

職業訓練教材の相互参照システムに関する研究

大野 邦夫 深町 大

職業能力開発総合大学校 通信システム工学科

〒252-5196 神奈川県相模原市緑区橋本台4-1-1

k-ohno@uitec.ac.jp

1. はじめに

高等教育は、一般に教養課程と専門課程、研究の3分野に大別されるが、永井道雄によると、各々の分野は高等教育の歴史を反映しているとのことである[1]。歴史的には研究が最も古くその発端はポロニア大学やパリ大学が設立された中世にさかのぼる。研究の目的は真理の探究であり、学位を取得するということは真理への探究心を共有する学徒であることを意味していた。

専門課程は、産業革命後の工業化に伴う、様々な産業分野の専門家の養成に端を発する。大学に専門課程が最初に置かれたのは、プラグマティズムが支配した米国、2番目が富国強兵策を推進した日本、3番目が共産主義革命を達成したソ連であった。他の国々で専門課程が置かれたのは第二次大戦後とのことである。以上の国家は、先進の欧州諸国に追いつくために急速な工業化を図る必要から、優れた人材を産業発展分野に投入することを意図したのであった。明治維新後の我が国の先人たちが、欧州やソ連に先だって産業の専門家を育成しようとした意思に対して、我々は思いを新たに必要があるだろう。

教養課程は、第一次世界大戦後の世界恐慌当時の米国に端を発する。第一次世界大戦では、毒ガスや航空機といった新技術が使用されたが、このような兵器の開発に携わる専門技術者のあり方に批判が投げられた。高等教育における専門家が、人類を破滅させるような仕事に従事したことへの反省からリベラルアーツ教育の見直しが提唱され、それが教養課程として確立された。しかしその後の歴史はこの教育課程を生かしているとは言えないであろう。

職業能力開発総合大学校の長期課程、研究課程も、上記の観点から教養課程（基礎科目）と専門課程、研究（卒業研究、大学院修士課程）が一般の大学と同様なカリキュラムとして組まれている。さらに職業訓練指導員としての職業教育の専門家としての教育課程も

盛り込まれている。そのために、一般の大学の教員養成課程に匹敵する能力開発科目が教養課程と専門課程に並行して実施されている[2]。

本報告の対象であるネットワーク工学は、通信システム工学科の専門科目である。3年の前期・後期でネットワーク工学、4年の前期にネットワーク工学の授業を行なっている。並行して3年の後期の期末試験後にネットワーク工学実習が2週間実施される。

当大学校の長期課程は、本来職業訓練指導員の養成を目的としており、職業訓練指導員は全国の職業訓練施設で、広範な分野の職業訓練教育を担当している。通信システム工学科ではそのような指導員向けのネットワーク工学関連の研修も行っている。表1はそれらの概要を示す。

本研究では、ネットワーク工学、で使用される教科書とネットワーク工学実習で使用される訓練教材について、その関係を分析し、専門教育における授業と実習のあり方および、教材のあり方についての検討を試みる。

2. 研究の狙いと検討モデル

2.1 教材

2.1.1 授業の教科書

ネットワーク工学、では、教科書としてオーム社のTCP/IP入門を使用している。今日の通信技術が、TCP/IPをベースとするインターネットに大幅に依存していることを考えると、通信システム工学科の学生がTCP/IPを理解しておくことは必須である。その面で比較的评价の高いオーム社のTCP/IP入門を主たる教科書として採用している[3]。

この書籍は、TCP/IPプロトコルを理解させるという明確な方針で記述されている。そのために、OSI参照モデルの解説から始めて、データリンク層、IP層、ト

表1 ネットワーク工学関係の授業科目

授業科目名	教材	授業内容
ネットワーク工学	TCP/IP入門 ほか	基礎科目、能力開発科目を習得した後に、通信システム分野の概要を学ぶ
ネットワーク工学	TCP/IP入門	現在の通信システムの中核的な技術である TCP/IPを物理層から応用層まで必要な知識を習得する
ネットワーク工学	独自教材	一人前の通信技術者として社会に出て活躍するための応用技術とWebの記述言語であるHTML、XMLを学ぶ
ネットワーク工学 実習	独自教材	現場での機器の設置や保守のスキルを身につけるために、ルータ・スイッチの扱いを実践的に習得する
ネットワーク応用 特論	独自教材	研究課程（大学院修士課程）の学生向きに、Webを中心にネットワークを活用する技術の動向を紹介すると共にHTML、XMLの基礎を習得する
トラブルシュー ティング研修	独自教材	現場における実践スキルとして必要とされるトラブルシューティングのノウハウを習得する
Webコンテンツ 制作研修	独自教材	Webコンテンツ制作のための記述言語である HTML、CSS、XMLについての基礎を習得する

ランスポート層という中核的なネットワーク階層について述べ、その後アプリケーション層、物理層、公衆サービスについて述べている。特にデータリンク層、IP層、ランスポート層のデータ形式、MACアドレス、IPアドレス、ポート番号といった相互通信のためのID、RIPやOSPFのようなルーティング・テーブルについてかなり詳細に記述しており、詳細な記述と分かりやすさという観点では適格なテキストと言える。

本研究では、教科書も教材に含めている。職業訓練指導員の養成という観点では、教科書は最も基本的な参照情報であり、派生的な教材を統括する情報として位置づけられるからである。

2.1.2 実習教材

ネットワーク工学実習では、当校の設備に適合した独自教材を使用している。通信技術者として、実践的に業務を遂行する上で、ネットワーク機器への習熟は絶対に必要である。現場におけるネットワークのスキルは、ネットワーク機器を使いこなせることであり、できればCCNAのような関連資格をも取得しておくことが望まれる。教材は、TCP/IPのネットワーク設定、

そのためのルータやスイッチの操作などに関するものである。

ネットワーク工学実習では、授業で教わったことをベースに具体的な機器操作やネットワーク設定といった新しい知識や技術、技能をを修得する。実習の過程では新しい具体的な知識・技能の習得と並行して座学の授業内容を実践的に体験することにもなる。要するに既存の知識をベースに新たな知識を構築していくことになる。そのために、教科書の目次と索引を有効に活用することが考えられる。

2.2 実習におけるスキル習得モデル

実習の授業の流れは、準備、ルータの基本設定、静的ルーティング、動的ルーティング（RIP、OSPF）、スイッチ設定、VLAN設定、NAT、DHCPといった項目で代表される。

この流れの概要は、PPTのスライド教材で記述されている。個々のスライドは、概説、詳説、図、機器操作、コマンド操作、シミュレーションといった内容に大別される。

概説、詳説、図は、教科書のTCP/IP入門の内容の補足である。実習にあたり教科書内容のおおまかな把握を前提としているが、詳細内容についての記憶は期待してはいない。その詳細内容の理解を深め、技術内容を再度、統合的に把握することが実習の狙いである。機器操作、コマンド操作、シミュレーションは、詳細内容の理解を深め、実践的なスキルとして身につけさせることを狙っている。

2.3 授業と実習の関連

実習は授業の教科書との連携を考慮してはいるが、その効果については必ずしも明確ではない。学生によっては自分で別の参考書を用いて学んでいる者もいるであろうし、個人的に趣味的にネットワーク技術に習熟している者もいるであろう。しかしながら、平均的な受講生は教科書を参照するであろう。

平均的な受講生を対象とし、不明な語彙、または名前は既知でも内容把握が不十分な語彙に出会った後に、当該の箇所を理解するためにその語彙の意味理解が必要と感じた時点でテキストを参照すると仮定する。

参照する可能性のある語彙は受講生により当然異なるであろう。教科書理解度が異なるからである。語彙は索引に代表されると言える。そこで、索引を経由して教科書を参照するモデルを検討する。

まず教科書を理解するとはどういうことを考察する。一般的には教科書で教えて期末試験を行いその採点を以て教科書理解の評価を行うが、これは試験問題によるサンプル評価でしかない。教科書理解の本質は、そこに描かれたコンテキストの把握とコンテキストに付随する語彙の理解にあると思われる。

3. 教材理解についての仮説

3.1 フレーム理論

人間の記憶構造については、必ずしも明確なモデルが定義されているわけではないが、ミンスキーのフレームは妥当なモデルを提供していると考えられる[4]。ある語彙が提示されたときに個々の人間が想起するフレームが存在する。そのフレームには関連するスロットがあり、そのスロットには値が埋め込まれている。値が未定のスロットにはデフォルト値が設定されている。人間は経験や学習を通じて、そのスロットの値を書き換える。

そのスロット値に別の語彙が埋め込まれている場合には、別のフレームが関係する。場合によっては、ス

ロットには時系列情報が書き込まれることがあり、そのようなスロット値はスクリプトと呼ばれる。スクリプトは、たとえばレストランにおける食事の場面（オーダー 配膳 食事 請求書 支払）のように、経時的な展開がパターン化され、順を追って別のフレームに関係付けられる。このようにして、フレーム相互はスロットの値を通じて時間的、空間的な関係を形成し、それが個人的知識における意味を構成すると考えられる。

以上から空間依存的な知識と時間依存的な知識は独立にではなく相互依存的に記憶されていると考えられる。空間的・分類的な関係で識別される語彙群は明確な差別的特徴を関係として有しており、人間の記憶からは瞬時に反応が得られるものである。それに対し、時間依存的な関係で想起される語彙群は、経時的な記憶を辿るので特徴は付随的で不確実で反応も遅れる。しかし人間における類推や判断はこのような経時的な知識から導かれることが多いと思われる。

付随的で不確実な推論や判断は、多くの場合感覚的な記憶や情緒的な感情が要因として存在する。人間が新たな知識や概念を受け入れるのは、無味乾燥な切り切った結果ではなく、背景に物語性を有する価値観に訴える内容であろう。すぐれた教科書は価値観に訴えるものであることが期待される。

シナリオライティングやストーリーテリングという用語が、最近のシステム開発や企業経営で取り上げられている背景には、以上のような人間の記憶機構が関係していると思われる。マニュアルや取説の世界では、初心者向けのチュートリアルと専門家向けのリファレンスが区別されるが、初心者に新たな知識を学ばせるチュートリアルには、物語性が要求されるのに対し、リファレンスは専門家向けに客観的な事実を分類解説している。

教科書は、授業の教科書にしる、訓練教材にしる、物語性を有することが期待される。それらの相互参照においては共有する語彙が意味の仲介として重要になる。したがって、教科書と教材間、さらには教材相互間の連携理解のためには共有する語彙の仲介メカニズムとその具体的状況の把握が重要と考えられる。

3.2 物語性と意味理解

TCP/IPの教科書を物語性という観点から考察してみる。第1章の概説・基礎知識は、一般常識の世界からネットワーク工学という分野への導入である。第2章は、第1章の概説をTCP/IPの世界につなぐ第2ステップ

の導入である。第3章はデータリンク層の具体的な解説、第4章はIP層の解説、第5章はIP層の更なる掘り下げである。第6章はトランスポート層、第7章は、3章から6章までの解説に基づく経路制御プロトコルに関するものである。第8章はTCP/IPを活用するアプリケーション層に関する解説、9章は物理層と公衆通信

サービスでTCP/IP以前の過去の歴史を踏まえた既存のハードウェア技術を解説する。最後の第10章で利用環境の現状と今後の動向について述べている。以上の解説の流れを、一般化vs特殊化という観点で割り分けると図1のようになる。

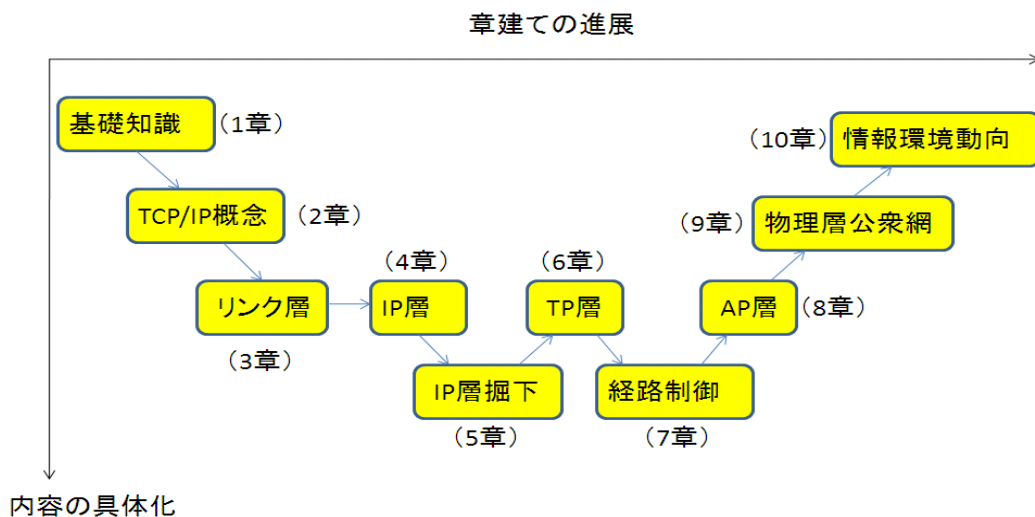


図1 TCP/IP教科書の内容掘り下げの推移

物語性を人間における新たな知識の把握・理解という観点で考察すると、上記のTCP/IPの教科書のような一般論から始めて、重点項目を分析的に掘り下げ、具体的な事例を展開しつつ帰納的に一般化し、その論理をさらに広範な領域に適用し、新たな知見を得るといふ展開が一般的である。

この展開は、先に述べたフレームにおけるスクリプトの一種と考えることが可能である。この展開に当たり、三段論法、弁証法といったロジカルな展開スキルや、用語や述語、接続詞の用法のようなレトリックを必要とする。しかしさらに重要なのは、想定読者の設定である。上記の論理的な展開や用語・述語の効果的な適用は、読者の語彙レベルを想定しないと適格な知識伝達は不可能である。

3.3 読者の語彙

語彙は人間が誕生して生活してきた履歴の産物である。自己が存在する空間とそこでの経験は、当初は視聴覚を中心とする感覚の記憶により構成される。両親を中心とする周囲の生活者を通じて、初歩的な語彙を獲得することになるが、それらは生活に必要な対象であるモノに関するものであろう。

やがて幼児教育や初等教育の段階となると、文字や数字を学習し、語彙は文字・数字に対応付けられるよ

うになる。数字はモノの数、暦や時刻といった生活に必要な概念であり、加減乗除といった演算知識を要求する。以上のような経緯を経て、感覚に依存する記憶から文字や数字を活用する記述による記憶・知識を獲得する。

感覚による記憶は、映像や音声の記録が普及するまでは、知識伝達的手段にはならなかった。そのため、古代文明以来、人類の知識伝達的手段は文字や図によって行われていた。文字は語彙を表現する手段であるが、文字の存在しない文明においても語彙は存在したことを考慮する必要がある。この場合の語彙は、視覚にはよらず聴覚に依存していた。文字を知らない幼児が基本的な語彙を使うのと類似の状況と考えればよいであろう。

語彙は言語に応じて膨大に蓄積されている。だが異なる言語の多くの語彙は意味を共有している。翻訳や訳語の辞書の存在がそれを裏付ける。先に述べたとおり、語彙はミンスキーのフレームに対応し、それらは単独に存在するのではなく、他の語彙との関係において存在する。書籍の索引の語彙もその例に漏れない。

4. 仮設のモデル化と検証

4.1 目次と索引の準備

本報告で扱う、教科書と訓練教材の場合も先の仮説の範疇に存在する。教科書は標準的な専門書なので、目次・索引が用意されている。実習教材は、具体的な実習内容のためのPPTなので、目次・索引は用意されていない。教科書と実習教材の連携の検討のためには、目次・索引が使用できると便利なので、目次と索引を作成した。

目次と索引の作成のために、以前使用されたDTPシステムであるInterleaf6を用いた。Interleaf6には使いやすい目次と索引の制作機能が付与されている。PPTをテキストとして取り出し、スライド毎にページを割り付けた。さらにスライドタイトルを章の節に対応付けると共に、索引として掲載すべき語彙を抽出し、索引を作成した。

4.2 集合論モデル

図2に、一般の語彙、教科書索引、教材索引の集合論的な関係を示す。TCP/IPの教科書は末尾に8ページの

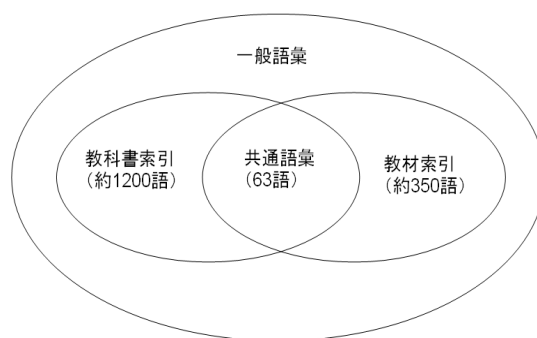


図2 一般語彙、教科書索引、教材索引の集合論的な関係

索引が付されており、1ページあたり150語程度が記載されている。教材索引は1ページ70語で5ページ程度の語数であった。教科書索引と教材索引の双方に共有されていた用語は63語であった。その一覧を、表2に示す。用語に付されたアスタリスク(*)は、理解の難易度を示す。

表2 教科書索引と教材索引の双方に共有されている用語

BGP**	BPDU**	DHCP*	DNS*
Ehternet	FastEthernet*	HTTP	HUB
IEEE802.1Q**	IETF	IGP*	IPV6
IPアドレス	IS-IS**	LAN	MACアドレス
NAT*	OSPF*	Ping*	RIP*
TCP/IP	TELNET	tracerout**	VLAN*
VLSM**	WAN	イーサネット	インターネット層
インターフェース	エリア**	可変長サブネットマスク*	クラスA
クラスB	クラスC	グローバルIPアドレス	ゲートウェイ
コリジョン**	サブネットマスク*	スイッチングハブ	スタティックルーティング
スパニングツリー*	セキュリティ	ダイナミックルーティング	データリンク層
デフォルトルート*	トポロジ*	ドメイン名	トリガアップデート**
ネットワークアドレス	パスワード	プライベートIPアドレス	ブリッジ
ブロードキャストアドレス*	ブロードキャストドメイン*	ホストアドレス	ホスト名
ホップ数	メトリック*	ルータ	ルーティング
ルーティングテーブル	ルーティングプロトコル	ループ	

4.3 索引連携・物語理解モデル

前項の集合論モデルは、索引、すなわち語彙と用語の観点からのモデルである。より効果的なモデルとして、図3のような意味的な物語展開を考慮したモデルを考察する必要がある。

このモデルは、図2の語彙による集合論モデルの拡張である。集合論モデルが単に語彙の数値だけで教科書と教材の関係性を示すのに対し、意味的な展開を考慮したモデルは目次の展開に対する関係性を参照範囲の

スペクトル分布として提示する。このモデルをとりあえず索引連携・物語理解モデルと呼ぶことにする。

語彙の意味的な関係性を系統的に管理する枠組みはオントロジと呼ばれる。図2の一般的語彙は、教科書や教材が直接に接しているのではなく、ネットワーク工学分野のカテゴリの用語に隣接し、ネットワーク工学分野は情報通信技術分野の一分野として位置づけられる。

4.4 モデルの実装

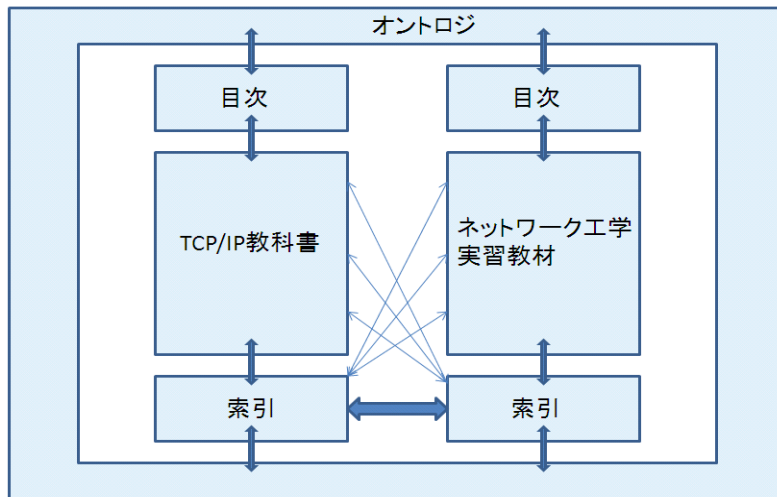


図3 意味的な物語展開を考慮したオントロジモデル

共通索引用語のスペクトル分布を把握するために、 の数を計算可能とした。この表計算システムを活用す
図4のようにExcelを用いて作表し個別の章・節の用語

	A	B	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1													
2			BGP	BPDU	DHCP	DNS	Ehternet	FastEternk	HTTP	HUB	IEEE802.1	IETF	IGP
3													
4	!1	ネットワー											
5	!1.1	コンピュー											
6	!1.2	コンピュー											
7	!1.3	プロトコル											
8	!1.4	プロトコル											
9	!1.5	プロトコル											1
10	!1.6	OSI参照モ											
11	!1.7	通信方式											
12	!1.8	ネットワー					1	1		1			
13	!2	TCP/IP基											
14	!2.1	TCP/IP登											
15	!2.2	TCP/IPの							1				1
16	!2.3	インターネ											
17	!2.4	TCP/IPプ							1				
18	!2.5	TCP/IPの											
19	!3	データリン											
20	!3.1	データリン											
21	!3.2	イーサネッ					1						
22	!3.3	MPLS											
23	!3.4	無線通信											
24	!3.5	PPP											
25	!3.6	ATM											
26	!3.7	その他の											
27	!3.8	データリン			1							1	

図4 参照スペクトル分布抽出のための Excel表

るにあたり、受講者のレベルを設定し、受講者に応じてスペクトル分布がどのように変化するかを検討した。受講者レベルの設定にあたり、ペルソナという概念を活用した[5]。ペルソナは検討対象の属性を有する具体的な人物像である。このペルソナを設定するにあたり、通信システム工学科の3年生に簡単なテストを行い、アスタリスクの個数で示されている表2の用語に関する難易度を設定した。

(1) ペルソナA

TCP/IPに関しては初心者であり、入門的な知識は有するが個別の階層の具体的な知識は持ち合わせていない。したがって、教材における索引についても分かっていないので、教科書の該当部分を常時参照することを必要とする。

(2) ペルソナB

教科書を一通り学び、基本的な用語については理解している。しかし、表3に示す用語については名前を聞

いたことがあるが、その内容を把握していないので教

科書を参照する必要がある。3年の後期のネットワーク工学実習を受講する平均的な学生を代表する。

表3 平均的な学生であるペルソナBが参照する用語

BGP**	BPDU**	DHCP*	DNS*
FastEthernet*	IEEE802.1Q**	IGP*	IS-IS**
NAT*	OSPF*	Ping*	RIP*
tracerout**	VLAN*	VLSM**	エリア**
可変長サブネットマスク*	コリジョン**	サブネットマスク*	スパニングツリー**
デフォルトルート*	トポロジ*	トリガアップデート**	ブロードキャストアドレス*
ブロードキャストドメイン*	メトリック*		

(3) ペルソナC

いては、理解が十分ではなく、教科書を参照する必要がある。

ネットワーク工学分野に習熟し、TCP/IPの教科書についても十分に理解している。それでも表4の用語につ

表4 習熟者であるペルソナCが参照する用語

BGP**	BPDU**	IEEE802.1Q**	IS-IS**
tracerout**	VLSM**	エリア**	コリジョン**
スパニングツリー**	トリガアップデート**		

4.5 モデルの検証

前項で説明したExcel表を用いて各ペルソナについてスペクトル分布を調べてみた。その結果を表5に示す。

表5 各ペルソナについての参照の分布

章タイトル \ ペルソナ	A	B	C
1 ネットワーク基礎知識	26	2	0
2 TCP/IP基礎知識	17	0	0
3 データリンク	13	7	4
4 IPプロトコル	28	11	3
5 IPに関連する技術とV6	10	2	0
6 TCPとUDP	0	0	0
7 ルーティングプロトコル	20	13	5
8 アプリケーションプロトコル	7	2	0
9 物理, 層伝送媒体, 公衆通信	3	1	0
10 ネットワーク利用環境変化	12	2	0
付録	6	0	0
参照合計	142	40	12

ペルソナAについては、6章を除く各章について広範に参照がなされている。参照の合計が表2の語数を上回るのは、同じ用語を異なった節で参照しているからである。6章の参照が0なのは、教材の索引と教科書の索引で一致する用語が存在しなかったためである。

ペルソナBは、3章、4章、7章に相対的に多くの参照がなされている。図1の掘り下げのな物語性の観点から考えると、深く掘り下げられた部分に参照が絞られていると考えられる。ペルソナCでは、さらにこの傾向が顕著になり、3章、4章、7章以外の参照は皆無になっている。このことから、習熟者ほど深く掘り下げられた部分に参照が絞られると考えられる。

4.6 教科書と実習教材の連携評価

TCP/IPの教科書は、情報通信分野の基礎的な知識を保有する読者を対象に内容が構成されている。1,2章は導入であり、9,10章は活用・応用であり、中核的な主張内容は3~8章に記述されている。3~8章は、データリンク層からアプリケーション層までの各レイヤの説明とその掘り下げである。

実習教材は、結果的にではあるが、3章、4章、7章に重点を置いた参照となるように索引が構成されてい

る。これは実習内容がスイッチ、ルータを具体的に使いこなすことに主眼が置かれていることに対応する。スイッチはレイヤ3の機器なので3章が関連し、ルータはレイヤ4なので4章に關係する。さらにルータのルーティングテーブルを用いる経路制御は習得技術としては最も重要な項目となるので、7章が關係することになる。以上から表5の結果は図1の掘り下げた物語性の妥当な結果として解釈可能である。

上記の解釈に基づき、ペルソナA、B、Cの事例はさらに以下のような解釈が可能であろう。ペルソナAの場合は、教科書に対するスパゲッティ的な参照を必要とするので、実習を受講するための妥当なスキルを保持しているとは言い難い。ペルソナCの場合は、実習の対象外の用語に関しては完璧に習得していると考えられるので、理想的な実習対象者と考えることが可能である。ペルソナBの場合は、実習の対象外の用語の習得に多少の不備はあるが、そのような用語の習得にも努力しつつ実習を行うことが期待される。

4.7 実習教材と授業教科書の関係

一般に授業と実習の關係は、座学による知識習得と、その知識に関する感覚的な経験を通じた実践的な検証と言えるであろう。他人からの情報に基づく人間の知識は、確実なものではなく、かなりいい加減なものである。

あいまいで不確実な知識を、確実にしていく過程は、言葉による概念として把握している内容を、懐疑的な視点で感覚を通じて経験し自分の思想として体得することにある。実習や実験、演習といった科目はそのために存在する。このような体験を系統的に組織化し、他者の言に対して十分に論駁し得るような自己の知識として確立してゆくことが、専門教育の本質であろう。

教科書と教材は、上記のような教育、学習のプロセスを適切に支援する情報源であることが望まれる。その關係は、前項のペルソナAのような状況は好ましくない。ペルソナBまたはCのような關係であることが望まれる。

5. まとめ及び考察

5.1 検討の総括

教科書や教材は分かりやすさが要求されるが、本研究は両者の關係の要件について、職業能力開発総合大学の通信システム工学科の授業科目であるネットワーク工学について検討を試みたものである。

ネットワーク工学の授業と実習で使用される教科書と教材について両者の索引を分析し、共通の用語について3種類のペルソナを適用して用語把握の難易性を大別した。教科書のシナリオ展開を分析すると、一般的内容から特殊内容へと詳細化されることが判明した。一般的内容と特殊内容に関する索引用語とペルソナの用語把握の難易性を対比すると、初心者が一般的用語を参照すると思われるのに対し、技術習得者は特殊内容の用語を重点的に参照することが判明した。

このことから、教科書と教材の關係は、受講者の用語の理解度が支配要因となることが示唆された。効果的な実習を行うためには、教科書の一般的・概要的な内容については一通りマスターしておくことが基本的に必要であり、そのレベルを想定して実習を行う必要があると考えられる。

5.2 ハイパーリンクの問題点

教科書が一般的内容から特殊内容へと詳細化されるプロセスは、読者の理解を得やすい物語的な展開とすることが期待される。そのためには、技術の歴史を社会的な背景を交えて具体的な事実やエピソードを交えて読者に遡及することが望まれる。

なお、目次や索引は、従来の書籍 (codex) が有する参照情報である。ドキュメントの電子化で従来の紙による情報の陳腐化が進行しつつあるが、紙の情報の持っていたメリットも失われつつあるとするとそれは問題であろう[6]。

Webはハイパーリンクにより、グローバルなドキュメント管理システムとして発展し、文字・図形・画像といった紙媒体が扱った情報から、映像・音声・アニメといった電子媒体特有の情報まで扱えるようになった。しかもハイパーリンクにより関連情報をワン・クリックで参照することが可能である。ハイパーリンクはハイパーテキストの誕生時には理想的な参照システムと思われ、インターネット上でそれを実現したWebはまたたく間に発展した。しかし最近ではデメリットも散見される。

5.3 プログラミング言語の歴史とのアナロジ

ハイパーリンクはgoto文と同じで、情報秩序の把握という観点では問題が多い。ハイパーリンクに依存する限り、Google等の検索エンジン無しにはWebの使用は困難であろう。検索エンジンを用いずに、自分の情報を効果的に管理する手法として、目次と索引の活用は期待できると考えられる。

構造化プログラミングがgoto文を排除することによりプログラム言語のモジュール化とその系統的管理を実現したのと同様に、個別の情報単位で、紙の書籍で培われた目次と索引を活用し、電子媒体を再構成する手法の可能性を感じている。

ミンスキーのフレーム概念は、構造化プログラミングの時代に活用された抽象データ型（構造体）の属性と値のペア概念を、スロットと拡張された値に置き換えたようなものと言えるであろう。オブジェクト指向のインスタンスやSGML、XMLのインスタンス、RDFなどもフレームの概念の部分的な実現である。

プログラム言語のパラダイムの世界では、構造化プログラミングからさらにオブジェクト指向へと展開したが、コンテンツ・ドキュメントの世界もそれに倣う方向性があり得るのではないかと思われる。目次や索引が対象とする意味の世界のグローバルな体系化であり、OWL言語が指向したオントロジの世界である。だが、この厳密な体系化はゲーデルの不完全定理に抵触することに配慮する必要がある。

5.4 目次と索引の有効性

フレームやオントロジの議論はさておき、目次と索引の活用については、今回の検討結果からも推察される通り、まとまった単位の情報の関連性を管理するうえで有効と考えられる。特に教科書や教材のような、スキルを身に付けるための教育コンテンツにおいては、そのコンテンツがカバーする用語の範囲と、その内容の構成・展開は重要である。このような考え方は、分かり易い文書の制作を指向するレトリックやテクニカルライティングの世界とも関係すると思われ、その分野における可能性についても検討する必要がある。

6. 今後の課題

今回の検討は、教科書と教材の連携に関する仮説提案のレベルであり、仮説の妥当性を論じるためには、具体的なデータで検証する必要がある。2月に実習の授業を行うので、本報告におけるペルソナの事例についてその検証を試みたいと考える。

目次と索引の関係付けについては、Excelによる処理では心もとないので、プログラム言語によるシステム化を検討したい。とりあえず、Common Lispによる索引と目次の連携についてのシステム化を試みている。索引と目次の連携システムを、CLOSのクラスで構築すると、OWLやRDFによるオントロジの世界を

LISPで構築する可能性が考えられるので、今後の長期的な課題としたい。

7. おわりに

ネットワーク工学は、物理層からアプリケーション層にわたる多様な技術を包含するが、商用インターネットの普及と共にその具体的なプロトコルはTCP/IPに一元化された。従来の多様な技術を擁した回線交換システムの大半は、ネットワークのデジタル化を通じてTCP/IPによるパケット交換システムに吸収されてしまった。

TCP/IPにおけるデータリンク層は無線LANの普及に伴いEthernetが主流になった。IP層においてIPv4は今年中に枯渇し、今後の新規アドレスはIPv6となる。アプリケーション層のプロトコルは、クラウド化しつつあるWebの進展とともにHTTPが主流になりつつある。

そのような急激な技術の進展の中で、高等教育で学ぶ学生諸君に教えるべき項目を選択するのは困難な課題であった。表1の科目に4年間携わってきたが、シラバスを毎年変更するような状況で試行錯誤の連続であった。

ネットワーク工学の中核技術がTCP/IPであり、教科書については当初から現行の第4版のものを利用したが妥当な選択であったと思っている。他の興味あるテキストとしては、アンドリュー・タネンバウムのコンピュータネットワーク[7]も興味深かったが、高価であると共に長期課程の学生にとってはレベルが高すぎると思われた。因みにこの書籍の索引の用語数は、約2200項目であった。（訳書なので日本語索引は追加されたものと考えられる。原書は英文のみであろうから、その場合は1200語程度である。）

本研究を進めるにあたり、関東職業能力開発大学校（関東能開大）講師である吉崎昌彦先生に感謝します。吉崎先生は昨年3月までは職業能力開発総合大学校（職業大）通信システム工学科の講師であり、ネットワーク工学実習を担当されました。今回検討した訓練教材は吉崎先生が作成されたものです。吉崎先生の授業は学生からの評判も良く、職業大の特徴である現場に密着した教育の素晴らしい事例でした。その事例を教訓として生かすべく今回の検討を行ったと言っても過言ではありません。

本研究を協力して進めていただいている角山先生にも感謝します。大野研究室および角山研究室の4年生との議論も参考にさせていただきました。通信システム工学科の3年生にはデータ収集でご協力いただきました。関係者に御礼申し上げます。

文献

- [1] 永井道雄; “日本の大学-産業社会にはたす役割 (中公新書61)”, 中央公論新社 (1965)
- [2] 古川勇二他; “若きイノベーターたらん! -2011”, 職業能力開発総合大学校紹介資料, (2010.4)
- [3] 竹下隆史他; “マスタリングTCP/IP入門編”, オーム社 (2007)
- [4] M. Minsky; “A Framework for Representing Knowledge,” in *The Psychology of Computer Vision*, edited by P. H. Winston, pp. 211-277, (1975)
- [5] 的池玲子; “ペルソナ・ユースケースを用いたソフトウェアマニュアル開発事例“, 情報処理学会デジタルドキュメント研究会報告 DD78-3 (2010.11)
- [6] 大野邦夫; “感性優位の時代における知性的メディアの復権”, 日本画像学会「紙と紙出力のアイデンティティ」シンポジウム資料 (2010.12.2)
- [7] アンドリュー・S・タネンバウム (水野他訳); “コンピュータネットワーク第4版”, 日経BP社 (2003)