

・総事業費	平成 18 年度（設計・開発等）	104,853 千円
	平成 19 年度（開発・構築、機器借上、運用等）	610,098 千円
	平成 20 年度（機器借上、運用、保守等）	364,215 千円

（２）事業等の必要性及び背景

政府認証基盤は、「ミレニアム・プロジェクト（新しい千年紀プロジェクト）について」（平成 11 年 12 月 19 日内閣総理大臣決定）に基づき、国民等と行政との間でインターネット等を利用してやり取りされる申請・届出等手続に係る電子文書について、その文書が真にその名義人によって作成され、内容に改変がないことを相互に確認できるように整備されたものであり、平成 13 年 4 月から運用を開始している。

現行の政府認証基盤は、全体として、各府省単位で構成される府省認証局における機能が重複しており、システム・業務を集約・一元化する余地がある。

また、霞が関WANにおいて整備された電子文書交換システムでも各府省で電子文書交換用認証局が構築されているが、当該システムで提供される機能の一部が、政府認証基盤の認証機能と類似しているなど、その見直しを行う余地がある。

このため、各府省の府省認証局等については、「霞が関WAN及び政府認証基盤（共通システム）の最適化計画」（平成 17 年 3 月 31 日 各府省情報化統括責任者（CIO）連絡会議決定）により、認証機能を集約・一元化することとされているところである。

（３）関連する政策、上位計画・全体計画等

- ミレニアム・プロジェクト（新しい千年紀プロジェクト）について（平成 11 年 12 月 19 日内閣総理大臣決定）
- 電子政府構築計画（平成 15 年 7 月 17 日各府省情報化統括責任者（CIO）連絡会議決定、平成 16 年 6 月 14 日改定）
- 霞が関WAN及び政府認証基盤（共通システム）の最適化計画（平成 17 年 3 月 31 日各府省情報化統括責任者（CIO）連絡会議決定、平成 19 年 8 月 24 日改定）

4 政策効果の把握の手法

「業務・システム最適化指針（ガイドライン）（2006 年（平成 18 年）3 月 31 日各府省情報化統括責任者（CIO）連絡会議決定）」に基づき、最適化効果指標の目標値に対する達成状況の評価を行うことにより、政策効果の把握を行う。

最適化効果指標としては、①本事業実施前から実施後の政府認証基盤に係る経費の削減額、②本事業実施前から実施後の政府認証基盤に係る業務処理の削減時間、③認証局構成の効率化による認証局の集約率を、目標値として設定している。

5 目標の達成状況

目標の達成状況は、下表のとおり、経費削減については、目標値 7.8 億円を約 18 パーセント上回り達成している。また、業務処理時間の削減に関しては、目標値をやや上回り達成している。府省認証局の集約達成率については、予定どおり平成 20 年 9 月末に目標の 100 パーセントを達成している。

表 政府認証基盤最適化事業の目標達成状況

効果指標	目標値	目標年度	目標年度実績値
経費削減	年間約 7.8 億円	平成 21 年度	年間約 9.2 億円
業務処理時間削減	年間約 381 日	平成 21 年度	年間約 389 日
府省認証局の集約達成率	100 パーセント	平成 20 年度	100 パーセント

※ 経費削減に係る目標年度実績値は平成 21 年度当初予算ベースの値である。

※ 業務処理時間の実績値については、平成 20 年度の業務処理時間に係る調査結果に基づく推計値である。

6 目標の達成状況の分析

(1) 有効性の観点からの評価

府省認証局の集約率については、平成 20 年度に目標の 100 パーセントを達成し、経費削減及び業務処理時間削減については、当初設定した目標値を上回る効果がみられる。

(2) 効率性の観点からの評価

本事業の総事業費約 10.8 億円に対し、本事業実施前から実施後の政府認証基盤に係る経費だけでも年間約 9.2 億円の削減効果があることから、本事業を行わなかった場合に比べて、平成 22 年度以降、経費効率化の効果発現が認められる。

また、本事業では予算執行の効率化・弾力化措置が行われている。これによって得られる効果は以下のとおりである。

① 予算執行の効率化・弾力化措置

国庫債務負担行為

繰越明許費

② 上記措置により得られた効果

・国庫債務負担行為

国庫債務負担行為を活用して 2 年度の一括契約を行うことにより、同一の開発事業者が設計から開発までを一連の作業として連続して行うことができることから、次年度の開発事業者が新たな業者となる場合に生じる設計ドキュメント等の理解・確認を行う時間及びそれに係る契約上の工数を削減することができ、事業時間の短縮及び予算の効率化が可能となった。

・繰越明許費

すべての府省認証局を政府共用認証局に集約する際、設計作業を開始するに当た

っては、各府省の府省認証局等の実態を把握し、開発するシステムにおける基本的な機能の確定やこれに伴う各府省との調整に不測の日数を費やすこととなり、設計・開発等のスケジュールの見直しが必要となったが、繰越明許費の活用により柔軟な対応が可能となった。(注)

(3) 今後の課題及び取組の方向性

政府認証基盤については、引き続き安定的な運用、安全性・信頼性の向上を図る必要があり、今後、必要に応じて、最適化計画の改定を行う。

7 政策評価の結果

すべての府省認証局を政府共用認証局に集約したことにより、目標値を上回る経費約 9.2 億円削減及び業務処理時間約 389 日削減が達成されたことから、本事業の有効性、効率性が認められる。

8 学識経験を有する者の知見の活用に関する事項

民間有識者から採用されている総務省情報化統括責任者（CIO）補佐官に対し、事業実施期間の間、毎月、進捗状況等を報告し、助言を得た。

助言内容の活用の一例として、情報化統括責任者（CIO）補佐官からの「本事業においては、総務省が政府共用認証局をスケジュールどおり構築することに加え、各府省認証局から政府共用認証局への円滑な移行が重要である。」との助言を踏まえ、各府省認証局の廃止、各府省の電子申請システム等の移行、官職証明書の移行の手順等について取りまとめた「政府認証基盤最適化 府省認証局移行ガイドライン」を平成 19 年 5 月に作成、各府省に配布したことにより、各府省における移行作業が予定期間内に円滑に進めることができた。

9 評価に使用した資料等

- ミレニアム・プロジェクト（新しい千年紀プロジェクト）について（平成 11 年 12 月 19 日内閣総理大臣決定）

<http://www.kantei.go.jp/jp/mille/index.html>

- 電子政府構築計画（平成 15 年 7 月 17 日各府省情報化統括責任者（CIO）連絡会議決定、平成 16 年 6 月 14 日改定）

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/cio/dai9/9siryou2.pdf>

- 共通システムの見直し方針（平成 16 年 3 月 25 日行政情報システム関係課長連絡会議了承）

<http://www.e-gov.go.jp/doc/20040401doc3.pdf>

- 霞が関 W A N 及び政府認証基盤（共通システム）の最適化計画（平成 17 年 3 月 31 日各府省情報化統括責任者（CIO）連絡会議決定、平成 19 年 8 月 24 日改定）

<http://www.gpki.go.jp/documents/saitekika.pdf>

- 「業務・システム最適化指針（ガイドライン）（2006年（平成18年）3月31日各府省情報化統括責任者（CIO）連絡会議決定）」

<http://www.e-gov.go.jp/doc/060331/doc1.pdf~doc5.pdf>

（注） 6（2）の下線部は、平成21年12月に総務省行政評価局から「予算執行の効率化・弾力化によって得られた効果の評価書において明らかにすること」を今後の課題として指摘されたことを踏まえ、22年2月に追加したものである。

（参考：「成果重視事業に係る政策評価の審査結果」

http://www.soumu.go.jp/main_content/000046058.pdf

平成 21 年度事後事業評価書

政策所管部局課室名：情報通信国際戦略局国際協力課

評価年月：平成 21 年 7 月

1 政策（事業等名称）

国際情報通信ハブ形成のための高度 ICT 共同実験

2 達成目標

アジア域内の情報流通の円滑化・アジア諸国のデジタル・ディバイド解消のための国際間共同実験等の実施により、我が国の情報通信ハブとしての地位の確保に資することを目標とする。

3 事業等の概要等

（1）事業等の概要

・実施期間

平成 15 年 4 月～平成 21 年 3 月

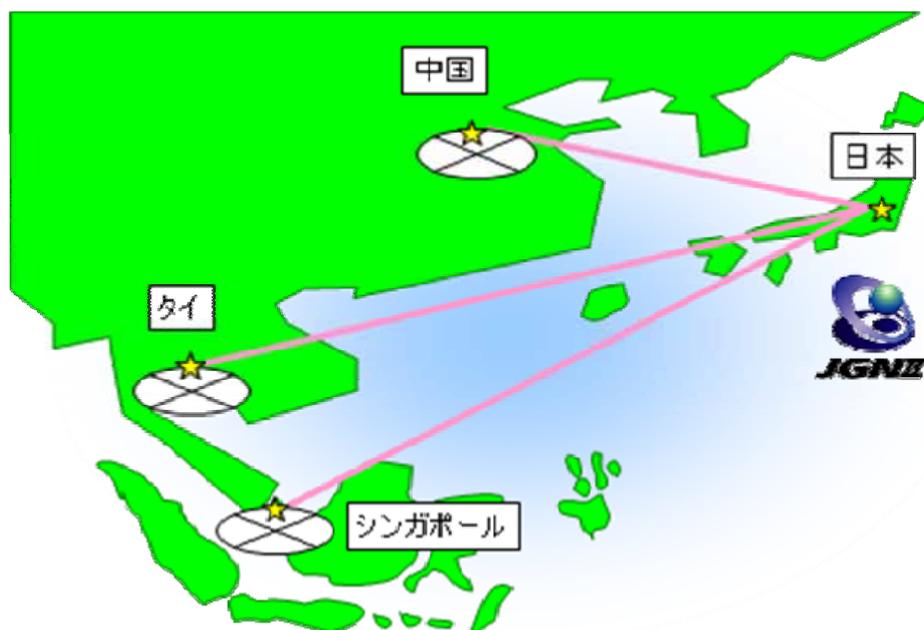
・実施主体

民間企業、大学

・概要

本施策は、中国及びシンガポール、タイとの間のテストベット等を活用した国際共同実験を通じて、大容量コンテンツ流通拡大のための国際的流通基盤整備を図り、国際的なデジタル・ディバイドの解消に資するための実証実験を行うことにより、我が国が通信分野において、品質面、コスト面で優位にたち、アジア地域において主導的役割を果たしていくための国際情報通信ハブの形成を促進するものである。

・概要図



【平成 15 年度～17 年度】

- ・デジタルコンテンツ電子商取引プラットフォームの基盤技術（シンガポール）
- ・多言語環境対応プラットフォームの基盤技術（中国）
- ・国際 I X 形成のための基盤技術の研究開発(中国、タイ、シンガポール)

【平成 17 年度～19 年度】

- ・ 3 次元・高精細画像伝送方式とブロードバンドを活用した通信・伝送技術の実証実験（遠隔医療への活用を想定）(タイ、シンガポール)
- ・ IPv6 技術等を活用したシステムの実証実験（遠隔教育への活用を想定）（タイ、シンガポール）

【平成 18 年度～20 年度】

- ・ IP 電話の国際相互接続の実証実験（タイ、シンガポール）

【平成 20 年度】

- ・環境コンテンツ流通基盤システムの実証実験（タイ）

・総事業費

(単位：百万円)

事業年度	15 年度	16 年度	17 年度	18 年度	19 年度	20 年度	総事業費
予算額	1,200	757	700	601	530	234	4,022

(2) 事業等の必要性及び背景

欧米への依存度が高いネットワーク構造からの脱却を図り、アジア域内における安定かつ円滑な情報流通の促進、アジア地域からの情報発信の機能強化を図るためには、アジア域内における情報拠点として、国際情報通信ハブ（拠点）の構築が求められている。特にアジア地域における情報通信分野をリードする我が国としては、今後のアジア戦略、あるいは世界戦略の一環として、我が国において、早期に国際情報通信ハブを構築することが喫緊の課題である。

(3) 関連する政策、上位計画・全体計画等

政策 15 ICT分野における国際戦略の推進

「e-Japan 重点計画 2002」(2002年6月)

「アジア・ブロードバンド計画」(2003年3月)

「IT 新改革戦略」(2006年1月)

「重点計画 2007」(2007年7月)

「重点計画 2008」(2008年8月)

4 政策効果の把握の手法

本事業は、アジア地域における大容量コンテンツ流通拡大のための国際的流通基盤整備を図り、国際的なデジタル・ディバイドの解消に資するための実証実験を行うことを目的とするものであることから、政策効果については、実証実験に係る報告書や学識経験者を有する者による評価会等を通じ、実施状況を検証することによりその有効性等を把握する。

5 目標の達成状況

平成15年度～平成20年度までの間、我が国 ICT 技術を用いた国際 IX 形成のための基盤技術の研究開発、国際間におけるデジタルコンテンツの電子商取引プラットフォームの基盤整備、多言語対応環境プラットフォームの基盤整備、遠隔教育、遠隔医療、IP 電話、環境コンテンツ流通基盤整備に係る国際共同実験が実施された。これにより、国際流通基盤整備のための技術の製品化及び標準化の動きを活発化させ、本事業の目的である我が国の情報通信ハブとしての地位の確保に成果を上げているところ。

なお、本件は、総務省の主要な政策である「ICT分野における国際戦略の推進」を構成する事業であり、同政策の目標設定において、国際共同実験を通じて日本とアジア諸国との間でどれだけ国際協力が進んでいるのかという観点から実施した実験数5以上、実験に参加した機関数20以上を目標としていたが、実験数7、参加した機関27となっており、目標を達成したところ。

実験名	実施内容	主な成果
国際 IX 形成 (H15-H17)	国際 IX の高速大容量化、IX 間の連携運用システムの確立のための共同実験(中国、タイ、シンガポール)	国際 I X 構築における高速大容量化・ユーザビリティ向上のための技術の有効性が実証された。
電子商取引 (H15-H17)	国際間のデジタルコンテンツの電子商取引に関する基盤整備のための共同実験(シンガポール)	デジタルコンテンツの BtoBtoC 取引に利用可能な電子商取引プラットフォームモデルが確立された。
多言語環境対応 (H15-H17)	多言語プラットフォームの実用化検証、アジアの多様な言語に対応する多言語プラットフォームの基盤整備のための共同実験(中国)	アジアの多様な言語に対応する多言語翻訳プラットフォームモデルが確立された。
遠隔教育 (H17-H19)	IPv6 技術等を活用した大学、教育機関等における遠隔教育システムの共同実験(タイ、シンガポール)	生徒の属性を加味した教育コンテンツ検索機能や双方向リアルタイム遠隔講義機能等を盛り込んだ新たな遠隔教育モデルが確立された。
遠隔医療 (H17-H19)	各国の回線容量に応じて最適化された医療画像を伝送するための技術等を活用した遠隔医療の共同実験(タイ、シンガポール)	3次元高精細画像伝送技術や高圧縮・低遅延画像伝送技術等を盛り込んだ新たな遠隔医療モデルが確立された。
IP 電話(H18-H20)	国際間で IP 電話網を相互接続する際の課題抽出、通信品質を確保するための技術等の共同実験(タイ、シンガポール)	国際間 IP 電話の通信品質確保のための課題、タイ、シンガポールの現地通信網と我が国 SIP サーバの相互接続条件等が明確化された。
環境コンテンツ流通基盤 (H20)	国際間でセンサ等を活用し、収集した情報を加工・分析するための環境情報分析システムの共同実験(タイ)	国際間でセンサ等を活用し、収集した情報を加工・分析するための環境情報流通プラットフォームのモデルが確立された。

6 目標の達成状況の分析

(1) 有効性の観点からの評価

本事業の実施においては、アジア諸国との国際間ネットワーク上で、アジアにおける大容量コンテンツ流通拡大のための国際流通基盤技術について実証がなされたことにより、国内の実証実験では、十分に検証ができない、国際ネットワークならではの遅延や揺らぎ、アジア各国ごとのネットワーク状況・ニーズ等を踏まえた当該技術に関する国際的なデジタル・ディバイドの解消に有効なデータが得られた。

(2) 効率性の観点からの評価

本事業においては、両国で様々な情報通信関係機関が経費を一部負担するなどして本事業に参画し、成果を共有しているところ。成果の展開先としては、産学官連携により、情報通信分野のみならず、医療、教育等の他分野への波及も期待される。

(3) 今後の課題及び取組の方向性

本事業の実施により、アジア地域の情報流通促進のため一定程度の成果を上げたものと評価されるところであるが、成果のさらなる展開のため、引き続き、本事業の成果について、官民連携の下、アジア各国にアピールしていくこととする。

7 政策評価の結果

本事業においては、既に見たようにアジアにおける大容量コンテンツの流通拡大のための国際的流通基盤整備のための技術について、日本とアジア諸国との国際間ネットワーク上で実証することを通じモデルが確立され、当該技術の標準化等に寄与した。この結果、我が国の情報通信技術に対する注目度が高まり、「情報通信ハブとしての地位の確立」のために一定の有効性が認められた。

8 学識経験を有する者の知見の活用に関する事項

平成15年度から、学識経験者や有識者による評価会を開催して、厳正な評価を実施し、評価結果を施策に反映した。

開催時期	評価会構成員	評価内容
第1回平成15年12月 第2回平成16年2月	・江崎浩東京大学大学院情報理工学系研究科助教授(H15当時) ・井佐原通信総合研究所けいはんな情報通信融合研究センター自然言語グループリーダー(H15当時) ・戸崎雄一マルチメディア振興センター専務理事(H15当時)	各業者からの実験に関する実施報告に対し、各構成員からコメントをもらい、それを成果展開または次年度の計画の検討に役立てることとした。
第1回平成16年12月 第2回平成17年3月	江崎浩構成員と井佐原構成員は引き続き構成員として参加。戸崎構成員は田川義博財団法人マルチメディア振興センター専務理事(H16当時)に構成員を引き継ぎ。	H15と同様
第1回平成17年12月 第2回平成18年3月	H16と同様	H15と同様
第1回平成18年11月 第2回平成19年3月	H16と同様	H15と同様
第1回平成19年10月 第2回平成20年3月	H16と同様	H15と同様
第1回平成20年11月 第2回平成21年3月	H16と同様	H15と同様

9 評価に使用した資料等

平成15年度～平成20年度国際情報通信ハブ形成のための高度ICT共同実験報告書

平成 21 年度事後事業評価書

政策所管部局課室名 総合通信基盤局電気通信事業部データ通信課

評価年月：平成 21 年 7 月

1 政策（事業等名称）

電気通信事業分野におけるサイバー攻撃対応演習

2 達成目標

サイバー攻撃等によってインターネットのセキュリティが侵害される事案（以下「インシデント」という。）に対応するためには、事業者内・事業者間連携に関する課題を抽出し、その課題について共通認識を持つことが重要であり、それを達成目標として本事業が実施された。

（課題として想定されるもの）

- ・事業者間連携体制の整備が必要。
- ・顧客・事業者間においてインシデント対応に関する具体的な取り決めが必要。
- ・インシデントに対応可能な人材の育成が必要。

本事業の実施後においては、本事業によって明らかとなった課題を各参加者が現状の体制や組織の運営状況等、各自の特性を考慮した上で、各自の判断により自社のサイバー攻撃対応体制等に反映させることにより、インターネットの安全性・信頼性の向上が図られ、利用者が安心・安全にインターネットを利用できる環境が実現されることが期待できる。

3 事業等の概要等

（1）事業等の概要

・実施期間

平成 18 年度から平成 20 年度

・実施主体

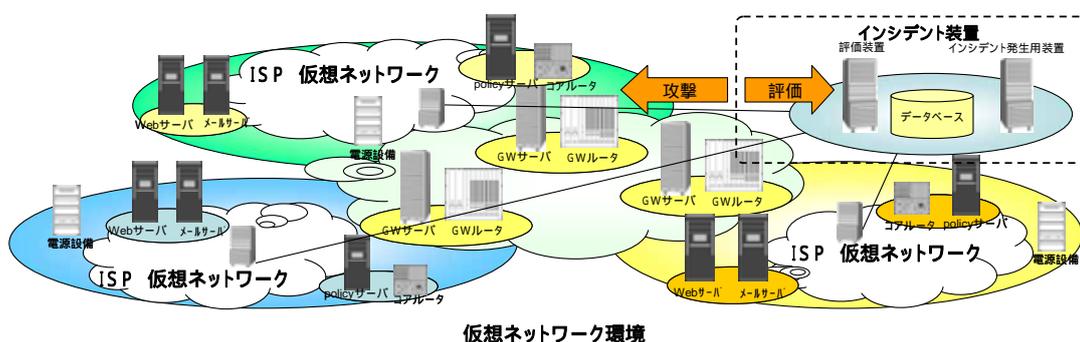
民間企業

・概要

ネットワークの安心・安全な利用環境の実現に向けて、サイバー攻撃等によるインターネットのインシデントに対応する演習を行うことにより、高度な IT スキルを有する人材を育成し、かつ事業者内・事業者間の連携体制を強化する。

・概要図

演習環境イメージ



・総事業費

(単位：百万円)

事業年度	18年度	19年度	20年度	総事業費
予算額	404	362	326	1,092

(2) 事業等の必要性及び背景

インターネットは、国民の社会経済活動を支えるインフラとして定着し、その重要性が高まる一方、本事業の開始当初において、ネットワークに接続しただけで感染してしまうコンピューターウイルスや多数のコンピュータから一斉に攻撃が行われる事案が発生していた。

こうしたインシデントの広域化や組織的攻撃により、個々の電気通信事業者のみでは対応できなくなっていたことから、事業者間及び事業者と行政との間で連携してセキュリティ対策を講じることのできる人材や協力体制の強化が求められる等、社会的にも演習の実施に関するニーズが高まっていた。

また、「情報セキュリティ基本問題委員会 第2次提言」(平成17年4月、IT戦略本部)において、演習等を通じて高度なITスキルを有する人材を育成すべきと提言されている他、「次世代IPインフラ研究会 第二次報告書」(平成17年7月、総務省)においても、インシデント事案の広域化や組織的攻撃の増加という当時の傾向に堪がみ、事業者をまたがる総合的な演習の必要性を提言している等、様々な政策提言において演習の実施の必要性が指摘されている。

さらに、本事業は事業者をまたがるサイバー攻撃対応演習を実施するものであり、電気通信事業者、Webサービス提供事業者等複数の事業者を想定した、大規模な演習環境の構築が必要であった。しかしその一方で、事業者にとっては、利害の対立する事業者間において自主的に演習に取り組むことが困難であったこと、いつ起こるか分からないサイバー攻撃への対応演習に費用をかけにくいという実情もあったことから、まずは国費を投じて演習環境を構築し、サイバー攻撃対応演習を実施することが必要であった。

(3) 関連する政策、上位計画・全体計画等

上位の政策：

政策13「情報通信技術利用環境の整備」

「e-Japan戦略」（平成15年7月 IT戦略本部）

「情報セキュリティを確保し、不正アクセス、（中略）その他の不正行為に対処するための対策を推進」及び「情報セキュリティ全般に関する十分な知識・技術を有する専門家を育成」することとされている。

「u-Japan政策」（平成16年12月 総務省）

「サイバーテロや災害・停電等により機能が停止しやすいという脆弱性を内包したネットワークはシステミックリスクにさらされており、その運用上、適切なセキュリティ対策を施すなど、十分な危機管理を行う必要がある。」こととされている。

「情報セキュリティ基本問題委員会 第2次提言 ～我が国の重要インフラにおける情報セキュリティ対策の強化に向けて～」（平成17年4月 IT戦略本部）

「毎年度ごとにテーマを決めた「総合的訓練・演習」の企画・実施」や「演習・訓練及びセミナー等を通じた、高度なIT人材の育成」が挙げられている。

「経済財政運営と構造改革に関する基本方針2005」（平成17年6月 経済財政諮問会議）

「官民における統一的・横断的なセキュリティ対策を推進する。」、「ネットワーク分野について、2010年までにユビキタスネット社会を実現するために、「u-Japan政策」を推進する。」及び「ITを活用した安心・安全への取組を推進する。」こととされている。

「次世代IPインフラ研究会 第二次報告書 ～「情報セキュリティ政策2005」の提言～」（平成17年7月 総務省）

「事業者をまたがる総合的な演習の必要性」が提言されている。

重要インフラの情報セキュリティ対策に係る行動計画（平成17年12月 情報セキュリティ政策会議）

「想定される具体的な脅威シナリオの類型をもとに、毎年度テーマを設定し、各重要インフラ所管省庁、各重要インフラ事業者等、各重要インフラ分野のCEPTOAR等の協力を得て、重要インフラ分野横断的な演習を行うこととする」とされている。

「第一次情報セキュリティ基本計画」（平成18年2月 情報セキュリティ政策会議）

「政府は、2009年度初めには、重要インフラにおけるIT障害の発生を限りなくゼロにすることを目指す」こととされている。

「セキュア・ジャパン2006」（平成18年6月情報セキュリティ政策会議）

「セキュア・ジャパン2007」（平成19年6月情報セキュリティ政策会議）

「セキュア・ジャパン2008」（平成20年6月情報セキュリティ政策会議）

「2008年度までに、緊急時における関係事業者間および事業者・政府間の連携体制の強化や調整力を発揮できる高度なICTスキルを有する人材の育成を図るため、（中

略)電気通信事業者を中心に各重要インフラに跨るインターネット上で発生するサイバー攻撃を想定したサイバー攻撃対応演習を実施する」こととされている。

4 政策効果の把握の手法

本事業は、演習参加者全員が演習結果を個別に評価した上で課題を抽出し共通認識を得る、という手順で実施するものであり、その結果を評価することによって、政策効果を把握することとした。

具体的には本事業の結果に基づいて、本事業を有効性、効率性、公平性、優先性、及び、今後の課題及び取組の方向性の観点から評価することにより、政策効果を把握した。

5 目標の達成状況

演習を実施した後、演習参加者全員が演習結果を評価したところ、以下のとおり達成目標に掲げる(課題として想定されるもの)に類似した課題等が抽出され、共通認識として得られた。本事業の達成目標は、「共通認識を得る」という定性的なものであることから「どの程度」達成できたか測ることは難しいが、サイバー攻撃対応演習専門家として本事業の効果的な実施に協力を得た Ernest W. Drew, 氏(米国ノルウィッチ大学 サイバーコンフリクト研究所)に本事業の結果を提示し、「3年間の演習によって着実に成果をあげてきた」という評価を受けている。

<達成目標に掲げる課題「事業者間連携体制の整備が必要」に類似した評価結果>

課題

- ・事業者間でインシデント対応事例の情報を蓄積・共有することが必要。
- ・インシデント発生時の事業者内、事業者間の情報連携について再考が必要。

3年間の演習を通じた課題の解決状況

- ・演習を通して、日頃は交流の少ない事業者間で交流が生まれた。これによって有事の際の連携力の強化を図ることができた。
- ・情報共有は、共有に関するルールの整備や、第三者機関の利用等、環境を整えることにより、潤滑に行える可能性を見出すことができた。
- ・演習を通じて、自社のみで解決できない問題について他の事業者に解決を依頼する、という事業者間の連携体制を経験することによって、大規模な攻撃被害に対する対応能力が身につくと分かった。

<達成目標に掲げる課題「顧客・事業者間においてインシデント対応に関する取り決めが必要」に類似した評価結果>

課題

- ・顧客・事業者間において、インシデント対応に関する合意事項や連絡窓口を整備する

ことが必要。

<達成目標に掲げる課題「インシデントに対応可能な人材の育成が必要」に類似した評価結果>

課題

- ・今後も演習を継続し、多くのオペレータにサイバー攻撃対応の経験を積んでもらうことが必要。

3年間の演習を通じた課題の解決状況

- ・演習に参加したことでインシデント対応の一連の流れが確認できた。
- ・インシデント発生時に冷静かつ速やかに対処できる自信がついた。

6 目標の達成状況の分析

(1) 有効性の観点からの評価

達成目標どおり、演習結果を参加者の中で評価し、抽出した課題を共通認識として持つことができたため、本事業は有効性があると認められる。

また3年間の演習を通じて、「5 目標の達成状況」のとおり、この課題を解決することができたと見られる参加者らもいたことから、本事業はインターネットの安全性・信頼性の向上に確実に寄与することを通じ、国民一般に対してもその結果が及ぶ有効なものであるといえる。

(2) 効率性の観点からの評価

複数の事業者に跨って発生するインシデントに対して、各事業者がそれぞれの方針で対応策を講じる場合、その費用対効果は不安定なものになると考えられる。本事業はインターネットを形成する主要な電気通信事業者の多数参加を得て、インシデント対応時の課題について共通認識を持つことを目的とするものであり、共通認識としてその課題を持つ事業者らが相互に連携して解決することが期待される。したがって、本事業は確実にインターネット全体に効果が表れる効率性の高い事業である。

(3) 公平性の観点からの評価

(2)のとおり、本演習を通じて共通認識となった課題の解決に対して、演習に参加した事業者が相互に連携して取り組むことは、インターネット全体に効果を発揮するものと考えられる。したがって、本事業において社会インフラとしてのインターネットの安全性・信頼性の確立に寄与することを通じ、その効果が広く国民一般に及ぶものである。

(4) 優先性の観点からの評価

インシデントの広域化や組織的攻撃の増加という本事業の開始当初の状況にかんがみると、既に発生している攻撃や今後発生しうる攻撃に対応するため、速やかに対応を図る必要があり優先性があると認められる。

(5) 今後の課題及び取組の方向性

本事業では、演習が民間主導で継続して実施することができるよう、演習の設計方法及び実施方法を取りまとめ、演習フレームワークを策定したことから、本事業の終了後においても、民間企業が主体となって当該演習フレームワークを活用した演習を継続して実施することが可能となった。そのため、今後は民間主導によって積極的に演習が実施されることが期待できる。

7 政策評価の結果

本事業を実施した結果、有効性、効率性、必要性、公平性及び優先性の観点から十分な成果が得られたと認められる。

一方、演習を通じて明らかになった課題の解決を図るため、今後においても、関係者は引き続き演習の実施に努めることが重要であり、そのような取組を通じてインターネットの安全性・信頼性の向上を図り、利用者が安心・安全にインターネットを利用できる環境の実現に努めるべきである。

8 学識経験を有する者の知見の活用に関する事項

本事業の評価を実施するにあたり、サイバー攻撃対応演習専門家 Ernest W. Drew, 氏（米国ノルウィッチ大学 サイバーコンフリクト研究所）から、3年間の演習の結果について得られたコメントを活用した。

（以下、該当するコメント）

サイバー攻撃対応演習への参加者の多くはプログラムが始まった3年前には演習に参加した経験がなかった。ISP や総務省を始め様々な連携が不可欠なほど複雑なサイバー攻撃に関する問題を討議しなかった。この演習によって複雑なサイバー攻撃に対処する能力は向上している。この3年間は技術以外に事業者が連携してサイバー攻撃対応を可能にするポリシーや手順に注意を払ってきた。それによって、ISP 間の連携を重視することで総務省の施策であるこの演習は日本のサイバーセキュリティの向上に貢献してきた。脅威は今後も複雑化し進化するがサイバー攻撃対応演習を継続すれば新しい脅威への効果的な対応も可能になる。

9 評価に使用した資料等

e-Japan 戦略（平成15年7月 IT戦略本部）

(<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/030702ejapan.pdf>)

u-Japan 政策（平成16年12月 総務省）

「情報セキュリティ基本問題委員会 第2次提言 ～我が国の重要インフラにおける情報セキュリティ対策の強化に向けて～」(平成17年4月 IT戦略本部)

(http://www.nisc.go.jp/itso/kaigi/kihon/teigen/pdfs/2teigen_hontai.pdf)

経済財政運営と構造改革に関する基本方針2005（平成17年6月 経済財政諮問会議）

(<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizai/kakugi/050621honebuto.pdf>)

次世代 IP インフラ研究会第二次報告書（平成17年7月 総務省）

重要インフラの情報セキュリティ対策に係る行動計画（平成17年12月 情報セキュリティ政策会議）

(http://www.nisc.go.jp/active/infra/pdf/infra_rt.pdf)

「第一次情報セキュリティ基本計画」(平成18年2月 情報セキュリティ政策会議)

(http://www.nisc.go.jp/active/kihon/ts/bpc01_a.html)

「セキュア・ジャパン 2006」(平成18年6月 同会議)

(http://www.nisc.go.jp/active/kihon/pdf/sjf_2006.pdf)

「セキュア・ジャパン 2007」(平成19年6月 同会議)

(http://www.nisc.go.jp/active/kihon/pdf/sjf_2007.pdf)

「セキュア・ジャパン 2008」(平成20年6月 同会議)

(http://www.nisc.go.jp/active/kihon/pdf/sjf_2008.pdf)

平成 21 年度事後事業評価書

政策所管部局課室名：情報通信国際戦略局技術政策課研究推進室

情報通信国際戦略局通信規格課

評価年月：平成 21 年 7 月

1 政策（事業等名称）

ユビキタスネットワーク技術の研究開発

2 達成目標

ネットワークがすみずみまで行き渡った社会（ユビキタスネットワーク社会）を実現するため、ユビキタスネットワークの実現に必要な技術の研究開発を総合的かつ集中的に実施して、ユビキタスネットワークを支える要素技術を確立し、ユビキタスネットワーク社会の早期実現に資することで、e-Japan 重点計画に掲げる高度情報通信ネットワーク社会の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ことを目的とする。

3 研究開発の概要等

（1）研究開発の概要

- ・実施期間 平成 15 年度から平成 19 年度まで
- ・実施主体 民間企業・大学
- ・概要

全ての機器が端末化する遍在的なネットワークを構築し、ネットワークがすみずみまで行き渡った社会（ユビキタスネットワーク社会）を実現するため、以下に掲げる技術の研究開発を推進し、ユビキタスネットワークの早期実現を図る。

ア 超小型チップネットワーキング技術

100 億個の端末を協調・制御するネットワークの実現に向けた研究開発

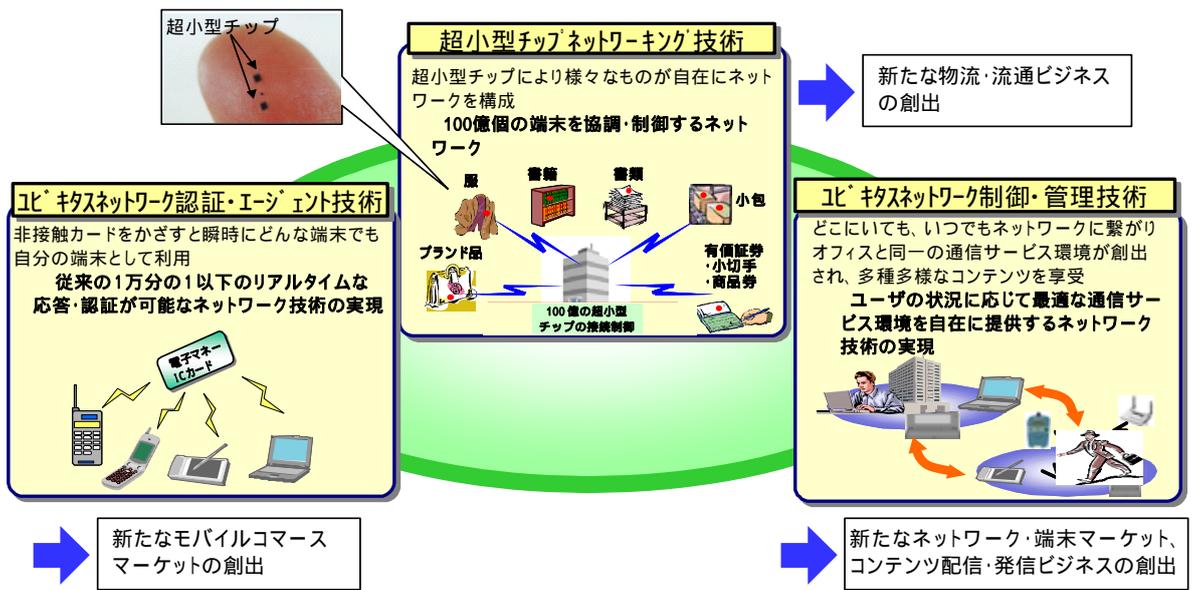
イ ユビキタスネットワーク認証・エージェント技術

従来の 1 万分の 1 以下のリアルタイムな応答・認証が可能なネットワークの実現に向けた研究開発

ウ ユビキタスネットワーク制御・管理技術

ユーザの状況に応じて最適な通信サービス環境を自在に提供するネットワークの実現に向けた研究開発

・概要図



・総事業費 総額 12,140百万円
(内訳)

平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度
2,498百万円	3,105百万円	2,608百万円	2,098百万円	1,831百万円

(2) 事業等の必要性及び背景

ユビキタスネットワークの実現は、新たな産業の創出、安心で利便性の高い社会生活の実現、障害者・高齢者等の社会参加の促進、教育、環境、就労等多様な分野の高度化・効率化の促進等、社会的・経済的に大きな波及効果が期待されており、我が国としても積極的に取り組んでいく必要がある。

しかしながら、その実現に資する対象研究分野は、ネットワークの制御・管理、ネットワーク間の相互接続、ネットワーク認証処理、個人端末等の属性情報管理等極めて多方面にわたり、民間主導では広範かつリスクが高い研究開発すべてを効率的・効果的に進めることは極めて困難である。

そのため、国による主導的な研究開発を推進している欧米諸国と同様の研究開発体制を整備し、産学官連携による研究開発等に早期に取り組む必要がある。

(3) 関連する政策、上位計画・全体計画等

政策10：情報通信技術の研究開発・標準化の推進

「IT基本戦略(平成12年11月17日 IT戦略会議決定)」

「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(座長：齊藤忠夫)

東京大学名誉教授)」(平成13年11月から平成14年6月)

「e-Japan 重点計画 2002 (平成14年6月18日 IT戦略本部決定)」

「平成15年度の科学技術に関する予算・人材等の資源配分の方針(平成14年6月19日 総合科学技術会議決定)」

「情報通信分野における技術競争力の強化に向けた研究開発・標準化戦略について(総務省情報通信審議会諮問第6号答申平成15年3月 情報通信審議会)」

「平成16年度の科学技術に関する予算・人材等の資源配分の方針(平成15年6月19日 総合科学技術会議決定)」

「e-Japan 戦略 (平成15年7月2日 IT戦略本部決定)」

「e-Japan 重点計画 2003 (平成15年8月8日 IT戦略本部決定)」

「平成17年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針(平成16年5月26日 総合科学技術会議決定)」

「経済財政運営と構造改革に関する基本方針 2004 (平成16年6月4日 閣議決定)」

「e-Japan 重点計画-2004 (平成16年6月15日 IT戦略本部決定)」

「平成18年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針(平成17年6月16日 総合科学技術会議決定)」

「分野別推進戦略(平成18年3月28日 総合科学技術会議決定)」

「e-Japan 重点計画-2004 (平成16年6月15日 IT戦略本部決定)」

「平成19年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針(平成18年6月14日 総合科学技術会議決定)」

4 政策効果の把握の手法

研究開発の評価については、論文数や特許申請件数などの間接的な指標が用いられ、これらを元に専門家の意見を交えながら、必要性・効率性・有効性等を総合的に評価するという手法が多く用いられている。

上記の観点に基づき、本研究開発において得られた成果や外部有識者の評価の結果、研究開発目標と成果との対比により、必要性・有効性を分析した。

5 目標の達成状況

本研究開発の5年間の研究成果について、超小型チップネットワーク技術、ユビキタスネットワーク認証・エージェント技術及びユビキタスネットワーク制御・管理技術に関して、100億個の識別子を対象としたデータ取得が平均380ms(目標は1秒未満)で可能となることや、認証処理のスループット保証の向上(目標の1秒間に10億アクセス)を実現するなど、当初の目標を達成した。

また、特許出願件数が 153 件（うち 29 件は海外）、論文・学会発表件数が 81 件、報道発表数が 141 件あった。さらに、本研究開発の成果の一部について、実証実験と関連するプロジェクトとの連携を行った。

これ以外にも委託先を中心に、民間研究開発フォーラム等を通じて、研究開発のみならずその成果の展開に向けた活動も積極的に行った。

（参考） 研究開発による特許・論文・研究発表数実績 （ ）内は内数で海外

	15年度	16年度	17年度	18年度	19年度	合計	(参考) 提案時 目標数
査読付き 誌上発表数	1件(0件)	14件(1件)	23件(6件)	22件(6件)	21件(8件)	81件(21件)	41件
その他の 誌上発表数	0件(0件)	5件(2件)	1件(0件)	3件(0件)	4件(0件)	13件(2件)	-件
口頭発表数	94件(17件)	213件(68件)	236件 (89件)	202件 (72件)	187件 (80件)	932件 (326件)	273件
特許出願数	17件(0件)	37件(9件)	44件(9件)	28件(9件)	27件(2件)	153件 (29件)	160件
報道発表数	14件(0件)	9件(0件)	18件(0件)	24件(0件)	76件(0件)	141件(0件)	108件

6 目標の達成状況の分析

(1) 有効性の観点からの評価

ユビキタスネットワークの利活用に必要な要素技術を確立し、その成果について広く一般に公開するため、民間フォーラム活動などを精力的に実施しており、研究開発のみならずその成果の展開に向けた活動も積極的に行った。さらに、関連特許の出願にもつなげており、製品等への実用化に向けた取り組みが行われているところである。このことから本研究開発には有効性があったと認められる。

(2) 効率性の観点からの評価

専門知識や研究開発遂行能力を有するメーカー等の研究者のノウハウを活用し、研究開発実施機関それぞれの特質に応じた適切な役割分担のもと、効率的に研究開発を実施した。

また、研究開発開始時に5ヶ年を通じた達成目標・実施計画を具体的に定めるとともに、実施年度ごとの実施計画及び予算計画を立て、外部評価会において、実施計画及び予算計画の妥当性を検証するなど一層の効率化を図りながら遂行されており、効率性が認められる。

(3) 今後の課題及び取組の方向性

ユビキタスネットワーク社会を実現するため、今後はこれまで研究開発してきた個々のユビキタス要素技術の一層の連携を図り、より利便性の高いサービスを利用可能にする基盤技術を研究開発し、またユビキタスサービスの利便性を普及啓発していく活動が重要である。

7 政策評価の結果

本研究開発においては、ユビキタスネットワーク技術におけるネットワークの制御・管理、ネットワーク間の相互接続、ネットワーク認証処理、個人端末等の属性情報管理等を実現する要素技術が確立されるとともに、実用化に向けた実証実験やフォーラム活動も着実に実施されるなど、当初の目標が達成されていることから、有効性及び効率性が認められた。

8 学識経験を有する者の知見の活用に関する事項

情報通信技術の研究開発の評価に関する会合（第26回 平成20年6月18日開催）の外部有識者の意見等を本施策の評価に活用。以下、主なコメント。

成果としては高く評価できる。市場の立ち上がりは他の多くの要素に支配されるが、標準化等も含め技術的完成度は高い。

多数の組織が役割や課題分担を明確にすることにより、効率的な産学連携を実施したと判断できる。

ユビキタスネットワーク構築の根幹を成す制御・管理技術の広範な各種要素技術について大きな成果が得られているほか、実証実験スペース等での実証実験を通じて実用化や事業展開に向けた取組みを積極的に行った点が高く評価できる。

9 評価に使用した資料等

「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（座長：齊藤忠夫 東京大学名誉教授）」（平成13年11月から平成14年6月）

<http://www.johotsusintokei.soumu.go.jp/whitepaper/ja/h15/html/F3802100.html>

「e-Japan 重点計画 2002（平成14年6月18日 IT戦略本部決定）」

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/020618honbun.html>

「平成15年度の科学技術に関する予算・人材等の資源配分の方針（平成14年6月19日 総合科学技術会議決定）」

<http://www8.cao.go.jp/cstp/siryu/haihu19/siryu1-2.pdf>

「情報通信分野における技術競争力の強化に向けた研究開発・標準化戦略について（総務省情報通信審議会諮問第6号答申平成15年3月 情報通信審議会）」

http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2003/030327_3.html

「平成 16 年度の科学技術に関する予算・人材等の資源配分の方針（平成 15 年 6 月 19 日 総合科学技術会議決定）」

http://www8.cao.go.jp/cstp/output/iken030619_2.pdf

「e-Japan 戦略（平成 15 年 7 月 2 日 IT 戦略本部決定）」

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/030702ejapan.pdf>

「平成 17 年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針（平成 16 年 5 月 26 日 総合科学技術会議決定）」

http://www8.cao.go.jp/cstp/output/iken040526_1.pdf

「e-Japan 重点計画-2004（平成 16 年 6 月 15 日 IT 戦略本部決定）」

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/040615honbun.pdf>

「平成 18 年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針（平成 17 年 6 月 16 日 総合科学技術会議決定）」

<http://www8.cao.go.jp/cstp/output/iken050616.pdf>

「分野別推進戦略（平成 18 年 3 月 28 日 総合科学技術会議決定）」

<http://www8.cao.go.jp/cstp/kihon3/bunyabetu1.pdf>

平成 21 年度事後事業評価書

政策所管部局課室名：情報通信国際戦略局技術政策課研究推進室

評価年月：平成 21 年 7 月

1 政策（事業等名称）

電子タグ高度利活用技術の研究開発

2 達成目標

電子タグの高度利活用に必要な技術についての研究開発を行うことで、全てのモノが遍く通信を行い、飛躍的に利便性が向上したユビキタスネットワーク社会の実現に貢献する。

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。

3 研究開発の概要等

（1）研究開発の概要

- ・実施期間 平成 16 年度から平成 19 年度まで
- ・実施主体 民間企業
- ・概要

物流、食品、医療等の多様な分野で利活用が期待されている電子タグの高度利活用に必要な以下の研究開発を行い、種々のアプリケーションや新たなサービスの創出に資する。

ア 相互変換ゲートウェイ技術

電子タグの ID と、ネットワークアドレス及びモノの属性情報をネットワーク上で関連づける技術や、ID と属性情報の検索・逆検索技術の研究開発を行

う。

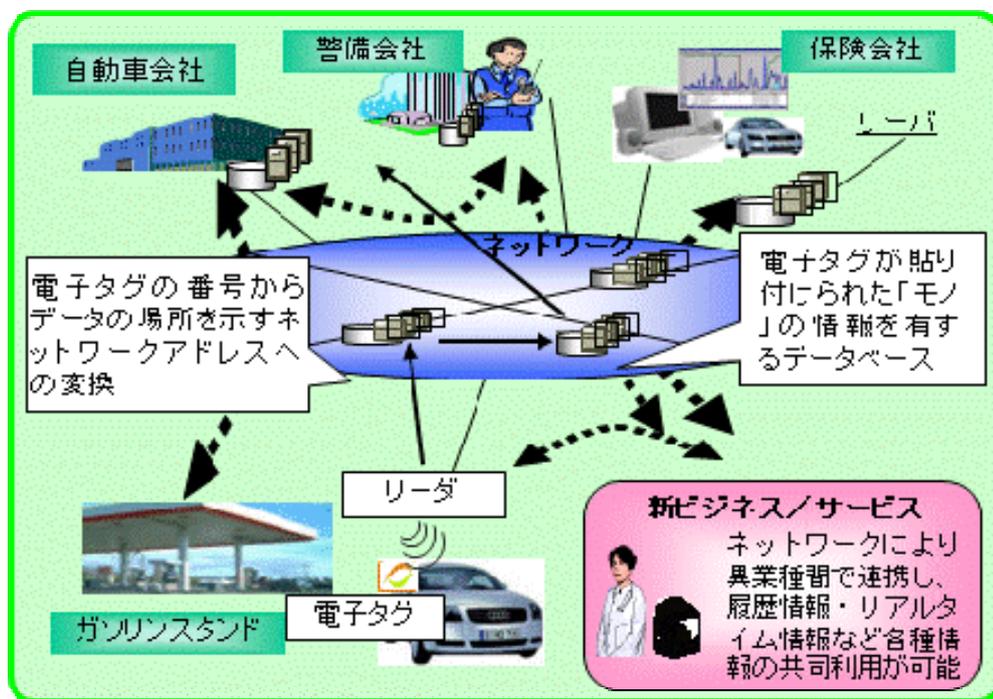
イ セキュリティ適応制御技術

電子タグとネットワークとの間の情報交換において、電子タグに蓄積されている情報の改竄や不正アクセスの防止、プライバシー情報の開示を柔軟に制御する技術の研究開発を行う。

ウ シームレス・タグ情報管理技術

電子タグの属性情報を、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で交換する技術の研究開発を行う。

・概要図



・総事業費 総額 1,907百万円

(内訳)

平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度
576百万円	515百万円	471百万円	345百万円

(2) 事業等の必要性及び背景

モノやひとの識別に利用されている電子タグは、現在、バーコード機能の代替として物流管理や、入退室管理等を中心に利用されている。しかし、今後はネットワークとの結びつきを一層深め、物流、食品、環境、教育等の多様な分野での応用が期待さ

れており、ユビキタスネットワーク時代に対応できる電子タグの高度な利活用を促進する必要がある。このため、電子タグの高度利活用を実現するために必要な利活用の基盤技術の研究開発について重要性が高まっている。

(3) 関連する政策、上位計画・全体計画等

政策10：情報通信技術の研究開発・標準化の推進

「IT基本戦略（平成12年11月17日 IT戦略会議決定）」

「e-Japan重点計画2003（平成15年8月8日 IT戦略本部決定）」

「平成15年度の科学技術に関する予算・人材等の資源配分の方針（平成14年6月19日 総合科学技術会議決定）」

「情報通信分野における技術競争力の強化に向けた研究開発・標準化戦略について（総務省情報通信審議会諮問第6号答申平成15年3月 情報通信審議会）」

「情報通信ソフト懇談会 セキュリティワーキンググループ最終報告書」（平成15年12月25日）

「平成16年度の科学技術に関する予算・人材等の資源配分の方針（平成15年6月19日 総合科学技術会議決定）」

「e-Japan戦略（平成15年7月2日 IT戦略本部決定）」

「平成17年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針（平成16年5月26日 総合科学技術会議決定）」

「経済財政運営と構造改革に関する基本方針2004（平成16年6月4日 閣議決定）」

「e-Japan重点計画-2004（平成16年6月15日 IT戦略本部決定）」

「平成18年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針（平成17年6月16日 総合科学技術会議決定）」

「分野別推進戦略（平成18年3月28日 総合科学技術会議決定）」

「平成19年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針（平成18年6月14日 総合科学技術会議決定）」

4 政策効果の把握の手法

研究開発の評価については、論文数や特許申請件数などの間接的な指標が用いられ、これらを元に専門家の意見を交えながら、必要性・効率性・有効性等を総合的に評価するという手法が多く用いられている。

上記の観点に基づき、本研究開発において得られた成果や外部有識者の評価の結果、研究開発目標と成果との対比により、必要性・有効性を分析した。

5 目標の達成状況

本研究開発の4年間の研究成果について、相互変換ゲートウェイ技術、セキュリティ適応制御技術及びシームレス・タグ情報管理技術に関して、100億個の電子タグが存在する環境においても、平均0.3秒以内でアドレス検索が可能であり、逆検索では、1ミリ秒以下での検索を実現するなど、当初の目標を達成した。

また、特許出願件数が32件（うち5件は海外）、論文・学会発表件数が5件、報道発表数が14件あった。さらに、本研究開発の成果の一部について、関連するプロジェクトと連携して実証実験を行った。

標準化については、「相互変換ゲートウェイ技術」の一部成果として、IPsec 鍵交換プロトコルの国際標準化 I E T F (RFC4430) を達成した。

これ以外にも、委託先を中心に、民間研究開発フォーラム等を通じて、研究開発のみならずその成果の展開に向けた活動も積極的に行った。

(参考) 研究開発による特許・論文・研究発表数実績 ()内は内数で海外

	16年度	17年度	18年度	19年度	合計	(参考) 提案時 目標数
査読付き 誌上発表数	0件(0件)	1件(0件)	2件(1件)	2件(1件)	5件(2件)	15件
その他の 誌上発表数	8件(0件)	5件(0件)	4件(0件)	3件(0件)	20件(0件)	- 件
口頭発表数	9件(4件)	18件(2件)	15件(5件)	17件(3件)	59件(14件)	22件
特許出願数	2件(0件)	12件(0件)	12件(4件)	6件(1件)	32件(5件)	31件
報道発表数	3件(0件)	4件(0件)	5件(0件)	2件(0件)	14件(0件)	18件

6 目標の達成状況の分析

(1) 有効性の観点からの評価

電子タグの高度利活用に向け必要となる各要素技術を確立し、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確認した。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した。さらに、個々の要素技術に関しては、電子タグ以外(バーコード・センサ等)の分野にも応用が可能であり、より広範な分野への波及効果が期待できることから、有効性があったと認められる。

(2) 効率性の観点からの評価

専門知識や研究開発遂行能力を有するメーカー等の研究者のノウハウを活用し、研究開発実施機関それぞれの特質に応じた適切な役割分担のもと、効率的に研究開発を実施した。

また、研究開発開始時に4ヶ年を通じた達成目標・実施計画を具体的に定めるとともに、実施年度ごとの実施計画及び予算計画を立て、外部評価会において、実施計画及び予算計画の妥当性を検証するなど一層の効率化を図りながら遂行されており、効率性が認められる。

(3) 今後の課題及び取組の方向性

ユビキタスネットワーク社会を実現するため、今後はこれまで研究開発してきた個々のユビキタス要素技術の一層の連携を図り、より利便性の高いサービスを利用可能にする基盤技術を研究開発し、またユビキタスサービスの利便性を普及啓発していく活動が重要である。

7 政策評価の結果

本研究開発においては、電子タグの高度利活用技術におけるシームレス・タグ情報管理、電子タグ情報の相互変換、セキュリティ適応制御等を実現する要素技術が確立されるとともに、実用化に向けた実証実験やフォーラム活動も着実に実施されるなど、当初の目標が達成されていることから、有効性及び効率性が認められた。

8 学識経験を有する者の知見の活用に関する事項

情報通信技術の研究開発の評価に関する会合(第26回平成20年6月18日開催)の外部有識者の意見等を本施策の評価に活用。以下、主なコメント。

数々の実証実験が行われており、個々の要素技術に関しては、電子タグ以外にも応用範囲は色々あると考えられることから、事業展開やより広範な分野への波及効果が期待できる。

電子タグの高度利活用に結びつくさまざまな要素技術の研究開発が行われ、統合システムの実証実験に結びついた点は評価できるが、もう一步踏み込んだ連携があっても良かった。

9 評価に使用した資料等

「e-Japan 重点計画 2003 (平成15年8月8日 IT戦略本部決定)」

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/ejapan2003/030808honbun.html>

「平成 15 年度の科学技術に関する予算・人材等の資源配分の方針（平成 14 年 6 月 19 日 総合科学技術会議決定）」

<http://www8.cao.go.jp/cstp/siryu/haihu19/siryu1-2.pdf>

「情報通信分野における技術競争力の強化に向けた研究開発・標準化戦略について（総務省情報通信審議会諮問第 6 号答申平成 15 年 3 月 情報通信審議会）」

http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2003/030327_3.html

「情報通信ソフト懇談会 セキュリティワーキンググループ最終報告書」（平成 15 年 12 月 25 日）

http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2003/pdf/031225_8_3.pdf

「平成 16 年度の科学技術に関する予算・人材等の資源配分の方針（平成 15 年 6 月 19 日 総合科学技術会議決定）」

http://www8.cao.go.jp/cstp/output/iken030619_2.pdf

「e-Japan 戦略（平成 15 年 7 月 2 日 IT 戦略本部決定）」

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/030702ejapan.pdf>

「平成 17 年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針（平成 16 年 5 月 26 日 総合科学技術会議決定）」

http://www8.cao.go.jp/cstp/output/iken040526_1.pdf

「e-Japan 重点計画-2004（平成 16 年 6 月 15 日 IT 戦略本部決定）」

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/040615honbun.pdf>

「平成 18 年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針（平成 17 年 6 月 16 日 総合科学技術会議決定）」

<http://www8.cao.go.jp/cstp/output/iken050616.pdf>

「分野別推進戦略（平成 18 年 3 月 28 日 総合科学技術会議決定）」

<http://www8.cao.go.jp/cstp/kihon3/bunyabetu1.pdf>

平成 21 年度事後事業評価書

政策所管部局課室名：情報通信国際戦略局技術政策課研究推進室

評価年月：平成 21 年 7 月

1 政策（事業等名称）

ユビキタスセンサーネットワーク技術に関する研究開発

2 達成目標

あらゆる人やモノがネットワークに繋がり、いつでも、どこでも、誰にでも欲しいサービスが利用できるユビキタスネット社会を実現するためには、人・モノの状況やそれらの周辺環境等を的確に認識し、自律的な情報流通に基づいて状況や周辺環境に即した最適な動作を行うことを可能とするユビキタスセンサーネットワークの実現が不可欠である。

そこで、ユビキタスセンサーネットワークの基盤となる技術を確立することにより、医療・健康、防犯・セキュリティ、防災、農産物等の各種生産現場、環境リスクへの対応等、様々な社会・経済活動への応用・実用化を促し、安全・安心な社会の実現や、幅広い活動における快適性・生産性・効率性の向上に資することを目的とする。

3 研究開発の概要等

(1) 研究開発の概要

- ・実施期間 平成 17 年度から平成 19 年度まで
- ・実施主体 民間企業
- ・概要

人・モノの状況やそれらの周辺環境等をセンサーが認識し、センサー同士の自律的な情報の流通を実現し、状況へのリアルタイムな対応を可能とするユビキタスセンサーネットワーク技術に関する研究開発を行い、多様なアプリケーションや新たなサービスの創出に資するため、以下の技術課題について研究開発を行う。

ア ユビキタスセンサーノード技術

多数のセンサーがタイミング等を協調しながら、確実に正確なデータを伝える技術。

イ センサーネットワーク制御・管理技術

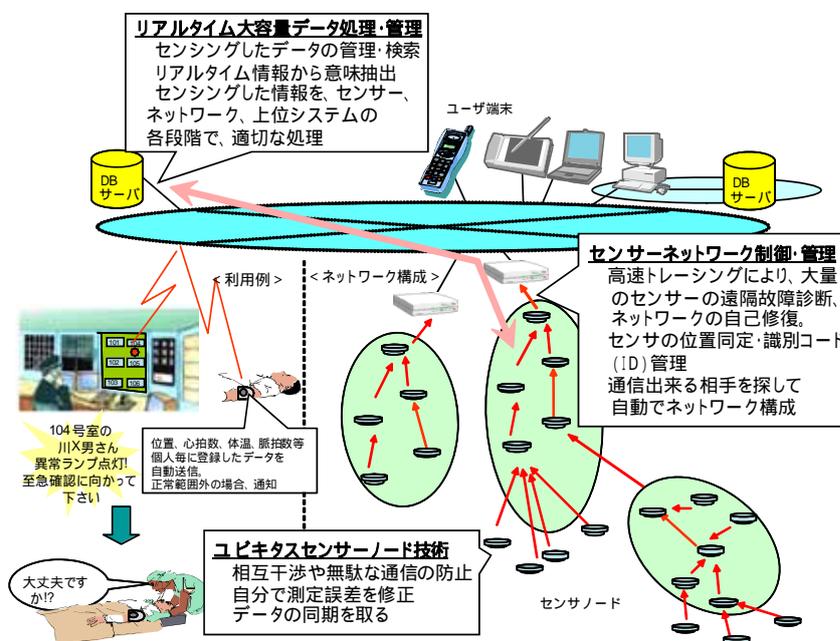
センサーが自律的にネットワークを構成し、センサー自身の位置同定や遠隔

保守管理を行う技術。

ウ リアルタイム大容量データ処理・管理技術

多数のセンサーから収集されたリアルタイム情報を処理（単位化、抽象化、識別等）し、最適な状態で管理を行う技術。

・概要図



・総事業費 総額 806百万円
(内訳)

平成17年度	平成18年度	平成19年度
325百万円	280百万円	201百万円

(2) 事業等の必要性及び背景

ユビキタスネットワーク社会におけるICT利活用の高度化や多彩なサービスの実現には、人・モノの状況や周辺環境等を的確に認識することが重要である。大量のセンサーが自律的にネットワークを構成する技術、多様なセンサー情報を適切に処理し様々な状況・環境を認識する技術等を実現することにより、医療・健康、防犯・セキュリティ、防災、農産物等の各種生産現場、環境リスクへの対応等、様々な社会・経済活動への応用が期待され、安全・安心な社会の実現や、幅広い分野における快適性・生産性・効率性の向上に向けて大きなインパクトが得られる。このため、ユビキタスセンサーネットワークの実現に必要な基盤技術について、研究開発の必要性が高まっている。

一方で、その研究開発の範囲は多岐に渡り、研究費も膨大になるためリスクが高く、

民間単独では成し得ない。そのため、国が率先する形で産学官連携による研究開発を推進する必要がある。

(3) 関連する政策、上位計画・全体計画等

政策10：情報通信技術の研究開発・標準化の推進

「IT基本戦略（平成12年11月17日 IT戦略会議決定）」

「e-Japan重点計画2003（平成15年8月8日 IT戦略本部決定）」

「平成15年度の科学技術に関する予算・人材等の資源配分の方針（平成14年6月19日 総合科学技術会議決定）」

「情報通信分野における技術競争力の強化に向けた研究開発・標準化戦略について（総務省情報通信審議会諮問第6号答申平成15年3月 情報通信審議会）」

「情報通信ソフト懇談会 セキュリティワーキンググループ最終報告書」（平成15年12月25日）

「平成16年度の科学技術に関する予算・人材等の資源配分の方針（平成15年6月19日 総合科学技術会議決定）」

「e-Japan戦略（平成15年7月2日 IT戦略本部決定）」

「平成17年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針（平成16年5月26日 総合科学技術会議決定）」

「経済財政運営と構造改革に関する基本方針2004（平成16年6月4日 閣議決定）」

「e-Japan重点計画-2004（平成16年6月15日 IT戦略本部決定）」

「平成18年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針（平成17年6月16日 総合科学技術会議決定）」

「分野別推進戦略（平成18年3月28日 総合科学技術会議決定）」

「平成19年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針（平成18年6月14日 総合科学技術会議決定）」

4 政策効果の把握の手法

研究開発の評価については、論文数や特許申請件数などの間接的な指標が用いられ、これらを元に専門家の意見を交えながら、必要性・効率性・有効性等を総合的に評価するという手法が多く用いられている。

上記の観点に基づき、本研究開発において得られた成果や外部有識者の評価の結果、研究開発目標と成果との対比により、必要性・有効性を分析した。

5 目標の達成状況

本研究開発の3年間における研究成果として、ユビキタスセンサーノード技術、セン

サーネットワーク制御・管理技術及びリアルタイム大容量データ処理・管理技術に関して、1万個のセンサーが遍在する環境において、センサー間の時刻同期を高精度（5ミリ秒以内）に行う技術や、起動後に3秒以内に安定的なネットワークを自律的に構成し、位置同定を高精度（誤差5%未満）に行う技術を確立するなど、当初の目標を達成した。

また、特許出願件数が81件（うち15件は海外）、論文・学会発表件数が11件、報道発表数が14件あった。さらに、本研究開発の成果の一部について、実証実験と関連するプロジェクトとの連携を行った。

これ以外にも委託先を中心に、民間研究開発フォーラム等を通じて、研究開発のみならずその成果の展開に向けた活動も積極的に行った。

（参考） 研究開発による特許・論文・研究発表数実績 （ ）内は内数で海外

	平成17年度	平成18年度	平成19年度	合計	（参考） 提案時目標数
査読付き 誌上発表数	0件（0件）	1件（0件）	2件（0件）	3件（0件）	11件
その他の 誌上発表数	0件（0件）	4件（0件）	4件（0件）	8件（0件）	
口頭発表数	19件（1件）	27件（2件）	28件（2件）	74件（5件）	35件
特許出願数	25件（2件）	41件（12件）	15件（1件）	81件（15件）	50件
報道発表数	6件（0件）	5件（0件）	3件（0件）	14件（0件）	0件

6 目標の達成状況の分析

（1）有効性の観点からの評価

本研究開発によって、ユビキタスセンサーネットワークの実現に必要な要素技術を確立し、民間研究開発フォーラムである「ユビキタスネットワーキングフォーラム」において、関係技術の標準仕様の検討に寄与した。

また、得られた要素技術を、地域の安心・安全に資するモデル事業に活用するとともに、センサーネットワークの有望な応用分野のひとつである児童見守りシステムの普及促進に貢献したことから、有効性があったと認められる。

（2）効率性の観点からの評価

専門知識や研究開発遂行能力を有するメーカー等の研究者のノウハウを活用し、研究開発実施機関それぞれの特質に応じた適切な役割分担のもと、効率的に研究開発を実施した。

また、研究開発開始時に3ヶ年を通じた達成目標・実施計画を具体的に定めるとともに、実施年度ごとの実施計画及び予算計画を立て、外部評価会において、実施計画及び予算計画の妥当性を検証するなど一層の効率化を図りながら遂行されており、効率性が認められる。

(3) 今後の課題及び取組の方向性

本研究開発で得られた成果を展開するため、地方公共団体における児童見守りシステムモデル事業の実用化が一部導入されていることから、さらなる普及促進を図る。

ユビキタスネット社会を実現するため、今後はこれまで研究開発してきた個々のユビキタス要素技術の一層の連携を図り、より利便性の高いサービスを利用可能にする基盤技術を研究開発し、またユビキタスサービスの利便性を普及啓発していく活動が重要である。

7 政策評価の結果

本研究開発においては、ユビキタスセンサーネットワーク技術における多数のセンサーがネットワークと協調制御を実現する要素技術が確立されるとともに、実用化に向けた実証実験やフォーラム活動も着実に実施されるなど、当初の目標が達成されていることから、有効性及び効率性が認められた。

8 学識経験を有する者の知見の活用に関する事項

情報通信技術の研究開発の評価に関する会合(第26回平成20年6月18日開催)の外部有識者の意見等を本施策の評価に活用。以下、主なコメント。

ユビキタスセンサーネットワーク実現のための個別技術については、それぞれ目標値を達成し、完成度の高い技術が開発されている。

公開実証実験や報道発表、論文発表、特許出願など、研究成果の普及活動を積極的に行っていることは、高く評価できる。

特許出願が81件あることから、実用化に向けた知財戦略は有していると思われる。

9 評価に使用した資料等

「e-Japan 戦略 (平成15年7月2日 IT 戦略本部決定)」

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/030702ejapan.pdf>

「ユビキタスセンサーネットワーク技術に関する調査研究会(座長:徳田英幸 慶應義塾大学教授)」(平成16年3月から平成16年7月)

http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2004/pdf/040806_4_b1.pdf

「平成 17 年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針（平成 16 年 5 月 26 日 総合科学技術会議決定）」

http://www8.cao.go.jp/cstp/output/iken040526_1.pdf

「e-Japan 重点計画-2004（平成 16 年 6 月 15 日 IT 戦略本部決定）」

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/040615honbun.pdf>

「平成 18 年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針（平成 17 年 6 月 16 日 総合科学技術会議決定）」

<http://www8.cao.go.jp/cstp/output/iken050616.pdf>

平成 21 年度事後事業評価書

政策所管部局課室名：情報通信国際戦略局 通信規格課

評価年月：平成 21 年 7 月

1 政策（事業等名称）

アジア・ユビキタスプラットフォーム技術に関する研究開発

2 達成目標

各種端末間において安全にピア・ツー・ピアでの通信を可能とし、また、電子タグが貼り付けられた様々なものに関する各種属性情報の配信をリアルタイムで実現する国際的なプラットフォーム構築のための基盤技術について、アジア諸国と連携しつつ研究開発を行い、ユビキタスネットワークの安全性及び利便性の向上に資する。

3 事業等の概要等

（1）事業等の概要

- ・実施期間 平成 17 年から平成 19 年まで
- ・実施主体 民間企業
- ・概要

本研究開発においては、高度な安全性及び利便性を有するユビキタスネットワーク及びその通信プラットフォームを実現するため、アジア諸国と協力しつつ以下の基盤技術について研究開発等を実施する。

- （ i ） 国際的にセキュアに接続されたピア・ツー・ピア通信を実現するためのプラットフォーム構築技術の研究開発、及びそれらのプラットフォーム上にアプリケーションを実装した実証実験
 - ・ 許可を与えた相手のみに対して通信セッションの確立に必要な情報を提供するなどセキュリティポリシーに応じたプライバシー保護機能及びアクセス制御等
 - ・ ピア・ツー・ピア通信の接続管理及び付加的サービス等のためのプラットフォーム間データ交換方式等
- （ ） 国際的に高速かつ安全なユビキタス情報通信を実現するための基盤技術等に関する研究開発及びリアルタイム性に関する実証実験
 - ・ 国際的なユビキタス情報通信においてもリアルタイム性を実現する基盤プロトコル

(3) 関連する政策、上位計画・全体計画等

政策10：情報通信技術の研究開発・標準化の推進

e-Japan 戦略

・新しいIT社会の整備

3. 次世代の知を生み出す研究開発の推進

電子タグのような新しい技術を用いた情報システム全体の安全性・信頼性などに関する課題や必要な社会的規範の形成に向けて調査研究を推進する。

上記の研究開発を一層成果のあるものにするため、研究開発にあたっては産学官連携を図るとともに、研究成果の社会移転及び国際標準化を推進する。また、最先端のコビキタスネットワーク環境の実証実験を利用者参加のもとに推進し、端末、相互接続性、相互運用性や利用性の飛躍的な向上を目指す。

5. ITを軸とした新たな国際関係の展開

アジア地域におけるIPv6の普及を含むコビキタスネットワーク推進のイニシアティブをとる。

平成17年度の科学技術に関する予算、人事等の資源配分の方針

2. 科学技術の重点化

(2) 国家的・社会的課題に対応した研究開発の重点化

1) 重点4分野及びその他の分野の着実な推進

コビキタスネットワークによる安心・安全で快適な生活の実現に向けた、ネットワーク基幹技術、コアデバイス技術等の研究開発及び実証を推進。

アジア・ブロードバンド計画

施策 ()ブロードバンドに係るネットワーク・インフラ整備のための施策

(2) 具体的施策 ネットワーク・インフラにかかる研究開発・標準化の推進
ア 戦略的に国際標準化を進める研究開発については、各国の産学官を巻き込んだ国際共同研究の実施が有効であることから、(中略)アジアの研究機関等との国際共同研究を(中略)推進する。(略)

施策 ()ブロードバンド普及のための関連施策 1. 共通基盤の整備

(2) 具体的施策 ネットワークセキュリティの確保等

イ 信頼性の高いネットワーク・サービスの提供やサービス・プラットフォーム構築のための実証実験を行い、その結果のアジア各国への普及を推進する。

情報通信研究開発・標準化戦略

第1部 研究開発基本計画、実施戦略

第3章 取り組むべき研究開発課題

3.2 取り組むべき分野横断プロジェクト

コビキタスネットワークプロジェクト

(略) 必要となるネットワークやアプリケーション技術の研究開発、実証実験を行い、技術の確立と実用化を促進する。

4 政策効果の把握の手法

研究開発の評価については、論文数や特許申請件数などの間接的な指標が用いられ、これらを元に専門家の意見を交えながら、必要性・効率性・有効性等を総合的に評価するという手法が多く用いられている。

「情報通信技術の研究開発の評価に関する会合」及びその下に設けられた「評価検討会」において、外部評価を受け、政策効果の把握に活用した。

5 目標の達成状況

本研究開発の3年間の研究成果について、例えば、ユビキタスネットワークにおける国際的な広域情報配信の高速・高信頼化技術に関し、ユビキタス国際認証に利用可能な電子証明書を従来の3分の1以下まで削減することにより2.018秒という高速なPKI電子認証が可能となるなど、当初の目的を達成した。

また、特許出願数1件、報道発表数が21件、国際標準提案数は36件あった。特に国際標準化については、本研究成果をベースに、ITU(国際電気通信連合)において2件の国際標準が採択されている。(F.771/H.261)

これ以外にも、委託先を中心に民間研究開発フォーラム等を通じて、研究開発のみならずその成果の展開に向けた活動も積極的に行った。

(参考) 研究開発による特許・論文・研究発表実績 ()内は内数で海外

	17年度	18年度	19年度	合計
査読付き 紙上発表数	0件(0件)	0件(0件)	0件(0件)	0件(0件)
その他の 紙上発表数	0件(0件)	3件(2件)	2件(0件)	5件(0件)
口頭発表数	1件(0件)	11件(0件)	5件(0件)	17件(2件)
特許出願数	1件(0件)	0件(0件)	0件(0件)	1件(0件)
国際標準提案数	0件(0件)	13件(13件)	23件(23件)	36件(36件)
報道発表数	12件(0件)	9件(0件)	0件(0件)	21件(0件)

6 目標の達成状況の分析

(1) 有効性の観点からの評価

本研究開発によって確立された国際的に安全なピア・ツー・ピア通信の実現及び高速なユビキタス情報配信のためのプラットフォーム基盤技術は、ユビキタスネットワークの安全性や利便性を高度化するものであるとともに、国際展開を視野に入れた取組は、我が国及びアジア諸国の社会経済活動の発展に大きく寄与するものであり、有効性が認められる。

(2) 効率性の観点からの評価

本研究開発では、3年間の研究期間において効率的に研究開発を推進するため、国際共同実験を初年度から先行実施し、それらの結果も踏まえた上でシステム構築を行い、最終年度に最終確認の実証実験を行うという手順を取った。

初年度の国際共同実験は、中国と日本間におけるスーツの物流実験であり、この実験を通じて電子タグシステムを用いる場合の問題点や、通信回線に対する要求条件などネットワークに関する知見を収集することができた。国際共同実験は交渉ごとや現地における情勢に左右される面も多く、限られた期間内で十分に成果を挙げるための方法として先行的に国際共同実験を行う手法は効率性が認められる。

(3) 今後の課題及び取組の方向性

今後とも引き続きは、ユビキタス ID 技術の国際標準化活動を継続していくことで、我が国が開発した技術の国際的な普及を図り、ユビキタスネットワーク社会の現実を加速していく。

また、研究開発の過程で設置した海外の実験拠点に関しては、今後も継続的に協力関係を保つことで、アジア地域におけるユビキタスネットワークの早期実現に向けた連携を行っていく予定である。

7 政策評価の結果

本研究開発においては、動的な国際配信制御技術、動的な国際認証技術、コンテキスト情報に応じた配信情報の最適化技術、コンテキスト情報を利用した多様な識別子 (ID) への対応技術が開発され、ユビキタスネットワークの国際展開に向けた国際的な共通プラットフォームの実現のための基盤技術が確立されるとともに、実用化に向けた実証実験やフォーラム活動も着実に実施されるなど、当初の目標が達成されていることから、有効性及び効率性が認められる。

8 学識経験を有する者の知見の活用に関する事項

情報通信技術の研究開発の評価に関する会合(第26回 平成20年6月18日開催)の外邦有識者の意見等を本施策の評価に活用した。主なコメントは以下のとおり。

人の交流のみならず大規模な物流が存在する近隣アジア諸国と連携を狙ったプロジェクトであり、まさに国が中心となって推進するのが相応しい課題である。

プラットフォームとしての一般化が行われており、成果の適用領域は広い。
機能面、性能面でのより一層の評価検証が望まれる。
普及に向け、活動の継続性が重要である。

9 評価に使用した資料等

「e-Japan 重点計画 2003 (平成 15 年 8 月 8 日 IT 戦略本部決定)」

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/ejapan2003/030808honbun.html>

「平成 15 年度の科学技術に関する予算・人材等の資源配分の方針 (平成 14 年 6 月 19 日 総合科学技術会議決定)」

<http://www8.cao.go.jp/cstp/siryu/haihu19/siryu1-2.pdf>

「情報通信分野における技術競争力の強化に向けた研究開発・標準化戦略について (総務省情報通信審議会諮問第 6 号答申平成 15 年 3 月 情報通信審議会)」

http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2003/030327_3.html

「平成 16 年度の科学技術に関する予算・人材等の資源配分の方針 (平成 15 年 6 月 19 日 総合科学技術会議決定)」

http://www8.cao.go.jp/cstp/output/iken030619_2.pdf

「e-Japan 戦略 (平成 15 年 7 月 2 日 IT 戦略本部決定)」

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/030702ejapan.pdf>

「平成 17 年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針 (平成 16 年 5 月 26 日 総合科学技術会議決定)」

http://www8.cao.go.jp/cstp/output/iken040526_1.pdf

「e-Japan 重点計画-2004 (平成 16 年 6 月 15 日 IT 戦略本部決定)」

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/040615honbun.pdf>

「平成 18 年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針 (平成 17 年 6 月 16 日 総合科学技術会議決定)」

<http://www8.cao.go.jp/cstp/output/iken050616.pdf>

「分野別推進戦略 (平成 18 年 3 月 28 日 総合科学技術会議決定)」

<http://www8.cao.go.jp/cstp/kihon3/bunyabetu1.pdf>

平成 21 年度事後事業評価書

政策所管部局課室名：総合通信基盤局電波部電波政策課電波利用料企画室

評価年月：平成 21 年 11 月

1 政策（事業等名称）

総合無線局監理システムの電子申請機能等の高度化

2 達成目標

電子政府構築計画等により、行政の効率化のために行政手続の電子化の推進及び情報漏えい等に係る事案の増加に伴う確実なセキュリティ対策が求められている。

本事業においては、総合無線局監理システムにおいて、免許人・申請者が無線局申請書等の作成を容易に行えるサポート機能及び当該申請等の審査を行う職員の業務処理時間を短縮できるよう自動審査機能等を整備するとともに、個人情報保護やシステム全体のセキュリティ強化のための機能を整備することによって、国民の利便性向上及び行政の効率化を図る。

※総合無線局監理システム：

無線局に関する各種のデータベースを構築し、そのデータベースを活用して、無線局申請処理、周波数管理等の電波監理事務の迅速かつ効率的な実施を支援するためのシステム。

3 事業等の概要等

(1) 事業等の概要

・実施期間

平成 17 年度～平成 19 年度（3 年）

・実施主体

総務省

・概要

総合無線局監理システムにおいて、主に次の①～④を実施する。

① 電子申請サポート機能の充実

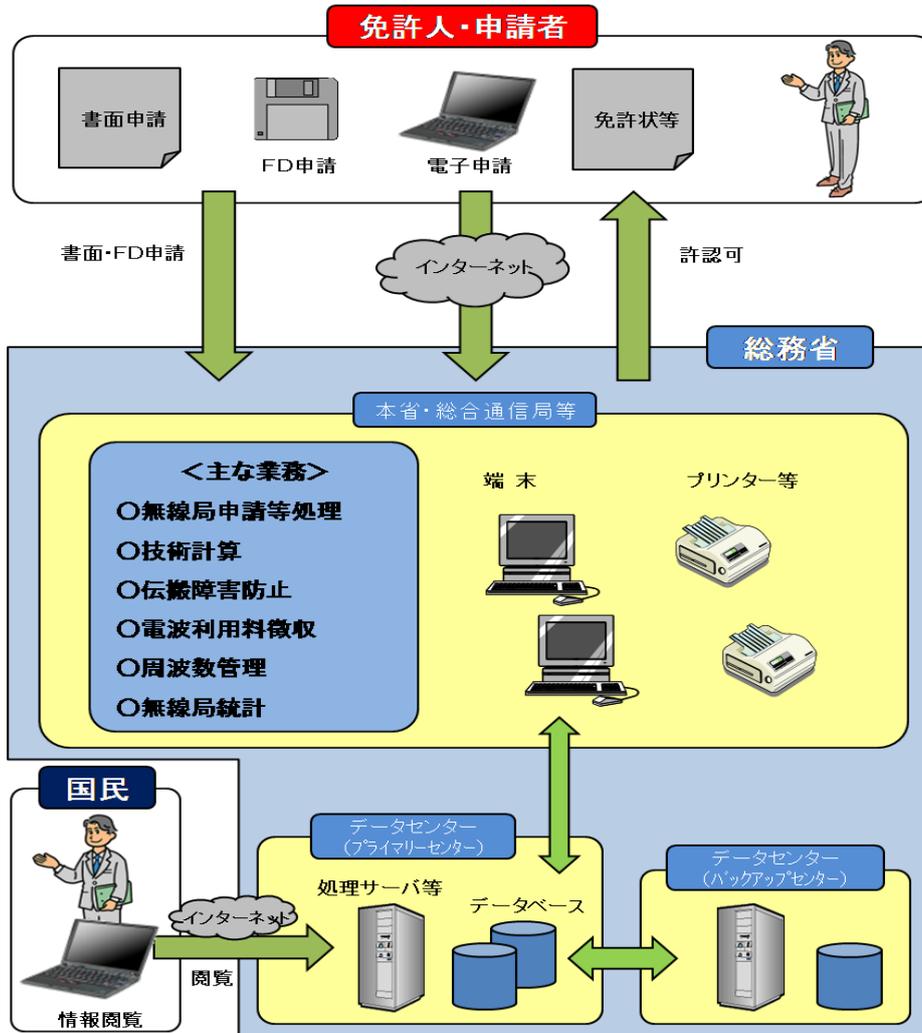
総合無線局監理システムで提供される電子申請機能「電子申請・届出システム」について、従来は電子証明を必須としたが、ID・パスワード方式による「電子申請・届出システム lite」を一部局種に限定して先行導入。また、専用の申請アプリケーションをダウンロードせずに利用可能な HTML 画面による申請データ入力機能の提供、並びに電子申請サイトの使い勝手の向上等を実現。

② 形式審査の省力化に要する自動審査機能の実装

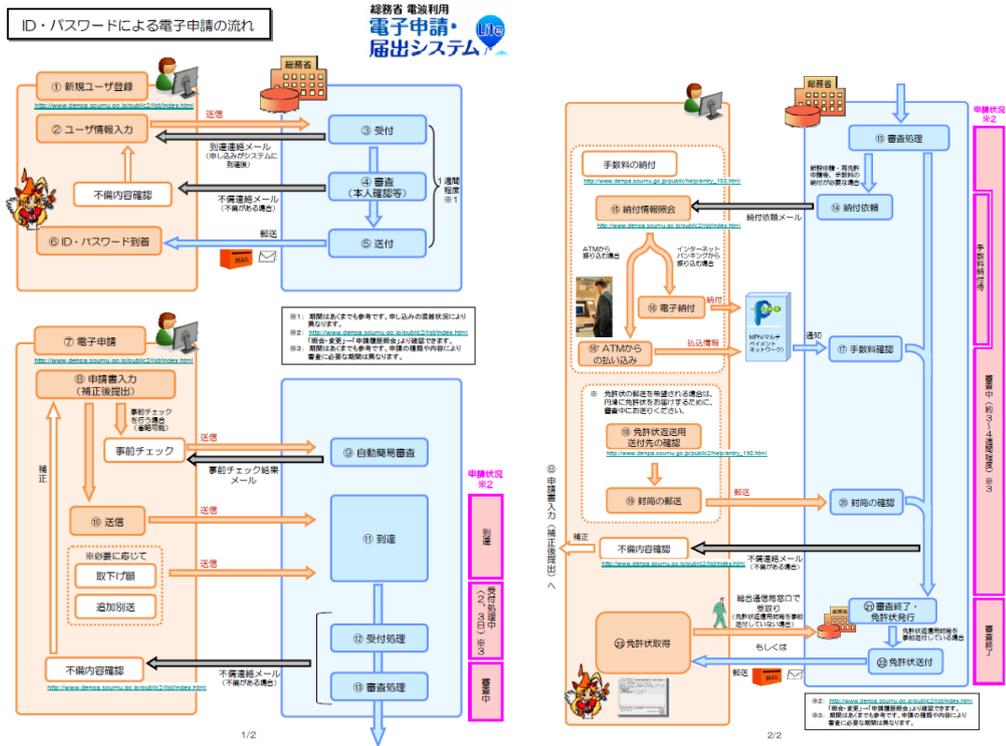
- ③ 情報漏洩防止の観点から踏まえた、内部向けデータベースと外部向けデータベースの構築
- ④ 外部業者によるセキュリティ監査の実施

・概要図

➤ 総合無線局監理システムの概要



- 総合無線局監視システムの電子申請機能（電子申請・届出システムLite）の手続フロー（本件事業の結果によるもの）



・総事業費

(単位：億円)

事業年度	17年度	18年度	19年度	総事業費
予算額	8.3	8.3	9.5	26.1

(2) 事業等の必要性及び背景

電子政府構築計画等により、行政の効率化のために行政手続の電子化の推進及び情報漏えい等に係る事案の増加に伴う確実なセキュリティ対策が求められていることから、免許人・申請者が無線局申請書等の作成が容易に行えるサポート機能及び当該申請等の審査を行う職員の業務処理時間を短縮できるよう自動審査機能等を整備するとともに、個人情報保護やシステム全体のセキュリティ強化のための機能の整備を図る必要があった。

(3) 関連する政策、上位計画・全体計画等

- 上位の政策：政策14「電波利用料財源電波監視等の実施」
- 「e-Japan戦略II加速化パッケージ」（平成16年2月 IT戦略本部）
電子政府・電子自治体の推進として、「ITの活用により国民の利便性の向上を図るため、評価専門調査会の評価を踏まえ、申請・届出手続のオンライン化、ワンストップ化等を一層推進する。」とされている。
- 「電子政府構築計画」（平成15年7月 各府省情報化統括責任者（CIO）連絡会議決定（平成16年6月 一部改定））

「4 オンライン利用の促進のための環境整備」において、「各府省は個別手続専用の電子申請システムについて、それぞれ仕様の公開、代理人による手続への対応を図るなど、利用者の利便性向上に資する措置を講ずる。」とされている。

○「IT新改革戦略」（平成18年1月 IT戦略本部）

今後重点的に取り組むIT政策として、「世界一便利で効率的な電子行政」とされている。

○「電子政府推進計画」（平成18年8月 各府省情報化統括責任者（CIO）連絡会議決定（平成19年8月、平成20年12月 一部改定））

平成22年度までの目標として「国に対する申請・届出等手続について、利用者視点に立った抜本の見直し・改善等を進め、オンライン利用の飛躍的な拡大を図る。」とされている。

4 政策効果の把握の手法

本事業の達成目標を実現するため、次のとおり、具体的な指標及び目標値を設定し、電子申請率の統計調査^(注)を行うことによって、本事業の効果を客観的に把握することとした。

達成目標	目標値	目標年度
①無線局免許申請等における電子申請率	30%	平成20年度
②無線局申請審査業務における業務処理時間の削減	年間約1万6千時間削減	
③データ入力作業等に要する業務処理時間 (①の電子申請率が50%に到達した場合)	年間約2万4千時間削減	
④申請者の申請書作成時間 (①の電子申請率が50%に到達した場合)	年間約14万時間削減	
⑤申請書類の提出に係る費用 (①の電子申請率が50%に到達した場合)	年間約2億5千万円削減	

注：当初計画では利用（申請）者に対するアンケート調査及び外部専門家（コンサルタント事業者）による当該目標値の達成状況に係る評価・分析等を予定していたが、上記①の電子申請率の向上や同②の無線局申請審査業務における業務処理時間の削減の状況を踏まえると、実施する必要はないと判断したところから、当初計画とは異なるものとなっている。

なお、目標達成度合いの判定基準は次表のとおり。

ランク	達成度合	評価
A	100%	達成
B	75%以上100%未満	概ね達成
C	50%以上75%未満	達成とは言い難いが有効性あり
D	25%以上50%未満	有効性の向上が必要
E	25%未満	有効性に問題あり

5 目標の達成状況

4で設定した達成目標等			達成目標の現況				4で設定した目標達成度合い判定
達成目標	目標値	目標年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	
①	30%	平成20年度	15.4%	25.2%	37.6%	47.7%	A（達成）
②	年間約1万6千時間削減		0時間削減		8千時間削減	1万6千時間削減	A（達成）
③	年間約2万4千時間削減		（平成20年度までに①が50%に到達しなかったため、③～⑤に係るデータの把握及び評価・分析は行っていない。）				—
④	年間約14万時間削減						—
⑤	年間約2億5千万円削減						—

注1：①の数値は、無線局の免許、再免許及び変更申請の主要3手続に係るものである。

注2：②の数値は、平成19年度は延べ4人、平成20年度は延べ8人の審査担当職員の減員によって削減された時間（年間250日、1日当たり8時間の勤務として換算）である。

注3：①の電子申請率の下、③の参考値としてデータ入力作業等に要する業務処理時間の増減を調べたところ、平成20年度までに当該作業等を担当する職員延べ10人の削減による年間2万時間（換算方法は注2にあるものと同じ。）の削減が実現している。

6 目標の達成状況の分析

（1）有効性の観点からの評価

総合無線局監理システムの電子申請機能等を活用した無線局免許申請等における電子申請率は、平成17年度においては申請総件数の約15.4%に留まっていたものの、平成20年度においては目標値「30%」を超える47.7%に達している。

また、この電子申請率の向上に伴い、無線局申請に係る審査業務及びデータ入力作業等における業務処理時間について、前者は目標値「1万6千時間」の削減を、後者は年間2万時間の削減を実現することができた。

これにより、本事業の達成目標である「国民の利便性向上」及び「行政の効率化」に寄与したものと評価できるため、本事業の有効性はあったと認められる。

（2）効率性の観点からの評価

無線局申請審査業務における業務処理時間は、定型的な形式審査に対して総合無線局監理システム上で自動審査を行う機能を実装することにより、本事業開始当初である平成17年度に比べて平成20年度の時点で延べ8人の審査担当職員を減員することができた。この8人の減員は、業務処理時間で換算すると目標値である「年間約1万6千時間」を削減したことに相当するため、目標は達成されたと評価できる。また、この8人の減員に伴い、当該職員が無線局申請審査業務を行う際に必要であった人件費の削減にも寄与できたことから、本事業には効率性があったと認められる。

（3）今後の課題及び取組の方向性

- 電子申請率の更なる向上の促進

無線局免許申請等における電子申請率の向上については、本事業において設定した目標値30%を達成したことから一定の成果が得られたと言えるものの、未だ申請件数全体の47.7%に留まっている状況から、行政の効率化や国民の利便性の確保のため、今後も引き続き必要な取組を行う予定である。

その取組に際し、現在、電子政府全体として「電子政府ガイドライン」（内閣官房IT担当室及び情報セキュリティセンター）において主に次の課題が検討されていることから、今後はその検討結果を反映した上で、総合無線局監理システムの電子申請機能について見直しを行う予定である。

- ① 免許申請等の頻度が少ない手続に係るシステム開発・運用の見直し
- ② 障害者にも使いやすい電子申請システムの提供
- ③ 電子政府相互の連携機能＝ワンストップサービスの実現

なお、上記①について総合無線局監理システムの見直しを行う際には、次の事柄について考慮する。

- ・無線局全体における各無線局種の割合には大きな偏りがあるため、無線局数の少ない無線局種に係る免許申請等の頻度は必然的に少なくなる傾向があること
- ・同システムはすべての無線局を対象に各免許人から負担していただいている電波利用料をその財源としていること

- 無線局の免許、再免許及び変更申請を行った者における電子申請手続の認識度及び満足度等の把握

本事業の達成目標の一つである「国民の利便性向上」を把握するという観点に立てば、当該電子申請率の数値だけでなく、無線局の免許、再免許及び変更申請を行った者における「総合無線局監理システムを通じた電子申請」についての認識度や実際に当該システムを使って電子申請を行った際に「便利になった」と感じたかどうかという満足度等の把握・分析も踏まえた上で、当該システムの更なるユーザビリティの向上等を図ることが適切であると考えます。

そのため、電子政府ユーザビリティガイドライン（平成21年7月 各府省情報化統括責任者（CIO）連絡会議決定）に基づき、無線局の免許、再免許及び変更申請を行った者に対するアンケート調査や外部専門家による評価・分析等を実施し、当該申請を行った者が感じた満足度や課題等の把握を行うこととしている。（その結果については、平成22年度中頃までに策定するユーザビリティ向上計画において公表する予定である。）

7 政策評価の結果

本事業を実施した結果、無線局免許申請等における電子申請率は50%には及ばなかったものの目標値30%には達することができ、かつ、無線局申請審査業務における業務処理時間についても目標値である年間約1万6千時間の削減を実現することができたため、有効性及び効率性の観点から一定の成果が得られたと認められる。

8 学識経験を有する者の知見の活用に関する事項

政府全体の仕組みとして、ITに関する外部有識者の知見を活用するため、情報化統括責任者（CIO）補佐官制度が設けられている。

本事業は平成17年6月に策定された「電波監理業務の業務・システム最適化計画」に基づくものであり、同計画は、策定に先立ち、その案文が第12回各府省情報化統括責任者（CIO）補佐官等連絡会議（平成17年4月21日開催）において検討された。その検討の際、「業務処理時間の短縮化の効果について、電子申請率が年間50%を達成した時点を前提として算出されている。この前提を充足できるよう、今後、具体的な方策の検討を行うことが必要。」という助言が付された。

同計画は、この助言を受け、当該案文にはなかった「無線局の種別、申請の区分、内容等に応じて課される申請手数料の額を自動計算・判定する機能」を電子申請率向上に向けた利用者側機能の高度化に係るシステム改修において付す旨の修正を施した上で、策定されたものである。

同計画の下に行う本事業においては、これを受け、ID・パスワード方式による「電子申請・届出システムLite」の開発において同機能を追加することとした。

9 評価に使用した資料等

- 「e-Japan戦略II加速化パッケージ」（平成16年2月 IT戦略本部）
<http://www.kantei.go.jp/jp/kakugikettei/2004/040206japan.pdf>
- 「電子政府構築計画」（平成15年7月 各府省情報化統括責任者（CIO）連絡会議決定、平成16年6月一部改定）
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/ejapan2004/040615betten.html>
- 「行政手続きのオンライン利用促進に向けて～オンライン利用促進対象手続の確定～」（平成17年7月 CIO連絡会議事務局）
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/050729tetuduki.html>
- 「電波監理業務の業務・システム最適化計画（案）について対する助言」（平成17年4月 第12回各府省情報化統括責任者（CIO）補佐官等連絡会議）
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/cio/hosakan/dai12/12jogen.pdf>
- 「電波監理業務の業務・システム最適化計画」（平成17年6月 総務省行政情報化推進委員会決定）
<http://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/fees/purpose/optimize/main.pdf>
- 「IT新改革戦略（平成18年1月 IT戦略本部決定）
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/060119honbun.pdf>
- 「「オンライン利用促進のための行動計画」について」（平成18年3月 CIO連絡会議事務局）
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2006/060331_18.html
- 「「オンライン利用促進のための行動計画」の改定について」（平成19年3月 CI

○連絡会議事務局)

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/cio/dai23/keikaku.html>

- 「オンライン利用拡大行動計画の概要について」(平成20年9月 内閣官房IT担当室)

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/080916gaiyou.pdf>

- 「電子政府推進計画」(平成18年8月 各府省情報化統括責任者(CIO)連絡会議決定、平成19年8月、平成20年12月一部改定)

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/cio/dai34/34siryou2.pdf>

- 「電子政府ユーザビリティガイドライン」(平成21年7月 各府省情報化統括責任者(CIO)連絡会議決定)

http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/guide/security/kaisai_h21/dai37/h210701gl.pdf

平成 21 年度事後事業評価書

政策所管部局課室名：総合通信基盤局電波部衛星移動通信課

評価年月：平成 21 年 7 月

1 政策（事業等名称）

偏波多重衛星通信技術の研究開発

2 達成目標

今後の需要増大が想定される Ka 帯（20/30GHz 帯（スラッシュの前は、人工衛星局から地球局向けの回線の周波数を、スラッシュの後は、地球局から人工衛星局向けの回線の周波数を表す。）以下同じ。）の周波数有効利用のため、Ka 帯の偏波多重衛星通信システム構築の早期実現に向けての、人工衛星への搭載性を考慮した偏波多重衛星通信技術の開発を目標とする。

3 事業等の概要等

（1）事業等の概要

- ・実施期間 平成 18 年度から平成 20 年度まで
- ・実施主体 研究開発受託者
- ・概要

本件研究開発では、Ka帯における衛星通信用周波数の有効利用のため、水平・垂直の直交する偏波を1つのアンテナにより同時に送受信する衛星搭載用Dual Gridアンテナの開発を行う。

Dual Gridアンテナは、Dual Gridリフレクタとその給電回路から構成されている。Dual Gridリフレクタは、2つのリフレクタ（フロントリフレクタとリアリフレクタ）が重なるように配置されており、2つの直交偏波（垂直偏波及び水平偏波）に対応したビームをそれぞれ独立に形成するものである。2つの直交偏波の識別は、リフレクタ - の表面に設けたグリッドによってなされるが、Ka 帯はKu 帯に比べ、より低損失で高精度なグリッドを形成することが課題となる。また、Dual Gridアンテナの給電回路には、低損失な導波管による回路レイアウトが必要となるが、一般的に導波管を用いると立体的な引き回しが必要となり大型となるため、衛星への搭載性を考慮して平面的に高密度実装された小型かつ軽量の給電回路が必要となる。

そのため、軌道上の熱変形が小さく高精度なKa 帯リフレクタの開発、及び衛星

への搭載性を考慮して高密度実装された小型・軽量の給電回路の開発を行う。

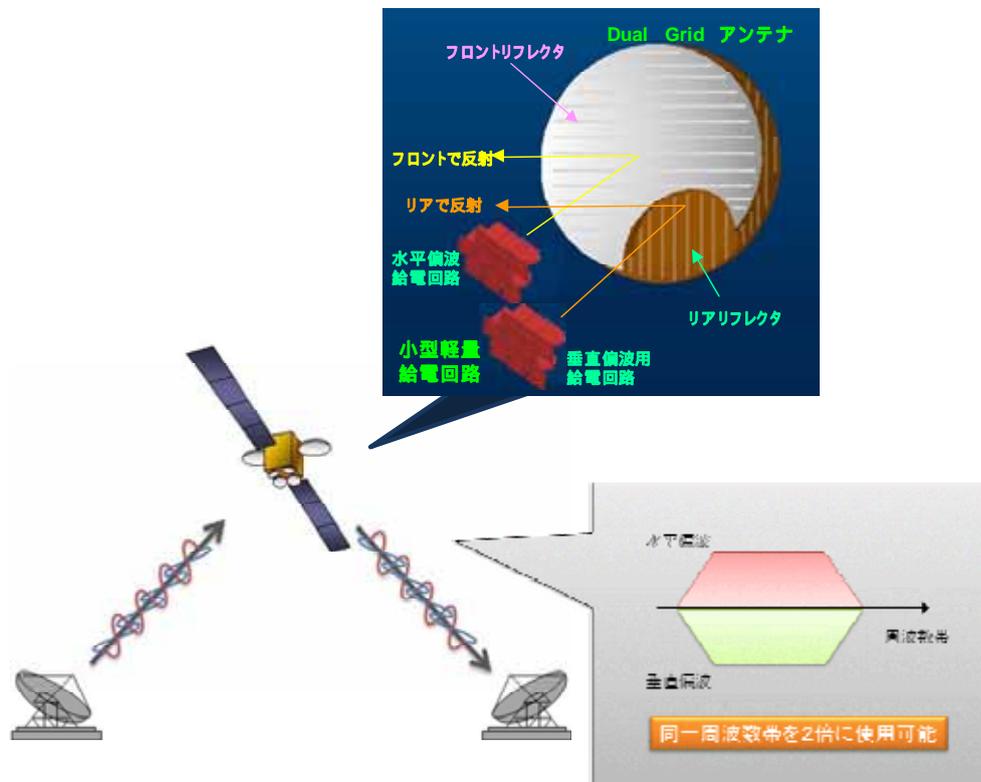
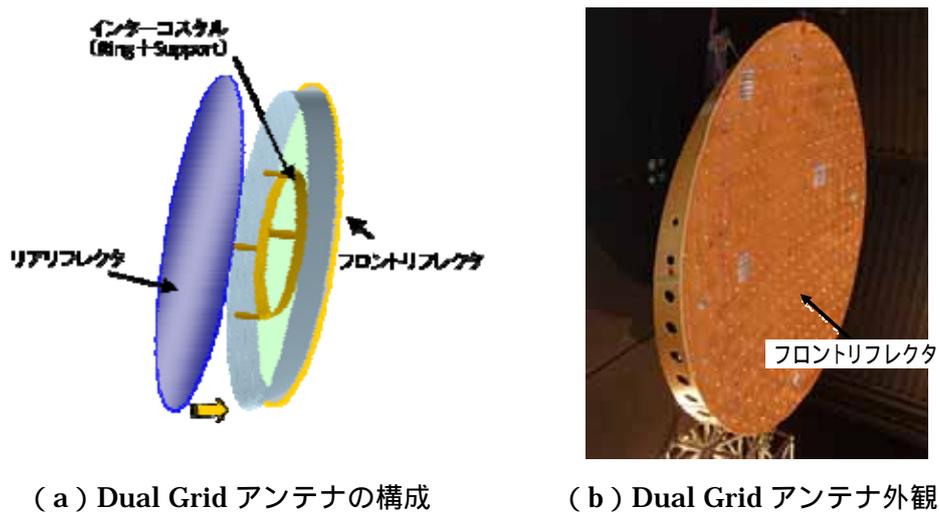


図 1 Ka 帯偏波多重衛星通信技術の全体概要図



(a) Dual Grid アンテナの構成

(b) Dual Grid アンテナ外観

図 2 Ka 帯 Dual Grid アンテナの概要図

・総事業費

(総額)

512 百万円

(内訳)

平成 18 年度	平成 19 年度	平成 20 年度
156 百万円	214 百万円	142 百万円

(2) 事業等の必要性及び背景

総務省は平成 15 年 10 月 10 日、情報通信審議会の答申である「電波政策ビジョン」(平成 15 年 7 月 30 日)を受け、今後の電波の再配分を迅速かつ円滑に推進するため、「周波数の再編方針」の公表を行なった。本方針では、5～6GHz 帯以下において平成 20 年までに移動通信システムに約 330～340MHz 幅、無線 LAN に最大で約 480MHz 幅の周波数を確保することが必要とされている。また、平成 25 年までに移動通信システムに最大で約 1.38GHz 幅、無線 LAN に最大で約 740MHz 幅の周波数を確保することが必要とされている。

また、電波政策ビジョンでは、次のとおり固定衛星通信の需要予測を行っている。

TV・ビデオ配信用のトランスポンダ(人工衛星に搭載され受信した電波を増幅して送信する中継器)向けの需要が増加する。

高速インターネットアクセス用のトランスポンダの需要は、今後急速に増加する。音声・データ伝送用の需要は今後横ばい。

2013 年までのトランスポンダ需要予測は以下のとおり。

C 帯(4/6GHz 帯)で利用されている衛星通信システムは、広域に対して通信を確保できる最も信頼できる手段の一つとして、災害時における基幹回線として大きな役割を果たしているほか、山間部や離島向け通信サービスや途上国向け国際通信等の分野で今後の需要増大が想定されている。

今後、これらの衛星通信システムは新たな移動通信システムと共用技術等を利用することにより周波数共用を図っていく必要があるが、新たな共用技術の導入は事業者へのコスト増に繋がる可能性があり、現在の衛星通信の利用の中心は徐々に Ku 帯(11-12/14GHz 帯)や Ka 帯(20/30GHz 帯)へと移行しつつある。特に、Ku 帯は国際的に利用が進んでおり、静止衛星軌道位置が混雑しているため、我が国では新たな軌道位置を確保することが困難となりつつあり、Ku 帯のみで将来の衛星通信需要を賄うことが困難な状況にある。

Ka 帯はコスト等の影響から、これまで十分に有効活用されてこなかった周波数帯であるが、平成 19 年度に Ka 帯を利用した超高速インターネット衛星が打ち上げられ、実証実験が行われており、今後の増大する高速インターネットアクセスのためのデータ通信用途の需要に対応して、この周波数帯の有効利用を促進する研究開発が必要となっている。

特に近年、衛星通信の高速化に向けた Ka 帯通信衛星の開発が国際的に進められて

おり、特に欧州ではブロードバンド通信を目的として、1つの周波数帯に2つの直交偏波を利用することで片偏波でのデータ伝送量の2倍の伝送量を実現できる偏波多重技術のKa帯への応用研究が進められている。我が国においても、国主導で超高速インターネット衛星の研究開発を進めている状況であるが、各ビームは片偏波で同一ビームでの偏波多重を行っておらず、Ka帯の偏波多重技術に関して欧州に先行されている状況である。

これまで我が国では、Ka帯の衛星回線は電力制限的回線であり、回線品質の向上を主眼に衛星送信電力の強化が最優先事項として取り組まれてきた結果、Ka帯の偏波多重技術については研究開発が行われてこなかったという経緯がある。

今後、Ka帯の衛星通信も送信電力が増大し、電力制限的回線から帯域制限的回線へ移行することとなるため、今後の需要増大が想定されるKa帯の周波数有効利用のために偏波多重技術の研究開発を行い、今後の周波数需要に対応することが必要である。

先に記述したとおり、欧州ではKa帯の偏波多重技術の研究開発に着手しており、我が国の衛星通信技術の国際競争力を向上させる国家戦略としても本研究開発は必要なものである。

(3) 関連する政策、上位計画・全体計画等

上位政策：政策14 電波利用料財源電波監視等の実施

「平成18年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分等の方針」(平成17年6月16日)

2. 科学技術の戦略的重点化

(2) 政策課題に対応した研究開発の重点化

1) 重点4分野及びその他の分野の着実な推進

重点4分野

(b)情報通信

国会附帯決議

・衆議院・総務委員会(平成16年4月13日)

「電波の逼迫状況を解消するため、電波の再配分のみでなく、未利用周波数帯の開拓等の技術開発を含め、電波の有効利用に引き続き取り組むこと。」

・参議院・総務委員会(平成16年5月11日)

「電波の逼迫状況を解消するため、未利用周波数帯の利用技術や共同利用システム等の研究開発を含め、電波の有効利用に一層取り組むこと。」

「e-Japan重点計画-2004」(平成16年6月15日、IT戦略本部)

・重点政策分野

1. 世界最高水準の高度情報通信ネットワークの形成

3) ブロードバンド時代に向けた研究開発の推進

・超高速インターネット衛星の研究開発(総務省、文部科学省)

「無線超高速の固定用国際ネットワークを構築するため、2006年までに超高速インターネット衛星を打ち上げて実証実験を行い、2010年を目途に実用化

する。」

4 政策効果の把握の手法

本研究開発では、実用化レベルの衛星搭載用 Ka 帯 Dual Grid アンテナの開発を行うことが主要な目的であることから、本件の評価にあたっては主に、Ka 帯 Dual Grid リフレクタの設計として交差偏波特性及び熱歪特性を、Ka 帯小型給電回路の設計としてそのサイズ及び電気特性から評価を行う。また、知的財産権等への取り組みの側面として、学会への論文投稿や特許の出願状況からも評価を行う。

なお、本研究開発は、「電波資源拡大のための研究開発」制度の一案件であるが、本制度では、研究開発の実施にあたり、透明性・実効性を高めるため、外部専門家・外部有識者から構成される「電波利用料技術試験事務及び研究開発の評価に関する会合」が開催されており、その評価結果も参考としている。

5 目標の達成状況

まず、Ka 帯 Dual Grid リフレクタの設計については、インターコストル¹を薄型リング構成とし、また、リフレクタとの接続はサポート材による部分的接続とすることで、放射性能の劣化につながり得る電波散乱体の体積を従来よりも小さくした。また、リフレクタを構成する部材の評価において、パネルの熱膨張に大きな影響を及ぼす銅箔グリッド²の熱歪特性を考慮したサンドイッチパネルの熱膨張モデルを確立することで、熱変形の小さい高精度なリフレクタの目途を立てた。これらの検討過程を経て、2.2m級という世界最大級であり、かつ、20/30GHz 帯を共用可能なシングルビーム用鏡面修整アンテナを設計し、次の表に示すとおり目標値が達成された。

表 1 主要性能の目標値と達成状況

項目	開発目標	開発結果
交差偏波特性	- 30dB 以下	- 30dB 以下
熱歪特性	0.25mmRMS 以下	0.22mmRMS 以下

次に、Ka 帯小型給電回路の設計については、給電回路を構成する各種コンポーネントに対して折り返し型の積層構造を導入し、これらを縦列接続とすることで、従来の横列接続の約 1 / 2 以下に小型化した（図 3）。また、縦列接続タイプの給電回路を製造するためには、従来のコンポーネント主体の設計ではなく給電回路全体を考慮に入れたトータル設計が必要であり、そのため、高精度な一体化製造が可能である電鍍技術を採用した。このよ

¹ 2 つのリフレクタ（フロントリフレクタとリアリフレクタ）を保持サポートするための誘電体部材。

² フロントパネルの表面にパターンニングされており、垂直偏波及び水平偏波を分離するためのもの。

うにして、各種コンポーネントを試作し、試験評価を行ったところ、いずれも計算値とよく一致することを確認した（図4）。

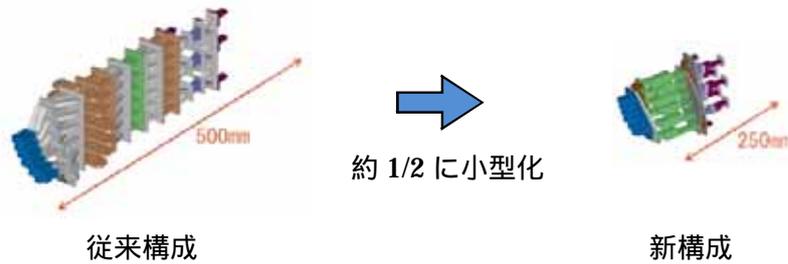
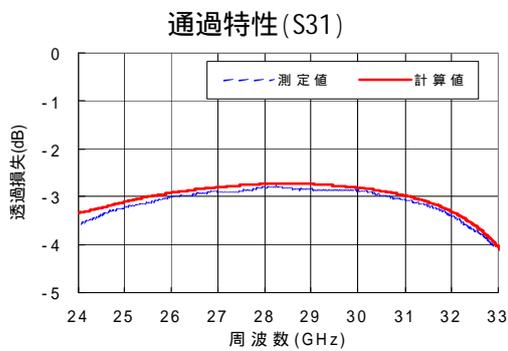
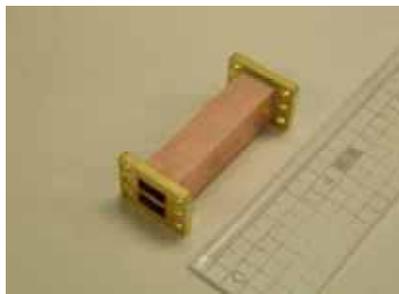
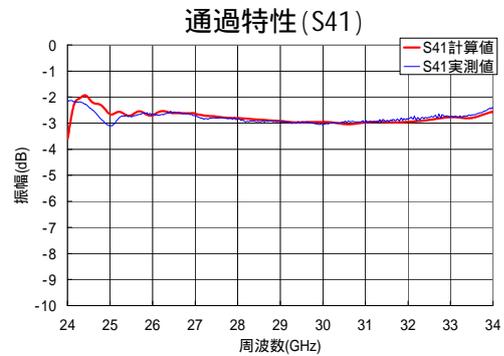


図3 Ka帯高密度小型給電回路の構成



(a) プランチラインカプラー



(b) 折り返し型給電回路

図4 キーコンポーネントとその電気特性

知的財産権等への取り組みとしては、平成18年度から平成20年度までの3年間で4件の特許出願（表2）、7件の外部発表（表3）を行っている。

表 2 知的財産への取り組み

年月	概要
平成 20 年 3 月	衛星搭載用偏波共用アンテナ装置に関する特許の出願
平成 20 年 3 月	衛星搭載マルチビームアンテナの給電回路装置に関する特許の出願
平成 21 年 2 月	グリッドリフレクタに関する特許の出願
平成 21 年 3 月	アンテナ装置に関する特許の出願

表 3 外部発表への取り組み

年月	概要
平成 19 年 5 月	日本複合材料学会 2007 年度研究発表講演会において講演発表
平成 19 年 10 月	日本複合材料学会 第 32 回複合材料シンポジウムにおいて講演発表
平成 20 年 7 月	電子情報通信学会 アンテナ伝播研究会において講演発表
平成 20 年 9 月	電子情報通信学会 通信ソサイエティ大会において講演発表
平成 20 年 10 月	日本複合材料学会 第 33 回複合材料シンポジウムにおいて講演発表
平成 20 年 10 月	ISAP2008 (International Symposium Antennas and Propagation) において講演発表
平成 21 年 3 月	電子情報通信学会 総合大会において講演発表

6 目標の達成状況の分析

(1) 有効性の観点からの評価

開発された Dual Grid アンテナは、交差偏波特性、熱歪特性、給電回路の小型化、あるいは電気特性など当初の目標を満たしていることが確認された。このことから、1つのアンテナにより、日本列島全域において、20/30GHz 帯における2つの直交偏波（水平偏波及び垂直偏波）を使用可能とする有効な技術が得られたと言える。

(2) 効率性の観点からの評価

研究開発の遂行にあたっては、有識者から構成される評価会を開催し、実施計画及び予算計画についての助言を参考に効率的な実施を行っている。

また、本研究開発は Ka 帯の偏波多重技術に関するものであるが、開発された技術の一部は、Ku 帯（11-12/14GHz 帯）など他の周波数帯にも活用されており、費用対効果は十分であると考えられる。

(3) 公平性の観点からの評価

本研究開発は、今後の需要増大が想定される Ka 帯衛星通信に対して、偏波多重技術を開発することで、早期に Ka 帯周波数の有効利用を促し、十分な周波数帯域の確保に資するものであるため、無線局の免許人その他の無線通信利用者の受益となることから公平性を有するものと考えられる。

(4) 今後の課題及び取組の方向性

衛星通信の高速化に向けた Ka 帯偏波多重技術の研究開発は、欧州において事例がみられるものの、2 m 級の Ka 帯 Dual Grid アンテナ技術、さらに 20/30GHz 帯共用の鏡面修整アンテナ技術は最先端レベルであると考えられることから、民間企業の協力をいただきつつ、衛星通信アンテナ分野の国際学会等へ本研究開発成果を発表するよう積極的に取り組んでいく予定。

7 政策評価の結果

本研究開発は、Ka 帯における衛星通信用周波数の有効利用のため、水平・垂直の直交する偏波を1つのアンテナにより同時に送受信する衛星搭載用 Dual Grid アンテナを研究開発するものであり、交差偏波特性、熱歪特性等の主要諸元について当初の目標値を満たしていることから有効性・効率性が認められる。

8 学識経験を有する者の知見の活用に関する事項

平成 21 年 5 月に開催した「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」において、学識経験者である評価委員から次のようなコメントが述べられており、本評価に活用した。

- ・実施体制、予算共に妥当である。
- ・実用化への目処は得られたと考えられる。今後は、学会論文誌での公表などに向けた活動が期待される。
- ・本成果は、今後の衛星通信の基盤を支えるものであり、有用な研究開発であるといえる。

9 評価に使用した資料等

- ・情報通信審議会答申「中長期における電波利用の展望と行政が果たすべき役割 - 電波政策ビジョン - 」(H15.7)
- ・「周波数の再編方針」(H15.10)
- ・「e-Japan 重点計画-2004」(H16.6)