

論文の内容の要旨

氏名：江口智弘

博士の専攻分野の名称：博士（工学）

論文題名：視覚特別支援学校における黒板文字情報獲得支援システムに関する研究

視覚特別支援学校の高等部は、先天障害と中途障害、弱視と全盲など障害の程度が異なる生徒が同じ教室で授業を受けている。また、21歳以下の生徒数は減少しているのに対して、22歳以上の生徒数はほとんど変化しておらず、特に中途障害者の31歳以上の割合は25%を超えている。このように高等部の生徒は、年齢層が幅広く、障害の種類が多様化しているため、これまでの支援機器と生徒とのインタフェースに問題が生じたり、これまでの支援機器では対応できない情報が存在したりする可能性が高い。そのことから、高等部では、同じ学校環境であっても個々の生徒に対する情報の質が異なることになり、情報獲得に関する特有の課題を生徒が抱えていると推測した。この課題が明らかになれば、それに対して何らかの工学的な技術を用いた支援を実現する可能性が高まる。

高等部には、高等学校に準じた本科と職業課程である理療科などの専攻科が設置されている。本科の卒業後の進路は、専攻科や高等教育機関への進学、または就職が比較的多い。理療分野の専攻科ではほとんどの修了者が、国家資格を取得し、開業や就職をしている。しかし、健常者の理療分野への進出と理療従事者の高等教育化の進行によって、従来のように安定して就ける職業とはいえなくなった。そのため、一般就労への拡大が必要であるが、企業側が採用に不安を抱えているという課題があり、その理由の1つが職場での情報獲得に関することであった。このように情報獲得の課題は、一般就労にも影響している。

そこで、本論文では、視覚特別支援学校の授業や学校生活における情報獲得に関する現状の課題を明らかにして、その課題に対する支援システムを構築し、その有効性の検証を目的としている。

第1に、視覚特別支援学校の授業や学校生活における情報獲得に関するアンケート調査を実施した。それによって、生徒が抱える課題を明らかにするとともに、その結果を用いて視覚特別支援学校の生徒に対して工学的な支援をおこなう必要性の高い情報を明らかにした。その情報を集約した特徴で表し一般化することで、同じ教室で受講している生徒の全盲や弱視など視覚障害の程度の違いを吸収して、支援する必要がある情報の属性とその方法を示した。

第2に、アンケートで明らかになった課題の1つに対して支援するシステムを構築した。全盲者と弱視者では獲得する情報の形態が異なるため、障害者の40%を占める身体障害者手帳認定基準3級以下の弱視者に対象を絞った。近年、タブレット型端末の視覚障害教育への活用が期待されている。本システムでは、視覚情報を即時に画像処理をして提示するため、タブレット型端末では性能が不足する。また、タブレット型端末は容易に画面を拡大したり、スライドしたりできるが、画面が比較的小さく一度に表示できる情報量が少ないため、対象物の探索や追跡が困難になることが推察される。そのため、本論文では、パーソナルコンピュータを中心としたシステムを構築した。

第3に、身体障害者手帳認定基準3級以下の視覚障害に合わせるために、視力を疑似的に低い状態にできる調整レンズを使用した健常者による弱視シミュレーションおよび弱視者によって主観評価および情報を読む速度による評価をおこない、本システムの支援機器としての有効性を検証した。

本論文は6章で構成される。以下にその概略を述べる。

第1章「序論」では、本研究の背景および目的について述べる。

第2章「視覚特別支援学校の授業や学校生活における情報獲得に関する実態調査」では、全国視覚特別支援学校高等部の教諭に対して、生徒の情報獲得に関して①教諭が工夫していること、②生徒の情報源および③生徒が困っていることの3点についてアンケート調査を実施し、その結果を考察した。

教諭が工夫していることでは、「見やすい大きさの文字にする」、「個別に対応する」などすべての質問項目に関して、ほとんどの教諭が実施していた。生徒の情報源として、80%以上の教諭が「教科書」、「教材」および「先生」を選択していた。生徒が困っていることについて、「インターネットが使いにくい」、「黒板が見にくい」などの項目では60%以上がそのように感じていた。さらに、カテゴリカル主成分分析をおこない、生徒の情報源および困っていることの特徴を3成分抽出して「困難性」、「信

頼性」および「個人性」と命名した。各成分の正方向とその対極をそれぞれ高困難性と低困難性、高信頼性と低信頼性、および個人性と集団性と称して各成分を座標軸に用いて座標系を構成した。「困難性」を「信頼性」と「個人性」の属性で表すために、各質問項目を成分ごとに得点化した成分負荷量をもとにグループ化して、その重心を座標系にプロットした。これによって、「困難性」に関する情報の属性を、教科書や配布資料などに代表される「高信頼性-個人性情報」、および黒板や視聴覚機器に代表される「低信頼性-集団性情報」で表した。さらに、視覚特別支援学校の学習において生徒に対する工学的支援の必要性の高い対象は、「高信頼性-個人性情報」および「低信頼性-集団性情報」のどちらか1つではなく、複数の情報であることを示した。これまでの支援は、状況に応じて専用の支援機器を切り替えて使用していたが、複数の情報へは、複数の機能もしくは複数の支援機器による同時支援を検討する必要を明らかにした。

第3章「黒板文字情報獲得支援システムの構築」では、実態調査で明らかになった課題の1つである黒板の文字情報の獲得に対する支援システムを構築し、その機能について述べた。

本論文では、困難性の高い「低信頼性-集団性情報」で、視覚障害教育でも用いられる黒板の情報獲得に着目した。従来の遠用補助具である単眼鏡は、文章を追跡することや対象を探すことが困難などの課題がある。単眼鏡の課題に対処するために、Webカメラ2台、パーソナルコンピュータおよび23インチモニターで構成した本システムは、①文字の拡大機能、②文字列の改行機能および③対象物の表示機能を実現した。横書きの文章が手書きされた黒板全体をWebカメラで撮影して、その画像を膨張処理によって1行分の文字列を連結して属性を求め、文字列ごとの選択処理を可能にした。さらに、各文字の輪郭を抽出して得られた属性から、モニターの画面に収まる範囲で文字列の画像を分離して重ね合わせることによって、一連の文字情報を改行して途切れずに表示することが可能となった。

一斉授業において本システムを使用することによって、生徒ごとの視覚障害の程度に合わせた黒板の文字情報を提供できるために、単眼鏡に片手をふさがれずに受講できる。また、汎用性の高いシステムであるために、タブレット型端末などへの適用や融合といった拡張性がある。

第4章「黒板文字情報獲得支援システムの主観評価による疲労感および有効性の検証」では、本システムの情報の獲得しやすさを観点とした有効性、および本システムの使用後の疲労感を、弱視シミュレーションおよび弱視者に対して、単眼鏡を使用した場合と比較して主観評価によって検証した。

被験者は、健常者15名および弱視者2名とした。単眼鏡または本システムを使用して、黒板に手書きされた文章を音読した後に質問紙によって主観評価をおこなった。日常で単眼鏡を使用していない健常者にとって有効性が示されれば、単眼鏡に不慣れた弱視者にとっても、本システムが有効である可能性が高くなる。

弱視シミュレーションでは単眼鏡および本システムを使用した際に、疲労感に関する影響はほとんど見られなかった。弱視者は、単眼鏡に関して「いらいらする」、「目がつかれる」などの影響が見られたが、本システムは単眼鏡より疲労感の影響が低かった。有効性に関する主観評価の結果は、弱視シミュレーションでは、使いやすさ、文章の探しやすさおよび集中しやすさに関して、本システムが単眼鏡よりも評価が高かった。弱視者では、全体的に単眼鏡より本システムの評価が高かった。

第5章「黒板文字情報獲得支援システムの音読速度による有効性の評価」では、弱視シミュレーションおよび弱視者によって、音読速度と正確性を単眼鏡と比較して本システムの有効性を検証した。

健常者30名および弱視者2名を被験者とした。被験者は、MNREAD-J読書チャートによって適切な文字サイズの場合に読める最大速度である最大読書速度を測定した。単眼鏡や本システムを使って黒板の手書き文章を音読し、誤って読んだ割合であるエラー率、および読む速度である音読速度を測定した。音読速度が最大読書速度と差がなければ、単眼鏡や本システムによって最大読書速度が得られたことになり、適切な支援ができたといえる。

その結果、弱視シミュレーションによるエラー率は、単眼鏡、本システムともに十分低く、文字を視認できていた。音読速度は、単眼鏡よりも本システムの場合が速く、有意差が見られた。また、最大読書速度の平均値と本システムの平均音読速度に有意差がなかったため、本システムを使用することによって文字情報の獲得を支援できたといえる。弱視者による音読速度の評価実験の結果、2名とも単眼鏡および本システムを使用したエラー率は0%であった。また、2名とも本システムを使用した場合が、単眼鏡より平均音読速度が速く、最大読書速度とほぼ等しかった。そのため、弱視者にとっても、本システムが黒板の文字情報を獲得することに有用である可能性が高いことが明らかになった。

第6章「結論」では、本論文を総括し、今後の展望についてまとめている。