

EMaT 工学系数学統一試験

広島大学 大学院工学研究院・教授 渡邊 敏正

1 はじめに

設計，製造，解析，評価，統計，予測など「数学」を道具として使う分野，作業，状況は多岐にわたり，ここでは「使う立場，応用する観点」から数学を必要とします。

以下では，「工学系」なる用語は数学を使う立場にあることを強調する意味で用います。すなわち，「工学系学部」は，数学自体を教育研究対象とするよりも，それを基本的な道具とする学部，例えば工学部，理工学部，情報学部，農学部，経済学部，さらには教育学部や理学部の多くの学科など，を含んだ表現です。また「工学系数学」は工学系学部における教育体系（分野やカリキュラム等）としての数学を意味します。

以上のような視点で捉えると，工学系数学の学力を備えていることは工学系分野に携わる者にとっては必須要件と言っても過言ではありません。そのため，数学学力全般にわたる強化は工学系学部カリキュラムのポイントの一つになります。とりわけ，数学基礎学力強化は工学系基礎教育として極めて重要です。

本稿の目的は，工学系学部における数学基礎学力の強化方策の一つである「EMaT 工学系数学統一試験 (Engineering Mathematics Test)」の概要を説明して，

1. 学生には受験のすすめとし，大学教員には更なる理解と協力を求め，
2. 企業の方々に「工学系数学基礎学力を測る共通物差し」の存在を伝えて，利用・活用をお願いし，
3. 高専生や工学系学部を目指す高校生には数学基礎学力の必要性を肌で感じてもらうこと

です（[1-3]も参照されたい）（高校生の方にとっては，表現が硬くて少し分かりにくいかも知れませんが，ご容赦下さい。）

2 EMaT 工学系数学統一試験とは

「EMaT 工学系数学統一試験」(以下，EMaT と記載します)は，工学系数学に焦点を当て，全国の工学系学部生の数学基礎学力の底上げを目的として実施する試験です（図1）。

工学系数学基礎学力の評価と保証体制の構築

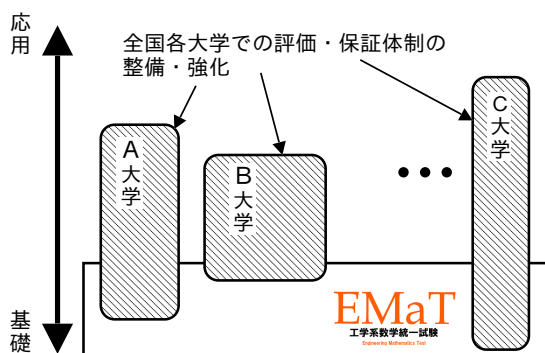


図1: 工学系数学教育における EMaT の役割

2.1 EMaT の概要

具体的には，以下のような統一試験です。詳細については，以下の URL を参照してください。

<http://www.aemat.jp/exam/>

主な対象： 全国の工学系学部生・高専生（ただし，大学院生などの受験も許可）

出題範囲： 工学系数学の4分野

微分積分，線形代数，常微分方程式，確率・統計における2.2節に記載の項目

試験の形式： マークシート方式

実施時期と会場： 現在は，年1回12月に全国一斉に各大学・高専を会場として実施

成績評価：

- 各分野（100点満点）毎に独立して提示
- 受験した各分野毎に，得点，受験者中での順位，得点の平均値や分散，等
- 一定の得点間隔での度数分布（受験者各自が自分の成績と照合することにより，受験生全体での位置付けを知ることができます）
- （パスワード認証後）成績閲覧ページにて各自が閲覧
- 成績証明書の発行

2.2 出題範囲の具体的項目

下記の分野と項目です。これらは、全国約 30 の大学の工学系学部カリキュラムを調査し、その中で出現回数の多い 4 分野に着目し、さらにその分野中の必須事項を厳選したものです（図 2 参照）。したがって、全国の工学系学部の数学科目では必ずと言っていいほど出てきます（カリキュラムによっては授業科目名が違ったり、一部含まれない分野や項目がある場合もあります。）

「微分積分」

- (1) 1 変数関数の微分と応用
 - (1-1) 数列とその極限，関数の極限
 - (1-2) 基本的な関数の導関数，合成関数と逆関数の微分
 - (1-3) 関数の最大最小，テイラー展開
- (2) 積分と応用
 - (2-1) 基本的な関数の積分
 - (2-2) 置換積分，部分積分
 - (2-3) 図形の面積，曲線の長さ
- (3) 多変数関数の偏微分と応用
 - (3-1) 多変数関数に関する基本的な概念
 - (3-2) 偏導関数，合成関数の偏微分
 - (3-3) 偏微分の応用
- (4) 重積分と応用
 - (4-1) 重積分，累次積分，変数変換による重積分の計算
 - (4-2) 重積分の応用

「線形代数」

- (1) 行列と行列式，正則行列と逆行列
- (2) 行列の階数，行列の基本変形，連立一次方程式の解法
- (3) ベクトル空間（線形空間）と部分空間，基底と次元，内積
- (4) 線形写像と表現行列
- (5) 固有値と固有ベクトル，行列の対角化

「常微分方程式」

- (1) 常微分方程式に関する基礎的な概念
- (2) 1 階常微分方程式
- (3) 2 階線形常微分方程式
 - (3-1) 同次（斉次）微分方程式の解の重ね合わせと解の 1 次独立性

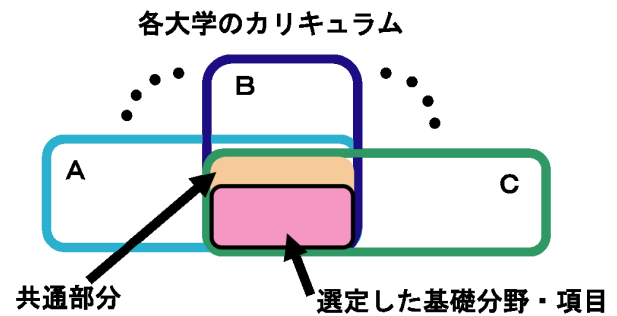


図 2: 約 30 大学の工学系カリキュラムの共通部分

- (3-2) 2 階定数係数同次線形微分方程式の解法
- (3-3) 2 階定数係数非同次線形微分方程式の解法

「確率・統計」

- (1) 確率の基礎概念
 - (1-1) 確率と事象の独立性
 - (1-2) 確率変数と分布
 - (1-3) 代表的な確率分布
 - (1-4) 期待値（平均）と分散，標準偏差
- (2) 推定と検定
 - (2-1) 統計量の分布
 - (2-2) 点推定
 - (2-3) 区間推定
 - (2-4) 仮説検定

2.3 EMaT と大学教育

EMaT と工学系学部での教育および中間・期末試験との関係について述べます。

2.3.1 教育との関係

コアカリキュラムは、全国の多数の工学系学部における現カリキュラムの共通部分に含まれている内容です。各大学においては、EMaT のために特別な強化策や模擬試験などを実施するのではなく、むしろ通常の授業の効果測定と考えるべきです。コアカリキュラムを含む形でカリキュラムを構成し、コアカリキュラムの達成目標への到達をはじめとして学力が身につく授業の実施に注力することが重要です。授業の実施体制についてはそれぞれの大学の事情があるので、EMaT ではそこまでは踏み込んでいません。工学系数学の基礎学力を保証する体制を EMaT の視点から捉えると、コアカリキュラムの共有と EMaT による教育効果測定という全国的な横軸と、各学部で教育効果を向上させる PDCA の縦軸から構成されています（図 1 参照）。縦軸の PDCA は、コアカリキュラムをミニマムリクアイアメントとし

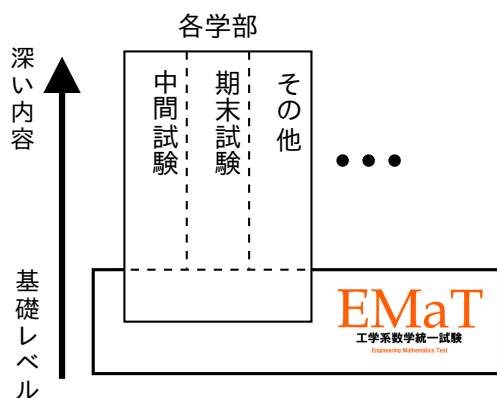


図 3: 各学部における EMaT, 中間・期末試験等による学力評価

て含むカリキュラムに基づきます。各学部での PDCA の内容はそれぞれの事情に依存することです。

EMaT は、このような枠組みを構築し、全国の工学系学部がスクラムを組んで、基礎学力を保証する体制を全国レベルで整備することを意図しています。より具体的に言えば、各大学の実情に応じて適切な授業実施体制を整え、各大学における中間および期末試験に加えて EMaT を実施することにより、全国の大学が協力して工学系学部生の数学基礎学力の強化、底上げを推進していくことを目指しています。

2.3.2 中間・期末試験との関係

工学系数学の学力がどの位か(いわゆるピーク)を測る試験には「記述」が不可欠であることは間違いないと思われます。それは、論理的思考力を測るあるいは培うには、「考えを記述すること」が必要であることに他なりません。記述式試験の採点には時間と労力を要し、多人数受験の試験には不向きです。各大学で実施する中間・期末試験は、適当な受験者数での記述試験実施が可能であり、ある程度の高度な内容についての学力とともに論理的思考力を測ることができます。

一方、EMaT は、上述した基礎的分野の必須基礎項目について、学力が工学部生として最低限必要と思われるレベルを越えているかどうかをマークシート方式によりチェックすることを目指しています(図 3 参照)。必須基礎項目に関して、「問題と設問を工夫すればこれが可能であること」は問題作成を担当する工学系数学教員の賛同を得てきました。また、全国の多くの工学系数学教員の理解も得ています。マークシート方式ですので、多人数受験への対応力があり、全国規模で工学系数学の基礎学力が必要なレベルを越えているかどうかを判定することが可能です。

すなわち、各大学で中間・期末試験と EMaT を併用することにより、工学系数学について幅広くかつある程度高度な学力と論理的思考力を醸成しつつ、必須基礎学

力に関する全国規模での客観的評価と保証を得ることが期待できます。

3 背景

3.1 技術進歩の速さと大学教育の整合性 —学部における基礎教育の重視—

近年の技術変革は、大学教育で追従するには余りに速く、かつ広範囲です。したがって学部教育では、追従よりは、むしろ共通のあるいは基礎的な知識、基本となる論理的思考力等を身につけることに重点を置くことが合理的であると思われます。

3.2 学力の評価と保証

工学系学部の教育において、数学は工学系基礎として必須科目であり、その学力の評価と保証は、学生自身にとっても、人材を育成する大学の立場からも、また学生を受け入れる企業側からも、いずれにとっても重要課題です。とりわけ、上記の「学部での基礎教育重視」という観点から、数学基礎学力の評価と保証がポイントとなります。

3.3 工学系数学教育の現状

「大学学士課程の基礎学力保証」という視点から数学教育を捉えるとき、「使う立場、応用する観点」から数学に関わることの多さ、多様さ、広さ、等を考えると「工学系数学」の基礎学力保証が大きなポイントとなります。一方、カリキュラム作成における大学の独自性と標準化の背反性は「コアカリキュラムの共有」により解決を図ることが一つの方策です。ここで「コアカリキュラム」とは、工学系数学教育のベースとしてカリキュラムに必ず含ませるべき必須の分野と項目(ミニマムリクアイメント)、およびそれらの達成目標から構成される部分カリキュラムを意味します。したがって、「工学系数学」のコアカリキュラムを確立させ、それを全国の工学系学部で共有し、このことに基づいて基礎学力保証を目指すことは、実行可能で実効性の高い方策です。しかしながら、現状はコアカリキュラムの確立、共有すら実現されているとは言い難く、工学系数学の学力保証についても、今後強力に着実に推進していく具体的方策が必要です。

3.4 具体的方策の必要性

上述の通り、工学系数学基礎学力の評価と保証のための具体的方策が必要です。各大学では基礎分野を押し

た授業が用意されていますが、基礎学力をしっかり身につけさせるという観点から大切なことは、どのくらい身についたかを客観的に把握する手だてを講ずることです。中間試験や期末試験など各大学で行う定期試験がこれに該当しますが、これは各大学独自の基準に照らしたチェックです。学部卒業生に最も必要とされるのは、何処でも通用する基礎学力であり、これは、その客観的な評価や保証が求められていることを意味します。TOEIC(R) や TOEFL(R) などは、英語に関してこの要求に応えるものです。一方、工学系学部の数学基礎学力については残念ながら該当するものはありません。全国のすべての工学系学部生が参加し、共通の基礎に焦点を当て、かつ客観性を有する問題によってこれに応える、という試験があるべきです。これが、EMaT を考えた大きな理由です。

4 目的と予想される効果

EMaT の目的および実施により予想される具体的な効果は、大きく 4 つに要約できます。

4.1 工学系数学基礎学力の底上げと自己啓発

最大の狙いは、全国の大学の工学系学部がスクラムを組んで、日本全体で工学系学部生の数学基礎学力を底上げする（あるいは、あるレベル以上に維持する）ことです。これは、我が国の工学系分野に携わる開発者、技術者などのポテンシャル向上につながり、技術立国日本を支える基盤を強化することに大きく貢献します。しかも、このような試験を受けることにより、自らの基礎学力を向上させる機会を提供することで学生の自己啓発に大きく貢献します。これこそ教育の原点だと思われ

ます。加えて、4.3、4.4 に述べるような人材育成に関する、および教育の点検・評価に関する極めて有用な効果も得られます。

4.2 コアカリキュラムの確立と共有

全国の工学系学部の数学教育カリキュラムに共通的に含まれる基礎分野およびその中の必須事項を試験範囲とすることは、工学系学部での数学教育のコアカリキュラムの確立に向けた提案であり、同時にそれを共有することを意味します。各大学のカリキュラムの独自性を保持しつつ、基礎となるコアカリキュラムを確立させて共有し、少なくともこの部分だけは学生にきっちりと理解させることを目指そう、と全国の大学に働きかけていることとなります。このことは EMaT の持つ重要な役目です。

4.3 学力が保証された人材の育成と確保

全国の多くの工学系学生が受験する試験での成績評価は、文字通り工学系数学の基礎的事項について日本全体での自己学力評価です。また、あるレベル以上の学力評価の獲得を学生に課すことで、一定レベルの学力を保証した人材育成につながります。これは、たとえば就職試験や大学院入試などにおいて、学生側から言えば「自分の工学系数学基礎学力の客観的な評価を相手方に提示できる」ことであり、企業や大学側から見れば「一定レベル以上の工学系数学基礎学力が保証された人材を確保できる」ことにつながります。

これらのことは、工学系数学に関して、工学系の学部や学科における JABEE (Japan Accreditation Board for Engineering Education: 日本技術者教育認定機構) の受審および実施を強力に後押しすることは容易に理解できると思います。

4.4 大学教育における授業効果測定、自己点検・評価機能

EMaT の結果は、数学基礎学力がどのくらい学生の身に付いているかを客観的に示すデータを提供してくれます。これは各大学の定期試験でも可能ですが、やはり全国の大学での共通の基礎に関するデータであることが重要で、授業効果の測定機能を有し、現在の教育体制の弱点、今後の強化点を教えてくれます。さらにこのことは、各大学における自己点検・評価機能として自己改革機能の重要なポイントになります。

5 経緯と実施状況

5.1 経緯

2003 (平成 15) 年に中国・四国地区国立大学工学系学部数学統一試験として開始しました。当初の参加は広島大学と山口大学の両工学部で、受験者は 361 名でした。2 年目 (2004 (平成 16) 年度) には広島工業大学が加わりましたが、受験者数は 292 名でした。3 年目 (2005 (平成 17) 年度) の実施を前に、タイトルから「中国・四国地区」を取り去って「全国」を意識して、文部科学省の特色ある大学教育支援プログラム (特色 GP) に申請したところ、これが選定されました。この特色 GP の中核的取組みとして実施することで、3 年目 (2005 年度) 以降は以下に示すように規模が大幅に拡大しました。図 4 に 2003 年～2010 年の受験者数推移を示します。

表 1: 2003～2010 年度の試験結果の標準偏差など

実施年度		微分積分	線形代数	常微分方程式	確率・統計
2003 年度	受験者数	361 人			
	平均点	71.7 点	69.8 点	83.0 点	66.8 点
	標準偏差	22.84	27.73	21.44	20.29
2004 年度	受験者数	292 人			
	平均点	53.2 点	73.0 点	44.0 点	30.4 点
	標準偏差	19.77	22.04	29.96	18.09
2005 年度	受験者数	1,020 人	1,004 人	970 人	717 人
	平均点	40.3 点	57.0 点	47.9 点	43.0 点
	標準偏差	19.79	20.63	20.34	25.63
2006 年度	受験者数	2,100 人	2,013 人	2,023 人	1,351 人
	平均点	52.9 点	36.5 点	41.4 点	44.1 点
	標準偏差	22.90	20.38	28.42	25.05
2007 年度	受験者数	2,374 人	2,303 人	2,278 人	1,660 人
	平均点	48.8 点	53.7 点	37.3 点	28.5 点
	標準偏差	18.77	25.08	23.89	18.20
2008 年度	受験者数	3,094 人	2,956 人	2,482 人	2,020 人
	平均点	53.6 点	41.0 点	43.8 点	43.6 点
	標準偏差	21.92	20.07	27.06	23.04
2009 年度	受験者数	3,112 人	3,015 人	2,389 人	2,167 人
	平均点	48.7 点	43.1 点	41.6 点	42.1 点
	標準偏差	25.23	26.54	29.68	20.51
2010 年度	受験者数	2,626 人	2,608 人	2,248 人	1,899 人
	平均点	57.1 点	42.1 点	48.9 点	40.4 点
	標準偏差	25.93	27.08	29.78	20.87

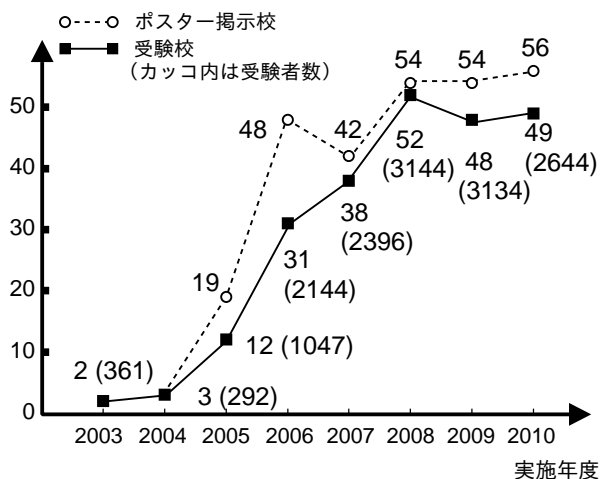


図 4: 2003 年度から 2010 年度までのポスター掲示大学数, 受験大学 (受験者がいた大学) 数および受験者数

5.2 2005 (平成 17) 年度の結果概要

5.2.1 実施日時

平成 17 年 12 月 17 日 (土) 13:30～16:10
 (6.2 に説明するように, 試験時間は受験科目数によって異なりますので, 詳細は工学系数学統一試験のホームページ (図 5) あるいは各大学で掲示するポスター (図 6) 等をご覧ください。また, マークシート記入のため, 実際の開始は 13:15 になります。)

5.2.2 受験大学等

10 大学, 2 高专で, 詳細は以下の通り。

愛媛大学, 大分大学, 岡山大学, 神奈川工科大学, 鳥取大学, 創価大学, 広島大学, 広島工業大学, 山口大学, 和歌山大学, 宇部工業高等専門学校, 呉工業高等専門学校

(上記以外にポスター掲示大学: 7 大学)

5.2.3 受験者数と各分野毎の成績

1. 受験者数：1,047名
2. 各分野毎の成績：表1参照

5.3 2006（平成18）年度の結果概要

5.3.1 実施日時

平成18年12月16日（土） 13:30～16:10

5.3.2 受験大学等

28大学，3高専で，詳細は以下の通り．

（東北・北海道）岩手大学，北見工業大学，室蘭工業大学

（関東・甲信越）創価大学，千葉大学，中央大学理工学部，筑波大学工学システム学類，新潟大学

（東海・北陸・近畿）大阪府立大学，金沢大学，岐阜大学，近畿大学工学部，神戸大学，静岡大学，富山大学，和歌山大学，鈴鹿工業高等専門学校，沼津工業高等専門学校

（中国・四国）愛媛大学，岡山大学，鳥取大学，広島大学，広島工業大学，山口大学，宇部工業高等専門学校

（九州・沖縄）大分大学，熊本大学，長崎大学，宮崎大学，琉球大学，A大学

（上記以外にポスター掲示大学等：17大学）

5.3.3 受験者数と各分野毎の成績

1. 受験者数：2,144名
2. 各分野毎の成績：表1参照

5.4 2007（平成19）年度の結果概要

5.4.1 実施日時

平成19年12月15日（土） 13:30～16:10

5.4.2 受験大学等

35大学，3高専で，詳細は以下の通り．

（東北・北海道）岩手大学，北見工業大学，室蘭工業大学

（関東・甲信越）神奈川工科大学，創価大学，千葉大学，中央大学理工学部，筑波大学工学システム学類，長岡技術科学大学，新潟大学，B大学

（東海・北陸・近畿）大阪府立大学，岐阜大学，近畿大学工学部，神戸大学，静岡大学，富山大学，三重大学，和歌山大学，鈴鹿工業高等専門学校，沼津工業高等専門学校

（中国・四国）愛媛大学，岡山大学，岡山理科大学，島根大学，鳥取大学，広島大学，広島工業大学情報学部，山口大学，D大学，宇部工業高等専門学校
（九州・沖縄）大分大学，鹿児島大学，九州工業大学，長崎大学，福岡大学，宮崎大学，琉球大学

（上記以外にポスター掲示大学等：4大学）

5.4.3 受験者数と各分野毎の成績

1. 受験者数：2,396名
2. 各分野毎の成績：表1参照

5.5 2008（平成20）年度の結果概要

5.5.1 実施日時

平成20年12月13日（土） 13:30～16:10

5.5.2 受験大学等

44大学，8高専で，詳細は以下の通り．

（東北・北海道）岩手大学，北見工業大学，室蘭工業大学旭川工業高等専門学校

（関東・甲信越）神奈川工科大学，創価大学，千葉大学，中央大学理工学部，筑波大学工学システム学類，長岡技術科学大学，新潟大学，武蔵工業大学，立正大学地球環境科学部，E大学，F大学

（東海・北陸・近畿）大阪府立大学，金沢大学，金沢工業大学，岐阜大学，近畿大学工学部，静岡大学，富山大学，三重大学，和歌山大学，鈴鹿工業高等専門学校，沼津工業高等専門学校，G工業高等専門学校

（中国・四国）愛媛大学，岡山大学，岡山理科大学，香川大学，島根大学，徳島大学，鳥取大学，広島大学，広島工業大学情報学部，山口大学，放送大学山口学習センター，H大学，I大学，宇部工業高等専門学校，呉工業高等専門学校，高松工業高等専門学校，徳山工業高等専門学校

（九州・沖縄）大分大学，鹿児島大学，熊本大学，九州工業大学，長崎大学，福岡大学，宮崎大学，琉球大学

（上記以外にポスター掲示大学等：2大学）

5.5.3 受験者数と各分野毎の成績

1. 受験者数：3,144名
2. 各分野毎の成績：表1参照

5.6 2009（平成21）年度の結果概要

5.6.1 実施日時

平成21年12月12日（土） 13:30～16:10



図 5: EMaT Web Site のトップページ (http://www.aemat.jp/exam/)

5.6.2 受験大学等

38 大学, 10 高専で, 詳細は以下の通り.

- (東北・北海道) 北見工業大学, 旭川工業高等専門学校, J 大学
- (関東・甲信越) 神奈川工科大学, 創価大学, 千葉大学, 中央大学理工学部, 筑波大学工学システム学類, 東京都市大学, 長岡技術科学大学, 新潟大学, 山梨大学, K 大学, L 大学
- (東海・北陸・近畿) 大阪府立大学, 金沢工業大学, 岐阜大学, 近畿大学工学部, 静岡大学, 和歌山大学, 金沢工業高等専門学校, 鈴鹿工業高等専門学校, 沼津工業高等専門学校
- (中国・四国) 岡山県立大学, 岡山理科大学, 香川大学, 島根大学, 徳島大学, 鳥取大学, 広島大学, 広島工業大学, 県立広島大学, 福山大学, 山口大学, 宇部工業高等専門学校, 香川高等専門学校, 呉工業高等専門学校, 徳山工業高等専門学校, 松江工業高等専門学校
- (九州・沖縄) 大分大学, 鹿児島大学, 九州工業大学, 熊本大学, 長崎大学, 福岡大学, 宮崎大学, 琉球

大学, 鹿児島工業高等専門学校

(上記以外にポスター掲示大学等: 6 大学)

5.6.3 受験者数と各分野毎の成績

1. 受験者数: 3,134 名
2. 各分野毎の成績: 表 1 参照

5.7 2010 (平成 22) 年度の結果概要

5.7.1 実施日時

平成 22 年 12 月 11 日 (土) 13:30 ~ 16:10

5.7.2 受験大学等

36 大学, 13 高専で, 詳細は以下の通り.

- (東北・北海道) 岩手大学, 北見工業大学, 旭川工業高等専門学校
- (関東・甲信越) 創価大学, 千葉大学, 中央大学理工学部, 長岡技術科学大学, 新潟大学, 山梨大学, K 大学, L 大学, M 大学, N 大学

数学を使う力!

EMaT

(イーマツト)

実施日 **2011年12月10日(土)**

受験料 無料

工学系数学統一試験

<http://www.aemat.jp/exam/>

問合せ先: staff@aemat.jp

<p>●実績</p> <p>大学院入試での活用 受験: 44大学10高専2,644名(2010年度) 延べ15,162名(過去8年間)</p>	<p>出題範囲</p> <p>微分積分, 線形代数 常微分方程式, 確率・統計</p>
<p>●主目的</p> <p>工学系数学基礎学力の底上げ 自己啓発</p>	<p>試験時間</p> <p>4分野 13:15 ~ 16:10 ※分野指定受験が可能</p>
<p>●効果</p> <p>自己学力の提示 人材の育成と確保 授業効果測定 自己点検</p>	<p>対象者</p> <p>工学系学部生, 大学院生</p>
	<p>試験結果</p> <p>開示予定日 2012年1月10日(火) パスワード認証後, 成績閲覧ページにて または 各大学指定窓口から配布</p>
	<p>申込方法</p> <p>ホームページ または 各大学指定窓口</p>
	<p>申込期間</p> <p>2011年9月12日(月) ~ 11月14日(月)</p>
	<p>実施方法</p> <p>マークシート方式</p>
	<p>試験会場</p> <p>各大学で別途掲示</p>

個人情報取り扱い
成績データなどの個人情報は, 個人の成績評価および関連工学系数学教育の改善・評価・発展のためのデータとしてのみ提供し, その他の目的には使用しません。

図 6: 平成 23 年度ポスター縮刷版

(東海・北陸・近畿) 大阪府立大学, 金沢工業大学, 岐阜大学, 近畿大学工学部, 静岡大学, 富山大学, 三重大学, 和歌山大学, 金沢工業高等専門学校, 鈴鹿工業高等専門学校, 沼津工業高等専門学校, O高等専門学校

(中国・四国) 岡山県立大学, 岡山理科大学, 鳥根大学, 広島大学, 広島工業大学, 福山大学, 山口大学, 宇部工業高等専門学校, 香川高等専門学校, 呉工業高等専門学校, 徳山工業高等専門学校, 松江工業高等専門学校, P高等専門学校, Q高等専門学校

(九州・沖縄) 大分大学, 鹿児島大学, 九州工業大学, 熊本大学, 長崎大学, 福岡大学, 宮崎大学, 琉球大学, P大学, 鹿児島工業高等専門学校

(上記以外にポスター掲示大学等: 7 大学)

5.7.3 受験者数と各分野毎の成績

1. 受験者数: 2,644 名
2. 各分野毎の成績: 表 1 参照

5.8 過去 8 年間の総受験者数とホームページアクセス数

2003 年度 ~ 2010 年度における 8 回の EMaT 総受験者数は, 15,162 名になっています。EMaT のホーム

ページ (<http://www.aemat.jp/exam/>) のアクセス数は 2003 年 12 月 1 日開設以来 2011 年 10 月 25 日現在 142,301 件です。これは 1 日平均 49 回のアクセス数です。日本全国の多くの工学系学部生, 教職員の方達が注目していることの証しと考えています。

6 運営の概要

6.1 全員受験の動き

受験の基本は学生自身の意志に基づきいわゆる任意受験です。しかしながら, 広島大学工学部は 4 つの類全部で 2 年生と 3 年生が (少なくともそれぞれ 1 回ずつ計 2 回は) 全員受験としています。これは学部の教育方針として採用しています。全員受験 (あるいはそれに近い形) はこれ以外にも, 山口大学工学部をはじめいくつかの大学があり, 全員受験とする学科が増える傾向が出てきています。確かに任意受験を基本にしていますが, 上述の実施効果を得るためには, 全員受験が理想的です。その必要性を各大学の教員の方々が認識しはじめた結果であると思われます。

6.2 運営に関する作業等

(注) 詳細な説明は別に冊子「受験の手引き」を用意していますのでそれを参照して下さい。

(学生に関して)

1. 受験申し込み: 受験者が各自でネット経由で行うことを基本にしています。氏名と所属先データの入力とともに受験分野の申請などをします (なお, 各大学の受験申し込み者データは, システムに事前登録された担当教員または職員にネット経由で通知されます。)
2. 各種問い合わせ等: ネット上で行うことが基本です。
3. 受験: 学生は各大学で用意されている会場で受験します。
4. 受験料など: 大学自身が学力保証のために継続する取組と考えるべきです。その意味で, 今後もできるだけ「無料」を継続する予定です。
5. 成績等の閲覧: 成績はネット経由で閲覧できます。成績開示日以降に, 受験者は予め配布されているパスワードでの認証後, 各自の成績を閲覧, 取得することができます。各自の申請した分野についての評価を得ます。また, 成績証明書 (全員に発行) を受け取ります (各大学の担当者より配布。)
6. 複数回受験と最良成績選択: 複数回の受験が可能です。各分野毎に最良成績を自分の評価にできます。

(たとえば、昨年度の微分積分と今年度の線形代数、等の組合せも可能です。)

(教員や学部などに関して)

1. 各種の広報活動：ネット上で行うことを基本にしています。
2. 受験分野の指定：4分野のどの分野を受験させるかは(あるいはそのような指定をするかどうか、なども含めて)各学部、学科に任せています。カリキュラムや履修の年次進行、あるいは学部や学科の教育方針、などを考慮して決定することになると考えられます。
3. 問題作成：これまで主に、広島大学、山口大学の両工学部で作成していますが、他大学(2006年度は大阪府立大学、創価大学)が参加することもあります。今後、全国の多くの大学から問題作成委員が結集して作成にあたる様な組織に拡大していきます、将来的には複数回実施を目指しています。
4. 試験の実施：各大学の試験担当者は、試験会場と監督者の確保、試験問題とマークシートの受取り、解答後のマークシートを広島大学あるいは山口大学の担当者に郵送すること、などを行います。
5. 成績の電子データ作成とその扱い：現在は、広島大学、山口大学の両工学部で、マークシートリーダーにより成績の電子データを作成しています。各大学の電子データ(識別子付き)はそのままマークシートとともにすべて返却し、広島、山口の両大学には残しません。ただし、識別子を削除したデータは残してもらい、受験生全体でまとめて各種統計データを計算します。この統計データも各大学に送付します。各大学においてこれらの両データを比較することにより、自大学の成績と全体の成績との比較ができます(他大学との成績比較はできません。)
6. 成績等の閲覧：受験大学の教員は自大学の必要なデータ(識別子付き)や、全体の統計データ(識別子無し)は必要に応じて閲覧、取得できます。前者は各大学に送付されますし、後者はネット経由で閲覧できます(なお、ネット経由の閲覧には事前登録が必要ですので、広島大学担当者にお知らせ下さい。)また、各大学には受験者への成績証明書の配布もお願いしています。
7. 継続性：この試験を継続的に実施していくためには、運営組織を立ち上げ、独自資金で運営していく必要があります。当面は広島大学、山口大学で予算を確保して継続しながら、そのような組織作りを進めていきます。

6.3 個人情報の扱い

成績データなどの個人情報は、個人の成績評価、および関連学部工学系数学教育の点検・評価・改善のためのデータとしてのみ使用し、その他の目的には使用しません。

7 おわりに

EMaT について、その背景、実施の目的と効果、実施までの経緯、および現状、などを説明しました。高校生の方にもできるだけ分かりやすく記述するつもりでしたが、企業の方達、学生や教員の方達を意識して難しい表現になってしまいました。拙文によって、この試験の意義や効果などを多くの方に理解してもらうことができれば幸いです。全国の工学系学部生全てが受験する日が来ることを願いながら。

参考文献

- [1] 渡邊, “工学系数学統一試験について”, 工学教育, Vol. 55, No. 4, pp. 4.64-4.69, 2007.
- [2] 渡邊, 高藤, “工学系数学の標準的学力検査に向けて—工学系数学統一試験—”, 大学教育学会誌, Vol. 29, No. 1, pp. 100-106, 2007.
- [3] 渡邊, 高藤, “EMaT 工学系数学統一試験の現状報告”, 工学教育, Vol. 57, No. 1, pp. 1.78-1.83, 2009.

付録 A 出題範囲に対する達成目標

EMaT の出題範囲に対する達成目標を以下に記す（出題範囲と併記しており、達成目標は紺色で記している。）

「微分積分」

(1) 1 変数関数の微分と応用

(1-1) 数列とその極限，関数の極限

【達成目標】

- (a) 極限の概念を理解し，数列の極限を求めることができる。
- (b) 不定形の極限をふくむ関数の極限を求めることができる。

(1-2) 基本的な関数の導関数，合成関数と逆関数の微分

【達成目標】

- (a) 多項式，有理関数，三角関数，指数・対数関数，逆三角関数の導関数ならびにそれらの高階導関数を求めることができる。
- (b) 関数の積の微分法則，合成関数の微分法則，逆関数の微分法則を活用できる。

(1-3) 関数の最大最小，テイラー展開

【達成目標】

- (a) 関数のグラフの概形を描くことができる。
- (b) 関数の極値や最大・最小を求めることができる。
- (c) 平均値の定理やテイラーの定理を理解し，関数の近似式を求めることができる。
- (d) 簡単な関数のテイラー展開を求めることができる。

(2) 積分と応用

(2-1) 基本的な関数の積分

【達成目標】

- (a) 多項式，有理関数，無理関数，指数・対数関数，三角関数の不定積分，定積分を求めることができる。
- (b) 部分分数展開を利用して有理関数の積分計算ができる。

(2-2) 置換積分，部分積分

【達成目標】

- (a) 部分積分を（複数回も含む）利用して積分計算ができる。
- (b) 適切な変数変換を行い，積分計算ができる。

(2-3) 図形の面積，曲線の長さ

【達成目標】

- (a) 曲線で囲まれた図形の面積を求めることができる。
- (b) 関数のグラフとして表された曲線やパラメータ表示された曲線の長さを求めることができる。

(3) 多変数関数の偏微分と応用

(3-1) 多変数関数に関する基本的な概念

【達成目標】

多変数関数の連続性の定義を理解し，関数のグラフの概形を描くことができる。

(3-2) 偏導関数，合成関数の偏微分

【達成目標】

- (a) 偏微分係数の定義と意味を理解する。
- (b) 1 変数関数の微分，合成関数の偏微分の公式を利用して，偏導関数ならびに高階偏導関数を計算できる。

(3-3) 偏微分の応用

【達成目標】

- (a) 簡単な多変数関数の極値を求めることができる。
- (b) 曲面の接平面を求めることができる。

(4) 重積分と応用

(4-1) 重積分，累次積分，変数変換による重積分の計算

【達成目標】

- (a) 重積分と面積，体積の関係を理解する。
- (b) 累次積分を利用して重積分が計算できる。
- (c) 極座標変換などを利用して，重積分の計算ができる。

(4-2) 重積分の応用

【達成目標】

曲面で囲まれた立体の体積を求めることができる。

「線形代数」

(1) 行列と行列式，正則行列と逆行列

【達成目標】

- (a) 行列に関する和や積などを計算できる。
- (b) 行列式の性質を理解し，簡単な行列の行列式を計算できる。
- (c) 行列が正則であるための種々の条件を理解し，与えられた行列が正則であるかどうか判定できる。
- (d) 次数が小さい，あるいは簡単な正則行列の逆行列を求めることができる。

(2) 行列の階数，行列の基本変形，連立一次方程式の解法

【達成目標】

- (a) 行列の階数の概念を理解する．
- (b) 行列の基本変形（掃き出し法など）を利用して具体的な行列の階数や逆行列を求めることができる．
- (c) 連立方程式の係数行列の正則性や階数と解の関係を理解する．

(3) ベクトル空間（線形空間）と部分空間，基底と次元，内積

【達成目標】

- (a) ベクトル空間（線形空間）の定義を理解し，与えられた集合が指定された演算に関してベクトル空間をなすか判定できる．
- (b) 一次独立（線形独立）と一次従属（線形従属）の概念を理解できる．
- (c) ベクトルによって張られる（生成される）部分空間の概念を理解できる．
- (d) 与えられたベクトル空間の基底と次元を求めることができる．
- (e) 内積の定義を理解し，与えられた基底から正規直交基底を構成することができる．

(4) 線形写像と表現行列

【達成目標】

- (a) 線形写像の概念を理解する．
- (b) 線形写像の核と像を求めることができる．
- (c) 線形写像とその表現行列との関係を理解する．

(5) 固有値と固有ベクトル，行列の対角化

【達成目標】

- (a) 固有値と固有ベクトルの定義を理解し，簡単な行列の固有値と固有ベクトルを計算できる．
- (b) 行列が対角化可能であるための条件を理解し，対角化可能な行列を計算によって対角化できる．
- (c) 2次形式の標準形を求めることができる．

「常微分方程式」

(1) 常微分方程式に関する基礎的な概念

【達成目標】

常微分方程式やその解の幾何学的な性質，一般解，初期値問題などといった用語や概念を理解している．

(2) 1階常微分方程式

【達成目標】

- (a) 次の二つの型の1階常微分方程式は具体的に解くことができる．
 - (i) 変数分離形
 - (ii) 1階線形（変数係数）常微分方程式
- (b) 形式的に公式を適用して解を得るだけでなく，解の増減や挙動などを調べることができる．

(3) 2階線形常微分方程式

(3-1) 同次（斉次）微分方程式の解の重ね合わせと解の1次独立性

【達成目標】

- (a) 同次（斉次）微分方程式における解の重ね合わせの原理を理解する．
- (b) 解の1次独立性を理解し，ロンスキ行列式がその判定基準を与えることを理解する．

(3-2) 2階定数係数同次線形微分方程式の解法

【達成目標】

2階定数係数同次線形微分方程式の一般解を求めることができる．

(3-3) 2階定数係数非同次線形微分方程式の解法

【達成目標】

- (a) 非同次方程式の特殊解を求めることができる．
- (b) 非同次方程式の一般解を求め，初期値問題を解くことができる．
- (c) 「うなり」や「共鳴」などの現象に対応する解が現れることを理解できる．

「確率・統計」

(1) 確率の基礎概念

(1-1) 確率と事象の独立性

【達成目標】

事象，確率，条件付き確率，事象の独立性の意味を理解している．

(1-2) 確率変数と分布

【達成目標】

確率変数の概念を理解し，その分布を表現する方法を知っている．

(1) 確率変数

(2) 分布関数，確率密度関数，確率関数，積率母関数

(3) 確率変数の独立性，共分散

(1-3) 代表的な確率分布

【達成目標】

各種の確率分布を具体例とともに理解している。

(1) 離散分布：二項分布，ポアソン分布

(2) 連続分布：一様分布，指数分布，正規分布

(1-4) 期待値（平均）と分散，標準偏差

【達成目標】

さまざまな分布にしたがう確率変数の期待値（平均）と分散，標準偏差が計算できる。

(2) 推定と検定

(2-1) 統計量の分布

【達成目標】

推定，検定で用いるさまざまな統計量が従う分布（平均の分布，カイ二乗分布， t 分布， F 分布）の役割を理解をしている。

(2-2) 点推定

【達成目標】

モーメント法と最尤推定法の考え方を理解し，推定値を求めることができる。

(2-3) 区間推定

【達成目標】

母集団が正規分布に従うとき，母平均の信頼区間を求めることができる。

(2-4) 仮説検定

【達成目標】

母集団が1つでしかも正規分布に従うとき，母平均に関する検定を行うことができる。

(3) 数学能力検定試験（TOMAC，主催：数理検定協会）：2004（平成16）年7月23日に厚生労働省「YES-プログラム（若年者就職基礎能力支援事業）」に認定されている。TOEICなどと同様にスコアにより受験者それぞれのレベルを証明する。受験者数は不明である。スコアの上限は1,000点で，数学の5つの能力（計算能力，数量の関係を式にする能力，図形的関係を把握する能力，分析ないし論証する能力，情報を処理する能力）をチェックする。

(4) 計算能力検定試験（主催：日本商工会議所・各地商工会議所）：社会人として必要な職業能力の1つとして，暗算や筆算で計算する能力をチェックする。学歴，年齢，性別，国籍の受験制限はない。受験者数は不明である。

(5) Fundamentals of Engineering (FE) Examination（主催：米国の各州政府）：米国の州政府認可の技術者資格 Professional Engineering 取得のための資格試験である。受験対象者は，米国の ABET で認められている工学部の卒業生（または卒業見込み者）である。受験者数は不明である。試験問題は，数学関連問題が20%，工学関連が80%となっている。

【採用しない理由】(3) は本取組が意図する評価レベルのチェックには内容から見て不十分である。(4) は明らかに本取組での統一試験と目的が異なる。(5) は工学専門分野の評価が主で，数学については平易な基礎知識を問うものである。よって，これらは本取組の趣旨には合致しない。

(1) の1級（高等学校・大学卒業程度）の出題目標は，情報科学社会の発展や生環境の保全あるいは経済活動などを計画的に推進するために必要な数学技能のチェックであり，具体的には，自然科学に密着した数学上の諸技法を駆使し諸法則を活用することができるか，コンピュータなどを用いて資料の整理，データ解析，計画の立案を効果的に行うことができるか，環境や経済などの情報管理を行うことができるか，をチェックする。

(2) の1級（大学・一般）の出題目標は，与えられた場面がどんな数学と関係しているのかを見抜き，最も適した数学を適用する力，社会現象や自然現象の中に数学を見出し，その現象を数学の場面に翻訳して問題を解決する力，明記されていないものも含めて，関係する条件を整理し，それらを適切に使って推論していく力，をチェックすることである。

確かに，(1)，(2) は見かけ上は工学系学部生の数学学力評価に利用可能と見える。しかし，出題範囲は数学分野から選定されており，残念ながら工学系学部生の履修

付録 B 既存の数学統一試験について

既存のいくつかの試験を列挙したあとで，工学系数学の基礎学力評価に採用しない理由を述べる。

- (1) 数検（主催：財団法人 日本数学検定協会）：世界中に年間26万人以上の受験者がおり，日本を起点とした国際的な標準検定となりつつある。スイスの世界知的財産機構（WIPO）にも登録されている。
- (2) 国際算数・数学能力検定（主催：国際算数・数学能力検定協会）：受験者の国籍制限はないが，2004（平成16）年度の受験者は国内在住者のみで，受験者数は87,226人（年数回実施の総和）である。出題範囲は，線形代数，微分積分学，位相幾何，確率・統計，数論である。

範囲との整合性は考慮されていない。また、採点の独立性（既履修分野の問題のみ解答し採点を受ける）などの配慮は困難と思われる。これらは、広島大学工学部所属の数学担当教員による開始前の調査段階で判明したため、新しく EMaT を企画して実施することとした。

問い合わせ先

事務連絡先メールアドレス

E-mail : staff@aemat.jp

2011年10月26日作成