

プロトコル技術の現状と展望

松下温*1 浦野義頼*2

*1 沖電気工業株式会社

*2 国際電信電話株式会社

分散処理を指向した情報通信システム構築のキー・テクノロジーである「プロトコル技術」の現状を探り、その将来を展望する。プロトコル技術は極めて多岐にわたるが、特に、プロトコル・ソフトウェア・プロダクツの開発という観点から、幾つかの技術的課題について報告する。同時に、OSI(開放型システム間相互接続)プロトコルの標準化活動ならびにOSI推進活動についても言及する。

A Survey on the State-of-the-Art in Protocol Engineering

Yutaka MATSUSHITA*1 Yoshiyori URANO*2

*1 OKI Electric Industry Co.,Ltd. 16-8,Chuo 1-chome,Wrabi-shi,Saitama Pref., 335

*2 KDD R & D Labs. 2-1-23, Nakameguro, Meguro-ku, Tokyo, 153

Protocol Engineering concerned with specification, design, implementation, testing and maintenance of protocols in computer-communication system is one of the key technologies for the advanced information society. This paper presents some observations on the state of the art in Protocol Engineering, especially for the developments of protocol software products. The activities are also reported on the standardization and the promotion of OSI(Open Systems Interconnection).

1. はじめに

情報化社会のインフラストラクチャである情報通信システムの構築にあたって、その基本となる概念が「ネットワークアーキテクチャ」である。

ネットワークアーキテクチャは分散処理を指向した情報通信システムを効率的に構築するために、その論理構造、機能配置などを明確化したものであり、また、それらの機能を実現するための通信規約(プロトコル)を体系化したものともいえよう。

そもそも、プロトコルは「通信あるところ、プロトコルあり」といわれるように、どのようなコミュニケーション(通信)形態でも規定されるべきものであるが、このようなプロトコル(という表現)が本格的に意識されてきたのは、オンライン・システムが出現し、また、コンピュータネットワークが登場する、1970年代以降である。特に、ARPAネットワークにおける各種プロトコルや公衆パケット交換網のプロトコルはその後のプロトコル開発に大きな影響を与えてきている。

さらに、1974年IBMが自社のコンピュータや端末を効率よく相互接続させるためのシステムネットワーク体系SNA(Systems Network Architecture)を発表して以来、各メーカーはそれぞれネットワークアーキテクチャの開発に着手した。しかし、このようなネットワークアーキテクチャは各社が独自に開発を進めたため、異なるネットワークアーキテクチャのシステム同士では相互接続不可能という事態が発生してしまった。

以上のような背景から、OSI(Open Systems Interconnection)の概念が登場することになる。1987年、ISOにおいて、異なるネットワークアーキテクチャのシステム同士を相互接続するためのOSIの枠組みを定めた「参照モデル」が誕生し、その後、この参照モデルに基づいた各種プロトコルの開発、標準化が展開されてきているのである。

プロトコルをめぐる諸問題は極めて多岐にわたっているが(図1)、本稿では、主として、プロトコルソフトウェア(プログラクツ)の開発に関わる技術的課題とプロトコルの標準化に関わる課題について、その現状を探り、また、将来を展望したい。

2. プロトコルソフトウェアの開発に関わる課題

プロトコルに関わる技術的課題も極めて広範囲に及んでおり、その全貌をとらえることは容易ではない。そこで本章では、まず、実際にシステムを動かすプロトコル・プログラクツ、特にプロトコル・ソフトウェア・プログラクツを開発するという視点から、その課題を整理してみよう。

プロトコル・ソフトウェアに限らず、一般にソフトウェアの開発プロセスとして、“要求仕様”に始まり、“設計”、“プログラミング”、“試験”と続き、“運用・保守”に終わる、いわゆるソフトウェアライフサイクルがよく引用される。このソフトウェアライフサイクルは必ずしもその実態を表してはいるという指摘もあるが、以下のような“整理学”には便利である。

すなわち、プロトコル・ソフトウェアの開発工程を大きく、

- ① 要求仕様
- ② 設計・プログラミング
- ③ 試験
- ④ 運用・保守

に分けて、各工程における課題を考えてみるのである。

2.1 要求仕様(プロトコルの開発)

最初の工程は「要求仕様」であるが、プロトコル・ソフトウェアの場合、ユーザ要求仕様はプロトコル(仕様)そのものである。従って、ユーザ要求に合致したプロトコルをいかに設計/開発するかが最大の課題となる。

プロトコルの開発についてもソフトウェアのそれと同様のライフサイクルが考えられよう。

●モデル化

まず第1にすべきは、ユーザ要求の明確化である。ユーザ要求を満たすプロトコルを設計するにあたっては、そのモデル化が重要である。具体的にはプロトコル概念の明確化であり、またネットワーク・アーキテクチャ概念の明確化である。その典型がOSIの概念であり、それを具現化した参照モデルである。

●プロトコル記述

これらのモデルに基づいて、ユーザ要求をそのサービス仕様ととらえ、それに適したプロトコル設計が行われる。その内容を正確に記述するため

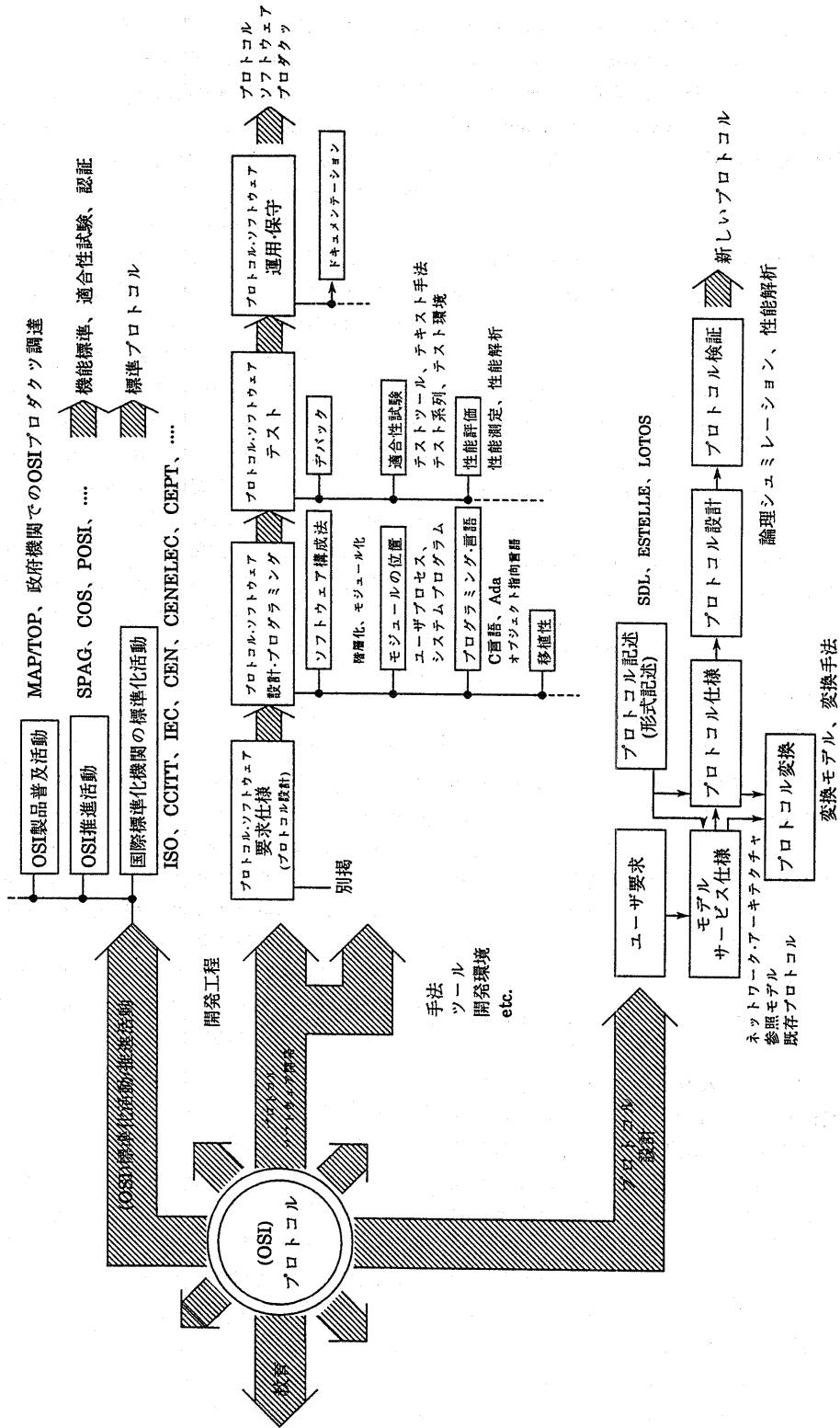


図1. プロトコルをめぐる諸問題

に、各種形式記述技法FDT:Formal Description Technique(例えば、SDL:Specification and Description Language、ESTELLE:Extended State Transition Language、LOTOS:Language of Temporal Ordering Specificationなど)が用いられている。

●プロトコル生成/合成

特に、大規模プロトコルでは、コンピュータによる効率的なプロトコル(自動)生成・合成システムの開発が期待される。

●プロトコル検証

生成されたプロトコルが正しいものか否かを判定するものがプロトコルの検証である。正しさの判定には、デッドロック・フリーなど幾つかの基準が用いられる。また、プロトコル検証法として解析的手法や(論理)シミュレーションなどが使われる。プロトコル検証の具体的な手法としては、状態遷移に基づく方法、時間論理や代数を用いる方法が知られている。これらの手法では、特に大規模なプロトコルを対象とすると、処理量の増大や理解性の低下などの問題が発生してしまうことが多い。つまり、その検証能力や処理効率の観点からすると、未だ十分に満足すべきものが見当たらないのが実情である。

そのため、完全な正当性ではないが、実際の動作条件下で、特に重要な機能のみを検証しようとする現実的なアプローチが出てきている。また、開発サイクル全体を通じてその生産性向上を図るべく、そのマンマシン・インタフェースを充実させる試みも報告されている。[発表(4)]

●プロトコルの標準化

このようにして、新しいプロトコルが順次、創成されていく。

ところで、このようなプロトコルの開発は様々なレベルで行われているが、企業レベルでのローカルなプロトコルから、業界レベル、さらに国際標準レベルのプロトコルへと進展していく。その典型がISO、CCITTなどで検討されているOSI関連プロトコルである。最近では上位層のプロトコルの標準化が注目されており[発表(2)]、それらを対象としたプロトコル・ソフトウェア(プロダクツ)の開発が報告されている。[発表(5)(6)(7)(8)]

OSI標準プロトコルは、そもそも多様なシステムを対象として、様々な通信環境で適用できるようにすることをその最大の狙いとしているから(また、

標準活動の“常”として、妥協の産物でもあること故に)、多くの機能を抱え込んでいる。そのため、いざ実装という段になると問題が出てくる。

OSI標準に基づいて製品(プロダクツ)を開発しようとする場合でも、特定業務のみを想定するなら、OSIのフルセットよりもサブセットを切り出して使うほうが、より現実的である。しかし、サブセットの範囲やオプション機能の選択、パラメータ設定などが異なれば、たとえOSIに準拠したものといえども、相互接続は不可能である。

そこで、OSIをどのように使うか、つまり、実装仕様のレベルまでも統一しようとする機運がユーザやメーカ団体から出てきたのである。例えば、GM社やボーイング社などのユーザを中心に開発されているMAP:Manufacturing Automation Protocol、TOP:Technical Office Protocolがそれである。また、欧州の主要コンピュータ・メーカ12社で結成されたSPAG:Standards Promotion & Application Groupが作成しているGUS:Guide to the Use of Standardsが挙げられる。(詳細は第3章参照。)

●プロトコル変換

プロトコルに関する、もう一つの話題がプロトコル変換である。全てのネットワーク・システムがOSI標準を、そしてその標準サブセットを利用するならば大きな問題はないが、その動きについていけないシステムが多く存在していることも事実である。このような状況下では、相互通信を保証するために、何らかの手段を講じる必要がある。これがプロトコル変換である。プロトコル変換に関しては、その変換モデルならびに実現方法の検討が重要な課題となっている。[発表(3)]

2.2 設計・プログラミング

●ソフトウェア構成法

プロトコル・ソフトウェア(プロダクツ)の設計に関わる、第1の問題はソフトウェア構成法である。一般的には、階層化されたプロトコル体系に応じて、各種プロトコル処理機能と管理機能などからなるソフトウェア構成法がとられている。

このようなソフトウェアをその対象に応じてユーザ・プロセスとするか、システム・プロセスとするかなどの見極めも大切などころである。また、ローカルのOSや実際のアプリケーションとの関

係、つまりそのインタフェースをどのように考えるかも重要である。

●プログラミング言語

最近ではプロトコル・ソフトウェア(プロダクツ)のプログラミング言語に、移植性を考慮して、高水準言語(例えば、C言語、Adaなど)が用いられている。ソフトウェアの生産性向上をめざしたオブジェクト指向言語が採用されるケースの出ているが、オブジェクト指向言語の弱点とされてきた性能面を解決させる試みも報告されている。[発表(5)]

2.3 テスト(試験)

一般に、ソフトウェア(プロダクツ)のテストにはデバッグの過程も含まれるが、ここでは省略し、プロトコル・ソフトウェアで特に注目すべき側面についてのみ述べることにする。

●コンFORMANCE・テスト(適合性試験)

コンFORMANCE・テスト(適合性試験)はプロトコル・ソフトウェアがOSI標準に完全準拠しているか否かをテストするものである。プロトコル・ソフトウェアの不都合は実装時のバグによるもの以外に、プロトコルの解釈違いなどが原因となることが多い。さらに、機能標準の切り出し方が異なれば、当然であるが、OSIに準拠していながら相互接続不可能という状況になる。この事態を避けるべく、特に、マルチベンダ環境で、実際に正しく稼働し、相互通信できるか否かを確認するため、共通のテスト環境を設定しようとするのがコンFORMANCE・テスト(適合性試験)の基本的な考え方といえる。

コンFORMANCE・テストの検討は、現在ISOやCCITTで鋭意進められてきているが、欧米では、標準のテストシステムを設備したテスト・センタの構築が始まっている。テストの種類(基本相互接続テスト、コンFORMANCE・テスト、コンFORMANCE分析テスト)、テスト手順、テスト手法(単一の層に対するテスト、複数の層に対するテスト、複数の層に埋めこまれた単一の層に対するテストおよびローカルテスト、分散テスト、遠隔テストなど)、さらに、テスト・スイート(テスト手順集合)などが検討課題となっている。

●性能評価

次に性能評価が挙げられる。通信アプリケーションではリアルタイム性が要求されることが多くオーバーヘッドを抑えた高性能なソフトウェアが望まれる。

2.4 運用・保守

ソフトウェアの開発においては、運用・保守に関わる問題も少なくないが、ここでは、単にドキュメンテーションなどが重要であることを指摘するにとどめる。

3. (OSI)標準化活動・推進活動に関わる課題

冒頭でも述べたように、OSIの標準化はこの数年、著しく進展し、その枠組みはほぼ完成したといえる。既に、「概念(標準)づくり」のフェーズから、実際に稼働するシステムを構築する「製品づくり」の実用化フェーズに移ってきているのである。

このような背景から、OSIの実用化、普及のため、世界各地において様々な活動が展開されてきており、国際的な規模での協力・協調関係も確立しつつある。

(1) 欧州におけるOSI推進の動き

欧州ではIT(Information Technology)の市場がますます大きくなるとみられている。コンピュータによるデータ処理の中で、特にネットワークにおける分散処理が進んできた。欧州には多数の異なる機種種のコンピュータが存在することから、それぞれが独自のネットワークを作ることとなり、異機種間では互いに通信できないことが、次第に問題として意識されるようになってきた。その中でIBMがシェアの70%を押さえていることから、欧州各国のメーカーは必然とIBMのシステム規格に追従することとなり、技術情報入手の遅れや、ソフト著作権の問題が「欧州の不利」として危機感となって自覚されるに至った。

欧州の活性化をはかるためには最重要分野であるITにおいて、米国・日本等に遅れをとってはならない。そのためには結束すべし、結束の対象は欧州統一基準であるという意識がEC委員会とIT産業のリーダー達の間で深まってきた。しかし、欧州は多数の国の集まりであり、また各国別の市場が小さいことから基準の統一や新技術の利用実現に不利を負っていた。例えば、パケット交換も英国で発明されたが、実用は米国が先になった。

ECレベルにおいても、基準を作り勧告するのはISO、IEC、CCITTだが、そのヨーロッパの窓口はCEN、CENELEC、CEPTとそれぞれ別であり、基

準の統一採択については各国のPTTの同意を得る必要と各国レベルの60に及ぶ団体を通さなければならなかった。

さらに困るのは、各国言語の問題で、基準に関する勧告が英語・仏語など自然言語で記されるため、曖昧さを免れえず、真の技術的一致を困難にしていた。

この欧州に自らの足で立つ意志を啓発したのがEC副委員長で産業部担当分野のDaignon氏による欧州情報産業分析の論文であった。同論文では、欧州の市場規模が世界の30%にあたること、すなわち米国の2分の1、日本の2倍のウエイトを持つとされ、従って均質な欧州市場の創設こそ急務なりと強く提言された。またそのためには、85年以降はEC各国は共通規格にあった情報機器のみ購入すべしと説くものであった。

1983年3月Daignon氏の主導の下にEC委員会は各国主要メーカーに統一組織結成を呼びかけ、これに呼応して、ICL(英)、SIEMENS(西独)、BULL(仏)、OLIVETTI(伊)、PHILIPS(蘭)など12社はSPAG(Standards Promotion and Application Group)を結成した。

一方フランスのユーザグループであるCIGREFや科学技術の専門家グループであるZANDER GROUPは今後のコンピュータ機器については、

- ①マルチベンダネットワークを可能とするもの
 - ②ソフトウェアのポータビリティを適えるもの
- 以外は一切買わないと宣言し、メーカー業界に大きな刺激を与えた。

SPAGの目的は、マルチベンダのネットワークを実現するためのOSIを開発推進することであり、仕様の設定から、テスト方法の確立、OSI基準合致の合格品については証明書を発行することが事業の内容に含まれた。SPAGの開発活動の成果として通信プロトコルの第1層(物理層)から第5層(セッション層)までの規格が統一されEC各国はこれをネットワーク標準として公示した。日本でも第5層までが昨年統一された。

ECレベルにおいても公的機関の買い付けテンダーには共通プロトコルを搭載した機器に限るということテンダー仕様に加えるという決定を各国の大臣が下すに至り、このことが非常に大きなインパクトとなった。かくして、欧州におけるOSI実現は加速されることとなった。

(2)SPAGのOSIプロファイルの切り出し

OSIについて、欧州は巧妙な技術対応によって実装可能なサブセットの切り出しを行った。OSIは膨大な標準の集合であり、種々のオプションがあって、統一性をもった実装を困難にしているが、SPAGのとった方法は上位の第5-7層をファイル転送(FTAM)やメッセージ通信システム(MHS)などのアプリケーション別に切り出すこととし、下位の第1-4層を電話網によるか、パケット交換網によるかなど通信網種別ごとに切り出すものであった。

この方法により、サブセットの統一的な切り出しが初めて可能になった。SPAGは、この方法をGUS(Guide to the Use of Standard)という手引書にまとめて全世界に配布した。

(3)米国におけるOSI推進の動き

昨年、米連邦政府のNBS(商務省標準局)がOSI標準を設定したことに呼応して、同9月にNCR、スペリー、ハネウエル、AT&T、DEC、WANGなど17社がCOS(Corporation for Open System)を設立して組織活動に入った。COSの事業はOSIサブセットの切り出し仕様の作成、テスト・システムの開発、認定書の発行などSPAGと同様である。

COSの目的は、IBMのSNAに代わるネットワーク・アーキテクチャを提供することにあるので、IBMの対応が注目された。IBMも慎重に情勢を見ていたが、GM、ボーイングという大手ユーザがOSI準拠のマルチベンダ方式の標準プロトコル(MAP、TOP)を開発し、これに合わない機種は買わないと宣言するに至ったことがインパクトとなったようで、IBMも86年3月、COSに加入した。

COSは米軍出身のファウラー氏をフルタイムのプレジデントに迎え、ストラテジーボードと45名のスタッフで運営されている民間会社形態の団体であるが、GM、ボーイングのようなユーザも加盟していることに特徴がある。COSにおけるIBMの動きについては、貢献しているが真意はいまひとつ不明という見方が多いようである。

(4)日本におけるPOSIの動き

85年11月コンピュータメーカーのNEC、富士通、日立、三菱電機、東芝、沖電気の6社がNECを会長会社としてOSI推進協議会を組織した。協議会はその後POSI(Portion of OSI)と称してOSIの関係と実装に向けての活動を進めている。POSIは86年3月欧州のSPAGと役員レベルで合同会議をもち、これを始

まりとしてPOSIとSPAGとの協力路線が敷かれたといえる。一方、米国のCOSもSPAGとPOSIにそれぞれ参加を呼びかけ、COS会長のトーマス・チャン氏(タンデム社副社長)が来日して日本政府とPOSIにCOS加入を熱心に働きかけた。

POSIはCOSに参加すべきか検討したが、SPAGがCOSの呼びかけに応じなかったこともあり、時期尚早と判断してCOSに代表を送ることを見送った。

(5) Functional Standardsの動き

ISOTC97のもとにSG(Special Group)が設立された。このSGは膨大なOSIの標準から実際の応用に適した機能のみを取り出し、互いに通信可能な、実装のためのプロファイルを決定する役割を担う。これをISP(International Standard Profile)あるいはFunctional Standardと呼ぶ。これに呼応して、SPAG、COS、POSIは唯一の調和のとれたISPを共同で作成し、このISOのSGへ提出するために、Feeder's Forumと呼ぶ組織を結成した(東京、1987年、3月)。Feeder's Forumは年4回(3回が技術打合せ、1回が幹部打合せ)開催され、6月にワシントン、10月にヨーロッパで開かれる。このFeeder's Forumで作成されたものはDISP(Draft ISP)と呼ばれ、ISO/TC97-SGへ提出され審議される。

現在、SPAGのGUSのものを基本に米国案と日本案を取り入れながらDISP作りが進められている。

以上で、プロトコル・ソフトウェア開発技術と標準化活動/推進活動を中心として、「プロトコル技術」をめぐる最近の動向について報告した。

本研究会の特集「プロトコル技術」の理解に役立てば幸いである。

発表論文

第33回マルチメディア通信と分散処理研究会
特集:『プロトコル技術』

- (1) 松下,浦野;「プロトコル技術」の現状と展望
- (2) 森野;OSI応用層の最近の標準化動向
- (3) 奥村;プロトコル変換の理論
- (4) 岡崎,相沢,高橋,白鳥,野口;ユーザフレンドリなプロトコル検証システムの構成
- (5) 勝山,佐藤,中川路,水野;オブジェクト指向言語(SPICE)による通信ソフトウェアの開発

- (6) 小花,加藤,鈴木;OSI FTAM,ACSE,プレゼンテーションプロトコルの実装
- (7) 加藤,鈴木;センタ型電子メールシステムELMSとMHSの相互接続
- (8) 中尾,小花,浦野;統合テレマティクス通信ネットワークシステム(ITECS)-TISE(DTAM)の提案とその実証-

参考文献

- ① T.F.Piatkowski; The State of the Art in Protocol Engineering, Communications Architecture & Protocols, SIGCOMM'86 Symposium pp.13-18,1986.8
- ② 元岡他;大特集「ネットワークアーキテクチャ(開放型システム間相互接続)の標準化動向」,情報処理,Vol.26,No.4,1985.4
- ③ 田中他;大特集「分散処理技術」,情報処理,Vol.28, No.4,1987.4
- ④ 松下;通信プロトコル入門 -OSIを理解するために-,新OHM文庫,オーム社,1987.2
- ⑤ 田畑;OSI -明日へのコンピュータネットワーク-,日本規格協会,1987.2
- ⑥ 小野他;OSIプロトコル絵とき読本,コンピュータ&ネットワークLAN別冊,1987.3
- ⑦ 水野他;プロトコルの形式記述とパフォーマンス試験,情報処理, Vol.26, No.4, pp.420-427
- ⑧ 白鳥;試験検証技術,情報処理,Vol.28,No.4, pp.403-410
- ⑨ 苗村他;OSIの最近の動向,情報処理,Vol.26, No.4, pp.472-478
- ⑩ 河岡他;OSI実装仕様の動向,情報処理,Vol.26, No.4, pp510-516