

## ■S1 群 (情報環境とメディア) - 6 編 (次世代ネットワーク)

# 2 章 NGN アーキテクチャ

(執筆: 森田直孝) [2009 年 12 月 受領]

### ■概要■

次世代ネットワーク (NGN: Next Generation Network) は, 2003 年頃から国際標準化の場で技術的な検討が開始され, 2009 年末の時点では, 固定移動融合 (FMC: Fixed Mobile Convergence) を想定した, リアルタイム対話型マルチメディアサービスならびにコンテンツ配信型サービスの実現方式がほぼ確定した。

本章では, NGN の論理的な内部構造を示す機能アーキテクチャを示し, 各機能の役割や特定のサービスとの関係を通して, NGN の動作概要を解説する。

なお, 本章では, 2009 年末時点で標準化の完了しているリアルタイム対話型マルチメディアサービスに対応したアーキテクチャを中心に説明し, コンテンツ配信型サービスについては, 方向性の確定している範囲で解説する。

### 【本章の構成】

本章では, NGN の論理的な構成方法を示す機能アーキテクチャを, 二つの構成要素分野 (ストラタム) の観点で解説する。次に, この汎用的な構成方法に従って, 既存電話相当のサービス, 高機能なリアルタイム対話型マルチメディアサービス, IPTV サービスなどの各種サービスの提供方法を説明する。更に, NGN を特徴付けるいくつかの機能群について, 動作概要を解説する。

本章では, 電気通信の国際標準である ITU-T と, 国内規定である TTC 標準をもとに解説する。

## ■S1 群 - 6 編 - 2 章

### 2-1 NGN アーキテクチャ概要

(執筆著：森田直孝) [2009年12月受領]

ITU-T を代表とする標準化の検討では、新たな通信網の設計にあたり、要求条件として、ユーザに提供すべきサービスと通信事業者が要望する事項を最初に抽出し、通信網に必要な能力の特定と分類を行い、一体として動作すべき機能要素とそれらの配備方法を検討し、最後にそれら機能要素の連携方法を通信手順（プロトコル）として規定する。

NGN は、来るべき有線・無線の広帯域アクセス技術を前提に、経済的な TCP/IP 技術を活用しつつ、従来の電話網の信頼性・安心安全性を維持し、更に FMC や通信と放送の融合といった新たなサービスの提供基盤となることを要求条件として検討が開始された<sup>1),2)</sup>。第一段階は、既存電話相当のサービスと高機能なリアルタイム対話型マルチメディアサービスを想定し、複数のユーザ間での発着信通信機能を規定した<sup>3)</sup>。第二段階は、コンテンツの実時間配信サービスやオンデマンド配信サービスを想定し、デジタルコンテンツの配信機能を規定した<sup>4)</sup>。

NGN アーキテクチャの最初の着眼点は、TCP/IP 技術を活用しつつ信頼性・安心安全性を維持するという情報転送（トランスポート）の観点と、今後発生する様々なサービスに対し共通の通信基盤となり得るサービス提供基盤の観点である。これらの観点に基づいて、NGN の機能アーキテクチャは、サービスストラタムとトランスポートストラタムに分類して規定されている<sup>5),6)</sup>。

具体的には、QoS とセキュリティを確保したうえで IP パケットをエンド・エンドで転送するトランスポートストラタムと、任意のユーザ間の発着信設定やデジタルコンテンツの配信など、複数サービスに共通性の高い機能群を実現するサービスストラタムとで構成される。

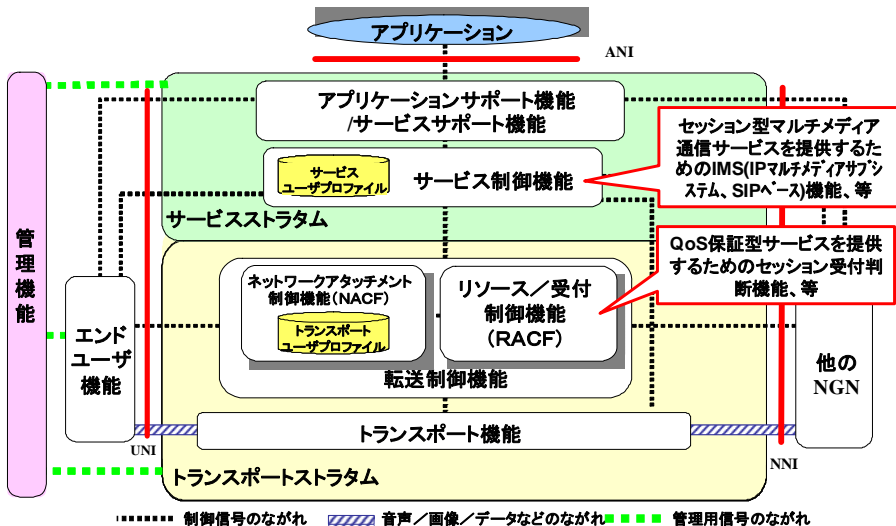


図 2-1 NGN アーキテクチャ概要

図 2・1 に NGN の概要を示す。このアーキテクチャの概要に引き続き、ITU-T では、NGN 汎用アーキテクチャとして、各ストラタム内の機能群を細分規定している<sup>7), 8)</sup>。

内部の論理的な構造とともに、外部との接続点は通信網の動作を規定するのに不可欠である。NGN と外部との接続点は、端末との接続点である UNI (User Network Interface)、他 NGN 事業者との接続点である NNI (Network Node Interface)、アプリケーションとの接続点である ANI (Application Network Interface) が規定されている。ただし、ANI は、Y.2012 で機能モデルの例示のみにとどまっており、具体化については今後の課題である。

## ■S1 群 - 6 編 - 2 章

### 2-2 トランスポートストラタム

(執筆者：森田直孝) [2009 年 12 月 受領]

トランスポートストラタムは、NGN において、任意のエンドユーザ間で、QoS とセキュリティを確保したうえで IP パケットを転送する機能群の総称である。トランスポートストラタムには、広帯域光アクセスや大容量 IP コア転送網に代表される、情報の転送機能であるトランスポート機能を中心とし、ユーザや端末の着脱管理（認証／登録／IP アドレスの付与）を行うネットワークアタッチメント制御機能（NACF: Network Attachment Control Function）<sup>9)</sup> と、ネットワーク資源と連動した通信可否判定を行うリソース／受付制御機能（RACF: Resource and Admission Control Function）<sup>10)</sup> が配備されている。トランスポート機能には、固定的な任意ユーザ間の情報転送に加え、サービスストラタムに影響を与えない範囲での移動性の実現機能も含まれる。NACF は、発着端末あるいはユーザの正当性・追跡性を保証することにより NGN の安全性を確保している。RACF は、通信（セッション）設定の要求ごとに通信網の空き状況を考慮して設定可否を判断することにより、既に通信中の他ユーザへ悪影響を及ぼす可能性のある過剰な通信要求を未然に回避することができ、通信の終了まで安定した品質の提供を保証する。これらの機能により経済的な IP 技術を活用しつつ安心安全性を確保することができる。

そのほか、通常 NGN は IP パケットの転送を行うのみで、パケットの中味であるペイロードを処理することはないが、ネットワーク内部からの音声アナウンスの生成や、音声ガイダンスと連動した接続サービス、会議型通信での音声のミキシングや表示画像の選択など、メディア処理にかかわる部分は、メディア処理機能が実施する。

他網との相互接続に関しては、ゲートウェイ機能がそれを行う。

## ■S1 群 - 6 編 - 2 章

### 2-3 サービスストラタム

(執筆者：森田直孝) [2009年12月 受領]

サービスストラタムは、NGNにおいて、トランスポートストラタムと密接に連携する、複数サービスに共通性の高い機能群の総称である。サービスストラタムの中のサービス制御機能は、1対1あるいは1対多のユーザに対し、ユーザならびにトランスポートストラタムの状況を考慮して発着信を実現する機能である。ユーザの認証と事前登録、通信したい相手ユーザの発見、通信条件の交渉、ネットワークの状況把握と制御、ならびにそれらを支援・強化する各種の基本的付加機能が含まれる。実装においては、SIPサーバ群で構成される3GPPのIMS (IP Multimedia Subsystem) がこれに該当する<sup>11)</sup>。IMSは、通常のSIPサーバ技術に対し、移動網事業固有のローミングサービスを実現するために、SIPサーバ機能を三種類に細分し、サービス提供主体であるホーム網と無線アクセスの提供主体であるビジティッド網 (在圏網) の構成を可能としている (IMS詳細は4章を参照のこと)。ITU-Tでは、既存電話サービスの早期完全再現を重視する中国などの意向を反映し、コールサーバによる実現も許容している<sup>12)</sup>。サービスストラタムには、NGN標準化第二段階のコンテンツ配信系サービスを想定し、コンテンツの一時的な蓄積による他ユーザへの効率的な配信や複製同時配信、それらの機能への誘導機能などが追加規定される。

また、サービスストラタムには、アプリケーションとのインタフェースを司るアプリケーション/サービスサポート機能も含まれる (詳細については5章を参照のこと)。

## ■S1 群 - 6 編 - 2 章

### 2-4 NGN アーキテクチャの実現形態

(執筆著者：森田直孝) [2009年12月受領]

ITU-T<sup>7)</sup>では、NGN 汎用アーキテクチャとして、各ストラタム内の機能群を詳細化しており、30以上の機能要素(Functional Entity)が規定されている。これらの機能要素は、抽象度の高い規定であるため、単一の機能要素を特定の用途に応じた派生規定を許容している。図2・2は、サービス固有の構成要素(コンポーネント)を表示したNGNのアーキテクチャである。サービスストラタムには、PSTN/ISDNの再現を目指すPSTN/ISDNエミュレーションサービスコンポーネント、従来の電話サービスをマルチメディアに拡張したIPマルチメディアサービスコンポーネントが存在し、更に同列でIPTVサービスコンポーネントが追加される予定である(それぞれのサービスについての詳細については3章を参照のこと)。

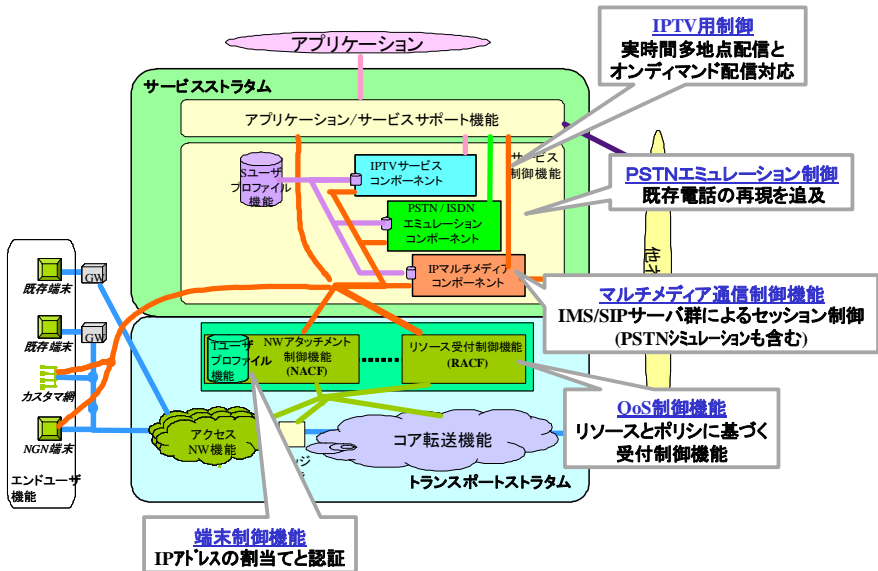


図2・2 複数のサービスコンポーネントによるNGNアーキテクチャ

**■S1 群 - 6 編 - 2 章****2-5 ブロードバンドアクセス技術**

(執筆者：森田直孝) [2009 年 12 月 受領]

ユーザから網へのアクセスは、FTTH (Fiber To The Home) や xDSL (x Digital Subscriber Line) などのブロードバンドアクセスだけでなく、移動体網への多様性を増すために Wi-Fi (Wireless Fidelity) や LTE (Long Term Evolution) を含む携帯電話などからのワイヤレスアクセスのサポート、FMC (Fixed Mobile Convergence) 実現に向けた固定端末と移動端末の共通的なサポートが検討されている。これらのブロードバンドアクセス技術は、トランスポートストラタムとして規定されており、IMS に代表されるサービスストラタムとの連携は、ストラタム間の連携とされている。

## ■S1 群 - 6 編 - 2 章

### 2-6 QoS 技術

(執筆著者：森田直孝・山田亜紀子) [2009 年 12 月 受領]

#### 2-6-1 概要

エンド・ツー・エンドでの QoS 保証は、NGN の大きな特徴の一つである。現在のインターネットの大半は、積極的な QoS 制御がなされておらず、通信品質が不安定な場合がある。Web ブラウジング、メール、ファイル転送のようなデータ通信は、通信が完了するまでの時間にある程度の変動を許容する特徴がある、そのため、仮に通信品質が不安定であっても、端末は、通信中のパケット損失などを手がかりにして伝送路の空き状況を推定し、流し込む情報量を調整することで最適な通信完了時間を達成してきた。途中で発生するパケット損失は、時間的な許容性から、再送により回復できるため大きな問題にはならない。しかし、電話やテレビ会議のようなリアルタイム性を要求されるサービスでは、パケット損失に対して再送信する時間的な余裕がないため、一定の帯域を事前に確保することが不可欠である。NGN では、固定電話の代替としての IP 電話や高速広帯域なビデオ会議などの QoS が必須なサービスを想定しているため、QoS 制御は重要な機能である。

NGN では、リソース受付制御機能 (RACF)<sup>10)</sup> により、サービス制御によるセッション設定の際に QoS 制御を組み合わせることで、安定した通信品質を確保する (図 2・3)。RACF の QoS 制御によって、IP 電話や TV 電話といったリアルタイム型の通信を、通常データ通信より優先して転送する。更に RACF では、伝送路の容量以上にセッションを設定しようとしていないかを、セッションの設定要求が来るたびに判断する。仮に伝送路に余裕がない場合は、既に設定済みのセッションに悪影響を及ぼさないように、新たなセッションの設定を拒否する。通信を設定する際に受付判定をすることで、いったんセッションを設定できれば、通信が終了するまで網側で安定した品質を保証できる<sup>10)</sup>。

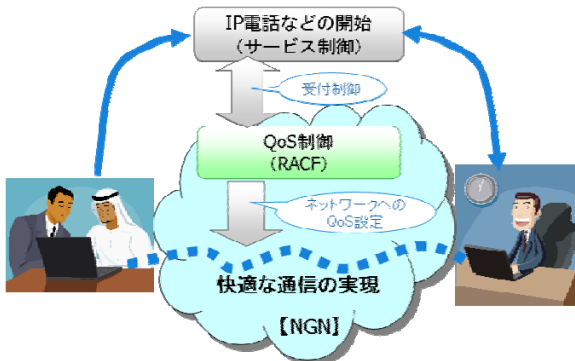


図 2・3 リソース受付制御機能 (RACF) による QoS 制御

#### 2-6-2 RACF の論理構成と主な特徴

ここでは具体的に RACF の構成要素を見ていく。また、RACF の特徴とそれを実現している構成要素を概説する。RACF はポリシー決定機能 (Policy decision functional entity : PD-FE),



トランスポートリソース制御機能 (Transport resource control functional entity : TRC-FE) の二つの論理機能で構成される (図 2・4)。実際のネットワークでの機能配備は、例えばコアネットワークとアクセスネットワークにそれぞれ PD-FE と TRC-FE が実装される、あるいは一つの PD-FE に対してトランスポート技術ごとに複数の TRC-FE を配置するなど、様々な形態が考えられる。

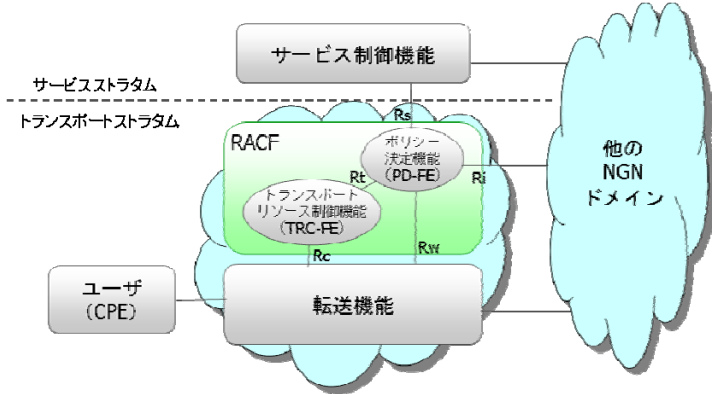


図 2・4 RACF の論理構成と主な参照点

#### (1) サービス制御機能との連携

NGN においてサービス制御機能は QoS 保証通信を必要とするネットワークサービスのリクエストを受けた場合に、ネットワークに関する詳細な情報を知らなくても RACF に問合せを行うだけで受付可否を確認できる仕組みとなっている。このサービス制御機能とのインタフェースを提供する RACF の機能エンティティが PD-FE である。PD-FE は、Rs 参照点を通じてサービス制御機能からリソース割当・受付制御要求を受け、QoS パラメータや優先度をトランスポート技術に依存しない範囲で決定し、割当可否・受付可否を確認してサービス制御機能に対して返答する。

#### (2) 多様なトランスポートネットワークへの対応

実際の転送機能のリソースの割当可否・受付可否の判断、制御は、多様なトランスポート技術ごとに固有の情報や方法を用いて実施する必要があるが、これを引き受ける機能エンティティが TRC-FE である。トランスポート技術に依存するポリシーを適用する必要があるれば、これも TRC-FE で行う。PD-FE が受けたリソース割当・受付制御リクエストは、Rt 参照点を通じて TRC-FE に渡されるが、ここでトランスポート技術ごとの適切な QoS クラスにマッピングし、使用するネットワーク経路に沿ったリソースの割当可否の判断・割当を実施する。このため、TRC-FE ではネットワークトポロジー情報や帯域などのリソース情報など、必要な情報を収集・保持する。リソースの状態管理方法については、帯域予約ベース/計測ベースなどが考えられる。

### (3) 転送機能の制御

PD-FEからは、転送機能におけるポリシー実行のための設定を実施する。具体的には、異なるパケット網と接続するゲートウェイや、ユーザからアクセスネットワークに接続する入口ノードにおいて、パケットを変換する際にポリシールールに合わせた動作、ポリシング（流入パケット量の制限）、動的なQoSクラスの付与やリソース制御を行う。また、RACFはネットワークの入り口などにおけるゲートの制御にも寄与しており、PD-FEからはNAPT<sup>\*1</sup> 制御やNAT<sup>\*2</sup> トラバースも実施する。

またTRC-FEからは、トランスポート技術に依存する集約レベルにて転送機能のリソースポリシールールを実行するよう指示する。例えば、MPLS<sup>\*3</sup> であればLSP<sup>\*4</sup> に割り当てる最大／平均レートなどのパラメータ制御を行う。トランスポート技術ごとに要求条件が異なるが、特にMPLS関連の分散型／集中型RACFアーキテクチャに関する詳細は、ITU-T勧告Y.2174、Y.2175 に示されている<sup>13), 14)</sup>。

### (4) 複数 NGN にまたがる制御

RACFは単独のNGNドメインだけでなく、複数のNGNドメインにまたがる動作も想定されており、そのためにRi参照点が検討されている。Ri参照点を通じて異なるNGNドメイン同士でQoSや優先度の扱い方、リソースの使用方法に関する情報がやり取りされることになっている。

## 2-6-3 QoS リソース制御シナリオ

ITU-Tのドキュメントでは、ユーザ側に設置される装置(Customer Premises Equipment:CPE)でサポート可能なQoS機能、トランスポートネットワークでサポート可能なQoS機能の違いによって、二つのQoSリソース制御シナリオが示されている。一つはpushモードと呼ばれるもので、もう一つはpullモードと呼ばれるものである。

#### (1) push モード

あらゆるタイプのCPEに対応するモードである。あらゆるタイプとは、QoSに関する機能が全くないもの、サービス制御機能との間でQoSネゴシエーションが可能なもの（SIPシグナリングでQoS要求を含めるなど）、トランスポートストラタムでパスに沿ったQoSシグナリングが可能なもの、を指す。QoS要求は、CPEから行われるサービス要求に含まれるケースと、サービス制御機能で代行してQoS要求を生成するケースがあり、いずれもサービス制御機能がサービス要求を受けたことをトリガとして、RACFに認可／リソース予約要求を行う（図2・5）。

#### (2) pull モード

CPEとトランスポートネットワークともに、パスに沿ったシグナリング能力（RSVPや

\*1 Network Address Port Translation

\*2 Network Address Translation

\*3 Multi-Protocol Label Switching

\*4 Label Switched Path

GPRS など) をもつ場合に対応するのが pull モードである。QoS 保証通信の認可はサービス要求をトリガに、サービス制御機能と RACF との間で行われるが、実際の転送機能のリソース予約は CPE から直接転送機能に QoS シグナリングを通じて行われる (図 2・6)。

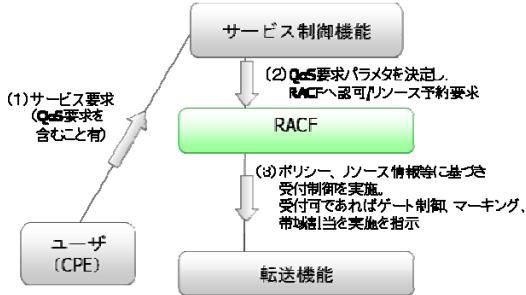


図 2・5 push モード

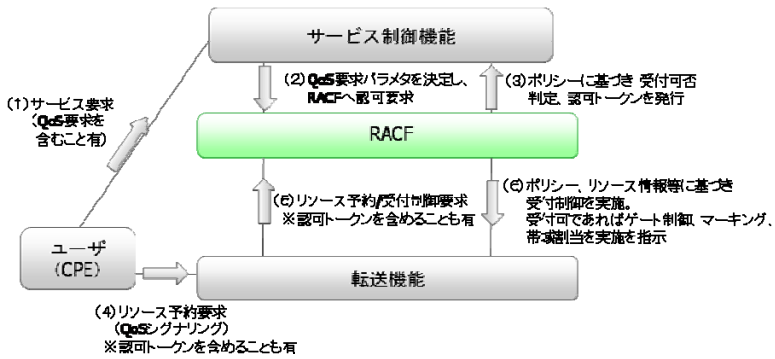


図 2・6 pull モード

**■S1 群 - 6 編 - 2 章****2-7 セキュリティ技術**

(執筆者：森田直孝) [2009 年 12 月 受領]

セキュリティの確保は、NGN のもう一つの特徴である。ITU-T では、NGN に対する攻撃や脅威の分析、セキュリティの前提となる信頼関係のモデル、セキュリティ目標と要求条件などが NGN セキュリティ要求条件<sup>15)</sup>として規定されている。この要求条件を実現する機構が現在検討中である。具体的には、ユーザを収容している回線の情報を利用した強固な認証、契約している端末あるいはサービス属性に応じたサービス利用の許可、ならびに、通信の開始・終了に応じたファイヤウォールの開閉、後述のセッションレベルの網間ゲートウェイ装置などにより不当な通信を排除している。

## ■S1 群 - 6 編 - 2 章

### 2-8 網間接続技術

(執筆著者：森田直孝) [2009年12月 受領]

NGN が利用している IP パケット転送技術は、パケットの宛先に応じた転送(ルーティング)を基本とするため、任意のユーザが任意のルートを利用して通信可能という点で、非常に疎通性(リーチャビリティ)の高い通信環境を実現できるが、一方で、不正な通信の防止という観点では、弱点といえる。このため NGN では、特に他の NGN との接続点においては、安心安全性の確保のための機能配備が重視されている。具体的には、ユーザの通信(セッション)属性に応じて、その通信に属する IP パケットフローの通過可否判断や流量制限を可能とするセッションボーダゲートウェイ装置(SBC: Session Border Gateway)<sup>16)</sup>が配備されることが多い。図 2・7 にセッションボーダゲートウェイ装置の機能と配備例を示す。本装置は、NGN 機能要素の集合体であり、用途に応じて実現形態は異なる。セッションと連動したきめ細かい制御を可能とするため、前述のセキュリティや QoS 制御に加え、課金との連動や、プロトコル変換といった網間接続特有の問題を吸収する装置として利用されている。

他網との接続では、セッション型通信の品質やセキュリティ確保の観点から、網間接続用ゲートウェイ(セッションボーダコントローラ、S/BCと呼ばれている)を配置する必要性が高く認識されている。

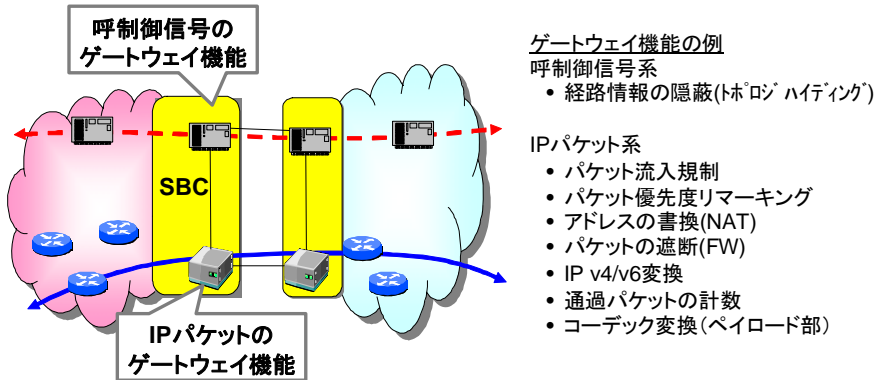


図 2・7 セッションボーダゲートウェイ装置

#### ■参考文献

- 1) ITU-T, "NGN overview," Recommendation Y.2001, 2004.
- 2) TTC, "NGN の一般的な概要," JT-Y2001, 2006.
- 3) ITU-T, "Description of capability set 1 of NGN Release 1," Recommendation Y.2006, 2008.
- 4) ITU-T, "NGN capability set 2," Recommendation Y.2007, 2009.
- 5) ITU-T, "NGN general reference model," Recommendation Y.2011, 2004.
- 6) TTC, "次世代ネットワークの一般原則と一般参照モデル," JT-Y2011, 2006.
- 7) ITU-T, "Functional requirements and architecture of the NGN," Recommendation Y.2012, 2006.
- 8) TTC, "NGN アーキテクチャの概要," TR-1014, 2006.
- 9) ITU-T, "Network attachment control functions in next generation networks," Recommendation Y.2014, 2008.

- 10) ITU-T, "Resource and admission control functions in Next Generation Networks," Recommendation Y.2111, 2008.
- 11) ITU-T, "IMS for Next Generation Networks," Recommendation Y.2021, 2006.
- 12) ITU-T, "PSTN/ISDN emulation architecture," Recommendation Y.2031, 2006.
- 13) ITU-T, "Distributed RACF architecture for MPLS networks," Recommendation Y.2174, 2008.
- 14) ITU-T, "Centralized RACF architecture for MPLS core networks," Recommendation Y.2175, 2008.
- 15) ITU-T, "Security requirements for NGN release 1," Recommendation, Y.2701, 2006.
- 16) ITU-T, "Y.2012 Supplement on session/border control (S/BC) functions," Supplement Y.Sup2, 2006.