

知的生産における理解度分析方法論
—情報システム教育における認知モデルの変化—

志水 信幸[†] 角 行之^{††}

あらまし

情報システムとは、複雑な人間活動そのものである。言い換えれば、知的生産とも言える。このことから、情報システムを構築する技術者を対象とした教育の理解度を分析する方法は、知識量の有無を問うものでは測りしれない。理解力、分析力、システム思考力、論理思考力、判断力、抽象化能力などが考えられる。そのなかでも特に複数のステークホルダが複雑に絡み合い、お互いの立場、利害が対立する。すなわち価値観の違いに起因することが認識の齟齬を招く。このことから考えると情報システム構築に関して、関係者間においては、対象領域に対して共通の概念が形成されていることが必要不可欠である。概念形成の手法のひとつは対象を抽象化すること、すなわちモデル化することである。情報システム・エンジニア教育で、大切なもののひとつに重要な概念をいかに形成していくか、人が認知する過程に着目して解き明かしたいと考えている。

本報告では、「キーコンセプトに対してキーワードを回答する方式」を試みた結果を考察する。今後の研究の方向として、認知モデルの変化を理解度と捉え、認知科学の手法を採用して進めていきたいと考えている。是非、ご教示をお願いしたい。

Methodological Analysis on Understanding in Intellectual Productions

Nobuyuki Shimizu[†], 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 Officer) or Architect.
This paper describes meaning in evaluation method.
The evaluation of understanding key-concepts is six levels from 0 to 5.

[†] 株式会社日立システムアンドサービス

^{††} 情報文明文化研究所

1. はじめに

企業の情報システム・エンジニア教育において、受講者は個々の経験、知識に応じ、同じ講義を共有しながらも学習のスタイルが多様である。われわれ主催者（プロモータ）は、教育企画経験を積み上げることにより、教育コースが何となく洗練されていくと考えるのではなく、受講者の実態に合わせ、講義や演習の教育内容をその場に応じた形で取り入れ、受講者の情報システムに関する概念形成を支援していく必要がある。このような教育コースをめざす場合、受講者がどのような概念を構成しているのか、主催者（プロモータ）は、できるだけ個々のデータを受講者の負担を少なくする形で把握していく必要がある。

特に、抽象化能力を養うための教育コースをデザインするために、この問題点を解決する方法として「概念地図法（コンセプトマップ）」を用いることを提案する。¹⁾

2. 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概念の理解度を測定することである。従って、理解の程度をどのように測定したらよいか問題となる。[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

な概念について、[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教育受講の事前と事後での理解度の変化を調査している。

3. 提案に至る背景と経緯

これまでの研究で、情報システム構築に必要と思われる概念の理解度を測定する方法として「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」を提案し実証した。この実証から受講者、それぞれが構成している概念は千差万別であり、それを教授する講師陣にも差異があることが認められた。

【仮説1】これらのことから情報システム構築に必要なと思われる概念には曖昧性があり一意に定めることは難しいと考えられる。

【検証方法1】従って、実証より得られた結果から近似解を抽出しその結果を参考に受講者の理解度を分析することを考えた。

【仮説2】概念地図を提示することにより、概念形成を支援する。

【検証方法2】概念の説明文を書かせることにより定性的、定量的に検証する。

4. 講義への概念地図法の導入

講義で理解してほしい概念を5個程度、講師と相談して抽出した。受講者にはそれぞれの概念を説明するために必要と思われるキーワードを優先順位を考慮し5個以内で解答させた。個数の多少が問題ではなく必要不可欠なキーワードを解答させるよう心がけた。差異を検証するために事前調査として講義開始後の10分間、事後調査として講義終了前に10分間を割り当てた。解答の仕方については、前回、電子メールを利用して、さまざまな弊害があった今回は講義のさまたげ

ならず、比較的受講者の負担にもならなかったようである。解答されたキーワードから概念地図を描くことを考えた。

5. 考察

キーコンセプトの中でも特に重要と思われる“概念データモデル”について考察する。教育目的は同じであるが教育内容は異なる科目で3回の調査を実施した。表1 事前／事後調査結果、優先順位が1位のキーワードを表2に示す。NO:受講者番号、事後調査と事前調査の得点の差を次の式で算出した。

$$Dn = An - Pn \quad (n:1,2,3)$$

$$-5 \leq Dn \leq 5, 0 \leq An \leq 5, 0 \leq Pn \leq 5$$

(表中の(n:1,2,3))有効回答35人の中から優先順位1位、かつ正答となったキーワードの中から2人以上解答があったものは、静的モデル(5人)、実世界(3人)、情報の源泉(3人)、現実世界(2人)、スキーマ(2人)である。一応、的を得ているものの真に理解しているかどうかはこれだけでは判断できない。この教育の目的は、辞書的な意味を理解することではなく、プロジェクトメンバーがほぼ同じ思惑(イメージ)を抱けるよう訓練することにある。調査の結果からは、かなりばらつきがあることがわかった。また、高得点の人のキーワードを構成し文章を作ることを試みた。概念地図を描くための足がかりにするためである。

「事前調査 p-1」

- ・概念データモデルとは、現実世界をER図で表したものあり

(エンティティ*とリレーションシップ*で抽象化*したものである。)

*は不正答のキーワード

キーワード：現実世界、ER図

「事後調査 a-1」

- ・概念データモデルとは、実体(エンティティ)と(リレーションシップ*)について、静的モデル、動的モデル、組織間連携モデルで表したものである。

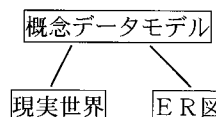
*は不正答のキーワード

キーワード：実体、静的モデル、動的モデル、組織間連携モデル

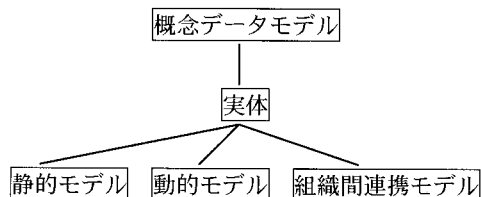
事前と事後との結果を比べると事後の方が、感覚的にはより理解が深まったものと思われる。正答したキーワードも2個から4個に増えた。

次にそれぞれのコンセプトマップを示す。事後調査の方が、1ランク深い階層までの理解が得られていることが定性的に把握できる。

【事前調査 p-1 のコンセプトマップ】



【事後調査 a-1 のコンセプトマップ】



「事前調査 p-2」

・概念データモデルとは、業務の構造を静的モデル、動的モデルで表したものであり、表記法のひとつにER図がある。

キーワード：業務、構造、静的モデル、動的モデル、ER図

「事後調査 a-2」

・概念データモデルとは、業務（のデータ*）を[もの]と[こと]として静的・動的に表したものである。

*は不正答のキーワード

キーワード：業務、もの、こと、静的・動的
事前と事後との結果を比べると事後の方が、感覚的にはより理解が深まったものと思われる。しかしながら、正答数のみを算出すると事後の方が1点低い。（事前調査5点、事後調査4点）
知的生産においては、知識量を単純に集計すれば良いということではないことを窺わせる。

表1 事前/事後調査結果

N	P1	A1	D1	P2	A2	D2	P3	A3	D3
1	4	2.5	-1.5	4	5	1	5	4	-1
2	3	4	1	3	1	-2	4	4	0
3	3	3	0	2	4	2	3	3	0
4	3	3	0	1	4	3	3	3	0
5	3	3	0	1	4	3	3	2	-1
6	2	2	0	1	3	2	2	4	2
7	1	1	0	1	3	2	2	3	1
8	0	2	2	1	3	2	2	3	1
9				0	5	5	1	2	1
10				0	5	5	0	4	4
11				0	3	3	0	3	3
12				0	3	3	0	3	3
13				0	1	1	0	3	3
14							0	2	2

N:受講者番号

Pn:事前調査,An:事後調査,Dn:差異 n:1,2,3

表2 優先順位1位のキーワード

P1	情報の源泉（2） 抽象 業務分析 DOA エンティティ
A1	情報の源泉（2） 抽象 業務分析 実態 動的モデル
P2	エンティティ ER 安定 可視化 プロセス
A2	現実世界（2） スキーマ（2） エンティティ 要のもの ビジネスアーキテクチャ ビジネス世界 実体 ビジネスモデル 企業
P3	静的モデル 実世界 現実 業務 モデル 認識 ER図 概念
A3	静的モデル（5） 実世界（3） 現実 業務 モデル 実体（エンティティ） 三層スキーマ

*正答のみ () 内の数値は人数

次に、重要な概念のひとつである
“ビジネスアーキテクチャ”について分析する。

「事前調査 p-3」

・ビジネスアーキテクチャとは、機能を統合したものである。

キーワード：機能、統合

不正答のキーワード：縦割り排除、データ
ユーザ視点

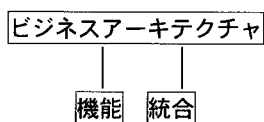
「事後調査 a-3」

・ビジネスアーキテクチャとは、事業使命の
ドメイン（領域）のバリューチェーン
（価値連鎖）というビジネスの現実を写し取っ
たものである。（ ）内、筆者補筆

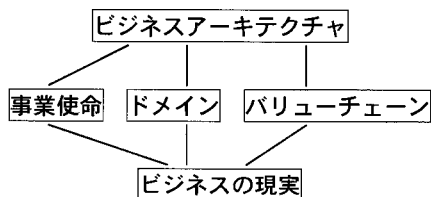
キーワード：事業使命、ドメイン、
バリューチェーン、ビジネスの現実(as is)

不正答のキーワード：理想(to be)

【事前調査 p-3 のコンセプトマップ】



【事後調査 a-3 のコンセプトマップ】



3回の教育で有効回答33人の実施結果を表3 事前/事後調査結果に、優先順位が1位のキーワードを表4に示す。

表3 事前/事後調査結果

N	P1	A1	D1	P2	A2	D2	P3	A3	D3
1	2	4	2	2	5	3	3	4	1
2	3	3	0	0	3	3	2	4	2
3	3	3	0	2	2	0	2	3	1
4	2	3	1	2	2	0	2	3	1
5	2	2.5	0.5	1	2	1	1	3	2
6	2	2	0	1	2	1	3	2	-1
7	2	2	0	0	2	2	1	2	1
8	3	0	-3	2	1	-1	0	2	2
9				0	1	1	0	2	2
10				0	1	1	1	1	0
11				0	1	1	2	0	-2
12							1	0	-1
13							1	0	-1
14							0	0	0

N:受講者番号

Pn:事前調査,An:事後調査,Dn:差異 n:1,2,3

【事前調査 p-4】

・ビジネスアーキテクチャとは、業務の構造ややり方を表したものである。

キーワード：業務、構造、やり方

不正答のキーワード：企業

【事後調査 a-4】

・ビジネスアーキテクチャとは、組織で行う業務や製品開発のプロセスである。

キーワード：業務、組織、製品、プロセス

不正答のキーワード：企業

事後の方が得点が下がったものも見受けられる。

特に n=3 については、『ビジネスアーキテクチャと概念データモデリング』という科目であり、ビジネスアーキテクチャを理解させ概念データモデルを記述させるものである。この科目の企画した理由は、情報システムの素は、データである。情報システムの構築の根源は、データ設計である。特に、概念データモデルが自社のビジネスアーキテクチャと合致していることが情報システム構築の成否を決める。そういう観点から、概念データ設計－概念データモデリングが価値を創造する情報システムを構築する第一歩であると考えた。

表4 優先順位1位のキーワード

P1	製品 (2) 企業戦略 モジュラー型 構成 ビジネスプロセス
A1	製品 企業戦略 モジュラー型 構成 プロセス体系 ビジネスの模倣
P2	ビジネス ビジネスモデル ビジネス要素 経営
A2	ビジネス (2) ビジネス要素 製品 構造 情報システム 設計思想 組織 仕組み コンセプト
P3	ビジネスモデル (3) ビジネス 実ビジネス 業務 企業活動 商品 組織
A3	業務 (2) ビジネス (2) 静的モデル (2) 事業使命 対象の世界

*正答のみ () 内の数値は人数

次に上位、中位、下位層に分けて分析する。
上位層を A3=4 または 3
中位層を A3=2 または 1 下位層を A3=0
と定義する。

受講者14人の主なプロフィールは、
メーカー (システム部門4人、教育部門1人)、
メーカー系 SIer 1人、
ユーザ系通信事業者 (情報システム部門6人)、
SIer 2人である。年齢層は、28歳~48歳と
幅が広く役職も担当者からマネージャ (課長、次
長、部長級) と幅が広い。しかしながら、中核は
35歳程度の課長補佐クラスであり、開発現場の
第一線で部下を指導しながらプロジェクトリー
ダとして、活動している方々である。

【上位層】A3=4 または 3 の 5 人のキーワードを
分析する。() は不正答のキーワード

【NO.1】

「事前調査 p-5」

業務、構造、やり方、(企業)

「事後調査 a-5」

(企業)、業務、組織、製品、プロセス
(「事後調査 a-4」参照)

【NO.2】

「事前調査 p-6」

(縦割り排除)、機能、(データ)、(ユーザ視点)、
統合

「事後調査 a-6」

事業使命、ドメイン、バリューチェーン、
ビジネスの現実[as is]、(理想[to be])
(「事後調査 a-3」参照)

【NO.3】

「事前調査 p-7」

企業活動、物流、(金流)、(全体最適)

「事後調査 a-7」

(企業活動)、業務活動、(経営指針)、機能部門、
組織連携

【NO.4】

「事前調査 p-8」 ビジネス、構造

「事後調査 a-8」 ビジネス、全体像、構造

【NO.5】

「事前調査 p-9」

ビジネスモデル、(to be モデル)、(as is モデル)、
(next モデル)

「事後調査 a-9」

静的モデル、動的モデル、相互作用モデル

上位層であっても本当に理解していると思われるのはNO.1くらいでNO.2からNO.5は、まだ辞書的な意味程度の理解から抜けきれないと推測される。

しかしながら、文章化した方を考察すると No.2の方がより理解しているように思われるため、これだけからでは、理解の程度は判定できない。

【中位層】A3=2または1の5人のキーワードを分析する。()は不正答のキーワード

【NO.6】

「事前調査 p-10」

ビジネスモデル、データモデル、EA

「事後調査 a-10」

ビジネス、(情報システム)、構造

【NO.7】

「事前調査 p-11」 商品

「事後調査 a-11」 業務、仕組

【NO.8】

「事前調査 p-12」 {空欄}

「事後調査 a-12」 業務、情報システムの基礎

【NO.9】

「事前調査 p-13」 (目的)

「事後調査 a-13」 静的モデル、動的モデル

【NO.10】

「事前調査 p-14」 ビジネスモデル

「事後調査 a-14」 対象の世界、(実在物)

上位層が、先に述べた程度の理解であることから中位層に至っては、かなり理解の程度は曖昧であることが窺える。しかしながら、わずかではあるが、理解が進んでいるように見受けられる。

【下位層】A3=0の4人のキーワードを分析する。
()は不正答のキーワード

【NO.11】

「事前調査 p-15」

(目的)、リソース、(制約)、体制、
(ジョブフロー)

「事後調査 a-15」

(EA)、(GUIDE/SHARE)、(BPR)

【NO.12】

「事前調査 p-16」

実ビジネス、(コンピュータシステム)、
(ソフトウェア)、(ハードウェア)

「事後調査 a-16」

(DFD)、(ER)、(参照モデル)

【NO.13】

「事前調査 p-17」 組織

「事後調査 a-17」 {空欄}

【NO.14】

「事前調査 p-18」 (ニーズ)、(消費者)、(提供者)

「事後調査 a-18」 (成長)、(変化)

これらの不正答なキーワードと表のキーワードを比較すると知的生産における概念形成には同じ教育・研修を受講しても受講者の抽象化能力、業務経験、予備知識等からかなりの差があることが推測される。

先に分析したキーワードから説明文章を構成する方法は、受講者がこのように考えて解答したのか、どうかはわからないが、ある程度、その受講者の理解度を推測することに役立つと思われる。このような手法は手間暇がかかり労を多くするが概念形成教育は少数精鋭教育で、ある程度の

時間をかけて実施することを考えると多少の時間暇はやむをえない。この検証から生じた新たな仮説は、既成の（間違いではないが、的確ともいえない）概念が形成されている者は、形成されていないものに比べ教育による（是正）効果が少ないのではないか。ということである。

6. まとめ

上記、「5. 考察」から概念形成教育においては、あらかじめ、受講者の選抜をより意識して教育目的、目標、教育内容のみならず受講後の効果、受講前の前提条件、受講にあたる準備等、具体的に実施していかないと適正な教育効果は得られないと考える。

今回の実証では、まだ概念地図は描けていない。しかしながら、分析、考察を繰り返しながら検証していく所存である。よりの確かな判定をするためには、質問紙法のみならず、面談も併用していく必要があると考える。これには、面接官や受講者の負担が重くなるとことを考慮する必要がある。

これらの調査を実施した講座、科目に関しては、企画から実施、評価まで一連のサイクルを携わった。講義は全て陪席、聴講し受講者の反応をキャッチした。このことから考えると分析を試みた“概念データモデル”“ビジネスアーキテクチャ”は、両方とも重要な概念である。しかしながら、これらをもっと身近で平易な言葉に置き換えて伝承することも大切であることを感じた。

また、この検証により次の教育コースへの企画に役立てる所存である。

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CIOスクール講師の手島歩三、児玉公信、清水光孝、三氏に深謝いたします。

参考文献

- 1) 久保田英慈: 科学概念学習における生徒評価と授業設計の関係に関する研究, 平成16年度日本科学教育学会 第4回研究会 発表資料
- 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-1, 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 SEP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)