

次世代ネットワーク家電 - IPv6 情報家電システム

Home Appliances Using Next-Generation Internet Technology (IPv6)

永見 健一 石原 丈士 米山 清二郎

NAGAMI Kenichi

ISHIHARA Takeshi

YONEYAMA Seijiro

近年、インターネットの利用は企業内だけでなく、家庭にも広がってきている。家庭内では、パソコン(PC)だけではなくエアコンやビデオのような家電機器が家庭内ネットワークに接続され、新しいサービスを楽しむことができるようになるだろう。当社では、FEMINITY™シリーズとしてネットワーク情報家電の製品化を行っている。ユーザーの情報家電への要望として、家庭外からの家電機器の確認・操作がある。この要望を満たすためには、インターネットを通して家庭外から家庭内の複数の情報家電への到達性が必要になる。しかし、現状のインターネット技術では、この到達性の実現は困難であり、次世代インターネットプロトコルであるIPv6(Internet Protocol version 6)の応用が求められている。当社では、IPv6の研究開発を長年行っており、これらの経験と実績からIPv6情報家電システムを試作した。このシステムを二つのショールーム、一般ユーザーのモニター宅、イベント会場でIPv6ネットワークに接続し、実証実験を行った。

Personal computers and the Internet have recently become widely used in the home as well as the office. In the future, home appliances such as air conditioners and VCRs will be connected on a home network.

Toshiba is now shipping home appliances with Internet connection capability. Such capability is in high demand among users who wish to check and operate appliances from outside the home. This can be achieved with Internet Protocol version 6 (IPv6), the next-generation Internet technology. We have developed a prototype system for IPv6 home appliances and have operated them in two showrooms, houses of users, and an event hall.

1 まえがき

近年、インターネットの利用は企業内だけではなく、家庭にも広がってきている。ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)、FTTH(Fiber To The Home)、無線インターネットなどが普及しつつあり、定額制の常時接続ブロードバンドインターネット環境が家庭に導入されつつある。

インターネットの接続機器は、現在のところPCが主だが、ごく近い将来、テレビやビデオなどのAV機器やエアコンや電話機などの生活家電機器が家庭内ネットワークに接続され、様々なサービスを使えるようになるだろう。

当社では、ネットワーク情報家電としてFEMINITY™シリーズを製品化している。このネットワーク情報家電では、現在のインターネットで使われているIPv4が用いられている。家庭内の家電機器監視など様々な機能が搭載されているが、利用者からは家の外からの遠隔監視、制御などの要望があがっている。

これらの要望を満たすネットワーク家電には課題が多く、その課題を解決するため、次世代インターネットプロトコルであるIPv6を利用した研究開発を行っている。当社では、

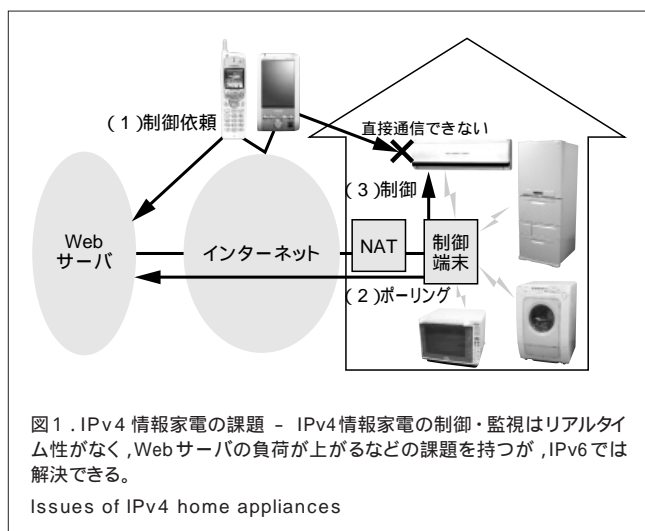
IPv6の開発及び運用を長年にわたり行っており、この技術とノウハウを利用して、IPv6情報家電のプロトタイプシステムの開発を行った。

ここでは、情報家電への要望と課題を説明し、次に当社のIPv6の研究開発の取組みとIPv6を利用した情報家電システムの概要及び実証実験について述べる。

2 情報家電への要望と課題

情報家電へのユーザーアンケートを行った結果、施錠確認や照明確認のように遠隔からの確認や制御を望む声は多い。家庭外から携帯電話や携帯情報端末(PDA)などでこれらの遠隔確認や制御を行うことは、IPv4情報家電では困難である。

図1により、IPv4を用いた情報家電の課題の一つを説明する。現状のIPv4を使ったインターネットサービスでは、各家庭にIPv4アドレスが一つだけしか配布されないことが多い。そこで複数の機器を接続するためにNAT(Network Address Translator)と呼ばれる機器を接続する。この機器を使うと家庭内から家庭外のホームページなどを閲覧する



ことはできるが, 家庭外から家庭内の機器と直接通信することはできない。そこで, IPv4 情報家電で遠隔制御を行うためには, 図1で示すように以下の三つの手順が必要である。

- (1) 家庭外にある携帯電話やPDA から Web サーバに制御を依頼する。
- (2) 家庭内の制御端末が Web サーバと定期的に通信することで制御依頼を認識する(ポーリング)。
- (3) その結果, 各家電機器を制御する。

しかし, この方法では, 家電の情報取得や制御をリアルタイムに行うことができない。また, 各家庭の制御端末から定期的に Web サーバに通信が行われるため Web サーバの負荷が上昇する問題がある。

アドレス空間が格段に拡張された IPv6 を用いると, 個々の家電機器にアドレスを配布できるので各機器は家庭外のノードと End-to-End で接続でき, NAT が不要となる。家庭外の携帯電話や PDA から家庭内の機器と直接通信することが可能となり, 上記のような課題を解決することができる。

このように IPv6 を用いることで, ユーザーの要望を満たした情報家電を実現できる。そこで, IPv6 を用いた情報家電のプロトタイプシステムの研究開発を行った。

3 IPv6 の研究開発の歴史と情報家電に関する研究開発

当社では, IPv6 の研究開発を標準化当初から行っており, 独自の IPv6 開発を行うとともに, 様々な標準化活動をしている。また, IPv6 ネットワークを運用することで運用ノウハウの構築を行っている。この章では, 当社の IPv6 研究開発の歴史と, 情報家電に必要な技術開発の取組みについて述べる。

3.1 当社の IPv6 研究開発の歴史

独自開発した IPv6 スタックを用いて, 1996 年に開始され

た世界的な IPv6 のネットワークである 6 bone (IPv6 Backbone) に接続し, IPv6 スタックの評価及び課題の抽出を開始した。

97 年に開催されたインターネット技術の展示会である NetworkWorld+Interop 97 Tokyo では, 実験コーナーの SSD (Solutions Showcase Demonstrations) ブースで初めて IPv6 の相互接続展示が行われた。当社では, 当時のルータ製品である CSR5300 をベースに IPv6 対応したルータを参考出品し, 他社との相互接続実験を行った。

98 年 4 月には, UNIX^(注1) (BSD 系) の IPv6 開発を行う KAME プロジェクトが結成された。このプロジェクトは, IPv6 スタックを参照コードとしてオープンソースで提供することで IPv6 の普及促進を行うとともに, 実装することによってプロトコルの妥当性を評価し, IPv6 のプロトコル作成に貢献している。当社は, KAME プロジェクト発足時からコアメンバーとして参加するとともに, インターネットの標準化組織である IETF (Internet Engineering Task Force) に積極的に提案活動を行っている。

また, Linux の IPv6 実装を行う USAGI プロジェクトにもコアメンバーとして参加し, Linux 上での IPv6 実装に貢献している。

3.2 組込み用最小要求仕様の策定

情報家電のような機器では, CPU の能力やメモリなどの資源が制限されるため, IPv6 仕様をすべて実装することは困難である。そこで, 組込み機器用の最小要求仕様を作成することになった。当社も仕様策定メンバーとして参加しており, IETF に仕様案¹⁾を提出している。

3.3 名前解決システムの研究の開発

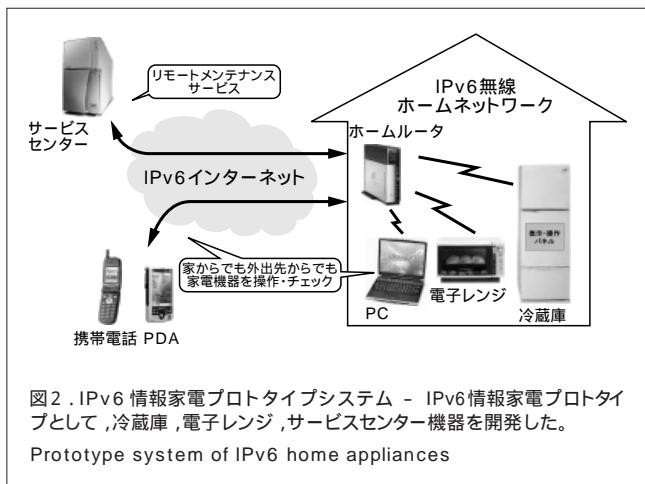
インターネット技術の要素技術の一つである, 名前解決システム (DNS: Domain Name System) の IPv6 化の研究開発を行っている。DNS は, 人間にわかりやすいホスト名 (例えば, tv.home.org) と IP アドレス (例えば, 3ffe:501:100f::1) の対応を取るためのシステムである。特に, IPv6 では, IP アドレスが現状の IPv4 よりも長くなるため, 人間の記憶に頼るのは困難である。また, 情報家電のように一般ユーザーが簡単に使うためには, 人間が使いやすい名前システムが必要である。インターネットの名前解決のソフトウェアとしてよく使われている ISC (Internet Software Consortium) の bind 9 がある。当社では, このソフトウェアの IPv6 化に関し, 共同研究を行っている。

4 IPv6 情報家電プロトタイプシステムの開発

この研究開発では, 情報家電プロトタイプシステムを試作

(注1) UNIX は, 商標。

した(図2)。大きく分けて、IPv6冷蔵庫の開発、IPv6電子レンジの開発、サービスセンター機器の開発を行った。以下では、それぞれについて述べる。



4.1 IPv6冷蔵庫の開発

IPv6による遠隔監視及び遠隔操作ができることを検証するために、この研究では、以下の機能を冷蔵庫に対して開発した。

- (1) 無線インタフェースによるIPv6接続 冷蔵庫の情報の取得や制御をIPv6で行うため、IPv6スタック及び制御プロトコルの実装を行った。
- (2) 遠隔監視 故障・異常状態、冷蔵庫内部・外部温度、ドアの開閉回数などを抽出し、インターネット上のサービスセンター機器に通知する。これらの情報と時間情報とを組み合わせるとモニタリングし、故障時の状態が正常であったか異常であったかを判断するなどのトラブルシューティングに利用する。
- (3) 遠隔制御 冷蔵庫の操作パネルと同等の内容を遠隔から制御する。例えば、庫内温度をモニタリングしつつ、最適温度の設定ができる。また、冷蔵庫内に小型カメラを設置し、そのカメラで撮影した画像を遠隔から閲覧できる。

4.2 IPv6電子レンジの開発

IPv6による遠隔監視及び遠隔操作ができることを検証するために、この研究では、電子レンジに対して以下の機能を開発した。

- (1) 無線インタフェースによるIPv6接続 電子レンジの情報の取得や制御をIPv6で行うため、IPv6スタック及び制御プロトコルの実装を行った。
- (2) 遠隔での履歴蓄積 電子レンジの動作履歴を蓄積管理し、ユーザーにわかりやすい調理履歴として提供する。

4.3 サービスセンター機器の開発

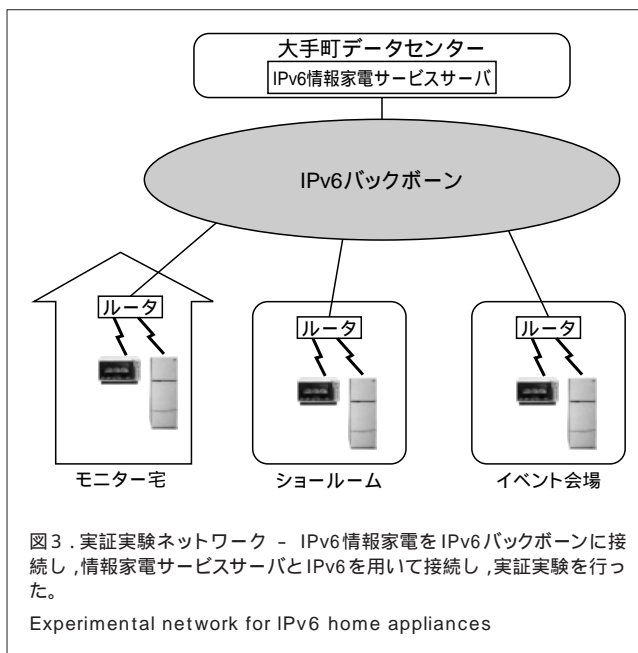
サービスセンターの機器は、冷蔵庫や電子レンジからの状態通知を受信し、そのデータを受信時刻とともにデータベースに蓄積する。蓄積したデータは、グラフ化など、ユーザーの見やすい形式に変換しWebにより閲覧できる。過去の履歴を蓄積しているため、冷蔵庫内温度変化による異常の発見などに利用できる。

5 IPv6情報家電システム実証実験

5.1 実証実験概要

4章で述べたIPv6情報家電(冷蔵庫、電子レンジ)を二つのショールーム、モニター家庭、イベント会場に設置し、実ネットワークを介した実証実験を行った。実証実験のネットワーク構成を図3に示す。家電機器サービスサーバを大手町データセンターに設置し、IPv6バックボーンに接続した。IPv6情報家電をIPv6バックボーンに接続し、家電機器サービスサーバとIPv6を用いて接続した。実証実験期間中の家電機器及び家電機器サービスサーバは連続運用した。また、家電機器サービスサーバの遠隔監視は、以下の二つを実行し、すべての場合において良好な結果を得た。

- (1) 冷蔵庫に対して10分に1回、温度監視を行う。
- (2) ドア開閉などのイベントは、発生時に逐次記録する。



5.2 ショールーム展示

2002年1月から北海道札幌市のGALLERIA v 6札幌ショールーム及び2002年2月から東京都大手町のGALLERIA v 6大手町ショールームで、IPv6冷蔵庫とIPv6電子レンジを展

示し、ノートPCによるサーバに保存されたデータ確認のデモンストレーションを行った。

5.3 モニター実験

この研究で開発したIPv6冷蔵庫とIPv6電子レンジを、より現実に近い状態で評価するため、一般家庭にモニター協力を依頼し、一般家庭で使用時のデータを収集した。冷蔵庫のドア開閉回数がショールームよりも多くなっているが、情報家電サーバに負荷を与えるほどではなく、良好な動作実績が得られた。

5.4 イベント展示(Net.Liferium)

2001年12月にパシフィコ横浜で開催されたイベントNet.LiferiumでIPv6情報家電のデモンストレーションを行った(図4)。多くの来場者にIPv6情報家電を直接操作してもらうことができ、好評であった。



図4 . Net Liferium 展示風景 - 実証実験の一つである展示会場でのデモンストレーション風景である。

Demonstration at Net Liferium Event

6 あとがき

IPv6を用いた情報家電の実現性を評価するために、このプロトタイプシステムを作成し、実証実験を行ってきた。基本

機能としては、IPv6情報家電の有効性を示すことができた。今後は、製品化に必要な組み込みOS(基本ソフトウェア)や制限されたメモリやCPUなどの資源上での実装を進めていくとともにセキュリティ向上のための仕組みやユーザーフレンドリーな自動設定機能などの研究開発を進めて行く。

謝辞

このIPv6情報家電の研究開発は、通信・放送機構(TAO)の委託研究テーマ「アプリケーション開発基盤システム及びネットワーク構築システムに係わる研究開発、IPv6情報家電ネットワークサービス提供のための情報家電管理に関するアプリケーション開発基盤システムの研究開発」の一環として行った。

文献

- (1) Okabe, N. et al, "Host Requirements of IPv6 for Low Cost Network Appliances". <<http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-okabe-ipv6-1cna-minreq-02.txt>>, (accessed 2002-6-29).
- (2) 米山清二郎,ほか.“IPv6情報家電の運用モデルの設計”. 電子情報通信学会,インターネットアーキテクチャ研究会.101,440,11,2001,p.1-8.
- (3) 石原丈士,ほか.“IPv6情報家電の実装と運用”,電子情報通信学会,インターネットアーキテクチャ研究会.101,634,1,2002,p.65-71.



永見 健一 NAGAMI Kenichi, Ph.D

研究開発センター 通信プラットフォームラボラトリー 研究主務, 工博。IPv6及びMPLSの研究開発に従事。
Communication Platform Lab.



石原 丈士 ISHIHARA Takeshi

研究開発センター 通信プラットフォームラボラトリー。
IPv6情報家電,MPLSの研究開発に従事。
Communication Platform Lab.



米山 清二郎 YONEYAMA Seijiro

研究開発センター 通信プラットフォームラボラトリー。
IPv6情報家電制御・管理プロトコルの研究開発に従事。
Communication Platform Lab.