

博士論文

製品開発技術者のコンピテンシーに関する研究
——組込みソフトウェア技術者を対象として——

指導教員	星野 一郎	教授
	村松 潤一	教授
	椿 康和	教授
	加藤 厚海	准教授

平成 25 年 9 月
広島大学大学院社会科学研究所
マネジメント専攻
新井 智

目 次

序 章 組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー	1
1 問題意識	1
2 リサーチ・クエスチョン	3
2-1 組込みソフトウェア技術者に適するコンピテンシー・モデルの開発	3
2-2 コンピテンシー研究の問題と取り組み方	4
2-3 コンピテンシー・モデルの現状と問題	4
3 本論文の課題と方法	6
3-1 研究課題	6
3-2 実証研究課題1の考え方	8
3-3 実証研究課題2の考え方	10
3-4 研究の方法	11
4 本論文の意義	12
4-1 組込みソフトウェア技術者を題材とする研究の意義	12
4-2 コンピテンシー研究としての意義	13
5 本論文の構成	14

第 I 部 文献レビュー

第 1 章 コンピテンシーの探索	17
1 はじめに	17
2 高業績要素に関する研究の展開	20
2-1 伝統的コンピテンシー要素研究	20
2-2 個別要素深化研究	30
2-3 小括	33
3 方法論	34
3-1 コンピテンシー・モデルの開発の主要なアプローチ	34
3-2 コンピテンシーを特定する方法とツール	37
3-3 方法とツールの決定	40

3-4 小括	43	
4 コンピテンシー形成に関する研究	44	44
4-1 はじめに	44	
4-2 技能形成に関する研究	44	
4-3 コンピテンシー・ラーニング理論によるコンピテンシー形成	45	
4-4 技術者のコンピテンシー形成に関する研究	47	
4-5 小括	49	
5 まとめ	49	49
第2章 組込みソフトウェア技術者の職務特性		51
1 はじめに	51	51
2 ソフトウェア技術者のコンピテンシー	52	52
3 組込みソフトウェアの開発プロセス	54	54
4 組込みソフトウェア技術者の能力	58	58
5 組込みソフトウェア技術者の学習	61	61
6 組込みソフトウェア技術者の行動特性	62	62
7 複数の職種と責任	62	62
8 まとめ	63	63

第Ⅱ部 実証研究

第3章 実証研究の調査設計		65
1 調査の目的	65	65
2 調査設計と調査方法	66	66
2-1 業績評価尺度の定義	67	
2-2 基準に基づく卓越した技術者の選別	67	
2-3 データ収集	68	
2-4 データ分析とコンピテンシー・モデルの構築	69	
2-5 コンピテンシー・モデルの検証	69	

第4章 卓越したパフォーマーの選出	70
1 はじめに	70
2 調査職場の概要	71
2-1 A社B職場概要	71
2-2 製品開発組織	72
2-3 業務のプロセス	72
3 調査対象の理由	74
4 調査方法の検討	75
5 業績評価尺度の定義	76
6 業績の分布と技術者の属性の関係	77
6-1 基本統計量	77
6-2 業績の判別分析	78
6-3 判別関数の決定	80
6-4 業績予測式の決定	82
6-5 上司によるコンピテンシー評価	83
6-6 卓越したパフォーマーの決定	85
7 まとめ	86
補章 数量化Ⅱ類による判別分析の概念	87
1 判別分析の考え方	87
2 マハラノビスの距離による多次元空間の概念	87
3 マハラノビスの距離による判別分析の基本的な考え方	88
4 判別分析の手順	91

第Ⅲ部 コンピテンシー・モデルの構築

第5章 コンピテンシー・モデルの開発	92
1 はじめに	92
2 キャリアの調査と分析	93
2-1 職務歴	93

2-2	三つの特徴	94	
3	行動調査と分析	95	
3-1	行動調査の方法	95	
3-2	参与観察によるフィールド調査	97	
4	データ分析	100	
4-1	行動形態の分析	100	
4-2	コンピテンシー判定分析	102	
4-3	まとめ	104	
5	卓越したパフォーマーとそうでないパフォーマーの比較	104	
6	業績への影響因子	105	
7	考察	106	
8	まとめ	109	
第6章 コンピテンシー・モデルの検証			110
1	はじめに	110	
2	検証結果	110	
2-1	上司・同僚によるコンピテンシー評価	110	
2-2	コンピテンシー研究との比較	112	
3	他の実証研究との比較	117	
4	まとめ	118	
終章 結論と今後の研究課題			120
1	本論文の要約	120	
2	結論	123	
3	理論的インプリケーション	128	
4	実践的インプリケーション	130	
4-1	卓越した組込みソフトウェア技術者像の提示	130	
4-2	業績水準の発展への具体例の提示	131	
5	今後の課題	131	
5-1	コンピテンシー・モデルを構成する要素間の関連性の明確化	131	

5-2	組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー形成の追求	132
5-3	新たな研究方法の探求	132
参考文献	.....	134
添付資料	.....	139
添付資料 1 調査票	.....	139
添付資料 1.1	コンピテンシースペル一覧	139
添付資料 1.2	コンピテンシー評価票	140
添付資料 2 分析データ	.....	141
添付資料 2.1	コンピテンシー評価データ	141
添付資料 2.2	検証用コンピテンシー評価データ	144
添付資料 2.3	個人の評価点	147
添付資料 2.4	数量化Ⅱ類の分析結果	150
添付資料 3 サンプルデータ	.....	157
添付資料 3.1	評価値と目標値	157

序章 組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー

1 問題意識

本論文が議論とする対象は、組込みソフトウェアにおける卓越した製品を開発する技術者と、市場への適合がうまくいかず手戻りを発生させてしまい、結果的にまわりの技術者に負担をかけてしまう恐れのある技術者である。

現行の組込みソフトウェア技術者における教育には、社内および専門機関で行われる研修セミナーと、一人一人に先輩が指導者として割り当てられ職務を通じて学ぶ OJT (On the Job Training) がある。そのうち、OJT による教育が主体である。そのため、彼らの能力向上は担当する職務の状況や指導する先輩に依存し、本論文が対象とする卓越した製品を開発する技術者とそうでない技術者の業績の差は縮まらない可能性がある。この両者の差を縮めるためには、卓越した製品開発をすることのできる技術者が、どのようなことを考え、判断し、行動するのかわ、そうでない技術者に合った情報で伝えることが重要な育成ポイントと認識している。このような考え方が、技術者を育成するための有効な手段であるとするならば、製品開発を始める前に、どの業績レベルに位置するのかわを客観的に評価を行い、その結果に見合った教育・訓練を受けるような支援が必要ではないだろうか。

本論文は、個人のパーソナリティを捉え製品開発マネジメントに生かそうとする立場から、個人の能力概念の一つであるコンピテンシー（注 1）に着目し、卓越した製品開発をする組込みソフトウェア技術者はどのようなコンピテンシーを持っているのかわを明らかにする。それは、卓越した業績をもたらす技術者とそうでない技術者と比べ、コンピテンシー要素でどのような違いが表れるのかわを検討するものである。

近年、組込みソフトウェアは、製品開発における重要な機能となっている。組込みソフトウェアとは、製品を最適な状態で使用することを目的に、製品内のマイコンに組み込まれた制御系ソフトウェアのことである。例えば、組込みソフトウェアの入った製品をあげると、家電、自動車、携帯電話をはじめ、医療機器、建物内のエレベーター、空調設備などがあげられる。組込みソフトウェアは人々の生活を快適にするだけでなく、社会および

注 1：本論文では、Competence と Competency を同意語として扱う。Boyatzis(1982)では Competence を全体的な意味で用い、Competency を個人の特性、知識、スキルで使用する。一般的に Competence は不可算名詞、Competency は可算名詞である。一個人に複数の Competency が存在することから、Competency が適当とした。

企業での省エネや効率化のためにも欠かせない機能の一つとなっている（注2）。

しかしながら、今日の組み込みソフトウェア技術者の人材不足は深刻であり、特に優秀な技術者の不足が課題となっている（経済産業省, 2009）。そのため、経済産業省では組み込みソフトウェア技術者の教育機関を2005年に設立させ、組み込みソフトウェア技術者の育成に努めている（注3）。

モノづくり産業において、組み込みソフトウェア技術者の育成が急務な課題となっているが、組み込みソフトウェア技術者の人材育成や個人の特性に関する研究は十分に蓄積されているとはいえない。特に、優秀で卓越した製品を開発することができる組み込みソフトウェア技術者の特徴を明らかにした研究や、彼らの業績を高めるための成長プロセスを体系的、実証的に研究したものはまだ少ないのである。

このように、組み込みソフトウェア技術者を対象としたアプローチの少ない状態では、組み込みソフトウェア技術者の育成や製品開発マネジメントの議論が空虚なものになり、本論文が研究の対象とする卓越した組み込みソフトウェア技術者とそうでない技術者の差は縮まらない可能性がある。本論文の問題意識は、組み込みソフトウェア技術者における卓越した製品開発をもたらすことのできる技術者がどのようなパーソナリティの持ち主なのか、それを他の技術者にどのように生かしたらよいのだろうかである。本論文はこの問題意識に対して、コンピテンシーによって明らかにするものである。

革新的製品開発の発端は技術者の資質に大きく依存するといわれている。しかし、この製品開発領域におけるコンピテンシー研究の具体的な方法に関する蓄積はまだ少ない。また、本論文の研究は心理学研究の要素も含めることから自然科学と社会科学の境界領域であり、研究対象の組み込みソフトウェア技術者は他の機械設計技術者やソフトウェア技術者などに比べ新しい領域である。本論文が組み込みソフトウェア技術者のコンピテンシーを明らかにし、業績に応じた教育支援を提案することは人的資源管理にとって意義あるものと考えられる。

注2：組み込みソフトウェアが製品に利用された具体的な事例については、川濱昇・大橋弘・玉田康成（2010）が詳しい。

注3：企業における組み込みソフトウェア技術者教育を促進するために、組み込みソフトウェア開発力強化推進委員会組み込みスキル標準領域教育部会では組み込みスキル標準の教育研修基準を活用した「ETSS 教育カリキュラムデザインガイドブック」を2006年6月に公開されている。

2 リサーチ・クエスチョン

本論文のリサーチ・クエスチョンは、「組込みソフトウェア技術者において、卓越した業績をもたらすためにはどのようなコンピテンシーが必要か」である。

卓越した業績をもたらす技術者をめざすと謳うことは簡単だが、製品開発という実践レベルの場でそれを実現させていくことは難しい。なぜなら、製品開発のプロセスにおいて卓越した業績をもたらすためには、多くの難問や課題を解決させなければならないからである。それは、単なる既存技術と新技術を融合させるという意味だけではない。それは、必要となる情報を集め、それらを解釈するだけでなく、収集された情報を組織で共有を図り、さまざまな市場への適合への難問や課題を克服することを意味する。

以下では、このような製品開発を行っている組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー・モデルを導き出すうえでの課題とその方法・手段を説明する。

2-1 組込みソフトウェア技術者に適するコンピテンシー・モデルの開発

製品開発では、開発活動を行う上で、問題を解決するためにさまざまな市場情報や技術情報が必要である。しかも、組込みソフトウェア開発はクリエイティブな活動であり、対象となる問題事象は限界を超えた非構造的で、インプットとアウトプットが前もって予測することができない(川面ら、2000)。組込みソフトウェア開発に携わる技術者は、そうした不確実性の高い領域と動的な事象を連動させて、頻繁に情報を集め、分析しなければならない。必然的に扱われる情報量は膨大である。

しかしながら、情報には量的な側面のみだけでなく、質的な側面もある。製品開発の扱う情報は形式知(explicit knowledge)情報を収集するとは限らない。むしろ市場からの言語化できない暗黙知(tacit knowledge)情報が重要な意味を持つ場合があり、多くの費用とコストをかけた演繹的サイクルにより製品開発が行われる。

このように、新製品開発を難しくさせる要因として、量的な側面だけでなく、質的な側面があげられる。一般に、ある規模以上の企業が行う製品開発は、一人の天才技術者によるものではなく、複数の部門に所属する技術者の組織的な創造活動である。組織レベルで計画が練られ、目標が設定され、アイデアを関係者間で共有されなければ新たな製品を実現させることには結びつかない。つまり、扱われる情報が暗黙知的で質的な情報が多くなるほど、部門間のコンフリクト(意見対立)が生じやすく、多くの費用と時間が必要となる。

こうした問題を乗り越え、卓越した業績をもたらすことのできる組込みソフトウェア技術者のコンピテンシーを有効に利用するためには、どのようなコンピテンシー・モデルが求められるのだろうか。これが本論文の研究・クエスチョンである。

2-2 コンピテンシー研究の問題と取り組み方

本論文は、組込みソフトウェア技術者を対象としたコンピテンシー・モデルを導き出すために理論的・実証的検討を行うものである。その結果、コンピテンシー研究に新たな知見を付け加えたいと考えている。

2-3 コンピテンシー・モデルの現状と問題

コンピテンシー研究に関する研究の始まりは、White (1959) の「モチベーション再考」の中でのコンピテンスが有機体として発揮する能力であるとする研究や、McClelland (1973) の「知性」よりもコンピテンス評価を推奨する研究とされている。この二つのコンピテンシー研究は、いずれもモチベーション研究から発展した研究であり、成功するためには環境と効果的に相互作用する能力が重要という認識の上で行われている。

その後、コンピテンシー研究は、1980年代から1990年代にかけて、概念的体系的にまとめられ、職務別に適応するコンピテンシー・モデルが開発されたのである。そして、コンピテンシー・モデルの実践的研究として、採用、配属、昇進における評価と選考への活用事例が報告されたのである。

1990年代後半、Briscoe and Hall (1999) によりコンピテンシー・モデルを開発する方法・手法として、次の3つのアプローチにまとめている。(a)リサーチ・アプローチ、(b)戦略ベース・アプローチ、(c)価値ベース・アプローチである（詳細は第I部第1章第3節の方法論を参照）。リサーチ・アプローチは業績の優れた幹部社員の成功となる重要な事象をインタビューする方法である。戦略ベース・アプローチは企業のビジョンや経営方針を実現させる能力を想定してモデル化されるアプローチである。価値ベース・アプローチは企業の価値に基づいて社員の理想を行動指針に落とし込むアプローチである。本論文は、組込みソフトウェア技術者の卓越した業績をもたらす技術者のコンピテンシー・モデルを明らかにすることが目的であることから、本論文のアプローチはリサーチ・アプローチである。

リサーチ・アプローチは、Boyatzis によって確立させている。その方法・手法は、卓越した業績をもたらすと認識される社員が指名され、彼らの行動を観察またはインタビュー

による調査が行われ、統計解析などによる分析から、新たなコンピテンシー・モデルを創出するというものである。この行動観察やインタビューによる調査は、その職務を効果的に遂行するための重要な要素を認識しようとするアプローチであり、基本となるコンピテンシー・モデルを基に有意な要素をカテゴリー別に体系化することでコンピテンシー・モデルが作成される。

近年の IT の発達により、統計解析用のソフトウェアが開発され、統計解析による分析が容易になり、多量のサンプルを効率よく簡単に要素間の相互特性を導き出すことができるようになってきた。しかし、行動観察やインタビューによる情報収集は、コンピテンシー・モデルを容易に問題なく導き出すことができるかという点、必ずしもそうではない。その問題には次の 3 つがあげられる。

第一に、これまでの方法・手法には、分析するための専門知識の他に、組織を取り巻く環境の変化が急激な場合、その分析には多くの時間とコストが必要になる。そのため、実際の行動レベルとの乖離が高く、業務への貢献度よりも低く評価されるという問題が指摘されている。コンピテンシー・モデルが人事評価ツールとして多くの企業に展開されてきたが、その使用状況は 7% と低調な状況にある (Worldatwork、2003)。また、コンピテンシー・モデルは「既存ベースの限界」(Dubois et al、2003) があると指摘されるように、対象職場における将来あるべき状態に焦点が合っていないコンピテンシー・モデルが多く、信頼性および納得性が低くなっているのである (詳細は第 I 部第 1 章第 3 節の表 1-3 にまとめらる)。

第二に、卓越した業績をもたらす者の個人の特性の調査には、評価者の恣意性が影響を受け、現実の評価基準と業績尺度が異なることである。膨大な時間とコストをかけた新たなコンピテンシー・モデルが導き出されたとしても、それが必ずしも有力な要素が選出されるとは限らない。卓越した業績をもたらす者のコンピテンシーを見出すためには、被評価者からダイレクトな回答により有効な要素を見出すだけではデータが偏りやすくなる。そのため、会議で交わされる会話の中からコンピテンシーとなる要素を探り出すことや、実際の業務の中から業績に影響する行動を探し、その思いを聞き出すことが求められる。つまり、実際の業務に接しながら、彼らが重要とする思いを見出す必要があると考える。

第三に、コンピテンシーは個々の業績レベルにより異なる点と考える。組織の中でコンピテンシー・モデルを利用していく過程で、個人の業績レベルにより目標や職務内容が異なり、そのために組織での行動特性に違いが生じる。それは、業績が向上するにつれて、課

題の内容や問題の大きさが変化することが考えられる。つまり、コンピテンシー・モデルを容易に使用できない理由には、コンピテンシーは業績レベルにより異なり、一律のモデルでは表すことはできないことがあげられる。

本論文は、組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー・モデルを導き出すとともに、卓越した業績をもたらす人たちが業務の中でどのような価値観を持ち工夫しているのかを解き明かす必要があると考える。そのため、本論文のコンピテンシーの研究は、コンピテンシー・モデルを開発する方法・手法における問題を念頭に置き、(1)より現実の社会で求められる状況を想定した、(2)個人の能力や行動の特徴を分析し、(3)仕事の業績にどのような違いをもたらすのかという方法によって進めるものである。

3 本論文の課題と方法

3-1 研究課題

本論文が議論する対象は、組込みソフトウェアにおける卓越した業績をもたらすことのできる技術者と、市場への適合がうまくいかず手戻りを発生させてしまい、結果的にまわりの技術者への負担を増やしてしまう恐れのある技術者である。この両者に対して、本論文が着目しているコンピテンシーにどのような違いがあるのかを検討するものである。この問題意識に則り、具体的な研究課題を設定する。

【研究課題】

組込みソフトウェアにおける卓越した業績をもたらすことのできる技術者と、そうでない組込みソフトウェア技術者のコンピテンシーを明らかにする。

この研究課題に取り組むうえで、本論文では以下のような仮説を設定する。

- ① 同じ職務を担う技術者であっても技術者の行動により業績が異なる。
- ② 組込みソフトウェア技術者の行動には、個人の特性（意図・意欲）が影響する。
- ③ 組込みソフトウェア技術者は、個人の経験と他者の経験により学びコンピテンシーが形成される。

【実証研究課題 1】

『卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者の層別化』

この実証研究課題 1 は、次のようなステップで分析を行う。

- ① 業績を評価するための基準を明確にする。
- ② 基準に応じた評価を実施する。
- ③ 組込みソフトウェア技術者の業績予測式を導き出し、業績による層別化を行う。

同じ職務を担う技術者であっても、その知識やスキル、行動が経験により異なるものであるならば、それらが業績に影響する。そのため、本論文は、対象の職場における業績を評価する尺度を作成し、それを基にした評価試験と職場内の人たちからのアンケート調査の結果から、彼らの業績予測式を導き出し、熟達のステージ・モデル（注 4）に則り層別化を行う。この業績予測式を導き出すことにより、卓越した業績をもたらすことのできる組込みソフトウェア技術者とそうでない組込みソフトウェア技術者に判別することができると考える。

【実証研究課題 2】

『組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー・モデルの導出』

実証研究課題 1 で、組込みソフトウェア技術者は、業績によって卓越した業績をもたらす技術者とそうでない技術者に分けられる。技術者を業績により層別することにより、実証研究課題 2 のコンピテンシー・モデルを導き出すための次のような分析を行う。

- ① 卓越した業績をもたらすことのできる組込みソフトウェア技術者のコンピテンシーを明らかにする。
- ② 卓越した業績をもたらすことのできる組込みソフトウェア技術者とそうでない組込みソフトウェア技術者のコンピテンシーの違いを明らかにする。
- ③ 組込みソフトウェア技術者は他の技術者・専門職に比べどのようなコンピテンシーの特徴があるのかを明らかにする。

実証研究課題 1 は、組込みソフトウェア技術者における個人の特性と職務の業績基準との関係を明らかにすることである。そのアプローチは業績を評価する尺度を作成し、その尺度を基に評価試験を実施する。その結果から彼らを層別化することをめざしたものであ

注 4：熟達のステージ・モデルは初心者から熟達者までの段階を整理することで熟達のステージを規定した研究である。Dreyfus and Dreyfus（1986；邦訳 1987）はコンピュータと人工知能、そして人間のかかわりについて考察する過程で、人間の熟達する段階を「ビギナー」「中級者」「上級者」「プロ」「エキスパート」の 5 段階に分けた。本論文ではエキスパートを卓越した業績をもたらすことのできる技術者として定義する。

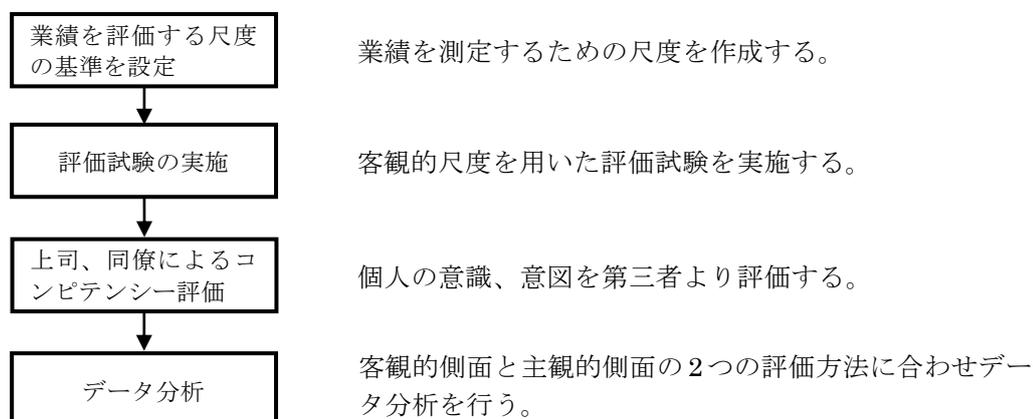
る。そして、実証研究課題2は卓越した業績をもたらすことのできる組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー・モデルを導き出すものである。

ここでは、組込みソフトウェア技術者の業績レベルによって、コンピテンシー要素にどのような違いがあるのか、またはコンピテンシー研究で明らかにされてきた技術者・専門職のコンピテンシー・モデルと比べ、どのような特徴があるのかを明らかにする。

3-2 実証研究課題1の考え方

実証研究課題1の基本的なアプローチをまとめると図序-2のようになる。職務で求められる卓越した業績を評価する尺度は、職務によってその内容や基準が異なるだろう。そして、その基準に対して個人がどのような行動を重視するかは、個人によって異なることが考えられる。

業績を評価する尺度は、測定できる基準であるべきである。例えば、営業担当者ではセールスや販売利益に関するデータ、管理者では組織の目標達成、人材育成、業績評価などがあげられる。技術者の尺度としては、製品開発目標の達成や開発効率といった単位業績成果があげられる。組込みソフトウェア技術者の場合、認知領域（専門的知識やスキルなど）や他の人の教育、リーダーシップなどの能力が求められることを考慮すると、目標達成のために技術的なシステム開発だけで尺度を設定できるかは疑問である。組込みソフトウェア技術者の業務は、市場で製品がどのように使用されるのかの情報を基に、最適に制御するための統合的な能力が求められる。そのような能力は、人間関係能力やチームワー



図序-2 卓越した技術者の選別するためのアプローチ

出所) 筆者作成。

クに関する能力を豊富に持つものと考えられる。そのため、それらが強く表れる技術者はチームや組織への貢献する意欲が強く、チームの一員として相互に依存する意識が強いものと考えられる。

本論文では、組込みソフトウェア技術者の業績を評価する尺度として対象とする職場にある複数の基準をまとめ、B 職場の技術者の協力により評価尺度を作成した。評価にあたっては、調査協力者として選ばれた組込みソフトウェア技術者たちを対象に評価試験や行動調査を実施する。

調査を行う上で、いくつかの注意すべき点が存在する。組込みソフトウェア技術者は技術面だけでなく組織や対人関係も重視することが考えられる点である。例えば、開発上流工程では製品企画を担当する部門の意見に精通している必要があり、開発下流工程を担当している場合は製品を構成する個々の機能の課題に関する知識、相互作用などの関連知識もより強く求められるだろう。近年、組込みソフトウェアに対して高度な技術や複雑なメカニズムの高いレベルでの製品の実現が望まれることを考えれば、このような組織的な行動が重要性を増してきていると考えられる。

また、技術者を業績により層別するためには、研究対象とする職場の業績を評価する尺度が必要である。これまでの多くのコンピテンシー研究では、卓越した業績をもたらす者の選出が、職場の上司・同僚・部下・顧客などからの推薦やコンピテンシー評価による方法が採用されてきた。しかしながらこの方法では、個人の主観的な評価が基本であることから、評価結果に忝意性や個人によるばらつきが生じやすいという問題があげられる。

そこで、本論文では客観的に卓越した業績をもたらす技術者を選出するため、研究対象とする職場に適した業績を評価する尺度の作成を行い、作成された尺度をもとに評価試験を実施する。この業績により技術者を層別化する考えは、能力レベルには5つの段階に分けられるという Dreyfus and Dreyfus (1986; 邦訳 1987) の熟達のステージ・モデルに従うものである。層別化の方法に Dreyfus and Dreyfus の考え方を採用することに問題はないかを検討する。Dreyfus and Dreyfus の熟達のステージ・モデル次のような考えに基づく。

「どのような分野の専門家においても、生まれつき円熟した技能が備わっているのではなく、学ぶ必要があるというのが彼らのベースにある。指導を受け、経験を積んで技能を獲得するには、規則を知るレベルから経験に裏打ちされた「コツ」のレベルへの段階があり、能力が向上するにつれて、課題の理解の仕方や意思決定の方法がある段階を経て質的に変化するのである。」(Dreyfus and Dreyfus ; 邦訳、p.43)。

このように、技能獲得プロセスが理解できれば必要な能力・知識を獲得するための枠組みが得られ、その段階は序表-1 に示すような能力獲得の五段階があるというものである。

序表-1 能力獲得の五段階

能力段階		認知要素	視点	判断	関心度
1	ビギナー	文脈不要	なし	分析的	状況を客観視
2	中級者	文脈不要と 状況依存	なし	分析的	状況を客観視
3	上級者	文脈不要と 状況依存	意識的選択	分析的	状況把握と判断は客観的 結果には主観的関心
4	プロ	文脈不要と 状況依存	経験に基づ く	分析的	状況に没入して事態を把握 判断は客観的
5	エキスパート	文脈不要と 状況依存	経験に基づ く	直観的	判断は客観的 状況に没入

出所) Dreyfus and Dreyfus(1986、邦訳 1987)、p.85 の表より。

このような技能獲得プロセスに段階があるという概念は、本論文が対象とする組込みソフトウェア技術者にも当てはまるのだろうか。もし、当てはまるとするならば、同じ職務を行っている技術者間で能力が異なり、初心者とエキスパートのように業績にも差が生まれる。本論文が対象とする組込みソフトウェア技術者も最初から卓越した業績をもたらすことはなく、ある経験や研修を積むことにより、認知要素、視点、判断、関心度が変わり、その結果をもって人は成長することは十分に考えられる。

しかしながら、これまでの研究では、Dreyfus and Dreyfus のエキスパート＝卓越した業績をもたらすことのできる人たちということが証明されていない。そのため、本論文は、個人の面談や調査に基づいて業績の診断を下すという場面では、測定方法が課題になると考える。それは、被評価者の日頃の職務活動に即した評価尺度を設定し、評価期間をある程度長くとり、測定値が十分であることが前提になる。

さらに、この熟達ステージ・モデルを裏付けるためには、これまでの研究で採用されていた上司・同僚という他者評価も取り入れ、客観的評価と主観的評価の両面を採用することにより、分析結果への信頼性を高める必要があると考える。

3-3 実証研究課題 2 の考え方

卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者とそうでない組込みソフトウェア

技術者では、業績を高めるための知識やスキル、行動が異なると考えられる。もし、そうであるならば、卓越した組込みソフトウェア技術者になるためには、そうでない組込みソフトウェア技術者は自らの行動を変えていくが必要になる。

行動を変えろという意味は、今までとは異なるものに価値を見出し、それに対して努力していく態度を身につけることであろう。コンピテンシー概念でいうならば、動機や使命によって行動への価値観が生まれてくる。例えば、卓越した組込みソフトウェア技術者は、そうでない組込みソフトウェア技術者よりも、何を達成するために、どのように業務に向かって行動するのか、または意見を主張する程度が違ってくるものと予測される。つまり、彼らの実力の差は、このメカニズムの違いを現すことになると考えられる。

一口に意図・意欲により、信念や価値観が変革して行くといっても、そのために、個人を突き動かす膨大なエネルギーが必要であることは想像に難くない。組込みソフトウェア技術者にとって、意図・意欲の変革が求められるとするならば、そのエネルギーをどのような形でもたらすかが重要な課題である。

このように考え、実証研究課題2に対しては、個人の行動を観察するだけでなく、意図・意欲という心理的な要素を捉える必要があると考える。

3-4 研究の方法

実証研究課題1の研究方法は、組込みソフトウェア技術者を層別するために次の方法で進める。まず、業績を評価する尺度の作成である。業績を評価する尺度とは、研究対象となる職務における卓越した、あるいは効果的な業績を定義する尺度、あるいは測定基準のことである。評価尺度は、業績についての測定基準であるべきであり、技術者にとって業務目標である。組込みソフトウェア技術者にとって評価尺度は、市場への適合をめざした項目があげられる。例えば、本論文の研究対象である自動車産業における組込みソフトウェア技術者であれば、製品の出力、燃費、排気ガス、ドライバビリティなどの項目があり、それぞれの開発開始時に立てた目標値を達成することである。

効果性を測る正確な測定尺度を設定することはきわめて重要である。もしそのように設定されていないと、せっかく導出されたコンピテンシー・モデルであっても価値のないものになってしまうことが考えられるからである。本論文では、職場にある業績となる目標を尺度として採用し、評価尺度に被調査者がどのレベルにあるのかを探索する。探索は、実際の試作車を使用した評価試験で行い、彼らに最適な状態になるように求めることで行

うものである。その評価結果を基に、彼らの業績予測式を導き出す。この業績予測式を導き出すことが、本論文の重要な研究ポイントである。分析は、数量化Ⅱ類（注 5）の判別分析を使い、業績レベルの法則性（業績予測式）を導き出す。導き出された業績予測式によって、組込みソフトウェア技術者を業績レベルにより選別を行い、卓越した業績をもたらすことのできる者とそうでない者を定量的に選出することができるものとする。

さらに、実証研究課題 1 では、この実際の車を使った評価試験に加え、上司・同僚によるアンケート調査により、対象となる技術者の意図・意欲と行動特性を評価する。このアンケート結果により、彼らのコンピテンシーの強さを知ることができるものとする。

次の実証研究課題 2 のコンピテンシー・モデルの導出は、卓越した業績をもたらすことのできる組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー・モデルを導出するものである。導出は、筆者による参与観察と上司によるコンピテンシー評価の方法から集められたデータを分析する。その分析は、基本的なコンピテンシー・モデルの定義に合致する考え方であり、卓越した業績をもたらす技術者に見られる行動をコード化し、そのコード化された行動の頻度と強さを求めることによりコンピテンシー・モデルを導き出すものである。

参与観察とは、研究者が単なる受け身の観察者ではなく、ケース・スタディの状況のもとでさまざまな役割を担い、事象に実際に参加することである（Yin, 1994; 邦訳 1996）。この参与観察に従い、筆者が組込みソフトウェア技術者の一人一人に密着し、インタビューを交えながら彼らの行動、意図・意欲、知識やスキルを観察するものである。

ただし、参与観察法は観察者の事象を操作するために生じるバイアス上の問題があげられる。本論文は上司からのアンケート調査を分析に加えることで補うこととした。

これらの二つの方法を採用することにより、組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー要素を、行動に現われる頻度とアンケートによる強さの両面により正確なコンピテンシー・モデルを導出するものである。

4 本論文の意義

4-1 組込みソフトウェア技術者としての意義

組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー・モデルを探究する意義をまとめると次のようなことがあげられる。

注 5 : 数量化Ⅱ類は外的基準が質的変数の判別を目的とする多変量解析手法である。数量化Ⅱ類については、第Ⅱ部実証研究の補章を参照のこと。

まず、組込みソフトウェアによる製品の重要性が増大する中で、それを生み出していく存在としての彼らの特性を明らかにすることは、今後のものづくりを支える人材を本質から理解することにつながることである。

これまでコンピテンシー研究において組込みソフトウェア技術者を対象とした研究は十分に蓄積されてこなかった。

先行研究においても、卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者を対象としたコンピテンシー・モデルの構築は行われていない。もちろん組込みソフトウェア技術者を扱った実務書において、彼らの持つべき技術的な知識やスキルに触れた事例はある。しかし、それらの多くは業績と関連付け実証結果を示したのではなく、一般的な組込みソフトウェアのシステム構造や理想的な開発パターンが示されたものである。組込みソフトウェアを開発するための技術的な重要なポイントが示されているが、なぜそのポイントが重要であるのかの説明やその開発方法に至った背景、考え方は示されていない。

本論文は、組込みソフトウェア技術者が業績を高めるための意図・意欲、行動特性には各技術者で違いがあるものとみなし、それをコンピテンシー研究の視点から実証しようとしている。もし実証結果が業績への影響を説明できたとするならば、本論文が採用した方法によって、他職種の技術者などへも採用が可能と考えられる。つまり、組込みソフトウェア技術者を対象とする意義は、これまで構築されていなかった職種への知見をもたらすことと、組込みソフトウェア技術者以外の他職種の技術者に対しても一定の評価を与えられることができることがあげられる。

4-2 コンピテンシー研究としての意義

本論文は、組込みソフトウェア技術者の研究であるとともにコンピテンシー研究でもある。そこでコンピテンシー研究としての本論文の意義についても考えてみたい。

まず、本論文の特徴の一つは、組込みソフトウェア技術者の業績レベルを求めるため、実機での評価試験を行い、その結果をもとに数量化Ⅱ類による判別分析を行い、業績予測式を導き出したことである。これまでのコンピテンシー研究において、数量化Ⅱ類による判別分析を試みた研究事例は、文献検索エンジン（EBSCO host）より検索した結果からは見られなかった。

これまでの多くのコンピテンシー研究における卓越した業績をもたらす者を選出する方法は、上司による業績レベルに振り分けられた評価結果が採用されていた。しかし、そ

の方法では、客観的な業績により人選されたものではなく、他組織とのバランスや選出したい思いからの恣意性が入ってしまう。本論文が採用した、評価試験の結果から数量化Ⅱ類による業績予測式を導出するというプロセスは汎用的であり、対象者が少なくても統計解析の結果への信頼性が劣ることもなくデータを蓄積することができる。このことは、本論文の分析プロセスが持つコンピテンシー研究としての意義の一つである。

つぎに、本論文の研究は、客観的な側面（行動・アプローチ）だけでなく、主観的な側面（意図・意欲）も包含した研究である。これまでもコンピテンシー研究では多く職務を対象にしたコンピテンシー・モデルが構築されてきた（太田、1999；原井、2002；日本賃金研究センター編、2001）（注 6）。また、その他の多くの研究によって、追試的なアプローチが行われている（注 7）。しかしながら、その多くの研究は卓越した業績をもたらす者の特徴を捉えた研究であり、卓越した業績をもたらす者とそうでない者との比較を行い、その違いによりコンピテンシーを説明する研究はあまり見かけない。

本論文の研究フレームワークは、組込みソフトウェア技術者の業績を高めるために、卓越した業績をもたらす技術者とそうでない技術者のコンピテンシーの違いを分析し、その特徴を説明しようとする研究である。このことは、本論文の研究成果を基に、一般化するためにも大きな意義があると考ええる。

最後に、コンピテンシー研究として、組込みソフトウェア技術者という製品開発において重要とされる職種を取り込む意義は大きいと考える。技術的な知識やスキルとマネジメントから求められる要素を持つ彼らを研究することは、コンピテンシー研究に新しい視角からの蓄積を加えることになるだろう。今後ますます製品競争力を高めるため組込みソフトウェアの技術が重要になる。組込みソフトウェアによる最適に制御することが製品を製造する産業にとって基幹となることが盛んに論じられている。自動車をはじめ家電、携帯電話、医療機器などの製品の特長を引き出すために情報の受け渡しが一般的になるのである。組込みソフトウェア技術者は、そのような社会における代表的な職種である。彼らの行動や業績を分析する研究は、新しい時代へのコンピテンシー研究と位置づけることも可

注 6：これらの研究の中には、コンピテンシー研究というよりもコンピテンシーの概念を捉えることにより企業の人事管理の特徴を研究したものも見られる。

注 7：コンピテンシー研究の詳細は、第 2 章で紹介するが、その他にも Dubois (1993)、Sandberg (2000) などがコンピテンシーに関する実証研究を行い、各職務におけるコンピテンシー・モデルを提示している。

能である。組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー研究は、新たな製品を創造するための職業を理解することにつながるものと考えられる。

5 本論文の構成

本論文の構成を大きく分けると、第1章から第2章において先行研究のレビューを行い、第3章から第7章において実証研究を行う。

【第Ⅰ部 文献レビュー】

第Ⅰ部の第1章から第2章は、先行研究に関する文献レビューである。

【第1章】

序章での問題提起を受け、第1章の「コンピテンシーの探索」では、コンピテンシーに関する先行研究のレビューを行い、これまでのコンピテンシー研究の流れを系譜としてまとめる。その流れから、本論文が課題とする研究プロセスを検討する。

【第2章】

第2章の「組込みソフトウェア技術者の職務特性」では、本論文が研究対象とする組込みソフトウェア技術者の職務の内容、求められる知識とスキル、学習内容、行動の特性、責任範囲を明らかにする。

【第Ⅱ部 実証研究】

第Ⅱ部の第3章から第4章は、実証研究である。

【第3章】

第3章の「実証研究の調査設計」では、改めて本論文の目的を明らかにしたうえで、本論文における調査に関する設計を提示する。

【第4章】

第4章の「卓越したパフォーマーの選出」では、組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー・モデルを構築するために、組込みソフトウェア技術者に対して評価試験を行い、業績予測式を導き出す。導き出された業績予測式を基に業績による層別化を行い、その中で最も業績が高いとされる卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者の選出を行う。

【補 章】

補章では、数量化Ⅱ類による判別分析の概念を簡単に説明する。また本論文で採用した判別分析の手順についても説明する。

【第Ⅲ部 コンピテンシー・モデルの構築】

第Ⅲ部の第5章から第6章は、コンピテンシー・モデルの構築である。

【第5章】

第5章の「コンピテンシー・モデルの開発」では、卓越した業績をもたらすとされる組込みソフトウェア技術者の観察を行い、彼らの日常の職務行動を明らかにする。上司および同僚によるコンピテンシー評価を実施し、卓越した業績をもたらす技術者とそうでない技術者のコンピテンシー特性の比較評価を分析する。行動観察による彼らのコンピテンシー要素の発生する頻度と上司や同僚によるコンピテンシー評価からの発生する強度の2つの分析結果をもとにコンピテンシー・モデルを導き出す。

【第6章】

第6章の「コンピテンシー・モデルの検証」では、前章で導き出されたコンピテンシー・モデルの妥当性の検証を行う。検証方法は、コンピテンシーに関する技術者を対象にした研究との比較を行うものである。卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者とそうでない技術者の間で、どのようなコンピテンシーに違いが見られるのかの分析とその考察を行う。

【終 章 結論と今後の研究課題】

最後に、終章の「結論と今後の研究の課題」では、本論文の発見事項をまとめ、理論的・実践的インプリケーションおよび本論文に残された課題をまとめる。

第 I 部 文献レビュー

第 1 章 コンピテンシーの探索

1 はじめに

本論文は、組込みソフトウェア技術者の業績に関わる能力や行動特性を考えるうえで、コンピテンシーに注目する。その理由は、組込みソフトウェア技術者がどのような個人の特性や行動特性を持つかということが、彼らの業績を高めるうえで重要であると考えられるからである。

組込みソフトウェア技術者には、彼らの知識やスキルに関しても、また彼らの行動に関しても、技術者らしい面と、管理者のようなマネジメントの面が伺え、職務に対して多面的な特性を持っていることが考えられる。例えば、組込みソフトウェア技術者は、業績を高めるため、自己の持っている知識やスキルを高めたいとする思いと、まわりの技術者とコミュニケーションをとることで円滑な組織運営を図っていきたいという双方の特性を併せ持つことを望んでいることがあげられる。さらに、組込みソフトウェア技術者は、目標達成への努力しようとする意欲を持ち、積極的に何かより良いことをしようとする意図を持ち合わせているとも考えられる。この意図や意欲は、個人的な特性であり、仕事をするうえでの価値観や動機を表すものである。

このように、組込みソフトウェア技術者は、高い業績をもたらすためにより新しい知識やスキルを獲得し、周りへの影響を想定した効果的な方法を考え、行動に移していることが予測される。つまり、組込みソフトウェア技術者が高い業績をもたらすために、職務環境に適した行動やアクションをとっているとするならば、その時の意図や意欲、行動の強さや頻度によって業績を予測することができると考えられる。

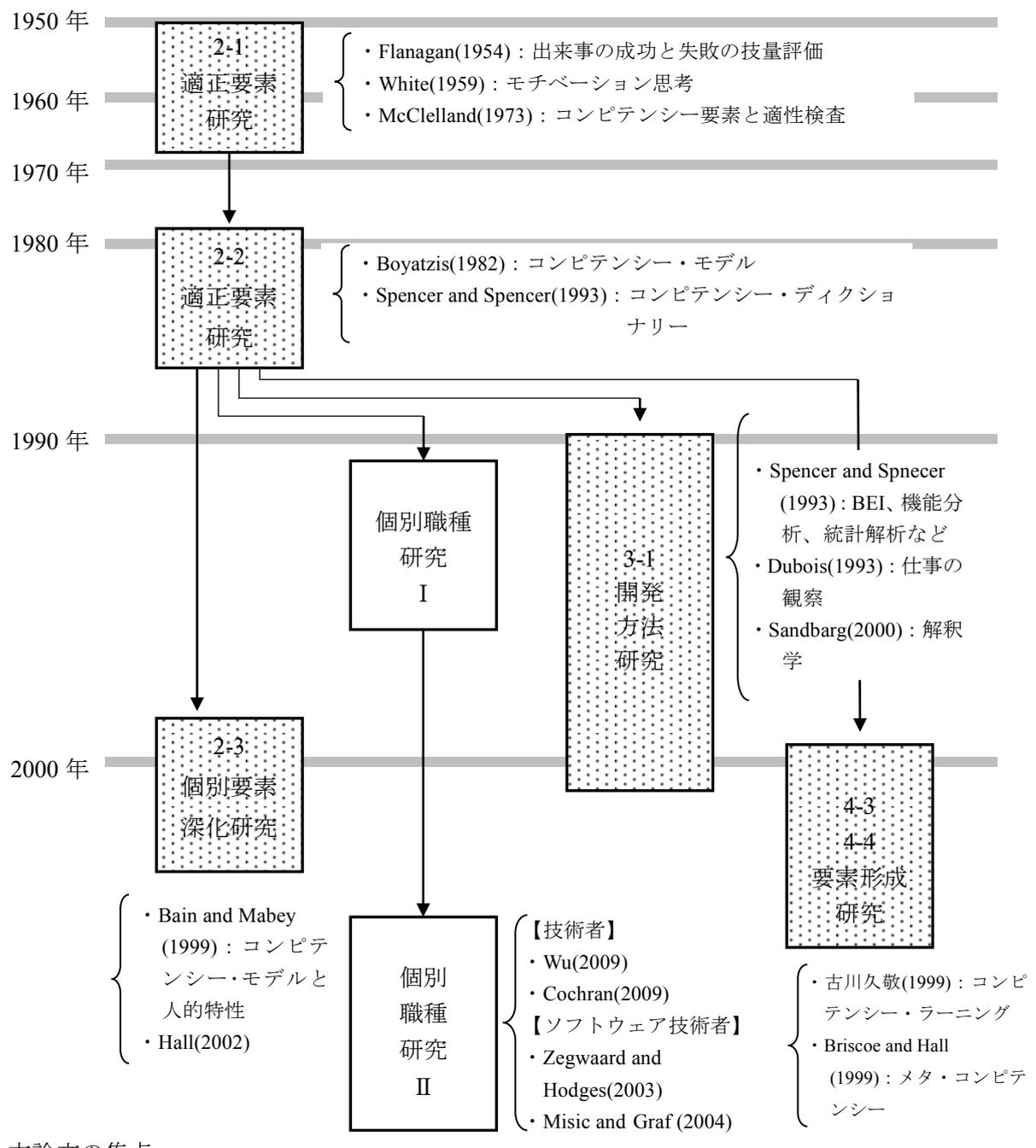
本章では、コンピテンシーの実証研究を進めるため、これまでの研究によって明らかにされたコンピテンシーの概念、ならびにその概念が扱うコンピテンシー要素を捉える。そのレビューの目的は次の二つである。一つは、コンピテンシーに関する概念を捉えた研究を対象として、人が仕事をするうえでの動機や価値観にはどのような要素があるかを明らかにする。レビューの対象は、コンピテンシー研究の先駆けとなった心理学の立場から実際の職務に適合する要素を見て行こうとする研究である。それらの研究は、個人が組織の中で業績を高めるために最適な要素は何かを説明しようとするものである。そこでは、そ

れらをコンピテンシー・モデルとして体系的にまとめ、職業別のケース・スタディとして展開されている。本論文は、先行研究をレビューしたうえで、本論文の基本となるコンピテンシー・モデルを得る。

もう一つは、実証研究として組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー・モデルを開発するためにはどのような方法やツールがあるのかを知るためのレビューである。このレビューの目的は、先行研究で使用されてきたコンピテンシー・モデルの開発方法やツールを知ることにより、本論文におけるコンピテンシー・モデルの開発方法を見い出すことである。レビューの対象は、これまで多くの研究で採用されてきた伝統的コンピテンシー・モデルの開発方法である（注8）。伝統的コンピテンシー・モデルの開発方法をリサーチする理由は、基本的なアプローチがどのような形で進められているのかを知り、それぞれのアプローチの利点や制限を理解するためである。そしてその結果、本論文に適した方法を議論することができると考えられるからである。ここでの議論は、導出されたコンピテンシー・モデルに正当性があるのか、データに信頼性が確保されるのか、将来とも継続して利用することができる方法なのか、短期間でしかも低コストで実施することができるのかなどを見極めるものである。

本論文のコンピテンシーに関する先行研究レビューは、コンピテンシーの基本的な概念を知り、実証研究として使用できるための正当性と信頼性のある開発方法を見出すことを目的として取り組む。そして、文献レビューを行うこのセッションで、これまでのアプローチにおける問題点を指摘した上で、本論文にとって最適なコンピテンシー・モデルの開発方法を得るものである。

注8：本論文が扱う伝統的コンピテンシー・モデルの研究は、次頁以降で説明するが、伝統的コンピテンシー・モデルの研究として1980年代から1990年代を対象とする。その理由は、この年代の研究が確立したことにより、各企業の人事評価へ採用されたからである。図1-1がコンピテンシー研究の展開をまとめたものである。



本論文の焦点

高業績研究	要素形式研究	個別要素深化研究	開発方法
<ul style="list-style-type: none"> • コンピテンシー・モデル • コンピテンシー・ディクショナリー 	<ul style="list-style-type: none"> • コンピテンシー・ラーニング • 仕事の意味 	<ul style="list-style-type: none"> • メタ・コンピテンシー 	<ul style="list-style-type: none"> • BEI • 直接観察、参与観察

図 1-1 コンピテンシー研究の展開と本論文の視点

注) 上記図の中のハッチは本章で概要の説明を行っていることを示す。
出所) 筆者作成。

2 高業績要素に関する研究の展開

本節は、コンピテンシーがどのような概念であるのか、その概念から導き出されたコンピテンシーとはどのような要素で構成されているのかを明らかにする。そのことにより、コンピテンシー研究についての基礎を固め、コンピテンシーを研究するためのゆらぎない考え方のうえで、理論的にも実証的にも新たなインプリケーションの提案をめざすものである。

2-1 伝統的コンピテンシー要素研究

まず最初に、古典的定義に触れ、古典的研究から近年の研究に見られるコンピテンシーについて概観する。古典的コンピテンシー研究は White による「モチベーション再考：コンピテンス概念」という論文である。White はコンピテンシーを次のように説明している。

「コンピテンスとは、環境に適応する有機体の能力（capacity）である。行動は学習の賜物であり、行動の源泉には動機づけるコンピテンスが必要と考える。人間や高等哺乳動物は、環境と相互作用することによりコンピテンスを開発する。コンピテンスは、能力（skill）、熟練（proficiency）、能率（efficiency）、能力（capacity）、能力素質（capability）であり、それらが環境と相互作用し変化する。」（White, 1959, p.297）

このように、当初のコンピテンシーは、多種にわたる能力を表し、環境の中でうまく適応するための能力とされていた。White のコンピテンス研究の目的は、モチベーションの再考として新たな概念を抽出することである。White はコンピテンシーをその候補として研究を進めた。その結果、コンピテンスはスキルや行動と異なり、環境と相互作用の中で能力が変化し、自分がその世界でマスターしていくという感覚をコンピテンスとしたのである。つまり、人が生きていく中で、動物が環境変化に適応していくように、人の行動もうまくいくように変化する意識がコンピテンシーの原点である。

近年のコンピテンシー研究の基礎を築いた研究者として、アメリカの心理学者である McClelland（1973）があげられる。McClelland は McBer 社と共同で米国外務情報職員の適正を課題に研究を実施した。そして、Boyatzis によりコンピテンシー・モデル、Spencer and Spencer によりコンピテンシー・ディクショナリーが開発され、多くのビジネスに展開していったのである。

以下に、それぞれのコンピテンシーの概要を簡単に述べる。

(1) McClelland (1973) のコンピテンシー

McClelland (1973) は、米国外務情報職員の職務適性検査において、これまで職員採用試験に採用されていた知能、知識、自国の歴史、語学力などの評価結果だけでは卓越した業績をもたらすとはいえず、よりよい精神的な強さが必要ではないかという疑問からコンピテンシーに注目した。McClelland は、優れた業績をもたらす者 (superior performers) と平均的もしくは劣った業績をもたらす者 (average and/or poor performers) の差異に注目したコンピテンシーの議論を行った。この業績の差異比較については、高業績事例と他業績事例を比較しなければ、高業績をもたらすコンピテンシー要素を厳密に特定できない理由として、高業績は複数の要素によって達成するものであり、高業績者に表れるコンピテンシーが他の業績者にも当てはまる可能性があるためであるとしている (McClelland 1973, p.2)。

McClelland の調査は米国外務情報職員の成功事例と失敗事例をそれぞれ取り上げ、行動事象インタビュー (BEI : Behavioral Event Interview) による聞き取りにより情報を収集し、成功体験でのコンピテンシー要素について検討している。表 1-1 に示すように、McClelland のコンピテンシー・モデルは (1) コミュニケーションスキル (Communication skills.)、(2) 忍耐または応答性 (Patience or response delay)、(3) 適切な目標設定 (Moderate goal setting)、(4) 自我の発達 (Ego development) という 4 つの要素で構成される。そしてその中でコミュニケーションスキルが卓越した業績を生むために最も重要であると強調している。

表 1-1 McClelland の適正要素

(1) コミュニケーションスキル	---	自分を表現する正確なコミュニケーションスキル。
(2) 忍耐または応答性	---	必須の人間的特徴であり、教えられ身につけていく。
(3) 適切な目標設定	---	適正な目標設定が重要である。
(4) 自我の発達	---	順応性、指導力が経験とともに発達する。

出所) McClelland(1973), pp.10-11 の文章より筆者がまとめた。

McClelland はこのコンピテンシー・モデルに次の 2 点を付け加えている。一つ目は、職務のあらゆる段階においても、自分の学習レベルをモニターする。高業績をあげるためには、上司やまわりの人たちと現状について話し合うことにより、業績や成果の陳腐化が妨ぐことができるとしている。二つ目は、職務から要求される基準に照らして、コンピテンシーを設定することをあげる。卓越した業績をもたらすためのコンピテンシー・モデルを

設定することは、高いモチベーションでより良い業績に結び付けるねらいからである。

このように、McClelland は、人生の中で個人が成功するために何をすべきかを示すため、規定された知識やスキルだけを扱うのではなく、個人の特性であるコミュニケーション能力や忍耐力などを含めることを提示したのである。そして、コンピテンシーはそれらの特性を表すものであり、学習することによりコンピテンシーは変化するものとされる。人生で成功を導くためには、時間とともに変化する環境と同じように、個人の心理的な側面も捉える必要があることを示したのである。

(2) Boyatzis のコンピテンシー・モデル

McClelland を引き継いだ Boyatzis (1982) も米海軍管理職を対象にコンピテンシー概念を適用した。Boyatzis によるコンピテンシーの定義は、McClelland の「仕事における有効な、そして、または、優れたパフォーマンスをもたらす人の基本的な特性」を基に、コンピテンシーは個人の能力を表すものであり、個人がどのような能力、行動をとったのかを理解するものであるとして、「コンピテンシーとは、業務において優れたパフォーマンスに反映される性質であり、その原因となる知識、動機、特性、自己イメージ、社会的役割、技能である」(Boyatzis、1982、p.23) と定義する。コンピテンシーは、仕事における有効になる個人の特性であるとされ、これらが互いに影響することでパフォーマンスが高まるという概念である。

Boyatzis のコンピテンシーの特徴は、卓越した人とそうでない人でコンピテンシーの構成要素の違いが見られるというコンピテンシー・モデルを提示したことにある。この違いは、組織環境、ジョブデマンド(職務要求)、個人のコンピテンシーという3つの要素があり、これらの3つの要素が互いに作用することによりよい成果をもたらすというものである。図 1-2 に個人のコンピテンシー・モデルを示す。このコンピテンシー・モデルは、コアの部分に①動機と②習性があり、③自己イメージと④社会的役割がその外側に位置し、さらにその外側には、業務に必要な⑤スキルという構成となっている。この隣り合った要素間で影響し合い、その結果その周りにある⑥アクション/行動につながるとする動的相互作用モデルである。それぞれの要素には、表 1-2 に示すような下位要素 21 項目のコンピテンシーがある。

さらに、Boyatzis はこのコンピテンシー・モデルを基に、実証研究を行っている。図 1-3 がマネジメント職のコンピテンシー・モデルである。マネジメント職の最も重要なコンピ

テンシーは目標と行動管理のクラスターであり、人的資源管理、リーダーシップ、部下への指揮命令などのクラスターと相互関係を構成する。

Boyatzis のコンピテンシー・モデルは、事実上、組織における役割を実行するために必要な知識、技能、および個人の特性について説明したものであり、教育研修、人事考課における人事制度の評価ツールとして使用することができるとしている。このコンピテンシー・モデルは業績を高度に予測する機能を持つものではないが、複雑で個人の根幹的な要素も含めたコンピテンシーの存在を証明するものであり、組織的には個人の能力と人的資源機能を戦略的に並べることができるようになったと理解できる。Boyatzis の研究は、近年の研究の基礎として、複雑な相互関係をコンピテンシー・モデルとして体系化した点で重要な位置づけの研究である。

⑥ アクション／行動 (Specific action or behavior demonstrated)

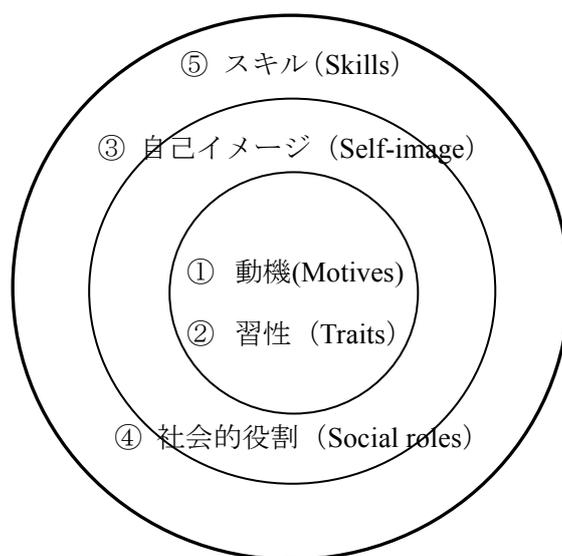


図 1-2 コンピテンシー構成要素と動的相互作用

出所) Boyatzis(1982), p.35 の図を基に筆者が一部修正した。

表 1-2 Boyatzis のコンピテンシー要素一覧

クラスター	コンピテンシー	定 義
目標と行動管理	効率性指向	何かよりよいことをしようとする意識
	積極性	積極的に進んでしようとする行動
	コンセプトの診断的使用	集めた情報からパターンを特定し、状況を理解する考え方
	影響力に関する懸念	他者に影響力を及ぼす権力への関心
リーダーシップ	自信	自分の能力や価値を確信し果断で存在感があること
	口頭説明の実行	人々と有効な言葉の説明ができる能力
	論理的思考	出来事の因果関係を見分ける思考過程を表す
	概念化	人が情報の分類におけるパターンを特定するか、または認める思考過程
人的資源管理	社会的権力の行使	提携、ネットワーク、またはチームを構築するときに形成するときに使用される能力
	ポジティブな考え	人々が他のことを信じる能力
	グループプロセスの管理	グループの設定が有効に機能するために他を促すこと
	正確な自己評価	自分の行動が現実的か、根拠があるかの評価ができること
部下への指揮命令	他者の育成	部下の仕事を明確に助ける能力
	決定権の行使	従順を得るように形成していくこと
	自発性	自由かつ容易に表現
他者への関心	自己管理	個人的な要求や願望を禁止すること
	客観的認知能力	過度の主観的または個人的な先入観で見ることではなく、客観的に捉え、事象の性質を知る能力
	スタミナと順応性	組織環境の変化に順応するため、粘りというエネルギーを持ち長時間の仕事を支えることができる能力
	親密な関係	人々が個人との密接な関係を心配して構築する能力
専門知識	専門的な知識	具体的な職務で使用する専門知識はマネジャーのパフォーマンスに関連する
	関連知識	

出所) Boyatzis(1982), pp.60-190 の文中より筆者がまとめた。

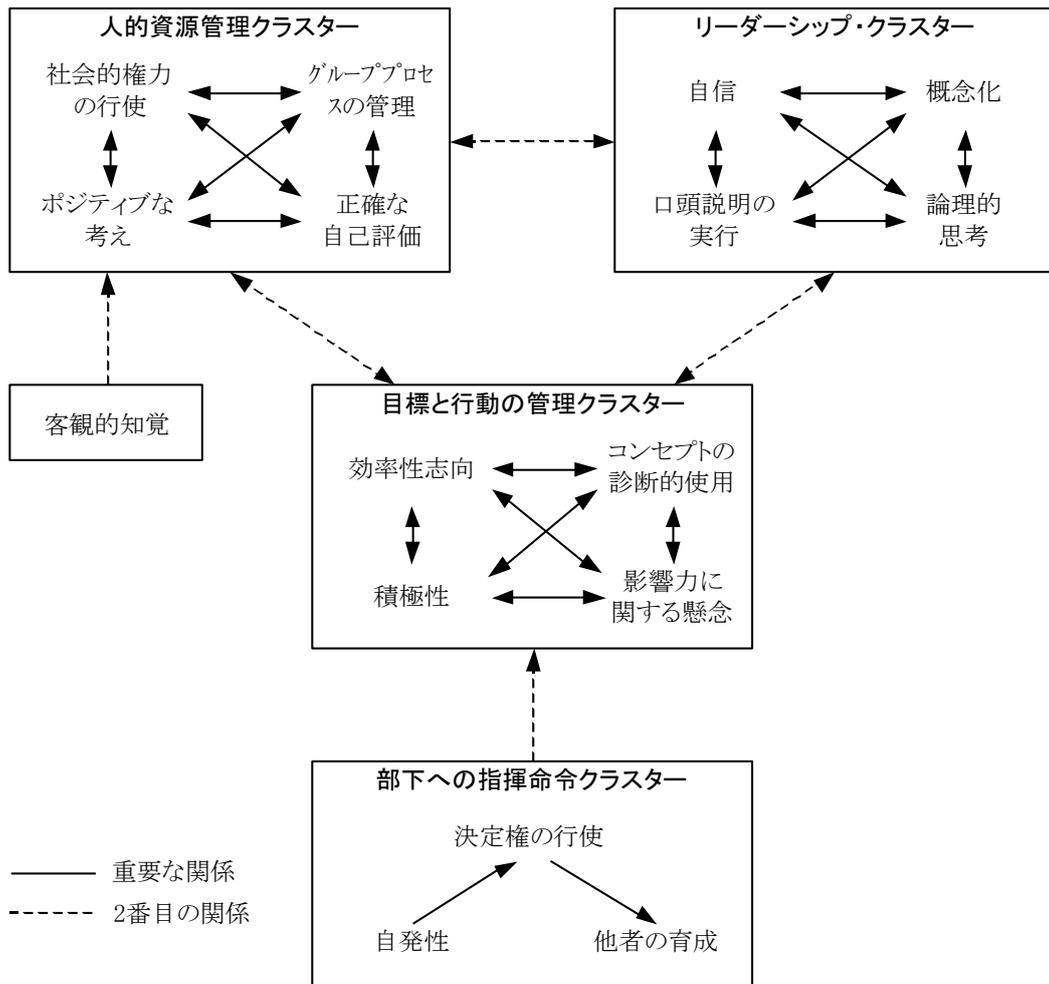


図 1-3 マネジメント職のコンピテンシー・モデル

出所) Boyatzis(1982), p194。

(3) Spencer and Spencer のコンピテンシー・ディクショナリー

Spencer and Spencer (1993) のコンピテンシー研究は、200 以上の職務から発見されたコンピテンシーを基に、「一見してわかる差異 (*just noticeable difference*) に基づくコンピテンシー測定尺度」より、行動インディケータが示されている。行動インディケータは、コンピテンシー・ディクショナリーと称され、コンピテンシー要素別の行動の短文として表されたものになっており、実業界にコンピテンシーを広げた研究である。

Spencer and Spencer は、コンピテンシーをある職務または状況に対し、基準に照らして効果的、あるいは卓越した業績を生む原因として関わっている個人の根源的特性と定義している。この個人の根源的特性とは、さまざまな環境変化に適合するように長期間にわた

り、一貫性を持って示される行動や思考の方法とされる。このコンピテンシーも個人の意図や意欲という個人の特性と行動との因果関係に注目された研究である。そのコンピテンシー・モデルは、5つのクラスターに分かれる。そのクラスターは、(1) 動因 (motive)、(2) 特性 (traits)、(3) 自己イメージ (self-concept)、(4) 知識 (knowledge)、(5) スキル (skills) である。5つの要素は、目に見える要素 (スキル、知識) と個人の内面に隠された要素 (自己イメージ、特性、動因) に分類され、図 1-4 のモデルで構造化されている。Spencer and Spencer は、図 1-4 のコンピテンシー・モデルの説明として、表面に位置する要素の知識やスキルは学習により開発がしやすく、内面に位置する要素ほど開発が困難であるとされている。

そして、表 1-3 が、Spencer and Spencer のコンピテンシー・モデルを構成する要素一覧である。このコンピテンシー一覧は、6つのクラスターと 20 のコンピテンシーと各要素の定義およびそれらに関連するアクション/行動をまとめている。この一覧は、前節で紹介した McClelland と Boyatzis (1982) で発見された高業績要素を修正したものであり、Spencer and Spencer によって、高業績要素としてほぼ確立されたものである。

これらの概念は、McClelland や Boyatzis (1982) と同様であり、コンピテンシーがパフォーマンスの原因となり、評価基準に照らし発生頻度とレベルによりコンピテンシーが判別できるとしている (図序-1 参照)。

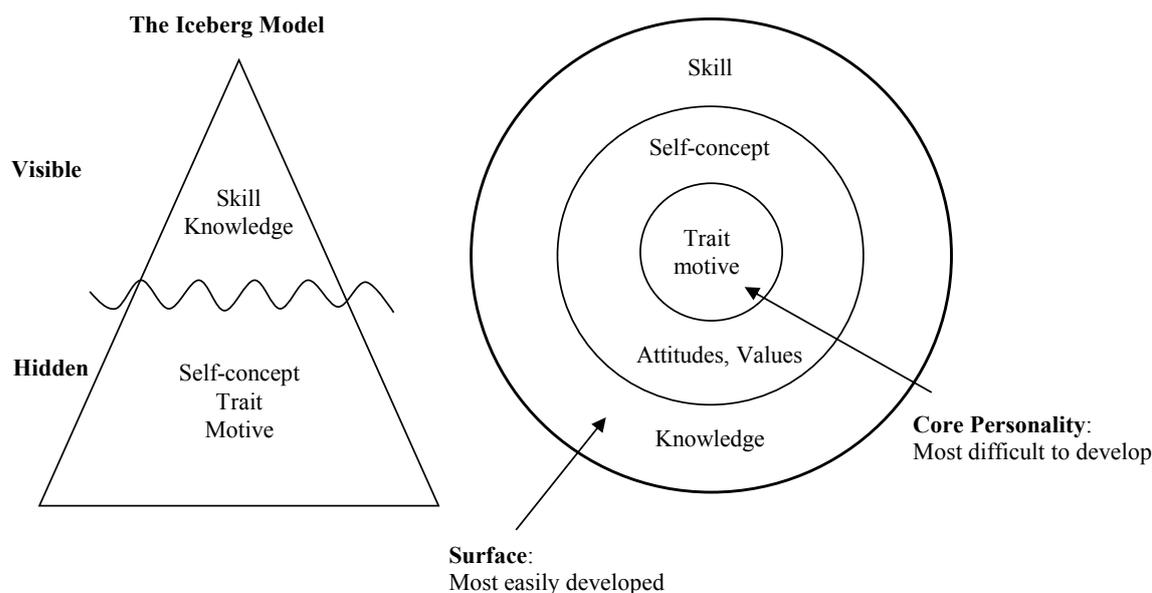


図 1-4 Spencer and Spencer のコンピテンシー概念

出所) Spencer and Spencer(1993), p.11 の図を基に筆者が一部修正した。

表 1-3 Spencer and Spencer のコンピテンシー要素一覧

分類	コンピテンシー	定義	アクション／行動
達成とアクション	達成重視	優れた仕事を達成し卓越した基準に挑む。	成果重視、効率重視、基準遵守、改善集中、起業家行動、資源最適活用
	秩序、品質、正確性への関心	環境における秩序を保持し、増加させるためのアクションに伴う複雑性を備える。	モニタリング、曖昧さ除去、不確実性減少、脇道にそれない
	イニシアティブ	行動を起すことに対する強い指向である。	アクションへの強い関心、決断力、戦略的指向、機会をつかむ、先取り行動
	情報探求	額面どおりでなく、多くの情報を得ようとする意欲。	問題定義、診断、感受性、深い掘り下げ
支援と人的サービス	対人関係理解	他の人たちを理解する。	共感性、傾聴、他者への感受性、感情理解、診断のための理解
	顧客サービス重視	他の人たちの要求、支援、サービスを提供する。	支援とサービス重視、顧客ニーズに集中、顧客と連携する
インパクトと影響	インパクトと影響力	他の人たちを説得させ信服させ印象付ける意思やインパクトを与える。	戦略的影響力、印象づけ、ショーマンシップ、的を絞った説得
	組織の理解	所属する組織や他の組織の関係を理解し組織の位置づけを理解する能力を指す。	組織操作、他の人を結束させる、顧客組織の理解、命令系統の活用、政治的目利き
	関係の構築	職務の目標達成に貢献する人たちとネットワークを築く。	ネットワーク、資源活用、接触、顧客関係、相互信頼を築く
マネジメント	他の人たちの開発	他の人たちを教育し開発を促す。	教育と訓練、部下の成長を促す、コーチする。
	指揮命令	他の人たちに何をすべきかを告げる。	決断力、パワー、積極的影響力、指揮、基準に遵守、コントロール
	チームワークと協調	他の人たちと協力して働き、チームの一員となって他のメンバーを助ける。	チームのマネジメント、チーム機能の促進、対立解消、チーム文化のマネジメント、モチベーション高揚
	リーダーシップ	チーム内外のリーダーとしての役割。	指揮をとる、責任を担う、ビジョン、目標意識の構築
認知	分析的思考	ある状況を細かく分解し理解する。	自身の思考、実践的知能活用、問題分析、理由付け、プランニングスキルへの行動
	概念化思考	各部分をまとめ状況や問題を理解する。	概念の活用、パターン認識、洞察力、クリティカル思考、問題定義
	技術/専門的	関連知識を体系化し発展させモチベーションを高める。	法律理解、製品知識、診断スキル、学習へのコミットメント
個人の効果性	セルフ・コントロール	感情をコントロールし、破壊的行動に打ち勝つ能力。	スタミナ、ストレス耐性、冷静さ、怒りを出さない。
	自己確信	職務達成への信念、確信	決断力、自尊心、独立心、責任
	柔軟性	状況に適応し効果的に仕事を進める。	適応性、変革能力、客観性、弾力性
	組織へのコミットメント	組織目標を追求し組織要求を最優先とする。	ビジネス指向、ミッション重視、ビジョンへのコミット

出所) Spencer and Spencer(1993), pp.31-115 の文中より筆者がまとめた。

表 1-4 コンピテンシーの測定尺度

達成重視の尺度 A: 達成を目指すアクションの強度と徹底さ	達成重視の尺度 B: 達成によるインパクト	達成重視の尺度 C: イノベーションの程度
<p>A-1 仕事遂行に全く卓越への達成基準を示していない。仕事に対して全く特別の関心を示さず、要求されたことだけを遂行している。</p> <p>A0 タスクにフォーカスする。仕事には熱心に取り組むが、仕事の成果には卓越への達成基準を表明できない。</p> <p>A1 仕事をきちんとこなしたいと願う。表には表れない卓越の基準に向けて努力している。</p> <p>A2 他の人たちの基準に到達することに努める。</p> <p>A3 卓越について自分自身の基準を作る。卓越した達成基準に対して成果を測定するために、自分自身の方法を用いる。</p> <p>A4 業績を向上させる。業績を向上させるためにシステムや自分の仕事のやり方をはっきり変える。</p> <p>A5 挑戦を含む目標を立てる。自分自身と他の人たちにチャレンジングな目標を立て、その達成に努力する。</p> <p>A6 コスト・効果性分析を実施する。</p> <p>A7 計算された起業家的リスクを取る。業績を向上させ、何らかの新しいことにトライし、チャレンジングな目標を達成するために、際立ったリソースや時間を不確実な状況であっても投入する。</p> <p>A8 起業家的努力を貫く。</p>	<p>なし</p> <p>B1 個人業績のみ。時間管理手法や改善された仕事の進め方を通じて自分自身の効率性の向上に努める。</p> <p>B2 1人か2人の他の人たちに影響を及ぼす。</p> <p>B3 職場グループ（4～15人）に影響を及ぼす。</p> <p>B4 部門（15人以上）に影響を及ぼす。</p> <p>B5 中規模企業に影響を及ぼす。</p> <p>B6 大規模企業に影響を及ぼす。</p> <p>B7 業界全体に影響を及ぼす。</p>	<p>C0 新しいことはしない。</p> <p>C1 その職務、職場に着任したばかり。業績を向上させるために、かつて行われたことのないことを試みるが、その方法は企業のほかの部門で既に実施されていることも多い。</p> <p>C2 その企業に入社したばかり。新しい、違った方法を使って業績向上に努める。</p> <p>C3 業界にとって新しいこと。その業界にとってもユニークで、最先端で、新しい方法を用いて業績を向上させる。</p> <p>C4 トランスフォーメーション(大改革)。業界を変えてしまうほど新しく、効果的な方法を導入する。</p>

注 1) 表の[A-1]は負の行動であり、－（マイナス）を表す。

注 2) 表 1-4 は達成重視の測定尺度であり、他の行動尺度は添付資料に記載する。

注 3) コンピテンシーの達成重視の尺度として表に示すように3つの次元がある。

出所) Spencer and Spencer(1993), pp.33-34 の表をもとに筆者が一部修正した。

そして、このコンピテンシー要素別に、「一見してわかる差異の測定尺度」が行動の強度（intensity）と徹底さ（completeness）によって短文化され、多くの職務の展開への基となるコンピテンシー・ディクショナリーが作成されている。その事例として、表 1-4 に達成とアクションにおける測定尺度を示す。達成重視の測定尺度には 3 つの次元があり、第 1 の次元は、(A)行動の強度と徹底さ、第 2 の次元は、(B)組織が影響を受ける程度または範囲、第 3 の次元は、(C)イノベーションであり、個人の仕事や組織の状況に照らして、その人物のアクションやアイデアが他の人とは違うことを測る尺度である。そして、それぞれの次元に負の行動（例えば、A-1）から正の行動（A1 から A8）のレベルに応じて具体的な行動の記述が割り振られているのである。

Spencer and Spencer はコンピテンシー研究に関する今後の課題として、次の 5 点を指摘している。第一に、20 要素すべてを実証する必要がある。第二に、評価が具体的な業績成果で確かめられること。第三に、卓越した人材の属するグループとそうでない人材の比較グループを職務ごとの効果性測定尺度に基づき人選すべきであること。第四に、評価尺度は新たな概念の測定尺度を開発するのではなく、職務で既に妥当性が確認された測定尺度を用いるべきである。第五に、研究アプローチとして、内的妥当性を確保するために、複数の先行研究からのデータを収集するか、もしくは時系列的な検証が必要である。

以上のように、Spencer and Spencer の研究は、これまでの先行研究により明らかにされた多数のコンピテンシー要素を用いて類型化し、体系化した点で重要な位置づけにある。本論文は、彼らがコンピテンシー研究を行ううえで重要であるとされた卓越した業績を生む者とそうでない者の選定と、選別されたグループ間の比較検証を行っている。また、内的妥当性を確保するために米国の製品開発でのコンピテンシーとの比較検証を行っている点でも、彼らが掲げた研究課題に応えるものとなっている。

(4) コンピテンシー概念の小括

本章では、古典的研究から近年の研究へのコンピテンシー研究の遷移を見てきた。コンピテンスまたはコンピテンシーは、自らの意図や意欲が原因となって行動を引き起こし、その行動の結果で、どのようなパフォーマンスを引き起こすのか、または予測することができるのかを捉えようとしてきた概念である。つまり、コンピテンシーは、職務の標準的な基準であり、参考になる行動規範でもあり、うまくいくためにどのように行動するかを表したものである。

2-2 個別要素深化研究

(1) Briscoe and Hall のメタ・コンピテンシー

その後、コンピテンシーに関する研究では、コンピテンシー要素を追求する個別要素深化研究、職種研究、コンピテンシー開発方法研究が展開されている。このうち、職種研究と開発手法研究は、本論文に大きく関わる研究として次節以降でレビューを行い、本節では、高業績要素の展開として個別要素深化研究についてレビューする。個別要素深化研究として Briscoe and Hall (1999) のメタ・コンピテンシー研究がある。メタ・コンピテンシーとは、コンピテンシーを高めるためのコンピテンシーであり、新たなコンピテンシーを開発するために卓越した業績を示す人たちが継続して学習することの重要性を主張する概念である。そして、その研究は、「キャリアが環境変化に適応しながら変化を遂げる」というプロティアン・キャリア（変幻自在なキャリア）という着眼点から、31 の組織に所属する 29 人の幹部社員の調査を行い、メタ・コンピテンシーの重要な役割が提示されている。

Briscoe and Hall は、コンピテンシーを高めるために継続して学習することによる効果として次の 4 つをあげる。(1) 急速に変化するビジネス環境のもとで、現状から進行する新しいコンピテンシーを意識すること。(2) どのようにすれば新たなコンピテンシーが開発できるのかの方法を知ること。(3) 適切な学習とコンピテンシーを他の人たちに教えることができること。(4) 継続的に学習をするために組織内で制度化ができるという 4 つをあげている。この継続学習に影響を与えるコンピテンシーの概念として、メタ・コンピテンシーがある。メタ・コンピテンシーの重要な要素として、適応力とアイデンティティがある。適応力とは、取り巻く環境における不確実性を減少させようとする能力であり、複雑で高度なシステムを築こうとする行動が含まれる。アイデンティティは、個人の存在証明であり、行動を起こすことに対する強い指向を指すものである。適応力は達成重視、秩序・品質・正確性、情報探求、柔軟性、アイデンティティはイニシアティブと組織コミットメントというコンピテンシー要素に影響するモデレート変数とされている。

図 1-5 は、適応性とアイデンティティがコンピテンシーにどのように影響するのかを示したモデル図である。アイデンティティの探索によって、環境変化への対応としての努力が行われる。反応学習（注 9）によって、新たな知識や方法が獲得される。

注 9: Hall(2002)は、個人の環境適応力を示す適応コンピテンシーを高めるための要件の一つとして反応学習をあげる。反応学習は、環境に適応するための自分の行動を変えるために必要とされる学習である。

統合力によって、自分とまわりの合わせるが行われる。つまり、メタ・コンピテンシーは、環境に適応するために、まわりの状況をよく観察し学習することで自己を動機づけるものであり、コンピテンシー要素を高めるモデレータの役割を持つ。

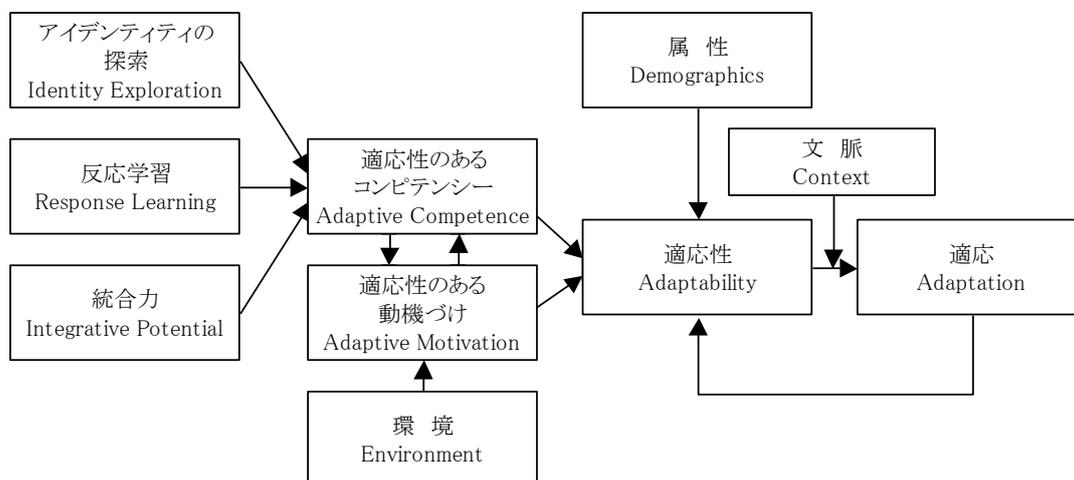


図 1-5 Hall のキャリアの統合モデル

出所) Hall(2002), p.228。

(2) 人的特性と行動特性の区別

Bain and Mabey (1999 ; 邦訳 2001) は、これまでの伝統的コンピテンシー・モデルでは、コンピテンシー構成要素と人の特性要素が混在しており、業績への効果性を捉えるためには人的特性と行動面を切り離れた方が明確になると考え、表 1-5 のようなコンピテンシー・モデルを提示した。彼らはこの点を踏まえ、次のように述べている。

「コンピテンシーと属性が区別されたモデルは、職務分析を計画する際に役立つ。これまでの伝統的コンピテンシー・モデルでは、職務分析の結果がコンピテンシーと属性が混じりあったものになり、使用が難しくなる危険を未然に防ぐ必要がある。ある職務に対する重みづけられた一連のコンピテンシーを決めることが目的であれば、特にそのようにプロセスを構成し、属性はまったく別の問題として扱うことができる。(略)

コンピテンシーの複雑さは、外に表れた行動とその根底にある属性とを混同しているこ

とから起こるものであり、管理職がよく理解でき、きちんと定義された行動にしたがって対処すれば、職務行動管理は向上する。」(Bain and Mabey, 1999 ; 邦訳 2001, pp.50-51)

このように、Bain and Mabey による人的特性と行動特性の区別は、職務への行動が整理され、適切な評価方法を学べば、人材管理や能力開発を重視した風土の醸成に重要な役割を果たすというものである。また、Bain and Mabey は、図 1-6 に示すようなコンピテンシー・マップを提示する。コンピテンシー・マップは、職務階層別に重視されるコンピテンシー要素があり、(1) 組織風土、(2) 個人の特性、(3) 専門技術、(4) 組織経営、(5) 業務管理、(6) 組織調整の 6 つのクラスターで示されている。このマップは、各階層別の重点を示すことで組織運営の手がかりを与えてくれるものである。

表 1-5 マネジメント・コンピテンシーの行動モデル

分類	コンピテンシー	定義
M 基準： 組織長に求められる	リーダーシップ	チーム目標達成のためにメンバーを励ましやる気を引き出す。
	計画性	物事や行動を整理し、計画通りに進むように管理する。
	品質志向	目標と基準に目を配る。生産性の水準が保たれるよう配慮する。
	影響力	他人に影響を与え、賛同を得たり、行動の変化を引き起こす。
P 基準： 専門スタッフの求められる	専門知識	技術的、専門的側面を理解し、知識レベルを維持しようとする。
	問題分析能力	問題を分析し、構成要素に分けて考える。関連情報から論理的な判断を下す。
	話す能力	個人およびグループでもはっきりと説得力を持って話す。
	書く能力	読み手に合わせた言葉で、わかり易く簡潔な文書を書く。
E 基準： 新しい事業の推進者に求められる	商才	財務や付加価値の視点で問題を把握しようとする。
	創造性	職務において斬新なアプローチを思いつく。慣習に対して懐疑的であろうとする。
	行動力	決断力があり、率先して行動を起す。
	戦略性	広い視野で問題を捉える。長期的影響や意味を考える。
共通基準	対人感受性	他人とうまくコミュニケーションをとる。他人を尊重する。
	柔軟性	ニーズや状況の変化にうまく対応する。
	安定性	障害やプレッシャーに負ないで常に冷静で落ち着いている。
	積極性	目標達成に向け一生懸命やる。熱意と貢献意識にあふれている。

出所) Bain and Mabey(1999 ; 邦訳, 2001), p.49 の表を筆者が一部修正した。

例えば、主任、一般社員レベルでは、専門技術的な成果や日常の業務管理が重視され、それらのクラスターの比重が大きい。管理職では、組織風土のセクターが大きくなり、業務革新や組織を運営するための管理責任が強く、組織の価値観を示すコンピテンシーが重視される。

このように、人的特性と行動特性を区別することは、各職務におけるコンピテンシーが整理され、成果に直結するよう定義が示され、実用化を高めるための取り組みのひとつであろう。

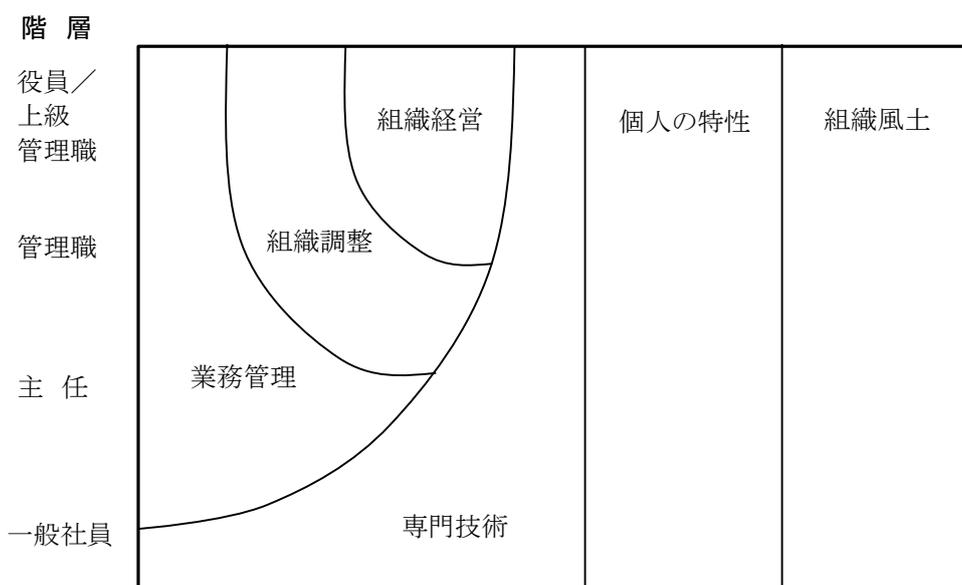


図 1-6 コンピテンシー・マップ

出所) Bain and Mabey(1999; 邦訳, 2001), p.52 の表をもとに筆者が一部修正した。

2-3 小括

本節では、1970年代から90年代のコンピテンシー研究における伝統的研究のレビューを行った。これらの伝統的研究とされるコンピテンシー研究は、コンピテンシーの要素には個人の特性に含まれる動機、資質、自己イメージ、社会的役割、知識、スキルがあり、それぞれの要素が複雑に影響し合い、その程度に応じてアクション/行動に移され、高業績をもたらすというものである。そして、担当する職務(仕事の役割、地位など)により、個人のコンピテンシー・モデルが違うことが理解することができた。

3 方法論

3-1 コンピテンシー・モデルの開発の主要なアプローチ

前節では、コンピテンシーの定義や意味するところがいかなるものかを概観してきた。卓越した業績をもたらす人のコンピテンシーは複数の要素から構成され、目に見える行動・アクションに加え、知識、スキルや個人の特性である意図・意欲までも含めた個人の基本特性であることがわかった。そして、それらの要素は相互関係を持ち、職場の環境変化や文化面に適応する有機的な面を持ち合わせていることもあげられていた。本節では、このようなコンピテンシーを導き出すには、どのような考え方に沿った方法があるのかを明らかにする。これまでの多くのコンピテンシー研究を概観すると、コンピテンシー・モデルを開発するアプローチは多段階で行われている。

多段階のアプローチでは、それぞれの段階でどのような意味があるのかを理解する必要がある。そこで、本論文におけるコンピテンシー・モデルを開発に関する文献レビューは、それぞれのアプローチの特徴を捉え、利点および制限を理解したうえで本論文に最も適すると考えられる方法・手段を選別するものである。

藤井（2002）によるとコンピテンシー・モデルの設計には3つの主要なアプローチが示されている。それらは、(a)リサーチベース・アプローチ、(b)戦略ベース・アプローチ、(c)価値ベース・アプローチである。リサーチベース・アプローチは、高い成果をあげる人材と、平凡な業績しかあげられない人材の行動を詳細に分析し、その差異を明確にしてモデル化する。手順として、高業績者と低業績者にインタビューやアンケート調査を行い、調査データの分析結果をもとに高業績者のコンピテンシー・モデルを導き出そうとするアプローチである。戦略ベース・アプローチは、経営ビジョンや戦略を実現するために必要な能力を想定してモデル化を行うアプローチである。価値ベース・アプローチは企業の価値や文化に基づいて、社員がどうあって欲しいかという理念を行動指針に落とし込むアプローチである。このように、これらの3つのコンピテンシー・モデルには特徴があり、コンピテンシー・モデルの開発に適合する最適な方法を選択することが望ましい。

本論文の目的は、組込みソフトウェアにおける卓越した業績をもたらすためのコンピテンシー・モデルを開発することである。そのため、本論文のアプローチは、リサーチベース・アプローチを採用する。具体的なリサーチベース・アプローチのコンピテンシー・モデルの開発は、Dubois（1993）が次の3つのアプローチを記述している。それらは、(a)修正タスク分析アプローチ（MTAA:Modified Task Analysis Approach）、(b)重要な特性アプロー

チ (CTA:Critical Trait Approach)、(c) 状況アプローチ (SA:Situational Approach) である。

一つ目の修正タスク分析アプローチ (MTAA) は、仕事の作業分析を行うアプローチで、人材育成に使用されるタスク分析の方法であり、職業の技術教育のもととなる具体的な仕事を対象に適しているとされている。二つ目の重要な特性アプローチ (CTA) は、仕事で成功するためのパフォーマンスに必要な基礎的な特性を分析するアプローチである。このアプローチは、研究者がその組織で重要な特性、行動特性を探索するときに使われ、その探索方法は、高いパフォーマンスを出すパフォーマーとそうでないパフォーマーとの行動の違いを識別することによって進められる。最後に、状況アプローチ (SA) は、従業員が取得し譲渡可能とするコンピテンシーを識別するアプローチである。このアプローチは、仕事やタスク活動における不安定な成長過程における動向に迫ろうとするところが特徴である。

コンピテンシー・モデルとは、事実上組織における役割を実行するために必要となる知識、技能、および個人の特性の組み合わせを説明するものであり、人事評価、教育・訓練、育成を説明するものである (Dubois, 1993:p.23)。そのためコンピテンシー・モデルは、組織の目的や個人の役割に沿ったものでなければならない。コンピテンシーの研究を行うときは、修正タスク分析アプローチ、特性アプローチ、状況アプローチの3つの中のどれかを選別することになるが、Duboisをはじめ、Boyatzis、Spencer and Spencer など多くの研究者は、この3つを組み合わせた方法を採用している。

本論文のコンピテンシー・モデルを開発する考え方は、先行研究の定義に合致するものであり、仕事を対象として組織内の行動で卓越したパフォーマンスに結びつく要素を説明するためのものでなければならない。本論文もこれらのアプローチ概念を取り入れ、適切な手法を選択することにする。

代表的なコンピテンシー・モデルの開発アプローチとして、図 1-7 で示した Spencer and Spencer がある。このアプローチは、フレキシブルなモデルを作るために様々な情報源をもとにした、6つの段階が含まれる。

- (1) 業績を評定する尺度を定義する。この段階は最も重要であるとされ、研究対象となる職務における卓越した、あるいは効果的な業績を評価するための尺度、あるいは測定基準を明らかにする段階である。

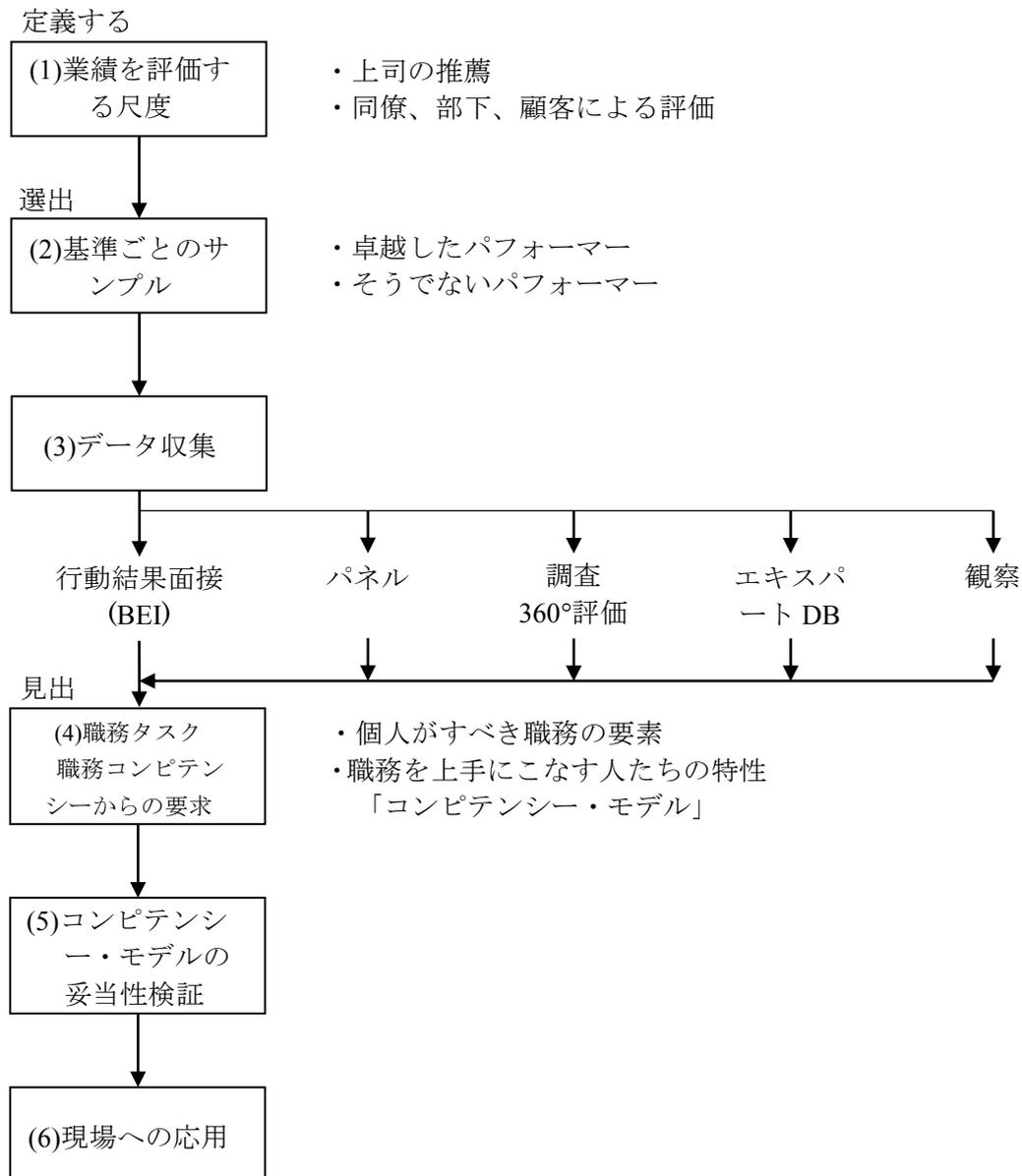


図 1-7 Spencer and Spencer によるコンピテンシー・モデル開発のアプローチ

出所) Spencer and Spencer(1993), p.95。

- (2) 基準ごとのサンプルを選ぶ。この段階は職務ごとの効果性測定尺度や評価法に基づき、卓越したパフォーマーに属するグループとそうでないパフォーマーの比較グループを区分けする。
- (3) データを収集する。このデータ収集の方法は、どのようなコンピテンシー・モデルを開発しようとするのかによって異なる。代表的な方法として、(a) 行動面接法、(b) 専門家パネル、(c) 調査、(d) エキスパート・システム・データベース、(e)

観察の5つがある。

- (4) データを分析し、コンピテンシー・モデルを構築する。この段階では、卓越したパフォーマーとそうでないパフォーマーとの峻別に関わるコンピテンシーを明らかにするために、収集されたデータをもとに分析を行い概念形成する段階である。
- (5) コンピテンシー・モデルの妥当性を検証する。前段階で導き出されたコンピテンシー・モデルが妥当であるのかを検証する。研究者が再度インタビュー調査を行い、本論文で導出されたコンピテンシー・モデルが実際の再調査で現れるのかを評価するものである。インタビューの他に、上司による評価観察を行う方法がある。
- (6) コンピテンシー・モデルを適用する。コンピテンシー・モデルの妥当性が検証されたら、このモデルは使用可能であると判断できる。コンピテンシー・モデルの実務での応用として、採用面接、後継者計画、訓練と人材開発、給与、経営情報システムなどがある。

3-2 コンピテンシーを特定する方法とツール

このようなアプローチで使われるコンピテンシーを特定するための方法・ツールが必要となる。表 1-6 は、これまでの研究で説明された様々な方法・ツールをまとめたものである。

これらの方法・ツールの特徴は、(1) 調査の対象がグループであり、そのグループから個人の特性を導き出す方法であること。(2) Spence and Spencer が採用するアプローチは統計的分析によって正当性を証明していること。(3) 何らかの形で将来必要になることを潜在的に捉えようとしていること。などがあげられる。

先行研究におけるコンピテンシー・モデルの開発は、職場に合った業績を評価する尺度の設定を行い、その職場で選ばれたメンバーを対象に行動観察し、統計的な分析により導出するというステップである。これらのステップで採用されている行動観察方法には、多くの方法とツールがある。本節では、先行研究がコンピテンシーを導き出すために採用した行動観察方法について説明する。

表 1-6 コンピテンシーを特定するための方法とツール (1/3)

方法・ツール	使用研究者	内容	利点と限界
仕事の観察 (直接観察)	Dubois(1993) Spencer and Spencer(1993)	重要なタスクを果たしている従業員を観察を行う。コンピテンシーを導出するため、データはコード化され分析が行われる。	利点:より具体的な作業を伴う仕事に有効である。パネル、360°調査などの調査結果を確認することに使用できる。 限界:重要な場面に遭遇する機会が少なく、効率が悪い。観察に多くの時間が必要。
行動結果面接 (BEI)	McClelland(1973) Boyatzis(1982) Spencer and Spencer(1993) Hay Group(2003)	模範的でうまくいくパフォーマンスの厳密なインタビュー調査が行われる。焦点が働いている過程や内容を聞き出すのではなく、個人の特性について聞き取りが行われる。分析は定性分析により行われ、コード化されたデータをもとに特性が明らかにされる。	利点:高い正当性、微妙な部分や隠れた内容を知ることができる。HRM サブシステムとして役に立つような予測値として活用できる。 限界:時間がかかる。インタビューアーは聞き取る訓練が必要である。質的統計分析を行うため将来への予測事項は非現実的になる。
仕事のタスク ／機能分析	Spencer and Spencer(1993)	観察者が対象となる仕事のタスク内容、活動、機能、行動をそれぞれにリストアップする。リストアップされたデータはアンケート調査、インタビューなどでその頻度と強さが分析される。	利点:収集されたデータは詳細に記述され、分析には統計解析により分析が行われる。
フォーカス・グループ	Anntoinette and Lepsinger(1999) Dubois(1993) Spencer and Spencer(1993)	実務者はモデルを開発するためにグループまたはパネルのコンピテンシーを特定する。研究者はブレイン・ストーミングやディスカッションされた過程におけるコンピテンシーを特定する。ともにグループで使用される方法である。	利点:短時間で観察することができる。長期間サポートすることでコミュニケーションの機会やコンセンサスを持って支援することができる。 制限:50%程度の表現にしからならない。グループ化するための人集めは費用が掛かる。分析の際は、仕事の違いや文脈(context)を特定することが困難である。

注) 次のページに続く。

表 1-6 コンピテンシーを特定するための方法とツール (2/2)

方法・ツール	使用研究者	内容	利点と限界
ベンチマーク	Stone and Rennekamp(2004)	最もよい習慣や意欲を高める要因を特定する方法である。また、役に立つような物事やキーワードを特定する方法が行われる。	利点: 領域外のことから学ぶことができる。 限界: ベンチマークは平均的な姿に戻され適用される可能性がある。
調査方法 (Survey methods)	Dubois(1993) and Spencer and Spencer(1993)	調査は個人に対する評価や意見をもとに情報が集められる。例えば、組織のなかのパネラーを対象に評定するか、失敗したときの行動を分析するときに尋ねることも行われる。	利点: 迅速で効率的なデータ収集ができる。 制限: 調査に使用されるマスターリストが不完全の時、コンピテンシーが特定できず誤った要素を導出してしまう。
360°評価	Spencer and Spencer(1993)	360°評価の道具、自己評価によるコンピテンシーの特定、複数の評価者からの評価とフィードバックなどの方法により、行動の強さなどから考課考査が行われる。	利点: 収集されたデータの正当性。自己査定によるコンピテンシー評価ができる。 制限: 時間がかかる。高価になりやすい。専用のツールが必要である。
名目グループ手法	Rothwell and Kazanas(2008)	グループ観察であるが個人の相互作用は観察されない。議論を分類し、評価者は個人単位で記録する。	利点: 参加する人のコンピテンシーを捉えやすい。他の人からの支配的影響を受けにくい。 制限: 手間がかかる。費用が高い。
Delphi 手順	Rothwell and Kazanas(2008)	アンケート調査によりグループ内での相互作用を評価するものである。	利点: 比較的事実から捉えられやすく、意見、考えを収集できる。 制限: 手間がかかる。費用が高い。
Card sort	Dubois(1993)	この方法はあらかじめ想定された評価基準をもとにコンピテンシーに関するデータを収集し、データを並び替えた分析が行われる。カードに書かれたデータがもとなっている。	利点: より多くのケースを集めることができる。新しい項目を収集ができ、早急な管理対応に合っている。 制限: 準備に時間がかかり、計画が立てにくい。

注) 次のページに続く。

表 1-6 コンピテンシーを特定するための方法とツール(3/3)

方法ツール	使用研究者	内容	利点と限界
汎用リストを使用 既存のリスト、またはコンピテンシー辞書	Dubois(1993) Anntoinette and Lepsinger(1999)	既存のコンピテンシーリスト、本や文献、コンピテンシー・ディクショナリーをもとに議論が進められる。	利点: 短期間にコンピテンシーが導出される。ベンチマーク、他の組織への転用、信頼性が高い。 制限: 一般的すぎる。異質な項目が現れやすい。高価である。
エキスパートシステム	Spencer and Spencer(1993)	コンピュータによる質問と結果がデータベースに残り、分析、分類などが適切に行われる。	利点: 大量のデータへのアクセスが効率的に行える。 制限: 質的なデータを見落としやすい。高価である。

出所) Spence and Spencer (1993)、Dubois(1993)、Rothwell and Kazanas(2008)、Anntoinette and Lepsinger(1999)をもとに筆者がまとめた。

3-3 方法とツールの決定

まず、コンピテンシー・モデルの開発方法・手法を決定する前に、ベースとなるコンピテンシー・モデルを決めておきたい。これまでのコンピテンシー研究の展開は、前節の図 1-1 で示したように、1980～1990 年代前半でコンピテンシー要素が洗い出され、体系化がなされている。そのときの代表的な研究として、Boyatzis と Spencer and Spencer がある。コンピテンシー・モデルの原典とされるこの二つの研究のうち、どちらのコンピテンシー・モデルを採用することが適切であるのか、または本論文に適さない問題がある場合の対処について検討する。

そこで、本論文が組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー・モデルを作成する条件として次のような機能を備える必要があると考える。

- (1) 卓越したパフォーマンスを評価する上で、在籍する技術者の中から潜在的な資質と特技を持つ人材を選別し、コンピテンシー・モデルを通じて他の技術者を育成できるようにしなければならない。
- (2) 在籍するすべての従業員のパフォーマンスを改善できるコンピテンシー・モデルにしなければならない。
- (3) 長期的にも短期的にも妥当性、信頼性の高い方法・手法でコンピテンシー・モデルをいい作成しなければならない。

以下では、この 3 つの要件に対して、適合するかの検討を行う。

Boyatzis と Spencer and Spencer のコンピテンシーの定義は、両者とも業務に対する優れたパフォーマンスをもたらすための個人の基本的特性である。Boyatzis のコンピテンシー・モデルは、表 1-2 に示すように、管理者の役割といえる「リーダーシップ」、「人的資源管理」、「部下への指揮命令」の 3 クラスター11 要素が半分を占めていることが特徴である。Boyatzis は、優れたパフォーマンスを組織環境、職務要求、個人のコンピテンシーの 3 つが調和している状態として捉え、個人のコンピテンシーをタイプとレベルの側面に分け、コンピテンシー・モデルを検討している。タイプは行動特性を意味し、レベルは個人の内在する要素（動機、自己イメージ、スキル）として、管理者を対象に 6 クラスター21 要素のコンピテンシー・モデルを提示している。

Boyatzis のコンピテンシー・モデルを導出する方法・手法として、(1)パフォーマンスを測定する尺度の明確化、(2)職務要素解析、(3)行動観察面接、(4)テストと検証、(5)コンピテンシー・モデルの導出という 5 つのステップである。この方法・手法は、職場の上司が評定する尺度と業績評価からパフォーマンスを評価するものである。そのため、既存の職務分析表を援用したアプローチであることから、規定の枠内で捉えてしまうという問題があげられる。さらに、観察が行動観察面接を主体としているため、個人の特性（動機、自己イメージ）を測るとき、インタビューによる個人の偏見が生じやすく、誇張の修正や正当化するための留意および検証が非常に複雑になることが指摘できる。

一方、Spencer and Spencer はある職種に特定せず、組織の中で働く人々に対するパフォーマンスを対象とした研究である。Spencer and Spencer は、McClelland、Boyatzis、McBer 社などと共同で有能なパフォーマーと平均と呼ばれるパフォーマーの仕事への取り組む閾値を求めることから始まり、個人の特性を収集し、模範的なパフォーマンスに必要なコンピテンシーを見出している。そして、職務により表出されるコンピテンシー要素が異なることから、職務ごとのコンピテンシー・モデルを提示し、新人募集、選択、教育研修の支援ツールとして活用できることが実証されている。このように、Spencer and Spencer は、実務での人的資源管理における支援システムとしてこれまでのコンピテンシー研究を体系的にまとめたのである。

Spencer and Spencer のコンピテンシー・モデルの導出する方法・手法は、図 1-7 に示すような 6 つのステップからなり、アプローチの内容は Boyatzis と同じである。ただし、データ収集が Boyatzis の行動結果面接のみに対して、パネル調査や 360° 評価などの方法・手法を加えており、評価に個人の主観的な偏りをなくすことや被評価者に該当する正確なモ

デルを作るという工夫が織り込まれている。

しかしながら、Spencer and Spencer の方法・手法は、卓越したパフォーマーの選出が上司、同僚、顧客らの評価結果をもとに行われ、ある特定の観察者によりコンピテンシー・モデルが導き出されている。そのため、個人の持つ潜在的な資質（管理のやり方、専門能力）、特技からの優れた人材を見つけ出し、さらにパフォーマンスを観察してその職種における人材を育成できるものにするには難しいと考えられる。

本論文は、コンピテンシー・モデルを導き出すため、体系的にまとめ上げられた Spencer and Spencer のコンピテンシー・モデルを採用する。しかしながら、アプローチに関して、潜在的な資質、特技をもつ人材を選出すること、すべての従業員のパフォーマンスを改善できることなどの機能を備えた支援システムを提示するため、客観的な評価データ収集、データ分析、およびコンピテンシー・モデルのための統合に関する方法・手法を検討した。その結果、次のようなステップで行うことにする。

(1)ステップ1ー業績効果性の評価基準の定義

理想的な尺度は、業績に対する測定尺度を設定することであろう。業績を測る正確な測定尺度を職務に対して設定することは極めて重要である。もし、そのように設定していなければ、せっかく卓越したパフォーマーに基づいて作成されたコンピテンシー・モデルも信頼性のないものになる。業績を評価するための尺度の設定には、必ず対象とする職務に応じた基準を採用しなければならない。

実証研究の章で具体的な尺度を述べるが、本論文は卓越したパフォーマーを選出することを最も重要なテーマと捉え、職場で実際に設定されている評価尺度を用いて測定尺度を設定し、業績データを収集することで実質的なパフォーマーを選出する方法を採用する。

(2)ステップ2ー基準ごとのサンプル

職務における業績測定尺度に基づき、卓越した人材に属するグループとそうでない人材（または他の業績レベルの人たち）グループに区分けする。本論文の目的が、対象の職務における卓越した人材が成功要件を満たすコンピテンシーのレベルを発見するとともに、新人や中途採用などの人材教育としての意味もあることから、業績レベルの水準に応じて人材を選別しグループを作ることを検討する。

これまでの多くの研究では、具体的な業績と行動特性を同時に見てはおらず、卓越した

人材の選出は、対象となる職場の上司・同僚による評価結果により選出されていた。より客観的に高業績者として選出するためには、業績の測定結果と上司・同僚が評価した結果の両方を踏まえて判断することが重要である。そのため、本論文では、業績を評価する試験の実施とともに、上司・同僚によるコンピテンシー評価を実施したうえで総合的に人材を選別することとした。

(3)ステップ3ーデータ収集

データ収集は、コンピテンシー・モデルを作成するために卓越したパフォーマーのコンピテンシーを導出する過程である。その方法には前節の表 1-7 で示したように、仕事の観察、行動結果面接 (BEI)、パネル調査、360°調査など多くの方法・ツールがある。その中でどのようなコンピテンシー・モデルを作成するかによってデータ収集の方法やツールは違ってくる。本論文は、BEI を採用する。BEI は職務上で経験したことを状況によってどのように考え行動したのかを聞き出す方法であり、それは、最も重要な局面において必要となったスキルや個人の思いが浮き彫りになると考えるからである。

しかしながら、BEI には、聞き取りだけでは非現実的に多くの職務を分析することは困難であり、インタビューに特化すると頻度的な物事の程度がわからないこと、一部のタスクを看過する可能性があるなどの問題がある。BEI を補うため、本論文は、直接観察および参与観察を採用する。直接観察とは、研究者が研究対象の職場に出向き、彼らの実際に職務を遂行している様子が直接的に観察する方法である。そのときの行動をコンピテンシーごとにコード化するのである。参与観察とは、研究者が研究対象の職務に就き、彼らの職務を体験しながら彼らの行動をつぶさに観察する方法である。これらの観察方法により、BEI のデータで提示されたコンピテンシーが見つけ出され、チェックすることができる。

3-4 小括

コンピテンシー・モデルを開発するための方法は、対象とする職場に焦点を合わせ、選ばれたメンバーを対象に調査を行い、コンピテンシーを導き出すための分析が正当性を持って証明できるようにすることである。そのため、本論文は、前節で説明したラウンド 1 の業績効果性の評定尺度の定義を行い、ラウンド 2 の基準ごとのサンプルの選出を行い、そして、ラウンド 3 のデータ収集という実証研究を行う。これらの方法やツールは、これまでのコンピテンシー研究を行ってきたプロの考えに従ったものであり、その方法の意味

を理解したうえで、これらの方法と分析を採用による信頼性、正当性が高められるものと認識するからである。

しかしながら、これまでの多くの研究では、ラウンド2において具体的な業績と行動特性を同時に見てはならず、卓越した人材の選出は、対象となる職場の上司・同僚による評価結果という主観的な見方で選出されていた。本論文は、既存研究では実施されていない具体的な業績と行動特性の両面を踏まえた実証研究を試みる。

4 コンピテンシー形成に関する研究

4-1 はじめに

前節でも述べたように、コンピテンシー・モデルの開発は、対象とする職場に焦点を合わせ、選ばれたメンバーを対象に調査を行い、コンピテンシーを導き出すための分析が、正当性を持って証明できるようにすることである。しかしながら、このような科学的論理的推論に基づくアプローチは、職務に必要とされる知識やスキルが獲得された状態を対象とする帰納的アプローチであるため、理論的根拠が弱く、導き出されたコンピテンシー・モデルを形成する過程を捉えない限り、成果への影響を知ることはできないのではないかと考えられる。そこで、コンピテンシーの形成に関する研究であるコンピテンシー・ラーニングをレビューする。

これまでの技能形成に関する研究においては、主に加工・組立てを行う技能職場で働く技術者が中心であった。そのため、本論文では技能職場での技能形成に関する研究を概観するとともに、コンピテンシー・ラーニング理論によるコンピテンシー形成についてレビューする。

4-2 技能形成に関する研究

技能形成に関する研究として、労働生産性の技能についての有力な考え方の一つである小池・中馬・太田（2001）の「知的熟練」があげられる。「知的熟練」とは、技能職に従事する作業者が仕事上に発生した問題に対して、うまくいくようにする対応能力のことであり、それらは主に幅広いOJTによって形成される。また、製造ラインに直接従事する作業者と設備のメンテナンスなどの保全作業者の役割分担により担当する職務の幅が狭まるが、トラブルが起きたときには、いずれの場合でも職場内でのこれまでの経験の広さが重要になるとしている。

このように、小池らによる「知的熟練」の概念には、技能形成は機械的な対応能力ではなく、問題やトラブルが発生した時の原因究明をあげ、これまでの職場での経験が有効であるとしている。しかしながら、近年のように設備や製品が情報化により機能が複雑になると、経験だけでなく OffJT の教育支援が重要であるとしている。つまり、長年の経験による幅広い知識や技術だけでなく、知識の深さもあげている。

このような技能形成には時間がかかる。その理由として、表 1-7 に示すような 4 つの技能レベルがあることをあげる。レベル I は決められた仕事しかできないレベル。レベル II は品質の不具合や不良を見つけ出すレベル。レベル III は職場内の仕事がほとんどこなせるレベル。レベル IV は新たな機械などの導入に合わせ仕事のやり方に工夫するというレベルである。

表 1-7 小池・中馬・太田の技能レベル

技能レベル	内 容
レベル I	決められた仕事しかできないレベル
レベル II	品質の不具合や不良を見つけ出すレベル
レベル III	職場内の仕事がほとんどこなせるレベル
レベル IV	新たな機械などの導入に合わせ仕事のやり方に工夫する

出所) 小池・中馬・太田 (2001) の文中より筆者がまとめた。

この 4 つの技能レベルは、普段の作業の遂行から変化や異常への対処といった普段とは違った作業への対応力が形成されることが読み取れる。つまり、技能形成には、職務の経験年数に応じた技能レベルが存在し、「知的熟練」には発生する問題への思考と対応行動を基礎に分業体制での教育・訓練という 2 つの人材育成の在り方を示したものと認識できる。

4-3 コンピテンシー・ラーニング理論によるコンピテンシー形成

コンピテンシー・ラーニング理論によれば、コンピテンシーは学習されるものであり、学習の源泉となる経験は、自己経験と他者経験の 2 つを通して、有能感と創造性を学習していくとされる (古川 2002)。

自己経験は、自らの経験が学習機会となることを意味する。経験は、行動への着手から途中のプロセス (経緯) を経て、それによる結果に至る一連の連鎖である。この連鎖による試行錯誤により、その時々で得られる成功と失敗体験から、職務に必要な知識や技能、

効果的な仕事の進め方などを覚えていくことが学習なのである。

他者経験は、他者の行動や活動の仕方を見聞きしたり、あるいは手本となる人物の仕事への取り組み方全体を模倣することによって、直接の経験による試行錯誤を伴わずに、効果的に学習を行うことである。

また、古川は、図 1-8 に示すようなコンピテンシーの形成プロセスを提示する。第一段階は、視野の拡張と視点の転換である。視野の拡張とは、個人が仕事のテーマの動向に気を配っているかであり、視点の転換は、まわりが何を期待しているかを考慮しているかの程度である。第二段階は、行動習慣である。行動習慣には効果的行動の探索と意図的行動の実行があり、何についてもより効果的な方法はないかを考え行動するというものである。第三段階は、意識化習慣である。意識化習慣は、結果の振り返りとプロセスの振り返りがある。結果の振り返りとは、既存経験との共通認識（仕事が一段落したらその仕事とこれまでの仕事の関連性を整理する）および差異認識（仕事の結果が悪いときは、良かったときと何が違っていたのか振り返る）を行い、一般化を試みることである。プロセスの振り返りとは、行動から結果に至るプロセスから学習することであり、自己経験の振り返りと他者経験の振り返りがある。

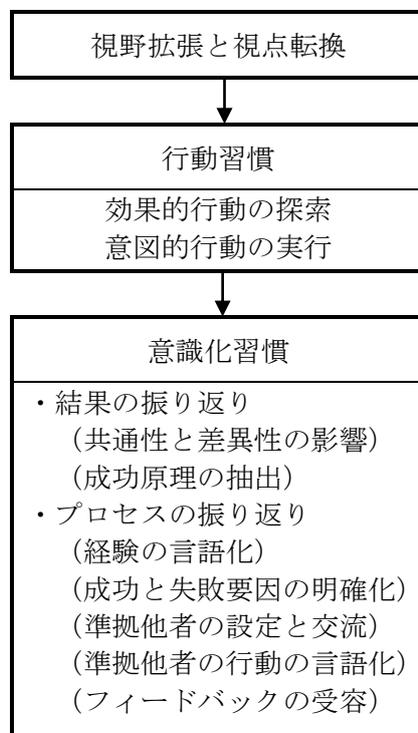


図 1-7 古川によるコンピテンシー・ラーニングのプロセス

出所) 古川 (2002) , p.16 を筆者が一部修正した。

このように、コンピテンシーは、視点拡張や視点転換、行動習慣、意識化習慣により形成されていくと考えられている。つまり、卓越したパフォーマーは、自己経験や他者経験の振り返りにより、視点拡張や視点転換、行動習慣、意識化習慣のプロセスを踏むことにより、コンピテンシーが形成されるのである。

本論文では、導き出したコンピテンシー・モデルが、この3つの要因により、どのように影響を及ぼされたのかを考察する。

4-4 技術者のコンピテンシー形成に関する研究

この視点拡張や視点転換、行動習慣、意識化習慣の連鎖とほぼ同様の概念がSandberg (2000)に見られる。Sandbergは、Volvoのエンジン開発技術者20名にインタビューを行い、表1-8に示すようなコンピテンシーを明らかにしている。それは、技術者のコンピテンシーが経験により構成されるというものであり、「仕事の意味」、「仕事観の変容」、「コンピテンシーの階層構造」という考え方にあてはめ整理している。

「仕事の意味」は仕事を遂行するときに解釈する意味が技術レベルによって異なることを示し、コンピテンシーを形作るというものである。例えば、表1-8に示すように、技術レベルは(1)個別品質の最適化、(2)相互品質の最適化、(3)顧客視点の最適化の段階によりコンピテンシーの形成が異なるとしている。

表 1-8 エンジン最適化のコンピテンシー特性

技術レベル	主要なコンピテンシー特性					
	分析力と解釈力	正確に最適化する能力	エンジンに関する知識	制御システムに関する知識	自己学習能力	関係者と協力する能力
(1)個別品質の最適化 パラメータの変化と各エンジン性能品質との関係	複数のパラメータの変化がどう性能品質に影響するかを分析と解釈	最適化に正確であり入念に仕上げる	エンジン性能品質がパラメータの変化にどう反応するかを理解している	どのパラメータの変化がエンジンの性能に影響するかの仕事組みを理解している		
(2)相互品質の最適化 エンジンの性能品質間関係		エンジンの性能品質を正しい順序で正確に最適化する	エンジンの性能品質間関係が見られる	エンジン性能品質間で望ましい制御システムを理解と開発	エンジン性能品質に関する自己学習に関心	関係者と協力し、エンジンがどう最適化されるべきかコミュニケーションできる
(3)顧客視点の最適化 最適化されたエンジンと顧客の運転経験との関係			エンジンの実用的な感覚	(顧客要件を達成する)制御システムを理解し開発する	(顧客要件に関する)エンジンと自己学習への興味	関係者との協力とコンタクト

出所) Sandberg(2000), p.16。

二つ目の「仕事観の変容」は仕事をする際にどの技術レベルに属するかにより仕事への意味が変化するというものである。Sandbergは、Dreyfus and Dreyfus (1986 ; 邦訳1987) が示した熟達ステージ・モデルに従い、仕事観の変容が変わるとしている。つまり、初心者からエキスパートになるに従い仕事への意味が異なることが認識できる。

三つ目の「コンピテンシーの階層構造」は、熟達ステージ・モデルに基づくが、単に仕事の知識やスキルだけが階層構造するのでなく、問題解決や組織活動においてコミュニケーション能力や動機づけというコンピテンシーの階層構造をもたらすというものである。

この「仕事の意味」、「仕事観の変容」、「コンピテンシーの階層構造」は、初心者からエキスパートにおいて、技術レベルが変わり、何が期待されるかを理解することも違うことが認識される。この点は、本論文において非常に重要なことと認識する(注10)。

つまり、表 1-9 に示すように、技術者におけるコンピテンシーの形成は、学歴ではなく職務を通じた経験が影響するものであり、これが正しいとするのであれば、技術レベルの異なる初心者とエキスパートとでは形成されるコンピテンシー要素は異なるのである。

表 1-9 エンジン最適化の経験年数

特 徴		エンジン最適化概念		
		個別品質の最適化	相互品質の最適化	顧客視点の最適化
教育機関	技術系大学修士卒	1	6	1
	技術系高校卒	5	4	3
最適化部門 経験年数	勤務年数	0-12	0-12	11-18
	平均	4.8	5.5	13.8

出所) Sandberg(2000), p.20。

注10 : Dreyfus and Dreyfus(1986 ; 邦訳 1987)の熟達のステージ・モデルは、初心者からエキスパートまでを能力発達段階で整理したものである。各階層で必要な経験を積むことが最善の行動をとるとされることから本論文での業績判別は問題ないと考える。ただし、エキスパート=卓越したパフォーマーであるかは実証されていない。

4-5 小括

本節では、コンピテンシー形成に関する先行研究をレビューした。コンピテンシーの形成には職務での経験が大きく影響を及ぼし、知識やスキルだけでなく仕事の意味を理解するための個人の特性が重要であることが確認された。その経験とは、視野の拡張、視点の転換、行動習慣、意識化習慣というプロセスを試行錯誤することにより、個人が認知することである。また、技術レベルの異なる初心者とエキスパートとでは、形成されるコンピテンシー要素が異なることが先行研究レビューにより明らかになった。

5 まとめ

本章では、コンピテンシーに関する先行研究をレビューし、コンピテンシー要素、コンピテンシー研究アプローチ、コンピテンシーの形成について見てきた。そのことから本論文にどのような示唆が得られるのかをまとめてみたい。

Spencer and Spencer によるとコンピテンシーとは、「ある職務または状況に対し、基準に照らして効果的、あるいは卓越した業績を生む原因として関わっている個人の根源的特性」とされている。この卓越した業績を生む原因としては、動機、修正といった個人の特性がコアとなり、それを取り囲むように目標達成とアクション、リーダーシップ、人的資源管理、指揮命令、他者への関心、専門知識といった職務を遂行するために必要な要素があげられている。そして、それらの要素が業績に結び付くとされている。このように、コンピテンシーは状況に応じて可変的な要素であり、職務の状況によりコンピテンシー要素の強弱が変わるものと考えられる。

また、Spencer and Spencer によるとコンピテンシーは生まれたときから備わった能力ではなく、個人が学習することにより形成される。近年のコンピテンシーの形成に関する研究には、自己経験と他者経験を取り入れるという2つの要素があるとする研究がある。この2つの経験を継続的に行なうことにより、視野の拡張、視点の転換、行動習慣、意識化習慣というプロセスがもたらされ、試行錯誤することによりコンピテンシーが形成されるとされている。

本論文の問題意識に照らし、コンピテンシー研究を考えてみたい。製品開発を担当する技術者という専門職では、組織環境と職務要求に従ったコンピテンシーが形成されるのではないだろうか。彼らは、所属する組織に密接に関連し、組織に対する準拠した行動が強くなる。そして、職務行動を通じて経験した学習が、コンピテンシーを形成するのである

ならば、これまでの企業内でのキャリア、学習パターンが異なることにより、個人のコンピテンシーに違いが生じるのではないだろうか。卓越した技術者のコンピテンシーを調査によって明らかにすることができれば、彼らに成果で差を付けられている者がどのように学習したのかを具体的に照らし合わせることで、そのコンピテンシー要素をもたらした背景が考察できると考えられる。

これらの本論文へのインプリケーションについて述べる。コンピテンシーに関する先行研究をレビューすることによって、卓越したパフォーマーとそうでないパフォーマーとでは成果を高めるためのコンピテンシーの要素が異なるのではないだろうか、そして、それらの要素は同じであっても、その強さが変わるのではないだろうかという仮説が得られる。

卓越したパフォーマーたちは、組織を取り巻く環境を理解するとともに、挑戦的な目標を掲げ、粘り強く取り組む姿勢や個人が自律的に重視する学習・行動もそうでないパフォーマーとは異なる。これらを製品開発の技術者に置き換えた場合、前者は開発するプロジェクトに求められる技術を粘り強く実現に向け努力したり、そのため社内外の知識を効率よく活用するのではないかと考えられる。

このように考えると、実証研究を行うことによって、卓越したパフォーマーとそうでないパフォーマーとではコンピテンシーを形成する要素に違いがあるものと認識することができると考えられる。

そして、コンピテンシー・モデルを開発する方法・ツールである。コンピテンシー・モデルを開発する方法・ツールには、複数の方法がある。本論文は、コンピテンシー・モデルの正当性、妥当性を優先するため、過去行われてきた方法・ツールにおける利点と限界を理解し、本論文が行おうとするコンピテンシー・モデルに最も適した方法やツールを検討してきた。その結果、卓越したパフォーマーとそうでないパフォーマーの人材選別方法においては、より客観的な測定方法と分析が重要であることが明らかになった。本論文は、対象の職場における業績の評価尺度を設定し、その評価尺度を基に評価試験を実施する。また、評価試験に合わせ、上司・同僚によるアンケート調査を行い、定量的な分析結果と質的なアンケート結果をもとに人材の選別を行うこととする。

そして、彼らのコンピテンシー・モデルを開発するため、行動結果面接（BEI）というインタビューと研究者が実際の職務を観察することで、彼らのコンピテンシーを抽出し、コンピテンシー・モデルを開発するものである。

第2章 組込みソフトウェア技術者の職務特性

1 はじめに

組込みソフトウェア技術者は、さまざまな市場で使用されている電子機器や精密機器を最適な状態へと制御するためのソフトウェア開発に従事している。この制御系ソフトウェアを開発する仕事は、ソフトウェアのみならずハードウェアや電子部品などの開発と並行して行われる。今作られようとする製品のハードウェアがどのようなものなのか、または自分たちの作ろうとしているソフトウェアは何をどのように制御するのかを、システム仕様書をもとにしたシミュレーションモデルや試作品から得られたデータを確認しながら、ハードウェアを構成する要素を開発する技術者と協働して、製品化をめざしていく。協働する技術者は社内に限らず部品メーカーや研究機関に所属しており、組込みソフトウェア技術者は高い専門的な技術知識を駆使する人たちであることが理解できる。

その一方、同じようにソフトウェアを開発する仕事に汎用コンピュータのシステムを開発するソフトウェア技術者がいる。彼らは社会のシステム化を担うというソフトウェア産業の基幹であり、様々な領域において業務や社会活動のシステム構築に携わっている。ひとつひとつが小さな範囲、あるいは部分的な領域に限定されたものであっても、それらが集積されてまとまりが可能になった時点で、社会全体に影響を与える可能性がある。彼らは、ソフトウェアやコンピュータに関する高度な技術やスキルを駆使することで、不特定多数の社会に支持される新機能のソフトウェアの開発に没頭する人として捉えられる。ただし、製品が社会システムであり、組込みソフトウェア技術者の対象とする自然科学分野とは事情が異なっている。

このようにソフトウェア技術者は、ソフトウェアが対象とする分野によって協働する技術者が異なり、同じソフトウェアの開発を行うものであるが、ソフトウェア技術者を研究する上において、この違いは目をそむけることのできない大きな特徴といえる。

本論文では、組込みソフトウェア技術者に適合するコンピテンシー要素にはいくつかの違いがあると予測している。そのため、本章では組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー研究が先行研究には見られないことから、ソフトウェア技術者を対象とする先行研究をレビューし、その特性をまとめたい。

組込みソフトウェア技術者とソフトウェア技術者の職務特性には、同じソフトウェア技術者という名称であったとしても、全く異なるコンピテンシー・モデルが得られるかもし

れない。その違いを明確に示し、どのような要因がコンピテンシーの違いをもたらすのかについて論及したい。

2. ソフトウェア技術者のコンピテンシー

ソフトウェア技術者は、第1章でみてきたようなコンピテンシーのうち、どのような特徴を示すのだろうか。そして、それは、所属する企業でどのように発揮しているのだろうか。実際の企業を扱った先行研究をみていきたい。まず、ソフトウェア技術者のコンピテンシーについてである。ソフトウェア技術者の職務は、仕事の受注を起点に、調査、概略設計、詳細設計、コーディング作業、デバッグ作業、総合テストというソフトウェア開発の流れに沿って進められる。表 2-1 に示したのが、ソフトウェア技術者の職務で求められる変数である。彼らは、表 2-1 に示す変数を持ち、職務に従事しているのである。

表 2-1 ソフトウェア技術者の職務に必要な項目と変数

項目	変数
(1) プロジェクト内容関連 ① プロジェクトの性質 ② 開発分野 ③ 作業工程 ④ ソフトウェアの規模 ⑤ ミッションクリティカル度 ⑥ 要求品質 ⑦ 納期の融通 ⑧ 仕様変更の度合い	受託・プロダクト／新規開発・再利用可能 事務系、ツール系、制御系 要件定義、基本定義、詳細設計、プログラミング、テスト、メンテナンス 大、中、小 大、中、小 信頼性、速さ できる、できない 多い、少ない
(2) 作業環境関連 ⑨ 作業場所 ⑩ 開発マシンの場所 ⑪ 開発環境 ⑫ 開発技法	自社内、派遣先 自社内、派遣先 整備十分、不十分 整備十分、不十分
(3) 作業体制関連 ⑬ プロジェクト構成 ⑭ 同時進行プロジェクト数	人数（小、大）／メンバーの技量 併任あり、なし
(4) 組織形態 ⑮ 会社の規模 ⑯ 会社の技術力 ⑰ ユーザーとの関係	大、中、小 良好、不調

出所) 藤垣(1996)、20 頁の表より。

このような特徴のあるソフトウェア技術者のコンピテンシーについて、Turley and Bieman (1995) によると表 2-2 に示すようなコンピテンシーがあげられている。ソフトウェア技術者のコンピテンシーは、独自の振る舞いをソフトウェア技術者が行うため、プロモーション能力に劣ることをあげる。また、より卓越した業績を生む人たちほど他者を助けていることも指摘する。特に、会話によるディスカッションが有効であり、経験の浅いソフトウェア技術者が、より熟練したソフトウェア技術者に何度も質問を繰り返すという行動がみられるとしている。

表 2-2 Turley and Bieman (1995) のコンピテンシー要素

コンピテンシー	
(1) 他者を助ける	<i>Helps others</i>
(2) 積極的な管理行動	<i>Proactive role with management</i>
(3) 明確な強い信念の明示	<i>Exhibits and articulates strong Conviction</i>
(4) 技能とテクニックの習熟	<i>Mastery of skills and techniques</i>
(5) 大きな視点を維持	<i>aintains "big picture" view</i>

出所) Turley and Bieman (1995)。

ソフトウェア技術者にとっては、マニュアル化された開発手法はそれほど有効でなく、それらを利用できる時間が十分でない状況である。そのため、卓越した業績を生むソフトウェア技術者が教育担当となり、メンターとして自分の持つ技術を伝えることが最も効率の良い方法であると提示する。

本論文は、組込みソフトウェア技術者のコンピテンシーを考えるうえで、ソフトウェア技術者の特性を考慮しながら、本論文の研究対象である組込みソフトウェア技術者の行動特性を明らかにしていきたい。その際、組込みソフトウェア技術者の 2 つの特徴に注意すべきである。一つは、組込みソフトウェア技術者の仕事は市場からのニーズと組織からの職務への要求に適応することであり、もう一つは、組込みソフトウェア技術者という存在そのものが、自己のアイデンティティを持ちつつ他部門との整合性を図ることである。本章では、この適応性と整合性を軸に彼らの行動特性を考察していきたい。

このことから、ソフトウェア技術者に比べ組込みソフトウェア技術者は、より市場の環境に近い製品を開発することから、Briscoe and Hall (1999) のメタ・コンピテンシーの特性が表れるものと推測される (メタ・コンピテンシーの詳細は 31 頁を参照)。メタ・コンピテンシーは、卓越した業績をもたらすために、環境変化に継続して学習するプロティアン・

キャリア（変幻自在のキャリア）の統合モデルの重要な要素である適応性とアイデンティティの探索が必要である。環境変化に自己の能力を適切に発揮させるためには、技術の進展とともに技術者としての基礎知識やスキルとキャリアに応じた組織的な志向が必要であるという考えである。つまり、質の高い学習や経験を積むことでコンピテンシーが形成され、卓越した業績をもたらすということが理解される。

組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー・モデルを開発するためには、彼らの仕事への行動内容と、技術的な知識やスキルを理解しておく必要がある。次の第3節では、組込みソフトウェア技術者が職務を遂行するためのコンピテンシーを考察する。

3 組込みソフトウェアの開発プロセス

本節は、メタ・コンピテンシーの概念に従い、組込みソフトウェア技術者に求められる適応性やアイデンティティについて概観する。それらを明らかにするためには、組込みソフトウェア技術者の仕事の内容を理解する必要がある。彼らの仕事のプロセスに沿ってその内容を整理し、プロセスごとに求められる能力や行動特性をみていきたい。なお、組込みソフトウェアには、開発タイプによって仕事の内容が異なるのであるが、本論文では議論の拡散を避けるために、本論文が研究の対象としている市場に最も近いアプリケーション開発領域を担当する技術者を例に考えていく。

まず組込みソフトウェアのシステム概念について説明を行い、そのシステムを開発するプロセスについて説明する。図 2-1 が、組込みソフトウェアのシステム構造である。組込みソフトウェアには、あらかじめマイコンの中に組み込まれたハードウェアに最も近い OS（注 10）、ドライバーのソフトウェアをはじめ、ミドルウェアの Wrapper システム（注 11）、アプリケーション・ソフトウェアがある。本論文が対象とする領域（domain）は、アプリケーション・ソフトウェアの開発である。

注 10：OS とは Operating System の略。コンピュータで、プログラムの実行を制御するためのソフトウェア。ジョブ管理・入出力制御・データ管理およびこれらに関連した諸サービスを行う基本ソフト。

注 11：Wrapper とは、プログラミング分野であるクラスや関数、データ型などが提供する機能やデータを含み、別の形で提供するドライバーである。利用は、元のクラスではそのまま利用できないとき、別の環境でアプリケーション・ソフトウェアが利用できるようにするときなどがある。wrap は包むという意味。

川面ら(2000)によると、組込みソフトウェアは、人工物、寸法、状態、製作過程などを最も良く目的に合致させる最適化システムであると定義している。この最適化システムは、解決すべき問題の解を最適解、システム設計上での最適解を最適設計と呼ぶ。最適設計のモデルには、図 2-2 に示すように単一目的の最適化と複合領域の最適化の2つがある。単一目的の最適化とは、目標項目に対してパラメータを変更しながら目標項目が目標値になるようにパラメータを求める。複合領域の最適化とは、より巨大なシステムの最適化であり、システムの結果が他システムのパラメータになるなど構造が複雑である。

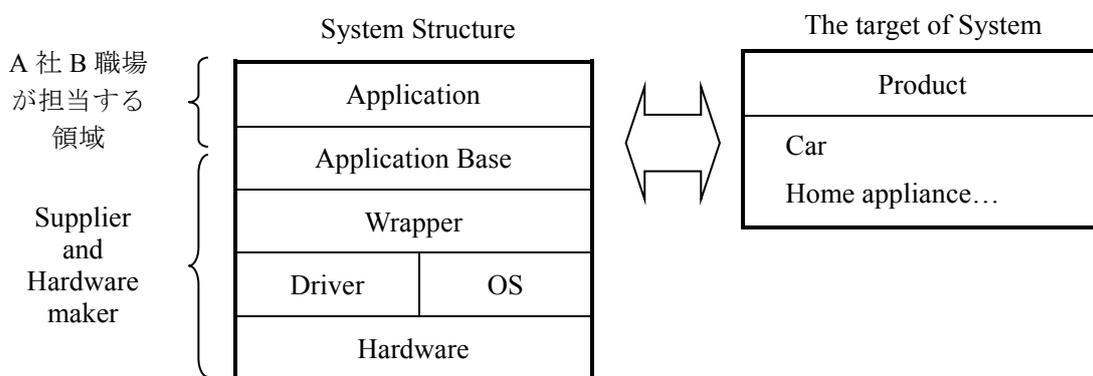


図 2-1 組込みソフトウェアのシステム構造

出所) B 職場からの提供資料を基に筆者作成した。

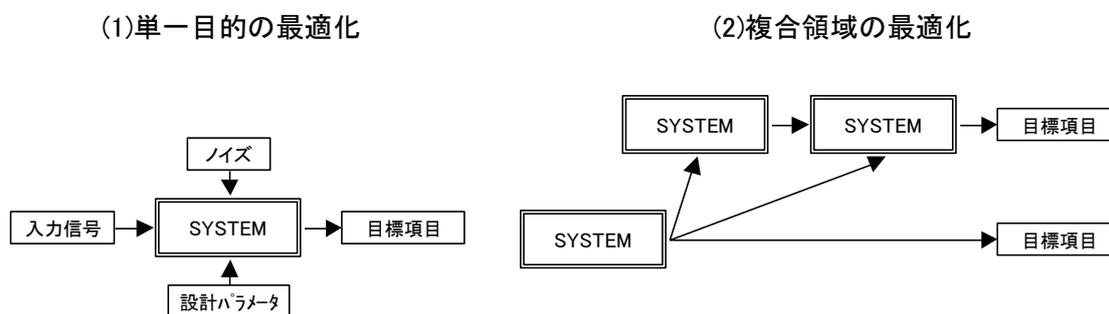


図 2-2 最適化の種類

出所)川面(2000)。

例えば、自動車の場合、エンジンの最適化の進め方は、あらかじめ性能・品質に影響が予想される要素に対して、最適なロジックの仕様検討と部品を制御するパラメータ調整が行われる。図 2-3 に示すように、製品の環境と運転者のアクセルを踏み込む状態を検知しながら、メカのエンジンの状態を見て、その計測データを解析し、最適となる燃料噴射量が決められる。この最適は、性能、品質、信頼性などの複数の要求が存在する。これまで、この最適化には、技術者が実験を繰り返すことで求められていたが、近年、CAD（Computer Aided Design：コンピュータ支援設計）や予測技術という情報技術による開発支援ツールにより、この最適化が自動化され、簡単な作業でできるようになってきた。しかしながら、新技術の採用による制御システムでは、従来の検証範囲を超えるものになりやすく、自動化された検証作業だけでは十分な最適化が図れない場合がある。そのため、従来の検証範囲以外で発生する動作不良による問題を手作業で調整しなければならなくなり、技術者の能力により性能・品質が左右される。

図 2-4 は、組込みソフトウェア開発の V 字型プロセス・モデルである。この V 字型プロセス・モデルは、組込みソフトウェア用として開発されたものであり、左側の机上作業と右側の検証を対にすることで、どのプロセスと関連しているのかが明確になることから採用されている。

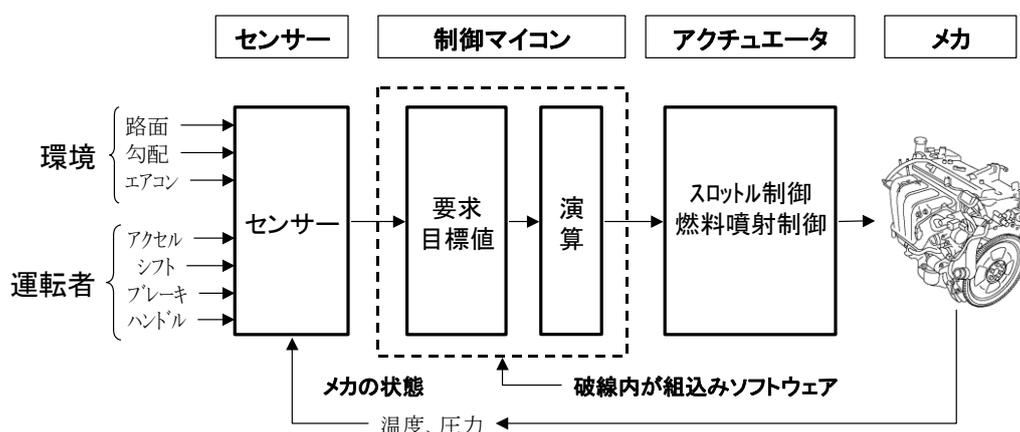


図 2-3 自動車の場合の組込みシステム概要

出所)筆者作成。

組込みソフトウェア開発のプロセスは、ユーザーのニーズやプロジェクトからの要求を調査し、開発するシステムの要件を定義して、システム開発構想書および啓発計画書が定められる。

システム要件を定義するうえでは、ユーザーのニーズの把握、課題となる制御機能の分析が重要になる。そのために、市場調査や現行のシステム機能を調査することによって、実際に製品が使用されるユーザーがどんな機能を使用したいのか、どんな使い方をしたいのかを調査する。近年では、このような要求分析への期待が高まっている。技術者がシステム要件定義をする際に、ユーザーに言われるままに目標を立てるのでは不十分である。システム開発に携わる実務家（組込みソフトウェアレポート,2006）も指摘している通り、ユーザーが明確に知覚していない潜在ニーズを掘り起こし、より良い解決策を創造することが求められているのである。そうした技術者からの提案を行うためには、プロジェクト開発の課題や目標に関する十分な業務知識が必要であると同時に、ユーザーの潜在ニーズを探り出すことのできるコミュニケーション、フットワーク、要求からの洞察力などが必要である。

その要求仕様続くプロセスは制御仕様設計である。ここではシステム要件に基づきシステムの機能設計が行われ、機能別に処理形態や処理サイクルが明確にされる。また、センサーやアクチュエータなどの入出力信号設計も仕様書としてまとめられる。

この段階では、システムで機能すべき動作を技術的にどう実現させるかが意識されることになる。この段階で設計されるのは、機能やロジックであり、技術者が用いる知識は、制御する対象であるメカニカルが中心である。しかし同時に、どのような制御技術が用いられるべきか、技術的に問題になるのはどこかが事前に予測され、解決への調査、分析が行われる。つまり、ここでは、課題に対する制御知識と制御対象のメカニカルに関する知識が連結されていくのである。

制御仕様設計が完了すると次はマイコンへの実装である。システムのプログラムが実際に作成される段階である。機能別の設計に基づき、プログラムに分割され、さらにいくつものモジュールへと分割される。入出力されるデータもプログラム開発と同時に組み込まれ、そのアクセス方法まで含めてプログラムが組まれる。

次に、システムのテストが行われ、適合検査が完了した後、システムが製品に組み込まれる。この検証段階および適合段階で、システムのバグや市場不適切な不具合が徹底的に削除されることになり、製品としての完全性が追求されるのである。

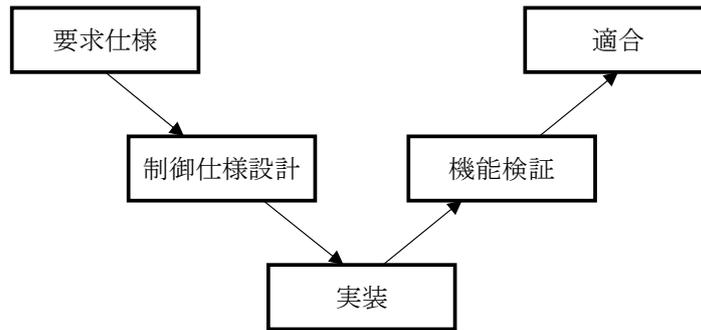


図 2-4 制御システム開発のプロセス

出所) 徳田(2008), p.121。

4 組込みソフトウェア技術者の能力

組込みソフトウェア開発のプロセスから上流工程の要求仕様、制御仕様設計と下流工程のプログラミングと機能検証および適合検証では、技術者が主に用いる知識や行動の違いがわかる（注 12）。それは、上流工程ほどプロジェクトなどの課題や組織上でのコミュニケーションなど専門知識以外の能力が重要になる。一方下流工程ほどシステムやメカニカルに関する技術的知識の比重が大きくなる。

また、下流工程では、システムがいくつものモジュールに分割され、多くの技術者によって分業が行われている。言い換えれば、上流工程になるほど担当者はシステム全体を理解することが望まれ、より論理的な思考が求められるのである。

組込みソフトウェアの場合、上流工程ではシステム全体での仕様検討が行われ、下流工程になるほど、個々の機能単位に領域が狭まり、より一層の技術的なスキルが望まれる。第 1 章でも述べたように、技術者は経験を積んでその知識やスキル、またはコンピテンシーが形成されるとともに、上流工程を担当するようになる。そのため、技術者は経験を積むに従い、技術的な知識だけでなく、高度な論理思考や問題解決能力などを身につけ、組

注 12: 製品開発のプロセスが、川の流れのように上流工程から下流工程へ流れることからこの名称で呼ばれている。ソフトウェア開発の場合、ウォーター・フォール・モデルによる開発が最も有名であるが、現在では必ずしもウォーター・フォールが採用されているわけではない。組込みソフトウェア開発においては、プロセスの左側に企画・設計段階を示し、右側にその活動に対比した検証段階の V 字型プロセス・モデルが一般的になっている。

表 2-3 組込みソフトウェア技術者に求められる知識とスキル

分類	項目	内容
技術要素に関する技術的知識・スキル	通信	通信技術、放送技術、インターネット通信技術
	情報処理	データ入力、音声情報入力技術、セキュリティ技術、圧縮処理技術
	マルチメディア	データ圧縮・伸張など音声、画像処理技術
	ユーザインターフェース	ボタン、座標などデバイス制御
	ストレージ	メモリなどのインターフェイス技術
	計測・制御	電気、圧力、光などの理化学入力技術、アクチュエータなどの理化学出力技術
	プラットフォーム	プロセッサ、基本ソフトウェア技術
システム開発に関する技術的知識・スキル	システム要求分析	調査・分析方法、基本設計手法、データベース、設計手法など
	システム設計	各種プログラム設計のための技法
	ソフトウェア要求分析	ソフトウェア要求事項の定義、ソフトウェア要求事項の評価・レビュー
	ソフトウェア作成とテスト	プログラミングの作成とプログラムテスト項目の抽出、コードレビューとプログラムテスト項目のデザインレビュー、プログラムテストの実施
	ソフトウェア結合	ソフトウェア結合技法の設計、テストの実施
	ソフトウェア的確性確認	テスト項目抽出とテスト手法の決定およびレビュー
プロジェクトマネジメント	組織マネジメント	経営と組織、チームビルディング、OBS など
	統合マネジメント	会議運営メソッドロジ、レビュー
	コストマネジメント	ROI、ROE、見積り手法、EVM など
	コミュニケーションマネジメント	ドキュメンテーション技法、面接方法、プレゼンテーション技法、会議の進め方
	品質マネジメント	ブレーン・ストーミング、品質管理、PERT、監査、故障解析統計的手法、傾向分析
開発プロセスマネジメント	開発プロセス	システム開発プロセス設定、レビュー設定
	知財マネジメント	関連法規、管理システムなど
	開発環境マネジメント	開発環境企画、設計、構築、運用管理など
	構成管理・変更管理	識別、統制、記録、監査など

注) 表の略語は注 13 にまとめる。

出所) 経済産業省 (2005) を基に筆者が一部修正した。

織全体または製品全体での業績を捉えることのできる能力を体得しなければならないのである。つまり、卓越したパーフォーマーは、経験によりキャリアを積むとともに、技術的知識だけでなく、多くの多面的な能力が備わってくるのではないかと考えられる。

表 2-3 は、経済産業省商務情報政策局（2005）が提示する組込みソフトウェア技術者に必要な知識や技術項目である。それらは大別して、①技術要素に関する技術的知識・スキル、②システム開発に関する技術的知識・スキル、③プロジェクトマネジメント、④開発プロセスマネジメントに分けられる。上流工程を担当する技術者にとっては、③と④が重視され、下流肯定を担当する技術者にとっては、①と②が重視されることになるだろう。

また、上流工程を担当する技術者の中でも、ユーザーの目的やプロジェクトの目標を達成するためには、ソフトウェア開発の実質的な競争力を高める必要があり、技術的にどこまで実現できるかが求められる。そのため、彼らには①や④が重要になるだろう。さらに、品質に責任を持ち開発を進めなければならないときは、ソフトウェアの検証ができるアプリケーションに関する知識も持つことが求められる。

以上でみてきたように、組込みソフトウェア技術者は、上流工程を担当するものであっても下流工程を担当するものであっても、質の異なる複数の知識やスキルが用いられ働いている。それは、経験を積み、キャリアの進展とともに上流を専門的に担当するようになるほどその知識やスキルは複雑で広がる。つまり、組込みソフトウェア技術者のコンピテンシーの形成は、一つのある領域の専門分野に特化した能力ではなく、より複雑で多くの知識や能力が形成されるといっても誤りではないと考える。

注 13 :

OBS : (Organization Breakdown Structure) プロジェクト全体を細かい作業に分割し、担当する人員を配置した組織分割構成。

ROI : (Return on Investment) 利益を投資家資本で割った比率。投資利益率ともいう。

ROE : (Return on Equity) 株主資本利益率あるいは自己資本利益率ともいう。税引き利益を自己資本で割った比率。

EVM : (Earned Value Management) コスト・スケジュールに着目して、プロジェクト全体の実績を分析する手法。

PERT : (Program Evaluation and Review Technique) パート。工程管理において時間とコストの最適化を図るネットワーク手法の一つ。

5 組込みソフトウェア技術者の学習

これまでに、組込みソフトウェア技術者に求められる知識やスキルの内容を整理してきた。組込みソフトウェア技術者の成長は、それらを獲得していくことになる。本節では、そのためにどのような学習が行われているのかをみていきたい。

組込みソフトウェア産業実態調査（経済産業省、2005）によると、ソフトウェア開発においては、標準的な作業方法や作業量が確立されにくいことが指摘されている。教育に関するアンケート調査によれば、ソフトウェア開発の標準化はいまだ成果は不十分であり、そのため、個人の能力に依存された形で学習が行われている。

そのため、個人の能力の向上が非常に重要なものとなるのであるが、標準化が困難な知識やスキルの習得は、実務経験（88%）、研修セミナー（69%）、独学（55%）、OJT（51%）の順で有効な手段であるとされている。このことから、個人の学習は、研修セミナーや独学よりも実務（OJTを加えた仕事を通じた学習）に強く依存したものとなっている。

実務による学習には、実践的な知識やスキル、経験を通じて身につけるというメリットがある。その背景には、組込みソフトウェアは環境や顧客ニーズなどの変化への適応が求められるため、標準的な教育訓練による人材開発には難しい要因があるのであろう。

しかしそれには欠点があり、実践中心の学習では、各人の経験の違いが能力の差に結びつくことが考えられる。組織からみれば、個人により能力に差があることは業績の管理を難しくする。そのことが、仕事が個人に依存してしまうことにもなる。

また、研修セミナーや独学による学習も多い。これは、情報技術の進展に伴って、社内外の教育セミナーなどを利用した学習であり、現在の状況に即応していく学習と、将来に向けて知識やスキルを身に付けていく学習が行われている。

組込みソフトウェアは、複数でモジュールがまとまり全体を構成するシステムである。そのため、職務の違った部門との関連が強くならざるを得なくなり、実践的な知識が重要であり、即応性を目指した教育セミナーにより学習することが効果的な手法になるのであろう。しかしながら、前節で述べたように、高い専門性と複雑で多くの知識やスキルが望まれる仕事である。一人前の技術者になるには、実践だけではなく、システムを構成する各々の要素技術に関する理論を知らなければ、先進的・普遍的に成果を導き出すことは難しい。つまり、実践のみに依存した学習では不十分であると考えられる。

6 組込みソフトウェア技術者の行動特性

組込みソフトウェア技術者の行動特性も知識やスキル、および学習と同様に多くの要素が存在する。開発の上流工程を担当する技術者が、システムに関する技術知識だけでなく、アプリケーション・ソフトウェアや市場のニーズに基づいて、業務にあたることは前節で述べたとおりである。市場ニーズを調査するとき、システム要件定義をするとき、ユーザーの使用状態をみるときには、プロジェクトの管理能力、品質マネジメント、コミュニケーションマネジメントなどのプロジェクトマネジメントの知識や能力を積極的に活用することになる。

それらの知識や能力は、市場の状況や開発するプロジェクトの状況に合わせて発揮される。また、それらのことで自己の経験として形成される。このように、技術者は、ユーザーや他部門の技術者と強い結びつきを持つ必要がある。

下流工程を担当する技術者は、まずソフトウェア開発のテーマとなるプロジェクトの目標や課題をよく理解し、計画に必要な情報を入手する。そして、計画が立案され、マイコンが処理可能なプログラムへと転換していく。これが下流工程における上流工程から受け継いだ要求仕様や制御仕様設計を基に市場適合に至るプロセスである。そのため、上流工程から得られる情報は単なる要望やニーズでなく、ソフトウェア開発の構成要素となる。

つまり、ユーザーニーズや上流工程を担当する技術者の思いが、後半を担当する技術者に引き継がれ製品の良し悪しを左右することになる。最終段階である機能検証と市場適合は、単なるシステムの動作を設計通りに動作させるだけでなく、仕事を成し遂げるうえで、ユーザー、上流工程を担当する技術者などが協同者となっているという性格を持っている。

このため、ユーザーや上流工程を担当する技術者などの協力が得られるように行動するかが技術者の仕事の成果に影響を与えると考えられる。

7 複数の職種と責任

このように、組込みソフトウェア開発は多くの協同作業によって進められている。近年では、情報技術の発展からネットワーク化が進んでいる。ソフトウェア技術者が開発するシステムの多くが、複数のモジュールにより形成され、それらが複合し、情報が関係部門間のネットワークで飛び交っている。また、モジュールのソフトウェアを開発する要素技術も高度化しており、ハードウェアの機能向上と共にソフトウェアも拡大し、システム開発はそれぞれの職務を担当する技術者の協同で進められている。

表 2-4 は、経済産業省商務情報局情報処理振興課が 2005 年に提示した組込みソフトウェア技術者の職種と責任の対応表である。この表から多くの職種が想定されていることがわかる。それぞれの職種には、責任範囲があり、さまざまな分野での責任を持ち開発が進められている。各職種に所属する技術者は、それぞれの技術者と協同で全体のシステムを完成させているのである。

表 2-4 組込みソフトウェア技術者の職種と責任の対応表

職種名称	責任の範囲	責任の例
プロダクトマネジャー	商品開発の事業	収益、貢献
プロジェクトマネジャー	プロジェクト	品質、コスト、納期
ドメインスペシャリスト	技術の展開	プロダクト（商品）開発の効率性
システムアーキテクト	システム構造・実現方式	開発の効率性・品質
ソフトウェアエンジニア	ソフトウェア開発の成果物	品質、生産性、納期
ブリッジ SE	外部組織との共同作業	品質、コスト、納期
開発環境エンジニア	開発環境の品質	使用性、作業効率
開発プロセス改善スペシャリスト	組織の開発プロセス改善実施	プロセス改善効果
QA スペシャリスト	プロセス品質プロダクト品質	出荷後の品質問題
テストエンジニア	システムの検証	品質、テスト効率性、テスト納期

出所) 経済産業省 (2005)。

8 まとめ

本章では、本論文が研究対象としている組込みソフトウェア技術者に関する先行研究をレビューし、組込みソフトウェアを開発する職務特性を見てきた。そこから本論文にどのような示唆が得られるかをまとめてみたい。

まず、組込みソフトウェア技術者が必要とする知識とスキルである。経済産業省商務情報政策局 (2005) に規定された知識とスキルによると、組込みソフトウェアの職務は、プロダクトマネジャー、プロジェクトマネジャー、ドメインスペシャリスト、システムアーキテクト、ソフトウェアエンジニア、ブリッジ SE (System Engineer)、開発環境エンジニア、開発プロセス改善スペシャリスト、QA (Quality Assurance) スペシャリスト、テス

トエンジニアなど 10 種類の職務がある。それぞれに責任範囲が設定され、求められる知識やスキルも領域により異なることが分かった。また、彼らに求められるのは専門的知識だけでなく、組織に関する調整能力や製品開発プロジェクトに関する管理的な項目も含まれていた。例えば、製品開発プロジェクト固有の技術的な知識、生産性を改善するための活動があげられる。

その中で、組込みソフトウェア技術者は自己能力の向上のため教育や実践的な研修セミナーなどに参加している。組込みソフトウェア技術者の学習については、学習の機会の多くが仕事を通じた実践学習に依存し、実践で得られた知識やスキルによって学習が行われていることがわかった。しかしながら、彼らは新技術に関する領域については、企業外部の教育機関（大学、エンジニアリング会社）の研修セミナーに参加することにより吸収している実態がうかがえた。組込みソフトウェア技術者の職務タイプにより学習への形態や、組織および開発プロジェクトに関係する責任も異なることが分かった。

つまり、組込みソフトウェア技術者の育成には、(1)実践を通じて学習する方法と(2)専門の教育機関での先進的・普遍的な技術を習得する方法の 2 つがある。

そのような職務特性と学習に関する特徴を持った組込みソフトウェア技術者の行動特性は、担当が上流工程であっても下流工程であっても、関係部門との連携行動が求められている。それは業務標準に規定されたプロセスではなく、開発で抱えた問題の背景や文脈に応じた柔軟な行動をとっているのである。部門間連携の重要性は、組込みソフトウェアの制御系仕様に大きく影響することから相手先とともに製品機能の適合性を達成しなければならないという事情があげられている。

これらのことから、本論文へのインプリケーションを考えてみたい。組込みソフトウェア技術者は、専門的知識やスキル、組織や製品開発プロジェクトを管理する行動や範囲が個人によって異なることが考えられる。そのため、コンピテンシーも担当者によって違いがある。そのコンピテンシーの違いは、彼らの技術レベルの差によってもたらされる。つまり、彼らには業績に差があり、それをもたらすコンピテンシー・モデルが異なるものと考えられる。

この本論文の考えを基に、彼らを観察することにより、どのように考え、何を重要視してきたのかが明らかになるのではないかと推測される。そして、そこで捉えた特性は、個人の成果に違いとなって現れるのではないかと推測される。

第Ⅱ部 事例研究

第3章 事例研究の調査設計

1 調査の目的

第Ⅱ部では、卓越した業績をもたらす技術者のコンピテンシーを明らかにするために、実際の製品開発職場における調査を基にした事例研究を行う。前章までレビューを行った文献は、多くの示唆を含んでいるが、それらの研究対象の多くがわが国の製品開発とはあまり関係のない組織であった。その知見を基に、より説得力を持って経営組織に生かしていくためには、実務の現場における卓越した技術者の事例を通じて、その有効性および妥当性を明らかにする必要がある。

文献レビューの発見事実から導出した具体的な実証研究には、次の3つの検討項目がある。まず第一に、業績の効果尺度に基づいた、卓越した業績をもたらす技術者と他の技術者を選別する方法を検討することである。組織によっては、業績によって選別することが不可能であるかもしれない。例えば、職場の上司は「うちの職場は目標が共有されており、個人によって業績に差が生まれるなど存在しない」、または「もし低い業績をもたらすものがいたなら人材育成を図っている」などと主張することが考えられる。しかしながら、経済産業省の組込みソフトウェア開発の実態調査（2008）によると、一部の優秀な技術者が成果に影響を及ぼすためその職場の中心となり、業務の負担が集中していることが問題であるとされている。そのため、卓越した業績をもたらす技術者と他の技術者に職務の行動に何らかの違いが存在することが推測される。つまり、製品開発を担当する技術者には行動の違いがあり、その結果、業績に違いをもたらしているのではないかというのが本論文の問題意識にある。そのため、本論文の実証研究は、対象職場における業績効果の評価基準に照らした技術者の選別を検討するものである。

第二の検討は、卓越した業績をもたらす技術者が製品開発組織の中でどのようなコンピテンシーを発揮しているのかである。卓越した業績をもたらす技術者とは、行動特性に違いがあることが推測される。卓越した業績をもたらすためにどのような工夫がなされているのか、どのような条件の下でコンピテンシーが機能しているのかという問題である。これらのことを明らかにすることで、既存研究に対する貢献が生まれる。この問題意識については、第5章にて検討を行う。第5章では、業績により選別されたグルー

プの行動観察によるデータ収集を実施する。コンピテンシー・モデルを開発するため、行動観察による行動の頻度とアンケート調査によるコンピテンシーの発生の強さという両面によりコンピテンシー要素の分析を行う。

第三に、コンピテンシー・ラーニングの考え方を前提に、どのようにコンピテンシーが形成されるのかを考察する。卓越した業績をもたらす技術者が、その能力を形成するのにどのようなことが必要だと考えるのかを見ていく。コンピテンシーを形成するために必要な経験を考察し、新人などの人材育成に対する貢献ができるものと考えられる。この問題は、第6章にて検討を行い、卓越した業績をもたらす技術者のキャリアを調査し、コンピテンシー形成に必要となるキャリアを考察する。

2 調査設計と調査方法

先行研究のレビューを基に、事例研究を検討するにあたり、本論文における研究フローを整理しておきたい。図3-1が本論文のフローである。

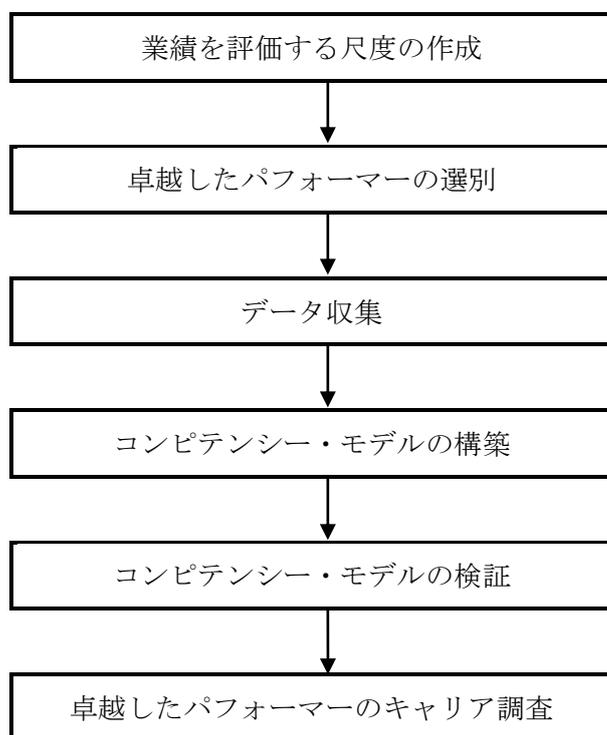


図3-1 調査フロー

出所) 筆者作成。

2-1 業績の評価尺度の定義

各ステップについて説明する。まず業務の評価尺度の定義は、研究対象となる職務における卓越した、あるいは効果的な業績を評価する尺度となる測定基準を明らかにする段階である。本論文の対象となる組込みソフトウェア開発の職場は、シミュレーションによるソフトウェア開発と実機による市場への適合が職務である。製品開発を行う技術者としては、自分たちが発案したアイデアを製品機能として満たすとともに、製品として市場に適合するように仕上がっているかが問われる。そのときの優れたとされる尺度は、顧客に対する成果となる。例えば、製品を開発する技術者にとっての業績基準は、競合他社に負けない製品を効率的に開発が行えたか、顧客が満足する品質であるのか、継続して顧客が満足する比率はどうか、販売後1年間に、製品が原因でのクレームの発生件数がゼロかといった尺度があげられる。

このような業績を正確に測る測定尺度を職務に対して設定することは重要である。もし、測定尺度が設定されていないと、卓越したパーフォーマーにもとづいて作成されたコンピテンシー・モデルは、対象とした職務での採用は不可能となる。つまり、満足いく尺度が設定されることで、そのモデルも的確な意味を示すことができると考える。本論文では、調査対象職場が職務課題（表 3-1）に対して、基準としている製品品質の基準を採用し、その基準に満足するか否かで業績を判断するものである。

表 3-1 B 職場の職務課題

モデル開発によるシステム設計 市場要求・法規制に適合した実機検証 品質・安全を保証するための提案
--

出所) A 社 B 職場の提供試料より筆者が作成した。

2-2 基準に基づく卓越した技術者の選出

次は、業績の評価尺度に基づいた卓越した技術者の選出である。本論文は、業績を想定した評価試験を実施し、その評価試験の結果による業績により研究対象である組込みソフトウェア技術者の層別化を行う。上司からのコンピテンシー評価を行い、評価試験と合わせて人材の判別を行う。

まず業績の評価尺度に基づいた評価試験は、尺度ごとの質の高いサンプルを選び出すために欠かせないものと考えられる。しかしながら、製品開発は一人の成果だけでなく、まわり

との調整や協力が不可欠である。そこで本論文では、卓越したパフォーマーについては、業績尺度による評価判断に加え、上司や同僚の意見を取り入れ、組織の成果に貢献しているかの評価も判断材料としたのである。

このように、本論文では、業績の評価尺度による評価試験と上司・同僚からのコンピテンシー評価により、組込みソフトウェア技術者を層別し、卓越した業績をもたらす技術者を選出する。

2-3 データ収集

データ収集は、卓越したパフォーマーとそうでないパフォーマーの職務における行動特性を観察するものである。観察は、技術者の職務への取り組み方の観察（直接観察）と、研究者が受身でなくケース・スタディの状況のもとで、実際の役割を担い、職務に参加する観察（参与観察）の2つの方法で行った。

まず直接観察では、被評価者の行動を直接的に観察する。具体的には、会議での発言、実験室での作業、仕様書の確認方法などの観察である(Yin, 1994)。本論文の直接観察では、現実性を高めるため、実際の職務時間中の行動を観察し、その結果から行動結果面接(BEI)を行った。BEIは、Spencer and Spencerの質問事項を基に質問票を作成し、職務上彼らが行動したことに対して説明を求めた。BEIだけでなく、直接観察を実施した理由は、本論文の中心的なテーマである状況的实践としてのコンピテンシーの形成という考えを深めるためである。それは、卓越したパフォーマーと他のパフォーマーの違いを捉えるためには、画一的な業務の流れや標準化された開発方法だけに対処する行動を捉えるのではなく、担当する職務に応じて、実践される仕事への工夫も必要であると考えられるからである。

参与観察は、研究者が研究対象の職務を担い、実際に参加することで仕事を観察するものである。具体的には、研究対象の職場における役割の範囲から、組織の社会的な相互関係を持ち、活動の計画策定にも関わる。この目的は、職務機能の役割を担うことやスタッフ・メンバーとして活動することにより、内部の視点により現実を正確に描写することである。その目的を前提とした観察を行うことで、ただ状況に応じた行動を観察するだけでなく、実践することにより相互的な関係や意思決定の意味を考察することができる。

このように、本論文は、伝統的研究により実証されたアプローチをベースに、各アプローチの問題に対応した方法により、コンピテンシーを導出するものである。

2-4 データ分析とコンピテンシー・モデルの構築

データ分析とコンピテンシー・モデルの構築では、卓越したパフォーマーと他の人材を峻別するために、これまで得られたデータを分析し、コンピテンシー・モデルとして概念形成を行うものである。

データ分析の進め方は、卓越した人材のグループと他の人材のグループから得られたデータを並べ、卓越した人材が示し、他の人材が示していない、あるいはその逆のコンピテンシーを見つけ出す。具体的には、次の2つで分析を行う。第一は、コンピテンシー・ディクショナリーの定義に合致する動機、考え方、行動をキーワードとして抽出する。第二は、上司のコンピテンシー評価に基づく数値的な強さによる要素の導出である。この2つの分析により、両グループの表出されるキーワードの差と上司による評価により正確なコンピテンシーが導出されると考える。

2-5 コンピテンシー・モデルの検証

コンピテンシー・モデルの検証は、導出されたコンピテンシー・モデルが妥当であるのかの証明を行う。Spencer and Spencerによると検証方法には、「同時クロス検証法」「同時構築検証法」「予見的妥当性」の3つがある。本論文は、その中でも「同時構築検証法」を採用する。「同時構築検証法」とは、再テストおよび再評価によりコンピテンシー要素のランクを確認するものであり、同僚によるアンケート調査により検証を行った。

「同時的クロス検証法」は、行動結果面接（BEI）を複数回行い、コンピテンシーをクロス検証するものである。本論文は、実証調査でBEIを採用しているが、コンピテンシー・モデルを導出した後の検証では時間的なコストからBEIは採用していない。

「予見的妥当性」は、訓練後、将来優れた業績を達成するかを検証する方法である。訓練を行うことへの検証は有効と考えるが、「予見的妥当性」は予測であり、将来も同じかどうか保障はできないという問題がある。本論文では、研究対象の環境が不確実性の高い部門であることから、この検証方法は妥当ではないと捉え、採用しなかった。

これらのことから、本論文は「同時構築検証法」によって検証を行う。具体的には、本論文で導出されたコンピテンシー・モデルを基に、評価試験を再度実施し、上司・同僚によるコンピテンシー評価を行い、ランク付けにより確認する。近年の技術者やソフトウェア技術者を対象としたコンピテンシー研究のコンピテンシー・モデルと照らし合わせながら、コンピテンシー導出におけるインプリケーションを引き出したいと考えている。

第4章 卓越したパフォーマーの選出

1 はじめに

本論文の最初の事例研究にあたる本章では、組込みソフトウェア開発の職場における業務の評価尺度を定義し、それに基づく卓越したパフォーマーおよびそうでないパフォーマーの選出を行う。第2章でもふれたように、組込みソフトウェア開発を行う職場は、これまでの設計仕様を基に新たなアイデアを織り込み、市場への適合性を測るためのシミュレーション技術、および実機検証により仕様を決定するプロセスには非定型のプロセスが多く、ソフトウェアの対象が複数の部品であるため、部品を開発する部門との調整作業が重要な仕事となっている。

研究対象の職務からみて、卓越したパフォーマーと他のパフォーマーを選別するにあたり、本章で特に捉えたい問題が3つある。

まず一つ目は、市場に適合させるためにどのような評価基準があるのかということである。後述するように組込みソフトウェアは非定型的な業務が多く、製品の品質を安定させるためにはそれなりの熟練された技術力が要する。その能力の判断基準となる評価基準を設定することは重要と考える。

二つ目は、機械とソフトウェアの関係である。これは、複雑な機械部品をどのように調整していくかである。もし、個々の部品で性能を高めてしまうと部品間の連携がうまくいかず、品質が安定しなくなる。そのため、組込みソフトウェアは各部門と調整を図りながら要求品質を見ていく必要がある。このときの行動を捉えることがポイントになる。

三つ目は、これらの実務としての評価基準の水準を捉えることに加え、上司からの評価である。卓越したパフォーマーと他のパフォーマーを選別するには、過去からの実績をもっとも知っている人からの評価が重要になる。これは、本論文が行う業務を評価するための評価試験の結果に、上司の評価を加えた理由は、職務への熱意や職務への貢献意識などの尺度も重要であると考えられるからである。

これらの問題意識によって、日頃の職務への取り組みに際するコンピテンシーを捉えていきたい。

2 調査職場の概要

2-1 A社B職場概要

研究対象の企業A社は、自動車製品を作るメーカーである。本論文ではA社の製品開発部門であるB職場に焦点をあてる。B職場は、製品に組み込まれるソフトウェアの開発要求から市場検証までを行っている。また、B職場は、機械系制御系に関する技術的スキルや専門知識において、わが国の製造業の中でもトップレベルであると考えられる職場である。

B職場の従業員数は、約100名（うち派遣社員は約20名）である。B職場の担当は、同社の他の製品開発職場との共同プロジェクト（注14）であり、制御装置のハードウェアやOS、ミドルウェアのWrapperを開発するグループ会社およびサプライヤーメーカーとの関連部門の協力を得ながら職務を進める。それらの職務の担当領域を示すイメージ図は第2章図2-1（p.52）である。

このような職務領域であるB職場は、製品の仕向地とする欧米諸国に加え、豪州、アジア、ロシアなどへの市場適合が要求されるとともに、日本円の為替変動や同業他社とのグローバル競争の高まりから、より販売営業利益を維持するため、製品の競争力強化、製品の早期開発、コストダウンなどが強く求められている。そこで、B職場は、国内外でもトップクラスの性能を実現させた製品を開発するとともに、制御開発をこれまでの実機検証型のプロセスから、より前倒しの開発を目的とするモデル開発への切り替えに取り組み、大幅な期間短縮やコストダウンの実現といった成果をあげている。

また、この取り組みの中で、B職場の技術者たちは、社内外での教育やセミナーへの積極的な参加や自主的な研究サークル活動を通じて、自分たちの技量の向上や技術力の向上に取り組み、創作したアイデアの実績として特許出願を行い、大幅な増加を達成している。また、開発品質の向上や生産性の向上とともに、製品の競争力の向上にも寄与している職場である。

注14：本論文で扱われるプロジェクトとは、大規模なプラント計画ではなく、独自の製品、サービスを創造するために実施される業務単位である。

注15：AMとはAssistant managerの略。職位としては係長、主任クラスである。

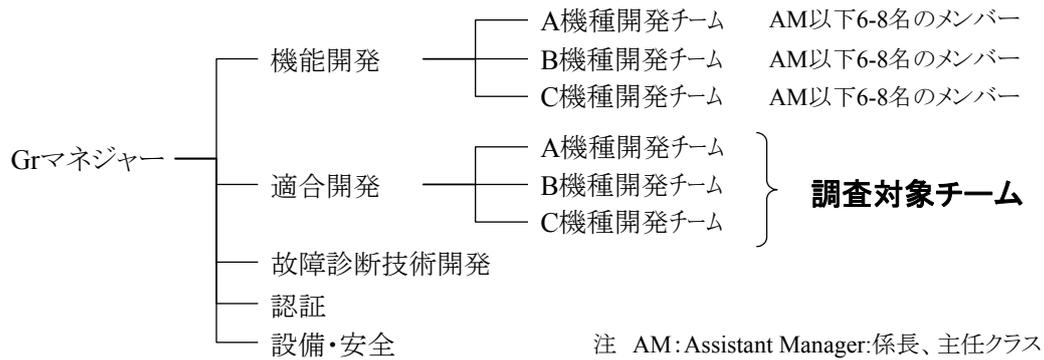


図 4-2 B 職場の経営管理組織

出所) B 職場職制を基に筆者が作成した。ただし、本論文の研究対象に直接関連しないチームは一部省いた。

2-2 製品開発組織

製品開発に直接・間接的に関わるのは、AM (注 15)・サブリーダー・担当者の 3 者の技術者である。AM は、係長としてチームのリーダーとして配属されている。AM は、チーム内のシステム開発、人事・安全を管理し、サブリーダーおよび担当者は、AM の下でソフトウェアの適合開発や製品の品質の向上、コスト低減などを目的とする施策を実施する。

B 職場の組織は、図 4-2 に示すように、機能開発、適合開発、故障診断技術開発、認証、設備・安全の 5 つに編成され、組み込みソフトウェア開発に従事している。日々の開発作業を取りまとめる指揮権限者は AM である。

AM は開発プロジェクトの開発スケジュールに従い、担当する領域でのチーム運営を任せられ、職務が進められている。なお、製品開発を行う職場においては、AM の仕事はプロジェクトのテーマリーダーの役割を持ち、開発計画から部門内外との調整役という、一種の「キーパーソン」として業務に関わっている。このような場合、AM を実作業者と区別して分析を進める必要があるが、本論文の事例企業の場合、AM の職務は開発技術職であることから、本論文においては製品開発を行う技術者として分析を進めていく。

2-3 業務のプロセス

B 職場が担当する製品開発のプロセスは、図 4-3 に示すようなステップで進められている。そのステップは、①要求分析、②制御設計、③実装、④機能検証、⑤適合の 5 つであ

る。以下に各ステップの業務内容を簡単に説明する。

組込みソフトウェア開発のプロセスは、顧客のニーズや市場からの要求を調査し、開発するシステムの要件を定義して、システム開発の構想と計画を立てるところからスタートする。組込みソフトウェアはさまざまな目的に用いられる。自動車の燃料を最適にコントロールする、室内の空調温度を自動制御する、機械の動くスピードを制御する、美味しいご飯を炊き上げるなどこれらのすべてが組込みソフトウェアの開発目標になるのである。

まず、開発段階の①、②、③では、ユーザー要求の把握、課題となる機能や問題の分析が重要になる。そのため市場調査を行うことや他の製品開発部門がどんな問題や要望を解決したいのかを知る必要がある。近年では、この要求分析に対する期待のレベルが高まっている。組込みソフトウェアの開発に携わる多くの実務家（組込みソフトウェアレポート2006）も指摘している通り、顧客が明確に知覚していない潜在ニーズを掘り起こし、よりよい問題解決策を実現させることが求められているのである。そうした提案を解決するためには、市場の要求や部門外の要求を汲み入れることのできる能力が求められる。この活動は、主にAMが担当する。前回の製品開発を参考にしながら、より効率よく目標が達成できるかが検討される。

それに続くプロセスの制御設計は、要求分析の結果を受け、各機能別に概要設計、詳細設計が行われる。岩田（2007）によれば、制御設計においてまず行われるのは機能設計である。システム要件にあるプロセス・モデルが詳細化され、システムの基本機能が明確にされる。関係部門やサプライヤーなどとの調整が頻繁に行われ、B 職場が担当する *Application* 領域の仕様がまとめられる。

実装では、設計に基づきプログラムが作成される。基本的にはソフトウェアの開発は、サプライヤーが担当し、B 職場はアプリケーション部の開発を担当する。この実装段階は、機能や論理がベースであるため、技術者が用いる知識は、課題に関連する知識が中心である。さらに、どのような部品を制御するのかを知っておく必要があり、関係する他部門や周りの人たちとの連結した技術的知識が必要である。

機能検証は、シミュレータや実機によるシステム検証が行われる段階である。検証するシステムはいくつものモジュールに分かれ、複雑なシステム構成となっている。そのモジュールごとの目標や機能を理解しながら、本来意図する動きになるようシステムを調整し、検証が行われる。細かい単調な作業の積み重ねが求められ、B 職場においてもこの検証段階が最も多くの時間と人員がかけられている。

そして、最後の⑤の適合では、製品要件にあわせて制御パラメータの調整が行われる。これらのステップを経て、システムが完了する。このプロセスには含まれていないが、B職場の職務には、市場での品質管理に関する業務があり、各国の市場で品質問題が発生した場合、その対応が行なわれる。

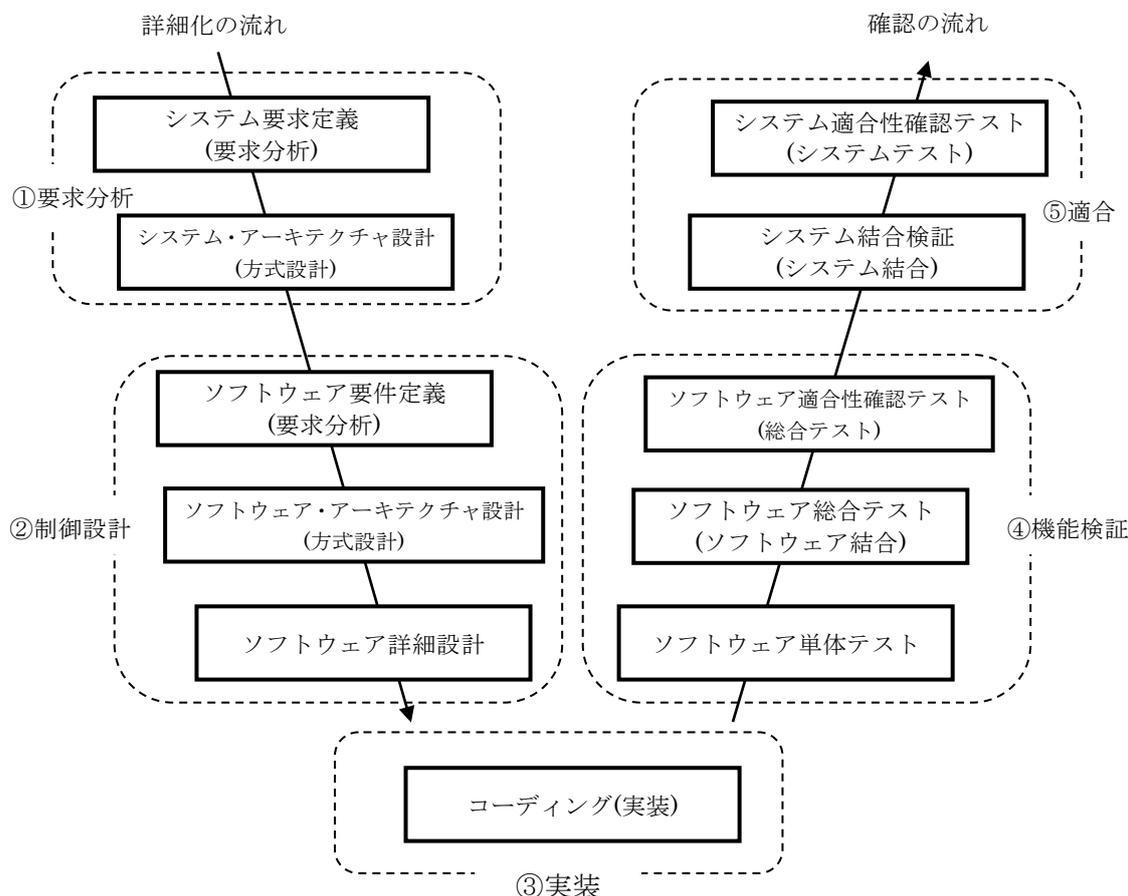


図 4-3 B 職場の組込みソフトウェアの開発プロセス

出所) B 職場の提供資料を基に筆者が作成した。

3 調査対象の理由

本論文の研究・クエスチョンに対し、なぜ組込みソフトウェアを調査対象に選んだのかについて説明する。組込みソフトウェアは、2000 年以降急速に発展してきた新しい分野であり、労働に関する研究蓄積が少ない分野である。製造業の中でも製品イノベーションの発生率が高く、ハードウェアだけでは実現できない性能を達成するなどから自動車、家電製品などに多く展開されている。一方急激に発展している分野であるために、製品の

品質低下により社会問題を引き起こしていること、労働問題として一部の優秀な技術者に過大な労務負荷を招いていることなどがあげられる。そのため、経済産業省が2010年より民間企業への支援に乗り出し、組込みソフトウェアのOSやミドルウェアの共通化や教育機関の整備が始まっている。このように、組込みソフトウェアは製品に強みをもたらす反面、現実には未整備な部分が多く、産業構造が過渡的な分野を対象に調査することは、本論文の概念枠組みを構築するための興味深い発見が得られるのではないかと考える。

このような理由で本論文は組込みソフトウェアを対象とする。本論文は、これまでの関連の深い製造業に関する研究蓄積を利用しつつ、本論文の関心事項であるコンピテンシーについて研究を進める。

4 調査方法の検討

調査の内容は、B職場における業務を評価する尺度を定義するための聞き取り調査と卓越したパフォーマーを人選するための評価試験である。本調査は、B職場に対して調査依頼を行ったところから始まった。まず、筆者がB職場のマネジャーに本論文の目的と調査目的を伝え理解してもらったうえで、B職場の職務内容を聞き取り、参与観察を行うためにB職場に赴いた。

B職場ではあるチームに所属し、チームを管理運営するチームリーダーから業務の運営、開発における課題などについて話を聞いた。また、組込みソフトウェア技術者の業績を評価するための評価尺度を設定するため、B職場の職務の内容説明を受けるとともに、実際の仕事を体験しながら、仕事の意味を聞くことができた。また、B職場のマネジャーに本論文で調査する技術者を選出してもらった。選出する基準は、年代別に無作為選出である。選出された技術者は表4-1のとおりである。本調査では、10名の技術者に対して調査を行った。

評価試験の目的は、業績基準により技術者の選別を行うことである。評価試験では、前もって用意した試作品に対して、開発を担当した技術者の協力を得て、基本的なソフトウェア機能の一部ロジックと定数に対して、2008年前後に欧米市場で発生した品質問題を参考に仕様を変更し、その仕様での評価を行い、問題事象をつきとめるように被評価試験者に求めた。

評価試験の流れは、シミュレーションでの確認と実機による確認の2面で行われ、事前に問題の現象についての説明や仕様システムの仕様書の提示を行い、1週間～2週間かけて

試験が行われた。シミュレーションおよび実機評価の測定されたデータは、ファイルに保存され、それぞれ統計解析を行い、分析された。

卓越した技術者の選出は、上司から各技術者に対して技術水準に関する評価を採点し、業績評価試験の結果と上司評価の結果から選出した。

表 4-1 調査協力者のプロフィール

氏名	年齢	職 位	経 歴
A 氏	40 代	AM	他部門 → 現部門
B 氏	30 代	AM	同一部門
C 氏	40 代	AM	他部門 → 現部門
D 氏	30 代	サブリーダー	他 社 → 現部門
E 氏	30 代	サブリーダー	他 社 → 現部門
F 氏	20 代		同一部門
G 氏	30 代	サブリーダー	他部門 → 現部門
H 氏	30 代	AM	同一部門
I 氏	20 代		同一部門
J 氏	20 代		同一部門

出所) 筆者作成。

5 業績の評価尺度の定義

まず、調査を行う前段階として、業績を評価する尺度の定義を行う。Spencer and Spencer によると、コンピテンシー研究で最初のステップは、研究対象となる職場における卓越した、あるいは効果的な業績を定義する尺度、あるいは測定基準を明らかにすることである。理想的な尺度は、成果についての測定尺度であるべきである。そのような測定尺度で選出されていないパフォーマーに関するコンピテンシー・モデルは、その職場の業績基準を満足させることは不可能であり、的外れのコンピテンシー・モデルにつながるものが考えられる。そこで、本論文は、B 職場における業績を評価する尺度を定義するための調査を行った。

B 職場における業務を評価する尺度には、(1)燃費、(2)EM、(3)走行性の 3 つである。(1)燃費は、開発する製品のターゲット値があり、結果が開発目標値に達した場合を 100 点満点とし、それから悪化割合 (%) に応じて減点する尺度を採用した。(2)EM (EMission gas : 排出ガス) (注 16) は、EPA (米国環境保護局 : U.S. Environmental Protection Agency) が定めた排出濃度を達成することを 100 点満点とし、結果が目標値からの悪化割合 (%) に応じて減点するという尺度を採用した。(3)走行性は、商品化しても全てのお客様は満足する範囲を 100 点とし、何%のお客様が不満と感じるかの指標を基に採点を行った。この何%

のお客様が不満に感じるのかという基準は、B 職場における市場調査の結果から設定されたものであり、その考え方は、表 4-2 の SN 比という品質管理（注 17）に従ったものである。

そして、これらの合計を 6 点満点に評価点を補正し、数量化Ⅱ類にかけ、分析を進めた。6 点満点に変換した理由は、業績レベルを数値で表したとき、5 点以上が優れていると判断がしやすいことと、表記する桁数が少ないと判別の判断がやりやすいと考えたからである。

表 4-2 評価項目および区分

評価項目			水準(SN 比(db))				
			1	2	3	4	5
シミュレーションによる評価試験	1	低負荷領域	小	<	中	<	大
	2	中負荷領域	小	<	中	<	大
	3	高負荷領域	小	<	中	<	大
	4	全負荷領域	小	<	中	<	大
実機による評価試験	5	低負荷領域	小	<	中	<	大
	6	中負荷領域	小	<	中	<	大
	7	高負荷領域	小	<	中	<	大
	8	全負荷領域	小	<	中	<	大

出所) A 社 B 職場の提出資料より筆者が作成した。

6 業績の分布と技術者の属性の関係

6-1 基本統計量

評価試験に関する基本統計量は、表 4-3 に示すとおりである。シミュレーションによる評価試験は、実機評価に比べ平均値、標準偏差とも高い結果が得られた。シミュレーション評価の結果が高かった理由は、シミュレーションによるソフトウェア開発が日常的業務であるのに対して、実機による作業はシミュレーション作業に比べ時間的に少ないことが考えられる。

注 16 : EM(emission)とは、自動車からの排出ガスの総称。EM には HC (炭化水素)、CO (一酸化炭素)、NO_x (窒素酸化物) などの有害物質がある。

注 17 : 中野・大場・井上 (2009) によると、日本企業の品質管理には、許容範囲ならびにばらつき範囲の規定がある。B 職場にも製品に応じた標準 SN 比が採用され、その基準を基に製品開発が行われている。SN 比は、ばらつき尺度であり、SN 比の値が大きい (ばらつきが小さい) ほど品質が良く、SN 比の値が小さい (ばらつきが大きい) ほど品質が悪いことを示す。

業績評価を測る指標として、実機評価を対象から外すべきだという考えも成り立つ。しかしながら、この2つの相関係数 (r^2) は、 $r^2=0.85$ と高く、組込みソフトウェア開発が市場適合のために実機による適合検証が求められていることから、この2つをあわせた総合評価を用いることにした。

表 4-3 評価試験に関する基本統計量

評価項目			技術者 10 名		
			平均値	標準偏差	分散
シミュレーションによる評価試験	1	低負荷領域	5.94	0.116	0.013
	2	中負荷領域	5.97	0.073	0.001
	3	高負荷領域	5.84	0.130	0.017
	4	全負荷領域	5.79	0.207	0.043
実機による評価試験	5	低負荷領域	5.68	0.216	0.047
	6	中負荷領域	5.52	0.289	0.084
	7	高負荷領域	5.32	0.337	0.113
	8	全負荷領域	5.29	0.299	0.089

出所) 筆者作成。

6-2 業績の判別分析

評価試験結果を基に卓越した技術者の選別は、熟達ステージを外的基準として、数量化理論第Ⅱ類による判別分析を行い、分析結果により技術者の業績予測式の決定と層別を行う。

数量化理論第Ⅱ類の分析の考え方は、図 4-5 に示すように、グループ G_A 、 G_B がそれぞれ N_A 個、 N_B 個の合計 N 個からなる場合、その分布は、近似的に密度関数 $F_A(x)$ 、 $F_B(x)$ で表され、ある測定値 a が x_0 未満か以上かにより判別される。そのときの判別の中率 P が最大になる x_0 が分岐点となる。判別の的中率 P は (1) 式で与えられる (注 18)。

本論文が、業績レベルの判別方法として数量化Ⅱ類を用いた理由は、業績レベルの検出として、燃費、EM、走行性からなる 3 次元のデータ空間で行う必要があるからである。ここで示す 3 次元データの空間は、相互に相関を有する多次元データであり、このような多次元データから、業績レベルの測度となるスカラー量を導出する方法として、数量化Ⅱ類の判別分析を用いることができると考え、分析に採用した。

注 18 : 数量化Ⅱ類の判別分析の詳細については、補章を参照のこと。

$$P = \frac{N_B}{N} \int_{-\infty}^{x_0} F_B(x) dx + \frac{N_A}{N} \int_{x_0}^{\infty} F_A(x) dx \quad \text{式 (1)}$$

P : 的中率

N_A 、 N_B : グループ G_A 、 G_B の個数

$F_A(x)$ 、 $F_B(x)$: 密度関数

図 4-4 判別分析の的中率の計算式

出所) 林知己夫 (1993) , p.53。

本論文では、独立変数が評価結果、従属変数が評価対象者群、判別群数が熟達ステージ・モデルに従った外的基準として判別分析を行った (注 19)。

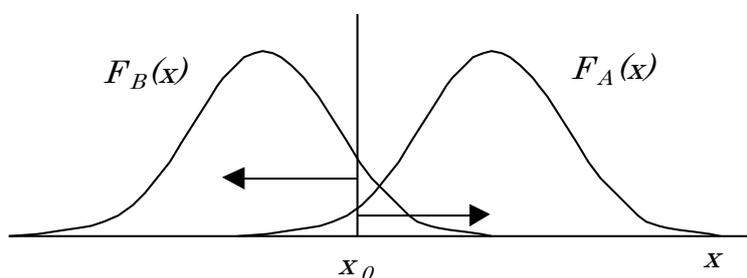


図 4-5 2つの集団分布

出所) 林知己夫 (1993) , p.53。

注 19 : 本論文の基礎統計、判別分析、重回帰分析で使ったソフトウェアは IBM SPSS Statistics version9 である。

6-3 データ処理

ここで実際にデータからどのようにして判別分析を実行していくかを逐次順を追って説明する。本論文が分析するパターンデータのデータは「添付資料V 生データ 添付資料 1」に示すとおりである。

(1) 3次元の集計を行う。

燃費、EM、走行性の3つを100点満点から2点満点に換算し、合計を求める。

(2) 外的基準：初心者、中級者、上級者、プロ、エキスパートの5段階

(3) 判別分析

A) 従属変数の各自の能力レベルより、的中率 P の最大値 P_{max} を求める。

進め方は、判別区分に対して外れ値の当てはまり具合に応じ操作する。操作の結果、表 4-4 に示すように P_{max} (96.7%) が得られた。

表 4-4 技術者別の判別区分

	標準偏差	初期設定	P_{max}
A 氏	0.335	4 [†]	5
B 氏	0.409	4 [†]	5
C 氏	0.447	4 [†]	5
D 氏	0.352	3 [†]	4
E 氏	0.169	2 [†]	4
F 氏	0.228	3	3
G 氏	0.212	2 [†]	3
H 氏	0.379	4 [†]	2 [†]
I 氏	0.109	1	1
J 氏	0.172	1	1
P	—	71.9%	96.7%

注) 初期値と最終値は熟達レベル値である。

†は計算予測の外れ値を示す。

出所) 筆者作成。

B) P_{max} の統計量を求める。

判別関数を絞り込むため、各関数の統計量を求める。分析の結果、表 4-5 に示すように判別関数 1 と判別関数 2 の累積が 87.7%、 χ^2 (カイ二乗) は判別関数 1 が 216.2 ($p<0.01$)、判別関数 2 が 98.6 ($p<0.05$) であった。

表 4-5 判別関数の統計量

関数	固有値	分散	累積	正準相関	χ^2
1	9.755	75.3	75.3	0.952	216.2**
2	1.613	12.4	87.7	0.786	98.6*
3	1.437	11.1	98.8	0.768	51.1
4	0.151	1.2	100.0	0.363	6.9

注) ** $p < 0.01$ 、* $p < 0.05$
出所) 筆者作成。

C) 偏回帰係数を求めるために図式化する。

表 4-6 に示した判別関数 1 と判別関数 2 の偏回帰係数を用いて、図式化し、その分布傾向を確かめる。図 4-6 が判別関数 1 と判別関数 2 の分布である。判別関数 2 は、群間の重心の差が小さく、判別が安定しないことが推測される。一方、判別関数 1 は 0 点より楕円に重心が分布し、重心の差が認識できる。したがって、本論文は、技術者の業績予測関数として判別関数 1 を採用することに決定する。

表 4-6 判別関数の回帰係数

偏回帰係数	判別関数	
	1	2
C ₁	36.370	13.337
C ₂	4.436	4.464
C ₃	2.349	2.268
C ₄	0.175	-1.261
定数	-207.5	-72.3
重心 1 (初心者)	-1.19	0.849
2 (中級者)	-2.48	-2.420
3 (上級者)	-3.92	1.133
4 (プロ)	0.404	0.655
5 (エキスパート)	4.668	-0.280

注) 回帰は直線近似補間で求めた。
出所) 筆者作成。

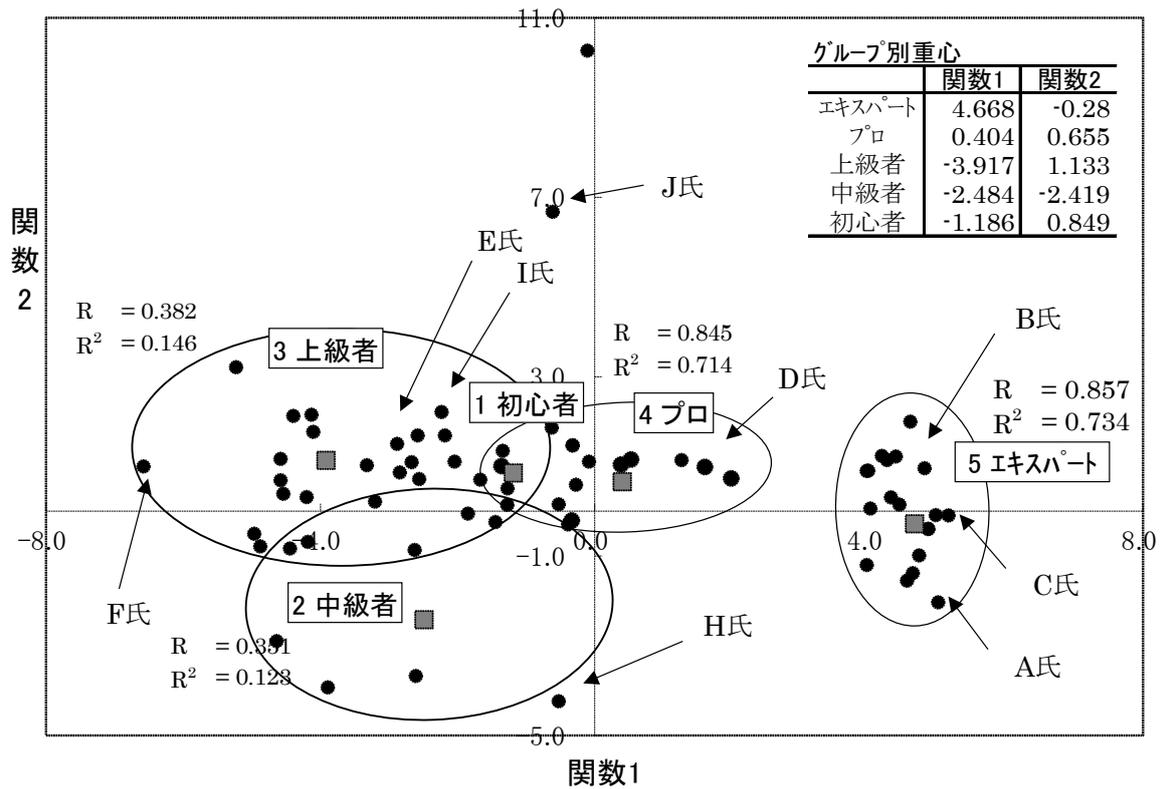


図 4-6 判別関数 1 と判別関数 2 の分布

出所) 筆者作成。

6-4 業績予測式の決定

技術者の業績予測式は、評価試験結果を判別分析にかけ、最終的に求められた判別関数 1 により、評価結果から業績予測 (1~5 段階) を行うものである。業績予測式は、図 4-7 に示す (2) 式である。業績予測は、評価測定数 n 個の評価測定値 (X_j) から業績予測が求まるように、評価測定値に判別関数の偏回帰係数 (C_i) を乗じ、評価測定値の個数だけ積算することによって求められる。

$$\text{業績予測} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m (C_i \cdot X_j) + e \quad \text{式 (2)}$$

n : 測定数
 m : 係数の数
 c_i : 偏回帰係数
 $c_1=36.370$ $c_2= 4.436$ $c_3= 2.349$
 $c_4= 0.175$
 X_j : 測定値
 e : 定数項
 $e=-207.5$

図 4-7 組込みソフトウェア技術者の業績予測式

出所) 筆者作成。

6-5 上司によるコンピテンシー評価

上司によるコンピテンシー評価は、アンケート調査で行った。質問内容は、Spencer and Spencer を基に B 職場に適する言葉に置き換えたものである(注 20)。各々の項目の評価は、具体的な評価基準が記載によって行われた。例えば、「達成とアクション」でみると、評価 1 は「劣る」、評価 3 は「どちらともいえない」、評価 5 は「優れている」といった内容である。他の項目も同様な基準が設定されている。

評価結果に関するコンピテンシー評価点は、表 4-8 に示すとおりである(注 21)。認知領域、個人の効果性、インパクトと影響力は、平均値がほぼ同水準でだが、それらに比べ、達成とアクション、マネジメント領域はともに小さい。

注 20 : コンピテンシー評価票は添付資料 1.2 を参照。

注 21 : 数量化 II 類の判別分析結果は、添付資料 7、サンプルデータは添付資料 3.1 を参照のこと。

表 4-7 業績水準に関するコンピテンシー評価項目

A 達成とアクション	B 支援と人的サービス	C インパクトと影響力	D マネジメント領域	E 認知領域	F 個人の効果性
1～5 の 5段階評価					

出所) Spencer and Spencer (1993) をもとに筆者が作成。

表 4-8 各技術者のコンピテンシー評価点

クラスター	A氏	B氏	C氏	D氏	E氏	F氏	G氏	H氏	I氏	J氏	平均
達成とアクション	3.5	3.3	3.5	3.0	3.1	3.1	3.0	2.8	2.8	2.6	3.07
支援と人的サービス	3.5	3.5	3.5	3.0	2.5	3.5	3.5	3.0	3.0	2.8	3.18
インパクトと影響力	3.4	3.4	3.2	2.8	3.6	3.1	3.1	3.4	3.3	3.6	3.29
マネジメント領域	3.3	3.1	3.2	2.8	3.5	2.8	3.0	2.9	2.9	3.1	3.06
認知領域	4.2	4.0	3.6	3.1	3.8	3.7	3.4	3.4	3.6	3.7	3.65
個人の効果性	3.8	3.3	3.3	3.3	3.6	3.7	3.3	3.3	3.4	3.8	3.48
総合点	3.62	3.43	3.38	3.00	3.35	3.35	3.22	3.13	3.17	3.27	3.29

注) 表の数値はクラスター内の評価点の平均値。総合点は6クラスターの評価点の平均値。
出所) A社B職場提供のデータを基に、筆者が作成した。

マネジメント領域の点数が低いのは、認知領域や個人の効果性などにおいては日常業務として遂行している開発作業の能力水準をほぼそのまま評価項目としているのに対して、マネジメント領域は、技術者が日常業務の中であまり必要としていない他の人たちの開発能力などが含まれていることが原因と考えられる。実際、6つの評価項目間の相関を見ると、0.50以下である。Bain and Mabey (1999 ; 邦訳、2001) が示したコンピテンシー・マ

ップ（図 1-6、p.31）の領域を考慮するするならば、日常業務であり必要とされていない要素を外し、主要な要素である領域だけを階層によって取り上げるべきだという考えも成り立つ。しかし、評価試験の結果には卓越したパフォーマーもそうでないパフォーマーも含まれていることから、点数の低い非日常業務を取り除くことは難しくなる。したがって、以下の分析では、6つの項目を用いることにする。

6-6 卓越したパフォーマーの決定

本論文の卓越したパフォーマーの選出方法は、より客観性を高めるために業績評価試験を実施し、その試験結果の分析と上司からの好感が持たれ、組織の成果に貢献しているかという評価の2つの方法により判断を行うようにした。

表 4-9 に示すのが、各々の技術者の業績予測からの熟達レベルと上司評価点（総合点）である。数量化Ⅱ類による業績予測値と上司評価点の2点から、エキスパートほどその評価点は高く、レベルが下位になるほど評価点も低くなっている。

表 4-9 業績予測と上司評価からの熟達レベル

熟達レベル	技術者	業績予測値	上司評価（総合点）
エキスパート	A 氏	4.9	3.62
	B 氏	4.7	3.43
	C 氏	4.5	3.38
プロ	D 氏	4.4	3.00
上級者	E 氏	3.7	3.25
	F 氏	3.5	3.25
中級者	G 氏	3.0	3.22
	H 氏	2.5	3.13
初心者	I 氏	1.5	3.17
	J 氏	1.4	3.27

出所) 筆者作成。

また、B 職場の尺度基準によると、業績予測値のレベル 4 点前後が品質問題への対応や適合作業が十分にできる水準の目安であるとされ、上級者まで優秀な技術者として選出す

ることができるが、上司評価点によると、エキスパートと上級者間では評価点の差がある。

このことから、本論文は、卓越したパフォーマーを A 氏、B 氏、C 氏の 3 名とし、そうでないパフォーマーを上級者の E 氏と F 氏、中級者の G 氏と H 氏に分類することにする。D 氏についての扱いは、業績予測値から本来ならば卓越したパフォーマーとしての実力はあり、状況を的確に捉え、判断・意思決定が行うレベルと考えられるが、上司からの評価が「インパクトと影響力」や「マネジメント領域」について低く、D 氏が他社から A 社への転職期間がまだ短く、製品開発プロジェクトをまとめる能力を考慮すると、エキスパートに近いプロレベルであると筆者は判断した。

7 まとめ

本章では、従来のコンピテンシー研究アプローチを踏まえながら、卓越した組込みソフトウェア技術者の選出を行った。卓越したパフォーマーと他のパフォーマーを選出するにあたり、次の 3 つの問題を想定していた。

まず一つ目は、市場に適合させるためにどのような評価基準があるのかということである。組込みソフトウェアの職務は、開発の上流工程から下流工程に至る間で、多くの部門と係わり合い、しかも非定型的な業務が多く、製品への要求に応えるためにはそれなりの熟練が要する。その判断基準には、市場へ適合する品質基準があることがわかった。二つ目は、機械とソフトウェアの関係である。個々の機械部品をうまく連携させる働きが組込みソフトウェアに求められるものであり、技術者は各部門と調整を図りながら進めるというコミュニケーション・スキルがポイントとしてあげられる。三つ目は、技術者の行動の成果は、評価基準を達成しているかの程度とともに、共に仕事の運営管理を行う上司からの評価である。本論文は、客観的な成果の判別に加え、職務への熱意や職務への貢献意識なども重要であると考え、上司からの職務評価を加えた。

本論文の卓越したパフォーマーの人選は、過去品質で問題となったソフトウェア仕様を再現させ、技術者に品質を保証する解決策を求め、3 つの評価尺度に試験結果をあてはめ、数量化Ⅱ類による判別分析を行い、業績予測式により技術者の層別を行った。そして、層別された結果と、上司によるコンピテンシー評価を合わせた結果を基に、組込みソフトウェア技術者を層別することができた。そして、最も評価の高い階層の 3 名を卓越したパフォーマーとしたのである。

補章 数量化Ⅱ類による判別分析の概念

1. 判別分析の考え方

業績の判別は、EM、燃費、走行性で評価された業績値からなる3次元のデータ空間で分析を行っている。ここで示す3次元のデータ空間とは、自動車の性能特性を表現する指標であるため、相互に相関を有する多次元データである。このような多次元データから、業績尺度からなるスカラー量を導出する方法として、数量化Ⅱ類の判別分析がある。

本補章では、数量化Ⅱ類の判別分析について、林知己夫（1993a）『行動計量学序説』、林知己夫（1993b）『数量化—理論と方法』、宮川雅巳（2000）『品質を獲得する技術』を基に簡単に説明する。

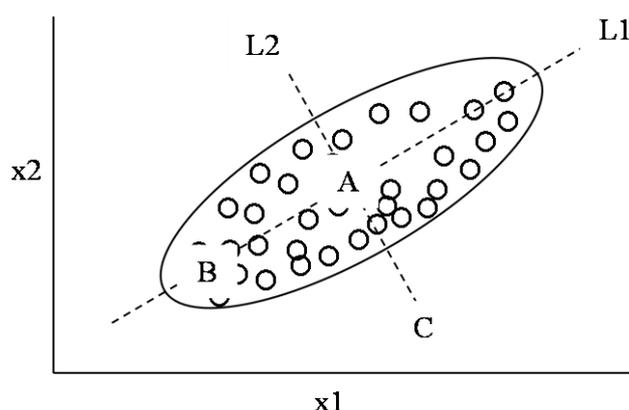
林（1993b）によると数量化とは「数は対象に内在するものではなく目的の科学的達成のための道具」（1993b、p.35）と定義がされている。そして、「質的なものに数量を与えて分析を施し、そうすることによってわからなかった実のあることがわかっていくというのが数量化のねらいである」（1993b、p.35）とされる。このように、数量化の対象は、絶対的な数値で測るものでなく、代替変数にあてはめ数量特性で評価するのがねらいである。この数量化には、外的基準がある場合と外的基準がない場合に分かれる。外的基準とは予測する評価基準が存在することである。外的基準には基準が数量なのか分類なのかの2種類がある。この外的基準が数量のときは数量化Ⅰ類と呼ばれ、相関係数が予測の効率であり、統計解析の回帰分析が行われる。一方外的基準が分類の場合が数量化Ⅱ類と呼ばれ、分類される数が2つ以上あり、それぞれの相関比に基づく分析が行われる。追加して述べるならば、外的基準がない場合が数量化Ⅲ類と呼ばれ、要因の反応パターンに基づいた主成分分析により数量化する概念がある。

2. マハラノビスの距離による多次元空間の概念

図補章1を用いて、数量化Ⅱ類の判別分析の概念を説明する。図補章1は、相関の高い2変数の x_1 と x_2 の分布を示す。重心Aからユークリッドの距離（注22）が等しい2点の点Bと点Cがあるとする。

注22：ユークリッドの距離は、 n 次元の2点 (x_1, x_2, \dots, x_n) と (y_1, y_2, \dots, y_n) が $\sqrt{(x_1 - y_1)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2}$ で定義される空間での距離をいう。

そのとき点 B は重心 A から相関のある方向に、 x_1 、 x_2 とも小さい方向にずれているが、点 C では x_2 が小さい方向にずれ、 x_1 が大きい方にずれている。 x_1 、 x_2 の間に高い相関がある場合は、点 C のずれはほとんど発生しないことが考えられる。つまり、出現のしやすさ（発生する確率）から見ると、点 C は点 B に比較して、重心 A からの距離がはるかに遠く（ x_1 、 x_2 分布の範囲外）出現しにくいことになる。この距離をマハラノビスの距離と呼ぶ。マハラノビスの距離は、このような多次元空間データを 1 つのスカラ量（注 23）に変換して、これを測度にして多次元データを評価するものである。



図補章 1 2次元平面上のときの距離

出所) 筆者作成

3. マハラノビスの距離による判別分析の基本的な考え方

林(1993)を基に、多次元データをマハラノビスの距離により判別を行う数学的な概念を説明する。変量 x 、技術者群として業績の高いグループを第 1 群、業績の低いグループを第 2 群とする。第 1 群のデータを $x_i(A)$ 、 $i=1, \dots, N_A$ 、第 2 群のデータを $x_i(B)$ 、 $i=1, \dots, N_B$ としたとき、A、B のそれぞれの算術平均値は、次の式となる。

$$\bar{x}(A) = (1/N_A) \sum x_i(A)$$

$$\bar{x}(B) = (1/N_B) \sum x_i(B)$$

注 23 : スカラ量とは数または数と同等な性質を持つ量であり、ベクトルに対していう。

そして、母平均ベクトル μ と母共分散行列 σ は

$$\mu^{(k)} = (\mu_1^{(k)}, \mu_2^{(k)}) \quad \sigma = \begin{pmatrix} \sigma_1^2(k) & \sigma_{12}(k) \\ \sigma_{12}(k) & \sigma_2^2(k) \end{pmatrix}, \quad k=1, 2$$

となる。

分散 σ_i^2 、 σ_{ij} は、 $\sigma_i^2(k) = V[x_i^{(k)}] = E[(x_i^{(k)} - \mu_i^{(k)})^2]$ $\sigma_{ij}(k) = E[(x_i^{(k)} - \mu_i^{(k)})(x_j^{(k)} - \mu_j^{(k)})]$ となる。
この変数 $x_1^{(k)}$ と $x_2^{(k)}$ が正規分布に従うと仮定する。

そのときの分布が確率密度 $f_1(x)$ 、 $f_2(x)$ で現れるとしたとき、それぞれの平均は μ_1 、 μ_2 、
分散は σ_1^2 、 σ_2^2 とする。確率密度は、

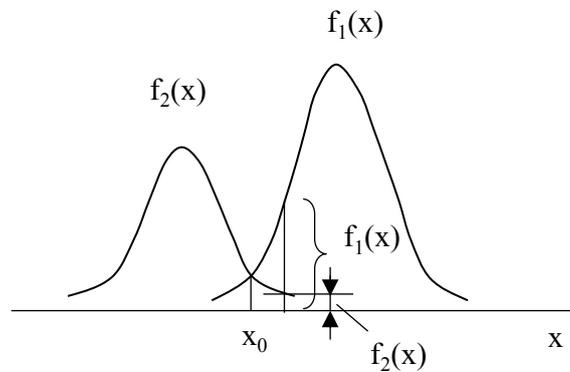
$$f_1(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_1^2}} e^{-(x-\mu_1)^2 / 2\sigma_1^2}$$

$$f_2(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_2^2}} e^{-(x-\mu_2)^2 / 2\sigma_2^2}$$

で与えられることになり、S次元空間の2個に分けたときの判別的中率 P は

$$P_i = \int f_i(x_1, x_2) dx$$

となる。 f_1 、 f_2 における x_0 の位置を補章図 2 に示す。この P 値が最大になるように領域を
きめることになる。



補章図 2 f_1 、 f_2 における x_0 の位置

出所) 林(1993)。

ここで2つの集団における分散を求めると

$$D_k^2 = E(L(x) - L(1X))^2 = \sum \sum a_{ki} d_k d_i = L(1X) - L(2X)$$

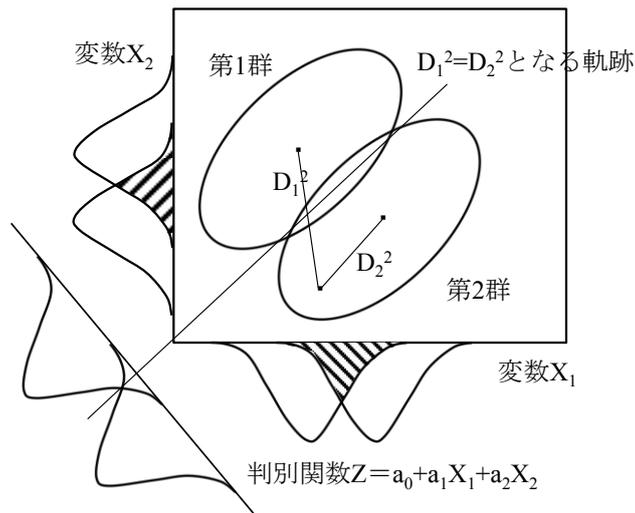
となる。分布が正規分布であることから次のようになる。

$$P = \frac{1}{\sqrt{2\pi D}} \int e^{-(L(x) - L(1X))^2 / 2D} dL(x)$$

$L(x)$ 、 $1/2\{L(1X) + L(2X)\}$ 、 $L(x) = \alpha$ となるところを求めると

$$P = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{D/2} e^{-t^2 / 2} dt$$

となる。2つの集団は D により規定され、 D が大きくなるほど P が大きくなり、 D を空間の距離とすることで集団の判別ができることになる。この D がマハラノビスの距離といわれるものである。つまり、判別分析は、補章図3に示すように、 D_1^2 と D_2^2 の領域空間の距離の差を求めるものであることから、このマハラノビス距離が、分布を考慮にいたした距離として集団にあてはまる確率を意味する。



補章図3 マハラノビスの距離のイメージ図

出所) 林(1993)の図を基に筆者が一部修正した。

4. 判別分析の手順

本論文における判別分析手順は、鴨下他（2004）の MT（Mahalanobis and Taguchi）法をもとに数量化Ⅱ類の判別分析（マハラノビスの距離）に従いデータ処理を進めた。データ処理手順を以下に説明する。

【手順①】

基準区間を決める。本論文の基準空間は、業績（燃費、EM、走行性）の多次元データが存在する空間とする。

【手順②】

特性項目を決める。業績（燃費、EM、走行性）のレベルを特徴量とする。

【手順③】

基本空間のデータベースを作る。マハラノビスの空間に入る対象のデータ数を設定し、特徴量毎の基本統計量（平均値、標準偏差、相関行列の逆行列）を計算する（SPSS では自動処理される）。逆行列の計算結果から、前節の D_k^2 式により D （マハラノビスの距離）が求められる。

なお、本論文では、外的基準を熟達ステージ・モデルに従った段階を判定基準とした。

【手順④】

評価すべき業績レベルの判別関数を求める。判定結果より、距離の遠いものから除外し、最も当てはまり具合の良いと思われる判別的中率 P を求める。

このような手順により、本論文は数量化Ⅱ類の判別分析を進めたのである。

第Ⅲ部 コンピテンシー・モデルの構築

第5章 コンピテンシー・モデルの開発

1 はじめに

コンピテンシー・モデルの開発では、まず卓越したパフォーマーの職務歴と行動特性を明らかにした上で、彼らのそれぞれの経験によりどのようなコンピテンシーが形成されたのかを分析する。さらに、卓越したパフォーマーとそうでないパフォーマーとのコンピテンシーの違いを分析することで、仕事の成果を向上させるために重要となるコンピテンシー要素を明らかにするものである。

調査方法は、参与観察による行動特性調査と他者によるコンピテンシー評価である。参与観察は、2010年12月から約7か月間にわたって実施した。参与観察は、筆者が3氏のチームに所属し、それぞれの行動特性の調査とインタビューによる回答を得た。基本的に3氏のもとで仕事を担い、彼らの実際の行動観察や発言したコメントをノートに記録するものである。他者によるコンピテンシー評価はアンケート調査である。アンケート調査は2011年3月に実施し、回収は回答者から直接手渡ししてもらう方法で行った。表5-1に協力していただいた3名のプロフィールを示す。回答者は、全員B職場に所属し、経験年数が10年以上であり、業績評価の経験があるリーダーである。

表 5-1 回答者の平均年齢他

平均年齢	47.7
働き始めてからの平均年数	23.3
B職場の平均所属年数	14.7

出所) 筆者作成。

分析方法は、参与観察データを基に彼らの行動形態を分析した。分析は、行動形態の中からコンピテンシーと考えられる箇所にアンダーラインを引き、コンピテンシー・モデルによって識別されるコンピテンシーには印とコードをふり、その行動に対して解釈される言葉で書き留めて行った。コード化されたコンピテンシーは、他者によるコンピテンシー評価結果と合わせることでコンピテンシーを導き出した。

また、卓越したパフォーマーとそうでないパフォーマーのコンピテンシーの比較分析は、一人ひとりのコンピテンシーを捉えた縦断的分析ではなく、あくまでも両者の横断的分析である。横断的な比較分析を行うことにより、仕事の成果に対してどのコンピテンシーが重要であるのかを明らかにする。

本論文は、このような調査方法と分析方法により、組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー・モデルを開発するものである。

2 キャリアの調査と分析

2-1 職務歴

まず、3氏の製品開発における職務歴を簡潔にみていきたい。A氏の職務歴は、大学工学部卒業後A社に入社し、入社と同時に設計部門であるC職場に配属となった。C職場では、まずJ1を担当し、完結するまでの4年間J1を担当した。J1が完結した直後、約3年間海外に駐在した。駐在での担当職務は、J1を中心に市場での品質リサーチであった。帰国後、B職場に配属され開発途中であるJ2を担当し完結させた。その後J3、J4を担当した。A氏は、B職場以外のC職場と海外駐在を経験し、帰任後B職場でテマリーダー（注24）を担当してきた。

B氏の職務歴を示せば、大学院修士課程修了後A社入社、すぐにB職場の機能開発チームに配属、一貫してD領域のテーマを担当している。B氏はこれまでD領域を専門に長期間のテマリーダーを務めている。また、製品開発プロジェクトは複数のプロジェクトを担当し、開始から終了するまで担当している。

C氏の職務歴は、大学工学部卒業後A社に入社、D職場に配属されるがA氏同様に組込みソフトウェア以外の職務であった。その後、製品開発部門以外の部門を3年間経験した。B職場へ異動となり製品開発を担当した。その後、他の製品開発を担当するなど複数の製品開発を担当した。

注 24：テマリーダーとは、製品化へのある課題に関する領域における責任者のことであり、今野（1991）の製品開発の小プロジェクトチームの調整・統括を行うリーダーにあたる。

3 氏の職務内容は、製品開発業務とマネジメント業務の大きく二つに分けられる。製品開発業務は、要求分析、設計過程、実験評価、検証の段階により製品開発業務が行われる。マネジメント領域は、テーママネジメント、業務整備、人事関係などがある。テーママネジメントは、担当するテーマに関する計画、進捗管理、予算管理が行われ、業務整備については、職場全体に関する業務整備が行われる。人事関係については、チームの業務運営やメンバーの人事関係を担当する。このように、3 氏は製品開発の実務と共にマネジメント業務についても職務としている。

表 5-2 3 氏の職務内容

分 類		職 務 内 容
製品開発業務	開発ステップ	要求分析、設計、実装、検証
	製品開発業務	個別テーマの立案 計画書の作成、情報収集 開発技術の習得 実験評価の実施 評価結果の分析 報告書の作成
マネジメント業務	テーママネジメント	期計画策定(予算立案、要員配置、設備計画) 予算管理 進捗管理
	業務整備	整備計画の作成、業務整備
	人事関連	人事評価 育成計画の作成

出所) B 職場からの提供資料を基に筆者が作成。

2-2 三つの特徴

卓越した技術者の職務歴から次の 3 つの特徴が認められる。第一に、3 氏の職務歴は大きく 2 つに区分することができる。同一部門同一分野で長く担当する者、同一部門であるが複数の分野を異動してきた者、海外駐在を含め複数部門を異動してきた者など職務歴は一様ではないものの、同一部門同一分野の B 氏と他部門または他分野の異動経験がある A 氏、C 氏に分けられる。同一部門同一分野であった B 氏は、他の 2 氏に比べ新技術への取り組みや技術的難易度が高い。「新規性が高く制御技術の創出を含んだ課題」と「既知の技術の応用化への課題」という大枠で分けるとするならば、B 氏は前者に相当する。一方、A 氏、C 氏は比較的既存技術の応用をベースにシステム改善を図るケースが多く、「既知の技

術の応用化への課題」に相当する。

専門職として生え抜きである B 氏は、専門領域における高度なテーマが任されたコスモポリタンの（注 25）行動をとる傾向が考えられる。一方、既存技術の応用課題を中心に組み組んできた A 氏と C 氏は、B 氏に比べ専門知識は深くはないと考えられるが、他部門や海外駐在での職務経験による効果性の高い行動が成果につながっていると考えられる。

第二に、テーマリーダーの経験である。3 氏は、同一テーマを 4 年以上の中長期にわたり担当している。テーマリーダーは、製品開発プロジェクトに関係するある課題を解決する役割を持ち、そのテーマを任せられ完結するまでその責任を背負っているのである。

第三に、管理職と同じ仕事の幅を持つことである。3 氏の職務範囲は管理職と同じ仕事内容を持たされている。これは、卓越した技術者に選別された非管理者にとって、次の管理職への教育期間であり、昇進のための評価期間と捉えることができる。中原（1996）は、日本企業における研究開発人材のマネジメントの調査から、30 歳代前半から後半にかけて実務能力が評価され、30 歳代後半から 40 歳前半では管理能力が評価されることが明らかにされている。本調査の結果もこの範囲に該当するものであった。

3 行動調査と分析

3-1 行動調査の方法

本論文は、卓越したパフォーマーの行動観察の方法として参与観察を採用する。Spencer and Spencer によると、参与観察とは単なる受身の観察でなく事象に実際に参加し、職務を手伝い、メンバーとして役割を持ちながら対象事象を観察する方法である。この方法のメリットは、確実な行動の要因の抽出と関連性を明確に捉えることができる。つまり、参与観察は行動パターンの目的やなぜそれを行うかの要因と結び付けることができるものと考えられる。

注 25：コスモポリタンとは職業人をコミットメントの対象によって類型化された職務志向の一つであり、ローカル志向と区別される。Gouldner（1957）は、コスモポリタンは専門的技術へのコミットメントが強く、所属組織へのロイヤルティは弱い。ローカルは、所属組織へのロイヤルティが強く、専門的技術へのコミットメントは弱い。その準拠集団は組織の中にある。

しかしながら、参与観察は対象範囲が狭まり事象を正確に捉えにくいという問題がある。そのため、本論文では検証時に他研究結果と突き合わせることで問題の解消への補足をするとともに、作業工程別に参与観察を行うことにより懸念される問題への対処を図る。

本論文は、参与観察を説明する Yin (1994, 近藤訳 2008) の参与観察方法に従い研究を進める。図 5-1 が行動調査のステップである。調査ステップについて簡単に説明する。

まず、ステップ 1 のプロトコルの設計である。プロトコルの設計は、調査を行うための事前準備であり、調査の概要、目的、フィールドへの手続き、調査内容の設計などを検討する段階である。Yin によると、参与観察はなぜそのような行動を行うのか、意思決定はどのような考えであったのかという意識で設計が行われる。そこで本論文は、表 5-3 に示すようなプロトコルの設計を作成した。

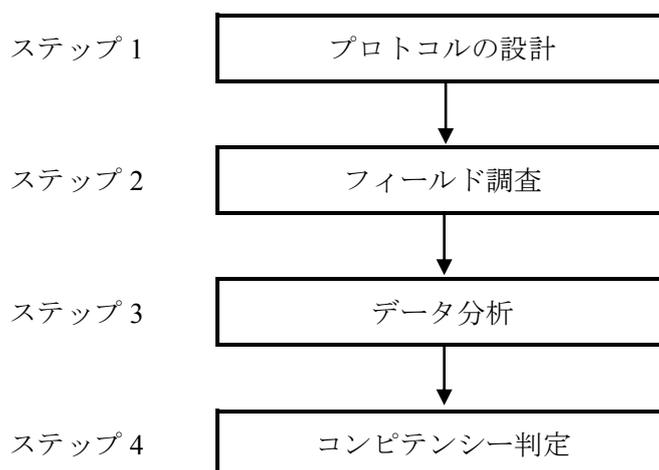


図 5-1 参与観察による調査ステップ

出所) Yin (1994, 近藤訳 2008) の文中を基に筆者が作成した。

ステップ 2 のフィールド調査は、まず調査対象である B 職場の調査許可を得るために、プロトコルの設計を基に本論文の目的、調査の内容、調査の期間、効果予測などを説明した。その結果、調査への許可が得られたことから、約 7 ヶ月の間の参与観察を実施した。

ステップ 3 のデータ分析は、参与観察の結果を基にコンピテンシーの頻度と、アンケート調査結果からのコンピテンシーの評価点を求めた。

最後のステップ 4 のコンピテンシー判定は、まずコンピテンシー判定基準の定義を行い、データ分析の結果に対してコンピテンシー判定を行った。

表 5-3 プロトコルの設計

調査項目	内 容
研究問題	組み込みソフトウェア技術者は、どのように仕事を進め、なぜそのような行動をするのかを明らかにする。
命 題	個々のケースに向けられる問題を扱う。 (1) その仕事の目的は何か? (2) 誰に報告するのか? (3) その人はどのような期待をしたのか? (4) あなたはどのような工夫を持ち行動したか? (5) それはどのような価値をもたらしたか?
分析単位	要求分析、設計、実装、検証の作業工程別に分析する。

出所) Yin (1994, 近藤訳 2008) , p.95 図表を基に筆者作成。

3-2 参与観察によるフィールド調査

ここでは、参与観察によるフィールド調査の3氏のコメントを記載する。主に自分自身が担当する職務について語ってもらった。特に若い技術者へのサポートと自身の周りとの関係などについて聞いている。

先に結果を述べるとすると、3氏の技術者を比較した結果、B氏がより専門領域の探索行動が見られ、A氏とC氏が既存技術の改善行動が見られる。これは3氏のこれまでの職務歴の特徴が行動の違いを生み出していると考えられる。

(1) 要求分析

B氏は入社以来B職場に在籍し、入社して約1年経た頃から同社主力製品の開発に携わり、現在もその仕事に従事している。仕事の内容は、製品の要求仕様の決定から計画、ソフトウェア設計、検証に至るまでを行うことである。

「市場ニーズを要件として固めるまでが大変ですね。要求分析では何をどう作るかが検討されます。趣味で物を組み立てるのは全然レベルが違うので、2年から3年までは自分の提案に不安でした。何度も他部門から仕様が悪いという指摘を受けていました。そのときの経験が今の仕事に活かされていると思いますし、若い人が対応に行き詰っているのを見てそのときのことを思い出します。関係者の意見を聞き、何が自分に足りないか。解決への道筋を見つけるようアドバイスをしています。」(B氏)。

B氏は、過去の自分の技術的な分析スキルに問題があり、その反省からチームの若い人に対して具体的な目標イメージが見えてくるよう指導する仕事をしている。そして、若い人たちが信頼性のあるシステムを開発できるためには他の人と協力して働くことの大事さを強く感じさせたかったのだという。

(2) 設計

設計段階は、要求分析の要求を満たすための具体的な構造を設計する。その中で、A氏、C氏は、大学では機械系であり制御系の学習はほとんどなかった。

「一つ一つの機能を実現させるために、あらゆる手を尽くしたいと考えています。要求仕様の決定からすべて担当できるようになりたいと思っていました。知識がない分、同僚にもサプライヤーにも教えてもらったりしながらやってきました。自分の作った機能が人に認められ、自社の製品となって海外のお客様が使ってくれているのを見て、とても嬉しかったですね。人に優しく、使い勝手のいいシステムを今後も作りたと思います。」(A氏)。

A氏が自己を変革するため、自分だけで解決するのではなく、ユーザーの意識、市場での使われ方などをつぶさに見ることはビジネスに対する強い関心の表れであると考えられる。また、改善意識を常に持ち、より良い方法がないか追求しようとする姿勢が芽生え、自分が何をすべきかを模索している。

「当初ソフトウェアを開発する仕事は任された領域を一人でやる仕事で十分でした。しかしこの5年でハードウェアの飛躍的な向上でメモリが増え、要求されることも増え仕事の量が変わってきました。システム構造が複雑になり、チームができ、メンバーの相互依存が強くなりました。チームでやるとなったら設計情報を伝えることが大切ですし、まわりの人が間違いなく理解できるような調整の仕事ができました。」(C氏)。

近年のシステム技術の飛躍的な進歩は、開発体制にも大きな課題として表れてきたのである。C氏にそれに対処するために、自分の学習や行動を大きく変化させている。

(3) 実装

実装段階は、設計をもとに製品に組み込まれ、ソフトウェアを実働することが可能になる工程である。

「最近のシステム開発はスピードが求められ、非常にシステム化されて早くなっています。作業している人は技術者として一人前になるよう育てることよりも、作業をこなせる人をすぐに使うという所が問題ですね。仕事が一段落したらその仕事とこれまでの仕事の整理をすることができなくなってくる。何とかしなければならぬとは思いますが。ただ、難しい作業では一人ではできないので共同作業になりますが、互いに一番いい解決策を追及することで面白みを感じる人が多いようです。できなかったら文句をいわれますが、大変だということを感じてもらえたら地味な仕事も根気強くできると思います。」(A氏)。

A氏は、まわりの細かい所まで注意が行き届くようであり、重要な事項を優先する見極めや合理的な進め方ができると考えられる。

(4) 検証

検証は実験検証段階と呼ばれ、市場を想定した製品の機能検証が行われる。

「検証は品質を保証しなければなりません。部品との適合や最適を見て合わせ込んでいます。ただ細かい所で予測できないこともあり、失敗してしまうこともあります。場合によっては深夜までかかり生活が乱れやすいのですが、それでもチームを引っ張っていきなかなきゃならないのです。」(B氏)。

このように、彼らは開発してきたソフトウェアの適合をさせるため、まず自分達で問題を解決できることをめざし、内部での適合を追求しているのである。検証では、発生する問題に対して、当人達の自立的な行動に起因して、外乱も含めながら失敗した原因を究明するというステップを踏んでいるようである。

4 データ分析

データ分析は、コンピテンシーを抽出するための分析である。分析は2つのステップで行った。

- (1) 行動形態の分析：まず3氏の行動の特徴を基に、コンピテンシーと考えられる箇所に印をつけ、行動形態への分析所見を見出す。
- (2) コンピテンシーの判別：他者評価と分析所見からの頻度とレベルを求める。そして、定義された判定基準によりコンピテンシーを導出する。

4-1 行動形態の分析

行動形態からのコンピテンシー分析は、3氏の行動の特徴で表れた行動形態を基にコンピテンシーと考えられる箇所でどのような行動が行われているのかを分析所見にまとめた。分析結果は表5-4に示すとおりである。

管理職業務の役割では、目標達成を目指す行動と指揮命令が強く表れるとともに「相手の問題に気づく」や「問題に興味を持たせる」などは、分析の中で彼らの行動から浮かび上がったものである。もっとも「相手の問題に気づく」は、対人関係理解にあてはまることから人的サービスを行うことにより的確な共感を生むコンピテンシーが含まれると考える。一方「自分のアイデアをメンバーに伝える」や「専門的な知識を伝える」などは、新しいことを教えるという人材育成につながると考えられる。これらを整理することで、管理職業務の役割では10個のコンピテンシーが確認された。

目標達成重視の姿勢は、目標達成重視も管理職業務の役割と同様に達成をのみに表れる要素として「顧客のことを考える」「市場の品質」「状況の意味を理解する」など状況に目を向けた行動があげられる。目標達成重視の姿勢は、14個のコンピテンシーが確認された。

最後に、組織の責任行動である。この行動の特徴は、「自分達の問題を解決するため目指す行動」や「組織の役割を理解する」などのコンピテンシーが見られる。彼らは、市場に適合するという目標を達成するために、自律性を高めた行動がみられる。さらに、組織の環境状況をよく捉えるとともに、まわりとの関係を良好に保とうとする組織的な行動が現われる。

このように、3氏の行動形態を基に、コンピテンシー要素のコーディング作業を行うことによりコンピテンシーを確認することができた。

表 5-4 行動形態からのコンピテンシー分析

行動の特徴	行動形態	分析所見
管理職業務の役割	<p>彼らは現有の資源によって<u>成果の最大化¹</u>を図ることを目的としていた。</p> <p>彼らは文書作成の作業や<u>調整業務により方向性を定め²</u>、目的達成をめざした行動する。</p> <p>行動は職場で立てた業務計画、予算管理、進捗管理を優先的³に行われるが、<u>メンバーの労務に関する問題に悩まされていた⁴</u>。そのため4名はメンバーに<u>知識、技術、概念形成を伝えたり、教育訓練へ参加を促していた⁵</u>。</p> <p>彼らは<u>目標達成への業務指示や要求を厳しく部下に伝える⁶</u>ときがある。長時間勤務で<u>ストレスの抱えやすい者に対しては話し合いや気配り⁷</u>を行っている。そのことによりメンバーのモチベーションが高められているようだ。</p>	<p>1 達成を目指す行動(ACH)</p> <p>2 自律的で率先した行動 (INT)</p> <p>3 組織ニーズを優先する(OC)</p> <p>4 相手の問題に気づく(IU)</p> <p>5 課題に興味を持たせる(DEV)</p> <p>5 問題の切りを考えさせる (CT)</p> <p>5 専門的な知識を伝える(EXP)</p> <p>6 指揮命令(DIR)</p> <p>6 リーダーシップ(TL)</p> <p>7 相手の問題に気づく(IU)</p>
目標達成重視の姿勢	<p>彼らの主要な業務タイプは2つあり、それには、定期的な既知の業務(業務計画書の作成、月報、実験・情報・課題への報告書の作成、試作製作などの申請手続きなど)と不定期的な業務(緊急課題への対応、予算や要員の確保、関係部署との調整)がある。特に問題としているのは不定期的な業務であり、<u>その対応において目標重視の姿勢¹</u>が見られる。</p> <p>この不定期的な業務はプロジェクト⁽²⁾の初期段階から目標が高まる傾向にあり、その都度柔軟な対応策が練られる。²練られた対応策は<u>上位職位者から経験や集めた情報により判断したことの了解³</u>を得ている。</p> <p>不定期的な業務は部門間の接触を高め協力を得るための<u>精神的負担が高まっている⁴</u>。3名の行動や仕事の幅が他の者に比べ広く他部門との調整に経験の差異が感じられる。⁴</p> <p>3名はいずれも率先的な行動の気性に富み、<u>まわりへの指示⁵</u>を出し何としてでも<u>目標を達成する⁶</u>という気概で望んでいる姿が見られる。</p>	<p>1 達成を目指す行動(ACH)</p> <p>1 組織の役割を理解する(OA)</p> <p>2 柔軟性(FLX)</p> <p>2 顧客のことをまず考える(CSO)</p> <p>2 市場の品質を想定する(CO)</p> <p>3 情報の収集(INFO)</p> <p>3 状況の意味を理解する(AT)</p> <p>3 法律や製品知識などを伝える(EXP)</p> <p>3 自分の考えを信じる (SCF)</p> <p>3 他の人から支持を得る(IMP)</p> <p>4 自分の感情を制御するスタミナを持つ(SCT)</p> <p>4 イニシアティブ(INT)</p> <p>5 指揮命令(DIR)</p> <p>6 達成を目指す行動(ACH)</p>
組織の責任行動	<p>職務の責任を高めることによって専門知識の他に他部門(組織内外、社外)と調整能力¹が求められる。目標が実現可能な計画に見直される。そして、関係部門に発生する問題を想定²し、組織内外の協力を得るため必要な情報で説明³する。このとき3名は、職務の範囲を意識するようになり、組織的な行動が見られるようになる。</p>	<p>1 自律的で率先した行動 (INT) 1 組織の役割を理解する(OA)</p> <p>1 状況の意味を理解する(AT)</p> <p>1 関係を良好に保つ(RB)</p> <p>2 相手の問題に気づく(IU)</p> <p>2 市場の品質を想定する(CO)</p> <p>3 法律や製品知識などを伝える(EXP)</p> <p>3 情報の収集(INFO)</p>

注) 行動形態は、コンピテンシー要素と思われる部分にアンダーラインを引き、それに関するコンピテンシー要素を当てはめた。当てはめたコンピテンシー要素は、行動形態のコンピテンシーに書き写した。英字記号はコンピテンシーを示し、英字の意味は添付資料を参照。

出所) 筆者作成。

4-2 コンピテンシー判定分析

コンピテンシー判定分析は頻度と評価点によるコンピテンシーの判定分析である。この処理方法は、Spencer and Spencer の概念をもとに基準を設定し、コンピテンシーの判定を行うものである。本論文ではコンピテンシーの頻度とレベルの解釈を得るために、(1) 他者評価による 3 氏のコンピテンシー評価の実施と (2) Spencer and Spencer の判定基準を基にしたレベルの定義を行った。

まず、判定基準のレベルの定義である。判定基準のレベルの定義は、コンピテンシーを抽出するためにコンピテンシーが現われる行動の頻度と強度を判定基準として設定するものである。表 5-5 が判定基準である。

表 5-5 コンピテンシー判定基準

ランク	解 釈	頻 度
高	評価点が高く分析所見から主要な要素である	・ 行動の特徴 2 以上 ・ 評価点 4 点以上
中	評価点がやや高く分析所見で頻繁に見られる	・ 行動の特徴 1 以上 ・ 評価点 3.5 点前後
低	評価点は中以下であり分析所見から補足的要素と見られる	・ 行動の特徴 1 ・ 評価点 3 点前後
なし	評価点は低く分析所見であまり見られない	・ 行動の特徴 1 以下 ・ 評価点 3 点未満

出所) 筆者作成。

3 氏に対する他者評価は、コンピテンシーの強さを測るために実施する。他者評価を採用した理由は、職場の同僚が具体的な業績への行動をしっかりと予見していること、および客観的な数値評価を採用することでコンピテンシーを導出するときの信頼性が高まると考えたからである。他者によるコンピテンシー評価はアンケート調査により得られた。回答は、1 点 (劣る) ~ 5 点 (優れている) の 5 段階尺度で行った。なお、卓越したパフォーマンスを選出したときの職場上司は同語反復 (tautology) からの問題が懸念されることから本調査には加えなかった。

この判定基準を基に、他者評価と行動形態の分析所見から予見されるコンピテンシーの強さおよび頻度によりランク付けを行った。本論文は、表 5-5 に示すコンピテンシー判定基準を基に、それぞれのコンピテンシー要素がどのランクに相当するのかを分析した。表

5-7 が評価結果である。表 5-7 にある○印は、3 氏の行動の特徴として現れたコンピテンシーを示したものである。評価点は、上司によるコンピテンシー評価結果の 3 氏の平均値である。

この結果を基に、表 5-7 に示すようなランク付け（高、中、低、なし）を行い、最終的には表 5-8 に示した 11 のコンピテンシーが抽出された。

表 5-7 コンピテンシー評価結果

クラスター	コンピテンシー	行動の特徴			評価点	ランク
		管理職業務の役割	目標達成重視の姿勢	組織運営重視の行動		
A 達成とアクション	達成重視	○	○		4.1	高
D マネジメント	指揮命令	○	○		4.1	高
E 認知	専門的能力	○	○	○	4.0	高
C インパクトと影響	組織の理解		○	○	3.8	高
E 認知	分析的思考		○	○	3.8	高
B 支援と人的サービス	顧客サービス重視		○		3.8	高
A 達成とアクション	イニシアティブ	○	○		3.7	中
A 達成とアクション	情報の探求		○	○	3.6	中
D マネジメント	人材育成	○		○	3.4	中
F 個人の効果性	組織へのコミットメント	○			3.4	中
B 支援と人的サービス	対人関係	○		○	3.3	中
A 達成とアクション	秩序・品質・正確性			○	3.2	低
F 個人の効果性	柔軟性		○		3.2	低
C インパクトと影響	関係の構築			○	3.1	低
E 認知	概念化思考	○			3.1	低
F 個人の効果性	自己確信		○		3.0	低
D マネジメント	リーダーシップ	○			3.0	低
C インパクトと影響	インパクトと影響力		○		3.0	低
F 個人の効果性	セルフ・コントロール		○		2.8	なし
D マネジメント	チームワークと協調				2.7	なし

注 1) 評価点は他者評価者の 3 名の平均値である。

注 2) クラスター A~F は、表 4-7 に対応する。

出所) 筆者作成。

4-3 まとめ

本論文の3氏のコンピテンシーは、1/3の要素でマネジメントや支援と人的サービスが含まれていた。飯野（2001）によると、技術者とは技術的な知識、経験、洞察力を必須条件とする職業であり、個人業務を問われる仕事と定義される。しかしながら、本論文の結果では、卓越した技術者は目標達成とアクションおよび認知領域という技術者の基本的特性に加え、対人関係や指揮命令などの行動が見られたのである。また、技術者や専門職者が弱いとされる組織の理解および組織へのコミットメントが、本論文の結果では強く現れていることもわかった。

表 5-8 組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー・モデル

クラスター	コンピテンシー
達成とアクション	達成重視
	イニシアティブ
	情報の探求
支援と人的サービス	対人関係
	顧客サービス重視
インパクトと影響	組織の理解
マネジメント	指揮命令
	人材育成
認知領域	専門的能力
	分析的思考
個人の効果性	組織へのコミットメント

出所)筆者作成。

5 卓越したパフォーマーとそうでないパフォーマーの比較

組込みソフトウェア技術者の経験により業績が向上すると、卓越したパフォーマーとそうでないパフォーマーの行動形態に違いが表れてくることが予想できる。そこで、本節では両者のコンピテンシー評価を比較してみる。卓越したパフォーマーは、A氏、B氏、C氏である。そうでないパフォーマーは、E氏、F氏、G氏、H氏である。データは、「表 4-8 核技術者のコンピテンシー評価点」で使用した同僚によるコンピテンシー評価データを用いた。比較分析は、両者の平均値の差を確かめるため統計解析の t 検定を用いた。

表 5-9 が分析結果である。分析の結果、「達成とアクション」、「認知領域」、「支援と人的サービス」、「マネジメント領域」の4つにおいて卓越したパフォーマーとそうでないパフ

オーマーに有意な差がみられた。一方、「インパクトと影響力」や「個人の効果性」は有意な差が見られなかった。このように、卓越したパフォーマーは目標を達成するニーズと組織との連帯（管理）のニーズによる行動がそうでないパフォーマーよりも強く、また成果に直結した行動特性として特に差が大きいといえるようである。

表 5-9 卓越したパフォーマーとそうでないパフォーマーの平均値の差の検定

クラスター	卓越したパフォーマー		そうでないパフォーマー		t ₀
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
達成とアクション	3.440	0.504	3.000	0.461	4.201**
支援と人的サービス	3.500	0.515	3.125	0.612	2.110*
インパクトと影響力	3.407	0.694	3.306	0.624	0.611
マネジメント領域	3.194	0.401	3.063	0.598	1.144*
認知領域	3.926	0.474	3.583	0.500	2.750**
個人の効果性	3.500	0.561	3.438	0.501	0.537

注 1) **は p<1%、*は p<5%で有意を示す。t 検定は両側検定で行った。

注 2) n 数は、卓越したパフォーマーが 36 (12×3)、そうでないパフォーマーが 60 (12×5)。出所) 筆者作成。

6 業績への影響因子

業績への影響因子は、業績に対する個人の影響因子の分析である。経済産業省の調査によれば、組込みソフトウェア技術者の多くは専門機関の教育を受けずに企業に入社し、入社後一から技術を学ぶ者が多いとされている。つまり、実務作業によるたたきあげが多いということであり、組込みソフトウェア技術者としての基本的な知識やスキルを仕事によって経験を積み重ねることによって成長しているのである。

しかしながら、コンピテンシー要素だけでは業績水準を決める個人の属性は見えてこない。そこで、組込みソフトウェア技術者に関する個人属性を考慮して、業績水準の決定要因を明らかにするため、重回帰分析を行った。推計の従属変数は、業績水準、独立変数は、年齢、所属年数、学歴である。表 5-10 が重回帰分析の結果である。

分析結果の流れに従い確認する。まず、重相関係数は 0.936、寄与率 (R²) は 0.876 と高い説明力である。独立変数を個別に見ると、所属年数が有意であった。

そこで、所属年数の業績水準への影響をみるために、所属年数と業績水準の関係を分析

した。結果、業績水準 $= -0.0122 \times \text{所属年数}^2 + 0.4401 \times \text{所属年数} + 0.7712$ ($R^2=0.9678$) が得られ、所属年数が約 10 年までは、年数と共に業績水準が上がる。

以上の分析を踏まえ、所属年数が業績水準に関する事実発見をまとめると次のようになる。多くの組込みソフトウェア技術者の業績水準は、所属年数の効果が大きく、それは、経験年数に応じて上昇することが認識できる。

このような特性は、最終学歴という点で有意があるのではなく、何らかの目的により職場を異動することも経験の一つとするならば、経験年数を積み重ねることで業績水準が向上しているものと考えられる。

表 5-10 業績水準の決定要因に関する重回帰分析

変 数 名	平均値	残差平方和	重相関係数	寄与率 R^2	偏回帰係数
業績水準	3.41	—	0.936	0.876	—
年 齢	29.0	2.752	—	—	-0.046
所属年数	9.7	1.843	—	—	0.186**
学 歴	2.1	6.2	—	—	-0.07
誤差項	—	1.853	—	—	1.886**

注) **は $p<1\%$ を示す。年齢と所属年数は調査時のものである。学歴は 1=高校卒、2=大学卒、3=院卒である。重回帰分析は直線回帰による最小自乗法で導き出している。n 数は、10 である。

出所) 筆者作成。

7 考察

3 氏の卓越したパフォーマーの行動観察から得られたコンピテンシー・モデルについて、コンピテンシー・ラーニング研究のフレームワークに則って考察を進めていきたい。卓越したパフォーマーが、製品開発プロセスにおいて目標達成志向と組織との連帯志向を重視した行動特性であることは確認された。それは、参与観察の結果から、B 氏が「新規性が高く制御技術の創出を含んだ課題達成に全力で取り組む」ことや、A 氏、C 氏が「既知の技術の応用化への課題を実現させる」に取り組んでいる。これは、職務歴から裏付けられるものであるが、3 氏の卓越した業績をもたらしている大きな要素として目標を達成させるために自分の持つ能力や経験をもとに取り組んでいることが考えられるからである。

古川 (2003) が示したコンピテンシー・ラーニング研究は、行動から結果に至るプロセ

スの意識化によりコンピテンシーが形成されるとしている。このプロセスには、視野の拡張、視点の転換、行動習慣、意識化習慣がある。このプロセスを踏み学習することが卓越したパフォーマーにつながるのであるならば、本論文が提示するコンピテンシー・モデルの意義をみていきたい。

(1) 卓越した技術者は、成長の過程でどのようなことが契機となったのか。

成長の過程における視野拡張や視点転換期は、それまでの自分たちの能力の限界に気づくことによって始まるようである。B 氏の場合、仕事がうまくいかず行き詰っている人や困っている人を見て自分の過去を見出していた。A 氏は、このままでは信頼性のあるシステムが得られないという思いが契機となっていた。今の自分たちに力がないことを認識することが契機となり、A 氏、B 氏とも積極的に課題やメンバーと向き合い、ときにはアドバイザーとして努めていた。

Turley and Bieman (1995) によると、ソフトウェア技術者は、部下と頻繁に接触することで自分たちの仕事を進める上での強みや弱みが認識し合えるとしている。このことは、A 氏、B 氏のケースにおいても Turley and Bieman と同じことがいえそうである。卓越したパフォーマーは、メンバーや関係する人たちに限界を知る契機をもたらしてくれる人であり、若い技術者にとって成長をもたらす存在になっているからである。例えば、B 氏はかつて開発したソフトウェア設計と実装経験を持っていることに対して、周囲の人が期待していることを考慮して仕事の計画や分担を決め進めていることがあげられる。

つまり、彼らは、まわりに極度な緊張感を与えるのではなく、プロジェクトの目標が理解でき実現できることを伝え、その取り組みに確信や信念をもっているものと考えられる。

(2) 卓越した技術者は克服すべき課題への対処行動としてどのようなことをしたのか。

3 氏に共通している業務目標は、市場へ適合した商品を開発することであり、またチームあるいは他部門の人たちとの共同によりシステム開発を成功させることである。チームあるいは他部門の人たちとの調整は重要であり、コンピテンシー・モデルのマネジメント領域の指揮命令、組織の理解、対人関係が成果に強く影響を与えるものであることが確認されている。それらを多く経験をしているのが A 氏、B 氏、C 氏であった。例えば、A 氏は、これまで学習してこなかった制御システムの知識やスキルについて、同僚の持つ技術ノウハウを積極的に取り込もうとただだけでなく、社内外の技術研修や交流会の場に何度

も出席している。B氏は、自部門にある業務基準にこだわらず、同業他社やエンジニアリング会社と交流を深め、試行錯誤を繰り返している。このように、A氏とB氏とでは行動のパターンが異なるが、身近なところからは得られない知識やノウハウを生かそうとしている姿があり、成果への目的や具体策をはっきりイメージするものと考えられる。

卓越した技術者は、まわりとのパイプ役であるといえるかもしれない。彼らは組込みソフトウェア技術者として、規定にとらわれず多様な学習方法により高いレベルの知識やノウハウを養っていた。これらの対処行動を通じて、組織的な行動特性が身につけていったと考えられる。

(3) 対処行動の結果、彼らはどのような価値観を持つようになったのか。

彼らは、対処行動を通じて組織的な行動特性を意図的に実行していたが、それはチームとして企業として市場に適した製品開発することを重視した行動である。A氏は製品の使いやすさをめざし、それを追求する中でA社の開発方法を改善できないかという思いをめぐらしている。B氏は若い技術者を育成することを通じて、成果が業界を凌駕することを自分の重要な仕事と認識し、A社から与えられたプロジェクト目標に強くコミットしている。それらは技術の高度さを追求するだけでは表れない行動特性である。

そして、3氏とも結果に対して既存技術との共通性や関連性を整理するという習慣がある。それは、自分たちの手で育てた製品が世界のどこかで使用されていることを誇りに思っていることの現われともとれる。結果が悪かったときは、良かったときと何が違っていたのかを振り返り、文書として記録をとり、しっかりと残しているのである。

特に、A氏、C氏はソフトウェアのパッケージごとに整理を行い、押え所や目標を達成したロジックは何であるのかを商品としての動きを意識しながらまとめているようである。彼らは新技術を開発することの難しさや自分を、変革させる難しさを感じ、どのような準備や判断が良かったのかを振り返るのである。それは、市場への適合を最優先に取り組んできた技術者の特徴といえるのかもしれない。

第5節において、卓越した技術者とそうでない技術者の比較を行った結果、達成とアクション、認知領域、支援と人的サービス、マネジメント領域で差があることを述べてきた。つまり、彼らの対処行動はこれまでの反省からくる技術者としての認知領域だけでなく、達成とアクション、支援と人的サービス、マネジメント領域へとつながっていると考える。

8 まとめ

本章では、卓越した技術者のコンピテンシー・モデルの開発を行った。参与観察においては、製品開発の開発工程別に彼らの行動を観察した。また、同僚からのアンケート調査によるコンピテンシー評価の結果を加え、彼らの行動特性の頻度と強さにより 11 個によるコンピテンシー・モデルを示すことができた。また、卓越した技術者とそうでない技術者の比較分析において、達成とアクション、認知領域、マネジメント領域、支援と人的サービスの 5 つのクラスターで差があることが確認された。また、第 4 章で導き出された業績予測式を用いて、業績水準への個人属性の影響を分析したところ、経験年数が有意に影響することが確認された。

このような分析結果を受けて、コンピテンシーの形成で契機になるのは、技術者個人の限界に気づくことで起こる変化であることが確認された。さらに、技術者の克服すべき課題への対処行動として、どのような特徴があるのかを分析したところ、目標を達成する意識が強いほど、積極的に仮説や意図に基づく効果的な方法が探索され、具体的な成果をはっきりとイメージができていることが観察された。

本論文の基本的な主張は、組込みソフトウェアの業績を高めるための過程において、自己を変革し、専門知識やスキルと共に組織的な志向を大切にすることが必要であるというものがあった。本章において導き出されたコンピテンシー・モデルは、この基本的な主張の妥当性が確認されたといってもよいと考える。しかし、卓越した技術者になるには 10 年ものキャリアの蓄積が必要であり、とても簡単に育成ができるものではないこともわかった。それらにどう対処していくかが今後の技術者を育成する課題と考えられる。

これらのことを踏まえたうえで、次章では本論文で導き出されたコンピテンシー・モデルの検証を行い、続く最終章では本論文の結論を述べ、理論的インプリケーション、実践的インプリケーション、今後の研究課題を述べる。

第6章 コンピテンシー・モデルの検証

1 はじめに

本章では、第5章で導き出されたコンピテンシー・モデルの妥当性を検証する。

Spencer and Spenceによると、コンピテンシー・モデルの妥当性の検証方法には、(1)同時クロス検証 (concurrent cross validation)、(2)同時構成検証 (concurrent construct validation)、(3)予測有効性 (predictive validity) の3つの方法がある。第一の同時クロス検証は、研究者が二回目の卓越したパフォーマーとそうでないパフォーマーの行動結果面接 (BEI) を実施し、BEI の分析結果と導き出されたコンピテンシー・モデルと比較する方法である。第二の同時構成検証は、コンピテンシー・モデルに記述されたコンピテンシーを基に、テストを実施する方法と、上司や同僚、および他の知識を備えた観察者がコンピテンシーを評価し、ランク付ける方法である。第三の予測有効性は、コンピテンシーを使って人材を選別し、訓練を行い、これらの人材が将来優れた業績を達成するか否かを検証する方法である。

本論文は、これらの検証方法の中から「同時構成検証」を選択する。その理由は、直属の上司がある時点での彼らの業績を客観的に予見することができると考えたからである。具体的には、上司によるコンピテンシーの強さを評価する方法を採用する。本論文の対象がA社B職場という限られた範囲での試みであり、研究成果の一般性を確認する目的から、近年のコンピテンシー研究の成果と、ソフトウェア技術者のコンピテンシーと比較を行い、本論文で導き出されたコンピテンシー・モデルの妥当性を検証するものである。

2 検証結果

2-1 上司・同僚によるコンピテンシー評価

導出されたコンピテンシー・モデルの妥当性の検証は、(1) 上司・同僚によるコンピテンシー評価と (2) 近年のコンピテンシー研究との比較の2つで行った。

まず、上司・同僚によるコンピテンシー評価である。評価者は、卓越したパフォーマーのA氏、B氏、C氏の3氏とそうでないパフォーマーのE氏、F氏、G氏、H氏の4氏の上司1名と同僚2名である。調査は、2011年12月に実施した。本論文では、コンピテンシーの強さをコンピテンシー要素の平均値で表す。その理由は、評価者の数が3氏であり、統計処理を行うにはサンプル数が少ないことから、3氏の平均値を採用する。

表 6-1 が、コンピテンシー・モデルと 3 氏の上司からのアンケート調査結果を比較したものである。それによると、コンピテンシー・モデルで評価点が高かった達成重視、技術／専門知識、組織の理解、分析的思考、顧客サービス重視は、検証結果でも確認することができた。しかしながら、指揮命令 (4.1→3.0)、イニシアティブ (3.7→3.3)、他の人たちの開発 (3.4→3.0)、対人関係 (3.3→3.0) の評価が低い点数となった。このうち、指揮命令の差が 1.1 もあるが、同じ領域のリーダーシップやチームワークと協調が高く評価されていることから代替変数として現れたと考えられる。このように要素によっては差が見られるものの、本論文で導出したコンピテンシー・モデルは、ほぼ再確認されたことから、検証結果から妥当であると考えられる。

表 6-1 上司によるコンピテンシー・モデルの検証

コンピテンシー・モデル		検証のための上司からの評価	
コンピテンシー要素	評価点	コンピテンシー要素	評価点
達成重視	4.1	概念化思考	4.2
指揮命令	4.1	組織の理解	4.2
技術/専門知識	4.0	セルフ・コントロール	4.1
組織の理解	3.8	顧客サービス重視	4.0
分析的思考	3.8	分析的思考	3.8
顧客サービス重視	3.8	技術/専門知識	3.8
イニシアティブ	3.7	達成重視	3.7
情報の探求	3.6	情報の探求	3.7
他の人たちの開発	3.4	組織へのコミットメント	3.6
組織へのコミットメント	3.4	リーダーシップ	3.4
対人関係理解	3.3	チームワークと協調	3.3
秩序、品質、正確性	3.2	柔軟性	3.3
柔軟性	3.2	秩序、品質、正確性	3.3
関係の構築	3.1	イニシアティブ	3.3
概念化思考	3.1	インパクトと影響力	3.1
自己確信	3.0	他の人たちの開発	3.0
リーダーシップ	3.0	指揮命令	3.0
インパクトと影響力	3.0	自己確信	3.0
セルフ・コントロール	2.8	対人関係理解	3.0
チームワークと協調	2.7	関係の構築	2.9

注) 太枠で囲っているのが今回の調査結果からのコンピテンシーである。網掛けは導出時のコンピテンシー要素を表している。

出所) 筆者作成。

2-2 コンピテンシー研究との比較

比較を行ったコンピテンシー研究は、2000年以降で学会誌に投稿された論文であり、Spencer and Spencerのコンピテンシー・モデルを基に、技術者およびソフトウェア技術者の実証研究であることを条件に、文献検索を行った。文献検索は、EBSCO hostより、”Spencer and Spencer”、”Competency”、”technician”、”Software engineer”をキーワードに実施した。その結果、236件が検索された。その中から、Spencer and Spencerの実証研究であるのか、技術者・ソフトウェア技術者を対象とした研究であるのかを確認し、7つの実証研究を選別しレビューを行った。製品開発技術者に関する研究が(1)～(3)、ソフトウェア技術者に関する研究が(4)～(7)である。

(1) Lee (2010) の研究開発技術者のコンピテンシー

Lee (2010) の研究は、TFT-LCD メーカーの研究開発技術者を対象に調査を行い、業務に必要なコンピテンシー要素および自己のパフォーマンスとの関係を明らかにしている。表 6-2 が Lee によるコンピテンシー・モデルである。

Lee は、研究開発技術者は (1) 他の人の理解と顧客サービス思考が重要なコンピテンシーであり、(2) 自己確信、秩序への関心、チームワークなど技術者としての専門知識よりも重要な要素であるとしている。

表 6-2 Lee (2010) のコンピテンシー

ランク	コンピテンシー	ウェイト
1	他の人の理解 <i>Interpersonal Understanding</i>	3
1	顧客サービス指向 <i>Customer Service Orientation</i>	3
3	自己確信 <i>Self-Confidence</i>	2
3	秩序への関心 <i>Concern for Order</i>	2
3	チームワークと協調 <i>Teamwork and Cooperation</i>	2
6	概念的思考 <i>Conceptual Thinking</i>	1
6	情報探索 <i>Information-Seeking</i>	1

出所) Lee (2010)。

(2) Wu (2009) の製品開発技術者のコンピテンシー

Wu (2009) は、台湾の半導体メーカーを対象に技術者のコンピテンシー・モデルを研究している。表 6-3 に示すように、Wu のコンピテンシー・モデルは、11 の要素があり、最も重要な要素として学習意欲をあげる。これは、将来の変化によく触れることが高い業績をもたらすことがその理由としている。

表 6-3 Wu (2009) のコンピテンシー

ランク	コンピテンシー	平均値
1	学習意欲 <i>Willingness to learn</i>	5.11
2	人間関係構築 <i>Relationship building</i>	5.10
3	チームワーク <i>Team working</i>	5.00
4	達成指向 <i>Achievement orientation</i>	4.96
5	客観的概念 <i>Objective management</i>	4.94
6	改善への取り組み <i>Technical improvement</i>	4.91
7	プロセス管理 <i>Process management</i>	4.85
8	情報探求 <i>Information gathering</i>	4.83
9	技術革新 <i>Technical innovation</i>	4.62
10	圧力寛容 <i>Stress tolerance</i>	4.85
11	自信 <i>Self-confidence</i>	4.72

出所) Wu (2009)。

(3) Cochran (2009) の技術者／専門職のコンピテンシー

Cochran (2009) は、Ohio State Univ.の Doctor of philosophy としての論文の中で、技術者および専門家の拡張する組織でのコンピテンシー・モデルを提示している。研究は、「変化は生命の法則である」を機軸に人的資源管理の研究を行っている。研究は、3M、シャープ、ソニー、AT&T など日系企業に限らず多くの製造業を対象に、インタビューおよびアンケート調査により実証的に行われている。研究の結果、Cochran は表 6-4 に示すコンピテンシー・モデルを提示し、技能、態度、振る舞いを観察した結果、プロフェッショナルという責任と有効な労働を示すことが技術者の倫理的な動機であるとしている。そのプロフェッショナル意識が、他のコンピテンシーと関連し、働く上で重要な要素であるとしている。

表 6-4 Cochran のコンピテンシー要素

ランク	コンピテンシー	平均値
1	プロフェッショナリズム <i>Professionalism</i>	83.6
2	顧客サービス <i>Customer Service</i>	79.1
3	コミュニケーション <i>Communication</i>	74.6
4	柔軟性と変化 <i>Flexibility and change</i>	74.2
5	人間関係 <i>Interpersonal relationships</i>	62.7
6	自己確信 <i>Self-Confidence</i>	61.2
7	対人関係理解 <i>Understanding stakeholders and communities</i>	59.7
8	問題解決 <i>Thinking and problem solving</i>	52.2
9	資源管理 <i>Resource management</i>	52.2
10	チームワークとリーダーシップ <i>Teamwork and leadership</i>	52.2
11	継続的学習 <i>Continuous learning</i>	44.8
12	技術採用とアプリケーション <i>Technology adoption and application</i>	43.3
13	専門的知識 <i>Knowledge of Extension</i>	38.8
14	多様性 <i>Diversity</i>	37.3

出所) Cochran (2009)。

(4) Turley and Bieman (1995) のソフトウェア技術者のコンピテンシー

Turley and Bieman (1995) の論文は 2000 年以降ではないが、Cochran (2009) によると、Turley and Bieman はソフトウェア技術者のコンピテンシー研究を行った最初の研究であるとされることから、本論文の検証に取り上げた。

Turley and Bieman の研究は、ソフトウェア技術者を対象にコンピテンシー研究が行われ、表 6-5 が優れたパフォーマーに見られるコンピテンシーとしている。

(1) 他者を助けるとは、仕事の完成には広い組織との関連に力を注ぐことである。(2) 積極的な管理行動とは、コミュニケーションを積極的に行うことであり、技術者としてマネジャーに状況を伝え、プロジェクトへの指示、決定を促すことになる。(3) 強い信念で話をするとは、技術者として最良の判断をしているという自覚を持つことである。(4) 技能とテクニックの習得とは、彼らにとって良いソフトウェア設計ができていることになる。

(5) 大きな視点を維持とは、プロジェクトの目的を理解し、計画を実行することである。

Turley and Bieman の研究には、ランク付と平均値は記載されていない。

このように、Turley and Bieman の示す優れたパフォーマーのコンピテンシーは、他者との関係、上司との関係を積極的に行い、自分自身に対して、強い信念を持ち、技術スキルを高めるという努力を行うことと認識できる。

表 6-5 Turley and Bieman(1995) のコンピテンシー要素

ランク	コンピテンシー	平均値
	(1)他者を助ける <i>Helps others</i>	
	(2)積極的な管理行動 <i>Proactive role with management</i>	
	(3)明確な強い信念の明示 <i>Exhibits and articulates strong Conviction</i>	
	(4)技能とテクニックの習熟 <i>Mastery of skills and techniques</i>	
	(5)大きな視点を維持 <i>aintains "big picture" view</i>	

出所) Turley and Bieman (1995)。

(5) McMurtrey et al. (2008) の IT 技術者のコンピテンシー

McMurtrey et al. (2008) は、IT 技術者を知識労働者を代表する技術者として、潜在的 IT 技術者の不足から、エントリーレベルの IT 技術者の育成を目的にコンピテンシー研究を行っている。表 6-6 がコンピテンシー・モデルである。彼らが優秀な業績をあげるために示されたモデルであり、入社した段階での技術者に対して、このモデルを基に教育が行われているとしている。また、優れたパフォーマーになるためには、対象となる相手の性質、形態、まわりとの関係などを認識することをあげる。

表 6-6 McMurtrey et al. (2008) のコンピテンシー要素

ランク	コンピテンシー	平均値
1	問題解決 <i>Problem Solving</i>	6.69
2	クリティカルシンキング <i>Critical Thinking</i>	6.59
3	チーム能力 <i>Team Skills</i>	6.52
4	口頭コミュニケーション <i>Oral Comm.</i>	6.22
5	創造性 <i>Creative Thinking</i>	6.18
6	文書によるコミュニケーション <i>Written Comm.</i>	6.07
7	倫理/プライバシー <i>Ethics/Privacy</i>	5.46
8	IT 知識 <i>Database (2 items)</i>	5.24

出所) McMurtrey et al. (2008)。

(6) Zegwaard and Hodges (2003) のソフトウェア技術者のコンピテンシー

Zegwaard and Hodges (2003) は、ニュージーランドの工学系を専攻する学生、卒業生および企業に勤める技術者を対象に、彼らのコンピテンシー調査を行い、表6-7に示したコンピテンシーを示している。彼らの技術を引き継ぐための書類・ドキュメントが重要なツールになり、コンピュータ・リテラシー（コンピュータ用語を読む力）を育むとしている。

表 6-7 Zegwaard and Hodges (2003) のコンピテンシー要素

ランク	コンピテンシー	平均値
1	能力と学習意欲 <i>Ability and willingness to learn</i>	6.22
2	チームワークと協調性 <i>Team work and cooperation</i>	5.94
3	分析能力 <i>Analytical thinking</i>	5.92
4	組織と計画性 <i>Personal planning and organizational skills</i>	5.90
5	コンピュータリテラシー <i>Computer literacy</i>	5.86
6	文書コミュニケーション <i>Written communication</i>	5.71
7	イニシアティブ <i>Initiative</i>	5.66
8	達成志向 <i>Achievement orientation</i>	5.62
9	要求、品質、精度 <i>Concern for order, quality and accuracy</i>	5.60
10	自信 <i>Self confidence</i>	5.58
11	情報探索 <i>Information seeking</i>	5.57
12	関係構築 <i>Relationship building</i>	5.53
13	柔軟性 <i>Flexibility</i>	5.51
13	自制心 <i>Self-control</i>	5.51
15	概念思考 <i>Conceptual thinking</i>	5.45
16	個々の人への理解 <i>Interpersonal understanding</i>	5.27
17	技術的専門知識 <i>Technical expertise</i>	5.25
18	顧客志向 <i>Customer service orientation</i>	4.92
19	チームのリーダーシップ <i>Team leadership</i>	4.84
20	組織関与 <i>Organizational commitment</i>	4.76
21	他への影響度 <i>Impact and influence on others</i>	4.73
22	組織的認識 <i>Organizational awareness</i>	4.70
23	指導 <i>Directiveness</i>	4.56
24	成長性 <i>Developing others</i>	4.49

出所) Zegwaard and Hodges (2003)。

(7) Misic and Graf (2004) のシステムアナリストのコンピテンシー

Misic and Graf (2004) は、Spencer and Spencer のモデルをベースにコンピテンシーの導出を行っていないが、システムアナリストを対象に、彼らの優れたパフォーマンスとコンピテンシー要素の関係を明らかにしている。表 6-8 が Misic and Graf が示すシステムアナリストのコンピテンシー要素である。分析能力、コンピュータに関する専門知識のほかに、コミュニケーション能力や対人関係能力を重要な要素としてあげている。

表 6-8 Mistic and Graf (2004) のコンピテンシー要素

コンピテンシー	2001 平均ウェイト ランク	2001 オーバーオール ランク	1994 平均ウェイト ランク	1994 オーバーオール ランク
分析能力 <i>Analytical skills</i>	4.61	1	4.98	1
専門知識 <i>Technical skills</i>	5.59	2	6.05	2
コミュニケーション能力 <i>Communication skills</i>	5.83	2	6.32	2
対人関係 <i>Interpersonal skills</i>	6.14	4	6.91	4

出所) Mistic and Graf (2004)。

3 他の実証研究との比較

本論文で導き出されたコンピテンシー・モデルに対する検証は、「同時構築検証法」に従った上司による再評価との比較検証と、近年発表された技術者に関する先行研究との比較という2つの方法で行った。

まず、上司による再評価は、直属上司による卓越した業績をもたらすことのできる3氏のコンピテンシー評価を実施し、その結果との比較を行うものである。結果、コンピテンシー・モデルを構成する11要素のうち7要素の存在が確認された。存在が確認されなかった4要素（指揮命令、イニシアティブ、他の人たちの開発、対人関係理解）のうち、3要素が同じクラスターのマネジメント領域であった。このことから、評価に少しの違いが見られるものの、本論文で導き出されたコンピテンシー・モデルは、ほぼ再現されたものと捉えることができる。

次に、近年発表された技術者に関する先行研究との比較検証である。本検証方法は、Spencer and Spencer にはない検証方法であるが、本論文のコンピテンシー・モデルを組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー・モデルとして一般化するためにも、先行研究との比較が必要であると考え、検証を行ったものである。表 6-9 が比較結果である。

本論文で導出されたコンピテンシー・モデルの11要素のうち、7要素が4本以上の先行研究で存在することが確認された。確認されなかった要素は、指揮命令、組織の理解、人材育成、組織へのコミットメントの4要素であった。このことから、組込みソフトウェアは、近年の技術者と同様に、達成重視、専門的能力、対人関係のコンピテンシーが多く見られる。一方で、組込みソフトウェア技術者の新たな特性として、マネジメント領域や組織との関係を多く持とうとする特徴がみられる。

表 6-9 他の実証研究との比較

本論文の コンピテンシー	技術者・専門家				ソフトウェア技術者			
	Spencer and Spencer (1993)	Lee(2010)	Wu(2009)	Cochran(2009)	Turley and Biemann (1995)	McMurtrey et al. (2008)	Zegwaard and Hodges (2003)	Misic and Graf (2004)
達成重視	1		4	9	○	7	4,8	
指揮命令							23	
専門的能力	11		9	1,11 12,13	○	8	1,5 17	2
組織の理解				9				
分析的思考	4		5	10		1	3	1
顧客サービス重視	12	1		2			18	
イニシアティブ	5		11	6	○		7	
情報の探求	9	6	8				11	
人材育成							24	
組織へのコミット メント			7					
対人関係理解	7	1	2	3,5,7	○	4,6	6,12 16	3,4

注) 表内の数値は、各研究のコンピテンシー・ランクである。
出所) 筆者作成。

4 まとめ

本章では、本論文で導出したコンピテンシー・モデルを検証した。コンピテンシー・モデルはほぼ実証され、研究の目的は達成されたといつてよい。また、近年注目されるメタ・コンピテンシーであるが、本論文により卓越した業績をもたらすパフォーマーのコンピテンシー要素に、適応性とアイデンティティをモデレート変数とする達成重視、イニシアティブ、情報の探求、組織へのコミットメントがあり、本論文の結果からもコンピテンシーを高めるためのコンピテンシーの存在が確認され、メタ・コンピテンシー理論が証明された。

実証分析を通じて、業績の高い卓越したパフォーマーの特徴がかなり明確になった。技術者は、社内外で得られる知覚を基に経験を重ね学習し、それを生かして独自のアイデアや創造性を追求する。また、技術者はこのことと同時に、他のメンバー間との関係理解や

コミュニケーションを良好にし、メンバーの力を有効活用して高い成果を上げているのである。自分のこれまでの経験とそれらを連結することで、より高いパフォーマンスが示すことができる。その意味では、卓越したパフォーマーである技術者は、組織のキーパーソンであると呼ぶに相応しい存在である。

また、組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー・モデルにおいては、環境への適応性とアイデンティティの整合性への対処行動が重要であることが明らかになった。自己の経験によるコンピテンシー形成と他者との関係を図りながら、組織の情報収集や管理者行動を行うことが、職務の業績に大きく影響を与えることが確認されたのである。それは、他の技術者やソフトウェア技術者と比較した場合の大きな違いであるといえよう。

本調査は、対象職場の範囲やサンプル数の問題があり、組込みソフトウェア技術者の環境への適応性とアイデンティティの整合性への対処行動に関する実証研究の範囲やサンプル数は十分とはいえない。しかしながら、組込みソフトウェア技術者の卓越したパフォーマーとそうでないパフォーマーを比較した結果、両者とも共通して、検証を行った研究での技術者の特徴である分析的思考や概念化思考、顧客サービス重視、イニシアティブの重要性は確認された。さらに、組込みソフトウェア技術者の卓越したパフォーマーは、組織への志向の重要性が推察することができた。一方そうでないパフォーマーは、インパクトと影響力、セルフ・コントロールが高く、より自己の成果をアピールする行動がみられる。どちらの志向を中心とするかは、プロジェクト・リーダーと担当者で異なるようである。

終章 結論と今後の研究課題

1 本論文の要約

情報化社会の進展や社会構造の変化に伴い、日本のものづくりの争点が製品の持つ機能や価格・コストから、所有しての安心感、安全性、利便性といった質的な価値へ移行している。その中で、製品に組み込まれるソフトウェアにも質的な価値の創造への期待が高まっている。

ところが、組込みソフトウェアを開発する技術者について、彼らはどのような能力を持ち、どのような成長が望まれているのか、または、彼らは組織の中でどのような意図や意識をもって行動を起こしているのか、これらについて、これまでの研究では十分に蓄積されてはいない。しかも、組込みソフトウェア技術者は担当する職務が複数あり、いずれの職務においても十分に解明されていないのである。これらのことは、彼らの職務に求められる能力の理解が困難になるとともに、彼らに求められる業績やその業績を高めるための施策を阻んできたのである。

本論文の研究対象は、このような状況にある組込みソフトウェア技術者である。研究の目的は、彼らの技術的な知識やスキルだけでなく、組織や人との関わり、個人の意思や意欲という個人の特性を明らかにすることである。それは、卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者が製品開発でも後工程を担当しており、これまで開発してきた技術者たちとのつながりを重視する要素が加わっていることが考えられるからである。そのため、卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者は、コンピテンシーを多面的に持ち、行動の強さ、インパクトの範囲の広さ、問題解決へ粘り強く努力する姿勢が現われ、その結果、仕事の業績を高めることができると推察したのである。

本論文は、これらの仮説を証明するために、次の二つの方法をとっている。一つ目は、卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者の選出である。そのため、評価試験による技術者の層別化を試みた。技術者を層別する方法は、Dreyfus and Dreyfusの、能力には初心者から熟達者の段階があるという熟達ステージ・モデルの概念に従ったものである。その結果、市場への最適化を求めた評価試験の結果から業績予測式を導き出し、熟達ステージ・モデルのエキスパートを卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者として選出することができた。

二つ目の取り組みは、上司・同僚からのコンピテンシーに関するアンケート調査と、筆

者が対象者とともに作業を行うという参与観察による行動分析である。Spencer and Spencerによると、コンピテンシーは行動の強さと頻度によって推測することができるとされている。本論文では、彼らを日頃からよく知る人たちからのアンケート調査結果を行動の強さとし、仕事を進めるうえでキーワードとなるコンピテンシー要素がどれだけ現れるかを観察した結果を頻度として捉えた。アンケート調査は、Spencer and Spencerの質問事項をリワードし、彼らの上司・同僚の協力を得て5段階評価尺度により実施した。行動観察は、筆者が対象職場に所属し、彼らの行動を職務ごとに観察するという参与観察法で実施した。この調査結果をもとに、卓越した業績をもたらす者とそうでない者との比較を行い、その違いから卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー・モデルを導出した。

第1章では、実証研究に使用するコンピテンシー概念、分析のフレームワークを構成するコンピテンシー要素を求めて、先行研究のレビューを行った。先行研究は、Spencer and Spencerのコンピテンシー概念とコンピテンシーリストを中心に、技術者を対象とする先行研究をレビューした。レビューの結果、技術者／専門職のコンピテンシーでは、達成とアクション、インパクトと影響力、認知領域、対人関係やチームワークが重視されることがわかった。本論文においても、先行研究と同様の結果が得られ、組込みソフトウェア技術者は多面的なコンピテンシーを持つことが示された。

このように、卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者のコンピテンシーが多面的であることから、本論文では、技術者／専門職に関する要素を技術者のコンピテンシー、管理者に類する要素を管理者的コンピテンシーとしてまとめた。

第2章では、組込みソフトウェア技術者の職務を明らかにするため、組込みソフトウェア開発の仕事の内容、技術的に必要とされる知識やスキルという視点から先行研究のレビューを行った。彼らが仕事で用いる技術的な知識やスキルだけでなく、市場に関する知識、製品開発プロジェクト固有の知識などを確認した。それらの知識やスキルには、組込みソフトウェア技術者が所属する職場に必要とされるものと対外的に認識すべきことの二つの知識があることを得た。そのことがコンピテンシー要素の複雑性、コンピテンシー要素間の関連性につながるのではないかということを描した。

また、能力に関する先行研究のレビューを行った。組込みソフトウェア開発という職種は、多くの関連する開発領域がある。その一つであるプロダクトマネージャーは、組織マネジメントや統合マネジメントという組織の運営管理が任されている。その多くは、技術的

専門教育を受けたことがなく、熟練技術者からのOJTにより必要な知識やスキルを得ていた。一方最も人数の多いソフトウェアエンジニアは、ソフトウェア開発の企画、設計、検証、量産準備という主要な仕事を担当するものであり、そのスキルアップには実務の経験と専門機関での研修セミナーへの受講などがあった。

本論文では、このように組込みソフトウェアには多くの職務が存在するため、それぞれの共通項を取り上げ彼らの行動を考察した。その共通項は、担当する製品開発プロジェクトに必要な知識やスキルの修得と市場へ適合するために、多くの関係部門の技術者とのつながりを重視した多面的要素を持つと考えたのである。

第3章では、前章までの先行研究レビューに基づいた実証研究の調査設計である。調査のための設計項目は、評価尺度の設定、評価試験の設計、アンケート調査票の作成、参与観察である。業績を評価するための尺度の作成は、対象とする職場における業績をあげ、その評価項目別に基準を設定した。基準の設定は、技術者の熟達レベル（初心者から熟達者までの段階）により、コンピテンシー要素が異なり、その結果、業績が変わることを想定し、設計を行った。

また、コンピテンシーのそれぞれの要素が高いレベルで行われた場合、業績も高くなるという仮説に基づき、組込みソフトウェア技術者は多面的なコンピテンシーを持つものと想定されることから、個人の特性である意図・意欲だけでなく、行動特性もより強く表れるものと考え参与観察での質問事項を設定した。

第4章では、第1の実証研究課題である卓越したパフォーマーの選出について述べた。対象職場にある評価基準を基に、筆記試験と実機評価を実施した。筆記試験は求められる制御仕様に対するプログラム知識を問うものであり、基本的な知識レベルを把握するとともに応用知識もその範囲としている。実機評価は、EM、燃費、走行性を題材に、各走行モードにおける最適設定を求めるものとして、シミュレーションおよび実機による最適化を求めた。この評価試験の結果から、彼らの業績による判別分析を行い、業績予測式を導き出したうえで卓越したパフォーマーを選出した。

第5章では、第2の実証研究課題であるコンピテンシー・モデルの構築について述べた。コンピテンシー・モデルの構築における基本的な考え方は、卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者とそうでない組込みソフトウェア技術者では行動特性が異なり、その行動を左右する個人の特性の意図・意欲の程度に差が現われるというものである。この意図・意欲の程度を調べるため、上司・同僚を対象に観察対象者のコンピテンシーに関する

るアンケート調査を行った。行動特性の調査は、筆者による参与観察を行った。

この二つの調査結果の分析に基づき、卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー・モデルの構築を行った。このコンピテンシー・モデルの導出は、卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者とそうでない組込みソフトウェア技術者の比較分析の結果から導き出されたものであるが、サンプル数の事情もあり、統計的な分析比較は行っていない。しかしながら、卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者とそうでない組込みソフトウェア技術者のコンピテンシーに違いがみられることから、卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者は技術的知識やスキルに加え、組織的な他者との関係やチームワークに関する行動の重要性を示唆する分析結果が得られた。

2 結論

本論文の結論を述べる前に、第1章で提示した実証研究課題を確認する。

【実証研究課題 1】

業績評価尺度による組込みソフトウェア技術者の層別化

この研究課題に対し、本論文では組込みソフトウェア技術者の業績の分布状況と個人属性が業績水準に影響を及ぼす影響について実証分析を行ってきた。その分析の結果をまとめると次の通りである。

まず、AndersonやDreyfus and Dreyfusが示した能力獲得のステージ・モデルと同義とする本論文における組込みソフトウェア技術者の能力形成についてみると、ベテラン層を頂点とした成長型の分布であることが定量的に確認できた。

業績水準の決定要因に関する分析を行ったところ、組込みソフトウェア技術者の業績水準は経験年数に伴い上昇し、勤続10年前後に問題解決や新たなアイデアを創造できる水準の目安であるレベル4以上に達することがわかった。能力形成に影響する個人属性についてみると、学歴はほとんど影響を与えていなかった。ただ、インタビューから自動車整備士や米国駐在の経験の有無が影響していることから、能力形成には、職務を理解するための一定以上の知的水準を持った教育と創造性を伸ばすための取り組みが重要である。

組込みソフトウェア技術者の業績分布と個人属性による業績水準の分析を行った結果、卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者は、高度な技術知識と意識的に成果を

振り返る行動の2つにより学習していることが示されている。

彼らは、より高い成果や業績を生むため、関係者間で成功するための手段に関する原理・原則の認識、成功や失敗などの経験を言語化や文書化する意識など、新たに得られた情報をもとに次の取り組みへと生かしていると考えられる。それは、小池・中馬・太田が提唱するコンテキスト（事象の前後にある脈絡）は長年の経験によるとされる「知的熟練」に裏付けられるものである。本論文においても組込みソフトウェア技術者10名分（注26）の業績評価試験のデータを用いて、知的熟練能力を有する労働者の業績分布が経験年数に影響されることを定量的に確認することができた。このことから、本論文の分析結果は知的熟練論を補強する役割を果たすものと考えられる。その意味で、彼らは卓越した業績をもたらすために、高度な知識やスキルを身につけようと学習すると共に、組織の中で発生する事象を理解する努力が行われていたのである。

また、研究開発技術者の能力形成に関する研究のKatzによると、能力の形成には「技術的能力」、「人的能力」、「概念的能力」の3つがあるとされている。技術的能力は、方法、プロセス、手続き、テクニックなどの能力である。人的能力は、集団に所属する人たちに効率よく仕事をさせる能力である。概念的能力は、組織に関する概念を理解する能力である。これらの三つの能力を獲得することが論じられている。

しかし、この三つの能力を高め卓越した業績をもたらすことができるようになるためには、多くの関門があるのではないかと考える。優れた業績を達成するために、技術者としての知識や技能を習得することへの努力は理解できるが、人的能力の形成は技術的能力と概念的能力とは異なるのではないか。それは、技術的能力や概念的能力は、対象とする機械、化学、数量、物理、力学という量的な問題であり、動機や気質などの個人の特性や対人関係とは性質の異なるものと考えられる。

つまり、人は上司から業務指示を受け、担当する仕事を進めるが、製品開発の管理、業務計画、チームの管理など組織運営に関わる管理を与えられることで、組織や対人的な意味を知ることになる。これまでの領域とは異なることへの理解や取り組みが求められてくるのである。

注 26：当初調査協力者は 16 名であったが、業務都合により評価試験を受けなかったり、評価途中で中断した者もいて、最終的には 10 名になった。

参与観察の結果、組込みソフトウェア開発の前工程であるハードウェア開発を、組込みソフトウェア技術者は理解しようとせず回避することが分かった。なぜ、前工程の開発を回避する組込みソフトウェア技術者が多いのか。その原因は、彼らが上流工程や企画を担当する者の仕事が非常に苦勞の多いものとしてとらえていることがあるものと思われる。おそらくそれらは、求められる成果とは関係が薄い仕事と考えているのであろう。それが払拭されることによって、多くの組込みソフトウェア技術者が困難なハードウェアとの調整に挑むのであれば、その方策を考えることができる。企業をはじめ組織においても、関係する部門を相応に評価し、組込みソフトウェア技術者が果敢に進めることができる何らかの支援を示していくことが求められるだろう。

【実証研究課題 2】

組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー・モデルの導出

この研究課題に対し、組込みソフトウェア技術者はテクニカルな仕事を達成するために、技術的能力、対人的能力、概念的能力を向上させているという仮説をもとに実証分析を行ってきた。結論として、組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー・モデルは、職務で定められた評価尺度をもとに「目標達成への意欲」が非常に高く、「認知領域」である技術的な知識やスキル、概念構成、「マネジメント領域」のリーダーシップ、他の人たちへの指導、人間関係、コミュニケーション能力が高いことが明らかになった。すなわち、卓越した業績をもたらすことのできる組込みソフトウェア技術者には、目標を達成するために高度な技術的知識で対人関係とチームワークを重視した行動が現れることが示された。

これらは、技術的な知識、顧客ニーズなど製品に関する知識や情報の獲得であり、また新たな創造への試行と他者を活用したものづくりにより製品開発全体の目標を達成しようとする要素である。市場の環境変化を想定して、高度な専門知識を特定のコンテキストに落とし込み、ユーザーにその便益を提供するという目的が組込みソフトウェア技術者の業績を高めているのである。本論文が研究対象とした組込みソフトウェア技術者は、このような特徴を持っている。

業績分布による業績予測や上司のアンケート調査の結果から、選出された卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者は、高度な専門知識とスキルでまわりの人との積極的な活動を行っていることが示された。彼らは、社内外の教育機関の専門家から情報を収

集し、専門的学習などから技術的な知識を得て、自己のアイデアやアプローチに生かしていることが明らかにされた。彼らが他部門の技術者とのコミュニケーションを図ることは、有益な情報交換が行われ、製品開発に生かされていることが認識できる。

そして、彼らは組織のキーパーソンであり、他部門や専門家の人たちとのコミュニケーションを率先して実行する組織の中核的人材であることもわかった。卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者は、キーパーソンやゲートキーパーに類似した特性を多く保有していた。彼らが製品開発の創造を担う技術者であることは間違いない。部門を代表する彼らと同等な技術者あるいは同等以上の専門家との相互作用が確立しているとするならば、より成果の高い製品開発が他の優秀な人たちとの相互作用によって実現する。

本論文は、組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー・モデルを導出した結果から、卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者は、高い技術知識で対人関係とチームワークによる能力に関する統合が図られるということを主張してきた。そして、彼らは確かにそうした特徴を持っていることが実証できた。しかしながら組込みソフトウェア技術者に注目した場合、技術者を対象としてももう少し深い考察が必要である。

図終章 - 2に本論文で導出したコンピテンシー・モデルと **Spencer and Spencer**の技術者と管理者のコンピテンシーの頻度を比較したものである。単純な比較分析ではあるが、卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者は、**Spencer and Spencer**の技術者と比べて、達成とアクションや専門知識の認知力が高いなど、技術者のコンピテンシー要件はほとんど似通っている。また、**Spencer and Spencer**の管理者と比べてもほぼ同様にマネジメント領域も頻度的に表れている。

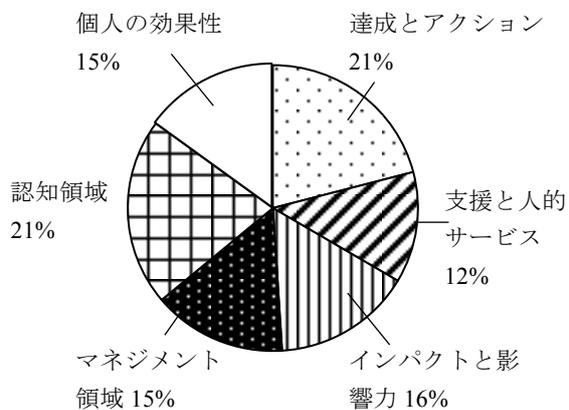
しかしながら、卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者とそうでない組込みソフトウェア技術者を比較すると、卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者が達成とアクション、マネジメント領域が高く、そうでない組込みソフトウェア技術者は対人影響力、個人の効果性が高い比率であることがうかがえる。

組込みソフトウェア技術者のキャリアは、ソフトウェア技術者としての公的資格や学位を取得することが前提で始まるものではなく、たたき上げの専門職というタイプの人材がその存在意義を獲得していく。実務を行う過程で自らの組込みソフトウェア技術者としての価値を高めていくのである。そのため、若い技術者は上司をはじめ他部門や専門家の優秀な人たちから多くの知識やスキルを学ぼうとしていることが考えられる。

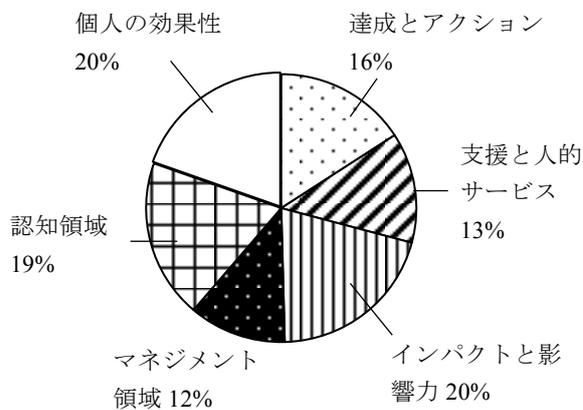
これらのことから、組込みソフトウェア技術者は専門職としての定形的な研修やセミナ

一に参加し、得られた情報をまわりに伝えるとともに、マネジメント領域を増やすことが業績に対して有効に働くものと考えられる。

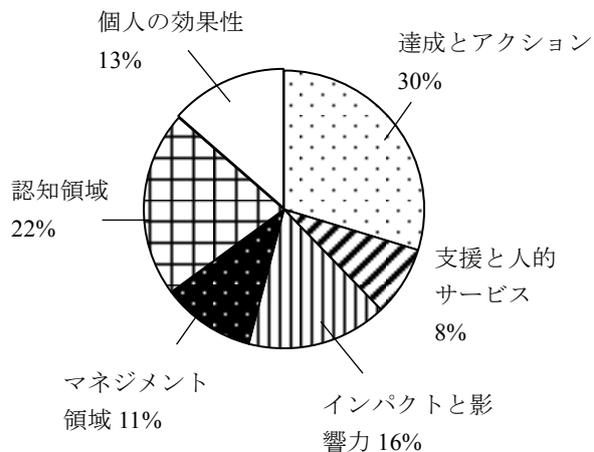
卓越した組込みソフトウェア技術者



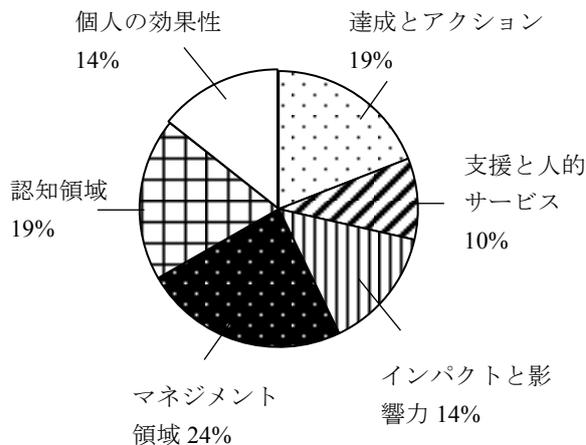
そうでない組込みソフトウェア技術者



Spencer and Spencer の技術者



Spencer and Spencer の管理者



- | | |
|-----------|----------|
| 達成とアクション | マネジメント領域 |
| 支援と人的サービス | 認知領域 |
| インパクトと影響力 | 個人の効果性 |

図終章-2 組込みソフトウェア技術者と Spencer and Spencer (1993) の技術者および管理者におけるコンピテンシーの頻度の相対比較

出所) 筆者作成。

さらに、本論文では組込みソフトウェア技術者の業績分布状況の確認を行った。業績分布の特徴に関する事実発見をまとめると次のようになる。組込みソフトウェア技術者の業績水準は経験年数に応じて上昇することが確認できた。多変量解析において経験年数は業績水準に対して有意であり、学歴は業績水準にほとんど影響を与えていなかった。経験年数と業績水準の関係における発見事項は、小池・中馬・太田の仕事経験が重要であり、それが技能をあげるという知的熟練理論の有効性が確認されたと考える。

3 理論的インプリケーション

本論文の理論的インプリケーションは、次の3点にまとめることができる。

第一に本論文は、これまで直接的にアプローチされることの少なかった組込みソフトウェア開発における技術者のコンピテンシーの明確化という問題を体系的に検討した研究である。とりわけ、日本の自動車企業の製品開発の制御系のケース・スタディに基づき、数量化Ⅱ類という判別分析による独自の業績予測コンセプトを導出した点、および卓越した業績をもたらす技術者の達成重視、指揮命令、技術知識の3要因の重要性を実証した点は、先行研究に新たな知見を付け加えるものである。特に、本論文において業務評価尺度を作成し、技術者の業績予測式を導き出したことは、個人の業績水準を事前に予測したり、OJTによる教育・訓練の就業体験を計画的プログラムとして再構築することが可能になり、卓越した技術者を手本とするより望ましい支援システムの可能性が示された。

また、組織への理解や組織へのコミットメントといった組織との関係も有意であることが実証され、理論的には、欧米中心であった技術者のコンピテンシーに関する先行研究に対し、日本企業のサンプルによる追試を行った研究として位置づけられる。

さらに、適応性とアイデンティティをモデレート変数としたメタ・コンピテンシーの少ない実証例の一つとしても先行研究の蓄積に貢献することができる。もちろん、メタ・コンピテンシーの概念モデルや測定尺度の設定、モデレート変数の定量的な影響度といった課題もまだ数多く残しており、その意味で、本論文はコンピテンシー理論からメタ・コンピテンシー理論への第一歩を踏み出したに過ぎない。しかし、卓越した業績をもたらす技術者とそうでない技術者の間で適応性とアイデンティティに関するコンピテンシー要素が異なることを現実のデータを用いて検証した点は、小さいながらも貴重な一歩と考える。

第二に本論文は、日本企業の自動車製品開発という開発部門を対象とした定性的・定量的実証研究という点においても重要な意味を持つ。これまで日本企業の製品開発部門を対

象としたコンピテンシー研究は数少なく、他業種であっても少数のケース・スタディと採用された調査方法や分析方法のメリットや利用限界への考慮が低く、一般化への展開が難しいことがあげられる。

この問題を避けるため、本論文では、先行研究のコンピテンシー・モデルの開発で採用されてきたデータ収集と分析方法を、業績予測を軸にした新たなコンセプトとして複数の次元による尺度で明確にし、能力の実機評価、上司・同僚によるコンピテンシー評価、筆者の参与観察によるコンピテンシー要素の抽出という三種類のサンプルを用いて実証研究を行った。その結果、Boyatzis、Spencer and Spencer、Duboisらが、職務にある測定尺度に基づいた調査では伝統的な尺度に左右され卓越した業績を予測できないと示唆したが、本論文は知識評価試験と効果尺度を想定した実機評価結果からの数量化Ⅱ類による判別分析を用いることで、業績予測式を導き出し、人材を定量的に層別することができた。このような作業を通じて、例えば、初心者と中級者のどの尺度により業績水準を高めるべきかといった、よりマネジメントの具体的な議論へと発展させることが可能であることを示唆することができた。

第三の理論的貢献としては、小池・中馬・太田が提唱する「知的熟練」に対して、本論文結果が知的熟練能力を有する組込みソフトウェア技術者の業績分布が経験年数に影響されたことによって、機械設計技術者やソフトウェア技術者に比べ相対的に手薄な領域についての知見を付け加えた点があげられる。一般に能力を開発するために、技術的能力と組織的能力は基準化やシステム化の水準が高く、人的能力を開発する教育への取り組みが難しい。個人の組織行動を調査するための方法が定性的情報の中で、いかにして卓越した知的熟練者を育てるのか。本論文の所属年数と業績水準の関係における発見事項は、Anderson、Dreyfus and Dreyfusの成長型分布や小池・中馬・太田の「知的熟練」の具体的な示唆を含んでいる。

効果的なコンピテンシー要素、および対象となる組織での行動や人材の育成のあり方には産業特有の環境の違いがあるため、本論文の発見事項がコンピテンシーを用いたマネジメントの一般法則として、すべての産業にそのまま当てはまるわけではない。しかし少なくとも、個人の特性（意図・意欲）と行動（アクション）を環境の不確実性の高い組織で利用していくあり方については、本論文のアプローチが先進的な位置づけにあるといえる。その実践例は、他の職場や産業にとっても、開発に携わる技術者が業績を高めるための手がかりを探る際に参照するメソッドとして役立つであろう。

4 実践的インプリケーション

4-1 卓越した組込みソフトウェア技術者像の提示

本論文が持つ実践的インプリケーションについて考えてみたい。まず、卓越した業績をもたらす組込みソフトウェア技術者のイメージを明確に示したことがあげられる。彼らは、製品の知識、ソフトウェアを開発するための知識を活用して独自のアイデアや方法論を追求し、社内外の関係する技術者と交流を深め学習することを通じて業績を高めようとする。そのため、彼らのコンピテンシー・モデルは専門知識能力だけでなく、組織や技術者間の行動、それらを統合する能力が必要になってくる。

このような特徴は、熟達者ともいわれるベテランの組込みソフトウェア技術者や彼らを管理する上司にとっては日常の業務を進めるうえで日常感覚として理解されていた。本論文がわざわざそれを体系的に表し、定量的にそれを示したに過ぎないかもしれない。ただし、これから製品開発の中でも組込みソフトウェア技術者になろうとする人たち、あるいはビギナーとしてなったばかりの人たちにとっては、優秀な技術者像と自分の特徴を見たときに違いがあることを理解することは有益なことであると考えられる。また、今まで多様な存在として組込みソフトウェア技術者を捉えていた管理者や人事担当者などにとっても、組込みソフトウェア技術者に対する理解を容易にするという意味で有益なものになると考えられる。

本論文の中心的なテーマであるコンピテンシーは、一見一般的なものに見えてくる。本論文が提示したコンピテンシー・モデルは優秀な者にとっては当たり前であり、優秀な者はそれらのことは当然行われているといわれるかもしれない。しかし、業績の高い技術者が多面的なコンピテンシー要素を示し、それらを統合しているとはいえ、本論文の研究対象者は、実社会の製品開発を行う者を調査した結果である。

本論文の主張は、個人の特性と行動特性の特徴に論及している。そのため、なぜコンピテンシーが必要であるかについて説明している。基本的な技術的能力、組織や人との関連性の組織的能力、それらを統合する能力などどの部分がコンピテンシー・モデルとして重要であるかを特定しているのである。いわゆる製品開発のノウハウ本ではなく、組込みソフトウェア技術者として行動を一層高めようとする者へのメッセージである。しかし、本論文の実証結果は、一般的な優れた技術者の能力像を示すだけでなく、個人の特性や行動を具体化することに貢献したものと主張をするものである。

4-2 業績水準の発展への具体例の提示

本論文では、少数ではあるが、実際の製品に組み込まれる組み込みソフトウェアを開発する技術者の個人の特性と行動特性の事例を扱ってきた。そこには、どのような要素があり、彼らがどのような意図や意欲を持ち、どのように対処しているかが示されている。彼らが自動車を開発する上で組み込みソフトウェア技術者としてどのような尺度を持っているかが示されている。いずれも実際の貴重なデータの記述であり、多くの組み込みソフトウェア技術者に起こり得る事象のケース・スタディである。このような具体的事例は、若い技術者の人たちにとって参考になる。同様に組み込みソフトウェア技術者を管理するマネージャーの人たちにとっても参考になる。特に、組み込みソフトウェア技術者はベテラン層を頂点とした「成長型」の分布であり、その成長は経験年数に依存されることが明らかになったことから、ベテランたちをまず手本にしてその行動の意味や考えを学ぶことが最も早く有効な手段であろう。

これまで、組み込みソフトウェア技術者のコンピテンシーの実例を扱った研究は見当たらなかった。研究以外の文献においても、特殊なロボットを製作した技術者、先端医療器具を開発した技術者のサクセス・ストーリーが紹介されることはあっても、製品開発のメンバーとして着実に業績を高めようとする人たちが紹介されることは少なかった。

社会的にインパクトのある製品を開発した技術者から学ぶことが多くあるが、多くの組み込みソフトウェア技術者や彼らを管理するマネージャーの人たちが知りたいことは、本論文で紹介したような成果を上げるために地道に努力する人たちであろう。それは、多くの組み込みソフトウェア技術者に起こり得る事実を事例にしたことは、組み込みソフトウェア技術者の行動を現実的なイメージで理解することに役立つものと考えからである。

5 今後の課題

5-1 コンピテンシー・モデルを構成する要素間の関連性の明確化

最後に、今後の研究課題について述べていきたい。

まず、コンピテンシー・モデルとして構成する要素の関連性をより明確にしていくことである。本論文の実証分析において、いくつかの統計解析による分析が行われている。寄与率により有意と認められているものについては、大きな説明力があることを説明できるが、寄与率の低い内容については有意であるとはいいがたいものもある。また、個人の行動はある一つの要素によって支配されているものではない。仕事の業績に強く影響を及ぼ

す要素は、複数の多様な要素が関連し合いながら最適な行動が選択されるものと考えられる。

このようにさらに詳細な要素の動きを分析することによって実証分析を充実させ、それぞれの要素の関連性を精緻化していくことが求められると考える。それをめざすことにより、組込みソフトウェア技術者に関する実証研究が深化していくと考える。

5-2 組込みソフトウェア技術者のコンピテンシー形成の追求

これまで、技術者の能力形成には基本的な技術的知識、組織的知識、統合的知識があることが明らかにされてきた。しかし、それは静的な状態での関係を示した研究であり、プロセスを蓄積することによって、組込みソフトウェア技術者が成長する過程において、何が重要となるのか、どのような因果関係がそこに存在するのかなどの新しい発見ができる機会が増えてくると考える。

今回の本論文の調査は、組込みソフトウェア技術者の卓越した業績をもたらすためのコンピテンシー要素を体系的に表すことができた。今後の研究では、その要素を探求し、その要素を形成していくメカニズムを明らかにして行くことが求められるだろう。

また、本論文は組込みソフトウェア技術者が対象であったが、本論文が採用した調査方法や分析方法は、他職種や他専門職に就く人たちを対象にすることは可能であると考えられる。コンピテンシーの研究は、国内においても徐々に多種多様な職種を対象とした実証研究が行われるようになってきているが、方法や手法に関する研究はまだ十分な蓄積があるわけではない。今後、詳細で緻密な研究が積み重ねられれば、多くの若い働く人たちに将来像を与えるような研究が増えてくるものと考えられる。

5-3 新たな研究方法の探求

本論文は、コンピテンシーという概念をSpencer and Spencerが提示したコンピテンシー・モデルを中心に据えて研究を行ってきた。また多くの実証研究もSpencer and Spencerが従来の観察方法で行った方法が中心である。その中で、新しい試みとして、卓越した技術者を選出するため業績を評価する評価試験を実施し、評価結果により技術者の層別化を行い、業績予測式を導き出すことができたことは、技術者の能力に関する伝統的な概念の普遍性を再確認できたといえる。しかしその一方で、他の新たな研究方法を検討する必要性も感じられた。製品の競争優位への戦略はグローバル化され、情報技術の進展とともに、組込

みソフトウェアもそこでの働き方も変わろうとしている。同じやり方や基準では生きていけないことが家電、テレビ、携帯電話などの組み込みソフトウェア技術が搭載された製品で証明されている。組み込みソフトウェア技術者は、そのような新しい社会において新たな働き方をする職種の一つとしてあげられるのである。

従来の開発プロセス、開発体制、開発資源は、市場環境に製品開発組織を適合させたものであった。また、その組織の中で働く組み込みソフトウェア技術者は、伝統的なプロフェッショナルのように専門技術を公的に認定されたものでなく学位もその環境に順応された教育機関を修了したものでもない。彼らは、実社会で活躍し、専門的知識や能力、組織的な能力、それらを統合する能力を養いながら働いている。そして、自己学習や自己変革により彼らの意図・意欲を高め、行動するという自律的な存在となる。そのパターンであまり議論されなかった組織と個人の関係が描かれることになる。

そこには新たなタイプの組み込みソフトウェア技術者が登場してくる可能性が考えられる。そうした組み込みソフトウェア技術者の個人の特性、行動特性を扱うコンピテンシー研究には、伝統的な概念や方法による研究だけでなく、全く新しい研究方法を検討する必要がある。新しい時代の新しい組織での個人の特性や行動を理解するために、今後も新たな組織行動研究を見出せるよう探究しなければならない。

参考文献

- Anderson, J.R. 1980. *Cognitive Psychology and Its Implications*. W.H.Freeman and Company (富田達彦・増井透・川崎恵里子・岸学訳『認知心理学概論』誠信書房, 1982年) .
- Anntoinette D.L and Lepsinger, R. 1999. *The Art and Science of Competency Models: Pinpointing Critical Success Factors in Organizations*. Pfeiffer (遠藤仁訳『実戦コンピテンシー・モデル』日経BP社, 2002) .
- Bain, N. and Mabey, B. 1999. *The People Advantage: Improving Results Through Better Selection and Performance*. Palgrave Macmillan Press (堀博美訳『人材価値評価:コンピテンシー重視人事の実践』東洋経済新報社, 2001年) .
- Bandura, A. 1985. *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Boyatzis, R. E. 1982. *The Competent Manager: A Model for Effective Performance*. New York: John Wiley and Sons.
- Briscoe J.P. and Hall D.T. 1999. Grooming and Picking Leaders Using Competency Frameworks: Do They Work? : An Alternative Approach and New Guidelines for Practice. *Organizational Dynamics*, 28(2), 37-52.
- Cochran, G.R. 2009. Developing a Competency Model for a 21st Century Extension Organization. *The Ohio State University and OhioLINK*. [Online]. Available at: http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=osu1243620503.pdf [Accessed: July 11, 2010].
- Dreyfus, H.L. and Dreyfus S.E. 1986. *Mind Over Machine: The Power of Human Intuition and Expertise in The Era of The Computer*. Free Press (棕田直子訳『純粹人工知能批判 : コンピュータは思考を獲得できるか』アスキー出版社, 1987年) .
- Dubois, D.D. 1993. *Competency-Based Performance Improvement: A Strategy for Organizational Change*. Human Resource Development Press.
- Dubois, D.D., Rothwell, W.J., Stern, D.J., and Kemp, L.K. 2003. *Competency-Based Human Resource Management*, Nicholas Brealey Publishing.
- Gouldner, A.W. 1957. Cosmopolitans and Locals: Toward an Analysis of Latent Social Roles. *Administrative Science Quarterly*, 2(3), 281-306.
- Hall D.T. 2002. *Careers In and Out of Organizations*. Sage Publications, Inc.

- Hay Group. 2003. *Using Competencies to Identify High Performers: An Overview of the Basics*.
 Hay Group. [Online]. Available at:
http://www.haygroup.com/downloads/uk/Competencies_and_high_performance.pdf
 [Accessed: July 10, 2013].
- Katz, R.L. 1955. Skills of an Effective Administrator: Performance Depends on Fundamental Skills Rather than Personality Traits. *Harvard Business Review*, 33(1), 33-42.
- Lee, Y.T. 2010. Exploring High-Performers' Required Competencies. *Expert Systems with Applications: An International Journal*, 37(1), 434-439.
- McCall, M.W. 1998. *High flyers: Developing the Next Generation of Leaders*. Harvard Business Review Press (リクルートワークス研究所訳、金井寿宏監訳『ハイ・フライヤー：次世代リーダーの育成法』プレジデント社, 2002年) .
- McClelland, D.C. 1973. Testing for Competence Rather than for "Intelligence." *American Psychologist* , 28(1), 1-14.
- McMurtrey, M.E. Downey, J.P. Zeltmann, S.M. and Friedman, W.H. 2008. Critical Skill Sets of Entry-Level IT Professionals: An Empirical Examination of Perceptions from Field Personnel. *Journal of Information Technology Education*, 7, 101-120.
- Misic, M.M. and Graf, D.K. 2004. Systems Analyst Activities and Skills in the New Millennium. *Journal of Systems and Software*, 71(1-2), 31-36.
- Rothwell, W.J. and Kazanas, H.C. 2008. *Mastering the Instructional Design Process: A Systematic Approach*. Pfeiffer.
- Sandberg, J. 2000. Understanding Human Competence at Work: An Interpretative Approach. *Academy of Management Journal*, 43(1), 9-25.
- Spencer, L.M. and Spencer, S.M. 1993. *Competence at Work: Models for Superior Performance*. New York: John Wiley and Sons.
- Stone, B. and Rennekamp, R. 2004. *New Foundations for the 4-H Youth Development Profession: 4-H Professional Research, Knowledge, and Competencies Study*. Conducted in Cooperation with the National 4-H Professional Development Task Force. National 4-H Headquarters, CSREES, USDA. [Online]. Available at:
<http://extension.missouri.edu/hr/documents/PRKCStudy.pdf>. [Accessed: July 10, 2013].
- Turley, R.T. and Bieman, J.M. 1995. Competencies of Exceptional and Non-Exceptional Software

- Engineers. *Journal of Systems and Software*, 28(1), 19-38.
- White, R.W. 1959. Motivation Reconsidered: The Concept of competence. *Harvard University, Psychological Review*, 66(5), 297-333.
- Worldatwork, Professor Dow Scott and Hay Group, LLC. 2003. *Survey of Compensation Policies and Practices*. Worldatwork. [Online]. Available at:
[http:// www.worldatwork.org/waw/home/html/home.jsp](http://www.worldatwork.org/waw/home/html/home.jsp) [Accessed: September 25, 2009].
- Wu, W.W. 2009. Exploring Core Competencies for R&D Technical Profess. *Expert Systems with Applications*, 36, 9574–9579.
- Yin, R.K. 1994. *Case Study Research: Design and Methods*. CA Sage (近藤公彦訳『ケース・スタディの方法』千倉書房, 2008年) .
- Zegwaard, K.E. and Hodges, D. 2003. Science and Technology Stakeholders Ranking of Graduate Competencies Part 3: Graduate Perspective. *Asia-Pacific Journal of Cooperative Education*, 4(2), 23-35.
- 青島矢一・加藤俊彦 (2003) 『競争戦略論』東洋経済新報社。
- 飯野弘之 (2001) 「技術者の責任とプロの技術者」(日本工業会編『技術者の能力開発—240万技術者の飛躍をめざして』丸善株式会社, 第3章 [141～166頁])。
- 今野浩一郎 (1991) 「技術者のキャリア」(小池和男編著『大卒ホワイトカラーの人材開発』ミネルヴァ書房, 第1章 [49～70頁])。
- 岩田宗之 (2007) 『組込みソフトウェア開発はなぜうまくいかないか—開発現場の泥沼から抜け出すために』日科技連。
- 太田隆次 (1999) 『アメリカを救った人事革命コンピテンシー』経営書院。
- 大竹文雄・唐渡広志 (2003) 「成果主義的賃金制度と労働意欲」『経済研究』第34巻第3号, 193～205頁。
- 鴨下隆志・矢野耕也・高田圭・高橋和仁 (2004) 『おはなしMT (マハラノビス・タグチ) システム : 予測・推測の可能性を広げる品質工学手法』日本規格協会。
- 小池和男・中馬宏之・太田聰一 (2001) 『もの造りの技能 : 自動車産業の職場で』東洋経済新報社。
- 川面恵司・横山正明・長谷川浩志 (2000) 『最適化理論の基礎と応用 : GAおよびMDOを中心に』コロナ社。

- 川濱昇・大橋弘・玉田康成（2010）『モバイル産業論：その発展と競争政策』東京大学出版会。
- 経済産業省商務情報局（2005）「2005年組込みソフトウェア産業実態調査報告書―技術者個人向け調査―」経済産業省商務情報局。経済産業省ホームページ
http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/ESIR/2005/02.pdf [2009年11月12日閲覧]。
- 経済産業省商務情報局（2007）「2007年版組込みソフトウェア産業実態調査報告書―経営者・事業責任者向け調査」経済産業省商務情報局。経済産業省ホームページ
http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/technology/houkoku1.pdf [2010年12月21日閲覧]。
- 経済産業省商務情報局（2007）「2007年版組込みソフトウェア産業実態調査報告―プロジェクト責任者向け調査」経済産業省商務情報局。情報処理推進機構ホームページ
<http://sec.ipa.go.jp/reports/20070604/es07r007.pdf> [2010年12月21日閲覧]。
- 経済産業省商務情報局（2008）「2008年組込みソフトウェア産業実態調査報告書―経営者・事業責任者向け調査」経済産業省商務情報局。経済産業省ホームページ
http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/ESIR/2008/02.pdf [2010年12月21日閲覧]。
- 知的財産研究所（2011）「平成23年度我が国経済の新たな成長に向けた産業財産権の出願行動等に関する分析調査報告書」知的財産研究所。特許庁ホームページ
http://www.jpo.go.jp/shiryou/toushin/chousa/pdf/zaisanken_syutuganbunseki/h23_houkokusho.pdf [2013年6月7日閲覧]。
- 中馬宏之（2001）「イノベーションと熟練」（一橋大学イノベーション研究センター編『イノベーション・マネジメント入門』日本経済新聞社，第9章〔245～283頁〕）。
- 徳田昭雄（2008）『自動車のエレクトロニクス化と標準化―転換期に立つ電子制御システム市場』晃洋書房。
- 情報処理推進機構ソフトウェア・エンジニアリング・センター（2008）「組込みスキル基準キャリア基準―組込みプロフェッショナルの戦略的育成に向けて―」経済産業省。情報処理推進機構ホームページ <http://www.ipa.go.jp/files/000023847.pdf> [2010年12月21日閲覧]。
- 情報処理推進機構ソフトウェア・エンジニアリング・センター（2005）「組込みスキル標準2005年版」経済産業省。情報処理推進機構ホームページ
http://sec.ipa.go.jp/reports/20050523/ETSS_skill_std2005.pdf [2010年12月21日閲覧]。

- 情報処理推進機構ソフトウェア・エンジニアリング・センター（2005）『組込みソフトウェアレポート2006』翔泳社。
- 日本賃金研究センター編（2001）『コンピテンシー概念に基づく日本型人事の革新とその設計』産労総合研究所出版部経営書院。
- 原井新介（2002）『キャリアコンピテンシーマネジメント:どうすれば人材のミスマッチは防げるのか』日本経団連出版。
- 林知己夫（1993）『行動計量学序説』朝倉書店。
- 林知己夫（1993）『数量化：理論と方法』朝倉書店。
- 藤井博（2002）「コンピテンシーモデル論」（古川久敬編著『コンピテンシー・ラーニング』日本能率協会マネジメントセンター，第4章〔127～150頁〕）。
- 藤垣裕子（1996）『ソフトウェア技術者の職業性ストレス』労働科学研究所出版部。
- 古川久敬（2003）「目標による管理の新たな展開」『組織科学』第37巻第1号，10-22頁。
- 古川久敬監修（2002）『コンピテンシー・ラーニング』日本能率協会マネジメントセンター。
- 中原秀登（1996）「第1部 研究人材の人的資源管理：研究者の採用 <No. 38 研究人材マネジメント：そのキャリア・意識・業績>」『組織行動研究』慶應義塾大学，第26号，25～35頁。
- 中野恵司・大場章司・井上清和（2009）『上級タグチメソッド』日科技連出版社。
- 中村圭介（1996）『日本の職場と生産システム』東京大学出版会。
- 日本自動車工業会（2009）「2008年乗用車市場動向調査－車市場におけるエントリー世代の車意識－」日本自動車工業会。
- 延岡健太郎（1996）『マルチプロジェクト戦略：ポストリーンの製品開発マネジメント』有斐閣。
- 延岡健太郎（2002）『製品開発の知識』日経文庫。
- 守島基博（1999）「ホワイトカラー・インセンティブ・システムの変化と過程の公平性」『社会科学研究』東京大学社会科学研究所，第50巻第3号，81～100頁。
- 宮川雅巳（2000）『品質を獲得する技術－タグチメソッドがもたらしたもの』日科技連出版社。

添付資料

添付資料1 調査票

添付資料1.1 コンピテンシースペル一覧

クラスター	コンピテンシー	記号	記号スペル
A 達成とアクション	達成重視	ACH	<i>Achievement valuing</i>
	秩序、品質への関心	CO	<i>quality concern</i>
	イニシアチブ	INIT	<i>Initiative</i>
	情報の探求	INFO	<i>Search for information</i>
B 人的支援サービス	対人関係理解	IU	<i>Interpersonal relationship Understanding</i>
	顧客サービス重視	CS	<i>Customer Service valuing</i>
C インパクトと影響	インパクトと影響力	IMP	<i>Impact and influence power</i>
	組織の理解	OU	<i>Understanding of organization</i>
	関係の構築	RC	<i>Construction of relation</i>
D マネジメント領域	他の人たちの開発	DEV	<i>Other people's development</i>
	指揮命令	CI	<i>Command instruction</i>
	チームワークと協調	TW	<i>Team Work and cooperation</i>
	チーム・リーダーシップ	TL	<i>Team lead</i>
E 認知領域	分析的思考	AT	<i>Analytic thinking</i>
	概念化思考	MC	<i>Idea of Making to concept</i>
	技術/専門的知識	EXP	<i>Expertise</i>
F 個人の効果性	セルフ・コントロール	SCT	<i>Self-controlled</i>
	自己確信	SCV	<i>Self-conviction</i>
	柔軟性	FLX	<i>Flexibility</i>
	組織のコミットメント	OC	<i>Commitment of organization</i>

出所) Spencer and Spencer (1993) を基に筆者が作成。

添付資料 1.2 コンピテンシー評価票

評 価 票

評価日	年 月 日	評価者	
-----	-------	-----	--

※評価点は 1(劣る)、3(どちらともいえない)、5(優れている)で採点ください。

1. 達成と行動力	達成重視	1 3 5 □□□□ 職務目標の基準を満たしている □□□□ 影響範囲を理解している □□□□ 新アイデアで業績を高めている	4. 個人効果性	セルフコントロール	1 3 5 □□□□ 衝動的に行動しない □□□□ 不適切な誘惑に打ち勝つ □□□□ ストレス状況でも冷静さを保つ				
	秩序品質 正確性	1 3 5 □□□□ 品質の基準を維持している □□□□ 曖昧さをなくしている □□□□ システムを作り、維持している		自己確信	1 3 5 □□□□ 反対があっても意思表示する □□□□ 力強い方法で自己表明する □□□□ 自分の判断に確信がある				
	イニシアティブ	1 3 5 □□□□ 粘り強く、あきらめない □□□□ 将来の問題を認知し取り組む □□□□ 職務目標を越えるよう取り組む		柔軟性	1 3 5 □□□□ 反対にも妥当部分を認識する □□□□ 仕事の変化に適応する □□□□ 目標のため柔軟に対応する				
	情報の探求	1 3 5 □□□□ 正確な情報を求めている □□□□ 将来有益な雑多情報も精査する □□□□ 現場に出向いている		組織へのコミットメント	1 3 5 □□□□ 組織要求に合わせるようにする □□□□ 目標のため協力を重視する □□□□ 自分の興味より組織を優先する				
2. 人的支援	対人関係	1 3 5 □□□□ 他の人の感情を認識している □□□□ 他の人の反応を予測している □□□□ 他の人の態度、要求を理解する	5. 認知力	分析的思考	1 3 5 □□□□ 重要度から優先順位をつける □□□□ 複雑な事象を分解する □□□□ 事象の要因と結果を理解する				
	顧客サービス重視	1 3 5 □□□□ 顧客要求を製品に結びつける □□□□ 顧客の問題に責任を取る □□□□ 顧客要求への意見を持つ		概念化思考	1 3 5 □□□□ 過去の原則、常識を生かす □□□□ 現状と過去との差を見つける □□□□ 過去学んだ方法を応用する				
3. 管理能力	人材育成	1 3 5 □□□□ 他の人の学習意欲を抱いている □□□□ 訓練の理由と根拠を示す □□□□ 業績向上に期待感を示す	6. 影響力	専門的能力	1 3 5 □□□□ スキル知識を最新に保つ □□□□ 好奇心を常に持っている □□□□ 他へ技術的支援を惜しまない				
	指揮命令	1 3 5 □□□□ 問題をオープンにしている □□□□ 目標を高く持ち強く宣言する □□□□ 理不尽なことにも NO という		インパクトと影響力	1 3 5 □□□□ 効果的な話し方をする □□□□ データ、事実で訴える □□□□ 具体例で示す				
	チームワークと協調	1 3 5 □□□□ 意思決定、計画への提案を募る □□□□ 情報を提供し共有する □□□□ 他の人に期待感を表明する		組織の理解	1 3 5 □□□□ 組織指示の仕組みを理解する □□□□ 地位の制約を理解する □□□□ 組織の影響を理解し対応する				
	リーダーシップ	1 3 5 □□□□ 常に状況を知らせる □□□□ 公平に扱うよう努力する □□□□ やる気を高めるように努める		関係の構築	1 3 5 □□□□ 人間関係を築くよう努力する □□□□ 相互信頼のため情報提供する □□□□ 友好関係を築いている				
職場名		年齢	歳	所属年数	年	性別	男・女	氏名	

出所) Spencer and Spencer(1993)のコンピテンシー・ディクショナリーを基に筆者が作成した。

添付資料2 分析データ

添付資料2.1 コンピテンシー評価データ (1/3)

	要素	評価者	A氏	B氏	C氏	D氏	E氏	F氏	G氏	H氏	I氏	J氏	
達成達成とアクション	ACH	上司1	4	3	4	3	3	3	3	3	2	2	
		上司2	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2
		上司3	4	4	3	3	3	3	3	2	3	2	2
	CO	上司1	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3
		上司2	3	3	4	3	2	4	3	3	3	3	3
		上司3	3	3	4	3	3	3	4	2	4	4	3
	INIT	上司1	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		上司2	4	3	4	3	4	2	3	3	3	3	2
		上司3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	2
	INFO	上司1	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
		上司2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
上司3		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
平均			3.5	3.3	3.5	3.0	3.1	3.1	3.0	2.8	2.8	2.6	
標準偏差			0.5	0.5	0.5	0.0	0.5	0.5	0.4	0.4	0.7	0.5	
最小値			3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
最大値			4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	
支援と人的サービス	IU	上司1	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	
		上司2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	
		上司3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	
	CS	上司1	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3
		上司2	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3
		上司3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3
	平均			3.5	3.5	3.5	3.0	2.5	3.5	3.5	3.0	3.0	2.8
	標準偏差			0.5	0.5	0.5	0.0	0.5	0.5	0.5	0.0	1.1	0.4
最小値			3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	
最大値			4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	
インパクトと影響力	IMP	上司1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
		上司2	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3
		上司3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	OU	上司1	4	5	4	4	4	4	4	3	5	4	5
		上司2	4	5	4	3	4	4	4	3	5	4	5
		上司3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4
	RC	上司1	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	3
		上司2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
		上司3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
平均			3.4	3.4	3.2	2.8	3.6	3.1	3.1	3.4	3.3	3.6	
標準偏差			0.5	0.7	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.7	0.6	0.7	
最小値			3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	3.0	
最大値			4.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	4.0	5.0	

注) 次のページに続く。

添付資料 2.1 コンピテンシー評価データ (2/3)

	要素	評価者	A氏	B氏	C氏	D氏	E氏	F氏	G氏	H氏	I氏	J氏	
マネジメント領域	DEV	上司1	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	
		上司2	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	
		上司3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	
	CI	上司1	3	3	3	2	4	3	3	3	3	4	4
		上司2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3
		上司3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
	TW	上司1	4	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3
		上司2	3	3	4	3	4	3	3	3	3	2	3
		上司3	3	3	4	3	4	2	3	3	3	3	3
	TL	上司1	4	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4
上司2		4	4	3	3	4	3	4	4	3	3	4	
上司3		4	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4	
平均			3.3	3.1	3.2	2.8	3.5	2.8	3.0	2.9	2.9	3.1	
標準偏差			0.5	0.3	0.4	0.5	0.7	0.4	0.7	0.3	0.8	0.8	
最小値			4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	
最大値			3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
認知領域	AT	上司1	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	
		上司2	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	
		上司3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	
	MC	上司1	5	4	4	3	4	4	4	4	4	4	
		上司2	5	4	4	3	3	4	4	4	4	4	
		上司3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	
	EXP	上司1	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	
		上司2	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	
		上司3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	
	平均			4.2	4.0	3.6	3.1	3.8	3.7	3.4	3.4	3.6	3.7
標準偏差			0.4	0.0	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
最小値			4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
最大値			5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	

注) 次のページに続く。

添付資料 2.1 コンピテンシー評価データ (3/3)

	要素	評価者	A氏	B氏	C氏	D氏	E氏	F氏	G氏	H氏	I氏	J氏	
個人の 効果性	SCT	上司1	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
		上司2	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	
		上司3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
	SCV	上司1	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4
		上司2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4
		上司3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	FLX	上司1	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4
		上司2	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4
		上司3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3
	OC	上司1	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4
		上司2	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4
		上司3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3
	平均			3.8	3.3	3.3	3.3	3.6	3.7	3.3	3.3	3.4	3.8
	標準偏差			0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	最小値			3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	最大値			5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
全平均			3.6	3.5	3.4	3.0	3.4	3.4	3.2	3.2	3.2	3.3	
全標準偏差			0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7	0.7	
全最小値			3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
全最大値			5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	4.0	5.0	

出所)筆者作成。

添付資料 2.2 検証用コンピテンシー評価データ (1/3)

	要素	評価者	A氏	B氏	C氏	E氏	F氏	G氏	H氏
達成とアクション	達成重視	同僚1	4	3	4	3	3	3	3
		同僚2	4	4	3	3	3	3	3
		同僚3	4	4	3	3	3	2	3
		平均	4	3.7	3.3	3	3	2.7	3
	秩序、品質、正確性への関心	同僚1	3	3	4	3	4	3	3
		同僚2	3	3	4	2	4	3	3
		同僚3	3	3	4	3	3	4	3
		平均	3	3	4	2.7	3.7	3.3	3
	イニシアティブ	同僚1	4	4	3	3	3	3	4
		同僚2	4	3	4	4	2	3	4
		同僚3	4	4	3	4	3	3	4
		平均	4	3.7	3.3	3.7	2.7	3	4
情報探求	同僚1	3	3	4	3	3	3	3	
	同僚2	3	3	3	3	3	3	3	
	同僚3	3	3	3	3	3	3	3	
	平均	3	3	3.3	3	3	3	3	
支援と人的サービス	対人関係理解	同僚1	3	3	3	2	4	3	3
		同僚2	3	3	3	2	4	3	3
		同僚3	3	3	3	2	4	3	3
		平均	3	3	3	2	4	3	3
	顧客サービス重視	同僚1	4	4	4	3	3	4	3
		同僚2	4	4	4	3	3	4	2
		同僚3	4	4	4	3	3	4	2
		平均	4	4	4	3	3	4	2.3
インパクトと影響力	インパクトと影響力	同僚1	3	3	3	3	4	3	4
		同僚2	3	4	3	4	4	3	4
		同僚3	3	3	3	3	4	3	4
		平均	3	3.3	3	3.3	4	3	4
	組織の理解	同僚1	4	5	4	4	3	3	3
		同僚2	4	5	4	4	3	3	3
		同僚3	4	4	4	4	3	3	3
		平均	4	4.7	4	4	3	3	3
	関係の構築	同僚1	3	3	2	3	3	2	4
		同僚2	3	3	3	3	2	3	4
同僚3		3	3	3	3	3	3	4	
平均		3	3	2.7	3	2.7	2.7	4	

注) 次のページに続く。

添付資料 2.2 検証用コンピテンシー評価データ (2/3)

	要素	評価者	A氏	B氏	C氏	E氏	F氏	G氏	H氏
マネジメント領域	他の人たちの開発	同僚1	3	3	3	3	3	2	3
		同僚2	3	3	3	3	2	2	3
		同僚3	3	3	3	2	3	3	3
		平均	3	3	3	2.7	2.7	2.3	3
	指揮命令	同僚1	3	3	3	4	3	3	3
		同僚2	3	3	3	3	3	3	2
		同僚3	3	3	3	3	3	3	3
		平均	3	3	3	3.3	3	3	2.7
	チームワークと協調	同僚1	4	3	3	4	3	2	3
		同僚2	3	3	4	4	3	3	3
		同僚3	3	3	4	4	2	3	3
		平均	3.3	3	3.7	4	2.7	2.7	4
	リーダーシップ	同僚1	4	3	3	4	3	4	3
		同僚2	4	4	3	4	3	4	3
		同僚3	4	3	3	4	3	4	3
		平均	4	3.3	3	4	3	4	3
認知領域	分析的思考	同僚1	4	4	3	4	4	3	4
		同僚2	4	4	3	4	4	4	4
		同僚3	4	4	4	4	4	3	4
		平均	4	4	3.3	4	4	3.3	4
	概念化思考	同僚1	5	4	4	4	4	4	4
		同僚2	5	4	4	3	4	4	4
		同僚3	4	4	4	4	4	4	4
		平均	4.7	4	4	3.7	4	4	4
	技術的専門的知識	同僚1	4	4	3	4	3	3	3
		同僚2	4	4	3	4	3	3	3
		同僚3	4	4	4	3	3	3	4
		平均	4	4	3.3	3.7	3	3	3.3

注) 次のページに続く。

添付資料 2.2 検証用コンピテンシー評価データ (3/3)

	要素	評価者	A氏	B氏	C氏	E氏	F氏	G氏	H氏
個人の 効果性	セルフ コントロール	同僚1	5	4	4	4	4	4	4
		同僚2	4	4	4	4	3	4	4
		同僚3	4	4	4	4	4	4	4
		平均	4.3	4	4	4	3.7	4	4
	自己確信	同僚1	3	3	3	4	3	3	3
		同僚2	3	3	3	4	3	3	3
		同僚3	3	3	3	3	3	3	3
		平均	3	3	3	3.7	3	3	3
	柔軟性	同僚1	4	3	3	3	4	3	4
		同僚2	4	3	3	3	4	3	3
		同僚3	4	3	3	4	4	3	3
		平均	4	3	3	3.3	4	3	3.3
	組織への コミットメント	同僚1	4	4	4	3	4	3	4
		同僚2	4	3	3	3	4	3	3
		同僚3	4	3	3	4	4	3	3
		平均	4	3.3	3.3	3.3	4	3	3.3

出所)筆者作成。

添付資料 2.3 個人の評価点 (1/3)

名前	回数	業績 レベル	評価							
			1	2	3	4	5	6	7	8
A 氏	1	4	6	6	5.75	5.75	5.5	5.25	5	4.95
	2	4	5.95	5.95	5.95	5.95	5.5	5.5	5.25	5.25
	3	4	6	6	5.75	5.75	5.5	5.5	5.25	4.95
	4	4	6	6	6	5.95	5.75	5.5	5.25	4.95
	5	4	6	6	5.95	5.75	5.75	5.5	5.25	4.95
	6	3	6	6	6	6	5.95	5.75	5.5	5.5
B 氏	1	4	5.95	5.95	5.75	5.5	5.25	4.75	4.75	5
	2	4	5.75	6	5.95	5.7	5.5	5.2	4.8	5.05
	3	4	5.95	6	5.75	5.7	5.5	5.25	4.95	5.05
	4	4	6	6	5.95	5.75	5.55	5.25	4.95	5.05
	5	4	6	6	5.95	5.8	5.7	5.5	5.05	5.2
	6	1	5.95	6	6	5.8	5.7	5.55	5.2	5.25
C 氏	1	3	6	6	5.5	5.5	5.5	5.25	5	5
	2	4	5.5	6	6	6	5.5	5.25	4.95	4.95
	3	4	6	6	5.75	6	5.5	5.25	4.75	4.75
	4	4	6	6	5.75	5.75	5.75	5.5	4.75	4.75
	5	4	6	6	5.75	5.75	5.75	5.5	4.75	4.75
	6	3	6	6	5.75	5.75	5.75	5.5	5.25	5.25
D 氏	1	1	6	5.75	5.75	4.75	5	4.75	5	5
	2	4	5.75	6	6	6	5.75	5.25	5.25	5
	3	1	6	6	5.75	6	5.75	5.5	5	5.25
	4	1	6	6	5.95	5.95	5.75	5.5	5	5.5
	5	1	6	6	5.95	5.95	5.75	5.5	5	5.5
	6	1	6	6	5.95	6	5.75	5.5	5.25	5.5

注) 次のページに続く。

添付資料 2.3 個人の評価点 (2/3)

名前	回数	業績 レベル	評価							
			1	2	3	4	5	6	7	8
E氏	1	2	5.75	5.8	5.75	5.7	5.55	5.5	5.45	5.25
	2	3								
	3	3	5.95	6	5.95	5.8	5.75	5.7	5.55	5.5
	4	3								
	5	3								
	6	3	6	6	6	5.95	5.8	5.75	5.75	5.7
F氏	1	4	5.95	5.95	5.7	5.8	5.45	5.2	5	4.95
	2	3	5.95	5.95	5.95	5.8	5.75	5.7	5.5	5.55
	3	3	5.95	6	5.8	5.75	5.7	5.5	5.25	5.2
	4	3	6	6	5.95	5.95	5.8	5.75	5.5	5.45
	5	3	6	6	5.95	5.95	5.8	5.75	5.75	5.75
	6	3	6	6.05	6	5.95	5.8	5.75	5.7	5.7
G氏	1	2	5.7	5.75	5.7	5.5	5.25	5	4.95	4.95
	2	2	5.55	5.75	5.7	5.55	5.5	5.45	5.25	5
	3	2	5.75	5.75	5.7	5.55	5.5	5.45	5.45	5.25
	4	2	5.8	5.8	5.75	5.7	5.55	5.5	5.45	5.45
	5	3	6	5.95	5.8	5.75	5.7	5.55	5.5	5.5
	6	3	5.95	5.95	5.8	5.8	5.75	5.7	5.55	5.55
H氏	1	4	5.8	5.95	5.7	5.75	5.4	5.2	4.95	4.95
	2	3	5.8	5.95	5.7	5.7	5.75	5.7	5.6	5.6
	3	3	5.8	5.95	5.75	5.75	5.8	5.5	5.25	5.25
	4	3	5.95	6	6	6	5.75	5.8	5.6	5.45
	5	3	6	5.95	5.95	5.95	5.8	5.6	5.6	5.5
	6	3	6	6	5.95	5.95	5.8	5.8	5.6	5.55

注) 次のページに続く。

添付資料 2.3 個人の評価点 (3/3)

名前	回数	業績 レベル	評価							
			1	2	3	4	5	6	7	8
I氏	1	4	5.95	5.95	5.65	5.5	5.5	5.2	5	5
	2	4	5.95	6	6	5.8	5.75	5.4	5.3	5.2
	3	3	6	6	5.75	5.75	5.75	5.4	5.3	5.2
	4	3	6	6	5.75	6	5.75	5.65	5.4	5.2
	5	3	6	6	5.75	6	5.8	5.65	5.4	5.3
	6	3	6	6	5.75	6	5.8	5.65	5.5	5.3
J氏	1	4	6	6	5.55	5.5	5.25	5.2	5	4.95
	2	4	6	6	5.95	5.8	5.55	5.3	5.2	5.2
	3	4	6	6	5.8	5.75	5.55	5.3	5.2	5.2
	4	4	6	6	5.95	5.8	5.75	5.45	5.3	5.25
	5	4	6	6	5.95	5.8	5.75	5.5	5.25	5.25
	6	3	6	6	5.95	5.95	5.75	5.5	5.45	5.3

出所) 筆者作成。

添付資料 2.4 数量化Ⅱ類の分析結果 (1/7)

記述統計量

評価	度数	最小値	最大値	平均値	標準偏差	分散
	72	1	4	2.76	1.169	1.366
1	57	5.50	6.00	5.9360	.11563	.013
2	57	5.75	6.05	5.9667	.07278	.005
3	57	5.50	6.00	5.8412	.12995	.017
4	57	4.75	6.00	5.7904	.20711	.043
5	65	5.00	6.25	5.6785	.21634	.047
6	67	4.75	6.20	5.5224	.28897	.084
7	67	4.75	6.12	5.3217	.33653	.113
8	67	4.75	6.03	5.2906	.29906	.089
有効なケースの 数 (リストごと)	57					

記述統計量

評価	平均値	標準偏差	N
	2.76	1.169	72
1	5.9360	.11563	57
2	5.9667	.07278	57
3	5.8412	.12995	57
4	5.7904	.20711	57
5	5.6785	.21634	65
6	5.5224	.28897	67
7	5.3217	.33653	67
8	5.2906	.29906	67

添付資料 2.4 数量化Ⅱ類の分析結果 (2/7)

相関係数

		能力 レベル	評価							
			1	2	3	4	5	6	7	8
能力 レベル	相関係数	1	.080	.415	.009	.104	-.318	-.466	-.497	-.606
	有意確率(両側)		.555	.001	.949	.440	.010	.000	.000	.000
	平方和と積和	96.99	.498	1.633	.061	1.168	-5.04	-10.4	-12.9	-14.0
	共分散	1.366	.009	.029	.001	.021	-.079	-.158	-.196	-.212
	N	72	57	57	57	57	65	67	67	67
評価 1	相関係数	.080	1	.559	.119	.156	.299	.222	.096	.195
	有意確率(両側)	.555		.000	.376	.245	.024	.096	.478	.147
	平方和と積和	.498	.749	.263	.100	.210	.348	.332	.169	.321
	共分散	.009	.013	.005	.002	.004	.006	.006	.003	.006
	N	57	57	57	57	57	57	57	57	57
評価 2	相関係数	.415	.559	1	.379	.615	.537	.325	.000	.111
	有意確率(両側)	.001	.000		.004	.000	.000	.014	1.000	.413
	平方和と積和	1.633	.263	.297	.201	.519	.393	.305	.000	.115
	共分散	.029	.005	.005	.004	.009	.007	.005	.000	.002
	N	57	57	57	57	57	57	57	57	57
評価 3	相関係数	.009	.119	.379	1	.536	.513	.403	.351	.441
	有意確率(両側)	.949	.376	.004		.000	.000	.002	.008	.001
	平方和と積和	.061	.100	.201	.946	.808	.671	.676	.695	.819
	共分散	.001	.002	.004	.017	.014	.012	.012	.012	.015
	N	57	57	57	57	57	57	57	57	57
評価 4	相関係数	.104	.156	.615	.536	1	.755	.660	.344	.377
	有意確率(両側)	.440	.245	.000	.000		.000	.000	.009	.004
	平方和と積和	1.168	.210	.519	.808	2.402	1.575	1.764	1.087	1.116
	共分散	.021	.004	.009	.014	.043	.028	.031	.019	.020
	N	57	57	57	57	57	57	57	57	57

注) 相関係数は Pearson の相関係数を示す。

添付資料 2.4 数量化Ⅱ類の分析結果 (3/7)

相関係数

		能力 レベル	評価							
			1	2	3	4	5	6	7	8
評価 5	相関係数	-.318	.299	.537	.513	.755	1	.904	.712	.687
	有意確率(両側)	.010	.024	.000	.000	.000		.000	.000	.000
	平方和と積和	-5.043	.348	.393	.671	1.575	2.996	3.427	3.103	2.646
	共分散	-.079	.006	.007	.012	.028	.047	.054	.048	.041
	N	65	57	57	57	57	65	65	65	65
評価 6	相関係数	-.466	.222	.325	.403	.660	.904	1	.864	.812
	有意確率(両側)	.000	.096	.014	.002	.000	.000		.000	.000
	平方和と積和	-10.41	.332	.305	.676	1.764	3.427	5.511	5.545	4.632
	共分散	-.158	.006	.005	.012	.031	.054	.084	.084	.070
	N	67	57	57	57	57	65	67	67	67
評価 7	相関係数	-.497	.096	.000	.351	.344	.712	.864	1	.887
	有意確率(両側)	.000	.478	1.00	.008	.009	.000	.000		.000
	平方和と積和	-12.92	.169	.000	.695	1.087	3.103	5.545	7.475	5.895
	共分散	-.196	.003	.000	.012	.019	.048	.084	.113	.089
	N	67	57	57	57	57	65	67	67	67
評価 8	相関係数	-.606	.195	.111	.441	.377	.687	.812	.887	1
	有意確率(両側)	.000	.147	.413	.001	.004	.000	.000	.000	
	平方和と積和	-14.01	.321	.115	.819	1.116	2.646	4.632	5.895	5.903
	共分散	-.212	.006	.002	.015	.020	.041	.070	.089	.089
	N	67	57	57	57	57	65	67	67	67

注) 相関係数は Pearson の相関係数を示す。

添付資料 2.4 数量化Ⅱ類の分析結果 (4/7)

処理した分析ケースの要約

重み付きのないケース		度数	パーセント
有効		57	79.2
除外	欠損または範囲外のグループ コード	0	.0
	少なくとも判別変数に 1 つの欠損値	15	20.8
	欠損または範囲外のグループ コードと 少なくとも判別変数に 1 つの欠損値	0	.0
	除外されたケースの合計	15	20.8
ケースの合計		72	100.0

グループ統計量

能力レベル	評価	平均値	標準偏差	有効数 (リストごと)	
				重み付きなし	重み付け
初心者	1	5.9917	.02041	6	6.000
	2	5.9583	.10206	6	6.000
	3	5.8917	.11143	6	6.000
	4	5.7417	.49134	6	6.000
	5	5.6167	.30277	6	6.000
	6	5.3833	.31091	6	6.000
	7	5.0750	.11726	6	6.000
	8	5.3333	.20412	6	6.000
中級者	1	5.7100	.09618	5	5.000
	2	5.7700	.02739	5	5.000
	3	5.7200	.02739	5	5.000
	4	5.6000	.09354	5	5.000
	5	5.4700	.12550	5	5.000
	6	5.3800	.21389	5	5.000
	7	5.3100	.21909	5	5.000
	8	5.1800	.20494	5	5.000

添付資料 2.4 数量化Ⅱ類の分析結果 (5/7)

能力レベル	評価	平均値	標準偏差	有効数 (リストごと)	
				重み付きなし	重み付け
上級者	1	5.9705	.05908	22	22.000
	2	5.9886	.02642	22	22.000
	3	5.8523	.13316	22	22.000
	4	5.8636	.13468	22	22.000
	5	5.7636	.07743	22	22.000
	6	5.6318	.14188	22	22.000
	7	5.4773	.18240	22	22.000
	8	5.4227	.19501	22	22.000
エキスパート	1	5.9375	.12091	24	24.000
	2	5.9896	.02074	24	24.000
	3	5.8438	.13458	24	24.000
	4	5.7750	.14142	24	24.000
	5	5.5708	.15668	24	24.000
	6	5.3208	.17565	24	24.000
	7	5.0479	.19587	24	24.000
	8	5.0229	.15462	24	24.000
合計	1	5.9360	.11563	57	57.000
	2	5.9667	.07278	57	57.000
	3	5.8412	.12995	57	57.000
	4	5.7904	.20711	57	57.000
	5	5.6412	.17981	57	57.000
	6	5.4526	.23057	57	57.000
	7	5.2395	.27235	57	57.000
	8	5.2237	.25514	57	57.000

添付資料 2.4 数量化Ⅱ類分析結果 (6/7)

グループ平均の差の検定

評価	Wilks のラムダ [△]	F 値	自由度 1	自由度 2	有意確率
1	.599	11.819	3	53	.000
2	.268	48.145	3	53	.000
3	.903	1.894	3	53	.142
4	.867	2.707	3	53	.054
5	.669	8.729	3	53	.000
6	.604	11.575	3	53	.000
7	.443	22.176	3	53	.000
8	.473	19.672	3	53	.000

固有値

関数	固有値	分散の %	累積 %	正準相関
1	1.307	92.2	92.2	.753
2	.110	7.8	100.0	.315

Wilks のラムダ

関数の検定	Wilks のラムダ [△]	カイ 2 乗	自由度	有意確率
1 から 2 まで	.390	47.488	16	.000
2	.901	5.269	7	.627

標準化された正準判別関数係数

評価	関数 1	関数 2
1	-.113	-0.033
2	-.361	1.098
3	-.397	.082
4	.321	-.781
5	-.358	-.367
6	.484	.531
7	1.271	-.484
8	-.605	1.092

添付資料 2.4 数量化Ⅱ類の分析結果 (7/7)

グループ重心の関数

能力レベル	関数	
	1	2
中級者	1.320	.640
上級者	.793	-.301
エキスパート	-1.288	.061

グループの事前確率

能力レベル	事前確率	分析で使用されたケース	
		重み付きなし	重み付け
中級者	.333	9	9.000
上級者	.333	24	24.000
エキスパート	.333	24	24.000
合計	1.000	57	57.000

分類結果

		能力レベル	予測グループ番号			合計
			中級者	上級者	エキスパート	
元のデータ	度数	中級者	7	1	1	9
		上級者	7	14	3	24
		エキスパート	0	3	21	24
	%	中級者	77.8	11.1	11.1	100.0
		上級者	29.2	58.3	12.5	100.0
		エキスパート	.0	12.5	87.5	100.0
交差確認 済み	度数	中級者	5	3	1	9
		上級者	9	10	5	24
		エキスパート	1	5	18	24
	%	中級者	55.6	33.3	11.1	100.0
		上級者	37.5	41.7	20.8	100.0
		エキスパート	4.2	20.8	75.0	100.0

注： 分類結果は分類する人の能力レベルの変更を繰り返し行い、予測グループ番号のあてはまり具合により筆者が操作した。上記表の交差確認済みが最終結果である。

添付資料3 サンプルデータ

添付資料3.1 評価値と目標値 (1/2)

		A氏		B氏		C氏		D氏		E氏	
		評価値	目標値	評価値	目標値	評価値	目標値	評価値	目標値	評価値	目標値
1	1	6.00	5.92	5.95	5.94	6.00	5.83	6.00	5.93	5.75	5.94
	2	6.00	5.78	5.95	5.72	6.00	5.89	5.75	5.75	5.80	5.91
	3	5.75	5.71	5.75	5.70	5.50	5.71	5.75	5.68	5.75	5.69
	4	5.75	5.60	5.50	5.62	5.50	5.59	4.75	5.55	5.70	5.61
	5	5.50	5.51	5.25	5.37	5.50	5.42	5.00	5.50	5.55	5.39
	6	5.25	5.26	4.75	5.09	5.25	5.17	4.75	5.24	5.50	5.16
	7	5.00	4.96	4.75	5.00	5.00	5.04	5.00	5.08	5.45	4.90
	8	4.95	4.90	5.00	4.90	5.00	4.93	5.00	4.89	5.25	4.91
2	1	5.95	5.74	5.75	5.51	5.50	5.86	5.75	5.72		
	2	5.95	5.92	6.00	5.82	6.00	5.87	6.00	5.92		
	3	5.95	5.85	5.95	5.81	6.00	5.80	6.00	5.90		
	4	5.95	5.81	5.70	5.75	6.00	5.76	6.00	5.80		
	5	5.50	5.62	5.50	5.48	5.50	5.58	5.75	5.61		
	6	5.50	5.39	5.20	5.38	5.25	5.37	5.25	5.42		
	7	5.25	5.33	4.80	5.17	4.95	5.21	5.25	5.32		
	8	5.25	5.26	5.05	5.21	4.95	5.14	5.00	5.23		
3	1	6.00	6.02	5.95	5.94	6.00	5.82	6.00	5.74	5.95	5.76
	2	6.00	5.87	6.00	5.92	6.00	5.98	6.00	5.80	6.00	5.81
	3	5.75	5.80	5.75	5.79	5.75	5.82	5.75	5.73	5.95	5.66
	4	5.75	5.74	5.70	5.70	6.00	5.66	6.00	5.68	5.80	5.66
	5	5.50	5.70	5.50	5.53	5.50	5.55	5.75	5.58	5.75	5.52
	6	5.50	5.52	5.25	5.41	5.25	5.36	5.50	5.46	5.70	5.37
	7	5.25	5.22	4.95	5.24	4.75	5.17	5.00	5.17	5.55	5.17
	8	4.95	5.28	5.05	5.22	4.75	5.25	5.25	5.15	5.50	5.19
4	1	6.00	5.96	6.00	5.89	6.00	6.06	6.00	5.93		
	2	6.00	5.93	6.00	5.95	6.00	6.03	6.00	6.01		
	3	6.00	5.83	5.95	5.90	5.75	5.87	5.95	5.83		
	4	5.95	5.87	5.75	5.83	5.75	5.82	5.95	5.79		
	5	5.75	5.76	5.55	5.70	5.75	5.69	5.75	5.64		
	6	5.50	5.61	5.25	5.43	5.50	5.56	5.50	5.51		
	7	5.25	5.41	4.95	5.27	4.75	5.50	5.00	5.27		
	8	4.95	5.32	5.05	5.31	4.75	5.21	5.50	5.30		
5	1	6.00	6.03	6.00	5.98	6.00	6.04	6.00	5.99		
	2	6.00	5.90	6.00	5.92	6.00	5.96	6.00	5.92		
	3	5.95	5.87	5.95	5.81	5.75	5.87	5.95	5.79		
	4	5.75	5.77	5.80	5.81	5.75	5.86	5.95	5.77		
	5	5.75	5.63	5.70	5.70	5.75	5.79	5.75	5.67		
	6	5.50	5.40	5.50	5.39	5.50	5.50	5.50	5.52		
	7	5.25	5.30	5.05	5.35	4.75	5.31	5.00	5.32		
	8	4.95	5.27	5.20	5.20	4.75	5.22	5.50	5.25		
6	1	6.00	6.18	5.95	6.03	6.00	6.09	6.00	6.06	6.00	6.13
	2	6.00	6.10	6.00	6.01	6.00	6.06	6.00	6.05	6.00	6.04
	3	6.00	5.99	6.00	5.93	5.75	5.96	5.95	5.90	6.00	5.99
	4	6.00	5.98	5.80	5.84	5.75	5.93	6.00	5.91	5.95	5.88
	5	5.95	5.95	5.70	5.72	5.75	5.76	5.75	5.82	5.80	5.78
	6	5.75	5.69	5.55	5.60	5.50	5.63	5.50	5.68	5.75	5.72
	7	5.50	5.53	5.20	5.50	5.25	5.61	5.25	5.57	5.75	5.59
	8	5.50	5.62	5.25	5.57	5.25	5.58	5.50	5.51	5.70	5.54
平均値		5.66	5.66	5.54	5.60	5.53	5.64	5.61	5.62	5.75	5.60
偏差		0.35	0.30	0.41	0.30	0.43	0.31	0.40	0.28	0.20	0.34
R2		0.87		0.90		0.77		0.74		0.82	

添付資料表 3.1 評価値と目標値 (2/2)

		F氏		G氏		H氏		I氏		J氏	
		評価値	目標値	評価値	目標値	評価値	目標値	評価値	目標値	評価値	目標値
1	1	5.95	5.97	5.70	5.92	5.80	5.92	5.95	6.02	6.00	5.92
	2	5.95	5.82	5.75	5.74	5.95	5.74	5.95	5.86	6.00	5.74
	3	5.70	5.68	5.70	5.64	5.70	5.64	5.65	5.70	5.55	5.64
	4	5.80	5.59	5.50	5.53	5.75	5.53	5.50	5.59	5.50	5.53
	5	5.45	5.36	5.25	5.46	5.40	5.46	5.50	5.53	5.25	5.46
	6	5.20	5.06	5.00	5.23	5.20	5.23	5.20	5.21	5.20	5.23
	7	5.00	4.91	4.95	4.89	4.95	4.89	5.00	4.90	5.00	4.89
	8	4.95	4.96	4.95	4.84	4.95	4.84	5.00	4.89	4.95	4.84
2	1	5.95	5.45	5.55	5.71	5.80	5.71	5.95	5.53	6.00	5.71
	2	5.95	5.86	5.75	5.95	5.95	5.95	6.00	5.81	6.00	5.95
	3	5.95	5.77	5.70	5.82	5.70	5.82	6.00	5.83	5.95	5.82
	4	5.80	5.70	5.55	5.78	5.70	5.78	5.80	5.77	5.80	5.78
	5	5.75	5.49	5.50	5.60	5.75	5.60	5.75	5.54	5.55	5.60
	6	5.70	5.35	5.45	5.33	5.70	5.33	5.40	5.39	5.30	5.33
	7	5.50	5.21	5.25	5.32	5.60	5.32	5.30	5.28	5.20	5.32
	8	5.55	5.24	5.00	5.22	5.60	5.22	5.20	5.17	5.20	5.22
3	1	5.95	6.01	5.75	5.98	5.80	5.98	6.00	5.95	6.00	5.98
	2	6.00	5.95	5.75	5.92	5.95	5.92	6.00	5.94	6.00	5.92
	3	5.80	5.78	5.70	5.87	5.75	5.87	5.75	5.83	5.80	5.87
	4	5.75	5.70	5.55	5.69	5.75	5.69	5.75	5.79	5.75	5.69
	5	5.70	5.45	5.50	5.59	5.80	5.59	5.75	5.59	5.55	5.59
	6	5.50	5.35	5.45	5.47	5.50	5.47	5.40	5.49	5.30	5.47
	7	5.25	5.25	5.45	5.21	5.25	5.21	5.30	5.27	5.20	5.21
	8	5.20	5.20	5.25	5.20	5.25	5.20	5.20	5.23	5.20	5.20
4	1	6.00	5.87	5.80	5.95	5.95	5.95	6.00	5.95	6.00	5.95
	2	6.00	6.01	5.80	5.99	6.00	5.99	6.00	6.01	6.00	5.99
	3	5.95	5.93	5.75	5.87	6.00	5.87	5.75	5.92	5.95	5.87
	4	5.95	5.79	5.70	5.79	6.00	5.79	6.00	5.79	5.80	5.79
	5	5.80	5.63	5.55	5.69	5.75	5.69	5.75	5.70	5.75	5.69
	6	5.75	5.40	5.50	5.50	5.80	5.50	5.65	5.41	5.45	5.50
	7	5.50	5.32	5.45	5.29	5.60	5.29	5.40	5.23	5.30	5.29
	8	5.45	5.23	5.45	5.26	5.45	5.26	5.20	5.22	5.25	5.26
5	1	6.00	5.97	6.00	6.09	6.00	6.09	6.00	6.03	6.00	6.09
	2	6.00	5.82	5.95	5.93	5.95	5.93	6.00	5.95	6.00	5.93
	3	5.95	5.84	5.80	5.79	5.95	5.79	5.75	5.86	5.95	5.79
	4	5.95	5.78	5.75	5.81	5.95	5.81	6.00	5.84	5.80	5.81
	5	5.80	5.61	5.70	5.67	5.80	5.67	5.80	5.69	5.75	5.67
	6	5.75	5.42	5.55	5.48	5.60	5.48	5.65	5.46	5.50	5.48
	7	5.75	5.36	5.50	5.25	5.60	5.25	5.40	5.27	5.25	5.25
	8	5.75	5.07	5.50	5.33	5.50	5.33	5.30	5.30	5.25	5.33
6	1	6.00	6.05	5.95	6.06	6.00	6.06	6.00	5.93	6.00	6.06
	2	6.05	6.02	5.95	6.08	6.00	6.08	6.00	6.11	6.00	6.08
	3	6.00	5.94	5.80	5.95	5.95	5.95	5.75	5.97	5.95	5.95
	4	5.95	5.86	5.80	5.88	5.95	5.88	6.00	5.94	5.95	5.88
	5	5.80	5.68	5.75	5.83	5.80	5.83	5.80	5.79	5.75	5.83
	6	5.75	5.56	5.70	5.63	5.80	5.63	5.65	5.59	5.50	5.63
	7	5.70	5.45	5.55	5.53	5.60	5.53	5.50	5.55	5.45	5.53
	8	5.70	5.58	5.55	5.63	5.55	5.63	5.30	5.66	5.30	5.63
平均値		5.74	5.59	5.58	5.63	5.71	5.63	5.67	5.63	5.63	5.63
偏差		0.27	0.31	0.25	0.31	0.26	0.31	0.31	0.31	0.33	0.31
R2		0.78		0.83		0.80		0.83		0.90	