

工学部カリキュラムの変遷の分析

工学系研究科 工学教育開発機構

吉田 眞

社会は常に進展し、時代時代によって中心となる技術・産業も変化していく。特に近年、社会の進展とともに工学分野も急速に拡大し、細分化と膨張を続けている。このため、知の体系化・構造化を行う際には、“時間変化に対する柔軟性”とともに“連続性”の考慮、新分野への方向を探ること、が重要な視点となる。

過去から現在につながる、学問分野体系の変化を知ることは、その先将来へのヒントを得ることに役に立つ。その一つ的手段として、工学部での講義科目数と科目群の分析を行うことが考えられる。

本報告は、この考え方にもとづき工学部の講義科目を対象にその時代による変遷を、基礎データ(学科数、総科目数、共通科目数など)、科目分野の変遷に着目して分析したものである。工学部科目分野の変遷については、形態素分析による解析ツールを用いたクラスタリングにより行った。

なお、データの一部が未処理のため、本資料は第 1 報である。

1. 調査・分析の条件

工学部のシラバスは、特に電子シラバス化した 2002 年以降は充実しているが、それ以前には「講義要綱」という表現で、講義の項目だけの記述が原則であった。このため、各年代のカリキュラムの内容量と表現法には相異があるため、相互比較には注意が必要であるが、主要なキーワードとこれを含む科目数とその関係を追跡することによって、大略の傾向を見ることが出来る。なお、科目分野の動向を見るために、今回の分析では卒業論文・卒業研究関係の科目は除いてある。

(1) 選択した年代

過去の変化を、全ての年について調査するのは煩雑で労力もかかるため、また、変化の度合いがより明確に見えるようにするために、原則 10 年程度の間隔で調査した。ただし、学科構成など組織変更が行われた年にも着目して、調査の年を選んだ。

具体的には、以下の年を選択している。(データ類は、実際には「年度」単位のものであるが、

カリキュラムの変遷

本報告では、以降、原則として「年」で表現する。）

- ・昭和 36 年(1961 年): 16 学科、
- ・昭和 50 年(1975 年): 20 学科
- ・昭和 60 年(1985 年): 21 学科
- ・平成 6 年 (1994 年): 21 学科 (名称変更 8 学科)
- ・平成 15 年 (2003 年): 17 学科

(2) 工学部の学科編成の変遷 (図 1.1)、学科群としての変遷 (図 1.2)

昭和 24 年(1949 年)には学科数は 11 であったので、10 年間で、昭和 36 年には 7 学科増えている。(さらにその 10 年前の昭和 14 年も学科数は 11 であったが、昭和 24 年には、造兵、火薬などから学科の編成変えがなされている。)

平成 6 年(1994 年)は、大きな名称変更が行われた年である。また、平成 12 年(2000 年)には、システム創成学科への編成変え、マテリアル工学科への名称変更が行われた。

(3) 科目分野変遷の分析のためのグループ化(クラスタ化)の条件

形態素解析を基本とする分類ツールを用いて、全科目をいくつかの同分野科目に分類して比較する。選択したクラスタ数は、5、及び、11 である。その理由は、以下の通りである。学科数が多いため、最近の系の数 10 に共通科目を 1 クラスタと考えて 11 としたことと、さらにまとめた場合の傾向を見るための 5 クラスタとした。

2. 工学部の基礎数値の変遷

まず基本的なデータの変遷として、総科目数、学科数、コース数の比較、共通科目の変化・比較を、図 2.1、2.2、2.3、2.4 に示す。

(1) 総科目数、学科数、コース数: 図 2.1、2.2

(i) 総科目数の変化:

昭和 60 年(1985 年)以前には単調増加 (図には含めていないが昭和 14 年には 331 科目)であり、昭和 60 年にほぼ 900 弱(882)のレベルとなったが、それ以降はほぼ同じレベルの数となっている。ただし、2003 年には 844 となり整理が行われている。(図 2.1)

学科数は、編成変えや名称変更が行われるため、単純な増減比較は数値からはできないが、平成 6 年(1994 年)まで増加し、システム創成、マテリアル再編の際に 17 学科に減少した。コース数の変動は、この傾向を拡大したような変遷をたどってきたが、平成 15 年(2003 年)に比べると平成 18 年(2006 年)には増加している。

(ii) 学科数、科目数の変化:

進学定数の変化とも関係するため、図 2.2 にこれらの比較を示す。学科数と進学定数は同じ形をしている。

(2) 共通科目数の比較： 図 2.3、2.4、2.5、2.6-1、2.6-2、2.7-1、2.7-2、

共通科目数については、古い年代には制度の相異があるため、昭和60年(1985年)以降のデータで比較する。(例えば、昭和50年のデータでは2年冬学期の科目は教養学部が編成しており、共通科目に関しての明確なデータが入手できていない。)

(i) 共通科目の総開講数(クラス分けを行う科目について全クラス分をカウント)： 図 2.3

図 2.3 に、数学や数学・力学演習などの、工学部全体で実施するために複数クラスで開講している科目の総数を全てカウントした場合の変遷を示す。

総科目数とは逆に、共通科目数は年代とともに減少している。これは、分野が整理されていったことと、広く全ての分野の科目を共通科目として薄くカバーするのではなく、工学としての共通基礎を共通科目とする方向が指向されたことによっている。平成12年(2000年)には、工学部としてこの考え方により共通科目を絞り、時代に即した共通科目(バイオ、情報など)を新設している。(翌年度より実施)

(ii) クラス分けの科目数を1科目と数えた場合の共通科目数： 図 2.4

図 2.4 は、これらのクラス別の科目を(クラス分けを無しとして)1科目として勘定した場合の科目数との比較である。過去の共通科目の総数が多いのは、このクラス別の科目種別が多かったことも原因である。(過去に遡るほど多い。) この場合の数は、総数の場合(図 2.3)に比べて2/3程度になっている。

(iii) 両者の比較： 図 2.5

図 2.5 に、この両者の比較を示す。

(iv) 科目種別の変遷ークラス分けを考慮した総数での比較： 図 2.6-1、-2 2.7-1、-2

・2年冬学期の科目比較： 図 2.6-1 に、共通科目の種類別の数の変遷を示す。数学、数学・力学演習、計測通論の基礎科目は、基本的に数は減っていないことが判る。2003年には、前述のように、科目整理後の、生命科学、数理を追加している。

図 2.6-2 は、実際の科目数をクラス分けを考慮した実数で示したものである。

・3・4年の科目比較： 図 2.7-1 に、3、4年での共通科目の種類別の数の変遷を示す。昭和50年(1975年)の年代では、ほぼ各専門科目から共通科目が選出されており、講義と実験が対となっていることが判る。即ち、汎用工学的なアプローチが見える。昭和60年(1985年)には、一部の専門を減らして、より基礎的な数学特論、統計解析などに置き換えている。平成6年(1994年)には、さらに共通専門科目を減らして総数の減少を図っている。ただし、全体を通じて、数学、経営・経済、電気・実験の基礎系、特許、職業指導などの工学共通系については、基本的に減らしていない。前述のように2001年実施の再編により、バイオ・情報などの新分野が新設されている。

図 2.7-2 には、実際の科目数をクラス分けを考慮した実数での比較を示す。

3. 工学部の科目変遷

(1) 科目データと前提

分析用科目データ入手の都合により、本報告では以下の年度についてデータ比較を行った。

- ・昭和 36 年(1961 年): 18 学科 519 科目
- ・昭和 50 年(1975 年): 21 学科 613 科目
- ・平成 15 年 (2003 年): 21 学科 844 科目

上記のうち、前 2 者の年度については、講義要綱・便覧に掲載されているものを電子化し、平成 15 年度のものについては、工学部シラバスシステムの電子データを用いた。このため、前 2 者の年度では、基本的にシラバスは”数行の項目な記述で情報量自体が少ない”が、平成 15 年度のものでは、文章となっており、長さも長く情報量はかなり多くなっている。

(2) 分析結果と傾向

分析結果は、以下の通りである。

- 図 3.1 クラスタ数 5 での各年度の比較
- 図 3.2 クラスタ数 11 での各年度の比較
- 図 3.3 クラスタ数 11 での各年度の比較(詳細)

クラスタリングの結果に、上述した原シラバスの情報量と非文章(項目だけ)・文章の差が反映されており、平成 15 年度の結果が他に比べてはるかにまとまりのある結果となっている。

特にクラスタ数を 11 とした場合に、この傾向がよく判る。また、逆にデータ数の少ない昭和 36 年、50 年の 2 つの年度では、シラバスの作成者の(おそらく)意図している内容への依存度よりも、単語そのもの同士の直接の関係への依存度が強くなる。このため、特にクラスタ数が少ない 5 の場合に、同じ分野に入ると想定される科目・単語が、異なるクラスタに分かれて分類される現象が見られる。

(3) シラバスの詳細度による年度間の違いークラスタ5の場合: 図 3.1

上述のように元データの詳細度に相違がある。この効果を、まず始めにまとめておく。

(i) 昭和 36 年 (1961 年)と 昭和 50 年 (1975 年)

上記の(2)項で述べた理由により、この年代のシラバスでは「重要語の入った文章」ではなく、単語同士の関係がクラスタ化のベースとなる。このため、結果は科目分野の傾向というよ

りも、むしろ基礎的な用語のクラス分けとなっている。文章間の意味する関係よりも、単語の意味が直接影響されるためと考えられる。すなわち、各シラバスが数行の項目(文章ではなく)で構成されている簡単なものであり、科目によってはその単語間の関係も記述されていないものである影響が大きい。

即ち、「シラバス自体がその具体的な内容を説明するには、十分なものではない」と言える。なお、このことは内容が充実してきた現在のシラバスでも注意すべき点を示唆している。即ち、電子化したあとに収集した学生の意見に、「専門用語だけで書かれているシラバスは、その用語と分野の基礎知識が無ければ理解できない、理解の難しい科目には、こういうシラバスが多い。」というものがあり、同様なことを示唆しているからである。特に、この点は、シラバスの「目的」の箇所ですっきり判るようにカバーすべきと考えられる。

(ii) 平成 15 年度 (2003 年度)

上記に対して、平成 15 年のクラスタ化では、クラスタ化が特定の分野分けとなっていることが明確に判る。シラバスの記述内容が文書化されて、過去の 2 年度に比べると内容量も、用語の関係を表す記述も多くなっているため、形態素の分析によってグループ帰属分類が明確になされるためである。

シラバスの内容を充実する意味と、有効性を表していると言える。

(4) クラスタ数 11 の場合の特徴: [図 3.2](#)、[3.3](#)

[図 3.2](#) に、各クラスタの科目数比較を、[図 3.3](#) には各クラスタのキーワード比較を示す。

(i) 昭和 36 年 (1961 年) と、昭和 50 年 (1975 年)

クラスタ数 5 の場合に比べて、各クラスタの特徴がよりはっきりと見える結果が出ている。これは、シラバス記述量が少なくてもクラスタ数を多く設定することにより、より基本単語の近いもの同士を持つ科目の集まりとなるためである。特に、クラスタ数 5 の場合に比べて、数学などの基礎系が明確に分離し、学問分野と基礎分野を表すクラスタとなっている。ただし、以下で説明する平成 15 年(2003 年)の場合に比べると、「要素のキーワードの特徴によるクラスタ化」の傾向が強い

(ii) 平成 15 年 (2003 年) の特徴

学科再編により、システム創成学科の科目の特徴でもある「プロジェクト」関係の科目が 1 群を形成している。さらに、新しい分野である環境、エネルギーなどが 1 群を形成している。これらは、クラスタ数 5 の場合には、「プロジェクト、戦略、都市、地域、企業、経営、社会、国際、経済、環境、..」という一つのクラスタにまとめられていた。

さらに、情報、電子関係が明確に分離されている。なお、化学関係については、3 つの年代を通じて 1 分野を形成している。

一方で、分野共通である、基礎理論、数物系、統計などによるクラスタが、3 つ形成されている。

カリキュラムの変遷

平成 15 年(2003 年)では、以上のように、基礎分野、主要な学問分野、さらに新分野である環境、システム系などの分野が分離されているなど、工学部カリキュラムの特徴がよく見て取れる。

4. 電気・電子・情報系の変遷

(1) 前提とデータ

新しい分野の一つとして情報系を取り上げて分野の変遷・進展動向を分析した。なお、情報が電気・制御系からも発展したことを勘案して、分析は電気系・情報系関連での該当科目を抽出し、それらの類似度からのクラスタリングにより行った。

使用したデータは以下の通りである。(年は、データとしては年度を意味する。)

- ・昭和 36 年(1961 年): 71 科目
- ・昭和 50 年(1975 年): 88 科目
- ・昭和 60 年(1985 年): 123 科目
- ・平成 6 年 (1994 年): 171 科目
- ・平成 15 年 (2003 年): 166 科目

分野を電気・電子・制御・情報系に限定したので、クラスタリングの数は少なめとし、基礎系、電気系・電子系、情報系に分かれることを想定して3クラスタとした。

(2)分析結果: [図 4.1](#)、[図 4.2](#)

[図 4.1](#) から判るように、情報関係の科目が、昭和 50 年(1975 年)から増え始め、昭和 60 年(1985 年)には、情報系だけで 2 倍程度になっている。さらに平成 6 年(1994 年)には電気・情報関係科目数がピークになっているが、典型的な情報科目(プログラミング、言語、計算機など)のクラスタよりは、その他の電子系、応用系のクラスタが大きくなっている。

昭和 60 年(1985 年)から平成 6 年(1994 年)の間には、前述のように、学科の名称変更が多く行われた。電気関係では、船用機械から機械情報への変更、電子情報の新設が関係する。

平成 6 年(1994 年)までは、数学・基礎系だけでクラスタができていたのが、平成 15 年(2003 年)には、これと信号、デジタル、通信などの基礎的な共通キーワードでクラスタができおり、電気系と純粋情報系が別クラスタとなっている。基礎的なキーワードが数学・基礎理論分野だけで構成されなくなっていることが判る。

平成 15 年には、科目数は減少したが、これは、平成 12 年(2000 年)のシステム創成学科の創設に伴う整理の効果と考えられる。

なお、参考に、東大の電気・情報系科目と、MIT の同分野の科目体系を付録に示す。MIT で

カリキュラムの変遷

は、以下の3点が特徴的である。

- (1) 学部、大学院を通した科目体系となっている。
- (2) 共通と応用分野選択の階層となっており、基礎を作ると同時に分野をいくつか選択して視野を広げる構成となっている。(分野には、バイオ電子のような新分野も入っている。)
- (3) 提供科目には、電気・情報分野だけでなく、他の分野学科の提供する科目が数多く入っている。

以上

カリキュラムの変遷

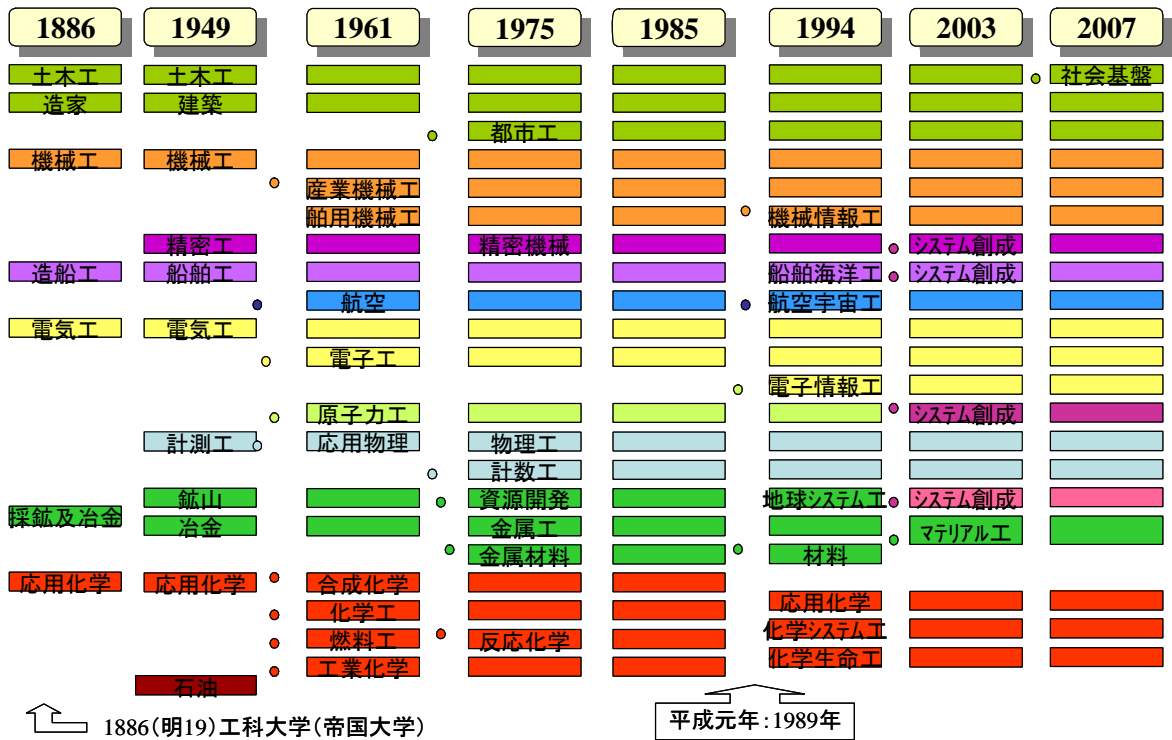


図1.1 工学部 学科構成の時間的遷移

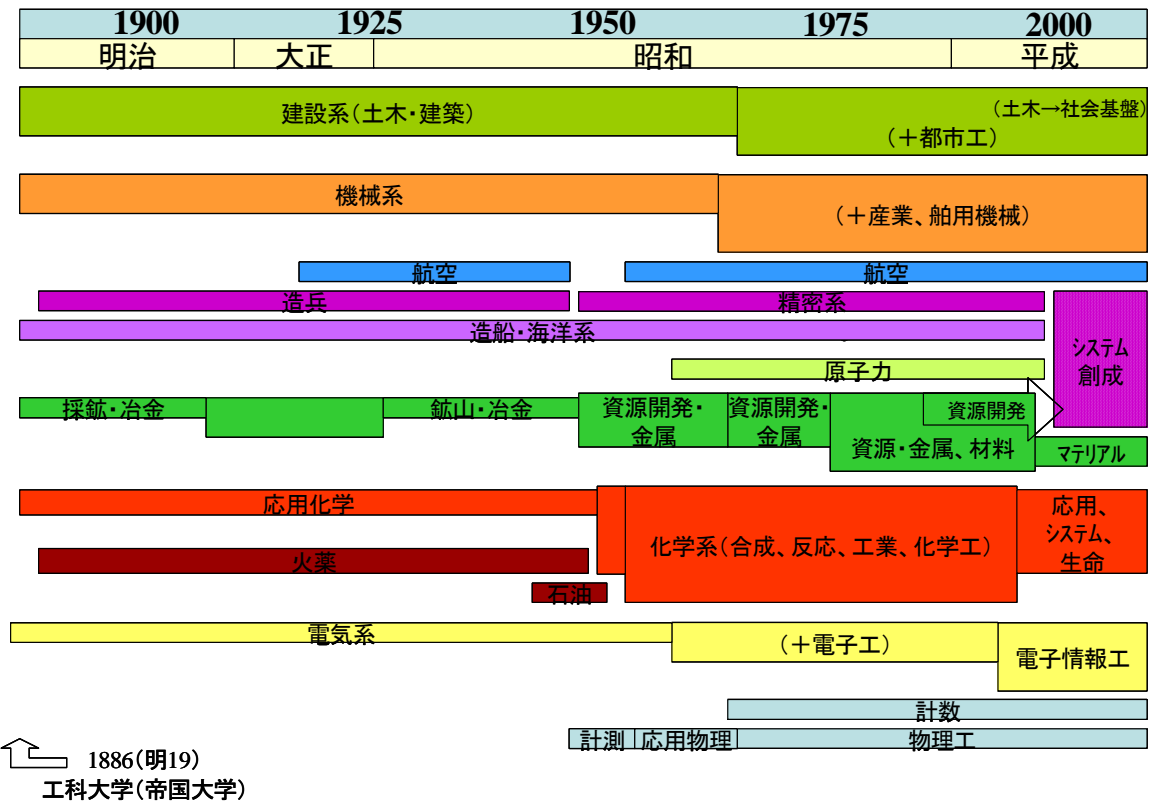


図1.2 工学部 学科構成の時間的遷移 - 学科群

カリキュラムの変遷

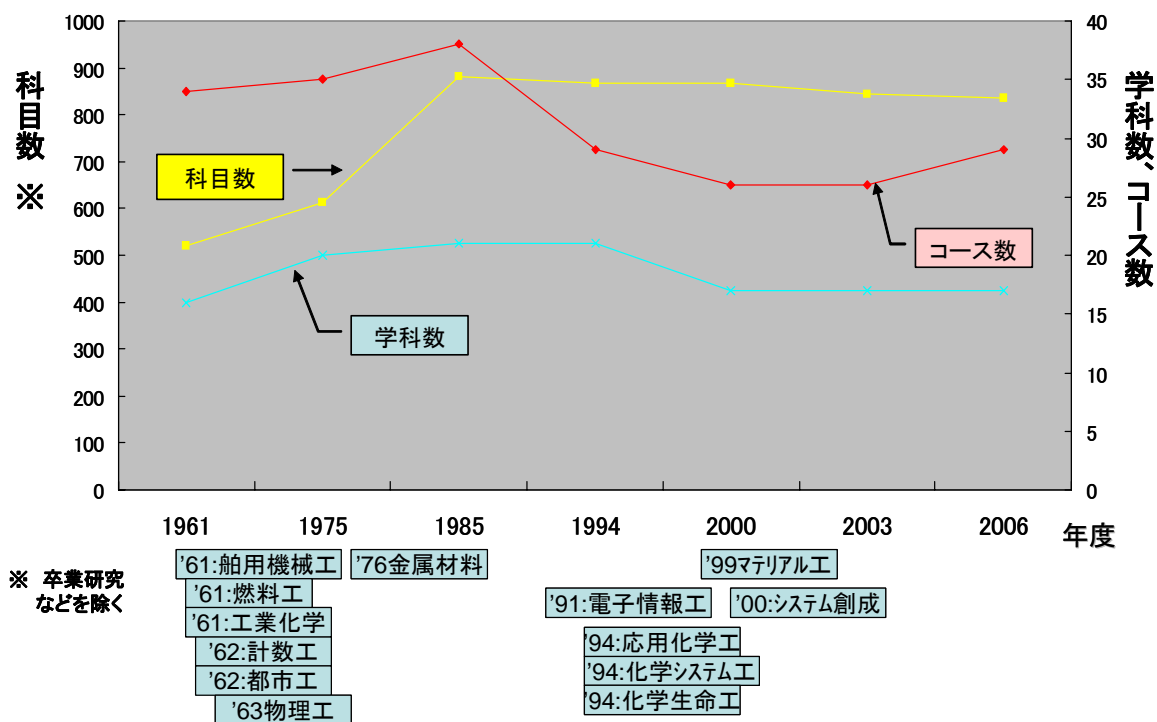


図2.1 工学部の科目数と学科数の変遷

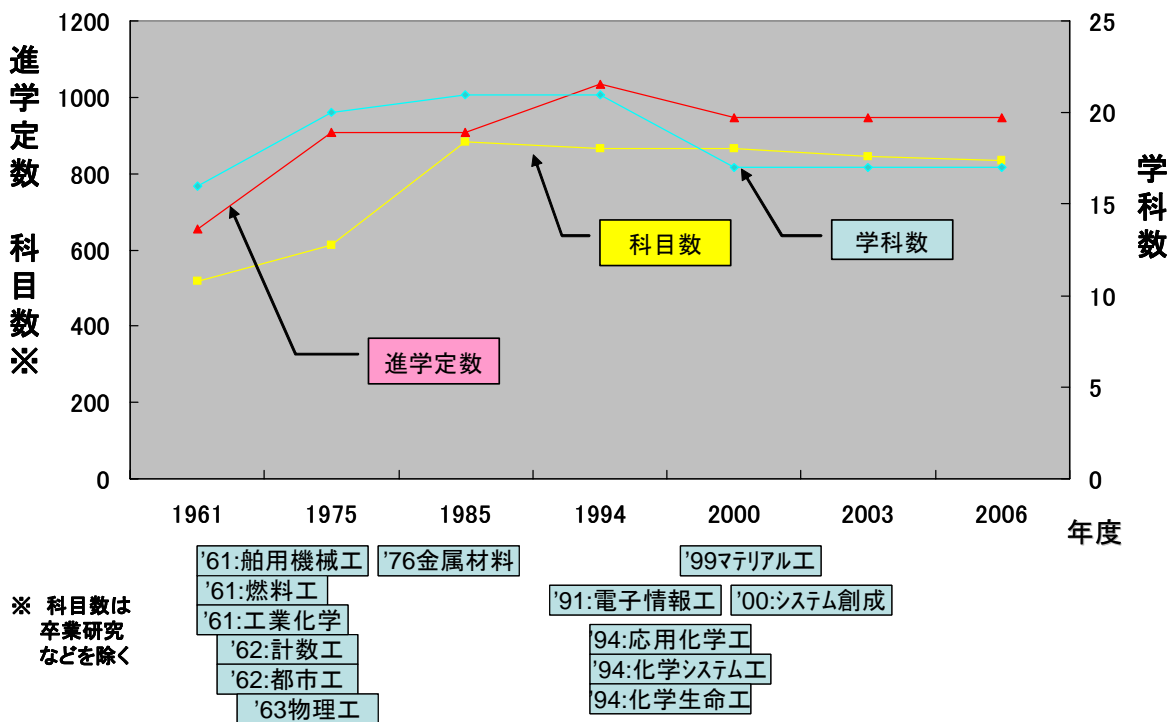


図2.2 工学部の科目数、進学定数、学科数の変遷

カリキュラムの変遷

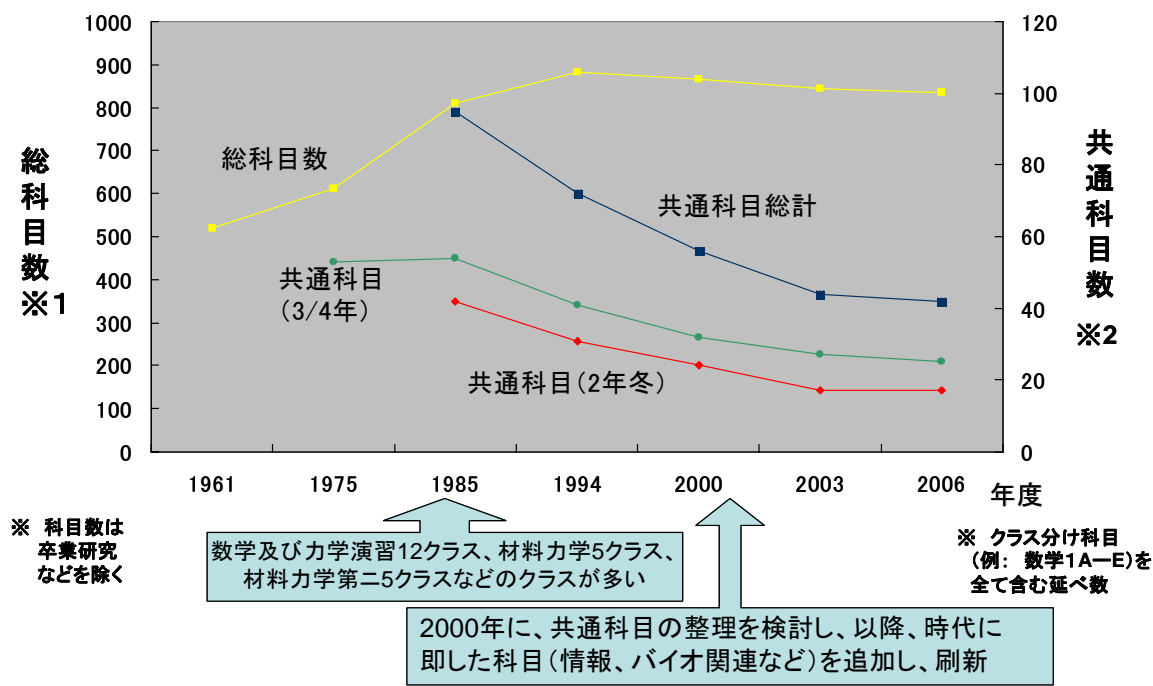


図2.3 工学部の科目数、共通科目数(クラス分け延べ数)の変遷

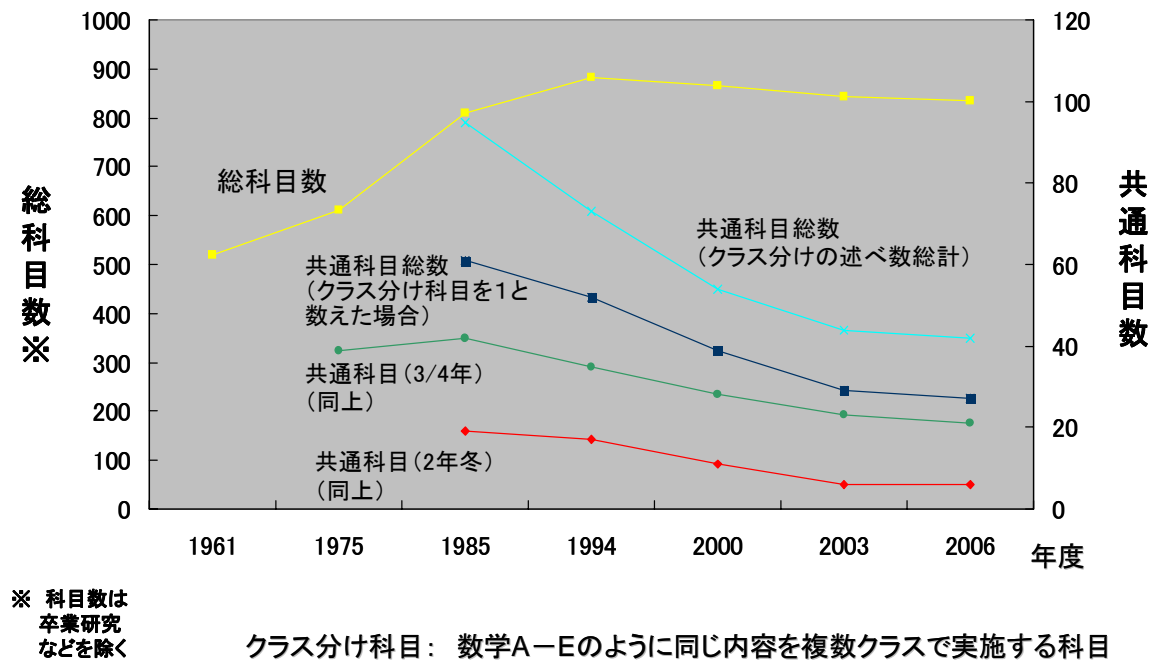


図2.4 工学部の総科目数、共通科目数の変遷 (クラス分け科目の述べ数、クラス分け無しの比較)

カリキュラムの変遷

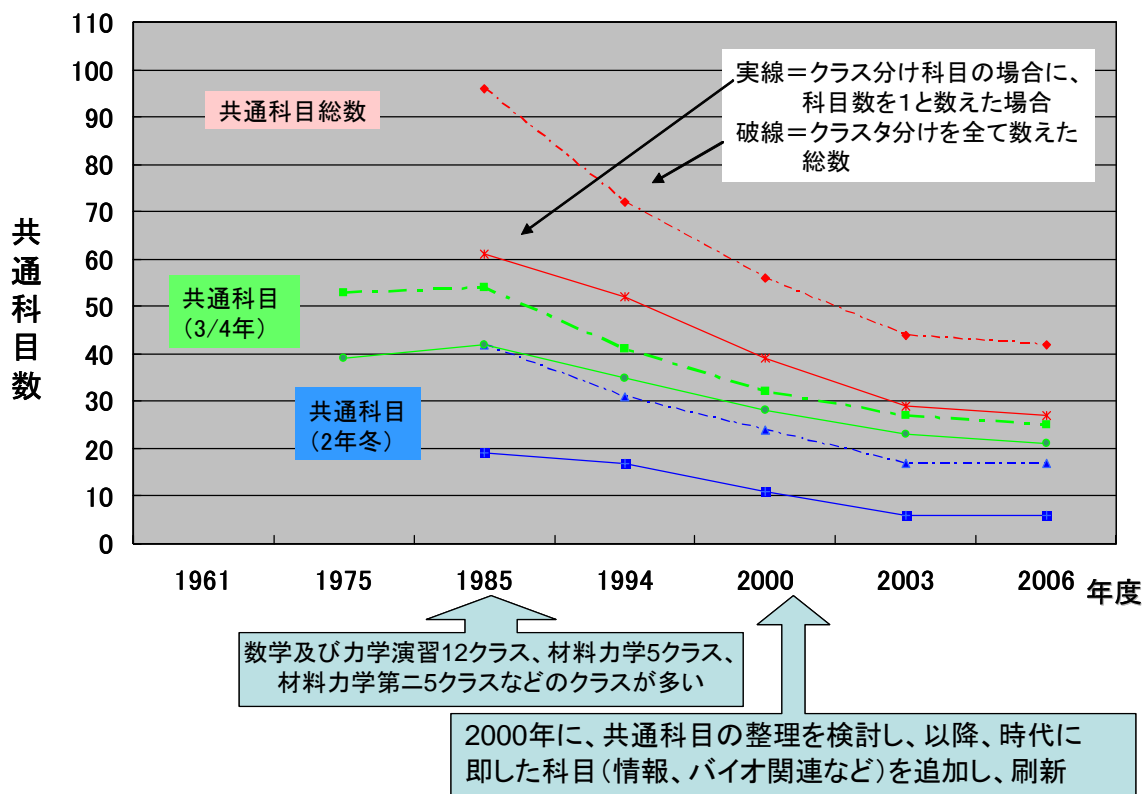


図2.5 工学部の共通科目数の変遷

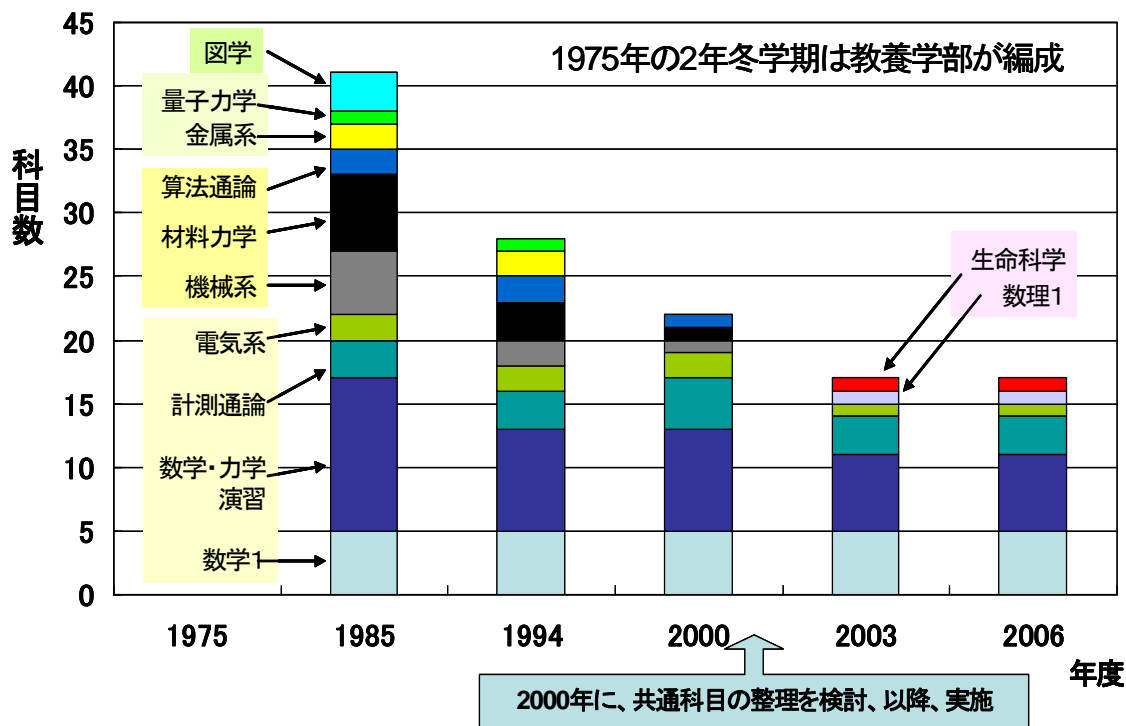


図2.6-1 共通科目の変遷(2年冬学期) -1

カリキュラムの変遷

生命					1	1	
数理1					1	1	
図学		3					クラス分け
量子力学		1	1				
金属系		2	2				
算法通論		2	2	1			
材料力学		6	3	1			クラス分け
機械系		5	2	1			
電気系		2	2	2	1	1	
計測通論		3	3	4	3	3	
数学・力学演習		12	8	8	6	6	クラス分け
数学1		5	5	5	5	5	
年度	1975 注	1985	1994	2000	2003	2006	

注 1975年の2年冬学期は、教養学部が編成

図2.6-2 共通科目の変遷(2年冬学期) -2

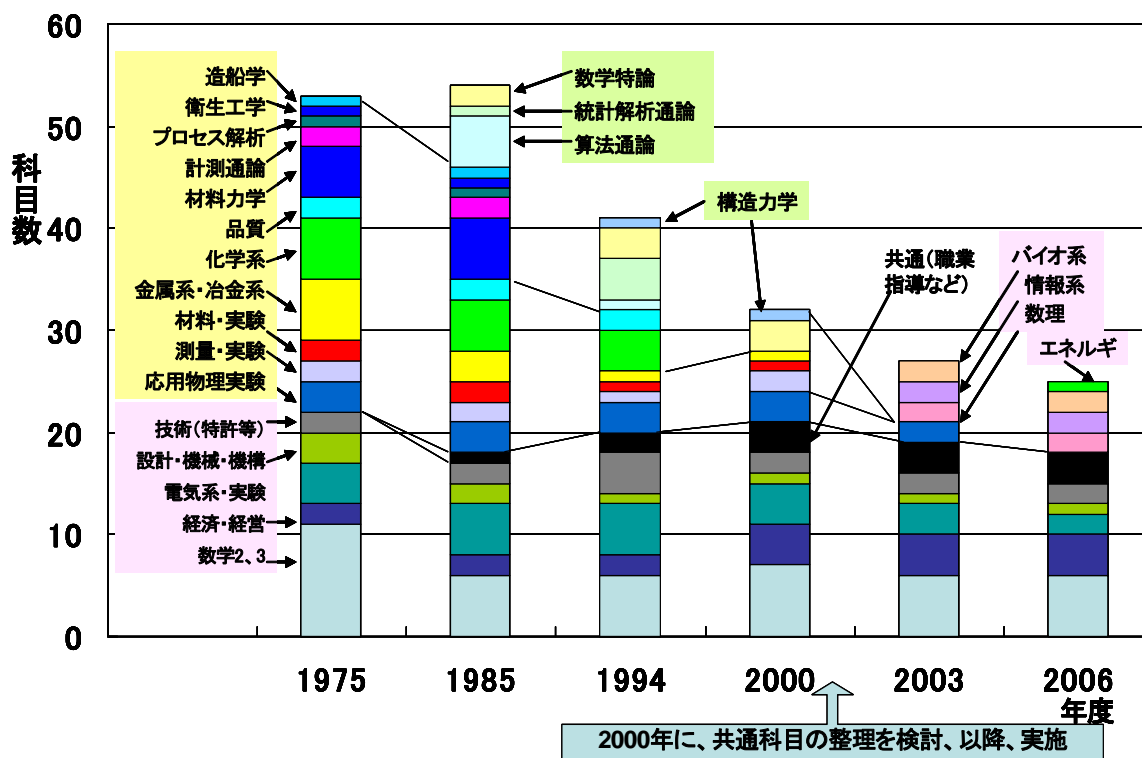
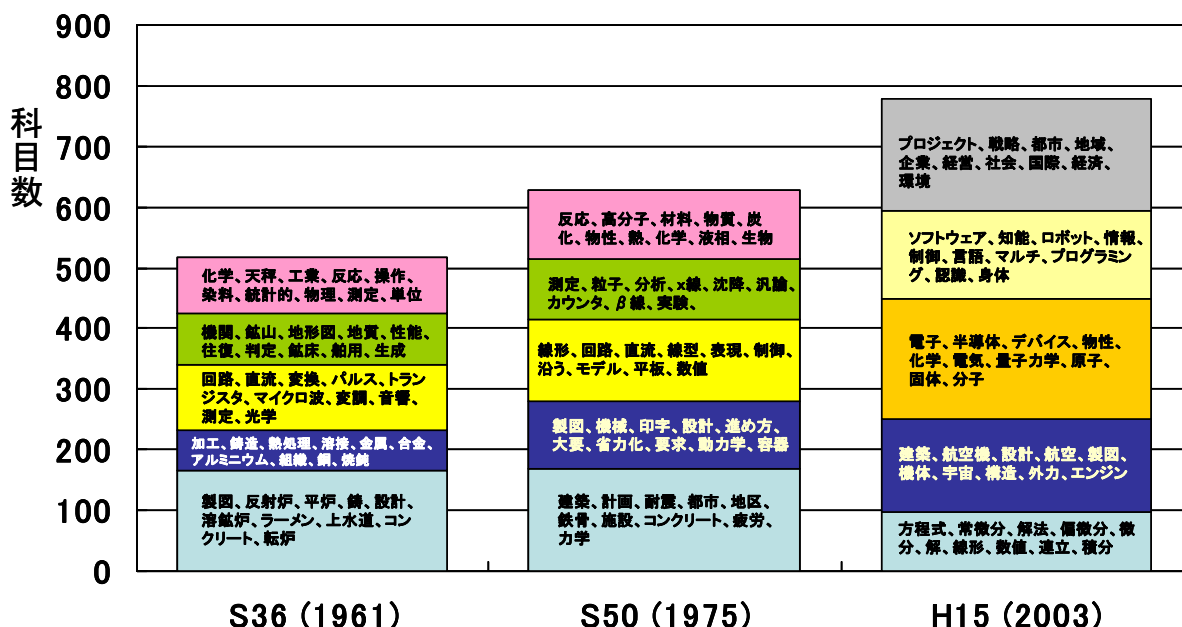


図2.7-1 共通科目の変遷 (3/4年) -1

カリキュラムの変遷

エネルギー						1	
バイオ系						2	
情報系						2	
数理						2	
構造力学			1	1			
数学特論		2	3	3			
統計解析通論		1	4				
算法通論		5	1				75は、統計数学
造船学	1	1					
衛生工学	1	1					
プロセス解析	1	1					
計測通論	2	2					
材料力学	5	6					
品質	2	2	2				
化学系	6	5	4				エネルギー物質を含む
金属・同材料・冶金系	6	3	1	1			75-00に「溶接」、75に「非金属」を含む
材料・実験	2	2	1	1			
測量・実験	2	2	1	2			
応用物理実験	3	3	3	3	2		
共通(職業指導など)		1	2	3	3	3	工業教育、職業指導など
技術(特許、など)	2	2	4	2	2	2	特許、技術論、意匠、
設計・機械・機構	3	2	1	1	1	1	85、94に「熱機関」を含む
電気系・実験	4	5	5	4	3	2	
経済・経営	2	2	2	4	4	4	経済工学、経営工学、アントレプレナール
数学2、3	11	6	6	7	6	6	
総計	53	54	41	32	27	25	
年度	1975	1985	1994	2000	2003	2006	備考

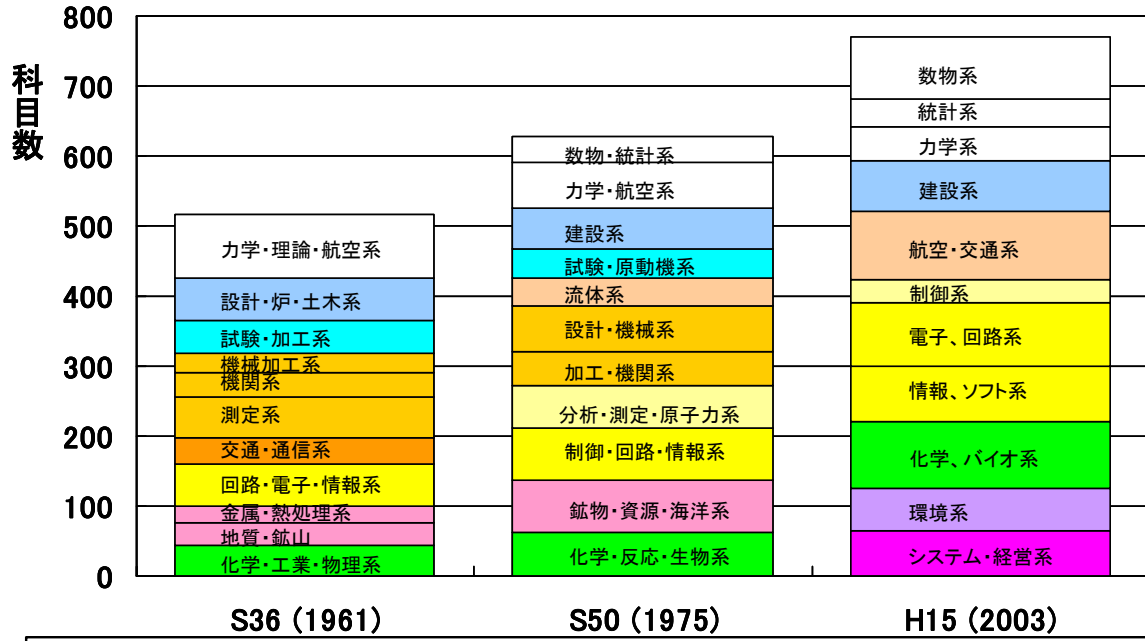
図2.7-2 共通科目の変遷 (3/4年) -2



H15では、情報、システム創成、などの分野の特徴がよく現れたクラスタとなっている。これは、H15年度よりシラバスが電子化され、各シラバスの記述内容が文章化され、詳細化されたため、分析精度が高くなった効果と考えられる。これに対して、S36、S50では、個々のシラバスが文章ではなく単語主体となっているため、5クラスタという粗いグループ化では、精度が足らず特徴の出ないグループ化となっている。

図3.1 科目数の変遷の例 - クラスタ数=5

カリキュラムの変遷



クラスタ数5の場合に比べ、各クラスタの特徴がよりはっきりと見える結果が出ている。H15では、新分野である環境、システム系の分野が分離されているなど、特徴がよく見て取れる。S36, S50でも、クラスタ数5の場合に比べて、よりグループの特徴が出ている。しかし、要素のキーワードの特徴によるクラスタ化の傾向が強い。

図3.2 科目数の変遷の例 -クラスタ数=11 (1)

S36 (1961)		S50 (1975)		H15 (2003)	
境界、力学、航空機、理論、方程式、振動、トラス、梁、連続、弾性体	90	線型、予備知識、微分、ことから、基本的、確率、統計、積分、ベクトル、方程式	38	方程式、常微分、微分、偏微分、解法、積分、解、ストークス、数値、連立	98
製図、設計、反射炉、溶鉱炉、上水道、転炉、平炉、鋳、上記、コンクリート	61	耐震、弾性、応力、力学、変形、航空機、破壊、空力、荷重、強度	65	分析、最小二乗法、検定、変量、確率、主成分、大数、重回帰、統計的、回帰	40
試験、硬さ、破砕、フルイ、仕上げ、材料、セメント、引、方法、作成	47	計画、都市、建築、スケール、施設、広域、地方、避難、地区、住宅地	59	弾性、材料、応力、力学、ひずみ、トラス、ねじり、座、はり、適合	88
加工、ホーン、ラツプ、盤、仕上、平、溶接、超音波、旋盤、鋼材	28	試験、シャルピー、性能、坑井、引、衝撃、泥水、クランプ、ベルト、原動機	41	建築、日本建築、施工、コンクリート、平安、建材、ゴシック、ルネサンス、古典主義、史学	64
機関、サイクル、蒸気、点火、火花、船用、ガスタービン、タービン、圧縮、往復	34	沿う、流れ、乱流、対流、管内、定常、伝達、境界、拡散、係数	41	推進、航空、道路、交通、宇宙、航空機、整備、計画、ロケット、飛行	70
測定、β線、気圧、危険性、熱量、直流、長さ、温度、絶対、時間	59	製図、機械、設計、印字、部品、進め方、容器、ターボ、省力化、土木	65	制御、レギュレータ、オブザーバ、可、軌跡、応答、ゲイン、自動制御、ロバ、フィードバック	49
道路、船舶、受信、送信、測度、鉄道、原論、伝動、無線、入出力	36	船体、ロケット、機関、変質、車両、加工、プラズマ、各論、引抜、減衰	48	半導体、デバイス、ダイオード、回路、トランジスタ、ポーラ、光、ハイ、電子、pn	80
回路、変換、パルス、変調、音響、情報、応用、マイクロ波、電子、光学	62	x線、測定、分析、β線、スペクトル、カウンタ、汎論、スペクトロメトリー、流量、電子	61	言語、プログラミング、ソフトウェア、知能、コンパイル、ハードウェア、アルゴリズム、計算機、マルチ、プログラム	90
合金、銅、アルミニウム、熱処理、溶解、鋳造、金属、亜鉛、鉄、組織	22	制御、回路、直流、計算機、線形、表現、デジタル、論理、システム、増幅	74	化学、反応、分子、化学反応、平衡、生命、溶液、物性、ポリマー、生体	96
地質、鉱床、判定、生成、地形図、鉱山、探鉱、石油、種類、実例	32	鉱物、開発、実験、石油、地質、海洋、資源、土質、風、破砕	75	環境、地球、温暖、トリレンマ、復元、エネルギー、化石、酸性雨、原子力発電、地球温暖化	61
化学、染料、工業、合成、アセチレン、反応、物理、芳香、界面、繊維素	45	反応、炭化、化学、高分子、一酸化炭素、水素、有機、液相、触媒、生物	62	発表、プロジェクト、討論、グループ、成果、テーマ、調査、ボランティア、研修、行う	33
総計	516	総計	629	総計	769

11でクラスタ化した場合、より分野の特徴が出るが、S36,S50では、旧来の体系によるキーワード依存である。H15では新しい課題志向の分野の特徴が出ている。

図3.3 科目数の変遷の例 -クラスタ数=11 (2)

カリキュラムの変遷

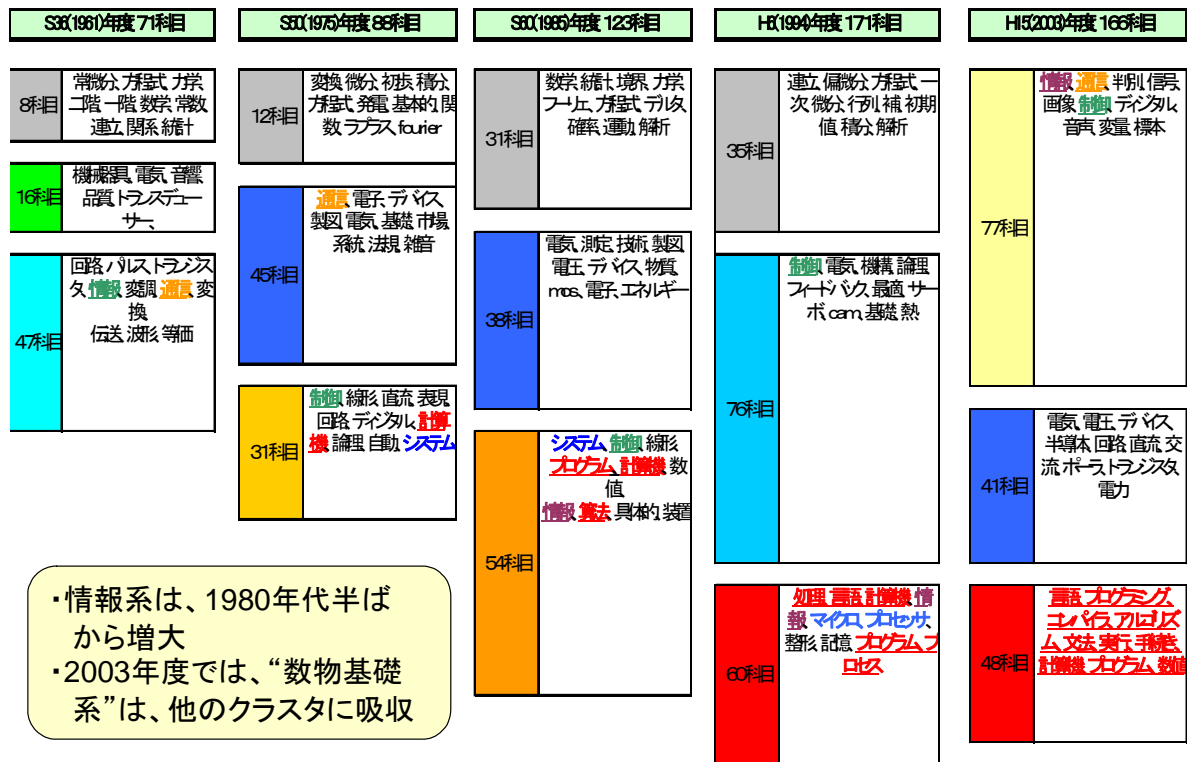
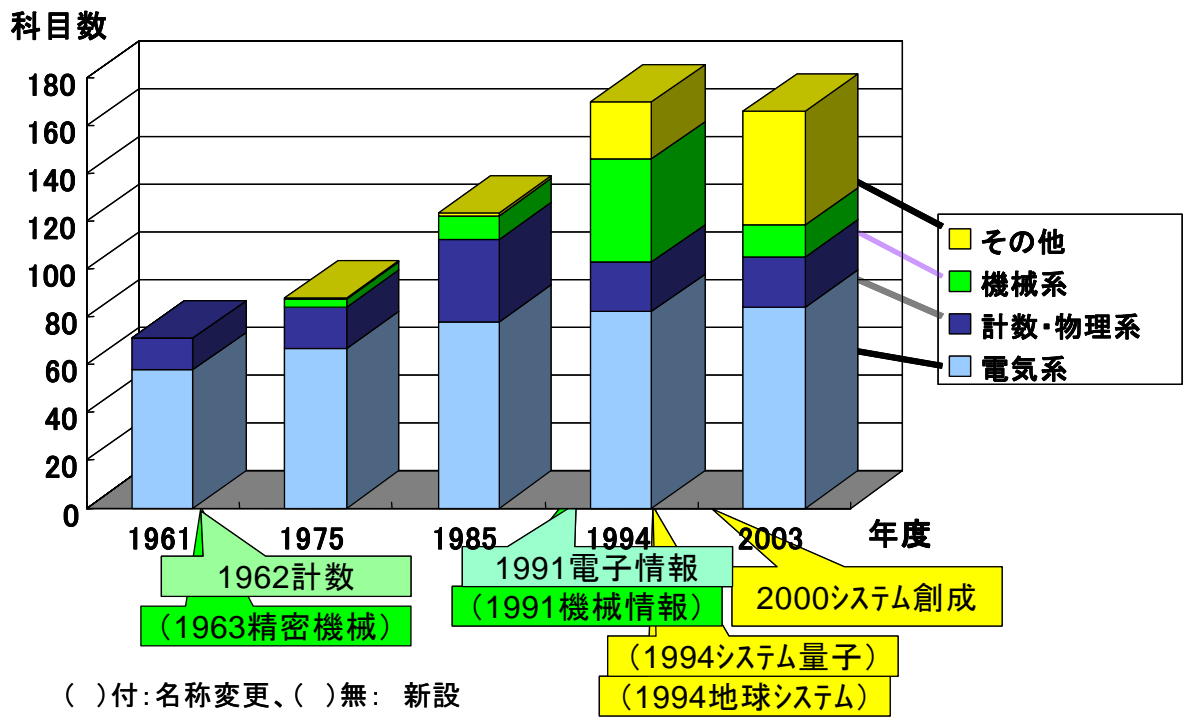


図4.1 科目数の変遷の例(電気・制御・情報系科目) 3クラスタ



電気系での情報関係科目はそれほど増えておらず、工学系の他学科の科目が増大

図4.2 電気・制御・情報系の科目数の変遷

参考： 東京大学 電気・情報系のコースと科目数（H15、2003年度）

		コース		共通	コース別
工学部	電気系	A	エネルギー環境・制御	17	53
		B	情報通信・メディア		49
		C	エレクトロニクス		48
	計数	数理情報コース		16	65
		システム情報コース			54
研究科		専攻		合計	15年度
大学院	工学系	電気工学		31	19
		電子工学		43	27
	情報理工	コンピュータ科学		52	33
		数理情報学		27	19
		システム情報学		29	15
		電子情報学		34	27
		知能機械情報学		29	20
		コア教育コース（共通）		10	8

参考 MIT EE (2 SB degrees) & CS (1 SB degree) Course-6 Subjects

	Category	Subjects	Special Topics (*)	Same/meet with outside		Note
				Subjects	Depts/Schools (**)	
1	Basic Undergraduates (U) Program	21	5, 3	8	2,18,BE,HST,SP	各分野の基本
2	Undergraduates Laboratory Subjects (U)	12	3, 2	2	3, HST	実験(分野別)
3	Senior Projects (U)	4	-	-	-	
4	Advanced Undergraduate (U) Subjects and Graduate (G) Subjects by Area	(114)	-	(46)		分野別の専門（専攻、及び高度の学部）
	(1) Systems Science & Control Eng.	11	-	5	1,2,13,15,16,ESD	
	(2) Electronics, Computers & Systems	14	-	3	2,16,18	
	(3) Probabilistic Systems & Communication	11	-	1	12,13	
	(4) Bioelectrical Engineering	14	-	10	2,10,24,BE,HST	
	(5) Electrodynamics	13	-	4	8,22	
	(6) Solid-state Materials & Devices	14	-	5	2,3,8,10,16	
	(7) Computer Science	37	-	18	7,9,15,16,18,STS,HST,MAS	
5	Special Subjects	(24)	(20)	-	-	Internship、知財、リスク管理、プロジェクト補完、教職、論文を含む
	U Undergraduate	14	4, 5	-	-	
	G Graduate	10	5, 6	-	-	