

コンピュータサイエンス・アンプラグドの手法を導入として用いた 圧縮技術に関する教育とその展開へ向けて II

大熊一正*, 杉原一臣*, 魚崎勝司*

Education about Compression Technique using Computer Science Unplugged as Introductory Education and Toward its Developments II

Kazumasa OHKUMA, Kazutomi SUGIHARA, Katsuji UOSAKI

This is a subsequent report on our activities of the class about compression technique incorporating an educational method of computer science unplugged. Questionnaire results were updated by using new data which was taken in this year. We found that the educational method of the computer science unplugged got favorable comments from the students who took this class.

Keywords: ICT 教育, コンピュータサイエンス・アンプラグド

1 はじめに

「コンピュータサイエンス・アンプラグド (CS アンプラグド)」として知られるコンピュータを使わない情報教育手法^{1,2)}は、コンピュータの利用技術を習得するために行われる実習と、座学として行われることが多いコンピュータ科学の授業を融合した教育手法として注目されている^{3,4,5,6,7)}。そこで、福井工業大学工学部 経営情報学科の3年生を対象として開講されている経営情報実習において CS アンプラグド教材を導入した圧縮技術に関する講義・演習を平成23年度より始めた。初年度(平成23年度)の授業アンケートの解析結果は、この教育手法を導入したことによって、情報系科目にあまり興味・関心のない学生の情報技術に関する興味・関心を高めさせることに成功したと示唆していた⁸⁾。しかし、その解析は、1年間だけの授業アンケートに対するものであり、継続的な解析が必要不可欠であることは言うまでもない。そして、今年度(平成24年度)に至るまでの2年間に受講者は、194名[※]となった。よって、前回と同じ内容で行った今年度の授業後アンケートの結果が、昨年度(平成23年度)の結果を再現しているか、もしくは新しい傾向が生じているかを確認するために追加調査を行った。ここでは、先の調査の続報として、今年度のアンケート調査を加えた解析結果を報告する。

本稿は、続く第2節において、実施した授業内容の簡単な紹介及び授業後アンケートの項目を示す。そして、第3節において、アンケートの解析結果を考察し、第4節において、調査のまとめを行う。

2 授業内容及び授業評価アンケート

ここでは、実施した授業内容の紹介及び授業後アンケートの項目を示す。

2.1 授業概要

調査対象となった経営情報実習は、経営情報学科の3年次必修科目であり、1回2コマ(90分×2)の授業が、半期間15回にわたって実施される。授業計画としては、表1に示すように、初回のオリエンテーション後、共通テーマが2回実施され、それを受講者全員で受講した後、各グループに分かれ、全3回の授業が

* 経営情報学科

[※] 前年度に単位を取得出来なかった学生の重複受講を含み、平成23年度：77名、平成24年度：117名である。

ら構成されるテーマ1からテーマ4までを順次受講する。これらテーマの1つとして、CSアンプラグド的な実習を導入した圧縮技術が設けられている。また、受講者である経営情報学科の3年生は、1年終了時に、経営系コース（経営システムコース）と情報系コース（情報システムコース）のどちらかに希望によって配属されている。このため、経営情報実習を受講する時期には、経営系科目を中心に学んできた学生と情報系科目を中心に学んできた学生では、それぞれの分野での知識差が生じている状況にある。つまり、この授業でアンケートを実施することによって、CSアンプラグド的な教育手法が、情報系科目を好んでいる学生及びそれ以外の学生に、どのように受け止められるかを調査できる。

次に、圧縮技術のテーマとして、実際に行った授業内容であるが、これは、先の報告⁸⁾で紹介した内容と同じであるため、本稿では、詳細説明を割愛し、表2にまとめるに留める。この表2から分かるように、CSアンプラグド的な内容は、1回目と2回目に含まれている。

表1 経営情報実習の授業計画

授業回	授業テーマ
1	オリエンテーション
2～3	単回帰分析（共通テーマ）
4～15	テーマ1：重回帰分析 テーマ2：電子回路 テーマ3：GIS* テーマ4：圧縮技術

*GIS：Geographic Information System（地理情報システム）

表2 授業内容

	授業テーマ及び授業内容
1 回 目	データ圧縮の原理 <ul style="list-style-type: none"> データ圧縮の目的 可逆圧縮と不可逆圧縮及びそれらの特徴 共通部を省略表記して圧縮（CSアンプラグド的圧縮） 可逆圧縮の復元手段
2 回 目	ランレングス圧縮 <ul style="list-style-type: none"> 圧縮率の定義 データ（文字・数字）の繰り返しを数値で表現し圧縮（ランレングス圧縮） 画像の数値データ化（CSアンプラグド的データ化） 画像データのランレングス圧縮とその特徴 文字コードによる文字データのバイナリ化とその圧縮方法
3 回 目	ハフマン符号化によるデータ圧縮 <ul style="list-style-type: none"> ハフマン木とデータの符号化 符号化による圧縮方法 符号化の方法と圧縮率の違い 画像データのハフマン符号化及び圧縮方法

2.2 授業評価アンケート

授業評価アンケートの項目に関しては、先の報告⁸⁾で示したものと全く同じであるが、続く解析結果の理解に必要であると思われるため、全項目を以下に示す。

(A1) 授業に真剣に取り組めましたか。

4. はい 3. どちらかといえば はい 2. どちらかといえば いいえ 1. いいえ

授業内容を理解できましたか(各回ごとに答えてください)。

(A2-1) 第 1 回目の授業内容「矢印を用いた圧縮方法」

4. 完全に理解できた 3. 比較的理解できた 2. あまり理解できなかった 1. 全く理解できなかった

(A2-2) 第 2 回目の授業内容「ランレングス圧縮」

4. 完全に理解できた 3. 比較的理解できた 2. あまり理解できなかった 1. 全く理解できなかった

(A2-3) 第 3 回目の授業内容「ハフマン符号化による圧縮」

4. 完全に理解できた 3. 比較的理解できた 2. あまり理解できなかった 1. 全く理解できなかった

(A3) 板書中心の授業と比べて、このような実習を伴った授業はどうでしたか。

4. 理解し易かった 3. どちらかといえば理解し易かった 2. どちらかといえば理解しづらかった
1. 理解しづらかった

(A4) 圧縮以外にも、このような方法で情報技術を学んでみたいと思いますか。

4. そう思う 3. どちらかといえばそう思う 2. どちらかといえばそう思わない 1. そう思わない

(A5) A4 で「4. そう思う」「3. どちらかといえばそう思う」を選んだ人に質問です。

他にどのような情報技術を学んでみたいですか。

アルゴリズム ネットワーク技術 画像処理技術 認証技術 文書検索技術 パターン認識技術
最適化技術 データベース技術 その他

3 アンケート結果及び考察

ここでは、平成 24 年度の経営情報実習で実施したアンケート結果を紹介し、平成 24 年度の学生の傾向を探る。続いて、平成 24 年度のアンケート結果と平成 23 年度のアンケート結果を比較する。そして最後に、アンケート結果を因子分析し、各年度の学生の傾向を考察する。

3.1 平成 24 年度のアンケート結果

前節で示したアンケートの集計結果を表 3 に示す。なお、今回の回答数は 107 であったが、回答に不備があったため、有効回答数は 106 (N=106) として、考察を進める。

表 3 平成 24 年度アンケートの集計結果

(A1) 授業に真剣に取り組めましたか。	4 はい 81 (76.42%)	3 どちらかといえばはい 24 (22.64%)	2 どちらかといえばいい 0 (0.00%)	1 いいえ 1 (0.94%)
(A2-1) 1 回目の授業内容「矢印を用いた圧縮方法」を理解できましたか。	4 完全に理解できた 24 (22.64%)	3 比較的理解できた 76 (71.70%)	2 あまり理解できなかった 6 (5.66%)	1 まったく理解できなかった 0 (0.00%)
(A2-2) 2 回目の授業内容「ランレングス圧縮」を理解できましたか。	4 完全に理解できた 21 (19.81%)	3 比較的理解できた 74 (69.81%)	2 あまり理解できなかった 11 (10.38%)	1 まったく理解できなかった 0 (0.00%)
(A2-3) 3 回目の授業内容「ハフマン符号化による圧縮」を理解できましたか。	4 完全に理解できた 17 (16.04%)	3 比較的理解できた 76 (71.70%)	2 あまり理解できなかった 13 (12.26%)	1 まったく理解できなかった 0 (0.00%)
(A3) 板書中心の授業と比べて、このような実習を伴った授業はどうでしたか。	4 理解し易かった 58 (54.72%)	3 どちらかといえば 45 (42.45%)	2 どちらかといえば 2 (1.89%)	1 そう思わない 1 (0.94%)
(A4) 圧縮以外にも、このような方法で情報技術を学んでみたいと思いますか。	4 そう思う 26 (24.53%)	3 どちらかといえば 46 (43.40%)	2 どちらかといえば 31 (29.25%)	1 そう思わない 3 (2.83%)
(A5) A4 で、「4 そう思う」「3 どちらかといえばそう思う」を選んだ人のみ：他にどのような情報技術を学んでみたいですか。(複数選択可)	アルゴリズム 18 (16.98%)	ネットワーク技術 30 (28.30%)	画像処理技術 23 (21.70%)	認証技術 11 (10.38%)
	パターン認識技術 7 (6.60%)	最適化技術 14 (13.21%)	データベース技術 14 (13.21%)	その他 2 (1.89%)
				文書検索技術 5 (4.72%)

表 3 より、実習授業の内容に関しては、ほとんどの受講者が肯定的であったと思われる。特に、実習の各テーマ (A2-1~A2-3) については、全体の 85% を超える受講生が「完全に理解できた」または「比較的理解できた」と回答し、設問 A3 においては、約 97% が板書中心の授業よりも実習中心の授業の方が理解しやすいと回答している。また、設問 A4 において、約 70% が他の情報技術を実習中心の授業で学んでみたいと考えていて、分野の内訳については、「ネットワーク技術」と「画像処理技術」を希望する意見が比較的多かった。

次に、各設問間の相関関係を調べるために、設問 A5 を除くアンケート結果のデータから、設問間の相関係数を求めた。なお、相関係数を算出する際には、選択肢に割り当てられた番号を順序データとして取り扱っている。さらに、相関係数の値を基に、偶発的であるかどうかを検証するために、帰無仮説を「相関係数が 0 である」、対立仮説を「相関係数を 0 でない」とする有意性検定（無相関検定）を行った。その結果を表 4 に示す。

表 4 平成 24 年度受講者全体のアンケート結果に基づく相関係数 ($N = 106$)

相関係数	設問 (A1)	設問 (A2-1)	設問 (A2-2)	設問 (A2-3)	設問 (A3)	設問 (A4)
設問 (A1)						
設問 (A2-1)	-0.1664					
設問 (A2-2)	0.1245	0.2870 **				
設問 (A2-3)	-0.0351	0.3639 **	0.6773 **			
設問 (A3)	0.0568	0.1859	0.1457	0.3322 **		
設問 (A4)	-0.0428	-0.0732	0.1969 *	0.2092 *	0.2131 *	

ここで、** は両側 5% で、* は両側 1% で有意であることを示す。以後も、同様の意味で同じ記号を用いる。

表 4 の結果から、設問 A2-1, A2-2, A2-3 の間、設問 A2-3, A3 の間で強い相関（有意水準 1%）が表れている。前者の相関は、授業内容の理解度に関する設問であり、ある内容を理解できた（できなかった）受講生は、他の内容も理解できた（できなかった）」という傾向を示している。一方、後者に関しては、設問 A2-3 は「第 3 回目の授業内容（ハフマン符号化による圧縮）・・・」という最終回の授業内容と、A3 : 「(板書中心授業に対する) 実習授業の相対的理解度」との相関であり、このことから、「最終回の内容を理解できた（できなかった）受講生は、板書中心授業と比べて、実習授業の方が理解しやすい（理解しづらい）」という傾向が見られる。

3.2 平成 24 年度と平成 23 年度のアンケート結果の比較

新しく加わった平成 24 年度のアンケート結果と昨年度実施の平成 23 年度のアンケート結果の相関係数を比較する。表 4 と表 5 より、平成 24 年度は、設問 A1 : 「授業に臨む姿勢」と他の設問との相関が有意ではなく、授業に臨む姿勢に対して、「授業の理解度」及び「情報技術に対する興味・関心」のいずれもが無関係であると判断できる。また、設問 A2-1, A2-2 が A3 と有意ではないことから、直近の授業以外の理解度は情報技術の興味・関心には直接影響を及ぼしていないと推測される。これらは、平成 23 年度の結果とは異なる傾向である。

以上のことから、平成 23 年度及び平成 24 年度の受講者の共通点として、「1 回目の授業の理解度が、他の回の授業の理解度に直結している」ことが挙げられる。一方で、情報技術の興味・関心を自己評価する際、授業全体の取り組みを思い返すかどうかという点で、これらの年度の受講生には差が見られることが分かった。

なお、グループごとに相関係数を調べた結果、グループ 4（情報システムコースの学生）については、受講者全体の相関関係と類似した結果が得られた（表 6 参照）。

3.3 因子分析

アンケートの回答結果から受講生の特徴を少数の要因で説明するために、因子分析（factor analysis）を行った。因子分析は、互いに相関のあるデータの持つ情報を、少ない数の潜在的な因子に縮約する多変量解析手法の 1 つである。平成 24 年度及び平成 23 年度のアンケート結果から、因子分析により得られた因子毎

表 5 平成 23 年度受講者全体のアンケート結果に基づく相関係数 ($N = 51$)

相関係数	設問 (A1)	設問 (A2-1)	設問 (A2-2)	設問 (A2-3)	設問 (A3)	設問 (A4)
設問 (A1)						
設問 (A2-1)	0.4378 **					
設問 (A2-2)	0.2899 *	0.4128 **				
設問 (A2-3)	0.3434 *	0.4467 **	0.5540 **			
設問 (A3)	0.4408 **	0.3832 **	0.4597 **	0.5143 **		
設問 (A4)	0.0917	0.3008 *	0.1578	0.4453 **	0.4486 **	

表 6 平成 24 年度受講者グループ 4 のアンケート結果に基づく相関係数 ($N = 29$)

相関係数	設問 (A1)	設問 (A2-1)	設問 (A2-2)	設問 (A2-3)	設問 (A3)	設問 (A4)
設問 (A1)						
設問 (A2-1)	-0.0904					
設問 (A2-2)	0.3158	0.4481 *				
設問 (A2-3)	-0.0434	0.6870 **	0.5105 **			
設問 (A3)	-0.1816	0.5062 **	0.2253	0.5796 **		
設問 (A4)	-0.1964	0.1036	0.2344	0.2211	0.1425	

の因子負荷量をそれぞれ表 7 及び表 8 に、そして、因子負荷量を棒グラフで表したものをそれぞれ図 1 及び図 2 に示す。なお、因子負荷量に関しては、因子の解釈を容易にするために、varimax 回転を用いて値の変換を行った。

平成 24 年度のアンケート結果における因子分析（表 7 及び図 1）より、因子負荷量の大きい設問に着目すると、回答データを特徴づける因子の解釈として、

第 1 因子：「授業内容全般に関する高い理解度」の傾向を表す因子

第 2 因子：「授業に消極的に臨む姿勢及び第 1 回目の授業に関する理解度」の傾向を表す因子

第 3 因子：「演習を通しての情報技術に対する興味・関心の高まり」の傾向を表す因子

の 3 つが挙げられる。一方、平成 23 年度のアンケート結果（表 8 及び図 2）から得られた 3 つの因子：

第 1 因子：「第 2 回目・第 3 回目の授業内容に関する高い理解度」の傾向を表す因子

第 2 因子：「演習を通しての情報技術に対する興味・関心の高まり」の傾向を表す因子

第 3 因子：「授業に臨む（積極的な）姿勢」の傾向を表す因子

である。ここで、平成 24 年度の因子と平成 23 年度の因子を比較すると、平成 24 年度の第 2 因子に、因子負荷量が負である設問が含まれていて、「授業に臨む姿勢の消極性」や「情報技術に対する興味・関心の低迷」などが顕著である。また、それぞれの年度における 3 つの因子の累積寄与率について、平成 24 年度は 0.54 であり、平成 23 年度の 0.68 と比べて小さいことから、因子数 3 で説明可能なデータの割合は少ないことが分かる。

表 7 因子分析により得られた因子負荷量（平成 24 年度）

	因子 1(0.2582)	因子 2(0.1624)	因子 3(0.1195)
設問 (A1)	0.1066	-0.2228	-0.0058
設問 (A2-1)	0.3733	0.9248	0.0181
設問 (A2-2)	0.9832	-0.0893	0.1429
設問 (A2-3)	0.6390	0.1274	0.4226
設問 (A3)	0.0717	0.1597	0.6266
設問 (A4)	0.1359	-0.1409	0.3532

表 8 因子分析により得られた因子負荷量（平成 23 年度）

	因子 1(0.2712)	因子 2(0.2077)	因子 3(0.2050)
設問 (A1)	0.2183	0.0208	0.9731
設問 (A2-1)	0.4501	0.2143	0.3443
設問 (A2-2)	0.8198	0.0108	0.1138
設問 (A2-3)	0.6486	0.3313	0.2004
設問 (A3)	0.5033	0.3559	0.3325
設問 (A4)	0.1748	0.9815	0.0341

ここで、各因子の横にある（ ）の値は varimax 回転を行う前の時点での寄与率を表す。

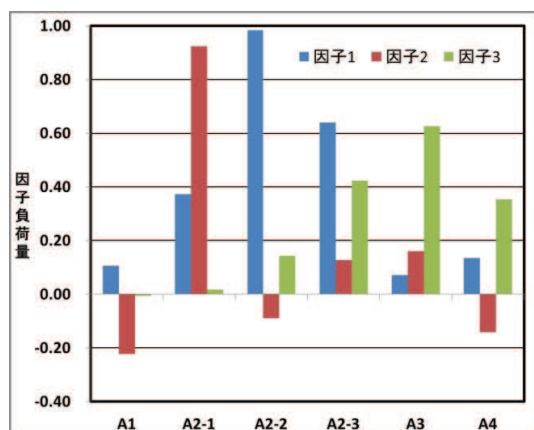


図1 各共通因子の因子負荷量（平成24年度）

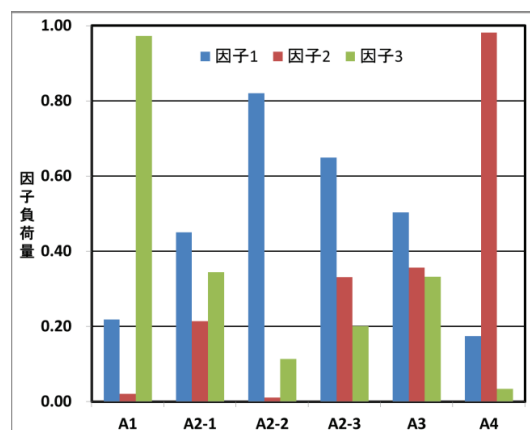


図2 各共通因子の因子負荷量（平成23年度）

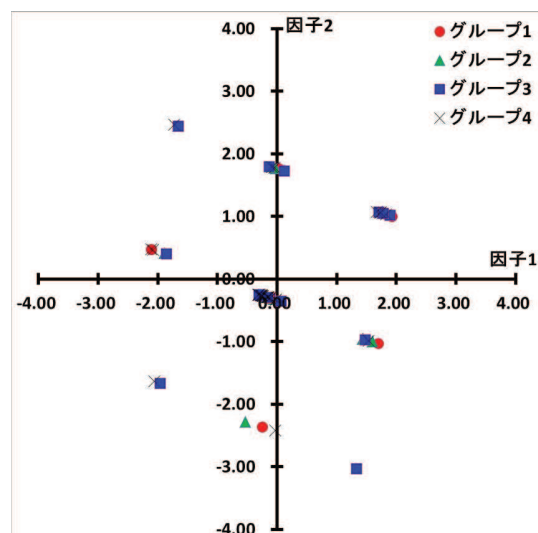
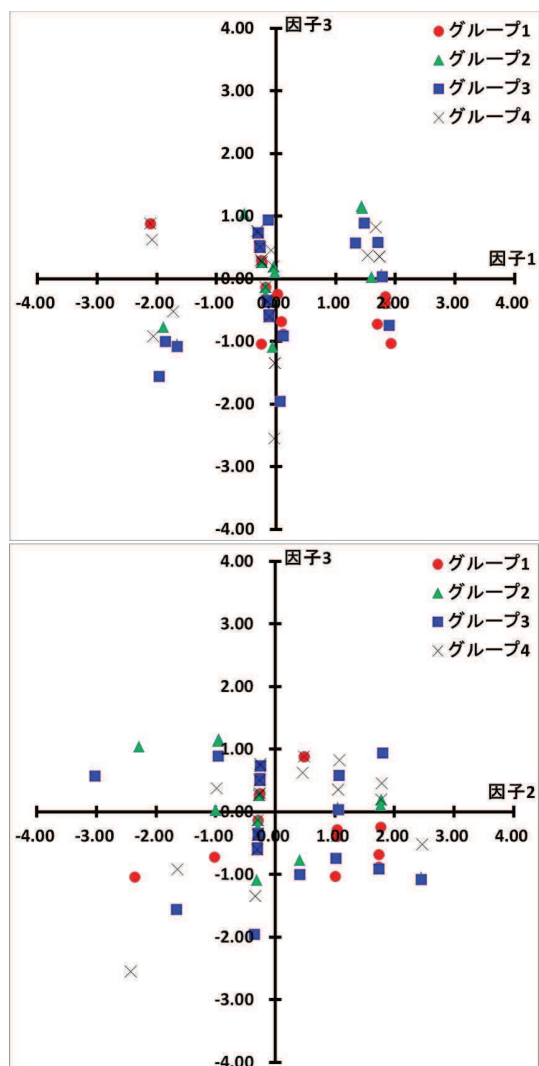


図3 第1因子と第3因子（左上）
第1因子と第2因子（右上）
第2因子と第3因子（左）
における因子得点の散布図

平成 24 年度アンケートの因子分析について、varimax 回転によって得られた値で表現された因子における因子得点を求め、それぞれ 2 つの因子に関する因子得点の分布を図 3 に示す。図 3 の左上から、グループ毎の因子 1 と因子 3 における得点分布を調べると、グループ 1 では、2 つの得点が共に負となる受講生は現れたものの、共に正となる受講生はいなかった（28 名中 0 名）。このことは、グループ 4 でも似たような傾向が見られ、共に正となる受講生は少数に留まっている（29 名中 3 名）。一方、グループ 2 と 3 については、共に正となる受講生がそれぞれ 24 名中 7 名、26 名中 4 名であり、前の 2 つのグループに比べて多いことが分かる。どのグループも、因子 1 と因子 3 の得点が共に負となる受講生の割合が変わらなかったことを踏まえると、グループ 1 と 4 は、「授業全体の理解度が高くても、情報技術に対する興味・関心が高まらない」集団であり、グループ 2 と 3 は、「授業全体の理解度の高さ（低さ）が、情報技術に対する興味・関心が増加（減少）させる」集団であることを示唆している。ここで、グループ 1 と 4 は、情報系科目を中心として履修してきた（情報システムコース所属）学生が中心であり、グループ 2 と 3 は、経営系科目を中心として履修してきた（経営システムコース所属）学生が中心となって構成されている。このことを考慮すれば、情報システムコースの学生は、情報技術に関する知識をある程度有していることから、この授業の理解度に関わらず、情報技術への興味・関心がさらに高まるとは考えづらい。これに対し、情報技術に関する知識をあまり持っていない経営システムコースの学生は、この授業において、これまでにあまり学習経験の無い内容での実習となるため、その理解度が情報技術への興味・関心に影響を与えることはごく自然である。したがって、因子分析の結果は、受講生の所属するコースに依存していると言える。

4 まとめ

平成 23 年度及び平成 24 年度に実施した経営情報実習において、CS アンプラグド的要素を導入した圧縮技術に関する授業を行った。この際、授業アンケートを実施し、導入した CS アンプラグド的な実習が、受講生たちにどのように受けとめられたかを調べた。授業開始初年度であった平成 23 年度に行った授業アンケートの結果から、CS アンプラグド的な実習を行うことによって、情報系コースに所属していない学生の情報技術に関する興味・関心を高められたことが分かった⁸⁾。そこで、授業実施 2 年目となる平成 24 年度と同授業においても、同じ内容の授業及びアンケートを行い、初年度と同様の傾向が見られるかを追加調査した。

その結果、平成 24 年度も初年（平成 23 年）度と同じように、情報系科目を専門で学ぶ学生よりも、経営系科目を専門で学ぶ学生の方が、今回の授業を通じて、情報技術への興味・関心が高まる傾向にあることが分かった。一方で、情報系科目を専門的に履修している学生に対しては、情報技術への興味・関心がさらに高まるということも無かった。これは、扱っている内容が情報系を学んでいる学生にとって、復習的要素が強いからであると思われる。そこで、情報系を学んできた学生のグループに対しては、演習内容をより高度化するなどの対策を講じ、復習でありつつも、達成感のある課題作りが必要であると考えた。

また、調査した 2 年間を通じて、CS アンプラグド的な実習によって学んでみたい情報技術として、「ネットワーク技術」という回答が 2 年とも最多であった。ネットワーク技術に関する CS アンプラグド教材としては、東京学芸大学のグループが、RIP（Routing Information Protocol）と呼ばれるルーティングプロトコルを理解するために、メールデータの送受信における経路選択を疑似体験する教材を作成し、授業を実施したとの報告⁷⁾がある。そこで扱われたネットワーク技術は、比較的高度な内容に分類されると思われる。この

ためか、東京学芸大学のグループは、実際に教材として利用するまでに、2度の予備実験^{#2}を行い、手順書やワークシートの改良を行ったとあり、ネットワーク技術に関するCSアンプラグド教材の作成は、容易でないと思われる。しかしながら、受講者の興味ある領域を取り込んだ授業を展開することは重要であるため、今後は、ネットワーク技術に関するCSアンプラグド的教材を開発し、それを授業で利用することによって、学生からのフィードバックを受けつつ、教材開発を行い、そして、その改善に努めたい。

経営情報実習は、当面同じ授業内容で実施される予定であるため、今後も継続的なアンケート調査を行う予定である。

謝辞

本研究は、一部、日本学術振興会 科学研究費補助金(基盤C 24501221)、福井県大学連携リーグ研究推進事業及び福井工業大学特別研究費クラス研究Dからの補助を受けて実施された。

参考文献

- 1) Tim Bell, Ian H. Witten, Mike Fellows, “Computer Science Unplugged”,
<http://csunplugged.org/sites/default/files/activity_pdfs_full/unpluggedTeachersMar2010-USletter.pdf>,
2013年3月31日現在.
- 2) Tim Bell, Ian H. Witten, Mike Fellows(著), 兼宗 進(訳), “コンピュータを使わない情報教育アンプラグドコンピュータサイエンス”, イースト研究所, 2007.
- 3) 和田 勉, “アンプラグドコンピュータサイエンスと板書講義を併用した大学でのアルゴリズムの授業”, 情報処理学会研究報告. コンピュータと教育研究会報告 2009-CE-100(5), 1-7, 2009.
- 4) 嘉田 勝, 会沢 成彦, 西村 治道, 藤本 典幸, 大学祭でのCSアンプラグド博物館型展示企画の実践, 情報処理学会研究報告. コンピュータと教育研究会報告 2009(15), 171-178, 2009.
- 5) 兼宗 進, 佐藤 義弘, “情報科教育法でのCSアンプラグドの利用”, 情報処理学会研究報告. コンピュータと教育研究会報告 2010-CE-103(24), 1-3, 2010.
- 6) 西田 知博, “中学生向けCSアンプラグドセミナーの実施とその課題の分析”, 情報処理学会研究報告. コンピュータと教育研究会報告 2010-CE-106(3), 1-9, 2010.
- 7) 樋山淳雄, 森本康彦, 新藤茂, 宮寺庸造, 加藤直樹, 南葉宗弘, 伊藤一郎, 山崎謙介, “東京学芸大学「情報」におけるコンピュータサイエンスアンプラグド実践の試み”, 東京学芸大学紀要. 自然科学系 第63号 107-112, 2011.
- 8) 大熊一正, 杉原一臣, 魚崎勝司, “コンピュータサイエンス・アンプラグドの手法を導入として用いた圧縮技術に関する教育とその展開へ向けて”, 福井工業大学研究紀要 第42号, 620-630, 2012.

(平成25年3月31日受理)

^{#2} 2回予備実験の内訳は、1度目：ネットワークシステムの既修得者である大学院生・学部生を対象として実施し、手順の妥当性の確認。
2度目：ネットワークシステム未修得者の学生に適用し、実際の演習を意識してた予備実験。である。