

次世代インターネット基盤技術の研究開発

— 人にやさしく安心な高性能情報通信システムの実現を目指して —

福地 一

独立行政法人 通信総合研究所

あらまし 2001年4月に発足した独立行政法人通信総合研究所(CRL)の情報通信技術に関する研究について、その重点研究項目について述べる。CRLは、情報通信の主要技術分野であるコンテンツ、ネットワーク、インタフェース、セキュリティを対象とし、あらゆる環境で利用可能で、人にやさしく、生活を豊かに、社会活動を便利にする安全な情報通信社会を実現するための研究を先進的ネットワークテストベッドでの検証も含めて実施する。

Research and Development for Next Generation Internet Infrastructure

- Creating a human-friendly, reliable and high-performance
info-communication system -

Hajime Fukuchi

Independent Administrative Institution, Communications Research Laboratory

Abstract Info-communication research areas in the Communications Research Laboratory(CRL), which was established as Independent Administrative Institution in April 2001, are introduced with the relevant research plans. This area encompasses contents, network, interface and security technologies, aiming at creating multimedia communication system in any environment, and friendly-and-comfortable info-communication system for human and safe-and-reliable one for society.

1. 社会基盤としての情報通信

「(前略)ところでテレビは近い将来、もう1つの新しいより重要な機能をもつことになる。それは現場から送られるナマの画面に対して、それを見た視聴者の反応を同時に流すことである。たとえば、国会で総理大臣が施政方針の演説をしているとき、それを中継している画面に、同時に国民の反応を流すという方法である。(中略)このようにテレビは両刃の剣で、悪用すればたいへん危険なことになるが、同時に、うまく使えば、人類革命の武器にさえなりうるものである。しかも、地球全体、世界全体の規模で中継され、写し

出されれば、三十億の全人類が“総目撃者”にもなりうる。(後略)」(大宅壮一「新聞をけ落としたテレビ文化の魔力」『勝利』1967年12月号[1])。

インターネットの嚆矢 ARPANET 実験以前に、我が国メディア評論の旗手大宅壮一によって発表されたメディアへの期待と警鐘の記事を紹介した。当時は、新興テレビメディアと新聞との対峙の構図で描かれているが、記事中の「テレビ」を「インターネット」と置き換え、新興インターネットと放送メディアとの対峙として読み替えると、一面的ではあるが現在の情報通信メディアを巡る状況と似ていて興味深い。事実、大宅壮一のテレビへの期待のうち、情報の下りリンクのリアルタイムなグローバル化は放送メディアで実現

184-8795 東京都小金井市貫井北町4-2-1
独立行政法人通信総合研究所 情報通信部門
mail:fuku@crl.go.jp

されたが、本格的なグローバルな双方向メディアはインターネットの出現と普及を待たねばならなかった。

インターネットをはじめとする情報通信システムは経済産業振興の面の重要性だけでなく、社会基盤として、今後、医療・福祉、交通、教育・文化、行政、環境、労働など多くの分野で、その重要性がますます増大することは論を待たないであろう。個人にとってみれば、健常者、障害者、老若男女を問わず、情報の量質両面での受発信機能が格段に増加している。同時に、情報システムにとっては安全性・信頼性を付与する十分なセキュリティ対策、個人にとっては情報倫理の習得や膨大な玉石混淆データから信頼性のある個人にとって有益な情報を抽出する情報リテラシー能力が求められている。

このような「爆発するインターネット」[2]の様相を呈している時期に、独立行政法人通信総合研究所（CRL）は誕生した。CRLは、情報通信に関する我が国唯一の公的研究機関として、コンテンツ、ネットワーク、インタフェース、セキュリティを対象とし、あらゆる環境で利用可能で、人にやさしく、生活を豊かに、社会活動を便利にする安全な情報通信社会を実現するための研究を先進的ネットワークテストベッドでの検証も含めて実施する。同時に、「高度情報通信ネットワーク社会の形成に関する重点計画（e-Japan 重点計画）」[3]の加速にも貢献する。

2. どんな研究をしようとしているか

ネットワークとコンピュータの高度化と大衆化の進展により情報通信のコンテンツ（データベース）、ネットワーク、インタフェース、セキュリティを同じテーブルで議論すべき状況になっているが、あえて研究例を分類すると以下ようになる。

（1）コンテンツ関連

- ・ユーザ適応電子博物館システム
- ・大容量・高品質コンテンツ流通技術
- ・multimedia データベース技術
- ・ITS、GIS、環境計測データ利用技術

（2）ネットワーク関連

- ・フォトニックネットワーク（リンク、ノード、アクセス）
- ・multimedia wireless ネットワーク（図1参照）とネットワーク融合技術
- ・IPv6利用アプリケーション技術
- ・国内外テストベッドによる先進インターネット技術の実証

（3）インターフェース関連

- ・対話や非言語コミュニケーション機構解明
- ・話し言葉を含む自然言語処理技術
- ・高精細映像の生成・処理・提示技術（応用例：MVL：Multimedia Virtual Laboratory）
- ・デバインド解消のための端末技術や支援技術
- （4）セキュリティ関連
- ・インターネット技術による非常時通信
- ・インターネットへの各種脅威対策技術

3 いくつかのトピックス

（1）大容量・高品質コンテンツの配信

CRLは広帯域で高速なネットワーク上において、デジタルビデオを送受信するためのDV over IP技術の開発[4, 5]をはじめとして、放送局で利用されるD1規格の映像の送受信技術であるD1 over IP技術[6]、高精細映像の送受信技術であるHDTV over IP技術等の基礎技術を研究している。また、高精細画像処理やVR技術を用いたデジタルミュージアム等の応用的研究も行っている（図2参照）。これらの技術は、ネットワークの双方向性を有効に活用しながら、動画像の送受信が出来る特徴を持つ。

リアルタイム配信型への取組み

リアルタイム配信では、デジタル化に必要な符号化処理を高速に行う必要があるが、現在は配信時に高速な処理を要求するために単純なサービスしか提供できない。しかし、様々な付加情報を与えた複合的なサービスを提供しなければ、インターネットと双方向性を有効に活用しているとは言えない。さらに、リアルタイム配信においては、複数地点から中継点に送信された複数の画像ストリームの選択や、一つの画面へ統合、及びあらかじめ用意した情報や新たに生成された情報を付加するといったリアルタイム編集技術を提案している（図3）。この技術では、遠隔地から送られてくる複数の映像からなる多ストリーム映像から編集処理されたシングルストリーム映像の生成と、その映像データを表示する端末に対する個別化処理機能が必要となる。しかし、リアルタイム配信時の編集では、時間的な制約が厳しいため、複数の映像から一つを選択することや、複数の画面を同時に一つの画面に表示すること、さらには、あらかじめ用意していたデータや画像を組み込むという作業が中心となる。また、突発的な事象については、映像を視聴している利用者にとってそれが印象深いものであれば、その一部のシーンを巻き戻して再生することなども必要となる。現在、超高画質配信システムをベースとして、リアルタイム配信型を実現するため

の処理統合化技術の設計を言語ベースで処理できる技術開発を行っている。この技術は、映像と編集処理機能の分離、構造化記述、配信端末による個別化のためのレイアウト処理等を実現することを目標としている。

蓄積型への取組み

蓄積型配信においては、リアルタイム配信型のような時間的な制約が少ない分、コンテンツをより複雑にすることが可能であり、コンテンツ制作時にも適切と思われる処理を施すことが可能である。インターネットを利用した蓄積型配信システムでは、特殊 VR システムを用いたデジタルミュージアムから通常の PC までの多様な端末を対象とすることが可能である。従って、複数の利用者の環境を想定し、多フォーマットで要求してきた利用者の環境に適合したコンテンツを提供するための技術が必要となる。現在、様々なコンテンツをカプセル内に管理し、各カプセルのメソッドが利用者のプロフィール情報を判別した上で、利用者に応じたコンテンツと機能を選択的に配信する機能の研究を行っている。

以上のように、リアルタイム配信型においても蓄積型においても、分散しているコンテンツを統合的に組立て、提供する技術開発が必要であり、XML を中心とした総合的コンテンツ提供技術の研究開発を行っていく。そして、インターネットという双方向性を持つネットワークの特性を活用した対話型のコンテンツを提供する技術開発に貢献する。

(2) インターネットラジコンカー

制御用の専用回線を用いるのにはコストがかかるなどの点から、制御用の回線としてインターネットを使用する動きがある。制御したいデバイス上に Web サーバを立ち上げ、インターネットに接続するものが現在一般的に行われている方法である。この場合コントロールはインターネットに接続されたコンピュータ上から Java 等を使用し、ブラウザを通して制御を行う。通常インターネットを利用した制御の場合、制御しようとする個々のデバイスにそれぞれ異なった IP アドレスを割り当てて使用しなくてはならない。少なくとも新規 IP アドレスの確保は現在国内では困難であり、身の回りにある物を制御対象のデバイスとしてインターネットに接続して制御することは、IP アドレスの数的に困難である。また IP アドレスだけでは、それがどういったデバイスなのかといった情報も得られないため、それらの情報を外部のデータベースによって管理する機構が必要となる。

このような観点から IPv6 のアプリケーション

ョンとしてインターネット制御が挙げられる。現時点で IPv6 に対応したデバイス制御についての研究はほとんど行われておらず、また IPv6 に対応した制御ができるデバイスも市販されていないようである。CRL は IPv4/IPv6 対応の RC (Radio Control) を試作し、IPv6 の特徴を生かした制御が実際の制御に役立つかについて取り組んでいる。

以下に例示するインターネットラジコンカー (RCoIP) は、2001 年 7 月末の CRL 一般公開時に近隣の子供を対象に作成したシステムであるが、子供達からはもちろん、インターネット関係者からも好評を博した [7]。RCoIP は、間接的なネットワークへの接続ではなく、直接動く模型自体がインターネットに接続できることを目的として、図 4 のようなシステムを考案した。本システムでは受信機の代わりに 1 チップ CPU を置き、組み込み用途 CPU ボードからの出力を、受信機からの出力信号と同等の信号に変換してサーボやアンプに送っている。実際に製作中のものは無線 LAN ユニットとして 802.11b 準拠のものを使用しており、時分割で通信するため、同じ周波数帯域を使用して複数のシステムを同時動作させることが可能である。当然、IPv6 ではグローバルアドレスの利用となり、この技術の広範な応用が想定される。

(3) 人にやさしいインタフェース

これまで CRL は、人の対話メカニズムや非言語コミュニケーションに関する基礎的解析や、自然言語処理技術に関する基礎的研究を進めてきた。これらは認知科学、心理学、言語学など人文諸科学を介して“人”の論理を技術に引き込む試みであった。さらに、先発的なシステム例として、高齢者や障害者にも使いやすいユニバーサル端末の研究開発を行ってきた。

図 5 は、非言語コミュニケーション機構のモデル化研究のために開発した、通信相手の視線追跡機能など状況共有機能をもつロボット Infanoid を示す [8]。このロボットに、言語機能獲得以前の幼児が母親から学ぶ過程を発達心理学の知見やモデルを活用して付与する試みをしている。この研究により、学習能力をもつ知的なインタフェースの実現につながることを期待されている。

図 6 は、聴覚障害者とのコミュニケーション端末として開発した手話認識・生成装置である [9]。健常者の音声は認識された後に聴覚障害者へ手話のアニメーションとして提示され、他方、障害者の手話は立体映像認識システムによって解析され合成音声として相手に

伝えられる。

(4) 情報通信危機管理技術

インターネットの爆発的普及と社会基盤としての定着が進むにつれ、その不具合や脅威による被害が甚大なものになる。他方、インターネットの仕組みを活用して大規模災害時など非常時における効率的な情報通信の仕組みを提供できるようになってきた。

近年では、インターネットによるプロパガンダ、さらには、クラッキングによるWWW書き換えなどによる示威行為が活発化している。まさにサイバテロといわれる情報通信技術の知見を武器にした新しい電子情報戦争の様相を呈している。大なり小なり国家間の政治的な摩擦の度にこのような戦争がエスカレートしている現在、情報ネットワークに対する脅威対策は喫緊の課題といえる。図7は、CRLが整備したネットワークに対する攻撃対策法を開発するための施設概念図である。

阪神淡路大震災時には通常の20倍から50倍の通信トラフィック増をもたらしたといわれ、通信インフラの非常時の通信輻輳による脆弱性を露呈させる結果となった。この災害をきっかけに非常時通信システムの研究が進められてきており、WIDEグループは早くからインターネット技術を利用した被災者情報登録・検索システムを検討し、IAA(“I am alive!”の略語)システムを生み出した。CRLでもその研究開発を分担し、WIDEグループとの協力のもとに実施してきている[10]。

4. 情報通信のあらたなプロローグを迎えて

コンピュータの普及・大衆化とそれに後押しされたネットワークの開放を機に、インターネットが劇的な展開途上にある。これは、1億以上のコンピュータがつながれた分散処理システムという、これまで人類がもったことのない巨大システムともいえる。我々は、のろしなど古代の遠隔通信手段から、電気通信、無線通信、光通信と経験してきた大きな変革に匹敵する出来事を目の当たりにしていると言える。いやそれ以上に人や社会、国家にいたるまで、その影響が大きいと予想されることから、インターネットをグーテンベルグの印刷技術の発明にも匹敵するという見方もある。過去に通信の専門家が予想もしなかった展開をインターネットが示したように、秒進分歩の勢いで進む情報通信技術は今後、我々の思いも寄らない利用が展開されるかもしれない。

例えば、我々の成果によってTCP/IPベース

でHDTVを含む放送品質映像の伝送が可能であることが実証されており、広帯域マルチキャスト技術など品質も含め放送的なサービスもインターネットの土俵で論じられることが現実的になってきた。また、高速伝送路の実現が順調に進めば、そのような前提での情報源・伝送路符号化の新たな研究課題が想定される。通信分野では20世紀が帯域圧縮に代表される節約の時代とすれば、21世紀は伝送路能力をフルに活用して、真に人間のコミュニケーションニーズを充足させるメディアが実現する時代かもしれない。また、芸術、文化、“いやし”にも親和性のある、人間にとって心とませるようなメディアが欲しい。

他方で、前述のように、情報通信危機管理の重要性の増大、情報倫理、著作権、プライバシー保護、デバイス対策などあらたな重要課題もクローズアップされている。それぞれ状況に即応した法制度など社会制度の確立が望まれている。また、技術レベルがやっとなのコミュニケーションレベルに追いついてきた観があり、今後は、情報通信システムは単なる技術者集団の探求心・達成感の充足や利益追求の所産ではなく、ヒト、個人、社会、地球への影響をも考慮した情報通信アセスメントを経た社会へのインプリメンテーションが必要となってくる。まさに大宅壮一氏の予測したように、情報通信が人類革命の利器にも凶器にもなりうるものが現実味をもっている。

参考文献

- [1]山田宗睦編「ドキュメント昭和史7 一安保と高度成長一」平凡社(1983)
- [2]安田浩、情報処理学会編「爆発するインターネット」オーム社(2000)
- [3]<http://www1.kantei.go.jp/jp/it/network/dai3/3siryou40.htm>
- [4]杉浦一徳、小川晃通、中村修、村井純：“民生用DVを用いたインターネットビデオ会議システム”，情報処理学会誌(Vol. 40 No. 7 1999).
- [5]杉浦一徳、小川晃通、中村修、村井純：“IEEE1394による家庭内ネットワークとインターネットの相互接続性”，計測と制御(Vol. 39 No. 8 2000).
- [6]勝本道哲、原田雅博、中川晋一：D1 over IPによる高品位動画画像転送・蓄積システムの設計，情報処理学会・マルチメディア通信と分散処理研究報告論文集 No. 95 p. 85-90(Nov. 1999)
- [7]<http://www.watch.impress.co.jp/internet/www/article/2001/0728/crl.htm>

[8]小嶋秀樹、「状況に埋め込まれた身体ーロボットによる言語獲得の条件ー」発達心理学会シンポジウム 2001 年

[9]猪木誠二、渡辺錬士、呂山、「手話アニメーション作成・編集ツール」、信学論D 1、2

001年6月

[10]井澤、木本、多田、大野、篠田、「IAAシステムの現状とその課題」、インターネットコンファレンス 2000 論文集、日本ソフトウェア科学会研究会資料 No. 15、(2000. 11)

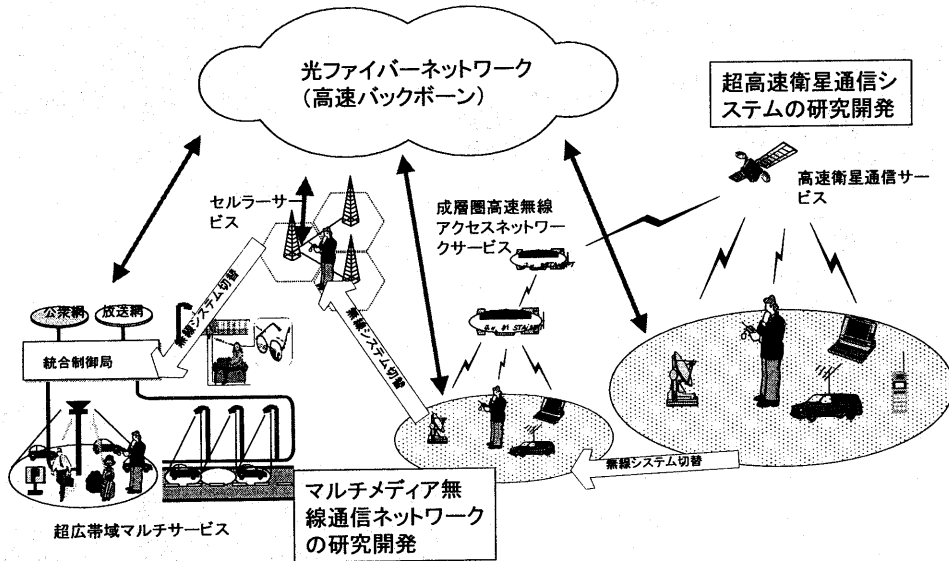


図1 地上と宇宙を融合した無線通信システムの研究開発

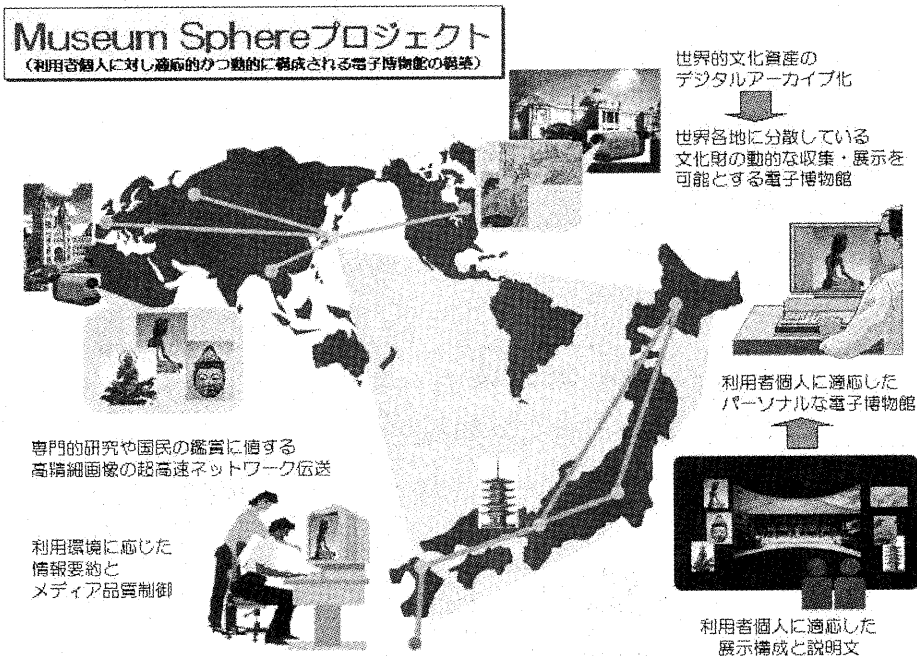


図2 インターネット上でのデジタルコンテンツ創出から送出版まで (例：ユーザ適応電子博物館)

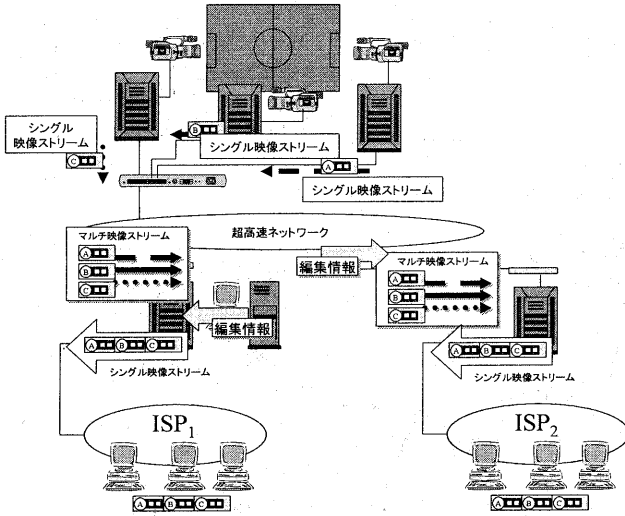


図3 遠隔編集機能概念図

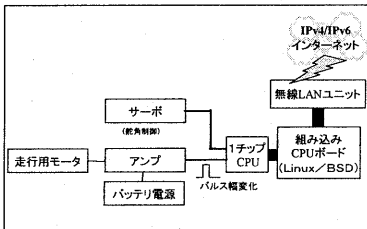


図4 汎用プロポ対応型 RC カーシステム

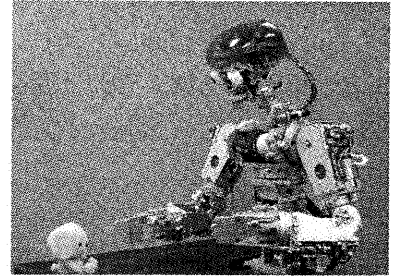


図5 状況共有実験用ロボット
Infanoid

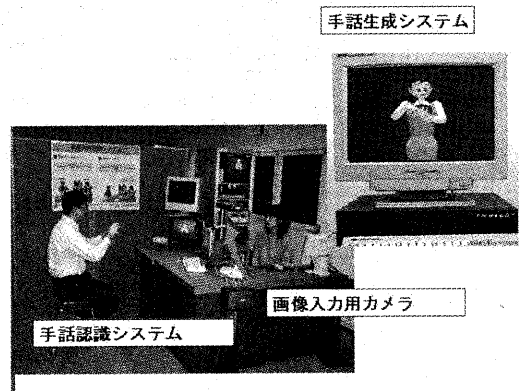


図6 手話認識及び生成システム

図7 情報通信危機管理研究施設

