

知的生産における理解度分析方法論

志水 信幸[†] 太田 秀昭[†] 林 俊樹[†] 角 行之^{††}

あらまし

社会人教育は、実務経験者の実務能力の向上を目的としており、未経験者に対して実務に携わったときに備えた知識の習得を主目的とする学校教育とは異なる。情報システムを構築する人材の教育を実施するにあたり、知的作業の中核である概念を理解させることを試みた。教育実施前後で中核となる概念の理解度が、どのように変化したのかを測定、検証した。測定方法は、50個のキーコンセプトを抽出し、それぞれを構成するキーワードを回答する方式とした。検証方法は、キーコンセプトの理解度を0から4の5段階のレベルに分けた。測定方法、検証方法がどのような意味を持つのかを述べる。

Methodological Analysis on Understanding in Intellectual Productions

Nobuyuki Shimizu[†], Hideaki Ota[†], Toshiki Hayashi[†] and Tsurayuki Kado^{††}

Abstracts

This paper describes analysis method of understanding in intelligent production. System Engineers to building information system must understand key-concepts. The education course is supported them to understand key-concepts. They explained keywords to explain key-concepts. The test is explained them keywords to explain key-concepts. The test compared pre-test with after-test of lessening. The purpose of education course educates manager of information system division for CIO(Chief Information Office). This paper describes meaning in evaluation method. The evaluation of understanding key-concepts is five level from 0 to 4.

[†] 財団法人ソフトピアジャパン

^{††} 情報文明文化研究所

1. はじめに

情報システムの構築に携わる者は、相応の知識と経験を有する必要がある。情報システムは組織そのものであり、組織は人の集合体だからである。人は道理のみでは動かない不条理なものである。人を束ね組織を運営する者は、情報技術(IT)の知識だけでなく知識を智慧に変え、プログラムを推進していく力量が必要である。言い換えれば、目的、目標を形式化し、関係者がそれらに到達、達成できるような環境を設定する能力でもある。

情報システムの構築には二面性がある。ひとつは、情報技術(IT)を駆使したシステム構築であり、もうひとつは、顧客満足度の向上、および投資効果に見合う事業拡大モデルの実現である。この二面性を持つ情報システムの構築をコーディネートするだけでなく、構築を推進する際に中核となる情報システム部門の責任者をCIO(Chief Information Officer)と定義する。将来のCIO候補に対して、CIO候補に求められる第一段階の内容の教育訓練コースを実施している。この教育訓練コースをCIOスクールと称している。本論文では、CIOスクールの内容のなかで、とりわけ情報システム構築に携わる者が必要となる概念の理解、すなわち概念形成を支援するための教育に着目して理解度分析を試みた。教育実施の前後での概念形成について理解度という基準を設定し実測、検証した。ここでの教育対象者は、情報システムの構築に携わる者に限定し一般の者とは区別する。また、情報システム構築の経験を有し、現在マネージャの職にある者とする。経験のない者を対象に、将来、情報システム構築に必要な知識を習得させることを目的とした学校教育とは一線を画す。

2. 教育内容と実施方法

CIOスクールは、CIO候補の教育の第一段階で求められる能力を1) ビジネスモデリング、2) マネジメント、3) 論理思考、システム思考と定義し教育方針を表1に定めた。

表1 CIO候補の教育の第一段階の要求能力と教育方針

要求能力	教育方針
ビジネスモデリング	<ul style="list-style-type: none"> 概念形成と問題解決、およびビジネスモデリングを修得する モデルの見積りと評価能力を養う
マネジメント	<ul style="list-style-type: none"> 人足作業と知的作業の特長と役割の特性を理解し知的生産の勘どころを養う
論理思考、システム思考	<ul style="list-style-type: none"> 論理的なものの方の見方とシステマ的なものの方の特長を理解し活用できる能力を養う

これらにもとづき、12科目、25日間で構成されている。6ヶ月間におおむね隔週で1科目あたり、2日から3日間の集合教育を実施している。カリキュラムと配分時間を表2に示す。

表2 CIOスクールカリキュラムと配分時間

CIOスクールに求められる素養	6H
概念形成と問題解決	18H
問題解決から概念モデリングへ	18H
ビジネスモデルの創り方	12H
ITプロジェクトの計画とリスクマネジメント	12H
見積りの本質と評価	12H
倫理と専門性、法律、セキュリティ	12H
情報技術の変遷と経営へのインパクト (経営者のためのオープンセミナー 「不条理なコンピュータに迫る！」)	12H (4H)*
ビジネスにおける論理思考	7H
ビジネスにおけるシステム思考	12H
リーダーシップ、説得術・納得術	12H
普請の段取り・活用の算段	18H

*後半を一般公開とし、

セミナーとパネルディスカッションで構成し別途、受講者を募集した () 内は内数

このカリキュラムは、社団法人情報処理学会が情報システムを学ぶ学生のために策定した日本の大学における情報システム教育の標準カリキュラム (ISJ2001) を情報処理学会後援のもとに、策定に携わった一部の委員がコーディネータ、および中核の講師となり、社会人向けに厳選・拡充するとともに、その内容を集中講義として凝縮し、短期間に修得できることが特長である。また、コーディネータは、原則、全講義に出席し講師、受講者、事務局との調整を適宜行い、より品質を高め受講者の満足度の向上に努めている。

受講者は、一般に広く募集しており、受講資格に制限はないが、情報システムを構築した経験を有し、現在マネージャの職にあり、将来のCIO候補である者を対象としている。全科目受講を推奨しているが、科目単位の受講も認めている。とりわけ、『概念形成と問題解決』、『問題解決から概念モデリングへ』、『見積りの本質と評価』の3科目が、中核科目である。本論文の範囲は、この3科目とする。

3. 関連する研究

本研究の目的は、情報システムの構築に必要なと思われる概念の理解の程度を測定することである。単に用語辞典等に説明されている知識の習得ではない。従って、理解の程度をどのように測定したらよいかが問題となる。[竹谷・佐々木論文]²⁾では、教師が構築した認知マップを基準として、各学習者がそれぞれの理解内容をもとに描画した認知マップを比較・分析することにより認知・理解の程度を評価している。[斎藤・大内らの論文]³⁾では、概念地図を用いて、学習者の概念形成を支援している。[坂谷内論文]⁴⁾では、確率概念の完全理解に至るまでの段階を発達段階として捉えており、直感的理解の段階、数的理解の段階、主観的理解の段階、概念的理解の段階の4つの段階があるとして

いる。[角・保田らの論文]⁵⁾では、単なる知識ではなく、智慧と経験を深めることによって身につくソフトウェア・エンジニアリングの分野での重要な概念をキーワードとして設定し教育受講の事前と事後とでどのように変化したのかを調査している。[角・橋本論文]⁶⁾では、「訓練されたSE (System Engineers) なら説明できなければならない」項目をキーコンセプトとして設定し教育受講の事前と事後とで、どのように変化したのかを調査している。

4. 理解度分析

4. 1 分析方法

本研究の目的は、情報システムの構築に必要なと思われる概念の理解の程度を測定することである。範囲は、『概念形成と問題解決』、『問題解決から概念モデリングへ』、『見積りの本質と評価』のCIOスクールの中核の3科目とする。このことを踏まえ、3科目の内容からキーコンセプトを設定し、キーコンセプトを説明するために必要となるキーワードを回答させることにより、理解度を測定することにした。

事前テストを対象となる3科目を受講する前に実施し、事後テストを受講後に実施し両者を比較することにより、理解度にどのような変化が生じたのかを検証した。両者の条件を同一にするため、出題するキーコンセプトは同じものにした。同一でも意味・意義がある問題とした。[角・保田らの論文]⁵⁾、[角・橋本論文]⁶⁾では、キーコンセプトを論述式で回答させている。また、より正確な測定をするためには、有識者の面接による質疑応答が望ましいと思われる。しかしながら、本研究のフィールドは、学校や特定の企業の社内教育ではなく、広く一般に公募している関係上、複数の企業の社員が対象となり、あまり、負荷をかけることは好ましくない。また、評価を担当する講師陣も事務局の専

属の講師ではなく、CIO スクールに関して、依頼している外部講師のため、採点作業に大きな負荷をかけることは避けたかった。これらを考慮して、キーワードを回答させることが、あまり負荷をかけず、理解度を測定できる方法と考えた。キーコンセプトは、コーディネータ、講師陣と合議のうえ50個とした。これは、[角・保田らの論文]⁵⁾で、50個厳選しさらに25個に絞り込んだとあったことからである。今回は、初めての試みであるため、内容は吟味したが個数の絞り込みは行わず、そのまま実施した。キーワードは、1つのキーコンセプトにつき2から5個回答してもらうことにした。個数を制限したのは、簡潔に説明するために必要なキーワードを優先してもらうためである。

『概念形成と問題解決』、『問題解決から概念モデリングへ』、『見積りの評価と本質』を担当する講師2人に採点を依頼した。キーコンセプトを説明するうえで有効であると思われるキーワードを「1」、有効でないと思われるものは「0」とした。

各キーコンセプトの理解度を0から4の5段階に分けて判定した。5段階評価にした理由は、国際的な基準と考えられるACM (Association Computing for Machinery) の判定区分に合わせたためである。

ACMの表現は、
no knowledge , recognition , literacy ,
usage , application となっている。⁷⁾

- 0点：理解していない (0)
- 1点：すこし理解している (1)
- 2点：だいたい理解している (2)
- 3点：かなり理解している (3)
- 4点：完璧に理解している (4以上)

() 内の数字は有効なキーワードの個数

従って、各キーコンセプトで4個ないし5個が有効であると判定されたものは、4点となり、200点満点となる。

評価分析において「キーコンセプトの理解度」を導入した理由は二つある。第一は、評価する側の主観は入るものの、数量的に表現できるメリットがあるため、比較しやすい点にある。第二は、情報システムの構築は、知的生産である。ソフトウェアは思想・概念の集合体であり、キーコンセプトの表現内容により理解度が推定できるのではないかと考えたからである。事前・事後テストに用いたキーコンセプトを表3に示す。

表3 50個のキーコンセプト

- 1.概念データモデル 2.静的モデル 3.動的モデル
- 4.組織間連携モデル
- 5.「フージビリティ・スケール機能」
- 6.ビジネスモデル 7.ビジネスアーキテクチャ
- 8.システミック表現 9.ユースケース 10.CATWOE
- 11.UML 12.クラス図 13.オブジェクト図
- 14.汎化 15.集約 16.インスタンス
- 17.アナリシスパターン 18.デザインパターン
- 19.シーケンス図 20.コラボレーション図
- 21.アクティビティ図 22.データファンクション
- 23.トランザクションファンクション 24.WBS (作業単位)
- 25.COCOMO II 26.Pre-Architecture 段階
- 27.Post-Architecture 段階 28.品質要求
- 29.技術要求 30.機能要求 31.ER 図
- 32.エンティティ 33.リレーションシップ 34.概念
- 35.型とインスタンス 36.多重度 37.カギビリティ
- 38.制約記述 39.機能規模 40.見積りレビュー
- 41.工数変換 42.プログラムマネジメント
- 43.プロジェクトマネジメント 44.コンセンサス
- 45.アコモデーション 46.as-isモデル 47.to-beモデル
- 48.機能連鎖と価値連鎖 49.KJ法
- 50.「システムの」なものの方

コーディネータ、講師の4人で検討を重ねた結果、講義受講後、受講者に理解してほしいと考えるキーコンセプトを50個厳選した。

4. 2 定性分析

全科目受講者8人全員に対して実施した事前テストと事後テストの結果を表4に示す。

表4 事前テストと事後テストの結果

事前テスト	事後テスト	差異
11	99	+88
60	86	+26
62	124	+62
68	87	+19
84	179	+95
103	113	+10
108	120	+12
139	147	+8
平均：79.4 標準偏差： 38.6	平均：119.4 標準偏差： 31.5	+40.0

この結果から事前テストにおける成績下位群の者が事後テストにおいての伸びが著しいことがわかる。

次に50個のキーコンセプトのなかで、4点得点した個数を表5に示す。3点以上得点した個数を表6に示す。

表5 4点得点したキーコンセプトの個数

事前テスト	事後テスト	差異
0	0	0
0	6	+6
0	8	+8
1	3	+2
3	6	+3
5	39	+34
6	7	+1
9	11	+2
平均：3	平均：10	平均：+7

表6 3点以上得点したキーコンセプトの個数

事前テスト	事後テスト	差異
0	16	+16
4	7	+3
4	12	+8
5	18	+13
13	41	+28
17	21	+4
25	27	+2
36	38	+2
平均：13	平均：23	平均：+10

表5、表6から半分程度のキーコンセプトは、かなり理解しているといえるが、完璧には理解しているとはいえない。

特に際立って多く得点したキーコンセプトは、見受けられないが、4点以上の例を上げると、「概念データモデル」のキーワードとして、「UML」「DOA」「ERモデル」「ユースケース」「DFD」がある。

情報システム構築の第一段階として、重要である概念モデリングに関するキーコンセプトを表3から10個抽出し、表7に示す。

表7 概念モデリングに関するキーコンセプト

- 1.概念データモデル 2.静的モデル 3.動的モデル
- 4.組織間連携モデル 5.システミック表現
- 6.ユースケース 7.クラス図 8.オブジェクト図
- 9.機能連鎖と価値連鎖 10.KJ法

CIOの最大の仕事は、利益を産む仕掛けであるビジネスモデルを描き、それに基づく情報システムの仕様を決めることである。

CIO候補の教育の第一段階で求められる能力(表1)のひとつにビジネスモデリングがあるが、第一歩は概念モデリングであり、そのための教育方針のひとつに概念形成がある。このことを考慮して、特に理解してほしい概念を10個抽出した。

表7の10個のキーコンセプトに対する事前、および事後テストの結果を表8に示す。

表8 概念モデリングのキーコンセプトのテスト結果

事前テスト	事後テスト	差異
3	23	+20
16	24	+8
17	27	+10
19	24	+5
19	34	+15
25	26	+1
29	30	+1
29	32	+3
平均：19.6 標準偏差： 8.5	平均：27.5 標準偏差： 4.1	平均：+7.9

次に10個のキーコンセプトのなかで、4点得点した個数を表9に示す。3点以上得点した個数を表10に示す。

表9 4点得点したキーコンセプトの個数

事前テスト	事後テスト	差異
0	0	0
0	1	+1
0	1	+1
0	1	+1
1	1	0
2	2	0
2	7	+5
3	4	+1
平均：1.0	平均：2.1	平均：+1.1

表10 3点以上得点したキーコンセプトの個数

事前テスト	事後テスト	差異
0	4	+4
1	3	+2
1	5	+4
3	4	+1
4	5	+1
4	7	+3
8	8	0
8	9	+1
平均：3.6	平均：5.6	平均：+2.0

5. 考察

情報システムの構築に必要と思われる概念の理解度の分析方法を考察する。

表4から、キーコンセプト50個全体の事前、事後テストの標準偏差は、それぞれ38.6と31.5とあまり変化はないが、表8から、10個抽出したものは、それぞれ8.5と4.1であり、事後テストの方が半分以下となっている。概念モデリングに関するキーコンセプトの理解度の差異は小さくなったと考えられる。このことは、CIOスクール開始前、あるいは開始時のセミナー等において、『概念形成と問題解決』、『問題解決と概念モデリングへ』が最重要であると示唆してきたことの効果とも考えられる。

今回は、回答する期間が事前、事後、それぞれ2週間程度あったため、自分で調査することも可能であった。受講者に概念を形成してもらうことが教育の目的のひとつでもあるから、調査(テスト)は、それを支援するためのツールの役割とも考えていた。

より鮮明な結果を導き出すためには、講義の開始直後の30分間、終了直前の30分間で、それぞれ科目単位に実施する方法も考えられる。この場合、時間的な制約があることから出題数を絞り込む必要が生じてくる。しかしながら、概念の理解度の測定、概念形成の程度の測定ということから考えると短時間で実施することが、必ずしも精密な結果を導くとは限らないと思われる。

このあたりの判断は多様なケースを積み重ねその都度、考察していくしか方法はないと考える。

今回の調査を機会に、概念地図などの別の方法も採り入れていきたい。受講者、講師(採点者)の両方の負担を軽減するためには、講義の演習のなかに組み込むことが良いと考えられる。また、比較対象としては、今回

の母集団と同一条件の母集団を仮想的に設定し同一のテストを試みることも考えられる。事前テストの結果がほぼ同じ母集団に対して、今回の教育と同じ目的とする教育を受講後に事後テストを実施する。両者の事後テストの差異は両者の教育の質の表れとも考えられる。

概念モデリングに関するキーコンセプトは、別途、論述式でも検証し、さらにきめ細かく分析する必要がある。

[竹谷・佐々木論文]²⁾にある講師が構築した認知マップを基準として、各受講者がそれぞれの理解内容にもとづき認知マップを描画する方法は、講師と受講者との間の合意形成に応用する場面を想定したもので、講師の認知構造が基準となり、受講者の認知構造を変容させることを目的としている。本調査(テスト)においても、講師が最良とするキーワードを示し、それをういて論述させる方式で検証していくことが概念形成を支援するうえで重要と考えられる。

採点を担当した講師の見解を述べる。

回答されたキーワードを0か1かで判定することは難しく0.5も採用したい。

また、学習後ということ考えると事後テストの方の採点基準を厳しくしたい。

以上のことを踏まえながら、さらに考察していきたい。

6. まとめ

本論文では、「キーワード回答方式によるキーコンセプトの理解度分析法」を提案した。また、実践データを用いて、実測、検証した。しかしながら、これだけでは本方法の有効性は判断できない。有識者の意見を採り入れ、改良を重ね検証していくことが今後の課題である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、キーコンセプトの設定、採点にご協力、ご助言をいただいたC I Oスクール講師の手島歩三、児玉公信両氏に深謝いたします。

参考文献

- 1) 社団法人情報処理学会：大学の情報系専門学科のための情報システム教育カリキュラム-ISJ2001-，社団法人情報処理学会(2001)
- 2) 竹谷 誠，佐々木 整：学習者描画の認知マップによる理解度評価法，電子情報通信学会論文誌，Vol.J80-D・II，No.1，pp.336-347(1997)
- 3) 斉藤 一，大内 東，前田 隆：概念モデリングと概念地図を用いた概念形成支援法とそのシステムの試作，電子情報通信学会論文誌，Vol.J84-D・I，No.9，pp.1431-1439(2001)
- 4) 坂谷内 勝：発達的概念形成に基づく確率概念の学習者理解度状態モデルの構築，情報処理学会研究報告「コンピュータと教育」，Vol.1990，No.10，pp.1-6(1990)
- 5) 角 行之，保田勝通，山本洋雄，大槻 繁：企業における上級ソフトウェア技術者養成のための実践訓練コース S E Pの開発と評価，教育システム情報学会誌，Vol.18，No.1 (春号)，pp.111-120(2001)
- 6) 角 行之，橋本千恵子：ソリューション・ビジネス指向技術者育成のための導入教育，情報処理学会研究報告「コンピュータと教育」，Vol.2003，No.123，pp.41-48(2003)

-
- 7) ACM-IS'97 Model Curriculum and
Guide Lines for Undergraduate Degree
Programs in Information Systems, pp.9
Table1(1997)