

[研究報告]

キャンパスユビキタス環境，グリッド環境等の 情報基盤技術の研究開発

東北大学サイバーサイエンスセンター / ¹⁾現 NEC

後藤英昭，大和純一 ¹⁾，若山永哉 ¹⁾，曾根秀昭，江川隆輔，小林広明，水木敬明

東北大学情報部 ²⁾情報基盤課 / ³⁾情報推進課

大泉健治 ²⁾，伊藤英一 ²⁾，森 倫子 ²⁾，千葉 実 ²⁾，澤田勝己 ²⁾，安西従道 ³⁾

※ この記事は、「国立情報学研究所・平成 20 年度 CSI 委託事業報告交流会(ネットワーク・e-Science 系)」(平成 21 年 5 月 18 日，学術総合センター)の報告資料の内容を転載したものです。

1. 委託業務の実施内容

東北大学サイバーサイエンスセンターは，最先端学術情報基盤(CSI)の構築に関して，次の事項の研究開発と調査を行った。

- 1) キャンパスユビキタスネットワークによる連携基盤の実現
- 2) グリッド環境の整備・運用
- 3) SINET3 ノードの高度化
- 4) 認証連携

研究開発と調査の実施内容および得られた成果を次節以下に述べる。

2. キャンパスユビキタスネットワークによる連携基盤の実現

2.1 概要

CSI 構築において安全・安心なキャンパスユビキタスネットワークを実現するために，H17 年度からサイバーサイエンスセンターに「最先端学術情報基盤研究室 (CSI 研究室)」を設置し，大学間無線 LAN ローミングの方式の研究開発を行っている。H19 年度までに継続開発してきた方式をベースとして，キャンパスネットワークにおける構築・運用面と利用者の容易さ，および通信セキュリティと安定性などに関してより優れた方式の提案及び詳細設計と技術的評価を行い，実用化に向けたプロトタイプのシステム開発・構築を行った。また，このために必要となる機器を確保し，最先端学術情報基盤の実践的構築に資す

る人材の育成を行った。H18年度に日本に導入した国際無線 LAN ローミング基盤 eduroam に関して、国内における主導的立場での運用実務や他大学の接続支援、教育活動、欧州・アジア太平洋州各国との国際的な運用および調整などを行った。

大規模なキャンパス無線 LAN システムを容易に構築し、かつ安全性と相互運用性(ローミング)を実現できるように、無線 LAN システムの構成方法について技術的検討および実証実験を行った。また、認証連携システムが未構築の高等教育機関でも無線 LAN ローミングのサービスを利用することを可能にするため、「eduroam 代理認証システム」を構築してその試行的利用を公開した。

2.2 業務内容と成果、およびその効果

(1) eduroam JP の国内運用、研究開発と情報展開・教育活動及び海外連携

国際無線 LAN ローミング基盤 eduroam を、国立情報学研究所ネットワーク運営・連携本部認証作業部会 eduroam グループを主体とし、東北大学が主導して H18 年度に日本に導入した。その後も国内運用の責任機関として運用実務と研究開発を継続し、H20 年度は新たに 4 大学(名古屋大学, 山形大学, 大阪大学, 尚絅学院大学)の接続を支援した。

ウェブサイト www.eduroam.jp にて eduroam 設定のノウハウなどの情報公開を行った。また、岩手大学, 山形大学における講演や、平成 20 年度ネットワークセキュリティ技術研修(NII)の講師を務めるなどの情報展開・教育活動を行った。以上により、国内の学術情報基盤の高度化に貢献した。

eduroam の運用の国際連携について、TERENA TF-Mobility 会合 (7 月, スウェーデン), TERENA Networking Conference 2008 (5 月, ベルギー) や APAN ミーティング(8 月, ニュージーランド)に CSI の代表として参加して、諸外国との情報交換と報告および議論を行った。たとえば、eduroam のアジア太平洋地域の運用の要となる APAN eduroam RADIUS proxy システムの安定運用のために、APAN eduroam のセカンダリサーバを管理している香港のスタッフと技術的な情報交換を行い、大きく貢献した。また、オーストラリア AARNet に設置されている APAN eduroam プライマリサーバの不具合について、AARNet のスタッフと共同でトラブルシューティングを行い、不具合の原因調査の技術指導により、国際的な技術供与も行った。

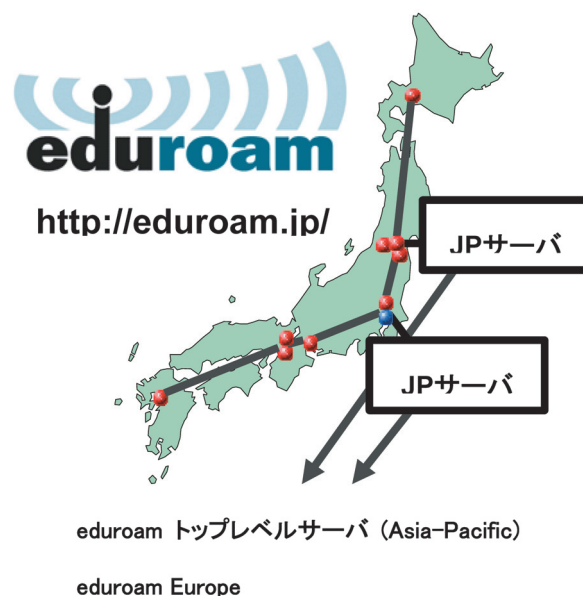


図 2.1 日本における eduroam (2009 年 5 月現在)

(2) 大学間無線 LAN ローミング方式の開発

安全・安心なキャンパスユビキタスネットワークを実現する大学間無線 LAN ローミングの方式の研究開発として、前年度まで開発した Proxy VPN に基づく方式をベースとして、実用化に向けたプロトタイプの新システム開発・構築を行い、試作したプロトタイプを用いてシステム分析を行い、eduroam のような大規模な認証連携基盤に対応できるようにスケーラビリティや安定性の向上について検討した。試作したプロトタイプを用いてシステム分析を行い、機関間の信頼関係、セキュリティ、管理性、ユーザビリティの分析・整理と、機能配置の考察を行った。また、遠隔接続における安定性と効率の分析のために、PPTP/OpenVPN の特性分析・評価を行った。

開発手法では、所属機関から提供される利用者の属性情報と、訪問先機関のポリシーを突き合わせて、訪問先機関のローカルリソースへのアクセス制御ができるようになった。また、IP アドレスが訪問先機関ではなく所属機関から端末に振り出されるため、利用者の故意または無意識の不正利用における責任所在の明確化や、利用者追跡の手間の軽減が実現でき、これらは CSI において大変有用な性質である。

これらの研究成果を APAN ミーティングや ITRC ミーティング、電子情報通信学会総合大会などで発表した。

また、将来のオープンソース化と他大学への提供に備えて、ソースコードとライセンスの整理を行った。

(3) 大規模無線 LAN ローミング基盤の利便性と安全性向上

国内外の eduroam の運用, およびヨーロッパの eduroam コミュニティにおける調査などを通して, 大規模なローミングシステムにおける様々な問題を検討・整理した。ローミングシステムにおける利用者のロケーションプライバシーと, アカウント情報の漏洩の問題に関して, 擬名 ID に基づいた安心・安全な認証連携手法を研究開発し, 「eduroam 代理認証システム」を構築して国内の高等教育研究機関に公開, 運用を開始した。この方式によって, eduroam 加入機関が ID プロバイダ(IdP)や RADIUS サーバを持つ必要を中央的組織などが肩代わりすることが可能になり, eduroam 参加の裾野を大きく広げる役割も期待される。また, 将来の Shibboleth(シボレス)/SAML 等による認証連携との整合性も高く, CSI における理想的な無線 LAN ローミングの像に大きく近づいたものと言える。

他機関訪問時に訪問先機関 IP アドレスの払い出しをうけて利用することによるコンテンツアクセス制御などへの副作用問題の一解決方法として, ゲスト用ネットワークを SINET3 の L3VPN に収容する構成について検討し, 実際にネットワークを構築して実証実験を行った。

さらに, 無線アクセスポイント設置の制約を大幅に緩和して設置ネットワークの管理者に求めるべき技術スキルと負担を軽減しながら, 無線 LAN 用ネットワークの安全性を維持して設計自由度を高め, 運用の利便性を向上することができるセンター集中管理型アクセスポイント方式を開発し, 広域あるいはプライベートなネットワーク上で自動トンネリングを行う可搬型無線アクセスポイントを試作した。この方式では, アクセスポイントの設定をあらかじめ大学のセンター等で済ませて貸し出し, これを設置するときに特に設定作業を行わなくても様々な末端ネットワークに接続でき, 全学向けや eduroam などの無線 LAN サービスを容易に提供できる。例えば, 出先の会議場などにおいて, 会場敷設のインターネット接続機能を借りて会議参加者に一時的に無線 LAN サービスを提供するといったことも, 極めて容易に行うことができる。また, 無線端末が行う通信はアクセスポイントからセンターまでの区間ですべてトンネルの中を通るため, アクセスポイントを接続するネットワークの安全と通信の秘密が自動的に保たれ, 運用ポリシーに抵触しにくいという利点がある。試作機は学内外の 6 箇所以上において実証試験運用を行い, 正常動作と高い利便性の機能を確認した。

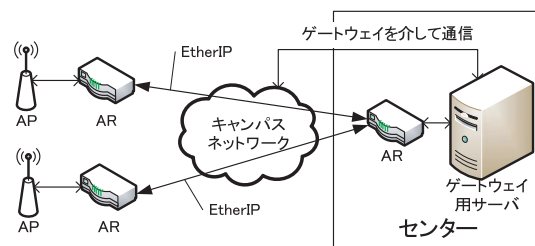


図 2.2 センター集中管理型アクセスポイント

2.3 発表資料リスト (H20 年度)

- (1) 大和純一, 若山永哉, 渡邊義和, 後藤英昭, 山野悟, 曾根秀昭, "大規模キャンパス無線 LAN の構成と機器の要件," 第 23 回インターネット技術第 163 委員会研究会 -ITRC meet23- (2008.5.15, 名古屋大学).
- (2) 後藤英昭, 渡邊義和, 曾根秀昭, "大学間無線 LAN ローミングのためのリソースアクセス制御手法," 情報処理学会研究グループ報告 第 23 回インターネット技術, 第 163 委員会研究会 -ITRC meet23- / 第 8 回 CMS 研究発表会, pp.9-12 (2008.5.16 名古屋大学).
- (3) 後藤英昭, "平成 19 年度 CSI 委託事業報告 -- 東北大学," 国立情報学研究所 平成 19 年度 CSI 委託事業報告交流会 (ネットワーク・e-Science 系) 予稿集, pp.60-64 (2008.6.11 学術総合センター中会議場).
- (4) Hideaki Sone, "Updates on Recent Activities in eduroam-JP," TERENA TF-Mobility (2008.7.8 Umeå, Sweden).
- (5) Hideaki Sone, "UPKI Activities - July 2008 -," TERENA TF-EMC2 (2008.7.9-10 Umeå, Sweden).
- (6) Yoshikazu Watanabe, Hideaki Goto, Hideaki Sone, "Resource Access Control for Wireless LAN Roaming Systems," 2008 International Symposium on Applications and the Internet (SAINT2008) Workshops, pp.281-284 (Turku, Finland, July 2008).
- (7) Hisaya Wakayama, Junichi Yamato, Hideaki Goto, and Hideaki Sone, "Policy-Based Access Control for Secure and User-Friendly WLAN Roaming Systems," 26th Asia-Pacific Advanced Network Meeting (APAN26) (Queenstown, New Zealand, Aug. 2008).
- (8) 大和純一, 若山永哉, 渡邊義和, 後藤英昭, 曾根秀昭, "Proxy VPN によるセキュアでユーザフレンドリーな無線ローミング," 2008 年電子情報通信学会ソサイエティ大会 通信講演論文集 2,B-16-3, p.311 (2008.9.16-19 川崎市).
- (9) 後藤英昭, "学内ローミングおよび国際ローミングに対応した情報科学研究科・新無線 LAN システムの構築について," 東北大学サイバーサイエンスセンター 大規模科学計算機システム広報 SENAC Vol.41, No.4, pp.37-43 (2008.10).
- (10) 後藤英昭, "UPKI 事業と大学間無線 LAN ローミングの実現," 情報処理講演会 (情報処理学会東北支部共催) (2008.10.14 山形大学工学部(米沢キャンパス)).
- (11) Hideaki Sone, "Mobile Access Roaming Technology and Its Application," 4th China-Korea Annual Meeting on Advanced Networking (2008.10.27).
- (12) 大和純一, 若山永哉, 後藤英昭, 曾根秀昭, "EtherIP を用いたセンター管理型キャンパス無線 LAN," 第 30 回全国共同利用情報基盤センター研究開発連合発表講演会研究開発論文集(No.30), pp.25-32 (2008.11).
- (13) 曾根秀昭, "海外の大学間認証連携と UPKI," シングルサインオン実証実験中間報告会 (国立情報学研究所) (2008.11.10).

- (14) 後藤英昭, "キャンパス無線 LAN のユーザ認証と国際無線 LAN ローミング基盤 eduroam," ネットワークセキュリティ技術研修, 国立情報学研究所・教育研修事業 (2008.11.13 大阪).
- (15) 後藤英昭, "学内ローミングおよび国際ローミングに対応した情報科学研究科・新無線 LAN システムの構築について," 東北大学サイバーサイエンスセンター TAINS ニュース 2008.12.25, No.36, pp.17-22 (2008.12).
- (16) 大和純一, 若山永哉, 後藤英昭, 曾根秀昭, "EtherIP を用いたセンター管理型キャンパス無線 LAN," 東北大学サイバーサイエンスセンター 大規模科学計算機システム広報 SENAC Vol.42, No.1, pp.137-144 (2009.1).
- (17) 若山永哉, 大和純一, 後藤英昭, 曾根秀昭, "プロキシVPN方式による無線LANローミングの評価," 電子情報通信学会 2009 年総合大会講演論文集 BS-11-1, pp.137-138 (2009.3.17-20 松山市).
- (18) 大和純一, 若山永哉, 後藤英昭, 曾根秀昭, "大規模キャンパス無線 LAN ローミングにおける代理認証システム", 電子情報通信学会 2009 年総合大会講演論文集 BS-11-2, pp.139-140 (2009.3.17-20 松山市).

3. グリッド環境の整備・運用

3.1 概要

利用者が、計算資源の設置場所を意識せずに、必要とする規模のベクトル計算環境をシングルサインオンで得ることが可能なベクトルコンピューティングクラウドの実現を目指して、平成 20 年度は、これまで取り組んできたグリッド環境整備を更に進展させ、実用的なグリッド環境構築と実証実験を行った。具体的には NAREGI ver.1.1 によるグリッド環境の構築と、当センターが有するベクトル型スーパーコンピュータシステム (NEC SX) を NAREGI ver. 1.1 上で利用するための GridVM for SX の開発を行った。この開発に基づき、大阪大学サイバーメディアセンターが有する SX-9 システムと NAREGI によるベクトル型スーパーコンピュータの広域 SX 連携実験を行った。あわせて、国立情報学研究所(NII), 7 センター, 東京工業大学, 筑波大学との大規模グリッド実証実験のための環境を構築した。

3.2 業務内容と成果, およびその効果

(1) GridVM for SX の開発

NAREGI ver. 1.1 において、ベクトル型スーパーコンピュータシステム (NEC SX) を利用可能にし、また本センターのスーパーコンピュータシステム固有の運用性向上と機能強化を目的に、GridVM for SX を開発した。開発にあたっては、NAREGI ver.1.1 が提供している機能のうち、ジョブ管理機能、情報プロバイダ機能、資源利用量制限機能を SX 用に移植するとともに、当センターの大規模科学計算システム固有の機能強化として、ローカルジョブとグリッドジョブの共存の為の強化、NEC SX 固有の MPI のサポートを実現した。

各機能, および強化した点は下記の通りである。

- ・ **ジョブ管理機能**

当センターの大規模科学計算システムのローカルスケジューラである NEC 製 NQS II とその拡張モジュールである JobManipulator を用いて, 資源予約を行う予約ジョブと資源予約を行わない非予約ジョブをサポートし, その混在を可能にした。

- ・ **情報プロバイダ機能**

NEC SX の各種ハード・ソフトウェア情報, グリッド環境で利用可能なローカルスケジューラのキュー情報, ジョブのステータス情報の NAREGI グリッドミドルウェアへの登録を可能にした。また, グリッド環境にある各ベクトルサイトにおいて, システム管理者が指定したポリシーに基づき, ジョブが利用する資源量を監視し, 且つ必要なジョブ制御を行う機能を実装した。

- ・ **強化機能**

NAREGI ver.1.1 ではサポートされていなかったローカルジョブと GRID 予約ジョブの共存を, ジョブ毎に資源を分割すること無く可能にした。また, NAREGI ver.1.1 における MPI 実行は, GridMPI を使用したものに限定されていたが, NAREGI ver.1.1 の JSDL 仕様を変更することなく, MPI/SX による MPI 非予約ジョブの実行を可能にした。

これらの移植・新機能開発により, GridVM for SX では, 通常の運用と NAREGI に基づくグリッド運用の共存を可能にし, 効率的なシステム運用を可能にしている。

(2) NAREGI による広域ベクトル型スーパーコンピュータ連携実験

NAREGI ver.1.1 と開発した GridVM for SX を用いて, 図 3.1 に示す大阪大学サイバーメディアセンターの SX-9 (1 ノード) と当センターの SX-9 (1 ノード) を用いたグリッド環境を構築した。両センターのベクトルコンピュータ資源の連携 (ベクトルコンピューティングクラウド) は, それぞれのスーパースケジューラ (Super Scheduler : SS) がリザーベーション・キャッシュ・サービス (Reservation Cache Service : RCS) を介して連携することで実現した。東北大学・大阪大学の両センター間は SINET3 に設定した CSI グリッド網によって結合し, RCS は大阪大学に配備した。図 3.2 に示す東北大学に設置したポータルからログインし, 東北大学, 大阪大学, 双方へジョブの投入, 結果の確認を行うことで動作検証を実施した。評価には当センターで実際に実行されている SMP 16 並列, MPI 16 並列のプログラムを用いた。構築したシステムでは, 図 3.3 に示すように東北大学, 大阪大学, 各サイトの計算資源の状況を portal で確認し, 図 3.4 に示す様にジョブの実行完了を確認する

ことができた。NAREGI によるグリッド環境の構築と GridVM for SX の開発により、両センターのベクトル計算資源を仮想化し、シングルサインオンで双方のベクトル計算資源をシングルシステムイメージとして有効利用できることを示した。

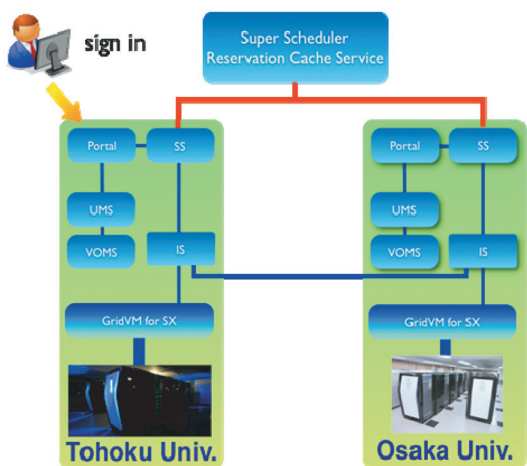


図 3.1 評価システム

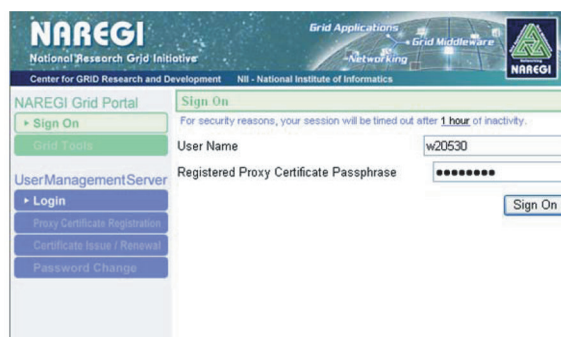


図 3.2 portal ログイン画面



図 3.3 サイト情報の確認

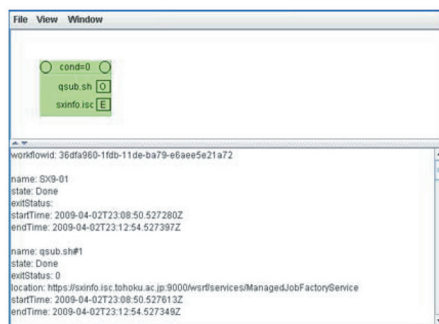


図 3.4 ジョブステータス (終了状態)

(3) 基盤センターグリッド連携環境の構築

前述の東北大学、大阪大学によるベクトルコンピューティングクラウドの構築の取り組みと併せて、図 3.5 に示す NII, 7 センター、東工大、筑波大学による基盤センターグリッド連携環境実現へ向けた取り組みとして、NII を GOC とする基盤センターグリッド網の計算資源として当センターの SX を利用可能な環境を構築した。これにより、NAREGI を用いた異種複数のプラットフォームからなる超大規模スーパーコンピュータグリッド基盤の構築が可能であることを明らかにした。現在、グリッドタスクフォース主導の下、NII, 7 センター、筑波大学、東工大によるスーパーコンピュータグリッドの実運用へ向けた取り組み

を継続的に行っている。

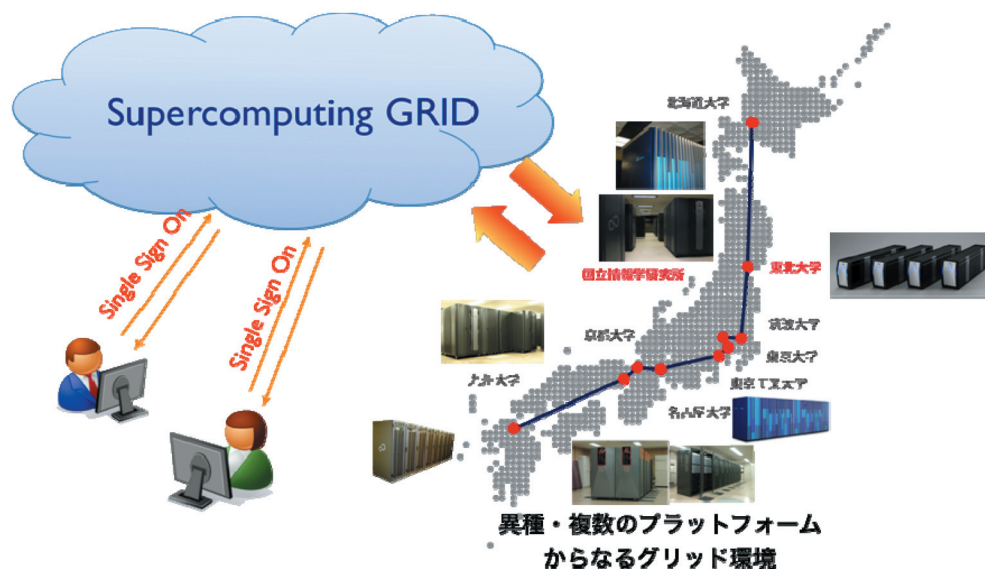


図 3.5 基盤センタースーパーコンピュータグリッド連携

3.3 発表資料リスト

- (1) Hiroaki Kobayashi, "Lessons Learned from 1-Year SX-9 Experience and toward the Next Generation Vector Computing," 10th teraflop workshop, Stuttgart, Mar. 2009.
- (2) 江川隆輔, 大泉健治, 伊藤英一, 山形正明, 神山典, 金野浩伸, 東田学, 大西健太郎, 遠藤直弥, 山崎潤一, 関充男, 岡部公起, 小林広明, "NAREGI による広域ベクトル型スーパーコンピュータ連携・ベクトルコンピューティングクラウドの実現に向けて," 東北大学サイバーサイエンスセンター広報誌 SENAC vol.42, no.2, pp.1・6, Apr. 2009.

4. SINET3 ノードの高度化

4.1 概要

東北地域の大学等と SINET を接続するノードとしての本学は, H19 年度までに, これまで本委託業務で得られている知見や先行的経験を活かし極めて順調に SINET3 へ接続を切り替えることに成功しており, H20 年度においても順調に東北地域及び学内のネットワーク環境の高度化と運用技術の調査研究を実施し, 次の SINET4 に向けた検討・準備も着々と進んでいる。また同時に, SINET3 の普及・活用のための啓発活動も行った。

4.2 業務内容と成果, およびその効果

H19 年度において実施した SINET3 への接続の切り替えを踏まえ, SINET ノードの高

度化のための運用技術の調査と研究開発を継続し、東北地域の学生や研究者・職員に対して学術研究及び教育活動の情報ライフラインとしての SINET3 の接続環境を維持することができた。次の SINET4 への接続に向けた検討・準備も着々と進んでいる。

また、東北学術研究インターネットコミュニティ (TOPIC) と協力し、NII からの講師による研修会等を東北地域のネットワーク責任者や担当者を対象に実施し、SINET3 の普及や活用に著しく貢献しているとともに、通信回線の経済的高速化や格差解消に向けたオープンフォーラム的な先駆けの取り組みともなっている。

表 4.1 SINET3 ノードの高度化に関する研修会の開催

TOPIC 研修会 (春)	TOPIC ネットワーク担当職員研修会 (秋)
日時：平成 20 年 4 月 24 日～25 日 場所：仙台国際センター NII からの講演 (プログラム抜粋)： 「UPKI におけるサーバ証明書発行について」 「SINET3 の利用について」	日時：平成 20 年 9 月 25 日～26 日 場所：天童ホテル NII からの講演 (プログラム抜粋)： 「SINET3 の新サービスの展開」 「UPKI 認証連携基盤によるシングルサインオン実証実験について」

5. 認証連携

5.1 概要

H19 年度に引続き、認証作業部会が実施する「サーバ証明書発行・導入における啓発・評価研究プロジェクト」に参加し、サーバ証明書の試行運用を継続するとともにその評価を行い、東北地域における普及にも務めた。

また「UPKI シングルサインオン実証実験」にも積極的に参加し、検証に貢献した。

5.2 業務内容と成果、およびその効果

前年度に引続き、認証作業部会が実施する「サーバ証明書発行・導入における啓発・評価研究プロジェクト」に参加し、学内において 8 部局 50 件のサーバ証明書を発行する実績を得た。

啓発面で、東北地区国立大学法人等技術職員研修において、本学人事課との協力のもと、「【実技】ネットワーク技術～サーバ証明書～」を企画し、東北地域の現場レベルにおけるサーバ証明書発行・導入の臨床的普及を実施した。

表 5.1 サーバ証明書発行・導入に関する職員研修の開催

平成 20 年度東北地区国立大学法人等技術職員研修 【実技】ネットワーク技術 ～サーバ証明書～
<p>日時：2008 年 9 月 12 日 9:00～11:40 頃</p> <p>場所：東北大学サイバーサイエンスセンター本館・5 階・端末機室</p> <p>担当：水木敬明，後藤英昭（東北大学 サイバーサイエンスセンター 研究開発部）， 森倫子，澤田勝己（東北大学 情報部情報基盤課 ネットワーク係）</p> <p>サポート：小森和樹（東北大学 加齢医学研究所）， 桑野龍（東北大学学際科学国際高等研究センター）</p>

また「UPKI シングルサインオン実証実験」にも積極的に参加し，学内において統合認証基盤の企画・構築を検討する情報シナジー機構認証 WG が中心となって Shibboleth IdP を一早く試行的に立ち上げ，ヘルプデスク・実証実験支援チームの協力も得てシングルサインオン認証の動作検証や技術的項目等の検証に貢献した。この成果の概要は，UPKI シンポジウム（2 月 23 日）にてポスターセッションへ出展を行い，報告した。

5.3 発表資料リスト

- (1) 東北地区国立大学法人等技術職員研修「【実技】ネットワーク技術～サーバ証明書～」教材
- (2) 「UPKI シングルサインオン実証実験」ポスター，UPKI シンポジウム（2009 年 2 月 23 日）ポスターセッション