

報告4 「工学系数学における新たな授業制度の試み—1 週複数回授業、成績更新型履修制度、単元クレジット制」

伊藤 浩 行 (広島大学大学院工学研究院准教授)

広島大学の伊藤浩行と申します。よろしく申し上げます。直前の森本先生のお話は医学部にだいぶ特化された話でしたが、私の方もどちらかというと工学部に特化した話になります。私は工学研究院の中の数学のグループに属していますが、専門は工学部ではなくて、いわゆる数学の教員になります。工学部では数学が非常に大事ですので、その数学を教えているという立場からこういったいろいろな取り組みをしてきて、それを2008年度の教育GPに採択いただきました。今回のフォーラムは「単位制度から見る教授学習・カリキュラム」ですので、今日はその中から、単位制度に関係している部分を少しかいつまんでお話ししたいと思います。

(以下スライド併用)

先ほど医学部の方はいろいろ外圧があつてというお話がありましたけれども、やはり工学部も違った外圧があり、一番の外圧は産業界というところですね。工学部ではどういった学生を養成するかといいますと、最終的には高度専門技術者ないしは各種研究者を育てるとというのが一番のポリシーですので、当然、産業界の方からの要望もあります。

そういった中で工学部で数学はどのような位置を占めているかといいますと、皆さまご承知と思いますが、現代の社会では、見えている部分、見えていない部分が非常に多くありますけれども、数学がすべての工学のベースにあって発展しています。見えていない部分の方が大きいとは思いますが、非常に高度な数学がいろいろなところに使われています。

そういったものを操るには、工学部を卒業したすべての学生がちゃんと数学というものを道具として使いこなして、言葉として使いこなすということが必要となりますので、工学教育では、やはり専門の工学の授業の基礎となる数学教育がベースでは一番重要かと考えられます。(スライドNo.2参照)

そういった中で私どもは、これまで工学部における数学教育に関してどういったことをしてきたかといいますと、まず基本的にはコア・カリキュラムという考え方にのっとり、工学部で基礎となる数学に、道具としての数学という側面から見た見方として「工学系数学」という名前を付けました。そして、数学は基本的に積み重ね、積み上げ形式で教えていきますので、基礎部分と応用部分という形に分けました。

その数学におきましてコア・カリキュラムという考え方に基づいて、さらに数学はその後に工学部の学生にとってはいろいろな専門を勉強する上での基礎になりますので、最低限どういったことが必要か、どういったことを知っていないといけないかといった項目を具体的に提案しました。それに基づいて、これはご存じないかと思いますが、大学の枠を越えて客観的な客観テストを全国的に実施し、学生自身に自分の能力を知ってもらおうといったことで展開してきました。(スライドNo.3参照)

これから非常に細かい話になるのですが、現在、私どもの数学のカリキュラムは大体こういった形になっています。これがすべての工学部の学生に対して積み上がっていきます。私どもはちょうどこここのところに線を引かして、少なくともこの下の部分は工学部を卒業する学生であればみんな知っておいてほしいという共通の言語ととらえました。その上に、工学部の専門教育との橋渡しをするためのもうちょっとアドバンスな数学が載っているととらえました。先ほど申しましたように、基礎的な部分に関しては何をどこまで知っていないといけないかということを知学生に提示した上で、それに基づいて客観評価を行ってきたということです。

今回の教育GPの内容は、このあたり(数学応用の部分)ももう少しきちんとコア・カリキュラムにのっとった形で学生にどういったことが要求されているかということを知提示すること、そしてこれらがどちらかという入れ物といえますか、ハードウェアと考えますと、それに対するソフトウェア的な部分の改良、即ち、それぞれの科目の何をどこまで勉強したらいいかわかったところで、勉強の仕方もちろん問題ですし、授業の内容や授業の仕方、形態など

人間がかかわる部分を改良しようということです。特に今日の単位制度ということと関連していろいろ難しい問題があり、そこに改善が可能な限り、ぎりぎりなところまで手を入れていこうということです。

もう一つは、数学というのは工学部においては道具ですので、それを実際に彼らが使って専門の科目を扱えるという、その橋渡しをする部分にもう少し手を入れましょうといった形です。(スライド No.4 参照)

これは教育 GP の取り組みの全体像なのですが、全部説明している場合ではないので、基本的なポイントは何かといいますと、ソフトウェアの部分に関してはもう学生に勉強してもらわないとしょうがないので、とにかく勉強する仕組みを作るということです。それもモチベーションを上げたり、周りでサポート体制を確立したり、いろいろなことをしながら、とにかく学生が勉強するという方向に持っていくというのが一つの目的です。(スライド No.5 参照)

これは先ほどの図で、同じようにコア・カリキュラムにのっかって入れ物を作りましたが、それは今日の話ではなくて、今日はむしろソフト的な部分を扱います。キーワードを載せてありますけれども、週複数回授業によって講義と演習の融合を図りました。それから、TA を複数配置して、きめ細かい学習ができるようにしました。そして、単元クレジット制は後でご説明しますが、いわゆる擬似的なクォーター制のようなものを導入しました。それから、これと連動しているのですが、成績更新型履修制度です。これも後でご説明します。これらで学習を継続してもらおうというようなことです。そして、サポート体制として学習支援室といわれるものを充実させていくというあたりがポイントになってきます。(スライド No.6 参照)

まず、週複数回授業です。これはいわゆる基礎教育を大学で担当されている方は皆さんお感じになっているかと思えます。高等学校までは週に何度も、例えば数学という科目であれば週に3回月・水・金と数学をやって、どんどん進んでいくわけですが、大学にきた途端にいきなりすべての科目が週1回となってしまいます。90分ずっと座って聞かされて、「はい、おしまい」、次の授業はというと、次の週の同じ曜日までありません。もちろん時間外学習があるわけですが、学生にとっては、次から次へと違う科目が並んで、それが1週間全部違って、その続きは次の週ということです。これは基礎教育、特に数学のように積み重ね方式の学問にとってはとてもよろしくない状況です。1週間たつて授業をすると前のものを忘れてしまうので、また復習しないといけない。復習すると授業時間の3分の1がなくなってしまいます。同じことをもう1回することは、それはそれで反復学習という観点からはいいのですが、絶対的な時間がどうしても少なくなってしまうのです。そこをなるべく高等学校の方に近づけようということです。もちろんアメリカでは、例えば数学の授業ですと90分を週に火・木とか、60分を月・水・金という週複数回の授業で行われているわけです。(スライド No.7 参照)

今回は、一番最初に勉強する数学科目の微分学と積分学に関してです。従来あった微分学は1年生では微分学、線形代数、数学演習 I の三つの数学を履修するのですが、講義が二つ、演習が一つです。この演習と講義(微分学)を足して、2単位足す1単位で3単位ということで、講義演習という名前の一つの科目にしました。それを週に2回行うのです。そのことによって、もちろん講義ばかりするのではなくて、講義と演習を一体化してしまっ、教員に自由度を持たせた上で週複数回授業をしようという形になります。

具体的には、09年度から一部の類に始めました。これはすべての工学部の学生に対してできればもちろんいいのですが、教養的教育科目の中にありますので、時間割が完全にリジッドになっていて組み換えすることが難しいのです。それから、教養的教育科目ですので、非常勤の先生の割合がちょっと高く、こういった変革がなかなか難しいのです。その中で、全部で工学部の新入生は大体500名弱がいるのですけれども、そのうちの4分の1の機械材料系の約100名に対して09年度から始めました。これは09年、10年と前期、後期ですから4回です。クラスを二つに分けていますので、のべ8クラス分を今まで実施してきました。もちろんこれは今後もずっと続くわけです。(スライド No.8 参照)

これを実際にやった後で、学生のアンケート、教員のアンケートとインタビュー、それから、先ほどちょっと申し

上げた客観テストの成績で少し効果を検証したいのですが、ポイントはいくつかあります。

一つは、週複数回授業であるということ以前に講義と演習を一緒に混ぜたということです。従来は講義は講義の先生が、演習は演習の先生が、同じようなことを2度やりながらやっていたわけですが、それが非常に効率化できました。また、1人の先生が自由にできるようになりました。このあたりは、同じような科目を担当されている方であれば当然思いつくことで、こういうことをしてほしいなと思っている方も多いのではないかと思います。学生の方にすると、「これはよく分からないな」と思ったぐらいで教員がさっと演習を出します。教員の方の自由度が非常に高いので、学生にとっては勉強がうまくいくということで、学生からは非常に評判が良かったものです。(スライド No.9 参照)

週複数回という観点からは、同一担当者がもちろん週複数回の授業をするわけです。これは意外に気が付かなかったのですが、週複数回、つまり90分を週2回で15週間やりますので、30コマ分あるわけです。演習と講義の両方を合わせると、やはり30コマ分はあったのですが、1人の担当者がすることによって、気持ちの上でだとは思いますが、同じ内容で何となく2倍の授業時間になったような錯覚に陥るのです。それで、非常にゆっくり授業は進むことができます。にもかかわらず、週2回ありますので、15週が終わると、以前と同じか、もう少し深く教えることができているということで、1コマ当たりの講義内容はそんなに多くないのですが、1週間で見ると結構な量を進んでいます。それから、学生にとっても当然、かみ砕いた授業をゆっくり聞けるので、思ったより受け入れやすいということです。

あとは、当然予想される効果があります。(スライド No.10 参照)

もう一つポイントとしては、TAをたくさん配置して教員の負担を大幅に減らすということです。これももちろん効果は十分に表れているかと思います。

先ほど申し上げたように、実際に工学部の学生全員に対して時間割を変えることができればいいのですが、それができませんでした。ちょうどいいので、この週複数回授業をした学生とそうではない学生に対して、その後行った客観テストの得点に差があるかどうか統計を取ってみました。これは2009年度の客観テストを受験した学生ですが、この学生たちは講義演習という新しい週複数回のタイプの授業を受けていない学生たちです。これは講義演習を導入した機械材料系の学生たちの点数の移り変わりですが、2010年の方の試験で講義演習を実際に受けた学生たちで、機械材料系の学生の得点はこうです。そして、こちら(その他)の方はともに機械材料系以外の学生ということで、どちらも講義演習という形にはなっていない、従来型のままで行っています。ですから、試験の難易度が違いますので、これが大体、試験の難易度だと、こちらの年(2009年)はちょっと簡単で、こちらの年(2010年)はちょっと難しかったと考えますと、それに対して講義演習を行った方のグループではやはり得点が伸びています。これは実際に統計の人がチェックして、有意な差になっているということでした。(スライド No.11 参照)

さらにこういったものに加えて、学生をサポートする体制として、これは最近国立大学でもそうですし、私立大学などはずっと昔からやっていることかと思えますけれども、いわゆる学習支援室という学生の質問受付箱のような受付室を導入しました。

一つの特徴として、実際に数学を担当している教員が代わる代わるそこに常駐しています。その時間内であれば、決してTAなどではなく、誰か数学の先生が必ずいます。これは従来オフィスアワーというものが各教員に与えられて質問受付時間があったわけですが、その全員のオフィスアワーを持ってきて一元化して平らにならして、1週間に分散したという形にとらえていただければよいと思います。

開設当初は学部学生の授業のサポートだけだったのですが、工学部の特殊性から、大学院生ももちろん数学に関していろいろ分からないことがありますし、さらにはその上の研究者の方にも向けて、数学に関するあらゆる質問ないしはコーディネートを受け付けるという役割に進化しています。

実際に、その効果測定はちょっと難しいのですが、訪れる学生の数は、緩いですが増加していています。一つには、一度来ると、単に質問するだけではなくて、こちらの方から「あれは知っているか、これは知っているか」と聞

きます。質問された内容についても「これを知るにはこれを知らなければいけないけれども、君はこれを知っているのか。こういうのは何だっけな」という形で個人教師みたいなことをするわけです。1回来ると大体1時間以上はそこにおいて、いわゆる授業外の学習をさせられるわけですが、自分1人に対してやってくれるということで非常に評判が良く、何度も何度も来る学生がだいぶ増えてきました。

あとは、疑問をたくさん持ってくる学生、その他いろいろあります。ただ、問題点としては、どうしても試験前に集中するとか、大学院の入試前に急に勉強を始めて来室が集中するといったことがあります。全体として、今のところは人数はそれほど多くないのですが、安定的に少しずつ増えているといった形で、継続することが大事だろうと考えられます。(スライド No.12 参照)

それから、単元クレジット制です。簡単に説明しますと、半年1コマ16回の授業で、ちょうど半分ぐらいで内容が分けられるというような科目について、7回授業をして試験1回、それから7回授業をして試験1回というように、ちょうど授業の前半部分と後半部分に分けて、それぞれにクレジットを与えましょうということです。これは前半の試験は従来は中間試験だったわけですが、中間試験と期末試験を足して60点を超えたら合格にしてあげようということで今年から試行を始めてはいるのですが、不合格者の中にも、例えば前半の試験で80点を取っているけれども、後半の試験は息切れしてしまって20点、10点で結局落ちてしまったという学生については、60点以上獲得した前半の試験の方にクレジットをあげましょう、次の年は前半の部分の試験は合格したものとみなして免除してあげますよ、というのが単元クレジット制です。

導入した理由の一つには今言ったこともありますが、途中履修放棄者が工学部には非常に多くて問題になりました。最初にご覧いただきましたように、数学の科目が非常に多いので、数学をするために工学部に来たのではないのだけれども数学ばかりやらされているということで、数学を勉強していて途中で嫌になってしまって、中間テストまでは受けていい成績だったけれども、やめたと言って履修を放棄してしまう学生が10%を超えるぐらいの一定割合おります。そういうものを減らそうと、こういうアイデアが導入されたわけです。

実際に今年度に行った確率統計では、合格者はこのぐらい(393名中315名)、不合格者はこのぐらい(393名中78名)で、本当の意味で単元クレジット制を導入すれば、ここの部分は、単位は確かに60点に足りているのだけれども、両方60点を取っているわけではなくて、合計で60点ということで、どちらかは落ちているという学生がこのぐらい(黄色い部分の左側)います。それから、不合格者の中にも、不合格だけれどもどちらかの単元は合格しているというのがこのぐらい(黄色い部分の右側)いるので、試行ではなくて、ちゃんと始めれば、この辺の学生たちにもう少し勉強してもらって、きちんと身に付けてもらうということが可能になると思います。(スライド No.13-14 参照)

成績更新型履修モデルは今の単元クレジット制と連動するのですが、2年生の前期で、例えば確率・統計を履修して合格したとします。そして、数学統一試験という客観テストが12月に行われていて、私どもの学生の2年生、3年生は強制的に受験させることになっているのですが、その統一試験の確率・統計の分野で非常に好成績を修めたとすると、一度取った確率・統計の成績をワンランクアップさせてあげようということです。例えば、ぎりぎり可(C)で合格したけれども、その後に勉強して統一試験で95点を取ったとします。そうすると、その学生は可の後で勉強しているので、可ではなくて良(B)に成績を更新してあげよう、次の年にもまた数学統一試験で100点を取ったら、良ではなくて優(A)にしてあげましょうという形で、継続的に学習してもらおうといった仕組みになりました。これは実際に確率・統計という科目について行いました。(スライド No.15 参照)

これはまだ結果がそんなに出ているわけではないのですが、実効性があるのかということに関しては、統一試験の高得点者の当該分野の単位取得時の成績を調べてみますと、意外と単位を取得したときは秀(S)ではないのだけれども、その後頑張って統一試験では良い成績を修めているというようなことになっています。ここに90点以上とありますが、実際の統一試験では二週間違えると90点を切ってしまうので、かなりよくできている学生たちになります。

これを今年度から始めました。確率・統計では実際に90点以上の高得点者がいましたが、その学生は全員もともと秀だったので実際に成績を書き換えた学生はいないのですけれども、十分実効性があると考えられます。

ここまでの今のところが授業の改善、ソフトウェアの改善の部分です。(スライド No.16 参照)

さらに数学を実際に工学の専門の方に橋渡しするというので、いわゆる基礎科目では恐らく非常に珍しいと思うのですが、課題解決型の授業を導入しました。その際にポイントが二つあります。一つは、基礎科目の方から課題解決型の授業を提唱したということ、もう一つはグループ学習を取り入れたということです。グループ学習には教員はかかわらずに、学生だけで実際に学習させます。実際の工学問題を数学に翻訳して、数学で解決して元の工学の問題に戻して、問題が解けたとなるように、教材を用意してグループで学習してもらいます。(スライド No.17-18 参照)

このスライドはトピックスの例です。これは課題例ですが、実際に最後にちゃんと学生にプレゼンをしてもらって、先生が講評して終わります。これはミニ卒研のような感じなのですが、数学のような基礎科目の中でこういうことをするのはほとんど例がないと思うのですが、学生にとってはこれで非常にモチベーションが上がりました。(スライド No.19-22 参照)

グループ学習というもう一つのポイントがあるのですが、これは工学部の学生に限るのかもしれませんが、当初私は学生というものは個人プレイが好きだから、こういうグループ学習はそぐわないのではないかと考えていたのですが、学生の方からはグループ学習の形態が非常にウェルカムだという回答ばかりが来しました。全体として、座って講義を聞いて、あとは紙と鉛筆で演習するというのではなくて、自分たちで課題を解決するといったタイプの課題解決型の授業が基礎科目の中にあるのは非常に良いという評価をいただいています。(スライド No.23 参照)

説明しませんでしたけれども、実はグループ学習の中に博士課程後期の学生をコーディネーターとして入れています。これをスーパー TA と呼んでいます。博士課程後期学生にとっても非常に良いティーチング・エクスペリエンスになったと言えらると思います。(スライド No.24 参照)

まとめさせていただきます。従来の単調な講義と、今まで問題演習もいろいろやってきたとは思いますが、かなりのものが一方向であったのではないかと思います。基礎学問ですので、やはり学生が主体的に動かない限りは全然身に付きません。それから、数学は工学部においては2年生、3年生、4年生とずっと使う道具ですので、授業が終わっても継続的な学習が必要です。これは単位を取った後でも、それこそ時間外学習が必要だと思います。現行の単位制度の中でもいろいろアイデアはあるのではないかと考えています。どうもありがとうございました(拍手)。(スライド No.25 参照)

(松下) どうもありがとうございました。それでは、何かご質問がありましたらお願いします。よろしいですか。

現在の単位制度の下でも、学部の教員が協力すればこれほどいろいろな取り組みができるのだということを知ることができて、勇気をいただいたような気がします。先日、MITの先生に伺いましたが、MITでは1科目を12単位にして、その12単位も講義、実験やフィールドワーク、授業外学習の3種類に各教員が自由に配分できるということです。今回の広島大学の取り組みの中でもそのように柔軟性が増すことは教員にとっては魅力的ですし、効果が上がっているということでも非常に素晴らしい取り組みだと感じました。どうもありがとうございました。

続きまして、最後のご報告になりますけれども、澤登秀雄さんの報告に移らせていただきます。澤登さんは創価大学をご卒業後、そのまま創価大学の職員となられまして、企画管理事務室、それから大学基準協会に出向されまして、また創価大学に戻られてからは認証評価などもご担当されています。現在は教務部教務課の課長でいらっしゃいます。澤登さんのご報告の中では、オナーズ・プログラムを通して学生の学習コミュニティを作り、その中で学生が授業外学習に取り組んでいくという取り組みについてお話しいただくことになっております。

広島大学

工学系数学における新たな授業制度の試み
 —— 週複数回授業、成績更新型履修制度、単元クレジット制 ——

広島大学大学院工学研究院情報部門
 工学部応用数学グループ
 准教授 伊藤 浩行

第17回大学教育研究フォーラム
 2011年3月17日 京都大学百周年記念時計館

背景(現代社会における数学の役割)

数学こそ、すべての産業の核である
 Alexander von Humboldt
 数学がなければ闇の中で手探りし続けるのと同じだ
 Werner von Siemens

ありとあらゆる産業において
 ありとあらゆる数学が重要

工学では数学が道具であり言葉であり
 工学教育の要としての数学教育は重要である

広島大学工学部の教育GP以前の取組

工学系数学 = 工学系学生にとって必要な知識、能力という側面から数学を捉えたもの = 数学基礎 + 数学応用

工学系数学において標準的に教えられるべき分野と到達目標、必須項目の提案

それに基づいた客観的質保証システムの構築

EMaT の全国展開
工学系数学統一試験
 05年度特色GP「工学系数学基礎学力の評価と保証」として採択

工学系数学における数学基礎と数学応用

変分法
 離散数学
 総合演習
 複素解析
 フーリエ解析、偏微分方程式
 ベクトル解析
 確率・統計
 常微分方程式
 線形代数学
 微分学、積分学、数学演習

数学応用
 数学基礎
 到達目標と必須項目の提案

EMaT
 客観評価としての工学系数学統一試験

機械材料系 電気電子システム情報系 建設環境系 化学バイオプロセス系

工学教育を支える「数学力」養成プログラム
 — 数学と工学がジョイントした新教育システムの構築 —

授業制度改革と授業形態改善による新教育システムの構築
 工学系数学基礎教育の評価・保証プロセスの完成
 数学と工学のジョイントプロジェクトによる問題解決型演習の導入

工学系数学基礎教育の評価・保証プロセスを完全なものとし、新たな切り口による教育方法ときめ細かい教育体制、厳格な基礎学力評価保証システムを組み込んだ新教育システムの構築により学習意欲を向上させ、蓄積された数学基礎学力を工学問題の解決に自在に活用できる「数学力」を身につけた工学部学生を育てる

学生が勉強する仕組みを作る

・抜本的授業改善
 ・サポート体制確立
 ・客観評価体制

工学系数学における数学基礎と数学応用

変分法
 離散数学
 総合演習
 複素解析
 フーリエ解析、偏微分方程式
 ベクトル解析
 確率・統計
 常微分方程式
 線形代数学
 微分学、積分学、数学演習

数学応用
 数学基礎
 到達目標と必須項目の提案

EMaT
 客観評価としての工学系数学統一試験

機械材料系 電気電子システム情報系 建設環境系 化学バイオプロセス系

授業制度、授業形態の改善

- ・週複数回授業や講義と演習の融合による効率化
- ・複数TA配置によるきめ細かな学習
- ・単元クレジット制による疑似クォーター制の導入
- ・成績更新型履修制度による継続的学習誘導
- ・学習支援室によるサポート体制の充実

授業制度改革-新たな試み

- ・45〜60分の授業と付随した演習 一集中力の持続
- ・基礎科目について **週複数回授業**実施
一高等学校からのスムーズな移行
- ・複数TAの導入、数学 **学習支援室**の設置
によるきめ細かい指導
一サポート体制の充実

微分学講義演習

→ 講義と演習の一体化、週複数回授業は数学の学習に向いている一教員、学生双方にメリット
・学生のニーズをくみ上げやすい一きめ細かい指導が可能

微分学講義演習と積分学講義演習の実施

機械材料系(約100名)を2クラスに分け実施

〜08年度: 微分学(前期) 2単位 木曜日5, 6時限
数学演習Ⅰ(前期) 1単位 金曜日7, 8時限

↓

09年度〜: 微分学講義演習(前期) 3単位
木曜日5, 6時限と金曜日7, 8時限
後期も同様に
積分学+数学演習Ⅱ → 積分学講義演習

微分学(積分学)講義演習の効果

1. 講義と演習が一体化した授業

- ・講義と演習の時間配分を自由に調整可能 (柔軟性)
- ・講義に同期して演習問題を出题可能 (整合性)
- ・講義と演習で同じ内容を二度説明する必要が無く効率よく授業進行が可能 (効率性)
- ・演習が講義のすぐ後 → 学生が非常に熱心演習の付随により学生自身にとって理解度がわかって安心 (学習意欲)

微分学(積分学)講義演習の実施と効果

2. 同一担当者による同一科目の授業が毎週2回ある

- ・1コマ当たりの講義内容はそれほど多くないが、週毎で見ると割と速いペースで進んでいる (効率性)
- ・学生にとって1回当たりの内容が少なく、すぐに演習があり解説もするので授業の深度は比較的ゆっくりと感じる (受け入れやすさ)
- ・1週間当たりの学習機会が増える → 数学の勉強に有益 (学習時間増)
- ・時間に融通が利くので講義後すぐに演習が可能 → 内容の理解が深まる (理解度増)
- ・高校での授業形態に似ているので違和感がない (移行が容易)

微分学(積分学)講義演習の実施と効果

3. 各クラスに複数のTAを配置

- ・(教員)負担が大幅に減って授業準備に多くの時間を割くことが出来た (教員の負担軽減)
- ・(学生)気軽に質問が出来た (よりよい環境へ)

講義演習融合授業の効果

・09, 08年度共に学生による授業満足度が90%

・客観評価(EMAT)の得点に有意な差

Year	講義演習を専ら	その他
2009年	~65	~61
2010年	~71	~64

学習支援室

- ・学期期間中、平日10時から17時、数学教員常駐
- ・オフィスアワーの一元化
- ・学部生および大学院生対象、数学に関するあらゆる質問を受付
—「数学よろず相談室」の役割
- ・ポスター掲示、授業での宣伝、授業との有機的関連付け

↓

- ・平均1時間以上滞在
- ・多くの疑問をためて持ってくる
- ・リピーターが多い
- ・幅広く疑問に対応
- ・定期試験前や院試前に集中
- ・継続が重要

単元クレジット制の試行

単元クレジット制：半年1コマ(16回)の授業を内容に応じて2つに分けそれぞれ個別に合否判定をする
(途中履修放棄者の減少、授業の効率化)

確率・統計 = 前半7回授業 & 試験 + 後半7回授業 & 試験
 成績：前半試験 + 後半試験 \geq 60点を合格
 不合格 \rightarrow 次年度60点を超える分野の試験は免除
 (60点以上獲得の分野にクレジットを付与)

13

単元クレジット制の試行

合格者315名 不合格者78名

翌年合格した単元の試験を免除した上で
不合格単元を履修し試験を受験

単位合格だが1単元のみ合格
 単位不合格だが1単元は合格

14

成績更新型履修モデル

授業において一旦評価された成績がその後受験する客観評価としての工学系数学統一試験の当該分野における得点により書き換え可能

- 一貫の持続を保証
- 継続的学習意欲向上
- 成績の厳格な評価と質保証

前期まで履修済み「確率・統計」
 十二月実施の工学系数学統一試験における当該分野の成績が非常に優秀
 (例) 可から良へ
 (例) 良から優へ
 再履修
 単位認定は授業担当者

15

成績更新型履修モデルの実効性はあるのか？

過去3年間のEMaTにおける高得点(90点以上獲得)者の当該分野の単位取得時における成績

- 常微分方程式科目90点以上獲得者(230名)のうち54%がS(秀)、24%がA(優)、10%がB(良)、12%が可
- 同科目90点以上を2回獲得者(25名)のうち62%がS(秀)、24%がA(優)、4%がC(可)
- 確率・統計分野では90点以上獲得者(72名)のうちS、A、B、Cの割合はそれぞれ56%、21%、14%、9%

十分実効性がある！

2010年度確率・統計より効果測定のための試行開始

16

工学への橋渡し、問題解決型演習

・数学がどのように工学の応用されているか
 ・大学院博士課程学生のリードによるグループ学習

工学への橋渡し、問題解決型演習
 常微分方程式
 線形代数
 微分学、積分学、数学演習
 機械材料系 電気電子システム情報系 建設環境系 化学バイオプロセス系

数学基礎
 到達目標と必須項目の提案
 観評者としての工学系数学統一試験

17

工学への橋渡し、問題解決型演習

・数学がどのように工学の応用されているか
 ・大学院博士課程学生のリードによるグループ学習

工学問題のモデル化
 ↓
 モデル化された問題を数学へ翻訳
 ↓
 数学の問題として解決
 ↓
 元の問題に翻訳して解決

スーパーTA (工学研、理学研 博士課程後期学生)
 大学院生
グループ学習で解決

このプロセスをトイモデルを通じて体験学習
 = **問題解決型演習**

18

問題解決型演習トピックス例と実践

トピックス(一例)

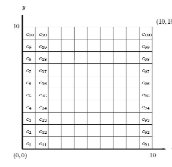
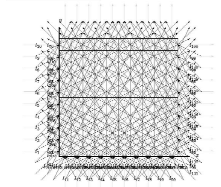
- ・線形代数の応用としてCTスキャンと過剰決定系の解法
 - ・非線形2階常微分方程式としての自動振動の解析
 - ・微分方程式の応用としての線形システムの安定性
 - ・最適化法、勾配法と反応拡散方程式・回帰分析
- 総合演習科目の2クラス(各30人)に対して09年より実施
(機械材料系3年生、電気電子システム情報系2年生)
- ・トピックスに関連する数学の復習(講義と演習)5回程度
 - ・スーパーTAを含むグループに分かれて学習開始(8週程度)
 - ・各グループによるプレゼンテーション、総合評価
- スーパーTA9~10名(博士後期課程学生を通常雇用)
理学研究科数学専攻院生及び数学を用いる工学研究科院生

問題解決型演習課題の一例

CTスキャンの原理を解説
必要な線形代数の復習

課題の設定説明

実際に撮影した断層像(1から10)



グループ毎に
課題開始

問題解決型演習課題の一例

横軸と縦軸の値が以下のデータの列と行の両方とも決定する。

数値データから柱の
内部構造を決定

i_1	i_2	i_3	i_4	i_5	i_6	i_7	i_8	i_9	i_{10}
1117.07	81.3997	10.7903	81.8951	10.4857	10.4919	11.7313	10.7909	81.7304	10.7904
f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}	f_{15}	f_{16}	f_{17}	f_{18}	f_{19}	f_{20}
14.0013	15.5011	16.0008	16.0008	41.1067	10.4844	11.0774	10.4741	11.1004	11.0010
s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	s_9	s_{10}
11.1207	11.1313	11.1322	11.1329	11.1332	11.1337	11.1340	11.1343	11.1346	11.1349
t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}
11.1348	11.1350	11.1351	11.1352	11.1353	11.1354	11.1355	11.1356	11.1357	11.1358
u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7	u_8	u_9	u_{10}
16.1146	15.4457	15.4461	15.4463	15.4465	15.4467	15.4469	15.4471	15.4473	15.4475
v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	v_9	v_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9	w_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8	z_9	z_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	b_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	d_8	d_9	d_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6	e_7	e_8	e_9	e_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	g_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6	h_7	h_8	h_9	h_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
i_1	i_2	i_3	i_4	i_5	i_6	i_7	i_8	i_9	i_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
j_1	j_2	j_3	j_4	j_5	j_6	j_7	j_8	j_9	j_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	l_8	l_9	l_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	m_6	m_7	m_8	m_9	m_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	n_8	n_9	n_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
o_1	o_2	o_3	o_4	o_5	o_6	o_7	o_8	o_9	o_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6	p_7	p_8	p_9	p_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6	q_7	q_8	q_9	q_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	r_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	s_9	s_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7	u_8	u_9	u_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	v_9	v_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9	w_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8	z_9	z_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	b_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	d_8	d_9	d_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6	e_7	e_8	e_9	e_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}
16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146	16.1146
g_1	g_2								

まとめ

従来の単調な講義(と一方向の問題演習)では基礎が身につかない

基礎としての数学は継続的学習が必要

現行の単位制度の中でもいろいろなことが可能

- 学生の気質にあった授業体勢を整える(学習支援室のようなサポート体制)
- 授業方法に工夫を (講義演習融合、問題解決型演習)
- インセンティブを与え継続して勉強することへ誘導する(単元クレジット制、成績更新型履修制度)

教育での工夫を研究にも利用

- 学習支援室から「数学支援室」へ
- スーパーTAとして博士課程後期学生にとっての教育経験や自身の研究基盤となる数学への再理解
- 大学院教育への応用

十分な人的サポートによる新しい工学系数学教育(研究)モデルへ