



製造業に向けたビジュアルコミュニケーションを実現するTVcation®の開発

畑 洋一*・藤田康仁・後藤由光
柿井俊昭

Development of “TVcation” Visual Communication System for Efficient Manufacturing —— by Yoich Hata, Yasuhiro Fujita, Yoshimitsu Goto and Toshiaki Kakii —— As broadband Internet services become more widespread, visual communications especially video conferencing is becoming more popular. With an aim of improving the efficiency of business in industry sectors, the authors have developed visual communication system software named “TVcation” as a solution to more efficient manufacturing. When dealing with information related to manufacturing business, the processing of still images and photographs is particularly important. TVcation supports for the JPEG2000 image compression algorithm and provides scalability, and therefore the quality of received image data can be freely selected even in an environment where the networks of different band widths intermingled.

1. 緒言

近年、インターネットの普及とネットワークの高速化に伴い、テレビ会議を中心としたビジュアルコミュニケーションが広く注目されている。特に企業では、出張経費や移動時間、二酸化炭素排出量の削減と、意思決定スピードの向上を目的にテレビ会議やWeb会議の導入が求められている。

当部門では、環境に配慮したITによる企業の業務効率化支援を目指し、ビジュアルコミュニケーションシステム（以下、TVcation®と呼ぶ）の開発を進めてきた。今回、このTVcation®の試作品を開発したので、主要な機能について概説する。また、当社内、及び、グループ会社で試験利用を実施した事例について紹介する。

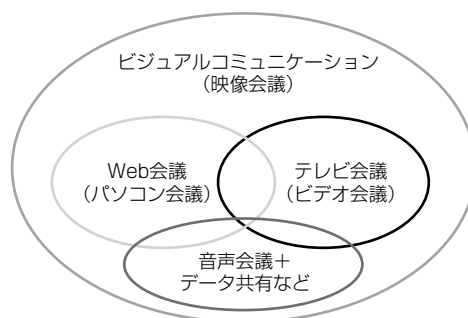


図1 ビジュアルコミュニケーションの概念

2. 概要

従来のテレビ会議は、映像と音声による会議であったが、パソコンでのデータの取り扱いが容易になったことから、図1のビジュアルコミュニケーションの概念に示すようにプレゼンテーション資料の共有等のデータ共有会議が広がっている。

テレビ会議市場の動向の一つとして、テレプレゼンスに代表されるHD（High Definition）化の流れがある。大容量伝送可能なブロードバンドネットワークを活用し、より高品質の映像、音声を扱うことであたかも同室に居る様な感覚で臨場感のあるテレビ会議を実現する。しかし、図2に示すように数百万円以上の高額な製品であり、中には数千万円のシステムもあることから、多くの企業では導入への障壁が高いと考えられる。

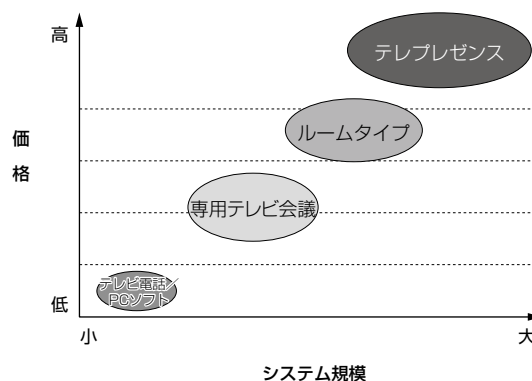


図2 テレビ会議の価格帯とシステム規模

パソコン会議は、パソコン上で多くの機能を利用できるが、操作が煩雑な製品も多い。TVction®は、パソコン上で動作し、遠隔地間でのコミュニケーションを実現するソフトウェアであり、高性能化、低価格化が著しいパソコンをベースに、ホワイトボード、プロジェクタ等の周辺機器を利用して使いやすく、導入しやすいシステムを目指した。企業等の実務における情報交換の場では、人物の表情、仕草に加えて静止画情報の共有が非常に重要であり、特に、TVcation®では、製造業ならではの技術的な会議や日常的な現場での会議、工場の生産技術支援に向け、静止画像、音声、映像、電子文書、プレゼンテーション資料の共有に加えて、設備や部品映像等の情報共有機能を実現した。

また、国内ではブロードバンドが一般的だが、海外では、まだまだ通信インフラが整っていない地域も多く、ネットワークの通信速度も遅く（Narrow Band）、品質も悪い。

我々は、業務で必要な情報を円滑に伝送し、かつ、設備投資額を抑え、ブロードバンドからナローバンド環境で利用可能なビジュアルコミュニケーションシステムを実現するために、Peer to PeerとJPEG 2000の符号化圧縮技術の本システムに採用した。

3. 技術基盤

3-1 P2P (Peer to Peer接続) Peer to Peerとは、図3に示すようにコンピュータが相互に接続され、ネットワーク上で直接データを送受信する利用形態を指し、P2Pはその略称である。P2Pと対照的な方式としてクライアント・サーバ型がある。主に、クライアント・サーバ型はデータ送受信をサーバ経由で行う。

TVcation®は、接続前のコンピュータ間の認証と接続をサーバ経由で行い、その後、映像、音声、画像と言ったデータの送受信を直接コンピュータ同士が行う方式を取っている。認証時にサーバが相手先のIPアドレス等の情報を相互に受け渡すことで、ユーザが相手先のIPアドレス等の情報を認識することなく、相手と接続することができる。

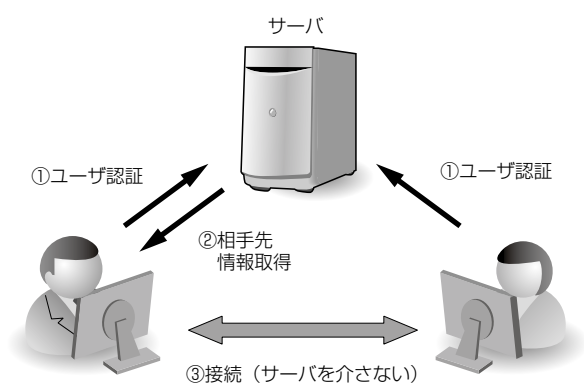


図3 TVcation®の接続方式 (P2P)

図4に、クライアントサーバ型とP2P型の構成及びメリット/デメリットを示す。

P2P方式の特徴として、コンピュータ間で直接データを送受信するため、大人数が同時に利用してもサーバへの負荷が小さいことがあげられる。従って、比較的少ない投資でクライアントに安定したサービスを提供できるメリットがある。一方、多地点会議等で利用する場合に、スター状に各地点とデータを送受信するため、データ量が多くなり各地点に設置されるネットワークの帯域やコンピュータの性能が要求されるデメリットがある。

しかし、一般的に、日常的に行われるテレビ会議は、6地点以下が80%とされている。また、映像以外の静止画情報を中心に扱い、映像情報も環境に合わせて動的に品質を制御することで、データ量を抑えることが可能となる。従って、我々は、6地点以下の小規模で、静止画情報を中心とした会議等をターゲットとするシステムに焦点を絞って開発を行った。

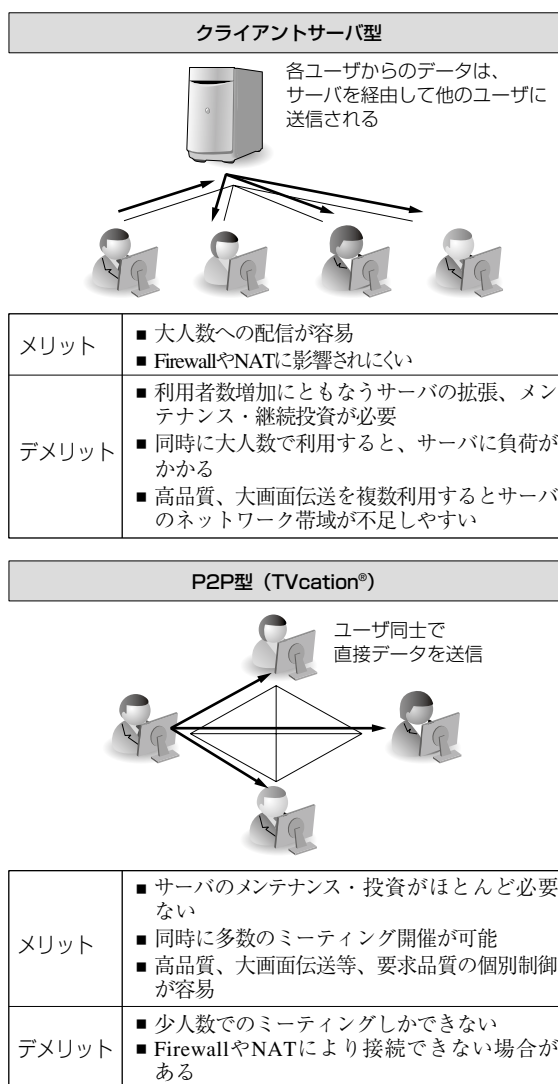


図4 クライアントサーバ型とP2P型の違い

3-2 JPEG 2000 (画像圧縮技術) TVcation®

で使用している JPEG 2000⁽¹⁾は、従来の JPEG と比べて静止画を高精細・高圧縮することが可能であり、設備、部品の映像や、電子文書と言った情報を扱うためには最適である。JPEG 2000 は、画像符号化の標準化を行なう団体である JPEG (Joint Photographic Experts Group) によって、2001 年に静止画像の圧縮・展開方式として規格化されたもので、従来の JPEG よりも高品質、高圧縮が可能である。動画像としての活用も可能で、ハリウッドのデジタルシネマの規格団体 DCI (Digital Cinema Initiative) で推奨技術仕様として採用されている。JPEG 2000 の特徴を表 1 に示す。

表 1 JPEG 2000 の特徴

国際規格	Joint Photographic Experts Group によって、2001 年に国際規格化
静止画像圧縮	ハイビジョン画質以上の高精細画像の高圧縮が可能
スケーラビリティ	1つの圧縮データから、異なる①画質、②解像度、③フレームレートのデータを取り出すことが可能
ロスレス圧縮	圧縮、復号後に原画像の品質を損なわない可逆圧縮に対応
デジタルシネマ向け推奨圧縮技術	米ハリウッドのデジタルシネマ規格化団体 (DCI) で 2005 年 7 月に採用

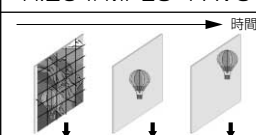
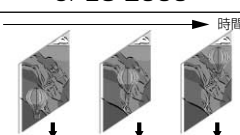
従来の JPEG 方式では画像を離散コサイン変換^{*1} (DCT：画像を小さなブロックに分割して周波数成分係数を量子化・符号化する方式) を利用していることに対して、JPEG 2000 はウェーブレット変換 (ウェーブレット関数により画像全体を周波数帯域に分け、それぞれの周波数成分を量子化・符号化して圧縮する方式) を利用している。このため、JPEG では高圧縮率 (低画質) で保存したときに目立っていたブロックノイズ (格子状ノイズ) 等が、JPEG 2000 では発生しない。また、復号時に損失の全くないロスレス圧縮と呼ばれる可逆圧縮も可能である。

表 2 に示す様に、動画像圧縮方式としては、一般的に MPEG^{*2} や H.264^{*3} が利用される。MPEG、H.264 は複数のフレーム間の差分情報を元に、動き予測等を実施し、圧縮を行うため比較的緩やかな動作や、動きの少ない映像では極めて圧縮率が高い。特に H.264 はブルーレイの圧縮に用いられる等、DCT を利用した圧縮方式の集大成と言われ、今後しばらく、これを超える動画圧縮方式は出ないと言われている。しかし、細かい速い動きの様に変化の激しい映像は苦手とされている。

これに対して、JPEG 2000 では 1 フレーム毎に圧縮した画像を、連続再生することで動画を得る。

動画としての圧縮率は H.264 に及ばないが、動画の中から任意の画像を取り出し易く、1 フレーム毎に圧縮しているため、細かい速い動きにも、影響されない。

表 2 H.264/MPEG-4 AVC との比較

	H.264/MPEG-4 AVC	JPEG 2000
圧縮方式	 離散コサイン変換 8×8ブロック毎に 圧縮	 ウェーブレット変換 周波数成分毎に圧縮
圧縮率	・静止画：圧縮率が低い (JPEG 相当) ・動 画：圧縮率が高い	・静止画：圧縮率が高い ・動 画：圧縮率が H.264 とくらべて低い
編集	・任意の画像の取り出しが困難	・任意の画像を取り出すことが容易
採用状況	・ブルーレイ方式等の DVD で採用	・デジタルシネマで採用

JPEG 2000 のもう一つの特徴として、スケーラビリティがある。圧縮されたデータから任意の品質のデータを切り出す機能のことで、一つの圧縮画像データから、目的に応じて、様々な画質、解像度 (画像のサイズ) の圧縮画像データを選択的に取りだして利用することができる。

3-3 スケーラビリティの応用 遠隔会議の利用環境

遠隔会議の利用環境は、昨今の経営のグローバル化に伴い、国内に限らず、欧米・アジア地域を中心として、グローバルレベルで離れた場所同士での打ち合わせが増えている。また、モバイル通信の普及により、無線 LAN や通信カードを使って外出先や出張先で仕事をしたり、外出先から社内のメンバーと打ち合わせをしたりするといった場面も増えている。

このような環境では、国内のように光ブロードバンドの接続環境が整っている地域だけでなく、狭帯域の専用線や電話回線を利用したダイヤルアップ接続による地域などとの接続もまだ多い。特に、海外の工場や工事現場などでは狭帯域だけでなく、通信品質も不安定な場合がある。この様な異なる通信速度、通信品質の拠点同士を複数接続するような異速度通信環境下で、従来のテレビ会議システムを利用しようとすると、最も狭い帯域の回線に合わせた映像品質で伝送が制限されたり、不安定な回線で、極端に映像が乱れるといった問題が生じている。

TVcation® は、これらの問題を解決するために、前述した JPEG 2000 の特徴の一つであるスケーラビリティ機能を利用することで、通信速度の異なる環境が混在していても、狭い回線では狭いなりりの映像品質で、広い回線では帯域を最大限に利用した高精細映像での伝送を Peer to Peer で実現している。また、目的や状況に合わせて、映像品質を、スケーラビリティとして①画質・②解像度・③フレームレートの組み合わせの中で、受信側がいつでも自由に選択することができる。

例えば、東京、大阪、上海の 3 拠点で遠隔会議を行う場合、ブロードバンド回線で接続されている東京と大阪は、大画面、高精細映像で表示し、ナローバンド回線で接続さ

れている上海では、低画質・低解像度で東京と大阪の映像を見ながら打ち合わせを行い、相手の表情を見たいときや、試作品などの精密映像を見たい時だけ、フレーム速度を落とし、画質と解像度を上げて、高精細な映像で確認するといったことが可能となる。スケーラビリティを利用した画像伝送の概要を図5に示す。

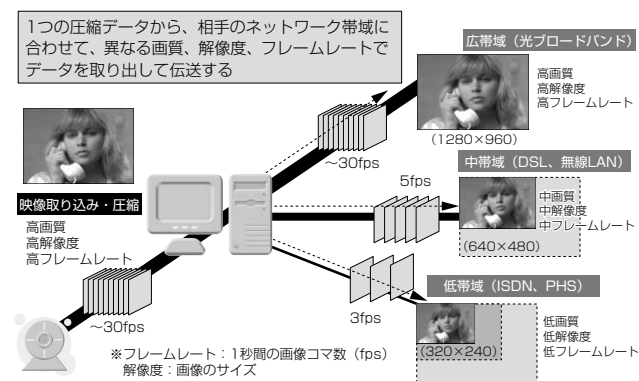


図5 スケーラビリティを利用した画像伝送

このようにTVcation®では、異速度通信環境下での利用が可能とし、これにより、ブロードバンドからナローバンドまで混在したネットワーク環境での遠隔会議を実現している。

4. ビジュアルコミュニケーションシステムの設計

4-1 機能 企業内での業務を見ると、様々な目的で会議や打ち合わせが行われている。例えば、プレゼンテーション形式の報告を中心とした役員会議、生産計画、営業計画に基づく事業部門での業績報告会、設計図面や試作サンプル品を見ながら行う研究開発部門でのデザインレビュー、技術打ち合わせ、工場での技術指導や営業活動での顧客との打ち合わせ等、多種多様である。それぞれ扱う情報は異なるが、図6に示すように一般の会議、打ち合わせにおける基本要件は、「①Power Point、EXCELやCAD

一般の会議、打ち合わせにおける基本要件
1. 資料、図面を見せる
2. ホワイトボードに描く
3. 設備や部品を見せる
4. 資料・議事録を配付する
5. 記録、メモを取る

図6 一般の会議、打ち合わせにおける基本要件

等で作成した資料、図面を見せる。②ホワイトボードに書き込む。③製品サンプルや設備等のモノを見せる」の3つと、付帯作業として、④会議等の開催前後での資料・議事録の配布、⑤会議中のメモ、記録がある。

TVcation®では、これらの会議や打ち合わせで行われる業務に焦点を絞込んだ機能を円滑に操作できるように設計した。TVcation®の主要機能を表3に示す。

表3 TVcation®の主要機能

機能	
1	プレゼンテーション 資料を見せる パソコン画面を見せる
2	既存ホワイトボード 既存ホワイトボードに描く
3	スナップショット 設備や部品等を見せる
4	ファイル転送 資料、議事録（電子ファイル）を送る
5	画像保存／管理 記録、メモを取る
6	テレビ会議／音声会議 映像、音声による対話

(1) プレゼンテーション

プレゼンテーションは、会議で最も一般的に行われる作業であり、Powerpointで作成された資料を、相手へ見せて説明を行う。TVcation®では、パーソナルコンピュータ上で実行されるプレゼンテーション画面を、そのまま他拠点へ伝送し、見せることができる。また、技術的な会議では、PowerPoint等の資料を見せるプレゼンテーションだけでなく、設計図面や、3D CAD等のコンピュータ画面を共有した協調作業が行われることから、双方向での画面表示・共有を可能とした。

(2) ホワイトボード

テレビ会議システムと連携して使用できる電子ホワイトボードが増えてきている。主な方式を表4に示す。大きく分けて既存のホワイトボードに後付けできるタイプと専用

表4 主な電子ホワイトボード

タイプ	概要	
既存ホワイトボード後付型	既存のホワイトボードに、取り付けるセンサー端末。通常のペンで書き込んだ情報をパソコンに取り込むことができる。	
専用電子ホワイトボード	専用大型パネルタイプ	専用ペンに感応する大型のパネルタイプ。プロジェクタと併用し、書き込んだ情報は、プロジェクタ投影により表示する。
	大画面薄型テレビタイプ	大型のプラズマディスプレイ／液晶ディスプレイにタッチパネルを取り付け、PC画面表示と書き込みを実現する。
	液晶ペンタブレット	液晶ディスプレイ搭載型のペンタブレット



図7 ホワイトボードを用いた遠隔会議

電子ホワイトボードとがあり、専用電子ホワイトボードには、専用の大型パネルタイプ、大画面薄型テレビを利用したタイプ、液晶ペンタブレットがある。図7に示すようにTVcation®は、この様なホワイトボードを接続利用して、ホワイトボードに書き込んだ内容を他拠点と共有し、板書による打ち合わせを行うことができる。

(3) スナップショット

最近の市販のWebカメラは、高性能化も著しく、数千円で購入できる。200万画素を超える製品も出てきており、800万画素の静止画像の取得もできるようになっている。

TVcation®は、市販のWebカメラを使い、高品位テレビ(HDTV)の3倍程度の解像度(QUXGA: 3200×2400)の静止画撮影まで対応した。更に、画質の面でも、JPEG 2000のロスレス圧縮と呼ばれる可逆圧縮により、製品サンプルや製品を構成する部品表面のキズと言った品質に関わる様な高精細画像も原画質を損なうことなく、遠隔地間で共有することを可能とした。複数のカメラを接続することで、会議中の人物映像だけでなく、製品サンプルや設備等の切り換え撮影も可能である。

(4) ファイル転送

TVcation®は、P2Pにより、接続相手と直接データ伝送を行うため、メールへの添付では送れないような大容量のファイルを相手に直接送ることができる。

(5) 画像保存/管理

本システムで使用した画像、映像は、静止画としてJPEG 2000のフォーマットで保存することができる。保存した画像は、ライブラリと呼ぶ専用の管理ソフトウェアで一元管理され、再利用を可能としている。また、各種電子ファイルを画像としてJPEG 2000フォーマットへ変換する機能を持つ。

(6) テレビ会議/音声会議

本システムの映像、音声伝送機能を使って、テレビ会議、音声会議を行うことができる。試作では6地点を結んだ多地点会議が可能である。特に映像に関しては、フレーム

レート(1秒あたりの送信枚数)を最大30flm/secから、10秒に1枚のコマ送りまで、任意に変更することができる。試作品を用いた試験では、フレームレートを下げることで、携帯端末2地点間での利用を確認している。

4-2 構成

TVcation®は、Windows上で動作するソフトウェアであり、市販のパソコンをベースとして、様々な周辺機器を利用可能である。主な対応周辺機器を表5に示す。最小構成としては、パソコンとディスプレイのみで利用開始することができる。この場合、電話や音声会議/テレビ会議と併用することで、データ共有会議環境を構築できる。

表5 主な対応周辺機器

基本構成	パソコン	
	ディスプレイ(複数接続可能)	
オプション	入力機器	電子ホワイトボード
		カメラ/映像(複数接続可能)
		マイク/音声
		ペンタブレット
	出力機器	ペンタブレット
		スキャナー
		プリンタ

4-3 マルチディスプレイ方式

パソコン上で動作するソフトウェアで操作をわかりづらくしている原因の一つとして、1画面に複数のウィンドウが立ち上がり、混乱してしまうことが考えられる。最近のパソコンは、複数のディスプレイを接続し、別の画面を表示することができる。TVcation®ではマルチディスプレイ方式を採用することで、操作性を向上している。

図8は、相手映像とスライド資料によるプレゼンテーション

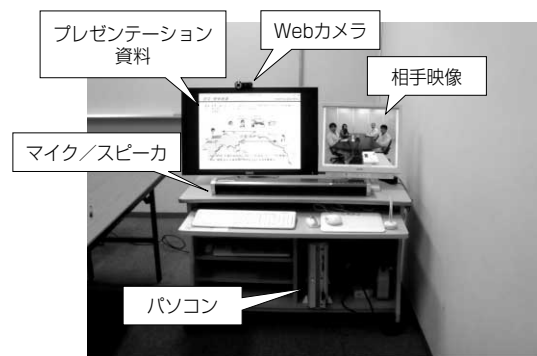


図8 会議室向け環境構成例

ンを2画面で利用した例である。会議室での利用を前提として、市販のパソコンとディスプレイ、マイク、スピーカ及びWebカメラにより構成した。

5. 活用事例

5-1 工場支援業務での活用 トヨクニ電線(株)は、日本全国に製造拠点を持っており、生産技術者が、一人で複数の工場をサポートすることも多い。そのため、生産設備の立ち上げや障害発生時には、頻繁な出張に伴う負担が大きい。特に、生産設備のトラブル時には、現地へ駆けつけるまでの間、生産が止まってしまうことが問題である。我々は、トヨクニ電線(株)と協力し、TVcation®を用いた、技術指導や設備の応急復旧を遠隔支援する検討を行っており、トラブルが発生した生産設備の遠隔復旧指示を実施した事例を紹介する。

現地工場の担当者は、設備の側面などの狭い場所にも入りできるように、**図9**に示す様なTVcation®ソフトウェアを搭載した手の平サイズの無線LAN内蔵の小型携帯端末を利用した。トラブルが発生した工場の担当者が、遠隔地にいる生産技術者に対して、設備の映像をリアルタイムに見せながら状況説明を実施した。



図9 無線LAN内蔵小型端末の利用

生産技術者は、この映像を見ながら担当者との対話を通じて設備のトラブル状況を確認した。今回の事例では、生産技術者側に同様の設備があり、この映像をTVcation®の映像送信機能と画像共有機能を利用して、担当者に見せながら操作手順の説明を行うことでよりの確な作業指示を効率的に行うことができた。これを受けて、工場の担当者は、操作する場所や操作方法を相互に確認しながら、復旧作業を進めることができた。

この様にTVcation®の高精細な画像とクリアな音声によるコミュニケーション機能は、会議室だけでなく、工場やフィールド等の生産現場の利用においても有効である。

また、工場間では、社内の業績検討会等をTVcation®を試験的に利用し、出張費の削減、出張時間の短縮にも役立っている。

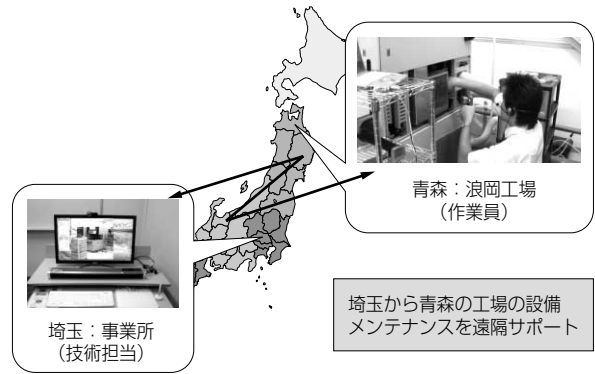


図10 工場支援用途(例)

5-2 会議業務での活用 研究部門では、**図11**に示すように、横浜-大阪-伊丹間をインターネットVPN(Virtual Private Network)で接続し、試験的にTVcation®を運用している。インターネットVPNはインターネットを経由して構築される仮想的なプライベートネットワークで、

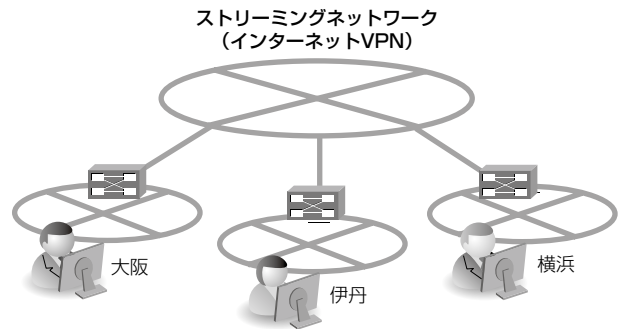


図11 評価用ストリーミングネットワーク



写真1 会議支援用途(例)

データを暗号化して相互に送受信するため、機密を保持したまま遠隔地のネットワーク同士を接続できる。バックボーンにインターネットを使うため、専用線などと比べて極めて低コストで運用できる。

現在は、解析技術研究センターを中心に毎月の報告会や会議等で利用しており、映像、音声、及びプレゼンテーション等の機能を遠隔地間でのコミュニケーションに役立てている。写真1は実際の会議での利用例である。

6. 結 言

製造業の業務効率化支援に向けて、Peer to Peerで、JPEG 2000による画像圧縮技術を活用したビジュアルコミュニケーションシステム (TVcation®) を試作開発し、住友電工グループ内での活用を通じ、製造業における業務支援に有効であることを確認した。また、JPEG 2000のスケラビリティを応用した伝送技術により、映像品質を、①画質・②解像度・③フレームレートの組み合わせの中で、自由に選択する機能を実現し、異速度環境下での利用を可能とした。

今後は、多様なユーザーニーズにも素早く対応できるように、フレキシブルにカスタマイズできるユーザーインターフェースの開発、人物認証技術によるセキュリティ面での強化を進め、より使いやすいコミュニケーションシステムを提供していく。

また、国内インターネットのトラフィック総量は、増加傾向にあり、図12に示すように、ここ3年で2.5倍の伸びを見せている。これにともない、情報端末を含むIT機器の消費電力も増加し、国内総消費電力に占める割合は、現在の5%から2025年には5倍になると言われている。

ビジュアルコミュニケーションの活用は、移動に伴うエネルギー消費の削減に有効である一方で、ネットワークのトラフィックの増加を促し、ネットワーク機器の増加に繋がる。我々は、従来と別の視点から、単に大容量のデータ

を流すのではなく、情報の質を落とさず、量を落とすことで、環境負荷の低減に貢献するシステムの実現を目指す。

用語集

※1 離散コサイン変換

画像や音声等のデータを周波数成分に変換する直交変換の1つ。一般的にDCT (Discrete Cosine Transform) と略して呼ばれることもある。MPEG、JPEGなどの画像圧縮技術や、MP3などの音声圧縮技術において利用されている。

画像圧縮では、画像内の小さなブロック単位 (たとえば8×8画素) でDCTにより直交変換して得た周波数成分を量子化、符号化するときに情報の集中していない領域に少ない符号化ビットを割り当てるか、切り捨てることで、高い圧縮率を実現している。

※2 MPEG

映像データの圧縮方式の一つ。ISOにより設置された標準化団体 (Moving Picture Experts Group) の名称がそのまま使われている。

MPEG-1からMPEG-4までの各規格が定められている。DVD等で使用されるMPEG-2、動画ストリーミング等で使用されるMPEG-4等がある。

※3 H.264

動画データの圧縮符号化方式の一つ。2003年にITU(国際電気通信連合)によって勧告された。ISO(国際標準化機構)でもMPEG-4の一部 (MPEG-4 Part 10 Advanced Video Coding) として勧告されており、「H.264/MPEG-4 AVC」のように両者を併記するケースが多い。

・Windows、Excel、PowerPointは米国Microsoft Corp.の米国及びその他の国における商標または登録商標です。

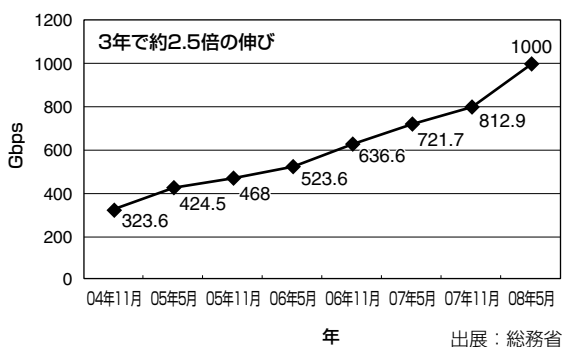


図12 国内インターネットトラフィック総量の推移

参考文献

(1) 「わかりやすいJPEG2000の技術」 オーム社

執筆者

畑 洋一*: 光通信研究所 プロジェクトリーダー
 藤田 康仁: 光通信研究所 主査
 後藤 由光: 光通信研究所
 柿井 俊昭: 光通信研究所 所長

*主執筆者