

e-Learningの教材作成

－入学前の数学自習教材－

環境教養学科 松田親典

要 旨

昨今大学生の学力低下が問題になっている。奈良産業大学では情報処理教育センターを中心に、学生が大学での学習にスムーズに入っていけるようプレアドミッション教育として、e-Learningシステムを活用している。主に英語と数学の教材であるが、特別なソフトも必要とせず、インターネットを通して家庭で学習できる環境を実現したものである。私も数学の問題作成にかかわらせていただいたのでその報告をする。またネットで問題を配信することを通して、数学の力をつけるための問題作成法、解答や誤答分析のあり方を研究した。

はじめに

小・中・高等学校における数学・理科離れが進んでいる。教育課程が変更されるたび、学習内容を削減し、教科書も簡単にする方向へと進んできた。つまり、「教科書を簡単にする代わりに、すべての内容を理解しなさい。」というものです。しかしながら、その効果が上がらず、数学の学力低下に歯止めがかかっていないのが現状である。長年、「教科書は教える内容の最上を示すもの」とし、教科書検定では、教育課程を超えた内容の記載がないかを厳重にチェックしてきた文部科学省においても、教科書から内容をあまりにも減らしすぎた弊害に気づき、従来の考え方を180°転換させ、「教科書は教える内容の最低を示すもの」とし、教育課程を超える内容は発展教材とすれば教科書への記載も許可したり、指導者の判断で教育内容を高めることもできるようになった。一方、国際数学オリンピックにおいて日本の生徒の活躍も報告されていることは喜ばしいことである。まず、数学に関する学力低下の問題を考え、国際数学オリンピックの情報を整理し、数学の力をつけるためe-Learningをいかに活用できるかを考察することとする。

学力低下

小学生の算数の学力低下

1998年、小学校の学習指導要領が改訂され、授業時間に合わせて算数の学習内容の軽減や教科書の説明が簡素化された。その影響で次の表1、2に見られるように、明らかに算数の学力低下が起こっている。このデータは2002年9月にお茶の水女子大学教授 耳塚寛明 氏によって報告されたもので、2002年と1982年の小学生の算数の学力比較されたものである。この調査は、1982年度は5307人、2002年度は7998人の小学生に、129問の算数の同じ問題で調査されたものである。表1は学年の区分で、表2は領域の区分による比較である。

表1 当該学年までの総合的正答率の変化
(単位は%)

区 分	2002年	1982年	差
1 年	81.0	85.6	- 4.6
2 年	73.3	81.7	- 8.4
3 年	73.5	84.9	-11.4
4 年	77.9	84.4	- 6.5
5 年	76.8	84.5	- 7.7
6 年	79.9	85.5	- 5.6
全 体	77.2	84.4	- 7.2

表2 教科書の説明が簡素化された設問の正答率の変化
(単位は%)

領域と履修学年	2002年	1982年	差
量と測定 (1年)	58.9	70.3	-11.4
量と測定 (3年)	86.0	89.6	-3.6
図 形 (3年)	65.9	74.0	-8.1
数量関係 (3年)	60.2	69.7	-9.5
計 算 (4年)	73.7	87.5	-13.8
図 形 (5年)	52.1	50.7	1.4
量と測定 (6年)	67.8	72.4	-4.6

中学生の数学の学力低下

中学生についても数学の学力が低下している。このことに関する調査が2002年10月に、東京理科大学理工学部教養科 清水睦美 先生によって報告されている。こちらは1989年と2001年の比較である。次の表3のデータにあるように、平均点が下がり、しかも標準偏差が大きくなっているため、ばらつきも大きくなっていることが明らかにされている。

表3 設問領域的にみる平均得点と標準偏差 (中学数学)

領 域	単 元	平 均 得 点			標 準 偏 差		
		1989年	2001年	差	1989年	2001年	差
数 と 式	正負の数	77.4	74.0	-3.4	22	26.4	4.4
	文字と式	67.2	61.6	-5.6	23.9	27.1	3.2
	方程式	73.6	64.5	-9.1	27.1	33.2	6.1
図 形		61.7	61.5	-0.2	38.9	39	0.1
数量関係		60.7	57.8	-2.9	31.3	32.7	1.4

高校生・大学生の数学の学力低下

高校生・大学生の学力について、同じ問題で年代を変えて継続的に調査したような具体的なデータは

揃っていないが、学力低下について新聞や研究会などで報告されている。1990年代に入り「新しい学力観」として、学校での教育の考え方が「指導」から「支援」へと大きく変わり、生徒が自主的・主体的に学ぶものであるとし、「ゆとり教育」が実践されるようになった。1998年に学習指導要領が改訂され、学力低下に関する議論をマスコミも報道するようになり、教育界は大きく揺れることになる。

2000年12月には、教育改革国民会議最終答申が出された。その内容の主なものは ・教育の原点は家庭である ・学校は道徳を教えることも可能 ・奉仕活動を全員が行う ・一律主義を改め、個性を伸ばす教育システムを導入する ・記憶力偏重を改め、大学入試を多様化する ・リーダー養成のため、大学・大学院の教育・研究機能を強化する ・大学にふさわしい学習を促すシステムを導入する ・職業観、勤労観を育む教育を推進する ・地域の信頼に応える学校づくりを進める ・新しいタイプの学校の設置を促す ・新しい時代にふさわしい教育基本法に改定を など提言している。

2001年に入り、予備校に「大学の講義についていけない補習講座」が開設されるなど、大学生の学力低下に対応した取り組みが進められる。文部科学省も学力低下は社会的な問題と捉え、2001年には「教育新生プラン」を策定したり、2002年には、確かな学力の向上のための2002アピール「学びのすすめ」を出すなど学力低下に対応する動きが出てきた。その一方で、完全学校週5日制が実施されたのも2002年4月のことであった。それと同時に「総合的な学習の時間」が本格実施され、学校教育の目標も「生きる力」を育成することである、とされた。その後も文部科学省は、学力低下についてさまざまな調査や研究に本格的に取り組みだしたが、歯止めがかからず、ついに、2005年2月に中山文部科学相が中教審に総合学習など「ゆとり教育」の見直しを求めるに至ったことは、文部科学省の揺らぎを表している。教育は100年の計であるといわれているが、揺らぎのない自信に満ちた教育改革が待たれる。

国際数学オリンピック

数学オリンピックのことをここで取り上げるのは、一つには問題の質が良いこと、二つには日本の若者が国際的に数学の分野で活躍している様子を確認したかったからである。

国際数学オリンピックは、1959年ルーマニアのブカレストで7か国参加のもとに第1回が開催され、今年2006年度は、スロベニアのリブリャナで90か国参加のもと第47回が開催された。日本は1990年に第31回中国の北京大会から参加した。この予選として、第1回日本数学オリンピックが同年1月に実施された。各県に試験会場が設定され、私も第1回から5年間奈良県の試験会場責任者となり、直接試験と関わったことを思い出す。1次予選は、問題が12題あり、3時間の長丁場である。

私も試験監督をしながら、問題を解いていた。その問題は、知識は中学校、せいぜい高等学校1年程度の知識があれば取り組める問題で、その場で解決するような問題であった。私もこういう問題が良い問題だとかねがね考えていたのと一致していた。また、事前に各学校に呼びかけ、多くの参加協力を得、その結果1次予選通過者全国約100名の中に奈良県の生徒が10名合格をし、本部からほめられたことを思い出す。そのため、本選の近畿ブロックの会場を奈良県で引き受けることとなったが、本選は5題の問題を4時間で解くというもので試験監督も大変であった。国際数学オリンピックの実施方法と活躍ぶ

りをまとめることによって、上述の学力低下の暗さの一方で明るいニュースとしたい。

日本数学オリンピック

日本数学オリンピック（JMO）が国際数学オリンピック（IMO）の予選として行われる。

- 参加資格 高等学校もしくはそれ以下の学校の在学生
- 試験内容 高等学校1年程度以下の知識
- 予選実施 毎年1月中旬（申し込みは10, 11月）各都道府県内で実施
3時間で12題の問題に取り組む。
- 成績 上位約100名が予選通過（年によって違うが例年6題程度正解した者）
- 本選実施 毎年2月に予選通過者約100名が参加 地域ブロックで実施
4時間で5題の証明問題に取り組む。
- 成績 上位20名をAAランクとする。若干名AAAランクがメダリスト。
- 春合宿 AAランク20名が3月に春合宿に参加し、そこでのテストで6名が日本代表選手に選ばれ、国際数学オリンピック大会（IMO）に出場する。

国際数学オリンピック大会（IMO）

- 大会目的 数学的才能に恵まれた青少年を見出し、その才能を伸ばすこと。
選手およびリーダーが互いに交流を深めること。
- 選手 各国で選抜された6名
- 開催時期 毎年7月に2週間の予定で参加各国のいずれかの国で開催される。
- コンテスト 1日に4時間半で問題3題に挑戦、2日間で計6題の問題を解く。
1問7点で、合計42点満点で採点される。
- 成績 国別の順位と個人成績
個人には、参加者の1/12に金、1/6に銀、1/4に銅のメダルが授与される。

大会の後、選手たちは国際交流や観光をし、他国の選手と交流を深め、自国に帰ってからメールなどで、問題を出しあったり、解法について意見交換をし、更に数学好きになっていくのです。

過去5年の成績

IMOの成績について5年分まとめてみる。

回 年	開催国 都市	参加 国数	国 別 順 位					日本の順位
			1位	2位	3位	4位	5位	金 銀 銅
第43回 2002年	イギリス グラスゴー	84	中 国	ロシア	アメリカ	ブルガリア	ベトナム	16位 1, 3, 1
第44回 2003年	日 本 東 京	82	ブルガリア	中 国	アメリカ	ベトナム	ロシア	9位 1, 3, 2

第45回 2004年	ギリシャ アテネ	89	中国	アメリカ	ロシア	ベトナム	ブルガリア	8位 2, 4, 0
第46回 2005年	メキシコ メリダ	91	中国	アメリカ	ロシア	イラン	韓国	8位 3, 1, 2
第47回 2006年	スロベニア リブリャナ	90	中国	ロシア	韓国	ドイツ	アメリカ	7位 2, 3, 1

e-Learning

インターネットの普及により、Webを利用した教授法として、日本でe-Learningが始まったのはつい最近のことで、2001年といわれています。e-Learningのeは「エレクトロニクス」、Learningは「学習」という意味で、電子技術を使った学習ということである。したがって、人によって定義が大きく異なり、コンピュータを学習に使えばそれでe-Learningであると定義する人もある。次に、定義やメリットについて調べ、教材作成について具体的に述べる。

e-Learningの定義

ここでは、一般的に良く使われている定義を使用することとする。例えば、CD・ROMやDVDを使った学習は単に本や参考書が電子教材に変わっただけであり、e-Learningの範疇に入らないだろう。そこで一般的な定義を紹介すると、次の3点を満たす学習であると定義できる。

- ① ネットワークを利用する。
- ② 特別なソフトを必要とせず、標準的なインターネット環境があれば学習が可能である。
- ③ 単に情報を配信するだけでなく、教育者と受講者がWeb上でつながっている。

e-Learningのメリット

e-Learningを活用すれば、日本にいながらにして、外国の教育を受けることも可能であり、従来の通信教育や教授法にはないメリットがあるとして、脚光を浴びるようになった。そこで、どんなメリットがあるか整理してみる。

- ① いつでもどこでも学べる。
- ② 教育内容が標準化できる。
- ③ マルチメディアの特徴を生かした教材により、理解しやすい。
- ④ 低コストで利用できる。
- ⑤ インターネットを通して情報のやり取りが可能である。



教材の泉

奈良産業大学では、プレアドミッション教育の一環として、入学後スムーズに大学教育になじませる目的で、インターネットを通して数学・英語の高等学校の復習を自宅での自学自習教材として「教材の泉」を作成している。

平成17年度入学予定者に提供できるよう、情報処理教育センターでe-Learningによる教材作成が始まった。数学の教材作成に私も参画させていただいたのでその報告をする。

数学教材作成

教材作成にあたっての考察

今回の目的は、入学前の学生が自学自習によって数学の力をつけ、大学の授業に支障なく入っていけるようにすることである。e-Learningシステムを使って、この目的を達成するには、問題・解答・設問形式はどうあるべきかを検討した。

(1) 問題の質と量

高等学校で必修とされている内容を押さえておくことは重要なことであり、今回も「数学I+A」の内容とすることとした。レベルは教科書レベルとし、基礎的なことがマスターできているかどうかを判定でき、学習者に過重な負担にならないよう配慮する。章立ては、次の10章とし、問題数は各章代表的な良問を10題ずつ選び、計100題で構成する事とした。

I 式と計算	II 実数	III 方程式・不等式	
IV 2次関数	V 三角比	VI 図形への応用	
VII 集合と論理	VIII 場合の数	IX 確率	X 平面図形

(2) 設問の形式

コンピュータ処理を考えた場合、現在使われている方法は主に次の2つである。

① 選択肢を作成し、学習者に選ばせる方法

この方法はアンケート調査で用いられている方法で、あらかじめ問題作成者が正解と何個かの誤答を含めて選択肢を作成しておき学習者に選ばせる方法である。コンピュータ処理がし易い利点がある反面あてずっぽうでも正解する場合もある。

② 桁数を指定し、学習者に入力せる方法

この方法は大学入試センターテストで用いられている方法で、学習者が問題を解き、正解をマークするか直接コンピュータに入力する方法である。学習者が正解を導かない限り正解とならないので、テストには最適なものである。

今回は、数学の問題を自学自習できるようなものとしたかったので、問題を与え、解答を示すのでは、参考書をコツコツ学習するのとなんら変わりがない。学習者が誤答分析できるような教材をe-Learningの形として作成するため、①の方法で設問し、解説で誤答分析できるようなシステムとした。

(3) 誤答例

解答や解説を作成することは容易なことである。むしろ選択肢の作成、つまり、学習者がどこで間違えばこのような誤答が出てくるか、を考え、間違えそうな部分を予想し、その場合の答えを選択肢の中に入れる。この作業が今回のシステムのもっとも重要な部分である。

(4) 具体例（2次関数の問題）

2次関数の章では是非マスターして欲しい内容は、2次関数の決定、グラフの特徴、最大・最小、放物線と直線の位置関係と交点の座標、方程式・不等式への応用 などであり、それらを10題にまとめた。

具体的な問題例を1題記述する。

問題

$x + y = 2$, $x \geq 0$, $y \geq 0$ のとき, $x^2 + y^2$ の最大値を a , 最小値を b とするとき, a , b の値を求めなさい。

次の中から適するものを選び, 記号で答えなさい。

- イ $a = 4$, $b = 2$ ロ a なし, $b = 2$
ハ $a = 8$, $b = 4$ ニ $a = 6$, $b = 4$

正解 イ

解き方

条件より $y = 2 - x$ を代入する。 $y \geq 0$ より $x \leq 2$

$$z = x^2 + y^2 = x^2 + (2 - x)^2 \\ = 2x^2 - 4x + 4 = 2(x - 1)^2 + 2$$

$0 \leq x \leq 2$ の範囲で最大値, 最小値を求める。

最大値 4 ($x = 0$, $y = 2$ または $x = 2$, $y = 0$ のとき)

最小値 2 ($x = 1$, $y = 1$ のとき)

したがって, $a = 4$, $b = 2$

間違っただ人への解説

- (1) 条件式の扱い方を知っていますか。

「条件式を使って文字を減らす。」

このとき, 不等式から範囲を決めることを忘れないように気をつけよう。

条件より $y = 2 - x$ を代入して文字を減らす。 $y \geq 0$ より $x \leq 2$

$$z = x^2 + y^2 = x^2 + (2 - x)^2 = 2x^2 - 4x + 4$$

2次関数の問題に帰着する。

- (2) 問題を2次関数の問題として書き直しなさい。

2次関数 $2x^2 - 4x + 4$ ($0 \leq x \leq 2$) の最大値, 最小値を求めよ。

- (3) $z = 2(x - 1)^2 + 2$ ($0 \leq x \leq 2$) のグラフを描いて最大値, 最小値を求めなさい。

最大値 4 ($x = 0$ または $x = 2$ のとき)

最小値 2 ($x=1$ のとき)

(4) 間違っただ原因を探ってみよう。

ロ を選択した人は、 x の範囲を作れましたか。

ハ を選択した人は、平方完成のところで間違えませんでしたか。

ニ を選択した人は、どこかで計算ミスをしていませんか。

この問題は、条件式の処理、 x の範囲の求め方、2次関数のグラフを使って最大値・最小値を求める問題であり、何箇所かチェックポイントがあり、今後数学の問題を解く上で重要な問題である。

終わりに

e-Learningには、次のような可能性を持っている。

- ① 時間や場所に関係なく学習ができ、自分のペースで自学自習ができる。
- ② 理解できない部分を自己診断し、繰り返して学習できる。
- ③ 学生の能力や理解力に合わせた学習を支援できる。
- ④ 学生の学習状況が把握でき、適切な指導を一人ひとりに行うことができる。
- ⑤ 双方向の通信で質問に応じたり、動画による教材発信も可能となる。

現在、各大学で、e-Learningによる授業形態が盛んになってきた。それは、基礎学力の補充として、対面授業の事前予習や事後復習に、学生の質問や討論の補完など幅広く活用されている。上のような可能性をもったe-Learningは今後更に発展していくと考えている。

今回、奈良産業大学情報処理教育センターを中心にe-Learningのシステムを研究開発されており、平成17年度入学生のプレアドミッション教育の一つとして、大学での学習にスムーズに入っていけるよう英語・数学の補充教材「教材の泉」が廣田英樹先生を中心に、北島健雄氏はじめ奈良産業大学の先生の協力で完成を見ることができた。この教材開発の一員として私も微力ながら参加できたことに感謝しています。現在は、「教材の泉」にとどまらず、学生の教育支援としてe-Learningの教材を多数開発されており、今後の活躍に期待しています。

引用参考文献

- | | |
|--------------|---|
| 「実践eラーニング」 | 荒木浩二 著 (毎日新聞社発行) |
| 「eラーニングの常識」 | 森田正康 著 (朝日新聞社発行) |
| 「学力の社会学」 | 荻谷剛彦, 志水宏吉 編 (岩波書店発行) |
| 「学力低下をどうみるか」 | 尾木直樹 著 (NHKブックス発行) |
| 「国際数学オリンピック」 | http://ja.wikipedia.org/wiki/ |