

重度視覚障害者用プログラミング環境の開発とその活用

長岡 英司 (筑波技術大学 障害者高等教育研究支援センター)
宮城 愛美 (筑波技術大学 障害者高等教育研究支援センター)

<キーワード>

重度視覚障害、プログラミング環境、支援ソフトウェア、学習リソース、プログラミング教育

1. 背景

近年、重度の視覚障害者によるプログラミングがほとんど行われなくなった。1980年代初めから90年代の半ばにかけての時期には、全盲者が汎用コンピュータやDOS-PC上で実践的なプログラム開発を行う事例が見られた。その技能によって、情報処理分野が重度の視覚障害者の新たな職域となった¹⁾ほか、障害を補償するためのソフトウェアを障害当事者が自らの手で開発するなど大きな成果が得られた。

ところが、その後のGUI (Graphical User Interface) の普及に伴って、プログラミングの技能や知識を非視覚的に習得する術がなくなった。その結果として、重度の視覚障害者は、PC (パーソナルコンピュータ)、インターネット等の利用環境の改善や独自の利用法の開拓に、技術面で主体的に取り組むのが難しい状況に置かれることとなった。

2. 目的

筆者らは、このような状況の改善 - つまり、プログラミングの可能性の復活 - を目指して、メインストリーム言語でのプログラミングを行える環境の開発を進めてきた。すなわち、GUI等にも対応するプログラムを、点字や画面読み上げを介して自立的に開発できる環境の実現である。また併せて、プログラミングに関する知識や技能を円滑に習得できるようにするために、点字版の学習リソースの整備も行っている。

PCやインターネットの活用によって重度の視覚障害者の生活の質は飛躍的に向上した²⁾。

その範囲は、教育や職業をはじめとする様々な場面に及ぶ。今後もそれを維持し発展させるには、技術的な側面における当事者の主体的な関与の可能性を確保することが重要といえる。

3. 支援ソフトウェアの開発

プログラミング環境の実現を目指して、支援ソフトウェアの開発を行った。当初は、Java言語を対象とし、それによるCUI (Character User Interface) 型プログラムの開発ができる環境が整った。その後、対象言語を、Windowsとの親和性が高く、より実用性のあるC#に変更し、GUI型プログラムの開発も可能な環境の実現を図った。

3. 1. 開発の経過

(1) Java言語への注目

Javaは、CやC++などの利点を引き継ぎ、同時にそれらの難点のいくつかが消された、比較的容易に理解しやすく使い易い言語である。そして、筆者らによるこの言語への注目の最大の理由は、Javaの開発環境JDK (Java Development Kit) が、旧来のコマンドライン方式を採っていることであった。キーボードからのコマンドの入力で、すべての操作ができるJDKは、視覚障害者による利用に適している。しかし、操作場面での画面表示の音声化や点字化を既存のスクリーンリーダーで行うことができず、支援ソフトウェアの開発が必要となった。

(2) Java用支援ソフトウェアの開発

2005年度に着手したJava言語を対象とする開発は、次のような方針の下で行われた。

- a) 画面表示は原則として点字と音声の両方で出力する
- b) 点字は、情報処理用記号体系で、ディスプレイ

レイ端末に実時間で出力する

- c) 音声化には、既存のスクリーンリーダーの機能を活用する
- d) ソースコードの入力や編集を円滑かつ確実に行えるようにするための機能を具備する
- e) その他、プログラミング作業の能率と確実性を向上させる機能を検討し、具備する

Java プログラミング用の環境は 2006 年度内に完成し、CUI 方式のプログラムならば、視覚を介さずに開発できるようになった。

(3) C# への移行

しかしながら、Java 言語で開発されたアプリケーションは、基本ソフトに非依存な中間言語コード形式であり、実行にはインタプリタを介さなければならない。そのために、アプリケーションのアクセシビリティの確保が煩雑になるなどの難点がある。そこで、対象言語を、新たにメインストリーム言語になりつつあった C# に変更することとした。同言語を選定した理由は次のとおりである。

- a) コマンドライン方式の開発環境が整っている。(マイクロソフト社の Web ページから無償でダウンロードできる。)
- b) Windows を主たるプラットフォームとする言語であることから、そこでのアクセシビリティの確保が図りやすい。
- c) Java と同じオブジェクト指向言語であり、文法上の類似点が多い。

2007 年度には、そのためのソフトウェアの改修が主に行われた。

(4) フィールドテストによる改良

2008 年度には、点字使用者による C# の学習にこのプログラミング環境を活用し、実用上の問題点などを洗い出して、機能の改良と向上を図った。また、それまでの WindowsXP に加えて同 Vista にも対応できるよう、ソフトウェアの版を更新した。

3. 2. C# プログラミング支援ソフトウェア AiB Tools の概要

重度の視覚障害者による C# プログラミングを可能にする支援ソフトウェアは「AiB Tools - the accessible programming tools in braille」と

名付けられた。本ソフトウェアは、3 種のアプリケーションからなる。そのいずれもが、点字ディスプレイ端末への出力機能を持つとともに、各スクリーンリーダーで読み上げがなされるよう設計されている。点字への変換と点字ディスプレイ端末の制御にはニュー・ブレイル・システム株式会社の「ピンブレイル」を用いており、点字は完全な情報処理用記号体系で出力される。

本ソフトウェアは、ピンブレイルも含め、開発担当者の Web ページから無償でダウンロードできる³⁾。

(1) テキストエディタ AiBEdit

点字ディスプレイ端末上の表示を介してプログラムリストの編集ができるアプリケーションである。テキストの編集に必要な基本的な機能に加え、コンパイラと連携する機能、フォーカスの現在位置(行番号やメソッド名)を読み上げる機能、プログラムの構造の概要を表示する機能(アウトライン機能)、編集中的内容を点字データに変換して出力する機能などを備えている。画面上には、編集用のメインウィンドウとアウトライン表示ウィンドウが表示される。

(2) 代替コマンドプロンプト AiBTerminal

プログラムのコンパイルや実行を、点字ディスプレイ出力と音声読み上げを介して、コマンドライン方式で行えるアプリケーションである。入力ウィンドウと出力ウィンドウとを有し、操作の流れに従って自動的にフォーカスが移動する。コンソールへの新たな出力があると、出力ウィンドウ上でフォーカスがその内容の先頭の直前に置かれるようになっており、点字ディスプレイ端末で、すぐにそれを読み始めることができる(図 1)。

(3) コンパイル補助用フロントプロセッサ_csc

C# のコンパイラ csc を起動するとともに、AiBEdit と連動するアプリケーションである。csc と同様にコマンドラインで操作すると、コンパイルを開始し、エラーが検出された場合は、その一覧表示のウィンドウが開く。点字ディスプレイ端末上でエラーメッセージの一つを選択すると、AiBEdit が起動してソースコードの当該エラー発生箇所にもフォーカスが置かれ、同時にその部分が点字表示される。

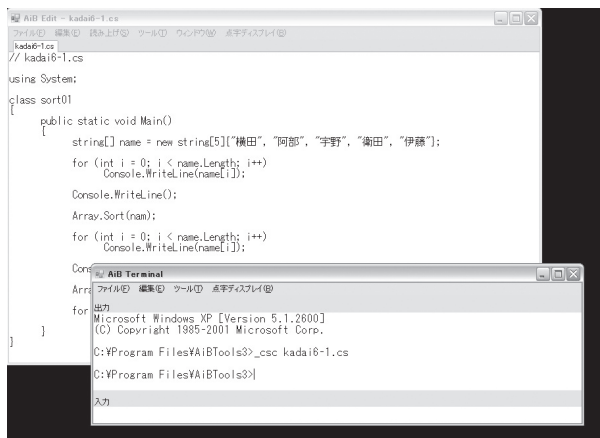


図1 AiB Tools の画面表示

4. 学習リソースの整備

重度の視覚障害者による C# プログラミングの普及には、スキルの習得に有用な点字図書や課題集などの整備が欠かせない。

4. 1. 点字図書の製作

筑波技術大学 情報・理数点訳ネットワークは、文部科学省の特別教育研究経費による教材整備事業の一環で、2006 年度に開設された。同ネットは、不足が著しい情報系と理数系の点字図書を製作するための専門点訳組織である。点訳実績の中にはプログラミング関係の書籍が含まれており、C# の学習に有用な図書が 3 タイトルある (表 1)。いずれも原本のすべての内容が点字化され、プログラムのサンプルなども情報処理用点字で正確に記されている⁴⁾。

表 1 C# 関連の点字図書

- ・「猫でも分かる C# プログラミング」
(ソフトバンク クリエイティブ)
全 13 巻 1,066 頁
- ・「プログラミング C#」
(オライリー・ジャパン)
全 34 巻 2,692 頁
- ・「プログラミング .NET Framework」
(日経 B P ソフトプレス)
全 40 巻 3,124 頁

4. 2. 課題集の試作

プログラミングのスキルの習得には実習が欠かせないことから、AiB Tools を用いて実際のプログラミングを経験できるようにするため

の課題集を試作した。その最初の 10 回分の課題のタイトルを表 2 に示す。各回の課題は、3 ~ 5 題のプログラム作成問題からなり、タイトルに関連する基本的な事項の確実な習得を目標としている。

表 2 C# プログラミング課題

課題 1	コンソール出力 (1)
課題 2	データ型と変数の型
課題 3	コンソール入力
課題 4	制御文 (1)
課題 5	制御文 (2)
課題 6	配列
課題 7	クラス (1)
課題 8	クラス (2)
課題 9	クラスの継承
課題 10	デリゲート

5. C# プログラミングの教育実践

AiB Tools と上記の学習リソースを用いての C# プログラミングの教育を、他の言語でのプログラミング経験を有する全盲者 4 名に対して実施した (うち 2 名は継続中)。終了した 2 名は、いずれも同言語の基本を理解し、初歩的な C# プログラミングを確実にこなせるようになった。

(1) 事例 1 —就職準備のための教育

表 3 にプロフィールを示す全盲の大学生 A が、情報分野への就職準備の一環で、2008 年 10 月から 2009 年 4 月までの期間、C# プログラミングを学習した。学習開始時、A は情報系学科の 3 学年に在籍しており、C 言語などのプログラミングの経験があったが、就職後の可能性を考慮してオブジェクト指向言語に慣れておくために、この学習を始めた。

A による学習は、概ね週に 2 時間程度、前述の点字図書と課題集を用いて、筆者らが指導する形で進められた。通算 18 回の実施で、オブジェクト指向の考え方を含め、C# プログラ

ミングに関する基礎的な知識とスキルを一通り習得した。

表3 Aのプロフィール

<p>C#学習開始時の年齢：22歳 視覚障害の状況：全盲（14歳で失明） 点字使用歴：失明後から使用（約7年） PC使用歴：中学1年時から使用 PCへのアクセス手段：スクリーンリーダー（点字ディスプレイも一部使用） プログラミング経験：約2年半（主にC言語）</p>
--

(2) 事例2—就労継続のための教育

ソフトウェア会社での約20年間の勤務経験を持つ全盲のBは、職務環境の変化に対応するためにC#でのプログラミングのスキルを習得することになった。Bのプロフィールを表4に示す。Bには、C言語でのソフトウェア開発の業務経験がある。

C#プログラミングの学習は、前述の点字図書での自習から始まった。その直後の2009年4月にAiB Toolsの使用法を直接に指導し、以後、前述の課題とその回答や問い合わせを筆者とメールでやり取りする方法で学習が進められた。オブジェクト指向の概念に慣れるのに苦労があったものの、GUI型プログラムの開発のための基本的なスキルまで習得できた。

表4 Bのプロフィール

<p>C#学習開始時の年齢：39歳 視覚障害の状況：全盲（4歳で失明） 点字使用歴：小学1年生から（約33年） プログラミング歴：職業訓練1年+勤務先での業務19年（主にC言語） これまでの職務内容：ダム制御プログラムの更新、公営競技用業務ソフトの開発、新入社員に対するプログラミング教育など 使用OS：Unix、Windows PCへのアクセス手段：スクリーンリーダー、点字ディスプレイ端末、点字プリンタ</p>

6. 考察

上記の教育実践を通じて次のことが明らかになった。

(1) プログラミング環境としての完成度

4名の学習者は、視覚を介さずに基本的なC#プログラミングを行えるようになった。学習者がいずれも他の言語でのプログラミング経験を有していたこと、小規模なプログラムの開発しか実践していないことなど、まだ限定的な使用に留まっているが、AiB Toolsによって重度の視覚障害者のためのプログラミング環境が、少なくとも基盤部分は実現したと判断できる。

(2) 点字ディスプレイ出力の有用性

AiB Toolsでは、音声出力と点字ディスプレイ出力を併用できる。慣れた作業や簡潔なソースコードの編集では、音声出力のみでの作業が主になるようである。しかし、プログラムの実行結果や複雑なソースコードの確認には点字ディスプレイ出力が使用されており、とくに書式や文字種、記号などの仔細な確認には有効である。また、ソースコードの編集時に、点字ディスプレイ端末のカーソルスイッチで直接当該箇所にもフォーカスを移せる機能が、便利に多用される。

(3) 資料の利便性

プログラミングの学習や開発実務では、参考資料の利用が不可欠である。点字図書は、ソースコードなどを確実に読み取れるという利点がある反面、大部なために利用しにくいという難点もある。また、ネット上にある膨大な参考資料は有用であるが、アクセスが容易でない。

7. まとめ

重度の視覚障害者用のプログラミング環境を構築するために、支援ソフトウェアAiB Toolsを開発した。また、プログラミングを学習するための点字図書や課題集などのリソースを整備した。それらを教育実践に用いた結果、筆者らの目指すプログラミング環境の基盤部分が実現したと判断できた。今後は、教育や職業場面におけるこのプログラミング環境の有用性を確かなものにするための、多面的な取り組みが必要である。

謝辞

ソフトウェア開発を担当していただいた山本卓氏とピンブレイルを提供してくださったニュー・ブレイル・システム株式会社に心より感謝申し上げます。

文献

- 1) 長岡英司 (2003) : 「重度視覚障害者のソフトウェア開発技能の職業的有用性」, 職業リハビリテーション No.16, 43-51
- 2) 渡辺哲也・宮城愛美・南谷和範・長岡英司 (2008) : 「視覚障害者のパソコン利用状況調査 2007」, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 108, No. 67, 7-12
- 3) AiB Tools のダウンロード用ページ : <http://sgry.jp/aibtools/index.html>
- 4) 筑波技術大学 情報・理数点訳ネットワークの Web ページ : <http://www.ntut-braille-net.org>