

## 教育デジタルコンテンツの統合による教育環境支援

岡村 拓朗† 井上 智雄‡ 神野 敬行†  
小西 沙耶香† 重野 寛† 岡田 謙一†

教育コンテンツのデジタル化にあたり、教師側コンテンツと生徒側コンテンツを統合的に扱うことにより、その教育デジタルコンテンツを軸とした、一貫した教育環境を構想している。本発表は教師の授業準備に焦点を当て、教師の学習指導計画を立てる作業と授業用教材を作成する作業における、さまざまな問題点を解決するために我々が行った作業、設計について述べる。具体的には、教育コンテンツのデジタル化をどのようにして行えばよいか、という方法論と学習指導計画作成支援と授業用教材作成支援の二つを軸とする、授業準備支援を行うシステムの設計である。学習指導計画作成支援とは、教育デジタルコンテンツの中のデジタル指導書から学習指導計画を作成するもので、授業用教材作成支援とは、授業で用いる教材を収集し、編集するものである。

### Educational environment support by integrated digital educational contents

Takurou Okamura† Tomo'o Inoue‡ Takayuki Jinno†  
Sayaka Konishi† Hiroshi Shigeno† Kenichi Okada†

In the case of digitizing educational contents, we are conceiving of the consistent educational environment centering on educational digital contents by treating the contents for teachers, and the contents for students in integration. This paper focuses on lesson preparation of a teacher, and it describes the work and the design which we performed in order to solve various problems in the work which forms the study instruction and creates the teaching materials for a lesson plan by the teacher. Specifically, we designed the system centering on two as shown below. one is the methodology how we should digitize educational contents, another is creation support of a study instruction plan and creation support of the teaching materials for a lesson. Creation support of a study instruction plan is drawing up a study instruction plan from the digital teachers' manual in educational digital contents and creation support of the teaching materials for a class is collecting and editing the teaching materials used by lesson.

#### 1. はじめに

最近では、インターネット、WWW(Web)の進展に代表される情報通信技術(IT)の発展は、教育にも大きな影響を与え始めている。デジタル情報資源は飛躍的に増加し、遠隔教育も広まりつつある。しかし、予想される影響の全体からすれば、まだこのような動きは始まったばかりであり、今後ますます教育の情報化は進行すると考えられる。

現在のパソコン(PC)から利用できる教育用デジタルコンテンツ(特にデジタル教材)の開発が盛んに行われているが、デジタル教材が豊富になると、紙媒体など従来のメディアとの併用が進み、いずれ、豊富な質量と利用環境が整備されれば、すべてが置き換わることも考えられる。そこで我々はこのような教育環境の変化に伴い、教師側の教育環境整備のため

の方法を提案する。また、本稿では触れないが、この研究と平行して学習者側の教育環境、特にこれから増えるであろう非同期分散型学習を支援する研究を行っている[1, 2]。

学校教育において、教師の最も重要かつ労を要する作業は、一連の授業実施プロセスである。授業実施プロセスは、年間指導計画およびさらに詳細な学習指導計画の立案・作成、学習指導計画に基づいた授業準備、授業の実施、授業実施後の評価から成り、現実には授業の実施までに大半の時間を割いている。

本稿では、今後導入が進むであろう、デジタル教材、デジタル指導書などの教育デジタルコンテンツを有効に活用できる、教師にとって現実的な授業実施プロセスの総合的な支援を実現するシステムの開発を目標とした。そこで、まず授業実施プロセスについて検討し、教育デジタルコンテンツの形式を提案する。そして、その教育デジタルコンテンツを用いて教師の授業準備を支援する方法を提案する。ここでいう、デジタル教材、デジタル指導書とは、既存の紙媒体の教材、指導書を電子化したものである。以下、2章では、現在行われている授業実施プロセスとその問題点、3章では、教育デジタル

†慶応義塾大学 理工学部 (Faculty of Science & Technology, Keio University)

‡国立情報学研究所 知能システム研究系 (Intelligent Systems Research Division National Institute of Informatics)

コンテンツ統合のためのメタデータの必要性，定義方法，4章では，現在，作業が完了している，数学と理科の指導書分析，5章では，授業準備システムの一部である，学習指導計画作成支援システムと授業用教材作成支援システムについて述べる．

## 2. 授業実施プロセス

図1は，文部科学省，出版社，教師，生徒という教育に関わる各要素と本研究での支援部分を表したものである．図にもあるように，一番初めに文部科学省が小中高，各教科ごとの学習指導要領を出し，それに基づいて各出版社が教師用指導書，生徒用教科書，生徒用副教材（地図帳，ドリルなど）を出版する．そして，教師はそれらを用いて授業準備をし，授業に挑むことになる（授業実施プロセス）．

図2は，教師の授業実施プロセスの流れを細かく表したものであるが，図からもわかるように，教師の行う授業準備の流れは，まず始めに出版社が出版している教師用指導書を元にして，年間，月間，一日でどのような内容の授業を行うか，という学習指導計画を立案，作成し，それから実際の授業で使うための授業用教材などを作成する，といったものである．

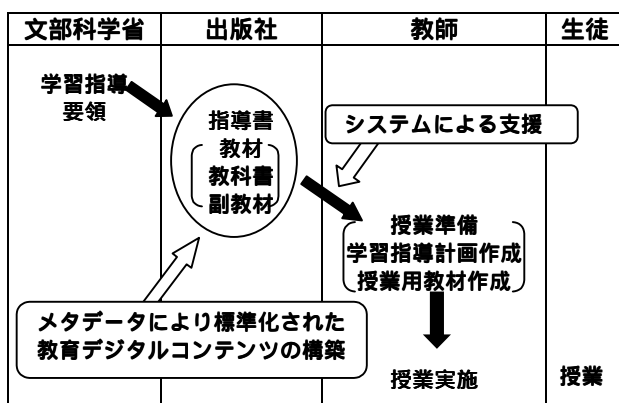


図1 教育環境と支援対象

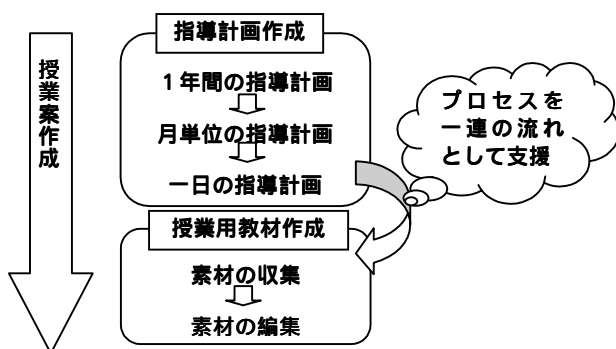


図2 教師の授業実施プロセスの流れ

現在教師によって行われている，学習指導計画を立てる作業は，指導書に載っている年間や月間の学習指導計画及び各授業の指導計画作成を元にして各教師がそれぞれ作成するといったものである．しかし，そこには，一コマの授業でどこまで進めるのが適当

か，教師が病気などで授業が1回抜けてしまったときどうするのか，など細かいことが指導計画作成だけでは対応できないといった問題点がある．また，1科目の指導計画を作ることですら大変な作業であり，教える科目が1つである場合が多い中学校，高校の教師が苦勞しているのに，小学校の教師は教える科目が多いので指導計画を立てるだけでもかなりの労を要する，といった問題点も挙げられる．

授業用教材を作成する作業は，1) 素材の収集と2) 素材の編集に大きく分けられるが，現状ではこの両方が十分に支援されていない．素材の収集に関しては，写真などが掲載されている資料集からコピーをとって使ったりして対応している．また，現在の遠隔学習の進展に大きな影響を与えた WWW は莫大な情報資源であるが，現状では教育利用に適当なコンテンツは極一部に限られており，その対応策として，例えば政府のミレニアム・プロジェクトの一部でもある「教育の情報化」において，2005年度を目標として学校教育用コンテンツの開発・教育情報ポータルサイトの整備を開始しているぐらいである．一方，素材の編集に関しては，既存のエディタなどを用いて行うことになるが，複数のツールを立ち上げてコピー・アンド・ペーストを繰り返すというややめんどろな作業を繰り返すことになる．また，従来の学校授業において最終的に授業を実施するのは教師であり，そのために教師は常に教材準備をしてきたが，この教材準備は決して教師自らが全ての教材を一から作成してきたわけではない．教科書に代表される基幹教材を元に，授業案を練る過程で適宜補助教材や既存の様々な資料を組み合わせることが作業の大部分なのである．教師にとって重要なのは授業をいかに遂行するか，であり教材を作成することが第一ではない．そのための素材は新たに作成することがないわけではないが，既に十分用意されている．それならば，将来オンライン教材が当たり前前に利用されるときにも，大部分の教師は既存の資料を組み合わせ（編集して）利用すると考えるのが自然である．最も問題となるのは教材を一から作成する状況ではなく，授業案を練りながら既存の資料を編集する状況なのである．そして，そこにおいて編集は，授業案を練るという知的作業を妨げないほど容易に，むしろ助けるように出来ることが望まれる．

そこで，学習指導計画を立てる作業と授業用教材を作成する作業における，このような問題点を解決するために，我々の考える授業実施プロセスの総合的な支援を実現するシステムは，教師が最も労を費やす，授業実施までの作業の支援を対象とする．

具体的には，学習指導計画作成支援と授業用教材作成支援の二つを軸とする，授業準備支援を行うシステムを設計する．学習指導計画作成支援とは，教育デジタルコンテンツの中のデジタル指導書から学習指導計画を作成するもので，授業用教材作成支援とは，授業で用いる教材を収集し，編集するためのものである．

### 3. 教育デジタルコンテンツ統合のためのメタデータ

#### 3.1 メタデータの必要性

上で述べたような、学習指導計画作成支援システムと授業用教材作成支援システムから教育デジタルコンテンツを利用することを考えているが、デジタル教材・デジタル指導書などの教育デジタルコンテンツをうまく活用するためには、コンピュータによる知的処理は有効な方法である。知的処理をすることによって、教師が手作業で行い、最も労を費やす、授業実施までの作業を手助けすることができ、教師はより授業実施に集中することができる。しかし、そのような知的処理を可能とするには、そのための形式を整えておかねばならない。すなわち、データの形式を規定するメタデータを定める必要がある。このメタデータは、本研究では、教師の一連の作業を、知的かつシームレスに支援することを目的としているため、その一連の作業に必要な文書・教材全てについて、それらの間の連携を考慮したものである必要がある。また、本研究における、どの教科であってもどの出版社であっても、その教育デジタルコンテンツを読み込んで対応できる、という方法論を実現するためには、教育デジタルコンテンツがそれなりの形式を持っていなければならない。それは、数学のシステム、出版社Aのシステムのように、システムが細かく分類され、対応していくのではなく、1つのシステムで複数の教科や出版社に対応しようとするからである。

本稿では、まずコンピュータによる知的処理が容易に可能な、デジタル教材、デジタル指導書などを始めとする教育デジタルコンテンツの形式（メタデータ）の提案し、それを具体的にどう使っていくかを示す。特に、メタデータについては一般化すれば便利であるが、現状では2つの問題点がある。1つ目は教科間での作りの違いであり、2つ目は出版社間での作りの違いである。教科間の違いについては例えば、数学であれば学年ごとに1冊ずつ教科書が存在しているのに対し、理科では分野ごとに教科書が分かれて存在している。また、数学では問題を解く形式で学習していくのが一般的であるのに対し、国語、英語では文章を読解する形式で学習していくのが一般的である、ということである。出版社間での違いについては、例えば「中学校数学2年指導書」という一つを取っても複数の出版社が出版している、ということである。

我々は教育デジタルコンテンツの形式（メタデータ）において、複数の教科、出版社に対応するという問題点を解決し、メタデータに即した教育デジタルコンテンツの標準化、つまり、指導書、教科書などを作成している複数の出版社がこれらのメタデータを共通して使ってくれることを目指す。

#### 3.2 メタデータの定義方法

上記のような連携を考慮した、教科間、出版社間で汎用性のあるメタデータについて、特に、教科書とそれに対応する指導書における、メタデータについて検討する。この作業においては、教師が望むデータ形式が教科ごとに異なると考えられる。これは、教科ごとの教科書、指導書の違いから生じるものであるが、我々は、この教科間のメタデータの違いを吸収し、統一的に扱う仕組みを提案する。その方法は、教科ごとのメタデータは、全教科あるいは複数教科に共通の部分と、各教科に固有の部分に分けることができると考えられるため、それぞれの教科のメタデータは、共通部分と各教科に固有の部分の組み合わせによって作成する、というものである。また、このようなメタデータの違いは、同じ「中学校数学2年指導書」という名前の指導書であって出版社が異なる場合でも考えられることであるが、これも教科間と同じように、メタデータは、共通部分と各指導書に固有の部分の組み合わせによって作成できると考えている。

我々は、このような性格を持つメタデータを、一般的な利点である加工の容易さ、デジタル文書の標準的記述言語として用いられている、という理由でXMLタグを用いて定義した。

### 4. 指導書分析とメタデータ定義

我々は、教育デジタルコンテンツのメタデータ定義のために、現在使われている紙媒体の教材、指導書を出版社を問わず全て分析する予定であるが、まず指導書の分析から始めることにした。これは、研究計画の第一歩として、メタデータに即したデジタル指導書を用いた学習指導計画作成支援システムを設計するためである。また、指導書分析においては、教科間のメタデータの違いを吸収するための分析と出版社間のメタデータの違いを吸収するための分析があるが、先に、同じ教科間での出版社間のメタデータの違いを吸収するための分析を行うことにした。

指導書分析では、まず、6つ出版社の「中学校数学2年」という数学の指導書について、構造内容等の相違点を調べるために読んで比較し、すべての指導書は大きく、1)教科書、指導書の特色や年間指導計画例などが含まれる巻頭、2)教科書の解説部分である指導書本文、3)資料などの巻末、の3つに分けることができた。そして、特に指導書本文において、それらを構成する項目(章、節、項や問題、解答など)が木構造(入れ子の繰り返し)になっているという特徴があることに気がついた。次に、さらに細かく出版社間での共通点、固有点などを整理するために、指導書の全ての項目を挙げて、項目一覧表を作ることにした。この作業は、巻頭、指導書本文、巻末に分けて行い、巻頭、巻末については、内容は出版社ごとに特色が出ているが、構造は同じであると判断した。また、指導書本文については出版

社間でレイアウトにおける違いがあることが分かった。

指導書本文のレイアウトについては、1日の授業を単位とし、授業の流れを示すパターンと、章、節などの教科書の内容に即して1つの単位を構成するパターンの2種類に大きく分けることができた。これらの違いをどのように扱うかについては、次のように考えた。1日の授業を単位として解説している出版社は、ニーズとしてそのような表示の仕方がいいというのがあり、出版社の特色としてそのようにしているであろうが、指導書をメタデータ化するという作業においては、1日の授業を単位とするとあまり意味がない。なぜなら、我々の考える2つの授業準備支援システムにおいて、1日を単位とした流れを示すことは、授業に費やす時間数を使い区切ることによって可能であり、データとして扱うだけであるならば、教科書に即していた方がいいと考えられるからである。そこで、授業の流れを示すパターンを章、節などの教科書の内容に即して1つの単位を構成するパターンに合わせ、項目一覧表を埋めを行った。

続いて、項目一覧表を元に統合できると判断した項目は統合し、XML文書としてメタデータ化した。XML文書では、中身に変更などがあつたときに操作しやすい、ということも考え、項目名をタグ名として扱うことにした。

ここで、現時点で行っている数学の指導書分析の結果をもとに、出版社間のメタデータの違いを吸収し統合するため具体例を示す。以下がその一部である。

出版社	項の目標	項のねらい
A		x
B		x
C	x	
D	x	
E		x
F		x

出版社	項の目標
A	
B	
C	
D	
E	
F	

(3) 出版社によって意味の違う項目の場合

図3 場合わけによる統合方法

図3に示すように、どこの出版社の指導書にでもあるような「章タイトル」、「指導計画面」といったような項目はそのまま用い、ある指導書にはあるが他の指導書にはないような項目は、ない方を空にすることによって対応する。また、ある指導書において「項のねらい」を意味するものが他の指導書では「項の目標」となっていた場合、複数ある指導書の全てを、さらにはその中身を分析し、内容が等しいと判断されれば、片方に(基本的には、より多くの指導書で用いられている方に)吸収させることにした。また、同じ意味の項目が指導書によっては、全く違う場所にあつたり、別冊にあつたりする場合についても、それぞれの指導書の独自性を損なわないように対応した。その結果できたものが、以下のようなXML文書である。出版社は、このような要素のないXML文書のテンプレートにそれぞれ独自の内容を書きこむことによって、各出版社の指導書となる。

出版社	章タイトル
A	
B	
C	
D	
E	
F	

出版社	章タイトル
A	
B	
C	
D	
E	
F	

(1) 全ての出版社に共通する項目の場合

出版社	留意点
A	
B	
C	x
D	x
E	
F	

出版社	留意点
A	
B	
C	空
D	空
E	
F	

(2) 全ての出版社に共通していない項目の場合

```

<指導書>
.
.
.
<指導計画面>
<節タイトル></節タイトル>
<項タイトル></項タイトル>
<節時数></節時数>
<項時数></項時数>
<学習事項></学習事項>
<項のねらい></項のねらい>
</指導計画面>
.
.
.
<指導書>

```

我々は、数学の指導書分析に続いて理科の指導書分析を行った。これは、今現在分析が終わっている数学と理科について、まずその2科目が統合可能かどうかを調べるためである。数学と理科以外の科目の指導書分析、また違う学年や高校の指導書の分析についても、今後行い、1つのメタデータに統合可能かどうかを検討していくつもりである。

理科の指導書については、5つの出版社について数学の指導書と同じような方法で分析を行った。その結果、年間指導計画例に関しては、かなり似た構造になっており、他の部分に関しては、数学と違って実験があるなど内容が異なるため、構造が異なっている、ということが分かった。

数学と理科という教科間の統合についても、図3に示すような出版社間での統合と同じような方法で統合していった。特に、上で述べたように、年間指導計画例は似た構造になっていたため、項目の統合をできる部分が多かった。例えば、「週時数」などである。他の部分に関しては、統合できそうな項目は統合し、統合できなそうな項目は、片方を空にすることによって対応した。例えば、統合した項目は、理科の「学習の過程の章タイトル」と数学の「指導計画案の節タイトル」などであり、片方を空にしたものは、数学には存在しなかった「学習の過程の節に対応するページ」などである。

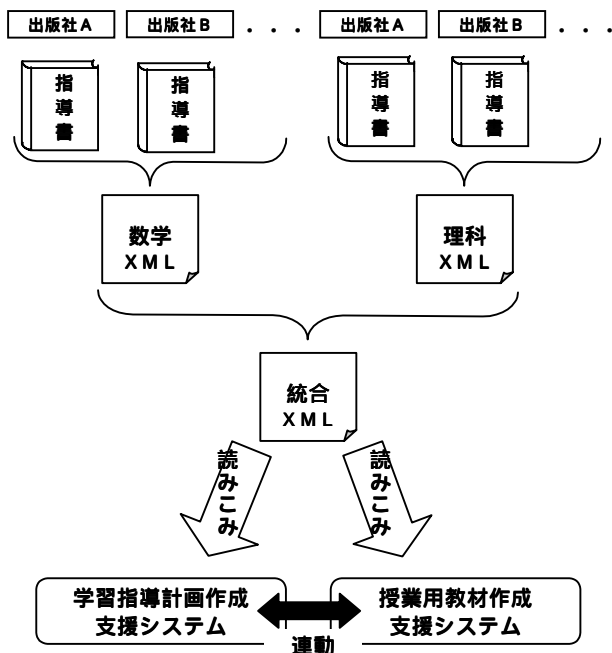


図4 数学と理科の指導書統合例

図4は、数学と理科の指導書を例に取ったものであり、今後、他の教科についても加える予定である。

数学と理科における教科間での統合は、教科ごとの作りの差が大きすぎるということから、まだ不完全であるが、出版社間と教科間で項目を統合したことによって汎用的に様々な利用が可能になると考えられる。現時点では、図にあるように、指導書分析によって作成されるメタデータに即した統合デジタル指導書は、今後実装する予定の学習指導計画作成支援システムや授業用教材作成支援システムに読みこまれることを第一に考えている。

## 5. 授業準備支援システムの概要

### 5.1 学習指導計画作成支援システム

2章でも述べたように、現状では、教師が行う、指導計画を作るという作業には、一コマの授業でどこまで進めるのが適当か、教師が病気などで授業が1回抜けてしまったときどうするのか、など細かいことが指導計画例だけでは対応できないといった問題点や小学校の教師は教える科目が多いので指導計画を立てるだけでもかなりの労を要する、といった問題点が挙げられる。

図5は、これらの問題点を解決するための学習指導計画作成支援システムのシステムイメージを表したものであるが、図にもあるように、このシステムは、メタデータに即したものであれば、どこの出版社の指導書であっても、どの教科であっても、読みこみ解析し、適切に表示することができる。

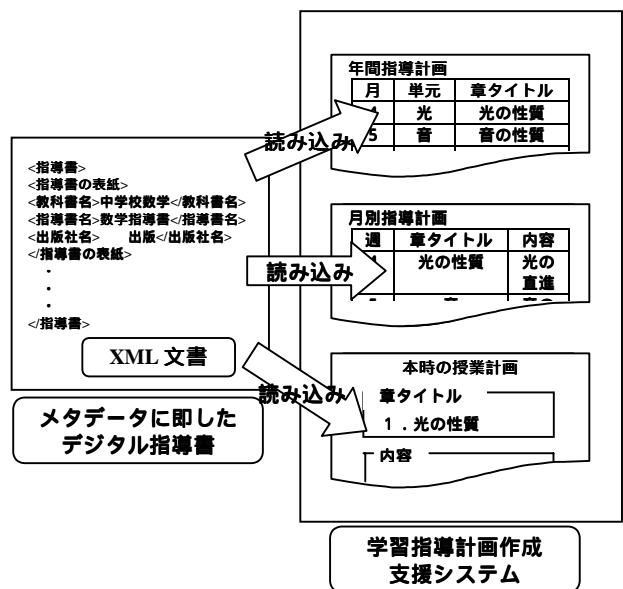


図5 学習指導計画作成支援システム

ここで、どのような項目をどのように表示するかについては、まだ検討中であるが、教師がその年のカレンダーを見て祭日などをチェックし、月ごとに授業を行える時数を入力するだけで自動的に指導計画を作成することを考えており、教師の指導計画作成における負担を少しでも軽くすることができる。また、学習指導計画作成支援システムは既存のスケジューラーとは大きく異なる。既存のスケジューラーは、ユーザーが情報を打ち込むなど能動的であるのに対し、学習指導計画作成支援システムは、ユーザーが、入力したものに対してシステムの動的な処理（ユーザーの求めているものを返す処理）を待つという受動的なものである。

### 5.2 授業用教材作成支援システム

2章で述べたように、授業用教材を作成する作業は、1) 素材の収集と2) 素材の編集に大きく分けられるが現状ではこの両方が十分に支援されていない、といった問題点が挙げられる。

我々がこれらの問題点を解決するために考えた、授業用教材作成支援システムは、教師の行う作業の大部分である、教科書に代表される基幹教材を元に、授業案を練る過程で適宜補助教材や既存の様々な資料（WEB 素材も含む）を組み合わせ編集することを支援するものである。また、そこにおいて編集は、授業案を練るという知的作業を妨げないほど容易に、むしろ助けるように出来ることが望まれる。そうすることにより、教師の授業用教材作成支援における負担を軽くし、また効率を上げることが出来る。

システムにおいて、素材の収集に関しては、すでに存在する WWW ブラウザからの検索エンジンなどが考えられるが、それら検索エンジンでは、検索結果が多すぎたり、著作権の問題から実際に使用して良いものなのか悪いものなのか、などの問題がある。我々は、この点においても教師が簡単に WEB 素材を利用できるような機能を考えたいと思っている。また、素材の編集に関しては、教師が素材の編集を行いやすく、効率の高いシステムの実装を考えているが、これは、以下のようなオーサリング方法論を元にしてしている[3]。

一般にある程度の分量の文書（ここでは WEB 素材などの図も含む）を作成するときにあらかじめ章立てや章タイトルを決め、その後の修正なしに完成できる人はそう多くないと考えられる。それよりも断片的な文章をいくつか思いつくままに書き並べてゆき、それらを並べ替えたり、加筆修正したりといった編集操作を行って最終的な文書にする方が一般的であると考えられる。これはアウトラインプロセッサが存在することからも分かる。そのため、このような自然な文書の作成手順に従って「繋ぎ」教材を作成できることを狙っている。すなわち、ある一塊の文書（ユニット文書と呼ぶ）を好きなだけ作成して、ある場所にプールしておく。その時点ではユニット文書間には特定の構造はない。作成者はユニットを一覧することができ、この蓄積場所（ユニットプール）から複数のユニット文書を選択して新たなユニットを作成することができる。こうしてできた少し大きいユニットもまた元のユニットプールに戻す。このユニットプールからユニット文書を取り出しては編集して戻す、という操作を繰り返し行うことで、だんだん大きな構造を持つ文書ができてゆき、やがて目的の教材が完成する。

図 6 は、授業用教材作成支援システムの特に、教材の編集についてのシステムイメージを表したものである。図にもあるように、このシステムは、デジタル教科書やデジタル指導書などの教育デジタルコンテンツの XML 文書、WEB 素材、自筆文章などを取り込んで、教科書、指導書の内容の抜粋やユニット文書編集を行い、実際の授業で使う、資料を作成することができる。

また、授業用教材作成支援システムについては、そのほかに、教師は指導計画作成支援システムと同時に使うことも考えられるので、お互いのシステムの連携についても考えている。例えば、指導計画作成支援システムにおいて作成された指導計画は、

XML 文書という形で保存されるが、その XML 文書を授業用教材作成支援システムで読み込むことで、間接的に教育デジタルコンテンツにアクセスすることができる。そうすることで、指導計画作成支援システムによって作成された XML 文書がポイントのような働きをすることになり、授業用教材を作成する際の教科書、指導書本文抜粋をスムーズに行うことが出来る。

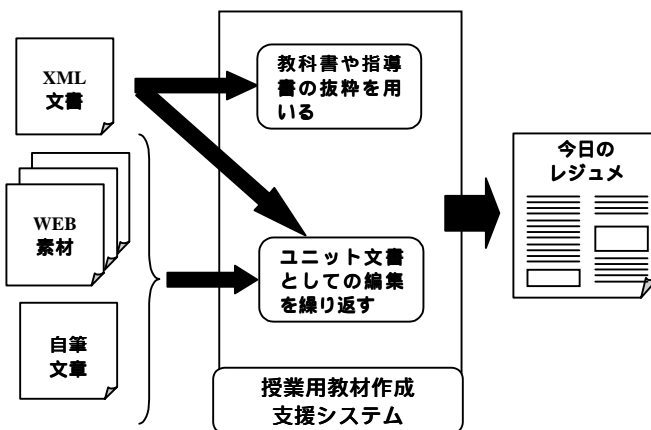


図 6 授業用教材作成支援システム (教材の編集)

## 6. 今後の研究予定

現在、数学と理科の指導書についてしか分析を行っていないが、今後はまず、数学と理科以外の指導書を教科ごとに分析して、出版社間と教科間のメタデータの違いをなくし、吸収する仕組みを考えたいと思っている。特に、数学や理科と国語や英語の間には、学習内容の違いから、大きな隔りがあると考えられる。そして、教師がいかに使いやすいかという性能面、操作などが分かりやすく簡単であるかというインターフェース面などあらゆる見地から考えて、学習指導計画作成支援、授業用教材作成支援を始めとする、授業実施プロセスの総合的な支援を実現するシステムの実装を行い、実際に教師に使ってもらうなどの実験をして、評価を行いたいと思っている。

謝辞 本研究の一部は、平成 14 年度科学研究費補助金特定領域研究課題番号 14022265 「デジタルコンテンツを活用する教師の授業実施プロセス総合支援の研究」、及び国際コミュニケーション基金調査研究助成の支援を受けた。

## 参考文献

- 1) 上智雄, 木下 聡, "WWW 型遠隔学習における柔軟な学習者グループの構成法," 情報処理学会第 62 回(平成 13 年前期)全国大会特別トラック(1)講演論文集, pp. 155-158, 2001 年 3 月.
- 2) 神野 敬行, 井上 智雄, 岡村 拓朗, 岡田 謙一: "ウェブ利用個別学習における電子掲示板利用に基づく学習者グループの構成", 電子情報通信学会研究報告 Vol.102 No.65 pp.7-12, 2002.

- 3) 木下 聡, 井上智雄, "WWW ブラウザから利用する編集の容易な XML 教科書作成ツール," 情報処理学会第 62 回(平成 13 年前期)全国大会特別トラック(1)講演論文集, pp. 137-140, 2001 年 3 月.
- 4) 進学習基盤協議会(ALIC) : e ラーニング白書 2001/2002 年版, Ohmusha .
- 5) 井上智雄, 上野晴樹: : 遠隔学習システム標準化の動向と今後の研究課題, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.99 , No.717、 pp.41-48 , March 21-22 , 2000 .

以上