

工業系高等学校における IPv6 を用いた ユビキタス社会実験研究プロジェクト —プロジェクトの概要と意義—

渡辺健次^{1†}, 近藤弘樹²

佐賀大学理工学部知能情報システム学科 〒840-8502 佐賀市本庄町 1

E-mail: 1 watanabe@is.saga-u.ac.jp, 2 kondo_h@is.saga-u.ac.jp

あらまし 平成 13 年度から行っている本プロジェクトでは、工業系高等学校の生徒が IPv6 を用いて、ユビキタス社会で実現するであろう情報家電を含む情報端末が、社会の中で具体的にどのように実現可能であるかを、実際に自ら情報端末を作成し、検証し、実証的に開発研究を行っている。本研究開発に参加する若者にとっては、自分たちが生きる社会の姿を自分たちで創り出すことに参画することになる。

キーワード ユビキタス人材育成, 工業系高校, IPv6, 情報家電

Research Project for Ubiquitous Society with IPv6 at Technical High Schools —Objects and Activities of the Project—

Kenzi Watanabe^{1†}, Hiroki Kondo²

Faculty of Information Science, Department of Science and Engineering, Saga University.

1, Honjyo, Saga, 840-8502 Japan

E-mail: 1 watanabe@is.saga-u.ac.jp, 2 kondo_h@is.saga-u.ac.jp

Abstract In this project, technical high schools students try to create future ubiquitous society. They have been developed a couple of ubiquitous systems such as remote operate-able systems, small model of ubiquitous house, sensor systems and so on. During the developments, the students get experiences to create their future society by themselves.

Keyword Education for Ubiquitous Society, Technical High School, IPv6, Ubiquitous Electric Household Appliances

1. はじめに

現在、IT 革命の第 2 段階として、ユビキタス・コンピューティング、ユビキタスネットワークを主とする、ユビキタス社会が展望されている。この社会では、パソコンだけでなく、あらゆる生活家電品や、情報機器がネットワークで結ばれ、その統合化されたシステムが人々の生活に寄与することが期待されている[1]。

そのようなユビキタス社会を実現するためには、社会の情報化のコアとなる人材の養成が必要である。

従来の情報教育や教育の情報化は、情報化社会に住むことになる一般市民の育成を念頭に進められてきた。また、社会の情報化を担う人材育成としても、ソフトウェアの活用を念頭においた情報系学科がその役割をはたしてきた。

しかし、ユビキタス社会に必要な無数の情報機

器を創り出すためには、ハードウェアとソフトウェア、そしてネットワークに精通し、システム開発を行い、社会に提言できる人材の育成が重要となるが、残念ながら、現状では、ほとんど手をつけられていない。

我々は、平成 13 年度から、佐賀、広島、宮崎の工業系高校を舞台にして、ロボット等の遠隔操作実験、ユビキタス住宅模型の製作といった、IPv6 を用いたユビキタス社会実験研究について、高校生と共に実証的に行ってきた[2][3][4][5][5][6][7]。

このプロジェクトは、現在の高校生が、彼・彼女ら自身が主役となる未来のユビキタス社会を、自らの手で創り出す活動を行うという点に、大きな意義がある。すなわち、本プロジェクトはユビキタス社会を創り出す人材の養成という意義を持っており、その意味で、これまでにない新しい重要なチャレンジである。

[†] 本稿はプロジェクト全員を代表して執筆したものである。

また、本プロジェクトを通して、ユビキタス社会を担う人材育成の場として、工業系高校が非常に重要な位置を示すという認識を持つに至った。すなわち、ユビキタス社会を創り出すために必要なハードウェアとソフトウェア両方についての課程を備えた工業系高校は、ユビキタス時代の人材育成の舞台として非常に適していることがわかった。

本稿では、我々が取り組んでいる「工業系高等学校における IPv6 を用いたユビキタス社会実験研究プロジェクト」について、プロジェクトの意義と取組を紹介する。まず第2章で、プロジェクトの概要と経緯を紹介する。次に第3章で、プロジェクトのネットワーク構成を、第4で活動の一部を紹介する。第5章で考察を行い、第6章でまとめと今後の展望について述べる。

本稿は、プロジェクト全員の活動を元に記しているため、本来はメンバー全員を共著者に記すべき内容となっている。そこで、稿末に本プロジェクトのメンバー一覧を記すことで、本稿が全員の成果であることを示すこととする。

2. プロジェクトの概要と経緯

佐賀県では“NetCom さが推進協議会”が中心となっており、平成 13 年度に IPv6 普及・高度推進協議会が実施した通信・放送機構のプロジェクト「IPv6 アクセス網及び情報家電による実証実験」(情報家電実証実験)に参加し、CATV 網を利用した IPv6 アクセス網を提供するとともに、運用面および利用面での実験・検証を行った。

このプロジェクトの一環として、平成 13 年度から平成 14 年度にかけて「工業高校における IPv6 を用いたロボット遠隔操作の実証実験」に、佐賀県内の 3 つの工業系の高等学校(有田工業高校、多久高校、佐賀工業高校)が、NetCom さが推進協議会、佐賀大学の協力を得て取り組んだ。この実証実験では、高等学校生徒が主体的に、IPv6 を用いての(a)遠隔ロボット操作、と共に、(b)情報家電コントローラによる遠隔制御、(c)モータの遠隔駆動、(d)電子オルゴールの遠隔オン/オフ、(e)ソーラカーの遠隔操作、(f)ロボットの遠隔操作に取り組み実施した。佐賀大学と NetCom さが推進協議会は、IPv6 ネットワークの構築とその利用方法の面から協力した。

平成 15 年度は、通信・放送機構「情報家電の IPv6 化に関する総合的な研究開発」事業の支援を受けて、「工業高校における IPv6 を用いたロボット遠隔操作環境実現とロボット遠隔操作実験および総合的情報家電模型操作環境実現と遠隔操作実験に関する研究開発」のテーマ名の下で、佐賀大学、広島大学、広島市立大学がそれぞれ佐賀県の 7 工業系高等学校(これま

での 3 校に加えて唐津工業高校、塩田工業学校、鳥栖工業高校、北陵高校の 4 校)、広島県内の広島大学附属福山中・高校、広島市立広島工業高校(以降では「市立広島工業高校」と記す)において、新たな取り組みを行った。各校では情報家電コントローラを用いたロボットや各種機器との接続実験を進めると共に、IPv6 の勉強会を大学の協力を得て開いた。

平成 16 年度は、情報通信研究機構「情報家電の IPv6 化委託研究開発」の支援を受けて、「工業系高等学校における IPv6 を用いたユビキタス社会実験研究プロジェクト」のテーマの下で、これまでの佐賀県内の 7 校、広島県内の 2 校に加えて、新たに宮崎大学と宮崎工業高校、都城工業高等専門学校においても取り組んだ。

これまで本プロジェクトで行ってきた取組は、「第三十八回佐賀県高等学校工業技術研究発表大会」、「文部科学省主催学校インターネット活用研究成果発表会」、「全国産業教育フェア」、「九州 JGN II シンポジウム in さが」[9]などで高い評価を得ると共に、「情報処理学会第 65 回全国大会特別トラック(IPv6 アプリケーション)」[2]、「日本教育工学会第 20 回全国大会」[5]、電子情報通信学会教育工学研究会[7]などの学会・研究会や、国際会議「SAINT2004 (“The 2004 Symposium on Applications & the Internet”）」[5]、APNG Camp で講演[6]を行った。また、平成 15 年の活動については、報告書[8]を作成している¹。

3. ネットワーク構成

本プロジェクトの大まかなネットワーク構成を、図 1 に示す。

本プロジェクトでは、IPv6 による研究開発を広域で行うため、情報通信研究機構が運営する JGN2 上の IPv6 網“JGNv6”を、バックボーンネットワークとして利用している。佐賀、広島、宮崎の各地域には、JGN2 のアクセスポイントが整備されており、最低でも 100Mbps の回線を利用することができる。

各地域内は、地域ネットワーク、県の教育ネットワーク、B フレッツおよびフレッツグループなどを利用して、各地域の JGN2 アクセスポイント、およびそれ

¹報告書は、希望者に配布出来ますので、お知らせください。

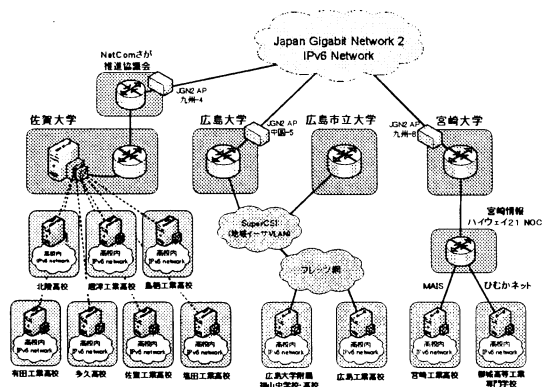


図 1 ネットワーク構成

それぞれの大学と接続している。

なお、IPv6 プレフィックスは、JGIPv6 のアドレス(グローバルユニキャストアドレス)を用いている。

なお、本プロジェクトでは、IPv6 ネットワークの整備、構築は、大学を中心としたスタッフが担当した。

4. プロジェクトでの活動

本章では、本プロジェクトの成果の一部を、簡単に紹介する。

本プロジェクトでは、多くの学校で様々な活動を行っているため、限られた紙面では、全てを紹介することができない。活動の詳細については、報告書[8]やプロジェクトのホームページ[2]などを参照されたい。

4.1.2 足歩行ロボットの遠隔操作

赤外線コントローラで制御することができる 2 足歩行ロボットと、IPv6 機能を内蔵した情報家電コントローラ(マイクロノード)[10]を接続し、IPv6 ネットワーク越しに制御を可能にする、というものである。

ただし、情報家電コントローラと赤外線コントローラを接続するためには、情報家電コントローラの 8 チャンネルパラレル出力を利用して赤外線コントローラを制御する回路を自作する必要がある。

図 2 に示す多久高校(佐賀)のロボットは、8ch リレー出力回路を作成して情報家電コントローラに組み込み、ロボットの遠隔制御を行った。遠隔地からロボットの前進、後進、サウンドの制御を行うことができる。

「九州 JGN II シンポジウム in さが」[9]では、ロボットの頭部に小型のワイヤレスマイクロカメラを装着し、ロボットの視線の映像を見ながら、遠隔操作を行った。

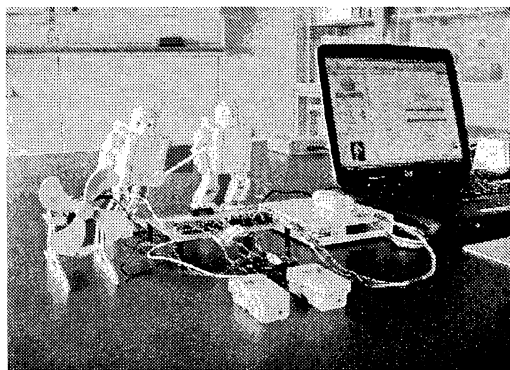


図 2 2 足歩行ロボット(多久高校)

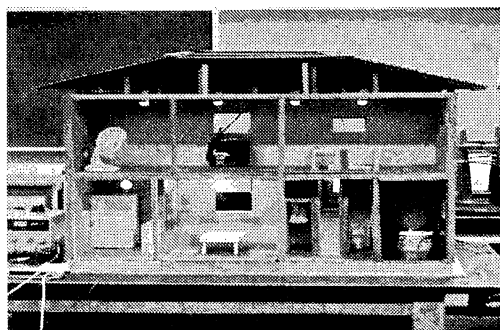


図 3 ユビキタス住宅模型(有田工業高校)

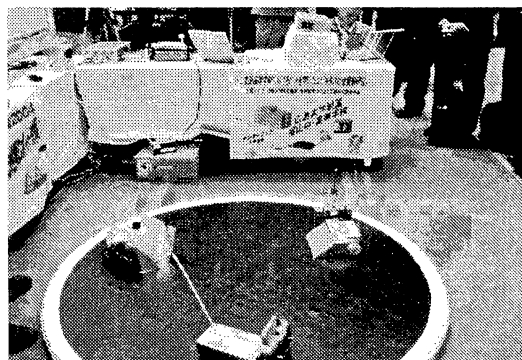


図 4 相撲ロボットの遠隔対戦(市立広島工業高校)

この 2 足歩行ロボットは、平成 13 年度のプロジェクト開始時に、参加校で共通して取り組んだものである。しかし、情報家電コントローラに組み込む回路は、各校それぞれで作成して用いている。各校では、まず豆電灯やミニ扇風機などの ON/OFF を通じて情報家電コントローラの動作を学んだ後、ロボットの制御に取り組んだ。

4.2. ユビキタス住宅模型

有田工業高校(佐賀)の製作したユビキタス住宅模型は、住宅模型の中に設置した電灯、TV、扇風機、お風

呂などを、IPv6 ネットワークを介して遠隔で操作できるものである(図 3)。

実際の制御は、情報家電コントローラを介して、Web インタフェースで行う。情報家電コントローラに組み込む回路が、住宅模型に設置した機器を制御する。

国際会議 SAINT2004 では、この住宅模型を開発した高校生が英語で発表を行った[5]。

4.3. 相撲ロボットの遠隔対戦

市立広島工業高校が製作した相撲ロボットは、ジョイスティックを用いて、遠隔地から操作ができるロボットである(図 4)[6]。

ロボット相撲とは、縦横 20x20cm、高さ無制限、重量 3kg で作成されたロボットが、約 1.5m の円形の土俵上で、ラジコンで操作して相撲を行うもので、毎年、全国大会が行われている。

市立広島工業高校情報電子部では、この大会で用いるラジコンタイプの相撲ロボットを、汎用コンパクトノード MicroRAC (RemotAppliance Controller)を用いて IPv6 からの制御を可能にした。MicroRAC は、Linux が動作する小型のマイクロノードである[11]。MicroRAC のパラレル出力を AM 波に変換する回路を作成し、ラジコンのプロポを介してロボットの制御を行う。

ロボットを操作する遠隔地側では、MicroRAC に接続したジョイスティックを用いて、ロボットの前後左右へ動きを制御することができる。

「九州 JGN II シンポジウム in さが」[9]では、市立広島工業高校に設置した相撲ロボットを、佐賀と宮崎から制御を行い、対戦した。

4.4. シャトルロボット遠隔操作

宮崎工業高校の製作したシャトルロボット(図 5)は、2 つの高速で回転するローターの間にシャトルを送り込むことで、シャトルを発射する機能を持っている。

シャトルを発射する際に、発射仰角を調整することができる。また、ロボットには、モータで駆動するタイヤが装備されており、ロボット全体が前後左右、自由自在に移動ができ、これらの制御がネットワーク経由で可能である。

ロボットは MicroRAC を搭載しており、回路を製作して MicroRAC のパラレル出力と接続している。

「九州 JGN II シンポジウム in さが」[9]では、宮崎会場に設置したシャトルロボットを、佐賀と広島から制御を行い、対戦した。

4.5. IT カーの遠隔操作

都城高専が製作した IT カー(図 6)は、Linux が動作する小型 ITX マザーボードを搭載し、無線 LAN に対応している。

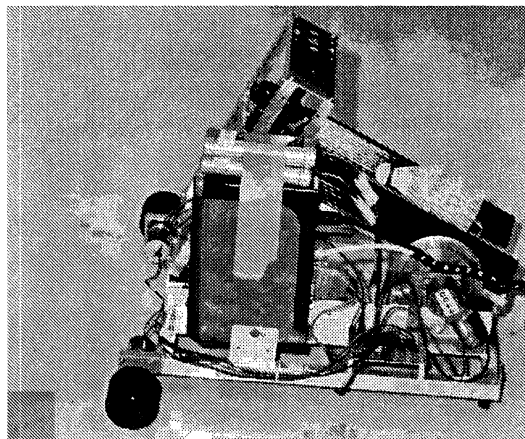


図 5 シャトルロボット(宮崎工業高校)

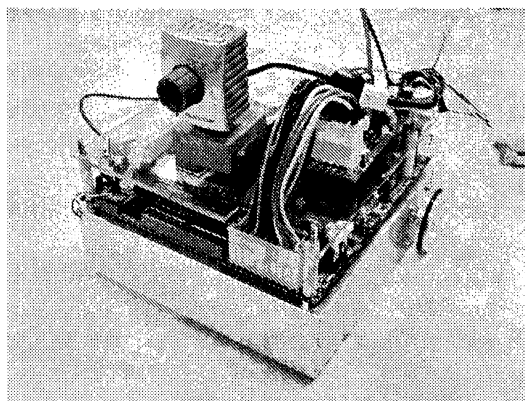


図 6 IT カー(都城高専)

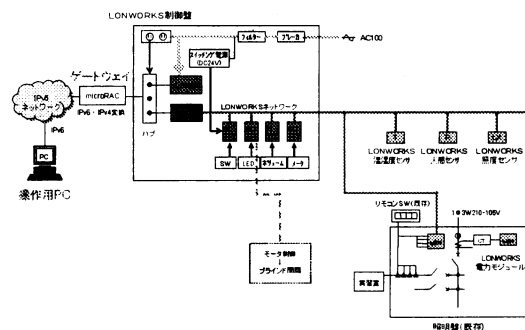


図 7 LonWorks による情報家電制御デバイス
(市立広島工業高校)

IT カーは小型カメラを搭載しており、カメラの映像を見ながら、遠隔から IT カーを操縦(前進、後進、右折、左折、左回転、右回転、速度制御)することができる。

4.6. 情報家電制御デバイスの作成

市立広島工業高校では、LonWorks プロトコル[12]を用いて、教室の様々な情報を収集し、制御を行う“情報家電制御デバイス”の開発を行った[6]。LonWorks プロトコルは、ファシリティ・ネットワークの分野で、標準化に向けて議論が進められているプロトコルである。

LonWorks キットを用いて照明の制御、温度、湿度、人感センサーの監視ができる制御盤を作成し、実験環境構築を構築した(図 7)。

また、IPv6 ネットワークを経由して遠隔地からパソコン等で使用するユーザインタフェースを開発し、作成した制御盤の制御を行った。

5. 考察

5.1. ユビキタス時代の人材育成

社会の何処にも情報端末があり、それらがネットワークで結ばれて人々の役に立ち、生活を豊かにしている社会、ユビキタスネット社会の実現は展望されているが、具体的な社会は自分たち自身で創り上げて行かねばならない。

本プロジェクトでは、佐賀県、広島県、宮崎県の工業系高等学校と工業高等専門学校の生徒達が、「自分たちが創る」として名乗りを上げ、大学の支援を得て、IPv6 を用いて情報端末の研究開発を行っている。

生徒達は、自分たちで、操作対象を作成し、操作を試み、ネットワークを通じて語ることに、目を輝かせている。平成 15 年度の報告書[8]にある生徒達の感想文に見られるように、プロジェクトを通じて、いずれの生徒達も、自分たちが自らの手で、最新技術を用いてユビキタス社会を垣間見、その創造に加わることの喜びを語っている。

すなわち、本プロジェクトでは、次の時代を担う高校生が、次世代インターネット IPv6 を用いて、ユビキタスネットワークとユビキタス・コンピューティングに取り組み、ユビキタス社会をイメージし、システムを作成し、自ら具体的に試みる事ができている。最先端の技術に触れることで、生徒に学ぶ意欲が生まれ、自信となっている。

このことは、本プロジェクトがユビキタス社会を創り出す人材の養成という意義を果たしていることを示している。

5.2. 工業系高校の役割

現在の日本の工業高校教育は、ものづくりという命題と情報化社会の急速な変化の中で、再編を余儀なくされている。また、細分化、複雑化された業種のために、進路保障の問題もからみ、電気系や機械系、情報系、化学系等それぞれの専門分野の中で、再編し、あ

るいは隣接領域と統合することで、時代に応じた教科内容を構築してきた。

本プロジェクトで扱っているテーマは、情報、電気・電子のみならず、機械、建設など、極めて多彩である。そのため、プロジェクトを行う多くの工業系高校では、「課題研究」などの学科横断的プロジェクトを立ち上げたり、クラブ活動を通して、研究を行うことができた。

また、ユビキタス時代を創り出す試みは、ある程度の研究機関的な工房的設備と、それを備えた部屋を必要とする。その点でも、工業系高校では、学科を横断すれば、ハードウェアとソフトウェアの両面から、必要な設備、機材、知識を用意することができる。

これらは、工業系高校がユビキタス社会に求められる領域に対応できることを示していると言える。ユビキタス社会に対応する学科や教育内容を、現行の学科編成をベースにして再構築することで、より発展することも期待される。

すなわち、本プロジェクトは、ユビキタス社会を見据えた、新たな工業系高校の形態を示しているとも言える。

5.3. IPv6 の意義

一般に教科の教育法は、基礎的な部分から積み上げていくのが通常であるが、本プロジェクトでは IPv6 という未知の最先端技術をテーマとして取り入れた。

これに対して、生徒の側からは、最先端技術に取り組むことについて大きな期待と意欲が寄せられた。ネットワークの新しい分野を体験することで、生徒たちは IPv6 に非常に興味を持った。最新技術に触れたことと、ロボット等の遠隔操作を行ったことから実験を成功させた満足感がみられた。

このように、先端技術や未来技術を研究テーマに据えることで、高校生にとって学習意欲を喚起させる教育的効果があることがわかった。

一方 IPv6 は、ユビキタスネットワークを実現する技術として、現在、多くの研究開発が進められている。IPv6 では、豊富なグローバルアドレスを利用することができ、世界の情報機器が直接通信することを可能にする。

NAT やファイヤウォールに多くの制約を受ける現在の学校のネットワークでは、テレビ会議システムの利用が困難など、多くの問題点が指摘されている[13]。IPv6 は次世代の学校ネットワークを考える上で、鍵となる技術であるとも言える。

6. まとめと今後の展望

本稿では、我々が取り組んでいる「工業系高等学校における IPv6 を用いたユビキタス社会実験研究プロ

ジェクト」について、プロジェクトの意義と取組を紹介した。

ユビキタスネットワーク社会は到来するものではなく、人が創り出すものである。本プロジェクトでは、工業系高等学校の生徒が IPv6 を用いて、ユビキタス社会で実現するであろう情報家電を含む情報端末が、具体的にどのように実現可能であるかを、実際に自ら情報端末を作成し、実証的に開発研究を行ってきた。

工業系高校において、次世代ネットワークに直接取り組み、自分たちが生きる社会の姿を自分たちで創り出すことに参画している次世代を担う現在の若者が、これからのユビキタス社会を創造する人材になることを、我々は確信している。

平成 17 年度については、いくつかの地域を加えて、プロジェクトを発展的に行うことを計画している。また我々は、本プロジェクトは全国規模で取り組むべきプロジェクトでもありと考えている。そのため、平成 18 年度以降を見据えた活動を行う予定である。

謝辞

本研究は平成 13 年度通信・放送機構の支援により IPv6 普及・高度化推進協議会によって行われた「IPv6 アクセス網及び情報家電による実証実験」、平成 15 年度通信・放送機構「情報家電の IPv6 化に関する総合的な研究開発」事業、および平成 16 年度情報通信研究機構「情報家電の IPv6 化委託研究開発」の支援を受けている。ここに記して謝意を表します。

プロジェクトのメンバー一覧

(佐賀大学)近藤弘樹、渡辺健次、大谷誠、田中久治、江頭広幸、(広島大学)相原玲二、西村浩二、近堂徹、藤田貴大、(広島市立大学)前田香織、河野英太郎、岸田崇志、上浦大智、(宮崎大学)高岸邦夫、中國真教、園田誠、松澤英之、(有田工業高校)中村隆敏、山田成仙、吉永伸裕、山口史倫、杉谷直樹、下野常男、(佐賀工業高校)剣菱裕、末次孝文、(多久高校)山下利秀、見浦浩徳、井手三男、野崎良二、小川高明、(鳥栖工業高校)坂井欣吾、徳永智康、(塩田工業高校)平川秀樹、(唐津工業高校)辻雅也、(北陵高校)増田典光、(広島市立広島工業高校)谷口和久、金田龍之、(広島大学附属福山中・高校)平賀博之、(都城工業高等専門学校)上野純包、小森雅和、樋渡幸次、中村義和、(宮崎工業高等学校)東浩司、毛上卓也、富山隆志、(ネットコムさが推進協議会)西村龍一郎、緒方俊彦、(古賀製作所)古賀正男、古川豊、(アボック)長友信裕、岩崎護、藤野省一郎、(宮崎情報ハイウェイ 21NOC)井上英之、富岡猛、近藤博則

文 献

- [1] 総務省：“ユビキタスネットワーク技術の将来展望に関する調査研究会”，
http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/policyreports/chousa/yubikitasu/index.html, (2002).
- [2] “工業系高等学校における IPv6 を用いたユビキタス社会実験研究”，
<http://www.ai.is.saga-u.ac.jp/ipv6-robocon/>
- [3] 中村隆敏，山田成仙，山下利秀，緒方俊彦，溝口正昭，西村龍一郎，大谷誠，江頭広幸，田中久治，渡辺健次，近藤弘樹：“工業高校における IPv6 を用いたロボット遠隔操作の実証実験”，情報処理学会第 65 回情報処理学会全国大会講演論文集 (2003.3).
- [4] 中村隆敏，山田成仙，山下利秀，末次孝文，緒方俊彦，溝口正昭，西村龍一郎，江頭広幸，大谷誠，田中久治，渡辺健次，近藤弘樹：“工業系高校での IPv6 を用いた教育実践 ～ユビキタス社会への人材育成～”，日本教育工学会 第 20 回全国大会講演論文集，225 - 228 (2004.9).
- [5] Yusuke Takamori, Kouta Tsukamoto, Takatoshi Nakamura, Shigenori Yamada, Toshihide Yamashita, Takafumi Suetsugu, Toshihiko Ogata, Masaaki Mizoguchi, Ryuichiro Nishimura, Makoto Otani, Hiroyuki Egashira, Hisaharu Tanaka, Kenzi Watanabe and Hiroki Kondo: “A tele-control project over IPv6 in technical high schools”, Proceedings of 2004 International Symposium on Applications and the Internet Workshops, the IEEE Computer Society, pp.128-130 (2004.1).
- [6] Yuji Araki: “Experiment research of the next generation network”, 6th APNG Camp 2005 Kyoto, Japan, 21st - 23rd February 2005
- [7] 渡辺健次：“工業系高等学校における IPv6 を用いたユビキタス社会実験研究プロジェクト-プロジェクトの意義と取組-”，電子情報通信学会教育工学研究会，信学技報 ET2004-116, pp. 85 - 90 (2005.3).
- [8] “工業高校における IPv6 を用いたロボット遠隔操作環境実現とロボット遠隔操作実験および総合的情報家電模型操作環境実現と遠隔操作実験に関する研究”，平成 15 年度研究開発成果報告書 (2003.3)
- [9] 次世代高度ネットワーク九州地区推進協議会：“九州 JGNII シンポジウム in さが～これからのユビキタスネットワーク社会を目指して～”
http://www.kitaz-it.nict.go.jp/%7Ejgn2kyu/saga_d1215.htm
- [10] インターネットノード株式会社：“IPv6/v4 DualStack 汎用マイクロノード RS6”，
<http://www.i-node.co.jp/product/rs6index.html>
- [11] 広島大学情報メディア教育研究センター：“汎用コンパクトノード MicroRAC (Remote Appliance Controller)”，<http://net.ipc.hiroshima-u.ac.jp/microrac/>
- [12] エシュロンジャパン：“LonWorks ネットワークテクノロジー”，<http://www.echelon.co.jp/>
- [13] 前田香織，相原玲二，染岡慎一，前原俊信，渡辺健次，西村浩二，河野英太郎：“高品質動画画像通信に対応した学校ネットワークの構築と利活用”，情報処理学会「分散システム / インターネット運用技術シンポジウム 2003」講演論文集，pp. 87 - 92 (2003.1).