

ソフトウェアプロジェクトの形式化について

久野 茂 (日本総合研究所)、藤野 喜一 (創価大学)

最近、生産性や品質の向上を伴った分散ソフトウェア開発環境が検討されている。我々はこれらの環境下でそれを目的通り運用するための評価レベルに準じたプロジェクト計画立案の手法を必要としている。このため、ISO SC7で標準化されているSLCPやSPA(ソフトウェアプロセス評価モデル)で定義されたプロセスモデルと能力レベルの考えをこのプロジェクト計画立案に取り入れる手法開発を目指す。その第一歩として、SPAのプロセス参照モデルをベースとしてプロジェクト計画立案にも利用できるような形にモデルを形式的に定義することを試みる。具体的には、Zという形式記述言語を持ちいることで、いろいろなモデルがそれぞれに参照可能なような言葉に依存しない記号的な定義を行い、他のモデルとの相互利用を行うことを試みる。

The discussion about a software project formalization

Shigeru Kuno(Japan Research Institute, Ltd.), Kiichi Fujino(SOKA University)

Recently, the distributed software development environment which improve the productivity and the quality is examined. We need the technique of the project plan drafting according to the evaluation level as the purpose under these environment. Therefore, we aims at the technique development to introduce the idea of the ability level to this project plan drafting which was defined in SLCP and SPA of ISO SC7. As the first step, we tries to define that formal model which can be used for the project plan drafting. We also concretely describe the definition of various models by Z. It is having to do with a symbol which doesn't depend on the word, and is possible to do mutual use with the other model.

1. 議論の前提

最近、ソフトウェアCALCに見られるような均質的でしかも生産性/品質の向上を伴った国際的な分業が考えられはじめている[7].

一方、ソフトウェアCALCのような分散開発を行いしかも流通部品を出来るだけ用いるような環境においては、それを目的通り運用するためプロジェクト計画立案の技術がますます必要になる。とくに、一律なプロジェクト計画を立てるのではなく、システム要件に応じたプロセス評価レベルに準じたプロジェクト計画立案の自動化が必要と考えられる。

ソフトウェア開発のための、標準的な活動の体

系化については、プロジェクトやプロセスの標準モデルが提案され、ソフトウェア工学の標準として国際的な標準化活動が盛んに行われている[2][5][6].

プロジェクトを構成する要素としては、ソフトウェアプロセスと呼ばれるものがある。ソフトウェアプロセスを定義するための代表的なモデルとしてソフトウェアライフサイクル全体のカテゴリを示したSCLPがある。

さらに、SLCPをベースとしプロセスの評価の観点からプロセスの参照モデルを研究しているものとしてSPAあるいはSPAがISO/IEC/JTC1 SC7/WG10の場で検討されている(以下これをSPA

と呼ぶ)。

このようなソフトウェアの国際分業化構造が進められることによりソフトウェアプロジェクトをより正確に実行するためには、適正な評価手法により評価されたプロセスを元にプロジェクト計画を立てることが必要となる。

2. 研究の課題

従来、ソフトウェアプロジェクトは製品やサービスを作り出すことを保証する計画目標を定めた、(定型でない)臨時的活動により行われているため、勘と経験あるいはベストプラクティスを模倣したプロジェクト計画を元にその管理を主体として行ってきた。

しかしながら、現状ではシステムが複雑化し、目的に適したプロジェクトの計画を立案することができなくなっている。

ソフトウェア開発の形態はプロジェクトである。プロジェクトは基本的には一時的な活動であり、プロダクトや期間の制約により毎回異なるプロセスが実行されるのが常であり、せつかくISOとして標準化されたプロセスの定義を実際のプロジェクトに活かさないというのが現状である。

しかしながら、実際にプロジェクトを遂行する立場にたって考えるならば、ある程度評価され改善の方向を示すことが可能であるプロセスを適切に選択し、プロジェクトとしての制約を加えた形でプロジェクト計画を立案することが望ましい。

CMMなどの研究では、ソフトウェア開発に対するプロセスのための評価ならびに改善のためのモデル化が可能であることが実証化され[4]、これによりソフトウェアプロセスの能力レベルを決めるためのISO標準化作業が現在進められている[6]。このため、現状プロセスがどのレベルに達しているかの評価は可能であるという認識の上で議論を行うものとする。

SPAにより評価されたプロセスをプロジェクト計画に役立てる上での問題は、いろいろなモデルがそれぞれの目的に合わせて提案され、議論されているため、相互参照の形で利用できない

ことである。

たとえば、PMIでは活動に対する用語をタスクあるいはアクティビティと呼ぶ[5]が、SPAではプラクティスと呼ばれる。

このようないろいろなモデルがそれぞれに用語を定義している現状ではモデル毎に参照可能なような形でモデルを参照することができない。

したがって、1つのモデルを形式的な手法により記述しておくことは、他のモデルとの基本的な参照活動を行う第一歩であると考えられる。

3. 研究課題への取り組み

SPAではSLCPのプロセスモデルを取り入れた評価モデルを構築しているが、PMIなどのプロジェクト管理モデルでは他のモデルを計画立案により取り入れるような方向には現状では向かっていない。

このような問題は、プロジェクト管理のモデルやプロセス評価のモデルなどがさまざまに別れてモデルを作っているため、例え内容としては同じものであっても異なった用語あるいは定義がなされており、相互に参照することが出来ないということにも原因となっていることがある。このような相互参照を妨げているモデル毎の定義のあいまいさをすこしでもなくすため、以下のような取り組みを行う。

(1)SPAのプロセスについて他のモデルに利用できるベースとなるように集合論に基づくモデル化手法を用いて形式的に記述する。なお、実際の記述に際しては2言語を用いた記述を行う。

つぎに、

(2)SPAの形式記述モデルを用いてある成熟度レベルのプロセスからなるプロジェクトの立案に活かせるようソフトウェアプロジェクト計画立案の基礎的な記述を行う。

(3)実際のプロジェクトに適用できるようなデータを収集するためのデータベース化を行う。

なお、現状でまだ標準化が固まっていないSPAを形式化の対象とするのはSPAが色々なモデルを取り入れた相互参照モデルを目指しているからである。

表 1 SPA でのプロセスのレベル付けの例

Table 1 The rating example of SPA

レベル	プロセスカテゴリ プロセス属性	CUS	ENG	SUP	MAN	ORG
1	プロセスの実行					
2	実行の管理 ワークプロダクトの管理			AI(SUP.6) AI(SUP.2,3,4,5)	AI(MAN.1)	
3	プロセスの定義とテラリング プロセスリの工夫	AI(CUS.3)		AI(SUP.1)		AI(ORG.2) AI(ORG.4,5)
4	プロセスの計測 プロセスの制御				AI(MAN.1,2) AI(MAN.1,2, 3)	AI(ORG.1)
5	プロセスの変更 継続的改善			AI(SUP.8)	AI(MAN.2)	AI(ORG.3)

4. SPA でのプロセス評価の仕組み

SPAではプロセスを評価するためにプロセスディメンジョンと評価ディメンジョンの2つの次元をモデルとして持っている。SPAのプロセスディメンジョンはプロセスカテゴリ コ プロセス コ プラクティスという階層構造により体系化されている。一方、評価ディメンジョンはレベル1～5までに分類され、それぞれのレベルにおいてプロセスが満たすべき特性を持っている（以前のバージョンのSPAではこれをGP : General Practiceと呼んでいたが今の議論の対象からはProcess Attributeと呼んでいるようである）。

例えば、レベル3のプロセスと評価されるためには、

- ・プロセスを実行していること
- ・プロセス実行の管理をしていること
- ・プロセスの作業結果を管理していること
- ・プロセスを定義していること
- ・プロセスをリソースとなるようにしていること

というプロセスの特性を満たしていなければならない。これらが一般的なプロセスのレベル付けであるが、実際のプロジェクトに関しては、表1に示すように各カテゴリ毎のプロセスに対して潜在的プロジェクトに対する代表的なプラクティスをインディケータ(AI)として定義している。プロセス属性のインディケータとしては、プラクティスインディケータとワークフローイ

ンディケータ（両方をもとめてプロセス管理インディケータと呼ぶ）がある。

今の段階ではまだすべてのインディケータが定義されているわけではなく、実際の実証実験を行いながらこのインディケータを決めていくことになると考えられる。

いま対象となるプロジェクトのプロセスがレベル2までのプロセス属性を満たされているとして、このプロセスがレベル3のプロセスレベルとなるためのプロセス定義とテラリングのためのインディケータは表2のような例があげられている。

表2ではプロセスカテゴリのプロセス PRO.1、CUS.3、ORG.2、SUP.1に対するのインディケータがある。すべてのプロセスカテゴリについて提案され、それが確かに格付けのインディケータとして整備されてくるならば、例えば、レベル3を満たすプロセスカテゴリのプロセスからプラクティスを選び出し、これに期間、資源などの制約を加えてその実行順序などのフローを計画することでレベル1よりも品質の高い信頼性のあるプロダクトを作り出すことができるプロジェクトとしての潜在能力があるということが言える。

また、プロジェクトの更新が伴う場合などに、より高いレベルのプロジェクトを目指して日常の改善項目が指示できる。

表 2 プロセス管理インディケータの例
Table 2 The example of process management indicator

プロセス属性 3.1: プロセスの定義	
管理プラクティス:	MP 3.1.1
標準プロセスのテーラリング	固有の使用における特定のニーズに対処するための定義されたプロセスを作り出すために、組織の標準プロセスの族をテーラリングしている。
関連プロセス・プラクティス	PRO. 1 プロジェクトライフサイクルの計画 CUS. 3 顧客ニーズの確認 ORG. 2 プロセス定義 SUP. 1 ドキュメンテーション
存在証明のための資料	—プロセスの記述(3) —業務手続き、プラクティス(4) —作業細分構造(6) —標準(9) —ソフトウェア開発方法(1) —品質基準(27) —プロセス管理ツール —構成管理ライブラリー/システム(92)
プロセス管理インディケータ	—標準プロセスの存在をテーラリングする方法の説明 —テーラリングの説明は次を含む; — テーラリングの対象の基準 —テーラリングの認証されたプロセス

5. プロジェクトとプロセスモデル

プロジェクトとは、組織体が行う作業であり、次のような特徴をもつ。

- 人間が行う作業である。
- 資源による制約を受ける。
- 計画、実行、管理される。
- 開始と終了の期間が決められる。

PMIの"the Guide to the project management body of knowledge"では、これを"製品やサービスを作り出すことを保証する計画目標を定めた(定型でない)臨時的活動"であるとしている。[5] 一方、プロセスは ISO 8402 によれば"入力を入力に変える相互に関係するリソースと活動の集まり"、あるいは"結果をもたらす一連行動"と定義されている。

ここでは、SPAの定義に従い、プロセスはプラクティス(=アクティビティ、タスク)の集まりとする。ちなみに、SLCPのプロセスの定義は、"相関の強い「アクティビティ」の集合で、入力を出力に変換するもの"である。

それぞれの用語の定義の構成関係を現すと次のように示される。(A⇔B:A|⇔Bを含むと読む)

プロジェクトの世界:

プロジェクト ⇔ アクティビティ ⇔ タスク (作業のための管理項目がある)

SLCPの世界:

プロセス ⇔ アクティビティ ⇔ タスク (作業のための管理項目はない)

SPAプロセスモデルでの世界:

プロセス (カテゴリ) ⇔ プラクティス(=アクティビティ) (作業のための管理項目はない)

プロセスモデルはプロジェクトの開発に関わる全体像を記述したものであり、システム要件から運用にいたるアプローチを記述している[1]。なお、今後用語の形式化に役立つように以下の記号を導入する。

表 3 モデル用語の記号化

Table 3 The notation of the model term

SPA用語	PMI用語
PC: プロセスカテゴリ	PJ: プロジェクト
PR: プロセス	PR: プロセス
PT: プラクティス	AC: アクティビティ
	TK: タスク
WP: ワークプロダクト	WP: ワークプロダクト
PA: プロセス属性	

SPAで実際のプロジェクトに対し、参照プロセスモデルのレベルを評価するのは、少々曖昧な概念があるため、図1のイメージで説明する。

図1のようにプロセスディメンジョンで決められたプロセスの能力レベルは、まず対応するプ

¹ アクティビティとは、資源の使用に基づく活動を表す。[ISO 8402:1994, 1.2.]

プロジェクトでのプロセスを含むインディケータを見つけ、それが能力レベルを決めるプロセスの特性のインディケータに存在することを証明することにより決められる。

図1の関係で見ると、評価したいプロジェクトのプロセスが能力レベル能力レベルを満たすプロセス属性をインディケータすべてについて保持していることが確かめることが可能であればよい。

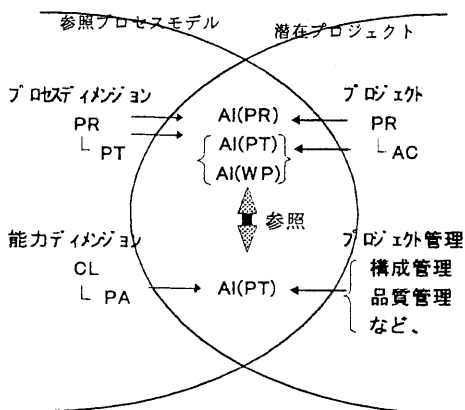


図1 SPAでの実際のプロセス評価イメージ

Fig. 1 The image of real rating of SPA

したがって、あるレベルのプロジェクトを計画するためには、能力レベルに対応するプロセス管理インディケータすべてをプロジェクトのプラクティス（あるいはワークプロダクト）として抽出し、これを WBS の要素として体系化し、実際のプロジェクトの特徴を入れた計画を立てることで実現できる。

このような方法で、ある一定レベルを満足するプロセスを含む WBS としてプロジェクト計画が立案できる。

6. プロジェクトの形式化

SPAではプロセス構造や能力レベル構造について参照モデルを提案しているが、実際のプロジェクトを評価する際には、プロジェクト毎にインディケータが異なるため、ドメインに依存する部分を実プロジェクトからインディケータ・データベースを作る必要がある。

このデータベースが実プロジェクトでも利用で

きれば、SPA参照プロセスモデルと潜在プロジェクト計画立案自動化の接点となる。

このデータベースを作る上で、各モデルの概念を一意的に表現するため、モデルの形式的記述を行う。

課題の整理のためのSPAでのプロセスの定義を集合的に行う。プロセスは複数のプラクティスの集合から構成されるため、プラクティスについて簡単に定義する。プラクティスはW_{Pi}（入力ワークプロダクト属性）とW_{po}（出力入力ワークプロダクト属性）が与えられたとしその関係として

$$PR ::= \{ \langle W_{pi1}, W_{po1} \rangle, \langle W_{pi2}, W_{po2} \rangle, \dots \}$$

と記述することができるものとする[8]。

実際のプロジェクトに於いては、さらに時間や費用、資源などの制約というプロセスの属性があるためこれをアクティビティと呼ぶことにする。

アクティビティはプラクティスの集合から制約条件集合への関係として、さらに次のように記述できる。

$$ACT:PR \rightarrow \text{制約条件}$$

さて、プロジェクトはアクティビティに対してその活動を構造化したものを見なすことができるため、ここではアクティビティの集合として以下のように記述しておく。

$$PJ : P \text{ ACT}$$

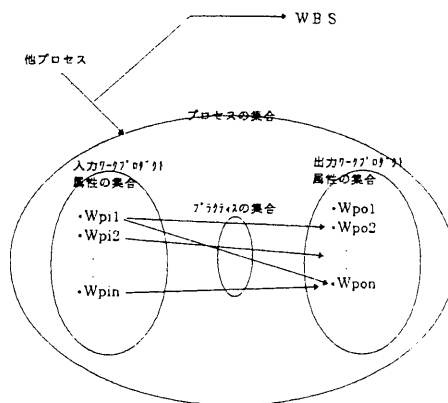


図2 プロセスの集合的な見方

Fig 2. the view of process which regarded as the set

SPA での用語を形式的な記述言語である Z[9] を用いて記述する。始めに、プロセスを記述するため、ワークプロダクトの属性集合を入力と出力にわけ、次のように定義する。

[Wpi, WPo]

/* WPi: 入力ワークプロダクト
WPo: 出力ワークプロダクト
*/

プロセスがワークプロダクトの関係集合であり、プロセスがその集合であるということを次のように記述する。

[プロセス集合]
PR: P WPi × WPo PC: P PR
dom PR = WPi

能力レベル C Li をプロセス属性の集合として、以下のように定義する。

なお、能力レベルのプロセス属性 P A は PA1 ~ PA5 に分けられるため、

PA ::= PA1 | PA2 | PA3 | PA4 | PA5 とする。

同時にインディケータ AI を能力レベルとプラクティスの関係とすると、プラクティスの要素はどれかの能力レベルのインディケータに属する。

[能力レベル集合]
プロセス集合 C Li: P {UPAi} A Li: C Li → PR
∃x: PR · x ∈ ran A Li

例えば、実際のプロジェクトのプラクティスが能力レベル 3 に達しているかどうかを評価するというのは次のように記述できる。

また、あるワークプロダクト集合 X を扱うような実際のプロジェクトに対して、レベル 3 相当のプラクティス集合 Y を検索するような場合、以下のように記述をすることができる。

レベル 3 チェック
△プロセス集合 △能力レベル集合 X?: PR
X? ∈ ran A I3

Z での記述は、その機能を実現するためのアルトリズムを一切述べておらず、その機能を実行する際の事前条件、事後条件のみを不変式により記述したものである。このため、モデルの構築手段に依存しない、独立した記述ができ、すべてのモデルの参照データベースを定義するものとして利用することができる。

レベル 3 のプラクティスの検索
∃プロセス集合 ∃能力レベル集合 X?: ran PR y!: ran ran A I3
y! = X?

7. 評価付きプロジェクト計画の立案の自動化への適用

SPA の参照モデルを 6 章で示したような形で形式化しておくことにより、他のモデルで行っている作業を別のモデルで参照できる。

このため個別モデルで定義した用語や方式に惑わされることなく基本的なモデルとして用いることができるため、モデル統合の際のベースとして考えることができる(図 3)。

例えば、図 3 で示すような形で SPA のモデルを形式化しておくことにより、それは PMI の支援システムを行うデータベースを作るといった場合のモデルとして見る事ができる。

このような形式化を行うことで、今回の応用課題である、適正水準のプロジェクトに必要なとする WBS の要素をデータベースから自動的に抽出することが可能になる。実際に形式化を行う際に Z 標準をそのまま用いるのは Z の当初目的からはず

れるため、Z的な簡易データベース“Z CARD”を仮定して形式化を行う。

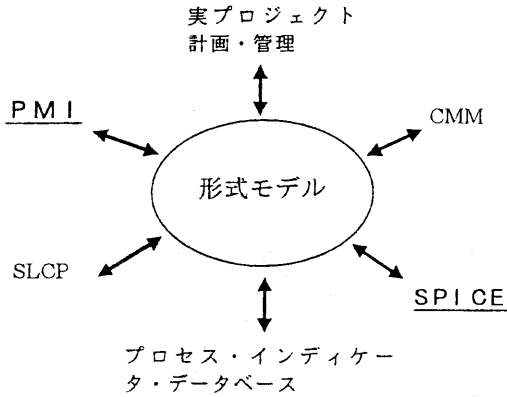


図3 形式化モデルによる個別モデルの統合イメージ
Fig. 3 The integration image of each model by the formal model

以下には[6]で標準化されているプロセスカテゴリの一部について“Z CARD”での定義例を示す。

Zでの状態スキーマをデータベースのデータスキーマとそのデータに関する制約条件と見做し、図4のように記述する。この時、SPA PART2のプロセスディメンジョンの形式化を“CUSプロセス定義スキーマ”で示したようにデータベースへの登録操作として記述していく。

今回は潜在プロジェクトに対応したインディケータの詳細が決定されていないため、能力レベルとプロセスに関するデータベースを示さなかったが、“Z CARD”の例で示した方法ですべて形式データベース化できると考える。

この結果、例えば、レベル3のプロジェクトのWBS作りを行うような場合、作業のベースはSPAのプラクティスインディケータ・データベースをもとに構成化することができる。

この開発作業と管理作業がレベルにあわせてもれなく提示できれば、その後の資源による制約については、従来のプロジェクト管理の手法を

用いることができる。

[名前、目的、ノート] プロセススキーマ
プロセス: p 名前
プロセスカテゴリ: p プロセス
プロセス目的: 目的 ← プロセス
プロセスノート: ノート ← プロセス
$\forall X:ran$ プロセス目的・ $x \in$ プロセス
$\forall X:ran$ プロセスノート・ $x \in$ プロセス

CUSプロセス定義
プロセススキーマ
プロセス:
CUS.1:CUS
CUS.2:CUS
.....
CUS.6:CAS (これはプロセススキーマの制約より拒否される)
プロセス目的:
・契約は供給者と顧客双方の期待値、責任、権限を明確に説明したものであること。CUS.1
・プロダクトとサービスは顧客の要件を満たすものであること。CUS.1
.....
・顧客の要件は適切なサービスの配布を通じて得ること。CUS.5
プロセスノート:
・このプロセスはISO12207の獲得プロセスの範囲で認識されること。CUS.1
.....

図4 Z CARD による PART2 の形式化
Fig. 4 The formalization of PART2 by “Z CARD”

表4 SPA プロセスインディケータから構成した WBS の例
Table 4 The example of WBS which consists of the process indicator of SPA

サブプロジェクト: 顧客ニーズの確認
1000 ワークプロダクトの一覧を作る
1100 プロセス記述書の作成
1200 作業細分構造の作成
.....
2000 顧客向けにプロセスを作る
2100 テーリング 基準を作る
2200 " プロセスを作る
.....

ソフトウェアプロジェクト計画は、当然のことではあるが、以下の作業により期間やコストや資源が制約されなくて最大の効率を上げるために、計画され、管理され、改良されていく。

² 現在、設計・開発中であり、ここでは利用イメージのみの説明である。

- (1) 実行すべき作業の見積もり、
- (2) 必要なコミットメントの制定、
- (3) 作業実行のための計画の定義がある

が、ソフトウェアプロジェクトを計画する目的は、ソフトウェアエンジニアリングを行うことにたいして、そのプロジェクト管理を合理的な計画を確立することである。

このため、プロジェクト範囲の管理、時間管理、コスト管理、品質管理、人的資源管理、通信管理、リスク管理、ドキュメント管理など様々な情報の“Z CARD”化が求められる。

SPAやSLCPでもWBSのような分類を行っており、これらの作業項目をより活用できるならばSPAやSLCPのプロセスはより実際の場において生きてくると思われる。

8. 終わりに

本研究は、ソフトウェアプロジェクト計画を立案するための品質を保証するための方法について考察したものであり、今後、ネットワークによるソフトウェアの国際分散開発が行われる場合のプロジェクトの自動生成の一つの手がかりを得ることができた。

本手法の特徴は、SPAというプロセス評価のための参照プロセスモデルを実際のプロジェクトを管理するための知識体系であるPMIのモデルにも利用できるようにするため、公理的集合論に基づく形式的な記述を行ったことである。

一方、品質の高いソフトウェアを作るための仕組みとして、そのような潜在能力を持つ組織やプロジェクトの枠組みを評価するためのソフトウェアプロセス評価モデルのデータベース化を試みた。

われわれが従来行ってきたTQCなどの品質管理も適正なレベルのプロジェクトの計画ができてこそ、達成できるわけであり、SPAのプロセス評価手法とこのプロジェクト計画の手法を組み合わせる新しいソフトウェアプロジェクト計画を立案することが可能である。

SCALSという国際的な分散開発への取り組みが行われている。SCALSでは管理データの交換や

CASEデータの交換、あるいは取り引きのための情報の共有化の仕組みが標準化されるようになる。

このような環境下においては実際の運用を行うためには、SCLPなどのソフトウェア開発のプロセスの標準化に基づくソフトウェア開発プロジェクトの立案を進めていく所存である。

また、プロジェクトを評価するための実証実験については、通産省工技院からの委託を受けた日本規格協会のSC7/WG10のグループを中心に約4年間程度の評価実験を行うことが予定されているため、これらの結果を元にプロジェクト自動生成の評価を行うつもりである。

参考文献

- [1]M. A. Ould 著、古宮誠一、本位田真一訳、「プロセス管理の成功への秘訣」、共立出版
- [2]ISO/IEC 12207、「ソフトウェアライフサイクルプロセス」、JIS X 0160-1996
- [3]Trillium, 「Model for Telecom Product Development & Support Process Capability」, Bell Canada 1994, Release 3.0
- [4]Watts S. Humphrey 著、藤野喜一監訳、「ソフトウェアプロセス成熟度の改善」、日科技連、1991
- [5]William R. Duncan, 「A guide to the project management body of knowledge」, PMI Standards Committee, 1996
- [6]ISO/IEC JTC 1/SC7/WG10/N094, 「Software process assessment」, May 31, 1996
- [7]「ソフトウェアCAL Sに関する調査研究報告」、日本規格協会情報技術標準化研究センター、1995
- [8]二木厚吉監訳、「プログラミング言語理論への招待」、アスキー出版
- [9]Stephen Brien, et al, 「Z Base Standards ver1.0」, Oxford University Computing Lab., 1992