

# 入学時学力とその後の学修状況

志垣 一郎

## 1. 緒言

大学における入学試験は、進学を希望する受験生と大学が求める学生の諸能力を判定する接点であり、大学教育への導入の始まりである。大阪工業大学工学部では、多様な人材や受験生を安定的に確保する意味から現在、以下のような多岐にわたる入学試験を実施している。それらは、中心となる一般入試（A日程、B日程）、推薦入試（公募制、指定校）、センター試験利用入試、AO入試と各種入試（社会人、外国人留学生、帰国生徒、編入学）である。

いっぽう、入学時の学力がそのままその後の学修状況を決定するか否かは教育上重要な問題である。上記の学生は異なる基準で評価され入学してくるが、その後の学修状況がどうなっているかについては、工学部経営工学科（2006年4月より技術マネジメント学科に名称変更）については客観的な追跡調査がなされてこなかった。したがって、果たして現行の入学試験の成績と入学後の学修状況に相関があり、その意味で入学試験が正常に機能しているかどうかについても判断ができない状態であった。

無論、大学では将来、社会において中軸となって活躍できるような人材の育成が本来の目的ではあるが、卒業のための必要条件である単位修得に困難を来している学生が少なからず出てきており、この状況への対応も求められている。

浅利[1]は、出身や選抜方法に応ずる学生の多様な経歴や素養が、大学における学習成果にどう寄与するかを統計調査し、電気系学生としての学習努力が、初期条件の違いを超えて、入学後の成績を決めるという結論を得ている。

しかし、学生を取り巻く環境が大きく異なる本学に

おいては、上記の結果をそのままでは適用し難いことが考えられる。ここでは、3教科方式による入学生について入試成績と入学後の学修状況をデータマイニングの手法を用いて調査した。

## 2. 入学生の内訳

経営工学科の2001年度入学試験は、現在と若干異なっており、入学生の内訳は、公募制推薦56名、指定校推薦5名、3教科方式[数学、理科、英語の合計点]93名、センター試験方式9名、高得点2教科方式[数学、理科、英語の中から高得点2科目の合計点]（前期）32名、高得点2教科方式（後期）7名、留学生2名、社会人入試1名の合計205名である。

ここでは、比較的データ数の多い3教科方式93名について、その後の学修状況を追跡調査した。本学科では4年次になると卒業研究に着手することになるが、そのためには総修得単位数が110単位以上であることが条件となる。この単位数を修得できなかった留年者は22名、この時点までに退学した者は4名であった。すなわち28%の学生が進級できなかったことになる。

## 3. データおよび解析方法

データは、表1に示す2001年度生の入試成績と同学生の3年次終了時点での成績を用いた。入学試験の理科は、物理または化学のいずれかを選択することになっている。3年次終了時点での成績を用いたのは、成績優良者は3年次終了時点で4年次必修科目以外の卒業単位をほぼ修得し、4年次にそれ以上の科目履修をしない傾向があるからである。

データは、統計解析ソフトClementine 8.6と

表1 入学試験成績

	満点	平均点	標準偏差
数学	150	57.5	21.6
理科	150	80.4	18.5
英語	150	83.4	19.5

しがき いちろう  
大阪工業大学 工学部  
〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1  
受付 05.4.25 採択 06.3.16

SPSS 12.0を用いて解析した。前者のソフトでは、主にCART (Classification and Regression Trees) [2]の回帰2進木の手法を用いた。CARTは、従来の判別分析と回帰分析に対応するノンパラメトリックな統計解析手法であるが、目的変数(数値あるいはシンボル値)に影響する多因子によってサンプルを2股に枝分かれする形で均質なグループに多段層別するという概念で解析が行われる。すなわち、本手法では不純度と呼ぶ指標の値を小さくするように分岐は進む。不純度とはノード内のデータ(目的変数)の不均一さを表す指標である。ここでは不純度としてノード内分散を用いている。親ノードと子ノードの不純度の差を改善度と呼び、改善度が最も大きくなる説明変数を使ってノードの分岐を行う[3]。

#### 4. 2進木解析法による退学・留年者の層別

退学・留年者を回帰2進木により解析した。入学試験の数学、理科、英語の得点を入力として用い、進級か退学・留年かを出力し予測した。ここで偏差値でなく素点を用いたのは、今後、他の入試方式との比較を

する際、高校成績等の評価項目の妥当性判定を容易にするためである。

図1に目的変数を[進級]とした2進木解析樹木図を示す。最初の分岐で数学の成績が現れる。これは、この決定木モデルが進級を予測するのに最も影響のある変数であると判断したことを表す。次に分岐したノード1においては数学が、ノード2においては理科の成績が分岐変数として現れる。数学の次にモデルに寄与する変数は理科であることを示している。

決定木を3段階まで成長させる設定にしたが、英語の成績は3段目で初めて出現している。決定木の下段階に進むほど、出現する説明変数の目的変数に対する影響度は小さい。

ここで、決定木のノードを観察する。ノード0では、データ数は93あり、退学・留年者は26(27.96%)である。まず数学成績が42.5以上か、それより小さいかでデータが分割されている。そしてその結果、ケース数74(全体の79.6%)で退学・留年の割合が20%のノード2と、ケース数19(全体の20.4%)で退学・留年の割合が58%のノード1に分岐し、退学・留年の割合が大きく異なる2つのグループに分割

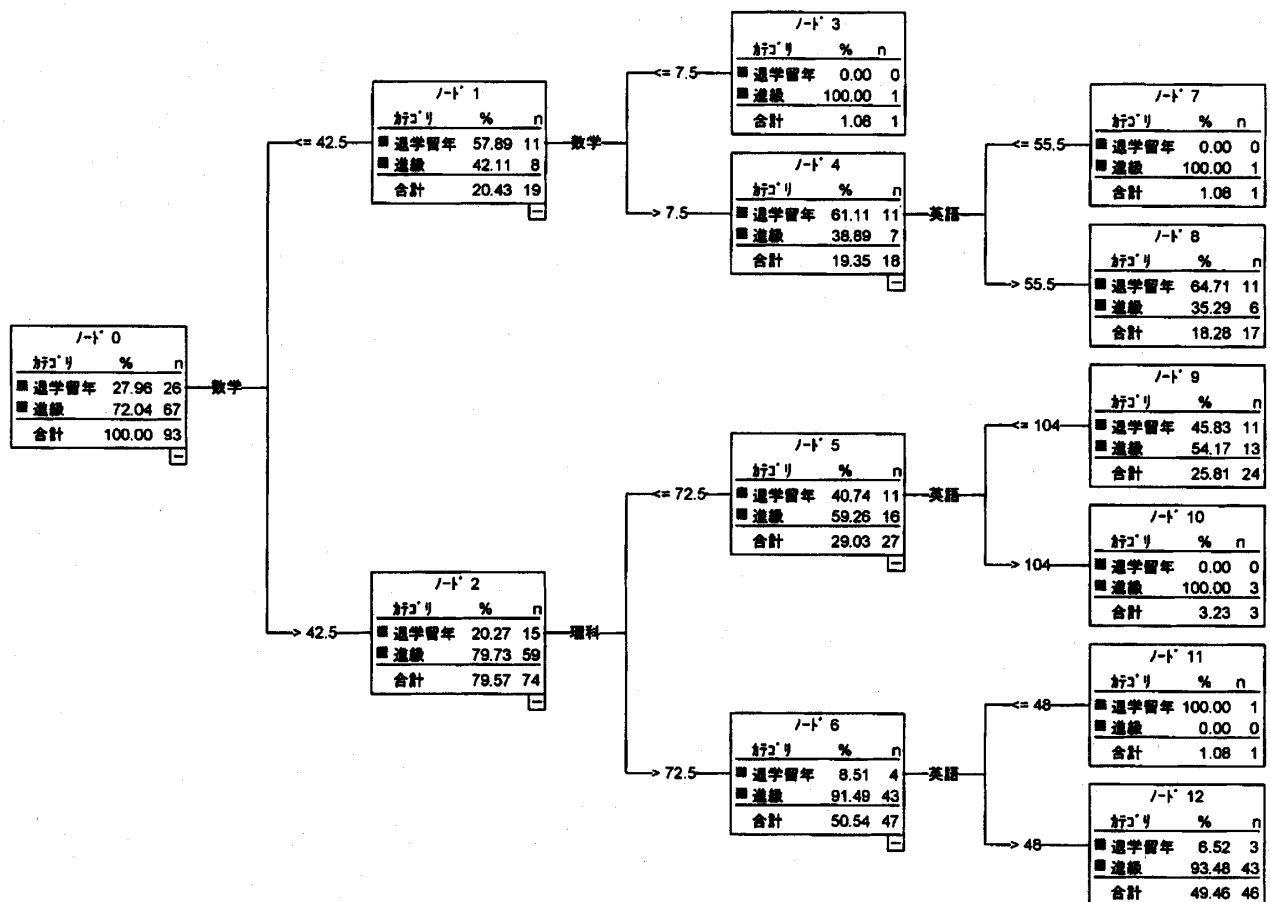


図1 進級に関する樹木図

されたことがわかる。

さらにノード1では入学試験の数学の成績が7.5以上か、それより小さいかでデータが分割され、数学成績が小さい方のノード3(1ケース)では、進級が100%に達している。これは例外データと考えられる。

ノード2は、さらに理科の成績が72.5以上か、それより小さいかで分岐し、小さい方のノード5(27ケース)では、退学・留年の割合が41%と大きくなる。いっぽう、理科の成績が72.5以上のノード6(47ケース)では、退学・留年の割合が8.5%と小さくなっている。

ノード4は英語の成績が55.5以上か、それより小さいかでデータが分割され、ノード7とノード8に分割される。英語の成績が55.5より小さいノード7では1名が分類され進級しているが、これも例外データと考えられる。

ノード5は英語の成績が104以上か、それより小さいかでデータが分割され、ノード9とノード10に分割される。ノード9では、退学・留年者が46%となっているのに対し、ノード10では進級者が100%となっている。意味のある分岐はこの位までである。

以上、3教科方式による入学生の退学・留年に及ぼす影響については、数学の成績が最も重要な因子であり、つぎに重要な因子は理科の成績であり、英語成績

の重要性は3番目であることが判明した。

### 5. 入学後の学修状況

入試成績の数学、理科、英語の得点と3年次終了時の評点平均、修得単位数の多変量連関図を図2に示す。これは5つの変数から2変数を取り出して散布図を作成したもので、全部で20通りの図が示してある。

この図には縦軸と横軸を入れ替えただけの図が存在するので、対角線の上あるいは下の10個の図を見るだけでよい。一見して評点平均と修得単位数間には相関が認められるが、その他の変数間には強い相関は見られない。

各散布図で相関係数を計算し、多変量連関図と同配列で表示した相関係数行列を表2に示す。評点平均と

表2 Pearsonの相関係数

	数学	理科	英語	評点平均	修得単位数
数学	1	.203	.059	.166	.301
理科	.203	1	.039	.012	.238
英語	.059	.039	1	.175	.059
評点平均	.166	.012	.175	1	.650
修得単位数	.301	.238	.059	.650	1

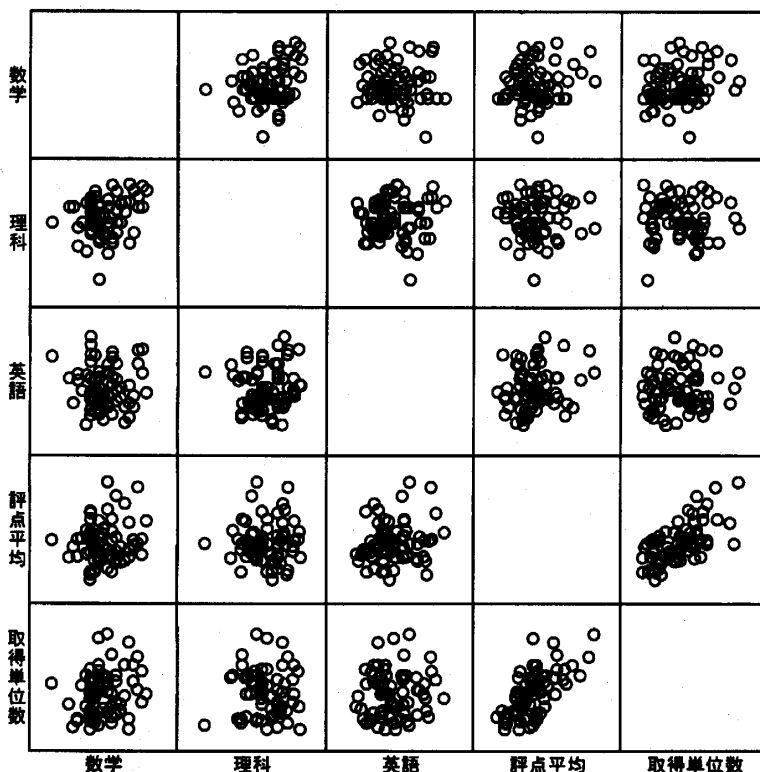


図2 入試成績、評点平均、修得単位数の多変量連関図

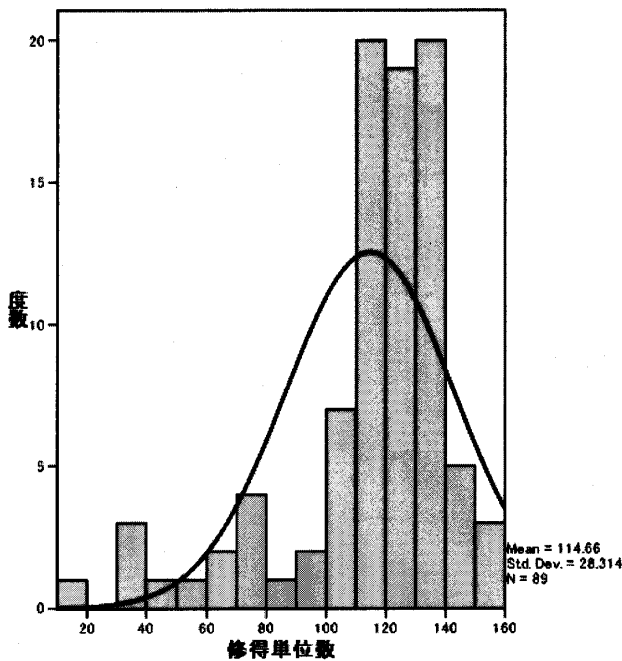


図3 修得単位のヒストグラム

修得単位数の相関係数が最大で、0.650 となっている。その他の変数間の相関は弱い。この結果から修得単位数を入学試験の成績で単純な式で予測することは難しいことがわかる。

### 5.1 修得単位数の CART による解析

退学者4名を除いた残り89名の修得単位数のヒストグラムを図3に示す。図中には、平均値114.66で標準偏差26.314の正規分布曲線も描かれている。この度数分布は2つの分布が重なっているように見える。すなわち、修得単位数120台を中心として80まで広がったベル型の分布と、それ以下の度数3前後の一樣分布が考えられる。

進級の可否(シンボル値)については、前述のように CART により層別することが出来た。ここでは、図3に示す退学者を除いた在校生89名の修得単位数という広範囲に分布した数値データを同様の手法で次々とサブセットに分割した。出力結果の樹木図を図

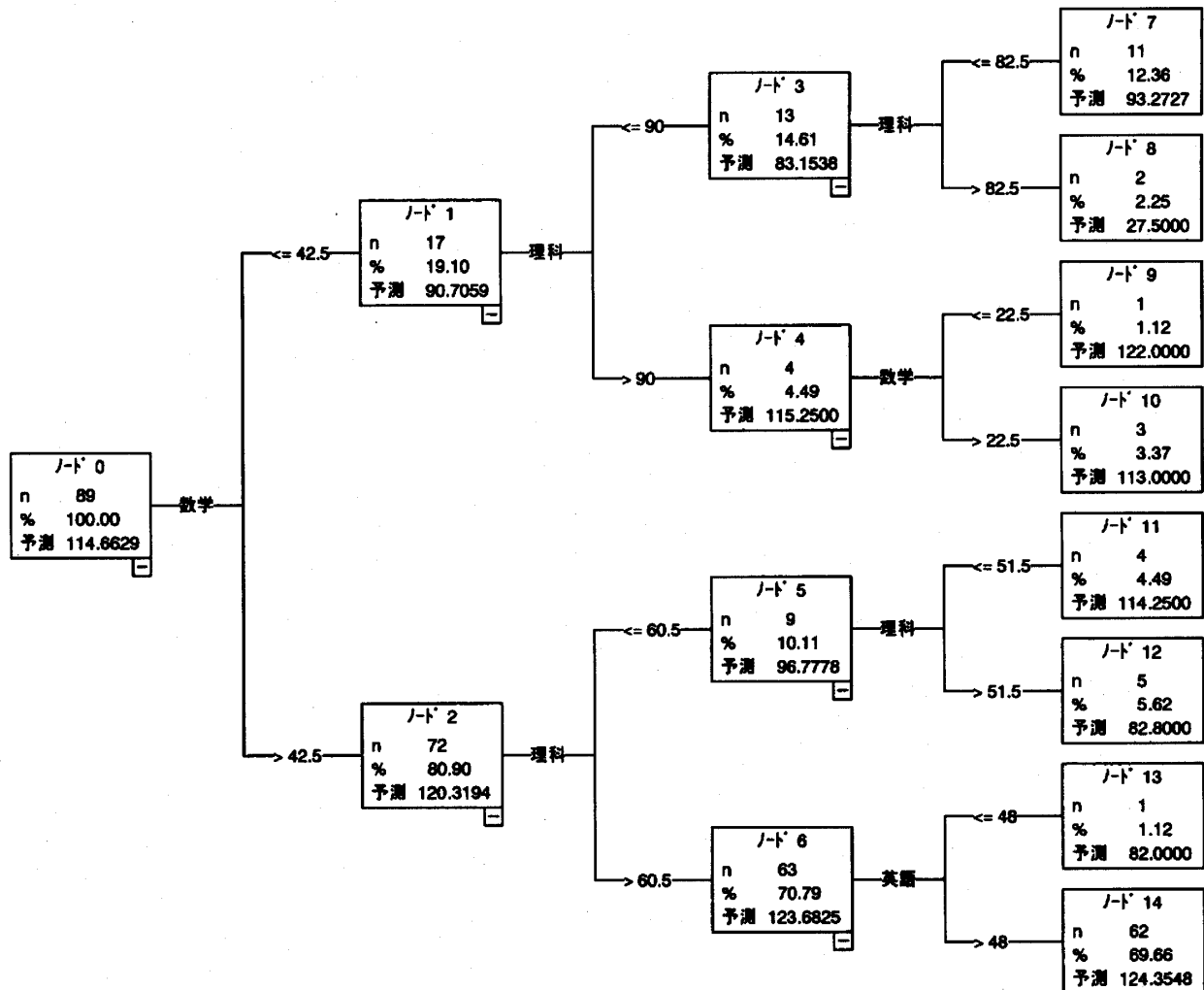


図4 修得単位に関する樹木図

4に示す。

ルートノードでは、89ケースあり、修得単位の平均値は114である。まず、第1回目の分岐は数学の得点42.5で発生する。そしてその結果、ケース数17(19%)で修得単位の平均値が90.7のグループ(ノード1)とケース数72(81%)で修得単位の平均値が120.3のグループ(ノード2)に分岐する。

さらに、ノード1では理科の点数が90以上か、それより小さいかで分割され、理科の値が小さい方では修得単位の平均値は83.1とさらに小さくなり、理科の値が大きい方では修得単位の平均値は115.2と大きくなる。

いっぽう、ノード2においても、次の分岐は理科の点数60.5でなされ、それ以下のノード5ではケース数9(10%)で修得単位の平均値が96.7となり、理科の点数がそれ以上のノード6ではケース数63(71%)で修得単位の平均値が123.7となっている。

それ以上の分岐においては、各ノードによって分岐変数が異なり、理科、数学、英語の成績が影響する。

以上、修得単位数に最も影響するのは入試の数学の成績であり、その次に理科の成績が大きな比重を有しているといえる。このことは、単相関係数の結果とも一致する。

また、数学が42.5点以上、理科が60.5点以上、英語が48点以上の学生は全体の62%おり、3年次終了時点で124単位の修得が可能であることもわかる。

3科目の重要性を数値的に比較するために、ニューラルネットワークの逆誤差伝搬法[4]を適用した。すなわち、数学、理科、英語得点を3入力、修得単位数を1出力として3層のモデルで計算した。入力層の英語ニューロンは重みが小さいため除かれ、数学と理科の2ニューロンになった。隠れ層は4ニューロン、推定精度は87.8%となり、入力の相対重要度(値が大きいほど重要度が高い)は、数学0.274、理科0.249となり、樹木図で得られた傾向と一致した。

## 5.2 学科科目の履修状況

経営工学科のカリキュラムは以下のように編成されている。経営の問題に対して科学的にアプローチする方法を身につけるため、専門基礎科目、経営工学共通科目、数理情報系科目を配し、幅広い経営の問題を効率的に学ぶため、ヒューマン・知識システム系科目、生産・物流システム系科目、マネジメント・システム系科目に分けている。

これらの科目の履修状況の特徴を明らかにするため

Dendrogram using Ward Method

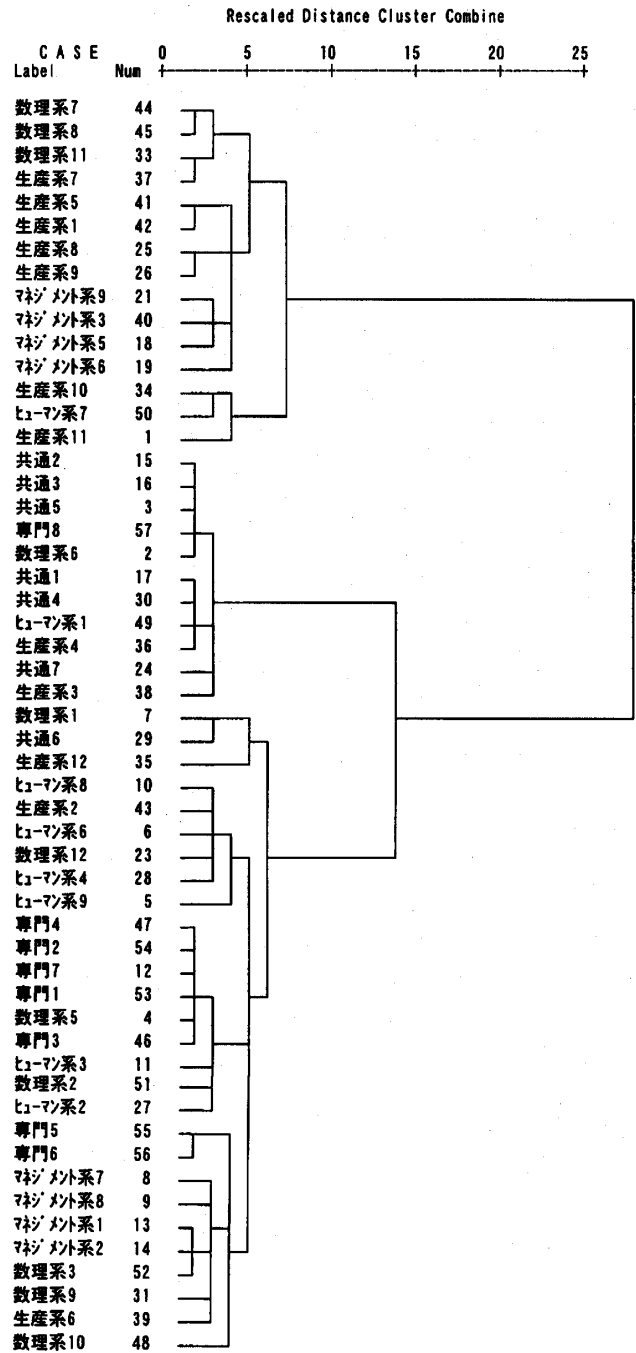


図5 履修科目のクラスター分析

Ward法によるクラスター分析を実施した。データはこれら科目を履修した186名の学生の成績であり、その中には他方式によって入学した学生の履修者も含まれているが、科目の履修状況の一般性には影響しないと考えられる。成績は5段階評価でなされており、100~80点が5, 79~70点が4, 69~60点が3で合格であり、59~30点が2, 29~0点が1で不合格である。履修科目は学生の選択に任されており、履修者が少ない科目というのも特徴の一つと考え、その場合は成績を0にして解析を続行した。得られた結果を図5に示

す。

科目群を図5の上から順に次の5つのグループに分けて考察する：① (Label: 数理系7) から (Label: マネジメント系6まで) ② (Label: 生産系10) から (Label: 生産系11) まで③ (Label: 共通2) から (Label: 生産系3) まで④ (Label: 数理系1) から (Label: 生産系12) まで⑤ (Label: ヒューマン系8) から (Label: 数理系10) まで。グループ①は、生産・物流システム系科目と数理情報系科目が主体で、多数の受講者がいるものの、不合格者の割合が高く、合格者の中にも評価3が比較的多い。グループ②は、比較的難度の高い数学を利用する生産・物流システム系科目が2つ含まれており、受講者が少ない。グループ③は、入門的な要素の強い経営工学共通科目が多く、受講者が多く、高い評価で、ほぼ全員が単位を修得している。グループ④は、受講者は多いが、評点平均が3の中程度の評価であった。グループ⑤は、専門基礎科目とヒューマン・知識システム系科目が多く、グループ③より評価は厳しく、グループ④より緩やかな評価となっている。すなわち、学生が単位修得を最も苦手としているのは、グループ①と②に属する科目であり、それらはいずれも数学の素養をある程度必要としている。そのため、単位修得に入学試験の数学の成績の影響が出ているものと考えられる。

## 6. 結言

以上の解析から、入学後の学修状況は入試成績とかなり

なり相関があることが判明した。以下に得られた結果をまとめる。

- ① 3教科方式による入学生については、入試時の数学成績、つぎに理科の成績が重要な因子である。これらの成績によりある程度退学・留年や成績上位者を分類できる。
- ② 経営工学科は文・理両系の科目が存在するが、単位修得に関しては数学の基礎学力が大きく影響する。

これらの結果は、あくまでも単年度の経営工学科3教科入試による入学生についての解析結果である。本学科においては、年々推薦入学生の割合が増加しており、本解析以外の入学生の学修状況を把握することが急務となっている。

## 参考文献

- [1] 浅利英吉：“大学生の入学時基礎学力と大学教育課程における成績について,” 日本OR学会アブストラクト集・秋, pp. 95-96 (1983).
- [2] L. Breiman, J. H. Friedman, R. A. Olshen and C. J. Stone: *Classification and Regression Trees*, CHAPMAN & HALL/CRC (1998).
- [3] 牛田一雄, 高井勉, 木暮大輔: SPSS クレメンタインによるデータマイニング, 東京図書 (2003).
- [4] D. E. Rumelhart, G. E. Hinton and R. J. Williams: “Learning representations by back-propagating errors,” *Nature*, Vol. 323, pp. 533-536 (1986).