

【研究資料】

LMS glexa を用いた論理学 e-learning 教材の開発

竹 村 亮

目 次

- 1 商学部における論理トレーニング
- 2 e ラーニング
 - 2.1 e ラーニングのメリットとデメリット
 - 2.2 LMS (learning management system) glexa について
- 3 コンテンツ概要
 - 3.1 コンセプト
 - 3.2 大学入学前プレ講座 商学・経済学を学ぶための数学 (2)
- 4 自由記述アンケートの分析
- 5 今後の課題

1 商学部における論理トレーニング

論理的思考力は、大学生に期待されるもっとも重要なスキルの一つであるが、それを身につけるためにはある程度の知識と多大な訓練・努力が必要となる。論理的思考がもっとも顕著な形で現れるのは、数学における証明・論証においてであり、高校数学においても、「集合と命題」という単元で背理法などの代表的な論理推論法則を学習する。しかし、高校までの数学ではやはり「計算」がメインであり、「集合と命題」の単元は、それほど多くの時間を割いて力を入れて学習する単元とはみなされていない。むしろ、数学全体を通して論理的思考力を養うべきものと考えられている。しかしそうすると、数学を苦手とする文系の学生にとっては、数学全体と一緒に、論理的思考力を養う機会までも忌避される結果となってしまう。

そこで、数学を苦手とする学生が多い商学部の入学者に対して、数学における「計算」とは切り離された形での論理トレーニングの道具として、e ラーニング教材を作成した。そのため、商学・経済学に関係する具体例を用いて、論理推論法則が実際にどのように用いられるかを中心に紹介した。論理推論法則としては、とくに背理法、消去法、場合分論法、ドモルガンの法則を紹介し、また推論ツールとしてヴェン図を紹介した。この教材は、商学部の入学者に論理的思考の重要性に気付かせ、論理トレーニングへと誘うためのものであり、今後の各自のたゆまぬ努力のための契機となることを意図している。

本教材は、e ラーニング教材として作成されている。たとえば「e ラーニング白書」

等を見てもわかるように、e ラーニングはすでに社会に浸透し、大学教育においても不可欠な教育ツールとなっている。本学においても、e ラーニング環境・教材の整備・充実が今後もますます重要な課題になると思われる。

以下ではまず、e ラーニングのメリットとデメリットを確認し、教材作成の面からも、また学習管理の面からも、使い勝手の良い LMS (learning management system) glexa (グレкса) を紹介する。次に、本教材のコンセプトと内容について概観し、入学前教育における本教材の実施結果と自由記述アンケートの分析を行う。最後に、今後の e ラーニングの活用法などについて検討する。

2 e ラーニング

2.1 e ラーニングのメリットとデメリット

「e ラーニング白書」(日本イーラーニングコンソシアム, 2008) の個人アンケート調査(対象は企業の一般社員クラスと学生が過半数)では、e ラーニングを用いるメリットとデメリットとして、以下のようなものが挙げられている。

おもなメリットは、以下のものである。

1. 学習時間・場所が自由である(好きなときに、自分のペースで受講できる)
2. 繰り返し学習をすることができる

また、おもなデメリットとしては以下のものが挙げられている。

1. 受講継続のモチベーションの維持が困難である
2. 講師や他の受講生とのインタラクティブ性が少ないため、研修自体を淡白に感じる
3. 集合研修に比べて、理解度が下がる
4. 質問等のサポートがない、あるいは不十分である

一般的には「いつでも、どこでも」が e ラーニングのひとつの特徴とされており、それが e ラーニング白書のアンケート調査でも確認されている。上記のメリットに加えて、以下のような点も e ラーニングのメリットとして考えることができる。受講者側としては、スマートフォンやタブレット等でもアクセスできれば、e ラーニングの特徴である「いつでも、どこでも」を最大限に活かすことができ、書籍やプリント等に比べて取り組みやすい。また教員側としては、教材を工夫することによって、学習の進め方や学習方法などがある程度コントロールすることができる。さらに、学習管理(学習時間・成績・出席等の把握)ができ、授業設計や学習指導に役立つ。

2.2 LMS (learning management system) glexa について

LMS (learning management system) glexa (グレкса) は、「簡単な操作で今までにない学習体験を教育現場に提供する」「従来の LMS には無い、マルチメディアを取り込み、「人と人との対面」を強く意識したブレンデッド LMS」をコンセプトに開発されている(<http://ver2.jp/product/glexa/>)。glexa では映像や音声を編集した問題も作成可能であ

り、さらには、コミュニケーションのためのチャットやフォーラム、会話シミュレート機能なども搭載されている。また、通常のパソコン環境（Windows や Mac といった OS、および Internet Explorer や Safari 等のインターネットブラウザ）で、学習管理、コンテンツ（教材）作成、および受講が可能である。なかでも glexa の最大の特徴は、Moodle 等の他の LMS と比べて、コンテンツ作成が直感的で容易であることである。以下でもその機能の一部を紹介するが、プログラミング等の知識は一切必要なく、ワードファイルを編集するような感覚でコンテンツを作成することができる。以下ではまず、学習管理システムとしての LMS glexa によって得られるデータ（受講状況・アクセス状況・出席管理・成績データ）について少し詳しく紹介しておく。

【受講状況】：学生の「教材受講数」「教材完了数」「学習時間」（エクセル抽出可）（図1）

たとえば下の図1では、2番目の学生は2つの教材のうち2つにアクセスし、2つとも受講を完了している。また、学習時間は1時間19分39秒かかっていることがわかる。ただし、学習時間については、ログアウトの操作によっては、正確なデータが得られない。たとえば、1番目の学生は、学習時間が39時間18分33秒となっているが、自己申告のアンケートでは1時間程度と答えている。これは、ログアウトせずにブラウザを閉じるなどの、正式な手続きを踏まずに終了したためと考えられる。

受講状況

・受講数は、公開されている教材（非表示のデモ教材を含む）の中から、受講が終わった数を表示します
 ・完了数は、成績簿計で有効になっている教材の中で採点が完了した数を表示します
 下記のフォームにキーワードを入力して、学生を検索してください。

検索

学習状況をダウンロード

5人中1～5人

		受講数	完了数	学習時間
学籍番号 ▼	氏名	受講数	完了数	学習時間
		2 / 2	2 / 2	39:18:33
		2 / 2	2 / 2	01:19:39
		2 / 2	2 / 2	158:07:15
		2 / 2	2 / 2	12:02:15
		2 / 2	2 / 2	00:54:08

※ お問い合わせ

CHieru © 2012 VER050

図1 受講状況

【アクセス状況】：各学生が何月何日何時頃からどのくらいの時間アクセスしたかの把握（図2）

たとえば、2015年7月14日（火）には3人の学生が教材にアクセスし、1番目の学生は14時から15時の間に（1時間程度）、2番目の学生は21時から22時の間に（1時間程度）、3番目の学生は10時から11時頃に（1時間以上）教材にアクセスしていることがわかる。



図2 アクセス状況

出席管理：授業中の任意の時間に出欠を採ることができる。

成績データ：

- 各教材の「受講完了人数」「平均点とパーセンテージ」「最高得点とパーセンテージ」「最低点とパーセンテージ」(図3)

たとえば図3の今回の教材では、7人の学生のうち5人の学生が受講を完了しており、この教材の平均点は236.7点 (98.6%), 最高点は245点 (102.1%), 最低点は220点 (91.7%) であることがわかる。(最高点の102.1%というのは、教材編集時のダミーのテスト学生の得点が反映されてしまったものと思われる。)



図3 成績データ

- 各教材内の設問ごとの「平均点」「正答率」「解答人数」(図4)

たとえば図4の、線形変換の教材の第2問は、平均点が10点 (配点10点), 正答率が100%, 解答人数が5人である。(第1問は、学習データを研究・教育改善に用いるために同意を求める設問であり、配点は0点のため、平均点も0点となっている。)

LMS glexa を用いた論理学 e-learning 教材の開発

線形変換 - 統計情報						採点トップへ戻る	
ページ番号	問題番号	問題	平均点	正答率	解答人数		
1	1	この授業のデータは、教育改善、教材開発研究およびそれに関わる報告書・論文等の作成のために用います。第三者が個人を特定できるようなデータは公表しません。授業データ...	0	100%	5		
3	1	2-1-1=[1]-1 2 1 [2]	10	100%	5		
	2	2-1 1=[1]-1 2 0-[2]	10	100%	5		
	3	2-1 1=[1]-1 2-1-[2]	10	100%	5		
	4	2-1-1=[1]-1 2-1-[2]	10	100%	5		
	5	2-1 4=[1]-1 2 4[2]	10	100%	5		
	6	2-1 5=[1]-1 2 5[2]	10	100%	5		
	7	2-1 0=[1]-1 2 0[2]	10	100%	5		
4	1	1 0 0=[1] 0-1 0[2]	10	100%	5		

図4 設問ごとの成績データ

- 各学生別の各教材ごとの「得点」「受講回数」「最高点」「採点日時」「完了日時」「偏差値」(部分的にエクセル抽出可)(図5)

たとえば図5の1番目の学生は、線形変換の教材について、得点が220点(92%)、受講回数は1回、完了日時は7月15日(水)2時25分であり、偏差値は30.6である。

線形代数>線形変換-受講者別一覧								採点トップへ戻る	
・教材の締め切り以降に提出した日時が赤く表示されます。 ・氏名をクリックすると詳細採点画面が表示されます。 ・各タイトルをクリックするとデータをノートできます。									
5人中1~5人		得点	受講回数	最高点	完了日時		偏差値		
番号	氏名	得点	受講回数	最高点	採点日時	完了日時	偏差値		
1	...	220点(92%)	1	--	--	7月15日(水) 02:25	30.6		
2	...	240点(100%)	1	--	--	7月9日(木) 08:41	56.5		
3	...	240点(100%)	1	--	--	7月14日(火) 21:48	56.5		
4	...	235点(98%)	1	--	--	7月11日(土) 13:24	50		
5	...	240点(100%)	1	--	--	7月14日(火) 10:54	56.5		

図5 学生ごとの成績データ

また、コンテンツ(教材)作成の面では、glexaでは以下のような機能を用いることができる。Quiz機能と呼ばれる問題作成機能を用いて、選択、入力、穴埋め、並び替え、ファイル提出、マッチング、ファイル添付等を行う問題を作成できる。また、Motion機能と呼ばれる、おもに動画・音声問題作成機能では、動画自動形式変換(AVI, WMV, MPEG, FLVなど)、選択、入力、録音、ファイル提出、字幕の自由配置等を行うことができる。これらの機能については、以下3.2節でより詳しく紹介する。

2.3 eラーニングのデメリットの克服

上記のglexaの機能を用いることにより、2.1節で挙げたeラーニングのデメリットをある程度克服することができる。eラーニング白書では、「講師や他の受講生とのインタラクション」および「質問等のサポート」が課題として挙げられているが、まず、教員学生間のインタラクションおよび質問等のサポートは、glexaのメール機能によってある程度解決できる。実際、今回の入学前教育においても、受講者から多くの質問がglexaのメール機能を使って寄せられ、その都度質問に対する返信をglexa上で個別に

行った。また、一般的な質問に対しては、glexa のお知らせ機能を用いて、全学生に通知を行った。また、学生間のインタラクションは、チャットやフォーラム機能を積極的に用いることで、ある程度解決できるものと考えられるが、今後の検証が必要である。「集合研修に比べて理解度が下がる」という意見に対しては、glexa の学習管理機能を用いて、学生ごとのデータを分析することにより、個別のケアが可能になる。これについても、今後、通常授業への応用を試みながら、検証していく必要がある。「モチベーションの維持」に関しては、教材の工夫等で解決するしかないものと思われる。たとえば、ゲーム感覚で学べる、などの遊びの要素を取り入れることも考えられる。本教材においては、○×ゲームを使って推論法則を紹介したりしている。とくに英単語などの用語の暗記に関しては、クロスワードパズルなども応用できるかもしれない。また本教材では、なんの役に立つのか分からないような抽象的な問題は極力避け、身近な具体的問題を扱うことに腐心した。これにより、受講者に少しでも興味をもって取り組んでもらえるように工夫している。

3 コンテンツ概要

3.1 コンセプト

本 e ラーニング教材のコンセプトは、練習問題を解きながら進めていく e ラーニング型の教科書である。一般的な e ラーニング教材は、試験（テスト）形式の教材である。通常の試験形式の教材では、受講者がすべての問題を連続して解き終わった後に、解答と採点結果が表示される。したがって、試験形式の教材では得点が重視され、受講者の成果や達成度を測るために用いられる。それに対して、教科書（テキスト）形式の本教材では、1問ごとに解答とその解説が表示されるように設定してある。したがって、1問ごとに問題の思考過程を覚えているうちに解答と解説を確認でき、受講者の独学に適した教材であると考えられる。また、教科書形式の教材では、最終的な得点よりも、最後まで到達したかどうかを重視されることになる。

また、本教科書形式の e ラーニング教材と通常の書籍の教科書と異なる点は、作成者側が、教材の読み進め方をある程度コントロールできる点である。たとえば、解説文中には、選択肢が実質一つだけしかないような簡単な選択問題（厳密には選択問題とは言えないが）を設定することで、文章を読み飛ばすことを防いだり、単に文章を読むよりも読み手の記憶に残りやすくすることができる。また、glexa では「正答必須」問題を設定することができ、設問に正解しない限り先に進めないようにすることができる。これにより、でたらめに問題に回答したりすることを避けることができる。（ただし、あまり難しい問題を正答必須問題に設定してしまうと、なかなか先に進めずに、受講者のやる気を削いでしまうことにもなりかねないため注意が必要である。）また通常の書籍であれば、解答を盗み見ることも可能であるが、e ラーニング教材では通常、なんらかの回答をしないと正解が確認できない。したがって、ある程度考えてからでないと解答は確認できない。

正答必須問題はまた、受講者の学習時間を制御するためにも役立つ。試験形式の教材では、早く終わる者もいれば遅い者もあり、学習時間は基本的に受講者に依存して決まる。それに対して、正答必須問題は、まじめに取り組まないと先に進めないため、ある程度学習時間を制御することができる。

このように、本教材は、通常の書籍とは異なる e ラーニング型の教科書となっている。

試験（テスト）形式	教科書（テキスト）形式
• 成果・達成度を測る • 得点重視 • 1問目から最後の問題まですべて終わってから全体の解答・解説の表示 • 学習時間は受講者に依存（早い者もいれば、遅い者もいる）	• 独習 • 得点は重視しない 最後まで到達したかどうかが重要 • 1問ごとに解答・解説を表示（思考過程を覚えていられる） • 正答必須問題を設定することで、ある程度学習時間を制御できる

3.2 大学入学前プレ講座 商学・経済学を学ぶための数学（2）

前節で述べたコンセプトに基づいて、入学前プレ講座「商学・経済学を学ぶための数学（2）」として、おもに高校数学Ⅰの「集合と命題」の単元に関する教材を作成した。ただし、高校数学の枠組みに捉われず、それを超える内容を扱い、また商学・経済学に関連する身近な具体的問題を題材としている。ここで扱う数学は、一般にはロジカルシンキングと呼ばれるものであり、たとえば公務員試験にも「判断推理」課題として出題されている。

	教材	ページ数	大問数	受講者数	平均正答率 (%)
第1回	背理法・場合分け論法	9	15	500	83.4
	背理法・消去法	5	9	491	94.5
第2回	否定	5	11	499	88.7
	背理法・消去法	13	15	492	76.0
第3回	ヴェン図	12	16	495	90.4
第4回 (発展)	ドモルガン講義動画1	1	0	469	—
	ドモルガン講義動画2	1	0	468	—
	ドモルガンの法則	8	10	473	76.4
第5回	修了確認（アンケート）	1	8	493	—

第1回および第2回では、背理法や場合分け論法、消去法といった推論法則について扱っ

ている。また第3回ではヴェン図を使った計算を扱っている。さらに、発展的な内容として、第4回でド・モルガンの法則について扱っている。以下に、各回の構成と、入学前教育における受講者数および平均正答率をまとめておく。なお、本大学入学前プレ講座の対象者は、商学部推薦入試に合格した高校3年生である。

もともと意図していた学習時間は、各回30分程度（全体で2時間程度）であり、全教材に対する平均受講時間は、1時間52分43秒であった。（ただし、先にも述べたように、適切な手順を踏まずに終了した場合、適切な受講時間データが得られないため、データ上10時間以上となっている受講者は除外して計算した。）したがって、概ね想定通りの学習時間であったといえる。

以下では、glexa の機能を紹介しながら、本教材の各回の内容を概観する。

第1回「背理法・場合分け論法」「背理法・消去法」

第1回ではまず最初に、身近な○×ゲームを用いて、背理法という論法が実際にどのように用いられているかを紹介し、その一般形式を紹介する（図6）。その後、その形式に沿った簡単な問題を出題する。

ひとことで言えば、Bさんは「(b,2)に×を描かないと負けるから、(b,2)に×だ」ということです。あたりまえですよね？
背理法という推論法則は、みなさんが普段あたりまえに使っている推論法則なのです。
背理法は一般に、以下のような形式をもつ推論法則です。

- (1) 主張したいことの否定を仮定すると、
- (2) 困ったこと（数学的には矛盾といいます）に陥ることを議論する。
- (3) その結果、もとの主張を結論付けることができる。

次の局面では、Bさんは(c,1)に×を描かなければならないことを背理法を使って説明し

	1	2	3
a		×	○
b		○	
c			

Bさんが(c,1)に×を描かずに、他の場所に（たとえば(a,1)など）×を描いたとする。
すると、A君が(c,1)に○を描いて、3つの○を並べて、Bさんは負けてしまう。
だから、Bさんは(c,1)に×を描かなければならない。

30点
? ヒントを表示

解答の送信
次のページへ進む(解答を送信します)

ページの移動: 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | (解答を送信します)

図6 選択問題：○×ゲームを用いた背理法の学習

ある程度長い解説文中には、選択肢が実質一つだけしかないような簡単な選択問題を設定している。たとえば上の図6では、背理法の実例の説明部分で、正解は「Bさんは(b,2)に×を描かなければならない」であるが、ダミーの選択肢として「主張したいこと！」という選択肢（背理法の結論を表す）を置いている。これにより、文章を読み

飛ばすことを防いだり、単に文章を読むよりも読み手の記憶に残りやすくなるように工夫している。

1-1-背理法・場合分け論法

ページ: 2 / 9

1

Bさんは(b,2)に×を描かなければならないことを背理法を使って説明してください。

	1	2	3
a		×	○
b			
c	○		

Bさんが(b,2)に×を描かず、他の場所に（たとえば(a,1)などに）×を描いたとする。すると、A君が(b,2)に○を描いて、3つの○を並べて、Bさんは負けてしまう。だから、Bさんは

15点

? ヒントを表示

(b,2)に×を描かなければならない

(b,2)に×を描かなくても良い

a^(-)0

解答の送信

次ページへ進む(解答を送信します)

ページの移動: 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | (解答を送信します)

図7 正答必須問題：誤答例

1-1-背理法・場合分け論法

ページ: 2 / 9

1

X不正解です。正解するまで次へ進めません。

Bさんは(b,2)に×を描かなければならないことを背理法を使って説明してください。

	1	2	3
a		×	○
b			
c	○		

Bさんが(b,2)に×を描かず、他の場所に（たとえば(a,1)などに）×を描いたとする。すると、A君が(b,2)に○を描いて、3つの○を並べて、Bさんは負けてしまう。だから、Bさんは

15点

? ヒントを表示

解答の送信

次ページへ進む(解答を送信します)

図8 正答必須問題：正解するまで次へ進めません

また本教材では、所々に正当必須問題を設定している。たとえば図7のように正答「(b,2) に×を描かなければならない」を選ぶ場合に、誤答「o(^_^)O」を選ぶと、下の図8のように「正解するまで次へ進めません」という注意が表示される。

このように正当必須問題を設定することで、受講者の学習時間・進度のある程度制御することができる。ただし、すべての問題を正当必須問題にしてしまうと、なかなか先に進めず、受講者が学習意欲を失ってしまう場合もあるので注意が必要である。

次に、場合分け論法を紹介している。まずは、解説の前に自分自身で問題を考察する(図9)。

下のような状況のとき、A君はもう勝つことが分かります。A君は次にどこに○を描けばいいでしょうか？

	1	2	3
a		×	○
b		○	
c	×		

☐ (c,2)
☐ (c,3)
☐ (a,1)
☐ (b,3)
☒ どこでもいいよ
☐ (b,1)

6個までチェックできます 5点

図9 選択問題：○×ゲームを用いた場合分け論法の学習

その後、場合分け論法についての解説をしながら、先に与えられた問題を考察する。

1-2-背理法・消去法
ページ: 1 / 5

1

経営者だって背理法を使います。

あなたはコンビニの店長で、a,b,c,dの4人のバイトを新たに雇いました。
この4人全員を、月、火、水、木の各曜日に1人ずつ割りふりたいと思います。
各人の都合については次のことがわかっています。

1. aさんは水曜しか働けない。
2. bさんもcさんも月曜は働けない。
3. 木曜はcさんかdさんのどちらかが働かなければならない。

このとき、誰を何曜日に割り当てればいいでしょうか？
(じっくり考えても、とりあえずはカンでもかまいません。この後、この問題についてじっくり考えていきます。)

a	☐
b	☐
c	☐
d	☐

☐ 木曜日
☐ 火曜日
☐ 水曜日
☐ 月曜日

5点

図10 マッチング問題：人員配置問題

また、より商学・経済学に関連する練習問題として、人員配置問題も扱っている(図

10)。このような問題は、資格試験等の「判断推理課題」としてもよく出題される。図10のようにまずは独力で考え、回答をマッチング形式で選ぶ。その上で人員配置問題を考察しながら、背理法や場合分け論法について復習し、さらに消去法について学ぶ。

第2回「否定」「背理法・消去法」

第2回では、背理法や消去法をもう少しフォーマルに扱うために必要な、否定表現についての解説と練習問題を設定している。さらに、数学で用いられる大小関係とその否定表現についての解説と練習問題を設定している。とくにここでは、glexa のファイル添付機能を用いて、白板に手描きした図を画像として添付し表示した（図11）。

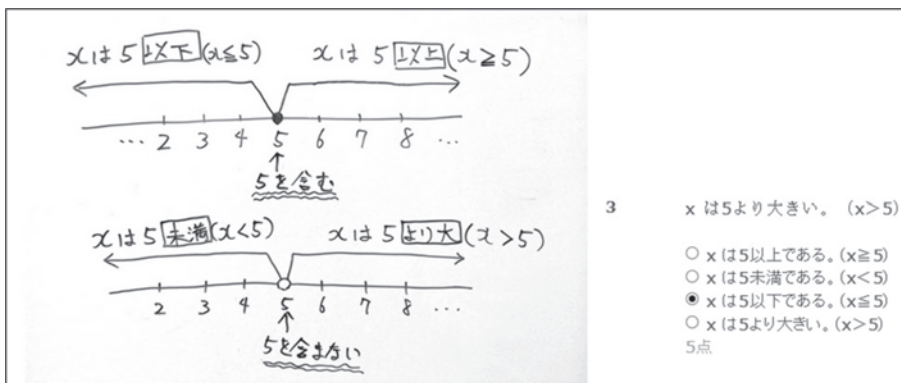


図11 ファイル添付：大小関係とその否定表現

練習問題を通して否定表現に慣れたところで、それを意識しながら、背理法や消去法についての復習を行う。商学・経済学により関連する具体例として、気温とビールの売り上げに関する問題等も出題している。とくに図12の問題は、公務員試験に既出の問題を改訂したものである。

2-2-背理法・消去法

ページ: 3 / 13

1

ある野球場では、プロ野球のナイターの試合中の物の売れ行きについて次のことが分かっている。

(ア) 気温が28度以上になるとカキ氷が売れる。

(イ) 不快指数が80未満だと、ビールが売れない。

(ウ) 気温が28度以上にならないとアイスクリームが売れない。

(エ) 気温が28度未満なら、不快指数も80未満である。

今年の7月1日はビールがよく売れました。このとき、「7月1日は気温が28度以上だった」ことを背理法を使って証明してください。

「7月1日は気温が28度以上だった」ことを証明するために、その否定「7月1日は気温が28度未満だった」☒と仮定します。

すると、(エ)がわかっているので、「7月1日は不快指数は80未満だった」☒ことになります。

すると、さらに(イ)がわかっているので、「7月1日はビールが売れなかった」☒ことになります。

しかし実際には、7月1日はビールがよく売れたので、事実と反します。

したがって、「7月1日は気温が28度以上だった」☒ことが結論できます。

20点

図12 選択問題：気温とビールの売り上げ

また、これも公務員試験でよく見かける「ウソつき問題・発言推理問題」と呼ばれる形式の問題も出題している。さらに、数学における証明の代表的なものも考察している。数学的な言葉使いに慣れていない学生を想定し、まずは定理の主張を理解するための具体的な計算を行い、その後定理の証明を並び替え問題として出題している (図13)。

2-2-背理法・消去法
ページ: 9 / 13

1 nを正の整数 (1,2,3,...) とします。また n^2 が偶数だとします。このとき、「nは偶数である」ことを背理法を使って証明してください。
(以下では、暫定的に n^2 を nn と表します。)

この定理は、「2乗して偶数になる数 (n) は、偶数だ」ということを述べています。ちょっと具体的に計算してみましょう。
たとえば、2は2乗すると4で「偶数」になりますが、2自体やはり「偶数」です。さらに、4は2乗すると16で「偶数」になりますが、4自体やはり「偶数」です。6、8、10、...も同じです。
それに対して、3は2乗すると9で「偶数ではなく」、3自体やはり「 $P(n)$ カバー」ではありません。5も2乗すると25で偶数ではなく、5自体やはり偶数ではありません。
30点

2 では、証明してみましょう！
ドラッグして並び替えてください

nが偶数であることを示すために、nは偶数でない、つまり「nは奇数である」と仮定する。	} 並び替え
すると、ある正の整数mについて、 $n = 2m + 1$ と表せる。	
このとき、 $nn = (2m + 1)(2m + 1) = 4mm + 4m + 1 = 2(2mm + 2m) + 1$ となるから、nnは奇数だということになる。	
しかしこのことは、「nnが偶数である」という前提と矛盾する。	
したがって、nは奇数である、という仮定は誤りであり、結局「nは偶数である」。	

図13 並び替え問題：数学における証明

第3回「ヴェン図」

第3回では、ヴェン図を用いた要素計算を扱っている。ここでもできる限り身近な例題、商学・経済学に関連する例題を扱うように努めた。また、入学前教育であることを考慮

学生が46人のゼミで、資格取得状況について聞いたところ、日商簿記2級をもっている学生は25人、販売士2級をもっている学生は15人だった。両方とももっている学生が12人のとき、
(1) 日商簿記2級も販売士2級もどっちももっていない学生は何人？
(2) 日商簿記2級か販売士2級の少なくともどちらかをもっている学生は何人？

(46)
日商簿記(25) 販売士(15)
12

1 (1) 日商簿記2級も販売士2級もどっちももっていない学生は「商学部には」。
(2) 日商簿記2級か販売士2級の少なくともどちらかをもっている学生は「いろんな資格講座があるよ！」。
10点

商学部にはいろんな資格講座があるよ！
単位になったりもする！
http://www.bus.nihon-u.ac.jp/job_qualification/qualification.html

解答の送り
次のページへ進む(解答を送信します)

図14 商学部の資格講座の紹介

して、たとえば図14のような「商学部資格講座の紹介」など、所々に商学部を紹介する画像やサイトへのリンクを挿入した。

また、所々でヒント機能も用いている。下の図15のように「ヒントを表示」をクリックすることで、ヒントの内容が別のウィンドウで表示される。

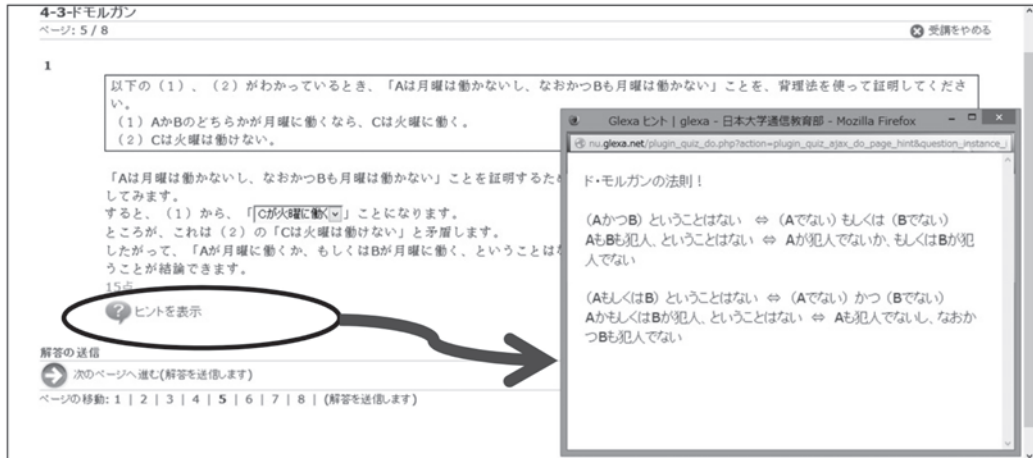


図15 ヒント機能

第4回（発展）「ドモルガンの法則講義動画1・2」「ドモルガンの法則」

第4回では、発展としてドモルガンの法則について扱っている。本教材のコンセプトは、eラーニング型教科書であるが、入学前教育であることを考慮して、多少なりとも授業の雰囲気も知ってもらうために、発展教材として講義動画も作成した。（発展教材は、受講は任意の予定だったが、結果的には多くの学生が受講した。）本講義動画では、黒板へチョークで板書を行いつつ、ノートPCによる自撮りを試みた。本教材の構成は、manaveeの動画（<http://manavee.com/>）を参考にした。通常のカメラ付きノートPCを教壇に置き、画面の位置を調整し、PCマイク（3000円）をつなげる。準備はこれだけである。後は、いつもの授業通りに講義を行う。このように、マイクやカメラ付ノートPC等の適当な機材さえあれば、完全に独りで動画を作成することができる。（もちろん、専門業者のクオリティには及ばないが。）ある程度専門的な編集技術等が必要な動画の作成方法については、（芝村，近刊）等を参考にして欲しい。

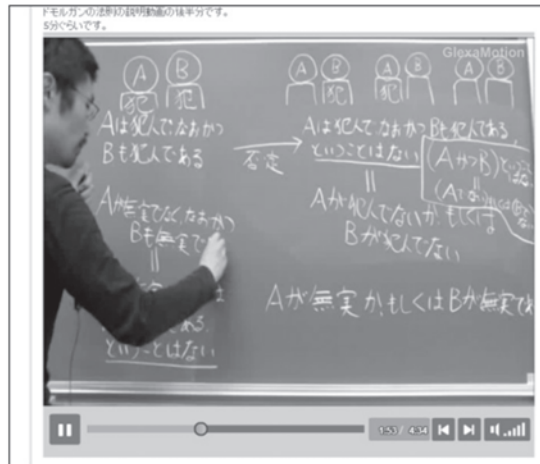


図16 講義動画（自撮り）：ドモルガンの法則

また、この講義動画に続いて、第3回までと同様に、ドモルガンの法則に関する解説と練習問題を扱っている。

4 自由記述アンケートの分析

以下では、本教材に対する自由記述アンケートの分析を行う。第3回の最後に、本教材の内容を扱う学問が論理学であることに触れ、自由にコメントや感想を聞いた。したがって、以下のアンケートは第3回までのものであり、発展教材の第4回に関する感想等は含まれていない。それらに関するアンケートは、「商学・経済学を学ぶための数学(1)」に対する感想と合わせて、第5回の修了確認に含まれている。修了確認アンケートの分析については、(服部, 近刊)を参照してほしい。

自由記述アンケートの分析に用いたソフトウェアはKH Coder (Version 2.00) (樋口, 2014)である。第3回の教材受講者495名の内、無回答を除く有効回答数は、237件である。以下の表は、アンケート中の出現頻度上位20の語である。これらはまた、出現回数が8回以上の語に相当する。

順位	単語	頻度 (回)
1	楽しい	55
2	難しい	47
3	面白い	37
4	問題	36
5	解く	31
6	思う	27
7	使う	21
8	数学	18
9	少し	18
10	頭	17

順位	単語	頻度 (回)
11	選択肢	16
12	分かる	16
13	勉強	14
14	ヴェン図	12
15	考える	12
16	図	12
17	理解	9
18	感じる	9
19	簡単	8
20	苦手	8

出現頻度上位20（出現回数8回以上）（回答数237）

出現頻度を見ると、楽しい55回（1位）、面白い37回（3位）に対して、難しいが47回（2位）である。ただし、以下でも紹介するように、難しいという語は、単独で「難しい」という現れ方が22回、「少し・意外と難しい」という現れ方が29回であるのに対して、「難しいけど楽しい・理解できた」等の肯定的意見を伴う現れ方が15回であり、全体的に見て、難しいという意見はそれほど多いわけではない。（「少し難しかったけど楽しかった」というような意見を含むため、上の集計には重複が含まれている。）今回の入学前教育の目的は、高校の学習内容と大学の学習内容との橋渡しをし、大学の授業に対して興味を持ってもらう、というものであり、楽しい、面白い、難しいけど楽しい・理解できた等の意見を考慮すると、その目的は達成できたように思う。

また、とくに数学（18回）については、「数学が好き・得意」という肯定的意見は2件だけであり、「嫌い・苦手」などの否定的意見が13件であり、やはり数学に対する苦手意識があることがわかる。

次に、上記の出現頻度上位20の語が、どのような語と共に用いられているかを分析するために、それらの共起ネットワークを構成する。以下の図17では、出現数の多い語ほど大きい円で表され、また強い共起関係ほど太線で表されている。（とくに強い共起関係は、頭—使う、問題—解く、数学—苦手である。）ただし、このネットワークでは、円の間の位置関係や遠近は何の情報ももたず、重要なのは線で結ばれているかどうかであり、線で結ばれていなければ、強い共起関係はないということである。以下の共起関係は、Jaccard 係数に基づいて構成されている。Jaccard 係数は集合間の類似度を測る指標であり、直感的には2つの集合の間の共通要素の割合を表し、0から1の間の値をとる。値が1に近いほど、2つの集合が類似している度合いが強いことを表す。ここでは、Jaccard 係数が0.1より大きいもののみを線で描画してある。

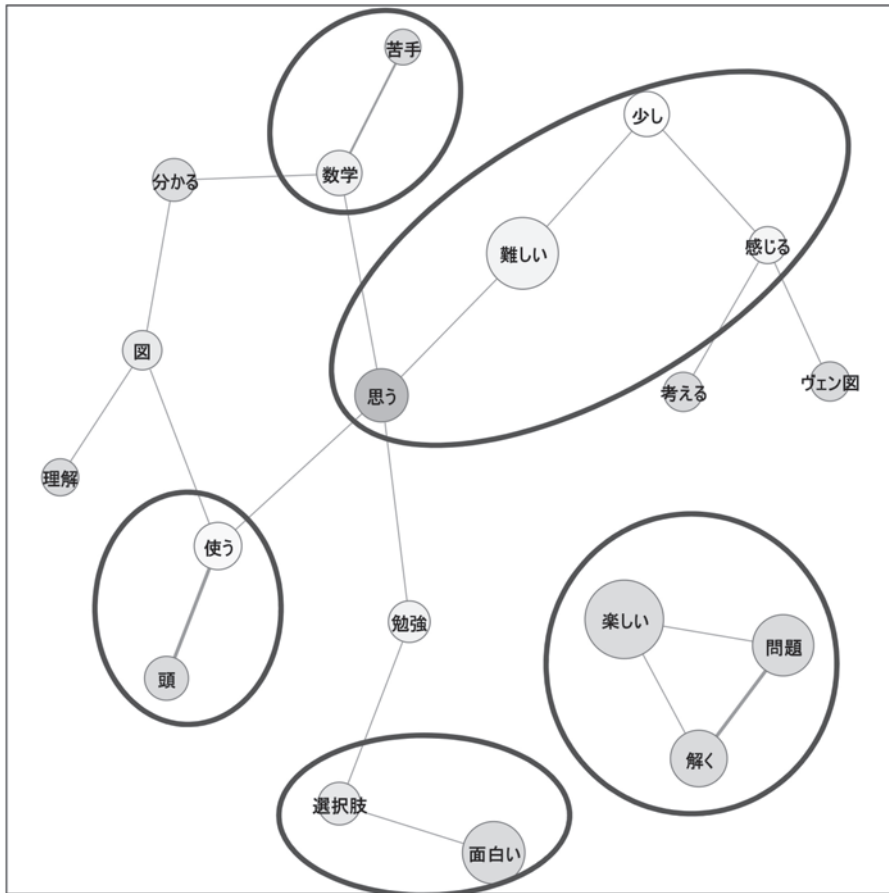


図17 出現頻度上位20語の共起ネットワーク
(最少出現数8, 最少文書数2, 共起関係描画 Jaccard 係数>0.1)

共起ネットワークの中では、とくに中心性の高かったものは、色の濃い円で表され、ここでは、**思う**である。**思う**は、さまざまな語に付随してしばしば用いられるために中心性が高くなっていると考えられ、とくに重視する必要はないと考えられる。

共起関係の強いまとまりは、おもに5グループほど見出すことができる。それぞれについて見てみると、**楽しい—問題—解く**は、「楽しく問題を解くことができた」というような現れ方である。ここでも、楽しく受講してもらえたことが確認できる。また**頭—使う**は、「頭を使うので～」というような現れ方である。**数学—苦手**は、「数学が苦手で～」という現れ方である。また、**思う—難しい—少し—感じる**は、「～が少し難しいと感じる・思う」という現れ方である。**選択肢—面白い**は、「選択肢が面白かった」などである。解説文中では、実質選択肢が一つしかないような選択問題を設定したり、通常の問題でも、飽きさせないための工夫として、コメントや顔文字などを所々に用いた。そのような選択肢については、好意的な意見が11件、否定的な意見が2件であった。こ

れも、概ね楽しんでもらえたようである。

以下、自由記述アンケート出現頻度上位20語について、それぞれ鍵カッコ内に受講者の回答の代表的なものをそのまま紹介する。また、共起ネットワークに基づいて、カッコ内に Jaccard 係数の値を記し、その語がどのような語と用いられたかも紹介する。

楽しい (55回)

「学習していく中、楽しくて第1回第2回第3回とどんどん進みました！気がつくとうあという間に第3回も終えて楽しく学習できました。」「ややこしかったけど、楽しかったです。」「難しそうだったけど楽しく取り組みました！ありがとうございました。」

楽しいという語は、問題 (Jaccard 係数0.1250)、解く (Jaccard 係数0.1233) という語と共に以下のように用いられている。

「他の問題解くより楽しかったです。」「問題文が、身近なものだったので楽しく解くことができました！」

難しい (47回) この語は、単独で「難しい」という現れ方が22回、「(少し・意外と) 難しい」という現れ方が29回であるのに対して、「難しいけど (楽しい・理解できた)」等の肯定的意見を伴う現れ方が15回である。

「すごい難しかった…。今から大学の勉強がどうなるのかと思った。今から勉強する気になった。」「意外に難しかった」「難しいけど楽しいです。」

難しいという語は、思う (0.1429)、少し (0.1091) と共に以下のように用いられている。

「少し難しかったです。もう一度復習したいと思います。」「少し難しかったのですが分かりやすい解説で少しずつ理解できました。日常生活でも使えるようなので機会があれば使ってみたいと思いました。」

面白い (37回)

「論理学というのは初めてふれましたが考える中に面白さやなるほど！と言ったようなものがありとても興味深かったです。」「パズルとかクイズみたいですごく面白い。」「考えるのがとても面白くて、ほかにもいろいろな問題もやってみようと思いました。」「この講座が一番面白かったです！」

面白いという語は選択肢 (0.1333) という語と共に、以下のように用いられている。

「選択肢面白かったです！＼(^o^)/」

問題 (36回)

「問題の出し方が面白い」「問題の途中に励ましのメッセージがあり、ありがたかったです！問題解説も丁寧で分かりやすかったです。ありがとうございました。」

問題という語は、おもに解く (0.3750) という語と共に以下のように用いられている。

「公式を使うような難しい問題ではなく自分の力で解くような問題でとても楽しめました。」「背理法は少しずつ答えに近づいていくので解いていておもしろかった。解き方さえ覚えれば○×ゲームや犯人をつきとめる問題など、いろいろなタイプの問題に対応できることが今回知ることができた。」

解く (31回) おもに「問題を解く」という形で用いられている。

「背理法や消去法で、問題を解くときに一つ一つ順番に整理していった答えを導き出すのが面白かったです。」

思う (27回) 数学 (0.1429)、使う (0.1250)、勉強 (0.1143) と共に以下のように用いられている。

「論理法をもっと学べば、数学がもっと楽しくなり、意欲も湧くと思いました。」「少し難しかったのですが分かりやすい解説で少しずつ理解できました。日常生活でも使えそうなので機会があれば使ってみたいと思いました。」「この勉強をする前は文字を見ただけで難しそうだと思い苦手意識を持っていましたが、いざやってみるとそこまで難しくなかったので安心しました。また、推論は普段の身近な所で使われている事にとっても驚きました。」「手軽に分かりやすく普段自分が何気なく考えている推論などを学ぶことができました。大学に入学してからでもぜひ勉強したいと思います。」

使う (21回) 「頭を使う」という形で頭 (0.5217) と用いられることがほとんどであるが、図 (0.1250) などとも以下のように用いられている。

「頭をずっと使うので、ちょっと疲れましたがとても解くかいはありました。」「簡単なようで頭を使った。空欄補充のコメントが面白かった」「特に図を使った推論は、文章では理解できないことも図を使うことにより理解することができるので将来も使うことができると思うので、良かったです。」「いろいろな法則を使って推理したりするのは面白いと思いました。」

数学 (18回) 数学に対する肯定的意見は、以下の2件のみである。

「個人的に数学は好きであり、得意であるためとても楽しく受けることができた。商学部と言っても文系であるため、数学からは少し離れてしまうかなと思っていたが、そんなことはなさそうなので少しほっとしている。祖師谷にスタバがないのは残念ですが、これからの数学の授業とても楽しみにしています!」「犯人探しの問題が好きでした。コナンくんの気持ちが分かりました。笑 中学校のときは、方程式を解いたり図解が好きでしたが、私はこういう数学も好きなんだ、という発見があり、楽しく学ぶことができました。」

数学に対する否定的意見は13件であり、苦手 (0.3125) と共に用いられることが多いが、分かる (0.1111) とともに以下のように用いられている。

「数学は苦手なので、これから先が怖いと思いました。」「数学は苦手なので、このサイトで今後必要と分かり、真剣にやってきます。」「身近な題材が多く、分かりやすかったと同時に楽しかったです。なんとなく難しくて遠ざけてしまいがちな数学も、見方を変えて考えればわかりやすくなる事に気づけたので、大学での数学も楽しみになったように感じます。ありがとうございました。」

少し (18回) 感じる (0.1429) と共に以下のように用いられている。

「少し難しいと感じたけれど、楽しかったです。」「ヴェン図の応用が少し難しいと感じました。」

頭 (17回) ほぼすべて「頭を使う」という形で用いられている。

「かなり頭を使うのでとても疲れました。」

選択肢 (16回) 解説文中では、実質選択肢が一つしかないような選択問題を設定したり、通常の問題でも、飽きさせないための工夫として、コメントや顔文字などを用いた。そのような選択肢については、好意的な意見が11件、否定的な意見が2件であった。

「中学のころから数学が大の苦手で、あまり積極的に取り組めなかったので大学に入ってから心配要素でもあったが、この講義は選択肢の中に一言隠れていたりして、問題を解くことに少し面白味を感じた。問題とは関係ないような単語が一言選択肢の中にあることで苦手な自分でもいつの間にか問題を解いていた。」
「真面目に問題を解いていると、回答の選択肢に出てくる地味なネタにたまに腹が立ちます。あと、問題の合間にちょくちょく入れてくる「スカイツリーが見えるよ!」などの学校の紹介もたまに腹が立ちます。あと祖師ヶ谷大蔵にはスタバが無いのは正直とてもショックです。」

また、**勉強 (0.1250)** と共に以下のように用いられている。

「回答の選択肢がユーモアがあって楽しく学習することができました。」「選択肢の言葉が面白かったので、楽しく勉強することが出来ました。ありがとうございます」

分かる (16回) おもに「分かりやすい」という意見が12件であり、否定的な意見は0件であった。

「分かりやすくて面白かったです。」

図 (0.1429) という語と共に以下のように用いられている。

「ヴェン図は今まで何度かやったことがあったが、図に書いても分からないことが多かった。しかし一個ずつ順序立てて解いていくとゆっくりではあるが解けるようになった気がする。図にするとわかりやすくなるが時間が無い時もあるので、この先図なしでも解けるように練習していきたい。」

勉強 (14回)

「意外と苦労したので勉強になりました。解説を見るとどのように解けばいいかわかりました。」「勉強不足でした。」「手軽に分かりやすく普段自分が何気なく考えている推論などを学ぶことができました。大学に入学してからぜひ勉強したいと思います。」

ヴェン図 (12回) ヴェン図に関しては、面白い・興味を持ったなどの肯定的意見が3件、難しいなどの否定的意見が5件、高校で習った等その他の意見が4件であった。また、**感じる (0.1667)** という語と共に以下のように用いられている。

「ヴェン図に関しては、方程式で考えるとややこしくなったように感じました」
「ヴェン図の応用が少し難しいと感じました。」

考える (12回)

「普通に考えてることを違う角度から見るのも大切だなと思った」「手軽に分かりやすく普段自分が何気なく考えている推論などを学ぶことができました。大学に

入学してからもぜひ勉強したいと思います。」「考えるのがとても面白くて、ほかにもいろいろな問題もやってみようと思いました。」

感じる (0.1667) と共に以下のように用いられている。

「普段自分がなにげなく考えずにしていることが推論や背理法として行われているということに驚きをとても感じました」

図 (12回)

「色々なことを推理したり計算したり為になった。図を使うことでさらに分かりやすくなった。」「図を読み取り考えるのが難しかった」

理解 (0.1538) と共に以下のように用いられている。

「今までは感覚的に解いてきたものを図や文章でしっかりと解いたので新鮮味がありよく理解することができました。」

理解 (9回) 上記図と共に用いられることが多かった。

感じる (9回) 上記難しい、少し、考える等と共に用いられている。

簡単 (8回)

「意外と簡単でした」「簡単そうで難しかったです。でも、解いていて楽しく感じました!」「簡単なようで、とても頭をつかう問題でした。良い刺激になりました!」

苦手 (8回) ほぼすべて「数学が苦手」という用いられ方である。

5 今後の課題

e ラーニング白書等を見てもわかるように、e ラーニングはすでに社会に浸透し、大学教育においても、重要な教育ツールの一つとして定着している。今回紹介したのは入学前教育の教材であったが、今後は通常の授業等においても e ラーニング教材の充実が求められていくものと思われる。そのような状況のなかで、一般の Moodle 等の LMS と比べて、教材作成が直感的で容易な glexa は、その学習管理機能とあわせて非常に重要なツールとなる。glexa を用いた e ラーニング教材の利用法について、少し考えてみるだけでも、以下のような利用法が可能である。

(1) 出欠をとる。先にも紹介したように、glexa に搭載されている機能を用いて、授業中の任意の時間に出席をとることができる。すなわち、出席管理システムの代わりとして用いることができる。

(2) プリントや資料の配布、課題の提出を glexa で行う。

(3) glexa で学修ポートフォリオを運用する。とくに、glexa はコンテンツのカスタマイズを容易に行うことができ、現行のシステムよりもよほど柔軟に、安価に運用することができる。

(4) 授業アンケートを e ラーニングで行う。

e ラーニング教材を「予習」のために用いる方法としては、以下のようなものが考え

られる。

(5) 授業に必要な前提知識をeラーニング教材で提供する。たとえば、数学の授業では、式の展開や因数分解、分数の計算などは、本来は大学入学までに既習の知識であるが、とくに文系の学生のなかにはこれらに不安をもっていたり、苦手意識をもっている者もいる。また、商業高校等の出身者には、これらを習っていない場合もありうる。そのような場合に、これらのような大学の授業で扱うにはあまり適当でないような前提知識をeラーニング教材として提供することで、学生の不安を払しょくすることができ、また授業でも安心してより発展的な内容を扱うことができる。このようなeラーニング教材は、本稿で紹介したような教科書形式でも、また試験形式でも、あるいは講義動画形式でも可能である。

(6) 授業で扱う話題や基本例題等を予習としてeラーニング教材で提供する。事前に少しでも授業内容を紹介しておくことで、授業時における学生の理解度が上がるものと考えられる。このような教材を、スマートフォンでも受講できる形にしておけば、スマートフォンを片時も離さないという今日の学生にとっては、通常の教科書やプリントよりも取り組みやすくなると考えられる。

(7) たとえば語学で、単語等の下調べをeラーニングで行わせる。glexaの学習管理機能を使えば、いつでも課題にアクセスしたか、どのくらい時間がかかったのかなどを確認することができる。これにより、ある程度自分自身で取り組んだのか、他人の答えを写しただけなのか、などもチェックすることができる。また、事前に訳文等も書かせておけば、授業中に特に解説すべきポイント等を前もって知ることができる。

また、eラーニング教材を「復習」のために用いる方法としては、以下のようなものが考えられる。

(8) 定期的に行われる小テストをeラーニングで行う。これにより、用語や知識確認問題であれば、採点も自動で行うことができる。また、ネット環境次第では、授業中に小テストを一斉に行うことも可能である。

(9) 期末試験のための学習材料をeラーニングで提供する。

最後に、e-learning システム glexa に関する要望を挙げておきたい。

(1) 現在のシステムでは、正当必須問題として設定しない限りは、採点・正解表示はすべての問題を終えた後になされる。しかしながら、試験形式ではなく、本教材のような教科書形式の教材においては、(正当必須問題でなくても)1問毎に正解・不正解が表示されることが望ましい。たとえば、1ページ目で問題「 $1+1=?$ 」が出され、それに対する学習者の回答が「3」であった場合には、次のページで「×不正解です。正解は2です。」などと表示され、必要であればその後解説が続けられることが望ましい。また、不正解の場合にすぐに正解を表示せずに、段階的なヒントを設定でき、最終的に正解するまで繰り返せると理想的である。

(2) スライドのように、一定時間後に次の文章が表示される、などのアクションがで

きると理想的である。そのようなアクションがあれば、学習時間がある程度調整できる。
(3) 細かい技術的なことだが、現在のシステムでは、本文のフォントはサイズ等を変更できるのに対して、選択肢や並び替え文のフォントは変更できない。選択肢の文字が小さくて読むのが大変だった、という意見が学生からも出ているので、改善を期待したい。

(謝辞) 本教材の作成にあたって、総合研究(論理学・数学研究)、論理学 A・B、数学 A・B(2014年度)の履修者数名に、システムの動作確認および練習問題の確認をしていただき、また貴重なご意見をいただきました。ご協力いただいたみなさんに感謝いたします。

参考文献

- 青木武典, 藤森吉之 (2013) 「集合教育を支援する e ラーニング教材の開発」『商学研究』第29号, 日本大学商学部, 63-81.
- 市田陽児 (2013) 「ウェブ授業支援システムの評価—Sakai を中心に」『商学研究』第29号, 日本大学商学部, 83-100.
- 成毛信男, 金指崇, 服部訓和 (2014) 「日本大学理事長特別研究入学前教育: TOEIC e ラーニング教材の開発とその評価」『総合文化研究』第19巻第3号, 日本大学商学部, 1-28.
- 日本イーラーニングコンソシアム編 (2007) 『e ラーニング活用ガイド』東京電機大学出版局.
- 日本イーラーニングコンソシアム編 (2008) 『e ラーニング白書2008/2009年版』東京電機大学出版局.
- 根本忠明, 羽根秀也 (2013) 「e ラーニングの発展と ICT 教育支援環境について」『商学研究』第29号, 日本大学商学部, 101-118.
- 服部訓和 (近刊) 「LMS の導入と評価: 日本大学における e ラーニングの戦略的活用の研究 (商学部パイロットプログラム)」
- 樋口耕一 (2014) 『社会調査のための計量テキスト分析 内容分析の継承と発展を目指して』ナカニシヤ出版.
- 芝村良 (近刊) 「大学入学前教育のための e-learning 教材の開発と実践—商学・経済学を学ぶための数学 (1) —」
- 山添謙 (2014) 「日本大学商学部における初年次教育に関する一考察—入学試験形態と初年次前学期の学修活動との関係—」『総合文化研究』第19巻第3号, 日本大学商学部, 29-45.