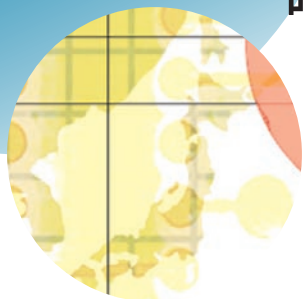


5 地域間広帯域映像中継と 地域連携の実際

研究開発における実証実験・地域貢献の一体化



//JGN/RIBB から JGN2 へ //

2000年5月、地域ネットワークの構築・運営に当たっていた各地のグループが集結し、地域間相互接続実験プロジェクト (Regional Internet BackBone: RIBB)¹⁾ を立ち上げ、JGN の高速回線を利用した高品質な地域コンテンツの流通実験を開始した。JGN 運用期間(1999年4月～2004年3月)に RIBB の主要参加団体所在地での国民体育大会開催が続き、2000年の富山国体を手始めに山梨国体、みやぎ国体、高知国体と、国体の開会式・閉会式、各競技の模様等の映像配信実験が行われた。また、Live! Eclipse 2001、Live! Eclipse 2002 の日食中継や、仙台七夕パレードなど各地の祭り中継が頻繁に行われ、ATM ネットワーク上での IP マルチキャストや IPv6 を用いたデジタルビデオの配信技術のノウハウ蓄積がなされていった。

RIBB での映像配信実験は参加組織各地域での産学官連携による地域振興を活性化させ、地域でのブロードバンドネットワーク利用の先駆けとなった。このような活動が評価され、RIBB はギガビットネットワーク・シンポジウム 2004 において地域貢献・人材育成賞を受賞している。

【JGN2 と東北リサーチセンターの取り組み】

2004年4月から始まった JGN2 では、NICT の直轄研究を実施するリサーチセンターが全国 7カ所に設けられ、仙台市に東北リサーチセンター (以下、東北 RC) が置かれ、筆者らもその一員となった。東北 RC では「アプリケーション指向型運用管理プラットフォーム技術の研究開発」を掲げ 3つの研究グループを組織し研究開発を行うとともに、JGN/RIBB 時代からの精神を引き継ぎ、地域イベント等の支援、地域プロジェクトとの連携などを積極的に受け入れ、地域内および地域間の放送分野や

脇山俊一郎^{*1} 菅野浩徳^{*1} 曾根秀昭^{*2}

^{*1} 仙台電波工業高等専門学校 ^{*2} 東北大学

遠隔教育への応用といった地域連携を伴う次世代高速ネットワークの応用にも取り組んだ。

地域間広帯域映像中継に関して、東北 RC が手がけた 2つの実験プロジェクトを以下に紹介する(図-1)。

地域間広帯域コンテンツ流通基盤実験

研究機関、自治体、事業者等の多様なメンバにより構成されたプロジェクトであり、各地でのイベント等による映像中継を実証実験としても数多く活用し、コンテンツ流通基盤技術に関する検討や技術開発を進めた。

CATV コンテンツ流通実験

研究機関および CATV 事業者をメンバとするプロジェクトであり、広域分散ネットワーク環境での実証実験を通じて、CATV コンテンツの流通の可能性や問題点の検討を進めた。

//JGN2 での地域間広帯域映像中継の実際 //

地域間広帯域コンテンツ流通基盤実験および CATV コンテンツ流通実験では、東北 RC で研究開発した映像配信関連技術の検証と、配信映像利活用のためのエンドユーザ環境構築の検討のため、JGN2 を用いた地域間と県域ネットワークなどを用いた地域内の 2つを組み合わせた映像中継実験を数多く実施した。代表的なものを表-1 に示す。実験は地域のイベント利用等の支援を兼ねており、研究開発の実証実験と地域貢献の一体化が図られている。

【アプリケーション指向型運用管理技術の研究開発】

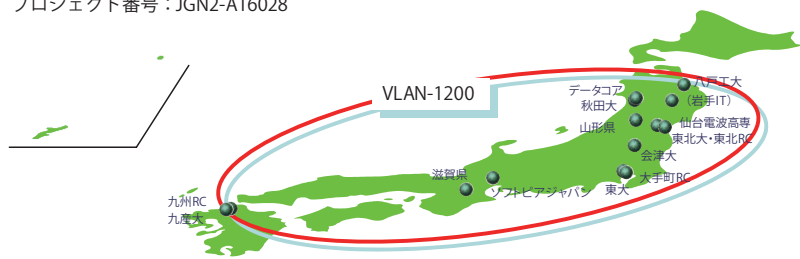
地域間広帯域映像中継で用いられた、東北 RC で研究開発を行った 2つのシステムについて簡単に紹介する。

多地点間相互映像配信システム

多地点間相互映像配信システムは、多地点間で相互利用が可能な映像配信網を実現するための分散スプリッタ

地域間広帯域コンテンツ流通基盤実験

プロジェクト番号：JGN2-A16028



参加機関：

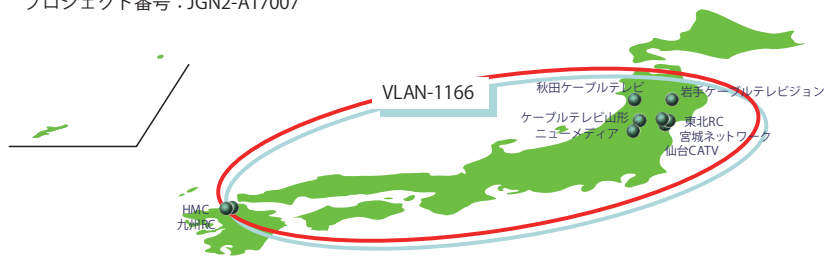
東北大学情報シナジーセンター，NICT東北リサーチセンター，八戸工業大学，NICT 岩手IT 研究開発支援センター，(株)データコア，山形県，会津大学，滋賀県，東京大学情報基盤センター，ソフトピアジャパン，九州産業大学，秋田大学，仙台電波工業高等専門学校

協力：

NICT大手町リサーチセンター，NICT九州リサーチセンター

CATV コンテンツ流通実験

プロジェクト番号：JGN2-A17007



参加機関：

NICT東北リサーチセンター，日本ケーブルテレビ連盟(仙台CATV，宮城ネットワーク，岩手ケーブルテレビジョン，ニューメディア，秋田ケーブルテレビ)，九州ヒューマンメディア創造センター

協力：

NICT大手町リサーチセンター，NICT九州リサーチセンター，東北大学情報シナジーセンター，仙台電波工業高等専門学校

● 図-1 地域間広帯域映像中継を実施したプロジェクト

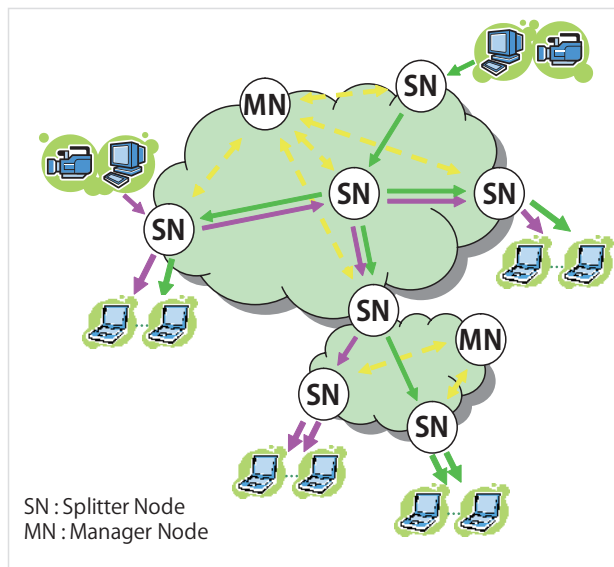
- 学校間交流実験および「JGN2 推進フォーラム2004 in 東北」(2005.5~7)
- 電子自治体人材スキルアップセミナー (2005.11.25~11.26)
- 東北大学サイエンスカフェ特番・スペイン日食中継 (2005.10.3)
- みちのくYOSAKOI中継 (2005.10.8)
- JGN2シンポジウムin仙台 (2006.1.18~19)
- 仙台七夕花火大会中継2006 (2006.8.5)
- 秋田国体中継 (2007.9.29~10.10) 他 主要なもの合計26件

● 表-1 主要な映像中継実験

システムである²⁾。DV (Digital Video) フォーマット非圧縮により約 30Mbps の伝送帯域を必要とする広帯域アプリケーションである DVTS³⁾ の映像ストリームを扱う。本システムは、配信ノード(スプリッタノード)と、管理ノード(マネージャノード)から構成される(図-2)。配信ノードは、受信した映像ストリームを次の配信ノードもしくは受信端末へ中継する。管理ノードは、配信情報や中継ノードの情報などを管理する。これにより配信網全体の利用帯域の効率化と運用管理負荷の低減が期待できる。

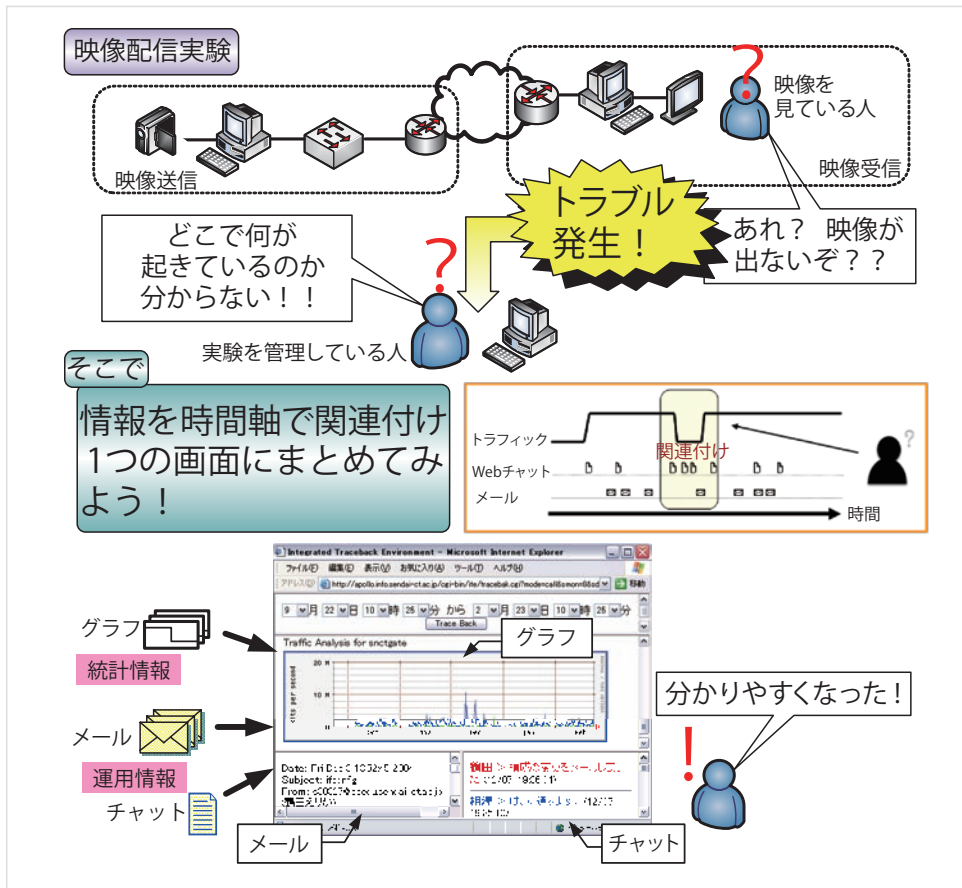
運用・統計情報統合化システム

各地のネットワーク状況(トラフィックグラフ)と実験参加者間のコミュニケーション(メーリングリストと



● 図-2 多地点間相互映像配信ネットワーク

Web チャット)を運用・統計情報として時間軸で関連付けて Web ブラウザ上に統合する⁴⁾(図-3)。時間軸で関連付けることで、トラブルなどの事後検証の手がかりとなる。統計情報は配信ネットワーク上で入出力トラフィ



● 図-3 運用・統計情報統合化システム

ックなどを計測し、統計情報を視覚的に把握ができるよう可視化している。映像の受信地点におけるパケットロス値とジッタ値のほか、受信地での映像・音声の品質を定量的にとらえるアプリケーションレベルでの計測⁵⁾も行い、本システムに統合した。

【実証実験と地域貢献を一体化した映像中継例】

さまざまなネットワーク技術の実証実験と地域間交流・地域貢献を一体化した映像中継の例を以下に紹介する。

東北大学サイエンスカフェ・スペイン日食中継

「東北大学サイエンスカフェ・スペシャル」スペイン日食中継映像配信(2005年10月3日)は、東北大学会場およびケーブルテレビへの映像伝送による地域貢献と、東北RCの研究プロジェクトである地域間広帯域コンテンツ流通基盤実験とCATVコンテンツ流通実験を兼ねて行われた。映像配信にあたっては、東北RCにて研究を進めている前述の各システムの検証、映像伝送システムのRuff(DV/HDV)の品質、ケーブルテレビ局同士での高速ネットワークを利用した素材流通の可能性について実証評価を行った。

図-4にネットワークおよび映像配信の概要図を、図-5に東北大学情報シナジーセンターでのオペレーションの様子を示す。

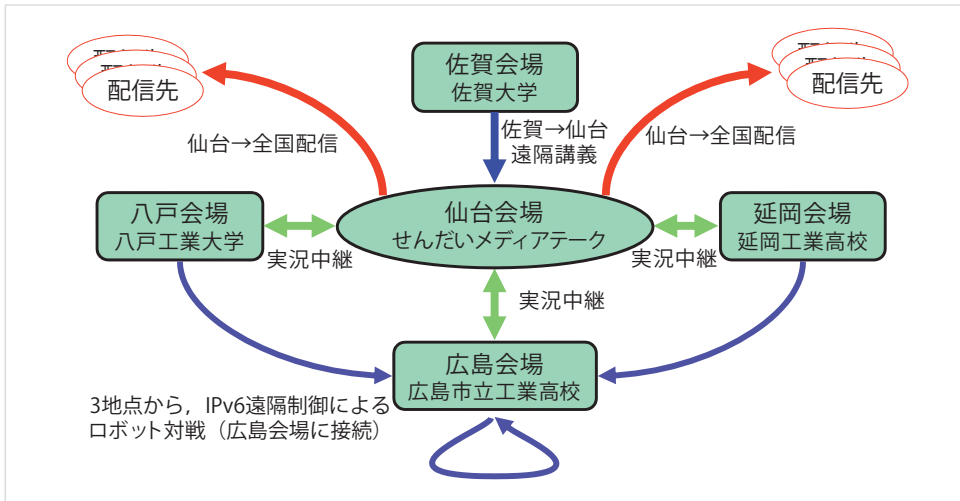
スペインで観測された日食の模様をLive! Eclipse グル

ープがJGN2まで中継したものを、東北RCがNICT小金井から2系統(DV/HDV)で受信し、それを東北大学片平キャンパスのサイエンスカフェ会場およびその他の受信地へ中継した。東北大学はその映像を利用し、東北大学サイエンスカフェのスペシャル版として、同大学理学研究科土佐教授による解説を交えて一般の参加者約150名にも公開し、天文について語り合う場を設けた(図-6)。また、東北大学サイエンスカフェ会場からの映像も受信地へ送出した。その1つは地元のケーブルテレビ局のキャベツまで送り、40分間の特別番組として生放送された。

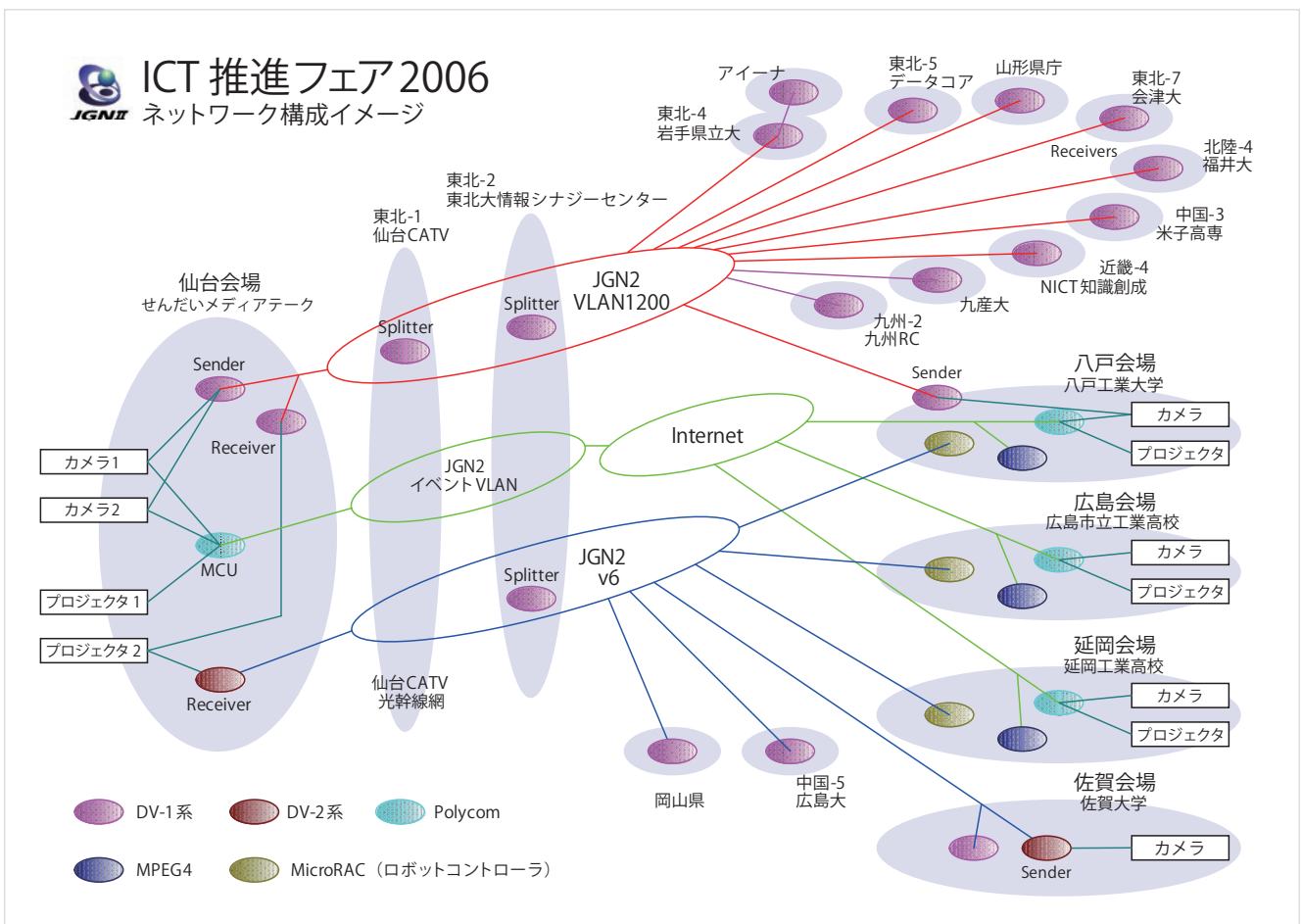
日食の映像は大変高いクオリティで受信することができ、東北大学会場に集まった一般市民や高校生からは、ヨーロッパの日食の模様をネットワーク経由の中継でテレビのように見られることに驚きの声が聞かれた。またケーブルテレビ局で行った生放送についても特に支障なく、JGN2のような次世代ネットワークが商業テレビ放送のリアルタイムの映像素材交換に堪え得るポテンシャルを有することを実証することができた。

ICT推進フェア2006 in 東北

2006年6月23日に仙台市で開催された「ICT推進フェア2006 in 東北」では、サブ会場として佐賀大学、八戸工業大学、広島市立工業高校、延岡工業高校の4拠点を設け、多角的な中継を行った。佐賀大学からは遠隔講



●図-7 「ICT 推進フェア 2006 in 東北」配信イメージ



●図-8 「ICT 推進フェア 2006 in 東北」ネットワーク図

ない JGN2v6 ネットワークを利用した。なお、IPv6 での映像配信を希望するいくつかのサイトへの DVTS による映像配信も (2) 上で行った。

(3) については、ロボット操作を行っている3つのサブ会場およびメイン会場の映像を同時に表示し、実況中継の形式をとる必要があり、映像品質よりもコミュニケーションに重点を置いていることなどから、多地点間接続が容易で映像音声の伝送遅延も少ない Polycom をイン

ターネット回線経由で用いることとした。

メイン会場であるせんだいメディアテークまでの足回り回線は仙台 CATV (株) の光ファイバ回線を使用し、(1)~(3) の3系統を IEEE 802.1Q のタグ付きフレームとして引き込み、会場内の L2 スイッチで分岐させた。

ネットワーク回線が3系統あり、また多元中継を行うため、メイン会場の映像配信ブースは数多くのコンピュ



● 図-9 メイン会場映像配信ブース



● 図-10 メイン会場スクリーン

ータ、ネットワーク機器、映像機器と各種ケーブルに占領された（図-9）。これらの機器の設営とオペレーションは仙台電波高専と東北大学の学生によって行われた。

このように複雑なシステム構成であったにもかかわらず、サブ会場からの多元中継、メイン会場からの映像配信はきわめてスムーズに行われた。

メイン会場でのスクリーン映像の様子を図-10に示す。左の4分割画面はPolycomによる映像で、ロボットを操作する八戸会場(左上)および延岡会場(右上)の様子、広島会場での遠隔操作されたロボットの映像(左下)、そしてそれらを実況するメイン会場の司会者(右下)が表示されている。一方、右側のスクリーンは八戸会場の様子で、こちらは(1)のシステムのネットワークによりDVTSでメイン会場に中継されてきた映像である。臨場感あふれる映像にメイン会場司会者の実況もうまくシンクロし、多元中継は見事に成功した。

// 地域連携の成果 //

JGN/RIBB時代からJGN2を含め8年にわたる地域間映像中継の実践を通じて、地域内および地域間での産学官連携がきわめて有効に機能したことも特筆に値する。

数々の映像配信実験で獲得した技術やノウハウを地元技術者へ移転すべく、東北RCでは総務省東北総合通信局や東北地方JGN2利用推進協議会と連携し、JGN2テクニカルセミナーを開催した。夜間・複数日にわたるセミナーとなったが、多くの若手技術者がJGN2による映像配信技術を系統的に学び、実際の映像配信実験のネットワーク構築や当日のオペレーションも体験した。また、筆者らの研究室の学生たちも数々の映像配信実験に参加する中で実践的な技術力を獲得し、毎年仙台七夕花火大会の中継は彼らだけの手で計画立案から映像配信までをこなすなど、人材育成の面で大きな成果が得られた。

参考文献

- 1) 菊池 豊, 中川郁夫, 樋地正浩, 八代一浩, 林 英輔: 地域間相互接続実験プロジェクト, 情報処理, Vol.43, No.11, pp.1171-1177 (Nov. 2002).
- 2) 菅野浩徳, 曾根秀昭: S3 スプリッターノードの実装, 日本学術振興会インターネット技術第163委員会(ITRC)第4回先進的ネットワーク&コンピューティングテクノロジーワークショップ, ITRC Technical Report No.43, pp.81-86 (2007).
- 3) Ogawa, A., Kobayashi, K., Sugiura, K. et al.: Design and Implementation of DV based video over RTP, Packet Video 2000 (May 2000).
- 4) 奈良岡豪, 脇山俊一郎: 運用情報の統合化による映像配信実験の事後検証支援システム, 平成16年度電気関係学会東北支部連合大会講演論文集, p.197 (2004).
- 5) 高橋友和, 脇山俊一郎: DVTSのプロセス解析に基づく配信映像・音声の品質評価手法, 平成17年度電気関係学会東北支部連合大会講演論文集, p.165 (2005).
- 6) 小出和秀, 菅野浩徳, 脇山俊一郎, 曾根秀昭: ICT推進フェア2006 in 東北における映像配信実験, 2006年度・電子情報通信学会通信ソサイエティ大会 (2006).

(平成20年8月6日受付)

脇山俊一郎(正会員)

wakiyama@info.sendai-ct.ac.jp

仙台電波工業高等専門学校情報工学科教授。2004～08年(独)情報通信研究機構(NICT)東北リサーチセンター特別研究員併任。コンピュータネットワークの教育・研究に従事。電子情報通信学会会員。

菅野浩徳(正会員)

hkanno@cc.sendai-ct.ac.jp

仙台電波工業高等専門学校情報通信工学科准教授。2004～08年(独)情報通信研究機構(NICT)東北リサーチセンター特別研究員併任。

曾根秀昭

sone@isc.tohoku.ac.jp

東北大学サイバーサイエンスセンター教授。2004～08年(独)情報通信研究機構(NICT)東北リサーチセンター長併任。電子情報通信学会などの会員。