

Technology Reports

スマートフォン時代の大容量通信を支える 新 3G コアネットワークパケット処理ノードの開発

スマートフォンの急激な普及に伴うネットワーク同時接続数とパケットトラフィックの急増により、コアネットワークにおいてはネットワーク設備の大容量化と経済化が急務となっている。このため、従来の 3G コアネットワークパケット処理ノード (xGSN) で採用しているハードウェアをさらに高性能のハードウェアに更改し、かつソフトウェアの処理方式の改善を行うことで、さらなる大容量化と経済化を実現する新 3G コアネットワークパケット処理ノード (NxGSN) を開発した。

ネットワーク開発部
 いたか たけし 飯高 剛士
 やもと なおゆき 山浦 基承
 箭本 直之

1. まえがき

昨今、スマートフォンの急激な普及に伴うネットワーク同時接続数とパケットトラフィックの急増により、ネットワーク設備はさらなる大容量化と経済化が求められている。

今回新たに開発した新 3G コアネットワークパケット処理ノード (NxGSN: New serving/gateway General packet radio service Support Node) は、今後のさらなるスマートフォンの需要増に対応すべく、2004年10月より導入している 3G コアネットワークパケット処理ノード (xGSN: serving/gateway General packet radio service Support Node)^{*1}[1]の後継装置として、2011年10月に運用を開始した。

NxGSNのネットワーク構成を図1に示す。従来のxGSNと同様、NxGSNはSGSN (Serving General packet radio service Support Node)^{*2}とGGSN (Gateway General packet radio service Support Node)^{*3}の統合ノードであり、RNC (Radio Network Controller)^{*4}、CPCG (Charging and Protocol Conversion Gateway)^{*5}およびドコモのISPサービス基盤であるMAPS (Multi Access Platform System)^{*6}[2]などと接続して、iモードやspモードを代表とするFOMAデータ通信サービスを提供するほか、EPC (Evolved Packet Core)^{*7}[3]と接続してFOMAエリア上での[Xi] (クロッシィ) データ通信サービスを提供する[4][5]。

本稿では、NxGSNの導入目的、

ハードウェア構成およびソフトウェアアーキテクチャについて解説する。

2. NxGSN 開発の背景と目的

2001年のFOMAサービス開始以来、コアネットワーク^{*8}ではパケットトラフィックの増加対策として、回線交換/パケット交換の分離によるxGSNの導入や、xGSNのハードウェア変更による呼処理性能の向上、xGSNのソフトウェア処理改善による呼処理性能の向上など、さまざまな対策を行ってきた。

しかしながら、昨今のスマートフォンの急激な普及に伴い、これまでに類をみない速さでネットワークへの同時接続数とパケットトラフィックが増加している。特に、ネットワ

*1 3G コアネットワークパケット処理ノード (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 (*2 参照) 機能と GGSN (*3 参照) 機能の両方を有する装置。

*2 SGSN : パケット交換およびパケット通信を行う移動端末の移動管理などの機能を提供する、3GPP 標準規格上の論理ノード。

ークが移動端末との接続を同時に受け付けられる能力である同時接続数については、スマートフォンの普及に比例して増加している状況である。これは、図2に示すように、iモード通信などによる通信時のみネットワークに接続する都度接続による接続形態から、spモードに代表されるスマートフォンによる通信終了後も、ネットワークが接続状態を維持する常時接続に移行しつつあるためである。このことから、ネットワーク設備は今後のスマートフォンの増加傾向、および「Xi」(クロッシィ)サービスへの移行を見定め、想定される同時接続数とパケットトラフィックを処理できるよう、さらなる大容量化と経済化が望まれている。

また、「Xi」(クロッシィ)のサービス展開においては、3GとLTEとで無線アクセスシステム切替時に位置登録を省略する機能であるISR (Idle mode Signaling Reduction) 機能[6]により、「Xi」(クロッシィ)へのサービス移行が拡大しても3G網への接続も継続するため、xGSNの同時接続数は減少することなく継続する状態が続くと想定される。

3. ハードウェア構成

NxGSNのハードウェア構成を図3に示す。従来のxGSNと同様、ハードウェアの基本構造はサーバ群とサーバ間接続を行うL2SW (Layer2 SWitch) により構成され、信号制御部 (C-Plane : Control-Plane^{*9}) とユーザデータ処理部 (U-Plane : User-

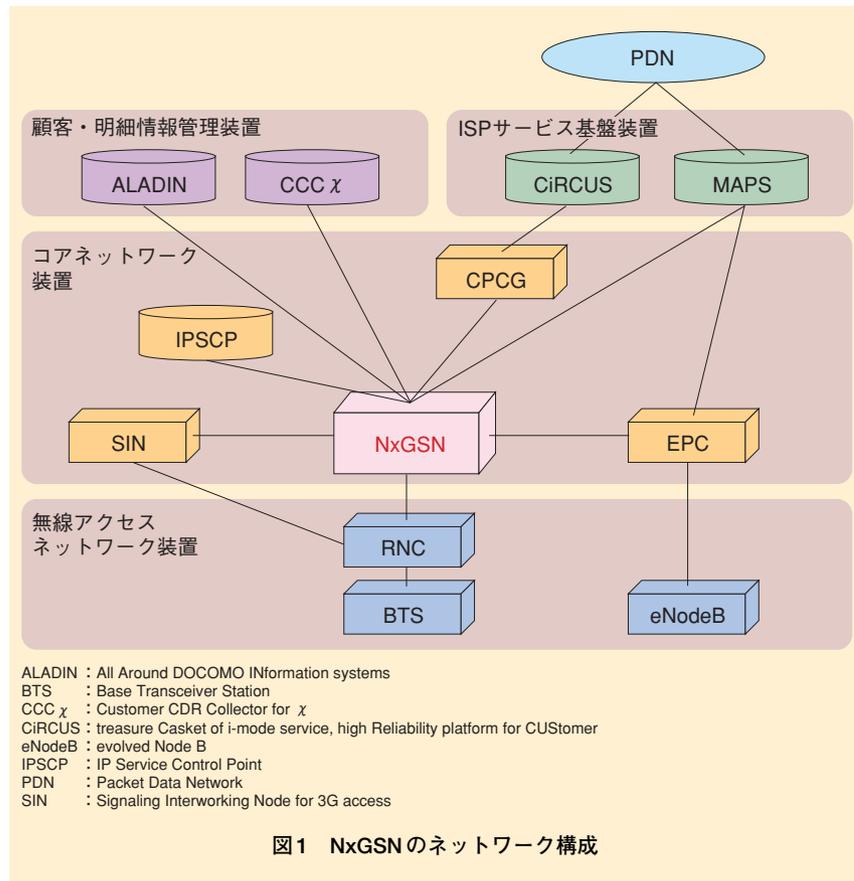


図1 NxGSNのネットワーク構成

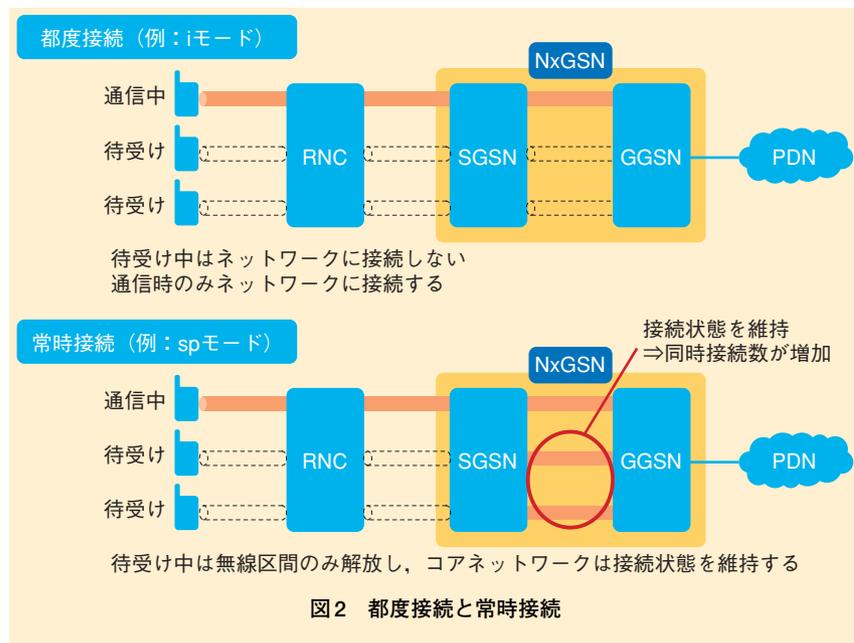
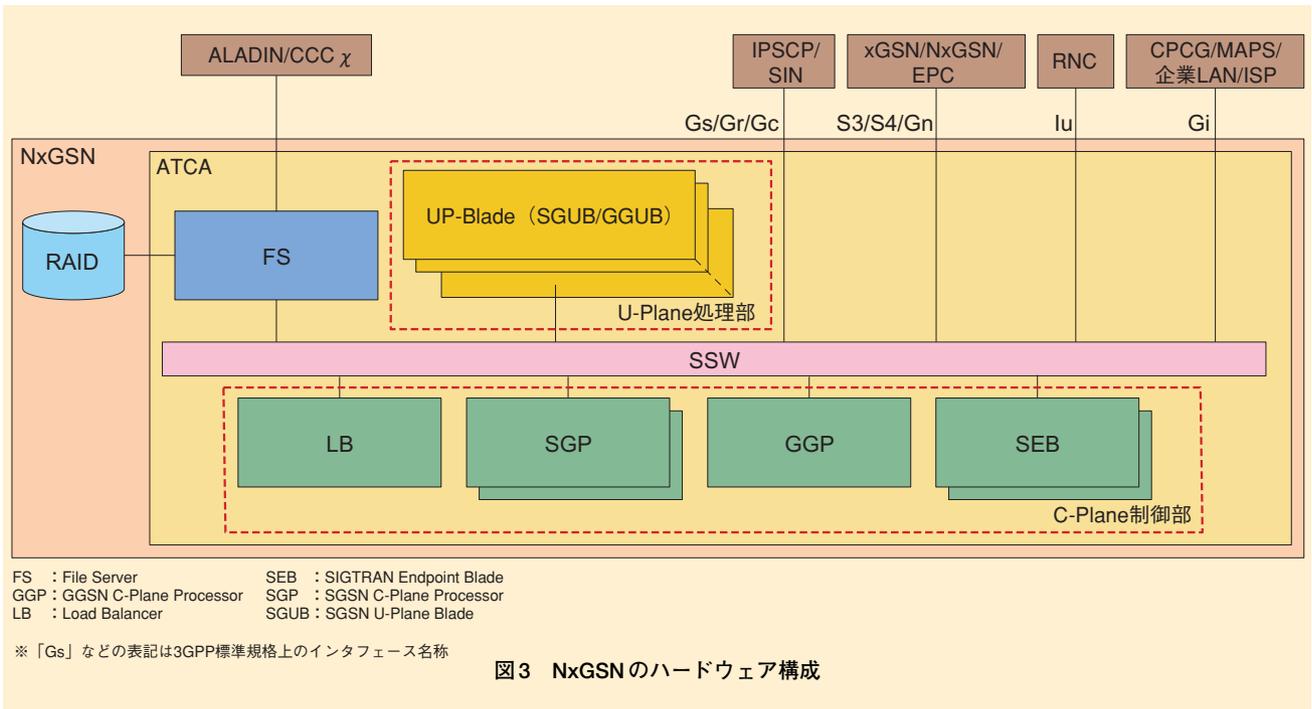


図2 都度接続と常時接続

*3 GGSN: PDNとの接続点であり、IPアドレスの割当てやSGSNへのパケット転送などを行う、3GPP標準規格上の論理ノード。
 *4 RNC: 3GPP上規定されている3Gネットワークにおける無線回線制御や移動制御を行う装置。
 *5 CPGC: ドコモネットワークにおける

iモード向けゲートウェイ装置。
 *6 MAPS: FOMAや「Xi」(クロッシィ)などのさまざまなアクセス回線から、インターネット接続や企業システム接続を提供するプラットフォーム。
 *7 EPC: LTE無線アクセスを含む各種無線アクセスシステムを収容できるコアネットワーク (*8参照)。

*8 コアネットワーク: 交換機、加入者情報管理装置などで構成されるネットワーク。移動端末は無線アクセスネットワークを経由してコアネットワークとの通信を行う。
 *9 C-Plane: 制御プレーン。通信を確立などするためにやりとりされる、一連の制御処理をさす。



Plane^{*10}) からなる分離構造を採用している。なお、サーバ群はATCA (Advanced Telecom Computing Architecture)^{*11} 規格の汎用ブレードサーバ^{*12}を採用している。

3.1 ハードウェア変更と経済化の工夫

NxGSNでは、UP-Blade (U-Plane Blade)^{*13}はxGSNと共通のハードウェアを引続き採用し、その他の装置は従来のxGSNよりも高性能な新規のハードウェアを採用している。これにより、NxGSNは大容量化を実現しつつもxGSNからUP-Bladeを転用することが可能となっており、既存のハードウェア資産の有効利用により設備設置コストを低減している。

また、NxGSNではRAID (Redundant Arrays of Inexpensive Disks)^{*14}を除くすべてのハードウェアをATCA規格のブレードサーバで構成している。これにより、サーバ間接続を行うL2SWはシェルフ内L2SW (SSW: Shelf Switch^{*15})に集約できるようになったため、従来のxGSNと比較してL2SWの台数を削減しハードウェア構成の簡素化を図っている。さらに、NxGSNは従来のxGSNと比較して小型のサーバ群でシステムを構成することが可能となったため、大容量化を実現しつつも設置に必要なスペースはxGSNと同等を維持している。

このようなハードウェアの集積化や処理性能の向上により、NxGSNはxGSNと比較して設備設置コスト

を50%以上削減しており、今後スマートフォンの普及によって増加が見込まれる同時接続数とパケットトラフィックに対応するための設備設置コストを大幅に削減することができる。

3.2 ユーザデータ転送能力の向上

NxGSNでは3.1節で述べたようにxGSNよりも小型のサーバ群でシステムを構成することができたため、①xGSNよりも多くのUP-Bladeを搭載可能とし、かつ、②UP-Blade～SSW～対向ノード間のユーザデータ転送経路の回線速度を高速化するとともに、③従来のxGSNでは対RNC向けと対xGSN/EPC向けとでインタフェースを同一物理回線で重

*10 U-Plane: ユーザデータの送受信処理をさす。
 *11 ATCA: PICMG (PCI Industrial Computer Manufacturers Group) が策定したキャリア (通信事業者) 向け通信機器の業界標準規格。
 *12 ブレードサーバ: 1枚の基板上にコンピュータとして必要な要素を実装し、複数

の基板より構成されるサーバ。電源供給やLANなどの機能を提供する筐体 (シャーシ) に搭載して使用される。
 *13 UP-Blade: ユーザデータの転送処理を行うブレードサーバ。
 *14 RAID: 複数のハードディスクをまとめて管理する装置。
 *15 SSW: シェルフ内の各ブレードサーバを

接続するスイッチ。シェルフとは、ブレードサーバを挿入する筐体を指し、ラックに搭載する。

置していた箇所を別物理回線に分離することで、xGSNと比較してユーザデータ転送能力の向上を図っている。

4. ソフトウェアアーキテクチャ

図4にNxGSNのソフトウェア構成を示す。

OSはxGSNで採用しているCGL (Carrier Grade Linux[®])*16の後継バージョンを採用し、他のATCA装置と共通に使用しているミドルウェア*17も後継バージョンを採用している。これら汎用ベースの製品を従来のxGSNから引き続き採用することにより、開発コストおよび開発期間の削減を実現し、xGSNと同等の高信頼性や高保守性を実現している。

また、アプリケーションについても開発効率化のためにxGSNとNxGSNとでソースファイルは共通とし、コンパイルオプション*18によりそれぞれの環境に応じたLM (Load Module)*19を構築することとしている (図5)。

においてそれぞれ区別して管理するための機能を追加している。

4.2 処理性能の向上

NxGSNはxGSNと比較して各種処理性能を向上させている。この処理性能の向上は、ハードウェアの高性能化のみでは実現が困難であった。そのため、ハードウェアの高性能化とあわせてソフトウェアの処理方式の改善を実施している。

NxGSNではxGSNよりもコア数*20の増加したハードウェアを採用しているが、演算能力の向上を引

き出すためには効率の良いプロセスの分散を行うことが性能向上の課題であった。そこで、NxGSNではソフトウェアの処理の並列化度を向上させる改善を行った。具体的には、ソフトウェアを機能ごとに詳細に分割し、ループ処理や処理そのものについて、時間が多くかかっている部分について、タスクを細分化し並列処理を増やすことで、増加したコアを効率良く使用できるように改善を行った。

また、NxGSNでは各種処理性能の向上により保持すべきデータ数が増加し、従来のデータ管理方法とデ

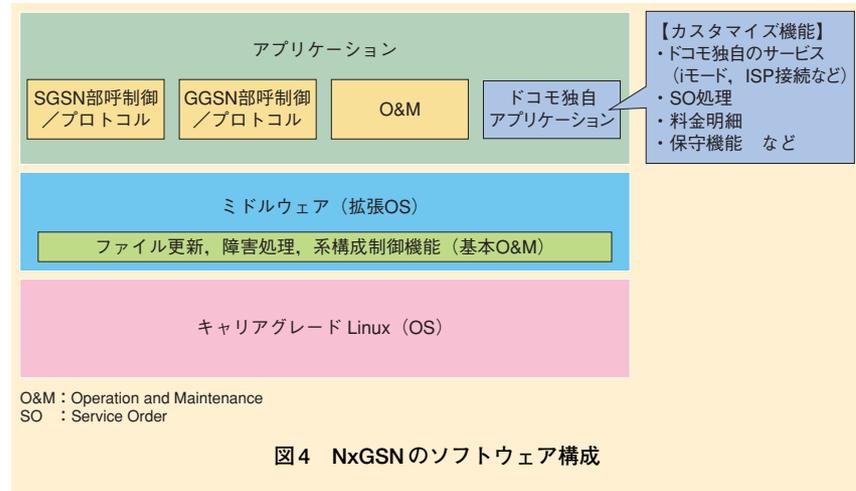


図4 NxGSNのソフトウェア構成

4.1 新規ハードウェアへの対応

NxGSNはxGSNと比較して使用するハードウェアおよびハードウェア構成が異なるため、ソフトウェアの装置監視機能においても新規ハードウェアに対応した変更を実施している。また、LMおよび各サーバのファームウェアもxGSNとNxGSNとで異なるため、ファイル更新機能

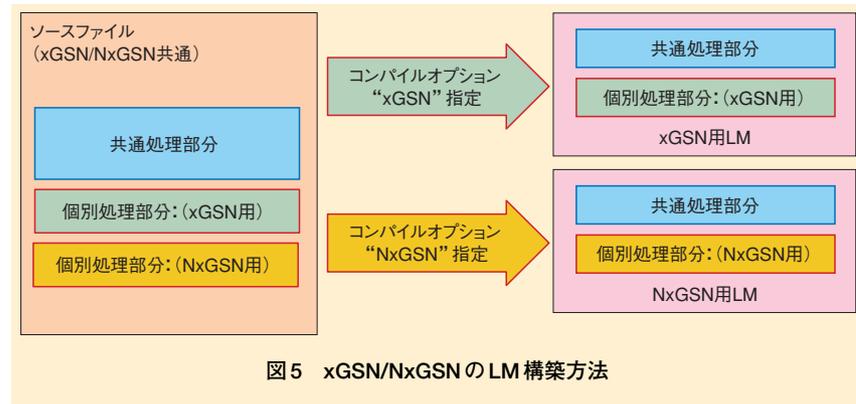


図5 xGSN/NxGSNのLM構築方法

*16 CGL : OSDL (Open Source Development Labs) が策定した通信事業に利用可能な高性能・高信頼性を実現したLinux[®] OS. Linux[®]は、Linus Torvaldsの米国およびその他の国における登録商標あるいは商標。
*17 ミドルウェア : 複数のアプリケーションから共通に利用される機能を提供するソフトウェア。

*18 コンパイルオプション : ソースファイルから実行ファイルを生成する際に指定できるオプション。
*19 LM : コンパイルを実施して生成される実行ファイル形式のモジュール。
*20 コア数 : CPU内で処理を実施する部位の数。

ータ検索方法では検索に長時間を要してソフトウェアの処理速度が低下する課題があった。そこで、NxGSNではデータの管理方法を変更し、データ検索速度を向上させる改善を行った。具体的には、データ検索時は複数のテーブルに分類されているデータを、各テーブル単位で先頭から順次検索する処理を実施しているが、NxGSNではこのテーブル数をxGSNよりも拡張し、1テーブル内のデータ数の増大を防ぐことで、xGSNと同等の検索時間を実現している。

4.3 さらなる信頼性向上のための機能

NxGSNでは各種処理性能を向上させたが、これに伴いノード障害などが発生した場合に、ネットワークから切断する移動端末の数が多くなる。切断は原則移動端末ごとに実施されるため、NxGSNではすべての移動端末との接続を切断し終えるまでの時間がxGSNと比較して延伸する課題があった。そこで、NxGSNではxGSNよりも移動端末との接続を切断する速度を向上させることとした。しかし、切断時は対向ノードへ切断要求の制御信号を送信するため、切断速度を不用意に上げると対向ノードの性能に影響をおよぼす可能性がある。このため、NxGSNの切断速度は対向ノードの性能に影響をおよぼさない範囲、かつ、xGSNと同等時間ですべての移動端末との接続を切断し終えるように決定した。

また、GGUB（GGSN U-Plane Blade）^{*21}の稼働装置障害などの際に行われる予備装置への装置切替機能において、従来は当該GGUBに接続中のすべての移動端末との接続を切断したうえで装置切替を実施していた。しかしながら、スマートフォンのようなネットワークと常時接続を行う移動端末が今後さらに増加することを考慮すると、GGUBの装置切替によって接続を切断される移動端末の数が従来よりも増加することが想定される。また、常時接続を行う移動端末は、ユーザーが意識しなくともネットワークから切断されると即座にネットワークへ再接続を行う動作が主流となっている。そのため、GGUBの装置切替によって多くの

の移動端末を同時にネットワークから切断すると、その後多くの移動端末から同時に接続の要求がネットワークに対してなされ、その結果、接続要求の集中によって接続完了までの時間が遅延する、あるいはネットワークの輻輳^{*22}が生じるなど、品質低下を招く可能性がある。そこで、NxGSNでは予備装置に移動装置の情報を蓄える処理などを加えることで、図6に示すように移動端末との接続を切断することなくGGUBの装置切替を実施できるように改善を行った。なお、この改善は、常時接続を行う移動端末が増加している昨今の状況に対して即座に適用させることが相応しいため、xGSNにも適用している。

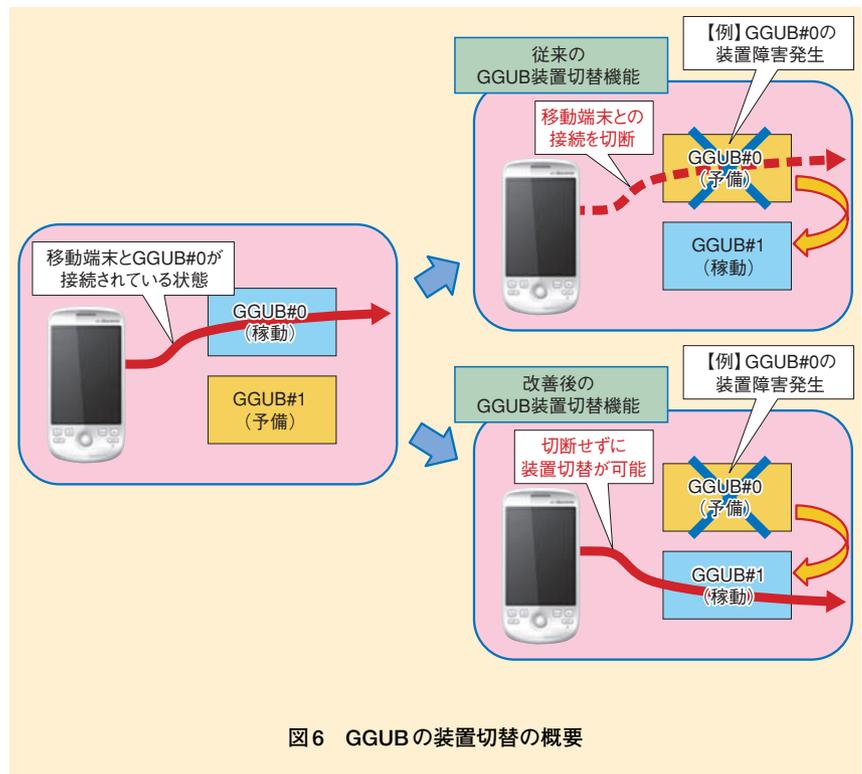


図6 GGUBの装置切替の概要

* 21 GGUB：GGSN用のUP-Blade。

* 22 輻輳：通信の要求が短時間に集中してネットワークの処理能力を超え、通信に支障が発生した状態。

5. あとがき

本稿では、従来のxGSNの後継装置として位置付けられるNxGSNの導入背景、ハードウェア構成、ソフトウェアアーキテクチャについて解説した。これによりコアネットワークは、スマートフォンの普及による同時接続数とパケットトラフィックの急増に対して迅速かつ柔軟な対応が可能となるとともに、今後のサービス高度化に伴うさらなるパケットトラフィックの需要増へも対応がで

きるようになった。

今後は、現在設置されているすべてのxGSNをNxGSNに移行することが予定されており、さらなる信頼性向上やネットワークの高機能化をめざし、機能拡張を行っていく予定である。

文 献

- [1] 森川, ほか: “FOMAコアネットワークパケット処理ノードxGSNの開発,” 本誌, Vol.12, No.3, pp.33-41, Oct. 2004.
- [2] 竹原, ほか: “ビジネス向けサービスを拡充するM1000およびMAPSの開発/ (2)MAPSの開発: “本誌, Vol.13, No.2, pp.55-61, Jul. 2005.
- [3] 鈴木, ほか: “LTEを収容するコアネットワーク (EPC) の開発,” 本誌, Vol.19, No.1, pp.26-31, Apr. 2011.
- [4] 3GPP TS23.060: “General Packet Radio Service (GPRS); Service description; Stage2.”
- [5] 3GPP TS23.401: “General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) acces.”
- [6] 西田, ほか: “ALL-IPネットワークを実現するSAE基本制御技術,” 本誌, Vol.17, No.3, pp.6-14, Oct. 2009.