

# 個に応じた教育のための教育支援環境の提案

中村勝一†, 斎藤佳奈子‡, 程子学‡

†: 会津大学大学院コンピュータ理工学研究科 ‡: 会津大学コンピュータ理工学部

〒965-8580 福島県会津若松市一箕町鶴賀

E-mail: {d8021202, s1052031, z-cheng}@u-aizu.ac.jp

近年、教育内容の多様化や情報技術の発達に伴う教育形態の変化により、学習者の興味・関心等に応じた柔軟な教育、いわゆる、個に応じた教育の重要性が増してきている。本稿では、まず、教育内容および教育形態の多様化について考察を行い、解決すべき課題を明確にする。次に考察により明らかになった課題のうち、1) 個に応じた授業展開および教材構造、2) 時間割編成、会議日程調整などの教務作業についての支援法の提案を行う。その後、支援システムの開発方針について述べる。本教育支援環境により、これまでの支援方法では考慮されなかった、より実際的な問題についても支援が可能となる。

## Proposal of Education Support Environment for Personalized Education

Shoichi Nakamura†, Kanako Saitou‡, Zixue Cheng‡

†: Graduate School of Computer Science and Engineering, The University of Aizu

‡: School of Computer Science and Engineering, The University of Aizu

Aizu-Wakamatsu City, 965-8580 Fukushima Japan

E-mail: {d8021202, s1052031, z-cheng}@u-aizu.ac.jp

In recent years, education contents and education styles have changed rapidly with remarkable development of information technology. Therefore, flexible education considering learners' circumstances such as interests, ability and motivation have become more important. In this research, the problems in actual education activities are investigated. The problems to be solved are made more clear by this investigation. According to this, we propose the education support environment which consists of flexible structure of education materials, an improved timetabling method and meeting scheduling method. The development of our education support environment enables us to support the actual education activities efficiently.

### 1 はじめに

近年、教育内容の多様化や情報技術の発達に伴う教育形態の変化により、学習者の興味・関心等に応じた柔軟な教育、いわゆる、個に応じた教育の重要性が増してきている。これに伴い、教材構造や授業展開の大幅な改善が必要となる。同時に、教育活動の複雑化に伴い、より困難さを増す時間割編成や会議日程調整などの教務作業の効率化が必要となる。柔軟な授業展開やそのための教材構造については、数多くの支援法が提案されているが [1][2]、それらは特定の教育形態のみを前提としているため、様々な教育形態が混在する

状況においては、十分な支援とは言えない。また、時間割編成や会議日程調整などの教務作業についても多くの支援法が提案されているが [3][4][5]、教育現場特有の状況を十分に考慮しておらず、十分とは言えない。

これらのことから、教育内容・教育形態の多様化に伴いその複雑さを増しつつある実際の教育現場における活動を支援するための、柔軟な支援環境が重要であるといえる。そこで本研究では、まず、実際の教育現場における問題について考察を行い、解決すべき課題を明確にする。次に考察により明らかになった課題のうち、1) 個に応じた授業展開および教材構造、2) 時間割編成、会議

日程調整などの教務作業についての支援環境の提案を行い、その概要を示す。その後、それらの支援環境の開発方針について述べる。本支援環境により、これまでの支援方法では考慮されなかった、より実際的な問題についても支援が可能となる。

## 2 教育の多様化

近年、学習者の興味関心・学習意欲などに応じた柔軟な教育、いわゆる個に応じた教育の実現が望まれ、従来のような全ての学習者に同じ教育内容を同じ教材で指導する画一的な教育からの脱却が必要となっている。また、ネットワーク環境の発達に伴い、定められた場所・時刻によって行われる従来の一斉型教育に加え、場所や時間の制約を軽減した様々な教育形態が見られるようになってきた。さらに、同じ教育内容においても学習者の理解状況などに応じた教育展開の実現が重要となってきている。これらのことからいくつかの解決すべき課題が考えられる。まず、学習者の興味・関心、理解度および心理状況などに応じることが可能な柔軟な教育展開が重要となる。また、これを実現するためには、これまでの画一的な教材に代わる柔軟な教材構成が必要不可欠である。これらの課題を明確にするために、ここでは教育形態の分類を行い、それぞれの形態の特長について述べる(表1)。まず、教育形態には、対面型教

教育形態	特長	課題
対面型		
(面接型)	効率的な教育展開	時間的・地理的制約、きめ細かな指導
(非面接型)	地理的制約の軽減	学習者の状況把握
非対面型		
(添削型)	学習者の状況に応じた学習速度	学習意欲の維持
(自学型)	比較的柔軟な教育内容設定	単位教材間の関係

表 1: 教育形態とその特徴・課題

育と非対面型教育という2つの形態を考えることができる。対面型教育には、従来の授業のような面接型のものとネットワーク環境を利用した非面接型のものが存在する。面接型教育では、効率的な教育展開が可能な反面、時間的・地理的制約が大きい。さらに、一人の教員が一度に多くの学生

を指導しなければならないため、学習者の状況に応じたきめ細かな指導も難しい。非面接型教育では、地理的な制約は軽減されるが、面接型教育と違い、学習者の状況をいかに把握するかが課題となる。一方、非対面型教育には、通信教育のような教員の指導を前提とした添削型教育と、コースオンデマンドシステムなどを利用した教育のように自学が基本となる、自学型教育が存在する。添削型教育では、学習者の状況に応じた学習速度をとることが可能であるが、学習者の学習意欲をいかに維持・向上するかが課題となる。また、自学型学習においては、学習者の興味・関心に応じた教育内容の選択および展開の自由な設定が可能な反面、単位教材間の関係などを十分に考慮する必要がある。

このようにそれぞれ異なった特長を備えた教育形態が混在している今日、柔軟な教育支援を行うためには、いずれの教育形態にも対応し得る統合的な教材構造が重要である。次に、教育内容・形態の多様化に伴い複雑化する教務作業について考察する。代表的な教務作業として、時間割編成が考えられる。従来の時間割編成は、それぞれの授業、教員、教室等を割り当てる作業であったが、先に述べた教育内容・形態の多様化により、日常の教育活動中に頻繁に発生する授業交換やそれに伴う監督教員の割り振りなどの作業が著しく複雑化することが考えられる。しかし、従来の時間割編成システムでは、このような周辺作業には対応することが出来ず、現状では人手による処理を避け難い状況である。この作業による教員の時間的コストは大変大きく、支援法の開発が急務である。もう一つの代表的な教務作業として、会議日程調整が挙げられる。教育現場においては、連日数多くの会議・打ち合わせが発生する。これに対し、これまで多くの会議日程調整システムが開発されてきたが、これらはいずれも、与えられた条件下で時間や参加者、場所を割り振るだけのものであり、非常に多忙なスケジュールを余儀なくされる教育現場では、大きな効果は期待できない。この問題を解決するためには、人手による実際の会議日程調整で行われているような、複数会議の統合などを考慮した、より柔軟な調整法が必要であると考えられる。

これらの課題を解決するために、まず、様々な教育形態に対応可能な教材構造の提案を行う。次

に、新たな時間割編成法、会議日程調整法の提案を行う。

### 3 教材構造

ここでは、先に述べたように様々な教育形態が混在している状況にも対応し得る教材構造の提案を行う。これまで開発されてきた教材構造の多くは、特定の教育形態を前提としているため、異なった形態での教育には適応が困難であった。例えば、全ての学生が同じ進度によって学習する面接型教育を前提とした教材構造を、学習者それぞれの状況によって進度に差が生じる自学型教育に適用しようとした場合、単位教材間の関係が考慮されていないというような問題が生じる。このように、様々な教育形態に対応するには、教育形態ごとに異なる要素を場面に応じて設定可能であることが必要である。そこで、本研究では教育形態により必要な要素を設定することが可能な教材構造を提案する。本稿では、本教材構造で考慮される要素とその概要についてまとめる(表2)。前提

要素	概要
前提知識	その単位教材を学習するまでに習得すべき知識(単元/単位教材)。
習得度	ある単位教材における習得(理解)度。
前単元	特定の単元から、その単元に進めることを示す。
次単元	その単元終了後に進むことが可能な単元。
教材間関係度	ある2つの単位教材(単元)間の関係の度合い。
学習意欲度	ある単位教材(単元)に対する学生個人の学習意欲の度合い。
充て可能時間	その単元(単位教材)にかけることの出来る単位時間数。
経過時間	その単元(単位教材)の学習を始めてからの経過時間。

表2: 教材構造における考慮要素

知識とは、ある単位教材(単元)を学習するために必要な最低限の知識を意味する。具体的には、ある単位教材を学習する前に習得しなければならない単元を指す。いわゆる、履修条件である。習得度とは、ある単位教材の学習内容に対する学習者の理解状況を示す値である。この要素は、学習者

が次にどのような単位教材を習得すべきかを決定する際に必要となるものである。前単元とは、特定の単位教材の習得に続いてのみ履修可能な単位教材がある場合に、その特定の単位教材を示す。次単元とは、ある単位教材の習得後に履修可能な単位教材を示す。教材間関係とは、ある2つの教材間の内容の関係度を示す。学習意欲度は、ある単位教材の学習内容に対する学習者の学習意欲、つまり興味・関心の度合いを示す。充て可能時間は、ある単元の学習に費やすことが出来る単位時間(例えば、講義1コマ)数を示す。経過時間は、ある単元の学習を始めてからの経過時間を意味する。我々の提案する教材構造は、これらの要素を教育形態に応じて設定することで、様々な教育形態への適応が可能である。例えば、従来の大学の講義のような面接型教育では、各単位教材に費やすことが可能な時間が限られているのに対し、自学型教育では、学習者の意思により制限なく時間を費やすことが可能なため、これら2つの場合には充て可能時間の設定を変えることにより、どちらの教育形態にも対応が可能である。

## 4 教務作業支援環境

### 4.1 時間割編成法

先に述べたように、従来の時間割編成システムは、各々の授業、教員、教室等の割り当てのみを対象としているため、日常の教育活動中に頻繁に発生する授業交換やそれに伴う監督教員の割り振りなどの作業を支援することは困難であった。そこで、まず、それらの作業の内容を述べる。次に、それらを考慮した時間割編成法において新たに必要となる要素を明確にし、それらの概要についてまとめる。その後、それらに基づいた授業交換および自習処理について述べる。

代表的な周辺作業である授業交換作業とは、教員の出張等によりある授業を他の授業と交換する必要が生じた場合に行われる、2つの授業の実施コマ(日時、時限)を交換するための作業である。自習処理とは、授業交換と同様の理由から授業交換を試みた結果、それが不可能な場合やその他の状況から実施コマは変更せず、自習とするために行う作業である。次に、これらの作業の流れについて述べる。授業交換が必要となった場合、まず交換が可能な候補を探す必要がある。この場合、

候補授業の担当教員の授業スケジュール、使用教室などの条件を満たすように候補を選択しなければならない。その後、選択した候補授業の担当教員の承諾を得て、授業交換がなされる。自習処理は、授業交換を試みた結果、交換可能な候補授業が存在しないか、担当教員の承諾が得られない場合等に行われる。その場合、使用教室や実施コマの変更は必要ないが、自習監督を行うことが可能な教員の探索が必要となる。ここでは、多くのコストを要する授業交換作業における候補授業探索と自習処理における監督可能教員探索を自動化するために必要な要素の定義を行う(表3)。使用

要素	内容
使用教室	その授業で使用する教室。
空教室	その実施コマにおいて使用が予定されていない教室。
必要教室	その授業の開講に必要な教室の種類。
担当教員	その授業の担当教員。
教員スケジュール	教員毎の各実施コマにおける担当授業の有無。
期日スケジュール	該当クラスの期日毎の開講予定授業。
交換可能期間	授業交換が可能な期日の範囲。
監督可能教科	その授業の自習監督を行うことが可能な教員の専門教科。

表 3: 授業交換, 自習処理における要素

教室は、各授業が各々の実施コマにおいて使用を予定している教室を示し、空き教室の探索に用いる。空教室は、各実施コマにおいて使用可能な教室、つまり、使用を予定している授業の存在しない教室を意味する。必要教室は、一般教室、演習室など、各授業を開講するために必要な教室の種類を示す。担当教員は、各授業の担当を行う教員を意味する。教員スケジュールは、各教員の該当実施コマにおける担当授業の有無を示す。期日スケジュールは、クラス毎の該当期日における開講予定授業の集合を示す。交換可能期間は、授業交換が可能な、期日の範囲を示す。監督可能教科は、該当自習授業を担当することが可能な教員の専門科目を示す。これらの要素を用いた授業交換、自習処理は以下の手続きにより行われる。

## 授業交換

**Step1-1:** 授業交換が必要となった授業の交換可能期間内に存在する実施コマのなかで、空教室が存在する実施コマを選択する。この際、この授業に関する同一手続きで一度選択されたものは除外する。該当授業が存在すれば、Step1-2へ。該当授業が存在しなければ、Step2-1へ。

**Step1-2:** Step1-1で求めた実施コマの中で、その実施コマにおける空教室が交換を必要とする授業の必要教室と一致するものを選択する。該当実施コマが存在すれば、Step1-3へ。該当実施コマが存在しなければ、Step1-1へ。

**Step1-3:** Step1-2で選択した実施コマにおける授業の中で、交換を行った場合に該当期日における期日スケジュール上に同一科目が2度以上出現しない授業を選択する。この際、交換対象が交換を必要とする授業自身と同一な場合は除外する。また、この際、この授業に関する同一手続きで一度選択されたものも除外する。該当授業が存在すれば、Step1-4へ。該当授業が存在しなければ、Step1-2へ。

**Step1-4:** Step1-3で選択した授業の中で、その授業の担当教員の教員スケジュールが、交換を必要とする授業の交換前の実施コマにおいて、“授業予定なし”のものを選択する。この際、この授業に関する同一手続きで一度選択されたものは除外する。該当授業が存在すれば、Step1-5へ。該当授業が存在しなければ、Step1-3へ。

**Step1-5:** Step1-4で選択した授業の担当教員に対して、授業交換の依頼を行う。承諾が得られれば、授業交換を行い手続きを終了する。承諾が得られなければ、Step1-4へ。

## 自習処理

**Step2-1:** 自習となる授業の実施コマにおける教員スケジュールが“授業予定なし”の教員を選択する。この際、この授業に関する同一手続きで一度選択されたものは除外する。該当する教員が存在すれば、Step2-2へ。該当する教員が存在しなければ、手続きを終了する。

**Step2-2:** Step2-1で選択した教員の専門教科と自習となる授業の監督可能教科が一致すれば、Step2-3へ。一致しなければ、Step2-1へ。

**Step2-3:** Step2-1で選択した教員に対して監督を依頼する。承諾が得られれば、手続きを終了する。承諾が得られなければ、Step2-1へ。

Step2-1において、自習監督の決定がなされないまま終了するような場合には、隣接教室で授業を行う教員が出席管理等の最低限の監督を行うなどの例外的処理となる。

## 4.2 会議日程調整法

これまでに開発された会議日程調整システムは、与えられた条件下で時間や参加者、場所を割り振るだけのものであった。そのため、非常に多忙なスケジュールを余儀なくされる教育現場における、人手による実際の会議日程調整で行われているような複数会議の統合などを考慮した支援は不可能であった。そこで、まず、このような複数会議の統合を考慮した日程調整法の概略を示す。次に、そこで必要となる要素を定義し、その後、それらに基づいた日程調整法について述べる。

教育現場における日程調整作業も、はじめは従来の日程調整法にみられるような、スケジュールの調整、会議室の予約等の手続きに基づき行われる。しかし、非常に多忙な教育現場においては、これにより解が得られるとは限らず、複数の会議を統合するという方法がとられる場合が多い。その場合、まず2つ以上の会議の中で参加者の全て、または一部が同一であるような会議を選択し、それらの同時開催が開催に要する時間等の条件に反しなければ、統合して開催するという処理が行われる。ここでは、このような複数会議の統合に対応可能な会議日程調整法において必要となる要素の定義を行う(表4)。

要素	内容
参加者	その会議の参加者。
最低人数	その会議を開催するために必要な最低限の出席者数。
議題	その会議の議題。
不可参加者	その議題の会議に参加することの不可能な人物。
参加可能時間	その人物の会議参加可能な時間。
空時間	会議室毎の使用予定のない時間。
開催可能期間	その会議が開催可能な期間。

表 4: 統合開催を考慮した日程調整における要素

参加者は、その会議の参加者の集合を表す。最低人数は、その会議を開催するために最低限必要な参加者数を表す。議題は、その会議で扱われる議題を表す。不可参加者は、その議題が扱われる会議に参加することが出来ない人物を表し、複数の会議を統合する際に用いる。参加可能時間は、各人物の会議に出席可能な時間を示す。空き時間は、各会議室の使用予定会議の設定されていない時間を表す。開催可能期間は、会議毎の開催可能な期間を表す。これらの要素を用いた日程調整は以下の手続きにより行われる。

### 基本調整

**Step1-1:** 開催日時を決めようとする会議の開催可能期間の中で空時間を参照し、開催候補時間を選択する。この際、この会議に関する同一手続きで一度選択されたものは除外する。開催候補時間が選択出来れば、Step1-2へ。開催候補時間が選択出来なければ、Step2-1へ。

**Step1-2:** 参加者の参加可能時間を参照し、Step1-1で選択した開催候補時間における参加の可否を判断し、参加可能な人数を算出する。最低人数以上の参加が可能であれば、Step1-3へ。最低人数以上の参加が不可能であれば、Step1-1へ。

**Step1-3:** 該当する参加者の参加可能時間から開催が決定した時間を除く。該当する会議室の空時間についても、同様に開催が決定した時間を除く。開催候補時間での開催を決定し、各参加者に通知し、手続きを終了する。

### 統合調整

**Step2-1:** 開催可能期間内に開催が予定されている他の会議の中で、開催しようとする会議と共通の参加者が最低人数以上いるものを選択する。この際、この会議に関する同一手続きで一度選択されたものは除外する。いずれかの会議を選択出来れば、Step2-2へ。いずれの会議も選択出来なければ、手続きを終了する。

**Step2-2:** 参加者の参加可能時間を参照し、Step2-1で選択した会議の開催日時において参加可能な人数を算出する。その数が、最低人数以上なら、Step2-3へ。最低人数に満たなければ、Step2-1へ。

**Step2-3:** Step2-1 で選択した会議の議題を参照し、開催しようとする会議の参加者のうち、その議題に対する不可参加者に該当する者の数を算出する。全参加者数から、その数を差し引いた数が最低人数以上であれば、Step2-4 へ。最低人数に満たなければ、Step2-1 へ。

**Step2-4:** 開催しようとする会議の議題に対して、Step2-1 で選択した会議の参加者の中で不可参加者となる者の数を算出する。全参加者数から、その数を差し引いた数が最低人数以上であれば、Step2-5 へ。最低人数に満たなければ、Step2-1 へ。

**Step2-5:** 開催しようとする会議と Step2-1 で選択した会議を統合して開催することを決定し、該当する参加者へ通知して手続きを終了する。

## 5 支援環境の開発

ここでは、本稿で提案した教材構造、時間割編成法、日程調整法のシステム開発にあたっての基本的方針について述べる。まず、先述したように非常に多忙な状況にある教育現場で有効な支援を目指すために、開発するシステムの使用開始に要する必要作業を最小限にとどめなくてはならない。そのため、一般の作業者は、ブラウザを用いて該当する URL を指定するだけで、作業が開始できることを目指す。このことは、ブラウザの簡明なインターフェースの利用による容易な作業環境にもつながるものと考えられる。ゆえに、本システムは、Java アプレットにより開発するものとする。その際、データの独立性・安全性をいかに実現するかが課題として考えられる。

## 6 おわりに

本稿では、教育内容・教育形態の多様化が著しい教育現場における解決すべき課題を明確にするために、まず教育形態の分類を行い、各々の教育形態の特長と課題について考察を行った。次に、考察により明らかになった課題のうち、個に応じた授業展開とそのための教材構造、時間割編成、会議日程調整法についての支援法の提案を行った。教材構造については、これまでに提案された教材構造が特定の教育形式のみを対象にしているとの

視点から、関係要素の設定により様々な教育形態に対応可能な教材構造を提案した。時間割編成については、従来の時間割編成システムでは対応できなかった授業交換、自習処理への支援法の提案を行った。会議日程調整については、人手による実際の調整において見られるような、複数会議の統合に対応できる調整法を提案した。これらの支援法からなる教育支援環境の実現により、多様化する教育、とりわけ個に応じた教育をより柔軟に支援できるものと考えられる。今後の課題として、提案した支援法の更なる具現化、試用システムの開発、および実際の教育活動への適応・評価が挙げられる。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、有益な議論と熱心な御協力を頂いた、会津大学コンピュータネットワーク学講座の諸氏に感謝致します。

## 参考文献

- [1] 浮貝雅裕 他, ネットワーク型教育支援システムのための教材の情報構造, 電子情報通信学会論文誌, J75-A[2], 180-187(1992).
- [2] 前田香織, 相原玲二, 大槻説, 講遠隔義のためのマルチメディア教材提示システム, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.01(1999).
- [3] Kaneko, K., Yoshikawa, M., and Nakakuki, Y., Improving a Heuristic Repair Method for Large-Scale School Timetabling Problems, Principles and Practice of Constraint Programming (CP'99), pp.275-288 (1999).
- [4] 西森雄一, 狩野均, 西原清一, 制約に基づく対話型時間割編成システム, 情報処理学会論文誌, Vol.38, No.6, pp.1094-1102, 1997.6.
- [5] Sandip Sen, et al., A Formal study of Distributed Meeting Scheduling: Preliminary results, Proc. ACM Conference on Organizational Computing Systems (1991).