

ユーザーニーズに基づいた拡大読書器の開発 「中途弱視者に配慮した拡大読書器の開発に関する研究」

2002年9月

日本障害者雇用促進協会
障害者職業総合センター

ユーザーニーズに基づいた拡大読書器の開発

「中途弱視者に配慮した拡大読書器の開発に関する研究」

2002年9月

日本障害者雇用促進協会
障害者職業総合センター

まえがき

障害者職業総合センターでは平成3年の設立以来、「障害者の雇用の促進等に関する法律」に基づき、わが国における職業リハビリテーションサービス機関の中核であるとともに、その職業リハビリテーション研究における先導機関としても、さまざまな研究業務に取り組んでいます。

その一環として、当センター適応環境研究部門では平成11年度から3年計画で「中途弱視者に配慮した拡大読書器の開発に関する研究」を実施しました。そこでは、視覚障害者の多くを占める弱視者、とりわけ重度弱視者の最も重要な支援機器である拡大読書器に焦点を合わせ、作業効率の向上や疲労軽減を重視した、省スペース型と携帯型の拡大読書器を試作しました。

これらの拡大読書器には、これまでになかったアイデアを盛り込んだつもりです。障害者のための支援技術(Assistive Technology)や視覚障害関連の研究者、視覚障害リハビリテーションや職業リハビリテーションの第一線の専門家、そして拡大読書器メーカーの参考となることを期待しています。そして、さらに弱視者の雇用の拡大・安定に役立てば望外の喜びであります。

2002年9月

日本障害者雇用促進協会
障害者職業総合センター
研究主幹 佐々木 恭造

執筆担当者

岡田伸一 障害者職業総合センター適応環境研究部門・主任研究員

謝 辞

本研究の実施にあたっては、以下の方々に開発検討会委員として本研究に参画いただき、多くの助言と協力をいただきました。ここに、お名前を記して、感謝の意を表する次第です。

青木成美（宮城教育大学）

大倉元宏（成蹊大学）

北林 裕（日本盲人職能開発センター）

久米祐一郎（東京工芸大学）

中村哲夫（九州看護福祉大学）

渡辺哲也（国立特殊教育総合研究所）

渡辺文治（神奈川県総合リハビリテーションセンター）

世田谷区立総合福祉センターの菊地智明氏には、試作器の試用評価にあたり、多大のご協力をいただきました。また、（株）ミカミには、試作器の製作にあたり、多大のご協力をいただきました。さらに（株）日立ケーイーシステムズの湯下和雄氏と平澤明彦氏には、パソコンを利用した拡大読書器の実用化のために、いわばボランティアとして多大のご尽力をいただきました。ここに、お名前を記して、感謝の意を表する次第です。

概 要

拡大読書器は弱視者の重要な就労支援機器で、わが国では平成5年から日常生活用具の支給対象となり、一層普及が進んでいる。この拡大読書器は、開発から既に四半世紀以上が経過し、技術的には確立した支援機器に見えるが、ユーザーには、なお多くの改良要望が存在する。筆者らが行ったユーザー調査によれば、「小型・軽量」に対する要望がもっとも強い。これは、さらにユーザーの声などを聴いてみると、「省スペース性」と「可搬性」に対する要望と考えられる。

そこで、このようなユーザーのニーズをふまえ、筆者らは、拡大読書器の一般的なタイプである据え置き型拡大読書器の省スペース化を図る「省スペース型」と、これまで見落とされがちであった職場や学校の中で自席から会議室や特別教室に移動が容易な「構内可搬型」の2種類の拡大読書器の試作を行った。その主目的は、職場や学校などで比較的長時間拡大読書器を使うユーザーのニーズに対応した拡大読書器のプロトタイプをメーカーや関係者に提示し、製品化を促すことにある。

省スペース型の最新試作器（第2次試作器）の特徴は、以下の通りである。

- フリーアームにモニター・カメラを搭載して省スペース化
- 15インチ液晶 PC モニター（TV 対応）
- フルカラー／白黒／白黒反転の3表示モード
- オートフォーカス・40倍ズーム
- モニターの高さと角度が調節可能
- キーボード操作等に配慮したカメラスライド機能
- 遠方の対象物を拡大表示する遠見機能
- 縦書き資料に対応したモニターの90度回転機能

一方、構内可搬型の最新試作器（第2次試作器）の特徴は以下の通りである。

- 5.6インチカラー液晶モニター
- フルカラー／白黒／白黒反転の3表示モード
- オートフォーカス・40倍ズームの標準カメラと遠近両用外部カメラ
- モニター位置を高く設定
- A4フルサイズ対応のX-Yテーブル
- AC電源
- 重さ約4.5Kg

以下に、既存の据え置き型とともに、省スペース型と構内可搬型の外観を示す。



既存の一般的な据え置き型
拡大読書器



試作省スペース型
拡大読書器



試作構内可搬型
拡大読書器

弱視者ユーザーによる、上記2種類の試作器の試用評価（主観評価）を行った。その結果は、省スペース型については、概ね良好な反応を得た。そして、ある拡大読書器メーカーが、アームに大型液晶モニターとカメラを取り付け省スペース化を図るというわれわれのアイデアを採用した製品を発売している。ただ、カメラ取り付け位置などについては、われわれのアイデアは生かされておらず、不満も残る。

他方、構内可搬型については、なお、モニターサイズやX-Yテーブルなど、改良すべき点がいくつか指摘されている。本研究の実施期間は終了しているため、限界はあるが、可能な限り、今後とも改良に努めたいと考えている。

さらに、本研究の当初計画にはなかったノートパソコン利用型の拡大読書器が、ある画像処理専門の技術者の協力により、実用段階となった。これは、ビデオカメラで撮影した画像をビデオキャプチャーによってパソコンに取り込み、ズーム機能や反転機能を備えた画像処理ソフトでパソコンモニターに拡大表示するものである。これによって使いやすい小型カメラの開発や、弱視者による試用評価が残されているが、弱視者の拡大読書器の用途（利用場面）である据え置き、構内可搬、携帯に対して、それぞれ新しい拡大読書器を開発したことになった。

そして、本研究の締めくくりとして、本研究から得られた知見に基づき、上記の用途に合わせて、構成要素（部品）を組み合わせて利用する拡大読書器モジュールを提案する。

目 次

まえがき

概要

はじめに 1

第1章 拡大読書器の概要

第1節 拡大読書器のタイプ 2

第2節 拡大読書器の構成要素 4

第3節 拡大読書器に対するユーザーの改良ニーズ 6

第4節 まとめ 7

第2章 省スペース型拡大読書器の試作

第1節 基本コンセプト 8

第2節 第1次試作 8

第3節 第1次試作器の試用評価 9

第4節 第2次試作 13

第5節 第2次試作器の試用評価 16

第6節 まとめ 18

第3章 構内可搬型拡大読書器の試作

第1節 基本コンセプト 19

第2節 第1次試作 20

第3節 第2次試作 21

第4節 試用評価 23

第5節 まとめ 29

第4章 提 案

第1節 ノートパソコン利用型拡大読書器 30

第2節 提案 33

終わりに 41

注 42

参考文献 42

資料 45

はじめに

拡大読書器は、1970年代初頭に、米国や日本で相次いで製品化され、弱視者の読み書きのツールとしての有用性から、現在先進国を中心に多くの国々で利用されている。わが国では、1993年（平成5年）に、拡大読書器は厚生省の日常生活用具に指定され、その普及に弾みがついた。

このように、拡大読書器は、開発から既に四半世紀以上が経過し、広く普及し、かつ技術的にも確立した支援機器にみえる。しかしながら、われわれが本研究に先立ち実施したユーザー調査によれば、現在使用中の拡大読書器に対して、弱視者ユーザーにはなおいろいろな改良要望が存在する。その中でも小型・軽量化に対する要望が強かった。

そこで、われわれは、このようなユーザーニーズに対応した省スペース型と構内可搬型の2種類の拡大読書器の開発を行った。その大きな目的は、職場や学校などで長時間拡大読書器を使わねばならない弱視者のニーズに対応した拡大読書器のプロトタイプをユーザーやメーカーをはじめ、多くの関係者に提示して、そのような拡大読書器への関心を高め、そして製品化に結びつけることにある。すなわち、ニーズとシーズとの橋渡しを行い、弱視者の雇用の促進や就労環境の改善に資することを第一義の目的としている。

第1章 拡大読書器の概要

第1節 拡大読書器のタイプ

拡大読書器は、ズーム機能付きのカメラで撮影した画像をモニターに拡大表示して、弱視者の読み書きを支援する装置である。欧米では、CCTV (closed circuit television) と呼ぶことが多い。拡大読書器には種々のタイプがあるが、ここでは、表 1-1 のように整理しておく。

まず、その用途（利用場所）により、拡大読書器は「据え置き型」（「デスクトップ型」と呼ばれることも多い）と「携帯型」の2つに大別されている。

拡大読書器の基本構成は、モニター、コントローラ、カメラ、そして資料を載せる X-Y テーブルからなる。次に、これら基本要素の配置の仕方に着目する。構成要素を縦に配置した拡大読書器が最も一般的なタイプである。この「縦配置」タイプでは、カメラはコントローラ部分に組み込まれている。さらにこのタイプには、各要素を完全に一つの筐体にまとめたモニター一体型（図 1-1）と、モニターを X-Y テーブルの上部に固定されたコントローラの上に載せるモニター分離型（図 1-2）がある。この他に、各要素が完全に分離しており、モニターがカメラの横に配置される「横配置」タイプ（図 1-3）がある。

携帯型は、上記の横配置タイプの一種として位置づけることもできる。携帯性を考慮して、手持ちカメラを利用する「ハンドスキャン」タイプ（図 1-4）である。このタイプでは、カメラを直接資料の上に置いて手でスキャンするので、X-Y テーブルは利用されない。

なお、長時間の読み書き作業には、より自然な作業姿勢がとれることから、横配置タイプより縦配置タイプが適している。

表 1-1 拡大読書器の分類

用途	構成要素の配置	モニター	特記事項
据え置き	縦配置	モニター一体型	モニターをはじめすべての構成要素が一つの筐体
		モニター分離型	モニター（家庭用カラーテレビ）をコントローラ部の上に載せる
	横配置	モニターを単体でデスクに置く	読み書きの姿勢がやや不自然
携帯	横配置	小型モニターを単体でデスクに置く	手持ちカメラ、X-Y テーブルなし



図 1-1 据え置き・縦配置・モニター一体型拡大読書器の例（テレセンサリー社製アラジン）



図 1-2 据え置き・縦配置・モニター分離型拡大読書器の例（ミカミ社製TOP-AF1）



図 1-3 据え置き・横配置・モニター分離型拡大読書器の例（ヒルカ・インターナショナル社製イージーアイ・ポケット）



図 1-4 携帯型拡大読書器の例（ナイツ社製 VS-5-TK）

第2節 拡大読書器の構成要素

ここでは、モニターをはじめとする拡大読書器の構成要素について説明する。

イ. モニター

一般には拡大読書器のモニターとして、高画質であり画面輝度が比較的高いことからCRT(cathode ray tube)ディスプレイが広く利用されている。カラー拡大読書器では、家庭用カラーテレビを利用する機種が多い。モニターサイズは、モニターを載せる台の強度の制約があり、14インチが最も多い。また一部の機種には、20インチ程度のモニターにも耐えられるものがある。特に大きい画面が必要な場合には、20インチや21インチのテレビモニターやテレビチューナー内蔵のパソコン用ディスプレイを利用している例も見られる。この場合は、モニターは本体の横に配置される。また、携帯することを考慮して、小型の液晶テレビを利用する例もある。最近ではパソコンとのモニター共用を考慮してPC用のモニターを使用する機種も開発されており、この場合にはカメラからのビデオ信号はアナログRGB信号に変換されてモニターへ出力されている。

拡大読書器の画面表示モードには、モノクロ表示（白黒表示）とカラー表示の2つがある。以前、カラー拡大読書器は高価であったが、近年、価格が低下し利用者も増加している。写真をはじめ、カラーの資料や教材を見るときにカラー表示が使われることが多い。

モノクロ表示については、白の背景に黒文字の白黒（通常）モードと、黒の背景に白文字の白黒反転モードがある。高いコントラストが必要な文字の読み書きには、モノクロ表示が適している。そのため、黒と白を強調する2値化回路を組み込んでいる機種も多い。なお、カラー拡大読書器にも、モノクロ表示モードが用意されている機種が多い。

携帯型拡大読書器のモニターとしては、現在のところ、小型TFT液晶テレビとヘッドマウンテッド・ディスプレイ(HMD)が考えられるが、モニターの大きさや見やすさの点から、現時点では液晶モニターの方が優れているように思われる。とくに「読み書きのツール」としての機能を重視する場合は、読み効率を考慮して比較的大きめのモニターが望ましい。そうなれば、やはり液晶モニターの方が適しているように思われる。

なお、小型CRTモニターは、以前は利用されたが、容積や重量の点から、現在では携帯型拡大読書器のモニターとしては不適であろう。

ロ. カメラ

据え置きタイプの拡大読書器については、CCD(charge coupled device)カメラが用いられている。カメラには、拡大表示のためのズームレンズが装着される。加えて、デジタルズームと組み合わせ、より高倍率の拡大が可能となっている。さらに、最近では、オートフォーカス機能を搭載する機種も増えつつある。

一方、携帯型拡大読書器のカメラについては、デジタルビデオカメラの小型化に伴い、カメラの小型化も進んでいる。しかし、ズーム機能やオートフォーカス機能を搭載した場合、まだ十分

に小型・軽量化が図られたとは言えない。ただ、ズーム機能やオートフォーカス機能を持たないカメラには、「親指カメラ」などと言われるような小型のものがある。その倍率調整は、被写体との距離で行う。例えば、被写体にカメラを近づければ倍率がアップするが、倍率調整幅は小さい。

ハ. コントローラー

コントローラー（制御部）は、以下のような機能を制御する。なお、上記の縦配置タイプでは、カメラがコントローラー部に組み込まれている。そして、コントローラー前面もしくは側面には、電源スイッチを含めそれらの機能を調節するためのスイッチ類が配置されている。

(1) ズーム

拡大読書器の拡大倍率は視対象（読み書きの対象）となる資料の大きさとモニター上に拡大された像の大きさの比で定義される。倍率は3～30倍程度の機種が多いが、中には50倍というものもある。倍率は、使用者の操作により、視対象の大きさに合わせて倍率の範囲内で任意に変更できる機種が多い。なお、言うまでもないことだが、表示文字の大きさは、モニターサイズに比例する。

(2) フォーカス

厚い本のように、表面が平坦ではない資料の場合は、被写界深度が小さいと、頻繁にフォーカス調節が必要になり、作業能率が低下する。したがって、拡大読書器に関しては、被写界深度が大きいことが重要なポイントである。最近ではオートフォーカス機能を採用して、この被写界深度の問題の解決を図っている機種も開発されている。

(3) 反転表示

白地に黒で文字を印刷した通常の文書を読む場合に、網膜色素変性症や、その他の羞明（眩しさのこと）の強い弱視者は、白地の反射を軽減できるため、白黒反転表示を好む。したがって、反転表示は、拡大読書器の必須機能といえよう¹⁾。

ニ. X-Y テーブル

拡大表示する資料を載せる台で、垂直・水平に移動する。その一般的な構造は、底板の左右に垂直方向の2本のレールを取り付け、その上に中板を載せる。この中板は底板のレールに沿って、垂直方向に移動する。さらにこの中板の上下に水平方向の2本のレールを取り付け、その上に資料を載せるテーブルを取り付ける。その結果、資料テーブルは水平方向にも垂直方向にも、自在に移動できるのである。

また、水平方向については、可動域を設定できる機種が多い。また、移動に対する摩擦を高め、テーブルを固定したり、その動きを調節できる機種もある。

X-Y テーブルは、資料のトラッキング（行たどり）や改行がスムーズかつ迅速に行えるので、大量の読み作業には有用なツールである。

ホ. 照明

据え置きタイプの場合、コントローラー部が、X-Y テーブルを覆う形になり、室内照明だけでは、資料表面の照度が不足するため、資料を照明する光源が用意されている。縦配置タイプでは、コントローラー部に、横配置タイプではカメラ部の両側に一对の蛍光灯が取り付けられている。また、手持ちカメラの場合も、資料の上に直接カメラを置くため、補助光源が必要で、カメラに小型ランプが組み込まれている。

へ. 電源

据え置きタイプの拡大読書器については、AC 電源を用いる。しかし、携帯型読書器、とくに出先や屋外での使用を考える場合、大きなネックになっているのが、電源バッテリーの問題である。ある程度の長時間のバッテリー駆動を可能にするためには、バッテリーはかなりの重量と容積になってしまう。バッテリーを用意する場合には、全体の軽量化のためにモニター位置やカメラの操作性が犠牲とされないよう工夫する必要がある。

第3節 拡大読書器に対するユーザーの改良ニーズ

これまで弱視者の拡大読書器の利用状況や、現在の拡大読書器に対する不満点・改良要望については、ほとんどデータがなかった。そこで、われわれは関係者の協力を得て、1998年（平成10年）に拡大読書器の利用状況と改良要望に関するユーザーアンケート調査を実施し、就業弱視者を中心に109名・115使用事例の回答を得た²⁾。

同調査では、現在使用中の拡大読書器に対する不満点を含め、今後開発される拡大読書器に対する要望事項を調査した。その結果を整理し、上位10項目を示したのが、表1-2である。

その中では、小型・軽量化に対する要望が最も多い。これは、現在の据え置き型拡大読書器は、容積が大きく設置場所をとり、重くて持ち運べないといった不満の反映である。すなわち、職場や学校において、机の上を拡大読書器が占領してしまい、他の作業のスペースがなくなってしまう。あるいは、重くて、自席から会議室や特別教室などに簡単には運べないといった不満点である。また、外出先でも利用できる携帯型拡大読書器に対する要望も強い。

ワーキングディスタンスすなわちカメラとX-Y テーブルとの間隔についても、改良の要望が多い。厚い資料がカメラの下に入り、かつフォーカスが的確に合う、あるいは筆記具を不自然に寝かせることなく、楽に文字が書けることが望まれている。フォーカスに関連しては、オートフォーカスに対する要望が強い。

画面表示モードについては、カラー表示及び白黒反転表示の画質に対する要望が強い。画面表示は、拡大読書器の最も基本的な機能であり、それだけユーザーのこだわりも強いと言える。また、高いズーム比に対する要望も無視できない。

表 1-2 拡大読書器に対する主要な改良要望

要望の内容	ユーザー数
小型・軽量	40
カラー表示	26
ワーキングディスタンス	23
オートフォーカス	23
白黒反転表示	15
ズーム比(拡大倍率)	13
簡単な操作	13
被写界深度	12
X-Y テーブルの動き	10

第4節 まとめ

本研究に先だって行ったユーザーアンケートからは、拡大読書器に対する改良ニーズでは、とりわけ「小型・軽量化」に対するニーズが強かった。そこで、われわれは就労支援の観点から本研究では、据え置き型拡大読書器の省スペース化を図り、単に拡大倍率や見やすさだけでなく、作業姿勢や作業環境にも配慮した拡大読書器の開発を目指した。

また、携帯型に関連して、これまで見落とされがちであったニーズに対応して、会議室等の職場内の自席以外の場所に容易に持参できる「構内可搬」拡大読書器の開発を試みることにした。これら2タイプを加えると、前出の表 1-1 は、下のように修正される。なお、「構内可搬」の記述は、構内可搬型の第2次試作器の仕様に基づいている（第3章参照）。

表 1-3 拡大読書器の分類（修正）

用途	構成要素の配置	モニター	特記事項
据え置き	縦配置型	モニター一体型	モニターをはじめすべての構成要素が一つの筐体
		モニター分離型	モニター（家庭用カラーテレビ）をコントローラー部の上に載せる
		省スペース型	モニターをアームに取り付ける
	横配置	モニターを単体でデスクに置く	読み書きの姿勢がやや不自然
構内可搬	縦配置	モニターをアームに取り付け	据え置き型の小型化・可搬化
携帯	横配置型	小型モニターを単体でデスクに置く	手持ちカメラ、バッテリー駆動に対応