

# 研究報告 Web アプリケーションラッピングによる シラバス情報システムの統合

藤原 克哉 \*\*・前角地 満 \*\*\*・玉本 英夫 \*\*

## Integration of the Online Syllabus Systems Using the Web Application Wrapping Architecture

Katsuya Fujiwara\*\*, Mitsuru Maekakuchi\*\*\* and Hideo Tamamoto\*\*

### Abstract

We propose a Web application wrapping architecture which can integrate existing Web applications into extendable software wrappers without any changes in the existing Web applications. We have developed a Web application wrapping framework which supports developers to build Web application wrappers using our Web application wrapping architecture.

In this report, we implement an integrated system for three existing syllabus Web applications in our university using our proposed architecture, and verify whether our architecture and framework works well with these existing syllabus Web applications. The integrated system is built with three Web application wrappers for these three syllabus Web applications, and includes our Web application wrapping framework. The system can dynamically invoke functions of the existing syllabus Web applications by way of these Web application wrappers. Finally, we show that our developed system can easily extend such a new feature as a timetable view using our Web application wrapping architecture.

### 1. はじめに

Web アプリケーションは、あらかじめ Web サーバに用意された機能を、汎用的な Web ブラウザから利用する形態のアプリケーションであり、利用者による機能の追加拡張や、外部システムからの利用は考慮されていない。機能拡張と外部からの利用のための仕組みとしては、Web サービス<sup>(1),(2)</sup>が注目されているが、その開発はコストに見合うメリットがある分野に限定される。本報告では、Web アプリケーションの機能をラッピングし、外部のソフトウェアから機能部品として再利用可能にする、ソフトウェアラップ技術<sup>(3)</sup>とその実現方式について述

べる。具体的な例題として、大学内で利用されている3つのWebシラバス情報システム<sup>(4)</sup>を本ラッピング技術を用いて部品化することで、3システムをまとめて利用可能な統合システムを実現する。さらに機能拡張の例題として、これまでのシラバス情報システムにない時間割作成機能を実現する。

### 2. Web アプリケーションラッピング

#### 2.1 背景と目的

Web アプリケーションは、サービス提供側のWebサーバと、サービス利用者側のユーザインタフェースとなるWebブラウザの2つから構成される、ネットワークアプリケーション形態の1つである。一般にWebアプリケーションは、あらかじめサーバ側に用意された機能を、汎用的なWebブラウザで利用する完成した単体のアプリケーションとして構築されており、利用者による機能の追加拡張や、外部システムからの利用は考慮されていない。機能拡張と外部からの利用のための仕組みとしては、Webサー

2008年7月22日受理

\*\* 秋田大学工学資源学部情報工学科, Department of Computer Science and Engineering, Faculty of Engineering and Resource Science, Akita University.

\*\*\* 秋田大学工学資源学部情報工学科, Department of Computer Science and Engineering, Faculty of Engineering and Resource Science, Akita University. (2007年度卒業)

ビスが注目されている。しかしながら、Web アプリケーションに加えて Web サービスを開発し公開するコストがかかるため、実際に公開されている Web サービスは少ない。今後開発されるものもコストに見合うメリットがある分野に限定される。

そこで本研究では、既存の Web アプリケーションに変更を加えることなく、外部ソフトウェアから利用しやすくするソフトウェアラッピング技術の実現を目指す。Web アプリケーションを外部ソフトウェアから使えるようにラッピングするプログラムを Web アプリケーションラップと呼ぶ。本技術の対象ユーザは、Web アプリケーションの機能を外部から利用するソフトウェアの開発者である。本研究では、対象ユーザの立場で利用しやすい Web アプリケーションラップを実際に開発することで、ユーザがそれを用いて容易に外部から機能の利用や拡張ができることを確認する。

## 2.2 Web アプリケーションラッピングの実現方式

Web アプリケーションは、個別に開発されることが多いため、同じような機能のアプリケーションであっても、Web ブラウザに表示されるユーザインタフェースの見た目や操作性が異なることが多い。Web アプリケーションラップは、これらの差異に合わせてアプリケーション毎に個別に開発することになる。

なお、Web アプリケーションラップを利用する開発者の立場では、Web アプリケーションごとに個別に開発する部分が少ない方がよい。そこで、Web アプリケーションラップには、同じ機能の Web アプリケーションであれば違いを意識せずに利用できる、共通 API を用意する。

また、複数の Web アプリケーションラップを容易に構築するために、フレームワークを用いる。フレームワーク形式にすることで、Web アプリケーションラップを開発する際は、個々の Web アプリケーションに固有の処理のみをソフトウェア部品として用意すればよい。その他の共通する処理はフレームワークの共有コードとして再利用することで、開発コストを削減できる。

さらに、対象 Web アプリケーションのサーバに変更を加えずにラッピングするために、仮想 Web ブラウザを実現した。仮想 Web ブラウザは画面表示を行わない、裏方として動作する HTTP クライアントである。この仮想 Web ブラウザに対する、URL を開く、検索フォームに記入し送信する、検索結果のリンクを開くなどの操作を定義していくこと

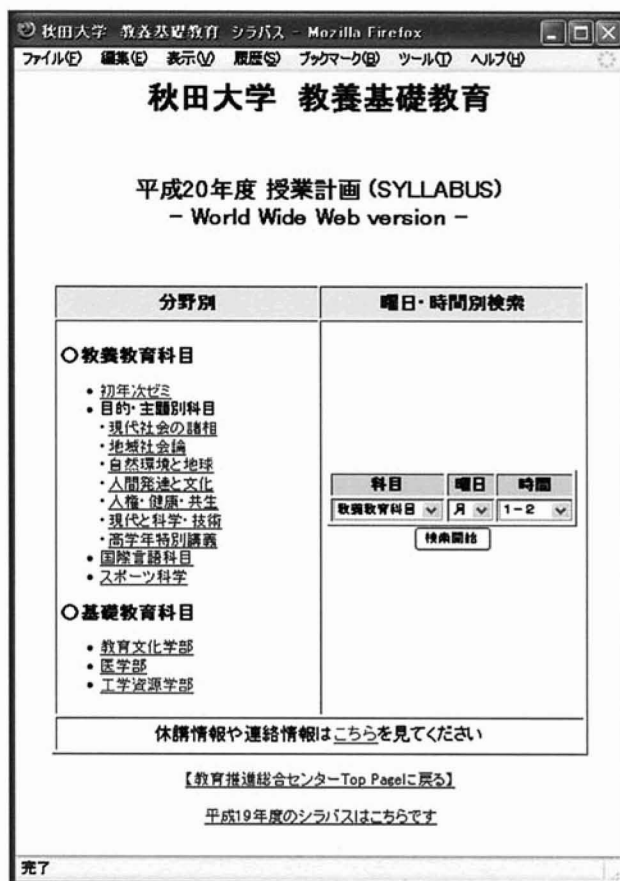


図 1 (A) 秋田大学教養基礎教育シラバスシステムの初期画面例。

で Web アプリケーションラップの開発を行う。仮想 Web ブラウザにより、ラッピング対象のサーバ側から見て、本システムが一般の Web ブラウザと同様の振る舞いをすることで、サーバ側は変更を加える必要がなくそのまま利用可能となる。

本報告では、これらの共通 API、フレームワーク、仮想 Web ブラウザの 3 つの特徴を持つラッピング方式を用いた例題システムを実際に構築し、本手法の考察を行う。

## 3. 統合システムの構築

### 3.1 概要

本研究のラッピング方式を検証するために、シラバス情報システムを例題として実際にシステムを構築していく。本システムの対象ユーザは、秋田大学工学資源学部と秋田大学大学院工学資源学研究科の学生とする。ラッピングの対象システムは、(A) 秋田大学教養基礎教育シラバスシステム、(B) 秋田大学工学資源学部シラバス情報検索、(C) 秋田大学大学院工学資源学研究科シラバス情報検索の 3 つのシラバス情報システムである。これらの 3 システム

基礎教育科目【工学資源学部】開設授業科目

授業科目名	PDF形式	科目コード	単位数	開講学期	曜日	時間	担当教員
基礎数学Ⅰ(A～F)-線形代数Ⅰ-	EDE	300-0011	2	1期	火	1-2	鈴木正明(IA), 米定昭夫(II), 三上健太郎(III), 米定昭夫(IV), 伊藤日出雄(V), 小野真人(VI)
基礎数学Ⅰ(A～F)-微分積分Ⅰ-	EDE	300-0071	2	1期	火	1-2	飯野謙(IA), 工藤和也(II), 河上謙(III), 藤岡洋典(IV), 工藤和也(V), 飯野謙(VI)
基礎数学Ⅰ(A～F)-線形代数Ⅱ-	EDE	300-0131	2	2期	火	1-2	鈴木正明(IA), 伊藤日出雄(II), 米定昭夫(III), 小野真人(IV), 三上健太郎(V), 米定昭夫(VI)
基礎数学Ⅰ(A～F)-微分積分Ⅱ-	EDE	300-0191	2	2期	火	1-2	飯野謙(IA), 工藤和也(II), 平田健太郎(III), 米定昭夫(IV), 工藤和也(V), 平田健太郎(VI)
基礎数学Ⅰ(A～F)-微分積分Ⅲ-	EDE	300-0251	2	1期	水	1-2	宇野芳树(IA), 工藤和也(II), 河上謙(III), 藤岡洋典(IV), 平田健太郎(V)
入門物理学ⅠA	EDE	300-0304	2	1期	水	5-6	新藤夫
入門物理学ⅠB	EDE	300-0305	2	1期	水	5-6	新藤夫
入門物理学ⅠA	EDE	300-0311	2	1期	水	5-6	佐々木厚
入門物理学ⅠB	EDE	300-0312	2	1期	水	5-6	佐々木厚
入門物理学ⅠA	EDE	300-0316	2	2期	火	9-10	佐々木厚
入門物理学ⅠB	EDE	300-0317	2	2期	火	9-10	新藤夫
入門物理学ⅠA-算点の力養Ⅱ	EDE	300-0321	2	2期	月	3-4	風川洋
入門物理学ⅠB-算点の力養Ⅱ	EDE	300-0322	2	1期	金	3-4	田辺健史
基礎物理学ⅠA-算点の力養Ⅱ	EDE	300-0323	2	1期	金	3-4	田辺健史

図 2 (A) 秋田大学教養基礎教育シラバスシステムの結果一覧表示例。

は、Web ブラウザから利用可能な Web アプリケーションとして一般に公開されている。

学部生が受講する科目は、教養教育科目、基礎教育科目、専門教育科目の3つに分類される。教養教育科目と基礎教育科目のシラバスは、(A) 秋田大学教養基礎教育シラバスシステムで参照できる。専門教育科目は、(B) 秋田大学工学資源学部シラバス情報検索で参照できる。また、大学院生が受講する科目は、(C) 秋田大学大学院工学資源学研究科シラバス情報検索で参照できる。

現在のシステムは、学部生にとっては2つのシラバス情報システムを科目によって使い分ける必要があり、不便である。さらに、各システムの見た目や機能、操作性などが統一されておらず使いにくい。本システムでは、これらの2システムの機能を統合し、統一された操作でまとめて検索できるようにする。また、各システムは、(A) では開講曜日時限による検索ができるが、(B) や (C) ではできないなど、実現されている機能に違いがある。そこで、Web アプリケーションラッピングを用いた機能の追加拡張の例題として、実現されていない検索機能の一部を本システムで補完的に追加する。さらに、これまでのシステムにはない機能として、時間割表の作成支援機能を実現していく。

### 3.2 対象のシラバス情報システム

対象システムの3つのシラバス情報システムの詳細を以下に述べる。

(A) は、秋田大学全学の学部生を対象としたシラバス情報システムで、教養教育科目、基礎教育科目の2種類の科目を検索できる。図1にこのシステムの初期画面である検索条件の選択画面例を示す。この図の左側では、科目群分類別の検索条件を選択で



図 3 (B) 秋田大学工学資源学部シラバス情報検索の初期画面例。

シラバス情報検索

検索結果 科目一覧

コード	学科	科目名	学年	学期	曜日	時間	単位	履修
300101	機械工学部	第一年度基礎力学Ⅰ	1年	前期	火	3,4	2	履修
300102	機械工学部	基礎力学Ⅱ	1年	前期	水	3,4	2	履修
300201	機械工学部	応用力学Ⅰ	1年	前期	金	7,8	2	履修
300202	機械工学部	応用力学Ⅱ	1年	前期	金	7,8	2	履修
300301	機械工学部	応用力学Ⅲ	1年	前期	金	7,8	1	履修
300302	機械工学部	応用力学Ⅳ	1年	前期	水	3,4	2	履修
300303	機械工学部	応用力学Ⅴ	1年	前期	金	3,4	2	履修

図 4 (B) 秋田大学工学資源学部シラバス情報検索の結果一覧表示例。

きる。この図の右側では、科目分類、曜日、時限を条件とした検索ができる。条件を選択して検索すると、図2に示すような条件に一致する科目の一覧が表示される。この画面の科目名のリンクをクリックすると、その科目の詳細情報が表示される。このように、このシステムは、検索条件の指定画面、条件に一致する科目一覧表示画面、科目の詳細表示画面の3段階の画面遷移からなる。

(B) は、秋田大学工学資源学部生を対象としたシラバス情報システムで、学部の専門教育科目を検索できる。図3にこのシステムの初期画面である検索条件の入力画面例を示す。画面の左中央では、シラバスの検索条件として、科目のキーワード、学科、学年を指定して検索ができる。結果として、図4に示すような、検索結果の一覧が表示される。この画面の科目名のリンクをクリックすると、その科目の詳細情報が表示される。このように、このシステムも、先述のシステム(A)と同様の、検索条件の指定、

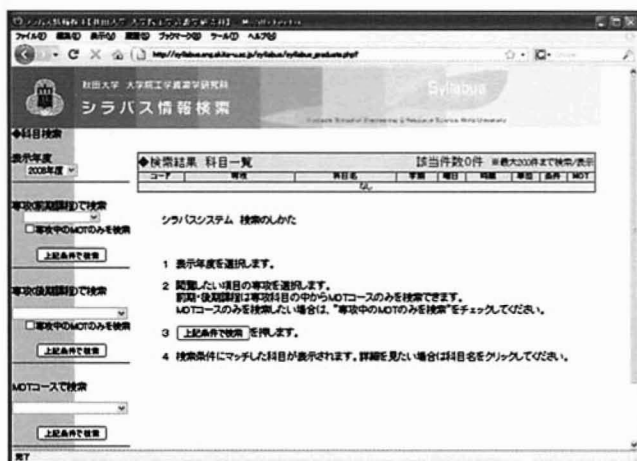


図5 (C) 秋田大学大学院工学資源学研究所シラバス情報検索の初期画面例。



図6 (C) 秋田大学大学院工学資源学研究所シラバス情報検索の結果一覧表示例。

条件に一致する科目一覧表示，科目の詳細表示の3段階の画面遷移からなる。

(C)は，秋田大学大学院工学資源学研究所の大学院生を対象としたシラバス情報システムで，図5にこのシステムの初期画面である検索条件の入力画面例を示す。画面の左では，検索条件として，専攻科を指定した検索ができる。結果として，図6に示すような，検索結果の一覧が表示される。この画面の科目名のリンクをクリックすると，その科目の詳細情報が表示される。このシステムの画面遷移も，検索条件の指定，条件に一致する科目一覧表示，科目の詳細表示の3段階からなる。

### 3.3 ラッピングフレームワークの構築

3段階の画面遷移について，それぞれのシステムの共通点，相違点を明確にしていくことで，フレームワークにおいて共通化可能な部分を抽出していく。フレームワークの構築では，共通する処理をフレームワークの共有コードとして再利用し，開発コ

表1 3システムで利用可能な検索条件。

検索条件	(A)	(B)	(C)
科目名キーワード	不可	可	不可
対象学科専攻科	不可	可	可
対象学年	不可	可	不可
科目群分類	可	不可	不可
開講曜日時限	可	不可	不可

ストを削減することができる。フレームワーク固有の処理のみをソフトウェア部品として構築し，プラグインすれば良い。開発コストの削減のためには，可能な限り共通する処理を多く見つけることが望ましい。

#### (1) 検索条件指定のラッピング

まず検索条件の指定について，各システムで利用可能な機能を表1に示す。対象の3システムでは，すべてに共通して利用できる検索条件がない。機能の相違が多いことがわかる。統合システムでは，利用者の使い勝手を考慮して，これらの機能の相違を意識せずに統一したインタフェースで利用できるようにしたい。そこで，この機能の相違に対応するために，各システムが対応していない機能の一部を，Webアプリケーションラッパの拡張機能として構築することで，同じ機能を利用できるようにする。

追加する機能は検索機能であり，その実現方式はいくつか考えられる。本システムでは最も一般的な，検索に必要なインデックスをあらかじめ生成する方式を用いることにした。インデックスの生成では，対象システムのデータを一通り収集する。そして，対象システムの代わりにそのインデックスを検索して結果を出力する。システム(A)では，すべてのデータを網羅するため13の科目分類について検索し，検索結果のデータを収集する。システム(B)と(C)では，すべてのデータを網羅する検索条件が指定できるが，200件分のデータしか表示されないためデータ収集に利用できない。そこで，対象学科専攻科の検索条件を用いて，すべての学科，専攻科について検索し，その検索結果データを収集した。

なお，例題システムで追加する機能は，(A)では科目名検索，(B)(C)では開講曜日時限検索とした。その他の検索機能についても，同様の方法で追加が可能である。

#### (2) 検索結果一覧表示のラッピング

図2の示すシステム(A)の検索結果一覧画面と，図4に示すシステム(B)の検索結果一覧画面を比較すると，含まれる科目のデータ項目が異なることが



図 7 (A) 秋田大学教養基礎教育シラバスシステムの科目詳細表示画面例。

わかる。(A)と(B)に共通に含まれる項目は、科目コード、科目名、開講期、曜日、時限、単位数である。また、次の科目詳細表示画面を呼び出すリンクが含まれる。(A)のみに含まれるのは、担当教員である。(B)のみに含まれるのは、対象学科、対象学年、選択・必修条件である。

検索結果一覧表示のラッピングでは、まず、各々の項目のデータを抽出する処理を構築した。Webアプリケーションでは、画面の表示用データはHTML文書形式で定義される<sup>(5)</sup>。抽出処理の入力は、Webサーバから送られてくるHTML文書である。科目データの抽出は、HTML文書を解釈してデータを切り出すプログラムになる。この処理の出力は、検索結果の科目一覧と、その各科目のデータ項目の具体的な値である。

先述のように、出力に含まれるデータ項目の種類が、システムによって異なる。統合システム側での検索結果一覧表示では、機能の少ない方に合わせて表示するデータ項目を減らす方法と、機能の多い方に合わせて不足するデータ項目を補う機能を追加する方法の2通りが考えられる。ここでは、表示項目が多い方が利用者にとって便利であると考え、後者の機能を追加する方法を選択した。補う必要のあるデータ項目の値は、次の科目詳細表示画面から抽出可能である。そして、そこから抽出したデータ値は、前節で説明した検索拡張用のインデックスとしてすでに蓄えられている。統合システムの検索結果一覧表示では、不足する情報をそのインデックスから取り寄せて表示することにした。

### (C) 科目詳細表示のラッピング

図7にシステム(A)の科目詳細表示画面例を、図8にシステム(B)の科目詳細表示画面例を示す。図



図 8 (B) 秋田大学工学資源学部シラバス情報検索の科目詳細表示画面例。



図 9 統合システムの初期画面例。

のように、各システムに表示されるデータは似ている部分もあるが、表示項目の種類やそのレイアウトに違いがある。

ここでも、検索結果一覧表示のラッピングと同様に、科目データの抽出のための処理を定義していく。なお、ここで抽出するデータ項目はインデックス作成で利用する項目とした。

統合システム側での科目詳細表示については、抽出したデータを整形して統一された見た目にもすることも考えられるが、レイアウトを変更することで、元データの作成者が意図しない表示になる可能性を排除できない。統合システムでは、シラバス情報は正確な情報を伝えることが重要と考え、あえて見た目を加工しないで、外部アプリケーションのWebブラウザを呼び出してそのまま表示することにした。

### 3.4 シラバス検索機能の構築

統合システムのシラバス検索機能は、科目名キーワード、対象学科専攻科、対象学年、開講期曜日時



図 10 時間割表作成支援機能の利用画面例。



図 11 開講時限が未指定の科目の表示例。

限、科目分類を検索条件として、3つのシラバス情報システムのデータを検索できる。図9に本システムの初期画面例を示す。画面の左は、検索条件の曜日と時限の入力部分である。画面の右が、その他の検索条件の入力部分である。画面の下が、検索結果の一覧表示欄である。ここではまだ検索を実行していないので何も表示されていない。

開講期の曜日時限から検索をしたい場合、まず、画面左の入力部分の上部のタブから、前期、後期、すべてのいずれかを選択する。つぎに、表をクリックして、検索対象とする曜日と時限を選択状態にする。曜日・時限は複数箇所を選択可能である。そして、検索ボタンをクリックすると、該当する開講期、曜日、時限に一致する科目の一覧が、画面下部の結果一覧に表示される。

結果の一覧表示には、各科目の選択・必修条件、科目コード、科目名、単位数、科目分類、開講期、曜日時限、対象学科、学年が表示される。また結果一覧では、科目を右クリックすることで、その科目の詳細表示画面を外部アプリケーションのWebブラウザに表示できる。

その他の検索条件を使用する場合は、画面右側で指定ができる。リセットボタンをクリックすると、すべての検索条件が初期状態に消去される。

### 3.5 時間割表作成支援機能の構築

統合システムの時間割表作成支援機能は、シラバス検索機能と連携して、学生個人の時間割表の作成を支援する機能である。図10に時間割表作成支援機能の利用画面例を示す。利用者はまず、前節で説明した検索機能で科目を検索する。そして、興味のある科目を追加しながら時間割表を作成していく。

	月	火
1	前:カリキュラム開発 後:秋田の自然と文化	
2	前:カリキュラム開発 後:秋田の自然と文化	
3		

図 12 開講期の前半と後半の科目の表示例。

図10は、画面下に表示されている検索結果から言語理論とオートマトンという科目を選択し、時間割メニューから追加した例である。追加された科目は、該当する曜日時限の位置に科目名が表示される。この例では、前期、水曜日の1・2時限の位置に表示されている。また、時間割表に追加した科目の合計単位数の集計が画面右中央部に表示される。なお、集中講義のような、曜日時限が指定されていない科目の場合は、図11に示すように時間割表の上のタブにあるすべてを選択することで表示される。

このように、時間割表と検索画面を組み合わせた形式にすることで、まだ空いている曜日時限を確認しながら科目の検索ができる。また、曜日時限が重複するような、実際に不可能な科目を登録できないようになっている。前期前半、後半のように同じ開講期の前半、後半のみの科目については、図12に示すように同じマス目の上段と下段に表示できるようにした。

## 4. 結果と考察

### 4.1 フレームワークによる再利用

3つのシラバス情報システムのラッピングにフレームワークを用いたのは、共通するコードを再利用

表2 各システム固有部分と共通部分の比率.

	(A)	(B)	(C)
固有部分	36.2 %	29.2 %	27.7 %
共通部分	63.8 %	70.8 %	72.3 %

用して、開発すべきコードを削減することが目的であった。ラッピングフレームワークにおいて、それぞれのラッパの固有の処理部分と、3つのシステムで共通する部分のプログラムサイズの比率を表2に示す。なおこの比率は、例題システムの中の、ラッピング処理に関わるプログラムのステップ数の比率である。結果として、例題システムの3つのシラバス情報システムを対象とした本フレームワークでは、4割以下程度の固有処理部分を定義して、残りは共通部分のコードをそのまま再利用することができることがわかった。

#### 4.2 対象システムの処理性能

実験に使用したシステム環境において、例題システムの応答速度が特に遅くなるような問題はなかったが、実際に多人数の学生が同時に使用することを考慮すると、対象システムの処理性能が不足して応答速度が低下する場面も想定される。その対策として、本方式では対象システムに変更を加えないことが目的であるため、対象システムの処理性能を上げるのではなく、対象システムへの負荷を減らす仕組みが必要となる。具体的には、最も負荷が大きいと考えられるインデックス作成処理を減らしたり、実行結果のキャッシュを作成して利用する方式などを検討する必要がある。

#### 4.3 例題システムの機能の充実

本アプリケーションでは、シラバス情報システムに登録された情報をそのまま用いるため、誤りのある情報や登録されていない情報のために、実際に履修可能な正しい時間割表が生成できない可能性がある。誤りのある場合は、本来は元のシラバス情報システムにおいて訂正すべきであるが、対象システムに変更を加えることになる。対象システムを変更せずに対処するためには、修正情報を用意しておき、その都度正しいデータに置き換える方式が考えられる。

登録されていない情報には、記入漏れと、システムで取り扱っていない情報の2つに分類できる。記入漏れについては、誤りのある場合と同様である。取り扱っていない情報については、今回のシステムでは、年間の上限履修単位数や、各学科学年の進級条件などがあつた。例題システムの実用化を考慮

すると、これらの統合対象のシステムに不足する機能について、独自に開発し機能追加していく必要がある。

## 5. おわりに

本報告では、我々の提案するWebアプリケーションのラッピングアーキテクチャを用いて、3つのシラバス情報システムの統合システムを構築した。本アーキテクチャを用いることで、対象のWebアプリケーションに一切変更を加えることなくラッピングを行えることを示した。また、例題システムの構築では、フレームワークを用いた共通処理部分の再利用により、開発すべきプログラムコードが削減できることを示した。さらに、ラッピング対象のシラバス情報システムに変更を加えることなく、これまでシステムになかった時間割表作成支援機能などを追加拡張することで、本方式の拡張性を示した。なお、例題システムの実用を考慮した今後の課題として、不足するシラバス情報を補う機能拡張や、利用者の立場での使い勝手のさらなる向上が挙げられる。

ラッピングアーキテクチャの基本概念はシラバス情報システムに限らず適用可能と考えられる。今後は、本方式の汎用性を確認するために、他の分野への適用を検討していく。

## 参考文献

- (1) 浦本直彦 (2003): Webにおける情報統合—セマンティック Web と Web サービス, 情報処理, Vol.44, No.7, pp.707-712.
- (2) 青山幹雄 (2003): Web サービス技術と Web サービスネットワーク, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.102, No.560, 情報ネットワーク IN2002-163, pp.47-52.
- (3) 藤原克哉, 中所武司, 玉本英夫 (2006): Web サービス統合による自動記入エージェントの実現方式, 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.2, pp.582-595.
- (4) 前角地満 (2008): フレームワークを用いた Web アプリケーションの統合, 平成 19 年度秋田大学工学資源学部卒業論文.
- (5) Jiying Wang, Fred H. Lochovsky (2003): Data Extraction and Label Assignment for Web Databases, *Proceedings of the 12th international conference on World Wide Web*, pp.187-196.