

運用コスト低減を目指した遠隔パソコン文字通訳システム

栗田茂明^{*1} 河野純大^{*2} 近藤恵子^{*1}

The remote computer assisted speech-to-text interpreter system for reducing operational costs

Shigeaki Kurita^{*1}, Sumihiro Kawano^{*2} Keiko Kondou^{*1}

Abstract - NCK has developed a remote computer assisted speech-to-text system(NCK-B system) which typists make captions at their home since 2008. We use the system in the lectures the hearing impaired students participate at Tsukuba University of Technology, and have improve it. It needs much operational costs even if trained technical staffs operate it. So we developed a new remote captioning system (NCK-C system) for reducing them.

Keywords : Information access service, Hearing impaired, Remote captioning, Operational costs

1. はじめに

近年聴覚障害者の大学進学率が向上し、社会参加も進む中、情報保障の多様化、高度化の推進が課題となっている。特に、大学の講義は内容が専門的である。大学の情報保障は、手話通訳と文字通訳が行われている。文字通訳は、手書きで行うノートテイクとパソコンを用いたパソコンノートテイクがある。パソコンノートテイクは、入力速度の制限から内容を要約し文字数を少なくするパソコン要約筆記と、発話内容のほぼ全てを入力し正確性を目指したパソコン文字通訳に分類される。大学の講義の専門用語などの通訳には、パソコン文字通訳が適していると言われているが入力者に高い技能が必要となる。

大学では一般に健聴学生が支援者となってパソコン文字通訳を行っているため、支援者が卒業するたびに入力者を養成する必要が生じ、慢性的に入力者不足となりやすい状況がある。また、筑波技術大学(以下、技大)のように、支援者を学外のリソースに依存しなければならない状況では、地域のリソースだけでは支援が必要なすべての授業に情報保障を用意できない。さらに、専門講義の情報保障では、よりスキルの高い通訳が必要となることから、遠隔パソコン文字通訳を導入している^{[1][2]}。ここで、遠隔パソコン文字通訳とは、教室にいる講師の映像や音声インターネット等を経由して離れた場所にいる文字通訳者に届け、文字に通訳した結果を教室に送り返して、教室にいる聴覚障害者に提示する情報保障の手段である。このシステムを導入することで、入力者不足の解消やスキルの高い通訳者を共有することが期待されている。技大では年間に情報保障が必要な授業の半数近くで、遠隔文字通訳システムを導入している。

日本遠隔コミュニケーション支援協会(以下、NCK)は、パソコン文字通訳の入力者不足の解消方法の一つとして、在宅入力による遠隔パソコン文字通訳システムを開発し、2010年より技大の講義保障を行なってきた。その間、通訳品質向上のため、ネットワーク遅延の表示機能や教室字幕のエコーバック機能など、在宅入力者への負担の軽減等を目的とした様々な改良を行い実用に耐えうるシステムとなっている。この在宅入力によるシステムを大学で運用するには、講義室内に機材を運用するためのスタッフが必要となる。現在は、技大の専門的知識を持つ専任スタッフによって機器類の準備・運用・トラブルシューティングが行われているが、同様のスキルを持つ専任スタッフを他大学で準備することは困難と予想される。今後、遠隔パソコン文字通訳システムが普及するためには、通訳品質を維持しつつ、このような運用にかかるコストも配慮する必要があると考えられる。遠隔パソコン文字通訳の運用コストについては、塩野目らが、遠隔情報保障システムの運用コストについて、機器の構成と必要な操作から情報保障実施のためのセットアップ作業のコストを求め、情報保障手段の組み合わせとコストとの関係について考察している^[3]。

NCK は技大と協力して、現在行われているデータ通信端末でWANとLANの通信をブリッジするパソコンを用いたNCK-B方式(以下B方式)を改良し、データ通信端末とVPNルータを用い運用コスト低減を目指した新しいNCK-C方式(以下C方式)を開発した。B方式とC方式のシステムを比較し、運用コスト低減について考察する。

以下では、2.で従来の在宅入力による遠隔パソコン文字通訳システム(B方式)、3.で新たに開発したシステム(C方式)、4. で運用コストの比較などについて詳述する。

*1: 特定非営利活動法人日本遠隔コミュニケーション支援協会

*2: 筑波技術大学 産業技術学部 産業情報学科

*1: Japan Association for Remote CART Services

*2: National University Corporation Tsukuba University of Technology

2. 従来のシステム(B方式)の概要

図1にB方式の概要イメージを示す。入力チームは、リーダー1名に入力者3名～4名で構成され、入力センターなどに集まって入力するのではなく、各自の自宅から入力している。教室側には機材の準備・運用・撤収を担当する技術スタッフが1名おり、カメラやマイクに接続し映像と音声を送信し、WANとLANの通信をブリッジするパソコン(以下、ブリッジパソコン)と字幕を表示するパソコン(以下、表示パソコン)の2台のノートパソコンがある。使用ソフトは、入力チーム、教室側とも、音声送信に Skype^[4]、字幕送信や画像送信などに IPtalk^[5]を用いている。

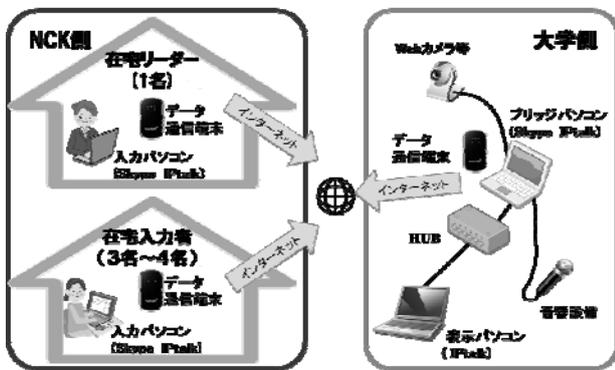


図1 B方式の概要イメージ
Fig.1 Overview of NCK-B system

一般的に大学ではセキュリティ上、学外から学内に字幕データが送信されるようなネットワークアクセスを制限している。このため、在宅入力者と教室間は、データ通信端末を用いて別のネットワークで通信し、学内ネットワークは使用していない(図2)。教室に設置したブリッジパソコンは、IPtalkのブリッジ機能を利用し、データ通信端末側のインターネットと教室のLANとの間で、双方向に通信を転送している。

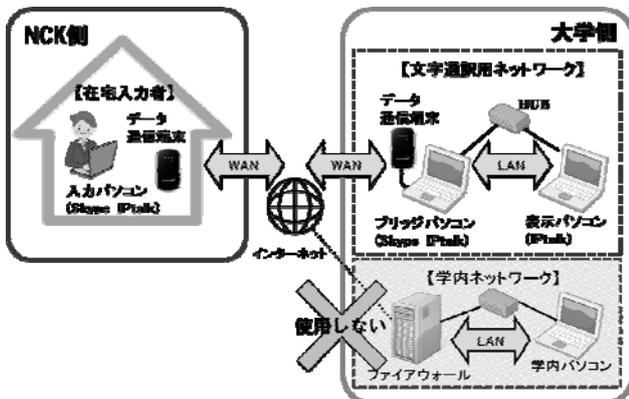


図2 B方式ネットワークイメージ
Fig.2 Network access of NCK-B system

2.1 システムの特徴

在宅入力は現場入力と比較し入力者の会場の情報取得や入力チーム内のコミュニケーションが困難である。このため、現場入力と同等の通訳品質を実現するために、以下のような様々な改良を行ってきた。

a) 教室映像の表示

教室のパワーポイント資料や板書の映像を在宅入力者がモニターしながら入力を行っている。映像は、パソコンに接続した USB カメラやビデオカメラで撮影し IPtalk で送信している。ネットワークやパソコンの負担軽減のために、動画ではなく、静止画を数秒に1回送信している。リーダーがデジタルズームを遠隔操作することで、板書の文字など、在宅入力者が確認したい教室の映像の一部を拡大表示することもできる。

入力者の内省報告では、映像の有無は、入力者の負担を軽減し、通訳品質の向上に効果がある。映像提示が情報保障のし易さを向上させるという同様の報告は、遠隔手話通訳において加藤らが報告している^[6]。

b) ネットワーク遅延の表示

ネットワーク遅延を在宅入力者がモニターしながら連係入力している。IPtalk が、定期的に互いの応答時間を計測することでネットワーク遅延時間を「8人モニター」に色で表示している(図3,図4)。「8人モニター」とは、他の IPtalk の入力をモニターできるウィンドで、入力者は、このモニターを見て連係入力を行っている。

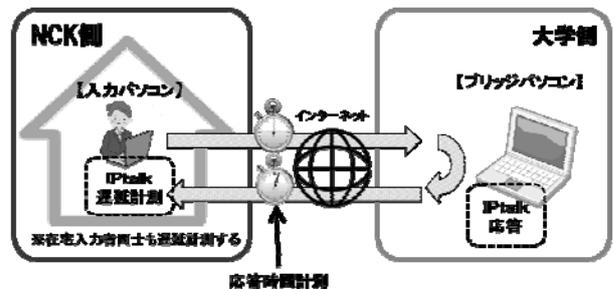


図3 ネットワーク遅延モニター
Fig.3 Monitor of network delay

な1	青	←1秒以内
な2	緑	←2秒以内
な3	黄	←3秒以内
な4	桃	←4秒以内
な5	赤	←4秒以上
な6		
な7		
な8		

図4 8人モニター
Fig.4 8 people monitor

強制的に遅延を発生させたネットワーク環境を作り、連係入力への影響を調べた村田らは、250m 秒以上の遅延で連係入力に影響が始まり、一方の入力者のネットワーク環境が著しく不安定な場合は、分担型から主従型の連係入力に移行する必要があると述べている^[7]。

入力文が重なるなど連係ミスが頻発した時、その原因が入力者の疲労なのか、ネットワーク遅延によるか直感的に判断することは難しい。ネットワーク遅延の場合は、時間の経過とともに改善される可能性があり、入力者が遅延を意識することで、一時的に1 入力者の長さを長くするなど対策することができる。著しくネットワークが不安定な場合は、リーダーが遅延の無い入力者への交代を指示するなどの対策を行っている。

c)教室字幕のエコーバック

教室の表示パソコンの IPtalk が、表示している字幕を在宅入力者にエコーバックしている。これを見ることで、教室の字幕が正常に表示されていることを、確認することができる(図 5)。

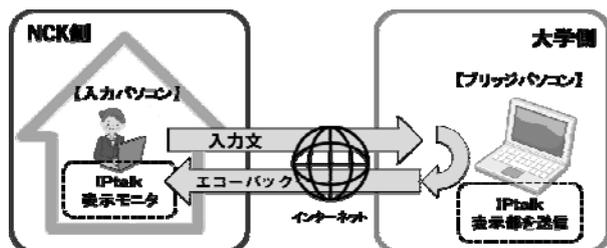


図5 エコーバックイメージ
Fig.5 Image of the echo back

インターネットは、通信経路により表示の順番が入れ替わったり、表示が落ちたりすることがあるため、入力パソコンの表示と教室の字幕が異なる可能性がある。教室のエコーバックを在宅入力者が確認できるので、連係入力した文が教室でどのように表示されたか確認することができる。教室の表示パソコンで、単語の泣き別れが発生していることもモニターできる。

ネットワークにトラブルが発生した場合、教室の表示パソコンからのエコーバックが来なくなるため、ほとんど瞬時に入力者はトラブルに気づくことができる。ネットワークが不安定な場合は、エコーバックが遅れるなどの現象が起こるため、在宅入力者は、エコーバックを見ることで、ネットワークの状況を直感的に把握することができる。

入力者の内省報告では、表示エコーバックの有無は、入力時の心理的負担を軽減し、字幕品質の向上に効果がある。

d)チーム連係による入力フォロー

B 方式では、入力者 3 名とリーダー1 名の 4 名で入力班を作っている。リーダーは、システムの監視・トラブ

ル対応と入力フォローを担当している。専門的な内容の大学の講義の入力では、2 人連係入力のみでは対応が難しい場合もあり、そのような時にはチームによる入力フォローが必要となる^[8]。

また、万が一、Skype の音質が悪くなったり、遅延が発生して連係入力が困難になるなど、ネットワークのトラブルが発生した場合、トラブル対応をリーダーに任せることで、入力者は入力の継続に全力を集中することができる体制を取っている。

2.2 機器類の接続

教室のブリッジパソコンの接続を図 6 に、在宅入力者の入力パソコンの接続を図 7 に示す。

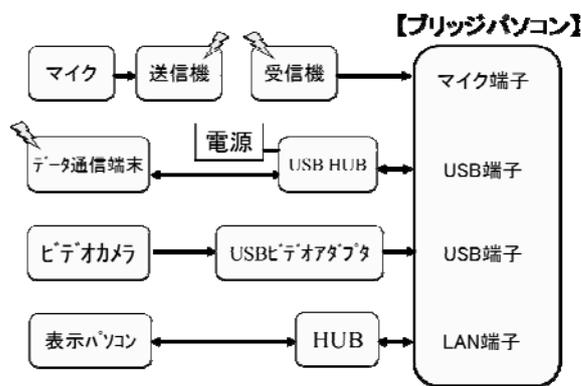


図 6 ブリッジパソコンの接続図
Fig.6 Connection diagram of the bridge PC

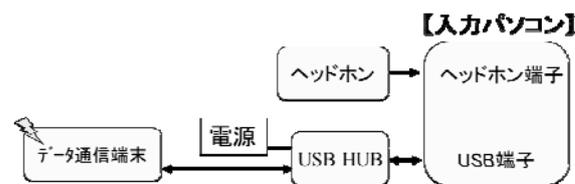


図 7 入力パソコンの接続図
Fig.7 Connection diagram of the input PC at home in NCK-B system

データ通信端末は、電源付 USB-HUB を介して接続している。電源付 USB-HUB を使用しているのは、データ通信端末の消費電力が大きく、パソコンの標準の USB 端子の電源では不足する場合があります、通信が不安定になることを防止するためである。ブリッジパソコンでは、音声は、マイク端子に、映像は、USB カメラなどを USB 端子に接続する。ビデオカメラを接続する場合は、USB ビデオアダプタを使用する方法もあるが、技大では、iLink で接続したビデオ入力を IPtalk に入力するソフトを使用している。

現場入力のパソコンノートテイクに対して、入力パソコンが、ブリッジパソコンに置き換わりインターネット

を介して在宅入力者と接続している。他の機器類の接続や教室の LAN、表示パソコンなどは、通常のパソコンテイクと同様である¹⁹⁾。

2.3 ソフトの設定

教室のブリッジパソコンで使用しているソフトの役割を図 8 に、在宅入力者の入力パソコンで使用しているソフトの役割を図 9 に示す。

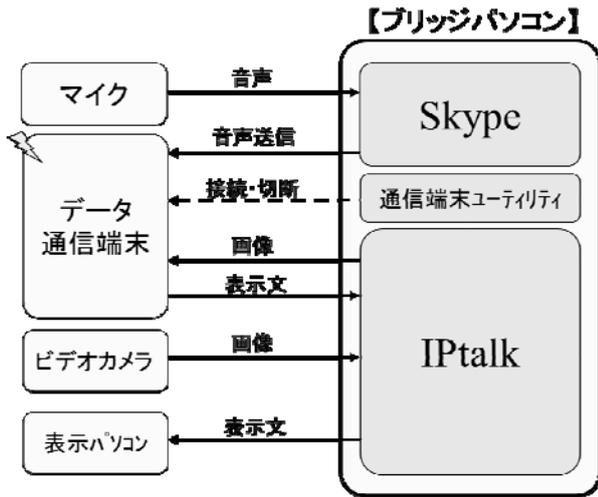


図 8 ブリッジパソコンのソフトの役割
Fig.8 The role of software in bridge PC

このブリッジパソコンのソフトの操作は、教室の技術スタッフが担当している。

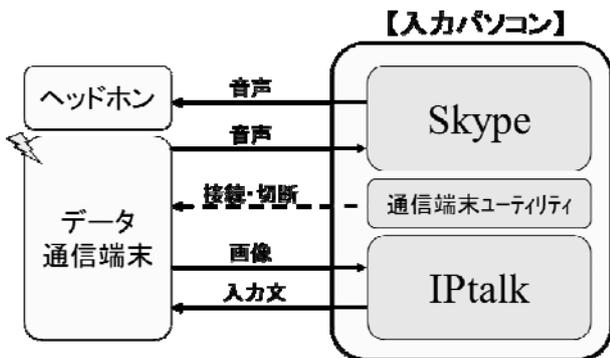


図 9 入力パソコンのソフトの役割
Fig.9 The role of software in Input PC

音声送信は、Skype のグループチャットを使用している。IPtalk の設定のほとんどは、起動時に自動的に読み込むため操作は必要ではないが、通常のパソコンテイクに対して、オンラインアドレスリストのログインが必要となる。オンラインアドレスリストは、セキュリティシステムで、在宅入力者の接続をパスワードで管理している。

3. 運用コストの低減を目指したシステム (C 方式) の概要

図 10 に C 方式の概要イメージを示す。入力チームの編成や使用ソフトなどは、B 方式と同じであるが、在宅入力者と教室間の通信に教室に設置した VPN ルータを用いる点が異なっている。VPN ルータは、データ通信端末を用いてインターネットに接続し、学内ネットワークから独立している点も B 方式と同様である。在宅入力者の入力パソコンは、Windows の VPN(PPTP)接続で教室の VPN ルータに接続し、教室内の LAN に参加している。

このため、B 方式のブリッジパソコンの役割であったインターネット・LAN 間の通信転送機能は不要となり、音声・映像送信の役割を持つパソコンを設置している。

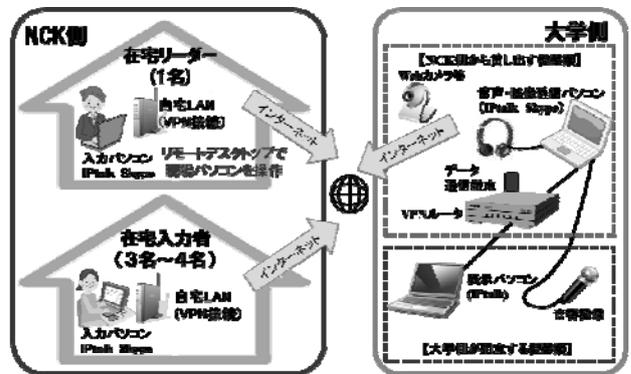


図 10 C 方式の概要イメージ
Fig.10 Overview image of NCK-C system

3.1 システムの設計の狙い・改良項目

技大で実施している B 方式は、専門的知識を持つ技術スタッフによって機器類の準備などが行われているが、30 分程度が必要で、準備時間の短縮が求められている。

今後、遠隔パソコン文字通訳が普及するため、専門的知識を持つ技術スタッフがいなくても、短い時間で準備ができ、トラブルが発生しにくく、万が一、トラブルが発生した場合でも容易に対応できるシステムが望まれる。

主な改良項目は以下の通りである。

- 教室の技術スタッフの運用やトラブル対応の負担を減らすことを意図し、現場入力のパソコンノートテイクと異なる操作が必要なブリッジパソコンを廃止した。
- データ通信端末を VPN ルータに接続し、インターネット接続操作は、VPN ルータの電源 on で自動的に行うようにした。
- 教室に設置する VPN ルータ、音声・映像送信用 PC を NCK から貸与し、NCK が遠隔で設定やメンテナンスやトラブル対応ができるようにした。
- ネットワーク異常を検知し自動再接続をする機能を

IPtalk に追加し、IPtalk の再接続操作を不要とした。

- ・教室の表示パソコンなどの設定を遠隔でチェック操作する機能を IPtalk に追加した。
- ・在宅入力者の通信を安定させるために、データ通信端末による接続ではなく、家庭で日常的に使用しているインターネット回線を使用した VPN 接続に変更した。
- ・字幕品質に関する機能については、B 方式と同様である。

3.2 機器類の接続

教室は、従来の B 方式に対して、ブリッジパソコンを廃止し、VPN ルータと音声・映像送信パソコンを設置している。マイクやビデオカメラの接続は B 方式と同じである。表示パソコンは、HUB の機能を持つ VPN ルータに接続している。データ通信端末は、VPN ルータの USB ポートに直接挿している。インターネットへの接続は、B 方式と同様にデータ通信端末を使用している(図 11)。

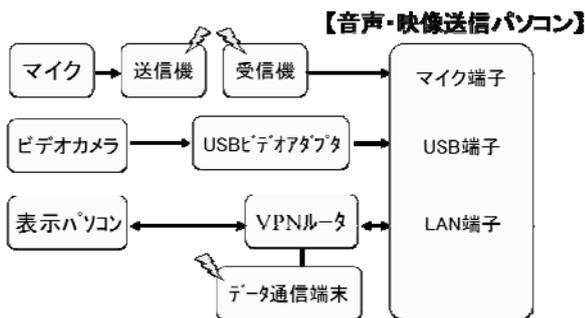


図 11 ブリッジパソコンの接続図
Fig.11 Connection diagram of the bridge PC

在宅入力者は、従来は、電源付き HUB を介してデータ通信端末を接続していたのに対して、家庭で日常的に使用しているインターネット回線を使用するため、入力に使用するパソコンの接続を遠隔パソコン文字通訳のために変更する必要がない(図 12)。

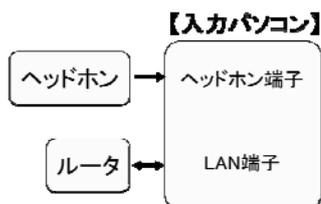


図 12 入力パソコンの接続図
Fig.12 Connection diagram of the input PC in NCK-C system

3.3 ソフトの設定

教室の音声・映像送信用 PC で使用しているソフトの役割と在宅入力者の入力パソコンで使用しているソフトの役割は、図 8,図 9 に示した B 方式と同じである。

4. 運用コストの比較

運用コストについては塩野目らの検討²⁾と同様に、機器類の費用、通信費、人件費などは変動するため対象とはせず、人的な労力の運用コストを対象とする。

「在宅入力者・リーダー」と「教室の技術スタッフ」の運用コストを「①導入時」「②運用時」「③トラブル時」に分類した。

①導入時のコストとは、機器類の接続、ソフトの起動・設定、動作確認・通信テストの習得などである。②運用時のコストとは、機器類設置や接続、ソフト起動・調整、動作確認・通信テストなどである。③トラブル時のコストとは、LAN ケーブルをチェックするなどの直接的なトラブル対応だけでなく、トラブルを未然に防止するための機器類のメンテナンスなどの予防的なコストも含めた。

本来は、各工程の数を MH などとして、それぞれの発生頻度なども考慮して、定量的に比較すべきであるが、今回は、工程の数(以下、工数)で比較する。工程は、専門的な知識を持つ技術スタッフがいらない一般の大学が導入することを想定してリストアップした。工数が多いため、工程の内容の記載は省略する。

4.1 在宅入力者・リーダーの工数

表 1 に在宅入力者・リーダーの工数を示す。

「ハードを扱う工数」は B 方式に対して、C 方式が 21 → 4 と大きく低減している。これは、B 方式がデータ通信端末を使用していたのに対して、C 方式は、自宅で通常使用しているネットワークを利用することによる。

一方、「ソフト的な工数」は、31 → 27 とあまり変化がない。これは、使用するソフトに変化がないためである。全工数は、52 → 31 に減少している。

表 1 在宅入力者、在宅リーダーの工数
Table 1 Number of steps of leader and typists at home

		ハードを 扱う工数	ソフト的 な工数	合計
①導入時	B	6	11	17
	C	2	11	13
②運用時 の準備	B	8	10	18
	C	1	9	10
③トラブル時	B	7	10	17
	C	1	7	8
全体	B	21	31	52
	C	4	27	31

4.2 教室の技術スタッフの工数

表2に教室の技術スタッフの工数を示す。

「ソフト的な工数」は、48→17と大きく低減している。これは、C方式では、教室の技術スタッフがおこなっていた作業を、NCKがリモートで行うためである。表中の()内は、NCKが担当する工数である。

NCKが行う工数も加えると「ソフト的な工数」は48→44とB方式とC方式の差はあまり無い。特に「③トラブル時」の工数は、NCKの工数も加算した場合は、27→6(技術スタッフ)+21(NCK)とまったく同じとなっている。このことから、C方式のコスト低減は、教室の技術スタッフの工数をNCKが肩代わりすることで実現していることが分かる。

一方、「ハードを扱う工数」は、57→54とほとんど変化は無い。これは、ハード的な作業は、NCKがリモートで代行することが難しいからである

全工数は、105→71に減少している。

表2 技術スタッフの工数
Table 2 Number of steps of engineering staff
()内は、NCKの項目数

		ハードを扱う工数	ソフト的な工数	合計
①導入時	B	19(1)	10	29(1)
	C	18(2)	5(3)	23(5)
②運用時の準備	B	24	11	35
	C	22	6(3)	28(3)
③トラブル時	B	14	27	41
	C	14	6(21)	20(21)
全体	B	57(1)	48	105(1)
	C	54(2)	17(27)	71(29)

「③トラブル時」の原因切り分けのための技術スタッフと在宅入力者間のコミュニケーションの工程は、当日の準備時間中に解決せず、入力終了後、長時間に亘り、非常に大きな運用コストが必要になる場合もある。

4.3 技術スタッフの運用コストについての定量的な推定

技術スタッフの知識など不確定な要因があり定量的にコストを推定することは難しいが、筆者たちの経験から、一般の大学に導入した場合を以下のように推定した。技術スタッフは、パソコンの一般的な知識があり、IPTalkを使ったパソコンテイクとSkypeを使用した経験があることを前提とした。

表3に導入時の習得に必要な時間を示す。表の「ハードの扱いの習得」は、機器類を接続する手順や電源の入れ方などの習得に必要な時間である。「ソフトの扱いの習得時間」は、IPTalkなどのソフトの起動、設定、動作確認手順の習得に必要と思われる時間である。

表3 導入時の習得に必要な時間の推定
Table 3 Estimate of the cost of introduction

	ハードの扱いの習得時間	ソフトの扱いの習得時間	合計
B	初期説明 30分 練習 15分×1回	初期説明 1時間 練習 30分×3回	3時間 15分
C	初期説明 30分 練習 15分×1回	初期説明 30分 練習 15分×3回	2時間

表4に手順を習得した後、日常業務として機器類の準備をした場合に必要と思われる時間を示す。「ハードの準備時間」は、機器類を結線し電源を入れるなどの時間である。「ソフトの準備時間」は、ソフトを起動し、設定を行い、動作確認などをする時間である。

表4 運用時の準備時間の推定
Table 4 Estimate of Preparation cost during operation (Routine tasks)

	ハードの準備時間	ソフトの準備時間	合計
B	15分	15分	30分
C	10分	5分	15分

導入時の全工数はB方式29⇒C方式23と約20%減であるのに対して、習得時間の推定ではB方式3時間15分⇒C方式2時間と約40%減となっている。また、運用時の全工数は、B方式35⇒C方式28と約20%減であるのに対して、運用時の準備時間の推定ではB方式30分⇒C方式15分と50%減となっている。

B方式⇒C方式で、作業時間の減少%が大きくなるのは、C方式では、動作チェックなどの作業時間の比較的長い工程が省略されたためである。

4.4 機材セットについて

今回の運用コストの算定には入れなかったが、ハードを扱う工程のコスト削減の方法として、必要な機器類を接続した状態でアタッシュケースなどに格納し、使用する時は取り出して設置する方法が考えられる(図13)。

図14は、パソコンを取り出した状態である。アタッシュケースの仕切りの中に機器類が接続された状態で格納されている。①VPN ルータ(放熱のためアルミ枠で浮かせて固定)、②無線ルータ、③スイッチ付電源コンセント、④100V コンセントへ、⑤USB ケーブル、⑥ワイヤレスガイドシステム受信機、⑦ワイヤレスガイドシステムマイク、⑧データ通信端末、⑨USB カメラなどの固定用の磁石スタンドである。

図 15 は、機器類を取り出し設置した時の運用イメージである。



図 13 アタッシュケースを開けた状態
Fig.13 Opened the attache case

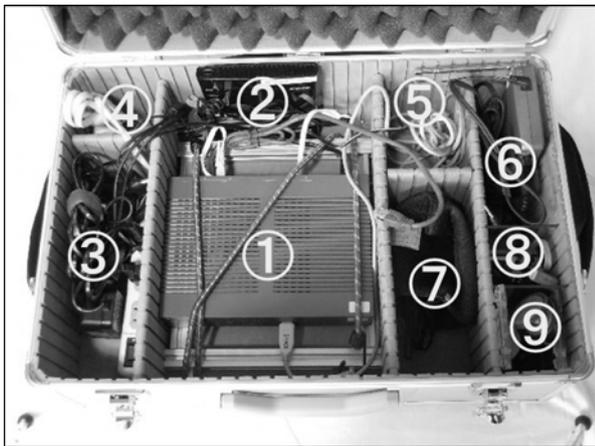


図 14 パソコンを取り出した状態
Fig.14 Equipments except for PC

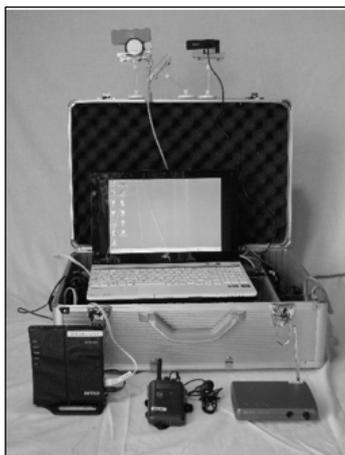


図 15 運用時のイメージ
Fig.15 Image during operation

5. まとめ

近年聴覚障害者の大学進学率の上昇に伴い、情報保障の需要が高まっている。遠隔文字通訳システムは、入力者の不足を解消する、質の高い通訳を共有することができるものの、技術的に高いスキルが求められるため、導入が進んでいるとは言いにくい現状がある。

NCK は、2010 年から、データ通信端末を利用する遠隔パソコン文字通訳(B 方式)を用いて技大の講義の情報保障を行ってきた。B 方式は、実用に耐えうるシステムとなっているが、専門的知識を持つ技術スタッフが教室側に必要であり、一般の大学が導入するには、運用コストの低減が望まれていた。

今回、運用コストの低減の目標とした遠隔パソコン文字通訳システム(C方式)を開発し、本論では、システムの説明と運用コストの低減について考察した。

C 方式は、従来の B 方式に対して運用時のコストで 20%~50%の低減が期待される。しかし、運用時の準備時間は、講義間の休み時間に準備が完了する 10 分程度が望ましいが、C方式で 15 分と推定され、機材セットを使用するなど改善の余地がある。また、定期的なメンテナンスをリモートで実施することなどによるトラブル時のコスト低減の効果については実際の運用で確認したい。

C 方式は、2013 年 10 月から技大の講義保障で使用を開始した。今後、実際の運用の中で、コストの低減効果などを確認する予定である。

最後に、システムの改良と遠隔文字通訳の実施に大きく貢献いただいている在宅入力者の皆様と、遠隔情報保障の実施にあたり教室側で機材の準備・運用・撤収等を行っている技術スタッフに深く感謝の意を示して謝辞にかえる。

6. 参考文献

- [1] 三好, 河野, 西岡, 白澤, 皆川, 長南, 加藤, 村上, 内藤, 黒木, 石原, 小林:遠隔地リアルタイム字幕提示システム等情報保障手段による支援とそのシステム開発; 筑波技術大学テクノレポート, Vol. 14(2007).
- [2] 河野, 三好, 磯田, 蓮池, 白澤:モバイル型遠隔情報保障システムの見学場面における評価; 電子情報通信学会技術研究報告, WIT, 福祉情報工学, 110(164), pp. 65-68, (2010)
- [3] 塩野目, 河野, 黒木, 西岡, 若月, 加藤, 皆川, 村上, 三好, 白澤, 石原, 内藤:遠隔情報保障システムの運用コストに関する一考察, 筑波技術大学テクノレポート, 16(00), pp. 1-6(2009)
- [4] Skype;<http://www.skype.com/ja/>
- [5] IPTalk;<http://www.nck.or.jp/iptalk.html>
- [6] 加藤, 河野, 内藤他:会話場面での遠隔手話通訳システムにおける視覚情報に関する評価; ヒューマンイ

ンタフェース学会論文誌, Vol. 7, No. 3, pp. 369-377
(2005).

- [7] 村田, 木村, 栗田:VPN を用いた動画像ストリーミング配信による遠隔パソコン要約筆記;電子情報通信学会論文誌(D), Vol. J90-D, No. 3, pp. 649-661 (2007)
- [8] 栗田:パソコン要約筆記における連係入力方法の分析と Q 方式の提案;画像電子学会第 40 回年次大会予稿集,
<http://www.nck.or.jp/shiryou/120707Q-method.pdf>
(2012)
- [9] 日本聴覚障害学生高等教育支援ネットワーク:パソコンノートテイク導入支援ガイド「やってみよう!パソコンノートテイク」;
<http://www.tsukuba-tech.ac.jp/ce/xoops/modules/tinyd1/index.php?id=109&mid=208>(2007)