

海外職業訓練支援プロジェクトの運営管理ツールの開発

職業能力開発総合大学校東京校 平松 健二
安原 雅彦

Development of Administrative Tool for Overseas Vocational Training
Kenji HIRAMATSU, Masahiko YASUHARA

要約 海外における職業訓練支援プロジェクトの評価は次のような理由で難しい。①職業訓練事業の評価は、その卒業生が労働者として社会進出し、その評価を受けるため時間がかかる。②評価項目が客観的に数値化し難く、関係者の主観的な要因が大きく影響する。③異文化社会で評価しなければならない。このような問題点は即に解決できない。しかしながら、国家予算を使用する事業はその透明性を堅持するため、時間をかけて成果を見守るほかに、迅速な評価手段を持たなければならない。

人材育成のように、人間が対象となるプロジェクトは需要が高まり、その客観的な評価手法は、今後ますます必要となってくると思われる。現在、海外支援事業の種類や予算等は公開されているが、その成果についての公表は乏しい。その評価尺度の確立が難しいからであろう。

本研究では、独立行政法人国際協力機構（Japan International Cooperation Agency, JICA）が規定している評価手法から、プロジェクトを動的システムとして捉え、シミュレーションにより進捗状況を予測する手法を開発した。プロジェクトの完全なモデル化は不可能であることは自明であるが、シミュレーションにより予測される進捗状況（計画案）と、公にされた進捗状況報告書（実績書）とを対比することにより、進行中のプロジェクトを客観的に評価する助けになる。また、従来なされてきた専門家の主観的な評価をある程度防止することができる。このことにより、専門家個人に任せていた評価を組織的にチェックすることができ、プロジェクトの運営管理に有効であると考える。なお、組織的な情報は一般公開することにより、プロジェクトの透明性が高まるものと考える。

I はじめに

職業訓練支援プロジェクト（以下、「職訓プロジェクト」と呼ぶ。）は政府開発援助（Official Development Assistance, ODA）の一環として、JICAにより実施されている。事業の内容は諸調査を経て、協力相手国との間に討議事録（Record of Discussions, RD）を取り交わし、そのとき契約された目標を一定期間内に完遂させるプロジェクトである。JICAはより良いプロジェクトを立案・実施・評価出来るように、1994年からPCM（Project Cycle Management）手法を導入し、その文書化をPDM（Project Design Matrix）により進めている。

一方、現場のスタッフはRDに約束された諸項目を支障なく期間中に実施しなければならない。職訓プロジェクトは人材育成が主目的である。育成する人材はCP（Counterpart）と呼ばれ、職業訓練校の指導員として通常業務を果たすと同時に、RDの到達目標を達成するために、新しい技術を習得しなければならず、非常に過密な労働となる。職訓プロジェクト成功の鍵は、専門家が受け持ったCPを教育するために必要な時間をいかに確保するかにあると言っても過言ではない。

プロジェクト全体の過密なスケジュールを調整するために、TST（Time Schedule Table）が必要となる。PDMによる報告書は時間を停止して、その時点

の静的な進捗状況を確認するものである。筆者はRDの項目をTSTに写し取り、プロジェクトを動的に管理することを推奨する。本文は、実践的な行動計画案となるTSTを作成する手法を記述した。

職訓プロジェクトは、人間、教育、技術、異文化社会が絡み合った複雑なシステムである。技術移転に要する時間は日本国内の経験だけでは予測がつかない。TSTの作成に当たっては、目標の達成状況をシミュレーションにより予め知る必要がある。提案するシミュレータは次のような特徴を持ち、現場の専門家の持つ感覚と整合を保てるよう努めた。

- (1) PDMの論理により、システムの構成を導出した。
- (2) TSTを作成することが前提であるので、達成速度のみを取り扱い、そのパラメータとして専門家の能力および、プロジェクトを取り巻く社会環境と教育環境を考慮した。
- (3) 各パラメータは、新たに資料を収集することなく、既存のデータや公開されているデータを使用した。
- (4) プロジェクトの進捗状況をスタッフの直感と一致したものに近づけるため、シグモイド(sigmoid)関数を使用した。
- (5) 人間や社会が関与するデータを数値化するため、ファジィ(Fuzzy)推論およびAHP(Analytic Hierarchy Process)手法を用いた。

本シミュレータを利用してスタッフ全員の合意によりTSTを作成し、この計画を基にPDMの進捗状況と比較する。これにより今まで、専門家の自己申告に任せていたプロジェクトの達成度を組織的に監視することができる。この結果は個人的なものではないので公表することも可能であると考える。

II PDMの論理と運営管理ツールの概要

一例として、「日本マレーシア技術学院（Japan Malaysia Technical Institute, JMTI）プロジェクト1998-2002」のPDMをTab.1に示す。活動はRDによ

り、6項目に分割されており、それぞれ担当者に割り振られる。Tab.2は電子工学科の進捗状況の報告書であり、到達目標はRDのAppendixにより規定されている。達成度は4段階評価であり、専門家の自己申告によるものである。Tab.3に電子工学科の進捗状況の結果をTST様式で示した一部を示す。Tab.3は専門家個人（筆者）が進捗状況の結果を確認するために作成したものであり、建物・機材の遅延および訓練生の充足率はRDの内容から単に読み取ったものである。

Tab.1のPDMには、プロジェクトの目標 (Project Purpose)、成果 (Output)、活動 (Activity)、投入 (Input) や、プロジェクトを取り巻く外部条件の論理的な相互関係を表している。プロジェクトは投入に対して、直ちに成果に結びつかず、成果が結実するためには時間がかかる動的システムである。また、この活動は目標を持っており、その成果を実証するために具体的な指標 (Verifiable Indicator) を定めている。前提条件 (Precondition) は投入から活動にいたる条件、外部条件 (Assumption) は、活動から成果へ進む際の条件と考える。以上のことを考慮し、Fig.1のようなモデルの基本的な構成図を導出した。なお目標は複数あり、投入や活動が順次計画されるため、活動を開始する時期を決める必要があること、活動は開始されたが何らかの障害により活動が遅延する場合もあるので、開始時期 (Start) および障害 (Trouble) を設けた。

人材、建物、機材等の大まかなTSTはRD締結時に示される。しかし、専門家個人の活動に係わるTSTは、相手国スタッフとの合意の下に、新たに計画しなければならない。TSTの作成は、物理的に時間を割り振るだけではない。Fig.2に示すように、専門家個人の能力や現地の社会・教育環境を考慮し、一つ一つの目標を達成する時間を計算し、それらを統合した場合の達成可能性や問題点をシミュレーションにより予知することは有効である。シミュレーションのためのモデルはPDMから各要素を抽出したFig.1を基本とする。ただし、フィードバック部はシミュレーション結果とPDMによる実際の進捗状況表との比較となるの

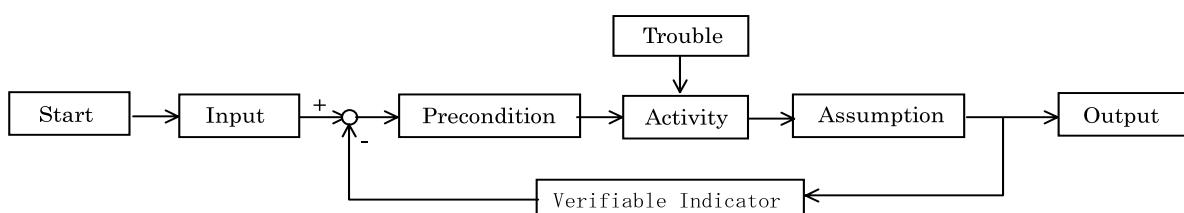


Fig.1 モデル基本構成

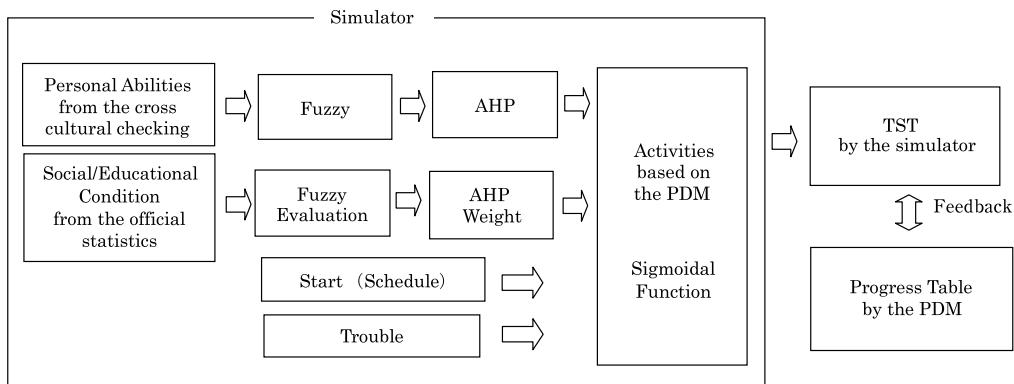


Fig.2 プロジェクト運営管理ツールの概要

で、関係者が定期的に協議しながら実施することとなる。なお、この協議結果からTab.3のような表が作成

Tab.1 日本マレーシア技術学院（JMTI）プロジェクトのPDM

プロジェクトの要約 Narrative Summary		指標 Verifiable Indicators	指標データ入手手段 Means of Verification	外部条件 Assumption
上位目標 Overall Goal	Project Purpose			
マレーシア工業界の先端技術分野における高度技術の需要が満たされる。	先端工業産業界において雇用される高度技術者数が1998年から増加する。		人的資源省および関連機関の統計	1. 先端工業産業界の経済状況が悪化しない。 2. マレーシア政府が先端工業産業に反対する政策を強要しない。
成 果 Outputs	1. JMTIにおいて体系だった職業訓練が計画される。 2. 有能な訓練生が入学できる方策が確立される。 3. JMTIにおいて上記分野における有能な指導員が必要教育成される。 4. 上記分野における必要な訓練コースが確定され、準備され、実施されている。 5. 訓練のための適切な施設、機材、設備が設置され、活用される。 6. 組織、職員、予算の観点からJMTIが良好に運営されている	1. ディプロマ資格を取得したJMTI卒業生数 2. 関連企業に雇用されたJMTI卒業生数	1. JMTI卒業生リスト 2. 卒業生の雇用状況記録	1. 既存及び新職業訓練施設において就職後の技能訓練が強化される。 2. 職業訓練の向上について社会が理解している。 3. 高度技能者を排出する訓練センターの数および質が増加する。 4. 上記訓練センターの指導員が正当に勤務する。
活 動 Activities	1. 成果1に対する活動 1-1 マレーシアにおける先端技術産業の現状を分析する。 1-2 産業界が必要とする職業訓練内容を明確にする。 1-3 産業界のニーズに適合した訓練内容を策定する。 2. 成果2に対する活動 2-1 JMTI入学志望者の応募資格、条件を規定する。 2-2 有能な入学志望者を募集するための宣伝広報活動を実施する。 2-3 JMTI訓練生の募集選考を実施する。 3. 成果3に対する活動 3-1 カリキュラムの開発 3-2 専門技術 3-3 教材開発 3-4 教授法 3-5 授業準備法 3-6 コース管理法 3-7 評価法 4. 成果3に対する活動 上記3に対し、指導員が状況に応じ、自律的に改善および改定できるようにする。 5. 成果5に対する活動 5-1 機材、設備を調達し設置する。 5-2 上記を保守管理し、有効に使用する。 6. 成果6に対する活動 6-1 日々合同委員会（1回／年） 6-2 技術諮詢委員会（2回／年） 6-3 年間実行計画の策定 6-4 運営管理のモニタリング	1. 訓練実地の詳細計画 2. 効果的な宣伝広報活動の実施 3. JMTI指導員の数、質、能力の向上 4. JMTIで開発、実施されている訓練コースの数、内容 5. JMTIで使用している施設、機材、設備の数 6. 良好に構成された組織及び適切な予算状況	1. 訓練計画書 2. 広報活動にかかる出版物 3. 指導員の評価表 4. (1)JMTI年次報告書 (2)卒業生の実績評価に対する雇用者への質問表 5. 施設、機材、設備リスト 6. 組織及び年次報告(財務報告)	人的資源省労働局が発行するディプロマがNVTCのL4資格と同等として認められるか、または人事院より承認される。
	1. 成果1に対する活動 1-1 マレーシアにおける先端技術産業の現状を分析する。 1-2 産業界が必要とする職業訓練内容を明確にする。 1-3 産業界のニーズに適合した訓練内容を策定する。 2. 成果2に対する活動 2-1 JMTI入学志望者の応募資格、条件を規定する。 2-2 有能な入学志望者を募集するための宣伝広報活動を実施する。 2-3 JMTI訓練生の募集選考を実施する。 3. 成果3に対する活動 3-1 カリキュラムの開発 3-2 専門技術 3-3 教材開発 3-4 教授法 3-5 授業準備法 3-6 コース管理法 3-7 評価法 4. 成果3に対する活動 上記3に対し、指導員が状況に応じ、自律的に改善および改定できるようにする。 5. 成果5に対する活動 5-1 機材、設備を調達し設置する。 5-2 上記を保守管理し、有効に使用する。 6. 成果6に対する活動 6-1 日々合同委員会（1回／年） 6-2 技術諮詢委員会（2回／年） 6-3 年間実行計画の策定 6-4 運営管理のモニタリング	1. マレーシア側 1-1 土地 1-2 建物、施設の設計および建築 1-3 機材および設備 1-4 専任カウンターパートの配置 1-5 運営管理職員の配置 1-6 プロジェクト運営費 2. 日本側 2-1 チーフアドバイザー 1名 2-2 コーディネータ 1名 2-3 長期専門家派遣 5名 2-4 短期専門家派遣 必要に応じ 3. カウンターパートの日本研修 4. 機材供与	JMTIの職員が離職しない。 JMTIの建物、施設および必要な数の機材がマレーシア側により、確実に供与される。	

Tab.2 電子工学科の進捗状況報告書 (PDM準拠)

項目	活動内容	到達目標	進捗状況と実績	達成度	活動遅延理由	今後の計画
(3)マレーシアと日本の双方において以下の観点から指導員を訓練する。						
(3-1) カリキュラム開発	1) カリキュラム、シラバスを作成できる。 2) カリキュラム、シラバスを改訂できる。	長期訓練のカリキュラム、シラバスを作成し、改訂できる。 短期訓練のカリキュラム、シラバスを作成し、改訂できる。	長期訓練のカリキュラム、シラバスを作成し、NVTC(L4)相当と承認された。 Sub-TACの意見、助言により、カリキュラム、シラバスの内容を改訂した。 短期訓練は3コースが計画され、実施された。	4 4		完了 完了
(3-2) 専門技術	1) 電子デバイスの動作原理を理解し、応用電子回路を設計・製作できる。 2) コンピュータを利用した電子回路の設計・シミュレーションおよびPCB設計・製作ができる。	コンピュータの動作原理が理解でき、必要なインターフェース回路を設計・製作できる。 コンピュータを利用した装置を理解でき、制御目的に適切なソフトウェアを設計・製作し、デバッグ作業ができる。 PLDの設計・製作ができる。 電子回路CADが操作でき、必要な回路を設計できる（部品設計・配置設計・配線設計）。 電子回路のシミュレーションができ、適切な特性の改善ができる。 PCBの設計・製作ができる（部品設計・配置設計・配線設計）。 目的とする情報の自動計測ができ、適切な、データ解析ができる。 LANシステムが構築できる。 PLCを利用した制御回路が設計できる。 各種センサーの動作原理を理解し、適切な応用ができる。 製造ラインの保守・改善ができる。	8bitCPU (Z84) を利用したラインとレースロットのハードウェアおよびソフトウェアの開発ができる。 VBやアセンブラーにより、制御システムの構築ができる。 Or-CADによる基本的なデジタル回路の設計ができる。しかし、そのデータによるPLDの制作に至らない。 Or-CADによる部品設計・配置設計・配線設計ができる。 PSPICEによる回路シミュレーションをよりその特性の改善ができる。 Or-CADによる部品設計・配置設計・配線設計ができる。しかし、そのデータによるPCBの製作に至らない。 Lab-Viewによる自動計測およびそのデータ解析ができる。なお、EXCELによるデータ解析ができる。 LANシステムにより、ユーザ管理はできるが、システムを構築するまでに至らない。 PLCにより、シーケンス制御システムを構築できる。 各種センサーを利用した制御システムをPLCを利用して構築できる。 FA教材システムは取り扱えるが、工場での実務経験が少ない。	3 3 3 4 4 3 4 3 3 3 3 3	機材の整備が遅延した。 機材の整備が遅延した。 機材の整備が遅延した。	完了見込み。PICによる制御系設計をカリキュラムに導入する。制御理論および工学系数学力を向上させる。 完了見込み。さらに、高度なVBプログラミング技法を導入する。 完了見込み。Verilog-HDLによる設計・制作に発展させる。 完了。 完了。将来、工学系の数学力を育成する必要がある。 完了見込み。現在、手作業で実施しているPCBの製作は、将来、実験室レベルから、産業用へと発展させた方がよい。 完了。 完了見込み。LAN環境が整備され次第実施する。 完了見込み。工業用ロボットのプログラミングが必要である。 完了見込み。但し、今後、要素技術を統合化した実践的な制御システム（ロボット等）を組み上げるためのノウハウを、技術移転する必要がある。

Tab.3 電子工学科進捗状況の一部 (TST様式準拠)

Year		1998				1999				2000				2001				2002							
Month		1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12				
Campus		CIAST								Penang															
Building	workshop	Under construction								Delay				Complete											
	dormitory	Under construction								Delay				Complete											
Student In-take		Plan	Enr.	Sem	Num	Sem	Num	Sem	Num	Sem	Num	Sem	Num	Sem	Num	Sem	Num	Sem	Num	Sem	Num				
	1st	50	19	①	19	②	19	③	19	④	19	⑤	19	⑥	19										
	2nd(CIAST)	25	17			③	17	④	17	⑤	17	⑥	17												
	3rd	25	8					①	8	②	8	③	8	④	8	⑤	8	⑥	8						
	4th	50	37									①	37	②	37	③	37	④	37	⑤	37				
	5th	50	27													①	27	②	27	③	27				
	6th	50	56																①	56					
total		200	108	38%	19	48%	36	44%	44	44%	44	54%	81	51%	64	58%	72	58%	72	80%	120				
Instructor Electronics Training	Inc.	6		4				2	3		2	1	1		3			2							
	Dec.							-1			-1	-1	-1						-1						
	total	6	6	10	10	10	10	12	14	14	15	15	15	15	18	18	18	20	19	19	19	19			
	Japan	2			5			4			2				4										
Long term expert		Hiroshi Kodama										Kenji Hiramatsu													
Short Term Exp.	1.MPU	Shigeru Watanabe				4w																			
	2.PLD	Yoshitake Toriumi								2w															
	3.Measure.	Yasuaki Takeuchi												2w											
	4.Analog	Manabu Ishihara												4w											
	5.CAD	Yasunori Ekimoto												4w											
	6.PLC	Hideki Kumagai												2w											
Equipment	1.AnalogLab	Basic				Delay				Install				Complete											
	2.DigitalLab	Circuit				Delay				Install				Complete											
	3.MPULab	Basic				Delay				26%				88%											
	4.Control Lab	Application				Delay				58%				Complete											
	5.CAD/CAM Lab	Sequence				Delay				51%				Complete											
	6.Communication Lab	Applied & PID				Delay				Rec.				Complete											
	7.Measurement Lab	EDA				Delay				29%				73%											
	PCB				Delay				29%				Complete												
Consignment training				Receive				Waite				Ins.				Complete									
Meeting	Joint Comm.	1st			2nd			3rd		4th		5th		6th		7th									
	TAC							1st				2nd			3rd		4th								
	Building																								
Certification NVTC-L4				Considering				Registry of NOSS				Conference in JPA and NVTC				Deter.				Certificate					

Consignment Training (Background : Delay of equipment, etc.)														
	Subject	Place	Sem.	Per.		Subject	Place	Sem.	Per.		Subject	Place	Sem.	Per.
CT1	P. Comm.	ITI,Melaka	⑤	1w	CT3	P.Cont.Sys.	ITTRA,Perai	④	2w	CT5	P. Comm.	USM,Perak	⑤	1w
CT2	P. Comm.1	ITI,Melaka	⑤	1w	CT4	P. PCB	ITTRA,Perai	⑤	2w	CT6	P. Comm.1	USM,Perak	⑤	1w

III 動特性を与える基本関数の決定

専門家はPDMに記載された目的に向かって、成果を挙げようと活動する。進捗状況をシミュレーションすることにより、目標達成に掛かる時間を大まかに予測することはTST作成に欠かせない。本シミュレータの目的は、職訓プロジェクト全体を詳細に解析することではなく、RDの諸項目が達成される過程を視覚化することにある。Fig.1において、活動のみが動的システムの基本的な性質を左右する関数と考える。従って、その動的特性は現場で直感的に期待される特性に近い方が望ましい。本文は、活動の動的特性を与える関数として、シグモイド関数を使用した(Equ.1)。この関数は、混雑な各種要因により伸展は持続しないことを反映させるために、一次線形微分方程式を修正し制約要因を追加し、それが時間とともに顕著に現れるとした関数である。技術移転過程の挙動を集約し、細部を切り捨てる有効な手段である。活動の動的特性は、専門家個人の能力やプロジェクトを取巻く環境により影響を受ける。これらの影響は、シミュレーションの時間発生関数の速度、およびシグモイド関数の時定数に対応付けることとした。

$$f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-a(x - c))} \quad \text{Equ.1}$$

Fig.3左はMATLABによるEqu.1の表現であり、Fig.3右はtimeにRamp関数 ($y=t$, $t>=0$)、時定数 $a=2$, $c=3$ として、シミュレーションした結果である。このグラフは、ある目的を達成するためには、準備期間に約2ヶ月、50%達成に約3ヶ月、100%達成に約6ヶ月かかると仮定した場合の動的特性を表しているとする(以下、達成度曲線と言う)。各目標はそれぞれ必要な業務量を持つ。Fig.4は、業務量(専門家1人×月数)を時定数パラメータ job/m として入力し、その達成経過をシミュレーションした図である。Fig.4左において、 $job/m=2, 4, 6$ と設定すると、その出力は、各々

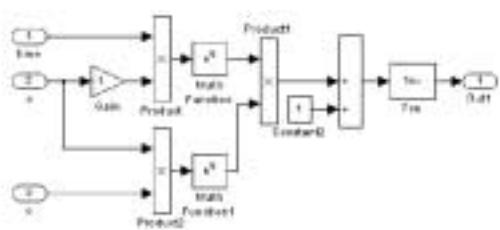


Fig.3 シグモイド関数(達成度曲線)

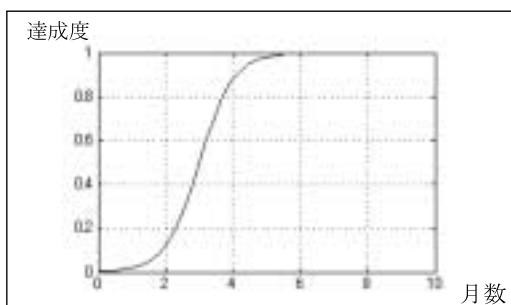
2、4、6ヶ月の活動を経て、目的が達成できることを示している(Fig.4右)。活動はTSTにより順次計画され実施されるので、活動開始時期を設定できるように、時間発生部にstartを組み込んだ。Fig.5左のように活動開始に $plan=0, 3, 6$ を設定した場合、各々の活動は指定された月数の遅延後に開始される(Fig.5右)。活動は専門家の能力によって影響を受ける。同等な業務量を達成するに要する時間は、能力が高い方がより短くてすむと仮定する。達成速度は、シミュレータの時間発生部の速さにより制御される構造であるので、Fig.6左のように、専門家の能力に比例した係数、abilityを時間発生部に乗算した。Fig.6右において、ability=0.3, 0.5, 1.0とした場合、業務量3ヶ月の仕事が達成される状況を現している。以上のように、PDMから導出したモデルFig.1はシグモイド関数を使用した達成度曲線により全て表現できると考える。

IV 「活動」のパラメータの決定と数値化

専門家個人の持つ能力および外部環境要因はそれ自身曖昧であり、評価尺度が複雑に絡み合っているため、一つの評価尺度で数値化できない。本文は、ファジイ推論を利用し、曖昧性をそのまま入力できるようにした。また、多変量解析の一つであるAHPを用いて、評価尺度や価値観の異なる要因も相対評価することにより数値化する手法を採用した。

4.1 ファジイ推論の利用

専門家の活動能力をチェックするため、適正テストや語学力テスト等が実施されている。また、履歴書には、年齢、専門技術に関しての経験や実績を記述する項目がある。これらのテスト結果および履歴書から得られた数値を直接、活動のパラメータとすることもできるが、より人間的な推論に近づけるためファジイ推論を利用した。本文では今後、データが簡単に入手で



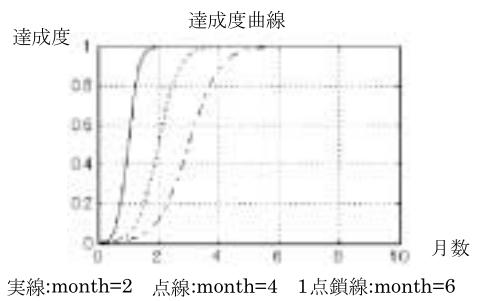
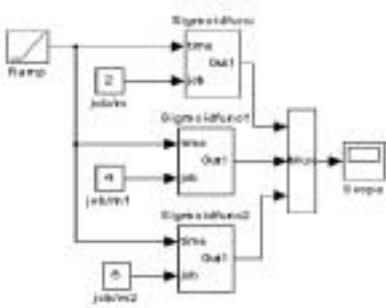


Fig.4 業務量を考慮した達成度曲線

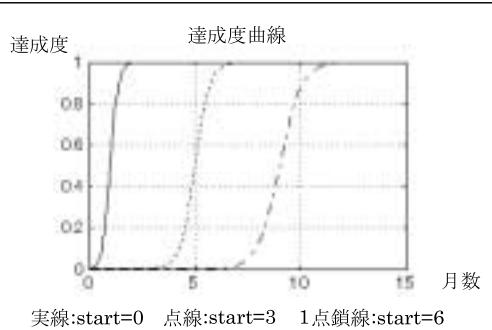
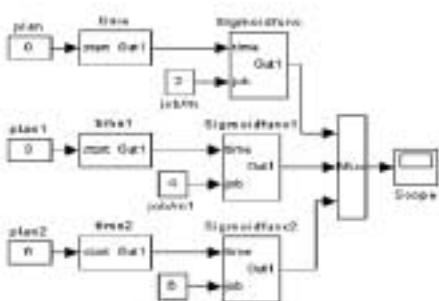


Fig.5 活動開始時期を考慮した達成度曲線

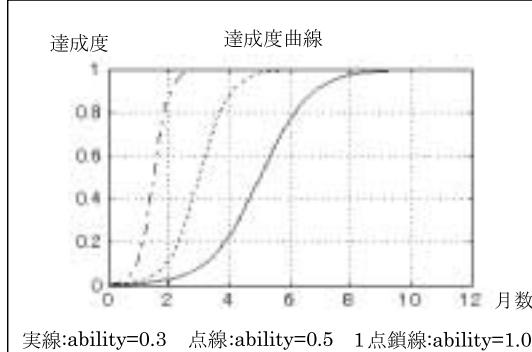
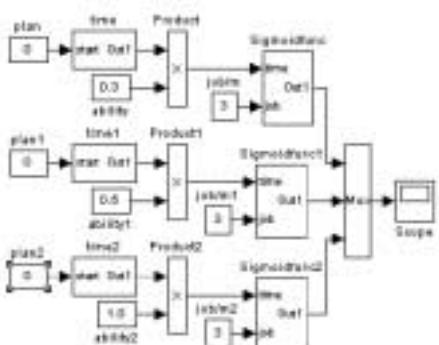


Fig.6 専門家の能力を考慮した達成度曲線

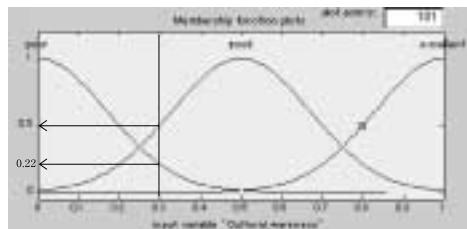
きることを配慮し、①異文化対処力テスト、②英語または現地語のテスト、③年齢、④専門知識（経験、実績）を採用した。ファジイ推論のプロセスは次の通りである。

(1) 入出力 (input/output) のメンバーシップ (membership) 関数の作成

例えば、テストの成績が0.3 (1.0満点)とした場合、この数値はクリスピ(crisp)である。この数値をファジイ集合に変換する。この変換によってメンバーシップ関数とグレード(grade)に置換する。調査結果の統

計が正規分布になると仮定して、メンバーシップ関数にガウス(gauss)関数を使用した。また、ファジイ集合として、poor, good, excellentの3種類の集合を用意し、これら3つの領域は明確でないので、Fig.7のように重なるように設定した。例えば、テスト成績=0.3の場合、メンバーシップ関数／gradeの関係で示すとEqu.2のようになる。Poor集合に22%、good集合に50%属していると考える。

$$\begin{aligned} &\text{Cultural awareness (0.3)} \\ &= \text{poor}/0.22 + \text{good}/0.5 + \text{excellent}/0 \quad \text{Equ.2} \end{aligned}$$



Prog.1 If-then ルール

```
If input=poor then output=poor
If input=good then output=good
If input=excellent then output=excellent
```

Fig.7 メンバーシップ関数

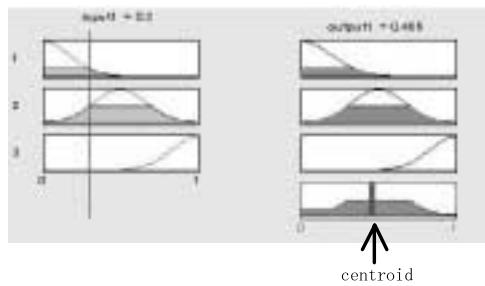


Fig.8 出力ファジイ集合の生成

(2) if-thenルールの作成

ファジイ制御ルールを作成するために、Prog.1のようなif-thenルールを作成する。if-thenの前件部(antecedent)は論理的であるが、後件部(consequent)はif-thenルールを作成した者の主觀で決定される。

(3) 出力ファジイ集合の生成

Fig.8のように、前件部に従った後件部のメンバーシップ関数から、出力のファジイ集合が生成される。この場合、出力ファジイ集合はpoorおよびgoodのファジイ集合を入力値のクリスピな値で上部をカットした2つの集合となる(Fig.8右)。次に、この2つの集合をOR演算し、1つの出力ファジイ集合を集積(aggregation)する(Fig.8右下)。

(4) 出力ファジイ集合からクリスピな数値の導出

最後に生成されたファジイ集合からクリスピな値に戻す脱ファジイ(defuzzify)するために、曲線で囲まれた面積の中心を求める(centroid, Fig.8右下)。

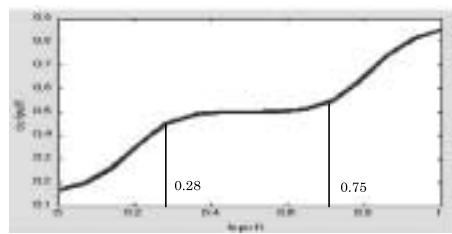


Fig.9 脱ファジイ後の入出力特性

Fig.9は脱ファジイ後の入出力の特性である。この出力特性は、入力値約0.28までは入力値に追従して上がるが、それ以後、ほぼ一定であり、入力値約0.75を超えると追従して上昇する。ある能力を持つ人が活動する場合、その能力値と達成度を現実的に推測していると考える。

4.2 AHP手法の利用

Tab.1の投入によると、専門家の職務内容はチーフアドバイザ、JICAコーディネータ、専門技術担当の分野がある。各々の職務内容により、求められる能力に相違があると考える。例えば、チーフアドバイザはより高い異文化対処力、JICAコーディネータはより高い言語力、技術担当専門家はより高い専門知識が求められる。そこで、これらの職務ごとに異文化対処力開発テスト、英語または現地語のテスト、年齢、専門知識(経験、実績)に対してウェイト(weight)を付けて、個人の能力を評価した。Fig.10に専門家個人の能力を数値化するプロセスを示す。個人のデータは最初、ファジイ推論され、その後、ウェイト付けされて、最後に、総和により数値化される。

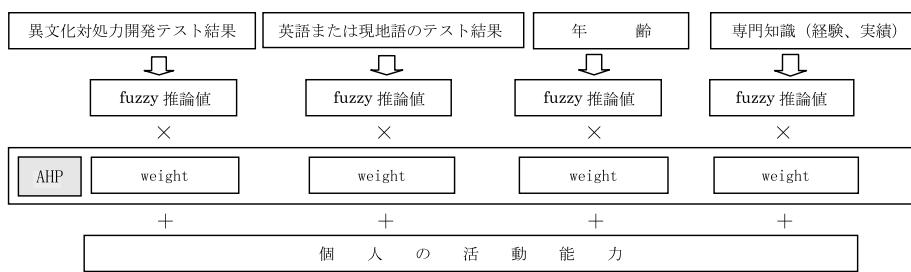


Fig.10 個人活動の数値化法

ウェイト付けにおいては、尺度の違う要素や、そもそも計量可能でないようなフィーリングや好みなど主観的な要因も取り扱わなければならない。また、複雑に絡み合ったものを単純に割り切ってしまうと、大切なを見落とすことになるし、あまり複雑な手法であると臨機応変に対応できない。AHP手法は、本目的のように問題を複雑にできない用途には適当であると考えた。次に、ウェイト付けの手順を示す。

(1) 階層化

AHP手法とは、複数の候補者群から能力の優れたを選択する際に、使用される評価手法の一つである。人の能力を評価するためには様々な評価尺度があるが、専門家の能力として、異文化対処力、英語／現地語、年齢、専門知識の4項目とした。この作業過程をFig.11のように図的に表現したものを階層化という。例えば、英語／現地語はさらに、文書力、会話力等と細分化できるが、本文では簡略化のため、4項目全てについて細かい階層化は行わなかった。

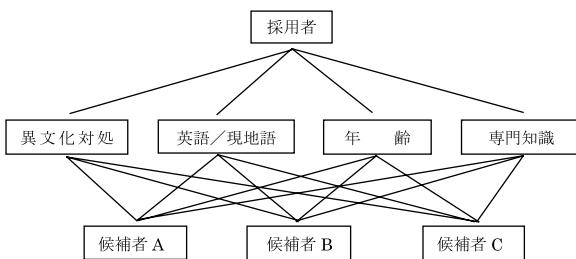


Fig.11 AHPの階層化

(2) 一対比較

階層構造が決まると、各評価尺度をウェイト付けるために、4つの評価尺度のウェイトを一対ずつ比較する。AHPは評価項目のウェイトの比を問題とする比率尺（ratio scale）による評価法である。いま、評価項目をそれぞれ、 $I_1 \cdots, I_4$ があり、その本来のウェイトが $w_1 \cdots, w_4$ であるとする。このとき、評価項目 I_i と I_j の重要度の一対比較値 a_{ij} は $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$ なる関係を満たす。比較に当たり5段階評価とし、Tab.4に示す数値を参考とした。Tab.5に技術担当専門家の一对比較表の一例を示す。比較は列項目と行項目の一対を

Tab.4 一対比較尺度表

ウェイトの尺度	1	3	5	7	9	2,4,6,8
定義	同じ ように 重 要	や 重 要	か な り 重 要	非 常 に 重 要	極 め て 重 要	補 完 的 に 用 いる

Tab.5 技術担当専門家一对比較

	異文化対処力	英語／現地語	年齢	専門知識
異文化対処力	1	5/4	5/3	5/9
英語／現地語	4/5	1	4/3	4/9
年齢	3/5	3/4	1	3/9
専門知識	9/5	9/4	9/3	1

Tab.4の尺度に従ってウェイトを比較する。この一对比較の結果は専門家の職務内容により異なったものとなる。

(3) 一对比較マトリクスとウェイトベクトルの導出

Tab.5より、一对比較マトリクス A を Equ.3 のように導出する。

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 5/4 & 5/3 & 5/9 \\ 4/5 & 1 & 4/3 & 4/9 \\ 3/5 & 3/4 & 1 & 3/9 \\ 9/5 & 9/4 & 9/3 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{Equ.3}$$

A の右からウェイトベクトル (w) を Equ.4 のように乗じる。

$$\begin{bmatrix} 1 & 5/4 & 5/3 & 5/9 \\ 4/5 & 1 & 4/3 & 4/9 \\ 3/5 & 3/4 & 1 & 3/9 \\ 9/5 & 9/4 & 9/3 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \end{bmatrix} \quad \text{Equ.4}$$

$$n = 4.0$$

$$w = [0.436852 \ 0.349482 \ 0.262111 \ 0.786334] \quad \text{Equ.5}$$

$$weight = [0.238095 \ 0.190476 \ 0.142857 \ 0.428571] \quad \text{Equ.6}$$

Equ.4 のウェイトベクトルは一对比較マトリクス A の固有ベクトル、 n は最大固有値となる (Equ.5)。この最大固有値に対する固有ベクトルの総和を 1 として、各評価項目を表す (Equ.6)。技術担当専門家の能力を比較する場合、異文化対処力 24%、英語／現地語 19%、年齢 14% および専門知識 43% とウェイトを付けて個人の能力を数値化する。テストや履歴書から得られた値は、それぞれファジイ推論された数値に変換され、その後、それぞれの項目ごとにウェイトが積算され、その総和が専門家の活動能力の目安となる数値となる。

4.3 専門家の能力の数値化

4.3.1 異文化対処力の数値化

異文化対処力テスト(インテック ジャパン社、2000年)は異文化圏で活動する際、適合性があるかどうかチェックするものであり、その結果は、Fig.12のような形式で評価される。異文化対処力は、3つの要因で評価し、それぞれは2つの要因から構成される。①柔軟度(Flexibility)は、文化的気づき度(Cultural Awareness)および異文化許容度(International Tolerance) か

ら、②自己調整度 (Self Control) は社会的積極度 (Social Assertiveness) および自己監視度 (Self Monitoring) から、③安定度 (Stability) は対人的安定度 (Interpersonal Stability) および心理的安定度 (Intrapersonal Stability) から総合評価される。

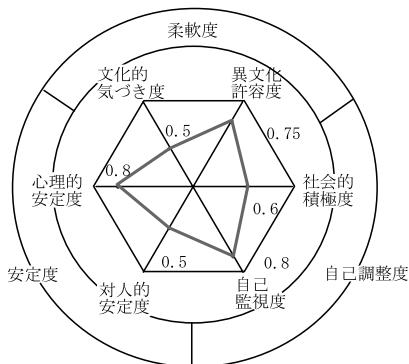


Fig.12 異文化対処力テスト

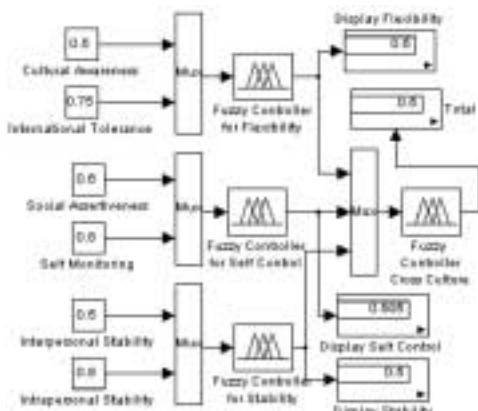


Fig.13 異文化対処力のパラメータの決定

本文ではまず、Fig.13のように、柔軟度は文化的気づき度および異文化許容度から、自己調整度は社会的積極度および自己監視度から、安定度は対人的安定度および心理的安定度から各々 3 つのファジイ推論値を導出した。つぎに、この 3 種類の内容は、それぞれ係わり合っているとして、もう一度ファジイ推論して、最終的に異文化対処力のパラメータとした。

4.3.2 語学、年齢、専門知識の数値化

語学、年齢、専門知識の各々のレベルを、異文化対処力と同様に、それぞれファジイ推論を使用して数値化を行った。

(1) 語学

JICAは、日本人専門家に対して、英語または現地語のテストを実施している。Tab.6に、TOEIC、TOEFL

および英語検定結果の互換表の一例を示す。また、ファジイ入力値としての目安となる数値を Tab.6 最下段に示した。ファジイ推論の入出力特性は Fig.9 と同等になる。

Tab.6 TOEIC/TOEFL/英語検定の比較
(エグゼクティブ誌、ダイヤモンド社、1999年8月)

	poor	good	excellent
TOEIC	510以下	760以上	920以上
TOEFL	460以下	540以上	610以上
英語検定	Second以下	Semi-first	First
ファジイ入力値	0.1~0.4	0.5~0.7	0.8~1.0

(2) 年齢

体力、気力、指導力は年齢にある程度、反映されると考えた。30~40歳代が最も充実していると仮定した。また、50~60歳代は20歳代より、指導力が勝っているとした (Fig.7)。ファジイ推論の入出力特性は語学と同様となる。

Tab.7 専門家の年齢評価

	poor	good	excellent
年齢	20~29	50~69	30~49
ファジイ入力値	0.3~0.4	0.5~0.6	0.7~0.9

(3) 専門知識

専門技術の経験年数、業績（著書、発表論文など）を使用し、Tab.8 のようにファジイ入力値を割り当てる。ファジイ推論の入出力特性は 2 入力であるため Fig.14 のようになる。

Tab.8 専門家の専門知識の評価

	poor	good	excellent
経験(年)	5~9	10~19	19~30
著書／論文	0~4	5~10	11以上
ファジイ入力値	0.2~0.4	0.5~0.7	0.8~0.9

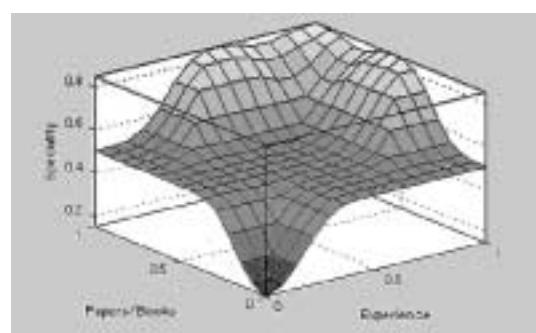


Fig.14 ファジイ推論による専門技術の入出力特性

4.3.3 専門家のパラメータの統合

ファジイ推論で得られた技術担当専門家の4つの能力値、異文化対処力値、言語力値、年齢値、専門能力値にそれぞれAHP法によりウェイト付けして、総和を求め1つの値を導出する。専門家の能力は個人の持つ能力であり、すべての専門家に対して個々に数値化する必要がある。例えば、技術担当専門家の各個人データをファジイ推論の入力とし、Equ.6により導出した技術担当専門家のウェイトをファジイ推論の出力に乗算し、総和を求ることにより、能力の数値が得られる(Fig.10、Fig.15)。

4.4 プロジェクトを取り巻く環境の数値化

発展途上国においては、新しい技術の導入が遅れ、移転された技術の定着度はあまり芳しくない。その要因の一つは社会環境にあると考えられる。職訓プロジェクトは低所得者層の基礎教育も兼ねていることも多く、教育環境も重要な要因として上げることができる。これらの環境が、移転された技術の自立発展性や効率性

を、先進国に比べ阻害しているように思われる。

本文では、相手国の社会環境および教育環境を活動に影響を与えるパラメータの一つと捕らえ、一般に公開されている国勢調査やILO(International Labor Organization)等の統計資料を利用した。社会環境は、国内総生産、経済活動別国内総生産、労働人口、産業別人口の割合、年間総労働時間、就業者の地位別構成比、失業率、新聞・テレビ・ラジオの普及率などの統計を参照した。教育環境は、就学率、識字率、教育支出の割合(対GDP比)、教育システムの比較、職業教育と一般教育の比較、技能・技術士資格制度等の資料を参考した。

数値化はAHP法により、つぎのように行った。①社会環境および教育環境の一対比較マトリクスを作成し、各ウェイトを導出した(Tab.9、Tab.10)。②各項目に対し、相手国のレベルを参考資料により、主観的に評価しポイントを付けた(Tab.9、Tab.10の国ポイント部)。③各ウェイトと相手国の評価ポイントを乗算し、各項目の合計値を求めた。④この例では、社

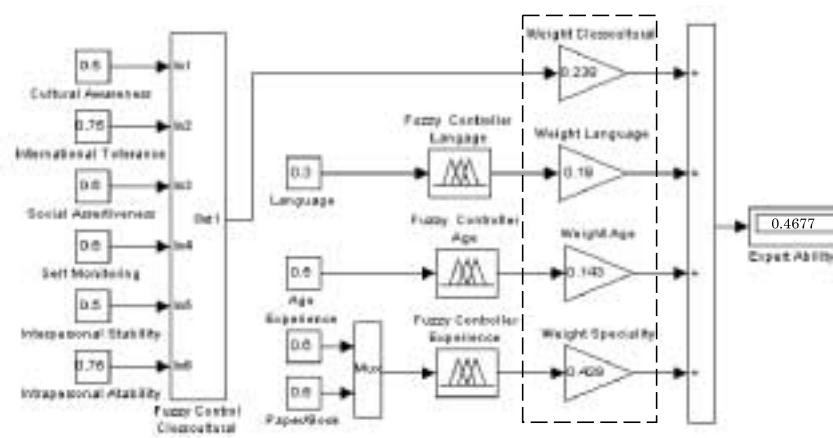


Fig.15 技術専門家の能力を数値化する手法

Tab.9 社会環境の一対比較マトリクスおよびウェイト付け

	国内総生産	経済活動別GNP	労働人口	産業別人口	年間総労働時間	就業者の地位構成比	失業率	新聞・テレビ・ラジオ
国内総生産	1	1/2	1	1/2	1/4	1/5	1/8	1/9
経済活動別GNP	2	1	2	2/2	2/4	2/5	2/8	2/9
労働人口	1	1/2	1	1/2	1/4	1/5	1/8	1/9
産業別人口	2	2/2	2	1	2/4	2/5	2/8	2/9
年間総労働時間	4	4/2	4	4/2	1	4/5	4/8	4/9
就業者の地位構成比	5	5/2	5	5/2	5/4	1	5/8	5/9
失業率	8	8/2	8	8/2	8/4	8/5	1	8/9
新聞・テレビ・ラジオ	9	9/2	9	9/2	9/4	9/5	9/8	1
ウェイト	0.03125	0.0625	0.03125	0.0625	0.125	0.15625	0.25	0.28125
国ポイント	3	3	1	5	10	5	5	6
ウェイト×国ポイント	0.09375	0.1875	0.03125	0.3125	1.25	0.78125	1.25	1.675
合計					5.58125			

会環境=5.58、教育環境=8.0となり、ファジイ推論により、2つの総合環境=0.65が得られた (Fig.16下部)。

環境は専門家の活動に直接影響を与えると考え、専門家の能力の推定値および環境の推定値を算術平均し、達成度曲線の時間発生器の係数とした (Fig.16)。

4.5 施設・機材等の取り扱い

Tab.3は、建物、付帯施設（学生寮、食堂等）および訓練機材の調達の進捗状況を示している。PDMの前提条件に明記されている内容から、障害が発生していることは明白である。これらが原因で、2回目、3回目の入校生の定員が半分に制約されたことや、その

後の生徒募集に影響がでている。また、正常なカリキュラムの遂行が不可能となり、緊急対策としては、他の施設に委託授業（Consignment training）を依頼している。各技術担当専門家の活動にも少なからず悪影響がでている (Tab.2の活動遅延理由)。施設・機材そのものは、活動ではないが、活動のパラメータの一つとして、Fig.17左のように、障害および遅延扱いとして、仕事量の要素と同等に組み込むこととした。ただし、専門家の能力や環境要因には無関係であると考え、この影響を取り除いた。Fig.17右において、業務がtroubleで指定した月数、延長されて終わっていると解釈する。

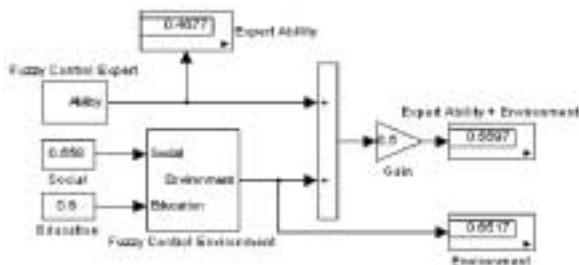


Fig.16 環境要因の取り扱い

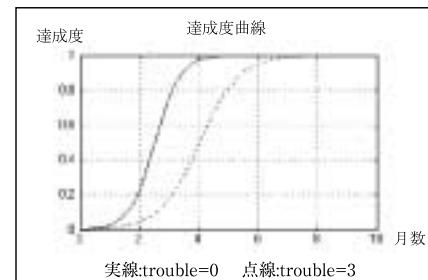
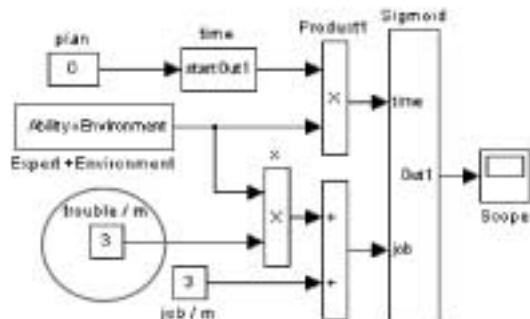


Fig.17 障害が発生した場合の取り扱い

Tab.10 教育環境の一対比較マトリクスおよびウェイト付け

	識字率	就学率	教育支出の割合 (対GNP比)	教育制度	技能・技術士 制度	一般教育と 職業教育の比較
識字率	1	3	5	2	6	8
就学率	1/3	1	5/3	2/3	6/3	8/3
教育支出の割合 (対GNP比)	1/5	3/5	1	2/5	6/5	8/5
教育制度	1/2	3/2	5/2	1	6/2	8/2
技能・技術士制度	1/6	3/6	5/6	2/6	1	8/6
一般教育と 職業教育の比較	1/8	3/8	5/8	2/8	6/8	1
ウェイト	0.4301	0.143369	0.0860215	0.215054	0.0716846	0.0537634
国ポイント	8	8	8	8	8	8
ウェイト× 国ポイント	3.4408	1.1465	0.68817	1.7204	0.57347	0.43010
合 計			7.99944			

Tab.12 電子工学担当専門家の年間計画例（調整なし）

PDM番号	1	2	3	4
項目名	Computer	CAD/CAM	PLD/FPGA	PLC/PID
必要時間／月	3	3	2	4

(1) 1つの目的が終了すると次の目的に取り掛かるとしてシミュレーションする (Fig.18)。

計画月数は12ヶ月であるので、能力、環境を考慮すると、 $12 \div 0.6 = 20$ となり、20ヶ月必要となる。日本国内では12ヶ月で終了する業務量が、プロジェクト現場では20ヶ月要すると予測できる。結果は、Fig.18右のようになる。

(2) つぎに、予定の12ヶ月に収まるように調整する。

当初の計画で20ヶ月を確保すれば問題がないが、時間が制約される場合は2つの内容を同時進行させなければならないので、Tab.13のように調整する。職訓プロジェクトにおいては、前述したようにCPに充てる技術移転時間の確保が難しく常に問題とな

る。従って、このような調整はCPが理解し納得できるように説明する責任がある。当然ながら、訓練校のカリキュラムを参照し授業内容を検討した上で、CPの空き時間を確認し、さらに、彼らの予定を確認しなければならない。一般に、CPは専門家が把握できない生徒指導、組織研修、企業研修と非常に多忙であるからである。

シミュレータ部は目的の開始時期を設定するに当たり、1つの目的終了時、あるいは計画による開始が選択できるようにスイッチを設けた。特に、ある技術移転のために、前提知識が必要である場合は、並列的に実施すると効率が悪くなるので、順序的に実施せざるを得ない場合も多いからである。

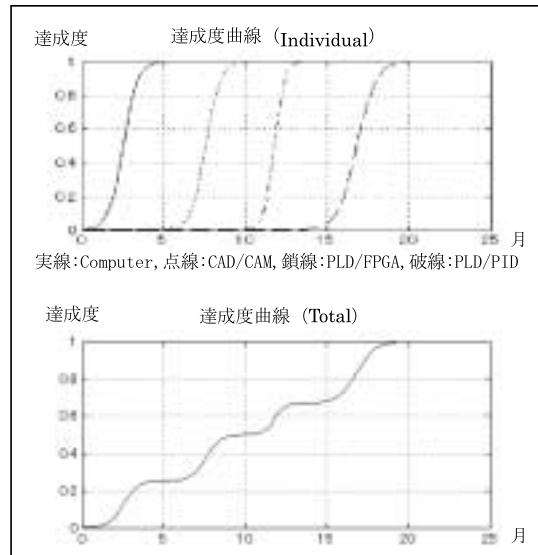
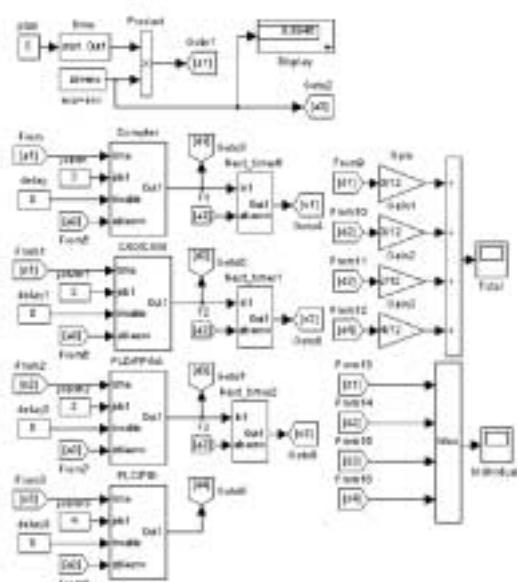


Fig.18 目的達成度のシミュレーション（調整なし）

Tab.13 電子工学担当専門家の年間計画例（調整後）

PDM番号	1	2	3	4
項目名	Computer	CAD/CAM	PLD/FPGA	PLC/PID
必要時間／月	3	3	2	4
開始時期の補正／月	0	1	7	Computer終了後

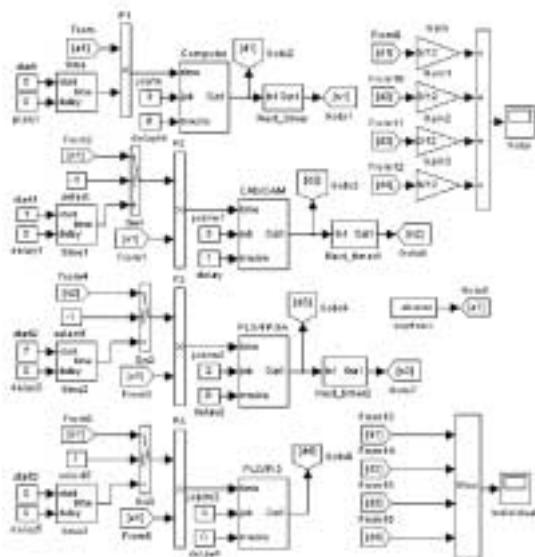


Fig.19 目的達成度のシミュレーション（調整後）

Tab.13はComputerとCAD/CAMをほぼ平行し、Computerが終了するとPLC/PIDを開始し、7ヵ月後にPLD/FPGAを開始するとした場合の計画であり、Fig.19右はそのシミュレーションである。計画では予定の12ヵ月で完了しているが、専門家にとって、相当厳しい内容となることが予測できる。この内容を達成するためには、①CPに技術移転するための時間が確保できる、②実習用の部屋および機材が利用できる、③4教科目すべて英訳された指導書が揃っている等の条件が必要となるであろう。このような場合が予測できるならば、事前（1年前）に短期専門家の派遣を要請する必要があると考える。ただし、1日の業務量6時間と設定していた場合はどのようなやりくりも不可能である。本文は、3時間／1日程度として取り扱った。

V. おわりに

職訓プロジェクトの終了時に実施される評価は、RDにより契約された諸項目の達成度であり、Tab.2のような様式の進捗状況報告書となる。その進捗過程をTab.3のような様式に書き写すことにより、実施結果として第三者にわかり易く示すことができる。従って、TSTを作成し、進捗結果を比較することは、計画案と実績を対比することになり、第三者はプロジェクトの運営状態を容易に推測することができる。換言すれば、本文で提案したTSTの策定方法はプロジェクトの運営戦略と等価であり、実績をフィードバック

することにより、プロジェクトを管理することが可能となる。さらに、これらの2つを比較して公表することによりプロジェクト運営状況の透明度を高めることができる。

ただし、TSTを策定する過程で取り扱うデータはプライベートなものや、国の社会レベルに関するものもあるので、お互いを気まずくさせるものであってはならない。本ツールのシミュレーションにおいて、必要なパラメータを決定する際、スタッフの主觀に頼らざるを得ない所が数個所ある。この部分は人間が関与するシステムには必要不可欠な冗長度であり、使用したシグモイド関数、ファジイ推論およびAHP手法と共に、スタッフの感情的な衝突を吸収する役割を果たすと考える。

本手法の原型は「Flexible Manufacturing Centerプロジェクト、ブラジル／SP、1990-1995」の立ち上げ時期において採用した「Long Term Plan」である。当時、湾岸戦争によりプロジェクト予算が変更された際、スタッフ相互間に不和が生じた。この難局を乗り切るため、スタッフ一同は協力して対策を検討した。この討議結果を実施計画としてTST方式により文書化し、「Long Term Plan」とした。結果的に、この時期に双方の信頼関係を構築することができたと考えている。

人材育成プロジェクトにとって、専門技術の移転も大切であるが、プロジェクトの運営において、CPと同じ目の高さに立ち、同じ目的のために共に苦労する姿勢が最も重要であるように思われる。TSTの策定および進捗状況の公表は相当なエネルギーと勇気を求

められるが、スタッフ全員を一つの目的に統合する良い手法であり、プロジェクトを成功させる原動力に成り得ると考える。

本文は「プロジェクト運用管理ツールの開発」について、その手法を中心に記述したが、実現に当たっては、さらに考慮しなければならない多くの問題が残されている。

[参考文献]

- [1] 平松健二、「JICAプロジェクト方式技術協力のモデル化(1)」、職業能力開発大学校紀要第25B、1996
- [2] 平松健二、「JICAプロジェクト方式技術協力のモデル化(2)」、職業能力開発大学校紀要第26B、1997
- [3] 平松健二、「JICAプロジェクト方式技術協力のモデル化」 科学技術教育研究会報告書 Vol.11 No.2,1996
- [4] 平松健二、「JICAプロジェクト方式技術協力のモデル化(2)」 科学技術教育研究会報告書 Vol.12 No.5,1998
- [5] 平松健二、「JICAプロジェクト方式技術協力のモデル化(3)」 科学技術教育研究会報告書 Vol.13 No.5,1999
- [6] David G. Luenberger, "Introduction to Dynamic Systems", John Wiley & Sons Inc, 1979
- [7] 刀根薰、「ゲーム感覚意思決定法」、日科技連、1986
- [8] 日本ファジイ学会編、「ファジイ理論と人文・社会科学」、日刊工業、1994
- [9] 「開発援助のためのプロジェクトサイクルマネジメント」、(財)国際開発高等教育機構、1999
- [10] J.S.Ronger Jang, Ned Gulley, "Fuzzy Logic TOOLBOX For Use with MATLAB", The MATH WORKS Inc., 1995.12