

修士論文 2003 年度（平成 15 年度）

オンデマンド学習環境における独学支援に関する研究

慶應義塾大学院 政策・メディア研究科

本波 友行

marvel@sfc.wide.ad.jp

平成 16 年 1 月 14 日

オンデマンド学習環境における独学支援に関する研究

本研究の目的は、オンデマンド学習環境において独学を行う学習者が、用語を学習する際、学習を進めるにあたって必要な行動である、「学習」・「理解度確認」・「フィードバック」の一連の学習サイクルを実現し、より効果的な学習を可能とすることにある。

インターネットを利用した学習基盤が活発に構築されてきたことによって、学習者は地理的・時間的制約にとらわれず、インターネット上に公開された授業を自由に選択し学習を進められるようになった。こうしたオンデマンド学習環境では、授業期間終了後も学習が可能になった反面、学習者の指導を行う教員が介在しない場合があり、学習サイクルが成立しない可能性がある。さらに、ディスカッションを主体とした授業や、大学院レベルの授業では、用語は前提知識として要求されることがあり、カリキュラムの存在しないオンデマンド学習環境の学習者にとって、用語の体系的な学習は難しい。用語の学習に着目すると、現行のオンデマンド授業では、学習者は 1)どの用語を学習すべきかわからない、2)用語の理解度確認・フィードバックが恒常的にできない、3)用語の解説がなされている教材を容易に検索できないという問題がある。

本研究ではこの現状に対し、SOI (School of Internet)に蓄積されている授業資料を活用した、用語の理解度確認支援環境を提案し、「用語集作成支援システム」「試験実施システム」「フィードバックシステム」「用語検索エンジンシステム」の設計と実装を行った。用語集作成支援システムによって、教員は用語集を容易に作成でき、学習者は授業で扱った重点的な用語を的確に把握可能となる。試験実施システムは、作成された用語集と、教員からの必要最小限の情報をもとに、試験問題の作成を支援し、学習者は授業で扱う重要用語の理解度を恒常的に確認可能となる。フィードバックシステムは、SOI に蓄積されている教材のうち、用語の解説が行われている教材を学習者に提示し、学習者は教員が介在せずとも学習すべき内容を把握可能となる。用語検索エンジンシステムは、用語の解説が行われている SOI の教材を容易に検索でき、学習者は様々な授業で行われている用語の解説を容易に視聴可能となる。本研究では、前述した4つのシステムを実装し、実験を通して、本支援環境の実装の動作検証、本支援環境の有効性を確認した。

本論文の成果は、教員の介在しない場合のあるオンデマンド遠隔学習環境下で独学を行う学習者が、用語を学習する際に、「学習」・「理解度確認」・「フィードバック」の一連の学習サイクルの恒常的な成立を可能としたことである。この結果、オンデマンド学習環境下の用語の学習において、多くの教育リソースを積極的に活用した学習支援が可能となった。

キーワード：

1: オンデマンド授業 2: 独学 3: 学習支援 4: 遠隔教育

慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科
本波 友行

A research on support for self-education under on-demand learning environment

This research aims to accomplish the study cycle, “self-education”, “confirmation of the understanding” and “feedback”, and enable understanding of the terminologies in more effective way for self-education learners.

These days, Internet based educational infrastructures are built everywhere, and students gained opportunities to study beyond the geographical or time restrictions. Under this kind of on-demand learning environment, students can learn even after the course period is over, and teachers are not there to answer questions or give feedbacks. In this kind of on-demand learning environment, the study cycle is very difficult to be realized, because of lack of teachers. Discussion based courses and graduate school level lectures sometimes requires the students to know certain terminologies as pre-requisite, but systematic study of those terminologies is very hard for the on-demand learners, since they sometimes does not have curriculum for their education. When studying certain terminologies, there are three problems: 1) indicator to those terminologies does not exist in the lecture materials, and students do not know what to study, 2) confirmation of understanding for those terminologies cannot be done and feedback from teachers cannot be gained, 3) search of lecture materials which explains those terminologies is very difficult.

This research proposes support for terminology understanding making the most of the educational resources archived in SOI (School of Internet) system, and designed and implemented “online glossary establishment system”, “self-check system”, “feedback system”, and “search engine for the glossary”. Online glossary establishment system enables teachers to establish glossary of terminologies that were used in the lectures easily, and students to know which terminologies are important in certain lectures. Self-check system makes small tests gathering the information from glossary and minimum information from the teachers, and enables students to confirm the understanding of certain terminologies. Feedback system points out the SOI archived lectures which explains about the terminologies, and let the students know what kind of materials they should study when they make mistakes in self-check system. Search engine for the glossary enables students to search the SOI archived lecture which contains terminology explanation in more effective way than existing search engine in SOI system. Proof experiments of these four systems were done, and proved to be effective.

As result of this research, self-education learners can realize the study cycle of “self-education”, “confirmation of the understanding” and “feedback” in learning terminologies, under on-demand distance learning environment where teachers does not exist. This research also pointed out the importance of effective educational support for every on-demand environment making the most use of archived educational resources.

Keywords

1: On-demand 2: Self-education 3: study support 4: distance learning

Keio University, Graduate School of Media and Governance

Tomoyuki Hon'nami

目次

第1章	序論	1
1.1	インターネットを利用した遠隔授業	1
1.2	School on the Internet(SOI)の概要	3
1.3	問題意識	4
1.4	研究の目的	4
1.5	本論文の構成	4
第2章	本研究のアプローチ	5
2.1	学習行動の分析	5
2.2	オンデマンド授業における理解度確認の問題点	5
2.3	理解度の確認方法とフィードバック	6
2.4	用語の理解度確認	8
2.5	現状の SOI の問題点	9
2.6	解決のアプローチ	11
2.7	期待される成果	12
2.8	本章のまとめ	13
第3章	先行事例の調査	14
3.1	MIT Open Course Ware	14
3.2	信州大学工学系研究科情報工学専攻 (SUGSI)	16
3.3	現状の問題点	17
3.4	本章のまとめ	18
第4章	設計	19
4.1	理解度確認支援環境に対する要求事項	19
4.1.1	用語集	19
4.1.2	試験実施	20
4.1.3	フィードバック	20
4.1.4	用語検索エンジン	21
4.2	理解度確認支援環境の全体図	22
4.3	用語集作成支援システムの設計	23
4.3.1	システム概要	23
4.3.2	思考情報記述機能	24

4.3.3	用語抽出機能.....	25
4.3.4	用語データ登録機能.....	25
4.4	試験実施システムの設計.....	25
4.4.1	システム概要.....	25
4.4.2	試験問題情報作成機能.....	26
4.4.3	試験実施機能.....	27
4.5	フィードバックシステムの設計.....	27
4.5.1	システム概要.....	27
4.5.2	試験結果出力機能.....	29
4.5.3	解答履歴参照機能.....	29
4.6	用語検索エンジンシステムの設計.....	29
4.7	本章のまとめ	30
第5章	実装.....	31
5.1	用語集作成支援システム.....	31
5.1.1	思考情報の記述.....	31
5.1.2	用語の抽出	32
5.1.3	用語データの登録	33
5.2	試験実施システム	34
5.2.1	試験問題情報の抽出.....	34
5.2.2	試験問題の出力.....	36
5.3	フィードバックシステム	37
5.3.1	試験結果の出力.....	38
5.3.2	解答履歴の参照.....	40
5.4	用語検索エンジンシステム	41
5.5	本章のまとめ	43
第6章	実験.....	44
6.1	用語集作成支援システムの実験.....	44
6.1.1	実験目的	44
6.1.2	実験対象	44
6.1.3	実験手順	44
6.1.4	実験結果	45
6.2	試験実施システムの実験.....	45
6.2.1	実験目的	45
6.2.2	実験対象	45
6.2.3	実験手順	46

6.2.4	実験結果	46
6.3	試験実施・フィードバックシステムの実験.....	46
6.3.1	実験目的	46
6.3.2	実験対象	47
6.3.3	実験手順	47
6.3.4	実験結果	47
6.4	本章のまとめ	48
第7章	評価.....	49
7.1	用語集作成支援システムの評価	49
7.2	試験実施システムの評価.....	50
7.3	フィードバックシステムの評価.....	51
7.4	用語検索エンジンの評価	54
7.5	用語理解度確認支援環境の評価	55
7.6	本章のまとめ	56
第8章	結論と今後の課題	57
8.1	結論	57
8.2	今後の課題.....	58
8.2.1	用語集の作成.....	58
8.2.2	試験の実施	59
8.2.3	フィードバック	59
謝辞		60
参考文献		61
付録		63
付録 A:	用語集作成支援マニュアル.....	63
付録 B:	用語集作成支援システムの実験結果	71
付録 C:	試験実施システムの実験結果.....	72
付録 D:	アンケート選択式集計一覧.....	73
付録 E:	アンケート自由記述解答結果一覧	77

図目次

図 1.1: インターネットを利用した授業への取り組み	2
図 2.1: 学習サイクル	5
図 2.2: 教員と学習者のコミュニケーションモデル	7
図 2.3: 現在の SOI の検索機能	10
図 3.1: MIT OCW で公開されている用語集	14
図 3.2: MIT OCW で公開されている試験問題	15
図 3.3: MIT OCW で公開されている検索エンジン	16
図 3.4: SUGSI の CAI テスト	17
図 4.1: 構成要素	23
図 4.2: 用語集作成支援システムの全体像	24
図 4.3: 試験実施システムの全体像	26
図 4.4: フィードバックシステムの全体像	28
図 4.5: 用語検索エンジンシステムのデータの流れ	30
図 5.1: 教材情報が記述された PPT	31
図 5.2: 用語抽出モジュールの実行	32
図 5.3: 用語データ登録サーバより表示される登録フォーム	33
図 5.4: 試験問題確認／修正フォーム	35
図 5.5: 試験問題選択フォーム	36
図 5.6: 解答フォーム	37
図 5.7: 試験結果出力画面	39
図 5.8: ログインフォーム	40
図 5.9: 解答履歴出力画面	41
図 5.10: 用語入力フォーム	42
図 5.11: 検索結果出力画面	43
図 6.1: 試験問題の解答時刻	48

表目次

表 1.1: 高等教育機関におけるマルチメディア利用実態調査	2
表 2.1: SOI 授業へのアクセス数(2003 年 11 月)	6
表 4.1: 思考情報記述ルール	24
表 4.2: 用語データ	25
表 4.3: 試験問題データ	27
表 4.4: 解答データ	29
表 4.5: 検索オプション	30
表 5.1: 用語データファイル	32
表 5.2: 用語データベースの項目	34
表 5.3: 試験問題データベースの項目	36
表 5.4: 解答履歴データベースの項目	38
表 6.1: 用語集作成支援システムの実験結果	45
表 6.2: 試験実施システムの実験結果	46
表 7.1: 用語理解度確認支援環境	55

第1章 序論

1.1 インターネットを利用した遠隔授業

インターネットの普及やネットワーク技術の発展により、インターネットを利用した学習基盤が発達に構築され、教室で行われた授業の内容をインターネット上で配信し学習者に提供する遠隔授業の取り組みが様々な教育機関で行われている。メディア教育開発センター[1]が日本の高等教育機関（大学本部、大学学部・研究科、短大、高専）に対して実施したアンケートによると(表 1.1)、インターネットを利用して授業の配信を行っている機関は、4 年制大学で 15%、短大で 6%、高専で 7%であるが、行うことを計画している機関は、4 年制大学で 26%、短大で 15%、高専で 22% であり、今後増加することが考えられる(図 1.1)[2]。

これらの大学で行われているインターネットを利用した授業には、大きく分けて 2 つの形態が存在する。教員と学習者が同じ時間に集まり、教員がインターネット越しに遠隔で授業を行うリアルタイム型の遠隔授業と、インターネット上にアーカイブされた授業映像や授業資料を、時間的・地理的の制約にとらわれず視聴するオンデマンド型の遠隔授業である。

前者のリアルタイム型遠隔授業は、教員と学習者が物理的に離れた場所で、同じ授業時間帯に授業を行う。そのため、遠隔から受講している学習者は、教員への質疑応答などを授業中にでき、遠隔にいながらあたかも教室で授業を受けているかのように学習を進められる。リアルタイム型遠隔授業の実施例としては、衛星通信を用いた大手予備校の授業配信[3][4]や、DVTS[5]を用いた SOI(School on the Internet)[6][7]の授業配信などが挙げられる。

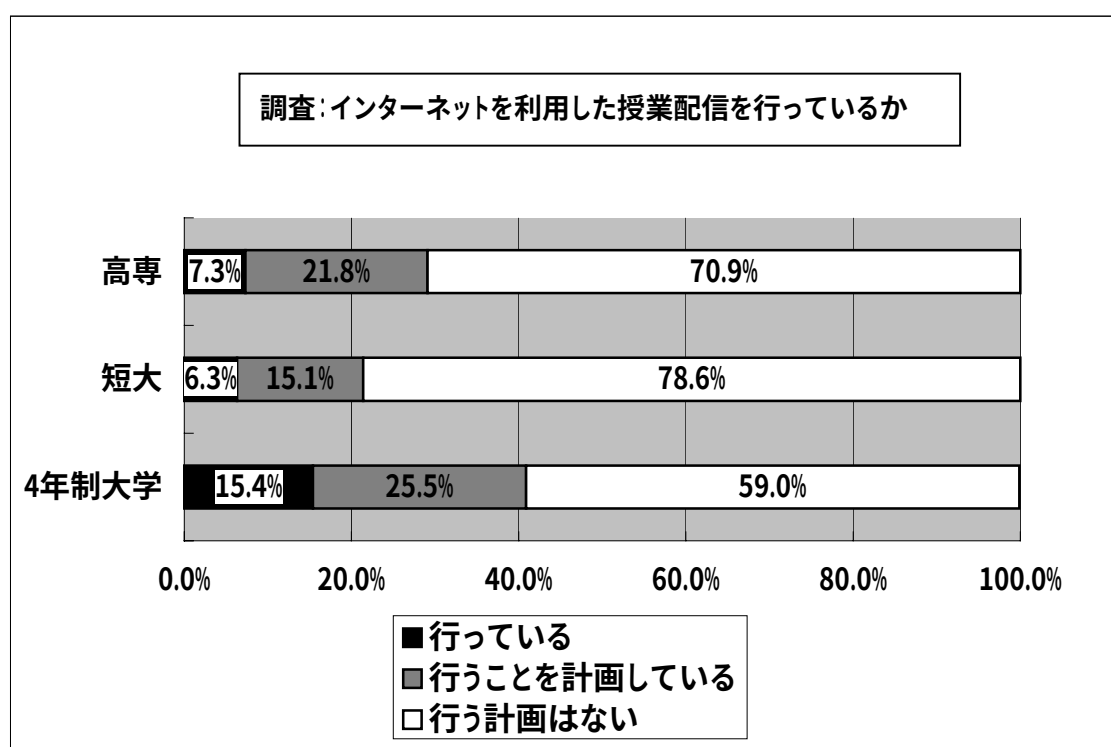
後者のオンデマンド型遠隔授業は、講師が行った授業映像や資料や授業録をインターネット上に公開し、学生がアクセスして受講する。そのため、学習者が自宅や職場にいながらにして自分の都合のよい時間に好きな場所でインターネット上に蓄積された授業を視聴して、学習者の授業理解度に合わせて学習を進められる。オンデマンド遠隔授業の実施例としては、MIT Open Course Ware[8]、信州大学のインターネット大学院 (SUGSI) [9]、東京大学の iii-online[10]や、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスの KEIO University SFC Global Campus[11]などが挙げられる。

表 1.1: 高等教育機関におけるマルチメディア利用実態調査 回収率

項目	配布数	有効回収数	回収率(%)
大学本部	685	510	74.5
大学学部・研究科	1756	980	55.8
短大	528	363	68.8
高専	62	55	88.7

出典:「高等教育機関におけるマルチメディア利用実態調査」

(メディア教育開発センター) 2003 年 1 月実施



出典:「高等教育機関におけるマルチメディア利用実態調査」

(メディア教育開発センター) 2003 年 1 月実施

図 1.1: インターネットを利用した授業への取り組み

1.2 School on the Internet(SOI)の概要

SOI プロジェクトは WIDE プロジェクト[12]を中心に慶應義塾大学、奈良先端科学技術大学院大学等の協力のもとに、大学におけるあらゆる教育資源をデジタル化しインターネット上に公開することで、学びたい個人に自由で多様な学習環境を提供することを目的として 1997 年 10 月から研究活動が続けている。実証実験基盤である WIDE 大学インターネット学科に蓄積されている授業数は、現在 150 を超えており、登録学生数は 15000 名を超える[13]。

学習者が学習するにあたって SOI で活用できる教育リソースには以下のものが挙げられる。

- **授業**

学習者や教員が地理的・時間的制約を受けずに教育資源を共有し、学習や授業を進められることを目的として蓄積されている。学習者は必要に応じて RealVideo 形式にデジタル化された映像、音声、画像および、HTML 形式の授業資料を組み合わせインターネットを介して学習を進める。現在、1000 時間以上に及ぶ授業が蓄積されている。

- **授業情報**

学習者が、多様な選択肢の中から、学習者に合った授業を選択できるように必要情報を体系的に提供することを目的として蓄積されている。授業情報は、「学問分野・大学名・授業目的・授業スケジュール・評価方法・参考文献・学習目的・授業レベル・教員プロフィール・評価方法」などの項目から成る。

- **学習者のレポート**

学生から提出されたレポートは「大学に集積された知」としてインターネット上に公開している。公開されたレポートを教員や学生が参照し、相互評価を行うことを目的として蓄積されている。

- **検索機能**

学習者が、多様な教材の中から学習したい教材を選択できるように、SOI の授業資料を検索するシステムである。学習者がキーワードを入力し、送付すると、キーワードが掲載されている授業資料を提示する。

- **質疑応答情報**

学習者が授業に関する質疑応答をいつでも行えるよう、メーリングリスト、BBS、チャットが提供されている。BBS での議論は、SOI に蓄積されている。

1.3 問題意識

1.1 節で述べたように、現在、様々な教育機関でオンデマンド型遠隔授業は広く行われているが、オンデマンド学習環境で学習者が効率的に学習を進めるためには未だ足りないものがある。

一般的に学習は、学習内容を伝達する教員と、学習内容を伝達される学習者との2者のやりとりによって行われ、このやりとりは、学習・理解度確認・フィードバックの、3つの行動の繰り返しによって成り立っている。教員は学習者に対し学習内容を伝授した後、教えた学習内容を学習者が理解できているかを確認し、学習者の理解度に応じて、次に学習すべき内容を伝達する、という3つの行動のサイクルである。既存の教室内で行われていた学習環境では、主に教員が理解度確認のための試験を実施し、各学習者に授業理解度をフィードバックし次に学習すべき内容の提示を行う、あるいは、学習者が教員に質問し学習成果の確認を行う、といった行動によって学習・理解度確認・フィードバックのサイクルが実現できていた。

しかし、オンデマンド型遠隔授業においては、授業期間終了後は教員が学習の場に存在しない。従って、独学を行っている学習者に対し、授業理解度の確認やフィードバックを行うのは困難である。授業メーリングリストや掲示板を備えている授業もあるが、授業期間終了後も機能させ続けることは、教員の負荷を考慮すると難しい。

1.4 研究の目的

本研究の目的は、オンデマンド学習環境において独学を行う学習者が、学習を進めるにあたって必要な行動である、「学習」・「理解度確認」・「フィードバック」の一連の行動を実現し、より効果的な学習を可能とすることにある。

1.5 本論文の構成

以下、第2章では、学習を進める際の学習者の行動を分析し、オンデマンド授業を利用する独学において、これらの行動を行う際に生じる問題点を述べる。そして、これらの問題点に対し、SOIの教育リソースを有効活用した解決策を提案し、期待される成果を述べる。第3章では、現行の、大学教育サービスをとりあげ、現行のオンデマンド学習環境において、用語理解度確認方法がどのように行われているかを調査する。第4章では、第2章で提案した解決策に基づいて設計した用語理解度確認支援環境の要求事項、及び設計について述べる。第5章では、第4章で行った設計に基づいて実装したシステムについて述べる。第6章では構築したシステムの性能を検証するための実験について述べ、第7章ではその結果から本支援環境の評価を行う。第8章ではそれらを総括して全体的な結論を述べ、今後の課題をまとめる。

第2章 本研究のアプローチ

本章では、学習を進める際の学習者の行動を分析し、オンデマンド授業を利用する独学において、この学習行動を生じる問題点を述べる。そして、学習者が学習内容の理解度を確認する行動のうち、用語の理解の確認に焦点を当て、これが現在のSOIの環境で機能しているかを検証する。その上で、SOIに蓄積されている教育リソースを利用した解決策を提案する。

2.1 学習行動の分析

一般的に学習は、学習内容を伝達する教員と、学習内容を伝達される学習者との2者間におけるやりとりによって、1)学習 2)理解度確認 3)フィードバックの3つの段階を経て進められる。はじめに、1) 教員が学習者に対して授業を行う。次に、2)教員がテストや論述などの方法によって学習者に対し学習内容の理解度の確認を行う。そして、3) 学習者に対し採点結果やコメントを伝達し理解度に応じて次に学ぶべき内容を提示し再び学習を進めさせる、といった行動の繰り返しである(図 2.1)。

本研究ではこれらの行動の繰り返しを『学習サイクル』と呼称する。



図 2.1: 学習サイクル

2.2 オンデマンド授業における理解度確認の問題点

インターネットを利用した授業は、リアルタイム型とオンデマンド型に大別される。

● リアルタイム型遠隔授業

離れた場所にいる講師と学習者が、インターネットを用いて実時間で映像と音声をやり取りし、授業を行う。場所的に離れてはいるが、教員と学習者がリアルタイムでコミュニケーションを図れる点では、既存の、教室で行われる授業と同様である。

● オンデマンド型遠隔授業

学習者はインターネット上に蓄積されている授業の映像や資料、議事録を教材として視聴することで授業に参加できる。インターネットに接続する環境があれば、時間・場所を問わずに教材にアクセスし、教室で受講している学習者と同じように受講できる。オンデマンド型遠隔授業では、授業期間終了後も学習者が過去の教材を利用した独学が可能なため、学習の場に教員が介在しない場合がある。

オンデマンド授業では、学習者の授業理解度の把握が既存の授業形態と比較して困難になる。これは、インターネットを利用することで、学習者は時間的制約にとらわれずに学習を進められるようになった反面、教員が介在しないまま受講するため、学習者に対してフィードバックを行う教員が常にその場に存在するとは限らない状態が生じるためである。

表 2.1 は、2003 年 11 月の SOI 授業ページへのアクセスログ[14]の一部である。オンデマンド授業を利用して学習を進める学習者は多く存在し、学習サイクルを成り立たせることが困難な学習者は大勢存在する。

表 2.1: SOI 授業へのアクセス数(2003 年 11 月)

授業開催期間中の授業へアクセス数(上位 9 つの合計)	25081
授業期間が終了した授業へのアクセス数(上位 9 つの合計)	23262

本研究では、授業期間終了後の学習において教員が介在しない場合に、学習サイクルが成立しないオンデマンド型遠隔授業に着目する。既存の学習環境で実現できていた学習サイクルを独学環境で実現するためには、既存の学習環境における「理解度確認」「フィードバック」を、授業期間終了後にも機能させる必要がある。

2.3 理解度の確認方法とフィードバック

2.1 節で述べたように、理解度確認・フィードバックは教員と学習者の間で行われる。図 2.2 に示すように、(1)教員は学習者の理解度を確認を目的として論述や試験等で学習成果の提出を要求する。(2)学習者は教員の指示する形式に従い学習成果を教員に提示する。(3)教員は学習者の提出物を評価しコメント・解説といった形で学習者にフィードバックする、という行動の流れである。

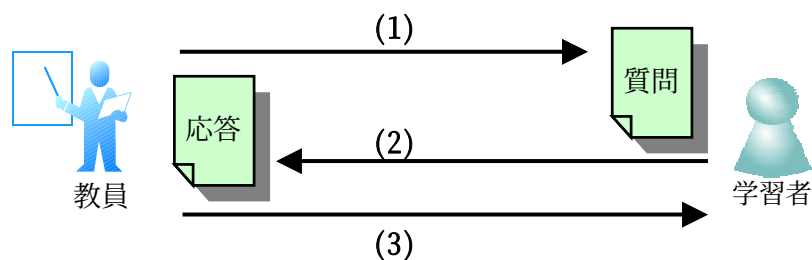


図 2.2: 教員と学習者のコミュニケーションモデル

以下に、理解度の確認形式を分類する。

- **発表・質疑応答形式**

学習者が、出題されたテーマについて教員の前で発表し、そのテーマについて各学習者それぞれの解説・主張を述べる。説明を明確にするために資料を用いて発表する場合もある。教員は、学習者の説明内容を吟味し、質疑を交え、学習者からの応答と説明を総合的に判断し、授業内容の理解度を確認する。正解は一通りとは限らない。

- **記述解答形式**

学習者が、教員から出題されたテーマについて論述形式で文書を作成し、記述式答案として提出する。唯一の解答が存在しない問題や、特定の現象や特定の話題に関して各学習者にそれぞれの方法で検討・調査・分析等を要求する。教員は、提出された文書を吟味し、授業内容の理解度を確認する。正解は一通りとは限らない。

- **創作形式**

学習者が、教員から出題されたテーマに沿って作品を創り上げ、提出するものである。絵画・音楽などの芸術作品や、ダンス・スポーツ競技などの身体表現があり、教員は、これらの作品や表現を評価し、授業内容の理解度を確認する。正解は一通りとは限らない。

- **正答解答形式**

正答が存在し、試験問題に対する解答がその正答と適合しているかどうかを測定し、その結果より授業理解度が決まる。評価のポイントは、ある用語や事象について記憶し、適切に使用できるかどうか、などである。

これらの形式の確認方法は、学習サイクルを成り立たせる上でどれも重要であるが、本研究では、授業理解度確認のための問題形式として「正答確認型」のみにフォーカスする。これは、正答解答型は模範解答が 1 通りであるため、他の理解度確認の方法と比較して、教員からの模範解答・誤答に対するコメント・次の学習内容等のフィードバックを的確に行えるためである。

2.4 用語の理解度確認

我々は、あらゆる活動において、活動における目的を達成するために他者とコミュニケーションを行っている。これまで、コミュニケーションを円滑に行うために、各メディアの長所を生かし、文字・音声・映像など様々な表現を用いて情報を伝達するなど、様々な工夫がなされてきた。

その中の、コミュニケーションを円滑に行う工夫の一つに、「表現を簡略化する」という行為がある。これは、特定の分野の事柄などを一語にまとめ、専門用語として用い、コミュニケーションに要する時間を短縮することを目的としている。

これらの専門用語の習得は、専門家とコミュニケーションを行う際にあたって必要不可欠なものである。専門用語の教授は、様々な教育機関においてなされており、授業を通じて専門用語を体系付けて教える教育機関もあれば、教えた専門用語を学習者に活用させ授業を進める機関もある。

例えば、高校までの授業では、既存の知識や問題解決法を吸収し獲得することに重きをおいた授業が一般的である。そこでは、社会に出るために必要な教養や常識や実用的知識などを記憶し反復練習を行うことで習得する。

一方、大学では現在要求されている専門知識の習得を目指す一方で、これまでの知識や理論、常識をいったん疑い、それが本当に正しいかどうかを確かめる批判的検討能力や、何が真の問題なのかを発見し、新たな解決法や対処法を見つけ出していく問題発見・解決能力の養成が求められる。これは、SOI に公開されている授業のシラバスからもわかるように、これまでの教育で身に付けた知識をもとに、学習者同士でディスカッションを行う授業もある[15][16][17]。

このように、義務教育や、高校レベルの授業では、用語の習得があらかじめ体系付けられているものもあるが、ディスカッション型の授業や大学院レベルの授業になると、専門用語は既に習得された前提知識としてみなされる。

ここで問題となるのが、独習を進める学習者にはカリキュラムは存在しない点である。体系的に学びを進める学習者にとっては、専門用語の習得はカリキュラムに組み込まれて行われている場合もある。しかし、オンデマンド学習環境では、学習者が自由に教材を選択できるため、カリキュラムを持たずに学習を進める場合もある。そのため、授業を受講する際に習得すべき専門用語や、

授業を通じて学習する専門用語をあらかじめ把握できることが重要であるが、大学レベルの授業では、重点的な用語を指し示していないものもあり、独習を行っている学習者は、授業で扱った重点的な用語が何かを把握するのは困難である。

以上の点から、本研究では、「用語の理解度確認」に着目し、オンデマンド環境で独学を行っている学習者が、専門用語の理解度確認を円滑に行えるための支援を行う。

2.5 現状の SOI の問題点

第1章で述べたように、現在の SOI には 150 を超える 1000 時間以上の授業がアーカイブされ、その資料や学習者のレポートが閲覧できるようになっており、その中には用語の解説が行われているものも多い。また、これらの教育リソースを検索できる仕組みも備わっている。しかし、現状の SOI では、学習者が独学環境で用語の理解度確認を行うにあたって、これらの教育リソースが効果的に活用されているとは言えない。

現在の SOI の環境では、学習者が授業で扱う重点的な用語を理解しているか確認したいと考えても、授業で扱った重要単語を示す指標が存在しないため、どの用語を勉強すべきかが把握できない。学習者は授業で扱った重要用語の把握が困難であり、学習を進めるのに手間を要する。

一般的に教員が教材を作成するには多大な負荷がかかるため、恒常的に用語の理解度確認用の試験を実施することは困難である。SOI では、これまでに期末テストを通じて、授業で扱った用語の理解度を確認する試験がなされたことは数度あった。しかし、こうした試験は学期末に行われるに留まっている。また、試験問題は SOI にアーカイブされておらず、学習者は用語を理解しているかを恒常的に確認できない。実施された試験の結果も学習者に返却されておらず、学習者に対しフィードバックが十分になされていない。

SOI には、指定された語句が掲載されている教材を検索できる仕組みが備わっている(図 2.3)。しかし、検索キーとなる語句が掲載されているスライド全てが結果として出力されるため、語句が掲載されているだけで、授業の中で用語の解説がなされていない授業資料も多数出力される。学習者が閲覧したい授業資料を検索するためには検索結果を 1 つ 1 つ閲覧し、確認しなければならないため、手間を要する。

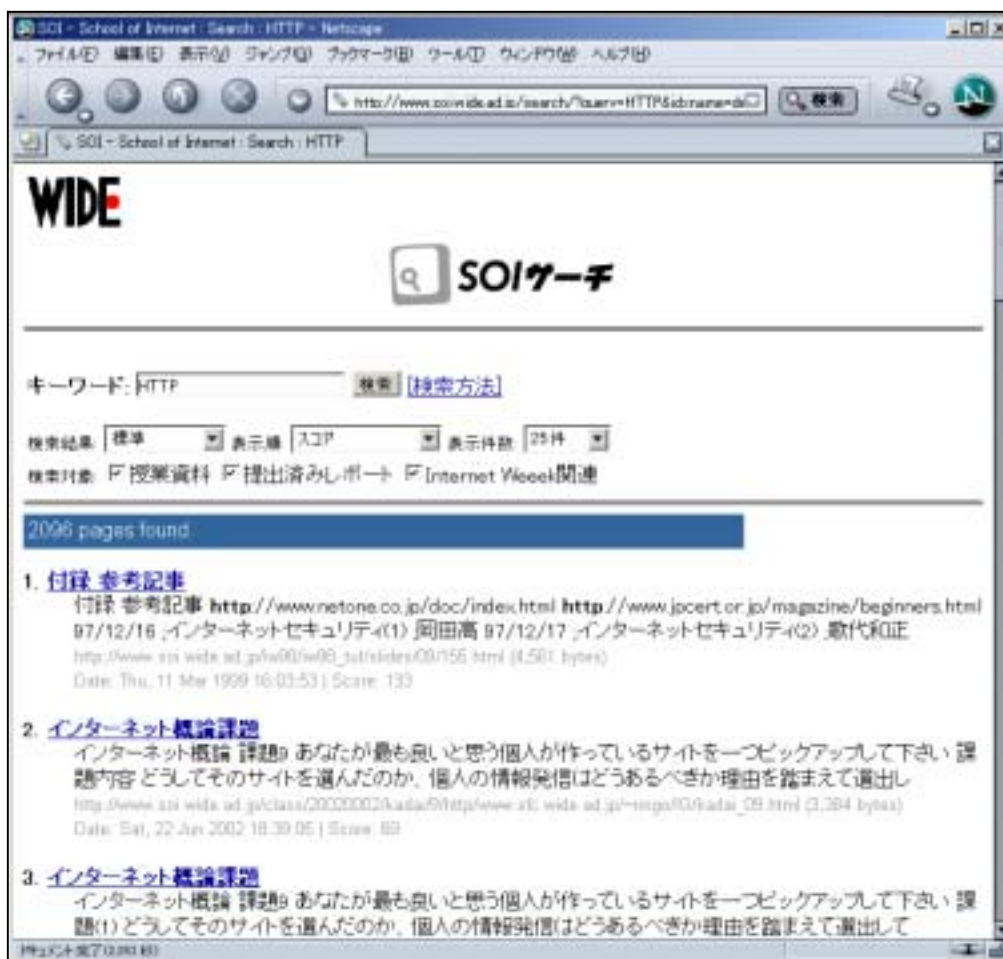


図 2.3:現在の SOI の検索機能

以上のように、SOI の環境では膨大な学習リソースが存在しているものの、独学を行っている学習者に対し、用語の理解度確認において、これらが効果的に利用されているとは言えない。

以下に、現状の SOI の問題点をまとめる。

- 学習者はどの用語を学習すべきかわからない
- 用語の理解度の確認・フィードバックが恒常的にできない
- 用語の解説がなされている教材を容易に検索できない

2.6 解決のアプローチ

本研究では、教員が介在しない可能性のあるオンデマンド授業の用語確認において「理解度確認」「フィードバック」を実現し、独学を行う学習者の学習サイクルを成立させることとし、用語の理解度確認・フィードバックにおける機能の現状を、現在の SOI 環境で確認した。これにより、現在の SOI 環境では主に 1) 学習者は、どの用語を学習すべきかわからない、2) 用語の理解度確認・フィードバックが恒常的にできない、3) 用語の解説がなされている教材を容易に検索できない、の 3 つの問題があることが確認された。

学習者が、授業で扱う重点的な用語を学習したいと考えた際、現状では授業で学習すべき用語を知るための手がかりがなく、重要用語の把握が困難である。しかし、授業で扱う重要な用語は教材に記述されている場合が多いため、これを抽出することで学習者は効果的な学習を行える。本研究では、授業で扱う重要語句の一覧をあらかじめ作成し、その説明を行っている授業資料と関連付け、これらの情報を学習者がいつでも把握できるように、用語集としてインターネット上で公開する。その際、授業の重要語句は教員しか把握しきれないことを考慮し、教員が重要語句の抽出を容易に行えるシステムの提案を行う。これにより、教員が学習者に学んでほしいと考える重要語句の抽出が行われる。

教員が試験を実施する負担が大きいため、現状では試験を恒常的に行うことは困難であるが、学習者が用語を理解しているか確認するための試験問題を解く行為は重要である。本研究では、教員に試験問題を作成し、フィードバックを行うための最低限必要な情報のみを入力させ、実際の試験作成や採点・フィードバックを自動で行うシステムを構築することで教員の負担を軽減し、学習者が恒常的に理解度確認・フィードバックの学習行動を行える環境を目指す。

現状の SOI の検索システムでは、キーワードが記述されている授業資料が全て出力される。そのため、学習者は用語の解説が行われている授業資料を閲覧したくとも、どの資料でどの程度解説が行われているか把握できない問題がある。そこで、教員が重要語句に注釈を加えた授業資料のみを抽出する用語検索エンジンを構築し、用語の解説が行われている教材の検索を容易にする。

本研究では、以下のアプローチで、2.4 節で提起した問題を解決する。

- 授業ごとの用語集を容易に作成できる枠組みを構築する
- 学習者が、自律的に、授業で学習した用語を理解しているか確認できるための試験実施システムを構築する
- 学習者が試験問題に誤答した際、用語の解説が行われている授業資料を学習者にフィードバックし、授業内容を復習できる仕組みを構築する
- 用語の解説が行われている教材を容易に検索できる用語検索エンジンを構築する

2.7 期待される成果

2.6 節で述べたアプローチにより、本研究では以下の 4 つの項目を実現する。

- **用語集**

授業ごとに、授業で扱った用語を収録する。授業で扱った重点的な用語を学習者が把握でき、その授業で学ぶべき用語を学習するための手がかりとなる。用語集を用いることで、学習者は授業レベルを確認でき、授業内容をより良く理解できる。

- **試験実施機能**

学習者が授業で扱った用語の理解度を確認するための試験問題を公開し、教員が不在の状況でも、学習者が自律的に授業で学習した用語を理解しているかを確認できる。

- **フィードバック機能**

学習者が試験問題に誤答した際、次に学習すべき内容を学習者に提示する機能である。SOI に蓄積されている教材を活用し、用語の解説が行われている授業資料を学習者にフィードバックする。

- **用語検索エンジン**

用語の一般的な説明と共に、教員が重要語句に注釈を加えた教材を抽出する検索エンジンである。学習者は、それぞれの用語において、複数の授業の解説が参照可能となる。検索結果には用語解説が行われているものが出力されるため、SOI に備わっている語句検索と比較して精度の高い検索が可能となる。

学習者は、用語集を用いて授業の重要事項を学習でき、試験問題を利用し用語の理解度の確認を行え、SOI の授業によるフィードバックを得られ、用語検索エンジンを用いて用語の解説が行われている様々な授業を視聴できる。これにより、教員が介在しないオンデマンド遠隔学習環境において、学習を行う際に必要な学習サイクルを恒常的に成り立たせられる。

現在の SOI には、1000 時間を越える授業の授業資料・授業ビデオや、15000 人を超える学習者のレポートが蓄積されている。これらの教育リソースには、授業で扱った用語に対する解説がなされているものも多く、授業ごとに様々な視点から解説がなされている。

先に述べた解決方法を SOI に適用し、SOI に蓄積されている授業資料を学習者に効果的にフィードバックすることで、学習者は学習者の理解度に応じて授業資料を閲覧できる。学習者は学習している用語について更に深い知識を得られたり、簡潔に説明されている講師資料を閲覧でき

るなど、学習者のレベルに応じたフィードバックが効果的に実現でき、学習サイクルをより効果的に成り立たせられる。

2.8 本章のまとめ

本章では、学習を進める際に一連の行動の繰り返しからなる学習行動を分析し、教員が介在しないオンデマンド授業では学習サイクルを成り立たせる行動である「理解度確認」と「フィードバック」が困難であることについて問題提起を行った。そして、理解度確認形式の一つである、用語の理解の確認に着目し、現在の SOI では、用語の理解の確認が満足に実現できていないことを述べた。その解決策として、SOI に蓄積されている膨大な学習リソースを有効活用した、用語集・試験問題の作成と、フィードバック機能・検索エンジンの構築を提案した。

第3章 先行事例の調査

第2章においてSOIの問題点について分析してきたが、その他のオンデマンド学習環境として、海外の代表的な大学教育サービスであるMIT Open Course Wareと、国内において大学院の授業をインターネット上で提供し単位を認定しているSUGSIを調査し、オンデマンド学習環境において用語の理解度確認・フィードバック・用語検索がどのように行われているかを検証する。

3.1 MIT Open Course Ware

マサチューセッツ工科大学(MIT)は、2002年10月、同大学の『オープンコースウェア』(OCW)サイトに17学部32クラスの資料の一部を掲載し、試験的に一般公開を開始した。現在は約80万人におよぶユニークユーザーが存在する。MIT OCWでは、MITの持つシラバス・コースカレンダー・授業ノート・用語集・試験問題など、MITの持つ教育コンテンツや情報をMITのホームページに一般公開している。

MITでは、図3.1に示すように、数学や物理などの授業で、教育コンテンツの一部として用語集が公開されており、学習者は授業で扱う用語を学習することで授業内容を円滑に把握できる。

しかし、用語集が公開されている授業には限りがあり、全ての授業で重要語句を把握するのは困難である。

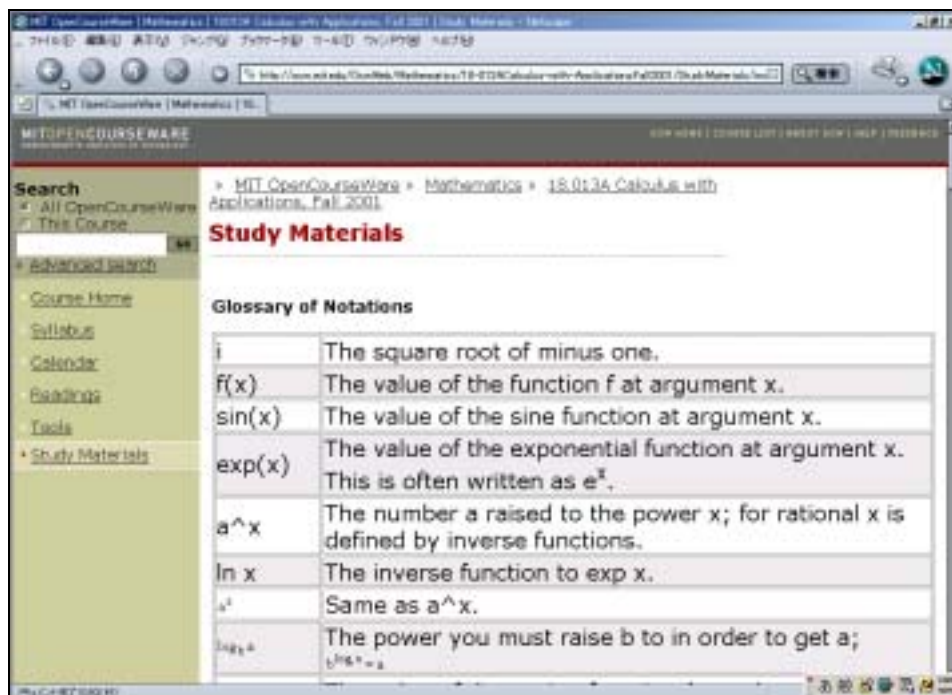


図3.1:MIT OCWで公開されている用語集

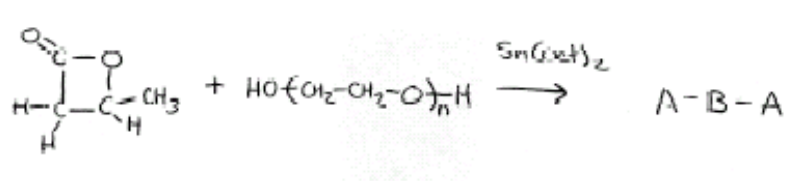
MITで公開されている期末試験問題には、教員が作成した模範解答が備わっている。図3.2に示すように、学習者は過去問に解答し、学習者の考察した内容を模範解答と照らし合わせることで、学習した内容の理解度の確認を行え、コメントを参照することで試験結果に対するフィードバックを得られる。

5. (5 points) A precursor of the network shown in question 2 has the chemical structure:

$$\text{H}-(\text{O}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C})_n-\text{O}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O})_x-(\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{O})_n-\text{H}$$

Propose a route for synthesis of this material and show the chemical structures of the monomer and state what initiator you would use.

The simplest solution is to use poly(ethylene glycol) as an initiator and ring-opening polymerization catalyzed by stannous octoate:



It is also possible to propose a di-lactone ring monomer for the polymerization. However, the high ring strain in the monomer shown actually helps polymerization proceed (the ring strain is relaxed by polymerization); it is quite difficult in contrast to obtain high yields of polymerization of an 8-member ring due to its relative stability.

図 3.2: MIT OCW で公開されている試験問題

しかし、期末試験問題が公開されるに留まっており、学習者は毎回の授業で学習した内容の確認するための試験を恒常的に実施できない。

既存の、試験問題作成支援については、あらかじめ大量の問題データから、教員が必要な試験問題を取り出す支援システムは存在するものの[18]、過去問を持たない教員の支援は行えない。また、試験問題テンプレートを用いて、教員が試験問題をインターネット上に公開できるように支援を行うシステムも存在する[19]が、教員が試験問題テンプレートに試験問題情報を記述する際には負荷がかかり、十分な支援であるとは言えない。

また、図 3.3 に示すように、学習者は検索エンジンを用いて、MIT に公開されている教育リソー

スを検索できる。

しかし、SOI と同様、キーワードに合致した教育リソースが出力され、その中には用語の解説がなされていないスライドも出力される。用語の解説が行われている教材を閲覧したい学習者は、目的に合った教材を探すのに手間を要する。



図 3.3: MIT OCW で公開されている検索エンジン

3.2 信州大学工学系研究科情報工学専攻 (SUGSI)

信州大学のインターネット大学院 (SUGSI) [8]では、授業や演習、講演会などについて、その教材配信と授業を収集・記録し、資料連動掲示板 VOD(Video On Demand)を用いてインターネット上へ配信を行うシステムを公開している。システムには授業VOD、インターネットライブ授業をはじめ、遠隔地間での少人数ゼミナールのためのライブゼミ、テレビ会議システム、システム統合のための Web ページ、レポート収集システムが機能として含まれている。

SUGSI では、学習内容の理解の徹底と、記憶の確実な定着を目的に、CAI(Computer Aided Instruction)を用いたテスト機能を備えている。インターネット上に、授業資料とともに、授業内容を

理解できているかを確認する試験問題へのリンクが表示されており、学習者は、時間を問わずに、毎回の授業で行われた授業内容の理解度を確認するための試験を実施できる。試験問題文は自動的に提示され、学習者は提示された解答フォームに情報を書き込み送信すると、試験結果と模範解答が自動的に表示される。

しかし、図 3.4 のように、CAI テストでは、テストの結果が「正解／不正解」という形式で出力されるに留まっている。教員が介在せずとも、学習者が授業理解度を確認できる点では有効であるが、誤答した際、次に学習すべき内容の把握は困難であり、独学を行う学習者に対しフィードバックが十分になされているとは言えない。

また、SUGSI では、授業ごとの用語集や、教材を検索するためのサービスは存在しない。

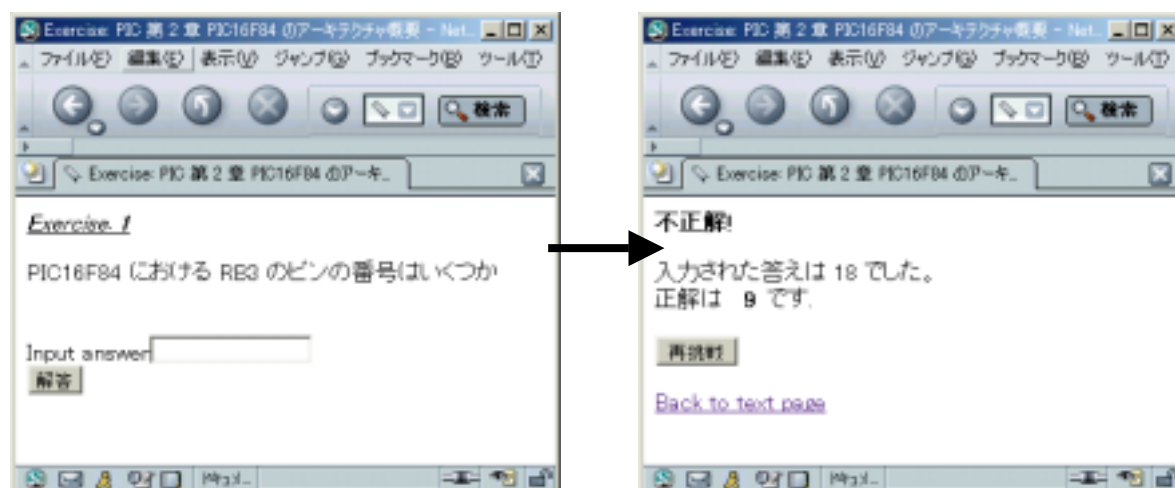


図 3.4: SUGSI の CAI テスト

オンライン上の学習サービスでは、Yahoo!学習[20]や単語力[21]のように、学習者の回答状況に応じて詳細な解説が提示されるものもある。しかし、一般的には、教員が、教材に加えて試験問題や解説を作成するのに多大な負荷がかかり、全てのオンデマンド授業に適用するのは難しい。

3.3 現状の問題点

2.5 節で提起した SOI の問題点を、現行のオンデマンド授業に当てはめて分析を行うと、2.5 節で述べた問題を全て解決しているオンデマンド授業は存在しない。

MIT OCW では、用語集と検索エンジンが公開されているが、用語集が公開されている授業は限られており、検索エンジンは用語の解説が行われている教材を検索するのに十分な支援がなされていない。また、授業理解度を確認するための試験問題が公開されているものの、期末試験

問題が公開されるに留まっており、恒常的に試験を実施することは困難である。また、独学で学習を行っている学習者へのフィードバックは十分なものであるとは言えない。

SUGSI では、CAI テストを用いて、授業理解度を確認するための試験の実施は恒常的にできるものの、試験結果が表示されるに留まっており、学習者が誤答した場合のフィードバックは十分になされていない。また、用語集や検索エンジンは存在しない。

以上の点から、現行のオンデマンド授業では、学習サイクルを成立させることが困難である。

本研究では、これらの問題を解決するために、SOI に蓄積・公開されている豊富な授業資料を、用語集・試験問題と連動させることで、他の遠隔教育サービスでは実現できなかった、オンデマンド学習環境にて用語の理解度確認を行うための学習サイクルを実現する。

3.4 本章のまとめ

本章では、既存のオンデマンド学習環境として、海外の代表的な大学教育サービスである MIT Open Course Ware と、国内において大学院の授業をインターネット上で提供し単位を認定している SUGSI を調査し、オンデマンド学習環境において用語の理解度確認・フィードバック・用語検索がどのように行われているかを検証した。

第4章 設計

本章では、第2章で提案した、オンデマンド授業における学習サイクルを成り立たせるための、用語の理解度確認支援環境の、4つの構成要素である、用語集作成支援システム・試験実施システム・フィードバックシステム・用語検索エンジンシステムの要求事項をまとめ、それらの設計を述べる。

4.1 理解度確認支援環境に対する要求事項

4.1.1 用語集

学習者が、授業で扱う重点的な用語を学習したいと考えた際、授業で扱う重要語句の一覧を把握できることで、学習者は学習を効果的に進めることができる。

現在の SOI では、インターネットに関連した話題を中心に、多くの教員が様々なテーマに基づいた授業を行っており、授業の種類や蓄積される教材は日々増加し続けている。授業資料には様々な用語が記述され、同一の用語に対する解説が様々な授業でなされている。その中には、授業中に詳しく説明されているものから、授業を受ける際に理解することを前提として用語が提示されているものもある。これらの用語を抽出することにより、学習者はより授業で扱う用語の学習が可能となる。構文解析を利用して用語抽出を行う方法も考えられるが、この方法では、その授業において重要でない用語も一緒に抽出される可能性がある。授業で扱う重要単語を最も理解しているのは教員であり、またそれらの用語は授業資料に記述されている。

このため、本研究では、教員が学習者に学んで欲しい用語を教材にマークさせ、それらの記述された用語を授業情報と関連付けて抽出することで、授業ごとの用語集を作成する仕組みを構築する。教員が授業で扱った重要語句を選択して学習者に提示できれば、最も効果的な用語抽出が行える。

また、学習者が大学・大学院等各々のレベルの合った授業の解説を視聴できるよう、用語を扱った授業が行われた年度、授業の担当教員、授業のレベルを提示する。

授業で扱う用語は、学習を進める際に前提知識として知っておくべきものと、授業中に学ぶ用語に分類される。この分類を学習者に提示することは、授業を一度も受けたことのない学習者や、授業を受け終えた学習者が、どの用語を理解できているかを確認すれば良いかがわかり、学習を進める上で重要である。このため、教員が教材にマークを行う際、前提知識として知っておくべき用語と、授業中に学ぶ用語とを分類できるようにする。

以下に、上記で述べた用語集を実現するための要求事項をまとめる。

- 授業で扱った重要語句を教材から抽出し、授業ごとの用語集としてインターネット上に公開できること
- 抽出された用語は、受講の際に前提知識として必要な用語か、授業中に学習する用語かを学習者が把握できること

4.1.2 試験実施

学習者が、授業で扱う重点的な用語を理解しているか確認したいと思った際、試験を行うことで、授業で扱う重点的な用語の学習が効率的にできる。しかし、一般的に教員は毎週の授業資料を作成する負荷が大きいため、教材作成に加えて用語の意味確認のための試験問題を作成する余裕はない。教員に大きな負担をかけることなく、用語確認のための試験問題を作成する必要がある。このため本研究では、作成された用語集と、教員からの必要最小限の情報を基に試験問題文・選択肢を自動生成できるシステムを構築する。

教員が介在しないオンデマンド学習環境下で、恒常的に試験が実施できるよう、学習者が自律的に試験を受けられる仕組みを構築する。また、オンデマンド学習環境で学習を進める学習者は様々な時間帯に授業を受けることから、いつでも試験を受けられる環境が整っている必要がある。

以下に、試験実施機能の要求事項をまとめる。

- 試験問題に必要な情報(問題文・選択肢)を補完しながら、試験問題を自動生成でき、教員の要求に応じて変更が行えること
- 学習者が恒常的に試験を受けられること

4.1.3 フィードバック

学習者が誤答した場合、現在の SOI では、膨大な授業資料から学習者が目的としている資料を直接見つけねばならず、手間を要するが、その用語の解説がなされている授業や授業ビデオを閲覧し復習できることは、学習を進める上で重要である。

また、過去に誤答した試験問題を現在は正答できるようになったなど、過去の成績と比較して用語の意味を理解しているかを確認できることは、今後学習すべき用語を容易に把握でき、学習を効率よく進める上で重要である。

現在の SOI には 15000 人を超える学習者が登録されており、その中には同じ授業を受講してい

る学習者は多い。これらの学習者の理解度を確認できることは、各学習者の相対的な理解度を学習者同士で把握でき、学習を進める上で重要である。

本研究では、学習者が誤答した場合、用語の解説がなされている授業内容を復習できるよう、授業資料・授業ビデオへのリンクを提示する。また、全学習者の解答履歴を記録し、学習者の要求に応じて提示する。その際、過去に同様の試験問題に解答した全学習者の試験結果も出力する。

以下に、フィードバック機能の要求事項をまとめる。

- 学習者が試験問題に誤答した場合、用語の解説がなされている教材を提示できること
- 学習者の解答履歴を記録し、学習者の必要に応じて提示できること
- 学習者が解答した試験問題の、全学習者における正答率を表示し、他の学習者の理解度を把握できること

4.1.4 用語検索エンジン

現在の SOI には、アーカイブされている教材を対象に、学習者が入力した検索語句を含む教材の URL を検索し出力する検索エンジンが備わっている。しかし、検索語句に合致した教材が全て出力され、その中には、学習者が用語の意味を理解していることを前提とした授業もあり、用語の解説がなされていない場合もある。そのため、学習者の要求に合致した教材を閲覧するための指標がなく、目的の教材を閲覧するのに手間を要する。

本研究では、学習者が目的に合った検索を行えるようにするために、教員が重要語句にマークした教材のみを抽出する用語検索エンジンを構築する。更に、授業レベル・授業名・授業年度を絞りこんで、用語の解説が行われている授業資料を検索できるようにし、学習レベルに応じた用語の解説を視聴できる機能を学習者に提供する。また、学習者が用語そのものを忘れた場合を考慮し、学習者の要求に応じて、用語の説明文を検索対象とする。

以下に、用語検索エンジンの要求事項をまとめる。

- 用語の解説がなされている教材情報を、学習者の要求に応じて、授業レベル・授業名・授業年度ごとに分類し提示できること
- 用語の説明文から逆引きできること

4.2 理解度確認支援環境の全体図

本研究で提案する支援環境は、用語集作成支援システム・試験実施システム・フィードバックシステム・用語検索エンジンシステムの4点からなる。以下に、提案するシステムの概要について説明し、全体像を図4.1に示す。

● 用語集作成支援システム

学習者に対し、授業で学ぶべき重要語句を学ぶための指標を提供するために、教材から重要語句を抽出し、授業ごとの用語集を作成する。それらの用語は、受講する際に前提知識として必要な用語か、授業中に学習する用語かを学習者が把握できるようにする。また、教員が学習者に対し、重要語句に関連した用語を提示できるようにする。

● 試験実施システム

学習者が用語を理解しているかを自律的に確認できるように、教員によって登録された用語集から試験問題に必要な情報(試験問題文・選択肢)を補完し、試験問題を自動生成する。補完された情報は教員が確認でき、必要に応じて変更可能である。学習者は、授業レベル・予習/復習用の用語を自由に選択して用語を理解しているかを確認できる。

● フィードバックシステム

試験結果と共に参考資料を提示する等のフィードバックを行う。学習者が誤答したら、用語の意味を説明している授業内容を復習できるよう、授業資料・授業ビデオへのリンクを用語の解説と共に提示する。また、学習者が、学習した用語の意味を理解できているかを把握できるようにするために、学習者の解答履歴を記録し、学習者の要求に応じて提示する。その際、他の学習者の理解度を相対的に把握できるように、過去に同様の試験問題に解答した全学習者の試験結果も閲覧できるようにする。

● 用語検索エンジンシステム

学習者の要求に応じて、様々な教員が登録した用語の解説を行っている授業ページ・教材へのリンクを、用語の説明とともに提示する検索エンジンである。用語の説明文も検索対象にすることで、学習者が用語そのものを忘れてしまった場合でも、用語の説明文を検索することで目的の用語を特定できる。学習者は、用語の解説がなされている教材情報を、授業が行われた年度・授業レベルごとに絞りこんで検索でき、用語の説明文とともに閲覧できる。

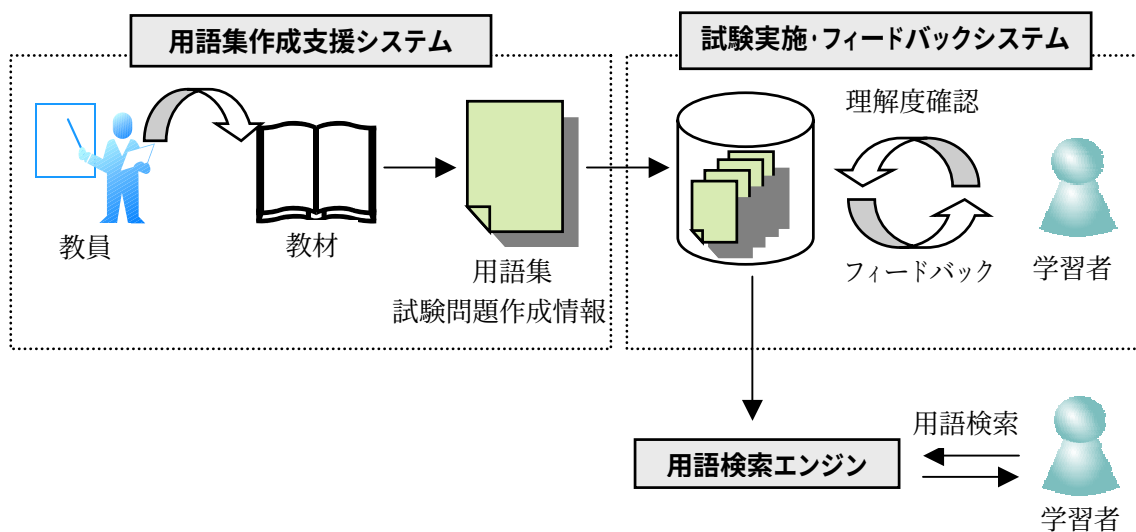


図 4.1: 構成要素

4.3 用語集作成支援システムの設計

4.3.1 システム概要

本システムは以下の要求事項に基づいて設計した。

- 授業で扱った重要語句を教材から抽出し、授業ごとの用語集としてインターネット上に公開できること
- 抽出された用語は、受講の際に前提知識として必要な用語か、授業中に学習する用語かを学習者が把握できること

本システムは、1)思考情報記述機能、2)用語抽出機能、3)用語データ登録機能の 3 つの機能を有す。以下に各機能の概要を示し、図 4.2 に本システムの全体像を示す。

(1) 思考情報記述機能

教員は、Microsoft Power Point(以降 PPT)で作成した授業資料のうち、授業を通じて学習してほしい用語や、授業を受ける前の前提知識として学習者に習得してほしい用語にマーキングを行う。また、抽出した用語に関する参考資料があれば、それを記述する。

本研究では、これらの抽出された用語や参考資料をあわせて「思考情報」と呼称する。

(2) 用語抽出機能

思考情報に従って PPT にマークされた用語を抽出する。更に、学習者に対し、フィードバックを返すための情報を作成し、用語データとして出力する。

(3) 用語データ登録機能

インターネット上の用語データ登録サーバに教員が用語データを登録するための、登録インターフェースを提供する。登録された用語データは、用語 DB に挿入される。

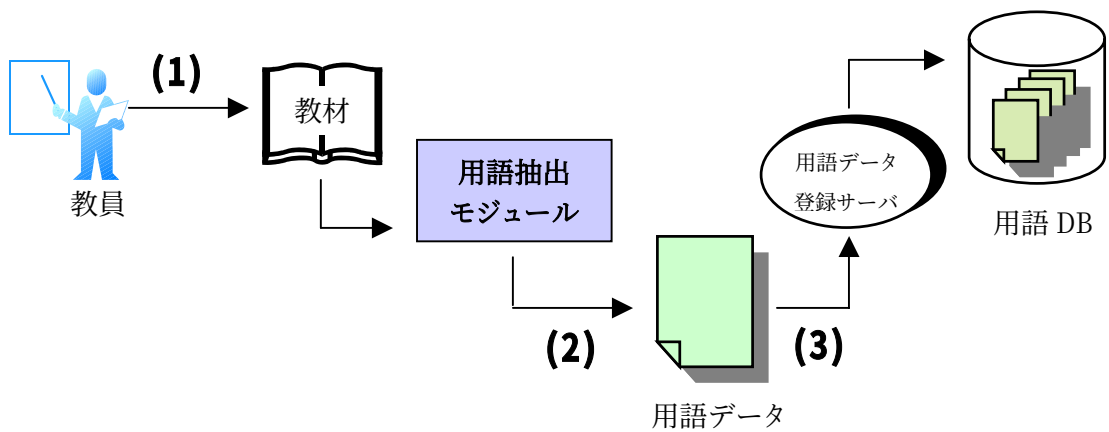


図 4.2: 用語集作成支援システムの全体像

4.3.2 思考情報記述機能

教員は、「用語・学習順序・参考文献」の項目を、表 4.1 の思考情報記述ルールに従って、PPT に記述する。学習者に学んでほしい用語を、学習順序に応じた色で記述する。用語の色を他の文章と比較して異なる形にしてシステムが解釈できるように設計した。

表 4.1: 思考情報記述ルール

設定項目	自由度	記述方法
学習順序	必須	事前に学習すべき用語は青くマークし、授業を通じて学習する用語は赤くマークする
参考文献	任意	PPT のメモ欄に参考文献タグとともに、参考文献の URL を記述する。作成した教材以外の参考文献を追加する際に使用する。

4.3.3 用語抽出機能

思考情報が記述された教材が用語抽出機能に送られると、用語抽出機能は、教材にマークされた用語を抽出し、授業情報と共に、表 4.2 に示す用語データに変換する。

表 4.2: 用語データ

項目	内容
用語	教員が指摘した用語
学習順序	事前に学習すべき用語か、授業で学習する用語かの識別子
関連用語	必要に応じて教員が設定する。他の間違いやすい用語などが入る
教材の URL	教員が用語を記述した教材の URL
授業レベル	学部 1,2 年:Level1、学部 3,4 年:Level2、学部 4 年、修士:Level3、修士:Level4 の 4 段階からなる。
教員名	教員名 (例:村井純)
授業 ID	授業名を識別する番号 (例:20030028)
授業年度	授業を開催した年度 (例:2003 年度)
授業期間	授業を開催した期間 (例:春学期)
授業名	授業名 (例:自律分散協調論)

4.3.4 用語データ登録機能

用語データ登録サーバは、作成した用語データを教員が登録できるためのインターフェースを提供する。SOI で教員として認証された者のみ、用語データの登録を可能とする。教員が簡単に用語データを登録できるように、教員が利用しやすいシステムとして WWW を採用する。

4.4 試験実施システムの設計

4.4.1 システム概要

本システムは以下の要求事項に基づいて設計した。

- 試験問題に必要な情報 (問題文・選択肢) を補完しながら、試験問題を自動生成でき、教員の要求に応じて変更が行えること
- 学習者が恒常的に試験を受けられること

本システムは、1)試験問題情報抽出機能、2)理解度確認実施機能の2つの機能を有す。以下に各機能の概要を示し、図4.3に本システムの全体像を示す。

(1) 試験問題情報作成機能

教員によって登録された用語集から、学習者がその用語について記憶できているかを確認するための試験問題を作成する。教員の試験問題作成の負荷を軽減するために、模範解答は抽出した用語を用い、試験問題文・選択肢はオンライン辞典から抽出する。

(2) 試験実施機能

学習者がいつでも、教員がマークした用語の理解度の確認を行えるよう、教員によって作成・登録された用語集から試験問題を自動作成し、学習者に対し、試験問題の分野やレベルを指定して解答できるようにする。

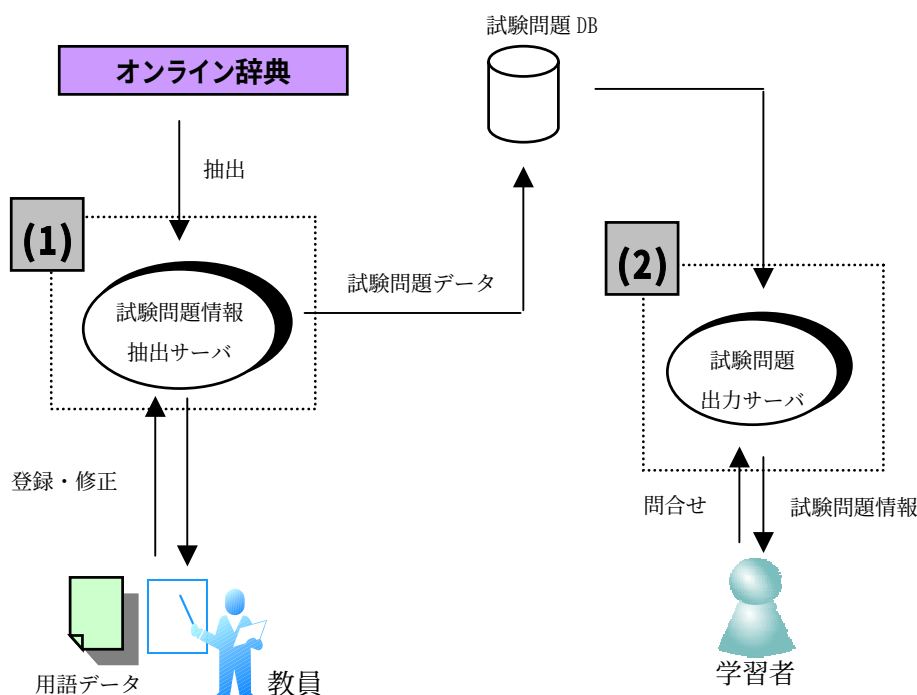


図 4.3: 試験実施システムの全体像

4.4.2 試験問題情報作成機能

試験問題情報抽出サーバは、教員が登録した用語データをオンライン辞書に照会し、試験問題に必要な情報である、問題文・選択肢・解説文を抽出する。登録された用語がオンライン辞書

に掲載されていない場合は教員に通知し、解説文と選択肢を教員に記入させる。その後、これらの情報を表 4.3 に示す試験問題データとして試験問題 DB に格納する。

表 4.3: 試験問題データ

項目	内容
問題文	学習者に対する設問。オンライン辞書から抽出された、用語に関する説明文
指示文	学習者に示す解答形式。あらかじめシステムが用意した形式に沿って、システムが自動作成する。問題文に合致する用語を選択させる形式とする。
模範解答	用語データベースより抽出した用語
学習順序	予習用の用語か復習用の用語かを示す識別子
選択肢	模範解答とともに学習者に提示する選択肢。オンライン辞書から抽出する。
授業レベル	学部 1,2 年:Level1、学部 3,4 年:Level2、学部 4 年、修士:Level3、修士:Level4 の 4 段階からなる。
教員名	教員名 (例:村井純)
授業 ID	授業名を識別する番号 (例:20030028)
授業年度	授業を開催した年度 (例:2003 年度)
授業期間	授業を開催した期間 (例:春学期)
授業名	授業名 (例:自律分散協調論)

4.4.3 試験実施機能

試験問題出力サーバは、学習者の問い合わせを受けると、学習者が指定した授業や授業レベルに合致する用語の試験問題データを、試験問題 DB から抽出する。そして、学習者が試験問題に解答するためのインターフェースを提供するとともに、試験問題情報を学習者に提示する。

4.5 フィードバックシステムの設計

4.5.1 システム概要

フィードバックシステムは以下の要求事項に基づいて設計した。

- 学習者が試験問題に誤答した場合、用語の解説がなされている教材を提示できること
- 学習者の解答履歴を記録し、学習者の必要に応じて提示できること

- 学習者が解答した試験問題の、全学習者における正答率を表示し、他の学習者の理解度を把握できること

フィードバックシステムは、1) 試験結果出力機能、2) 解答履歴参照機能の 2 機能から成る。以下に各機能の概要を示し、図 4.4 に本システムの全体像を示す。

(1) 試験結果出力機能

学習者が試験問題に誤答した場合、用語の説明文とともに、用語を解説している授業資料へのリンクを提示する。

(2) 解答履歴参照機能

学習者の解答履歴を提示し、時系列的な理解度を把握可能とする。更に、分散環境にある学習者同士の理解度を比較できるように、これまでに学習者が解答した各試験問題の解答履歴を提供する。

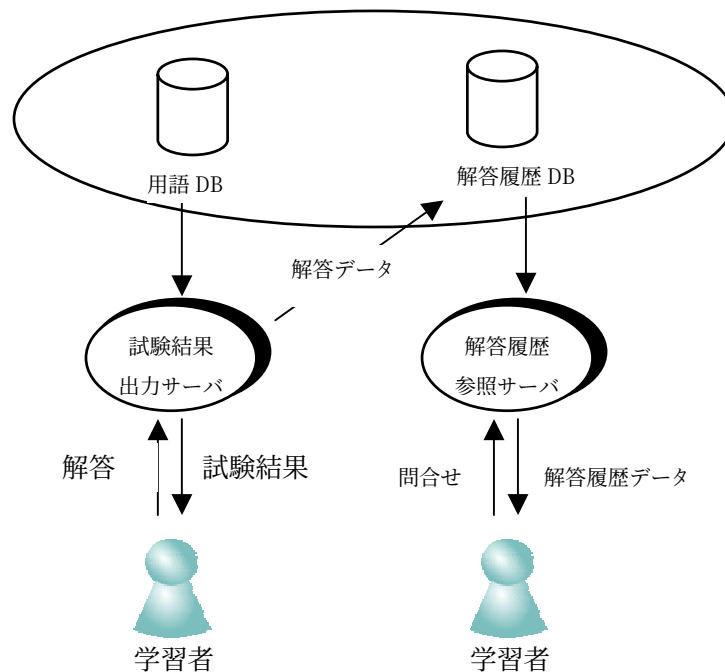


図 4.4: フィードバックシステムの全体像

4.5.2 試験結果出力機能

試験問題出力サーバが提示した解答フォームに、学習者が解答を記入し、学習者 ID とともに試験結果出力サーバに送付すると、試験結果出力サーバは用語 DB に格納されている用語と照合する。そして、採点結果を学習者に提示し、学習者が試験問題に解答した日時や所要時間の情報を、学習者 ID とともに解答データとして解答履歴データベースに格納する。解答データを表 4.4 に示す。

表 4.4: 解答データ

項目	内容
学習者 ID	学習者を識別する番号
試験問題 ID	試験問題を識別する ID
解答番号	学習者が試験問題に解答する際に 選択した解答項目の番号
解答日時	学習者が試験問題に解答した時刻
所要時間	学習者が試験問題に解答する際に要した時間
正誤判定	試験結果を識別する値

4.5.3 解答履歴参照機能

解答履歴参照サーバは、学習者から要求があると解答履歴 DB に問合せをし、これまでに学習者が解答した試験問題の結果を、一覧として表示する。学習者は、試験結果を閲覧し、誤答した試験問題を指定して復習が可能になる。また、試験問題毎の他の学習者の成績を出力し、他の学習者と比較した相対的な理解度の提示を行う。

4.6 用語検索エンジンシステムの設計

用語検索システムは、以下の要求事項に基づいて設計した。

- 用語の解説がなされている教材情報を、学習者の要求に応じて、授業レベル・授業名・授業年度ごとに分類し提示できること
- 用語の説明文から逆引きできること

用語検索システムは、教員が用語にマークした教材を抽出し、様々な教員が用語の解説を行っている SOI の授業アーカイブを一覧して提示する。

用語検索サーバは、学習者が授業を通じて学習した用語の意味を検索するための入力インターフェースを提供する。学習者が効率よく目的の用語の意味を検索できるよう、表 4.5 に示す検索オプションを提供する。学習者の必要に応じて検索オプションを用いて用語検索サーバに問い合わせを行うと、用語検索サーバは用語 DB から、検索オプションによって抽出した用語の解説を、用語の解説がなされている教材の URL とともに学習者に提示する(図 4.5)。

表 4.5: 検索オプション

項目	内容
用語検索	指定した用語がマークされた教材の一覧を表示する
授業名検索	指定した授業名の教材にマークされた用語の一覧を提示する
学習順序検索	受講の際に前提として学習すべき用語か、授業で解説がなされている用語かを分類して出力する
授業レベル検索	指定された授業レベルの教材にマークされた用語を提示する。授業レベルは学部 1,2 年:Level1、学部 3,4 年:Level2、学部 4 年,修士:Level3、修士:Level4 の 4 段階からなる。
アルファベット検索	用語をアルファベット順に提示する
あいうえお検索	用語をあいうえお順に提示する
説明文検索	用語の説明文から検索する



図 4.5: 用語検索エンジンシステムのデータの流れ

4.7 本章のまとめ

本章では、第 2 章で提案した、SOI に蓄積されている膨大な学習リソースを有効活用した、理解度確認支援環境の要求事項を述べ、その構成要素である、用語集作成支援システム・試験実施システム・フィードバックシステム・用語検索エンジンのシステムの設計について述べた。

第5章 実装

本章では、4章における設計に基づいて構築した各システムの実装について述べる。

5.1 用語集作成支援システム

思考情報を記述する教材は、一般に普及しているプレゼンテーションツールである PPT を採用し、教員が PPT に記述した思考情報を、用語抽出モジュールで抽出し用語データを作成した。

5.1.1 思考情報の記述

教員は、4.3.2 節で設定した思考情報記述ルールに従って、PPT に思考情報を記述する。図 5.1 に思考情報が記述された PPT の一例を示す。授業を通じて学習する用語である「IP アドレス」は太字で赤く塗りつぶされており、受講の際に事前に学習すべき用語である「インターネットプロトコル」は太字で青く塗りつぶされている。

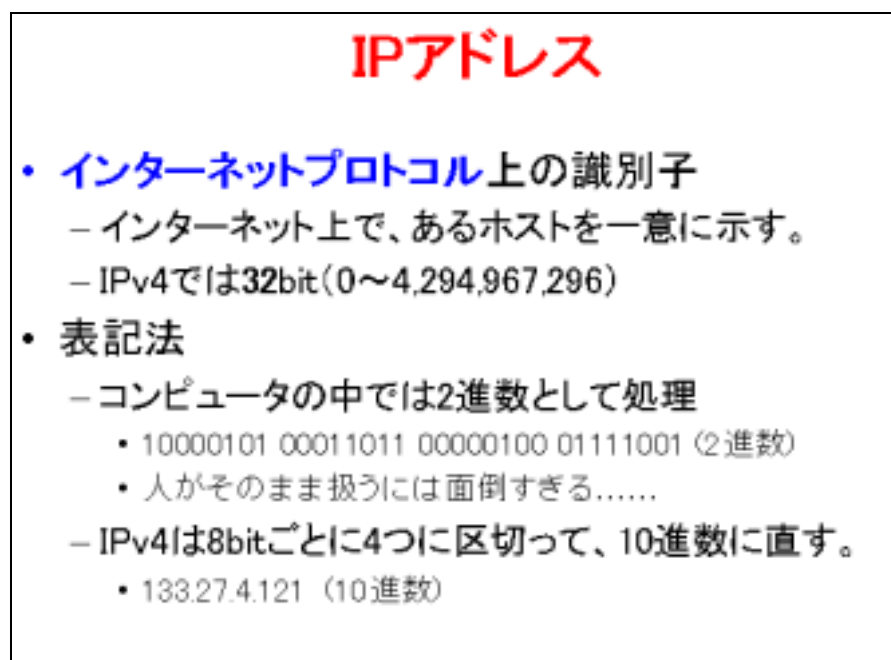


図 5.1:教材情報が記述された PPT

5.1.2 用語の抽出

用語抽出モジュールは、Microsoft Windows オペレーティングシステム環境で、Perl 言語を用いて実装した。以下に、教員が用語抽出モジュールを用いて、用語データに変換する手順を述べる。

図 5.2 に示すように、教員は思考情報が記述された PPT ファイルを HTML 形式で保存する。HTML 形式で保存されたファイルが存在するディレクトリ上で、用語抽出モジュールを実行すると、用語抽出モジュールが、PPT に記述された用語の情報を抽出し、表 5.1 に示した項目を含む用語データファイルを作成し保存する。

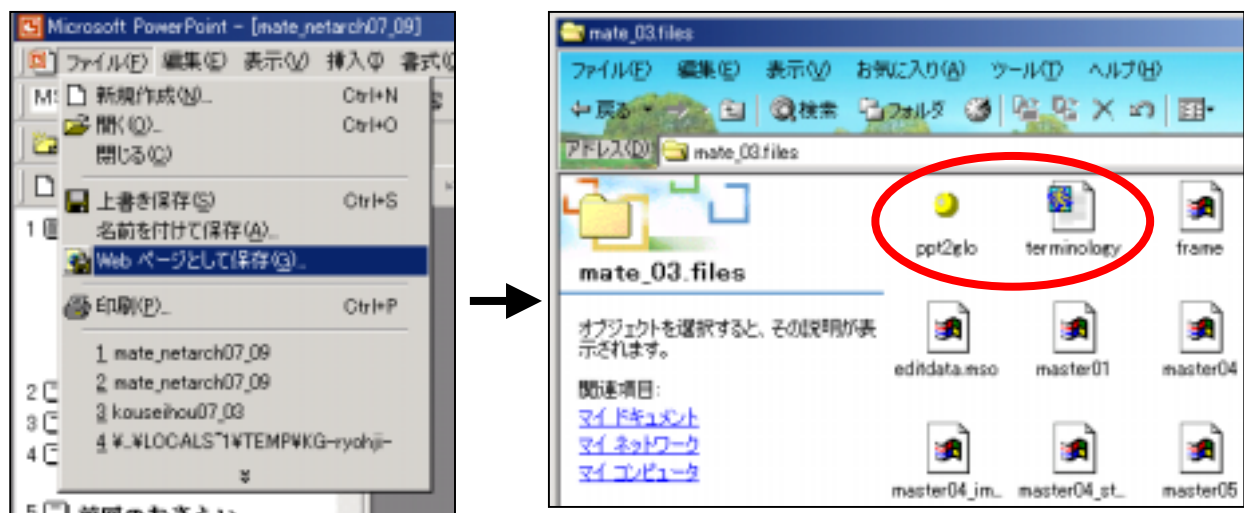


図 5.2: 用語抽出モジュールの実行

表 5.1: 用語データファイル

キー	データ
word	用語
pid	学習順序
ppt_num	用語がマークされた PPT のページ数

5.1.3 用語データの登録

教員は WWW を利用し、図 5.3 の用語データ登録フォームを呼び出し、用語ファイルを登録する。また、SOI で認められた教員のみが用語データを登録できるように、SOI 上の教員用ページから登録を行う。

教員が、教員用ページから、担当する授業名を選択すると、授業データベースから授業名・担当者名・授業レベルのデータが渡され、用語データ登録フォームに表示される。教員は用語データ登録フォームに授業回数を入力し、作成した用語ファイルを登録し、試験問題登録サーバ宛に送付する。用語データ登録サーバは送付されたデータを受け取り、表 5.2 に示す用語データを用語データベースに登録する。

図 5.3 は、Netscape ブラウザで表示されている「用語データ登録フォーム」のスクリーンショットである。ブラウザのアドレスバーには「http://www.soi.wide.ad.jp/soi/test/upload/soiDataRegP000」が表示されている。ページのヘッダーには「WIDE School of Internet」のロゴと「home admission class report search feedback」のナビゲーションメニューがある。メインコンテンツエリアには「ネットワークアーキテクチャ」の授業情報が表示されており、担当は「村井 純」、授業レベルは「学部3,4年」である。下部には「●用語データ登録」というセクションがあり、「授業回数」は「1」回目に設定されている。「用語データファイル」の欄には「C:\Documents and Settings\marvel\Desktop\marvel01\03\mate」というファイルパスが入力されており、その右側には「参照...」ボタンがある。また、「submit」および「reset」ボタンも表示されている。ページのフッターには「soi@sfc.wide.ad.jp」というメールアドレスが記載されている。

図 5.3: 用語データ登録サーバより表示される登録フォーム

表 5.2:用語データベースの項目

キー	データ
word	用語
pid	学習順序
url	用語がマークされた教材の URL
l_name	授業名
level	授業レベル
author	授業担当者

5.2 試験実施システム

本システムは Linux オペレーティングシステム上で Perl 言語を利用した CGI で実装した。また、ユーザインターフェースとして WWW を採用した。データベースは RDBMS の Postgres6.5.3 を用いた。

5.2.1 試験問題情報の抽出

試験問題の作成は、用語データの登録後に行われる。教員によって用語データが登録されると、試験問題情報抽出サーバは、登録された用語をオンライン辞書に照会し、用語の説明文・関連用語の情報を抽出し教員に提示する。用語の説明文は試験問題文として使用し、関連用語は試験問題の選択肢として使用する。本研究で対象とする SOI 授業では、インターネットに関連する授業を中心に扱っていることから、オンライン辞書として、IT 用語辞典 e-words[21]を採用した。教員は提示された解説・関連用語を確認し、必要に応じて変更を加えることができる。e-words に用語の解説がなされていない場合や、関連用語が掲載されていない場合は教員にメッセージを返し、説明文を入力させる (図 5.4)。

教員は、提示された試験問題情報を確認し、必要に応じて変更を加えた上で試験問題登録サーバ宛に送付する。用語データ登録サーバは送付された試験問題情報を受け取り、表 5.3 に示す試験問題データを試験問題データベースに登録する。



図 5.4: 試験問題確認／修正フォーム

表 5.3: 試験問題データベースの項目

項目	内容
ques_sup	指示文
ques	問題文 兼 解説文
c_ans	模範解答
pid	学習順序
choice_1	選択肢
choice_2	選択肢 (5 択まで可能)
level	授業レベル
author	教員名
lid	授業 ID
l_year	授業年度
term	授業期間
l_name	授業名
url	用語がマークされた教材の URL

5.2.2 試験問題の出力

学習者は WWW を利用して図 5.5 に示す試験問題選択フォームを呼び出す。授業名・授業レベル・学習順序を選択すると、試験問題出力サーバは、学習者が選択した情報に合致した試験問題データを、試験問題データベースから取り出す。そして、図 5.6 に示すように、試験問題文・模範解答を含む選択肢・授業名・学習順序を解答フォームに提示し、学習者に返す。

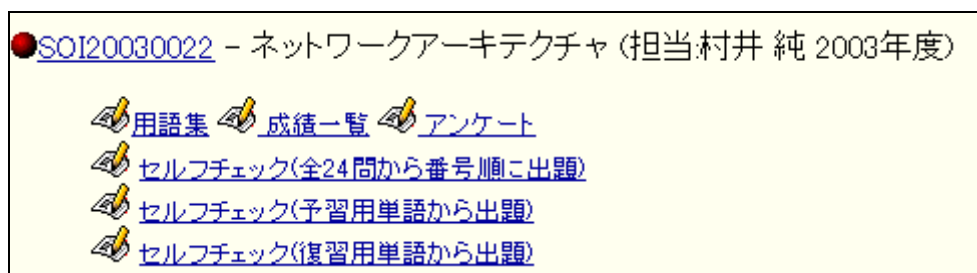


図 5.5: 試験問題選択フォーム

MSLS(Marvelous Self Learning System) - Netscape

■問題6 ★復習用★ — 7人中5人正解(71%) 正解者の平均解答時間:9.6秒

以下の文章に合致する適切な語句を以下から選んで下さい

インターネットやイントラネット上で、電子メールを保存しているサーバからメールを受信するためのプロトコル。現在最も広く普及している。電子メールの送信に使われるSMTPとセットで利用される。ユーザがタイトルや発信者を確認する前に、クライアントが全メールを受信してしまうため、発信者やタイトルの一覧を見てから受信するかどうか決められるIMAPを_____の代わりに利用する場合もある。_____を使うとパスワードがネットワーク上をそのまま流れるため、通信途中で盗まれるかもしれないという危険性がある。この弱点を改善し、パスワードのやり取りを暗号化したものをA_____という。

鹿野義塾大学湘南藤沢キャンパス
ネットワークアーキテクチャ (2003年度秋学期)

■選択肢

☐ POP
☐ ISP
☐ BGP

--- 回答する ---

前回の成績	😊(正解)
定着度	(100%)
解答日時	12/23/2003 12:45

ドキュメント完了(1.251 秒)

図 5.6: 解答フォーム

5.3 フィードバックシステム

本システムは Linux オペレーティングシステム上で Perl 言語を用いた CGI で実装した。また、ユーザインターフェースとして WWW を採用した。データベースは SQL 言語を用いて実装し、サーバとのインターフェースとして Postgres6.5.3 を用いた。

5.3.1 試験結果の出力

学習者は WWW を用いて、解答フォームに提示された選択肢の中から一つを選択する。試験結果出力サーバは、学習者が選択した内容と、試験問題データにある模範解答と照合し、学習者の解答と一致しているかどうか確認する。一致していれば正解を返し、一致していなければ不正解の情報を学習者に返す。その後、学習者から送付された選択肢と、学習者が試験問題に解答した日時・解答に要した時間・正誤判定情報を、試験問題 ID とともに解答履歴データとして解答履歴データベースに格納する。表 5.4 に解答履歴データベースのデータ構造を示す。

表 5.4: 解答履歴データベースの項目

項目	データ
sid	学習者 ID
qid	試験問題 ID
choice	解答番号
time_answer	解答日時
time_detail	所要時間
ok_miss	正誤判定

また、学習者が解答した際、フィードバックとして、模範解答の用語の説明文と、用語の解説がなされている教材の URL を学習者に提示する。他の学習者の理解度を把握できるように、学習者が解答した試験問題の、全学習者における正答率を表示する。図 5.7 に、試験問題に正解した場合の出力結果を示す。

MSLS(Marvelous Self Learning System)1 - Netscape

■解説 11人中9人正解(82%) 正解者の平均解答時間:9.13秒

インターネットやイントラネット上で、電子メールを保存しているサーバからメールを受信するためのプロトコル。現在最も広く普及している。電子メールの送信に使われるSMTPとセットで利用される。ユーザがタイトルや発信者を確認する前に、クライアントが全メールを受信してしまうため、発信者やタイトルの一覧を見てから受信するかどうか決められるIMAPをPOPの代わりに利用する場合もある。POPを使うとパスワードがネットワーク上をそのまま流れるため、通信途中で盗まれるかもしれないという危険性がある。この弱点を改善し、パスワードのやり取りを暗号化したものをAPOPという。

鹿野義塾大学湘南藤沢キャンパス
ネットワークアーキテクチャ (2003度秋学期)

今回の成績: 😊(正解！)
あなたの解答: POP
解答まで18秒 テスト回数 5 最高 3秒

■授業資料

📎 [ネットワークアーキテクチャ 第6回目授業](http://www.sci.wide.ad.jp/class/20030022/slides/06/30.html)
http://www.sci.wide.ad.jp/class/20030022/slides/06/30.html
POPを更に検索

[\[前の問題を解く\]](#) [\[次の問題を解く\]](#) [\[成績一覧\]](#)

■みんなの解答

POP 9名: ██████████
BGP 1名: █
ISP 0名:

■あなたの解答履歴

解答日時	成績	解答項目
12/22/2003 10:41	😊	POP

コメント完了(1.272 秒)

図 5.7: 試験結果出力画面

5.3.2 解答履歴の参照

解答履歴参照サーバは、学習者が指定した授業の試験問題の解答履歴を呼び出し、学習者に提示する。

試験問題に解答する際、学習者はログインフォーム(図 5.8)から SOI に入学する際に登録されたメールアドレスとパスワードを利用してログインする。学習者が登録したメールアドレスとパスワードを用いて一度ログインを行うと、試験問題に解答する際や解答履歴を参照する際、Cookie を利用して自動的に学習者 ID が送付される。

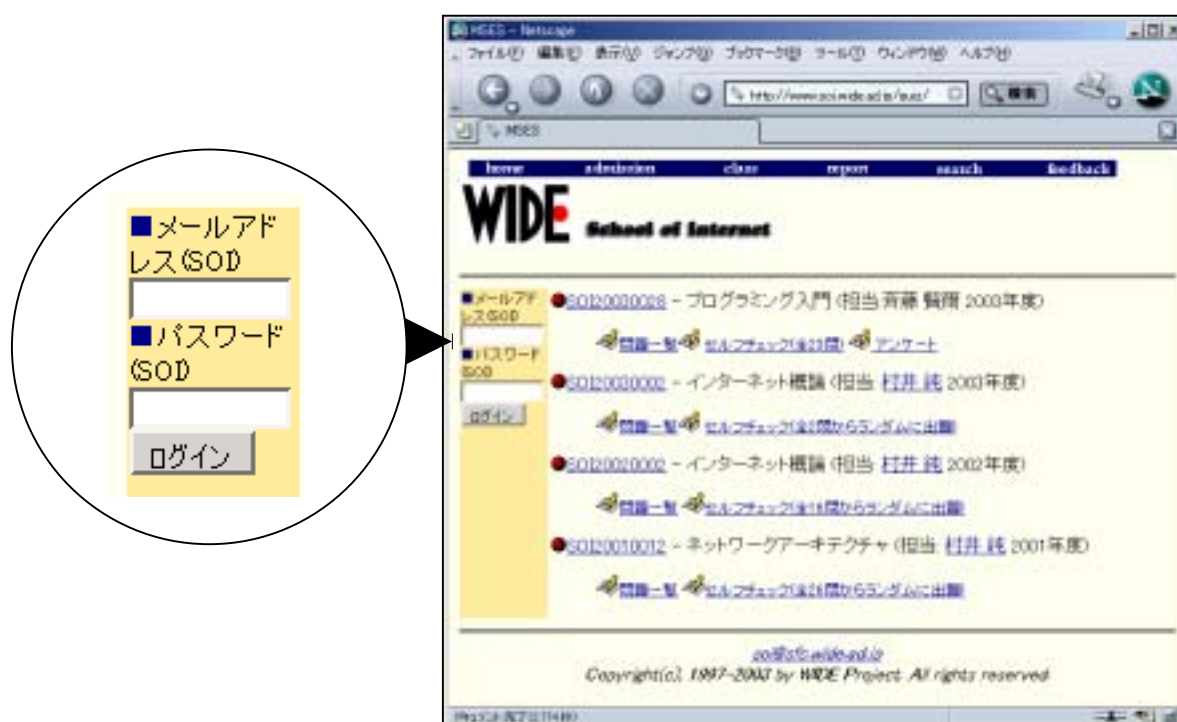


図 5.8: ログインフォーム

解答履歴参照サーバは、解答情報として定義した試験問題 ID、解答日時、所要時間、正誤判定について各データベース群に問い合わせて必要情報を算出し、授業毎の成績一覧として表示する。学習者が一度解答した試験問題に復習できるよう、試験問題ページへのリンクも表示する。また、他の学習者の理解度を把握できるように、試験問題に解答した全学習者の成績を、正解率として提示する。これらの解答履歴は図 5.9 に示すように、学習者本人に限り公開される。

num	習得用語	成績	学習順序	解答日時	正解率	
1	WWW	😊	★復習★	12/28/2003 05:01	27人 / 27人 (100%)	確認
2	URI	😊	★復習★	12/28/2003 05:01	11人 / 15人 (73%)	確認
3	HTTP	😊	★復習★	12/28/2003 05:01	6人 / 7人 (86%)	確認
4	HTML	😊	★復習★	12/24/2003 11:07	6人 / 8人 (75%)	確認
5	SMTP	😊	★復習★	12/23/2003 13:34	4人 / 6人 (67%)	確認
6	POP	😊	★復習★	12/28/2003 01:44	9人 / 11人 (82%)	確認
7	IMAP	😊	★復習★	12/23/2003 20:26	6人 / 6人 (100%)	確認
8	???	-	★復習★	-	1人 / 3人 (33%)	挑戦
9	???	-	★復習★	-	3人 / 4人 (75%)	挑戦
10	OS7層モデル	😊	★復習★	12/20/2003 10:44	4人 / 5人 (80%)	確認

図 5.9: 解答履歴出力画面

5.4 用語検索エンジンシステム

本システムは Linux オペレーティングシステム上で Perl 言語を用いた CGI で実装した。また、ユーザインターフェースとして WWW を採用した。データベースは SQL 言語を用いて実装し、サーバとのインターフェースとして Postgres6.5.3 を用いた。

学習者は WWW を用いて、用語検索フォームに検索したい用語を入力する(図 5.10)。その際、検索オプションにある、授業年度・学習順序・授業レベルを必要に応じて選択し、検索する用語を絞り込むことができる。また、用語の頭文字で絞り込んだ用語検索もできる。学習者が必要事項を記入し、用語検索サーバに送付すると、図 5.11 に示すように、用語検索サーバは学習者が指定した条件に合致した用語の説明と、用語の解説がなされている教材情報を用語データベースから取り出し、学習者に一覧表示する。

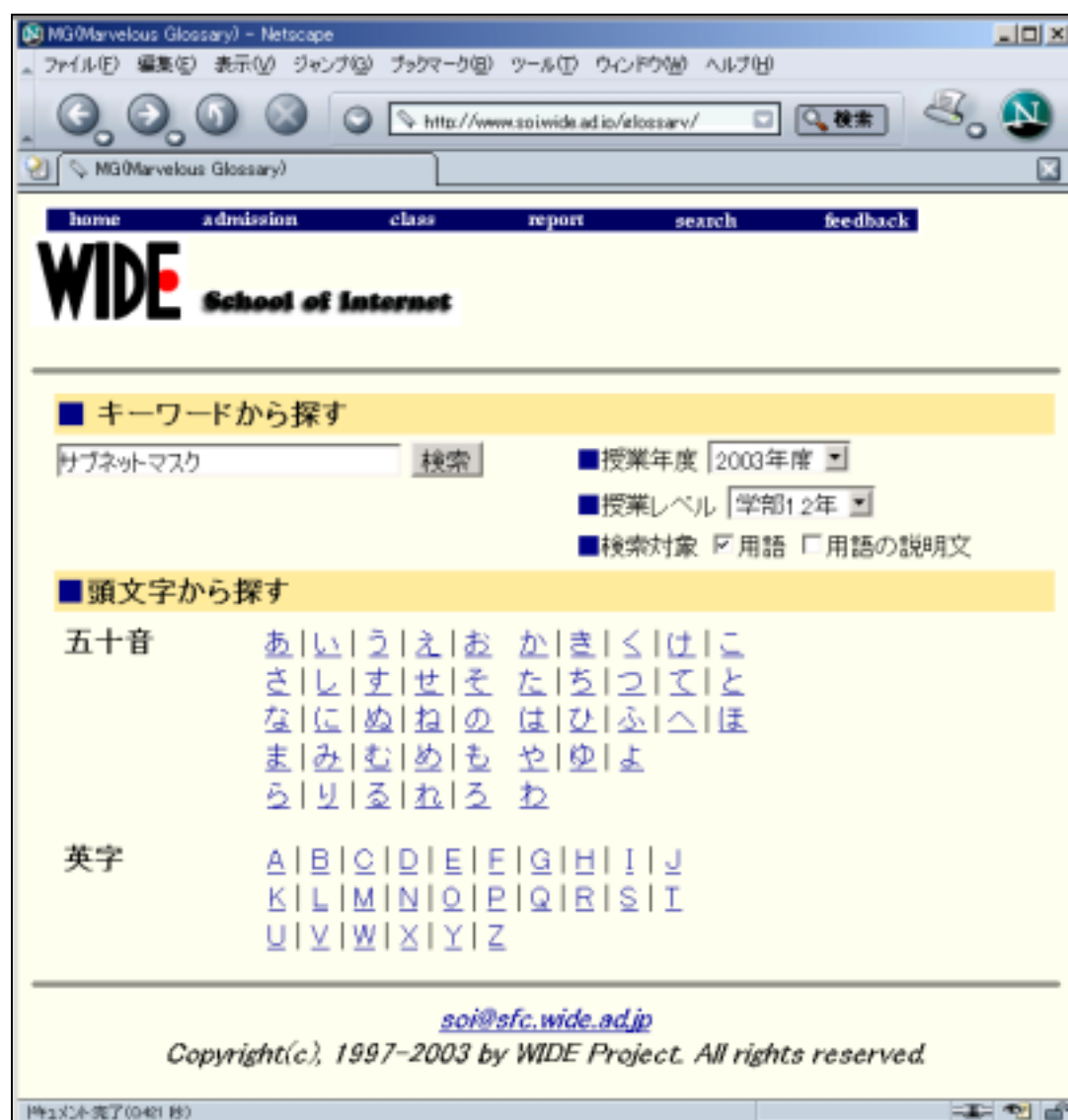


図 5.10: 用語入力フォーム

第6章 実験

本章では、第5章で実装した用語集作成支援システム・試験実施システム・フィードバックシステムの実験について述べる。尚、検索エンジンシステムについては、設計に基づいた機能が実装され、システムの要求事項を満たしている。

6.1 用語集作成支援システムの実験

6.1.1 実験目的

本実験の目的は、教員が本システムを使用して、授業ごとの用語集を SOI 上に公開できるか、構築した機能が実際に動作し用語集の作成支援を行えたかを検証することである。合わせて、本システムの導入や利用のしやすさ、活用法やその改善すべき点についても検証する。

6.1.2 実験対象

実験は、2003 年度秋学期に、慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科で開講されている特設科目「インターネット時代のセキュリティ管理」、専門-環境情報系科目「ネットワークアーキテクチャ」及び、2003 年度春学期に開講された、汎用科目「インターネット概論」の TA を対象に行った。

6.1.3 実験手順

はじめに、TA に対し、用語集作成支援マニュアルを掲示した (付録 A)。TA は用語集作成支援マニュアルを参照し、本システムをダウンロードして必要な設定を行った。その後、思考情報記述ルールに従って教材にマーキングを行い、本システムを用いて用語データを作成した。そして、作成した用語データを SOI にアップロードし、授業ごとの用語集として公開した。また、自動生成された試験問題の確認を行い、必要に応じて変更・修正を行い、試験問題情報として SOI に登録した。

本実験では、教員が教材にマーキングを行い SOI に用語集として登録するまでの所要時間を以下の 2 点に分けて測定し、用語集作成支援ツールの使用は、毎週の授業で用語集を作成できる範囲の負荷であるかを検証した。

- (1) 教材へのマーキングに要する時間
- (2) 用語データを作成し SOI にアップロードするまでの時間

6.1.4 実験結果

表 6.1 に、実験結果を示す。詳細は付録 B に掲載する。

表 6.1: 用語集作成支援システムの実験結果

授業名	開講期間	授業回数	PPT 枚数 合計	マーク 箇所	所要時間 合計
インターネット時代の セキュリティ管理	2003 年度 秋学期	8 回分	354 枚	44	81 分 17 秒
ネットワークアーキテクチャ	2003 年度 秋学期	4 回分	219 枚	68	38 分 30 秒
インターネット概論	2003 年度 春学期	3 回分	137 枚	44	17 分 02 秒

表 6.1 から、1 回分の授業における、用語集を作成する所要時間は 6～10 分程度であることがわかる。

6.2 試験実施システムの実験

6.2.1 実験目的

本実験の目的は、用語集作成支援システムによって作成された用語データから、試験問題に必要な試験問題文・選択肢を補完し、教員の試験問題作成の負荷を軽減できたかを検証するためのものである。

6.2.2 実験対象

実験は、6.1 節と同じく、2003 年度秋学期に、慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科で開講されている特設科目「インターネット時代のセキュリティ管理」、専門-環境情報系科目「ネットワークアーキテクチャ」及び、2003 年度春学期に開講された、汎用科目「インターネット概論」の TA

を対象に行った。

6.2.3 実験手順

はじめに、6.1.3 節で述べた、用語集作成支援システムの実験でアップロードされた用語データをもとに作成された試験問題を教員に提示した。その上で、自動的に補完された選択肢が、試験問題として相応しいかどうかの判断を行わせた。

6.2.4 実験結果

表 6.2 に実験結果を示す。詳細は付録 C に掲載する。試験問題文は補完できたものの、選択肢を修正する必要がある試験問題が見受けられた。

表 6.2: 試験実施システムの実験結果

授業名	開講期間	登録された用語の合計	自動生成された試験問題数	選択肢の修正を必要とした試験問題数
インターネット時代のセキュリティ管理	2003 年度 秋学期	44 語	27 問	17 問
ネットワークアーキテクチャ	2003 年度 秋学期	68 語	48 問	28 問
インターネット概論	2003 年度 秋学期	44 語	29 問	11 問

6.3 試験実施・フィードバックシステムの実験

6.3.1 実験目的

本実験の目的は、システムが実用に耐えるものであるか、また、構築した機能が実際に動作し学習者にフィードバックを与えられるかを検証することである。合わせて、本システムの導入や利用のしやすさ、活用法やその改善すべき点についても検証する。

6.3.2 実験対象

実験は、2003 年度秋学期に、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスで開講されている汎用科目「プログラミング入門B」の受講生を対象に行った。

授業は SOI でアーカイブされており、授業時間以外に、SOI にアーカイブされている授業資料や授業ビデオを閲覧できるのが特徴であり、本研究で想定しているオンデマンド授業である。

運用実験は、2003 年度春学期に行われた「プログラミング入門」で自習用教材として用いられたセルフチェック問題集[23]を本システムに導入し、被験者に解答させる形で行った。過去問には問題文と模範解答、選択肢のほか、選択肢に応じた解説文が、各問題に含まれている。

6.3.3 実験手順

はじめに、先に述べた過去問から6問を選出し、試験実施システムの試験問題データベースに登録した。そして、2003 年 11 月 18 日の授業において、これまでの授業内容の復習を行うにあたって本システムを使ってもらうよう、受講者に依頼した。

その後、定期的に試験問題を増やししながら、毎週の授業にて本システムを活用するよう促し、2003 年 12 月 8 日までに、システムに登録した 23 問の試験問題に解答することを課題として義務づけた。ただし、解答結果に関しては評価に考慮せず、試験問題に解答し理解度を確認することのみを課題の評価とした。受講者には本システムを利用する際にログインを行わせ、各受講者の、試験問題の解答履歴、解説ページの閲覧履歴を記録し分析した。

また 2003 年 12 月 17 日の授業にて、本システムを利用した慶應義塾大学の履修者 23 名に対し、本システムへの感想・要望等を実施し、16 名から回答を得た。また 2003 年 12 月 27 日に、本システムを利用した SOI 履修者 6 名を対象に、メールにて個別にアンケート調査願いを送信し、本システムへの感想・要望等を調査し、5 名から解答を得た。アンケート結果は、付録 D、付録 E に載せる。

6.3.4 実験結果

以下に、ログ解析について実験結果をまとめる。

<ログ解析>

各学習者の行動履歴のログをもとに、本システムの利用状況について述べる。

本システムを用いて、2003 年 11 月 11 日 17 時 00 分から 2003 年 12 月 17 日 14 時 07 分までの間に、全体で 1191 回の試験問題への解答が行われ、正答は 787 件、誤答は 404 件であった。

誤答した際に解説ページを参照して試験問題を解きなおした回数は合計で 188 回であり、成績一覧ページが参照された回数は 203 件であった。図 6.1 に、時刻毎の、試験問題の解答記録を示す。授業時間帯である 16 時 20 分から 17 時 50 分の間に解答が集中しているものの、他の時間帯でも解答がなされていることがわかる。

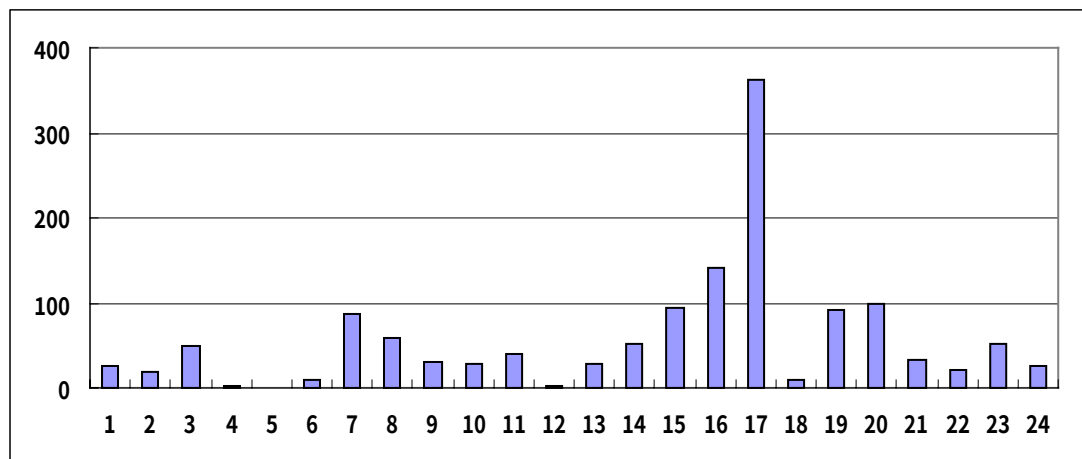


図 6.1: 試験問題の解答時刻

6.4 本章のまとめ

本章では、第 5 章で実装した用語集作成支援システム・試験実施システム・フィードバックシステムの実験について述べた。

第7章 評価

本章では、オンデマンド学習環境において、用語の理解度確認の学習サイクルを成立させるために構築した用語集作成支援システム・試験実施システム・フィードバックシステム・用語検索エンジンシステムの4つを、各システムの要求事項に沿って評価する。また、SOIの教育リソースを有効活用した、オンデマンド学習環境における独学支援に関して総合的な評価及び考察を行う。

7.1 用語集作成支援システムの評価

学習者に対し、授業で学ぶべき重要語句を学ぶための指標を提供することを目的に、教材から重要語句を抽出し、授業ごとの用語集を作成する用語集作成支援システムを構築した。用語集作成支援システムの評価は以下の2つの要求事項に従って行う。

● システムの要求事項

1. 授業で扱った重要語句を教材から抽出し、授業ごとの用語集としてインターネット上に公開できること
2. 抽出された用語は、受講の際に前提知識として必要な用語か、授業中に学習する用語かを提示できること

1. 授業で扱った重要語句を教材から抽出し、授業ごとの用語集としてインターネット上に公開できること

用語集作成支援システムでは、授業で扱った重点的な語句を教員にマークさせ、それらを抽出することで、用語データを作成できる。また、用語データ登録フォームを用いて、作成された用語データを教員が登録することで、授業ごとの用語集として学習者に公開できる。

本システムでは、教員が作成した用語集をSOIにアップロードする際に、SOIに登録されている授業情報と組み合わせることで、抽出された用語が扱われた授業名・授業年度・授業レベルを、用語の説明と共に学習者に公開できる。

6.1節で述べた実験結果からも、3種類の15回分の授業で作成された710枚のPPTから156種類の用語を抽出し、用語集としてSOIに公開できたことが実証された。また、教員が教材にマーキングを行ってからSOIに公開するまでの所要時間は平均で10分弱であり、毎週の授業にて用語集を作成できる範囲の負荷であることを、教員からのフィードバックによって確認した。

2. 抽出された用語は、受講の際に前提知識として必要な用語か、授業中に学習する用語かを学習者が把握できること

本システムでは、あらかじめマーキングの方法を設定し、教員に思考記述ルールとして提示することで、抽出された用語の種類を分類でき、学習者に対し、受講の際に前提知識として知るべき用語か、授業中に学習する用語かを把握させることが可能になった。

実験から、SOI に登録された用語 156 種類を分類でき、それぞれ 113 個、43 個を表示できたことが確認された。

以上のことから、本システムは、

- 授業で扱った重要語句を教材から抽出し、授業ごとの用語集としてインターネット上に公開できる
- 抽出された用語は、受講の際に前提知識として必要な用語か、授業中に学習する用語かを提示できる

という要求事項を満たしていると評価する。

一方で、用語にマーキングを行うための思考情報記述ルールを(フォント・色など)教員ごとに自由に変更できる機能の実現の要求が、教員からフィードバックされており、この点について機能の追加が必要であると考えられる。

7.2 試験実施システムの評価

学習者が用語を理解しているかを自律的に確認でき、教員に負荷をかけることなく試験問題を作成することを目的に、試験問題作成支援システムの構築を行った。また作成された試験問題を学習者が恒常的に解答できるかを確かめるための実験を行った。試験問題作成支援システムの評価は以下の3つの要求事項に従って行う。

1. 試験問題に必要な情報(問題文・選択肢)を補完しながら、試験問題を自動生成できること
2. 学習者が恒常的に試験を実施できること

1. 試験問題に必要な情報(問題文・選択肢)を補完しながら、試験問題を自動生成できること

本システムでは、教員が用語集を SOI に登録する際、オンライン辞書に問い合わせを行い、用語の解説文と関連用語を、それぞれ試験問題文と選択肢として提示し、教員の必要に応じて変更できる機能を実現している。これにより、教員が新たに試験問題・選択肢を作成する負荷を軽減しつつ、試験を実施できる環境を実現した。

実験では、3 種類の 15 回分の授業で抽出した 156 個の用語から 104 問の試験問題を自動生成でき、教員が修正を加えた試験問題と合わせて 121 問を SOI 上に公開した。

また、本システムを利用した TA から、
「これまでは講義の本質ではないにしても用語説明だけのために PPT を途中に入れたりしていたが、これだと効率が悪いし授業の流れも中断してしまう。その意味でも授業などでは説明し切れなかった用語を他の部分で補足出来るのは素晴らしい」

「e-words に掲載されている関連用語を提示してくれることで、授業として取り上げるべきもの（自分では気付かなかったもの）を気付かせてくれる」

といった、関連用語を自動抽出し提示することに対する、肯定的なフィードバックを得た。

一方、選択肢の補完に関しては、

「関連用語が直接選択肢の候補とはなりにくいものが多い。」

「試験問題文に記述されている単語を選択肢候補として提示しており、明らかに間違った選択肢だとわかる。」

とあり、教員が選択肢を考え直さねばならない場合もあった。この点に関しては、これまでに作成された、同一の用語に関する試験問題情報と関連付けられるように対応することを今後の目標とする。

2. 学習者が恒常的に試験を実施できること

本システムでは WWW を用いて試験問題に解答するためのインターフェースを提供し、教員が介在しないオンデマンド学習環境にて学習者が恒常的に試験を実施できる環境を提供した。

運用実験では、2003 年 11 月 11 日 17 時 00 分から 2003 年 12 月 17 日 14 時 07 分までの間に、29 名の学生による 1191 回の試験実施の要求に対応できた。ログ解析からも様々な時間帯に試験の実施がなされており、6.2 節で述べた、授業「プログラミング入門」の履修者へのアンケート結果(付録 D)からも、履修者の 9 割以上が、恒常的な試験の実施の実現について肯定的であることがわかった。

以上のことから、本システムは、

- 試験問題に必要な情報(問題文・選択肢)を補完しながら、試験問題を自動生成できる
- 学習者が恒常的に試験を実施できる

という要求事項を満たしていると評価する。

7.3 フィードバックシステムの評価

教員が介在しなくとも、次に学習すべき内容を学習者に提示し、更に、学習者がこれまでに解答した試験問題の成績を閲覧できる環境の実現を目的にフィードバックシステムを構築した。フィードバックシステムの評価は以下の 3 つの要求事項に従って行う。

● システムの要求事項

1. 学習者が試験問題に誤答した場合、用語の解説がなされている教材を提示できること
2. 学習者の解答履歴を記録し、学習者の必要に応じて提示できること
3. 学習者が解答した試験問題の、全学習者における正答率を表示し、他の学習者の理解度を把握できること

本システムでは、学習者が試験問題に誤答した際、SOI に蓄積されている教材を活用し、用語の解説が行われている授業資料を学習者にフィードバックすることで、次に学習すべき内容を学習者に提示できる。本システムでは学習者の試験結果を記録し、学習者の要求に応じて過去の成績とともに提示できる。学習者は過去の成績と比較して用語の意味を理解しているかを確認できるほか、他の学習者の回答状況を把握できる。これにより、学習者はいつでも解答結果や解答履歴を参照でき、誤答した際は解説が提示され、一度誤答した問題を即座に復習することも可能となった。

運用実験では、6.2.4 節で提示したログ解析からも、多くの学習者が試験問題に誤答した際に、試験問題に関連付けられた授業資料や解説を閲覧しており、成績一覧を見直ししながら理解度の確認を行っていた。具体的には、6.2.4 節で述べたように、29 名の学生による 188 件の成績一覧ページの参照要求や、203 件の授業解説ページの提示要求に対応できた。

また、本システムの利用について、6.3.3 節で述べたアンケート (付録 D・E) をもとに整理する。

● 理解度確認のための試験の実施について (問 2.1～問 2.5)

システムの利用のしやすさは被験者によって異なるが、今回の実験では 21 人中 17 人以上の履修者から肯定的な評価を得られた。ほとんどの学習者が自律的にスムーズに理解度確認のための試験を実施できたと言える。

● フィードバックについて (問 3.1～問 3.8)

今回の実験では、21 人中 16 人以上の履修者から肯定的な意見を得られた。また、21 人中 13～16 人以上の学習者は、自発的にヒントや解説を参照し、学習者の成績や解答履歴を閲覧しながら理解度の確認を行っていた。比較的多くの学習者に対し、ヒント・解説の提示、解答履歴の記録、他者の解答履歴の提示に対するフィードバックがなされていたと言える。

● 本システムへの要望と問題点 (問 4～問 6)

アンケートの自由記述結果を付録 E に載せる。まず、本システムを使って良かった点について述べる。多く挙げられていたのは、ヒント・解説の提示によるフィードバックに関する意見である。

もう一度問題をやり直すことができたので、一回やってそれっきりということをしなくて、もう一度ヒントを見ながらやろうと思った。このことによって、問題をきちんと理解することができた。

真面目に授業に取り組んでいなかったせいか、難しく感じた。たくさん問題をやりたい。解説も難しかったが、あって助かった面はある。

復習に役立っていいと思いました。解説がついているのも分かりやすく嬉しいです。

また、学習者の授業理解度を客観的に評価できるフィードバックについての感想もあった。

どこが分からないのかさえも分からなかったので、具体的にわからない分野などが解ってよかった。

簡単そうで、自分の知識が十分定着していないと反省しました。

授業の到達度をよく把握できる。

次に、本システムが改善すべき点について述べる。まれにサーバエラーが出て、セルフチェックの進行を妨げてしまう点が挙げられた。

途中でサーバエラーが表示されてしまいます。3回やりましたが、後半にエラーが出るとちょっと厳しいです。また別の日に挑戦しますが、もう少し安定にはならないでしょうか。

たまにエラーが出る

アンケートからも、システムが提供した理解度確認の実施・解答履歴の記録・解説の提示などの機能に対し、履修者から肯定的な意見を得た。

以上のことから、本システムは、

- 学習者が試験問題に誤答した場合、用語の解説がなされている教材を提示できる
- 学習者の解答履歴を記録し、学習者の必要に応じて提示できる
- 学習者が解答した試験問題の、全学習者における正答率を表示し、他の学習者の理解度を把握できる

という要求事項を満たしていると評価する。

一方で、まれにサーバエラーが出てしまい、理解度確認の進行を妨げることもあった。この点については、今後、システムの実装部分を改善し、運用実験を継続して完成度を高める必要がある。

7.4 用語検索エンジンの評価

教員が重要語句に注釈を加えた授業資料を容易に検索し、用語の解説が行われている様々な授業資料を学習者が閲覧できることを目的とし、用語検索エンジンシステムを構築した。用語検索エンジンシステムの評価は以下の3つの要求事項に従って行う。

● システムの要求事項

1. 学習者が、教員の作成した用語集を検索でき、用語の意味を把握できること
2. 用語の解説がなされている教材情報を、学習者の要求に応じて、授業レベル・授業名・授業年度・授業担当者名ごとに分類し提示できること
3. 用語の説明から逆引きできること

本システムでは、授業レベル・授業名・授業年度・用語の種類を絞りこんで、用語の解説が行われている授業資料を検索し、用語の説明と共に出力できる機能を SOI 上に実装した。また、学習者が用語そのものの意味を忘れてしまったことを考慮し、用語の説明文を検索対象に教材を検索できる機能も構築した。

本システムを利用することにより、学習者は目的に合った用語検索が可能になった。検索結果には用語解説が行われている教材のみが出力されるため、SOI に備わっている語句検索と比較して精度の高い検索が可能になった。

以上のことから、本システムは

- 学習者が、教員の作成した用語集を検索でき、用語の意味を把握できること
- 用語の解説がなされている教材情報を、学習者の要求に応じて、授業レベル・授業名・授業年度・授業担当者名ごとに分類し提示できること

という要求事項を満たしていると評価する。

今後、本格的に本システムの運用を開始し、SOI に蓄積されている様々な授業の用語集を作成し、更に幅広い範囲からの授業の教材を検索できる機能の構築を検討する必要がある。

7.5 用語理解度確認支援環境の評価

ここでは、本研究で提案した用語理解度確認支援環境の評価を、これまでの SOI の環境、及び他の大学教育サービスとの比較により行う。表 7.1 は、既存の大学教育サービスと比較して、これまでの SOI、MIT Open Course Ware、SUGSI と本支援環境に関して、4 つの要素を実現するための特徴とその長所及び短所についてまとめたものである。

表 7.1: 用語理解度確認支援環境

	用語集	試験実施機能	フィードバック	検索機能
SOI	なし	なし	なし	語句検索
MIT Open Course Ware	一部の授業で作成	なし	・過去問の掲載 ・模範解答 ・教員からのコメント	語句検索
SUGSI	なし	あり	・正誤判定 ・模範解答の提示	なし
本支援環境	毎週の授業で作成可能	あり	・正誤判定 ・模範解答の提示 ・解答履歴の提示 ・用語解説が行われている授業資料の提示	用語検索

表 7.1 にあるように、用語集の作成に関しては、他の教育機関ではほとんど行われておらず、学習者が授業で扱う重要用語を把握したくとも、それを指し示す指標が存在しない。用語集を公開している MIT でも、用語集を作成している講義には限りがある。本支援環境は、SOI に公開されている授業において、毎週の授業で作成するに耐えうる負荷の範囲である、用語集作成支援環境を実現した。

次に、試験の実施を見てみると、独習している学習者がいつでも用語の意味確認ができるように、恒常的に試験を実施できることが望ましいが、本支援環境では、学習者が自律的に試験を実

施できる環境を実現した。SUGSIにおいてCAIを用いたテスト機能が備わっているが、他では、過去に行われた試験問題が掲載されている程度に留まっており、独習環境で恒常的に試験を実施できる機関は少ない。また、毎週の授業内容を復習するための試験問題は備わっていない。本支援環境では、用語集から試験問題を自動生成することで、毎週の授業で扱われた重要用語の理解を確認できているかの試験を行えるようになった。

フィードバックに関しては、SUGSIでは正誤判定や模範解答を提示するなどのフィードバックが行われているが、学習者が誤答した際、次にどの教材を学び直すべきかといった指摘は行われておらず、独学を行っている学習者に対するフィードバックは不十分と言える。本支援環境では、既存の正誤判定・模範解答の提示に加えて、用語の解説が行われている授業資料の一覧を提示するほか、学習者の解答履歴を記録し、必要に応じて提示できる環境を実現した。

検索エンジンは、SOIやMITでは、サイト全体の教育リソースを対象に検索を行えることを実現した。しかし、検索語句が含まれている教材が全て出力されることから、用語の解説が行われている教材を閲覧したい学習者は、目的の教材を発見するまでに手間を要する場合もあった。本支援環境では、用語の解説が行われている教材を授業レベル・授業名ごとに絞り込んで検索を行えるようにした。これは、教員が作成した用語集に授業情報を結びつけることによって実現可能としている。

以上のように、本研究で構築した用語理解度確認支援環境は、オンデマンド学習環境で独学を行っている学習者に対し、既存の大学教育サービスでは実現できなかった、用語の理解度を確認する際の学習サイクルを十分に成立させられる環境を提供したと判断する。

7.6 本章のまとめ

本章では、オンデマンド学習環境において、用語の理解度確認の学習サイクルを成立させるために提案した用語集・試験問題・フィードバック・用語検索エンジンの4つのシステムを、その要求事項に沿って評価した。また、既存の大学教育サービスと比較し、これまでに実現できなかった用語理解度確認支援環境の実現を検証した。

第8章 結論と今後の課題

本章では、まとめとして本研究の成果を明らかにすると共に、今後実社会で運用していくために考慮すべき課題についてまとめる。

8.1 結論

本研究では、オンデマンド学習環境で独学を行っている学習者は学習サイクルの成立が困難であることを指摘した。そして、専門分野の人々と円滑にコミュニケーションを図るために必要不可欠である、用語の学習に焦点を当て、学習サイクルが困難である原因を分析した。

オンデマンド学習環境で独学を行う学習者が用語の理解度確認を行う際に学習サイクルを実現させるためには、授業で扱う重点的な用語を容易に把握できる「用語集」「用語検索エンジン」、用語の意味を確認できるための「試験問題」、誤答した際に次に学習すべき教材を指し示す「フィードバック」が必要となる。

そこで本研究では、SOIの学習リソースを有効活用した用語の理解度を確認するための支援環境を提案し、「用語集作成支援システム」「試験実施システム」「フィードバックシステム」「用語検索エンジンシステム」を設計し実装した。

用語集作成支援システムでは、教員が学習者に学んで欲しい用語を教材にマークさせ、授業ごとの用語集を作成できる。また、それらの用語は、受講の際に前提知識として必要な用語か、授業中に学習する用語かを把握できる。これは、教員に対するシステムの性能実験から、毎週の授業で使用するに耐えうるものと証明された。作成された用語集を SOI 上に公開し、学習者は授業が行われた年度・授業レベルを把握し、授業毎に作成された用語集を閲覧できるようになった。

試験実施システムでは、試験問題に必要な試験問題文・選択肢を自動生成できる。また、学習者が、用語の意味が理解できているかの確認試験を恒常的に実施できる。試験問題情報の自動生成は、教員に対するシステムの性能実験から利便性を証明し、恒常的な試験の実施に関しては、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスで開講されている汎用科目「プログラミング入門B」において実証実験を行った。

フィードバックシステムは、学習者が誤答した場合、用語の解説がなされている授業内容を復習できるよう、授業資料・授業ビデオへのリンクを提示する。また、全学習者の解答履歴を記録し、学習者の要求に応じて提示する。その際、過去に同様の試験問題に解答した全学習者の試験結果も出力する。これは、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスで開講されている汎用科目「プログラミング入門B」において実証実験を行った。

実装した用語検索エンジンシステムを SOI 上に公開し、用語の解説がなされている教材の情報

を、授業レベル・授業名・授業年度ごとに分類し提示できるようになった。

これにより、SOIで学習する学習者は、これまで実現できていなかった用語の「学習」「理解度確認」「フィードバック」の学習サイクルが成り立つようになった。今後、構築したシステムを SOI で継続的に運用し、様々な授業の解説を蓄積し、実証実験を通じて多くの学習者に利用できる環境を整備する。

インターネット上に蓄積された教育リソースを積極的に活用した理解度確認支援環境は、教員が介在しなくとも学習サイクルを成立できることから、オンデマンド学習環境で独学を行う学習者にとって有効である。現在、インターネット上には多くの用語集が存在しているが、これらの多くが限られた人的リソースによる用語解説のみの掲載であったことを考慮すると、多くの教育リソースを積極的に活用し組み合わせ、学習者に提示できる環境を構築し、実証基盤としてその実用性が証明された本研究の意義は大きい。

8.2 今後の課題

実験を通じていくつかの問題点を残していることが明らかになった。これはシステム上で解決できる問題でもあるが、今後、オンデマンド授業が普及するであろう実社会において本システムを運用していくには以下の課題を解決せねばならないことも確認された。

8.2.1 用語集の作成

- 用語データを抽出できる教材形式の増加

今回は、SOI で広く使用されている教材である PPT から用語データを抽出したが、他の教育機関では HTML、Latex[24]などを利用して教材を作成し公開している授業も多い。今後、より多くの授業で扱われた用語を集め、用語集として学習者に提示できる環境を実現するためには、様々な形式の教材から用語データの抽出に対応できるよう、機能を拡張する必要がある。

- 思考情報記述ルールの拡張

本システムでは「受講前に学習すべき用語」「授業中に解説する用語」「参考文献」の情報を、システムが設定したルールに従って教員が記述する必要があった。この点に関して、本システムを利用した教員からは、記述方法の自由度を上げるよう、改善の要求があった。今後、教員の要望に応じて、思考情報の記述方法を自由に設定できるように、機能を拡張する必要がある。

8.2.2 試験の実施

- 他分野の辞書の活用

今回のシステムで、試験問題作成機能で用いた辞書は、インターネットに関する用語の説明が掲載されているもののみであり、試験問題の作成支援は、インターネットに関連する用語に関するものに留まっていた。SFC-GC などで開講されている授業では、ネットワークの他にも法律・経済・金融・政策・思想などの分野に関する授業が開講されている。今後、様々な分野の学問の、用語の確認試験を実施するためには、より多くの分野の用語辞典を活用できるように、機能を拡張する必要がある。

- 試験問題の洗練

試験実施システムの構築により、様々な試験問題が SOI 上に蓄積されるようになった。これらの試験問題は基本的に自動作成されたものであるが、中には教員が修正を行ったものも多い。そこで、これらの修正内容を蓄積し、試験問題作成の際に反映することで、同一の用語に関する試験問題が洗練され、試験問題を作成する教員を支援できる。

8.2.3 フィードバック

- 解説教材に対する評価

本システムでは、学習者に対し、用語の解説が行われている教材を提示した。しかし、この教材が保持する情報は、授業名・授業担当者・SOI が設定した授業レベルのみであった。実際に教材を視聴した学習者の意見・感想などを蓄積し提示することで、学習者は目的に合った解説をより選択しやすくなり、学習を効率的に進められる。この点に関しては、解説資料に学習者からの感想・意見を記入できる機能を構築し、教材を閲覧した学習者の意見を共有できるようにする。

謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々にお世話になりました。ここに謹んで感謝いたします。

はじめに、本論文の主査である、慶應義塾大学環境情報学部教授 村井純博士に感謝いたします。村井博士には、インターネットが拓く創造的な世界についての理念を育てていただき、授業TAを通じて多くの貴重な経験をさせていただきました。

次に、本論文の副査である、慶應義塾大学環境情報学部教授 安村通晃博士に感謝いたします。安村博士には、本論文の副査を快く引き受けていただき、研究内容をまとめる上での論の組み方について多くの前向きなアドバイスをいただきました。

並びに、本論文の副査である、慶應義塾大学 政策・メディア研究科プロジェクト助教授の大川恵子博士に感謝いたします。大川博士には論をまとめる上で多くのアイデアを提供していただくと共に、日頃から絶えずご指導・助言をいただきました。

自身の所属プロジェクトである、モバイル広域ネットワーク (MAUI) プロジェクトの諸先生方に感謝いたします。慶應義塾大学環境情報学部教授 中村修氏には、本論文のストーリーに関して鋭い指摘をいただきました。また、同プロジェクトの諸先輩方に感謝いたします。慶應義塾大学環境情報学部専任講師 重近範行博士、後期博士課程の藤枝俊輔氏、石田剛郎氏には、本研究を進めるにあたって多くの叱咤・激励をいただきました。

日頃より研究活動のご指導とご助言をいただきました、慶應義塾大学政策・メディア研究科後期博士課程の村上陽子氏、三川莊子氏、訪問研究員の小川浩司氏を始めとする School Of Internet プロジェクトの先輩方に感謝いたします。特に三川氏には、論の構成に関するアドバイスや論を成立させる上で必要な議論の指摘や、本研究で構築したシステムの実験に積極的に協力していただくなど、絶え間ないご指導をいただきました。

本研究で構築したシステムの運用実験を行うにあたり、快く実験環境を提供してくださった、後期博士課程の斉藤賢爾氏に感謝いたします。

執筆の苦勞を共にし、肩を叩き励まし合い、時には足を引っ張り合った、慶應義塾大学政策・メディア研究科の日野哲志氏、片岡広太郎氏、三屋光史朗氏、宮島慶太氏、須子善彦氏、白井健氏を始めとする研究会同期の皆様に感謝いたします。

以上をもって謝辞といたします。

参考文献

- [1] メディア開発教育センター
<http://www.nime.ac.jp/> ,2004 年 1 月現在
- [2] 高等教育機関におけるマルチメディア利用実態調査,
<http://www.nime.ac.jp/~mana/project/Multimedia-Utilization/2002report.pdf>
,2004 年 1 月現在
- [3] 代々木ゼミナール サテラインゼミ
<http://www.yozemi.ac.jp/les/sat/> ,2004 年 1 月現在
- [4] KAWAI SATELITE NETWORK 河合サテライト講座
<http://www.kawai-juku.ac.jp/satellite/> ,2004 年 1 月現在
- [5] A. Ogawa, “DVTS(Digital Video Transport System)”
<http://www.sfc.wide.ad.jp/DVTS/> ,2004 年 1 月現在
- [6] 大川恵子, 「デジタルコミュニケーション基盤に基づいた次世代大学環境の構築」, 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科博士論文, 2000 年
- [7] 大川恵子, 伊集院百合, 村井純, “School of Internet - インターネット上のインターネット学科の構築,” 情報処理学会学会論文誌, vol40, no.10, pp.3801-3810,1999 年 10 月号, 1999 年
- [8] MIT Open Course Ware
<http://ocw.mit.edu/> ,2004 年 1 月現在
- [9] 信州大学 Shinsyu University, Graduate School of Science and Tecnology on the Internet
<http://cai.cs.shinshu-u.ac.jp/sugsi/> ,2004 年 1 月現在
- [10] 東京大学大学院学際情報学府 e-learning site
<http://iiionline.iii.u-tokyo.ac.jp/> ,2004 年 1 月現在
- [11] Keio University SFC Global Campus
<http://gc.sfc.keio.ac.jp/> ,2004 年 1 月現在

- [12] WIDE Project
<http://www.wide.ad.jp/> , 2004 年 1 月現在
- [13] http://www.soi.wide.ad.jp/log/student_count.cgi , 2004 年 1 月現在
- [14] パーソナルサーバー<ガリレオ>
<http://www.sharp.co.jp/galileo/> , 2004 年 1 月現在
- [15] インターネット時代のセキュリティ管理「シラバス」
<http://www.soi.wide.ad.jp/class/20030020/syll/syllabus18983/http/www.soi.wide.ad.jp/class/20030020/syll/syll.html>, 2004 年 1 月現在
- [16] インターネットの進化と可能性「シラバス」
<http://www.soi.wide.ad.jp/class/20030020/syll/syllabus18983/http/www.soi.wide.ad.jp/class/20030001/syll/syll.html>, 2004 年 1 月現在
- [17] 自律分散協調論「シラバス」
<http://www.soi.wide.ad.jp/class/20030020/syll/syllabus18983/http/www.soi.wide.ad.jp/class/20030003/syll/syll.html>, 2004 年 1 月現在
- [18] <http://www.jtis.co.jp/02jtiswork/pd02.html> , 2004 年 1 月現在
- [19] <http://www.jcnetsystem.co.jp/business/siken/top.html> , 2004 年 1 月現在
- [20] Yahoo! 学習情報
<http://edu.yahoo.co.jp/> , 2004 年 1 月現在
- [21] 単語力
<http://www.tangoriki.com/> , 2004 年 1 月現在
- [22] IT 用語辞典 e-words
<http://e-words.jp/> , 2004 年 1 月現在
- [23] プログラミング入門セルフチェック問題集
<http://www2.media-art-online.org/~ks91/20030007check/> , 2004 年 1 月現在
<http://www2.media-art-online.org/~ks91/20030007check/noise.html> , 2004 年 1 月現在
- [24] Latex Project Home Page
<http://www.latex-project.org/> , 2004 年 1 月現在

付録

付録として、用語集作成支援マニュアル、用語集作成支援システムの実験結果、試験実施システムの実験結果、アンケート選択式集計一覧、アンケート自由記入解答結果一覧を載せる。

付録 A: 用語集作成支援マニュアル

用語集作成支援システム利用マニュアル

(2004/1/6 現在)

PPT2Glossary version 1.1 Lite

このソフトは、授業ごとの用語集を容易に作成する支援を行っています。

変更履歴

2003/12/31 PPT2Glossary Ver1.0 Lite リリース

2004/01/06 PPT2Glossary Ver1.1 Lite リリース

Contents

1. ソフトウェアの概要
2. 利用するにあたって
3. ダウンロード
4. 使用手順
 - (1) 教材の作成
 - (2) マーキング
 - (3) 参考資料のデータ作成(任意)
 - (4) 作成した PPT ファイルを「Web ページ形式」で保存する
 - (5) ppt2glo.pl の実行

(6) SOI へのアップロード

(7) 試験問題の確認

5. FAQ(Frequently Asked Question)

6. 連絡先と再配布について

1 ソフトウェアの概要

PPT2Glossary は、教員が PPT を利用して作成した教材から用語集を自動作成するシステムです。教員は、PPT に記述されている単語に(赤く塗りつぶすなど)マークを入れることで、授業を通じて学生に教える用語や、授業を受ける際にあらかじめ学んでおいてほしい用語用語集に反映できます。また、学生が、用語の意味を理解していない場合の参考文献などのデータも付加できます。学生に授業で扱う重要な用語を一覧として提示したいけれど、用語集を作るのは負荷がかかるといった場合や、教員が不在である授業時間外・授業期間外に学習を進める学習者に対し、授業で扱った重要な用語用語集として提示したい、といった場合に力を発揮します。

2 利用するにあたって

本ソフトウェアは Perl スクリプトで記述されています。

利用する際は、あらかじめ PC に Perl をインストールしておく必要があります。

下記サイトから、Windows 用の ActivePerl をダウンロードできます。

・ ActivePerl ダウンロードサイト:

<http://www.activestate.com/>

・ ActivePerl インストール手順:

http://www.kent-web.com/www/anhttpd/perl_inst.html

3 ダウンロード

本ソフトウェアは下記 URL よりダウンロードできます。

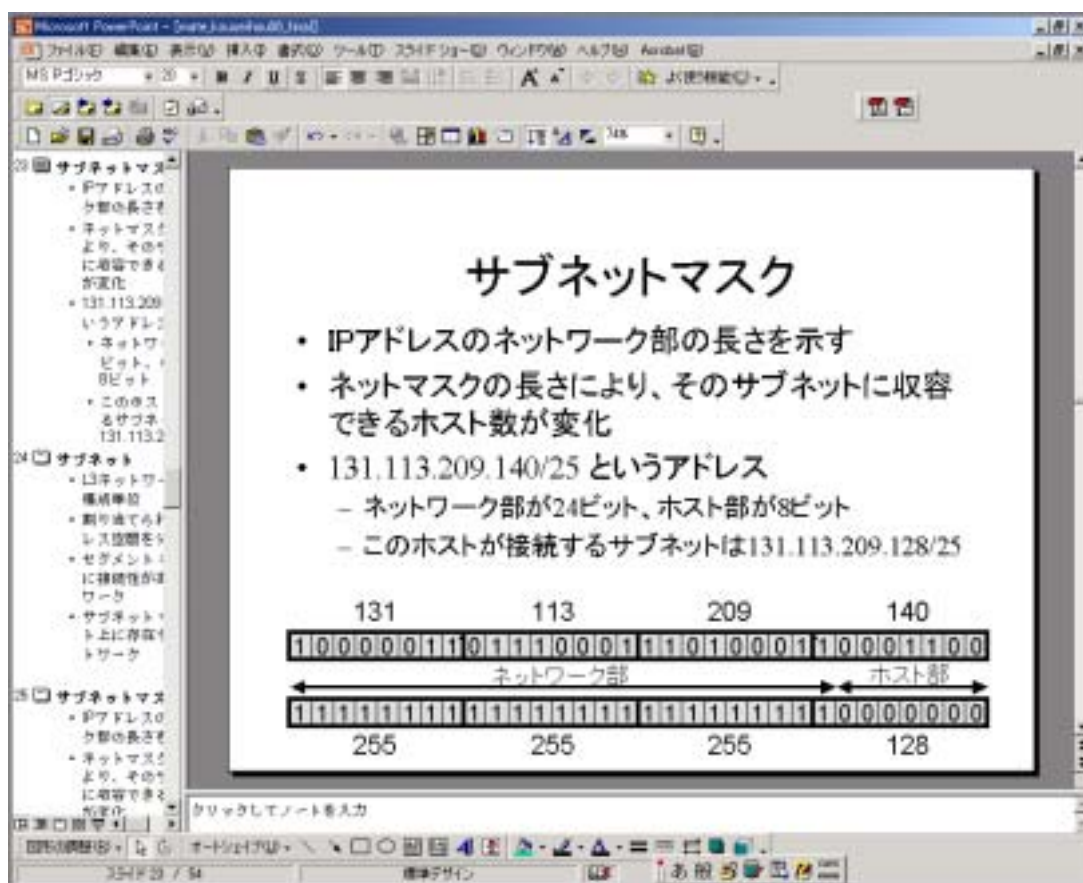
<http://www.soi.wide.ad.jp/quiz/ppt2quiz/ppt2glo-Ver1.1.pl>

4 使用手順

(1) 教材の作成

はじめに、PPT を用いて、授業用の教材を作成します。

お手数ですが、ここでは、デザインテンプレートは適用せず、また、フォントの種類は統一して記述してください。ソフトウェアの動作に不具合が生じる場合があります。



(2)マーキング

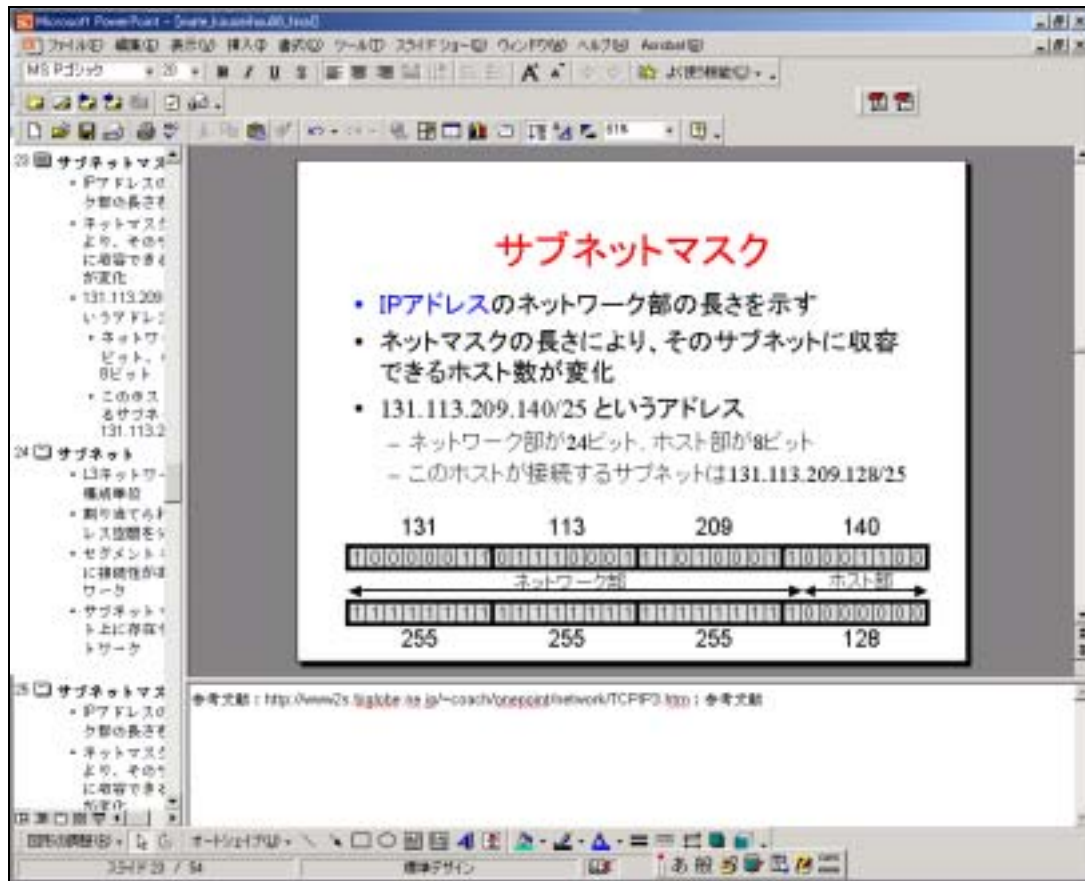
教材に記述された用語にマークを入れることで、後に、システムが、マークされた用語を抽出し、用語集を自動生成します。マークの色や表現を変更することで、「授業で解説がなされている用語」「授業を受ける際に前もって覚えておくべき用語」を設定できます。

また、**マークする用語は太字で記述してください。**

デフォルトの設定は以下のようになっています。

◇ 用語の属性(必須)

授業を通じて学習する用語……………**赤色**でマークする
 授業を受ける前に前提知識として身に付けるべき用語………**青色**でマークする



※マーキングを行う際の注意事項

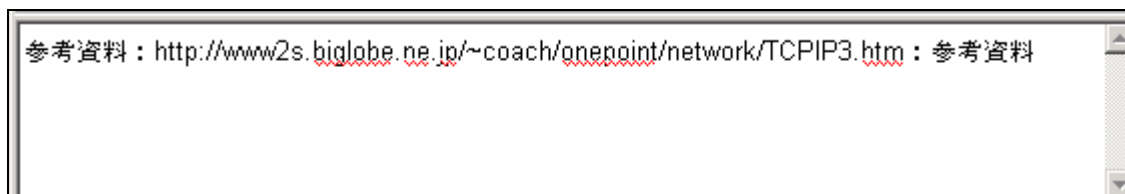
システムがマーキングされたキーワードを上手く読み取れないことがあります。
 以下に注意してマーキングを行ってください。

- マーキングするキーワードのフォントは統一して下さい
- 改行を挟むキーワードのマーキングはできません
 - 例: **End to End**

(3)参考資料のデータ作成

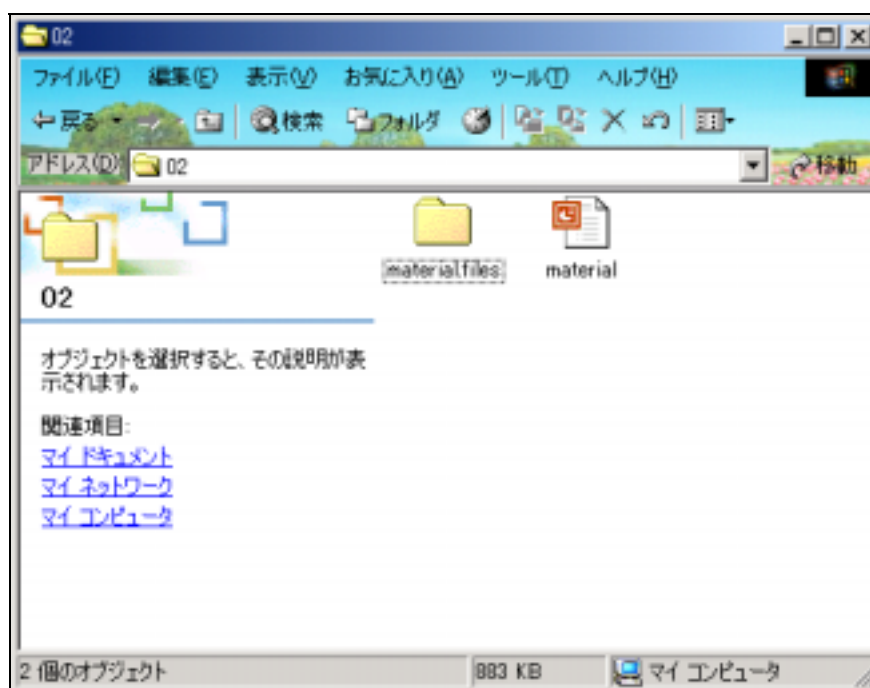
重要語句に関する参考資料のデータを、PPT 編集画面のメモ欄に記述することで、後に自動

作成される試験問題に学生が誤答した場合に提示するサポート情報を作成できます。参考資料データは「参考資料:」と記述し、その後に参考資料の URL を記入してください。



(4)作成した PPT ファイルを「Web ページ形式」で保存する

教材の作成が終了しましたら、[ファイル(F)]-[Web ページとして保存(G)]を選択し、適当な名前で保存してください。「名前.files」というフォルダが生成されます。



(5)ppt2glo.pl の実行

ダウンロードした実行ファイル(ppt2glo.pl)を、手順(4)で作成したディレクトリ内(フォルダ)で実行してください。以下の 3 つのファイルが新たに作成されます。

- log.txt

読み込んだスライドのファイル名が記録されています。

- **terminology.txt**

PPT スライドに記述された情報から、用語集のデータが自動生成されます。このデータを SOI に登録します。

(6) SOI へのアップロード

下記 URL より用語データを登録します。

http://www.soi.wide.ad.jp/quiz/test/upload_quizdata.cgi?20030021

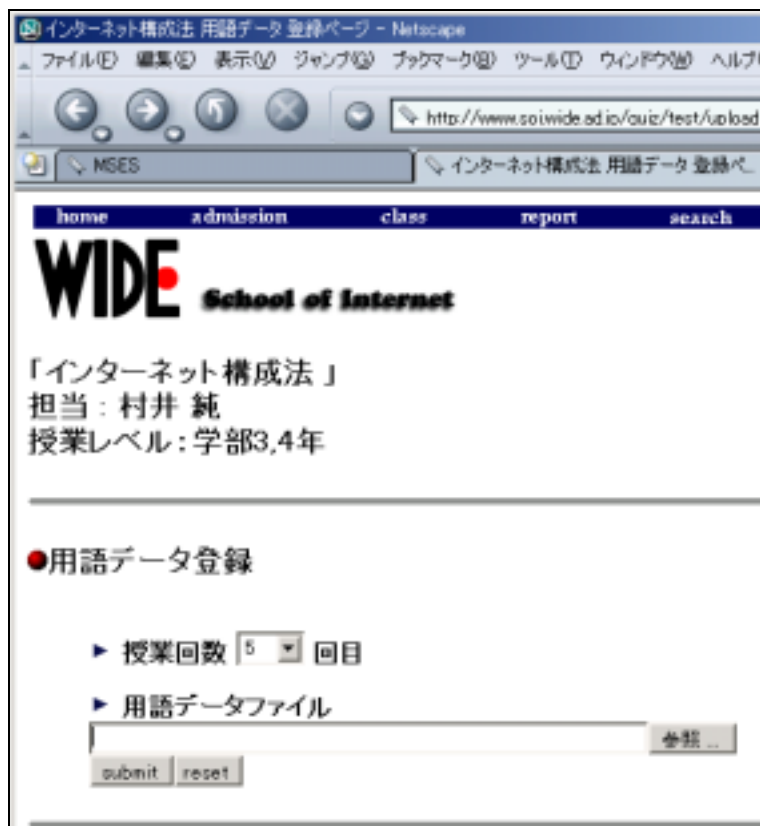
(インターネット構成法)

http://www.soi.wide.ad.jp/quiz/test/upload_quizdata.cgi?20030022

(ネットワークアーキテクチャ)

http://www.soi.wide.ad.jp/quiz/test/upload_quizdata.cgi?20030020

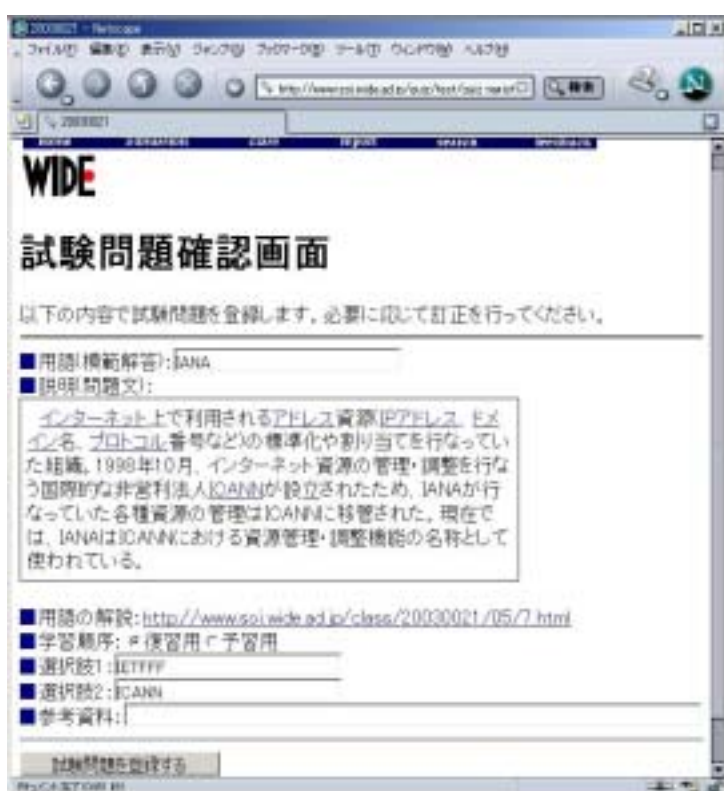
(インターネット時代のセキュリティ管理)



授業回数を指定し、(5)で作成された用語データファイル「terminology.txt」を添付し送信してください。

(7) 試験問題の確認

登録された用語に関する試験問題が自動生成されますので、確認/修正の上、登録を行ってください。



5 FAQ(Frequently Asked Question)

- ppt2glo.pl を実行しても、用語データが作成されない！
 - キーワードのマーキングはきちんと行われていますか？
「赤く/青く塗りつぶす」「太字/アンダーライン/イタリック調で記述する」の 2 点が行われたかを
もう一度ご確認ください。
 - マーキングした色が、正式な赤色/青色でない場合があります。

マーキングされた色の設定を見直し、「その他のフォントの色」→「色の設定」を選択しもう一度確認してください。[255,1,1]などに設定されている場合があります。

6 連絡先と再配布について

このソフトウェアについての質問やバグ報告は marvel@sfc.wide.ad.jp をお願いします。
本ソフトは正式リリース版ではないので二次配布は行わないで下さい。また、ご自身の責任でご利用ください。

付録 B:用語集作成支援システムの実験結果

2003 年度秋学期:インターネット時代のセキュリティ管理:				
授業回数	所要時間 (マーキング)	所要時間 (アップロード)	PPT 枚数	マーク箇所
01	6 分 00 秒	7 分 57 秒	48 枚	4
03	7 分 15 秒	5 分 27 秒	70 枚	8
04	5 分 13 秒	4 分 5 秒	48 枚	10
07	4 分 35 秒	4 分 10 秒	30 枚	4
08	5 分 24 秒	4 分 38 秒	54 枚	4
10	3 分 39 秒	5 分 7 秒	31 枚	6
11	1 分 07 秒	6 分 20 秒	49 枚	1
12	3 分 06 秒	7 分 14 秒	24 枚	7

2003 年度秋学期:ネットワークアーキテクチャ				
授業回数	所要時間 (マーキング)	所要時間 (アップロード)	PPT 枚数	マーク箇所
03	9 分	2 分 30 秒	53 枚	17
06	5 分	2 分	66 枚	7
07	6 分	2 分	41 枚	17
08	10 分	2 分	49 枚	27

2003 年度春学期:インターネット概論				
授業回数	所要時間 (マーキング)	所要時間 (アップロード)	PPT 枚数	マーク箇所
05	2 分 13 秒	2 分 41 秒	39 枚	11
06	4 分 25 秒	3 分 20 秒	56 枚	26
07	2 分 33 秒	1 分 49 秒	42 枚	7

付録 C：試験実施システムの実験結果

2003 年度秋学期：インターネット時代のセキュリティ管理：			
授業回数	マーク箇所	自動作成された 試験問題数	選択肢の修正を 必要とした試験問題数
01	4	2	2
03	8	6	2
04	10	8	2
07	4	2	2
08	4	1	3
10	6	4	2
11	1	0	1
12	7	4	3

2003 年度秋学期：ネットワークアーキテクチャ			
授業回数	マーク箇所	自動作成された 試験問題数	選択肢の修正を 必要とした試験問題数
03	17	10	7
06	7	6	5
07	17	10	6
08	27	22	10

2003 年度春学期：インターネット概論			
授業回数	マーク箇所	自動作成された 試験問題数	選択肢の修正を 必要とした試験問題数
05	11	9	3
06	26	15	6
07	7	5	2

付録 D: アンケート選択式集計一覧

問 1 あなた自身についておうかがいします。

問 1-1 あなたの履修方式を教えてください

a:SFC での受講生	*****	16 人
b:SOI の受講生	*****	5 人

問 1-2 あなたの年齢を教えてください

a:10～19 歳	*****	11 人
b:20～29 歳	*****	8 人
c:30～39 歳		0 人
d:40～49 歳	**	2 人
e:50～59 歳		0 人
f:60～69 歳		0 人
g:70～79 歳		0 人

問 2 今回利用したシステムについておたずねします。

問 2-1 システムは利用しやすかった

a:とてもあてはまる	*****	11 人
b:どちらかといえばあてはまる	*****	6 人
c:どちらともいえない	*****	4 人
d:あまりあてはまらない		0 人
e:全くあてはまらない		0 人

問 2-2 システムを用いて自由なタイミングでセルフチェックができた

a:とてもあてはまる	*****	12 人
b:どちらかといえばあてはまる	*****	7 人
c:どちらともいえない	**	2 人
d:あまりあてはまらない		0 人
e:全くあてはまらない		0 人

問 2-3 試験結果を即座に確認できた

a:とてもあてはまる	*****	14 人
b:どちらかといえばあてはまる	*****	6 人
c:どちらともいえない		0 人
d:あまりあてはまらない	*	1 人
e:全くあてはまらない		0 人

問 2-4 問題一覧ページ(下記 URL 参照)から、自分が解答したい試験問題を選択し解答できた (<http://www.soi.wide.ad.jp/quiz/enquete/1.jpg>)

a:とてもあてはまる	*****	14 人
b:どちらかといえばあてはまる	*****	5 人
c:どちらともいえない	*	1 人
d:あまりあてはまらない		0 人
e:全くあてはまらない	*	1 人

問 2-5 システムを利用することで、学習した内容がどの程度身についているかわかった。

a:とてもあてはまる	*****	11 人
b:どちらかといえばあてはまる	*****	6 人
c:どちらともいえない	**	2 人
d:あまりあてはまらない	**	2 人
e:全くあてはまらない		0 人

問 3 今回利用したシステムの機能についておたずねします。

問 3-1 試験問題とともに、ヒントを提示すること(下記 URL 参照)は学習を進める上で有効だと思った (<http://www.soi.wide.ad.jp/quiz/enquete/2.jpg>)

a:とてもあてはまる	*****	11 人
b:どちらかといえばあてはまる	*****	5 人
c:どちらともいえない	*****	4 人
d:あまりあてはまらない	*	1 人
e:全くあてはまらない		0 人

問 3-2 私は、試験問題に解答する際、答えがわからない時はヒントを参照した

a:とてもあてはまる	*****	10 人
b:どちらかといえばあてはまる	*****	5 人
c:どちらともいえない	**	2 人
d:あまりあてはまらない	*	1 人
e:全くあてはまらない	***	3 人

問 3-3 試験問題に不正解だった場合、授業資料へのリンクを提示すること

(下記 URL 参照) は、学習を進める上で有効だと思った

(<http://www.soi.wide.ad.jp/quiz/enquete/3.jpg>)

a:とてもあてはまる	*****	10 人
b:どちらかといえばあてはまる	*****	8 人
c:どちらともいえない	**	2 人
d:あまりあてはまらない	*	1 人
e:全くあてはまらない		0 人

問 3-4 私は、試験問題に誤答した際、提示される解説をよく参照して復習した

a:とてもあてはまる	*****	10 人
b:どちらかといえばあてはまる	*****	6 人
c:どちらともいえない	**	2 人
d:あまりあてはまらない	***	3 人
e:全くあてはまらない		0 人

問 3-5 私は、試験問題に誤答した際、提示される解説をよく参照して復習した

a:とてもあてはまる	*****	11 人
b:どちらかといえばあてはまる	*****	8 人
c:どちらともいえない	**	2 人
d:あまりあてはまらない		0 人
e:全くあてはまらない		0 人

問 3-6 試験問題の解答履歴を記録し、過去の試験結果を成績一覧として参照できる機能 (下記 URL 参照) は学習を進める上で有効だと思った
(<http://www.soi.wide.ad.jp/quiz/enquete/4.jpg>)

a:とてもあてはまる	*****	7 人
b:どちらかといえばあてはまる	*****	11 人
c:どちらともいえない	***	3 人
d:あまりあてはまらない		0 人
e:全くあてはまらない		0 人

問 3-7 私は、よく成績一覧を見て、自身の理解度をチェックしていた

a:とてもあてはまる	*****	7 人
b:どちらかといえばあてはまる	*****	6 人
c:どちらともいえない	*****	5 人
d:あまりあてはまらない	**	2 人
e:全くあてはまらない	*	1 人

問 3-8 試験問題に解答した際、他者の解答結果を一覧で表示すること (下記 URL 参照) は、自分と他者の理解度を相対的に比較でき、有効だと思った (<http://www.soi.wide.ad.jp/quiz/enquete/5.jpg>)

a:とてもあてはまる	*****	9 人
b:どちらかといえばあてはまる	*****	7 人
c:どちらともいえない	**	2 人
d:あまりあてはまらない	***	3 人
e:全くあてはまらない		0 人

問 3-9 私は、今後もこのシステムを使ってみたい

a:とてもあてはまる	*****	10 人
b:どちらかといえばあてはまる	*****	7 人
c:どちらともいえない	*****	4 人
d:あまりあてはまらない		0 人
e:全くあてはまらない		0 人

付録 E: アンケート自由記述解答結果一覧

問 4. 今回利用したシステムについて、使ってよかった点をご自由にお書きください。

- もう一度問題をやり直すことができたので、一回やってそれっきりということをしなくて、もう一度ヒントを見ながらやろうと思った。このことによって、問題をきちんと理解することができた。
- どこが分からないのかさえも分からなかったのが、具体的にわからない分野などが解ってよかった。
- 復習に役立っていいと思いました。解説がついているのも分かりやすく嬉しいです。
- わからないところを理解できるのでとても助かった
- 授業の到達度をよく把握できる
- 自分の理解度のあいまいさを、客観的に評価できると思った。
- こうして理解度チェックができるのは、授業に対する理解を少しでも助けてくれると思った。
- ヒントがあり、理解を助けた点
- システムは評価できると思う
- 自分の力をチェックできる
- 基本的なところで抜けているところが分かって良かった

問 5. 今回利用したシステムについて、改善すべき点をご自由にお書きください。

- 途中でサーバーエラーが表示されてしまいます。3 回やりましたが、後半にエラーが出るとちょっと厳しいです。また別の日に挑戦しますが、もう少し安定にはならないでしょうか。また、途中からスタートできればサーバーエラーが出てもそれほど影響はないと思いますが、今のシステムだと最初からやらなければならないのでつらいです。
- 間違えた後に出る解説がより詳細だと良い
- 授業に出た用語の説明を解説として載せて欲しい
- 反応が遅かった点
- 結構メンドーだった
- たまにエラーが出る
- 特になし

問 6 その他感想やコメント・ご意見などがあればご自由にお書きください。

- プログラム入門のコースを一般に公開していただいて感謝しています。オブジェクト指向を勉強するのに大変役立っています。
- 大変面白い試みだと思います。4 択もいいのですが、複数選択もできるといいと思います。
- 次に進もうとすると何度もエラーが出てしまうのですが、それは自分の PC が悪いのでしょうか…？
- 簡単そうで、自分の知識が十分定着していないと反省しました。

- こういうのってやりっぱなしでテスト前に覚えるだけになってしまったりするから、よいシステムだと思います。
- 解説がとてもよかったので、PDF とかにしてのせてほしいです。
- 授業の復習に使える便利な機能だと思いました。
- 前回試したときはログインをしないで行ったと思います。そのためと思いますが、何回もサーバーエラーがでました。ログインしていなくても途中まで動作するようですが、ログインしていないことを警告するような注意がでるといいのではないかと思います。
- 再回答のときに正解にチェックをしたはずが、間違いという結果が出たと感じました。確証はないので、自分の勘違いということも十分ありえますが、結果の表示のときに自分の回答が表示されると分かりやすいのではないかと思います。
- 真面目に授業に取り組んでいなかったせいか、難しく感じた。たくさん問題をやりたい。解説も難しかったが、あって助かった面はある。
- ヒント欄があったのがとても良かったです。