

物理学科新入学者に対する 入学前補習学習用 Web 教材の開発

成蹊大学 常勤講師 勝 野 喜以子
学習院大学計算機センター 助教 勝 野 弘 康
学習院大学計算機センター 客員研究員 真 野 博 史
学習院大学計算機センター 教授 入 沢 寿 美

1. はじめに

ゆとり教育以降の高校教育では、教科内容が改定されたり、授業時間が減らされたりと、理系の学生の学習内容や学習時間の減少が問題になっている。また、大学では様々な高校で教育を受けた学生が集まるため、教育内容のばらつきも問題となっている。さらに入学試験の形態の多様化により、推薦入学者やAO入試の合格者など試験が行われてから入学するまでにかなりのタイムラグが発生するため、学生が遊んでしまうということも問題視されている。文部科学省の諮問機関である中央教育審議会は、平成20年12月24日に出した「学士課程教育の構築に向けて」（答申）の中で、“第2章-第3節-2 初年次における教育上の配慮、高大連携”をあげている。ここでは大学に期待される具体的な改善方策の一つとして「大学や学生の実情に応じて、補習・補完教育の充実を図る」とされており、大学におけるリメディアル教育が求められており、多くの大学でさまざまな取り組みが行われている。

学習院大学物理学科においても、指定校推薦と公募制推薦の2つの推薦入学制度を設けており、入学者の約20%を推薦入学者が占めている。近年、推薦入学した学生の中に一般入試で入学した学生より学力の低い学生がいることが問題となっていた。この原因として、実際の授業担当者からの意見としては、

- 推薦入試の評価基準に問題がある
- 高校でのドリルが足りない → 学習量不足
- 合格後～入学まで勉強しない → 学習習慣

といったことが挙げられている。そこで、我々はこれらの問題を解決するために学習院大学物理学科推薦入学者に対し、入学前教育を実施することにした。原則として、推薦入学者は高校教育の内容は一般の高校生より理解していると考えられるため、本プログラムの目的は基礎学力を補填することではなく、“基礎学力の維持・向上”であり、この点が他大学で行われているリメディアル教育との大きな違いである。

また、本入学前教育プログラムの受講は、強制ではなく任意のため、推薦入学者全員が受講しや

すいプログラムであることが必須となる。そこで、我々は「全国各地から受講できる」「受講生の金銭的な負担が発生しない」ように配慮し、e-learning による入学前教育用プログラムを構築した。

ここでは、今回作成した入学前教育用の e-learning 教材に関して報告するとともに、2012 年度推薦入学予定者に対して実施した入学前教育プログラム結果を報告する。

2. 入学前教育の内容と使用教材

学習院大学の場合、推薦入学が確定するのは 12 月のため、実質的に入学前教育が可能な期間は 1 月～3 月までの 3 か月間である。さらに、物理学科の推薦入学者に限られていることから、入学前教育の内容も“物理学科で必要となる分野”で“大学（物理）を感じさせる”内容であることが望ましい。そこで、学習内容は「微分・積分（高校数学+ α ）」に絞ることとした。

また、推薦入学者は全国各地に散らばっているため、スクーリングなどの手法をとることは難しい。数学のドリル教材を配布したり、テストを郵送させたりしている大学もあるが、今回は e-learning 教材を用いることにした。e-learning 教材の場合、受講者はインターネットに接続されたパソコンさえあれば、いつでもどこでも学習可能であり、運営側も受講状況などの管理がリアルタイムで可能になる。しかし、自宅にインターネットに接続したパソコンがないなどのデジタルデバイスに考慮し、家庭での学習が困難な場合には高校側でパソコン環境を提供してもらうよう、高校側に書面を送り、協力を要請した。なお、2012 年度の推薦入学予定者は 11 人であり、そのうち、10 人が本入学前教育を受講した。（今回は全員、自宅からの利用であった。）高校に書面を送って協力を要請すること自体は、他大学の入学前教育でも実施されており、これにより入学前教育の受講率が上がるといわれている。今回の場合も、入学前教育を受講しなかった 1 名は、書面を送ることのできなかった海外帰国子女であった。

次に、「微分・積分（高校数学+ α ）」の内容で前述の条件を満たすような市販の e-learning 教材を探した。現在市販されている教材は学力の補填を目的としたものが多く、物理学科の推薦入学者向きではなかった。そこで、独自で e-learning 教材を開発することにした。開発に際しては、学習院大学ですでに別の e-learning 教材のために導入されていた学習管理システム（以下、LMS）の WebClass を用いることにした。なお、WebClass を提供している日本データパシフィック株式会社には、事前に入学予定者に対する ID の発行に関する許可を得ている。また、WebClass 上で利用できる“リメディアル数学”という e-learning 教材を購入し、WebClass 内での教科書として利用できるように導入した。

図 1 は作成した e-learning 教材の練習問題の学習画面 (a) と解答画面 (b) である。（確認試験では解答画面は表示されない。）図 1 (a) のように学習画面は 3 つに分割されており、左半分が問題番号やメニュー、右上が問題提示画面、右下が解答欄になっている。残念なことに WebClass では積分

記号や上付き文字など、数学で必要となる記述を解答欄に入力することができないため、数学の問題が非常に作りにくい。そのため、問題作成の際には、整数もしくは実数で回答できるように配慮している。センター試験と同じような出題方式になるが、出題内容や回答方法に関しても、単なる選択問題にならないよう、証明問題や解き方を誘導するような問題を作成するなどの工夫をした。

図 1 (b) は解答後に表示される解答画面である。左側には得点・正答率などが表示され、右上の左画面には問題が、右上の右画面には学習者の入力した解答が表示される。ここには、学習者の解答に対する正否は表示されるものの、正解は表示されないため、学習者は満点になるまで何度も解きなおすことが可能である。また、右下には我々が独自に作成したヒントが表示されるようになっていたので、一度解答した後にヒントを参考にして再度解きなおすことができるし、たとえ正解していても自分の解き方とは違う解き方を学習する機会にもなる。図 2 は、問題を解くにあたって何を参考にしたかを聞いたアンケートの結果である。これをもみても、ヒントが重要な役割を果たしていたことがうかがえる。ただし、このヒント画面は数式や図表などを図にして、HTML で作成する必要がある。なお、今回作成したヒント画面では、教科書に書かれているような内容については、購入した“リメディアル数学”へのリンクを張るようにしたが図 2 のアンケートの結果からもわかるように、教科書は手元に用意しているようなので、必要ないと考えられる。

なお、LMS (WebCalss) と作成した e-learning 教材の利用に関して、実施後にアンケートを行ったところ、図 3 に示すように操作性は簡単だったようで、操作に関する問い合わせは 1 件もなかった。

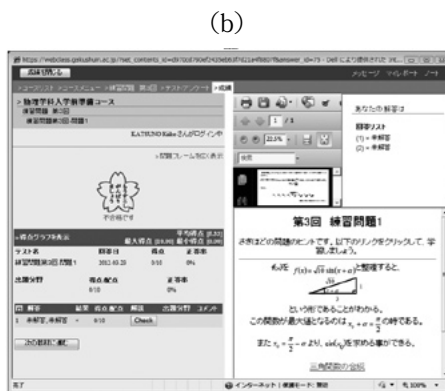
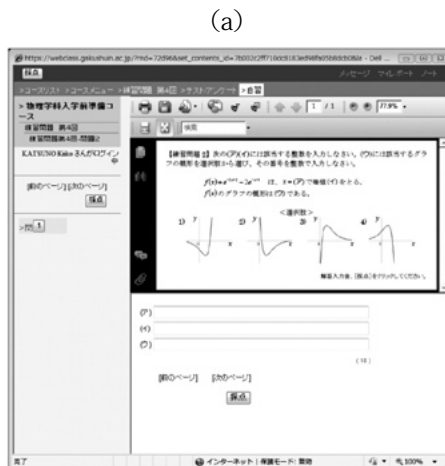


図 1：開発した e-learning 教材
(a) 学習画面 (b) 解答画面

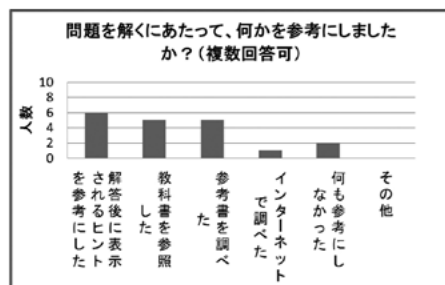


図 2：解答の際の参考資料

3. 2012 年の実施方法と結果

入学前教育の案内は、推薦入試の合格者に配布される書類にて通知した。その後、実際に入学手続きを行った人（2012 年度の推薦入学予定者）に関する情報が学習院大学のアドミッションセンターから計算機センターに通知された。その後、入学手続きを行った推薦入学予定者とその出身校に対し、入学前教育教材のマニュアルや ID の情報を 12 月末までに到着するように送付した。

2012 年度の入学前教育の全体スケジュールは表 1 のとおりである。確認試験の前に操作練習ができるように、簡単な問題を 6 問ほど用意しておいた。受講者のうち 3 分の 2 は事前に操作練習問題を解いてから試験に臨んでいた。

確認試験は、1 回 6 問（1 問 10 点で 60 点満点）で構成されており、制限時間は 60 分で 1 度しか受けることはできない。確認試験 1 では高校の数学の教科書レベルの問題を出題した。平均点は指定校推薦生が 57 点、公募制推薦生が 50 点と比較的高得点で、高校生平均の数学の学力レベル以上であることが示された。このことから、推薦入試の評価基準には問題がなさそうだと考えられる。また、今回の確認試験では、三角関数の微積分が弱いことが判明した。このような確認試験の分析結果は、その後の練習問題作成に反映している。

練習問題は、1 回に 10 問ずつ（1 問 10 点で 1 回 100 点満点）提供され、制限時間はなく何回でも受講することが可能である。確認試験 1 以降は、問題の正解率や解答にかかった回数を分析し、

学習システム(Web Class) は簡単に使えましたか？

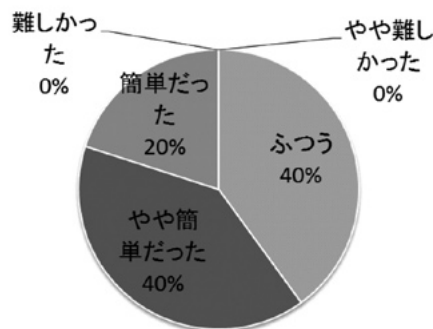


図 3 : LMS の使用感

表 1 : 2012 年度入学前教育スケジュール

	形式 (1 問 10 点)	受講期間
確認試験 1	全 6 問 (60 点満点) 60 分 1 回のみ	マニュアル到着日 ~1 月 16 日(月)まで
練習問題	1 回 10 問 (400 点満点) 制限時間なし 回数制限なし	1 回目 1 月 30 日(月)~ 2 回目 2 月 6 日(月)~ 3 回目 2 月 13 日(月)~ 4 回目 2 月 20 日(月)~
確認試験 2	全 6 問 (60 点満点) 60 分 1 回のみ	3 月 5 日(月) ~3 月 12 日(月)まで

次の回の問題に反映させ、問題の難易度を徐々に上げていった。練習問題の作成に当たっては前述のように様々な工夫を行っている。なお、練習問題の分析の中で、実数を代入して計算した結果を四捨五入して答えるというのも苦手であることが判明した。さらに、アクセスは14時～16時と夜に多く（図4参照）、曜日に偏りが無い（図5参照）こともわかった。受講生には毎週月曜日に新たな練習問題が提供されることを事前に通知してあった。1問目から順に正解になるまで繰り返し解答する受講生や、わかる問題から回答していく受講生、一日何問というようにペースを配分している受講生など、スタイルはさまざまだが、学習時間や方法を受講生が自己管理していることがうかがえた。ただし、今回利用した学

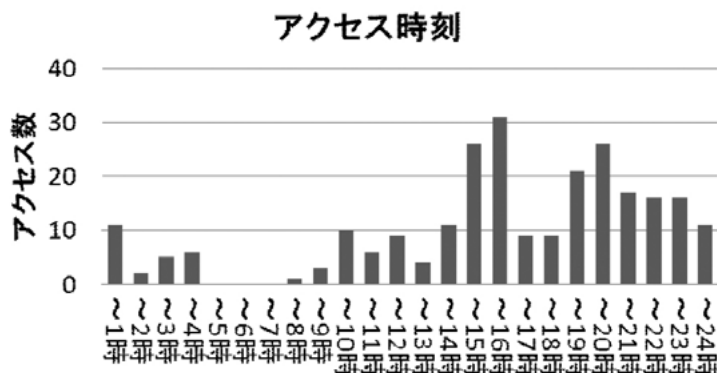


図4：学習者のアクセス時間の統計

何曜日にアクセスが多いか？

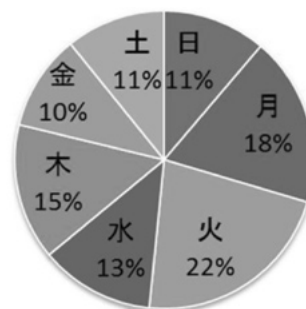


図5：学習者のアクセス曜日の統計

表2：練習問題の平均点と解答回数

	平均点 (400点満点)	平均解答回数 (最小解答回数40回)
指定校推薦	399点	93.2回
公募制推薦	291点	85.5回

習管理システムでは、「何を間違えたか」とか「どう間違えたか」をチェックすることはできるが、記述式ではないため「途中のどこで間違えたか」をチェックすることはできなかった。練習問題では、指定校推薦の受講生の練習問題の平均点と平均解答回数は、表2のようになった。練習問題は400点満点であり、全問回答した場合の最小解答回数は40回である。このことから、指定校推薦生は、満点になるまで何度もトライしていたことがうかがえる。（ただし、成績のトップは公募制推薦生で400点、解答回数は52回であり、ほぼ1～2回の解答で正解していたことがわかる。）

確認試験2は確認試験1と同じ方式で練習問題の中で正解率が低かった問題や解答に時間がか

かった問題、もしくはその類似問題を出題した。平均点は指定校推薦生が35点、公募制推薦生が28点だった。(ただし公募制推薦生のトップは満点で、これを除くと平均は12点であった。)問題のレベルが高かったので確認試験1より平均点は下がったが、解答をチェックすると、学力レベルが維持されていることが分かった。

4. まとめ

2012年度学習院大学物理学科に推薦入学予定者に対し e-learning 教材を用いた入学前教育を実施した。本プログラムは強制ではないにもかかわらず、2012年度の推薦入学予定者のほぼ全員が受講した(受講しなかったのは1人のみ)。

図6は、本プログラムの終了後に、受講生に対して、今回の取り組みのどのような点が効果的だと感じたかを聞いたアンケートの結果である。「学力の維持・向上がはかれる」「学習習慣が保たれる」など、こちらの狙い通りの効果を感じていることがうかがえる。なお、「インターネットさえ使えばいつでもどこでも学習できる」という点には効果を感じていないことから、すでにインターネットは当然のように利用している世代であることがうかがえる。

また、アンケートの自由記述欄には、表3のように様々な意見や感想が寄せられた。「大学を見通した内容で意味がある勉強をできた」「学校がない間に学習意欲、習慣を保つのに非常に役立った」などの記述から、入学前教育が学習習慣の維持や学習意欲の向上(大学に対する意識)などに貢献できたことがうかがえる。

今回実施した入学前教育プログラムでは既存の学習管理システムを利用し、e-learning 教材を独自開発することで、受講生の金銭的な負担もなく、少ない経費で入学前教育を実施することができた。入学前教育のために受講生に金銭的な負担を強いている大学があることを考えると、受講者にとってこれは大きなメリットである。また、今回の開発した e-learning 教材は、作成済みの問題の数が増えれば、実施にはそれほど労力がかからない。ただし、どの程度の難易度の問題が、どのくらい用意されていればよいかは今後の検討課題である。今回作成した e-learning 教材のデメリットとしては「数学の問題が作りにくいシステムである」「途中のどこで計算を間違えたか」はチェックできない」といった、WebClass のシステム上の問題があげられる。たとえば、マウスでクリックすると積分記号や分数などが入力できるような数式入力システムが開発されれば、解答方法の幅が広がり、より学習効果の高い教材を作成できると考えられる。

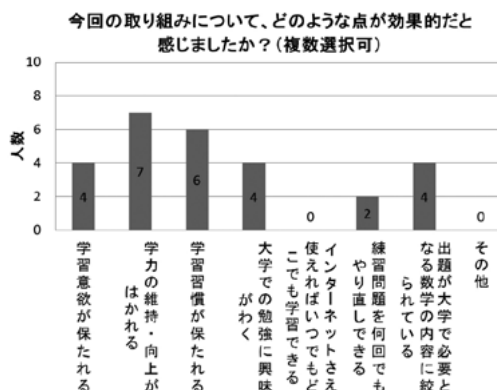


図6: 効果的だと感じた点

表 3：自由記述欄に書かれた意見

大学への興味
<ul style="list-style-type: none"> • 「e^{-ax^2}の定積分した際の値」という問題を見たとき、まったく意味がわからなくて、解き方を見てもまったく頭に入ってこなくて、大学というものは今まで想像していた以上に厳しいところだと実感しました。 • 大学を見通した内容で意味がある勉強をできたのではないかと思います。 • 問題中に全く知らない法則が何度か出てきたとき大学生になるという実感がわいてきました。
学習習慣の保持
<ul style="list-style-type: none"> • 学習習慣を保つ意味でもいい勉強になりました。 • 学校がない休日の間に学習意欲、習慣を保つのに非常に役立ちました。
学習意欲の向上
<ul style="list-style-type: none"> • まだまだ積分計算の力不足感を感じるので復習していきたいと思います。 • 大学に合格してからというもの明らかに勉強量が減りましたが、このような課題を出してくださるおかげで忘れてしまっている範囲が明確となりさらに、勉強への焦りを感じました。私は勉強をまたやりなおそうと思い、勉強意欲が増加しました。 • 入学するまでには、今回の問題を全部解けるようにしておきたいです。 • 自分のできなさがよくわかる結果でした。かなり難しく感じました。

また、本入学前教育プログラムの大きな特徴は、受講生の解答を分析して、毎週提供する問題のレベルを調整していることである。これらの分析による適切なレベルの問題の提供は、学習意欲を保つためにも重要な役割を果たしていると考えられる。ただし、実施の際には学生のレベルや傾向を分析できる人が必要となるため、学生アルバイトや業者には外注しにくいので、現任教員もしくは退職教員のサポートを検討する必要がある。

本入学前教育用教材とプログラムの今後の運用形態については考慮中であるが、持続的なプログラムとして今後の活用が期待される。なお、入学前教育としての効果をどのように測定するか？に関しては今後の課題である。

本研究は、2012年9月6日に私立大学情報教育協会主催で行われたICT戦略大会と2012年9月14日～16日に日本教育工学会主催で行われた第28回全国大会において報告済みである。