

理工系情報学科の授業内容分布の シラバスによる調査（中間報告）

石畑 清*†, 大岩 元*, 角田 博保*†, 清水 謙多郎*, 玉井 哲雄*,
長崎 等*, 中里 秀則*, 中谷 多哉子*, 足田 輝雄*††, 三浦 孝夫*,
箕原 辰夫*, 和田 耕一*, 渡辺 治*

大学情報系学科のカリキュラムの授業内容の傾向をシラバスによって調査する。コンピュータ科学知識体系 CS-BOK-J 2007 のユニットがどの程度教えられているかを、各学科のシラバスを用いて調査しデータ化する。昨年度は 49 学科を調べた。コアカバー率の学科数分布や、授業内容の傾向によるクラスタリング解析や主成分分析の一時的な結果を示す。

Investigation on the Educational Contents among Informational Science and Engineering Departments by Using Syllabus (Intermediate Report)

Kiyoshi Ishihata*, Hajime Ohiwa*, Hiroyasu Kakuda*, Kentaro Shimizu*, Tetsuo Tamai*, Hitoshi Nagasaki*, Hidenori Nakazato*, Takako Nakatani*, Teruo Hikita*, Takao Miura*, Tatsuo Minohara*, Koichi Wada*, Osamu Watanabe*

We investigate the contents of informational science and engineering departments by using syllabus. The cover rate of each subject on core units of CS-BOK-J2007 is investigated, and the distributions of number of departments on cover rates are shown. Some clustering methods are employed.

1. はじめに

情報処理学会は永年、大学理工系情報学科のカリキュラム標準を制定してきた。これらは大学学科の科目を定めるのに広く利用されてきた。前回の J97 まで標準は科目

の内容によって定めるものだった。情報処理教育委員会ははじめて、J07 として、CS、IS、CE、SE、IT の 5 分野に分けて標準をまとめた。また科目ではなく知識体系として、エリア、ユニットレベルによって定めた。コアユニットとは必修のユニットであり、コアかどうかはユニットごとに定められている。

CS 教育委員会は J07 プロジェクトの一環として、大学 CS 系情報学科で学習する内容の標準モデルをまとめた。これがコンピュータ科学知識体系 CS-BOK-J 2007（今後単に CS-BOK という）である。CS-BOK は 15 のエリア、138 のユニットから成る。CS-BOK のユニット一覧を付録に示す。

CS-BOK は、ソフトウェア工学やヒューマンインタフェースを重視する一方で、数値計算などはコアに含めていないが、これらは従来の大学のカリキュラムと離れている面があるかもしれない。そこで、委員会の次の作業として、CS-BOK についての評価を行うこと、および関連して、全国の大学理工系情報学科（CS 系とは限らない）で実際に教えられている内容の調査を始めた。

日本の大学の情報学科は、電気系、数学系など違った専門の学科から派生した所が多い。情報の名称のつく学科は、理工系に限っても、その理念や設立経緯、歴史は多様である。そしてカリキュラムは、たとえば機械系や電気系と比べても、これらを反映してまた多様であると言われている。しかしその実態を詳しく調査したことはこれまででなかったようである。理工系情報学科で実際に教えられているカリキュラムの内容を調査することに意義があると考えられる。

この調査は、日本の情報学科で、カリキュラム標準コンピュータ科学 J07-CS における、コンピュータ科学知識体系 CS-BOK-J 2007 の、各ユニットがどの程度教えられているかの統計データを得ることを目的としている。各学科の個々のカリキュラムの評価が目的ではない。目的は理工系情報学科全体としてのカリキュラムの傾向の分布を知ることである。

理工系情報学科協議会を通じて、2009 年 9 月に加盟している各情報学科に対してシラバスの提供をお願いした。提供していただいたシラバス冊子を委員間で分担して分析を行い、49 学科の調査データを作成した。今回は、その結果の一次的な解析結果の報告である。

調査した学科名リストおよび調査協力者は最終報告書に記載する。シラバス提供に協力いただいた学科および調査協力者の方々に感謝する。

2. 調査の概要

2.1 調査方法

情報系の学科のシラバスを讀んで、それぞれの科目の各回に教えている内容が J07 CS-BOK のどのユニットに対応するかを判定した。

* 情報処理学会コンピュータ科学教育委員会
Committee for Education in Computer Science, Information Processing Society of Japan
† コンピュータ科学教育委員会幹事
‡ コンピュータ科学教育委員会 2010 年度委員長
†† コンピュータ科学教育委員会 2009 年度委員長

調査結果を記入する専用 Excel フォームを用意した。一つの Excel ファイルが一つの学科に対応する。ファイルは複数のシートから成り、それぞれのシートが一つの科目に対応する。つまり、科目ごとに別々のシートを作る形とした。シートの横軸は、授業の回数である。第1回から第15回までのそれぞれの回に対応する。シートの縦軸は、J07CS-BOKのユニットである。それぞれの回で、どのユニットの内容を教えているかを判定し、該当する欄に印を付けるのが作業の主要部分である。

ある回に教えている内容がCS-BOKのどのユニットとも対応しないと判定した場合は、どの欄にも印を付けない。逆に、二つ以上のユニットに対応する（または対応する可能性がある）と判断された場合は、該当する欄すべてに印を付ける。

このほか、科目名、学年、学期、必修・選択の別などの基本的事項を書く欄を用意してある。また、CS-BOKに記載のない内容を教えている場合に、内容を端的に表すキーワードを記入する欄を設けた。さらに、科目の取扱いや教えている内容に関して、気づいたことを自由形式で記入する欄を設けてある。これらの部分にも興味深い情報が含まれているが、今回の集計の対象とはしていない。

2.2 調査対象

理工系情報学科協議会の会員となっている学科が146ある。これらの学科にCS教育委員長名でシラバスの送付を依頼する手紙を送った。そのうち、57の学科からシラバスの提供を受けることができた。

最近では、冊子の形のシラバスを廃止して、ネット上でのアクセスに限っている大学が多い。今回の依頼に対しても、ネット上にあるシラバスへのアクセス法を連絡してきた学科が約20あった。調査の作業は、冊子の方がやりやすい。ネット上のシラバスは、科目名をキーとして検索する方式が多く、学科のカリキュラムの全体像を把握しにくい。印付けの作業そのものも、冊子の方が短時間で終わることが多いようだ。このような理由から、今回の調査では冊子体のシラバスを入手できた57学科の中から49学科をランダムに選んで調査対象とした。57学科すべてを対象としなかったのは、主にマンパワーの制約のためである。

調査した大学の中には、カリキュラム改訂が進行中で、学年によって新旧のカリキュラムが混在しているケースがあった。このような場合、一人の学生に対する実際の教育内容を追えないことがあった。上位学年の新カリキュラムがシラバスに表示されていないためである。この種のケースは、調査対象からははずすことがあった。また、シラバスに1回ごとの授業内容が書かれておらず、授業全体の内容を簡単に説明しているだけのものも散見された。このようなケースは、調査対象からははずしたこともあるし、強引に大雑把な時間を割り振って調査したこともある。

これらの学科をCS教育委員会の委員（13名）にランダムに割り当て、それぞれが分担作業の形で上記Excelフォームへの記入作業を行った。全員J07CS-BOK策定の議論に参加したメンバーなので、各ユニットの概要は十分に理解しているはずだが、

専門分野が異なるので、違う分野の内容については分類が曖昧になることがあり得る。

学科で教えている科目は、基本的にすべて調査対象とした。ただし、一般教養科目（学部共通科目としている大学が多い）に類する科目は除外した。語学、物理、化学などの科目である。線形代数、統計、離散数学などの数学科目は、専門か一般教養か判断に迷う場合があり、大学ごとに違う扱いになっている可能性がある。

2.3 集計

すべてのExcelシートをCSV形式のテキストに変換して解析した。印の付いている欄を数えて、それぞれのユニットを教えている時間を算出した。一つの回で複数のユニットを教えている場合は、1回の授業時間を等分して、それらのユニットに時間を割り振った。大学によって、1回の時間が90分の所と75分の所があるが、この違いは集計の際に反映させてある。

最終的な集計結果としては、次の二つをCS-BOKの15のエリアごとに算出した。

(1) コアカバー率

(2) エリア総時間

(1)は、コアユニット（必修）だけに注目して、CS-BOKに示されているコア時間（コアユニットに割り当てるべき時間）に対して、その学科で実際に教えている時間の割合をパーセントで表示したものである。それぞれのユニットについて、コア時間を超えて教えている場合は、過剰分を切り捨てた。特定のコアユニットに偏っている学科を高く評価することを避けるためである。

(2)は、エリアに相当する内容を教えている時間を単純に合計したものである。コアユニットとそれ以外のユニットを区別せず、すべてのユニットの時間を加えてある。上記の過剰分の切捨てなども行っていない。単位は時間（60分）である。

3節から6節ではこうして得た集計結果のデータに対する各種統計分析の結果を示す。

2.4 調査の限界

ここまで述べた調査方法の説明から分かるとおり、この調査には限界がある。別の言い方をすると精度が低い。

そもそも、この調査のようなシラバスを見る方法では学科の教育は分からないという批判がある。この批判はもちろん正しいが、無理なことを言っているだけという面もある。たとえ実地検査をしても学科の教育のすべてを把握することが可能とは思えない。いずれかのレベルで近似を打ち切る必要があることは間違いないが、この調査ではかなり粗い近似レベルを設定したと理解すれば、一つの方法として必ずしも否定されるべきものではないと考える。

科目の内容をCS-BOKのユニットに対応させる作業本体で誤差が生じている可能性は大きい。調査を担当した委員がそれぞれ全エリアに精通しているということはある

得ず、専門外のエリアについて微妙にずれた判定をしている可能性がある。CS-BOKには、ユニットの境界の判定が難しいケース（たとえば、DS7 計算論概論と DS8 計算論のような場合）があり、委員の個人差が特に強く出ているかも知れない。このような原因による誤差は、一つの学科を複数の委員が見ることによって小さくできると思われる。この調査の今後の課題である。

今回は、それぞれの科目が学科の中でどう扱われているかも無視した。具体的には、必修/選択の別は無視したし、コース分けも無視した。後者は、一つの学科の中に複数のコースを設け、特定のコースにしか対応しない科目を設けてあったりする場合である。この調査では、個々の学生に対する教育内容の把握は目指しておらず、単にその学科の授業でカバーしているかだけの調査であると理解してほしい。

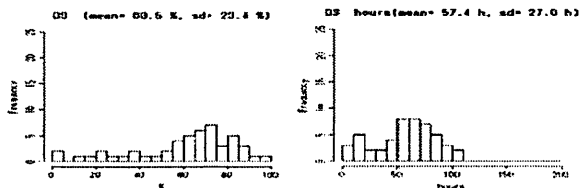
3. コアカバー率とエリア総時間の分布

図は 15 のエリアを、(1)コアカバー率と(2)エリア総時間の順にグラフ化したものである。エリアごとに、左側には、コアカバー率の 5%きざみでの学科数分布を、右側には、エリア総時間の 10 時間きざみでの学科数分布を載せてある。横軸がそれぞれ%と時間、縦軸が頻度である。各図の表題のところには、カッコ内に平均値と標準偏差を載せている。

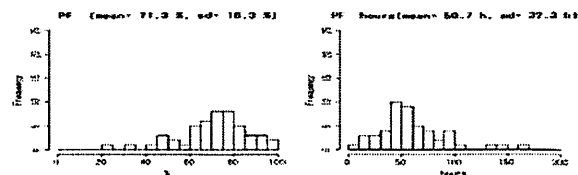
コアカバー率は 0%から 100%までの値をとるので、そのまま自然に表示させているが、エリア総時間の方は、200 時間を上限と決め、それを越えた学科は 200 時間として表示している。これは、エリアごとに最大値がさまざまであることの影響を排除するためである。エリア間の比較を可能にするとともに、グラフが小さくなりすぎないようにした。たとえばソフトウェア工学のエリアでは、200 時間を越える学科が 2 校あることがわかる。AR エリアでは総じてコアカバー率が高い。

一番最後の図は、すべてのエリアの合計を示し、左側が各校のエリアカバー率の分布、右側が各学科のエリア総時間の度数分布である。

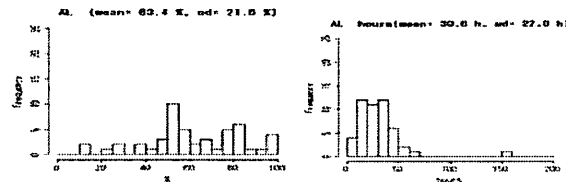
DS 離散構造(コア 41 時間)



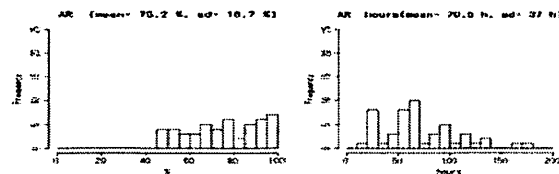
PF プログラミング基礎(コア 38 時間)



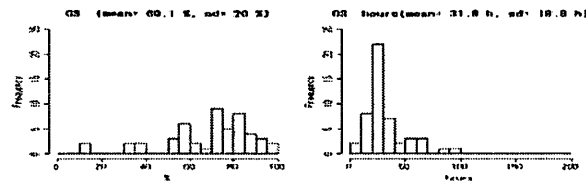
AL アルゴリズム(コア 20 時間)



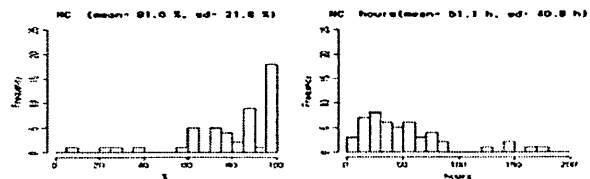
AR アーキテクチャと構成(コア 32 時間)



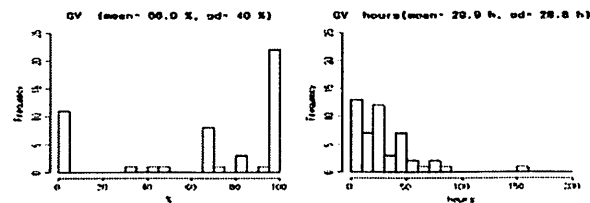
OS オペレーティングシステム(コア 17 時間)



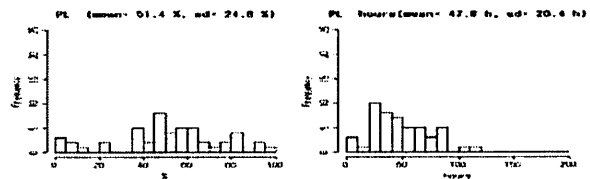
NC ネットワークコンピューティング(コア 14 時間)



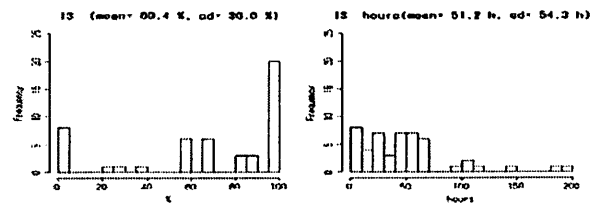
GV グラフィックスとビジュアル・コンピューティング(コア 3 時間)



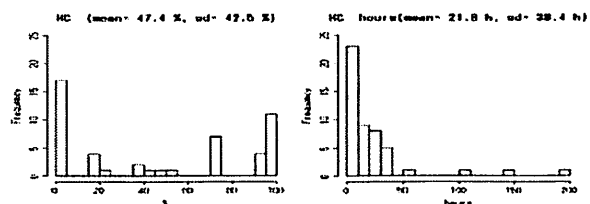
PL プログラミング言語(コア 17 時間)



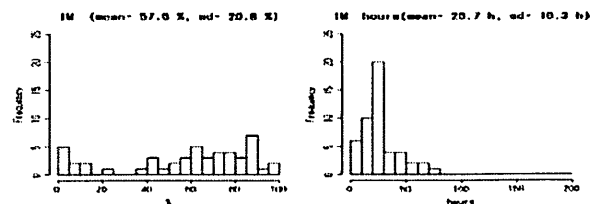
IS インテリジェントシステム(コア 5 時間)



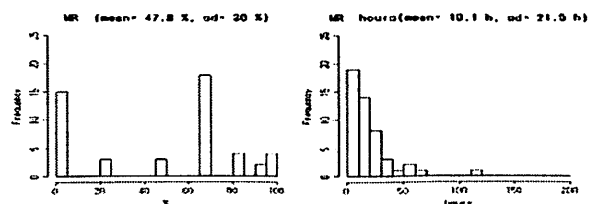
HC ヒューマンコンピュータインタラクション(コア 8 時間)



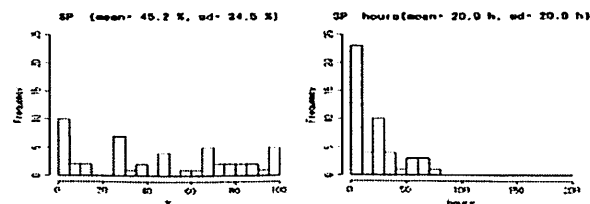
IM 情報管理(コア 14 時間)



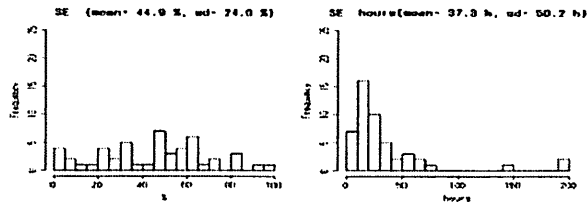
MR マルチメディア表現(コア 3 時間)



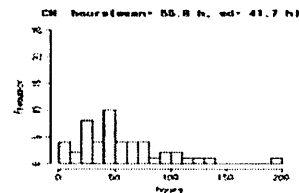
SP 社会的視点と情報倫理(コア 11 時間)



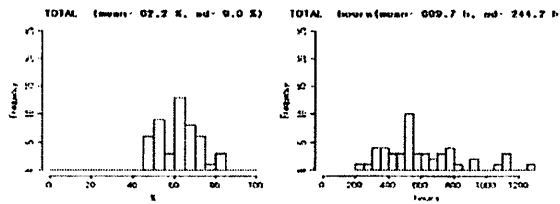
SE ソフトウェア工学(コア 32 時間)



CN 計算科学と数値計算(コア 0 時間)



総合(コア 255 時間)



4. クラスタ分析

4.1 分析方法

比率(コアカバー率, コア時間が0のために対象とならないCNを除く14種)と時間(15エリア総時間)の2種類の調査データについて, k-Means法によりクラスタリングを行う。この手法は対象データを排他的にグループ化を行うための代表的なもの

であるが, グループ数 (k と呼ぶ) はあらかじめアドホックに与える。初期値は, データの中からランダムに k 個選ぶ。それぞれのデータが k 個の代表値の中のどれに最も近いかを判定し, その代表値のグループに入れる。こうしてできたグループの重心を新たな代表値としてプロセスを繰り返す, 変化がなくなるまで続ける。

実際には k=3, k=5 とし, 各データは 14 次元(15 次元)のベクトルとして扱い, 「近さ」をユークリッド距離で定義する。ここでは 15 エリアは独立であると仮定し, 現実に従属関係があっても因果性は想定しない。比率と時間を区別して扱う。カバー率を扱えば, J07 の充足状況が判定しやすいが 100% 以上は考慮しない。一方, 総時間換算では偏りが鮮明に表れる。

得られたクラスタを解釈するために, さまざまな判断基準を設定する。個々のエリアで「差がある」としているのは, そのクラスタの重心値の最大最小の差がクラスタ間で大きく違っているときとする。「バラつきが小さい」とは, 差が大きいが標準偏差が小さい, つまり特異なクラスタが存在する場合を示している。差も標準偏差も大きいエリアはまとまりが悪く特徴を抽出しにくいことを意味する。差が小さいときは標準偏差にかかわらず特徴差がないと考えられる。

この分析では, 「比率によるクラスタリング」の結果を解釈するために, 各クラスタ重心を比較し, エリアのカバー率の最大最小の差が 15% 以内であれば当該エリアで差は生じていないとする。差が大きいき当該エリア内で 15% 以内の標準偏差であればバラツキが大きく, 5% 以内なら小さいとする。

「時間によるクラスタリング」の結果を解釈するために, 各クラスタ重心を比較し, エリアの総学習時間の最大最小の差が 20 時間以内であれば当該エリアで差は生じていないとする。差が大きいき当該エリア内で 20 時間以内の標準偏差であればバラツキが大きく, 5 時間以内なら小さいとする。

4.2 クラスタ数 3 によるクラスタリング

まず k=3 のカバー率によるクラスタリング結果を図 1 に示す。49 対象が 15, 17, 17 のクラスタ 1, 2, 3 に分かれ, 図ではそれぞれ A0, A1, A2 と表される。概ね NC, HC, MR, GV, IM, SP, SE のエリアでカバー率に差が生じる。SP(68%), MR(55%), SE(38%) の順でエリア差が大きい。また, バラツキの小さいエリアは NC, HC, GV であり, とくに NC と IM でクラスタ 1(65.5%, 35.6%)が, HC でクラスタ 2(60.5%)が例外的である。

クラスタ 0 (A0) は, 各エリアに対して概ね平均的であり, SP エリアで悪い(8.3%)ことを除けば平均カバー率 59.0%である。クラスタ 1 (A1)は, 平均カバー率 53.1%と 3 つの中では悪く, とくに NC, MR, SE, IM のいずれもよくない。一方 IS のカバー率はトップであり, 教科の偏りがある。クラスタ 2 (A2)は平均カバー率が 70.2% であり, いずれの分野も高いカバー率を示す。

一方, k=3 の学習時間によるクラスタリング結果を図 2 に示す。49 対象が 18, 6, 25 のやや偏ったクラスタ B0, B1, B2 に分かれ, OS エリア以外のすべてのエリアで差が

生じる。とくに大きい差は SE (111 時間), IS (88), HC (82) の各エリアで見られ、逆に IM(22), DS(29), AL(30)の順に差が小さいものとなる。差が大きいバラつきの少ないエリアは PL, PF, MR, SP, GV, CN であり、とくに MR, SP でクラスタ 1(それぞれ 45, 49)が高く、CN でクラスタ 2(38.8)と低いことが例外的である。

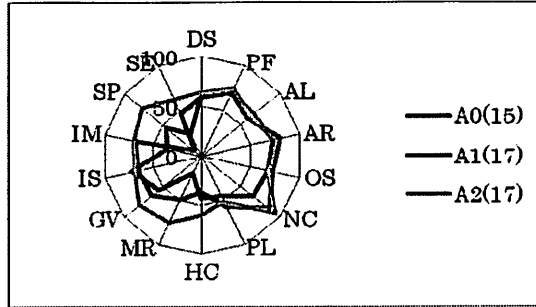


図 1. コアカバー率によるクラスタリング (k=3)

クラスタ 0 (B0)は、エリアの平均学習時間が 46.5 時間であり、HC, MR, SP で少ないことを除けば平均的である。クラスタ 1 (B1)は、平均学習時間が 71.9 時間と多く、MR, SP で相対的に多いだけでなく、HC, IS, SE のいずれもがきわだつて多い。クラスタ 2 (B2)は平均学習時間が 28.9 時間であり、いずれのエリアも最小で少ない。とくに HC, NC, GV, CN が極端に少なく他クラスタとの差が目立つ。

4.3 クラスタ数 5 によるクラスタリング

k=5 としたときの分析を行う。カバー率によるクラスタリング結果を図 3 に示す。49 対象が 14, 8, 8, 12, 7 の クラスタ C0, C1, C2, C3, C4 に分かれ、PF, AL, AR, OS 以外の 11 エリアでカバー率に差が生じた。差が大きいエリアは GV (90%), HC(84%), IS(72%), MR (53%) の順となる。また、差が小さくないがバラつきの小さいエリアは NC, SP, SE であり、とくに NC でクラスタ 0, 2, 4 が 70% 程度の相対的に低い傾向を、SP ではクラスタ 1, 3, 4 が 55% 前後の相対的に高い傾向を示す。SE ではクラスタ 0(30%), クラスタ 1, 3(57%), クラスタ 2, 4 (42%)の 3 つに大きく分かれる。以下は各クラスタの特徴である。

クラスタ 0 (C0)は、各エリアに対して概ね平均的であり、とくに HC(69.9%), GV(95.8), IS(9.0)で高く、平均カバー率 61.1% となっている。反面、MR(26.8%), SE(29.5%)で低く、とくに SE エリアで悪いためこのエリアの特異クラスタとなっている。クラスタ 1 (C1) は、PF, NC, GV, SP, SE でカバー率が高く、特に PF(79.2)は最高

値を示し、エリア平均カバー率 64.1% となっている。反面、HC で低く教科の偏りがある。クラスタ 2 (C2) は PF, AR, AL など平均的であるが、総じて平均カバー率が

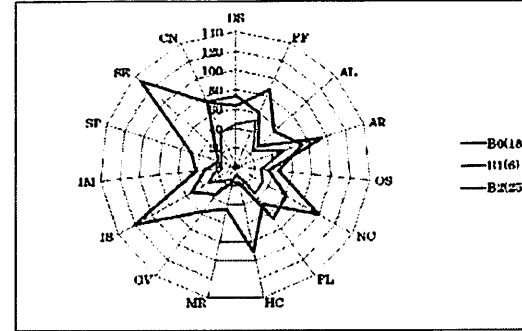


図 2. エリア総時間によるクラスタリング (k=3)

43.52% と低い。DS, PL, MR, GV, IS, SP エリアではいずれも最低カバー率であり、特に GV(6.3), IS(20.0)が低い。クラスタ 3 (C3) は、平均カバー率が 72.1% が示すようにどの分野も高く、特に OS, NC, PL, HC, MR, SP, SE で最高値を示す。クラスタ 4 (C4) は、平均カバー率が 57.2% であり、DS, AR, IS の分野で最高値を示すが、OS, NC, HC でカバー率が悪く、とくに HC(2.7) は極端に悪いことから教科の偏りがみられる。

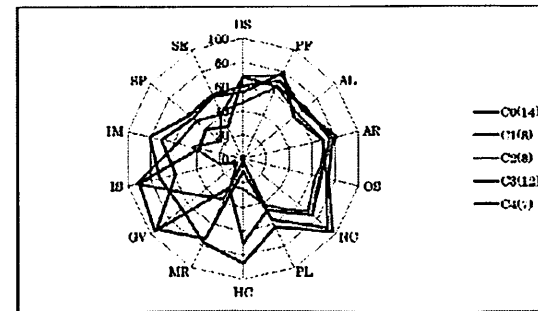


図 3. コアカバー率によるクラスタリング (k=5)

k=5 としたときの学習時間によるクラスタリング結果を図4に示す。49 対象が 18, 16, 8, 5, 2 の クラスタに分かれるが大きさにやや偏りがある。すべての分野で差が生じており、特に大きい差は IS(203 時間), SE(128), CN(90) に表れている。逆に差の小さいエリアは IM(27 時間), OS(27), PL(32), SP(32), AL(33)である。大きい差でバラツキの小さいエリアは DS, PF, AR, MR であり DS ではクラスタ 1, 2 が 69 時間で類似している。同様に PF ではクラスタ 1, 4 が 65 時間程度, AR では 0, 2 が 54 時間程度, MR では クラスタ 0, 4 (9 時間) 1, 2(20 時間程度) で類似している。以下では、バラつきが小さくない OS, NC, HC, GV, IS, IM, SE, CN の各エリアを中心にクラスタを分析する。

クラスタ0 (D0) は, OS, SE 以外の各エリアに対して最小学習時間を示しており, エリアの平均学習時間は 26.5 時間と少ない。とくに DS(39.1 時間), HC(6.3), MR(7.4), GV(13.9), IS(26.7) エリアで少ない。クラスタ 1 (D1) は, エリア平均学習時間は 43.7 時間であるが, すべての分野にわたって安定的に学習時間を設定しており, 極端にバランスの悪いエリアはない。クラスタ 2 (D2) では, エリアの平均学習時間が 40.0 時間と多くないが, どの分野についても安定的に学習時間を設定している。しかし SE エリアが少ない(21.9 時間)反面, CN エリアが多い(110.1 時間)などやや偏りがある。クラスタ 3 (D3) のエリア平均学習時間は 71.4 時間で最も多い。DS がやや少ない(57.7 時間)ものの, どのエリアも学習時間が多く, 特に NC(107.4 時間) と SE(150.1) でとくに多い。クラスタ 4 (D4) でもエリアの平均学習時間は多く 68.5 時間である。ただ IS(229.9), CN(123.0) の各エリアで学習時間が多い反面, MR(10.5)で少ないなどバランスに欠く面もある。なお D4 は対象数が 2 であることに注意したい。

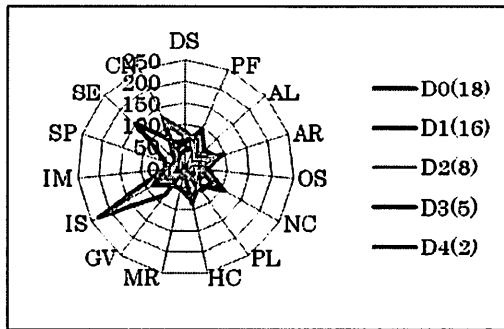


図4. エリア総時間によるクラスタリング(k=5)

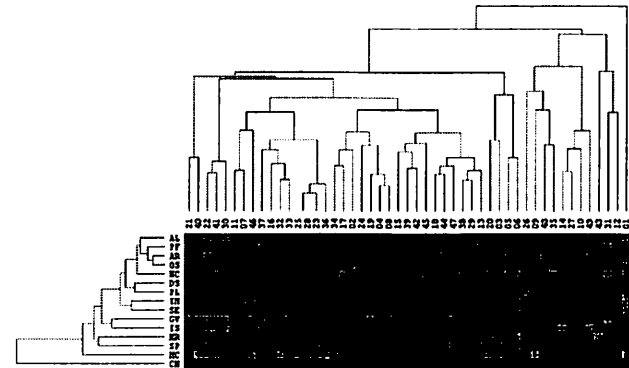


図5. コアカバー率のデンドログラム

5. デンドログラム

図5のマトリックスの行が科目, 列が大学(学科)を表し, その要素は各科目のコアのカバー率の値を示す(色が明るいほどカバー率の値が高いことを示す)。マトリックスの左側に科目, 上側に大学(学科)に対してクラスタリングを行った結果をデンドログラムで示している。クラスタリングについては, コアの一致率のベクトルのユークリッド距離を距離として, 平均距離法による階層型クラスタリングを実施した。デンドログラムは, 枝の長さが距離に対応し, 短い枝で結ばれている科目(あるいは大学)ほど距離が短い, すなわち関係が強いことを示している。

科目については, AR と OS が非常に似た傾向にあり, さらに PF, AL, NC の順に似た傾向のグループを形成する。また, DS と PL, IM と SE, GV と IS, MR と SP がそれぞれ似た傾向にある。DS と PL のグループと AR, OS, PF, AL, NC のグループに分けられるが, それらを合わせたものと, IM と SE のグループに分けられ, さらにそれらを合わせたものが, GV と IS のグループに分けられる。CN は科目の中でとくに特異な傾向を示していることがわかる。このような階層関係が左側のデンドログラムから読み取れる。大学(学科)についても同様にデンドログラムから階層関係(系統関係)を見ることが出来る。

図6は, 同様にエリア総時間のデンドログラムである(色が明るいほど時間数が多いことを示す)。クラスタリングについては, 時間数のベクトルのユークリッド距離

を距離として、平均距離法による階層型クラスタリングを実施した。デンドログラムは、枝の長さが距離に対応し、短い枝で結ばれている科目（あるいは大学）ほど距離が短い、すなわち関係が強いことを示している。

科目については、OSとIM、次にMRとGVが非常に似た傾向にあり、AL、OS、IM、SPのグループ、MR、GVさらにHCを加えたグループが存在するが、それらをまとめたグループが他と比較的離れたグループを形成している。あと、DSとPL、PFとARのグループが併存している。CN、SE、ISはそれぞれ他と異なる傾向にあることが分かる。大学間の関係もそうだが、コアのカバー率と実施時間数では、その傾向がかなり異なっていることがわかる。

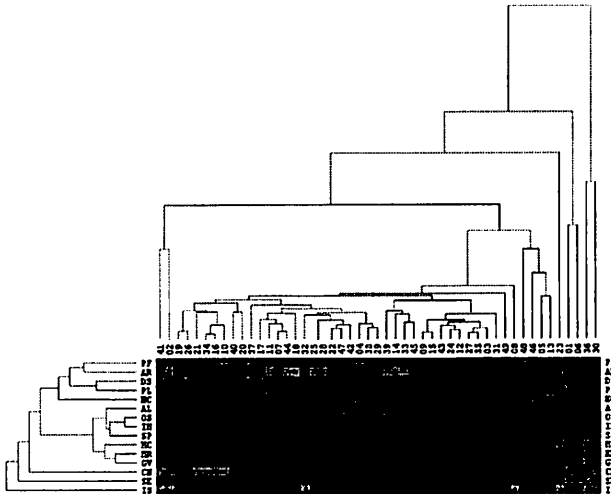


図6. エリア総時間のデンドログラム

6. 主成分分析

主成分分析 (PCA) と多次元尺度構成法 (MDS) の結果である。次元削減により、

埋もれた傾向をわかりやすい形で抽出することを目的とする手法である。図3は、コアのカバー率に対して解析を行った結果を示す。図7の横軸が第1主成分 (データの分散を最大にする変数ベクトルの線形結合を意味する)、縦軸が第2主成分 (第1主成分と直行かつ分散が最大の線形結合を意味する) を示している。各大学 (学科) の傾向を二次元空間上の位置で見ることができる。また、その傾向がどのような科目で効いているかを赤色の矢印で示しており、その程度を矢印の長さで示している。赤色の座標軸が似た方向を向いていれば、それらの科目は似た傾向にあることもわかる。

図7. コアカバー率の主成分分析

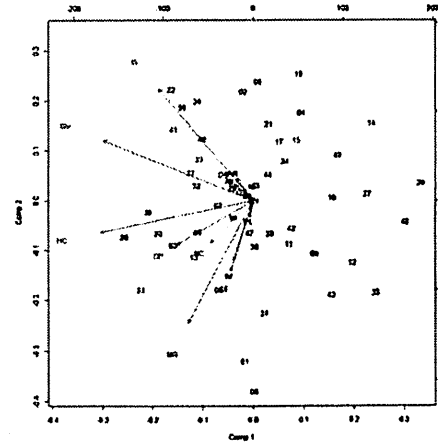


図8. エリア総時間の主成分分析

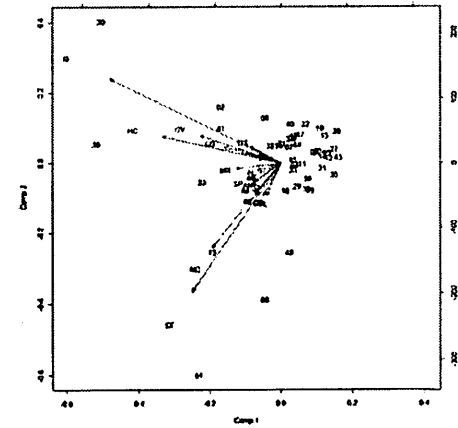


図8は、各科目の項目の実施時間に対して解析を行った結果を示す。図の横軸が第1主成分、縦軸が第2主成分を示している。科目の違いによるものよりも、スケール (総時間数) の違いが傾向に影響を与えている。

7. まとめ

この中間報告では、得られた数値データから作成した各種の統計結果の図を作成し

発表することを目標とした。これらの図からどのような知見を得ることができるかは今後の課題であるが、これまで予想されていたある程度の事柄は実証が可能のように思われる。

大学学科の教育内容の調査はこれまで少なく、それもアンケートの部分的な結果によるものがほとんどだったと思われる。シラバスによる調査は、実際の授業の内容の
実地調査には劣るが、アンケートよりは実際的だと考える。ただし1学科あたりの調査のコストは小さくない。

謝辞 5節、6節の解析は東京大学博士研究員広瀬修氏の協力による。

参考文献

- (1) 情報処理学会カリキュラム標準コンピュータ科学 J07-CS 報告書 (2009年1月20日), 151 pp.
- (2) 疋田, 情報専門学科カリキュラム標準「J07」: コンピュータ科学領域 (J07-CS), 情報処理, vol.49, no.7, 728—735 (2008)

付録 コンピュータ科学知識体系 (CS-BOK-J 2007)

DS 離散構造 (41)

- * DS1 関数, 関係, 集合 (6)
- * DS2 論理 (6)
- * DS3 グラフ (4)
- * DS4 証明技法 (8)
- * DS5 数え上げと離散確率の基礎 (7)
- * DS6 オートマトンと正規表現 (6)
- * DS7 計算論理論 (4)
- DS8 計算論

PF プログラミングの基礎 (38)

- * PF1 プログラミングの基本的構成要素 (9)
- * PF2 アルゴリズムと問題解決 (6)
- * PF3 基本データ構造 (14)
- * PF4 再帰 (5)
- * PF5 イベント駆動プログラミング (4)

AL アルゴリズムの基礎 (20)

- * AL1 アルゴリズムの解析の基礎 (4)
- * AL2 アルゴリズム設計手法 (8)
- * AL3 基本アルゴリズム (8)
 - AL4 アルゴリズムの高度な解析
 - AL5 高度なアルゴリズムの設計
 - AL6 計算量クラス P と NP
 - AL7 暗号アルゴリズム
 - AL8 幾何アルゴリズム
 - AL9 データ分析アルゴリズム
 - AL10 並列・分散アルゴリズム

AR アーキテクチャと構成 (32)

- * AR1 論理回路と論理システム (6)
- * AR2 データのマシンレベルでの表現 (2)
- * AR3 アセンブリレベルのマシン構成 (7)
- * AR4 メモリシステムの構成とアーキテクチャ (5)
- * AR5 インタフェースと通信 (3)
- * AR6 機能的構成 (7)
- * AR7 並列処理と様々なアーキテクチャ (2)
- AR8 性能の向上
- AR9 ネットワークと分散システムのためのアーキテクチャ

OS オペレーティングシステム (17)

- * OS1 オペレーティングシステムの概要 (1)

- * OS2 利用者から見たオペレーティングシステム (1)
- * OS3 オペレーティングシステムの原理 (1)
- * OS4 プロセスの構造とスケジューリング (3)
- * OS5 並行性 (4)
- * OS6 メモリ管理 (4)
- OS7 入出力デバイス管理と入出力
- * OS8 ファイルシステム (2)
- * OS9 認証とアクセス制御 (1)
- OS10 セキュリティと高信頼化
- OS11 リアルタイムシステムと組込みシステム
- OS12 並列・分散処理のためのオペレーティングシステムの機能
- OS13 オペレーティングシステム構成法
- OS14 システム性能評価

NC ネットワークコンピューティング (14)

- * NC1 ネットワークコンピューティング入門 (2)
- * NC2 通信とネットワーク接続 (7)
- * NC3 ネットワークセキュリティ (2)
- * NC4 クライアントサーバコンピューティングの例としてのウェブ (3)
- NC5 分散アプリケーションの構築
- NC6 ネットワーク管理
- NC7 ワイヤレスおよびモバイルコンピューティング
- NC8 マルチメディア情報の配信システム

PL プログラミング言語 (17)

- * PL1 プログラミング言語の概要 (2)
- * PL2 仮想計算機 (1)
- * PL3 言語翻訳入門 (2)
- * PL4 宣言と型 (3)
- * PL5 抽象化メカニズム (3)
- * PL6 オブジェクト指向言語 (6)
- PL7 関数型言語
- PL8 論理型言語
- PL9 スクリプト言語
- PL10 言語翻訳システム
- PL11 型システム
- PL12 プログラミング言語の意味論
- PL13 プログラミング言語の設計

HC ヒューマンコンピュータインタラクション (8)

- * HC1 ヒューマンコンピュータインタラクションの基礎 (6)
- * HC2 簡単なグラフィカル・ユーザインタフェースの構築 (2)
- HC3 人間中心のソフトウェア評価

- HC4 人間中心のソフトウェア開発
- HC5 グラフィカル・ユーザインタフェースの設計
- HC6 グラフィカル・ユーザインタフェースのプログラミング
- HC7 マルチメディアシステムの HCI 的側面
- HC8 協同作業とコミュニケーションの HCI 的側面

MR マルチメディア表現 (3)

- * MR1 情報のデジタル表現 (2)
- * MR2 文字コード (1)
- MR3 標本化、量子化、圧縮の原理とアルゴリズム
- MR4 マルチメディア機器
- MR5 オーサリング

GV グラフィックスとビジュアル・コンピューティング (3)

- * GV1 グラフィックスにおける基礎技術 (2)
- * GV2 グラフィックス・システム (1)
- GV3 2次元画像の生成と加工
- GV4 モデリング
- GV5 レンダリング
- GV6 コンピュータ・アニメーション
- GV7 視覚化
- GV8 仮想現実 (VR)
- GV9 コンピュータ・ビジョン

IS インテリジェントシステム (5)

- * IS1 インテリジェントシステムの基本的問題 (3)
- * IS2 探索および制約充足 (2)
- IS3 知識表現および推論
- IS4 高度な探索
- IS5 高度な知識表現と推論
- IS6 エージェント
- IS7 自然言語処理
- IS8 機械学習とニューラルネット
- IS9 プラニングシステム
- IS10 ロボット工学

IM 情報管理 (14)

- * IM1 情報モデルとシステム (2)
- * IM2 データベースシステム (2)
- * IM3 データモデリング (4)
- * IM4 関係データベース (3)
- * IM5 データベース間合わせ言語 (3)
- IM6 関係データベース設計とデータ操作

- IM7 トランザクション処理
- IM8 分散データベース
- IM9 データベースの物理設計
- IM10 データマイニング
- IM11 情報格納と情報検索
- IM12 ハイパーテキストとハイパーメディア
- IM13 マルチメディアデータベース

SP 社会的視点と情報倫理 (11)

- * SP1 コンピュータの歴史 (1)
- * SP2 社会におけるコンピュータ (2)
- SP3 倫理・価値判断の方法
- * SP4 専門家としての倫理的責任 (3)
- SP5 コンピュータ・ベース・システムのリスクと脆弱性
- * SP6 知的財産権 (3)
- * SP7 プライバシーと市民的自由 (2)
- SP8 コンピュータ犯罪
- SP9 コンピュータにおける経済問題
- SP10 哲学的枠組み

SE ソフトウェア工学 (32)

- * SE1 ソフトウェア設計 (8)
- * SE2 API の使用 (5)
- * SE3 ソフトウェアツールおよび環境 (3)
- * SE4 ソフトウェアプロセス (2)
- * SE5 ソフトウェア要求および仕様 (5)
- * SE6 ソフトウェア妥当性検査 (3)
- * SE7 ソフトウェアの進化 (3)
- * SE8 ソフトウェアプロジェクト管理 (3)
- SE9 コンポーネントベース開発
- SE10 形式手法
- SE11 ソフトウェアの信頼性
- SE12 専用システムの開発

CN 計算科学と数値計算 (0)

- CN1 数値解析
- CN2 オペレーションズリサーチ
- CN3 モデリングとシミュレーション
- CN4 ハイパフォーマンス・コンピューティング

*の付いたユニットがコアである。エリアおよびユニット末尾の括弧内の数はコア時間を表す。