

## 第五章

### まとめ

## 1 まとめ

### 1.1 調査研究総括

#### (1)プロジェクト推進

本プロジェクトは、実証フィールドが山梨県ならびに岐阜県にまたがっている。具体的な実験を実施するには、それぞれの県の農畜産物の生産者、流通関係者、先生と生徒を含む学校関係者などの協力が不可欠であったため、国のIT戦略を含めた本プロジェクトの主旨をご説明し理解を深めていただいた。幸いにも関係各位のご理解が深く、本プロジェクトへのご協力をいただけたことが最大の成功の理由である。

プロジェクトの推進にあたっては、山梨県と岐阜県関係者のご尽力があり、工事や試験、実証実験などタイトなスケジュールを乗り切ることができた。

このような関係各位の親身のご協力を得ることができたのは、やはり将来に向けて何らかのアクションを起こしたい、アクションを起こさなければ将来が開けないといった強い意識があり、それらのベクトルが揃ったからに他ならない。

そういった意味でこのプロジェクトがトリガとなって、いろいろな気運が盛り上がりつつある状態をできる限り継続して、次のステップへ進みたい。

#### (2)システム構築

IPv6 ネットワーク構築は、昨今の IPv6 ルータの機能拡充により、IPv6 アーキテクチャを網羅しており、それらをいかに使いこなすかといった方面がネットワーク構築のポイントとなった。

各サーバや端末系は、種々のOSを使用したがる、汎用品の中には完全に IPv6 アーキテクチャを満足していないものもあり、種々の苦労があった。

今回のプロジェクトでの経験を振り返ってみると、今後の IPv6 のやらねばならない課題が見えてきた。IPv6 の使用感というのをユ - ザにどれだけ意識させるかというPR面の課題があるが、複雑な設定事項は逆効果を生み出す可能性もある。いかに便利になってそれが IPv6 の効果であることを知らしめることが今後の IPv6 の発展とビジネス化に必要なだと感じた。

#### (3)開発・設計

今回の調査研究に必要な IPv6 センサであるが、ハードウェアの小型化とそこへの IPv6 アーキテクチャの実装に苦労した。IPsec やモバイル TCP/IPv6 など、処理性能を要求されるものがあるため、高いCPUの処理能力が必要であり、それに加えて無線LAN機能も実装している。そうすると消費電力が大きくなり、バッテリーの有効時間に影響を及ぼす。

これらの要求事項を満足させるために、サーバとの通信プロトコルにスリープとウェイクアップの機能を盛り込み、必要なデータ送受が終了した場合にすぐにスリープに入

り、できる限りバッテリー消費を少なくする工夫を施した。

しかしながら、実際の運用を考慮すると、サーバからのセンサー起動など複雑なプロトコルが必要になる。センサというパーツで考えた場合、アプリケーションレベルまで盛り込むと汎用性がなくなるので、どこかのレイヤまで取り込むのが最適か、今度の更なる小型化を考えた場合重要な IPv6 センサーのアーキテクチャ検討項目になると考える。

#### (4)実証実験

今回の実証実験は、遠隔監視、情報追跡、自然体験学習の3つの要素で行った。

##### 遠隔監視システムの実証実験

技術的検証としては、今回開発した IPv6 温度センサーがメインとなった。牛という生き物を対象としたこともあり、動きまくって外れたり、他の牛にかじられたりといった想定していなかった事象が多々発生したが、なんとか取り付けに成功し通信やバッテリー寿命など必要な技術検証を行うことができた。

ビニールハウスにおいては、散水などによる水分からの保護などが必要となり、ロジカルな面もさることながら、環境対策にも十分に配慮する必要がでてきた。

これらの実証実験で生産者からは、遠隔監視が低コストで実現できればリスク回避や生産性向上など、直面している課題解決になるという期待の意見があった。特に牛の生産においては、分娩など危険が伴う事象に対し、映像や体温により事前に検知したり、発情の検知をしたりとデータの蓄積によりいろいろなリスク回避ができるのではないかと期待があった。

今回は、温度に絞ったセンシングを行ったわけであるが、将来的にいろいろな用途のセンシングに使用できるのではないかとと思われる。

以上のように、この実証実験を行うことにより、更なる農畜産業従事者（特に生産者）の課題が浮き彫りになり、IT化による課題解決の領域が広がったと感じた。

##### 情報追跡管理システムの実証実験

本実証実験は、IPsec やモバイル TCP/IPv6 など、IPv6 アーキテクチャのうち新しい要素についての実証実験がメインとなった。

これらのアーキテクチャを実装した IPv6 温度センサーは、バッテリーの寿命が有限であるため、間欠動作をさせる必要があった。しかしながら、モバイル TCP/IPv6 は常に接続されているといった環境下でのアーキテクチャの検討がなされており、相反することを行う必要がでてきたためアプリケーションプロトコルで実現することにした。

社会的検証としては、牛の場合はと畜センターまでの移動情報を自動的にデータベースに格納する機能を構築。今回はと畜センターまでの移動での検証であったが、将来的に枝肉から部分肉に展開され、それが消費者に渡るまでの流通を含めたトータルトレーサビリティシステムが構築できればと考えている。そういった意味でも国が制定した牛の番号は IPv6 温度センサーのアドレスに盛り込み済みなので、将来的にトレーサビリティシステムの有効な手段の一つになればと思う。

農産物は、IPv6 温度センサーの IPv6 アドレスを、花きの出荷時にバーコードに変換して取り付けるという検証を行い、動作的には問題が無いことの検証ができた。今回は花き（洋蘭）という高価な農産物を選定したが、他の農産物への応用については課題は多い。

以上のように、今回は生産から出荷、と畜までの検証であったが、次のステップでは流通を含めた消費者までのトータルなトレーサビリティシステムとして確立させたいと考えている。

#### 自然体験学習システムの実証実験

技術的検証としては、映像のストリーミング配信を行い、IPv6 ネットワーク上での品質などの調査を行った。

リアルタイムな映像配信の場合、広帯域であることもさることながら、ネットワークの品質が重要な要素を持っている。そのため実証実験中は、JGN を UBR から CBR に変更をして基幹部分の品質強化を行った。一般モニタ用には途中一般の CATV 網を使用する部分があり、IPv6 のトンネリングを用いて検証を行ったが、ストリーミングには適していなかった。

高画質の場合、MPEG2 などの圧縮方式を用いるが、リアルタイムである場合回線品質がすぐに影響を及ぼし、画面にモザイクが入ったり、停止したりで逆にユーザにストレスを与えることになる。リアルタイムでのスムーズな動画配信は、回線帯域と品質が共に確立された環境でのサービスが必須であり、そうでない場合は、情報量（画面）を小さくしたり他の圧縮方式を使用するなど、状況により判断して活用する必要があると思われる。

社会的検証としては、3D バーチャル・リアリティシステムを活用し、4つの学校をネットワークで結んで、リアルタイム相互学習を行った。

実証実験に参加した学校の先生や生徒には好評であったが、スクリーンの大きさや、プロジェクタからスクリーンまでの距離が必要であることなど、設置場所の課題が残った。

また、今回は宇宙開発事業団が制作したコンテンツを借用したが、コンテンツ作成にはコストがかかることになり、今後の継続した実証実験を行う際にコンテンツをどうするかが大きな課題である。今後は、3D カメラを活用して独自に 3D コンテンツの制作が行えるような機能や、運用面を更に考慮した機能などにより、教育現場への展開を期待したい。

実証実験は、今回のプロジェクトで構築したシステムと開発した装置の基で行われるものであるため、どうしてもシステムの完成度や信頼性が重要事項になる。そういった意味でも今回の環境となるシステムは、ある程度のレベルの完成度まで持っていくことができたので、実証実験は短期間ながらそれなりの効果を上げることができた。

ただ、実証実験が短期間であったため、社会的検証である関係者のサンプル数が少なく、統計量として正しい数値なのか否か微妙なところではある。

今回はシステムの確認など、技術的要素が強くなってしまったので、今後は是非、社会的検証（即ちアプリケーション）に重点をおき、実証フィールドで抱えている課題を浮き彫りにし、その課題解決にこの実証実験を役立てることができないか検討することが重要だと考える。

## 1.2 今後の課題

本調査研究は、国民の理解を求めるためのショーケースとして実施されたわけであるが、実際にシステム構築、開発、実証実験を行ったことにより、たくさんの課題が見出された。

技術レベルで見ると、IPv6 センサーの更なる低消費電力性と小型化、通信プロトコルにおいては、種々のイリーガルケースを盛り込んだ信頼性と安定性、各ネットワークにおいては更なる広帯域と品質、3次元バーチャルリアリティシステムにおいては、処理能力の向上などがあげられる。

また運用などのアプリケーションを考慮した場合、畜産物（牛肉）のトレーサビリティを消費者まで拡張する際の IPv6 アドレスの振り分けと、流通方式に最適な展開手段の確立。

遠隔監視においては、牛の分娩検知や更なる健康状態把握のためのセンシングシステムなど、次のステップのアプリケーションが期待されている。

3D バーチャルリアリティシステムにおいては、ヒューマンインタフェースや遠隔制御など運用性もさることながら、コンテンツの拡充が最重点課題である。手軽にできる 3D コンテンツ制作方式の開発などが期待されるところである。

## 1.3 将来に向けての展望

今年度の調査研究にて開発を行った IPv6 センサーにおいては、ロジカルな面での検証を行うことができた。特に小型ながらも、IPv6 アーキテクチャ（IPsec やモバイル TCP/IP）を盛り込み、且つ無線 LAN 機能も盛り込んだわけであるので、将来的にはいろいろなセンシング用途に用いることができると思われる。このセンサーはアクティブにデータを送信することが可能であるので、リアルタイム性を要求されるシステムへの応用や、将来的にはユビキタス社会を担うパーツとなれば幸いである。

## 【参考文献】

- [1]伊藤洋、小林幸夫、杉岡隆史“遠隔生涯学習セミナー用 IPv6 ネットワーク利用技術の研究開発”平成14年度 通信・放送機構研究発表会
- [2]竹内章平、新宮聖一“IPv6の基本技術とその実装” NEC 技報 Vol.52 No.6
- [3]百瀬剛、狩野秀一“IPv6におけるモビリティサポート機構 NEC 技報 Vol.52 No.6
- [4]石田弥生、渡邊夏子、杉山真治“IPv6 セキュリティ機能の実装” NEC 技報 Vol.52 No.6
- [5]中田博也、新田義雄、大澤智喜“無線データ通信インフラの技術と動向 NEC 技報 Vol.52 No.4
- [6]Marcus Goncalves, Kitty Niles “ IPv6 プロトコル徹底解説 ” 日経 B P
- [7]江崎浩、関谷勇司、吉藤英明、石原知洋 “ IPv6 エキスパートガイド ” 秀和システム
- [8]松平直樹 “ IPv6 ネットワーク実践構築技法 オーム社
- [9]J.D.Wegner, Robert Rockwell “ IP Addressing and Subnetting IPv6 対応 “ エクシード・プレス、ビー・エヌ・エヌ