

論文要旨

聴覚障害学生に対する授業では、聴覚の代行として主に視覚による支援が行われている。通常の講義では、教示内容をまとめた資料などを提示しながら、手話、口話、板書、書画カメラなどの視覚情報によって説明する手法が一般的である。近年では、エリアワンセグを用いて字幕を付与した映像を聴覚障害学生の手元に伝送するシステムや、PC同時通訳によって音声情報を文字情報に変換してタブレットPCやスマートフォンに伝送するシステムなど、多様な手法が存在する。実技演習においても、様々な手法が開発され、運用されてきた。教員は教科書などの読ませる教材を基本に、操作内容を字幕や脚注で付与したビデオ教材、各種のマルチメディア教材やプレゼンテーション資料、eラーニングシステム上で提供される各種コンテンツなどを組み合わせ、教示内容を伝達している。

これらの手法に共通して用いられる手法は文字による字幕表示である。手話を十分に使えない教員であっても、講義の場合には、文字情報を主体としたこれらの手法を活用することで、聴覚障害学生に対し、教示内容を漏れなく伝達できる。また、その効果も多方面から検証されている。

しかし、聴覚障害学生に対する実技演習時には講義の場合とは異なった問題が生じている。それは実演内容を画面で示しながら、同時に音声による補足的な説明を加えることが困難なことである。健聴学生を対象とした実技演習では、教員の実演を見せながら、同時に実演を補助する説明を音声によって同時に提供することが可能である。健聴学生は教員の実演から視線を逸らすことなく、音声による補助説明を教員の実演と同時に受け取ることができる。一方、聴覚障害学生は、教員の実演を見ながら、補助説明を音声によって同時に受け取ることが困難である。このため、聴覚障害学生に対する実技演習では、健聴学生に対して音声で提供している情報を、文字を中心とした視覚的な情報に置き換えて伝達する。音声を視覚的な情報に置き換える際には、必ず一定のタイムラグが存在する。また、空間的にも補助説明は実演と離れた位置に表示される。このために教員による実演と音声以外の手段での補助説明との間には、時間的、空間的な隔たりが生じる。このような特性から、聴覚障害学生への実技演習では、実演と説明のために、健聴学生に対する授業よりも、同じ授業内容であっても多くの時間を要する。また、実演と補助説明とが同期して提供されないため、学生の情報取得のための負荷も増し、理解の妨げとなっている。

聴覚障害学生へのデザインに関する実技演習の教示経験を通じ、これらの問題点が分かってきた。本論文ではこれらの問題を解決するため、聴覚障害学生向け実技演習時に用いるための教示支援ソフトウェアやシステム、デバイスを開発し、それぞれ効果を検証した。

第1章では、聴覚障害学生への実技演習時の情報保障や、問題点について述べる。

第2章では、聴覚障害学生向け実技演習における、教員の実演と補助説明との隔たりを解消することで、学生の精神的負荷を軽減し、理解力を向上させることができると予測し、新たな手法の開発と検証を行った。近年のデザインの实技演習は、PC上のグラフィックスソフトウェアを用いた授業が主体であることから、筆者が担当している授業において使用している代表的なソフトウェアに関する教示支援手法に限定して着手した。

はじめに、ソフトウェアと文字チャットソフトを同時に使う手法を検討した。授業内容をテキストデータによるログとして全て残せるため、見直しや反復ができるなど、一定の効果があつたものの、実演と説明との空間的、時間的な隔たりを解消できず、実技を教示する教員をリアルタイムに支援するには不十分であると判断した。しかし、チャットソフトを試行することで、聴覚障害学生当事者の意見として、実演と補助説明の時間的、空間的な隔たりが理解の妨げになっていることを確認することができた。

次に、教員の実演と補助説明とを同期させる手法を検討した。調査の結果、音声同時通訳など、字幕を表示するシステムやソフトウェアは多数存在したが、いずれも画面の一定の領域を占有し、また、画面内で実演の近くに字幕を表示することができるソフトウェアは存在しなかった。そこでPC上のソフトウェアの教示時に使用する目的で、教員の実演と補助説明とを同期させる支援ソフトウェアを開発した。支援ソフトウェアは、はじめに字幕表示に限定し、以下の二つの要件を元に開発した。

- 1) マウスポインタに追従するテキスト領域を設定し、補助説明を表示する機能
- 2) テキストデータで準備した補助説明を読み込んで順次提示する機能

開発後、支援ソフトウェアをSZKIT (SynchroniZed Key points Indication Tool) と名付け、筆者の担当する聴覚障害学生向け実技演習に導入した。導入の結果、グラフィックスソフトウェアの教示時には、「マウスクリック」「マウスドラッグ」「Shiftキー」「Ctrlキー」「Altキー」の操作が多く、補助説明のテキストにこれらの単語が頻出していることが分かった。これらを効果的に表示することができれば演習の質の向上に繋がると推測し、その方法を検証することとした。

はじめにマウスやキーの状態を表示する既存のソフトウェアやプレゼンテーション支援用のソフトウェアを調査した。しかしそれらは固定ウィンドウ内に文字で状態を提示するもの、あるいはマウスポインタと重なった位置に丸印を表示するなどであり、直感的ではなく、操作内容を提示する用途には適していない。そこで、字幕表示システムとして開発したSZKITに対し、マウスボタンの左右、Shift、Ctrl、Altの押し下げ状態をインジケータとして表示する機能を追加した。この改良により、補助説明を読まなくても、教員の実演内容を視覚的に把握できるようになった。続けてSZKITを用いた場合と、用いなかった場合とを模擬授業において比較検証し、定量的にSZKITの有効性を示した。

改良後のSZKITを筆者の担当する聴覚障害学生向け実技演習に導入した。SZKITは実技演習時の教員をリアルタイム支援するシステムとして開発したが、教示内容を動画キャプチャすることで、字幕付き動画教材作成に活用できた。筆者の担当する実技演習において、授業開始時にSZKITを用いて教示内容を実演し、その後、実演内容をキャプチャした動画を併用するなどの方法を確立した。SZKITを導入する以前と比べ、学生の理解力は向上し、個別指導時の学生一人あたりの拘束時間は減少した。その結果、限られた時間の中で、より多くの学生に対応できるようになった。SZKITの導入によりPC上で展開される実技演習において、聴覚から得られる情報を視覚的な情報に置き換え、教示する内容との遅延を解消できた。

第3章では、SZKITの開発と研究で得られた知見を絵画・彫刻・工芸などの実技教育に応用した。SZKITはPC上で展開される実技演習を対象としており、PC環境以外の実技教育に適用できない。芸術・工芸・デザインの教育において、PCやソフトウェアを用いた造形技術習得の機会が増す一方、画具や工具を用い、様々な素材に直接手で触れる芸術実技演習は依然として重要であり、多数のカリキュラムが存在している。そこで、短焦点プロジェクター、ポインティングペンデバイス、フットスイッチ、USBカメラをPCに接続

し、SZKITを用いて机上に教員の実演と同期した字幕を表示するシステムを開発した。開発したシステムをSZTAP (Synchronized Tabletop Projection System) と名付け、授業に導入した。ドローイングに関する授業、人物イラストに関する授業のそれぞれに導入し、聴覚障害学生から良好な評価を得た。

第4章では、SZKITやSZTAPを授業に導入し、活用する中で発見した新たな問題について述べる。SZKITやSZTAPは学生の理解力の向上に効果があったが、一部の学生はこれらの視覚を中心とした情報保障を駆使しても依然として理解に時間を要していた。原因を明らかにするため、SZKITによる字幕付き教材を用いた自習時の学生の行動を調査した。調査の結果、原因として、長い文章の字幕と実演内容とが同じ画面上に同時に表示されるような視覚情報過多による見落としや認識の遅れが推測された。そこで、情報保障を視覚以外の伝達手段に分散することで、視覚に集中している負荷が軽減され、理解の向上が図れるのではないかと推測した。

第5章では、第4章で得られた知見を元に、視覚情報によって伝達されている一部の情報を、感覚代行により伝達するシステムを開発し、検証した。開発した伝達システムは聴覚障害学生を対象とすることから振動等触覚情報により伝わるものとした。具体的には、左クリック右クリック、左ドラッグ右ドラッグの指示を振動による触刺激によって伝達するシステムを開発した。開発したシステムをSZCAT (SynchroniZed Click Action Transmitter) と名付け、有効性を検証した。伝達システムの有効性を検証する第一段階として、提示情報への気づきの誘発、触覚伝達手段による精神的負荷の低減効果を検証した。検証の結果、触覚を用いた方法論の有効性を示すことができた。

第6章では、SZCATを改良し、キーボード操作とマウス操作のタイミングを触覚によって伝達するシステムを開発し、検証した。実技演習においては、マウス左右の押し下げ状態以外にも、キーボードとのコンビネーションを用いるなど、マウスとキーボードの操作タイミングの習得が重要となる場面が多い。そこで、マウス左右の押し下げ状態を伝達するシステムとして開発したSZCATを改良し、マウスとキーボード双方の操作タイミングを伝達できるシステムを開発した。開発したシステムをSZFOX (SynchroniZed Focused Operation eXaggerator) と名付け、有効性を検証した。検証ではSZKIT単独で用いた場合と、SZKITにSZFOXを併用した場合とを比較した。検証の結果、SZFOXを併用した場合には、SZKIT単独で用いた場合に比べて視線移動量を著しく減少させるなどの効果が認められた。一方で、振動の残効によって、SZKIT単独で用いた場合に比べ、SZFOXを併用した場合に、誤認識が多発する場面があることが分かった。SZCAT及びSZFOXの開発、検証によって、視線移動量を減少させる効果など、視覚に集中している負荷を軽減させる効果を得ることができた。一方で触覚による伝達は、視覚による伝達に比べ、不正確に認識される場合もあるなど、問題点も明らかとなった。そこで、視覚情報過多による見落としや認識の遅れを解消するには、視覚以外の伝達手段に分散させるのではなく、視覚を用いつつ、負荷を軽減する別の方法を検討した。

第7章では、SZKITを改良し、教員の実演履歴を一定時間提示する手法を開発し、有効性を検証した。グラフィックスソフトウェア上に実演履歴を残す場合、画面が履歴情報で溢れ、本来のソフトウェアの教示の妨げになることから、実演履歴を教員の実演に同期してタイムラグ無く提示しつつ、一定時間後に順次消える手法を開発した。

開発したシステムをSZKISS (SynchloniZed Key points Indicator with Scrolling Sign) と名付け、有効性を検

証した。検証ではSZKITを用いた場合と、SZKISSを用いた場合とを比較した。検証の結果、SZKISSを用いた場合には、SZKITを用いた場合に比べ、誤認識を減少させる効果を証明できた。質問紙調査の結果から、実演履歴が一定時間残ることによる精神的負荷の低減効果も認められた。

第8章では本論文で得られた結論と今後の課題について述べる。主な成果や結論として、以下が挙げられる。

1) 聴覚障害学生に対する実技演習時において、教員の実演と補助説明との空間的、時間的な隔たりを解消することで、授業理解度を向上させることができた。

2) 聴覚障害学生に対する実技演習時において、字幕を中心とした方法では、視覚情報過多による見落としや認識の遅れがあり、触刺激を用いることで、提示情報への気づきの誘発や視線移動量減少などの負荷軽減効果を得られた。

3) 2の成果が得られた一方、触刺激を用いた手法では、視覚による伝達に比べ、不正確に認識される場合があることが分かった。

4) 視覚情報過多による見落としや認識の遅れに対して、実演履歴を一定時間提示する手法を開発し、検証した結果、誤認識改善効果が得られた。また、精神的負荷の軽減効果が得られた。

今後の課題としては以下のことが考えられる。

本論文における触覚情報の効果は、提示情報の気づきの誘発、視線移動量減少などの負荷軽減効果に留まった。触覚情報による情報提示については、視覚情報による情報提示と比べて正確性が劣ると判断し、授業には最終的に開発したSZKISSのみを導入している。しかしながら、SZFOXの検証において、不正確に認識された原因は推定できている。この原因を取り除くことで、誤認識を減らすことができる可能性がある。本論文では触覚情報の効果検証は限定的であったため、今後の研究において引き続き触覚情報提示の可能性について追及していきたい。