

Technology Reports

さらなる大容量化と経済化を実現する

第3世代IP無線ネットワーク制御装置の開発

パケット料金定額制などの影響により、ユーザ通信量は年々増加傾向にある。ネットワーク設備もこれに対応する必要があり、設備装置の大容量化および経済化が望まれている。従来のIP無線ネットワーク制御装置に採用している汎用ハードウェアの近年の高性能化に伴い、これを新たに採用し、かつソフトウェアへの機能追加を行うことで、さらなる大容量化、経済化を実現する大容量化IP無線ネットワーク制御装置を開発した。

無線アクセス開発部

しまだ なおと
島田 尚人

ますだ まさふみ
増田 昌史

もりひろ よしふみ
森広 芳文

さわむかい しんすけ
澤向 信輔

1. まえがき

近年、パケット料金定額制の導入や動画コンテンツの拡大に伴う通信量の増加により、ネットワーク装置の大容量化が必要となっている。また、汎用IP回線を利用したフェムトセル^{*1}サービス対応など新規サービスの導入や、経済化を目的とした汎用ハードウェアの適用など、現在の無線ネットワーク装置に対して、すべてIP対応とすることが望まれている。

大容量化IP無線ネットワーク制御装置 (E-IP-RNC : Enhanced-IP-Radio Network Controller) は、2006年4月より導入しているIP無線ネットワーク制御装置 (IP-RNC)^{*2}の大容量化装置として、2009年9月に運用を開始した[1]。

E-IP-RNCのネットワーク接続構

成を図1に示す。従来のIP-RNCと同様、対IP-BTS (Base Transceiver

Station) (Iub^{*3}) およびIP-RNCまたはE-IP-RNCどうし (Iur^{*4})、対コア

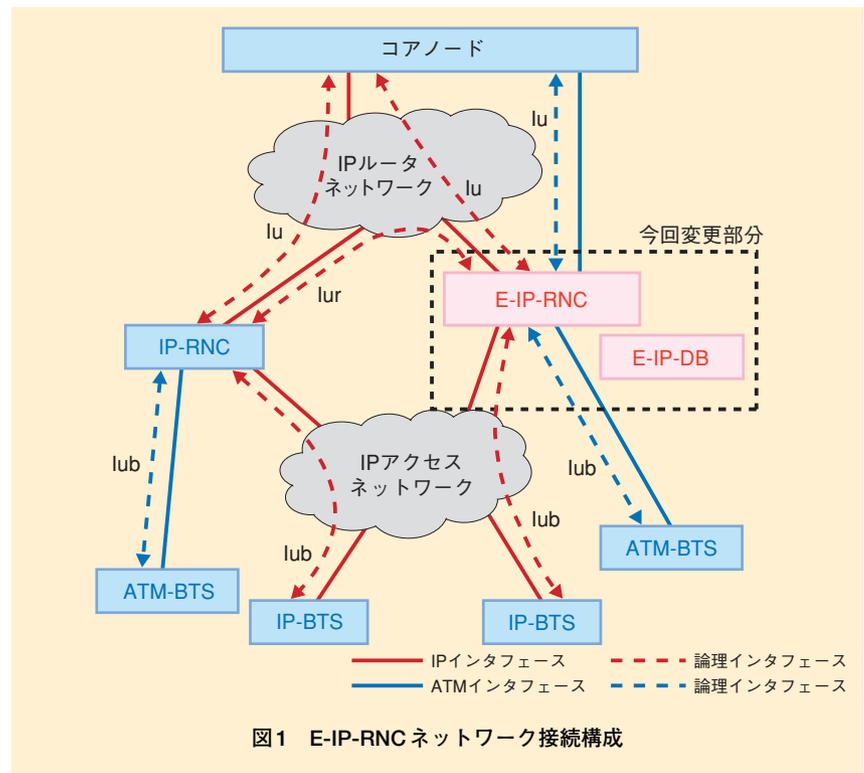


図1 E-IP-RNC ネットワーク接続構成

*1 フェムトセル：家庭内や小規模店舗をカバーする半径数十メートル程度の極めて小さいエリア。
*2 IP無線ネットワーク制御装置 (IP-RNC)：無線リソース制御などを行う3Gノード。IP技術をベースに開発され、IPおよび

ATMインターフェースを有した装置。
*3 Iub：3GPP標準仕様におけるBTS（基地局）とRNCの間の論理的なインターフェース名。
*4 Iur：3GPP標準仕様におけるRNC間の論理的なインターフェース名。

ノード (Iu^{*5}) のIPインタフェースに加え、ATM (Asynchronous Transfer Mode) インタフェース制御機能も備える。

本稿では、E-IP-RNCの導入目的、装置アーキテクチャおよびソフトウェア制御技術について解説する。

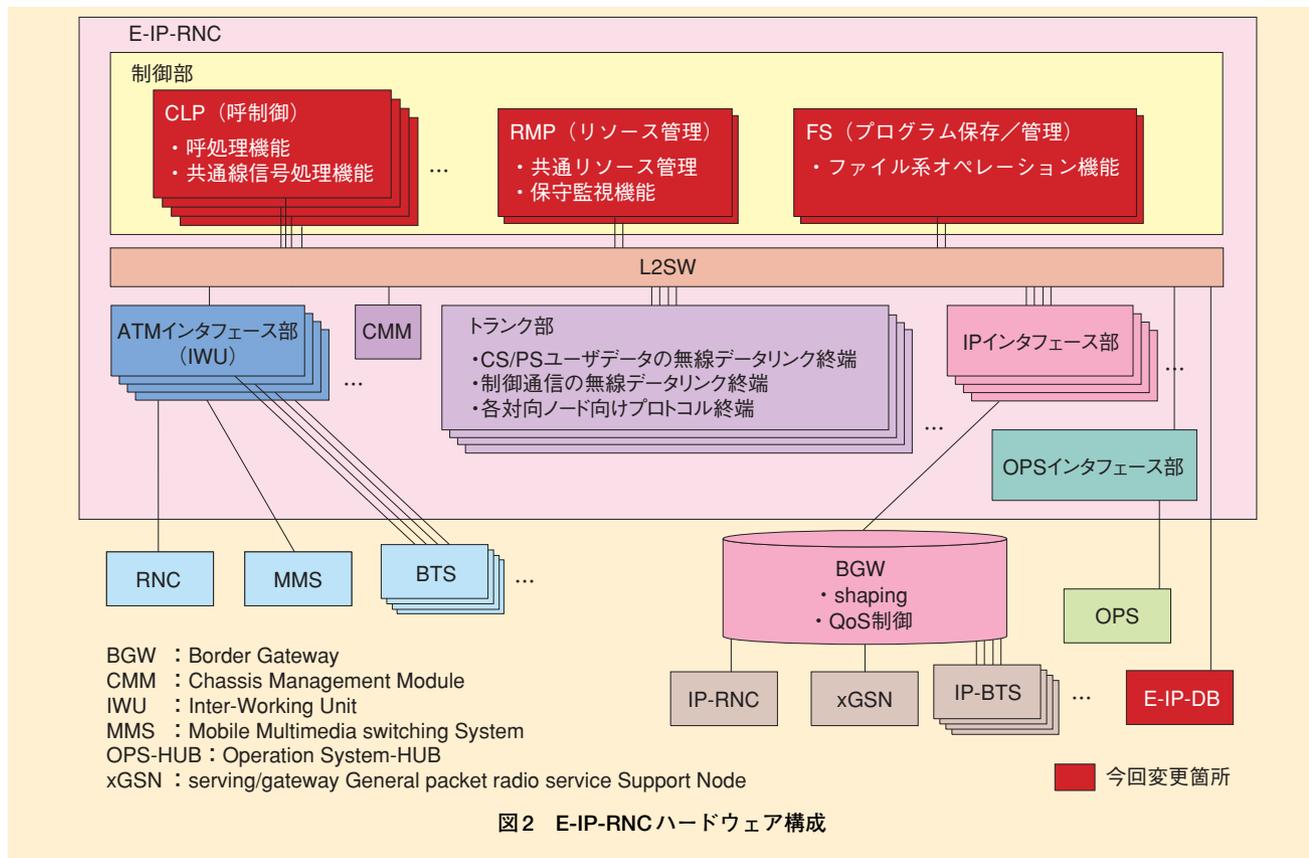
2. E-IP-RNC 開発の背景と目的

E-IP-RNCは、高性能汎用ハードウェアの採用により大容量化するとともに、装置内部の信号バースト^{*6}への耐性強化などの機能追加により、信頼性を確保した。さらに、現在のIP-RNCに適用されているハードウェアについては汎用ハードウェア

(SBC : Single Board Computer) 以外すべてのカードの共通化により、ソフトウェアについてはOS互換機能による汎用ミドルウェアおよびアプリケーションの共通化によりネットワーク品質を保証したことで、今後のIP-RNCおよびE-IP-RNCにおけるサービス拡充などに伴う追加開発においても、効率的な開発を可能としている。また、今後の通信量増加に対応するためには設備構築が必要となるが、大容量化されたE-IP-RNCの導入によって、ネットワーク装置導入に伴うコストを20%以上削減することが可能となり、大幅な費用削減につながる。

3. 装置アーキテクチャ

E-IP-RNCの装置構成図を図2に示す。新規のハードウェアが導入されたのは、FS (File Server)^{*7}、CLP (Call Processing Unit)^{*8}およびRMP (Resource Management Processor)^{*9}の3種類のカードである(写真1)。その他のハードウェアにおいては現在のIP-RNCと共通となるが、大容量化に伴って増加することがないカードも一部あるため、約2倍の大容量化にもかかわらず、従来のIP-RNCの装置構成を2架から3架へ変更することで実現できる。また、新規ハードウェアの導入に対応するため、ATMインタフェース部、IPイ



*5 Iu : 3GPP標準仕様におけるRNCと回線交換機であるMSC (Mobile Switching Center) との間、またはパケット通信用交換機であるSGSN (Serving General packet radio service Support Node) との間の論理的なインタフェース名。

*6 バースト : 瞬時的に複数の信号が、装置内の一定箇所に集中すること。

*7 FS : 主にファイル管理機能、オペレーションシステムとのインタフェースを有するカード。

*8 CLP : 主に呼処理機能をもつカード。

*9 RMP : 装置内の共通的なリソースを管理する機能をもつカード。

インタフェース部およびトランク部において機能の追加を行っている。

3.1 信号処理の平滑化のための機能

一部新規に導入されたハードウェアの能力は、現状のIP-RNCに実装されているものと比べ大幅に向上されている。ただし、それを除いたハードウェアは現状のIP-RNCと同一のため、能力が上がった新規ハードウェアと、既存ハードウェアとの能力差を吸収する機能が必要となる。特に新規ハードウェアは処理能力が上がった分、既存ハードウェアへの信号送出速度が増加する。そこで、既存ハードウェアにおいては特にバースト性を伴った信号受信に対して、カード内で平滑化することによって受信耐性を強化し、装置の大容量化後も、トラフィックの瞬時変動などにおいて、装置が安定動作を継続可能とするファームウェア機能の追加を行っている。

また、IP-RNCとE-IP-RNCでは、

ハードウェアを共通化することによって開発および生産性の効率化を行っているが、カードの枚数は収容可能ユーザ数の大容量化に伴い増加しているため、各シャシー間の信号も増加する傾向にある。ただし、カードを収容する架やシャシー間の信号を転送するL2SW (Layer 2 Switch) は共通であり、能力に上限があるため、各カード間の信号を削減する必要がある。しかしながら、単純に信号を廃棄・抑止できないため、抑止することによって遅延などが発生したとしても、システムとして許容できる範囲で同一種類の信号量を削減する機能追加を実施している。それによって、シャシー間あるいは架間の信号処理に支障をきたさないようにしている。

3.2 さらなる信頼性向上のための機能

ハードウェアとして故障検出はできないが、サービス上ユーザに影響がある故障 (サイレント故障) にお

いては、保守作業 (カードの冗長系切替や抜去) によって故障カードの切分けを行っている。大容量化したことによって、カード枚数が増加し、該当保守作業での対象カードが増加することで、結果、故障箇所 の切分け作業などが困難になり、故障影響が大きくなることが想定される。この問題を解決するために、ユーザへの影響とハードウェアとの関連付けを統計的に行い、サイレント故障と想定された場合に自律で故障検出を行う次の機能を追加している。

- ・カード上の複数の同一処理を行うチップの故障被疑箇所を識別する機能
- ・同一機能の複数のカード間の故障被疑箇所を識別する機能
- ・定期的にトラフィック監視をすることで、急激なトラフィック変動を検出し、故障被疑箇所を識別する機能

これらを実装することで、早期の故障検出を実現し、信頼性の向上に寄与している。また、当該機能は従来のIP-RNCにも同時に導入するため、RNC全体としての信頼性向上にも貢献している。

4. ソフトウェアアーキテクチャ

E-IP-RNCのソフトウェアアーキテクチャを図3に示す。

OSは現行IP-RNCが採用しているCGL (Carrier Grade Linux)^{*10}の後継バージョンを採用しており、コアノードなど他のaTCA (advanced Tele-

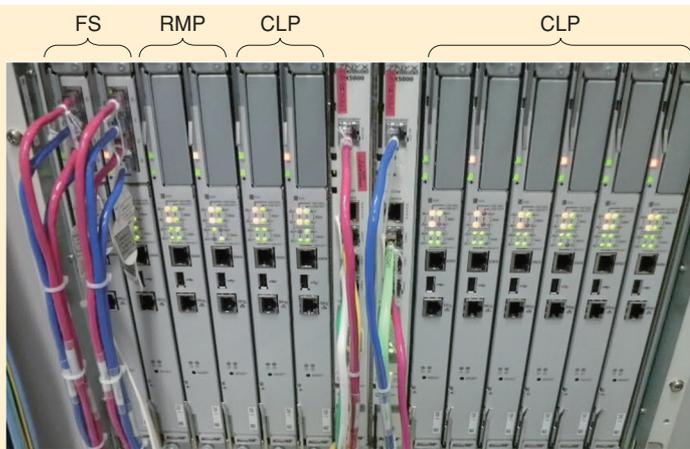


写真1 FS/RMP/CLP カード写真

*10 CGL: Unix[®]系のOSであるLinuxのビジネス利用を推進する組織のOSDL (Open Source Development Labs) が仕様を定めた、通信事業に利用可能な高性能Linux。Unix[®]は、The Open Groupの米国およびその他の国における商標または登録商標。

com Computing Architecture)^{*11}装置と共通で使用している基本ミドルウェアとしてもCGL対応を実施している。RNCに特化した汎用ミドルウェアおよびIP-RNC独自ソフトウェアであるアプリケーションは、開発効率化のため既存のIP-RNCと、共通のソースファイルを使用しており、コンパイルオプションによりそれぞれの環境に応じたLM (Load Module) を構築する (図4)。

4.1 基本ミドルウェアでのOS互換対応

E-IP-RNCのOSであるCGL版数は64bitベースのOSのものであるため、現行IP-RNCの32bitベースの汎用ミドルウェアおよびアプリケーションを動作させるためには、OSの互換性問題を解決する必要がある。E-IP-RNCのソフトウェア開発にあたっては低コストかつ高品質なソフトウェア開発を目的としており、また、短期間の開発を実現するために既存IP-RNCのソフトウェアリソースを最大限活用している。そのため、今回、基本ミドルウェアにおいて32bit/64bitの両OSとの互換を可能としたことにより、前述のOS差分を吸収することが可能となり、IP-RNCとE-IP-RNCのミドルウェア/アプリケーションを共通化することができ、効率的な開発を実現した。

4.2 装置監視機能

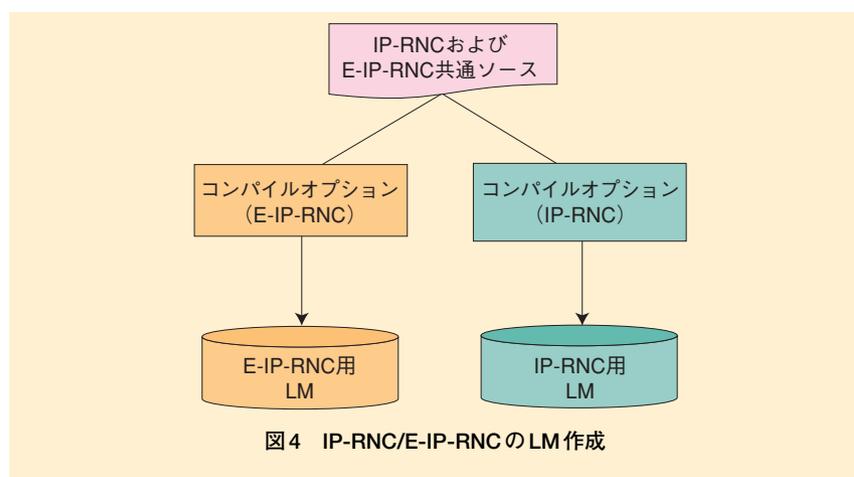
E-IP-RNCは、従来のIP-RNCと比較してハードウェア構成が異なるため、装置監視機能において新規ハー

ドウェアに対応した変更を実施している。また、FS、CLP、RMPカードのファームウェアおよびLMについても現行のIP-RNCとは異なるため、ファイル更新機能においてそれぞれ区別して管理するための機能も追加している。

4.3 呼処理機能

RNC機能の1つとして、着信時にコアネットワークの要求に応じて配下セルの移動端末を呼び出すPaging機能がある。W-CDMA方式にはドメインと呼ばれる概念があり、音声

などのサービスを提供する回線交換 (CS: Circuit Switched) ドメインおよびパケット通信に適したパケット交換 (PS: Packet Switched) ドメインが存在するが、Pagingは各ドメインにおいて必要である。IP-RNCでは、プロセッサ能力に限界があったため、すでに通信中の移動端末を別ドメインで呼び出すとき、通信中呼のリソースサーチが必要な場合はRMP、それ以外の場合はCLPと、Paging処理プロセッサを分担していた。ところが、CLPは本来呼処理をつかさどるプロセッサであり、高ト



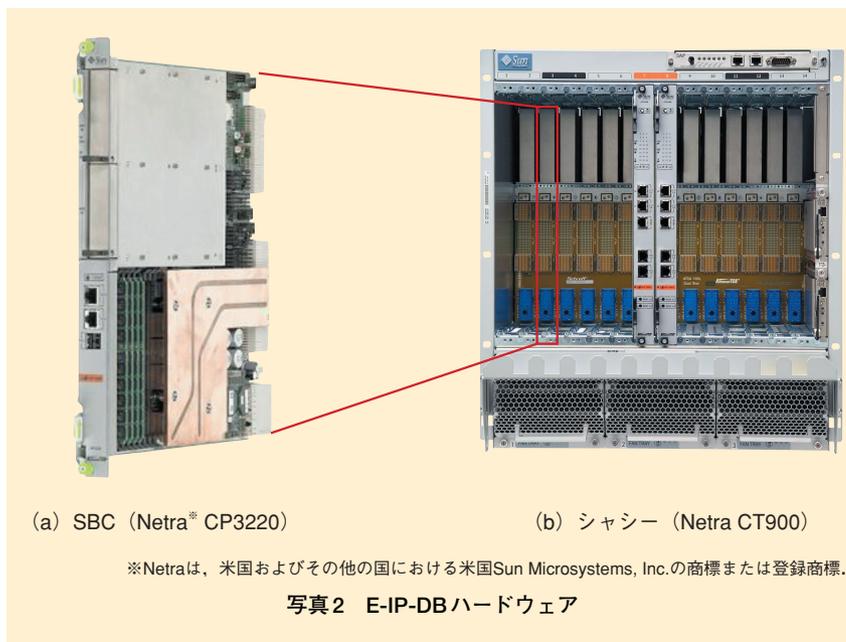
*11 aTCA: PICMG (PCI Industrial Computer Manufactures Group) が策定したキャリア (通信事業者) 向け次世代通信機器のオープン標準ボード規格。

ラフィック時にPagingにより呼処理が阻害され、処理遅延が発生するといった弊害があった。E-IP-RNCではプロセッサ能力が大幅に向上したため、Pagingを単一プロセッサにて処理することが可能になり、RMPへ集約するソフトウェア変更を実施した。これにより、呼処理遅延の弊害解消に加え、プロセッサ間通信のオーバーヘッドを解消することにも成功した。

E-IP-RNCでは、CLP上の呼処理スレッドの同時起床数、各種バッファ数やキュー長などの呼処理パラメータについても、綿密な机上検討と実機評価により最適化した。さらに、IP-RNCとの共通化による開発効率向上にも十分配慮し、弊害なく拡張可能なパラメータについては、IP-RNC側を拡張してE-IP-RNCと共通化することで一元化させている。

5. ログ収集装置

現在のIP-RNCにおいては装置内のログを収集し、品質向上・故障解析に利用している。そのログを収集する装置はIP-RNCデバッグ(IP-DB)として導入されているが、E-IP-RNCでの大容量化に伴い、ログ収集機能を向上したE-IP-RNCデバッグ(E-IP-DB)の開発を行った。E-IP-DBはIP-RNCと同様にaTCAのSBCおよびシャシーにて構成されており、ログはカードにて収集・格納される(写真2)。従来のIP-DBで



は、大容量化による増加したログをすべて取得することは困難であり、また、1台のIP-DBで1台のIP-RNCしかログを収集することができなかった。そこで、E-IP-DBでは、ハードウェア性能を向上することでE-IP-RNCの装置内ログを2台同時に取得する性能をもち、また現状のIP-DBと同様に、保守者によるGUIでのログ取得作業を可能としている。シャシー内には最大で12枚のカードを実装することができるため、最大収容においては24台のE-IP-RNCのログを同時取得することができ、故障発生時には、保存されたログを解析することにより、早期に故障箇所の切分けが可能となる。

6. あとがき

本稿では、従来のIP-RNCを大容量化させたE-IP-RNCの導入、装置アーキテクチャ、ソフトウェアアーキテクチャおよびログ収集装置について解説した。

今後は、さらなる信頼性向上やサービス性の向上を目指して、汎用ミドルウェアおよびアプリケーション開発を中心とした高機能化を図っていく。

文献

- [1] 渡邊, ほか: “IP化対応無線ネットワーク制御装置の開発,” 本誌 Vol.15 No.1, pp.14-20, Apr. 2007.