

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 15 日現在

機関番号：12103

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700885

研究課題名(和文)聴覚障害者支援のための無線ネットワークを用いたパーソナル遠隔情報保障に関する研究

研究課題名(英文)A Study on Personal Remote Communication Support Using Wireless Network for Deaf and Hard of Hearing

研究代表者

若月 大輔(WAKATSUKI, Daisuke)

筑波技術大学・産業技術学部・准教授

研究者番号：50361887

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では聴覚障害者のためのパーソナル遠隔情報保障のシステム実現を目的として、音声や映像の切断が手話の読み取りに与える影響と、ウェブベースの遠隔情報保障によるネットワーク確保と運用コストの改善について検討を行った。その結果として、断続的な切断が発生する手話通訳映像の内容を把握する上で要求される特性を明らかにした。また、ウェブベースの文字通訳システムの構築、実験を通して、従来のネットワーク確保と運用コストの課題を解決できることを示した。

研究成果の概要(英文)：In order to construct the personal remote communication support system for a deaf or hard of hearing person, we studied effects of intermittent interruption on the intelligibility of a sign language video, and tried to improve the network access trouble and operation cost by using web based system. As a result, we clarified the characteristics required for understanding the content of a sign language video including intermittent interruption. Moreover, our prototype web based system for text-to-speech interpretation improved problems of network access trouble and operation cost.

研究分野：教育工学、福祉工学

キーワード：遠隔情報保障 聴覚障害者 無線ネットワーク 文字通訳 手話通訳

## 1. 研究開始当初の背景

聴覚障害者の高等教育就学や、社会参加、生活自立を支援するために、遠隔からネットワークを介して手話通訳や文字通訳を提供する遠隔情報保障システムの開発と、その関連研究を行ってきた。特に、専門的な高等教育現場の情報保障に焦点を当て、授業の資料や専門用語を通訳映像に合成する方法、通訳者に効率よく現場の情報を伝える方法および情報保障の臨場感を高める方法について研究を重ね、高等教育現場の情報保障のクオリティ向上を目指して成果を上げてきた。

一方で遠隔情報保障システムによる実践的な支援を通して、次のような実用面での課題が明らかになってきた。1 つ目は、様々な現場のネットワークへの対応である。テレビ会議システムを用いた映像と音声の送受信は安定かつ広帯域な通信が要求されるが、ネットワーク構成やセキュリティなどの事情から要件に満たない現場もある。また、見学などの移動をとともう現場でのニーズもあるが、有線を前提とした現システムでは対応が難しい。2 つ目は、システム構築と運用にかかるコストである。テレビ会議システムや映像合成機器などの高価な機材が通訳スタジオと現場の双方に必要である。現場への機材発送、展開や設定などの準備、運用には専門知識をもったスタッフの介在が不可欠でありその負担も大きい。

全国聴覚障害者情報提供施設協議会などの聴覚障害者をサポートする団体や、聴覚障害をもつ学生が在籍する大学から、遠隔情報保障を講演や授業に導入する方法等について照会があるが、先に述べた2つの課題が直接的な原因となり、有用性は認められているものの普及が進んでいないのが現状である。これらの課題を解決し、利便性の高い遠隔情報保障についての検討を重ねることは、より幅広いフィールド、および様々な場面で聴覚障害者をサポートできることにつながり、社会参加や生活自立を支援する上で非常に重要である。

## 2. 研究の目的

従来の遠隔情報保障システムにおける、様々な現場のネットワークへの対応およびシステム構築・運用にかかるコストに関する課題を解決するために、無線 WAN、LAN などの無線ネットワークを用いた遠隔情報保障について検討する。これらのネットワークを用いることで、現場のネットワークの有無に関係なく遠隔情報保障が提供可能となり、対象が移動する場合でも対応することができる。また、聴覚障害者と通訳者が所有するノート PC やスマートフォンなどのモバイル端末から、自ら遠隔情報保障を容易に提供、利用できる環境を整備することによって準備や運用にかかる手間を減らすことができる。本研究ではこのような情報保障の形態をパーソナル遠隔情報保障と呼び、システム実現

に向けた技術面および実用面における課題を明らかにし、その解決を目的とする。

広範囲で利用可能な無線 WAN (携帯電話網) と、無線 MAN (WiMAX 等) を活用した遠隔情報保障について検討するが、これらの無線ネットワークは一般的に有線よりも通信帯域が狭く、かつ不安定であるため、情報保障の提供に影響を与える可能性がある。音声や映像の切断が、情報保障を利用する聴覚障害者に与える影響について調査し、最適な伝送方法を検討する。

より手軽に遠隔情報保障を受けることができる環境を構築するには、システム利用のために専用機材を使用せず専門的な知識も必要としないことが望ましい。先に述べた検討結果を考慮した上で、聴覚障害者と通訳者が自らモバイル端末でアクセスして遠隔情報保障を提供、利用することができるウェブシステムを構築する。聴覚障害者が受講する大学講義などの現場に本システムを利用し、従来のシステムと比較して運用しやすさ、利用しやすさについて評価実験を行い、有効性や課題を明らかにする。

## 3. 研究の方法

### (1) 映像切断の影響

#### ① 実験の概要

切断時間と切断間隔が異なる手話映像を被験者に提示して、手話の読みやすさ、内容の理解などに関する主観評価アンケートと、読み取れた内容を確認するための内容確認テストを実施した。刺激映像は 2012 年 9 月 22 日～11 月 24 日に放送された NHK 週間手話ニュースとし、特定の 1 名の女性手話キャスターの手話を対象とした。

#### ② 映像の切断時間と切断間隔

テレビ会議システムなどのリアルタイムで映像を送信する方法では、一時的なネットワークの切断時に映像が暗転することなく停止され、その間の映像は損なわれる。そして、再接続時に受信した映像より表示を再開する。図 1 に示すように、映像が損なわれる切断が発声している時間を切断時間、切断が発声する間隔を切断間隔と呼ぶ。刺激映像に対して任意の切断時間と切断間隔を与えて再生できるソフトウェアを開発し、実験に使用した。

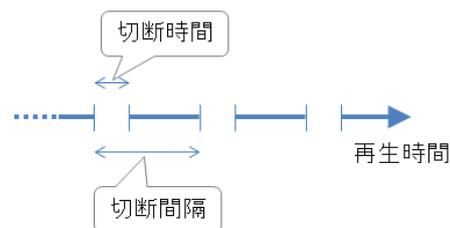


図 1：切断時間と切断間隔

対象とした手話キャスターの手話表出時間を考慮して、切断時間を 250ms、750ms、1250ms の 3 条件 (d1、d2、d3)、切断間隔を

4500ms、9000ms、13500ms の 3 条件 (i1、i2、i3) として評価実験を行った。

1 名の被験者に対して提示する条件は、停止時間 d1~d3 と停止間隔 i1~i3 を組み合わせた 9 種類とし、9 種類の刺激映像 (各 1 分間程度) と組み合わせた。

### ③実験方法

被験者の聴覚障害がある 22~23 歳の大学生 9 名 (男性 6 名、女性 3 名) に対して、9 種類の条件で刺激映像を提示し、各映像を見た後に、主観評価アンケートと内容確認テストに回答してもらった。

主観評価アンケートは、

- (q1) 手話を読める
- (q2) 内容を理解できる
- (q3) 映像の切断を許容できる
- (q4) ストレスがたまる

の 4 つの設問とし、それぞれ 5 段階 (両端を「そう思う」、「そう思わない」、中央を「どちらとも言えない」) で回答してもらった。

内容確認テストは、刺激映像に出てきた時事情報や事件の説明、発生理由、団体名、日時や数などについて 4 択で回答する問題を 4 問出題して回答してもらった。1 問 1 点の 4 点満点で評価した。また、同時に自分の回答が正しいかどうか自信の有無について回答してもらった。自信ありを 1 点、なしを 0 点として成績と同様に 4 点満点で評価した。

主観評価アンケートの結果を第 4 節の (1)

①、内容確認テストの評価結果を (1) ② で述べ、(1) ③ で成果をまとめる。

### (2) ウェブベース遠隔情報保障

#### ①システムの概要

誰もが手軽に情報保障を実施、利用できるようにウェブブラウザでサーバにアクセスするだけで利用可能なシステムの構築を検討した。聴覚障害者に対する代表的な情報保障には手話通訳と文字通訳があるが、本研究では遠隔から文字通訳を実施、利用できるウェブシステム (captiOnline) を試作し、評価実験を行った。

captiOnline は様々な情報端末や OS で利用できるようにリッチインターネットアプリケーション構築用のプラグインを一切利用せず、HTML5 と JavaScript のみで実装した。サーバとブラウザ間の通信は HTTP と WebSocket を利用し、サーバを介して文字通訳用の文の入力、他の文字通訳者との連係入力、文字通訳結果の閲覧ができる。図 2 に文字通訳者が文字を入力する入力ページ、図 3 に文字通訳利用者が入力された文を閲覧する閲覧ページを示す。これらのページの機能は熟練した文字通訳者の意見と、その通訳者が普段利用しているソフトウェアを参考にして実装した。いずれのページもウェブブラウザでサーバにアクセスするだけで利用することが可能である。通訳現場の音声を接続している通訳者に配信する機能を持ち、通訳者が同じ現場にいらなくても遠隔から連係入

力を行いながら文字通訳の文を表出することができる。



図 2 : captiOnline の入力ページ

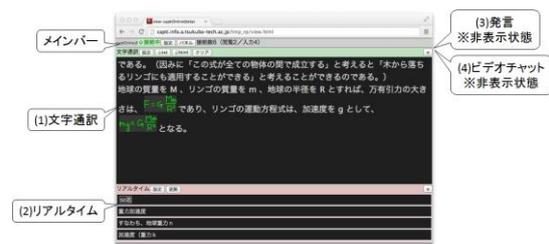


図 3 : captiOnline の閲覧ページ

### ②実験の概要

聴覚障害のある学生が学ぶ筑波技術大学の講義を対象にして、captiOnline を用いて文字通訳を実施する実験を行った。講義室で文字通訳を表出する PC を無線 MAN (WiMAX) で接続し、閲覧ページを開いてプロジェクトで聴覚障害学生に提示した。文字通訳者は自宅のネットワークを利用してサーバに接続して、入力ページより連係入力で文字通訳を行った。音声と映像については、captiOnline の機能を利用して通訳者に配信した。各回の授業終了後に文字通訳者とその利用者に対してアンケートを実施し評価してもらった。

### ③実験方法

利用者の筑波技術大学で学ぶ 2 年~3 年の聴覚障害のある大学生が受講している授業に対して、captiOnline を用いた文字通訳を実施し、講義終了後に文字通訳者と利用者に対してアンケートを実施した。文字通訳者には、

- (c1) 通訳開始までの準備しやすさ
- (c2) 音声の聴きやすさ
- (c3) 映像の見やすさ
- (c4) 文字入力しやすさ
- (c5) 連係入力のしやすさ
- (c6) 他の通訳者のフォローしやすさ

利用者には、

- (u1) 文字通訳の利用しやすさ、
- (u2) 入力途中の文の有用性
- (u3) 表示遅延が気になるか

について 5 段階 (c1 の例では、両端を「準備しやすい (5 ポイント)」、「準備しにくい (1 ポイント)」、中央を「どちらとも言えない (3 ポイント)」) で回答してもらった。

文字通訳者の評価結果を第 4 節の (2) ①、利用者の評価結果を (2) ② で述べ、(2) ③ で成

果をまとめる。

#### 4. 研究成果

##### (1) 映像切断が与える影響の研究成果

###### ①主観評価アンケートの結果

手話映像の読み取りについては、切断間隔の変化について切断間隔が一番短い 4500ms で想定される 1 文で 2 回程度の切断が発生しても手話の読み取りに影響がないことがわかった。一方、切断時間の変化について 750ms と 1250ms の間に差がみられた。刺激映像の 1 手話単語の平均表出時間は 620ms であったが、1 単語より多くの単語が連続的に損なわれる場合に読みにくく感じるようになった。

手話映像の内容の理解については、切断時間と切断間隔の交互作用効果があり差を確認できなかった。今後、被験者の手話歴や聴力などの特性、手話表現や内容との相性を考慮した実験を設計、実施することによって、原因を明らかにできるのではないかと考える。

映像切断の許容については、切断間隔は実験条件の範囲では影響しないことがわかった。一方、切断時間については 250ms、750ms、1250ms のいずれの間にも差があり、切断時間が短くなるほど許容できることが明らかになった。手話映像の読み取りやすさでは 250ms と 750ms の間に差はなかったことにより、1 単語が欠損することは許容しにくい、読み取りには影響が少ないことが示唆された。

ストレスの評価については、手話の読み取りや映像切断の許容と同様に差がなかった。しかし、切断時間については 750ms と 1250ms の間でストレスが大きくなることがわかった。手話の読み取りやすさと同様に 1 単語より多く損なわれるかどうかに影響されるものと考えられる。

###### ②内容確認テストの結果

内容確認テストの成績について、各条件の平均点は 2 点強であり、切断時間および切断間隔を変化させても変化がなかった。被験者の自由記述から、内容確認テストは 4 択問題であったため、切断が多い刺激映像から得られた断片的な情報でも、問題文から類推して回答を導きだせたことがうかがえた。

回答の自信については、すべての条件で 2 点未満であった。切断間隔についてはスコアに差はなかったが、切断時間については 250ms と 750ms に対して、1250ms のスコアが低いことが明らかになった。主観評価アンケート結果の手話の読み取りおよびストレスについても同様に 750ms と 1250ms との間に差があり、内容確認テストの回答の自信についても同様の結果が得られた。

###### ③映像切断の影響調査の成果

本実験を通して、手話映像の切断間隔は、主観評価ならびに内容確認テストの定量評価について影響がないことがわかった。一方、切断時間については 750ms と 1250ms の間で、

手話の読みやすさ、ストレスならびに内容確認テストの回答に対する自信について差が見られた。切断時間は 750ms 以下、つまり手話表現のうち 1 単語以上損なわれないようにすることが重要であることが明らかになった。今後、手話映像を伝送するシステムを構築するためには、切断間隔よりも切断時間をより小さくできる手法が有効であることがわかった。

##### (2) ウェブベース遠隔情報保障の研究成果

###### ①文字通訳者の評価結果

図 4 に文字通訳者の評価結果を示す。棒グラフが平均値、エラーバーが標準偏差を表す。準備のしやすさ(c1)については平均値が 4.8 ポイントであり、かなり良好であることが明らかになった。ウェブブラウザでサーバにアクセスするだけで直ちに遠隔文字通訳を開始できることが高評価につながった。

音声と映像の配信について(c2)(c3)は文字通訳者によって評価がわかれたため標準偏差が大きい。通訳者のネットワーク環境によって、散発的に通信状況が悪化し音声や映像の途切が発生したためである。

文字通訳の実施に関する評価(c4)(c5)については、いずれも 4 ポイント以上であり良好な評価が得られた。一方で文字通訳者間のフォローしやすさ(c6)については 4 ポイント弱であった。普段の現場の文字通訳では、文字通訳者らは他の通訳者の様子を直接把握し、必要に応じて声掛け、筆談およびジェスチャを交えながら連携している。しかし、遠隔文字通訳ではこれらの直接的なコミュニケーションが難しく、互いの入力へのフォローに影響を与えることがわかった。

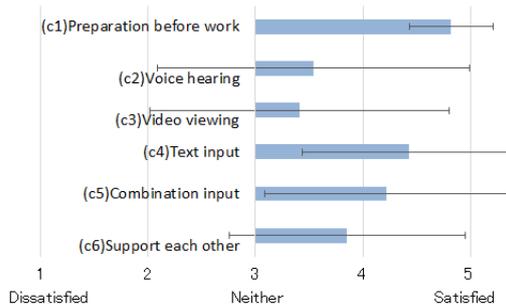


図 4：文字通訳者の評価結果

###### ②利用者の評価結果

図 5 に利用者の評価結果を示す。文字通訳の有用性(u1)については、平均値が約 3.8 ポイントであり概ね良好な結果であった。低評価だった利用者の理由としては、図や数式の表出に関するもので、従来の手法でも課題となっている理由であった。文字通訳者が入力している途中の文を表示する captiOnline の独自機能については約 3.7 ポイントであった。通常文字通訳では発話内容が表出されるまで 3~5 秒程度の時間を要するが、入力途中とはいえ教員が現在話している内容がす

ぐに表示されるのは内容把握に役立つとの意見があった。

文字通訳文の表示遅延については約 4.2 ポイントであり、captiOnline で遠隔文字通訳を行うからといって特に遅延を感じることはなく、普段の現場の文字通訳と同等であることがわかった。

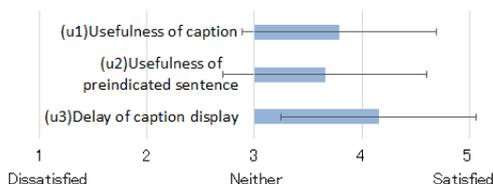


図 5: 利用者の評価結果

### ③ ウェブベース遠隔情報保障の成果

captiOnline におけるすべての通信はウェブプロトコルのみで行われるため、ウェブページを閲覧できる環境であれば利用可能であることがわかった。つまり、従来の遠隔情報保障で課題となっていたネットワークの確保のハードルをかなり下げることができた。音声や映像の通信の安定性に関する課題は残されているが、文字通訳者と利用者が使用するネットワークに制限されず必要な時に遠隔から文字通訳を可能とする基盤を築くことができた。

クライアントは HTML5 と JavaScript のみで実装したので、様々な端末のウェブブラウザで動作する。つまり、文字通訳者や利用者はウェブページを閲覧できる程度の知識があれば容易に文字通訳の実施、利用が可能になる。専門的な知識を持った第三者のサポート、他の機材やソフトウェアの導入が不要になるため、システム構築や運用にかかるコストを大幅に抑えることが可能になった。

### (3) まとめ

本研究では聴覚障害者のためのパーソナル遠隔情報保障のシステム実現を目的として、音声や映像の切断が手話の読み取りに与える影響と、ウェブベースの遠隔情報保障によるネットワーク確保と運用コストの改善について検討を行った。その結果として、断続的な切断が発生する手話通訳映像の内容を把握する上で要求される特性を明らかにした。また、ウェブベースの文字通訳システムの試作、実験を通して、従来のネットワーク確保と運用コストの課題を解決できることを示した。

今後は、captiOnline を利用してもらっている文字通訳団体と連携してシステムの改善を重ね、より多くの現場で利用してもらえよう普及を進める予定である。また、本研究開始当初に目的としていた遠隔手話通訳システムの構築と評価まで進めることができなかった。本研究で得られた成果をもとに、手話映像切断が与える影響を考慮したウェブベース遠隔手話通訳システムについて研

究を進めていく予定である。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4 件)

- ① 若月大輔、加藤伸子、塩野目剛亮、河野純大、西岡知之、内藤一郎、聴覚障害者のためのウェブベース遠隔文字通訳システム captiOnline の開発、電子情報通信学会 HCG シンポジウム 2014 論文集、査読無、2014、517-522
- ② 若月大輔、加藤伸子、塩野目剛亮、河野純大、西岡知之、内藤一郎、聴覚障害者のためのウェブベース遠隔文字通訳システムの開発、電子情報通信学会技術報告 (福祉情報工学)、査読無、114 巻、217 号、2014、69-74
- ③ 若月大輔、加藤伸子、村上裕史、皆川洋喜、西岡知之、河野純大、内藤一郎、三好茂樹、石原保志、断続的な停止をとまなう手話映像の内容理解に関する評価、電子情報通信学会 HCG シンポジウム 2013 論文集、査読無、2013、445-449
- ④ 若月大輔、加藤伸子、村上裕史、皆川洋喜、西岡知之、河野純大、内藤一郎、三好茂樹、石原保志、手話映像の切断が読み取りに与える影響の評価、筑波技術大学テクノレポート、査読無、21 巻、1 号、2013、19-25

[学会発表] (計 2 件)

- ① 若月大輔、ウェブベース遠隔文字通訳システム「captiOnline」、第 10 回日本聴覚障害学生高等教育支援シンポジウム・聴覚障害学生支援に関する機器展示、2014. 11. 9、つくば国際会議場 (茨城県つくば市)
- ② 若月大輔、ウェブブラウザによるオンライン文字通訳システム「captiOnline」、第 9 回日本聴覚障害学生高等教育支援シンポジウム・聴覚障害学生支援に関する機器展示、2013. 12. 8、群馬大学荒牧キャンパス (群馬県前橋市)

[その他]

ホームページ等

- ① ウェブを活用した聴覚障害者のための情報保障実験サイト、<http://capti.info.a.tsukuba-tech.ac.jp/>
- ② 手話映像の切断が読み取りに与える影響の評価、筑波技術大学機関リポジトリ、<http://www.tsukuba-tech.ac.jp/repo/dspace/handle/10460/1188>

### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

若月 大輔 (WAKATSUKI, Daisuke)

筑波技術大学・産業技術学部・准教授  
研究者番号：50361887