

## 小中学校における情報教育向け 電子教材開発環境の提案

西山晴彦<sup>1)</sup>, 矢川雄一<sup>1)</sup>, 山岸純子<sup>2)</sup>, 辻 政昭<sup>3)</sup>,  
中川正樹<sup>4)</sup>, 小谷善行<sup>4)</sup>, 武井恵雄<sup>5)</sup>, 大岩 元<sup>6)</sup>

- 1) (株)日立製作所 システム開発研究所
- 2) (株)日立製作所 公共情報事業部
- 3) (株)日立インフォメーションアカデミー
- 4) 東京農工大学 工学部
- 5) 帝京大学 理工学部
- 6) 慶應義塾大学 環境情報学部

初等中等教育では、2002年頃より情報教育の導入が計画されているが、今日の教育の現場ではまだその変化に対応しきれないという問題がある。本稿では、特に情報教育に適切な教材が教育の現場で豊富に揃うことを狙い、教材の開発、及びカスタマイズを容易にする教材開発環境を提案する。教材開発環境として、教材としてのテーマを持ち、プログラミングせずに、簡単なカスタマイズのみで教材を開発できるマルチメディア教材基礎プログラムと、教育的目標を持ち、それ自身を組み合わせることにより、簡単にオリジナルな教材を開発できるマルチメディア教材コンポーネントを提案し、その概要を示す。

キーワード: 情報教育, 電子教材, 教材開発環境, カスタマイズ

## A Proposal of Electronic Learning Material Development Environment for Information Technology Education at Elementary School and Junior High School

Haruhiko Nishiyama<sup>1)</sup>, Yuichi Yagawa<sup>1)</sup>, Junko Yamagishi<sup>2)</sup>, Masaaki Tuji<sup>3)</sup>,  
Masaki Nakagawa<sup>4)</sup>, Yoshiyuki Kotani<sup>4)</sup>, Shigeo Takei<sup>5)</sup>, Hajime Ohiwa<sup>6)</sup>

- 1) Systems Development Laboratory, Hitachi, Ltd.
- 2) Government and Public Corporation, Information Systems Division, Hitachi, Ltd.
- 3) Hitachi Information Academy Co., Ltd.
- 4) Faculty of Technology, Tokyo Univ. of Agri. & Tech.
- 5) Faculty of Science and Engineering, Teikyo University
- 6) Faculty of Environmental Information, Keio University

A new subject on information technology will be started in 2002 for primary and secondary education. However, there is a problem that few educational materials that exploit the power of information technology itself are available for teachers and students in elementary schools and junior high schools. This paper describes an environment to prepare such materials by which the quality and efficiency to develop educational materials are enhanced. The multimedia learning material core programs are the meta materials so that they can be customized without programming so as to fit the educational circumstance. The multimedia learning material components are the building blocks to prepare original educational materials by their combinations so as to pursuit the educational goal.

**Keywords:** IT education, electronic learning materials, learning material development environment, customization

## 1. はじめに

初等中等教育では、高度情報化社会で生きる力を児童・生徒(以下、生徒)に育むことを狙い、2002年頃より情報教育の導入が計画されている。先ごろ告示された新指導要領によると、高等学校では、情報教育に関する教科「情報」が新設され、これが必修となる。また、中学校では、技術・家庭科の「情報基礎」領域が必修となる。さらに、小学校では、新設される「総合的な学習の時間」の中で、情報教育が他の分野と関連付けられながら実施される[1]。

しかし、今の小・中・高等学校では、情報教育がカリキュラムに組み込まれるという変化に、教育の現場が対応しきれないという問題がある。情報インフラの整備は進みつつあるものの、情報教育に適切な教材が揃っていない、情報教育に対する教師の指導力育成が不十分である、情報教育で多用されるであろう実習型の授業に教師一人だけでは対応しきれない、などといった問題が山積している[2][3]。その結果、我が国の初等中等情報教育は、情報技術で進んだ他の国々と比べて遅れを取ってしまっており、現在、上記問題の早急な改善が求められている。

本稿では、このような問題のうち、小中学校での情報教育において利用できる教材を開発するためのソフトウェアの構成とその開発の指針を提案する。

## 2. 教材の概念モデル

文部省による「情報化の進展に対応した初等中等教育における情報教育の推進等に関する調査研究協力者会議」(以下、協力者会議)では、情報教育の目標を「情報活用能力(情報リテラシー)」の修得と位置づけ、小・中・高等学校で育成すべき情報活用能力を次の3点に整理している[5]。教材は、この3点で示される教育的目標を

身につけるために利用されるものである。

- ・ **情報活用の実践力**: 課題や目的に応じて情報手段を適切に活用することを含めて、必要な情報を主体的に収集・判断・表現・処理・創造し、受け手の状況などを踏まえて発信・伝達できる能力
- ・ **情報の科学的な理解**: 情報活用の基礎となる情報手段の特性の理解と、情報を適切に扱ったり、自らの情報活用を評価・改善するための基礎的な理論や方法の理解
- ・ **情報社会に参画する態度**: 社会生活の中で情報や情報技術が果たしている役割や及ぼしている影響を理解し、情報モラルの必要性や情報に対する責任について考え、望ましい情報社会の創造に参画しようとする態度

一方、情報リテラシーを修得するということは、コンピュータの使い方を勉強するのではなく、何かを学ぶ過程で目的・活動に応じて必要な情報活用能力を身につけるということである。従来の情報教育は、教養として学ぶという「勉強型」であったが、何らかの目的のもとで情報を活用する方が、生徒も教師も積極的に関わっている。

つまり、教材を設計する上で重要なことは、生徒が興味を持つと思われる利用目的(テーマ)を設定し、そのテーマに沿った内容に取り組むという形にすることである。

以上のことから、教材の概念モデルは、図1の

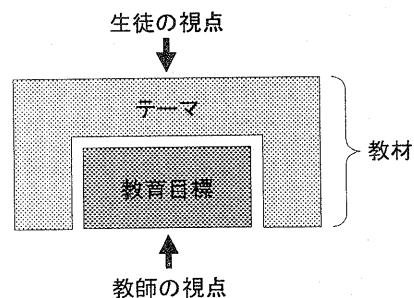


図1 教材の概念モデル

ように、テーマの中に教育的目標を内包するという構成になると考える。このモデルによれば、生徒は、テーマにしたがって教材に取り組むため、教育的目標を修得するための動機づけがなされる。教師は、教材の教育的目標を達成するように授業を進めていくことができる。

### 3. 教材開発環境の要件

今日の初等中等教育の現場では、教師が授業で使ったり、教師と生徒が自習できるような情報教育用の教材がないという問題がある。また、各学校では、ベースとなる情報活用能力や情報教育に対するニーズが異なる。このため、生徒の発達段階や興味に合わせた方向に、教材をカスタマイズしたりオリジナルな教材を開発することに対する要望が強い。

最近、各学校にコンピュータ教室が整備されるとともに、学校のインターネット接続が進むなど、情報教育の実践を通じて、現場で教材を開発またはカスタマイズできる環境が整ってきた[4]。そこで、本稿では、情報教育に適切な教材が教育の現場で豊富に揃うことを狙い、教材の開発、およびカスタマイズを容易にする機能を提供することを目的とする。

今回開発する教材開発のためのソフトウェア「教材開発環境」では、テーマと教育的目標を持つ教材を簡単かつ効率よく開発できることが求められる。具体的には、以下の通りである。

#### 3.1 カスタマイズ容易性

学習指導要領では、「総合的な学習の時間」において、「地域や学校の特色に応じた課題などについて、学校の実態に応じた学習活動」を行うものとしている。情報教育における教材も、各学校・クラスごとに、地域や学校の特色に応じた素材の変更や、学年・レベルの異なる生徒に応じた GUI や振る舞いの変更が容易にできることが必要であ

る。しかし、現場の教師は情報処理の専門教育を受ける機会が少ないうえに、教材を簡単に開発・管理する環境が十分に整っているとはいえない。このため、生徒のレベルに合わせたオリジナルの教材を、プログラミングによらずに、簡単にカスタマイズできる必要がある。

#### 3.2 開発容易性

教材の開発者としては、レベルの異なる2種類の利用者を想定している。すなわち、必ずしも情報処理の専門教育を受けているとは限らない利用者(教師など)と、情報処理の専門的な知識を有する利用者(学生や企業、スキルの高い教師など)である。このうちの後者は、既存の教材をカスタマイズするというアプローチだけではなく、プログラミングによってオリジナルな教材を効率よく開発できる環境が求められる。

#### 3.3 相互運用性

コンピュータ教室の端末の OS が、MacOS や Windows であったりと、学校ごとに情報インフラが異なる。このため、学校間の教材共有を考える上でも、相互運用性の高い教材を開発する必要がある。

## 4. 教材開発環境

### 4.1 マルチメディア教材基礎プログラム

プログラミングができない教材開発者であっても、教材を簡単にカスタマイズできる環境として、教材の核となるプログラム『マルチメディア教材基礎プログラム』を用意する。生徒が興味を持てるようなテーマを定め、このテーマに沿って、他の教科や学年、学校生活、地域などに応じた素材、および属性を設定することにより、簡単に教材をカスタマイズできる環境を構築する。

例えば学年別にメニューの漢字を入れ替えるといった GUI や、利用できる機能の増減などのプ

ログラム属性を変更したり、自分たちの地域に密着したデータを姉妹校などのデータに変更して、相互の比較をするなど、授業に変化を持たせるように教材をカスタマイズすることが容易にできるようにする。

## 4.2 マルチメディア教材コンポーネント

ソフトウェアの開発においては、開発効率を上げるために、共通部分をライブラリとしてコンポーネント化する手法が取られる。一方、教材開発においては、教育的目標は例えば指導要領のようなものであり、教師やテーマによらず共通となる。そこで、教育的目標をモジュール化したソフトウェアコンポーネント『マルチメディア教材コンポーネント』を用意する。このように、情報教育に特化したコンポーネントをライブラリとして用意することにより、教材開発者がこのコンポーネントを自由に組み合わせ、教材を編集できる環境とする。また、情報処理に興味を持つ生徒が教材開発に加わることによって、教育的効果がさらに向上することも狙う。

## 4.3 教材開発環境の構成

上記の考えを踏まえた教材開発環境の構成を図 2 に示す。

本件では、クライアント側で動作する教材の開発に、Java 言語というオープンな環境を利用し、教材の実行環境や、コンポーネントの組み合わせ

に利用する開発環境を選ばない構成とする。

教材開発の効率向上のため、クライアント側で動作するマルチメディア教材コンポーネントは JavaBeans で開発する。ここで、汎用コンポーネントは、情報教育とは無関係な、教材、マルチメディア教材コンポーネントおよびマルチメディア教材基礎プログラムの開発効率を向上するためのコンポーネントである。また、マルチメディア教材基礎プログラムは、主にマルチメディア教材コンポーネントを組みあわせた Java アプリケーションとなる。

一方、サーバ側で動作するソフトウェアに関しては、WWW ベースで開発する。これは、サーバを利用する立場であるクライアント側において、WWW ブラウザが情報インフラの違いを吸収するので、情報インフラを考慮する必要がなくなるためである。

## 5. マルチメディア教材基礎プログラム

### 5.1 マルチメディア教材基礎プログラムのテーマ選定の指針

ここでは、マルチメディア教材基礎プログラムを設計するにあたり、テーマを選択する際の指針を示す。

協力者会議では、「総合的な学習の時間」における学習活動として、他の教科と関連する横断

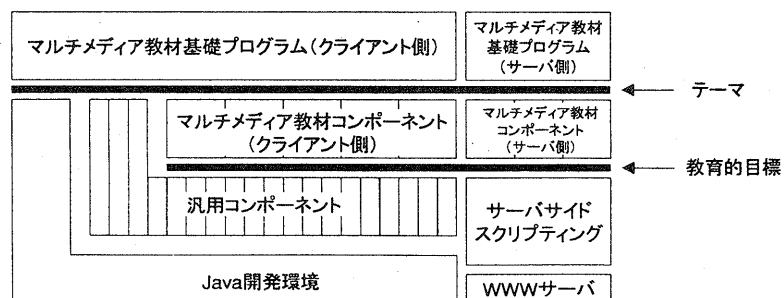


図 2 教材開発環境の構成

的・総合的な課題，生徒の興味・関心に基づく課題，地域や学校の特色に応じた課題を挙げ，これらの課題に対してコンピュータや情報通信ネットワークの活用をうまく組み合わせて情報リテラシーを養うように計画されることが望ましいとしている。

そこで，テーマを設定する際には，図 3 に示すように，以下の3点を考慮する。

- (1) 教科に横断的・総合的に学習できること
- (2) 地域や学校の特色を反映できること
- (3) 生徒の興味・関心を引き出せること

小中学校向けの情報教育のための教材を調査したところ，学習スタイルの違いにより，図 4 のように 5 種類に分けることができる。

今回は，この分類に従って，マルチメディア教材基礎プログラムを開発する。図 4 の分類のうち，ii-(3)情報の発信とコミュニケーションは，ii-(1)情

報の表現，または ii-(2)情報の活用と関連して学習する。これらの学習を支援する教材を開発するために，5.2 に示す4つのテーマを選び，それぞれのテーマについて，プログラムを開発する。

## 5.2 開発するマルチメディア教材基礎プログラムの概要

### (1) パズルプログラム

パズル形式での情報技術のシミュレートにより学習する事を狙った教材を開発するためのプログラムで，マウスやキーボードなどの入力により，楕円・矩形・多角形・線などの図形オブジェクトの操作を行う「パズル教材」を開発するためのプログラムとする。本プログラムにより，情報機器の操作に慣れ親しみ，ドローソフトの機能モデルを習得することを目的とした教材を開発できる。このプログラムでは，例えば国語の授業において，漢字のへんかつくりの組み合わせ，熟語に関するパズルを簡単に開発できる。社会の授業においては，図形オブジェクトとして都道府県等の地図を用いることにより，地理の学習を行うことが可能な教材を開発できる。

パズル教材の例を表 1 に示す。

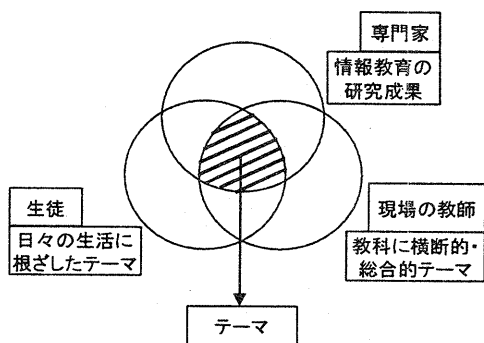


図 3 テーマ指向の概念図

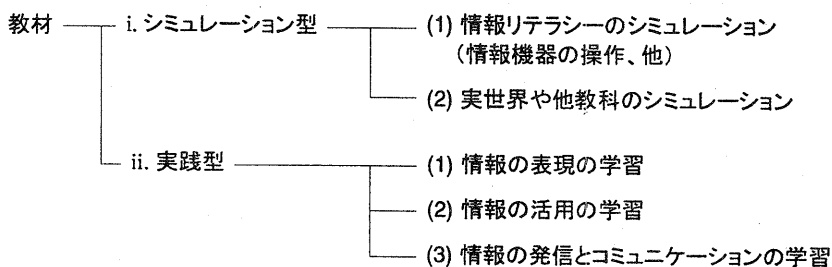


図 4 教材の学習スタイルによる分類

表 1 パズル教材

項目	内容
テーマ	「漢字パーク」
情報教育目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・情報機器に慣れ親しむ</li> <li>・情報を表現する</li> <li>・情報を目的に応じて並び替えたり、分類するなど整理、加工する</li> </ul>
関連する教科	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国語 (漢字の学習をゲーム感覚で楽しく行う)</li> </ul>
具体的内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・漢字の成り立ちについて、図形オブジェクトの並び替えにより学習するパズルゲーム</li> <li>・図形オブジェクトとして分解された漢字のへんとつくりを回転、反転等の機能を使って組み合わせ、漢字を完成させるパズルゲーム</li> <li>・漢字の組み合わせで熟語を完成させるパズルゲーム</li> <li>・問題が意図する漢字の情報を提供</li> </ul>
カスタマイズ性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・教師が習得させたい漢字データ、習得させたい情報を作成し、入れ替えることによるカスタマイズ</li> <li>・算数の図形教材へのカスタマイズ</li> <li>・社会の地図教材へのカスタマイズ</li> </ul>

表 2 待ち行列教材

項目	内容
テーマ	「銀行窓口」
情報教育目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・必要な情報を収集し、計算、集計する</li> <li>・情報の統計的に扱う</li> <li>・情報のモデル化、待ち行列シミュレーション手法を理解する</li> </ul>
関連する教科	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生活科、総合学習(地域の産業に目を向ける)</li> <li>・社会、算数</li> </ul>
具体的内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・銀行窓口にて、窓口の数、窓口作業時間、客が到着する確率分布から、待ち時間をシミュレーションする</li> <li>・銀行の支店長になって、何人の窓口を設けたらよいかをシミュレーションする</li> <li>・待ち行列のしくみに関する情報提供</li> </ul>
カスタマイズ性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒の学年に応じて、シミュレーションの難易度、内容をカスタマイズ</li> <li>・自分の町に合ったテーマ(ハンバーガーショップ、郵便局の窓口等)へのカスタマイズ</li> </ul>

## (2) 待ち行列シミュレーションプログラム

待ち行列シミュレーションプログラムは、待ち行列のシミュレーションを視覚的に理解できる「待ち

表 3 Web 新聞教材

項目	内容
テーマ	・「環境新聞」
情報教育目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・課題について、情報を調べ、まとめる</li> <li>・データを計算したり、集計し、分析する</li> <li>・調べた情報を発表する</li> </ul>
関連する教科	<ul style="list-style-type: none"> <li>・総合学習、生活科(環境問題について、テーマを設定し、調べ、発表する)</li> <li>・理科、社会</li> </ul>
具体的内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境問題に関して、自分の課題と調べる方法を考える</li> <li>・環境問題に関して調べたことを新聞の記事としてまとめる</li> <li>・作成した記事をレイアウトし、まとめる</li> <li>・各生徒が作成した新聞を環境データベースにまとめる</li> <li>・Web 新聞として発信する</li> <li>・みんなで調べた情報を検索したり、参照することができる</li> </ul>
カスタマイズ性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒の学年により、作業内容をカスタマイズ</li> <li>・異なるテーマ教材へのカスタマイズ</li> </ul>

行列教材」を開発するためのプログラムとする。この教材においては、モデリングやシミュレーションの概念を学ぶことができる。教材開発者は、シミュレーションの題材をさまざまにカスタマイズできる。また、教材実行時には、生徒がシミュレーションのパラメータを変更できる。

待ち行列教材の例を表 2に示す。

## (3) Web 新聞プログラム

Web 新聞プログラムでは、CD-ROM や WWW を通して収集したデータを、レポートとしてまとめ、発表することを通して、情報の加工、伝達、共有の利点を学習する事ができる「Web 新聞教材」を開発するためのプログラムとする。

Web 新聞教材の例を表 3に示す。

## (4) 情報マッププログラム

生徒が作成したデータを外部から参照できるようにして、ネットワークを利用した共同作業を通して交流することにより、学習する事ができる「情報

マップ教材」を開発するためのプログラムとする。  
情報マップ教材の例を表 4に示す。

表 4 情報マップ教材

項目	内容
テーマ	「みんなの街 ウォークラリー」
情報教育目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・情報を収集、収集した情報を整理、分類する</li> <li>・整理、分類した情報を表現する</li> <li>・表現した情報を伝達、発信する</li> </ul>
関連する教科	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生活科、総合学習（地域探検を通し、発見した地域の様子を整理しながら、自分の街マップを作成する）</li> <li>・社会</li> </ul>
具体的内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・探検をして、発見した自分の街に関する情報を整理し、街に関する問題を作成して、データベース化する</li> <li>・問題を整理し、自分の街のマップを作成する</li> <li>・作成したマップで、ウォークラリーゲームを作成する。マップ上に問題地点（ポイント）を設定し、問題地点をクリックすることにより、該当する問題データが表示、問題を解き、正解すると、次の地点に進む</li> <li>・ネットワークを利用して、1つの問題マップを協同で作成することができる</li> <li>・ネットワークを利用して、作成した自分の街のマップ、ウォークラリーゲームを発信することができる</li> </ul>
カスタマイズ性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒の学年により、作業内容をカスタマイズ</li> <li>・テーマに応じた情報提供型のマップ作成用教材へのカスタマイズ</li> </ul>

## 6. マルチメディア教材 コンポーネント

### 6.1 マルチメディア教材コンポーネントの コンポーネント化の指針

マルチメディア教材コンポーネントは、教育的目標に従ってモジュール化する。今回開発する教材では、教育的目標として「情報活用の実践力」を修得することを主な目的とする。なぜなら、協力者会議では、「情報の科学的な理解」および「情報社会に参画する態度」は、生徒の学習段階に合わせて、教師が授業において指導していくことにより学習すべきであるとしているからである。ま

た、「情報活用の実践力」については、各教科のそれぞれの特性に応じて、すべての学校段階を通じて積極的に取り組むことが強く求められており、この教育的目標を修得するための教材を開発する利点は大きい。

上記マルチメディア教材基礎プログラムを開発する際に、汎用的に利用できる部分を抜き出すとともに、オリジナルな教材の開発に利用できるものを選定する。

### 6.2 開発するマルチメディア教材コンポーネントの概要

具体的には、以下のような目的を持ったコンポーネントを開発する。

#### (1) シミュレーションコンポーネント

実際のシステムをモデル化してコンピュータ上で動かす、その挙動や性能を理解する際の、シミュレーションの核となる。

(a) 待ち行列コンポーネント：待ち行列のシミュレーションを通して、モデリングやシミュレーションの概念を学ぶ

(b) ソートコンポーネント：ソートのシミュレーションを通して、アルゴリズムの意味を学ぶ

#### (2) 情報表現コンポーネント

文書作成向けソフトウェア、およびマルチメディアの役割と情報の性質を理解する。

(a) ドローコンポーネント：楕円・矩形・多角形・線などの図形オブジェクトの操作を修得し、ドローソフトの機能を学ぶ

(b) 表計算コンポーネント：行・列の入れ替えなど、表計算ソフトの機能を学ぶ

(c) 静止画コンポーネント：簡単な画像処理機能により、静止画の性質を学ぶ

(d) 情報マップコンポーネント：クリックابلマップのようなキャンバスへのイベントの貼り付けにより、情報の表現を学ぶ

### (3) 情報活用コンポーネント

情報の効率的な収集と整理方法を理解する。

- (a) データベース活用コンポーネント：データベースを使って情報を効率的に収集する方法と整理する方法を学ぶ

### (4) コミュニケーションコンポーネント

対面またはネットワークを通じたコミュニケーション手段の役割の違いを理解する。

- (a) アンケートコンポーネント：アンケートを使ったコミュニケーション手段の役割を学ぶ
- (b) 投票コンポーネント：投票を使ったコミュニケーション手段の役割を学ぶ

## 7. まとめ

小中学校における情報教育向け教材が不足しているという問題を解決するため、電子教材を簡単に開発できる「教材開発環境」の構成とその開発の指針、および、ここから開発される教材の例を示した。

教材開発環境としては、プログラミングによらずに、簡単なカスタマイズのみで教材を開発するための「マルチメディア教材基礎プログラム」、および教育的目標をモジュール化したソフトウェアコンポーネントである「マルチメディア教材コンポーネント」の構成と概要を示した。

教材開発環境で開発した範囲は、希望者が無料で入手できるようフリーソフトウェア化する予定である。また、本プロジェクトを通じ、下記の効果が期待される。

- (1) 教育の現場では、教材開発環境を使って教材のカスタマイズやオリジナル教材の開発を進め、その結果、情報教育に適切な教材が豊富に揃うようになる
- (2) 生徒による教材のカスタマイズは教育的効果もあるので、教師はカスタマイズも情報教育の一環として取り組むことができる

## 謝辞

本件は、平成 10 年度第一次補正予算事業で通商産業省及び情報処理振興事業協会 (IPA) が推進、現在実施中の「情報学習サポート事業」において、(株) 日立製作所が提案し採択されたプロジェクトの内容をまとめたものである。

本プロジェクトは、提案者である(株) 日立製作所が開発者となり、情報処理学会情報処理教育委員会情報教育ソフトウェア小委員会・初等中等情報教育小委員会の設計への参加、指導のもとに、教材や教材開発環境を整備し、情報教育支援を行うことにより、初等中等教育における情報リテラシーのボトムアップを目指すものである。

## 参考文献

- [1] 幼稚園教育要領、小学校学習指導要領及び中学校学習指導要領、文部省初等中等教育局小学校課、  
<http://www.monbu.go.jp/news/00000298/>, (1998.12).
- [2] 中川、武井、大岩、小谷、都倉: 情報教育に何が一番必要か、情処 CE 研報, CE-51-4, (1999.2).
- [3] 中川、武井、大岩、小谷、都倉、中駄、中村、矢川、山岸、辻: 情報教育のための教育基本ソフトウェア・電子教材・教育支援プロジェクト、情処 58 全大, 4W-06, (1999.3).
- [4] 新設備計画ハンドブック「コンピュータを教育に生かす」、(社) 日本教育工学振興会、(1998.6).
- [5] 情報化の進展に対応した教育環境の実現に向けて、文部省・情報化の進展に対応した初等中等教育における情報教育の推進等に関する調査研究協力者会議、  
<http://www.monbu.go.jp/singi/chosa/0000301/>, (1998.8).