

開発段階のソフトウェア評価改善等に関する
調査研究報告書

平成 17 年 3 月

財団法人 コンピュータ教育開発センター

まえがき

日本自転車振興会の補助金による「開発段階の教育用ソフトウェア評価改善に関する調査研究」は平成 14 年より平成 16 年までの 3 カ年の予定で調査研究を実施した。

平成 14 年度は、時間割ソフトウェアについて開発者と教員による討議を通して課題を抽出した。

平成 15 年度は、調査対象とする教育用ソフトウェアの種類を 7 種類に増やし、それぞれのソフトウェアに併せて、小学校教科用のソフトウェアは小学校の先生と、学校図書館用のソフトウェアは学校図書館業務に従事する教員というように、検討する対象の教育用ソフトウェアごとに参加する委員を替えて調査研究を進めた。

平成 16 年度の調査を開始するにあたり、平成 15 年度報告書における第 3 章「まとめと課題」に記述した項目のうちから以下の 3 点を主要な課題として調査することとした。

- ・学校教育での活用という、基本的な利用形態の考慮
- ・学校および学習者のモニタリング調査の実施
- ・ソフトウェア動向への配慮

調査方法は、教育用ソフトウェアの原則に戻り、教員が授業実践に利用したいソフトウェアの希望をソフトウェア技術者に伝え、その教育ソフトを開発、このソフトウェアを授業に利用するという手法を通して、教員および開発者の意見聴取することとした。

結果として、この試みはそれなりの成果を上げたと考えている。

また、開発したソフトウェアは今後他でも活用していただけるよう、ソースプログラムを含め公開することとした。

目 次

1	研究の趣旨と経過	1
1-1	事業名	1
1-2	研究テーマ	1
1-3	研究の方法	1
1-4	委員名簿	1
1-5	研究スケジュール	1
2	研究成果	2
2-1	アルゴリズム	2
2-1-1	学習内容	2
2-1-2	要求事項	3
2-1-3	開発ソフトウェア	5
2-1-4	学習指導	9
2-1-5	使用結果	10
2-2	情報のデジタル化	11
2-2-1	学習内容	11
2-2-2	要求事項	11
2-2-3	開発ソフトウェア	12
2-2-4	学習指導	15
2-2-5	使用結果	16
3	教育用ソフトウェア開発に関する留意	17
3-1	教員による視点	17
3-2	開発者による視点	18
4	まとめ	20
5	付録	22
5-1	プログラム使用に係る利用規定	22
5-2	アルゴリズム	22
5-3	情報のデジタル化	22

1 研究の趣旨と経過

1-1 事業名

日本自転車振興会補助事業 開発段階のソフトウェア評価改善等に関する調査研究

1-2 研究テーマ

教員の意向に基づきコンテンツを開発し、そのコンテンツを利用した授業を実施し、その過程において得られたノウハウを報告書としてまとめる。

具体的に取り上げる教科は、以下の理由から高等学校「情報」の授業で使用するものを想定する。

- ・開発したソフトウェアを授業で利用することから、校内のPC教室やネットワーク環境等を把握している教員としては、情報教育担当者が適任であると思われること。
- ・コンテンツを作成する上で、開発する技術者の身近なテーマであり指導する内容について比較的手を付けられ易いこと。

1-3 研究の方法

教員並びに IT 技術者により構成される委員会を組織し実施する。

委員会は、全員による委員会のほか、開発者から構成されるワーキンググループ(開発者WG)を組織し、全体会とワーキンググループの会議を適宜開催して、討議および開発を進める。

1-4 委員名簿

委員長 小泉 力一(東京都立墨田川高等学校)
委員 渡邊 渡(東京都立新宿山吹高等学校)
委員 岡本 裕之(東京都立新宿山吹高等学校)
委員 高橋 正視(教育ソフト研究所)
委員 庄司 渉(元アクシスソフト株式会社)
委員 岡崎 博樹(手仕事工房)
事務局 湯田 稔(財団法人コンピュータ教育開発センター)
事務局 伊藤 和彦(財団法人コンピュータ教育開発センター)
事務局 吉村 和郎(財団法人コンピュータ教育開発センター)
事務局 山形 国臣(財団法人コンピュータ教育開発センター)

1-5 研究スケジュール

第1回委員会 平成16年6月28日(月)

教員委員3名および開発者1名により、研究の方向および開発するテーマについて検討

第2回委員会 平成16年7月12日(月)

具体的な教育用ソフトウェアの開発テーマとして

- ・ソートの種類の違いを生徒の実習で説明理解できるもので、ビデオ教材的なものではなく、試せるような教材（アルゴリズム）
- ・音についてのサンプリングや圧縮を視覚的に理解させることのできる教材（サンプリング）

第3回委員会 平成16年9月13日（月）

第2回会議での開発テーマを基に、開発者を人選、委員を委嘱し全体として委員会
教員側のイメージを具体的に開発者に説明し、開発スケジュールの検討

第WG1回委員会 平成16年9月30日（月）

第WG2回委員会 平成16年10月4日（月）

開発者の作業進捗およびロジックや画面表示等について討議

第4回委員会 平成16年10月18日（月）

開発した教材について改善点の検討

第WG3回委員会 平成16年10月25日（月）

第WG4回委員会 平成16年11月1日（月）

第4回委員会意見に基づく改善事項の進捗状況確認

第5回委員会 平成16年11月15日（月）

授業イメージに基づく教材利用方法に伴う改善点の検討

第6回委員会 平成17年1月31日（月）

報告書案に基づく討議

2 研究成果

2-1 アルゴリズム

2-1-1 学習内容

高等学校専門教科「情報」において「アルゴリズム」は、以下のような事項を指導するよう、学習指導要領に記載されている。

第5 アルゴリズム

1 目 標

データ構造と代表的なアルゴリズムに関する知識と技術を習得させ、実際に活用する能力と態度を育てる。

2 内 容

(1) 数値計算の基礎

ア 基本的なアルゴリズム

イ 数値計算

(2) データの型とデータの構造

ア データの基本的な型と構造

イ データ構造とアルゴリズム

(3) 整列

(4) 探索

(5) データベースの概要

- ア ファイルとデータベース
- イ データベースの仕組み
- ウ データベースの設計と操作

3 内容の取扱い

(1) 内容の構成及びその取扱いに当たっては、次の事項に配慮するものとする。

ア 指導に当たっては、コンピュータを活用した実習や演習を通して、解決すべき課題の内容に応じて、アルゴリズムを適切に選択し、改善していくことの重要性について理解させること。

イ 使用するプログラム言語及びアプリケーションソフトウェアについては、生徒や学校の実態に応じて適切なものを選択すること。

(2) 内容の範囲や程度については、次の事項に配慮するものとする。

ア 内容の(1)のアについては、アルゴリズムとプログラムに関する基本的な内容を扱い、順次、選択、繰り返し構造で表現できるアルゴリズムについて理解させること。イについては、簡単な統計処理などを例に、数値計算のアルゴリズムについて理解させること。その際、コンピュータが扱う数値の表現における誤差も簡単に扱うこと。

イ 内容の(2)のアについては、数値型、文字型及び論理型並びにレコード及び配列を扱うこと。イについては、具体的な事例を通して、データ構造の選択と効率的なアルゴリズムの重要性について理解させること。

ウ 内容の(3)については、複数の基礎的な整列法を取り上げ、それぞれの基本的な考え方、具体的なアルゴリズム及びその違いについて理解させ、効率的なアルゴリズムについて考えさせること。

エ 内容の(4)については、線形探索法と二分探索法を取り上げ、それぞれの基本的な考え方、具体的なアルゴリズム及びその違いについて理解させ、効率的なアルゴリズムについて考えさせること。

オ 内容の(5)のアについては、ファイルとデータベースの意義と目的及びデータベースの有用性について理解させること。イについては、リレーショナルモデルを取り上げ、基本的なデータベースの仕組み及びデータベース管理システムについて理解させること。

ウについては、データベースの設計の概要及び正規化の必要性について理解させ、データベースの基本的な操作を習得させること。

下線は、本事業に該当する部分

出典：高等学校学習指導要領（平成 11 年 3 月告示,14 年 5 月,15 年 4 月,15 年 12 月 一部改正）

2-1-2 要求事項

整列を例にして以下の事項を学習できるデジタル教材

- ・整列のアルゴリズムをフローチャート表現して、整列対象の数値群が整列のアルゴリズムの各ステップと処理によりどのような変化をするかを体験できるもの
- ・整列のアルゴリズムは複数表示できるもの
- ・指導者や学習者により、整列対象の数値群が変更できるもの

「アルゴリズム」の教材について

1. 利用する授業、内容

「アルゴリズム」2 単位 履修生徒 21 名
 フローチャートを描かせて、VB でコーディングする。

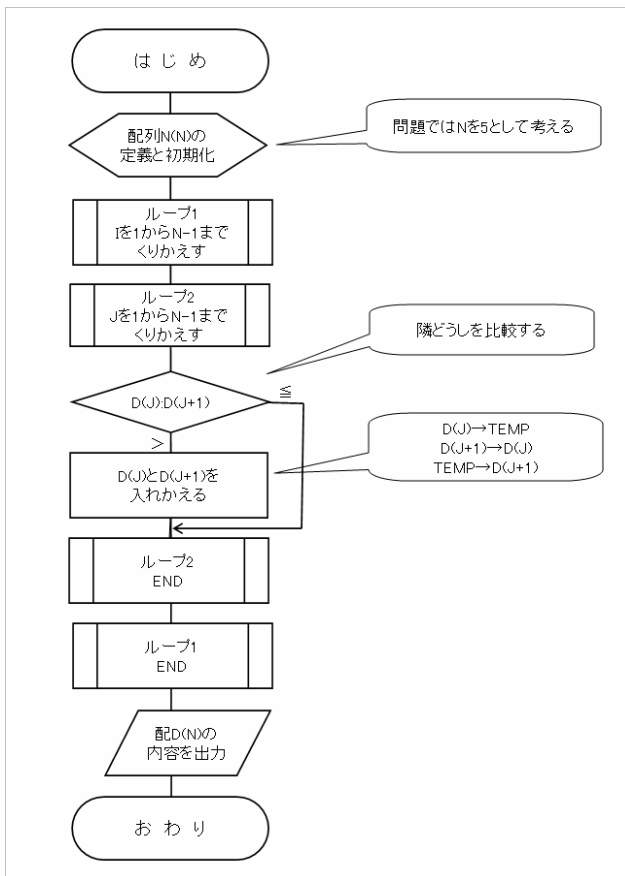
2. 扱う内容

整列（交換法・選択法・挿入法・クイックソート法など）
 探索（線形探索・二分探索・ハッシュ法探索など）

例) 交換法による整列

D (1)	D (2)	D (3)	D (4)	D (5)
3	7	9	1	5

フローチャート



D (1)	D (2)	D (3)	D (4)	D (5)
3	7	9	1	5
3	7	1	9	5
3	7	1	5	9
3	1	7	5	9
3	1	5	7	9
1	3	5	7	9

3. 作成にあたってお願い

整列や探索にはいくつかの方法があり、それぞれの特長を理解させる。いくつかの方法を同時に開始して処理速度がわかるシミュレーションはあるが、フローチャートと連動するものはないようなので、フローチャートを利用してトレースするなど、処理の動きがわかるようにしていただくとありがたい。数値等を生徒が入力できるようにすれば、シミュレーションしている試すことができる。

2-1-3 開発ソフトウェア

開発ソフトウェアとして、バブルソートと選択法ソートの2種類を制作した。

2種類のソフトウェアの画面レイアウト上は、同じようなイメージとした。(図2-1～図2-6)。

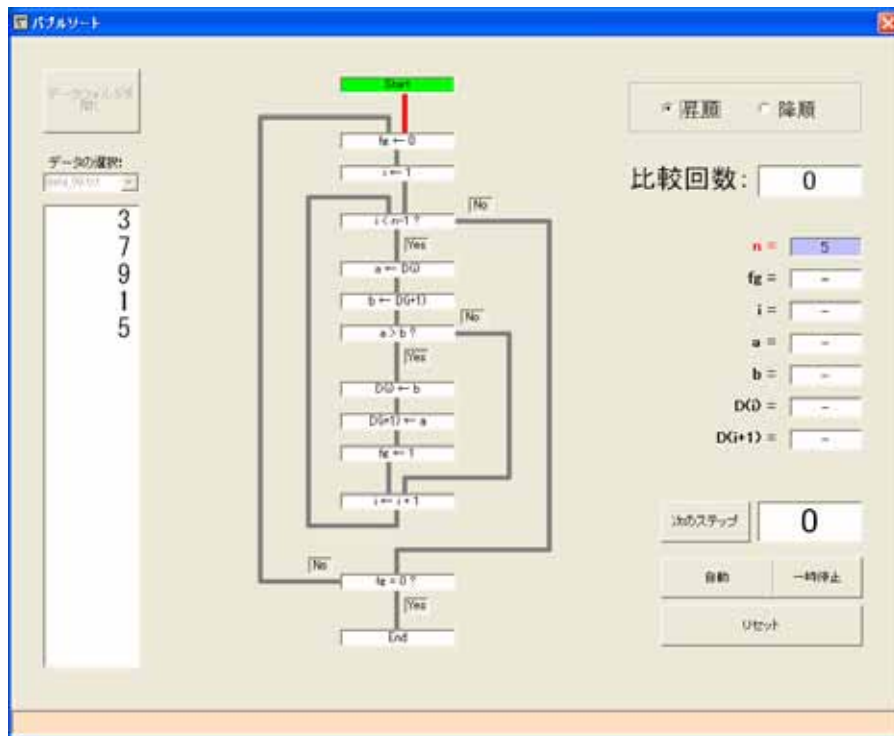


図2-1 バブルソート初期画面（データ読み取り後）

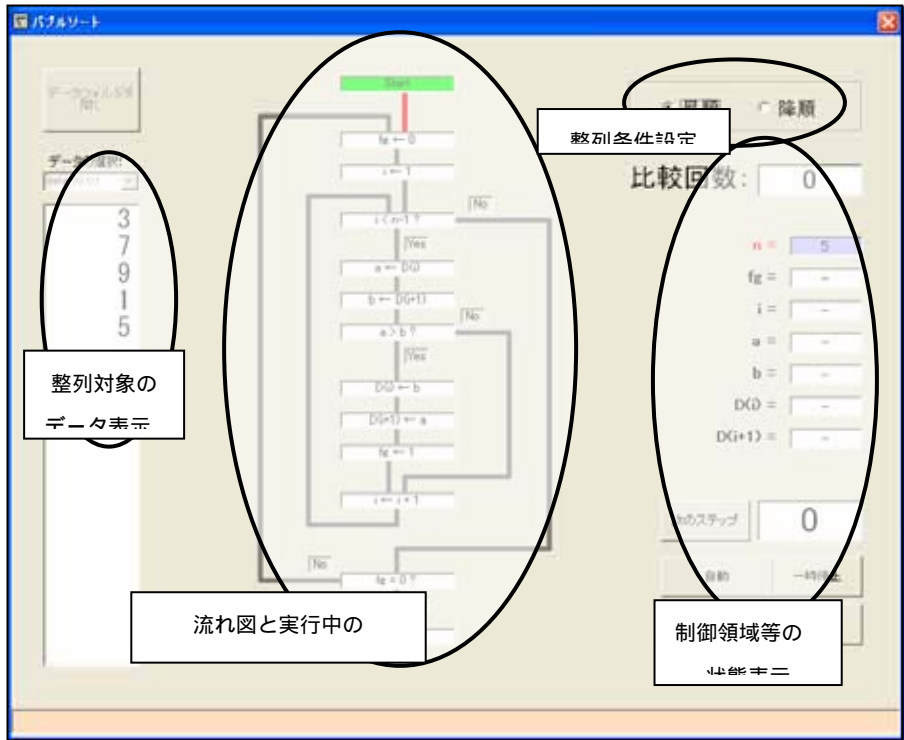


図 2-2 バブルソートの画面表示内容

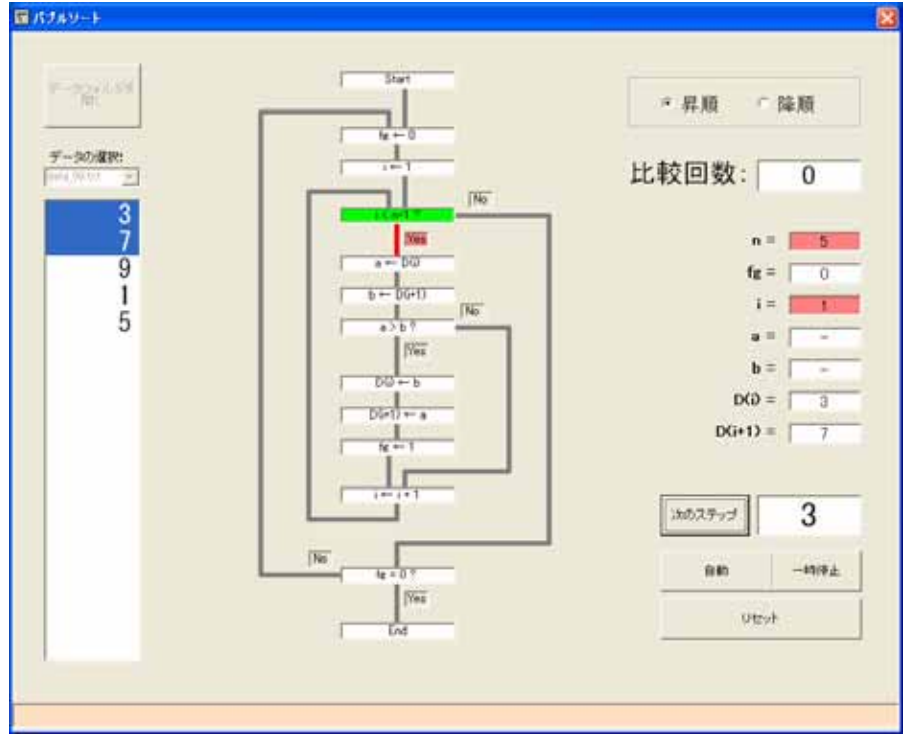


図 2-3 バブルソートの1回目の判定段階

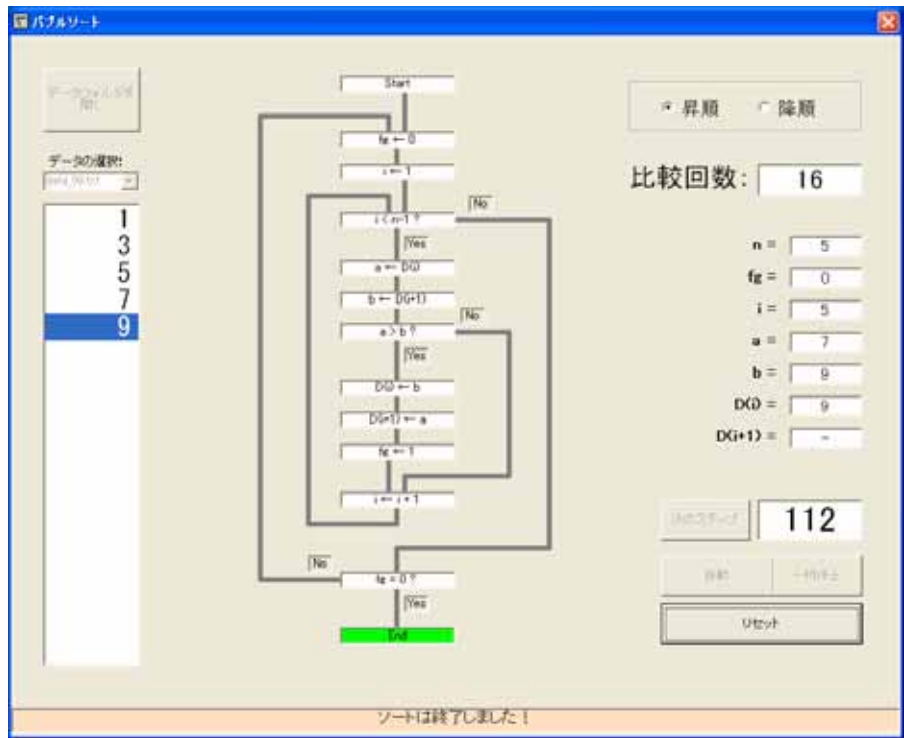


図 2-4 バブルソート処理終了時の表示

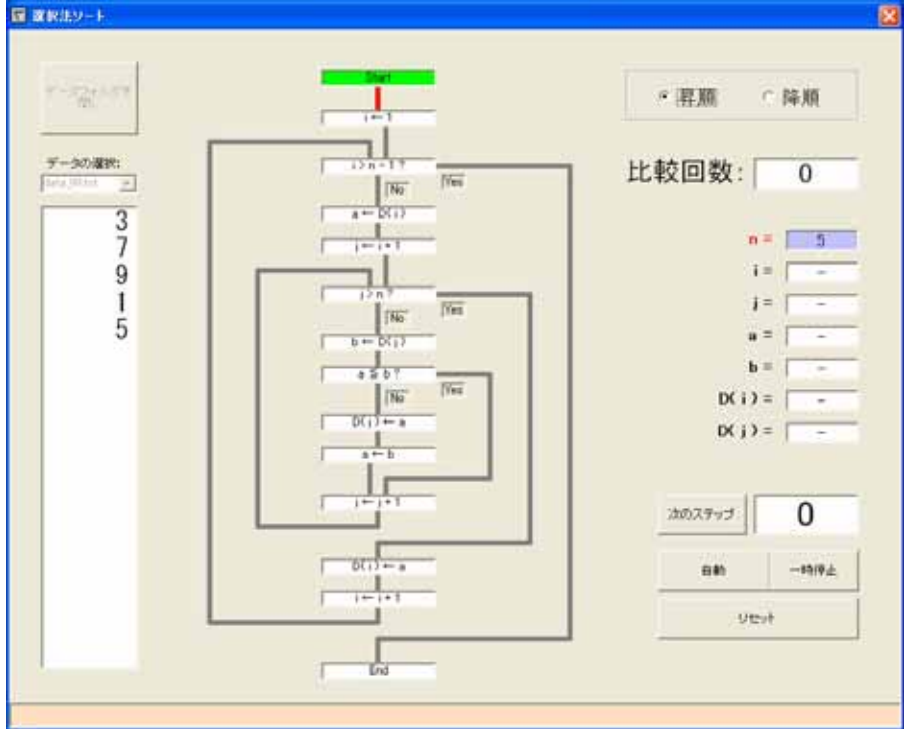


図 2-5 選択法ソート初期画面 (データ読み取り後)

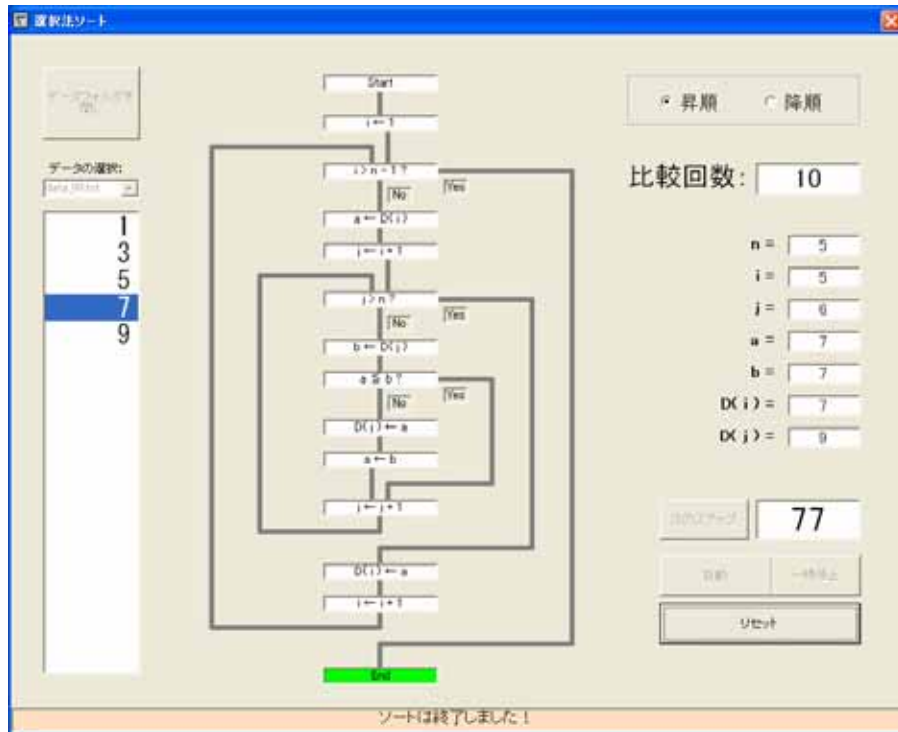


図 2-6 選択法ソート終了後画面

2-1-4 学習指導

専門教科 情報「アルゴリズム」 「整列」指導案			
科目名	アルゴリズム		
項目名	整列		
本時の目標	交換法の理解		
評価の観点	アルゴリズムの理解、流れ図やプログラミングによるアルゴリズムの実現		
(1) 1時限目			
	時間	学習内容	指導上の留意点
導入	20分	<p>簡単な復習問題の提示</p> <p>配列</p> <p>データの交換</p> <p>最大値・最小値</p> <p>2重ループ</p>	<p>カウンタの変数と配列の添え字の扱いに注意させる。</p> <p>$A=B \cdot B=A$ ではなぜいけなかったのか確認させる。</p> <p>仮の最大値、仮の最小値の利用について確認する。</p>
展開	25分	<p>「交換法」の説明</p> <p>教材提示装置を利用して、</p> <p style="text-align: center;">3 7 9 1 5</p> <p>のように、トランプを使って、ひとつひとつデータ(カード)を動かし、整列を実演する。</p> <p>C E C教材の利用</p> <p>どのようなアルゴリズムにより、これを実現できるか。フローチャートを作成させる。</p>	<p>トランプを用いて</p> <p style="text-align: center;">3 7 9 1 5</p> <p style="text-align: center;">1 3 5 7 9</p> <p>のように、視覚的にその流れを追わせる。また、順を追って考えることの重要性を説明する。</p> <p>C E C教材により、「交換法」を理解させる。</p> <p>カウンタ変数の効果的な利用に気付かせる。</p>
まとめ	5分	<p>順次・判断・判定だけでこのような複雑な処理ができることに気付かせる。</p>	

(2) 2時限目			
	時間	学習内容	指導上の留意点
導入・展開	40分	<p><u>プログラミング実習(例題)</u> 前時のアルゴリズムをプログラミング言語(Visual BASIC)で記述して、整列ができるかどうかを実習させる。 昇順・降順の変更、データの量を増やす、どのステップで整列が完了したかなども示す。</p> <p><u>プログラミング実習(課題)</u> 例題に類似した課題を実習させる。さらに、発展課題を実習させる。</p>	<p>生徒に適切なアドバイスができるよう進行状況をよく見る。</p> <p>実習に差がつくため、早く終わった生徒に対して、追加課題を実習させる。</p>
まとめ	10分	<p><u>解答例の提示</u> 解答例のプログラムを示す。</p>	<p>交換法の特長をまとめる。 わかりやすく、确实だが無駄の多い処理であることも伝える。</p>

2-1-5 使用結果

(1) 良かったと思われる点

- ・流れ、様子が良くわかった。
- ・バブルソートでは、「i」だけを使っているが、選択ソートでは「i」と「j」を使っている。
- ・プログラムで予め用意されているデータだけでなく、使用者が自分で作成したデータを読み込んで利用することができる。(今回使用した data_99.txt は、教員が作成追加したデータ。)

(2) 改善すべきと考える点

- ・教科書のフローチャートとは異なる。
- ・「選択法ソート」という名称は、「選択ソート」の方がよい。
- ・バブルソートでは、比較回数「 $N*(N-1)/2$ 回」にならない。
- ・「選択法ソート」
data_99.txt ステップ5で、Noが緑色 D(j) a となる。
- ・「選択法ソート」
作業中の配列内容が見えない(消えるときがある)。

2-2 情報のデジタル化

2-2-1 学習内容

<p>第4 情報と表現</p> <p>1 目 標</p> <p>情報と表現に関する基礎的・基本的な知識と技術を習得させ、表現力を伸ばすとともに、情報を適切に表現する能力と態度を育てる。</p> <p>2 内 容</p> <p>(1) 情報活用とメディア</p> <p><u>ア メディアの種類と特性</u></p> <p>イ コミュニケーションの基礎</p> <p>(2) 情報活用の基礎</p> <p>ア 文書による表現技法</p> <p>イ 図形・画像による表現技法</p> <p><u>ウ 音・音楽による表現技法</u></p> <p>(3) 情報発信の基礎</p> <p>ア プレゼンテーションの基礎</p> <p>イ プレゼンテーションによる情報発信</p> <p>ウ 情報通信ネットワークを活用した情報発信</p> <p>3 内容の取扱い</p> <p>(1) 内容の構成及びその取扱いに当たっては、次の事項に配慮するものとする。</p> <p>ア 情報機器に固有な表現や特性などについて理解させ、その機器の基本的な操作を習得させること。</p> <p><u>イ 内容の(1)については、文字、画像、音など、コミュニケーションを行う際のメディアを扱うこと。</u></p> <p>(2) 内容の範囲や程度については、次の事項に配慮するものとする。</p> <p>ア 内容の(1)のアについては、それぞれのメディアの基本的な特性について理解させること。また、メディアの変遷と今後の展望について、情報関連機器の発達と関連付けて考えさせること。イについては、コミュニケーションの基本的な技法を扱うこと。</p> <p><u>イ 内容の(2)については、ソフトウェアを利用した文書、図形・画像及び音・音楽による基礎的な表現技法を扱い、その活用方法を習得させること。</u></p> <p>ウ 内容の(3)のアについては、プレゼンテーションツールとしてのアプリケーションソフトウェアや関連機器の特色に触れるとともに、効果的なプレゼンテーションの技法を扱うこと。イについては、プレゼンテーションの対象に即した企画書や報告書などの作成技法を扱うこと。ウについては、情報通信ネットワークを活用した情報の検索、収集及び発信の技法を習得させること。</p>
--

下線は、本事業に該当する部分

出典：高等学校学習指導要領（平成11年3月告示,14年5月,15年4月,15年12月 一部改正）

2-2-2 要求事項

音声・音楽による表現における、

- ・ サンプリング
- ・ 量子化
- ・ ファイル化

を理解させるためのデジタル教材を開発する。

サンプリングは、サンプリング周波数の違いにより、元データとの品質の相違を視覚的、聴覚的に異なることを理解させる。

2-2-3 開発ソフトウェア

開発したソフトウェアは以下のようなものである。

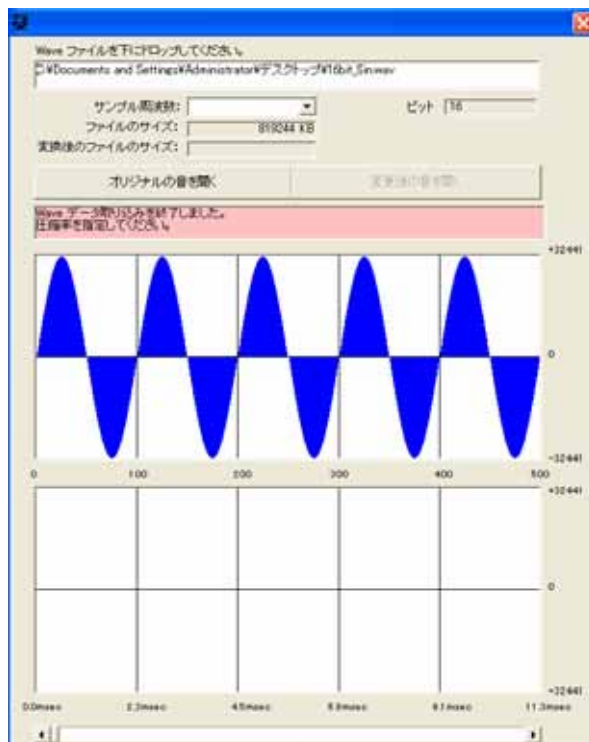


図 2-7 初期画面（サウンドファイル読み込み後）

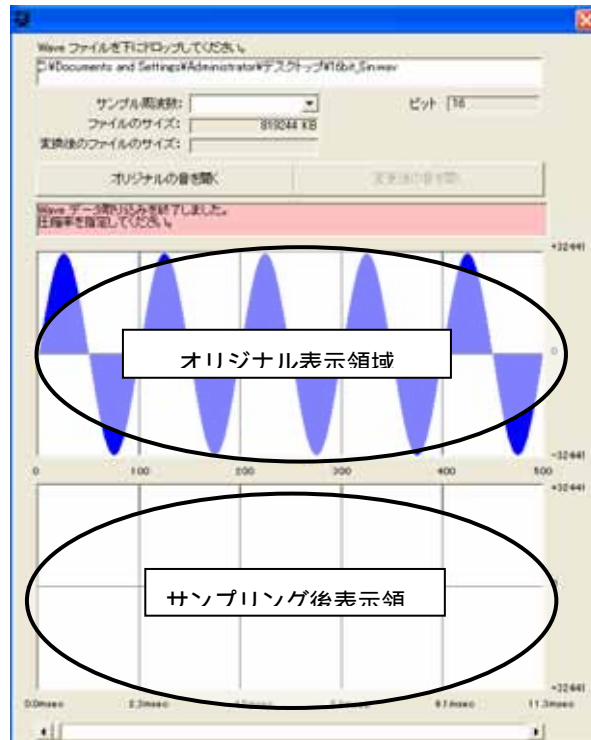


図 2-8 画面表示領域の説明

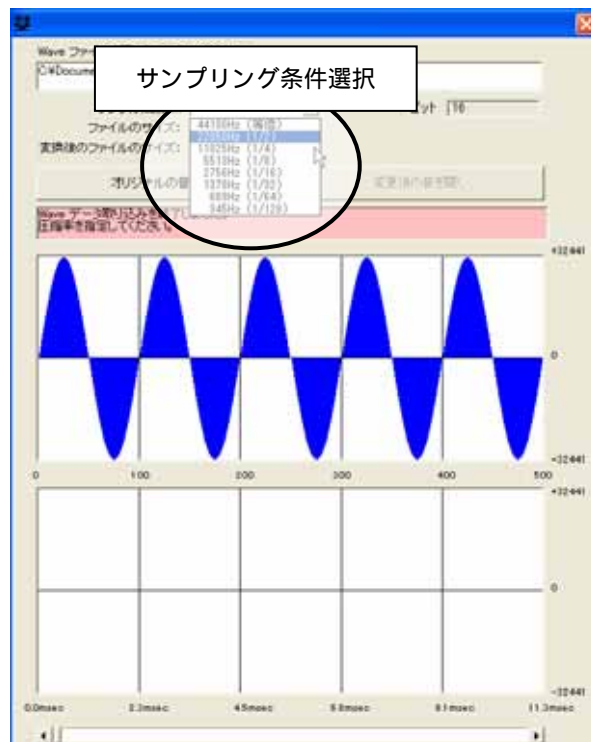


図 2-9 サンプリング

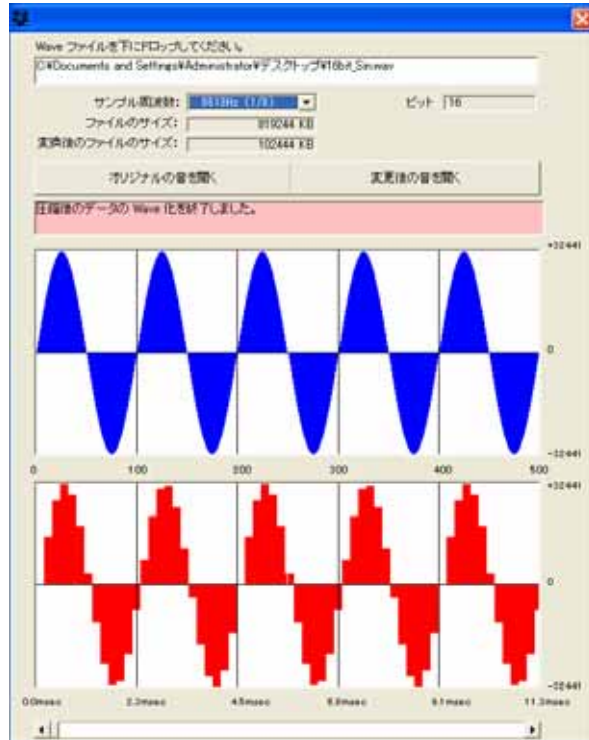


図 2-10 サンプリング (1/8)

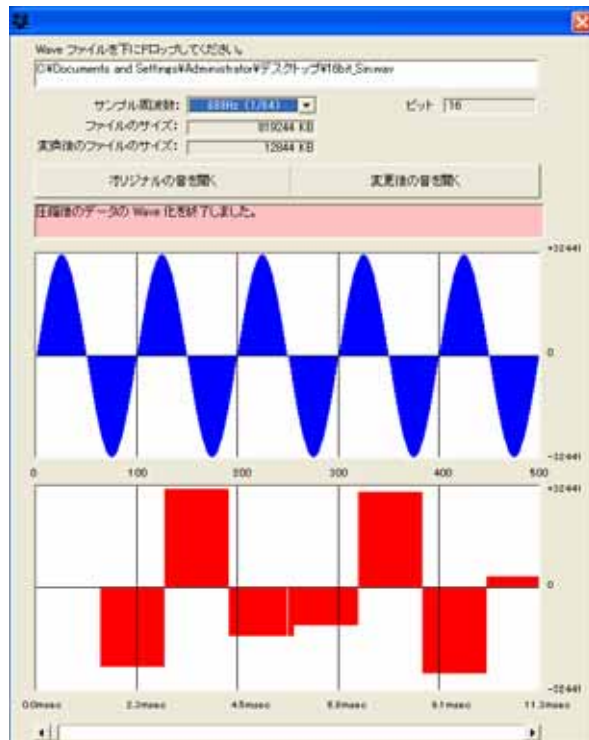


図 2-11 サンプリング (1/64)

2-2-4 学習指導

1. 科目・単元名	「情報と表現」 音・音楽による表現技法 - PCM音源の特性		
2. 対象生徒	生徒22名		
3. 単元の目標	アナログデータとデジタルデータについて理解させ、PCM音源とその特性について基礎的な知識を習得する		
4. 学習指導案			
	時間	学習内容	指導上の留意点
導入	5分	<ul style="list-style-type: none"> ・コンピュータを利用してどのように音を情報として表現するか。 	<ul style="list-style-type: none"> ・音情報をコンピュータで取り扱う場合、その特性について注意しなければならないことがあることを気づかせる。
展開	20分	<ul style="list-style-type: none"> ・アナログ量とデジタル量について理解させる。 ・なぜアナログデータをデジタル化しなければならないか理解させる。 ・デジタルデータの特性を理解させるために、アナログデータをデジタルデータに変換する方法の基本的な原理を説明する。 ・サンプリングと量子化の意味とその特徴について理解させる。 ・ソフトウェアを利用してアナログからデジタルに変換された音の特性を確認し、理解を深める。 	<ul style="list-style-type: none"> ・プレゼンテーションソフトウェアを利用して説明をするので、生徒がノートを取る時間を考えて画面を進めるように注意する。 ・機器の操作に対する準備が出来ているか確認しながらソフトウェアの利用方法を説明する。 ・ソフトウェアの操作が的確に出来ているか確認し、生徒がソフトウェアを円滑に利用できるように指導する。

ま と め	15 分	・アンケートを記入させ、学習内容を振り返る。	・単にソフトウェアを利用したことだけではなく、アナログデータのデジタル化とその特性について理解できたか確認する。
-------------	---------	------------------------	--

2-2-5 使用結果

・評価（授業後のアンケートより）													
評 価	1.このソフトウェアの操作方法はわかりやすかった		2.このソフトウェアの画面の指示はわかりやすかった		3.このソフトウェアの画面の説明はわかりやすかった		4.このソフトウェアの実行結果が何を意味しているのかよくわかった		5.このソフトウェアを使うことで、サンプリング周波数を変えるとデジタルデータがどのように変化するかよくわかった		6.このソフトウェアは、授業で説明された内容を、さらに理解するために役立った		
	人		人		人		人		人		人		
5	4	18%	3	14%	2	9%	3	14%	7	32%	4	18%	
4	11	50%	8	36%	8	36%	9	41%	9	41%	3	14%	
3	3	14%	6	27%	9	41%	6	27%	5	23%	6	27%	
2	2	9%	3	14%	1	5%	1	5%	1	5%	5	23%	
1	2	9%	2	9%	2	9%	3	14%	0	0%	4	18%	
計	22		22		22		22		22		22		

評価基準 5：そのとおり 4：まあそのとおり 3：どちらでもない
2：ちょっと違う 1：違う

・コンテンツを利用しての感想
インストールなどの準備：
特に問題なく簡単におこなうことができた。
使用時：
授業で利用したときに教員用のパソコンでこのソフトウェアが利用できず、ソフトウェアの操作説明に支障があった。原因は不明。
進行：
授業で以下のことをプレゼンテーションソフトウェアで説明してから利用したので、全体で40分ほどの時間となった。ソフトウェアの利用時間は、10分程度であった。
1.アナログとデジタル
2.デジタル化の必要性について

3．アナログデータをデジタルデータに変換する方法について

4．サンプリング（標本化）と量子化について

生徒の様子：

ソフトウェアの操作はとてもわかりやすかったようで、簡単な説明だけであとは生徒が自主的に操作することができた。

・良かったと思われる点

このソフトウェアを利用する目的は、アナログデータをデジタルデータに変換するときの特性について、視覚・聴覚的に理解を深めることであったが、このことについては評価（生徒のアンケート結果）からわかるようにある程度の効果があったと思われる。

3 教育用ソフトウェア開発に関する留意

3-1 教員による視点

「情報」は平成15年度に新設された教科で、すべての高校生が必修することになっている。高度に情報化された現代社会において、情報の利活用は子どもたちの「生きる力」として位置付けられ、文部科学省によりコンピュータやインターネットの学習が義務付けられた形になっている。「情報」には、コンピュータの原理を学ぶという学習目標が含まれていて、場合によってはプログラミングの実習もあり、他教科と比べれば教育用ソフトウェアを授業に利用するということは特別な意味を持っている。

【模範的なインターフェースの装備】

「情報」で利用するソフトウェアは、それがコンピュータの特性を生かす「しかけ」であることを生徒に理解させなくてはならない。プログラミングにおけるロジックの質もさることながら、インターフェースの部分で必然的なオブジェクトが配置されていなくてはならない。現行の授業で利用されるOSのほとんどがGUIを備えており、生徒はその利便性の恩恵を受けているといえる。そのような環境において、教育用ソフトウェアにインターフェースの不完全さは避けたいところである。ここで注意すべき点は、インターフェースが手の込んだものであるということではなく、必要十分な機能を備えたシンプルなものであるということだ。

【生徒の多様な反応を吸収できる仕様】

生徒が利用する教育用ソフトウェアにはある種の「あそび」が必要になる。機能と効率を追求するために開発された業務用プログラムとは異なり、個々の生徒が有するいろいろな反応を吸収できる「懐の深さ」のようなものが必要となる。したがって、開発者は、授業現場で常に生徒を観察している教師から、プログラムにどのような「あそび」を持たせるかを十分に聞き取らなくてはならない。そこから得られた情報は、概して一般的な事実であることが多く、ひいてはあらゆる高校での「情報」に活用できる教育用ソフトウェアになる可能性がある。それは、「情報」の教員が、ソフトウェアの何であるかを熟知しているからこそ可能なことだと言

ってよい。

【ネットワークを利用したソフトウェアの開発】

「情報」の授業は一般的にコンピュータ教室で実施されることが多い。最近のコンピュータ教室にはLANが敷設されていて、サーバー/クライアント型のネットワークが利用できる。これからの教育用ソフトウェアはネットワークを利用することが求められており、生徒対教師あるいは生徒間のコミュニケーションを学習活動に取り込めるようになるべきである。また、単体で利用するプログラムについても、Java等を利用して開発されたブラウザベースで実行できるものが好ましく、個々の生徒が自分のペースで学習できる仕様であることが望まれる。さらに、「情報」の学習におけるネットワークの利用は、個々の生徒に応じた学習環境を実現するだけでなく、生徒の評価等の場面で教員の効率的な指導を可能にするものと考えられる。

3-2 開発者による視点

与えられた仕様書通りにプログラムを作るということは、実はそれほど難しいことではない。教員用の視点でも触れられているように、「機能と効率を追求する」というEDP(電子データ処理システム)中心のソフトウェアについては、最近では人件費の安い国々に日本のプログラマーの仕事が奪われるという状態になっている。

日本の優秀なユーザーが望むソフトウェアは、仕様書には書けないという複雑なものである。学校の先生方についても同じことであろう。「機能と効率を追求する」という教育用ソフトウェアは簡単に開発できるであろうが、恐らく学校の先生方は使いたがらないだろう。

今回の調査研究に協力してもらったプログラマーは、UBA(オープンシステム推進機構)という業界団体の会員企業にお願いすることにした。この団体の会員企業は、下請けのソフトウェア開発を行うという企業は少なく、「何をやりたいのかよくわからない」というユーザーと一緒に、日本独自のシステムを開発したいと考えている企業が多い。当然、日本が誇るプログラマーを多数抱えている。

今回は、時間的に余裕がなかったためか、先生方の授業案については、文書化したものだけでなく、大まかな考え方だけで開発に着手した。開発側では、「どのような授業をするのだろうか」と、ある程度の授業案を想定しながら開発を進めていった。どちらに転んでも良いように、曖昧な点はどちらにも修正可能な余地を残しながら開発していった。開発者同士はメールで毎日情報交換ができるので、忙しい業務の間でも順調に開発が進んだ。メールの文章だと誤解を生じる可能性があるため、週に1回は会議室に集まるようにして開発状況などを確認していった。

開発したプログラムについては、中間状況を、先生も含めた委員会でデモンストレーションを行い、修正事項の要望を聞いてプログラムに修正を加えていった。先生方もプログラムを良くご存知なので、無茶な要望は控えていただき、不備な点は授業での運用での対応をしていただくことで、これまでに開発したプログラムを最初から作り直すということは避けられた。

それでも、開発環境や動作環境の違いから、添付したソフトウェアが思うように動かないというトラブルがあったのは残念である。

(1) 教員から制作希望のコンテンツ内容説明を受ける際の留意点

当然ながら、絵コンテなどの相当に詳しい授業案があらかじめ用意されていれば開発は楽である。それでも、細かい点については書ききれぬものではなく、今回のように、開発しながら仕様を固めるという方法になると思う。

最初に大きな方針を決めて、後は開発したプログラムを確認しながら修正していく方法が現実的であると思う。しかし、先生方がコンピュータに詳しいからそれができたのだと思う。

コンテンツの内容については、その背景までも説明していただかないと実際には理解できないという面もある。例えば、今回のプログラムでは、「流れ図が理解できないからそれを理解できるようにしたい。」という先生からの要望があった。教科書を見ると JIS に準拠した流れ図が書いてあった。このような流れ図は実際の開発現場では誰も使っていないので、その表記方法については、高校生だけでなく、我々にも理解できないものである。「JIS の流れ図を理解させる」のが目的ではなく、「プログラムの流れ」を理解させる教材ということで開発を進めていった。

(2) コンテンツ制作段階における教員委員とのコミュニケーションに関する留意点

これも先生方がプログラムを知っているかどうかによって大きく左右される。今回は大幅な修正は避けられたが、それを理解していただかないと、最初に仕様書を作ってから開発をすべきだということになってしまう。画面の大きさ、字の大きさなど、実際にデモンストレーションを行うといろいろな要望が出てくるが、細かい点に修正であっても、意外に時間が掛かるものであり、また修正することによってつまらないミスが発生してしまうこともあるので気をつけたいところである。

4 まとめ

「情報」に関する教科は新しい教科であるため、授業で利用できる教材が必ずしも十分に提供されている状況にはなっていない。

従って、今回のように教員と開発者が一緒になって教育用ソフトウェアを開発する試みも、一つの手法としてメリットがあったと考えられる。

しかしながら、今回の開発においていくつかの課題も見えてきた。

開発する教材の内容

授業を行う上では当然であるが、全体としての指導計画に基づき、どの時期に、どの内容を扱うかを事前に決めている。また指導に当たっては、過去にその内容を指導したときの生徒の理解の状況や反応を思い返し、その進め方を考えて実施する。

従って、授業の中に新規の教育用ソフトウェアを取り入れていくためには、理想的に言えば、複数年の期間を要する。

すなわち、前年度の実施した授業の中で改善すべき事項を見つけ、その解決手段として教育用ソフトウェアを利用することにより目的が達成できるもの。さらに、その開発する教育用ソフトウェアは、教員が提示説明に利用するものか、生徒が実習として利用するものであるか等の利用形態を決めて、開発に着手することが望ましい。

教育用ソフトウェア開発手法

利用する教員と、開発者が共通の意識に立てるよう、コミュニケーションを取る必要がある。

現状においては、コミュニティベースにより開発手法が教育用ソフトウェアを開発する上でも有効な手法であると考えられる。

すなわち、教員と開発者が互いに話し合いながら、より具体的な教育ソフトウェアイメージを作り上げていくものである。

可能であれば、その共通な意識に立つための手法としてUML言語¹ (Unified Modeling

¹ UMLとは、Unified Modeling Languageの略で、統一モデリング言語を意味している。オブジェクト指向で業務を分析したり、システムを開発したり、ソフトウェアモジュールを設計したりする際のダイアグラムの描き方・記法を定めた米国のオブジェクト技術標準化団体OMG(Object Management Group)の標準である。オブジェクト指向分析・設計の標準表記法と言える。

オブジェクト指向技術を利用してシステムを開発する際には、やはりオブジェクト指向の考え方に基づいて対象業務を分析したりシステムを設計することが望ましい。この作業では一般に、システムを図解してモデル化する。こういったモデルの図解の仕方をそのモデル構成要素の定義とともに統一していこうという動きが1990年代後半に起こり、多数のソフトウェアベンダと開発技法研究者の共同作業の結果定義されたのがUMLである。過去、さまざまあったオブジェクト指向に基づくモデル記述法をうまくまとめて共通化したものである。

Language) を活用することも考えられるが、UML 言語は専門家用の言語であり、より一般的に利用できる言語が提供されることが待たれるところである。

ただし、具体的な教育ソフトウェアイメージを作り上げていく段階において、教師の要求が、教員共通の要求か、個人的な要求であるのかを判断し、過度に個人的要求を入れてしまうと、他の教員にとっては使いづらいソフトウェアとなってしまう危険性を持っている。

一般的にもソフトウェアの開発において、従来から取られていた仕様書をきっちりと作成し、それに基づきプログラムを開発するという手法では、実際に製造するソフトウェア開発工程に関しては人件費の安い海外の企業に発注する傾向が強まっており、国内のソフトウェア技術のスキルアップ等の面からも、要求者(ユーザ)と製作者がコミュニケーションを取りながら開発していく手法が見直されてきている。

また、開発されたソフトウェアはオープンソースにして、そのノウハウは後から開発する人に対しても恩恵を得られるようにすることがより多く求められている。

開発費用に係る面

ソフトウェア開発に係る費用をどのように準備するか、また適切な費用見積もりをどのように行うかについて今回の調査研究において検討を加えていないが、具体的に教育用ソフトウェアを開発する上では、重要な検討要件である。

5 付録²

5-1 プログラム使用に係る利用規定

本事業にて開発したプログラムは以下の規定により利用することができる。

- ・ソフトウェアの著作権は開発者に帰属する。各プログラムの開発者名はそのソースプログラム上に記載している。
- ・本プログラムの配布は、財団法人コンピュータ教育開発センターが行う。
- ・本ソフトウェアは、以下の範囲において自由に利用することができる。
 - (1) 小中高等学校における教育目的における利用
 - (2) 教員研修における利用
 - (3) 教員が授業実践事例を発表目的に、放送、印刷物その他への利用
ただしソフトウェアの再配布に係る事項は含めない。
 - (4) 利用の範囲には、プログラムの使用、複製、解読、改変を含む。
ただし、複製は授業にて利用する目的の範囲の枚数であり、再配布等を目的とする場合の複製は含めない。
また改変されたプログラムにおいても、本プログラムの範囲における著作権は開発者が保有する。
- ・上記に規定する以外の目的において利用する場合は、財団法人コンピュータ教育開発センターおよび著作権者の承諾を必要とする。
- ・本プログラムを使用に係る動作保障等の責務は、財団法人コンピュータ教育開発センターおよび著作権者の何れも負わない。
- ・本プログラムを放送。印刷物等において紹介する場合は、「競輪の補助金において財団法人コンピュータ教育開発センターにて作成されたソフトウェアである」ことを表記するよう希望する。

5-2 アルゴリズム

5-2-1 ソート

- ・ソースプログラム <http://www.cec.or.jp/books/H16/h16algso.zip>
- ・オブジェクトプログラム <http://www.cec.or.jp/books/H16/h16algob.zip>

5-2-2 情報のデジタル化

- ・ソースプログラム <http://www.cec.or.jp/books/H16/h16digso.zip>
- ・オブジェクトプログラム <http://www.cec.or.jp/books/H16/h16digob.zip>

² プログラムのダウンロードサイトは変更されることがあります。上記アドレスよりダウンロードできない場合には、CECの日本語トップページよりお探し下さい。

CECの日本語トップページ <http://www.cec.or.jp/CEC/>



この事業は競輪の補助金を受けて実施したものです