

学習指導案作成支援システム生成用ジェネレータの開発

相馬 孝行[†], 河野 真也^{††}, 宮寺 庸造[†], 横山 節雄[†]

[†] 東京学芸大学 〒184-8501 東京都小金井市貫井北町 4-1-1 042-329-7475

E-mail: {takayuki,miyadera,yokoyama}@u-gakugei.ac.jp

^{††} 東京学芸大学教育学部 附属高等学校 大泉校舎 〒178-0063 東京都練馬区東大泉 5 丁目 22-1 03-5905-1301

E-mail:shinya@hs.oizumi.u-gakugei.ac.jp

あらまし：既存の学習指導案作成支援システムのほとんどは、指導案を作成する際の枠組みや書き方を1つの形式に定め、それに対する入力を行っていくものである。そのため、利用者が考える様々な指導案の記述形式、また、それぞれの教科に対する指導案の記述形式など、全てに対応することは困難である。これらの問題を解決するためには、指導案の形式を1つに定めるのではなく、必要に応じた作成支援システムの構築が必須と考えられる。しかし、様々な形式に合うシステムを個々に開発することも困難である。そこで、本研究では、指導案を記述する文法を形式的に定義することにより、その記述形式に従った学習指導案作成支援システムを自動生成するジェネレータの開発を行なった。生成された作成支援システムによる指導案の作成は、必要項目などの欠落がなく、指導案としての矛盾がない。

キーワード：教育ソフトウェア、学習指導案、形式化、教育実習、授業設計

Development of a Generator for Computer Supported Teaching Plan Systems

Takayuki SOUMA[†], Shinya KOUNO^{††}, Youzou MIYADERA[†] and Setsuo YOKOYAMA[†]

[†] Tokyo Gakugei University 4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo, 184-8501 +81-42-329-7475

E-mail:{takayuki,miyadera,yokoyama}@u-gakugei.ac.jp

^{††} Tokyo Gakugei University Senior High School Oizumi Campus 5-22-1 Higashi-oizumi, Nerima-ku, Tokyo, 178-0063 +81-3-5905-1301

E-mail:shinya@hs.oizumi.u-gakugei.ac.jp

Abstract : As almost all the Computer Supported Teaching Plan Systems define only one format, student teacher makes it difficult to formalize various kinds of teaching plans. In order to solve this problem, we developed an automatic generator to create many kinds of Computer Supported Teaching Plan Systems for student teachers to make teaching plans which have different kinds of formats.

In this article we report its construction and results of applications.

Keywords : Education software, Teaching Plan, Formalization, Teaching Practice, Instructional Design

1 はじめに

学習指導案には慣習的な枠組みは見られるが、指導案の書き方そのものは作成者によって異なるものである。そのため、授業設計の有効なデータとなり得る学習指導案の多くはデータベース化が困難である。現在、学習指導案を Internet 上で公開しているところもあるが、既存の指導案を HTML に書き換えたり、指導案そのものを画像として取り込み公開する方法を用いており、再利用性に乏しい [2] [3]。

これまでに、授業設計における研究も多く行われているが、これらの研究で用いられるシステムは、授業の雛型を用意し、その雛型から授業内容を選択することにより授業を設計していくものであった [9]。授業設計の訓練システムとして考えた場合、従来の方法で行なわれた授業設計は、確実に整合性の取れたものとなり、有用であると考えられる。しかし、従来の方法では、単一の授業設計しか行なうことができず、実際の授業に対する授業設計を行なうシステムとしての活用は困難と考えられる。

指導案の作成支援を行なっていく場合、ある指導案の形式に対して、整合性のとれた指導案を作成できるシステムは重要であると考えられる。しかし、様々な利用者の考える形式に対応できる指導案の記述形式を 1 つに定めることは困難である。当然、それぞれの教科においても必要となる記述形式は異なるものになると考えられる。

そこで、指導案を作成する際の枠組みや要素・書き方を定めることにより、その形式に対して整合性の取れた指導案の作成支援システムだけでなく、様々な利用者が考える記述形式、それぞれに応じたシステムが必要となる。

本研究では、指導案を記述する際の文法を形式的に定義し、その定義に基づいた入力・操作が可能な、学習指導案作成支援システムを生成するジェネレータの開発を目的としている。それにより、利用者の考える様々な指導案の形式に対応することができるようになると考えられる。さらに、記述方法を形式的に扱うことにより、指導案としてのデータを Internet 上で公開する際や、データベースを構築しその利用を行なう場合においても、容易に対応可能になると考えられる。

本稿では、第 2 節で、学習指導案作成支援システムを生成するためのジェネレータの概要と、その入力情報として利用する指導案を記述するための定義、および、出力されるシステムについて述べる。第 3 節では、そのジェネレータの開発について述べる。第 4 節では、ジェネレータにより生成される学習指導案作成支援システムの特徴や機能・構造について述べる。第 5 節で、まとめと今後の課題について述べる。

2 ジェネレータ

2.1 必要性

これまで行なわれている研究の多くは、指導案を作成する際の枠組みや書き方を定めることにより、指導案の雛型を作成し、それに対して入力を行なっていくことで、整合性の取れた指導案を作成するものであった [4][5][6][7][8][9]。

しかし、それでは、1 つの形式にしか対応できず、様々な利用者が考える記述形式やそれぞれの教科に対する指導案の記述形式、全てに対応したシステムを開発することは困難である。また、それぞれに対応するシステムを個々に開発することも困難である。

そこで、様々な利用者の考える形式に対応できる指導案の記述形式を 1 つに定めるのではなく、

必要とする指導案の構成を示す記述形式を入力することにより、その記述形式に対応した学習指導案作成支援システムを自動生成するシステムを開発することで、必要に応じた利用者の考える様々な指導案の形式に対応することが可能になると考えられる。

本研究におけるシステムの対象としては、教育実習の場における教育実習生とその指導教官を想定している。指導教官が、それぞれが考える指導案として必要項目・構造等を記した記述形式をジェネレータに対して入力を行う。そして、授業経験の少ない教育実習生に対し、必要となる入力事項を提示した学習指導案作成支援システムを得る。教育実習生は、生成されたシステムを利用することにより整合性のある指導教官の考えに即した指導案の作成を行なうことができる。

また、これまでの、慣習的な枠組みにとらわれない学習指導案作成支援システムを生成することも可能であるので、教育実習における場だけでなく、現職の教員における授業研究の資料としての利用もできるのではないかと考えている。

2.2 概要

本研究におけるジェネレータは、第 2.3.2 節に示す定義に従って書かれた、学習指導案の記述形式を入力することにより、その記述形式に従った操作・入力を実行できる学習指導案作成支援システムの Java ソースコードを自動生成するシステムである (図 1)。このような機能を持つジェネレータを開発することにより、必要に応じて記述形式を書き換えることにより、目的に沿った指導案を作成する支援システムを自動生成することが可能となる。また、それぞれの教科に対応した記述形式を定めることで、それぞれ

の教科に対応した指導案作成システムを生成することが可能となる。

本ジェネレータは、Perlで記述されたCGIにより実装した。生成される学習指導案作成支援システムは、Internet上での利用を想定しJavaによるプログラムにより構成される。

また、本稿では、指導案の記述形式を考えジェネレータに入力を行なう人をシステム作成者、生成された作成支援システムを利用し指導案を作成する人を利用者と呼ぶこととする。

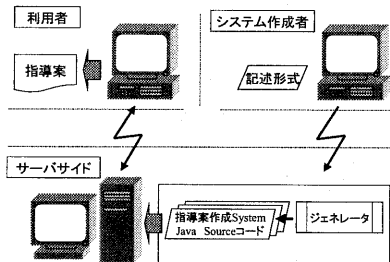


図 1: システムの流れ

2.3 入力

これまでに、筆者らは、学習指導案の現状の把握や指導案を構成している要素を明らかにすることを目的として分析を行ない、構成要素をもとに指導案の記述形式を定めてきた[10]。今回、これまでの構成要素をもとに定めてきた記述形式に対し、ジェネレータに対する入力となるよう、エディタコマンドや項目名・提示メッセージなどの属性を組み込んだ拡張記述形式を、記述するための定義を行った。

第2.3.2節に、記述形式を記す際の定義を示す。

2.3.1 形式化の意義

学習指導案の記述形式を形式的に定義することにより、以下のような性質が期待される。

健全性：記述形式に従った操作・入力を実行できる学習指導案作成支援システムを生成し、その生成されたシステムを用いることにより、指導案として文法的に正しく、項目に落度なく、矛盾のない学習指導案を作成することが可

能となる。また、記述形式に則して使用可能なエディタコマンドの記述を組み込むことにより、構文的にエラーが出ないような編集作業を行なうことが可能となる。

完全性：現職教員や教育実習生によって指導案を作成する際に必要とする項目・構造は異なるものである。それらを、作成者が今回定める定義をもとに記述形式を定めていくことにより、どのような構造の指導案に対しても全てに対応する可能となる。

2.3.2 記述形式の定義

記述形式は、指導案を構成する項目の集合を記した項目部と拡張BNF記法により記した記述規則部から構成される。

項目部に記述された内容が、指導案を構成する項目となる(図2)。

項目部…Column = () ;

()内にカンマ区切りで必要項目を記述

記述形式の先頭で、定義を行ない、この項目が、学習指導案作成支援システムの、テーブル状のインタフェースのそれぞれのカラムに対応する。

記述規則部は、終端ノード・非終端ノード・エディタコマンド・選択項目から構成され、拡張BNF記法で表記することとする。以下に、記述規則部を記述する際の表記法を示す。

終端ノード…[要素:項目:“提示メッセージ”:DATA]

- ・要素…指導案の構成する最小の単位。終端ノードにおける入力されるデータの分類を示す。
- ・項目…終端ノードの属する項目を数値で表現する。値は、項目部で記述された順に1, 2, 3…と定める。
- ・提示メッセージ…作成者へ終端ノードへの入力事項を促す際、セル上に提示するメッセージ。
- ・DATA…終端ノードにおいて、この欄にINPUTと記述されている終端ノードは、直接入力・編集が可能である。文字列を「"」で囲み記述されている終端ノードは、直接入力・変更はできず、選択項目による選択で変更が可能である。

非終端ノード…〈 〉で囲み記述

省略可能ノード…{ }で囲み記述

コマンド…実行可能なコマンドを「/ /」で記述

選択項目…/Select “提示メッセージ”(選択肢)/

- ・提示メッセージ…選択項目を表示する際のポップアップメニューに表示。
- ・選択肢…選択する項目を「|」で区切り記述。また、

表 1: 記述形式の例

Column	=	(目的, 教員行動, 内容, 生徒行動, 留意点);
(授業計画)	::=	(学習項目)+;
(学習項目)	::=	/SELECT “コマンド”(“CUT”/CUT/ “COPY”/COPY/ “PATE”/PASTE/ “CREATE”/CREATE/ “DELETE”/DELETE/ “RANK”/RANK// [目的: 1: “目的を入力してください”: INPUT]
(授業)	::=	/SELECT “授業内容の記述 または 授業展開を行なう”(“授業”(授業) “学習項目”(学習項目)*);
(講義形式)	::=	[“講義形式”(講義形式)] (“問題提示形式”(問題提示形式));
(問題提示形式)	::=	[“問題提示”(問題提示)] [予想される解答; 4: “予想される解答を入力してください”: INPUT]
(問題提示)	::=	[“問題”(問題)] (“問題を入力してください”: INPUT) [“解説”; 3: “解説を入力してください”: INPUT] {[板書計画; 3: “板書事項を入力してください”: INPUT]};
		/SELECT “出題方法を選んでください”(“板書”[出題方法: 2:: “板書”] (“プリント”[出題方法: 2:: “プリント”]) (“口頭”[出題方法: 2:: “口頭”])/ [留意点: 5: “留意点を入力してください”: INPUT];

それぞれの選択肢の前に選択する項目を示すメッセージを「`< >`」で囲み記述する。

`< >* または []*`

・それぞれのノードの 0 回以上の繰り返し

`< >+ または []+`

・それぞれのノードの 1 回以上の繰り返し

記述規則における表記は、複数行で記述することも可能であり、行末に「;」を記述する。記述形式内で「`< >`」で囲まれたメッセージは、指導案作成支援システム上で表示されるメッセージを示す。

表 1 に数学の指導案を想定した記述形式の例の一部を示す。

2.4 出力

ジェネレータにより生成される学習指導案作成システムは、Internet 上での利用を想定し Java によるプログラムである。

ここで、表 1 に記した記述形式を入力とし、ジェネレータにより生成される作成支援システムについて示す(図 2)。

生成される学習指導案作成支援システムは、指導案の階層構造を表示するカラムと記述形式の項目部で定義された項目要素から構成される、テーブル状のインタフェースを用いる。階層構造を示すカラムはテーブルの最左列に位置し、項目部の項目はその右側に順に並び、テーブルを構成する。テーブルの最左列にある指導案の階層構造を示すカラムを 0 として、順に項目の位置を数値により定義する。記述形式で記した終端ノードにおける項目で記述した数値と一致するカラムに、その要素の提示メッセージが表示さ

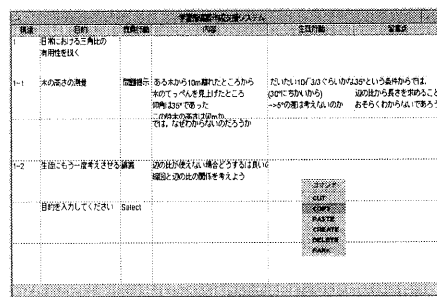


図 2: インタフェース

れる。

エディタコマンドや選択項目は、ポップアップメニューを用いて表示される。作成支援システムでは、セルの要素やその座標などの情報を随時記録している。そこで、提示されるポップアップメニューは、それらの情報をもとに、システムが提示する項目名を判断し、表示する。

図 2 では、コマンドに対するポップアップメニューが表示されているが、これは、表 1 における (学習項目) のおけるコマンドの選択項目である。ここでは、その選択項目の中で記述されている、提示メッセージと選択可能なコマンドの前に書かれているメッセージをもとにポップアップメニューが表示されている。

エディタコマンドは、あらかじめシステム側で指導案の構造に対する編集を行なうコマンドを用意している。必要とするコマンドを記述形式内で記述することにより、対応した処理が可能である。

選択項目で選択された項目に対し、記述規則の解析結果

から次の終端ノード、または、選択項目が表示され、提示された指示に従って指導案の作成を行なう。これらの操作を繰り返すことにより、指導案を作成する。

3 ジェネレータの開発

3.1 システム概要

本研究におけるジェネレータは、第 2.3.2 節に示す定義に従って書かれた、学習指導案の記述形式を入力することにより、その記述形式に従った操作・入力を実行できる学習指導案作成支援システムの Java ソースコードを自動生成するシステムである。そこで、以下のような機能を有する必要がある。

- ・入力された指導案の記述形式構造解析機能
- ・自由に表形式を扱うことができる機能
- ・Java ソースコードの出力を行なう機能
- ・ネットワーク上での利用が可能

また、本システムは、図 3 に示すように以下の 2 つのサブシステムから構成される。

- ・構文解析部
- ・コード生成部

本ジェネレータは、Perl を用いた CGI プログラムから構成される。テキストファイル上で記された記述形式を入力することで、システム内部で構文解析を行ない、それをもとに学習指導案作成支援システムのソースコードの生成を行なうものである (図 3)。

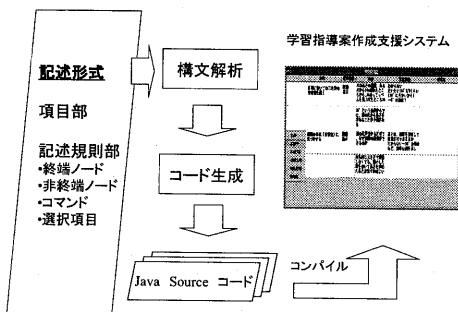


図 3: ジェネレータの流れ

3.2 サブシステム

3.2.1 構文解析部

構文解析部では、入力された記述形式から、終端ノードをまとめた表と、構文解析表の生成を行ない、コード生成のための準備を行なう。

3.2.2 コード生成部

構文解析部で得られたデータをもとに、コード生成部で Java ソースコードの生成を行なう。プログラムは Perl により実装し、ソースコードをファイルに書き出す。

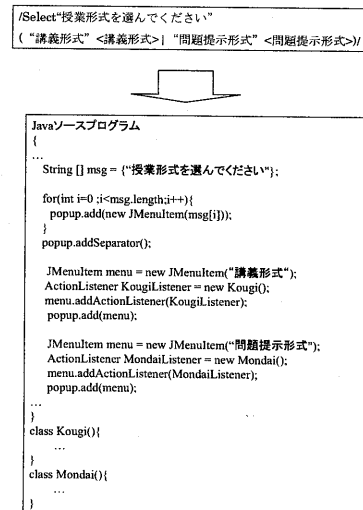


図 4: 生成されたプログラムの例

生成される学習指導案作成支援システムは、指導案の階層構造を表示するカラムと、記述形式の項目部で定義された項目から構成される、テーブル状のインターフェースを用いる。

そこで、まず、インターフェースに用いるテーブルを定義する際に、入力された記述形式の項目部の項目数・項目名をもとに必要なカラム数のテーブルを定義する。それぞれの項目は、記述された順にカラムに割り当て、それぞれのテーブルヘッダーとなるようプログラムに記述する。

エディタコマンド・選択項目は、学習指導案作成支援システム上で利用する場合、対象となるセル上でマウスの右

クリックを行なうことで、選択形式に対するポップアップメニューが表示される。

ポップアップメニューは、その組み合わせに対応して、選択項目のなかで記述された提示メッセージと、選択可能な要素を表示する機能を持つメニューを作成する。また、選択肢それぞれに対応したクラスを作成し、そこで行なわれる処理を記述形式から解析して、プログラムに記述する。表1における授業形式に対する選択項目で書き出されるプログラムの例を図4に示す。

これらの作業により生成された、Javaのプログラム群をコンパイルし学習指導案作成支援システムが構築される。

4 学習指導案作成支援システム

4.1 システムの生成

記述形式は、入力画面からテキストベースで入力を行なう。入力画面では、サンプルを提示し、それに対し、必要に応じて編集を行ったり、新規に記述形式を作成し、学習指導案作成支援システムを生成する。

エディタコマンドに関しては、作成・編集作業で必要と考えられる、指導案の構造の編集を行なうコマンドをあらかじめ用意しておく。その中から必要なコマンドを必要な箇所へ記述することにより利用可能となる。

4.2 動作例

表1で示した記述形式の例をもとに生成された学習指導案作成支援システムの動作例を以下に示す。

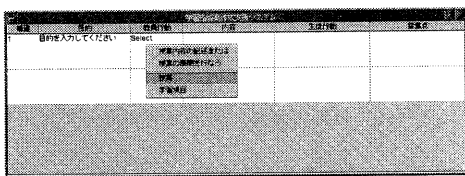


図5: 作成画面 I

図5が、その作成支援システムを起動時の画面である。指導案の作成の操作は、基本的にテーブルのセル上に提示されるメッセージに対して入力を行なっていくことになる。

表1の場合、<授業計画>は<学習項目>の繰り返しにより構成され、その<学習項目>は、[目的]と、<授業>または<学習項目>の選択項目から構成されている。

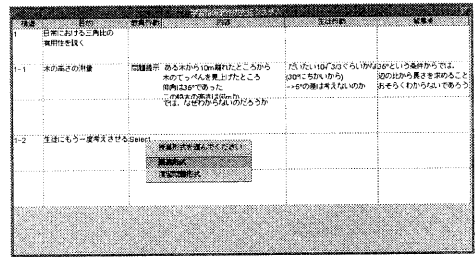


図6: 作成画面 II

る。そこで、まず、[目的]の入力を促すメッセージが提示される。メッセージは、[目的]に対する入力を示すものである。記述形式を作成する場合に記した[目的]の属する項目として記述した数字に対応するカラム上に提示される。ここでは[目的]の属する項目は1であり、テーブルで1を示すカラムは、項目名:目的のカラムとなる。そのセルをダブルクリックすることによって、図7における予想される生徒の解答のように、セルの上部にそのセルの終端ノードにおける要素が表示された編集状態となるので、そこにメッセージに対する入力を行なう。

次に<学習項目>を構成する項目として、<授業>か、または、新たな<学習項目>に展開するかを示す選択項目となる。その場合、選択項目により選択を行なうことを示すため、セル上に「Select」という言葉が提示される。そのセル上で、マウスを右クリックすることにより、選択可能な要素がポップアップメニューとして表示される。提示されるポップアップメニューは、記述形式の選択項目のなかで記述した提示メッセージと、選択可能な要素が記述されたものが表示される。その中から、要素を選択し次の操作を行なっていく。ここでは、提示メッセージとして、ポップアップメニューの先頭に「授業内容の記述、または、授業の展開を行なう」、選択肢として<授業>と<学習項目>が表示される。

<授業>を選択した場合、同じように授業形式を選択するメッセージが提示されるので、その中から授業形式を選択する(図6)。次に、その授業形式を構成する要素の入力を促すメッセージが提示されるので、それぞれに対して、入力を行なっていく。

<学習項目>を選択した場合、新たな<学習項目>が作成され、これまでの作業と同じ作業を行なっていくことになる。その場合、これまで作業を行っていた<学習項目>から1つ階層の下がった状態が、テーブル左の構造を示すカラムに表示される。

そのほか、授業構造の編集作業を行ないたい場合は、編

集作業の対象となるセル上でマウスを右クリックすることにより、実行可能であるエディタコマンドの一覧がポップアップメニューで表示される。その中から、コマンドを選択し実行する。また、学習項目に対して、授業の進行の順序を変更を行ないたい場合は、その対象となる学習項目の書かれたセル上でマウスのクリックアンドドラッグで変更が可能である。これらの作業を繰り返し行ない、指導案を作成する。

作成された指導案は、指導案のデータをもとに TeX の形式に出力し利用できるようにする。それにより、指導案の TeX のソースファイルや、それから作成される PostScript ファイル・PDF ファイルを利用することが可能となる。

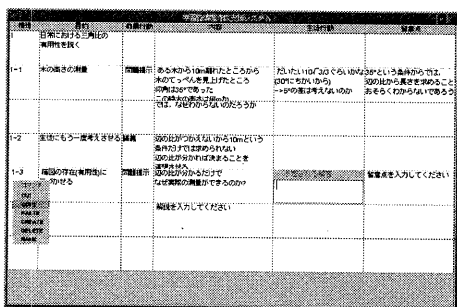


図 7: 作成画面 III

4.3 特徴

今回、ジェネレータに対する入力として、エディタコマンドや項目名・提示メッセージなどの属性を組み込んだ拡張記述形式を、記述するための定義を行なった。それをもとに、必要とする指導案の構成を示す記述形式を作成し、その記述形式に対応した入力・操作が実行できる学習指導案作成支援システムを自動生成することが可能となった。それにより、以下の効果を得ることが可能となった。

- ・正しいと考えられるさまざまな指導案の形式、全てに対応することが可能 (完全性)
- ・記述形式を作成することにより、必要とする構成の指導案全てに対応することが可能 (汎用性)
- ・入力事項や操作可能なコマンドの規則を定め、それに従って指導案作成支援を行なうシステムであるため作成される指導案は記述形式に対して健全性を持つ
- ・授業構造の編集を行なうエディタコマンドをシステム

側であらかじめ用意しておくことにより、指導案としての構造を整合性の取れた状態で編集することが可能

また、生成される作成支援システムに対し、指導案の作成方法を、授業の枠組みを作成し授業の構造から作成していくことを可能としたため、入力手順が限定されず、より授業計画を行ないやすいものとなった。

4.4 データベース化

指導案の記述形式を作成、用いることにより、その記述形式から指導案を構成する要素のキー項目の自動抽出を行なうことが容易となる。それにより、データベース化を行なっていく際、スキーマの自動生成・データベースへの登録や検索システムの自動生成を容易に行なっていくことが可能になると考えられる。

5 おわりに

本研究では、利用者の目的に合わせた指導案作成支援システムを提供することが可能となるよう、記述形式を入力情報として学習指導案作成支援システムを生成するジェネレータの開発を行なった。

そこで、指導案作成の記述規則に加え、エディタコマンドや項目名、提示メッセージなどの情報を組み込んだ記述形式を定義した。さらに、その記述形式の解析を行ない、指導案作成支援システムを自動生成するジェネレータの開発を行なった。

本発表は、ジェネレータに対する入力となる記述形式を作成する際の定義と、そのジェネレータの開発を中心に行なってきた。そのため、現段階でジェネレータにより生成される学習指導案作成支援システムは、作成支援として、入力された記述形式にしたがった入力事項を提示し、それに対する入力を行なうことにより指導案を作成していく単純な構造のものである。

今後の課題として、学習指導案作成支援システムとして、作成支援システムにより作成された指導案のデータベース化を行ない、それを利用し、データベース化された指導案の参照・編集を行なうなど機能の拡張を行ない、それに対応したプログラムの生成が可能となるよう、ジェネレータの生成部を拡張していくことである。また、現在、記述形式はテキストベースによる入力しか行なうことができず、指導案の記述形式を作成があまり効率的ではない。そこで、入力システムにおいても、より視覚的に行なうことができるよう機能の拡張を行なっていくことである。

付記

本研究は、平成12年度科学研究費補助金(奨励研究(B)課題番号12908009)の助成を受けました。

[13] 長田耕一 他: "算数, 数学科の教育実地研究", 教育実地研究のための課題と手引き, pp.62 (1983).

参考文献

- [1] <http://www.fukuoka-edu.ac.jp/gakunai/rika/miyazaki/jishu.html>
- [2] <http://www.fes.miyazaki-u.ac.jp/HomePage/gakyu/clas4-1/zuko/botan/sidouan/sidouan.html>
- [3] <http://www.fucyu.saitama-u.ac.jp/fucyu/bizyutu/art/sidouan.htm>
- [4] 中獄 治麿: "授業関連システムの開発に関する研究", 日本教育工学研究報告集, JET95-2, pp.47-54 (1994).
- [5] 岡本敏雄, 松田昇 他: "授業設計支援エキスパートシステムの研究・開発", 日本教育工学研究報告集, JET94-2, pp.29-32 (1994).
- [6] 井上久祥, 岡本敏雄: "授業設計支援エキスパートシステムの構築", 日本教育工学雑誌, Vol.20, No1, pp.33-47 (1996).
- [7] 松田稔樹, 榎 徹: "認知的アプローチからの教授行動モデルの開発と適用(6)~授業設計訓練システムの評価と改善", 日本教育工学会第11回大会公演論文集, pp.385-386 (1995).
- [8] 松田稔樹, 榎 徹: "認知的アプローチからの教授行動モデルの開発と適用(5)~教員養成段階向けの授業設計訓練システム", 教育工学関連学協会連合第4回全国大会公演論文集(第2分冊), pp.385-386 (1995).
- [9] 松田稔樹, 野村泰男: "高等学校数学教科書のデータベース化と授業設計システムへの応用", 日本教育工学学会論文誌, Vol22, No1, pp.13-27 (1998).
- [10] 河野真也, 相馬 孝行: "学習指導案の形式化", 日本教育工学会第11回大会公演論文集, pp.385-386 (1998).
- [11] Sugita, k., Adachi, Y., et al.: "Hiform: Program Document with Tablar Forms and its Suport System", *IEEE COMPSAC'97*, (1997).
- [12] 森田俊雄 他: "算数, 数学科の教育実地研究", 教育実地研究のための課題と手引き, pp.5 (1983).