

# 視覚障害者教育のための授業資料提示方法の検討

## Examination on class materials for visually impaired person

矢吹道郎

Michiro, Yabuki

明星大学情報学部

### 要旨

2022 年度に 1 級 (全盲) の視覚障害者の学生が明星大学情報学部に入學した。ユニバーサルデザインの概念のに基づき、可能な対応が必要となる。今年度当該学生の授業を担当した経験から、より良い 1 級の視覚障害に対する教育のための情報伝達手段について、当該学生からのヒアリングを元に模索した結果を報告する。

### 1 序論

過去の視覚障害者に対する教育方法としては、口頭での伝達、点字による文書、触覚による伝達であったが、現在では視覚障害者もコンピュータをある程度以上利用可能であり、コンピュータによる情報伝達を有効に利用することができる。しかし、当然のことながら一般学生と同等な方法論では十分でない。容易に想像できるが、今や一般学生への連絡、資料などの伝達に用いられている LMS(Learning Management System) は視覚情報が多く、視覚障害者には利用しやすいものではない。

そこで、より効果的な情報伝達方法を当該学生にヒアリングを行い文字情報および、図等の視覚情報の伝達方法について検討を行った。

### 2 文字情報の伝達

文字情報の伝達は過去には点字による方法しか選択肢がなかったが、現在では「読み上げソフトウェア」が存在し、デジタル情報として文字情報の資料を渡すことができれば、視覚障害者は PC により内容をコンピュータにより容易に把握できる。教授者は点字への翻訳を行う必要がなく、コンピュータ等で文章を作成するだけであるため、時間的、労力的に大きな負荷なく資料を作成できる。しかし、容易に想像できることであるが、健常者にとって分かりやすいものであっても、視覚障害者にとって分かりやすいものであるわけではない。

教授者である我々健常者は読み上げソフトウェアを用いたことがなく、その特性を知らず、また「文字を読むこと」に慣れているために、どのような文書が「聞いて分かりやすい」かの知識を持っていない。視覚障害者からのヒアリングに基づいて、読み上げソフトを前提として、文書の書き方、メールによる情報伝達における注意、web を用いた情報伝達について、以下にまとめる。

#### 2.1 文書の書き方

まず、「用いる文字情報として全角半角があるが、これについてはどちらも差異がない」とのことである。これは想像に難くない。

第二に、「いわゆる ( ) 「」 [ ] { } などのカッコ文字はできるだけ使用しない方がよい」ことが上げられる。多用すると、カッコ文字の読み上げが、文書の内容の聞き取りの妨げとなる。このことに留意して、文書作成時の工夫が必要となる。

第三に、改行は意識的に多い文章とした方がよい。いわゆる「斜め読み」ができないため、「記憶にある文章」を探すには、文章の最初を、読み上げソフトウェアで順に聞いてみる必要がある。文章の行を飛ばすことは可能であるため、一文一文が短いことが望ましい。また、段落にも対応しているので、目的の文章を探しやすいように、注意して段落を作成するべきである。

#### 2.2 文書の提示方法

序論にも述べたように、LMS による提示は視覚障害者にとっては、その利用が面倒である。メールで文書の内容送ることが考えられるが、メールの本文に書くことは望ましくない。健常者はメールのリストから目的のメールを簡単に見付けることができるが、視覚障害者はたとえそのメールの存在を記憶していても、必要なメールを探すために「メー

ルのリスト」を読み上げソフトウェアにより見付けなければならないからである。従って、メールでの文書伝達においては、「添付ファイル」が望ましい。視覚障害者は記憶力が優れているので、自分のルールに従って保存した文書を見付けることは困難ではない。つまり、平文のメールは「2度と読まなくて良い伝達事項」だけに用いるべきである。

しかしながら、添付ファイルであってもその保存の手間などを考慮すると、保存されたもののポインタ示すのがもっとも効率的である。すなわち、web ページである。今回視覚障害者のための web ページを作成し、提示する方法を取った。これは、双方に取って効率的であった。

まず、教授者側から言うと、単純な文字情報だけの web ページの作成の手間は、メールを書く手間と変わらない。視覚障害者から見ると、

- 保存の手間が不要である
- 一度その情報の位置を覚えれば、以後変わることなく利用できる
- 読み上げソフトウェアには、web ページの文章に対応する機能があり、提示者側がそれを意識して書けば、利用が効率的となる

の利点がある。

視覚障害者のための web ページ作成には、いくつかの工夫が必要である。まず、当然のことながらマウスに依存するリンクは使えない。すなわち、基本1つの授業に対して1つの web ページを作成することになる。授業の進行に従って、単純に追記していくのが望ましい。web ページが長くなり扱いにくいのではないかと健常者は考えるが、読み上げソフトウェアは HTML の<H1>～<H6>の見出しに対応しており、見出しを順に検索することが可能である。ただし、見出しの文章が長いと、読み上げに時間がかかるため、授業回数、日付に対応した数字を基本とした短い見出し語が望ましい。文書についての注意は 2.1 と変わらない。

### 3 図形情報の提示

図形情報の提示には、これまで一般に「立体コピー作成機 PIAF」[1]があった。PIAF は伝統的に使われてきており、十分に目的に即したものである。しかし、

1. 事前に準備しておかなくてはならない
2. 細い線が描けない
3. 高額である
4. 大きく重い

などの欠点がある。特に 1 については、その場で質問に答えるなどの指導のためには致命的である。そこで近年急激に低価格化してきた、3D 作成用機器の利用を検討した。すなわち、いわゆる 3D ペンと 3D プリンタである。

#### 3.1 3D ペンによる図形情報の提示

今回利用を試みた 3D ペンは、“Mynt 3D Printing Pen”(図 1)と“3Doodler Start +”(図 2)である。3D プリンタと同じく、フィラメントと呼ばれる造形材料を用いる。これらを利用したところ、一般的なプリンタ用紙に図を描くことができ、また、作成した図が用紙から剥がれることもなかった。

“Mynt 3D Printing Pen”と“3Doodler Start +”の違いは、前者はより細い線が描けるがコードレスではないことである。一長一短であり際だった差はない。ただし、3D ペンによる作図には“慣れ”が必要である。直線や直角などを正しく描く事は困難である。また、描き出し、描き終りの制御も難しい。しかしながら、結果として一般的な説明に必要な作図としては問題はなかった。

ちなみに、ある程度の大きさで描くならば、一般に数字は触読できるようである。(今回は、すべての図に一定の位置に図番号を書く事を求められた。)

#### 3.2 3D プリンタによる図形情報の提示

今回利用した 3D プリンタは、Creality 社の「Ender-3 V2 Neo」(図 3)である。220mm × 220mm × 50mm までの 3D 造形が可能なプリンタである。220mm × 220mm は A4 のサイズ 210mm × 297mm に比べて若干小さいが、図形情報の提示には十分である。



图 1 mynt 3D Printing Pen

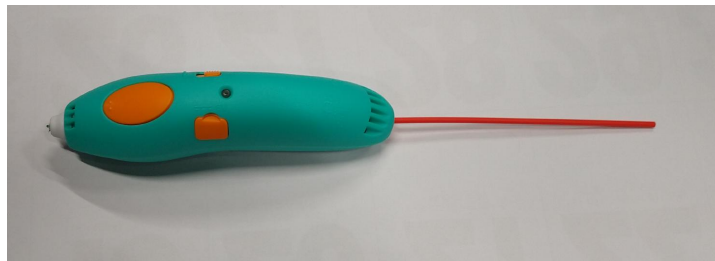


图 2 3Doodler start +

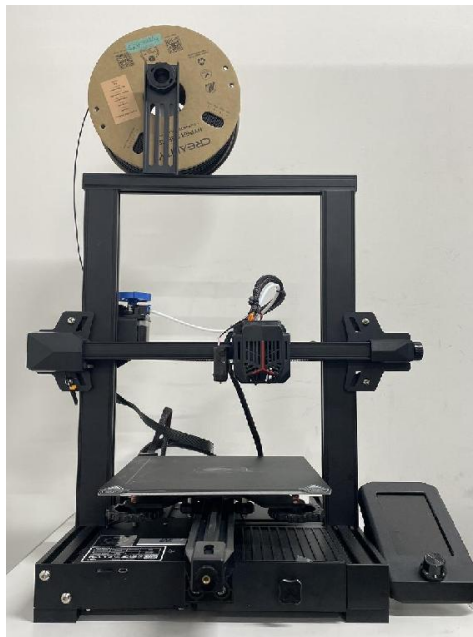


图 3 Ender-3 V2 Neo

3D プリンタを図形情報の描画に用いるには、

- 3D プリンタのためのスライサソフトウェアは、始点、終点が繰り返される図形の描画に適する出力を行わない
- 様々な造形材料のうち、紙への出力に適した材料、温度を知る必要がある。
- 3D 造形ソフトウェアは平面的な図形作成には利用しにくい

などの問題があった。これらの解決の詳細については、2023 年度明星大学情報学部卒業研究論文「視覚障害者のための 3D プリンターを用いた作図ツールの作成」[2] を参照されたい。ここでは、要点だけを示す。

まず、3D プリンタの利用には、一般には 3D 造形のための造形ソフトウェアを用いる。例えば FreeCAD[3] に代表されるソフトウェアである。造形ソフトウェアの出力はスライサソフトウェアにより 3D プリンタ用のデータに変換される。しかし、3D プリンタによる造形は、基本的にフィラメントの一筆書きによる造形である。このため、スライサソフトウェアは図形情報のように始点、終点が繰り返される図形の描画に適する出力を行わない。造形ソフトウェアとスライサソフトウェアを用いない 3D プリンタによる紙面上への図形描画ソフトウェアが必要であると判断し、開発を行った。3D プリンタは Gcode[4] と呼ばれるテキストベースのプログラミングコードを採用しており、比較的容易に開発を行うことができた。作成したものは、円、直線、長方形、楕円、三角形、菱形を 3D プリンタで描画するための関数群と、造形に必要な準備を行う関数である。開発は C 言語で行った。

第二に、造形材料であるフィラメントには、PLA, PLA+, ABS, PP, ASA, PET, PETG など、作成する目的に対応して多くの種類がある。これらを用いて紙面上に図形を描いて紙面への接着性の実験を行ったところ、PLA が適していた。PLA は価格も低く、比較的造形温度が低く扱いやすい。また、紙面を置くヒートベッドの温度も低く設定可能である。

第一の問題解決のためにスライサソフトウェアに代わる 3D プリンタ用の変換ソフトウェアを作成したが、あくまで図形描画関数であり、作図ソフトウェアのように直観的に図形を描画するためには使いやすいものではない。そこで、web での描画にも利用される SVG 形式のデータを出力する画像作成ソフトウェアのデータを、作成した関数に変換するソフトウェアを開発した。SVG 形式のデータは一般に広く利用されているソフトウェア inkscape[5] 等で出力可能である。ただし、作成した関数で提供されている円、直線、長方形、楕円、三角形、菱形のみ利用可能である。実際にこれらを利用して作成した立体画像を図 4 に示す。

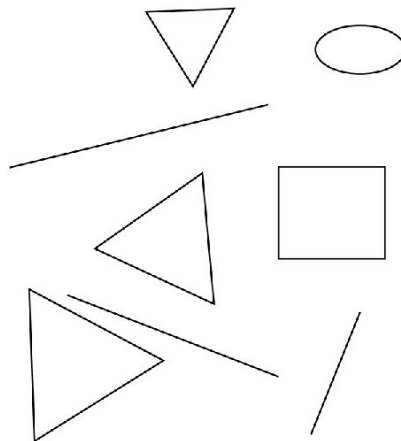


図 4 作成した立体画像

#### 4 まとめ

視覚障害者教育のための授業資料提示方法の検討として、文書情報の記述方法、文書伝達のための web ページの利用、図形情報提示のため 3D ペン、3D プリンタの利用、3D プリンタのための図形情報変換ソフトウェアの作成について報告した。これらは実際に 2023 年度の授業において、実践したものである。

#### 参考文献

- [1] 立体コピー作成機 PIAF, <https://www.kgs-jpn.co.jp/archives/welfare-products/piaf>
- [2] 市岡洸輝, “視覚障害者のための 3D プリンターを用いた作図ツールの作成”, 明星大学情報学部卒業研究論文, 2024 年.
- [3] freeCAD, <https://www.freecad.org/>
- [4] ISO 6983-1:2009, “Automation systems and integration - Numerical control of machines”, (JIS B 6315-1:2013 が対応).
- [5] inkscape, <https://inkscape.org/>