

# インターネット VPN による安価なテレワーク環境の構築とその問題点の解決

力武 健次\*<sup>1</sup> 菊地 高広\*<sup>1</sup> 永田 宏\*<sup>1</sup> 橋本 和夫\*<sup>1</sup> 浅見 徹\*<sup>1</sup>

## Solving Management Issues of Inexpensive Internet-VPN Teleworking

Kenji Rikitake\*<sup>1</sup> Takahiro Kikuchi\*<sup>1</sup> Hiroshi Nagata\*<sup>1</sup> Kazuo Hashimoto\*<sup>1</sup> and Tohru Asami\*<sup>1</sup>

**Abstract** – KDDI R&D Laboratories Inc. (headquarter office location: Kamifukuoka, Saitama, Japan), have established the Kyoto Office in Kyoto Research Park (in Kyoto City, Japan) since Autumn 2000. The Kyoto Office and the members mostly perform their administrative and management activities by teleworking. Some of the examples of the activities are including, but not limited to, financial form processing, schedule management, and the face-to-face realtime teleconference. To minimize the operation cost, we have planned to build the office information system by PCs and inexpensive retail software packages. We have also decided to use the Virtual Private Network (VPN) technology over Internet to ensure the security of the data traffic. In this paper, we describe the problems and issues we have faced for building the teleworking system, and how we have solved them.

**Keywords** : Groupware, Internet, Security, Teleworking, VPN

### 1. はじめに

株式会社 KDDI 研究所(本社: 埼玉県上福岡市、以下「研究所」とする)は 2000 年秋から京都市サテライトパーク(KRP、京都府京都市)に分室(京都分室)を開設し、大部分をテレワークによる業務を行っている。業務遂行には、事務処理、スケジュール管理、本社との遠隔会議などができる業務支援システムが必要不可欠である。現在インターネットなどの技術を使えば、テレワークでも既存のパソコンなどを活用し可能な限り安価なシステム構築ができると予想される。

本論文では、この前提に則り実務上の要求を満たすテレワーク用情報システムの構築を行った際に生じた諸問題と、それらの具体的な解決策について報告する。

### 2. テレワーク環境設立の背景

この節では、本稿のテレワーク環境設立に関する背景について述べる。

#### 2.1 テレワーク従事者の増加への対応

この項では、一般的なテレワーク (telework) の現状について述べる。

近年離れた場所から通信回線を通して作業を行うテレワークの従事者が増えている<sup>[1]</sup>。技術的には、インターネットや携帯電話などの通信技術の普及と廉価化がテレワークの実用性を広げる原動力となっている。また、社会的なテレワークへの普及を支える要請とし

ては、遠距離通勤や頻繁な出張を減らすことで労働時間あたりの知的生産性を向上したり、育児や親族の介護などで自宅を離れることができない人達も知的労働力として活用していく必要などがある。今後のテレワーク従事者の増加を考えると、働く場を提供する側も早急な対応を迫られているといえる。研究所でも、実務経験のある人材の有効活用、またインターネット利用技術の研究開発という 2 つの側面から、テレワークの活用は今後の重要な課題の一つと位置づけている。

京都分室を設立する際の目的の一つとして、テレワークでの作業にまつわる諸問題の洗い出しと解決手法の確立があった。具体的な方法としては、京都分室をテレワークによる業務の試行事例として、技術的課題と社内の制度運用の改善という 2 つの面で今後のテレワーク従事者増加への対応ノウハウを蓄積することである。

本稿執筆時(2001 年 8 月)では、京都分室と筆者の一人力武の自宅(大阪府豊中市、以下「力武自宅」とする)からの 2 箇所によるテレワークによる業務処理を行っている。これらは技術的には安定運用できる段階にまで達しており、今後は社内の制度や認知度の問題などを解決する段階に来ている。この意味でノウハウの蓄積は順調に進んでいるといえる。

#### 2.2 テレワーク環境がなぜ必要か

この項では、京都分室の運用上、テレワーク環境がなぜ必要だったかについて述べる。

京都分室を設置運用するにあたり、事務作業は研究所本社で一括して行うという方法を取ることも不可能ではなかった。しかし、本社では事務処理を Web を使っ

\*1: 株式会社 KDDI 研究所 高信頼 IP ネットワーク技術プロジェクト

\*1: High Quality Internet Project, KDDI R&D Laboratories Inc.

たデータベースによって一括して行っており、京都分室からの作業依頼は誰かが本社で入力しなければならなかった。運用開始から数ヶ月の間この方式を取ったが、入力ミスや作業依頼の解釈の違いによる発注ミスなど、無駄なコストが発生したため、何らかの方法で直接作業を行えるようにする必要があった。また、入力作業のために本社の技術者の時間を使うことは無駄であるとの判断もあった。

また、京都分室では裁量労働制を取っており、筆者の一人力では自宅を主な作業場所としている。この環境で業務上の連絡、作業依頼や成果、その他の事務上の連絡などを行うには、本社内の電子メールや Web システムなどをインターネット VPN<sup>1</sup> で安全に使えるようにする必要があった。本社との共同作業を進める上では、これらのテレワーク環境から、本社内の研究環境へのアクセスもできるようにする必要があった。

さらに、近年の DSL<sup>2</sup> や CATV 回線、FTTH<sup>3</sup> など、家庭や小規模事業所へのインターネットアクセス手段の充実に伴い、これらの回線技術を実地運用して評価することが必要であった。京都分室では、できるだけ低コストの方法から実験していくという方針を取り、まず急速に普及している ADSL のうち IP アドレスが非固定であるもの<sup>4</sup> を使ってシステム構築を試みることにした。

### 3. テレワーク環境への要求仕様と課題

この節では、本稿のテレワーク環境に対して要求される仕様と課題について述べる。

#### 3.1 テレワークで行う作業の範囲

この項では、本稿のテレワーク環境で、具体的にどんな作業を行うかについて述べる。

研究所内では、プロジェクト管理とそれに必要な予算管理のためのデータベースシステムが稼働している。データベースで管理している具体的な内容の一例としては、出張経費の精算、その他交通費の精算、物品購入のための予算申請の事前事後の精算、プロジェクトの

構成員の管理、進捗管理、特許や論文など外部発表成果の管理、各人のスケジュール管理などがあり、その範囲は多岐にわたる。これらはすべて Web システム上でアクセスできるようになっており、各社員の業務には欠かせないものとなっている。京都分室でも研究所内と同様にこの Web システム上で作業を行う必要がある。

同様に研究所内では、事務連絡を含め業務に欠かせない連絡手段として、電子メールを多用している。電子メールの中継システムは SMTP<sup>5</sup> や POP3<sup>6</sup> を使った一般的なものである。これらに対して安全にアクセスできる必要がある。

また、電子メールのメッセージや Web ページなどの文書による情報交換の結果は、実際には紙に印刷し、捺印を含むしるべき業務上の承認手順を経て実行に移す必要のあるものが多い。この印刷処理に際する手間を省くために、京都分室から上福岡の研究所本社内のプリンタに直接印刷を可能にすることをシステム構築上の目標の一つとした。

さらに、昨今実用化されつつあるインターネット電話を使って、リアルタイムの遠隔会議を行うこととした。研究所ではインターネット電話システム MeeTwo<sup>7</sup> を開発販売しており、これがどの程度実用的かを評価すると同時に、国内の長距離電話費用を節減する可能性を探るもあったからである。

#### 3.2 システム構築上の課題

この項では、本稿のテレワーク環境のシステム構築上の技術的な課題について述べる。

利便性の視点からは、事務系の利用者と、実際にテレワークを使って研究を行う研究者の双方にとって不足なく、かつ簡単に使える必要がある。京都分室には両者が共存するため、それぞれの要求を満たすことが重要になる。具体的には、事務系の Windows 機器と、研究系の UNIX 機器と、双方が安全にかつ簡便に使えることが求められる。この実現のためには、ベンダー独自のプロトコルではなく、インターネット上の標準プロトコルを使い、できるだけ広汎な相互接続性を確保しておくことが必要になる。

また情報アクセスの視点からは、セキュリティ上問題ない範囲で、研究所全体へのアクセスが保証されなければならない。これは京都分室が研究所の複数のプロジェクトと柔軟に協同作業をするために必要である。同様に社外への情報アクセスは、京都分室の中で切り分けて独立に行えるようにしておくことが望ましい。

1: Virtual Private Network の略。暗号化技術を使い盗聴されないようにして、インターネット上に実質的な専用回線を構築したもの。

2: Digital Subscriber Line の略。日本語ではデジタル加入者線と呼ぶ。公衆電話用の銅線に高い周波数(数百 kHz ~ 数 MHz 程度)のデジタル信号を乗せて、双方向に通信を行う回線の総称。速度は数百 kbps から数 Mbps に達する。最近普及している ADSL (Asymmetric DSL) は、双方向の速度が違う。一方、双方向の速度が同じ SDSL (Symmetric DSL) も、安価な専用回線として実用化されている。

3: Fiber-To-The-Home の略。家庭や小規模事業所に対して直接光ファイバーを引き込むことで高速通信ができる。

4: グローバル IP アドレスが同時に一つだけ使え、しかもその値が時間によって変化するものこと。一般的には個人向けサービスと銘打っているが、実際には業務に使用している事例も多い。

5: Simple Mail Transfer Protocol, Internet RFC2821 他で定義されている。

6: Post Office Protocol Version 3, Internet RFC1939 他で定義されている。

7: <http://www.meetwo.net/> を参照。

分室の主たる活動がインターネット関連技術の研究であるため、京都分室から直接外部へアクセスできることも必要だからである。

そして、情報セキュリティの視点からは、研究所のネットワークと同様の安全性を確保する必要がある<sup>[2]</sup>。テレワーク作業で交換される情報の中には、業務上の秘密が含まれるため、盗聴などの事故を未然に防ぐ対策が必要である。仮にテレワーク環境が、悪意の第三者によるセキュリティ攻撃に遭えば、京都分室だけでなく研究所全体の問題となる。このような問題を未然に防ぎつつ、利便性と両立を考えれば、運用上はできるだけ簡単な管理方針を適用しつつ、あらかじめ盗聴対策などを行ってセキュリティを確保している情報システムを運用することが求められる。

これらの要求を満たすための機器は、できる限り安価に構成する必要がある。本稿でのテレワーク用情報システムは、基本的には作業環境であり、研究用予算を使った使用期間の限られたシステムとするよりも、固定費を使った研究所内情報基盤の一つとして運用されるべきものだからである。また、システム自体の構成はできるだけ小規模とし、柔軟に変更できるものを目標とした。例えば、京都 - 上福岡間の長距離回線を専用に用意すること<sup>8</sup>などは行わないこととした。

#### 4. 実際のテレワーク環境

この節では、本稿執筆時（2001年8月）の京都分室と力武自宅のテレワーク環境とその情報システムの構成について述べる。

インターネットへのアクセスには、非固定 IP アドレスの ADSL を使っている<sup>9</sup>。京都分室では NTT 西日本の回線で DION を ISP として使い、力武自宅では eAccess の回線で ASAHI ネットを ISP として使っている。これらの外部向け回線は NAT<sup>10</sup>機能を持つ専用の中継用機器を介して、複数の LAN 端末間でアクセスを共有できるようになっている。どちらの回線も、ランニングコストは月額数千円であるため、企業のネットワーク環境としては十分安価だといえる。

テレワーク環境と研究所本社との間は、Windows 系機器からは Cisco Systems の VPN Client をテレワーク環境側で、VPN3000 コンセントレータを研究所本社

側で使い IPsec<sup>11</sup>による VPN を使って通信している。これにより、研究所の内部にある端末とほぼ同等のアクセスが可能である。また、UNIX 系機器からは、ssh (Secure Shell) を使ってリモートアクセスを行っており、電子メールや Web など大多数のサービスに対して IPsec 同様安全に利用できる。

最も重要な業務データベースへのアクセスは、専ら IPsec VPN 上で Web を使い作業している。Microsoft Office の各文書 (Word, Excel, PowerPoint など) や Adobe PDF 形式の文書を交換しており問題なく動作している。電子メールシステムの利用も同じように VPN を使っている。また、遠隔印刷は LPD<sup>12</sup>を使い、Windows2000 機をプリントサーバとして運用している。承認の必要な文書は、この方法であらかじめ印刷しておき、捺印処理を研究所本社で行うことで処理効率を上げている。

また、リアルタイムの遠隔会議は、MeeTwo とエコーキャンセリング機能<sup>13</sup>を持った会議用スピーカマイク<sup>14</sup>を併用することで、1対1の対向接続で両側で2~3人が端末の周辺に集まって会話できる環境を作った。この際、レベル調整のためオーディオミキサーを、PC 端末のオーディオ入出力とスピーカマイクの間に入れている。この構成で、国際電話並の品質は確保できている。同様にヘッドセットによる実験も行い、問題なく通信できることを確認した。

アクセス回線の速度は、下り速度<sup>15</sup>で測定して京都分室では 1.0 ~ 1.2Mbps、力武自宅では 0.4 ~ 0.5Mbps 程度出ており<sup>16</sup>、今回のテレワーク環境での利用には十分高速であるといえる。

#### 5. 今後解決すべき課題

この節では、本稿のテレワーク環境を発展させて行く上での課題について述べる。

##### 5.1 リアルタイム遠隔会議の問題

この項では、リアルタイム遠隔会議に関する問題について述べる。

本稿の環境では MeeTwo と NetMeeting<sup>17</sup>の2つのインターネット電話ソフトを使ったが、どちらも音声

8: 本稿執筆の時点では、デジタル専用回線だけでなく、より安価なインターネット上のトンネリングを使った IP-VPN や、広域 LAN サービスなども利用可能であるが、これらの方法はどれも月額数十万円以上のコストがかかるため、費用対効果を考えて検討から除外した。

9: ADSL では回線提供者とインターネットへのアクセス提供者 (ISP) が異なるのが一般的である。

10: ネットワークアドレス変換のこと。IP パケットのアドレスを付け替えて、複数の相互接続していないネットワーク間の中継を行う。

11: IP パケットの暗号化や認証を行い、内容の改ざんや盗聴を防ぐ技術。

12: BSD UNIX 上の Line Printer Daemon プロトコル。Internet RFC1179 で定義されている。

13: スピーカとマイクが近接している場合の回り込みを打ち消すための機能。

14: 三菱電機の DIATONE HP-1 を使った。Polycomm の製品も評価中である。

15: インターネットから手元の端末方向のこと。ダウンロード時の速度と考えてよい。

16: Web 上の「ADSL 性能測定ページ」のうち数個で測定を行った。

17: Microsoft が Windows 系 OS 用に無料配布しているインターネット電話ソフト。

の品質が国際電話並であり、経験者でない与会話内容の認識に支障が生じた。どちらも映像帯域は制御可能だが、音声の品質は事実上固定されている。実際には、相互のやり取りは音声の会話に依ることが主であるため、音声品質が悪いと会議はできない。このため、インターネット上で会議ソフトが正常に動作しないときは、代替手段としてスピーカマイクの機能を持つ電話機を使い、一般公衆電話回線で会議を行っているのが現状である。

MeeTwo と NetMeeting は、どちらも音声の送受信速度は 10kbps 以下である。これはモデムなど比較的低速なインターネット利用者を主眼に置いたものと推察されるが、この速度では国際電話並の品質しか得られない。会議を行うのに十分な、国内の固定電話間級の品質を得るためには、少なくとも送受信速度を 32~64kbps 程度に設定して、より高品質な音声伝送を保證することが重要と考えられる<sup>18</sup>。

また、リアルタイム遠隔会議の場合、3 者以上で同時に通話を行うには、専用の多地点用中継装置 (MCU) が必要となる。この装置の導入は安価な環境を構築するという目標と矛盾するため、今後の研究課題である。

## 5.2 ネットワーク技術上の問題

この項では、ネットワーク技術上の問題について述べる。

Cisco Systems の IPsec VPN では、NetMeeting で VPN で接続された端末間で通信しようとしてできないという問題が生じた。これは、Windows 上の VPN Client の経路制御に関する実装上、VPN で割り当てを受けた IP アドレスに対するパケットが受信できないことが原因である。代替策として、Microsoft の PPTP<sup>19</sup> を使った場合は、この問題はなく通信可能だった。しかし、PPTP には暗号化能力が不十分というセキュリティ上の問題がある<sup>20</sup>ため、通常運用には Cisco Systems の製品を使っている。

今回のテレワーク環境では、基本的に研究所本社を中心として、テレワーク環境が端末として星状に接続する形になっている。しかし、研究所内は基本的に各グループがサブネット空間を持つのが原則であり、京都分室がより自立したネットワーク運用を行うためには、今後は IP ネットワーク間の VPN へ移行する必要がある。また、現在の非固定 IP アドレスの環境では、外部からテレワーク環境の機器を利用することは困難であ

る。具体的には、例えば非固定 IP アドレスでも DNS (ドメイン名システム) の参照問題を解決できるような技術が必要である。

また、各端末のセキュリティ確保の観点からは、作業員へのセキュリティ・ポリシーの徹底と、それを支援するための簡便に使えるツールが必要である<sup>21</sup>。実際には、各機器ごとにパケット・フィルタリング等を行うファイアウォール機能を装備するのが現実的と考えられる<sup>21</sup>。

## 6. まとめ

本稿では、既存のパソコンや ADSL などできるだけ安価な手法を使い、実用的なテレワーク環境を構築した事例について報告した。本稿執筆時までのシステム構築実績から考える限り、すでにある技術を集めればテレワークによるオフィス運営は十分低コストでできるといえる。ADSL 等の比較的高速な回線を使えば、文書処理については全く問題はない。

今後は、事務処理を完全に電子化するための捺印処理に代わる電子認証システムの導入や、社会制度的な障壁を取り除くことが必要だろう。また、リアルタイム遠隔会議などへのインターネットの応用には、より通信品質等を向上させるための技術開発が必要といえる。

## 謝辞

本稿執筆に際して、テレワーク環境構築上ご協力いただいた株式会社 KDDI 研究所ネットワークエンジニアリンググループの主査 堀田 孝男氏、また MeeTwo の導入についてご支援いただいた同研究所営業開発グループの廣田 幸子氏、そしてデータ収集等でご協力いただいた同研究所京都分室の平井 由美子氏に感謝する。

## 参考文献

- [1] 小豆川、スピックス: 企業テレワーク入門; 日経文庫 791, 日本経済新聞社 (1999).
- [2] 力武: インターネット時代のリスクと対策 情報漏えいのリスク (1) テレワークは機密保持を厳重に; 日経コンピュータ 2001 年 8 月 13 日号, 日経 BP 社, No. 528, pp. 130-133 (2001).
- [3] 力武、菊地、永田、浅見: テレワーク勤務環境での情報セキュリティ管理; 情報処理学会第 63 回全国大会発表予稿集 (掲載予定), 論文番号 2B-2 (2001).

18 PHS やデジタルコードレスでは 32kbps の ADPCM 方式を使っている。

19 Point-to-Point Tunneling Protocol, Microsoft の VPN 用プロトコルの一つ。

20 Windows95/98(SE)/Me の場合、40bit の RC4 暗号しか使うことができない。Windows2000 では 128bit のより強力な暗号を使うことができる。

21: Windows 系 OS では Symantec の Norton Personal Firewall 2001 などが製品として利用できる。FreeBSD や Linux などの PC UNIX ではカーネルの基本機能として備わっている。