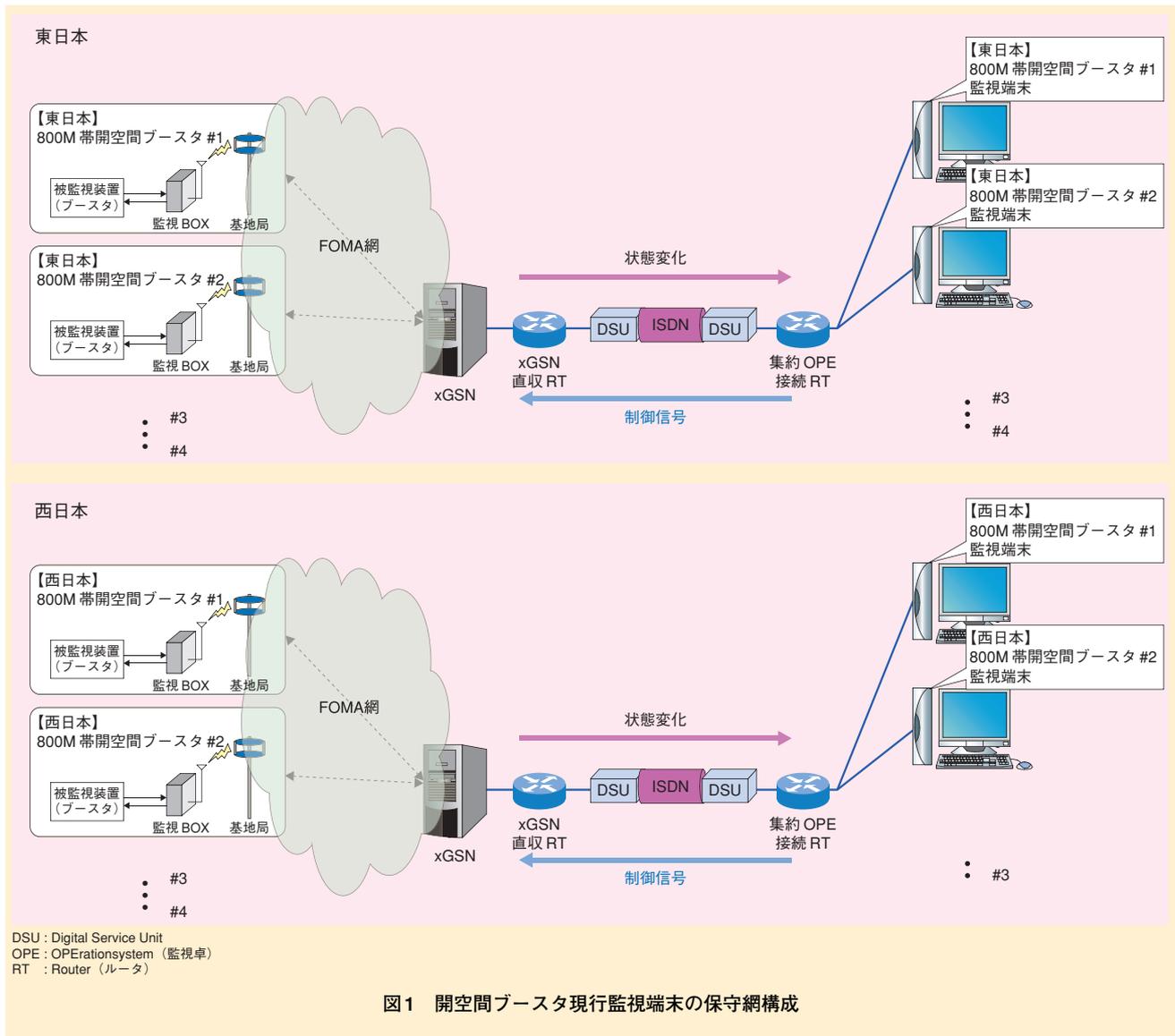


図1 開空間ブースタ現行監視端末の保守網構成

*3 Linux[®]: Linus Torvalds氏の日本およびその他の国における登録商標または商標。
 *4 NW-OPE: ドコモのコアネットワーク内の装置に対する保守監視を行うためのシステム。
 *5 監視端末: 装置の保守監視を行うための

制御端末。
 *6 xGSN: FOMAネットワークにおけるパケット通信処理装置。3GPP上規定されているSGSN (Serving General packet radio service Support Node) 機能とGGSN (Gateway General packet radio service Sup-

port Node) 機能の両方を有する装置。

う制約のため、(1)監視端末が増える
と、どの監視端末にどの開空間ブ
ースタが收容されているか把握した上
で保守する必要があり、また、(2)現
状の全国を東西2カ所に集約し監視
端末を設置している保守監視方法で
は、9地域の各支社単位での保守監
視はできない、という2つの制約が
あり、故障措置の迅速な対応がしに
くいというデメリットがある。シス
テム上で局情報を管理することで、
対象局からのアラーム通知の受信
や、対象局に対する状態の取得/制
御が可能となっている。しかし、ア
ラームの重要度別に画面表示がで
きないため、重要故障がその他の故
障に埋もれてしまい、措置遅れにつ
ながるなどのデメリットがあり、改
善が必要である。

2.3 LTE-AOPSへの收容 メリット

開空間ブースタをLTE-AOPSに
收容するメリットとして、下記の2つ
が挙げられる。

(1)保守稼働の削減

開空間ブースタは、親局となる基
地局からの電波によりサービス提
供されるため、開空間ブースタの現
状態確認の際には、親局の状態確認
も行う必要がある。そのため状態確
認/措置方法についての画面操作
を、親局である基地局に対する画
面操作と同一とすることで保守性が
向上し、その結果保守稼働の削減と
なる。

(2)開発効率化と信頼性の確保

開空間ブースタの親局となる基地
局の情報は、LTE-AOPS/IMT-AOPS

の共有部分にて管理されており、親
局と開空間ブースタの情報の関連付
けにおける情報のデータ処理機能の
実装に際し、プログラムの流用が可
能である。また、開空間ブースタの
現状態を保持する部分において、
LTE-AOPSの基地局状態を保持して
いる処理部分がプログラムの流用可
能である。

このように、LTE-AOPSの既存の
情報のデータ処理や現状態を保持し
ている処理部を流用することで、新
規システム開発を行うより、開発の
効率化と信頼性の確保を可能とした。

3. 保守網・サーバ構成

3.1 收容後の保守網構成

收容後の保守網構成を図2に示す。
收容後の保守網構成を検討するう

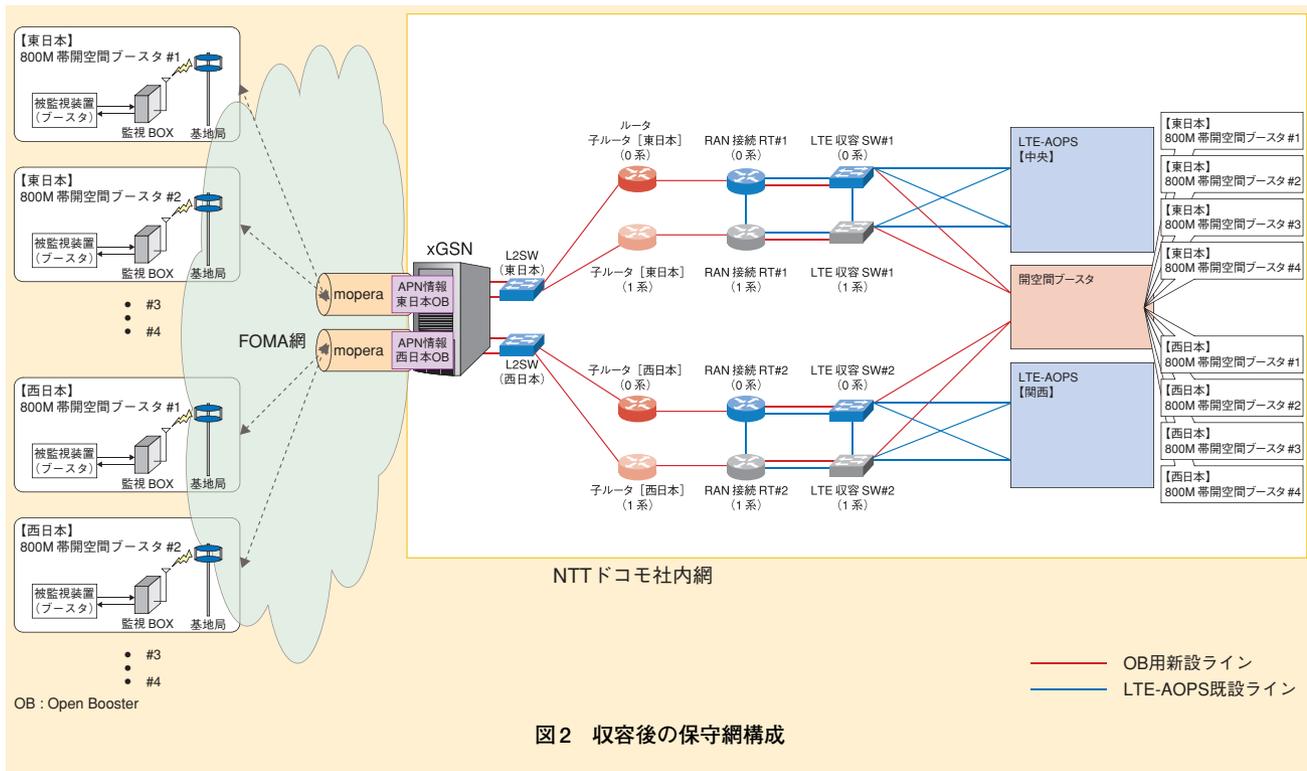


図2 收容後の保守網構成

えで設置済みの開空間ブースタに登録されている監視端末IPアドレスの変更が伴わないようにする必要があった。これは、LTE-AOPSへの収容変更のために数千台の開空間ブースタのIPアドレスを現地で変更する作業が発生するからである。これを解決するために東西それぞれの地域の開空間ブースタからLTE-AOPS間NWを論理的に独立したNWとするよう構成した。

ISDN回線の使用から社内網（IP-RT網^{*7}）へ変更することにより、ランニングコストの削減を可能とし、さらにはセキュリティレベル向上をも実現した。また、IP-RT網を使用するにあたり、NW帯域の効率化を図るため、LTE-AOPSが設置されている局舎内に設置されているxGSNに新規のアクセスポイントを作成し、APN（Access Point Name）^{*8}情報を修正することで開空間ブースタをLTE-AOPSと同一局舎内のxGSNと接続することとした。

3.2 収容後のサーバ構成

収容後のLTE-AOPSにおけるサーバ構成を図3に示す。

LTE-AOPSは地域単位でサーバを分割し、負荷分散や域単位での保守性向上を図っている。

しかし開空間ブースタを監視対象NE（Network Element）としてサーバに収容するにあたっては、サーバ台数削減によるコスト削減の実現を目指した。そこで複数のサーバを必要とする従来の地域分割方式ではなく、サーバ台数を1台で実現可能な

全国一括方式を検討した。検討を進めていく中で、設置済みの開空間ブースタに付与されたIPアドレスは東西それぞれの地域内でルール化された付与基準に従って付与されているため、完全な全国一括方式ではなく東西2地域を分割して収容する方式とした。

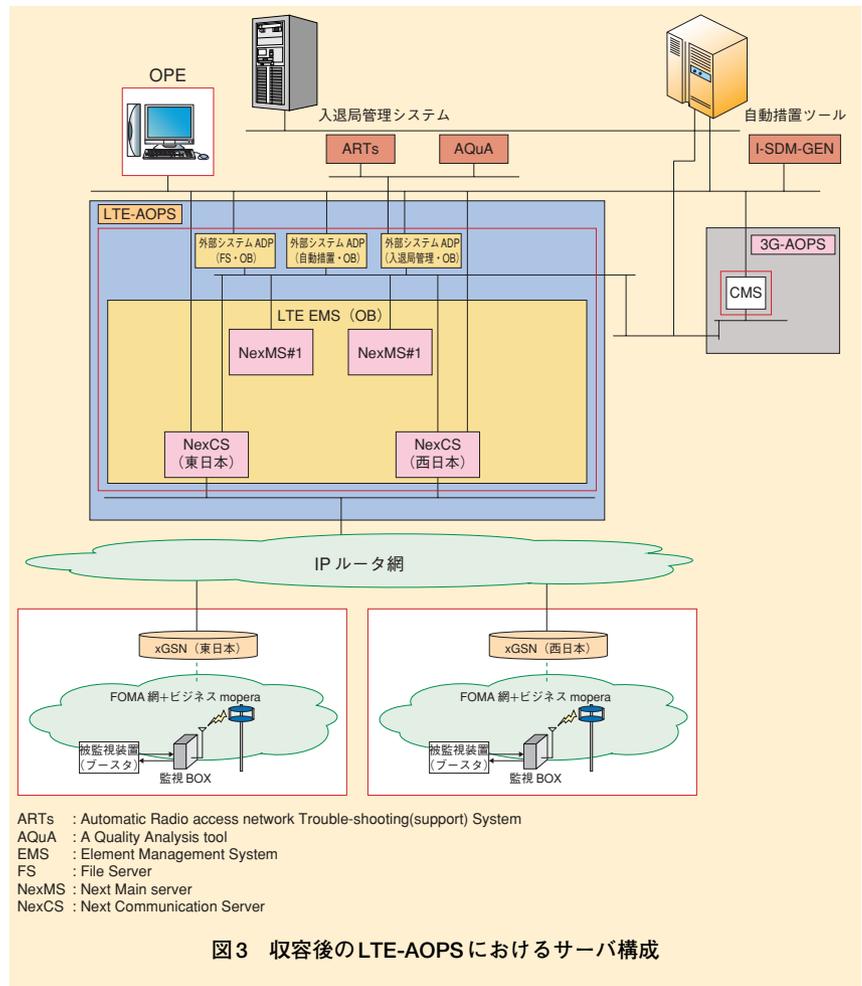
その結果、18台から4台へ14台のサーバを削減した。また、3G-AOPSに収容している3G基地局（BTS：Base Transceiver Station）の構成情報を管理する機能部であるCMS（Configuration Management System）に

LTE-AOPSのEL（Element）に相乗りすることで9台のサーバを削減した。

4. 追加機能の概要

4.1 リアルタイム監視制御機能

現行の監視端末では、(1)どの監視端末にどの開空間ブースタが収容されているかが分からず、どれが故障しているのか瞬時に分からない、(2)開空間ブースタの親局、開空間ブースタに対して過去に実施した制御の特定ができず、即時での故障措置が行えていないという大きく2点の間



*7 IP-RT網：IPルータと光伝送路を組み合わせた、広帯域かつ経済的で冗長化により信頼性が確保されたネットワーク。急増が見込まれるデータ通信呼に対応することを目的として2004年3月4日に運用を開始した。

*8 APN：ネットワーク接続によりデータ通信を行う際、接続先として設定するアドレス名。

題もあった。そこで、LTE-AOPSでは、下記機能の実装を行い、リアルタイム監視機能をもたせた。

(1) 地域単位監視制御機能

LTE-AOPSの開空間ブースタ収容に当たり、地域単位で全ての開空間ブースタの監視、情報の集約を実現した。これにより、LTE-AOPSにアクセスできる監視端末であれば、開空間ブースタのリアルタイム監視を可能とした。

監視端末によらず、権限があれば全国分の開空間ブースタを地域単位で監視可能とし、故障が発生した開空間ブースタの状態をリアルタイムに確認可能とした。

(2) 装置監視履歴機能

従来は手動によるログ解析にて、過去に実施した制御を確認していたが、LTE-AOPSにて保有していた機能を流用することで開空間ブースタに対する制御および状態の変化状況をデータベースに収録し、当該開空間ブースタにおける装置監視制御履歴を検索可能とした。これにより、オペレータは過去の故障発生状況が確認可能となり、発生中の故障に対する措置対応の優先順位が判断可能となった。

4.2 他システムとの連携

現行の監視端末はNW-OPSで連携しているツール・システムとの連携機能は具備されていないため、すべての保守監視業務、入退局管理をオペレータが手動で行う必要があった。

LTE-AOPS収容により、NW-OPSの各種ツール・システムとの連携が

可能となったため、自動措置ツール、入退局管理システムと連携、業務の自動化を実現した。

(1) 自動措置ツールとの連携による監視制御業務の自動化

自動措置ツールとの連携により、現行監視端末と比較して次のようなメリットが得られる。

① 警報発生NEに対する即時措置

自動措置ツールにて、発生警報ごとに措置シナリオを作成することで、LTE-AOPSが通知する警報に対して即時での措置を可能とした。これにより、多数の開空間ブースタからアラームが上がった場合でも、自動措置ツールによる一次措置が可能となる。夜間、およびオペレータが不在であっても、一次措置で復旧可能なアラームは、即時復旧対応が可能となる。

② 監視業務における稼働削減

①の即時処理より、保守者は自動措置ツールによる一次措置で復旧できない故障のみ対応すればよくなることから、保守稼働の削減が期待できる。

(2) 入退局管理システムとの連携による退局可否判定の自動化

現行の監視端末では、退局時の正常性確認をオペレータが手動で行う必要があり、時間を要していた。LTE-AOPSでは、入退局管理システムと連携することで、退局時の残警報有無とメンテナンスモード解除を確認し、退局可否を自動判断することを可能とした。これにより、復旧作業のため入局した作業者が、退局

時の残警報有無、メンテナンスモード解除状況を作業場で確認する事が可能となり、オペレータによる復旧作業後の残警報、メンテナンスモード解除の確認といった保守稼働の削減が可能となった。

4.3 CMデータ作成機能

現在の開空間ブースタ監視では、開空間ブースタの監視に必要なデータの編集・登録をすべてオペレータがおこなっている。この際、オペレータは1ブースタずつしかデータの編集・登録ができないため、作業効率が悪く、

また、自動措置ツールとの連携のため、入力するデータ項目が増加する。これにより、入力ミスの増加が懸念される。

上記の対応として、データ入力のツール化と一部データを3G-AOPS(3G基地局用オペレーションシステム)、およびLTE-AOPSより自動取得する機能を具備することで、オペレータによる入力稼働の削減と、入力ミスの削減を実現した。

(1) CMデータ作成機能

LTE-AOPSでは、開空間ブースタのCM(Configuration Management)データ^{*9}作成のために独自のツール(開空間ブースタ局情報編集ツール)を開発した。本ツールはExcelベースのツールであるため、複数ブースタのデータ編集が容易である。また、LTE-AOPSでは、eNBのCMデータはI-SDM-GEN(IMT-2000-SystemDataMemory-GENerator)^{*10}より提供された構成データをCMデータ

*9 CMデータ：OPS運用に必要なNE構成やNW構成などのデータ。

*10 I-SDM-GEN：IMT-2000局データ生成ツール。アクセス系NW-OPSへCMデータの基となる局データおよび構成データを流通する。

に変換する形で作成されているが、I-SDM-GENは開空間ブースタのCMデータを作成する機能はない。そのため、独自のCMデータ作成ツールを用いることで、開空間ブースタのCMデータ作成を可能とした。

(2)親局情報補完機能

以下で述べる親局補完機能により、開空間ブースタにおける親局情報の監視端末での特定を可能とした。

開空間ブースタのCMデータに設定される親局情報は、3G-AOPSおよびLTE-AOPSのCMデータから自動取得することを可能とした。

このCMデータを自動措置ツールに提供することで、開空間ブースタの親局に対しても、自動措置ツールとの連携による監視制御業務の自動化を可能とした。

親局情報補完機能の実装により、オペレータはブースタの親局を特定できる情報のみ入力することで、作業の効率化を実現した。

親局情報補完機能の概要を図4に示す。

①編集用データダウンロード

CMSより開空間ブースタのCMデータ（編集用）をダウンロードし、開空間ブースタ局情報編集ツールでCMデータを編集する。

②編集済みデータインポート

①で編集したCMデータ(インポート用)をCMSへインポートする。

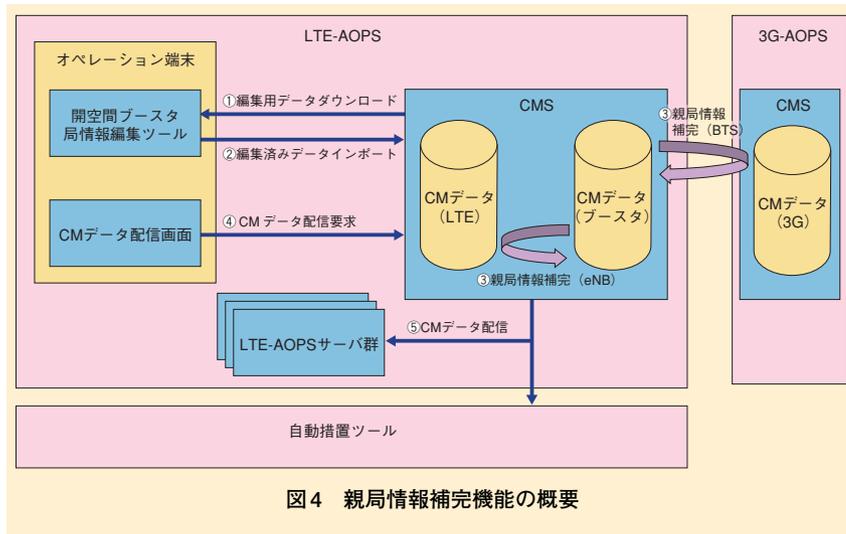


図4 親局情報補完機能の概要

③親局情報補完

②編集済みデータインポート時、CMSはオペレータが入力したブースタの親局情報から、自動で3G-AOPS、およびLTE-AOPSのCMデータより、自動措置ツールが必要とする親局情報をCMデータに補完する。

④CMデータ配信要求

オペレータはオペレーション端末(OPE画面)から、CMデータ配信の指示を行う。

⑤CMデータ配信

CMデータ配信要求を受け取ったCMSは、LTE-AOPSサーバ群、および自動措置ツールへ開空間ブースタのCMデータを配信する。

いて、その背景、保守網構成、追加機能を解説した。開空間ブースタ以外の既設置のNW装置についてもOPSへの収容による保守機能改善、導入および運用コストの削減は継続的な課題として挙げられ、今後もさらなる検討、開発を実施していく予定である。

文献

- [1] 伊藤, ほか: “2GHz帯FOMA用屋外ブースタ装置の開発,” 本誌, Vol.15, No.1, pp.30-33, Apr. 2007.
- [2] 伊藤, ほか: “800MHz帯FOMA用屋外ブースタ装置の開発,” 本誌, Vol.16, No.1, pp.53-56, Apr. 2008.
- [3] 秋山, ほか: “オペレーションシステム経済化技術—分散データ駆動型アーキテクチャー,” 本誌, Vol.13, No.2, pp.36-46, Jul. 2005.

5. あとがき

本稿では、開空間ブースタの監視制御機能のLTE-AOPSへの収容につ