

研究課題名
電子タグ高度利活用技術の研究開発
(R&D on Technologies for The Advanced Utilization of RFID)

研究代表者 澤口 文彦 NTTコミュニケーションズ株式会社

研究期間 平成16年度～平成19年度

【Abstract】

"Research and Development on Technologies for the Advanced Utilization of RFID" established core technologies, which are, 1) Technologies to exchange and monitor the information of RFID between a multiple number of platforms., 2) Technologies regarding interconnection of RFID and networks and 3) Technologies to control securities. The R&D cooperated with other R&D project and laboratory, such as "Comprehensive research and development of network human interface Project", "Hibiki Project", Auto-ID Lab. Japan and NICT. Some of the R&D result contributed IETF standardization effort.

Additionally, to evaluate the R&D result, practical field trials were made in various types of industrial segments, such as, logistics, foods, and medicals, in user's daily operation.

R&D result has been presented in academic meetings, public journals, press paper and international conference. Furthermore, technical guideline and interface specifications are downloadable on the Ubiquitous Networking Forum website.

The entire R&D enables convenient and safe utilization of RFID, and helps create "Ubiquitous society".

1. 研究体制

○ 研究責任者

○ 澤口 文彦 (NTTコミュニケーションズ株式会社 先端IPアーキテクチャセンタ)

横溝 和宏 (日本アイ・ビー・エム株式会社 ソフトウェア開発研究所)

岩城 修 (株式会社 NTTデータ 技術開発本部)

竹内 章平 (日本電気株式会社 サービスプラットフォーム研究所)

尾崎 哲 (株式会社 東芝 研究開発センター)

岡部 宣夫 (横河電機株式会社 技術開発本部)

○ 研究期間 平成16年度～平成19年度

○ 研究予算 総額 1,906百万円

(内訳)

(百万円)

平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度
576	515	471	345

2. 研究課題の目的および意義

世の中に流通する様々な商品・物品に付けられ、生産から廃棄までのライフサイクル管理を可能とする電子タグの広範な適用がもたらす便利で安心できるユビキタスネットワーク社会の実現に向け、電子タグの高度利活用に関する技術の研究開発を集中的に実施し、要素技術を確立する。具体的には、動的な環境変化に応じてシームレスに管理しながら異なるプラットフォーム間において電子タグ情報を交換・管理するシームレス・タグ情報管理技術、電子タグIDとネットワークを関係づける相互変換ゲートウェイ技術及び電子タグ情報へのアクセスをセキュアかつ適切に制御するセキュリティ制御技術の各技術を研究開発する。本研究開発を通じて、同社会の早期実現に資することを目的とする。

また、要素技術の確立と共に、「物流」、「食品」、「医療」等の利活用形態の異なる多様な分野にて開発技術を適用した利用者参加型実証実験を実施し、種々のアプリケーションや新たなサービスの創出にも資する。

これらにより、u-Japan 戦略に掲げる先導的取り組みによる IT 利活用の推進を可能とする社会基盤を確立するとともに、本分野における国際的な技術開発競争において、我が国のイニシアチブを確保する。

3. 研究成果

【研究開発全体】

早期実用化を見据え、研究開発終了時において、個々の技術を統合化した一つのシステムとして機能することを実現する。

電子タグの高度利活用社会に向け必要となる各要素技術を開発し、統合化した一つのシステム（電子タグ基盤）として機能することを実証した。また、要素技術の実証に際し、各研究機関にて利用者体感型の実証実験を6分野にて実施し、各要素技術をフィールドで実証すると共に、プライバシー問題への対策等、実用化に向けた数多くの実践的な知見を得た。

また、研究開発の実施に際しては、6研究機関で効率的且つ効果的に研究開発を推進するため、図1に示す通り、「研究開発の推進」「実証実験による評価」「開発技術の普及促進汎用化」の3本の軸を立て、6研究機関調整会議を中核にしてマネジメントを実施した。

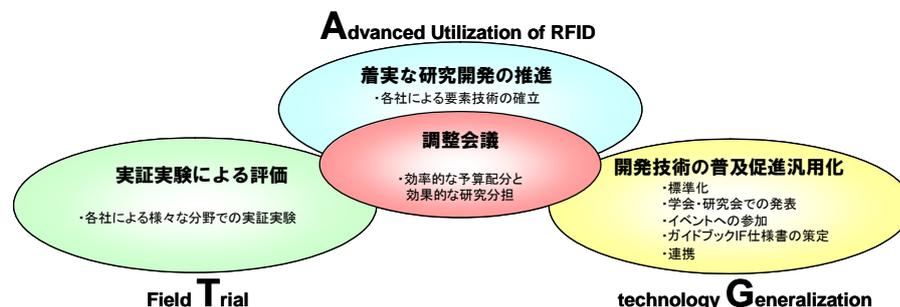


図1 研究推進の軸 (TAG)

【研究成果と実施上の工夫】

第1に、研究開発の実施に際しては、初年度にネットワーク利活用型での電子タグ利用形態の体系的整理を実施し、課題間の相互関連の分析を行い、研究分担に重複無かつ連携時に全ての範囲を含むように、基本アーキテクチャ図(図2参照)を作成し、連携方針を明確化した。その後、本方針とアーキテクチャに従い、①基礎技術の確立、②利活用形態により、シームレス・タグ情報管理技術とセキュリ

ティ適応制御技術の連携、相互変換ゲートウェイ技術とセキュリティ適応制御技術の連携に分けての個別連携、③シームレス・タグ情報管理技術と相互変換ゲートウェイ技術とセキュリティ適応制御技術全ての連携というステップを計画的に推進した。最終年度には要素技術を統合した電子タグ基盤を活用し、食の安全をテーマに高度トレーサビリティの体験型デモンストレーションをユビキタスネットワークシンポジウム（UNS）2007にて公開した。本実証を通じて、各開発要素技術の汎用性、相互運用性、実用性を示すと共に個々の技術が統合化し電子タグ基盤として機能することを実証した。体験者からは「昨今の食への不安に対しても一定の効果があると思われる」といった実用性を認める意見が多く聞かれた。



図2 基本アーキテクチャ図

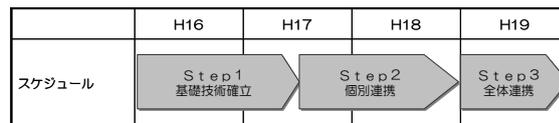


図3 連携へのステップ

第2に、実証実験の実施に際しては、6研究機関全体として効率的かつ効果的な実証実験とするため、上記の整理に加え、開発技術が最大に活用できること、利活用方式が異なることを条件として実験分野を整理し、高度利活用が求められるフィールドで、利用者参加型の実証実験を行った。また、年度経過と共に、対象範囲・規模の拡大、情報利用の高度化（リアルタイム性を求められる分野への拡大）等実証実験自体を高度化し、要素技術の実証に加え、より実践的な実証実験を行った。本実験を通じて、各開発要素技術を実証すると共に、プライバシー問題への対策案等、実用化に向けた実践的な知見を得た。

第3に、開発技術の早期実用化に向け、実用化に近いフィールドにて実証実験をタイムリーに実施すると共に利活用分野の調査を実施した。具体的には、433MHz帯の開放を睨んでの国際物流の実証実験、複数の社会分野への適合性実証を目的とした高度インシデント管理の実証実験をタイムリーに実施すると共に、ビジネス展開を狙い、マルチプラットフォーム関しての新しい利活用分野の調査を実施した。

なお、研究開発は、研究の関連を踏まえ Auto-ID ラボ・ジャパン副所長である慶應義塾大学中村修教授、IPv6の権威である東京大学江崎浩教授、YRP ユビキタス・ネットワークング研究所 副所長である東京大学越塚登准教授の各先生と研究開発の方向性に関するディスカッションや連携検証を継続的に実施しながら推進した。

3.1. 課題ア) シームレス・タグ情報管理技術

3.1.1. 課題 a. 最適分散配置技術

タグ情報をサーバで一元管理する方式に比べて、システム全体で通信トラフィックを 1/10 以下に低減し、プラットフォーム間での交換、更新、問合せがリアルタイム（0.3 秒以下）で行われる技術を確認する。

下図のような任意の電子タグ ID に関連した属性情報が各事業体のプラットフォームに分散配置されたフェデレーテッド・モデルを想定し、その中におけるプラットフォームキャッシュ機能（以降、PF キャッシュ機能）を開発した。この PF キャッシュ機能を属性情報に関する照会および検索を行うプラットフォームに配置することによって、見た目上の属性情報の問合せがリアルタイムで行われる技術を確認した。

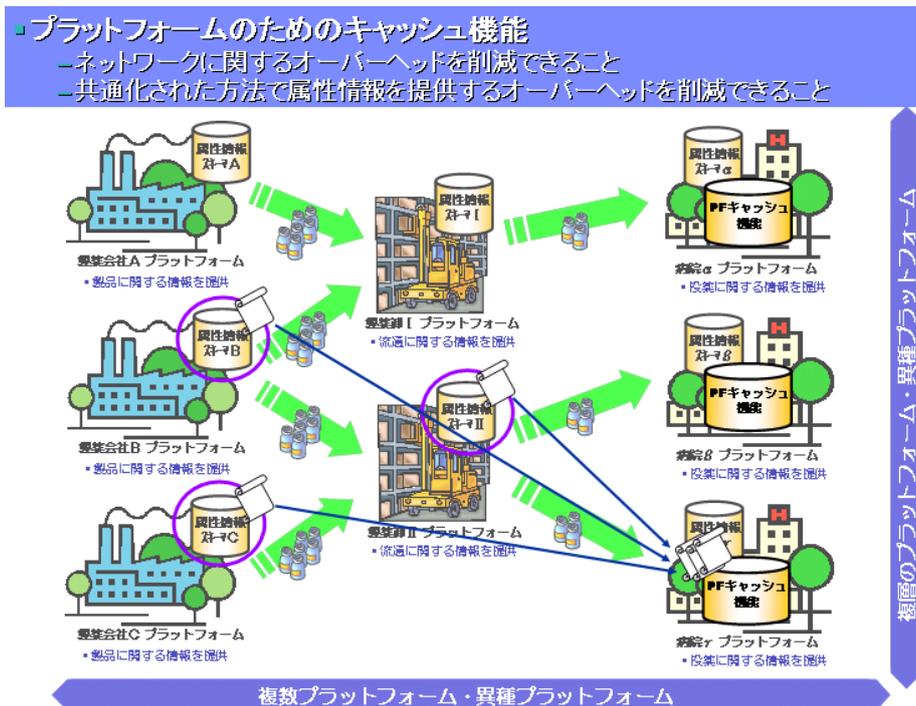


図4 フェデレーテッド・モデルに基づくプラットフォーム構成

【成果詳細】

PF キャッシュを配置することによって、キャッシュにヒットした場合には通信トラフィックが発生しなくなり、プラットフォーム間の予測できない通信時間をほとんど無視することができる。これにより、現在の高速なインターネット回線を利用して上記のような環境を新規に構築することのみを前提とせず、比較的低速な通信回線で既に構築されているインフラを有効に再利用することも可能となる。

ローカルな PF キャッシュでは、そのプラットフォームが提供するスキーマに変換（翻訳）された形式で属性情報を管理することができるので、その翻訳にかかる時間もキャッシュにヒットした場合には無視することができる。電子タグ属性情報の相互運用技術の成果である翻訳機能が利用できることを前提にすると、業界の標準などが完全に整備されなくても、独自のスキーマで属性情報を公開しても良い。これにより、全国規模でなくても実験的に狭い範囲（例えば、地方都市や小規模な企業グループ）で上記のような環境を構築し、徐々にその適用範囲を拡大することが可能であり、最終的に標準が完備された時点で翻訳機能と PF キャッシュを導入することによって、全国規模で同レベルのサービスを展開することが可能となる。

なお、属性情報の更新については、その大半がローカルなプラットフォーム内で実施されるものであるため、ほとんどの場合にはプラットフォーム間の通信トラフィックは無視できると考えられる。

研究開発成果の実用化への反映をタイムリーに進めるため、研究開発の進捗状況に応じて、可能な範囲で利用者参加型の実証実験を行う。

表 1 に示す実証実験を実施し、管理者・医師・患者として 3 つのロールを定義し、それぞれを割り付けた利用者から属性情報にアクセスした場合に、取得できる属性情報のセットが異なることを確認することによって、フィルタリング機能を検証した。

表 1 最適分散配置技術を検証した実証実験一覧

No	実施年度	実験分野	実験名	実験フィールド
1	H16,H17	医療・薬品	病院内における薬剤トレーサビリティシステム（照会機能・検索機能）の検証	京都府京都市 （京都医療センター）

【実証実験詳細】

平成 16 年度および平成 17 年度に実施した実証実験の目的は、研究開発を通して定義したコンポーネントの機能分担が病院内の薬剤トレーサビリティシステムにおいて必要十分であるかどうかを確認することであった。平成 16 年度の実証実験では照会機能に、平成 17 年度の実証実験では検索機能に焦点を当て、属性情報へのアクセスとロールに基づくフィルタリング機能の確認を行った。

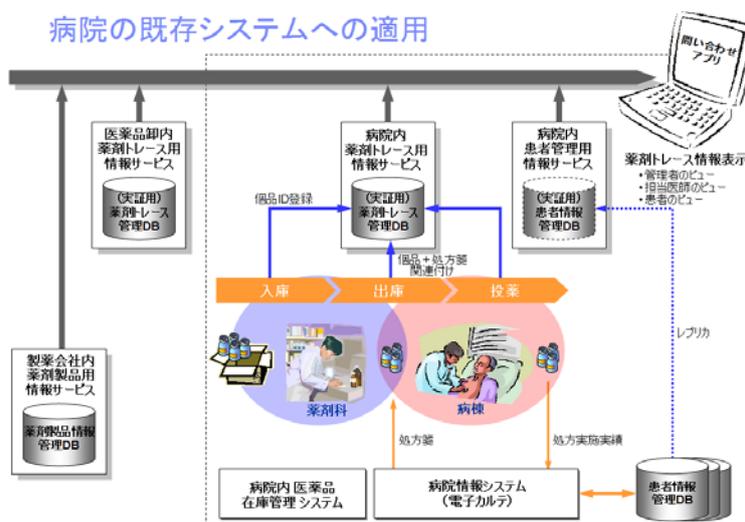


図 5 実証実験におけるフェデレーテッド・モデルの適用

実証実験は、両年度とも京都医療センターにて実施した。想定したシナリオは、製薬会社が製造時に電子タグを貼付した医薬品が医薬品卸を経由して、病院の薬剤科に納品され、医師が発行する電子カルテと連動した処方箋にしたがって薬剤科から払い出され、病棟で患者への処方実績を記録する、と言うものである。製薬会社・医薬品卸・病院（薬剤科・病棟）の各プラットフォームで読込まれた電子タグ ID は、プラットフォームが独自に管理する属性情報と関連付けられて保存される。この流れの中で、①フェデレーテッド・モデルとして分散した属性情報（処方実績など）を任意の電子タグ ID でシームレスに照会できること、②電子タグを利用することで各所の業務処理の正確さと効率が向上すること、③フェデレーテッド・モデルとして分散して蓄積された属性情報（製造ロットなど）をキーとして電子タグ ID（医薬品）をシームレスに検索できること、を検証した。

これらの実証実験から、ただでさえ人手不足と言われている医療現場において、多くを人手に頼って維持しているミスのない医薬品処方や正確な処方実績の記録などは、たとえ補助的であっても、電子タグを利用することにより飛躍的にその正確性と処理の効率を向上できることが実証できた。また、万が一、不幸にも医薬品に問題が発覚した場合には、電子タグによる正確な処方実績の記録に基づいて、対象となる患者に対する迅速な対応が可能となる。

なお、本実証実験はプレスリリースを実施し、新聞社（日本経済新聞、日経産業新聞、京都新聞）等複数のメディアにおいて報道が行なわれるなど、技術の普及促進にも繋がった。

3.1.2. 課題 b. 電子タグ属性情報の相互運用技術

ユビキタス情報環境における電子タグ属性情報のシームレスな相互運用を実現するために、異なる属性情報記述を用いた数100個程度のプラットフォームに属性情報が分散配置された場合に、各プラットフォーム間でのオブジェクトの移動に伴い必要となる、異種プラットフォーム記述方式の相互翻訳技術及び異種プラットフォーム認証技術を確立する。

図6に示す異種プラットフォーム間連携モデルに基づき、相互翻訳技術及び異種プラットフォーム認証技術のプロトタイプを実装した。最終年度までに、プラットフォーム同士が直接接続し、大量のデータ流通を行うような利用形態も考慮したプロトタイプの改良を行い、プラットフォーム数が数100に増加した場合でも応答時間に変動を受けない連携モデルの有効性を確認した。

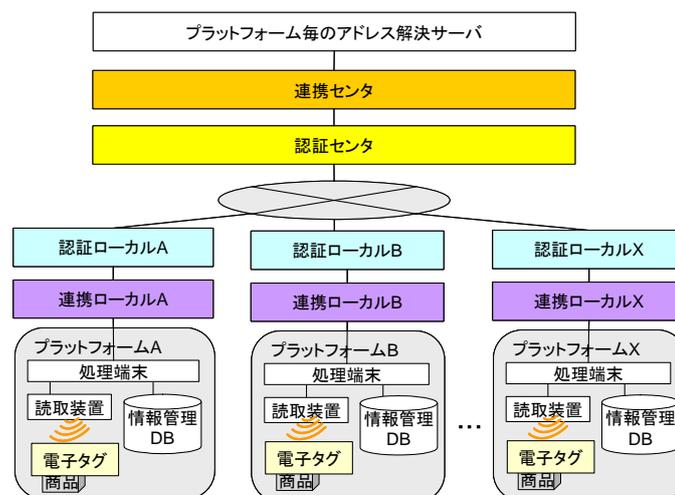


図6 異種プラットフォーム間連携モデルの基本構成

【成果詳細】

電子タグのプラットフォームは、ユビキタス ID センターや EPCglobal 等にて仕様が進められているが、こうした仕様は、同種のプラットフォーム同士が連携を行うことは考慮されているが、プラットフォームそのものや状態管理 DB のインターフェースやプロトコルは、それを開発するベンダーによって異なっている。また、特定の企業や団体に閉じた範囲で個別に設計/運用され、独自の仕様で構築したプラットフォームも多く存在するため、情報の相互運用が実現できていないのが現状である。

異種プラットフォーム間連携モデルでは、連携センタ、認証センタを介してプラットフォーム間の接続を行う。各プラットフォームでは認証ローカル、連携ローカルというモジュールを組み込むだけで、不特定多数のプラットフォームの属性情報を意識することなく、必要となる情報をシームレスに参照することが可能となる。以下、連携モデルでの各モジュールの詳細について述べる。

連携センタは ID 連携と DB 連携の 2 つの機能を提供する。ID 連携機能では物に貼付する電子タグの実 ID と、実際には貼付せず仮想的に利用する連携 ID の対応付けを実現する。また、DB 連携機能では該当 ID のデータが分散化していた場合には自動で収集し、収集結果のデータを要求元に提供する。相互翻訳技術を実装したトランスレータは連携センタに格納され、異なる属性情報記述形式の相互変換を行う。具体的には、異なる属性値の翻訳（日付、重さなど）、異なるスキーマ間の翻訳（例えば uTAD と PML）処理を行う。

認証センタは認証ローカルとの相互認証処理と、連携を実施する認証ローカル同士の信頼性確認を担い、それに成功した認証ローカル同士を接続する機能を提供する。また、情報依頼側プラットフォームの要望に沿った情報を提供するため、情報依頼側プラットフォームが活用すべきでない情報しか持っていない情報提供側プラットフォームとは接続しない機能を提供する。

連携ローカルは個別プラットフォームが連携センタにアクセスするための機能を提供し、認証ローカルサーバは認証センタと連携ローカルとの間に位置し、個別プラットフォームで使用している認証手法と認証センタで使用している認証手法が異なる場合には認証手法の変換を実施する。

研究開発成果の実用化への反映をタイムリーに進めるため、研究開発の進捗状況に応じて、可能な範囲で利用者参加型の実証実験を行う。

表 2 に示す実証実験を実施し、電子タグ属性情報の相互運用技術の有効性を検証した。また、実験参加者へのアンケートも行い、主に災害時の電子タグ適用可能性についても検証した。

表 2 電子タグ属性情報の相互運用技術を検証した実証実験一覧

No	実施年度	実験分野	実験名	実験フィールド
1	H16-H18	消防・防災	地域生活コミュニティシステム実証実験	静岡県静岡市（静岡市科学館） 静岡県静岡市（はとびあ清水）
2	H16,H17	物流	港湾コンテナ管理実証実験	兵庫県神戸市（日本郵船コンテナターミナル） 神奈川県横浜市（日本郵船新杉田研修所）

【実証実験詳細】

港湾コンテナ管理実験は、各港湾で採用しているコンテナ管理プラットフォームが異なる ID 体系や記述方式を採用しているという前提で相互翻訳技術の検証のために行った実験であり、地域生活コミュニティシステム実験は、災害時のように、各自治体や関係機関の不特定のプラットフォームが連携するという前提で異種プラットフォーム認証技術の検証のために行った実験である。

港湾コンテナ管理実験では、コンテナ上部につけたアクティブタグを用いてゲートやヤード内でのコンテナ位置管理を自動で把握できることや、荷主（ucode/EPC）⇒A 港（ucode）⇒B 港（EPC）という異なる ID 体系を採用するプラットフォーム間をコンテナが移動してもその履歴をシームレスに参照できることを確認した。同時に、また、コンテナ重量や商品情報の属性値変換も行った。地域生活コミュニティシステム実験では、主に災害時の電子タグ利活用に焦点を当て、平成 16 年度は、平常時には科学館内の利用者向け施設情報ネットワークシステムとして運用しているプラットフォームを、災害時に避難所プラットフォームに活用した施設内の避難者情報把握に、平成 17 年度は、複数地域の異なる施設システムでの仕分けされた救援物資の管理に、平成 18 年度は、被災時に、異なる各自治体の災害ボランティアが、被災自治体で支援活動を行う利活用場面にそれぞれ電子タグを適用し、同様にアクテ

ィブタグを用いて簡便に行えることを実証した。

なお、本実証実験はプレスリリースを実施し、読売新聞等複数のメディアにおいて報道が行なわれるなど、技術の普及促進にも繋がった。

3.2. 課題イ) 相互変換ゲートウェイ技術

3.2.1. 課題 1. 電子タグネットワーク技術の研究開発

電子タグの ID とネットワークアドレスの対応付けについて以下の方式を実現する。

- 電子タグの ID として IPv6 アドレスを付与し、これを読取装置で読み込んで、電子タグを配置した場所で得られた一時アドレスとを対応付け、移動先に転送する MobileIP の技術を電子タグに適用する方式を実現する。

8 ビット CPU 程度の処理性能の電子タグ (小型コンピュータ) で動作する IPv6 プロトコルスタックの小型化と最適化の技術を確認し、Proxy MobileIP 方式を適用した高機能電子タグのモビリティ技術を確認した。

【成果詳細】

IPv6 プロトコルスタック技術では、電子タグの利用環境や制約に合わせて高機能電子タグとゲートウェイとの機能分担の明確化、通信シーケンスやプロトコル処理の最適化により、8 ビット CPU 程度の処理能力の電子タグ (超小型コンピュータ) 上で動作するための小型化と最適化の技術を確認し、IEEE802.15.4 の無線通信機能を備える超小型コンピュータ (8 ビット CPU、RAM 4KB、ROM 64MB) 上で IPv6 の基本通信機能を 25KB のサイズで実現した。さらに、食肉トレーサビリティ高度化実証実験の中で、本技術を検証し有効性を確認した。

モビリティ技術では、高機能電子タグの機能追加を抑え高機能電子タグとゲートウェイ間のネットワーク負荷の抑制が可能な方式として、IETF で検討中の Proxy MobileIP 技術をベースに高機能電子タグ向けに拡張したシステムを開発し、高機能電子タグにおけるモビリティ技術を確認した。さらに、医療インシデント管理高度化実証実験の血液製剤のトレーサビリティ実験において本技術を検証し有効性を確認した。実証実験で使用した高機能電子タグと実証システム構成を下図に示す。

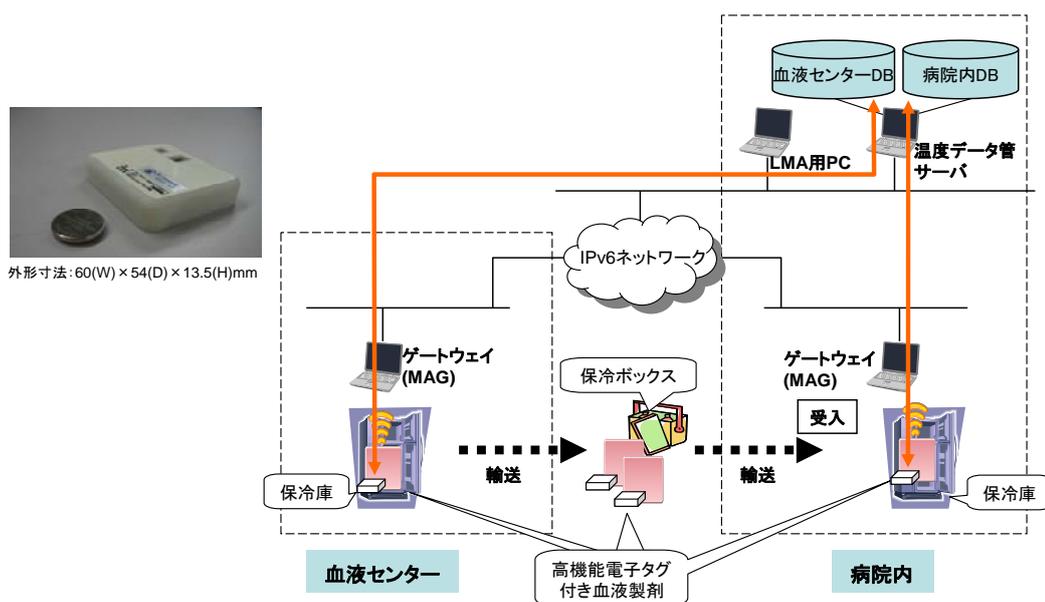


図 7 高機能電子タグと MobileIP 実証システムの構成

電子タグの ID とネットワークアドレスの対応付けについて以下の方式を実現する。

- 読取装置・電子タグに IPv6 アドレスを付与しない場合であっても、適切なモノの情報管理を行う方式を実現する。

現在一般的に使用されている電子タグ（以下一般電子タグ）、高機能電子タグ、センサーが混在する環境で収集した情報を統合し、一般電子タグしか貼付されていないモノの適切なコンテキストを合成するコンテキスト合成技術を開発し、ミドルウェアに適用することで、適切なモノの情報管理を行なう方式の実現を達成した。

【成果詳細】

コンテキスト合成技術では、位置、包含関係の変化に応じ情報源（高機能電子タグやセンサー）とコンテキスト抽出対象（一般電子タグ）の関連性を表す関連グラフを動的に更新し、情報源からの情報入力に応じて、関連グラフを基に抽出対象のコンテキストを演算する。この技術により、一般電子タグ、高機能電子タグ、センサーが混在する環境で収集した情報を統合し、一般電子タグしか貼付されていないモノの適切なコンテキストを合成することができる。なお、高機能電子タグには、センサーが測定したデータをリアルタイムに送信するアクティブ型の情報源と、内蔵メモリに測定データを格納し要求に応じて測定データ履歴を返却するパッシブ型の情報源があるが、その両方に対応するため、関連グラフでコンテキスト抽出対象と情報源との関連の履歴を管理し、過去のコンテキスト抽出を行う際にその時点で抽出対象に関連していた情報源を特定することができる技術を確立した。さらに、アドレス変換機構を追加することで、ID として EPC をもつ電子タグと、IPv6 アドレスをもつ高機能電子タグの混在を可能とし、流通や医療など様々な場面でのモノの情報管理を実現可能とした。

図 8 に温度ロガー、衝撃ロガーをそれぞれ内蔵した、通信機能付き高機能電子タグの利用例、および、この例でのセンサーやタグの状況を表した関連グラフを示す。関連グラフは無向グラフとなっており、例えば、商品 8 の衝撃コンテキストを提供する情報源は、5 ホップはなれた衝撃センサー3 であることが、縦型探索アルゴリズムを実施することにより高速に計算できる。

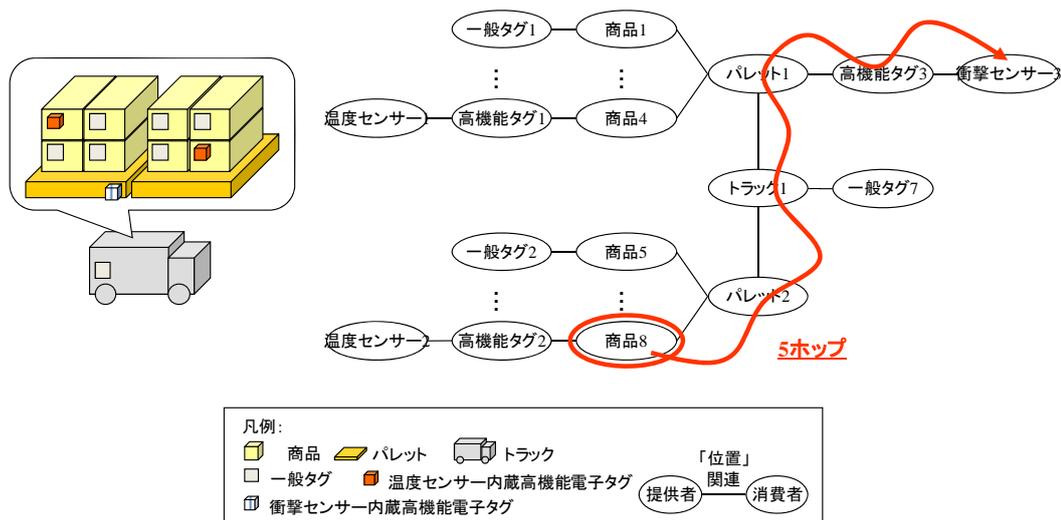


図 8 高機能電子タグ利用と関連グラフの例

研究開発成果の実用化への反映をタイムリーに進めるため、研究開発の進捗状況に応じて、可能な範囲で利用者参加型の実証実験を行う。

表 3 に示す食肉トレーサビリティ高度化実証実験を実施し、極小ノード向け IPv6 プロトコルスタック技術、コンテキスト合成技術、分散型メタデータ検索・管理技術、ネットワーク自己構成技術、セキュリ

ティ適応制御技術に関する連携の実効性と有効性を実証した。また、医療インシデント管理高度化実証実験を実施し、院内全域および医薬品等の流通経路上における、照合情報、位置情報、センシング情報を活用した高度なインシデント管理が実現可能であることを示した。

表3 電子タグネットワークング技術を検証した実証実験一覧

No	実施年度	実験分野	実験名	実験フィールド
1	H16-18	食品	食肉トレーサビリティ高度化実証実験	岐阜県高山市(岐阜県畜産研究所、JA 飛騨ミート、他)
2	H19	医療・薬品	医療インシデント管理高度化実証実験	秋田県秋田市 (秋田大学医学部附属病院)

【実証実験詳細】

(1) 食肉トレーサビリティ高度化実証実験

食肉トレーサビリティでは、流通過程で製品が分割され管理対象品が膨大となる点や流通過程で管理組織が複数に分かれる等の特性から、各工程において別々に管理されている ID 間の連携、高機能なセンサー付タグの通信機能、簡便な設定機能、添付できるタグが流通の下流になるにしたがって単機能化する課題への対応、情報連携のためのセキュアな通信環境の提供などが重要な機能となってくる。本実証実験では、これらの分析に基づくユースケースに対し、課題イ)と課題ウ)の研究成果である下記の研究開発技術を適用し、実際の食肉流通の現場において各技術の連携の実効性と有効性を実証した。

<本実証実験で検証した研究開発技術>

- 分散メタデータ検索管理技術
 - 個別に管理されている ID の統括的な管理、データベース間連携の実現
- 極小ノード向け IPv6 プロトコルスタック技術
 - 電子タグの利用環境に最適化された IPv6 通信機能、センサー付タグの通信機能の実現
- コンテキスト合成技術
 - 高機能電子タグ、一般電子タグ、センサーの混在環境で高機能電子タグやセンサーから得られる様々な情報を合成し、一般電子タグの情報として活用できる機能を実現
- ネットワーク自己構成技術
 - セキュリティ機能を活用し高機能電子タグを効率的かつ安全に設定できる機能を実現
- セキュリティ適応制御技術
 - 安全な電子タグデータの情報連携のために、認証暗号化技術を活用し、ネットワーク上のセキュア通信を実現

なお、本実証実験はプレスリリースを実施し、新聞社(朝日新聞、中日新聞、等)を含む複数のメディアにおいて報道が行なわれるなど、技術の普及促進に繋がった。下図に、本実証実験の基本ユースケースと各工程での実験実施状況(写真)を示す。

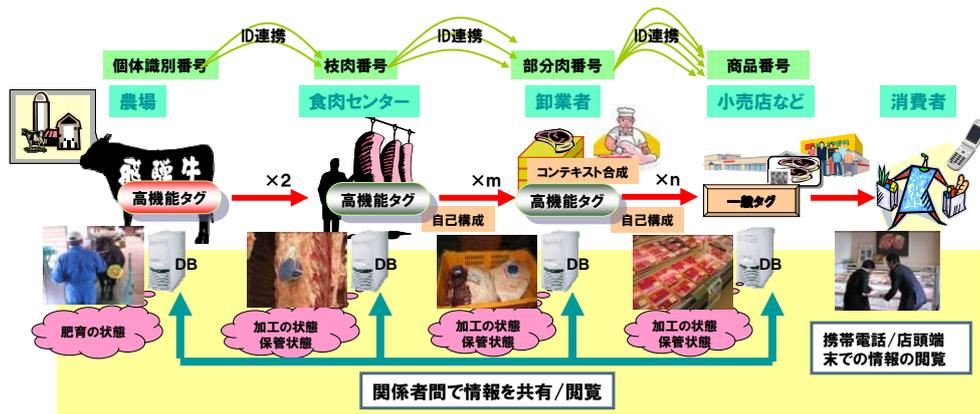


図9 基本ユースケースと実験状況

(2) 医療インシデント管理高度化実証実験

極小ノード向け IPv6 プロトコルスタック技術とコンテキスト合成技術について、汎用・共通的な技術としての有効性の確認と利活用に関する新たな知見を獲得するため、食肉トレーサビリティ分野に加え医療分野における実証実験を実施した。

医療現場では、深刻化している病院での医療事故を予防するため、ヒヤリ・ハット事例（インシデント）の収集・分析による事故要因の発見・是正が必要とされ、発生したインシデントの事後収集に留まらず、より幅広い情報の収集による「予兆」の抽出と収集が課題とされている。

本実証実験では、(1) ベッドサイドにおける患者・点滴取り違い、(2) 手術室における手術患者取り違い、(3) 院内における患者転倒、(4) 院内での医療機器の所在管理・衝撃管理、(5) 血液製剤の温度管理、の各インシデント管理に対し研究会開発技術を適用し、実際の医療現場において研究開発技術の実効性と有効性を実証した。

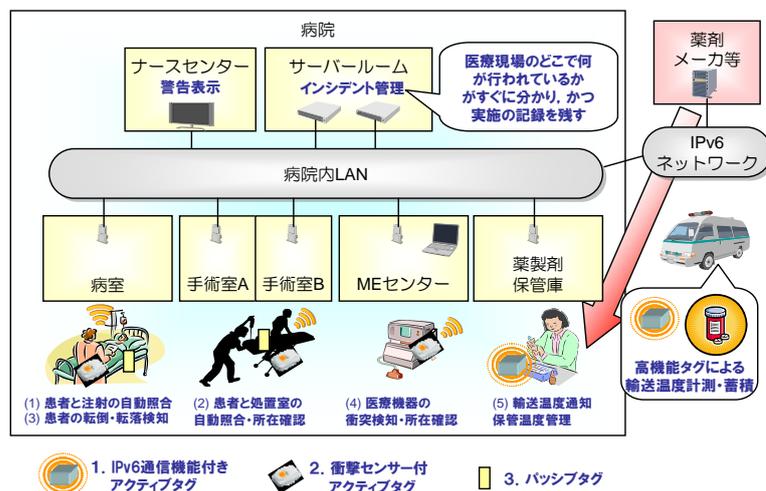


図10 高度インシデント管理実証実験構成

(1)~(4)はコンテキスト合成技術について、院内の作業負荷軽減や新たなインシデント収集・医療事故防止の実現に対する実効性と有効性を実証し、(5)は高機能電子タグのモビリティ技術について、院外と院内など複数ネットワークをまたがる温度情報の測定・管理での実効性と有効性を実証した。

本実証実験はプレスリリースを実施し、新聞社（秋田さきがけ新聞、等）など複数のメディアにおいて報道が行なわれるなど、技術の普及促進に繋がった。

3.2.2. 課題2. 分散型メタデータ検索・管理技術の研究開発

電子タグの ID とネットワークアドレスの対応付けについて以下の方式を実現する。

- タグ数が 100 億個規模に増大した場合でもアドレス検索性能が現在のインターネットにおけるアドレス検索と同等の検索性能（0.3 秒以内）を実現し、逆検索についても実用的なレスポンスタイム(1 秒以内)での検索性能を実現することを目標とする。

分散ハッシュテーブル（DHT）による広域・動的負荷分散技術と TraceBack 手法の組み合わせた構成による広域個品トレーサビリティ技術を確立した。これにより、100 億個規模のタグ数を想定した環境において、最適化された状態で平均 0.3 秒以内でのアドレス解決が可能であることを、大規模動作実験での実験データから確認した。また、本技術の構成上の特長により、逆検索（メタデータから関連するタグ ID を検索する手続き）が 1 つのサーバに局所化された状態で効率的に行えるようになり、性能検証の結果 1 ミリ秒以下で検索処理が可能であることを確認した。

【成果詳細】

分散型メタデータ検索・管理技術の全体構成を提案し、また、要求を充足するための要素技術の調査および設計を行った。具体的に、全体構成は、メタデータ検索および解決のための名前システム（メタデータ解決機構）と、個々の業者が持つ履歴管理データベース（履歴管理DB）という構成からなっている（図 11）。本構成を取る事で、個々の業者が分散的に管理している情報を、電子タグIDという一つの識別子を鍵にして発見・統合が可能になる。また、電子タグIDと個々の履歴管理DBを対応付けるデータを分散ハッシュテーブルの原理を用いることでフラットな管理が可能になり、100 億個規模の個品情報が仮に分散して存在したとしても、任意のタグ情報から関係する全ての個品情報を発見できるようになる。

第 1 に、広域・動的負荷分散技術を構成するメタデータ解決機構に関しては、最新の技術動向を踏まえた上で DHT の原理を基礎技術に採用し、これを電子タグの環境に応用するための様々な研究開発を行った。具体的には、1)DHT 基礎技術自身の研究、2)既存技術との整合性を高める研究、3)健全性を高める研究の 3 つを達成した。

1)DHT 基礎技術については、最新の研究内容の性能調査と分散ハッシュテーブル技術基本部分の開発を行い、プロトタイプにより動作を確認した。その上で、100 億個のタグを想定した環境での動作を推定するための
尋られる性能を推定し、

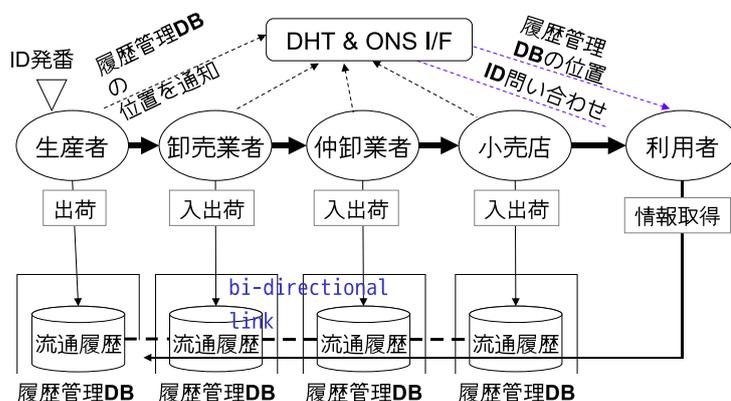


図 11 分散型メタデータ検索・管理技術に基づくトレーサビリティシステム実現例

2)既存技術との整合性を高める研究においては、EPCglobal ONSに見られるように、汎用性の高い既存技術である DNS との整合性を実現し、分散メタデータ検索を一般的な DNS リゾルバによって可能とする技術を試作した。本技術により、一般的な PC や携帯電話等のクライアントから直接、100 億個規模の個品情報に対するアクセスが可能になる。

3)健全性を高める研究においては、DHT ノード故障への対処手法を開発した。まず、データの複製を DHT 内で相互に持つことにより、DHT ノードの散発的な故障への対処を行った。さらに、ネットワーク機器の故障などによる集中的な故障には DHT 側の複製だけでは十分な健全性は得られないことから、DHT ノードの故障に対応してデータを復元するメタデータ復元手法を実現した。これらにより実用的な分散型メタデータ検索・管理技術を確立した。

第 2 に、メタデータ解決機構との組み合わせにより、広域個品トレーサビリティ技術を構成する履歴管理DBを研究開発した。研究開発した履歴管理DBは従来の方式と異なり、図 11 に示すように個々の業者が独立したデータベースを持ち、それらをXML-RPCにより結合する方式を取っている。また、個々の履歴管理DBに分散した情報を再度結合するための技術も開発した。

以上の技術により構成される広域個品トレーサビリティ技術は、実際の物流にあわせてトレーサビリティの情報のつながりを生成する技術なので、トレーサビリティチェーンの動的な拡張が容易である。これにより、小規模から円滑に成長可能な個品トレーサビリティ機構を実現した。

研究開発成果の実用化への反映をタイムリーに進めるため、研究開発の進捗状況に応じて、可能な範囲で利用者参加型の実証実験を行う。

表 3 に示す食肉トレーサビリティ高度化実証実験を実施し、本技術の妥当性を検証した。特に、本研究課題を実フィールドに適用するにあたり必要となった、データ処理方法（商品の分割への対応）を実現した。詳細は、3.2.1 節を参照とする。

3.2.3. 課題 3. ネットワーク自己構成技術の研究開発

電子タグの ID とネットワークアドレスの対応付けについて以下の方式を実現する。

- ・読取装置に IP(IPv6)を付与し、電子タグの ID と組み合わせて、モノの情報管理を行う。

本研究開発では、機器の性能と数に関するスケーラビリティを考慮したプラグ・アンド・プレイ機構を開発し、ネットワーク自己構成技術を確立した。また、本機構のために開発した IPsec 用鍵交換プロトコルを RFC4430 として国際標準化した。

【成果詳細】

本研究開発において開発したプラグ・アンド・プレイ機構は、例えば電子タグシステムを構成するネットワーク上の様々な機器が、起動するために必要な情報を自立的に取得することを可能とし、システム全体の運用作業の軽減やディザスタリカバリーに貢献する（図 12 参照）。本機構の技術的なポイントは 3 点である：1) 様々な処理能力を有する機器に適応できるプラグ・アンド・プレイ機構、2) 適切な情報管理のため、計算資源の限定された機器でも適用可能な通信セキュリティ機構、3) 大規模なシステムを考慮したスケーラビリティ。

本機構を実現するために開発した IPsec 用鍵交換プロトコル KINK (Kerberized Internet Negotiation of Keys) は公開鍵暗号を必須としないため、従来の IPsec 用鍵交換プロトコルを適応できなかった計算資源の限定された機器への適応が可能である。本鍵交換プロトコルは、IETF において RFC4430 として国際標準化された。また、本機構のために考案した、DHCP を用いた Kerberos サーバ位置情報の広告

技術を IETF DHC WG へ提案中である (draft-sakane-dhc-dhcpv6-kdc-option)。

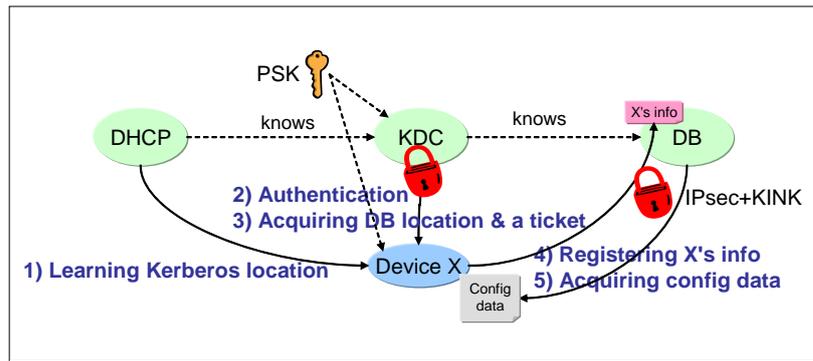


図 12 要素技術の概要

上述する技術ポイント 3) を実現するため、相互認証に利用している Kerberos システムの課題を明らかにした (図 13 参照)。課題は、A) Kerberos サーバ間が信用の連鎖で繋がっているため、途中のサーバが止まると、それ以降の認証が不可能となる脆弱性、B) エンドノードが信用の連鎖を辿る過程で必要な Kerberos のメッセージを処理するという、Host Centric なアーキテクチャ、である。本研究で対象としている計算資源の限定された機器にとって、B は大きな負担となる。

これらの課題を問題提起文章として整理し、IETF Kerberos WG へ提案し、WG Last Call とした (draft-sakane-krb-cross-problem-statement を経て draft-ietf-krb-wg-cross-problem-statement)。また、本課題を解決するための拡張 (図 14 参照) を同WGへ提案中である (draft-kamada-krb-client-friendly-cross)。

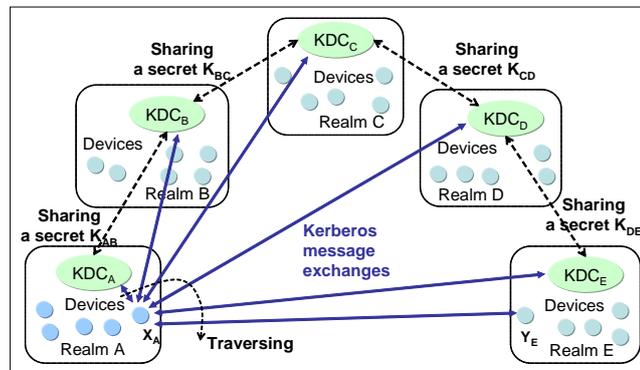


図 13 Kerberos の認証シーケンス

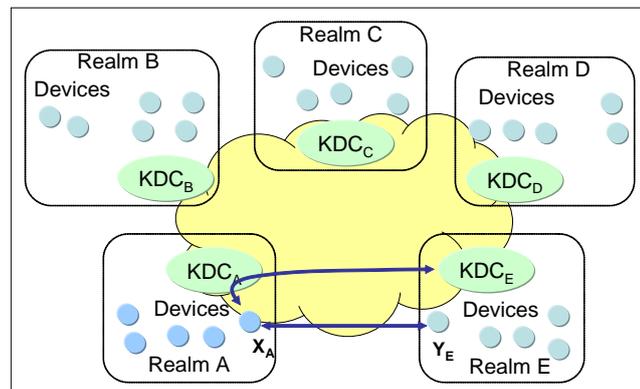


図 14 拡張提案の概要

研究開発成果の実用化への反映をタイムリーに進めるため、研究開発の進捗状況に応じて、可能な範囲で利用者参加型の実証実験を行う。

表 3 に示す食肉トレーサビリティ高度化実証実験を実施し、本機構の実用性を示した。詳細は、3.2.1 節を参照とする。

3.3. 課題ウ) セキュリティ適応制御技術に関する研究開発

ネットワーク上で取り扱う 100 億個規模の電子タグとそれらの情報を読み取る読取装置及び属性情報を管理するサーバ間の通信を正常時、緊急時、破損・紛失時などの複数の条件下においても適切なセキュリティアクセスポリシーの調整を可能とする技術を開発する。その際、電子タグの情報を本来受け取るべき個人または企業の対象者を認証し、かつタグ情報を提供する側が、プライバシー情報を含むその内容について、総項目数の半分以上の項目を、提供するレベルに応じて柔軟かつ経済的に制御できることを目指す。

本研究開発を通して、認証アクセス制御サーバを開発し、以下 3 技術を確立した。

第 1 に、広範なセキュリティポリシーに柔軟に対応できる認証方式に対応し、認証結果を匿名で通知できる認証技術を開発した。

第 2 に、電子タグの属性情報をセキュアに通信するために、セキュリティポリシーに基づき選択された暗号化方式による通信の暗号路を柔軟に制御できる電子タグ情報の秘匿（暗号化）技術を開発した。

第 3 に、セキュリティポリシーに応じた認証方式で識別されたユーザ識別子と端末 ID の組合せを基にアクセス制御情報を抽出し、このアクセス制御情報に基づいて電子タグ属性情報を閲覧制御できるアクセス制御技術を開発した。

また、上記技術を実環境で安定的に活用するために必要となる遠隔運用管理システムを開発し、分散配置された研究開発ソフトウェア（認証アクセス制御サーバ用）や電子タグリーダ等を遠隔から一元的に監視・運用を可能とする遠隔運用管理技術を開発した。

【成果詳細】

本研究で開発した認証アクセス制御サーバは、セキュリティポリシーに応じた認証方式で識別されたユーザ識別子と、データベースシステムがアクセス制御を行う単位となるアクセス制御情報の組を管理しており、図 15 に示すフローで動作するアーキテクチャ構成となっている。本構成では、読取装置（電子タグリーダ）を接続するクライアント端末、認証アクセス制御サーバ、属性情報を管理するデータベースシステムの間で、セッションNoを有効活用することで、データベースシステムにユーザ識別子を伝えることなしにアクセスできる仕組みを実現している。加えて、セッションNoをデータベースシステムにて期間限定で活用可能な乱数より生成することで、クライアント端末にアクセス制御情報を伝えることなしにデータベースシステムに直接アクセスできる仕組みも実現している。本構成を活用することで、データベースシステムにユーザIDなどを通知せずにアクセスが可能となり、データベースシステムへの匿名アクセスの確保が可能となりプライバシー情報を守ることができる。また、クライアント端末にアクセス制御情報が通知されないため、アクセス制御情報を悪用したデータベースシステムへの不正アクセスの防止も可能となる。

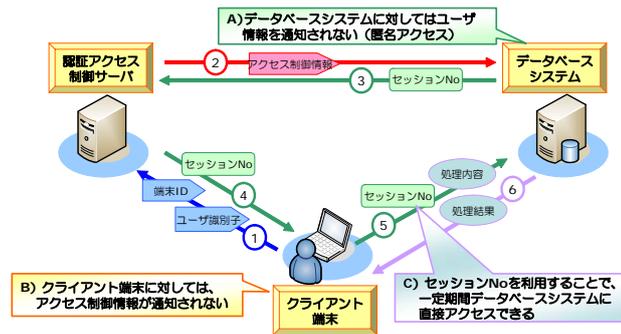


図 15 認証アクセス制御サーバ構成

さらに本研究では、100 億個規模の電子タグが流通した場合、電子タグリーダが装備されたクライアント端末が 100 万台存在するという大規模環境の想定下で、認証アクセス制御サーバの分散アーキテクチャ構成を開発し、大規模検証を通じて、1)認証処理を正常に行えること、2)インターネット上で一般的に利用されている暗号化方式である IPsec（アイピーセキュリティ）方式と TLS（トランスポートレイヤセキュリティ）方式を使用した暗号化技術を適用しても想定したアクセスに耐えうる構成であること、3)アクセス制御処理を正常に行えることを確認した。

本認証アクセス制御サーバを適用する効果として、認証技術においては、クライアント端末に搭載する認証アクセス制御サーバのエージェント機能を自由に組み替えることで、認証方式に柔軟に対応可能である。従って、セキュリティポリシーに基づき選択された様々な認証方式をサポートできる点に優位性があり、広範なセキュリティポリシーに柔軟に対応できる。また、認証方式を新たに追加、統合可能にすることで、今後策定される様々な認証方式にも柔軟に対応でき、この結果としてユーザおよび電子タグ属性情報を管理するデータベースシステム側のセキュリティポリシーに応じた認証方式を、幅広く受け入れることも可能になる。

また、電子タグ情報の秘匿（暗号化）技術においては、暗号化方式に左右されることなく認証処理やデータベースサーバアクセスが行える。従って、セキュリティポリシーに基づき選択された暗号化方式に基づいて設定された通信の暗号路を柔軟に制御できる点に優位性があり、この結果としてセキュリティポリシーに柔軟に対応できる情報秘匿制御が可能になる。

アクセス制御技術においては、単にユーザ ID のみで行うのではなく、セキュリティポリシーに応じた認証方式で識別されたユーザ識別子と端末 ID の組合せを基にアクセスポリシーに対応するアクセス制御情報を抽出し、このアクセス制御情報に基づいて電子タグ属性情報を閲覧制御できることにより、提供するレベルに応じて柔軟に対応するきめの細かいアクセス制御が可能になる。また、これにより既存のデータベースシステムにも柔軟に対応することができ、既存の資産を活用したマイグレーションを幅広く受け入れることも可能になることが期待できる。

遠隔運用管理システムは、遠隔運用管理システムと通信による制御を可能とするフレームワークミドルウェアをクライアント端末上に搭載することで、遠隔運用管理システムから分散配置されているクライアント端末やインストールされた研究開発ソフトウェアを一元的に監視・運用が行える仕組みを実現した。本仕組みにより、遠隔運用管理システムから、遠隔地に分散配置された電子タグリーダやクライアント端末上の研究開発ソフトウェアのメンテナンスや正常動作監視が容易に可能となり、開発技術の実環境での安定的な利活用が可能となる。本システムの適用効果として、遠隔から認証方式の変更や、電子タグ属性情報を管理するデータベースシステムへのアクセスを制御するといったセキュリティポリシーの正常時、緊急時などの複数の条件下での調整が可能となり、経済的な運用管理の実現に貢献でき

る。

研究開発成果の実用化への反映をタイムリーに進めるため、研究開発の進捗状況に応じて、可能な範囲で利用者参加型の実証実験を行う。

表 4 に示す実証実験にて、開発技術である属性情報に基づく柔軟なアクセス制御技術、IPv6 ネットワーク (NW) 環境での電子タグ情報の秘匿技術、認証結果を匿名で通知できる認証技術を実証した。また、複数のフィールドで実証実験を行うことで、想定した電子タグ高度利活用方法の実証、技術の汎用性の実証、利用者アンケートによる技術の有効性の確認、他社システムと連携しての相互運用性及びインターフェースの汎用性の実証を行った。

表 4 セキュリティ適応制御技術を検証した実証実験一覧

No	実施年度	実験分野	実験名	実験フィールド
1	H16,H17	生活・教育 (自治体)	駐輪場管理 教育 児童の見守り	東京都三鷹市 (三鷹市営駐輪場) 岡山県倉敷市 (岡山県倉敷科学センター) 岡山県倉敷市 (大高小学校)
4	H18	販売流通	アパレル販売管理	東京都新宿区 (伊勢丹新宿店)
5	H18	物流	国際物流実証実験	東京都大田区 (日本郵船大井総合物流センター)

【実証実験詳細】

ユーザやモノ単位で情報のアクセス制御が必要な事、電子タグ情報及びその属性情報について高セキュリティ確保が必要とする事、社会的に実用化の可能性があり電子タグが有効活用される分野であることを条件に分野の選定を行い、実フィールドにて、利用者体感型の実証実験を実施した。いずれの実験も、①アクセス制御技術の実証、②IPv6NW 環境での電子タグ情報の秘匿技術の実証、③プライバシー保護を実現する認証技術の実証、④技術の実用性と汎用性の確認、を目的に実施した。また、経年と共に、取り扱い情報の高度化、大規模化、より実用化に近いフィールドへのシフトを行い、その実用性、有効性を実証すると共に、実フィールドでの実績を増やすことで技術の汎用性を示した。

また、電子タグ利活用時のプライバシーに関するアンケートを継続して実施することで、年度や利活用分野によるプライバシー問題への影響度合いも調査した。(4.3 節参照)

なお、本実証実験はプレスリリースを実施し、日経産業新聞・日経ニューメディア等複数のメディアにおいて報道が行なわれるなど、技術の普及促進にも繋がった。

3.4. その他の研究実績

開発技術の汎用化・普及促進に向けて、図 16 に示すとおりに整理し、活動を実施した。

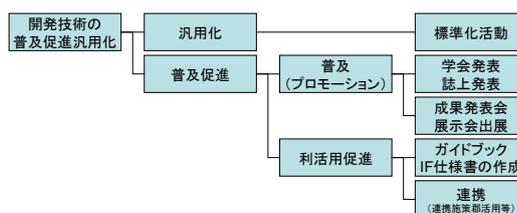


図 16 普及促進汎用化の活動整理図

3.4.1. 標準化への取り組み

ネットワーク自己構成技術の研究開発（3.2.3 節参照）では、IETFにおいて以下の国際標準化を行った。1) Kerberos認証システムをベースとしたIPsec鍵交換プロトコルの標準化を完了した（RFC4430）。2) Kerberos認証システムのスケーラビリティにおける課題をKerberos WGに提起し、WG Last Call¹となった（draft-sakane-krb-cross-problem-statementを経てdraft-ietf-krb-wg-cross-problem-statement）。3) 同課題を解決するための拡張と同WGに提案した（draft-kamada-krb-client-friendly-crossとdraft-zrelli-krb-xkdc2）。4) 本研究開発で考案した、Kerberosサーバ位置情報の広告技術をIETF DHC WGへ提案した（draft-sakane-dhc-dhcv6-kdc-option）。

3.4.2. 普及・促進への取り組み

研究開発成果をガイドブック・インターフェース（以下IF）仕様書として取り纏め、ユビキタスネットワークワーキングフォーラムを通じてパブリックコメントの募集・議論を行い、冊子化した上で、フォーラム参加企業及び一般企業に対して各種会合を通じて幅広く配布し、開発技術の普及に取り組んだ。

また、研究機関全体で成果発表会の開催や展示会への出展やユビキタスネットワーク技術等関連プロジェクトと情報共有・ディスカッションを行い、電子タグの利用者から研究開発者まで幅広く開発技術の普及に取り組んだ。

第1に、ガイドブック・IF仕様書については、電子タグシステム導入時に企業、自治体等がかかえる課題解決に貢献できるよう、実証実験でのユースケースやシステムアーキテクチャを「ガイドブック」として、研究開発技術の基本構成やそのインターフェースを「IF仕様書」としてまとめた。これらは平成19年7月にドラフト版を公開の後、パブリックコメントを募集し、平成20年3月に最終版を完成させた。なお、各実証実験における「電子タグに関するプライバシー保護ガイドライン」（総務省、経済産業省策定）への対応方法を参考に記した。

第2に、成果発表会は、ユビキタスネットワークワーキングフォーラム主催で、平成17年6月と平成19年7月に2回実施した。平成17年には実証実験を中心に、平成19年には3年間の研究成果とガイドブック・IF仕様書の紹介を中心に実施した。両発表会とも100名を超える来場者を迎え、盛況に終了した。また、UNSに平成17年～平成19年まで企画運営から参画し、平成19年には6社の技術を連携した食の高度トレーサビリティの体験型デモンストレーションを実施した。来場者800人を集め、民放キー局を始めとするテレビ等のマスコミに取り上げられる等、普及活動に大いに役立った。

その他、本研究開発を普及させるための参照コードをWIDEプロジェクトと共同で開発し、一般に公開した。開発／公開したのは、本研究開発の成果であるIPsec用鍵交換プロトコルKINK（RFC4430）の参照コードであり、以下のURL（<http://www.racoon2.wide.ad.jp/>）から取得できる。

また、日中韓でのThe 3rd Meeting of CJK RFID/Sensor Network SWG、欧州委員会主催の日EU・ICT研究協力フォーラムにて講演を行う等開発技術の海外でのプレゼンス向上にも取り組んだ。

3.4.3. 連携の取り組み

各社の技術を活用し、下記6件の連携検証を実施した。

第1に、セキュリティ適応制御技術において、総務省委託事業の「ネットワーク・ヒューマン・イン

¹ IETFでは、WG Last Callとなった提案が、IETF IESGのレビューに合格してRFCとなる。

² draft-zrelli-krb-xkdc2提案は、「ユビキタスネットワーク認証・エージェント技術の研究」の「自立分散ノード認証技術」（東京大学江崎教授担当）との共同提案である。

ターフェースの総合的な研究開発（ネットワークロボット技術）」のネットワークロボットプラットフォーム（以下 NWR-PF）と UNS2007 にて連携検証を実施した。個々が各自の個人情報をも不安なく積極的に活用し、より価値ある必要情報をネットワークロボットより取得利用できる社会をモデルにした簡易健康診断サービスを実施し、開発技術の有効性、相互運用性、IF の汎用性を実証した。また、177 名の体感者中 74 名にアンケートを実施し、上記に加え、プライバシー情報の開示制御の必要性やユーザ IF としてのロボットの有効性について確認した。なお、電子タグを活用したユーザ認証とロボットへの情報開示制御をセキュリティ適応制御技術が担当し、ロボットが存在する環境の情報取得とロボット制御を NWR-PF が担当する連携形態で実施した。

第 2 に、セキュリティ適応制御技術において、ユビキタスネットワーク連携施策群を活用し、経済産業省の研究開発委託事業「響プロジェクト」の研究開発成果と相互接続検証を実施し、開発 IF の汎用性を実証した。なお、本連携では、日本 IBM が開発した電子タグ分散管理サービスで管理される属性情報に関して検証を実施し、セキュリティ適応制御サービス、響プロジェクトの技術、シームレス・タグ情報管理技術における電子タグ分散管理サービスの 3 つの技術連携を実現している。

第 3 に、セキュリティ適応制御技術において、Auto-ID ラボ・ジャパンと連携し、検証を実施した。平成 16 年度は、Auto-ID ネットワークアーキテクチャを活用し、相互接続性、互換性、相互運用性の検証を実施した。なお、本検証は独立行政法人 情報通信研究機構(NICT)の小金井電子タグ実験ルーム内のオープン環境で実施した。また、平成 17～平成 19 年度にかけては、電子タグシステム全体の可用性の向上並びに安全でユビキタスな電子タグリーダライタ利用環境の実現に向け、ネットワーク利用型電子タグリーダライタとセキュリティ適応制御技術を活用し連携検証を慶應義塾大学 SFC Open Research Forum にて実施した。本検証を通じて、セキュリティ適応制御技術の活用により、IPv6 オープン NW 上でセキュリティを確保でき、パフォーマンス的にも問題ないことを実証した。

第 4 に、セキュリティ適応制御技術において、Auto-ID ラボ・ジャパン、日本ベリサインと連携し、米国ベリサイン社が提供する EPCglobal 準拠の ONS と、セキュリティ適応制御技術の成果である IC タグ情報管理システムを接続し、グローバルに電子タグの情報を流通させるための実証実験を実施した。具体的には、米国の ONS のみを経由しての接続検証、米国の ONS と日本の ONS の両方を経由しての接続検証を実施した。なお、本検証も NICT の小金井電子タグ実験ルーム内にて実施した。

第 5 に、分散型メタデータ検索・管理技術において、HIRP (ICT 研究開発機能連携推進会議) 会員として、NICT 北陸リサーチセンター、北陸先端科学技術大学院大学と連携し、大規模ネットワークエミュレーションテストベッドにおける規模拡張性の検証実験を行った。具体的には、200 台規模のクラスタにおいて約 2500 ノードまでの仮想的な DHT ノードを動作させ、この問い合わせ応答の特性を調査し、10000 ノードにおける性能を推定する材料とした。なお、この実験は、NICT 北陸リサーチセンターにおいて実施し、北陸先端科学技術大学院大学において開発中であった統合実験制御ミドルウェア (SpringOS) を活用し、クラスタを効率的に運用した環境上で仮想的に実現した。なお、本実験に必要な機能の一部 (PXEboot のみで動作するノードへの対応など) やソフトウェアの不具合情報は北陸先端科学技術大学院大学側にフィードバックを行い、SpringOS の改善に役立てられた。

第 6 に、ネットワーク自己構成技術において、「ユビキタスネットワーク認証・エージェント技術の研究」の「自立分散ノード認証技術」（東京大学江崎教授担当）と共同で、IETFにおける国際標準化活動を実施した。3.4.1 節で示した標準化提案のうち 2) と 3) がこれに該当する。これらのうち、draft-ietf-krb-wg-cross-problem-statementは、WG Last Callとなった。

4. 研究成果の更なる展開に向けて

4.1. 課題ア) シームレス・タグ情報管理技術に関する研究開発

4.1.1. 課題 a. 最適分散配置技術に関する研究開発

実用化 (サービス化) : 本研究開発の成果は、それを有効利用することを目的として、ソリューション向け基盤ソフトウェア資産として登録する予定である。実証実験で行った規模のソリューションを速やかに提供する目的を想定すれば、独立したミドルウェア製品とするよりも社内において、ソリューション向け基盤ソフトウェア資産として登録を行い、利用者へのソリューション提供に利用できる状態にしておくことが最適であると判断される。

ソリューション向け基盤ソフトウェア資産にする際には、当資産が提供するフェデレーテッド・モデルを利用することによって、どのようなソリューションに適用可能であるかの情報を提供し、社内の営業・プロジェクトメンバーに対して啓蒙活動を行う。具体的には、実証実験の事例や本研究開発で作成したガイドブック等を紹介することによって、病院内での投薬過誤の回避や投薬実績の管理、分散した拠点をまたがる物品管理やトレーサビリティなどに適用できることを理解してもらい、ソリューション提案に役立てる。また、新たに社内に「S&A センター」を設立し、そのソフトウェア基盤として、本資産を有効活用して行く。(S&A とはセンサー&アクチュエーターの略で、S&A センターは、電子タグ・GPS・センサーなどを組み合わせたソリューションの拠点となる)

波及効果 : 当資産を基盤とした電子タグ・ソリューションの提案数も増加し、その技術の応用性の高さや展開の容易さへの理解に貢献しうる。

4.1.2. 課題 b. 電子タグ属性情報の相互運用技術に関する研究開発

実用化 (サービス化) : 相互運用技術の適用分野について、H18 年度に調査研究を行い、「多様な事業者が参入し物流や商流が複雑」「変形加工のプロセス中に個体管理単位が変更される」という特徴を持つ業界が有望であるとの結論に達した。研究成果の展開の一つとして、図 17 に示すような既存の商流・物流プラットフォームとの間の橋渡しをする連携プラットフォームサービスの可能性について、業界の標準化動向も踏まえつつ検討する。図 17 での連携プラットフォームが行うサービス形態の一例として、既存システムとの接続を行う際の相互認証機能、EDI との連携時に属性情報の相互認証機能を提供する形が考えられる。ただし、利用者は企業向けに閉じたものではなく、消費者の観点も加えたサービスの可能性もあるものと考えており、ユビキタスネットワークワーキングフォーラムの場を活用したビジネスモデル検討部会の企画・立ち上げを行い、検討した有望ビジネスアイデアについて事業化プランを取りまとめ、業界横断的なビジネス展開の早期立ち上げを目指す。

波及効果 : 本研究開発の成果は電子タグ以外の自動認識技術 (バーコード、二次元コード、センサなど) を採用するプラットフォーム間の相互運用にも展開することができるため、各研究施策との連携によりユビキタスプラットフォーム技術普及の加速に貢献しうる。

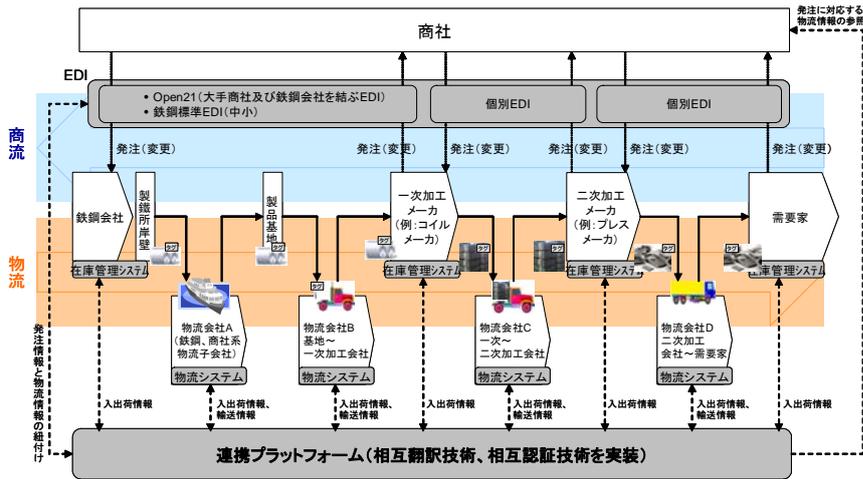


図 17 鉄鋼業界を例とした相互運用技術のサービスイメージ

4.2. 課題イ) 相互変換ゲートウェイ技術に関する研究開発

4.2.1. 課題 1. 電子タグネットワーク技術の研究開発

実用化 (サービス化・製品化) : 本研究成果である、コンテキスト合成技術、極小ノード向け IPv6 プロトコルスタック技術とモビリティ技術は、分散・広域環境下でのトレーサビリティシステムの構築や運用管理コストの低減を可能にし、人やモノの状況を様々な電子タグやセンサーから収集しリアルタイムなリスク管理等を可能にする技術として期待される。食品と医療の複数の分野での実証実験により汎用・共通的な技術としての有効性も実証しており、今後はこれらの技術の強化や周辺技術の開発を進め、電子タグ情報活用領域に限らず、福祉分野、交通分野、環境分野なども含めた広域ユビキタスサービスを実現するソリューション技術の提供・製品化を目指し活動を進めていく。

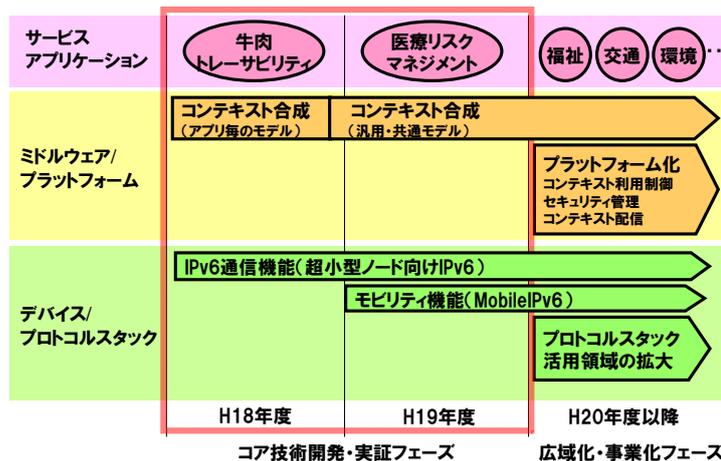


図 18 広域ユビキタスプラットフォームへの取り組み

4.2.2. 課題 2. 分散型メタデータ検索・管理技術の研究開発

今後の研究開発 : 4年間の研究により、当初目標であった「100億個のタグを用いた検索を0.3秒以内で完了させる」ことを達成できる見通しがついた。

DHT技術は、電子タグを中心としたID管理全般に広く適用可能であるので、よりスケールの大きいID管理に向けた継続的研究開発と実証を行い、IDインフラの基本要素技術として適用されることを目

指す。また、本研究で得られた課題を下敷きにしたさらなる技術開発課題についても、社外研究機関等との交流を通じて解決していきたいと考えている。

なお、成果の具体的な展開は以下のように見込んでいる。

第1に、本研究成果技術をツールキット化して、東芝社内カンパニーおよび関係会社の電子タグ関連事業応用に向け技術移管する。

第2に、インターフェース仕様を公開し、東芝社内を含めた多くの事業主体が本研究成果の応用に携われるようにする。

4.2.3. 課題3. ネットワーク自己構成技術の研究開発

今後の研究開発：本研究の成果である電子タグおよびネットワーク自己構成技術を、産業システムへ適用するための研究を行う予定である。現在の産業システムは、古い通信技術を用いた大規模／集中型のセンサーシステムと言える。しかし、生産の大規模化、グローバル化、多様化に対応するため、今日の技術を積極的に利用し、システムのアーキテクチャを変える必要がある。例えば、センサーおよびシステムを分散化するためのネットワーク技術、ネットワーク上に分散したシステムの構成要素を追跡するための電子タグ技術、分散システムにおけるディザスタリカバリーを実現するためのネットワーク自己構成技術などである。一方、本成果を産業システムへ適用するためには、この分野固有の要求（たとえば、防爆規格を満たすデータリンク技術など）を同時に実現せねばならないため、今後の研究開発は、適応領域固有の要求を考慮した、より包括的な研究へ発展させる予定である。

標準化：本研究開発に関連した国際標準化（3.4.1 節参照）について、今後は以下の目標をもって標準化活動を継続する予定である。2) に関しては、WG Last Callとなったので、今後はRFC化が完了することを目標とする。3) に関しては、両提案を統合し、WGの正式提案として認められることを目標とする。4) に関しては、WGの正式提案として認められることを目標とする。

なお、本研究開発の成果である IPsec 用鍵交換プロトコル KINK (RFC4430) を普及させるため、WIDE プロジェクト（慶應義塾大学の村井純教授らが中心になって 1988 年に設立された、インターネットに関する研究プロジェクト）と共同で参照コードを開発し、一般に公開している。

<http://www.racoon2.wide.ad.jp/>

波及効果：本研究開発の成果の一部である IPsec 用鍵交換プロトコル KINK は、従来の IPsec 用鍵交換プロトコル (IKE、IKEv2) や SSL や TLS や SSH のように公開鍵暗号を必須としないため、計算資源の限定された一般的な機器でも実装可能であるため、通信セキュリティ技術の普及に貢献しうる。

4.3. 課題ウ) セキュリティ適応制御技術に関する研究開発

実用化 (サービス化)：研究開発成果を活用し、電子タグデータを End-to-End で通信し、安全・簡単に流通し活用できる電子タグ・インフラを目指したサービスの検討を進めており、一部実用化を行った。具体的には研究成果のうち、センサーネットワークなど他の目的でも利用できる NW の認証・暗号化技術の部分を切り出して活用している。

本成果は電子タグデータの送受信に耐えうるパフォーマンスを実現するマルチポリシーVPNサービスとして 2007 年 8 月よりサービス提供を開始している。マルチポリシーVPNサービスを活用することにより、電子タグ用の専用線等のネットワークを構築しなくとも、オープンなネットワークであるイン

ターネットを活用して複数拠点に存在する電子タグリーダを端末単位で管理することが可能となる。さらに本サービスのマネジメント機能を活用することで、簡単な設定で端末間の電子タグデータのやりとりを安全に流通させることができる。

また、研究成果の一部であるアクセス制御、プライバシー（ロール）保護機能については、社内情報発信ツール等を使い社内に幅広く共有すると共に、ユーザへのシステム提案での提供の可能性を検討する。将来的に、複数ユーザの導入が確定した場合は、プラットフォーム化し電子タグデータの管理サービス等を開始できるよう準備を進めていく予定である。将来構想を図 19 に示す。

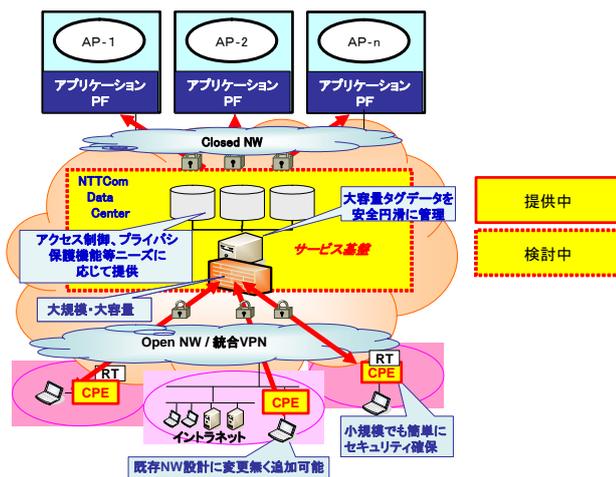


図 19 サービスイメージ図

波及効果：セキュリティ適応制御技術を活用しプライバシーを保護した上で、高セキュリティの求められる分野において実証実験参加者のプライバシー意識に関するアンケート結果は表 5 の通りである。

利活用分野が異なるものの、電子タグ利活用における不安感は年々軽減されており、特に H19 年度は自身の情報の制御権をユーザ側に委ねる新しい方式を活用することにより 95%の参加者が安心感を示しており、プライバシーを保護に有効であることを実証している。電子タグ普及の最大の阻害要因であるプライバシー問題に対して、有効性を実証できたことから、本技術の活用は NW 利活用型での電子タグ普及へ大きな足がかりになると考えている。

また、本技術は、幅広い分野における電子タグシステムに適用可能であり、今後電子タグを用いた付加価値の高いサービスの基盤としての活用が可能である。

表 5 アンケート結果

	H16 年度 自転車管理	H17 年度 子供の安心安全	H19 年度 簡易健康診断
タグの利活用にも安心だった	57%	67%	95%
タグの利活用に不安であった	41%	33%	5%

5. 査読付き誌上発表リスト

- [1] 岡部宣夫・坂根昌一・宮澤和紀・鎌田健一・井上淳・石山政浩、“IPsec と KINK を用いた制御ネットワークのセキュリティアーキテクチャ”、電子情報通信学会論文誌, Vol. J88-B No. 10 pp1910-1921 (2005年10月1日) :
- [2] N. Okabe, S. Sakane, K. Miyazawa, K. Kamada, A. Inoue, M. Ishiyama, H. Esaki、“Implementing a Secure Autonomous Bootstrap Mechanism for Control Networks”、The IEICE Transaction on Information and Systems Vol. E89-D No. 12 pp2822-2830 (2006年12月1日) :
- [3] Shirou Wakayama, Yusuke Doi, Satoshi Ozaki, and Atsushi Inoue、“Cost-effective Product Traceability System Based on Widely Distributed Databases”、Journal of Communications Vol. 2 Issue. 2 pp.45-52 (2007年3月) :
- [4] 土井裕介・若山史郎・石山政浩・尾崎哲・井上淳、“10の10乗規模の個品追跡を可能とするトレーサビリティシステム向けID解決機構”、情報処理学会論文誌 Vol. 49 No. 3 (2008年3月15日) :
- [5] N. Okabe, H. Takatama, K. Yajima, Y. Doi, A. Inoue、“Field Experiment of an Extendable Traceability System : Application to the Quality Control of Beef-Product Distribution”、International Journal of Software Engineering and Its Applications、(2008年度掲載予定) : ※日本電気・東芝・横河電機の共同発表

6. その他の誌上発表リスト

- [1] 森田祐一、“電子タグ使う人の位置情報を管理するIPv6対応システムの実験実施へ”、日経ニューメディア 2004年8月23日号 PP4-5 (2004年8月23日) :
- [2] 貞田洋明、“IPv6が築く安心ネットワーク”、日経ビジネス特別広報別冊 2004年11月29日 PP10-11(2004年11月29日) :
- [3] 森田祐一・青木健一郎、“RFID情報流通基盤サービスの取組”、ビジネスコミュニケーション 2004Vol.41No1PP94-95(2004年12月) :
- [4] 森田祐一、“電子タグシステムをインターネットで接続へ”、日経ニューメディア別冊 PP143-153(2005年1月6日) :
- [5] 森田祐一、“ユビキタスネットワーク基盤の実現にむけて”、ビジネスコミュニケーション 2005 Vol.42 No.1 P2~P6(2005年1月号) :
- [6] YuichiMorita、“RFID System Nears Commercialization”、NTTCommunicationsDigest Vol.6 No.7,February2005 pp2-3(2005年2月) :
- [7] 太田聡・横溝和宏・落水洋成・沼尾雅之・渡邊裕治・吉澤武朗・斎藤暁郎、“電子タグ利用アプリケーションにおけるシステムの観点での考察”、Computer & NETWORK LAN 2005年2月 No.256 pp38-43 (2005年2月18日) :
- [8] 青木健一郎・今田秀樹・松本誉史・藤岡大輔・田中崇彦・鈴木奈々、“ネットワーク利用型RFIDプラットフォームサービスへの取組”、Computer&NETWORK LAN 2005年2月号 PP26-30(2005年2月) :
- [9] 松岡英晃、“1000枚のタグを活用し市営駐輪場で実証実験”、月間カード・ウェーブ Vol18 2005年5月号 pp30-30(2005年4月18日) :
- [10] 松本誉史、“DNSを利用したICタグのアドレス解決”、Computer&NETWORK LAN 2005年5月号 PP110-111(2005年5月) :

- [11] 森田祐一・松岡英晃、“本格化する IC タグ市場「2010 年 31 兆円へ・相次ぐ実証実験」、サイバーセキュリティマネジメント 2005 年 5 月号 PP12-17(2005 年 5 月) :
- [12] 尾崎哲・土井裕介・若山史郎、“小規模から円滑に拡張できる商品トレーサビリティシステム”、東芝レビュー Vol. 60 No. 8 pp.27-31 (2005 年 8 月 1 日) :
- [13] 澤口文彦、“ユビキタサービス基盤の実現に向けて”、ビジネスコミュニケーション 2006 Vol.43 No.1 P2~P5(2006 年 1 月) :
- [14] 西孝明、“特集 2 子供を守る登下校管理システム倉敷市で通学路にリーダーを設置した IC タグの実証実験”、月間カード・ウェブ Vol19 2006 年 5 月号 pp24(2006 年 4 月 20 日) :
- [15] 青木健一郎・今田秀樹・松本誉史、“RFID 情報流通プラットフォームの取り組み”、NTT 技術ジャーナル 2006 年 8 月号 PP28-31(2006 年 8 月) :
- [16] 西孝明、“特集 ユビキタス社会へ着々、電子タグの実証実験 (児童見守りサービス 岡山県倉敷市 2006 年 2 月)”、NTT コミュニケーションズ CSR 報告書 2006 PP7-7(2006 年度) :
- [17] 西孝明、“活動トピックス (登下校時の子どもたちの安全を見守るために)”、NTT グループ CSR 報告書 PP35-35(2006 年度) :
- [18] 西孝明、“「安心・安全な街づくり」を電子タグ実証実験を通じて検証”、月刊安全と管理 Vol.34 No.404 2007 年 8 月号 pp31-31(2007 年 7 月 15 日) :
- [19] 阿部勉・西孝明・鹿田雄喜、“登下校管理システムへの RFID 導入例・実証実験”、Electronic Journal 別冊 2008 RFID 技術ガイドブック pp129-135(2007 年 11 月 30 日) :
- [20] 土井裕介、“拡張性を考慮した食肉流通トレーサビリティシステムの開発と実証実験”、東芝レビュー Vol.63 No.3 p.35 (2008 年 3 月 1 日) :

7. 口頭発表リスト

- [1] N. Okabe, S. Sakane, K. Miyazawa, A. Inoue, M. Ishiyama, K. Kamada, “A Study of Security Architecture for Control Networks over IP”、First International Workshop on Networked Sensing Systems (INSS 2004) (Tokyo, Japan) (2004 年 6 月 23 日)
- [2] 森田祐一・松本誉史・青木健一郎・今田秀樹・鈴木健太郎、“RFID を利用した商品情報参照・管理システムにおける一考察”、電子情報通信学会 (徳島県徳島市) (2004 年 9 月 22 日)
- [3] N. Okabe, “Issues of Control Networks When Introducing IP”、The 2005 Symposium on Applications and the Internet Workshops (SAINTWKSP 2005) (Trent, Italy) (2005 年 2 月 1 日)
- [4] Yusuke DOI, “DNS meets DHT: Treating Massive ID Resolution Using DNS Over DHT”、SAINT 2005 (Trento, Italy) (2005 年 2 月 2 日)
- [5] N. Okabe, S. Sakane, K. Miyazawa, K. Kamada, M. Ishiyama, A. Inoue, H. Esaki, “Security Architecture for Control Networks Using IPsec and KINK”、The 2005 Symposium on Applications and the Internet (SAINT 2005) (Trent, Italy) (2005 年 2 月 4 日)
- [6] 福尾哲洋・村山弘城・畑恵介、“電子タグ属性情報の異種プラットフォーム間相互翻訳技術の検討”、情報処理学会 第 67 回全国大会 (東京都調布市) (2005 年 3 月 2 日)
- [7] 布田寿康・高橋成文・田中武、“電子タグプラットフォーム判別技術に関する提案”、情報処理学会 第 67 回全国大会 (東京都調布市) (2005 年 3 月 3 日)
- [8] 若山史郎・土井裕介・井上淳, “TrackBack 手法に基づくトレーサビリティシステムの設計と実装”、

- 電子情報通信学会 IN/NS 研究会 (沖縄県), (2005 年 3 月 4 日)
- [9] 森田祐一・松本誉史・青木健一郎・今田秀樹・鈴木健太郎、“RFID 情報流通システムにおける一考察”、電子情報通信学会 (大阪府豊中市) (2005 年 3 月 21 日)
- [10] 高玉広和、“高機能電子タグ活用によるコンテキスト抽出機構”、電子情報通信学会 NS 研究会 (奈良県生駒市) (2005 年 5 月 26 日) ※2004 年度成果 (2005 年 3 月投稿)
- [11] 森田祐一、“電子タグ実用の実証実験と将来性”、電波技術協会セミナー(東京都港区) (2005 年 6 月 7 日)
- [12] 森田祐一、“電子タグの高度利活用技術に関する研究開発”、NetWorld+Interop Tokyo 2005(千葉県千葉市) (2005 年 6 月 8 日)
- [13] 横溝和宏、“京都医療センターにおける医療・医薬品 電子タグ実証実験”、ユビキタスネットワークフォーラム シンポジウム 電子タグ高度利活用技術研究開発 実証実験発表会 (東京都港区) (2005 年 6 月 14 日)
- [14] 原暁央、“高機能電子タグによる畜産物のトレーサビリティ”、電子タグ高度利活用技術研究開発 実証実験発表会 (東京都港区) (2005 年 6 月 14 日)
- [15] 森田祐一、“電子タグの高度利活用技術に関する研究開発 (セキュリティ適応制御技術に関する研究開発と実証実験)”、ユビキタスネットワークフォーラム 電子タグ高度利活用技術研究開発実証実験発表会(東京都港区) (2005 年 6 月 14 日)
- [16] K. Kubo, T. Shimomura, N. Okabe, “Secure Plug and Play architecture for IP based Control System and its Monitoring System”、SICE Annual Conference 2005 (Okayama, Japan) (2005 年 8 月 10 日)
- [17] 青木健一郎・松本誉史・今田秀樹・鈴木健太郎、“倉敷市での RFID の利活用実証実験に関する検討”、電子情報通信学会(北海道札幌市) (2005 年 9 月 23 日)
- [18] 鈴木健太郎・松本誉史・青木健一郎・今田秀樹、“DNS を利用した IC タグのアドレス解決技術とその動作実証”、電子情報通信学会(北海道札幌市) (2005 年 9 月 23 日)
- [19] 傍島英雄・矢島健一 他、“飛騨牛生産現場への電子タグ利活用技術に関する研究”、東海畜産学会 秋季大会 (愛知県名古屋市) (2005 年 11 月 28 日)
- [20] 澤口文彦、“電子タグの高度利活用技術に関する研究開発”、UNS2005(京都府京都市) (2005 年 11 月 29 日)
- [21] N. Okabe, S. Sakane, M. Ishiyama, A. Inoue, H. Esaki, “A Prototype of a Secure Autonomous Bootstrap Mechanism for Control Networks”、The 2006 Symposium on Applications and the Internet (SAINT 2006) (Phoenix, USA) (2006 年 1 月 24 日)
- [22] Shirou Wakayama, Yusuke Doi, Satoshi Ozaki, and Atsushi Inoue, “Extendable Product Traceability System from Small Start”、SAINT2006 RFID Workshop (Phoenix, Arizona, USA) (2006 年 1 月 27 日)
- [23] 福尾哲洋・布田寿康・村山弘城、“異種 ID 規格間における電子タグ属性情報の翻訳”、情報処理学会 第 68 回全国大会 (東京都新宿区) (2006 年 3 月 8 日)
- [24] 佐藤圭嗣・横溝和宏、“電子タグ利用環境下における効率的なキャッシュ構築手法”、情報処理学会 第 68 回全国大会 (東京都新宿区) (2006 年 3 月 9 日)
- [25] 萩原秀郎、“マルチプラットフォーム環境における電子タグ属性情報の交換プロトコルの策定”、情報

- 処理学会 第 68 回全国大会（東京都新宿区）（2006 年 3 月 9 日）
- [26] 布田寿康・高橋成文、“電子タグプラットフォーム認証技術に関する提案”、情報処理学会 第 68 回全国大会（東京都新宿区）（2006 年 3 月 9 日）
- [27] 傍島英雄・矢島健一 他、“RFID タグを用いた黒毛和種繁殖雌牛の分娩前胃内温測定”、日本畜産学会第 106 回大会（福岡県福岡市）（2006 年 3 月 29 日）
- [28] Yusuke Doi, Shirou Wakayama, Masahiro Ishiyama, Satoshi Ozaki, Tomohiro Ishihara, Yojiro Uo, “Ecosystem of Naming Systems: Discussions on a Framework to Induce Smart Space Naming Systems Development”、DAS-P2P 2006 (Vienna, Austria) (2006 年 4 月 20 日)
- [29] N. Okabe, S. Sakane, K. Kubo, K. Miyazawa, K. Kamada, “Optimizing Interrealm Operation for Control Networks”、Third International Conference on Networked Sensing Systems (INSS 2006) (Chicago, USA) (2006 年 6 月 1 日)
- [30] 佐藤圭嗣・横溝和宏・萩原秀郎・落水洋成、“医療分野における電子タグ利活用の有用性と課題”、電子情報通信学会 ソサイエティ大会（石川県金沢市）（2006 年 9 月 22 日）
- [31] 國廣健太郎・小川優子・高橋成文、“電子タグの異種プラットフォーム間連携モデルを用いた地域生活コミュニティサービスの提案”、電子情報通信学会 ソサイエティ大会（石川県金沢市）（2006 年 9 月 22 日）
- [32] 高玉広和 他、“電子タグを活用した食肉トレーサビリティ実証実験”、電子情報通信学会ソサイエティ大会（石川県金沢市）（2006 年 9 月 22 日）
- [33] 青木健一郎・松本誉史・今田秀樹・鈴木健太郎・澤口文彦・鈴木奈々・西孝明・藤岡大輔、“子供の安心・安全分野での RFID の利活用実証実験に関する検討”、電子情報通信学会（石川県金沢市）（2006 年 9 月 22 日）
- [34] 松本誉史・青木健一郎・今田秀樹・鈴木健太郎・澤口文彦・足立卓也、“IC タグにおけるアドレス解決技術の性能に関する一考察”、電子情報通信学会（石川県金沢市）（2006 年 9 月 22 日）
- [35] 澤口文彦、“便利で安心できるユビキタスネットワーク社会の実現に向けて「電子タグの高度利活用技術に関する研究開発」”、CEATEC JAPAN 2006(千葉県千葉市) (2006 年 10 月 6 日)
- [36] 高玉広和、“電子タグ高度利活用の研究開発・実証実験について”、畜産先端研究開発支援事業情報交流会（愛知県名古屋市）（2006 年 10 月 17 日）
- [37] Yusuke Doi, Shirou Wakayama, Masahiro Ishiyama, Satoshi Ozaki, Atsushi Inoue, “On Scalability of DHT-DNS Hybrid Naming System”、AINTEC 2006 (Bangkok, Thailand) (2006 年 11 月 28 日)
- [38] 澤口文彦、“Development on core technologies for RFID utilization over IPV6 network”、The 3rd Meeting of CJK RFID/Sensor Network SWG(Hai Nan China) (2007 年 1 月 11 日)
- [39] N. Okabe, S. Sakane, K. Miyazawa, K. Kamada, “Extending a Secure Autonomous Bootstrap Mechanism to Multicast Security”、The 2007 Symposium on Applications and the Internet (SAINTWKSP 2007) (Hiroshima, Japan) (2007 年 1 月 16 日)
- [40] 國廣健太郎・水野高宏・高橋成文、“電子タグ異種プラットフォーム間認証の高速化に関する提案”、情報処理学会 第 69 回全国大会（東京都新宿区）（2007 年 3 月 6 日）
- [41] 水野高宏・國廣健太郎・高橋成文、“流通経路に基づくトレース情報のアクセス制御方式”、情報処理学会 第 69 回全国大会（東京都新宿区）（2007 年 3 月 6 日）
- [42] 矢島健一 他、“センサーネットワークへの IPv6 適用に関する考察”、電子情報通信学会 IN/NS 合同研

- 究会（沖縄県宜野湾市）（2007年3月9日）
- [43]横溝和宏、“電子タグの高度利活用技術に関する研究開発 ア) シームレス・タグ情報管理技術 a. 最適分散配置技術”、ユビキタスネットワークングフォーラム シンポジウム 電子タグ高度利活用技術に関する研究開発発表会（東京都文京区）（2007年7月12日）
- [44]岩城修、“電子タグ属性情報の相互運用技術の研究成果について”、ユビキタスネットワークングフォーラム シンポジウム 電子タグ高度利活用技術に関する研究開発発表会（東京都文京区）（2007年7月12日）
- [45]竹内章平、“電子タグ高度利活用の研究開発 相互変換ゲートウェイ技術 電子タグネットワークング技術”、ユビキタスネットワークングフォーラム シンポジウム 電子タグ高度利活用技術に関する研究開発発表会（東京都文京区）（2007年7月12日）
- [46]井上淳、“分散型メタデータ 検索・管理技術の研究開発”、ユビキタスネットワークングフォーラム シンポジウム 電子タグ高度利活用技術に関する研究開発発表会（東京都文京区）（2007年7月12日）
- [47]岡部宣夫、“ネットワーク自己構成技術”、ユビキタスネットワークングフォーラム シンポジウム 電子タグ高度利活用技術に関する研究開発発表会（東京都文京区）（2007年7月12日）
- [48]澤口文彦、“電子タグの高度利活用技術に関する研究開発”、ユビキタスネットワークングフォーラム シンポジウム 電子タグ高度利活用技術に関する研究開発発表会（東京都文京区）（2007年7月12日）
- [49]N. Okabe, S. Sakane, A. Inoue, H. Esaki, “Secure Plug and Play Architecture for Field Devices”、5th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN 2007) (Vienna, Austria) (2007年7月26日)
- [50]西野均、“Practices of RFID applications in Pharmaceutical and Medical in worldwide”、2007 RFID Summit in Taiwan (台北) (2007年8月8日)
- [51]井上淳・土井裕介・高玉広和・矢島健一・岡部宣夫、“拡張性を考慮した牛肉流通トレーサビリティシステムの実証実験”、電子情報通信学会 IN 研究会（宮城県仙台市）（2007年9月21日）、※日本電気・東芝・横河電機の共同著者名
- [52]N. Okabe, H. Takatama, K. Yajima, Y. Doi, A. Inoue, “Field Experiment of an Extendable Traceability System: Application to the Quality Control of Beef-Product Distribution”、Proceedings of the 2007 International Conference on Intelligent Pervasive Computing (IPC07), pp. 503–508 (2007年10月12日)： ※日本電気・東芝・横河電機の共同発表
- [53]宮澤和紀・坂根昌一・鎌田健一・岡部宣夫、“組込み機器用 Kerberos Version 5 の設計と実装”、Embedded Systems Symposium (ESS2007) (Tokyo, Japan) (2007年10月20日)
- [54]澤口文彦、“便利で安心できるユビキタスネットワーク社会の実現に向けて「電子タグの高度利活用技術に関する研究開発」”、ユビキタスネットワークングシンポジウム 2007（東京都千代田区）（2007年11月30日）
- [55]澤口文彦、“R&D Activities for RFID sophisticated Application FY2004-FY2007”、日 EU・ICT 研究協力フォーラム（東京都港区）（2008年3月5日）
- [56]矢島健一 他、“センサーネットワークにおけるモビリティサポートの実装評価”、電子情報通信学会 IN/NS 合同研究会（沖縄県名護市）（2008年3月7日）
- [57]見上紗和子 他、“コンテキスト合成とその応用例”、電子情報通信学会 総合大会（福岡県北九州市）（2008年3月19日）

- [58] 足立卓也・平野衡・下村道夫 (NTT)・青木健一郎・今田秀樹、“RFID におけるアドレス解決技術の性能に関する一考察”、電子情報通信学会 (福岡県北九州市) (2008 年 3 月 19 日)
- [59] 鹿田雄喜・加藤英紀・阿部勉・西孝明・石部武智、“電子タグの高度利活用技術とネットワークロボット技術との連携実験のご紹介”、電子情報通信学会ネットワークロボット時限研究会 2007 年度第 2 回研究会 (東京都新宿区) (2008 年 3 月 19 日)

8. 出願特許リスト

- [1] 今田秀樹・松本誉史・青木 健一郎・森田祐一・鈴木健太郎、RFID システム・情報処理端末・およびプログラム、日本、2004 年 8 月 27 日、特願 2004-248545
- [2] 松本誉史・今田秀樹・青木 健一郎・森田祐一・鈴木健太郎、コンテンツ提供システム、日本、2004 年 10 月 19 日、特願 2004-304924
- [3] 横溝和宏・佐藤圭嗣、「キャッシュ装置、属性データ管理システム、データベース装置、制御方法、およびプログラム」、日本、2005 年 4 月 11 日、特願 2005-113381
- [4] 高玉広和、無線タグ、無線タグ読み書き装置、無線タグ情報提供方法および無線タグシステム、日本、2005 年 4 月 25 日、特願 2005-126277
- [5] 布田寿康、属性証明書処理装置及びそのプログラム、日本、2005 年 4 月 26 日、特願 2005-127698
- [6] 太田聡、「生産品追跡システム、生産品追跡サーバ、及び生産品追跡サーバ用制御方法」、日本、2005 年 5 月 11 日、特願 2005-139124
- [7] 青木健一郎・松本誉史・今田秀樹・森田祐一・鈴木健太郎、データベースサーバ装置・データ管理方法及びプログラム、日本、2005 年 7 月 6 日、特願 2005-197918
- [8] 矢島健一、IPv6 通信システム、IPv6 端末、中継装置及びその通信方法、日本、2005 年 7 月 15 日、特願 2005-206934
- [9] 若山史郎・尾崎哲・石山政浩・土井裕介、情報呈示システム・情報呈示方法及びプログラム、日本、2005 年 8 月 16 日、特願 2005-235992
- [10] 土井裕介・若山史郎・石山政浩・尾崎哲、評価情報収集システム・評価情報収集方法及びプログラム、日本、2005 年 9 月 29 日、特願 2005-283604
- [11] 土井裕介・尾崎哲・石山政浩・若山史郎・金子雄・松永真理子、経路選択方法・経路選択プログラムおよび経路選択装置、日本、2005 年 12 月 7 日、特願 2005-353282
- [12] 鳶澤奈津子、抽象状態監視システムおよびその方法、日本、2006 年 3 月 22 日、特願 2006-079428
- [13] 若山史郎・尾崎哲・石山政浩・土井裕介・松永真理子、トレーサビリティ情報処理装置・トレーサビリティ情報処理方法及びプログラム、日本、2006 年 3 月 28 日、特願 2006-87812
- [14] 布田寿康、認証システム、認証サーバおよびプログラム、日本、2006 年 3 月 31 日、特願 2006-097994
- [15] 矢島健一、アドレス管理装置、アドレス管理システムおよびアドレス管理方法、日本、2006 年 4 月 13 日、特願 2006-110763
- [16] 高玉広和、Wireless tag, wireless tag reader/writer, wireless tag information provision method, and wireless tag system、米国、2006 年 4 月 24 日、11/408933
- [17] 高玉広和、Wireless tag, wireless tag reader/writer, wireless tag information provision method, and wireless tag system、中国、2006 年 4 月 25 日、200610077773.5
- [18] 宮澤和紀、“インターレムにおける KDC の通知手法”、日本、2006 年 5 月 18 日、特願 2006-138578

- [19] 土井裕介・松永真理子・若山史郎・石山政浩・尾崎哲、トレーサビリティ情報記録装置・トレーサビリティ情報記録方法およびプログラム、日本、2006年11月27日、特願2006-319006
- [20] 岡部宣夫・坂根昌一・宮澤和紀・鎌田健一、“制御システムおよびマルチキャスト通信方法”、日本、2006年11月27日、特願2006-318584
- [21] 高玉広和、センサータグ協調システム、センサータグ協調方法、および、センサータグ協調用プログラム、日本、2007年2月20日、特願2007-040046
- [22] 高玉広和、無線タグ装置、無線タグ処理システム、無線タグ用データ収集方法、及びそのプログラム、日本、2007年3月6日、特願2007-055693
- [23] 蔦澤奈津子、Abstract state monitoring system and method for the same、米国、2007年3月21日、11/723615
- [24] 蔦澤奈津子、Abstract state monitoring system and method for the same、ヨーロッパ特許庁・イギリス・ドイツ・フランス、2007年3月21日、07104586.8
- [25] 土井裕介・石山政浩、ノード装置・転送ノード決定方法およびプログラム、日本、2007年3月23日、特願2007-76266
- [26] 矢島健一、通信システム、アドレス管理方法、アドレス管理サーバ、ゲートウェイ及びプログラム、日本、2007年3月27日、特願2007-080390
- [27] 水野高宏・高橋成文、トレースシステム及びコンピュータプログラム、日本、2007年4月19日、特願2007-110458
- [28] 土井裕介、データ登録装置・データ登録方法およびプログラム、日本、2007年7月12日、特願2007-183580
- [29] 水越康博、プロキシモバイルIPシステム、アクセスゲートウェイ及びそれらに用いる登録通知メッセージ順序判定方法、日本、2007年9月5日、特願2007-229628
- [30] 水越康博、プロキシモバイルIPシステム、アクセスゲートウェイ及びそれらに用いる登録通知メッセージ順序判定方法、日本、2007年9月5日、特願2007-229629
- [31] 高玉広和、監視システム、サーバ、無線端末、プログラムおよび監視方法、日本、2008年1月24日、特願2008-013770 ※秋田大学と共同
- [32] 矢島健一、通信システム、アドレス管理方法、アドレス管理サーバ、ゲートウェイ及びプログラム、海外（同名特許のPCT出願）、2008年3月19日、PCT/JP2008/055130

9. 取得特許リスト

- [1] 土井裕介・尾崎哲・石山政浩・若山史郎・金子雄・松永真理子、経路選択方法・経路選択プログラムおよび経路選択装置、日本、2005年12月7日、2008年2月15日、P4081113

10. 国際標準提案リスト

- [1] IETF、RFC4430³、“Kerberos Internet Negotiation of Keys (KINK)”、2005年5月（提案）、2005年7月～12月（改定）、2006年3月（採択）
- [2] IETF、draft-zrelli-krb-xkdcv、“XKDCV, the Inter-KDC protocol for cross-realm operations in

³ draft-ietf-kink-kink を経て

Kerberos”、2006年6月（提案）、未改定、未採択

- [3] IETF、draft-ietf-krb-wg-cross-problem-statement⁴、“Problem statement on the cross-realm operation of Kerberos in a specific system”、2006年10月（提案）、2006年10月～2007年12月（改定）、未採択
- [4] IETF、draft-kamada-krb-client-friendly-cross、“Client-Friendly Cross-Realm Model for Kerberos 5”、2007年2月（提案）、2007年3月～11月（改定）、未採択
- [5] IETF、draft-sakane-dhc-dhcpv6-kdc-option、“Key Distribution Center Address Option for DHCPv6”、2008年2月（提案）、未改定、未採択

11. 参加国際標準会議リスト

- [1] IETF・60th IETF Meeting、San Diego、2004年8月1日～6日
- [2] EPCglobal・EPCglobal US Conference 2004、Baltimore、2004年9月28日～30日
- [3] IETF・61st IETF Meeting、Washington、2004年11月7日～12日
- [4] Connectathon・Connectathon 2005、San Jose、2005年2月28日～3月2日
- [5] IETF・62nd IETF Meeting、Minneapolis、2005年3月6日～11日
- [6] IETF・63rd IETF Meeting、Paris、2005年7月31日～8月5日
- [7] IETF・64th IETF Meeting、Vancouver、2005年11月6日～11日
- [8] IETF・65th IETF Meeting、Dallas、2006年3月19日～24日
- [9] IETF・66th IETF Meeting、Montreal、2006年7月9日～14日
- [10] IETF・67th IETF Meeting、San Diego、2006年11月5日～10日
- [11] IETF・68th IETF Meeting、Prague、2007年3月18日～23日
- [12] IETF・69th IETF Meeting、Chicago、2007年7月22日～27日
- [13] IETF・70th IETF Meeting、Vancouver、2007年12月2日～7日
- [14] IETF・71st IETF Meeting、Philadelphia、2008年3月9～14日

12. 受賞リスト

なし

13. 報道発表リスト

- [1] “倉敷市での電子タグ高度利活用に関する実証実験の実施についてサイト (<http://www.ntt.com/release/2004NEWS/0011/1117.html>)”、電気新聞、2004年11月17日
- [2] “ユビキタス 災害に生かせ 電子タグで情報管理サイト”、静岡新聞、2005年1月21日
- [3] “三鷹市における電子タグ高度利活用に関する実証実験の実施について—自転車駐輪場や自転車等保管場所において電子タグ活用を行い、その利便性を向上—サイト (http://www.ntt.com/release/2005NEWS/0002/0218_2.html)”、日本経済新聞・地方経済面（東京）・日経コンピュータ、2005年2月18日
- [4] “国内初、電子タグによる医薬品の病院内トレーサビリティ・プラットフォームを構築サイト (<http://www-06.ibm.com/jp/press/20050420003.html>)”、日経産業新聞、2005年4月20日

⁴ draft-sakane-krb-cross-problem-statement を経て

- [5] “平成 16 年度実証実験に関する記者発表”（岐阜県畜産研究所が主体）
（<http://www.cc.rd.pref.gifu.jp/beef/WhatsNEW/170427NECtag/170427NEC1.html>）、掲載誌不明、
2005 年 4 月 27 日
- [6] “安全・安心なまちづくりに向けた、電子タグと IPv6 地域公共ネットワークを活用した児童見守りサービスの実証実験についてサイト（http://www.ntt.com/release/2006NEWS/0001/0130_2.html）”、日経ニューメディア・日経産業新聞、2006 年 1 月 30 日
- [7] “平成 17 年度実証実験記者発表会”、朝日新聞・中日新聞、2006 年 3 月 10 日
- [8] “電子タグを活用し、病院内外における医薬品の流れを追跡サイト（<http://www-06.ibm.com/jp/press/20060410001.html>）”、日本経済新聞・京都新聞・化学工業日報・Open Enterprise Magazine（6月号）・ASCII24・ZDNet Japan・IT media、2006 年 4 月 10 日
- [9] “災害ボランティア IC タグで場所把握サイト（<http://www.nttdata.co.jp/whatsnew/20070206.html>）”、読売新聞、2007 年 2 月 4 日
- [10] “高機能電子タグを用いて食品の一貫した品質管理を可能にする高度トレーサビリティシステムを開発”（<http://www.nec.co.jp/press/ja/0702/1903.html>）、朝日新聞・中日新聞、2007 年 2 月 19 日
- [11] “電子タグを利用したマーケティング情報管理の実証実験についてサイト（<http://www.ntt.com/release/2007NEWS/0002/0228.html>）”、日経産業新聞・CNET Japan、2007 年 2 月 28 日
- [12] “高機能電子タグを用いた、「切れ目のない一貫したトレーサビリティ」の構築、実証実験に参画”、
<http://www.yokogawa.co.jp/food/topics.htm>、2007 年 3 月 8 日
- [13] “食肉業界初の試み、高度トレーサビリティでさらなる安心・安全を！”
（<http://www.nec.co.jp/effort/ubiquitous/hida/>）、食肉トレーサビリティ高度化実証実験の概要・意義・流通関係者のコメント等を伝える広報、2007 年 8 月 1 日
- [14] “電子タグを用いて、より安心安全な病院管理を目指した実証実験を秋田大学医学部附属病院にて実施”（<http://www.nec.co.jp/press/ja/0802/1502.html>）、秋田さきがけ新聞、2008 年 2 月 15 日

14. ホームページによる情報提供

- [1] http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/19528.wss?P_Campaign=6N3EWS65、Japan's first RFID tag drug-shipment-to-in-hospital medication traceability successfully demonstrated、
—
- [2] <http://premium.nikkeibp.co.jp/itm/koza/02/index.shtml>、H17 年度実証実験について、「児童見守りサービスへの IPv6 の適用」をタイトルに紹介：Nikkei BP net、—
- [3] <http://www.ubiquitous-forum.jp/documents/sympo20050614/20050614.html>、「電子タグ高度利活用技術研究開発 実証実験発表会」での公演資料を公開：ユビキタスネットワーキングフォーラム、—
- [4] <http://www.ubiquitous-forum.jp/documents/uns2005/index.html>、UNS2005 での講演資料を公開：ユビキタスネットワーキングフォーラム、—
- [5] <http://www.itmedia.co.jp/enterprise/articles/0711/07/news001.html>、「情報はどこにあり、誰のものなのか？」をテーマに、慶應大学との NTTCom の連携について、対談形式で紹介：ITMedia エンタープライズ、
—

- [6] <http://bookcafe.sfc.keio.ac.jp/system.html>、ORF2007 で実施した慶應大学と NTTCom の連携実験を紹介：慶應大学ブックカフェ紹介サイト、—
- [7] http://www.ubiquitous-forum.jp/documents/tag_guidebook/index.html、ガイドブック IF 仕様書を公開：ユビキタスネットワークワーキングフォーラムホームページ、—
- [8] <http://www.ubiquitous-forum.jp/documents/sympo20070712/20070712.html>、電子タグ高度利活用技術に関する研究開発発表会での公演資料を公開：ユビキタスネットワークワーキングフォーラムホームページ、—
- [9] <http://www.ubiquitous-forum.jp/documents/uns2007/index.html>、UNS2007 での講演資料を公開：ユビキタスネットワークワーキングフォーラムホームページ、—

研究開発による成果数

	平成 16 年度	平成 17 年度	平成 18 年
査読付き誌上発表数	0 件 (0 件)	1 件 (0 件)	2 件 (1 件)
その他の誌上発表数	8 件 (0 件)	5 件 (0 件)	4 件 (0 件)
口 頭 発 表 数	9 件 (4 件)	18 件 (2 件)	15 件 (5 件)
特 許 出 願 数	2 件 (0 件)	12 件 (0 件)	12 件 (4 件)
特 許 取 得 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
国 際 標 準 提 案 数	0 件 (0 件)	1 件 (1 件)	3 件 (3 件)
国 際 標 準 獲 得 数	0 件 (0 件)	1 件 (1 件)	0 件 (0 件)
受 賞 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
報 道 発 表 数	3 件 (0 件)	4 件 (0 件)	5 件 (0 件)

	平成 19 年度	合計	(参考) 提案時目標数
査読付き誌上発表数	2 件 (1 件) ※1	5 件 (2 件)	15 件 (一件) ※2
その他の誌上発表数	3 件 (0 件)	20 件 (0 件)	一件 (一件)
口 頭 発 表 数	17 件 (3 件)	59 件 (14 件)	22 件 (一件) ※3
特 許 出 願 数	6 件 (1 件)	32 件 (5 件)	31 件 (一件)
特 許 取 得 数	1 件 (0 件)	1 件 (0 件)	15 件 (一件) ※4
国 際 標 準 提 案 数	1 件 (1 件)	5 件 (5 件) ※5	一件 (一件)
国 際 標 準 獲 得 数	0 件 (0 件)	1 件 (1 件)	一件 (一件)
受 賞 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	一件 (一件)
報 道 発 表 数	2 件 (0 件)	14 件 (0 件)	18 件 (一件)

※1：平成 19 年度に投稿し、平成 20 年度に発表する分を含みます。

※2：提案書内の「論文発表数」を記載しています。

※3：提案書内の「研究発表数」を記載しています。

※4：提案書内の研究期間終了後の取得予定数の件数も含めています。

※5：標準提案については提案年度に 1 件として記載し、提案後の改定は件数として記載しておりません。

注 1：（括弧）内は、海外分を再掲。

注 2：「査読付き誌上発表数」には、論文誌や学会誌等、査読のある出版物に掲載された論文等を計上する。学会の大会や研究会、国際会議等の講演資料集、アブストラクト集、ダイジェスト集等、口頭発表のための資料集に掲載された論文等は、下記「口頭発表数」に分類する。

注 3：「その他の誌上発表数」には、専門誌、業界誌、機関誌等、査読のない出版物に掲載された記事等を計上する。