

中継サーバを設けたセキュアな遠隔支援システムの開発と展開

三代 沢 正^{†1} 厚井 裕 司^{†2} 岡崎 直 宣^{†3}
中谷 直 司^{†2} 亀山 涉^{†4}

近年 ADSL や光ケーブル等の広帯域回線が普及し、オフィスだけでなく家庭でもインターネットに常時接続される PC や情報家電が増えてきた。そういった機器を遠隔操作支援するニーズは高まっている。しかしながら外部からサポートするためには NAT, ファイアウォールおよびプロキシを乗り越える必要がある。またセキュリティを確保するために暗号化をする等の必要性がある。そのため筆者らは以前よりリモートアクセス技術と呼ばれる遠隔操作機能に着目し、初期ユーザでも PC を利用して各種アプリケーションの操作やトラブルの解決、保守等の支援を低コストで手軽に安心して受けられる方法についての実験・検証を複数の大学と地元企業と連携しながら行ってきた。今回、中継サーバで“リレイ”し、ユーザと支援者の間は SSL で暗号化した分散型遠隔支援システムを開発した。その結果をベースに、地元企業のパソコン教室での遠隔支援サービス、建設関連業者組合等のアプリケーションソフトウェア指導等のサービスを実用化した。大学で数回のプロトタイプ構築実験を経てプラットフォーム（フレームワーク）レベルまで仕上げ、それを使って企業側で各業種への適用を行い、ニーズ等を拾い上げ、それがまたプラットフォームにフィードバックされ改善されるという「産」と「学」の特徴を生かした良い循環と相乗効果が生まれた。大学において、ある程度規模の大きなシステム開発であってもオープンソースソフトウェアの有効利用、研究室の学生（4年、院生）の参画、企業との連携を効率的に行うことにより、実現可能なことが確認できたことも成果である。

Secure Remote Supporting System Using Relay Server and their Applications

TADASHI MIYOSAWA,^{†1} YUUJI KOUI,^{†2} NAONOBU OKAZAKI,^{†3}
NAOSHI NAKAYA^{†2} and WATARU KAMEYAMA^{†4}

Recently broadband Internet such as ADSL and FTTH is getting popular. Many PC and home appliance becomes always connected to Internet not only in office environment but also in home environment. Remote access attracts attention as a technique for supporting such connected equipment like PC. However, when remote PC is connected to the Internet via a router which has function of Network Address Translator, remote access to such PC from the outside is difficult. We have developed the method that PC can be assisted by the remote assistant without security issues even if that PC is connected via a router. It was jointly developed and evaluated by several Universities and local companies who want to provide this kind of services such as Help Desk. In this paper, we propose remote access system, which is using “Relay Server” to relay client and assistant connection and encrypting data with SSL. In University, after several prototype implementation and experiments, “Remote Access Platform” was developed, and several local companies built their services based on this “Platform”. Collaboration between academia and industry enables the practical implementation of remote access system using relay server.

†1 セイコーエプソン株式会社研究開発本部

Corporate Research and Development, SEIKO EPSON CORPORATION

†2 岩手大学工学部情報システム工学科

Department of Computer and Information Science, Faculty of Engineering, Iwate University

†3 宮崎大学工学部

Faculty of Engineering, Miyazaki University

†4 早稲田大学大学院国際情報通信研究科

Graduate School of Global Information and Telecommunication Studies, Waseda University

1. はじめに

近年、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) や光ケーブル等の広帯域のアクセス回線が普及し、企業だけでなく、家庭でもインターネットに常時接続する環境が整ってきた。ところが、ユーザの多くは PC やそのアプリケーションソフトウェアあるいは情報家電を購入したものの、なかなかその活用ができないのが現状である。また、ウイルスや DoS

(Denial of Service) 攻撃等のインターネット上での安全に対するさまざまな脅威が広がり、インターネットに常時接続された機器についてもその適切な安全対策が強く求められている。しかしながら、そのような安全対策は初期ユーザにとっては大変荷が重く、そのためほとんど有効な対策がたてられていないのが実情であろう。このような状況下で、今後、以下のニーズが高まると考えられる。

- (1) 増加するシニア層等の初期ユーザへの遠隔支援
- (2) 企業における遠隔地オフィスへのサポートあるいは遠隔ユーザのコンサルテーション
- (3) 常時接続される情報家電の遠隔操作・支援

このため、筆者らは以前よりリモートアクセス技術と呼ばれる遠隔操作機能に着目し、初期ユーザでもPCを利用して各種アプリケーションの操作やトラブルの解決、保守等の支援を低コストで手軽に安心して受けられる方法についての実験・実証を複数の大学と地元企業と連携しながら行ってきた。

遠隔からPCの画面を直接操作するリモートアクセス技術を用いたユーザ支援については、VNC (Virtual Network Computing)^{1)~4)} が代表的である。しかし現在のVNCはネットワークの設定や画面の制御が複雑で初心者にはレジストリ操作によるパラメータ設定等が難しく利用が困難であり、かつユーザ管理機能が実装されていないため大規模なシステムを構築しにくい。

ほかにリモートアクセスを用いた遠隔操作に関しては、出先あるいは自宅から企業や大学内のLANへアクセスする検討の報告¹⁸⁾がある。また、遠隔教育支援システムとしてはチャットや共有黒板と呼ぶウィンドウを用いたテキストベースのシステムの例¹⁹⁾等がある。

本論文では、数百から数千のユーザを対象とした大規模な遠隔操作支援サービスすなわち大規模ヘルプデスクサービスの構築手法について提案し、開発を行い、有効性を実証することができたのでその報告を行う。その際、大規模システムを構築可能にするために実装したユーザ管理機能については4.2節~4.4節で記述している。

システムの開発は大学側主体で行った。大学としては規模の大きなソフトウェア開発であったが、以下のような考え方で開発を進めた。

- (1) できるだけオープンソースのソフトウェアやライブラリを使う。
- (2) 時間の比較的自由になる、大学院生に実際の開発を、期間の短い学部4年生には評価(テスト)

やマニュアル書きを担当してもらう。

- (3) 地元の企業と連携しトライアル運用等を通して、フィードバックをもらいながら完成度を高める。初期システムはあるパソコン教室において実運用まで行い機能、効果を実証することができた。

またそのシステムをベースに大学では“遠隔支援システムプラットフォーム”化し、そのプラットフォーム上に企業の電子入札支援、財務会計支援等の各種遠隔操作支援サービス機能を複数の企業と連携し構築あるいはトライアルを行ったので考察を行う。

以下、2章ではリモートアクセスの要件と既存技術を、3章では実施したモデル構築実験を、4章では今回の遠隔支援システムプラットフォームの提案をする。5章では各種適用事例と評価を紹介する、6章は今回の産学連携型開発の考察と今後の課題、7章を本論文のまとめとする。

2. リモートアクセスの要件と既存技術

2.1 リモートアクセス機能の要件

筆者らはパソコン教室に通う初期ユーザ(以下ユーザ)を対象にアンケート調査を行い、ユーザにとって、遠隔から彼らを支援するための優れたシステムは、以下のような要件を有するものであるという結果を得た。

- (1) ユーザ/支援者の同時操作

ユーザと支援者が画面を共有して、同時に作業を進められることが肝要である。支援者がリモートアクセスしているユーザの画面を見ることができるとともに、ユーザからも支援者の画面を見ることができる。これによりユーザと支援者があたかも同一の場所にいるような感覚で作業を行える。IP電話を併用すると、より臨場感を持った環境を構成できる。

- (2) 簡単操作

ユーザにはソフトウェアのインストールからリモートアクセス機能の利用まで極力単純な操作しか受け入れられない。たとえば、NAT、ファイアウォールやプロキシサーバに関連したネットワーク設定等は苦手である。そのため、ユーザに細部の設定等を意識させないシステム構築が望まれる。さらに操作上のトラブルが発生した時点で、その問題解決に最も適した支援者にすぐにサポートを依頼することができる仕組みが必要とされる。ユーザにとって、1クリックの支援要求で問題解決を図ることが望ましい。

- (3) 支援時の安全性

リモートアクセスは、遠隔からパソコンのほとんどすべての機能を操作しうる機能であるため、不正

なアクセスや盗聴を許してしまうとセキュリティ上の重大な脅威になる可能性がある。そのため、不正アクセス対策として登録された IP アドレス以外の接続を拒否する、通信内容を暗号化する等の対策を行う必要がある。さらにユーザは、支援者がリモートアクセスする機能レベルを選択できるのが望ましい。たとえば支援者がユーザの画面をすべて遠隔操作できるレベル、カーソルのみを動かせるがクリックやキーインは禁止するレベル、さらにはユーザの画面を見ることはできるが、遠隔操作はすべて禁止するレベル等の機能レベルを設けてユーザに選択させることが考えられる。

支援者は状況によっては、遠隔操作時に管理者権限で操作できる必要がある。このため、セキュリティ的な配慮が不可欠となる。

(4) 必要最低限の情報表示

ユーザは、大量の情報から必要な情報を取捨選択する能力に欠ける。したがって、直接遠隔から支援を得る操作に関係しないシステムの管理情報等は、なるべく見せるべきではない。これらの情報はシステム管理者が処理すべきである。

2.2 既存リモートアクセス機能の比較

2.1 節の要件に従って、既存の主要なリモートアクセスソフトウェアである WindowsXP リモートデスクトップ⁵⁾ と WinVNC⁶⁾ について比較検討してみた結果を表 1 に示す。

筆者らは、パソコンの操作に慣れていない数人のユーザにリモートデスクトップおよび WinVNC の操作をある程度教え、その後 1 人で利用させるように試みたが、いずれのメンバも途中で断念することになった。この結果を受けて、上記 (2) の簡単操作の項目をいずれも × とした。次に (3) の支援時の安全性に関しては、両リモートアクセス機能とも不正アクセス対策として登録された IP アドレス以外の接続を拒否する、通信内容を暗号化する等の対策は標準装備されて

いない。また、WinVNC は支援者の遠隔操作をすべて禁止する機能を保有しているが、それだけでは十分な安全性は得られないため両者とも × とした。最後に (4) の必要最低限の情報表示では、両リモートアクセス機能ともシステムの管理情報を分離するという配慮がまったくされていないため、× とした。

3. モデル構築実験

ユーザ側の PC が NAT、ファイアウォールおよびプロキシサーバを経由して外部のインターネットに接続された場合、インターネットを利用している支援者はこれらのネットワーク機器を越えてユーザの PC にリモートアクセスする必要がある。ユーザにとってこれらの存在をなるべく意識することなく、困ったときにすぐに支援を得られることが望ましい。ここでは、筆者らがリモートアクセスソフトウェアとしては VNC 等を使い、アプリケーションによるトンネリングにより、ネットワーク機器の乗り越えを試みた実験について、その概略を述べる¹³⁾。

(1) モデル構築実験 1

SSH にはポート転送 (port forwarding) と呼ばれる他のアプリケーションの通信を暗号化して安全に通信を行うためのトンネリング機能がある。SSH のポート転送機能を用いたリモートアクセスとしては、図 1 に示すようにリモートアクセスソフトウェアのサーバ側に SSH サーバ (SSHd) を設置するモデルを構築した。このモデルは、出張先から職場の PC にリモートアクセスする場合等に用いられ、この形態のポート転送を「ローカルポート転送」と呼ぶ。しかし、このモデルをそのままユーザ支援に利用すると、ユーザ側に SSH サーバを設置する必要がある。また、SSH サーバの IP アドレスが固定でない場合には、IP アドレスが変わるたびに支援者に伝える必要がある。さらにユーザの PC が NAT

表 1 リモートアクセスソフトウェアの比較
Table 1 Comparison of remote access softwares.

比較項目	リモートデスクトップ	WinVNC
(1) 同時操作	×	○
(2) 簡単操作	×	×
(3) 支援時の安全性	×	×
(4) 必要最低限の情報表示	×	×

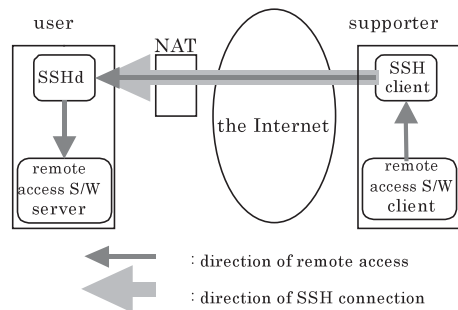


図 1 ローカルポート転送によるリモートアクセス

Fig. 1 Remote access model using SSH port forwarding.

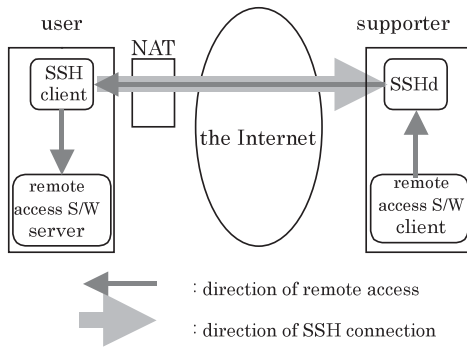


図 2 リモートポート転送によるリモートアクセス

Fig. 2 Remote access model using backward port forwarding.

を介してネットワークに接続されている場合やファイアウォールの内側にある場合には、外部から SSH によるコネクションを確立することができないという課題もある。この実験によって、筆者らはユーザの利用に本モデルが適さないと判断した。

(2) モデル構築実験 2

これに対して、図 2 に示すように逆方向の SSH ポート転送を用いるモデルを構築した。すなわち、「リモートポート転送」と称するもので、リモートアクセスクライアントソフトウェア側に SSH サーバ (SSHd) を設置した。これにより、リモートソフトウェアのサーバへの接続は NAT の内側から一度 SSH のコネクションを確立した後に通信を行うため、ユーザの PC が NAT やファイアウォールの内側にある場合でも問題なく接続できる。

(3) モデル構築実験 3

中継サーバとして、SSH サーバを NAT やファイアウォールの内側に設置すると、ユーザまたは支援者がリモートアクセスを行えない。また、これらの IP アドレスが変更されるたびに、SSH クライアントの接続先の設定を変える必要がある。これらの問題を解決するために、図 3 に示すように SSH サーバをユーザおよび支援者とは別の場所に分散配置し、これを「リレイ」として用いるモデルを構築した。

(4) モデル構築実験 4

最近では、会社や大学等の組織内部から外部への通信をするときに、プロキシサーバがよく用いられている。プロキシサーバを使うと組織内部のアドレスを外部から隠蔽できるほか、通信内容の記録・キャッシュによる通信効率の向上等を図ることができる。プロキシサーバには種々のプロトコルを対象としたものがあるが、ほとんどの組織では HTTP や HTTPS が一般的である。これにより、電子メール

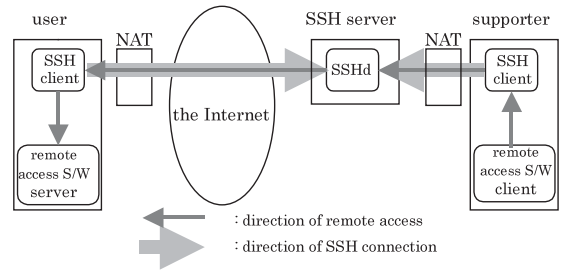


図 3 SSH 中継サーバを経由したリモートアクセス

Fig. 3 Remote access model using SSH relay server.

や Web アクセス以外のプロトコルをプロキシサーバで通過できないようにしているところも多い。筆者らは、このような環境の組織内に所属するユーザや支援者がリモートアクセス機能を利用できるように、モデル構築実験 3 を前提に、ユーザと支援者のクライアントソフトウェアを HTTPS に対応させてプロキシサーバの乗り越えを可能とした。

4. 新しい遠隔操作支援システムプラットフォームの提案

筆者らは、数百から数千のユーザを対象とした大規模な遠隔操作支援サービスの実現と運用を目的として、ユーザと支援者がクライアントとして接続する分散型の中継サーバを設置したシステムの開発を行った。このとき、ユーザだけでなく支援者の PC が NAT、ファイアウォールやプロキシサーバの内側にある場合も考慮する必要があった。

3 章のモデル構築実験を経て、筆者らはユーザと支援者に最適と考えられる遠隔支援システムプラットフォームを実現することができた。これは図 4 に示すようにモデル構築実験 4 をベースに中継サーバを「リレイ」として使い通信路は SSL で暗号化したシステムである。モデル構築実験 4 をベースにした理由はプロキシサーバを乗り越える必要性から判断した。また基本的には、2.1 節のリモートアクセス機能の要件をなるべく満足するように留意した。

4.1 ユーザ/支援者アクセスに対応した暗号通信路の提供

前述したが、リモートアクセスは、遠隔から PC のほとんどすべての機能を操作しうる機能であるため、セキュリティ上の重大な脅威になる可能性がある。この課題に対して、ユーザや支援者の回線の両端に VPN 装置を設置することも考えられる。しかしながら、図 5 に示すような暗号通信路を設定してトンネリングを行う方がより安価に実現可能になると考えられる。この

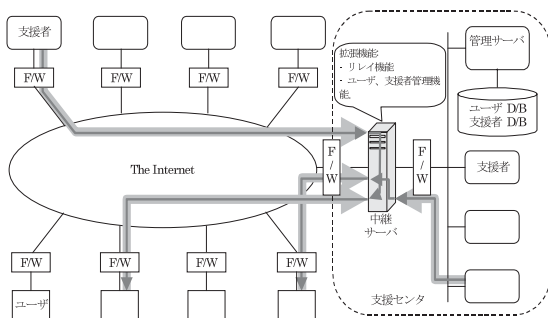


図 4 遠隔支援システムプラットフォーム
Fig. 4 Remote maintenance system platform.

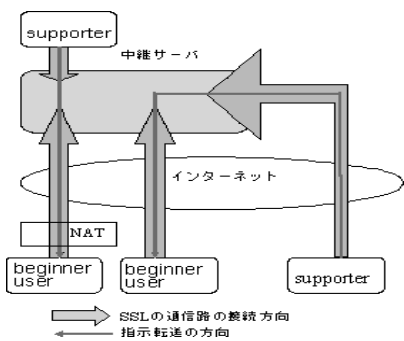


図 5 SSL 通信路の提供
Fig. 5 The provision of SSL communication paths.

対応には、前述のモデル構築実験のように SSH のポート転送機能を利用することも考えられるが、プロキシサーバの乗り越えにおいて、HTTPS プロトコルを使用するということもあり、またアプリケーションによる暗号化が容易であることから SSL (Secure Socket Layer) 暗号通信路を採用した。

4.2 ユーザ支援の形態

ここでは、以下のようなユーザ支援の形態を想定する。支援を受けたいユーザは、支援を請け負う事業者(支援業者)と支援に関する契約を結ぶ。その際、必要であれば支援業者はユーザの PC やアクセスルータ等に設定を行う。また、支援業者はユーザを支援する者(支援者)と守秘義務を含むユーザに対する支援業務に関する契約を結ぶ。支援業者はユーザおよび支援者の状態を管理し、ユーザからの要請に基づき、支援者にユーザの支援を依頼する。支援業者はサポートセンターを設置し、支援者はサポートセンター内および外部からユーザの支援を行う。サポートセンター内だけでなく外部からの支援を可能とすることにより、支援者に対する場所的、時間的な制約が緩和され、より柔軟な支援を行うことができる。ユーザおよび支援者はサポートセンターに設置される中継サーバに接続を行い、この

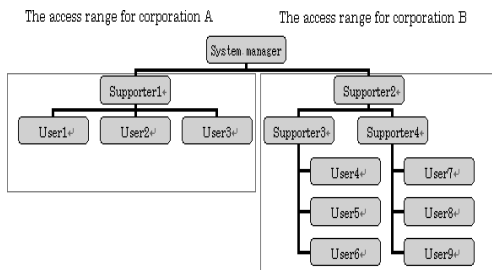


図 6 階層的なユーザ/支援者アクセス管理
Fig. 6 The hierarchical user/supporter access management.

サーバを介して通信を行う。このような仕組みにより、ユーザと支援者はそれぞれのクライアントにサーバの IP アドレスを設定しさえすれば、世界中どこからでも遠隔操作支援を行うことができる。また事業者は、支援者による支援内容を監視することで、支援者による不正行為を抑止できる。

4.3 ユーザ/支援者アクセス管理機能

支援業者は 1 つの中継サーバで、複数の支援対象企業のユーザおよび支援者を收容してサポートすることが可能である。しかしながら、ある支援対象企業の支援者に別の支援対象企業のユーザを見せることは許されず、支援業者すなわちシステム管理者は各支援対象企業に独立したサービス空間を提供しなければならない。

図 6 は、システム管理者が中継サーバに支援対象企業 A と支援対象企業 B を登録して、両企業に遠隔操作支援サービスを導入した例である。支援対象企業 A のユーザ 1, ユーザ 2 またはユーザ 3 に対するサポートは支援者 1 が担当する。支援対象企業 B のユーザ 4, ユーザ 5 またはユーザ 6 に対するサポートは支援者 3 が担当し、ユーザ 7, ユーザ 8 またはユーザ 9 に対するサポートは支援者 4 が担当する。さらに支援者 2 は支援対象企業 B のすべてのユーザに対してサポートが可能である。これらの関係は中継サーバにグループとして定義され、ユーザが遠隔操作支援を開始しようとしたときに支援者の候補者として画面に表示される。

4.4 ユーザ/支援者データベース管理機能

システム管理者は中継サーバを管理する役割を担い、サーバの環境を構築して顧客データベース領域を用意した後にシステム管理者情報を入力する。次にシステム管理者は、企業等のグループ定義とそのグループ組織に属する複数のユーザ管理者を登録する。この作業後に、ユーザ管理者は自分が管理する各グループに所属するユーザ/支援者の登録・変更・削除を開始することができる。

図 7 ユーザ情報の設定

Fig. 7 Setting up the user information.

この際、グループデータ、支援者データさらにユーザデータを作成するときに、登録できる情報を以下に示す。

① グループデータ

- 操作中メッセージを表す文字列
- 終了メッセージを表す文字列
- サポート時間を表す電子メールの文字列
- 依頼内容

② 支援者データ

- 契約形態
- 料金単価
- サポートスキル
- サポートレベル

③ ユーザデータ

- 契約形態
- 料金単価

図 7 は、ユーザ管理者がユーザに関する情報を設定するときの作業画面を示している。上から順にユーザ ID、このユーザのアカウントが有効かどうかを示す有効マーク、パスワード関係、所属するグループ名、ユーザ番号、氏名等が設定される。ユーザ管理者が支援者をクリックした場合でも同様に、支援者 ID、この支援者のアカウントが有効かどうかを示す有効マーク、パスワード関係、所属するグループ名、支援者番号、氏名等の設定画面が表示され、設定できる。

情報漏えいを防ぐために、対応するユーザ管理者しかこれらの情報を参照できないように工夫した。また、遠隔操作支援中に支援者画面に表示される情報も、ユーザ ID、ユーザ名さらに電話番号に限定した。

4.5 遠隔操作支援システムの特徴的機能

(1) 支援者の選択

ユーザにとっては問題解決に最も適した支援者を

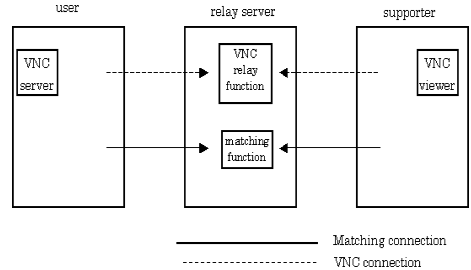


図 8 2 種類のコネクションフロー

Fig. 8 Two kinds of connection flows.

早く見つけ出すことが重要である。そこで今回のシステムではコネクションに新しい考え方を導入した。図 8 はユーザ、中継サーバさらに支援者間に結ばれるコネクションの種類を示している。この中で実線はマッチングコネクション、破線は VNC コネクションを示す。一般に VNC では VNC Viewer から VNC Server に対してコネクションを張るが、VNC Server から VNC Viewer へ逆向きのコネクションを張ることも可能である。本システムでは、VNC Viewer からは通常の向きの VNC コネクションを、VNC Server からは逆向きのコネクションを中継サーバに存在する VNC リレー機能に対して張り、これらの 2 つのコネクション上を流れるデータを中継している。

マッチングコネクションと VNC コネクションの連動方法で下記 2 種類のモードが存在する。

① ホットラインモード

支援先があらかじめ決まっているモードであり、ユーザが、1 クリックで支援を求めるのに適している。支援者を固定して、はじめからその支援者と中継サーバに存在するマッチング機能間でマッチングコネクションを張っておく。次にユーザと前述のマッチング機能間にマッチングコネクションが張られた後に、引き続いて VNC コネクションが先の支援者とユーザに対応した VNC Viewer と VNC Server 間に接続される。

② オンデマンドモード

最初にユーザは中継サーバのマッチング機能にマッチングコネクションを張り、表示された支援者リストから依頼内容に適した支援者を選択する。次に支援者と中継サーバのマッチング機能間にマッチングコネクションが張られ、支援者がユーザからの依頼を受け付けると VNC コネクションが支援者とユーザに対応した VNC Viewer と VNC Server 間に接続される。複数の VNC コネクションを必要とする場合には、上記の手順が繰り返される。この場

合でも 1 ユーザに対する支援者が追加されることになり、あくまでユーザと支援者の関係は 1 対 n の関係となる。オンデマンドモードの具体的な依頼方法を以下に述べる。図 9 は、この遠隔サポート依頼に関するマッチングファンクションのダイアログボックスを示している。

ユーザ ID、パスワードの認証が終わった後に、ダイアログが表示され、依頼内容を選択することができ、さらに詳細な依頼内容を伝えたい場合には詳細を入力することができる。

支援者を指名する場合にはチェックをいれ、支援者をここで指名し、選択した支援者の詳細情報を参照することも可能である。そして最後にサポート依頼ボタンを押して、支援者からの支援を待つという手順になる。

(2) NAT、ファイアウォールおよびプロキシサーバの乗り越え

図 8 に示すように、中継サーバにマッチング機能と VNC リレイ機能を配置して、すべての接続の向きをユーザまたは支援者から中継サーバへ接続するようにした。これにより、中継サーバは接続先がユーザ/支援者か、その接続がマッチング接続/VNC 接続にかかわらず、同一の接続処理で扱うことが可能となった。

たとえばマッチング接続に 443 番ポート、VNC 接続に 80 番ポートを割り当てて、各々のプロトコルを SSL で暗号化した HTTPS に対応付けることによってプロキシサーバの乗り越えを可能とした。以上により、NAT、ファイアウォールおよびプロキシサーバを意識することなく、遠隔操作支援サービスを実現できるようになった。しかし組織内のネットワーク管理者が、このような運用を望まず、ファイアウォールの特定ポートに対して制限を緩める方法やプロキシサーバの対象プロトコルが

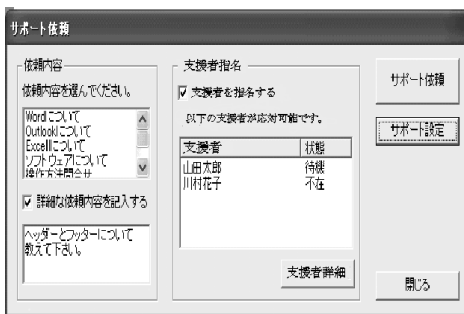


図 9 オンデマンドモードのサポート依頼画面
Fig.9 The support request on demand mode.

ら外す方法を選択する方法もある。どちらを選択するかは、ネットワーク管理者次第といえよう。

(3) 遠隔操作支援者の操作レベルの設定

ユーザは支援者にサポートを受ける時点で、以下に述べるように支援者の操作レベルについて 2 つのモードから選択できる。従来の VNC では、これらのモード選択をレジストリの変更で可能としたが、ユーザには簡単にできるものではなかった。今回、簡単にできるようにダイアログを設けた。

① 通常モード

どんな制限もなく、支援者はマウスとキーボードで遠隔操作をすることができる。

② 見るだけモード

支援者のすべての遠隔操作を無効として、支援者はユーザの画面を見るだけとなる。

(4) 2 種類の VNC ソフトウェアを提供

VNC にはいくつかの種類がある。オリジナルの RealVNC⁸⁾、転送速度向上のためにエンコーディング方法に ZlibHex (mix), Zlib [pure], Tight & Lossy JPEG 圧縮を追加した TightVNC⁹⁾、これにファイル転送機能やチャット機能等を追加した UltraVNC¹⁰⁾ が代表的なものである。

UltraVNC のファイル転送機能は非常に便利であるが、支援者がユーザに無断でユーザのファイルを移動する危険性がある。したがって、ユーザによっては UltraVNC を好まない者も存在する。このような要望に基づいて、筆者らは支援者側のソフトウェアに UltraVNC を適用して、ユーザ側のソフトウェアに TightVNC または UltraVNC を適用した。ユーザはダウンロードでソフトウェアをインストールするときに、TightVNC か UltraVNC かを選択できるようにした。TightVNC と UltraVNC の相互通信は TightVNC 相互の機能的範囲で可能なので、結果的に図 10 に示すような遠隔操作支援が可能となる。

(5) 遠隔操作支援サービス時間の電子メール通知

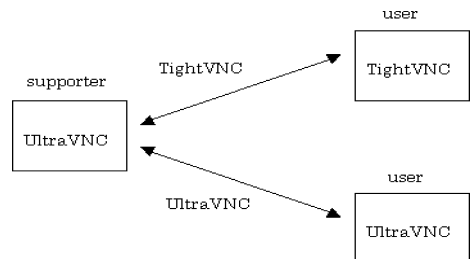


図 10 2 種類の VNC ソフトウェアを提供
Fig.10 The provision of two kinds of VNC software.

今回筆者らは、遠隔操作支援サービスの開始時間と終了時間を電子メールでユーザに知らせることにした。これは遠隔操作支援に対する料金を通知するとともに、ユーザがサービスの時間帯を知ることによって安心してサービスを利用できることを意図している。

ここで料金は4.4節ユーザデータ内で指定されるユーザの料金単価に支援時間を掛けた料金のことである。

遠隔操作支援サービスを適用しているすべてのユーザにアンケート調査を実施した結果、好評であった。この電子メールの内容を組織単位で変更できるように、グループ単位で登録できるようにした。

5. 適用事例と評価

3章で提案した遠隔操作支援システムプラットフォームを、筆者らは図11に示すシステム構成(専用サーバ、ユーザのパソコン、支援者のパソコンおよび管理者のパソコン)で実現した。また5.2節以降にこのプラットフォームを用い各業界向けに適用した事例と評価を示す。

5.1 システム構成

5.2 パソコン教室への適用

岩手県盛岡市内のパソコン教室(LAC(有)パソコン教室¹⁴)は、2002年10月頃から本遠隔操作支援サービスの開発者と共同で基本設計に着手した。このサービスを他の教室との差別化に用いるためである。

その後2003年4月に初回版を導入した。この教室では、このサービスを対象となる数十人の生徒が通常のコース指導の復習で疑問を生じたときや特別の遠隔指導に用いている。表2は数カ月間のサービスの利用状況を示したものである。教室の経営陣によれば、生徒の利用は当初の予想よりもかなり少ない。

しかしながら約25%の生徒がよくこのサービスを利用している。アンケートによると、その生徒のうち、約50%の生徒は、遠隔地でも実際の画面で使いながら支援してもらえるところに、また約30%の生徒は、教室まで行かなくてもよいところに満足感を覚えている。

このサービスにより他教室との差別化ができていて経営上役に立っていると経営者から評価されている。講師の対応時間も10分から15分が標準的で大きな

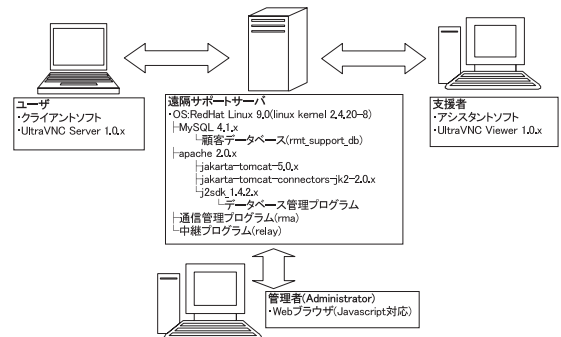


図 11 システム構成 (OS, ソフトウェア)

Fig. 11 System configuration.

表 2 このサービスによる遠隔指導の例

Table 2 An example of remote assistance.

No	日時	会員名	担当	対応時間	内容
1	2005/6/13	mi	C	10分	Excelシートの操作のサポート
2	2005/6/13	mu	S	30分	筆まめソフトの操作のサポート
3	2005/6/22	hu	D	60分	ホームページビルダーの遠隔レッスン
4	2005/6/27	ha	D	15分	Wordの書式の設定のサポート
5	2005/6/28	ha	S	30分	メールの受信の調査と設定
6	2005/6/29	hu	D	60分	ホームページビルダーの遠隔レッスン
7	2005/7/6	iwa	M	30分	アルバムソフトからCD-ROM書き込み
8	2005/7/9	no	S	15分	ソフトの削除のサポート
9	2005/7/13	hu	D	60分	ホームページビルダーの遠隔レッスン
10	2005/7/20	hu	D	60分	ホームページビルダーの遠隔レッスン
11	2005/7/26	si	D	20分	ファイルの開き方
12	2005/7/27	mi	S	10分	DVD書き込みソフトのサポート
13	2005/7/27	hu	D	60分	ホームページビルダーの遠隔レッスン
14	2005/7/29	ma	D	60分	ホームページビルダーの遠隔レッスン
15	2005/8/4	su	D	20分	メールの設定のサポート
16	2005/8/5	mu	S	10分	メールの設定のサポート (HTML形式のメールについて)
17	2005/8/11	su	D	30分	メールの設定のサポート (メールの署名の設定)
18	2005/8/17	ha	D	6分	添付ファイルが開けない サポート
19	2005/8/17	hu	D	60分	ホームページビルダーの遠隔レッスン
20	2005/9/2	yo	S	10分	Wordにて目次をつくりたいサポート
21	2005/9/7	ha	D	15分	写真加工ソフトのサポート
22	2005/9/7	mu	D	7分	筆まめソフトのサポート
23	2005/9/8	mu	S	10分	筆まめソフトのサポート
24	2005/9/21	iwa	S	10分	PDFファイルの印刷ができないサポート
25	2005/10/28	mu	C	15分	スキャナーで画像が取り込めない サポート
26	2005/11/1	yo	S	10分	Wordの設定サポート
27	2005/11/21	te	M	30分	Wordの表の設定サポート
28	2005/11/24	te	C	6分	文字入力設定のサポート

負担ではないと考えられる。なお、現在 10 分間あたり数百円の指導料をユーザから徴収している。

5.3 経営コンサルタント会社への適用

岩手県盛岡市内の経営コンサルタント会社（(株)情報システム研究所）は、2004 年 10 月 1 日から本遠隔操作支援サービスを導入して、それ以降続けて「遠隔サポート」の名称で同サービスを提供し続けている。この会社は大手ソフトウェアメーカーと提携して「元気ができるシステム」¹⁵⁾ というソフトウェアパッケージを開発・販売するだけでなく、使用方法の指導から企業に合った活用方法を導くためのコンサルタント業務までを行っている。実際には、図 12 に示すように、顧客が奉行シリーズで作成したそれぞれの販売・財務・人事等のデータを一元化した後に、情報から分析した経営数値を目的ごとにまとめたものを 1 ファイルに抽出する。顧客の実務担当者が、この作業から経営に関する課題発見、原因追求、解決提案を行い、改善行動に結び付けることを目指している。このために、社員と依頼先の実務担当者との共同作業が必要であり、出張が非常に多かったが、本サービスを開始後にその回数は激減した。

具体的にはシステム導入前に比べ、毎月、関東圏約 10 回、東北圏約 10 回、岩手県内約 30 回の出張が当システムにより削減されたため、約数十万円の経費削減ができた。遠隔サポートの利用料金としては、パソコン 1 台あたりの初期設定費と月額利用料を設定している。遠隔サポートの顧客数は数十で、毎日数件のサービスを提供している。

経営コンサルタント業務では、複雑なデータ構成からいかに最適な 1 ファイルを抽出するかが重要であり、顧

客の実務担当者と支援者が画面を共有して、相談しながら作業を進めることが不可欠である。また経理情報を扱うこともあり、セキュリティの確保が重要であり、顧客からのみサービスを開始できる必要がある。本遠隔操作支援サービスはこれらの要求を満足しているために、現在業務に非常に役立っているという評価を受けている。

5.4 建設関連業者組合への適用

岩手県盛岡市内の建設関連業者の協同組合（岩手電子化支援センター¹⁷⁾）は、2006 年 2 月 1 日から業務を開始して現在加入業者は 81 社を超えている。同組合の主な業務は、① 電子機器やソフトウェアの共同購入、② 電子データの代理処理や支援、③ インターネット環境の整備や保守、④ 技術教育や情報提供である。この組合では、土木工事で測量した測定値・設計値を入力して出来形管理図表や出来形管理総括表等の書類を作成する出来形管理ソフトウェアや CAD ソフトウェアの指導を本遠隔操作支援サービスによって行っている。図 13 に示すように、実際に現場事務所にいながらも、電子化支援センターの支援者とのやりとりでトラブルに対処できるようにしている。さらに図 13 に示す A 建設、B 工務店等組合員の電子化を促進するために、パソコンの設定方法やパソコン障害の相談に応じている。このほか、同組合では支援契約を結んだ企業（ソフトウェアの販売会社等）に、その会社専用の遠隔操作支援サービスを構築するとともに、社内で解決できない問題に対しては組合のサーバを提供して支援を行っている。

筆者らは、この組合向けのシステムを実現するうえで、CAD アプリケーションに対する要求や複数の企業でサーバを共有する場合の問題点に会い、逐次課題を解決していった。具体的には CAD アプリケーションに関してはこのアプリケーションに特有なラバー

項目名	部門A
1人当り売場面積	4.7
8H当り社員数	5.5
8H当りP社員数	1.8
総労働時間	948
P化比率(金額)	24
P化比率(時間)	39
平均時給	1,034
1人当り平均賃金	179,725.5
売場面積	26
坪当り売上高	444,397
坪当り在庫高	37,388
商品回転日数	3.2
坪当り粗利高	88,084
坪当り営業利益高	36,949
損益分岐点売上高比率	58.1

図 12 経営ファイル項目例

Fig. 12 Example of management data file.

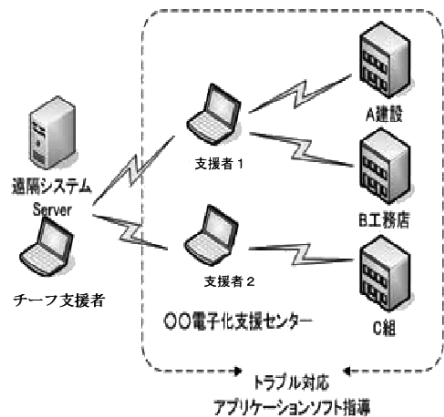


図 13 組合による遠隔支援¹⁶⁾

Fig. 13 A remote support service¹⁶⁾ by the union.

バンド（選択範囲を示す枠）の遠隔操作がスムーズでないという課題があったが、画面を定期的に更新させるようにして解決した。また、複数の支援対象企業でサーバを共有する場合の工夫では、遠隔支援の開始-終了時間等を自動配信するメール文書の内容にも各企業で差異があったため、当初は固定文書であったが、各企業ごとにメールの文書を定義できるようにした。結果的に、この組合との出会いがシステムを完成に導いたと考えられる。

6. 産学連携型開発に対する考察と今後の課題

今回の中継サーバを設けた遠隔支援システムは各種遠隔支援サービスを実現するための共通プラットフォームとして開発された。その際、大学としては大規模なソフトウェア開発はできないため、できる限りオープンソースのソフトウェアを利用し、それを改良・拡張する方法をとった。また大学院生は比較的時間が自由であることと卒業まで2~5年の期間があるため、開発や設計作業を担当してもらった、学部の4年生は期間が短いため、評価テストやマニュアル書き等を担当して効率的にリソースを使う工夫を行った。

この3章で述べたモデル構築実験等は大学主導で行ったが、ある程度プロトタイプが動作したところでイノベーションジャパン等の産学連携をテーマにしたショーに出展した。それを契機に関心のある企業からの問合せが多数あり、今回紹介した企業との連携が始まった。パソコン教室の遠隔支援サービスではサービスの一部として稼動していて、2003年の導入以来25%のユーザが遠隔支援サービスを受けている。また経営コンサルティング会社では、企業の経営情報を依頼主と同時にしながらコンサルテーションを実施できるため、出張が激減し経費削減に役立っている。建設関連業者組合ではCADソフトウェアのオペレーションの遠隔支援に使って成果を出している。

産学連携という意味では、大学側で始動し理論だけではなくプロトタイプレベルのものを作り、それを関連するショー等に出品し、興味を持った企業と連携することにより、最初はトライアル導入をしてもらい、現場レベルのニーズを拾い上げ完成度を上げるという段階的なアプローチがこのプロジェクトを実用化にまで導いたといえる。特にユーザ/支援者データベース管理機能やGUI等は実際使用してもらいながら改善していくことが最も有効な方法であった。

今後は、動画を扱う場面も多くなり、デジタルテレビ等の情報家電等を遠隔操作するニーズは増えてくる。しかしVNCで動画を扱うのは今のままでは転送すべ

きデータが多くなりすぎるという課題があるため、今後プロトコルを改良することも考え開発を進める予定である。

7. まとめ

この遠隔支援プラットフォーム開発では、1) ユーザ/支援者同時操作、2) 簡単操作、3) 支援者の安全性、4) 必要最低限の情報表示等のユーザ視点に立ち、開発を行った。

技術的にはNATやプロキシサーバを、どうやってセキュリティを確保しながら乗り越えるかが重要な課題であったが、数回のモデル構築実験を繰り返しながら検証を行った。

モデル1ではSSHのポート転送機能、モデル2ではSSHリモートポート転送機能、モデル3ではSSHで中継サーバを使ったモデル構築実験を行った、モデル4ではプロキシサーバに対応した。最終的にはモデル4をベースにユーザと支援者間のコミュニケーションはSSLで暗号化して実現することが一番合理的であることが分かり、現在のプラットフォームに至っている。

また、VNCには大規模なユーザ管理機能が実装されていないため、ユーザ管理機能の追加実装を行った。これにより大規模ユーザの実用に耐えうるプラットフォームが実現できたといえる。その後、それをベースにパソコン教室、経営コンサルタント会社、建設関連業者組合へ順次適用を行い実用化されている。

大学においては通例、プロトタイプを作り理論を実証するというところまでで終わっている。今回の研究では、大学側で理論（シーズ）だけではなく、プラットフォームレベルまで仕上げ、それをベースに企業側で各業種への適用を行い、ニーズ等を拾い上げ、それがまたプラットフォームにフィードバックされ改善されるという、「産」と「学」の特徴を生かした良い循環と相乗効果が生まれた。

今回のような産学連携の試みによって大学としてある程度規模の大きなシステム開発であっても実施可能なことが確認できたことも大きな成果だと思われる。プラットフォーム化したことにより、継続的にシステムが進化していくというメリットも生まれている。

それと同時に大学だけでは気づくことができない新しいニーズ（先にあげた情報家電の遠隔操作）にも目を向けてもらい、研究テーマの発展的な展開にもつなげることができている。企業側にとっても、その企業のコア技術ではない部分を大学側で継続的に研究開発してもらい将来のニーズに備えることができるというメリットがある。

謝辞 本研究は大学において行った“中継サーバを設けた遠隔支援システムの開発”の研究成果を複数企業(ユーザ)に試用してもらいながら,実使用可能なレベルまで完成度を上げることができた.そこまで我慢強く試用しながらアドバイスをいただいた関係各社,関連大学の皆様に感謝いたします.また,大学という枠を出て,現場等に足を運んでいただいた,先生,学生(院生)の皆様に感謝します.

参 考 文 献

- 1) Richardson, T., Stanford-Fraser, Q., Wood, K.R. and Hopper, A.: Virtual Network Computing, *IEEE Internet Computing*, Vol.2, No.1, pp.33-38 (Jan./Feb. 1998).
- 2) Richardson T. and Wood, K.R.: The RFB Protocol Version 3.3 (Jan. 1998).
- 3) Haraikawa, T., Sakamoto, T., Hase, T., Mizuno, T. and Togashi, A.: ¹VNC: A Proposal for Internet Connectivity and Interconnectivity of Home Appliances based on Remote Display Framework, *IEEE Trans. Consumer Electronics*, Vol.47, No.3, pp.512-519 (Aug. 2001).
- 4) VNC: Virtual Network Computing, AT&T Laboratories Cambridge.
<http://www.uk.research.att.com/vnc/>
- 5) Get started using Remote Desktop with Windows XP Professional.
<http://www.microsoft.com/windowsxp/using/mobility/getstarted/remotintro.msp>
- 6) WinVNC. <http://www.winvnc.com/>
- 7) OpenSSH. <http://www.openssh.com/>
- 8) RealVNC. <http://www.realvnc.com/>
- 9) TightVNC. <http://www.tightvnc.com/>
- 10) UltraVNC. <http://www.ultravnc.com/>
- 11) Hasegawa A. and Nakajima, T.: A User Interface System for Home Appliances with Virtual Network Computing, *IEEE International Workshop on Smart Appliances and Wearable Computing (IWSAWC2001)* (Apr. 2001).
- 12) 三浦元喜, 志築文太郎, 田中二郎: P2P 技術を活用した画面転送・遠隔操作システムの開発, *情報処理学会論文誌*, Vol.45, No.1, pp.289-299 (2004).
- 13) 油田健太郎, 田岡智成, 岡崎直宣, 中谷直司, 厚井裕司, 朴美娘: NAT を介した PC のリモートアクセスに関する一検討, *情報処理学会火の国情報シンポジウム* (Mar. 2003).
- 14) LAC にこちゃん遠隔サポートシステム.
<http://www.lac-key.net/remot/index.htm>
- 15) 元気が出るシステム. <http://www.gensys.jp/>
- 16) 次世代遠隔サポートシステム.
<http://gna-grp.com/en/jirei/>
- 17) 協同組合岩手電子化支援センター.

<http://www.disc.or.jp/>

- 18) 川瀬徹也, 渡辺 晃, 笹瀬 巖: 暗号を用いたセキュアリモートアクセス方式の提案, *電子情報通信学会技術研究報告*, IN, Vol.97, No.493, pp.1-6 (1998).
- 19) 篠崎 明, 佐藤和寿, 澤村 浩, 伊与田光宏: リモートアクセスを利用した教育支援システム, *電子情報通信学会ソサイエティ大会公演論文集*, D-414, p.418 (1994).

(平成 18 年 5 月 15 日受付)

(平成 18 年 11 月 2 日採録)



三代沢 正 (正会員)

1979 年早稲田大学理工学部数学科卒業. 同年三菱総合研究所入社, ネットワークアーキテクチャの研究開発に従事. 1983 年セイコーエプソン(株)に入社. 以来, 6 年間の同社シリコンバレー研究所勤務も含め, 画像映像処理, 放送通信融合システム, リアプロジェクションテレビ等の研究開発に従事. 現在は研究開発本部イメージング技術開発部部长. 2001 年から 2005 年はメガポート放送の非常勤取締役兼務. 映像情報メディア学会, IEEE, ACM 各会員.



厚井 裕司 (正会員)

1970 年東京理科大学理学部応用物理学科卒業. 同年三菱電機(株)入社. 1997 年 6 月三菱電機(株)情報技術総合研究所マルチメディアネットワーク部部长. 2001 年岩手大学工学部情報システム工学科教授, 現在に至る. 主として, ネットワークシステム, デジタル放送受信機, 未知のコンピュータウイルス, 遠隔サポートシステムに関する研究に従事. 工学博士. IEEE Computer Society, 電子情報通信学会各会員.



岡崎 直宣 (正会員)

1986年東北大学工学部通信工学科卒業。1991年同大学大学院工学研究科電気および通信工学専攻博士後期課程修了。同年三菱電機(株)入社。2002年宮崎大学工学部助教授。通信プロトコル設計, ネットワーク管理, ネットワークセキュリティ, モバイルネットワーク等の研究に従事。博士(工学)。電子情報通信学会, 電気学会, IEEE各会員。



中谷 直司

1994年埼玉大学工学部電子工学科卒業。1996年同大学大学院修士課程修了。1999年同大学院博士課程修了。同年岩手大学工学部情報システム工学科教務職員。2001年同学科助手, 現在に至る。進化型アルゴリズム, ネットワークセキュリティに関する研究に従事。博士(学術)。電子情報通信学会会員。



亀山 渉 (正会員)

1985年早稲田大学理工学部卒業, 1987年同大学大学院理工学研究科修士課程修了, 1990年同大学院理工学研究科博士課程修了。1989年早稲田大学理工学部助手。1992年(株)アスキー。1994年フランステレコム研究所出向等を経て, 1999年早稲田大学国際情報通信研究センター助教授, 2002年早稲田大学大学院国際情報通信研究科教授。MPEG・MHEG・DAVIC・TV-Anytimeフォーラム等の標準化に関わり, ISO/IEC 13522-1および-8エディタ, ISO/IEC JTC1/SC29/WG12議長, TV-Anytimeフォーラム副議長等を務める。2005年より電子情報通信学会モバイルマルチメディア通信研究専門委員会委員長。2006年より情報処理学会電子化知的財産・社会基盤研究会主査。2005年より映像情報メディア学会評議員。電子情報通信学会, 映像情報メディア学会, 画像電子学会, IEEE, ACM各会員。工学博士。