

ユーザーとRENAネットワークを繋ぐ ホームゲートウェイ技術

RENA ネットワークとホーム ゲートウェイ

レゾナントコミュニケーションネットワーク（以下、RENAネットワーク）へのユーザー端末からの入り口として、ユーザーとRENAネットワークを繋ぎ多様なサービスを安全・簡単・確実に提供するための機器がRENAネットワーク用ホームゲートウェイ（以下、RENAゲートウェイ：RENA-GW）である。本稿ではRENA-GWの概要・必要性・機能などについて述べるとともに、NTT研究所において開発したプロトタイプ機について紹介する。

はじめに

RENAネットワークにより、ユーザーが要望する多様なサービスを安全・簡単・確実に提供することができる。RENAネットワークに接続されるユーザー端末は、PCだけでなく、多様なnonPC端末も想定している。nonPC端末は、設定が不要で家電と同じように誰もが使うことのできるネットワーク端末である。

従来のIPネットワークは、ほとんどの場合、ベストエフ

ォートで、接続される端末はPCであった。PCに代表されるこれまでのインターネット端末は、何でもできることと引き換えに使いやすさを犠牲にして、誰もが簡単に使えるものではなくなってしまっている。現在のインターネットサービスやPCから脱却して、高度なテクノロジーに支えられながらも、ユーザーがそれを意識することなく自然に使えるようにする「nonPC端末：ネットワーク家電」が必要とされている。また従来、インターネットに代表されるIP網は、多くのユーザーにとって、メールとホームページ閲覧のためのものであったが、レゾナントコミュニケーションの世界では、エンド・ツー・エンドの通信インフラとして利用されるようになる。RENAネットワークでは、PCの他、



日本電信電話株式会社
レゾナントネットワーク プロデューサー
伊藤 昌幸

多様な nonPC 端末により、エンド・ツー・エンドのコミュニケーションを主体に多様なサービスを、誰もが簡単に享受できるようになる。

RENA-GWは、複雑な設定を必要とせずにネットワークに繋ぐだけでRENAネットワークの入り口として、PCや多様なnonPC機器によるサービスを安全・簡単・確実にお客様に提供するための機器である。

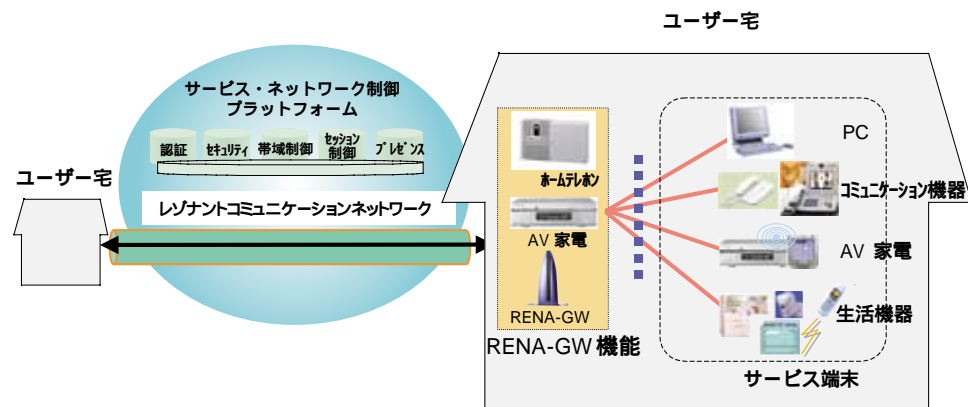


図1 ユーザー宅の機器構成・・・RENA-GWと様々なサービス機器

RENA-GW

RENAネットワークの入り口、RENA-GWは、多様なユーザー端末からのRENAネットワークへの入り口としての役割を果たすネット家電である。ユーザー宅の構成イメージを図1に示す。

ユーザー宅では様々な機器、PC・電話や映像コミュニケーション機器・AV家電・白物家電やホームセキュリティ機器など多様なユーザー端末がホームネットワーク、RENA-GWを介してRENAネットワークに接続される。図では、RENA-GW機能が、ブロードバンドルータのように単独の装置として存在する場合（RENA-GW）AV機器や、ホームテレホンの親機のようなものの中に機能として入り込んでしまう形態も存在することを示している。

RENA-GWとユーザー端末のインタフェースモデルを図2に示す。RENA-GWには、IP系のユーザー端末や、様々なドメインGW機能（AV機器や白物家電やホームセキュリティ機器などの生活機器、電話などのコミュニケーション端末などの接続機能）を介してそれぞれのドメインの機器とのインタフェースを実現する。RENA-GWは、これらのドメインゲートウェイ機能を内蔵する場合も想定している。

RENA-GWの機能を図3に示す。ここで、基本機能とはユーザー端末から、RENAネットワークへの入

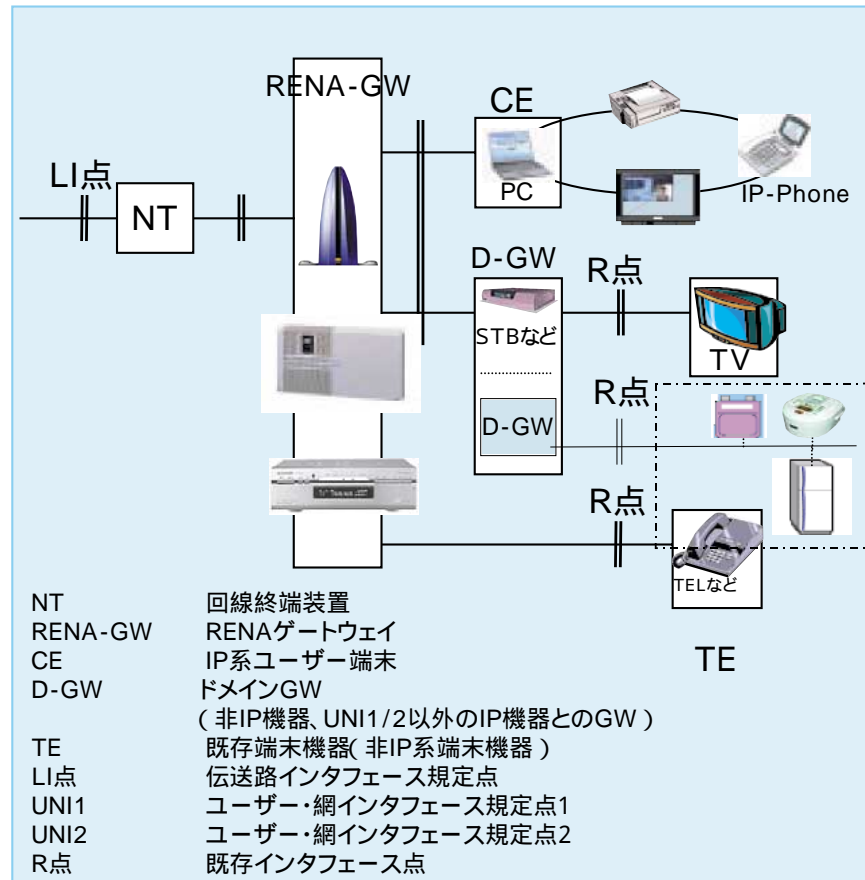


図2 RENA-GWとユーザー機器のインタフェースモデル

り口としての必須機能である。すなわち、「安全」を実現するための通信セキュリティ機能、「簡単」を実現する自動設定・更新、メンテナンス機能、「確実」を実現するための品質制御機能である。RENAネットワークでは、これら安全、簡単、確実を提供するために、RENA-GWの基本機能を必須としている。これは、従来のインターネットサービスで見落とされがちであった、通信セキュリティ、誰もが使えるユーザビリティ、通信品質制御を実現し提供しようとするものである。

付加機能は、RENA-GWをユーザー端末「製品」と考える場合の、

様々なオプション機能である。例えば、通信品質を維持しながら、多くのユーザー端末を相互接続するためのブロードバンドルータ機能であったり、IP電話機能を提供するためのVoIP-TA機能や、家庭内の情報蓄積を行うためのホームサーバ機能であったり、またTVと接続するためのいわゆるSTB機能なども考えられる。これらは、RENA-GW製品の機能バリエーションであるといえる。さらに、必要に応じて様々なホームネットワークインタフェースの収容と、多様なユーザー端末の収容も必要となる。

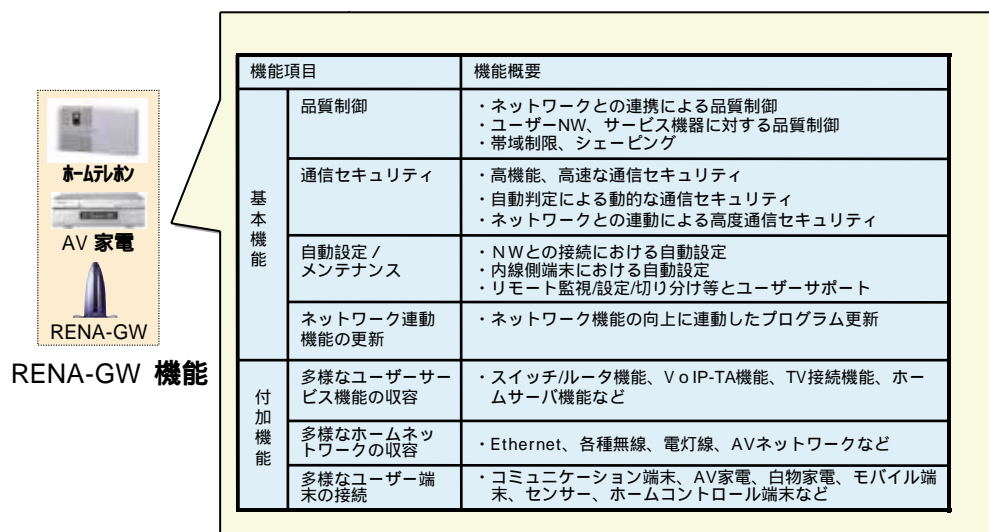


図3 RENAゲートウェイの機能

ホームゲートウェイ技術

(1)「安全」を実現する通信セキュリティ技術

従来のインターネットでは、通信セキュリティはPCのアプリケーションや、ブロードバンドルータに内蔵されたFW機能や、ウィルス/DOS攻撃検知機能として提供されてきた。ユーザー端末のアドレスが接続毎に割り付けられたり、ブロードバンドルータに接続された場合はNAT機能によりネットワークアドレスとユーザー端末アドレスが対応付けられてはいるが、別のアドレス体系であるなどの理由により、一般消費者の場合は、あまり大きな問題と認識されていないのが実情である。

RENAネットワークでは、IPv6の巨大なアドレス空間で直接識別さ

れる多様なユーザー端末が接続され、多様なサービスを受けるようになる。このような世界では、従来とは比較にならないレベルで通信セキュリティについての考慮が必要である。

現在のブロードバンドルータでも提供中のサービスの信号だけを通す動的ファイアウォール機能はもちろんのこと、RENAネットワークとの連携でファイアウォールを閉閉する機構や、一部ユーザーが攻撃を受けた場合、RENAネットワークとRENA-GWの連携により、接続される全てのユーザー端末とネットワークを守るための通信セキュリティ機構を実現する。また、きめ細かなファイアウォール機能と高速性は、ブロードバンドルータなどでは一般に両立しないが、RENA-GWでは、高度なファイアウォール機能を実現しつつ、ショートパケットでも

100Mbps以上の高速性を実現する。もちろん、制御信号や情報の暗号化などにより、ホームネットワークも含むエンド・ツー・エンドの情報セキュリティ機能も提供できる。

(2)「簡単」を実現する自動設定・更新、メンテナンス技術

The InternetとPCの世界では、利用環境を指定するため、ユーザーによる設定が必須となっている。現在のインターネットとPCは、何でもできる

ことと引き換えに、誰でも使える簡単さを犠牲にしていると言える。nonPCの定義は、「設定が不要なネットワーク端末」のことと言われる。RENA-GWでは、「繋げばすぐ使えること」、「契約条件等を変更すれば、ユーザーが意識することなく設定変更が完了していること」、「RENA-GWやユーザー端末の機能更新などに伴う、プログラム変更を自動的に行うこと」などを可能とする。

(3)「確実」を実現するための品質確保技術

RENAネットワークは、これまでのベストエフォートに加え、多様な通信品質を提供する。RENA-GWは、RENAネットワークと連携して、この多様な通信品質を実現している。1つは、ユーザー端末やアプリケーションからの要求に応じた

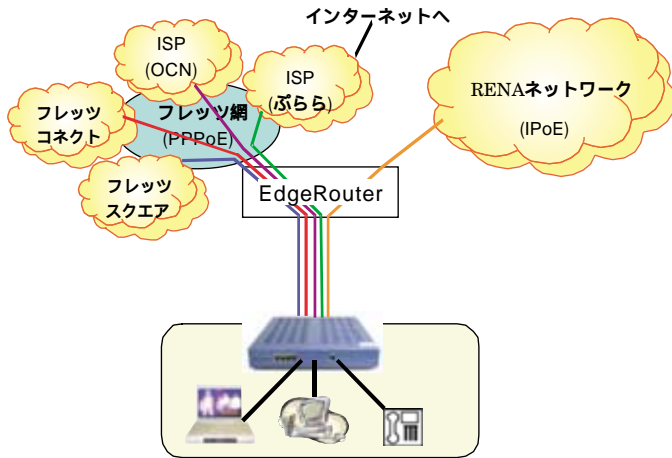


図4 マルチセッション機能

通信品質をネットワークに要求するためのプロトコル処理である。ユーザー端末からの要求に応じて、RENAネットワークへの、通信品質制御信号をネットワークに送出する。同時に、ユーザー端末からのトラフィックが要求以上の帯域を利用している場合はこれを制限する帯域制限機能、バースト的にパケットが送出されている場合は、平滑化するためのシェーパ機能を実現する。

また、キューイング制御を行うことで、VoIPのようなリアルタイム性が必要なトラフィックは最優先で、FTPのようなトラフィックは、自動的に非優先で転送するといった優先制御機能も実現する。

RENA-GW プロトタイプ機

これまで述べたRENA-

GWについて、プロトタイプ機を試作評価して性能と機能の有効性を確認してきた。

(1) RENA-GWのプロトタイプ機的主要機能

複数のPPPoEセッションや、IPoEのフ

いる。

(2) マルチセッション機能

RENA-GWのマルチセッション機能では、複数のPPPoEとIPoE (Internet Protocol over Ethernet) の同時利用を可能とした。同時に、セッション毎、サービスフロー毎の品質制御も実現している。エッジルータでPPPoEパケットとIPoEパケットを振分け、マルチキャストも扱えるようにした。PPPoEマルチセッション機能とIPoE振分けのイメージを図4に示す。

(3) 通信セキュリティ (Fire Wall機能)

FireWallを実現する主な方法として、パケットフィルタを固定的に設定する方法、普段は外部からのパケットを通さず、家庭内端末からの外部へのアクセス開始時のみに、応答のパケットを外部から通過できるように動的に設定を変える方

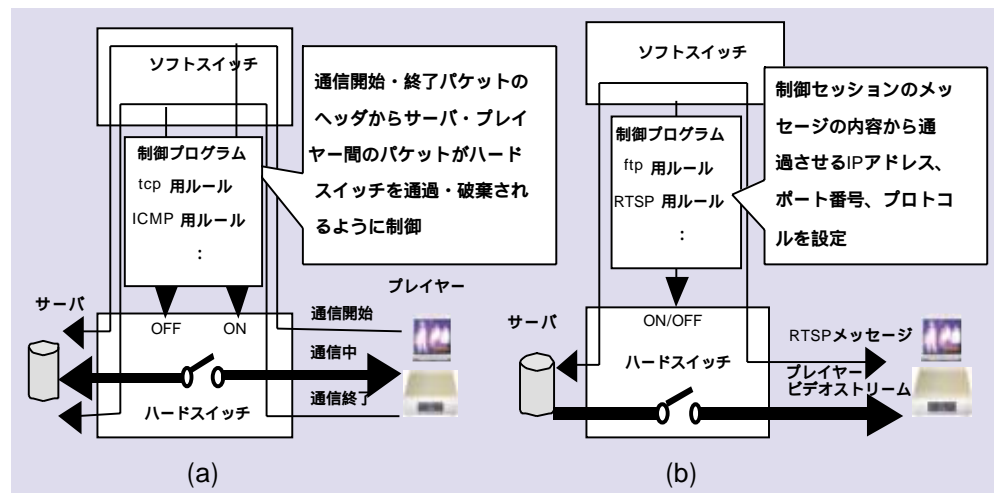


図5 動的FireWall機能

法、 proxyを用いる方法の3種類がある。

RENA-GWプロトタイプ機では通信速度を犠牲にせずに安全性を上げるため、 動的FireWallを採用した。図5(a)に示すように、ハードスイッチとソフトスイッチの協調により、通信の開始および終了時のパケットはソフトスイッチを用いて処理し、その情報を元にハードスイッチのフィルタを設定する。これにより、通信時のパケットはハードスイッチを通すことで、高速パケット転送を実現している。加えて、VoIPサービスや、映像配信サービスなど制御系と主信号系が別のフローを用いるプロトコルに対しては、図5(b)に示すように、比較的低速な制御系のトラフィックがソフトスイッチを通るようにし、そのトラフィックのメッセージを解析して主信号系のトラフィックがハードウェアを通過できるように設定することで、柔軟性と高速性を両立している。また、このときのRENA-GWにおけるパケット遅延時間は約40 μ sec以下であり、一般市販のプロードバンドルータなどに比べ、一桁以上の少ない値を実現している。特に、コミュニケーションのような双方向サービスにおいてこの性能は大きなメリットとなる。

(4) 品質制御 (QoS機能)

RENA-GWプロトタイプ機には、WAN・LAN1・LAN2の各ポートに4クラスのパケット送信バッファ、パケット送出制御を行うスケジュー

ラ、各バッファに対する2クラスのパケット破棄機構、さらにLAN2インタフェースには、トラフィックシェーピング機構を有している。

各クラスの送信バッファへのパケットの振分けは、レイヤー2からレイヤー4のヘッダ情報を用いて行っており、priority tagやDSCP (DiffServe Code Point) を参照して、振り分けることも可能である。

4クラスのパケット送出方法は、SPS (Strict Priority Scheduling) と3つのWFQ (Weighted Fair Queuing) モード、4つのWFQモードを選択可能である。SPSは、VoIP (Voice over IP) トラフィックのように遅延に敏感なトラフィックを他のパケットに優先して送出する。WFQは、各バッファからのパケット送出の重みを設定することができ、その重みに比例して、各クラスの出力帯域を分割することができる。WFQモードの場合、一つの送信バッファにマッピングされたトラフィックフローグループに対して最低帯域保障ができる。

パケット破棄機能には、WRED (Weighted Random Early Detection) を採用し、TCPの様な適応型のフローは、パケットの破棄が生じるとパケット転送速度を下げ、輻輳が生じないようにパケット転送速度を調整している。WREDは、優先トラフィックと非優先トラフィックに対し異なるパケット破棄率を設定できるので、同じトラフィックグループのパケットどうしても、特定端末への通信を優先にするといったことが可能

である。

RENA-GWに搭載しているパケットシェーパは、20nsecの精度でパケット送出間隔を制御することができる。例えば、汎用OS (Operationg System) を用いたビデオサーバはパケットをバースト的に送出するため、データのビットレートが高いほどバースト性は強くなり、配信経路のルータにおいて他のトラフィックのためにパケットの送出が待たされることもあり、さらにバースト性が増加する場合がある。この時、受信端末の受信バッファサイズの大きさによっては、受信端末はパケットを取りこぼし、映像を乱す原因となる。そこで、配信データのビットレートにあわせたパケット送出間隔にシェーピングを行うことで、受信端末のパケット取りこぼしを防ぐことができる。

以上のようなQoS機能により、様々なトラフィックが通過するRENA-GWにおいて、高品質な映像配信サービスやVoIPサービスの提供が可能となる。

(5) マルチキャスト機能

放送型の映像配信サービスでは、配信サーバやネットワークの負荷が軽く低コストなマルチキャスト方式が適している。マルチキャストを制御するプロトコルにIGAP (IGMP with Authentication Protocol) がある。IGAPは、IGMP (Internet Group Management Protocol) を拡張し、どのユーザーがどのマルチキャストグループのコンテンツを何

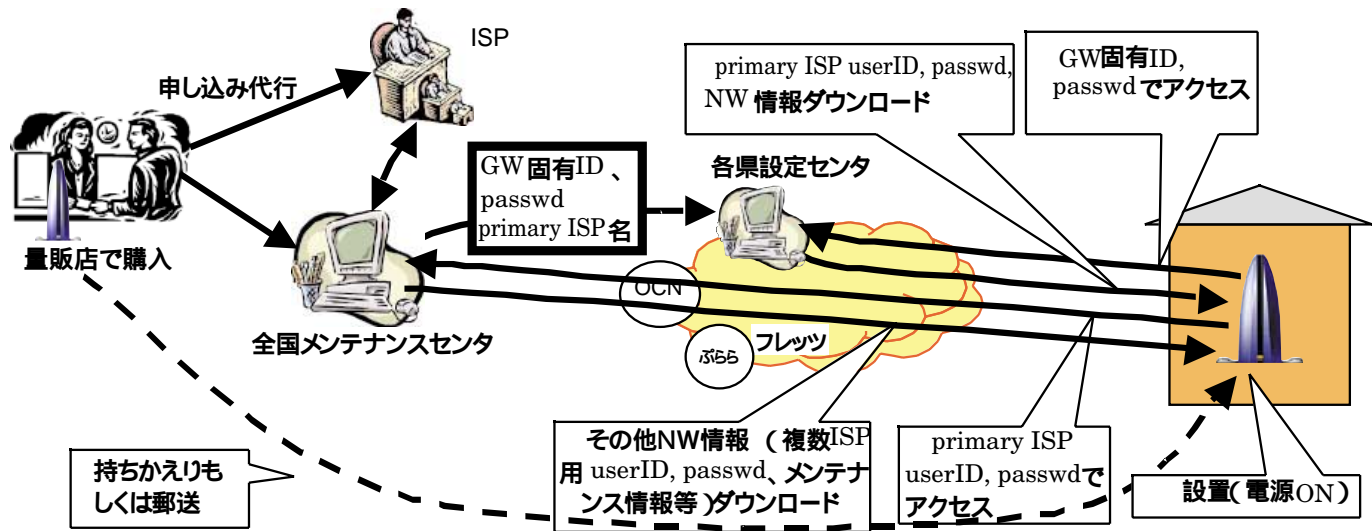


図6 自動設定方法の一例

時から何時まで視聴したかという情報を取得し、認証と様々な課金形態を実現するためのプロトコルである。(IPv6では、それぞれMLD / MLDA。プロトタイプ機ではIPv4のIGMA / IGAPに対応した。)

IGAPに対応していないルータを用いると、家庭内端末で一番最初に視聴要求を行った端末は視聴できるが、2台目の端末は正常に視聴ができなかったり、他の端末が視聴終了したとき視聴中の端末へのコンテンツ配信が停止してしまうことになる。RENA-GWは、この問題を回避するために、マルチキャストグループ毎にユーザカウントの管理と現在何台の端末が視聴しているのかという情報を管理している。視聴要求メッセージの透過性を確保するため、家庭内端末からの視聴要求があった場合に上位のマルチキャストポイントに対しその要求メッセージを送信し、認証が成功したときのみRENA-GW

に登録する仕組みとした。これにより、家庭内端末は、直接上位ネットワークに接続した場合も、RENA-GWの配下に接続された場合も同様に動作することができる。

(6) 自動設定

RENA-GWはDHCPクライアント機能を有しており、DHCPを使うことのできる環境であれば、ユーザーの操作を必要とせずにネットワーク設定を行うことが可能である。しかしながら、フレッツサービスを利用する場合、最低限PCを用いてユーザカウントとパスワードを設定する必要がある。これは、PCによる操作知識を持っていないユーザーにとってネットワークを利用する際の大きな障害であり、家電のように繋がばすぐ使えるという簡単さを実現できなくなってしまう。

ユーザーの手を煩わすことなくネットワーク設定を行うためには、

ネットワーク設定をあらかじめ行っておきユーザーに手渡すか、ユーザー宅に設定業者が伺い設定を行う。

設定データをネットワーク上のサーバに蓄積しておき、ネットワーク機器が設置されたときにサーバから設定データをダウンロードするという方法が考えられる。ネットワーク環境が、変化したときや、設定情報を変更したいときなどの事を考えるとこの方法が最適と考え、RENA-GWプロトタイプ機では、サーバから設定データをダウンロードする方法とした。

図6に想定した自動設定の流れを示す。RENA-GW製造時に、フレッツオフィス(各県設定センター)にアクセスするためのユーザカウントとパスワード、さらに、サーバ名を埋めこんで出荷する。家電量販店等での購入時に、使用するプロバイダーやその他ネットワーク設定に関わる情報をアンケート形式で抽出

し、その情報を元に設定データを作成し全国設定センターに蓄積し、各県設定センターには、最低限インターネットに接続するために必要な情報のみを蓄積する。RENA-GWがネットワークに接続されたとき、各県設定センターにアクセスし、インターネットに接続するための情報を取得し、取得した情報を用いてプロバイダー経由で、残りの設定情報を取得する。この様に2段階で設定を行うことで、同時接続可能な回線数を少なくし、さらに回線帯域も少なくして済むようにしている。

(7) リモートメンテナンス機能

RENA-GWは、RMP (Remote maintenance Protocol) を実装している。RMPは、IPsecを用いた相手端末の認証、セキュアな通信路の確保といった煩雑な設定を自動化するためのものである。RENA-GWでは、このセキュアな通信路を用いて、リモートメンテナンスセンターから安全に設定変更や、遠隔操作ができる。また、IPsecを用いたNATにも対応しているので、RENA-GW配下の家庭内端末も操作することができる。

設置時や故障時に通知されるIPアドレスを用いて、様々なアプリケーション (FTPやWWWブラウザ) を使用することができ、ファイルのダウンロードや、設定変更を安全に行うことができる。

(8) パケット転送性能

市販されている高速ブロードバンドルータとのパケット転送性能につ

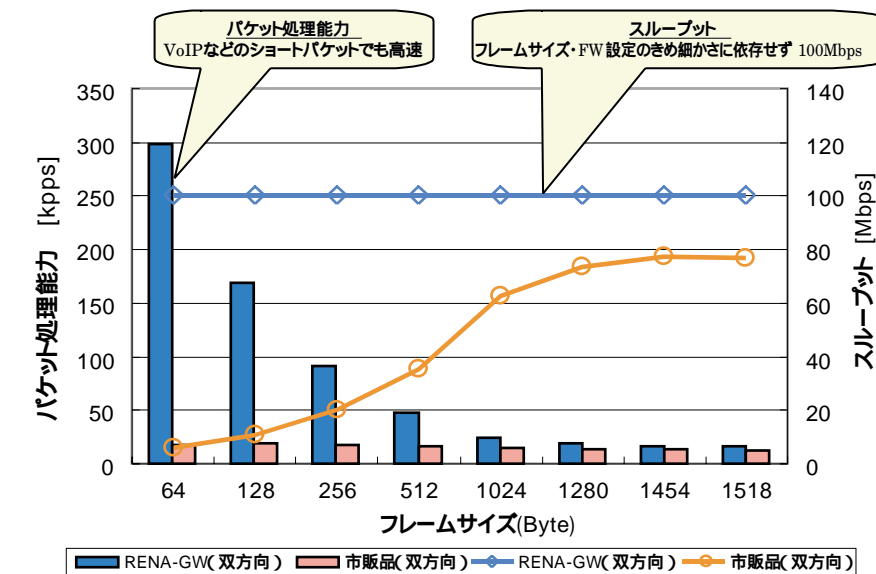


図7 RENA ゲートウェイと市販ルータのスループット比較

いての比較を図7に示す。比較に使用したブロードバンドルータは、432MIPSの処理能力を持つCPUを搭載し、現在市販されているブロードバンドルータの中で最高速といえるものである。

図7は、NAT機能を使用し、フレームサイズを変化させた時の上り、下り、双方向通信時のパケット処理能力とスループットの測定結果を示している。棒グラフがパケット処理能力を示しており、折れ線グラフがスループットを表している。市販ブロードバンドルータは、フレームサイズが短くなるほど、スループットが低下していることが分かる。これは、パケット転送を行う上で最も負荷のかかる処理がパケットヘッダ処理であるためであり、市販ブロードバンドルータはヘッダ処理をソフトウェアで行っていることによる。

RENA-GWは、前述のようにソ

フトウェア処理とハードウェア処理を連携させ、主信号のパケット処理をハードウェアで行っているため、市販品と比較して非常に高いパケット処理能力を実現している。そのため、双方向通信時においても、内部スループット270Mbps、インタフェース速度100Mbpsを達成している。

おわりに

RENA-GWの必要性、ユーザー端末の参照モデル、RENA-GW機能、プロトタイプの機能と性能について述べた。

RENA-GWは、従来のインターネットとPCの世界から、より一般に開かれたRENAネットワークとnonPC端末の世界へとユーザーを導くため、安心、簡単、確実なIP通信サービスをRENAネットワークとの連携により実現する。