

## FDDIマルチベンダ・マルチプラットフォーム 相互接続試験環境の構築における考察

西野 正行<sup>\*1</sup> 松井 崇彦<sup>\*1</sup> 中村 誠<sup>\*2</sup> 守屋 有人<sup>\*1</sup>  
加藤 智巳<sup>\*3</sup> 赤塚 真幸<sup>\*3</sup> 浦田 悟<sup>\*4</sup>

<sup>\*1</sup> トヨタ自動車(株) システム企画部

<sup>\*2</sup> 同 第1システム部

<sup>\*3</sup> 住友電気工業(株) ネットワークシステム部

<sup>\*4</sup> 富士通(株) ネットワークソリューションセンター

ワークステーションをはじめ、パソコンからメインフレームまでTCP/IPを利用した通信が多くなってきている。特にユーザニーズによるユーザ主体のワークステーションの導入や特定ベンダに拘束されないネットワーク化を進めるにあたり、マルチベンダ化・マルチプラットフォーム化は避けられない。一方では、一つの企業として見た場合このような設備の導入は随時行われている。

これに対し、FDDI規格に対するベンダ間でのインプリメント上の食い違いや、同一製品上でも行われるバージョンの更新によるネットワーク障害を未然に防ぐため、ユーザの立場でFDDI上に要求されるマルチベンダ・マルチプラットフォーム環境での相互接続試験システムを構築した。本稿では実際にこの試験システムで行った相互接続性試験の結果を基にユーザの立場における受入テストのあり方について考察する。

## An Inter-operability Test System on the TOYOTA FDDI LAN from a User's Point of View

Masayuki NISHINO<sup>\*1</sup> Takahiko MATSUI<sup>\*1</sup> Makoto NAKAMURA<sup>\*2</sup> Arito MORIYA<sup>\*1</sup>  
Tomomi KATOH<sup>\*3</sup> Masayuki AKATSUKA<sup>\*3</sup> Satoru URATA<sup>\*4</sup>

E-mail: nishino@unccis.mx.toyota.co.jp

<sup>\*1</sup> System Planning Div., TOYOTA MOTOR CORPORATION

<sup>\*2</sup> Information Systems Div. I, TOYOTA MOTOR CORPORATION

<sup>\*3</sup> Network System Div., SUMITOMO Electric Industries Ltd.

<sup>\*4</sup> Network System Engineering Div., FUJITSU Ltd.

The computer communication with TCP/IP is increasing among workstations, personal computers, super computers and main frames. The concept of multi-vendor or multi-platform environments is very important for us to construct information systems. In fact, we are introducing such an information system based on the FDDI technology.

But a few differences between some two FDDI devices on implementing the FDDI standard sometimes causes fatal errors on our network. Therefore, we have built a inter-operability test system for inspecting the multi-vendor or multi-platform FDDI LAN system from the point of view of a LAN user. We have also experimented with some routers and workstations using the inter-operability test system.

In this paper, we will give attention to the introduction of a multi-vendor or multi-platform information system.

## 1. 背景

情報システム化の進展に伴い、各システムのネットワーク化が急速に行われてきた。このネットワーク化にあたって、トヨタ自動車をはじめ一般のユーザは通信方式に応じてネットワークの使い分けをしている。一般にFDDI-LANはEWS上のファイル転送を行うCAD/CAMやLA等のシステム、ホスト基幹システムと連携するトランザクション処理やファイル転送を行うOAのシステムで利用されている。

近年ではFDDI-LANを利用した通信形態の増加や、さらに光ファイバ又はCDDIのようにコンセントレータを使ってワークステーションを100MbpsのFDDIに直接接続すると言ったニーズが高まっている。一方、FDDI関連の通信機器として、ATMをはじめとする利用可能なインターフェイスの拡充や高性能化、マルチプロトコル対応など新規通信機器の製品化が本格的になるに従い、幅広くユーザニーズに応えるネットワーク環境を構築する上でマルチプラットフォーム化およびネットワーク機器のマルチベンダ化を検討しなくてはならない。

特に同じベンダの通信機器でもアーキテクチャの見直しを含む新機種の開発や機能アップに伴うバージョンアップの際、従来の通信機器などに対して通信障害を引き起こすことが有る。本研究ではこのような多種多様な世代の通信機器やワークステーションを保有しながら、安定した通信サービスを確保し、機器の増設などネットワークの充実を図るためにユーザとして行わなければならない相互接続性試験システムを検討し、各種の試験を実際に行った。

## 2. 現状のFDDI-LANの問題点

FDDIの仕様上の規格化に伴い米国のINTEROPでは1989年からFDDI相互接続デモを行い、その後1990年には米国ANTC (Advanced Networking Test Center)がFDDIの相互接続性試験環境を構築し、各ベンダのネットワーク機器間の実装状態を検証できるようにしている。日本でも1991年にINE'91 (OSI相互接続実験'91、主催：INTAP/

情報処理相互運用技術協会)やUNIX Fair'91 (主催：jus/日本UNIX協会)などで相互接続実験デモが実施された。

トヨタ自動車をはじめ多くのユーザは使用するベンダを1社/リングに限定してFDDI通信機器を購入するようにしているが、SMT (Station Management)などのFDDI規格の見直し・充実に伴い、ベンダ間のFDDI運用・監視面の機能充実が図られ、一つのFDDIリング上に、マルチベンダ環境が実現しやすくなってきた。

また、ワークステーションの処理性能の向上とともに通信ニーズも拡大し、今後は通信機器の機能充実や対応するI/Fの多様化に伴い一つのFDDIリング上においてもネットワーク機器のマルチベンダ化を検討する必要がある。

一方でCDDIやFDDI対応ボードの登場でワークステーションにFDDIの100Mbps利用に対するニーズが高まっている。このようにワークステーションまでがFDDIのリング上に直接接続される事から、通信機器を含め実際の運用を考慮し、ユーザの立場で新規導入機器に対し相互接続性試験を充分行わなければならない。

## 3. 相互接続性試験の概念

一般的に適合性についてISO/IEC JTC1 9646で特に(1)静的適合性、(2)動的適合性、(3)PICS (Protocol Implementation Conformance Statement)に注意して検証する事が述べられており、各ベンダは新製品開発時、独自に各種の適合性試験を行っている。これに対し、ユーザの立場として数世代のネットワーク機器が共存している既存のネットワーク環境の中で、最終的に運用面での光ファイバの障害など各種障害を前提とした相互接続性と運用監視機能を確認しなくてはならない。そこで筆者らはマルチベンダ化に対するユーザの立場における相互接続性を確認するため、新しく相互接続性試験システムを考案した。

まずこの試験システムでは最初にベンダ間の実装上の食い違いが発生しやすい項目の内、特に重要と思われるポイントを表3.1のようにPICS

表 3.1 FDDI基本機能確認用PICSプロフォーマ(一部抜粋)

TF.714MAC副層が使用するタイマ値及びタイマパラメタ

タイマ/タイマパラメタ	基本標準		Yes	No	TF.714MAC
	INTAP参照項	タイプ/範囲	タイプ/範囲	タイプ/範囲	タイプ/範囲
THT: トークン保持タイマ	7.4.2	M	Yes	No	mm
TVX: 有効伝送タイマ	7.4.3	M/ >2.35ms (省略時値) 2.62144ms	Yes	No	mm/ >2.35ms (省略時値) 2.62144ms
TRT: トークン周回タイマ	7.4.4	M/ T_Min - T_Max	Yes	No	mm/ T_Min - T_Max

プロフォーマにまとめ、事前検証する事にし、次に実際考えられる障害のパターンを再現させ、FDDI-LANとして迂回機能を含めて障害に対する運用監視が正常に行えることを検証することとした。4章以降ではそれぞれ通信機器についての検証方法と、ワークステーションについての検証方法に分けて説明する。

#### 4. 通信機器マルチベンダ化の検証

##### 4.1 PICSによる事前確認

まず、FDDI通信機器の機能上の検証を行う上でPICSについてはRFCをはじめISO, INTAPなどの実装規約書を基に次の3種類のPICSプロフォーマを作成し、試験対象ベンダに記入をお願いし、試験の事前確認を行った。

- (1) FDDI基本通信機能確認用
- (2) IPルータ基本機能確認用
- (3) MACブリッジ通信機能確認用

##### 4.2 リング監視機能確認テスト

次に図4.1に示すネットワーク構成にあってFDDIのリングが安定して確立され (Token Ringが規格どおり制御され)、既存のネットワーク監視装置で新規導入機器 (ベンダ) が監視でき、障害認識が的確に行えることを確認した。

##### 4.3 通信基本機能の確認テスト

図4.1に示すネットワークで筆者らは障害に対するネットワークの自動迂回を目指している。まず、TCP/IPの通信では通信機器でMetric値を変えることにより、通信機器間で送受信されるRIP情報を基に自動的に迂回できるよう

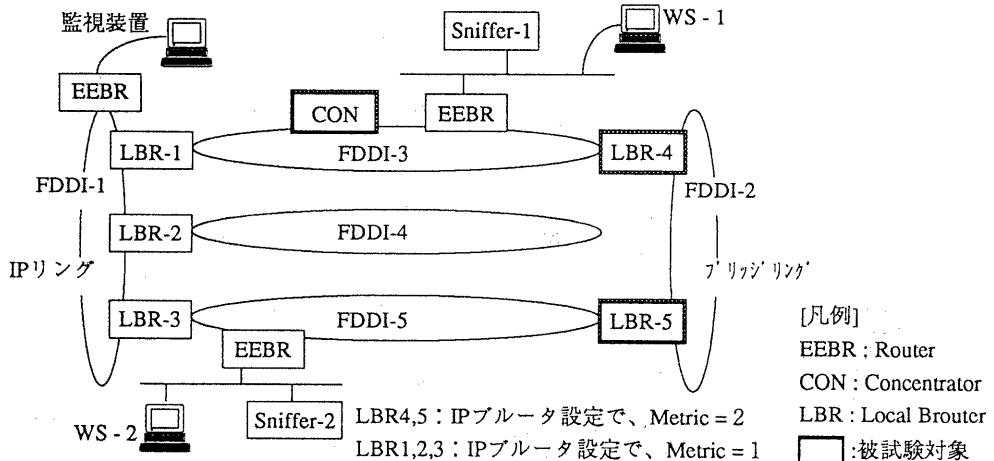


図 4.1 通信機器のマルチベンダ化に対する相互接続性試験システム

にしている。また、TCP/IP以外の802.3フレームに対しては通信機器のブリッジプライオリティの設定を変え、スパンニングツリーの機能を使って自動的に迂回できるようにした。

相互接続性の検証にあたってはFDDIの通信状態を確認する上で、Ping及びFTPコマンドを用いて連続的に通信パケットを発生させ、考えられる通信障害のモードに対して特に図4.2に示す通信プロトコルの下位層(Physical, Data Linkレイヤ)が規格どおり機能することに重点を置き試験を行った。障害のモードとしては概略次の3点を想定して試験を行った。

- (1) 通信機器の電源断・機器故障に対してネットワークの自動迂回ができること。
- (2) 光ファイバの不安定な接続状態に対し、FDDIリング上の通信が維持できること。
- (3) FDDIリングオペレーションとして使われているBeaconフレームの連続送出に対して機器が規格どおりに動作すること。

## 5. ワークステーションのFDDI接続検証

### 5.1 PICSによる事前確認

通信機器の検証と同じように次に示す2種類のPICSプロフォーマにより試験の事前確認を行った。

- (1) FDDI基本通信機能確認用
- (2) IPルータ基本機能確認用

### 5.2 リング監視機能確認テスト

次に図5.1に示すネットワーク構成にあってFDDIのリングが安定して確立され(Token Ring

Transport		
Network		
Data Link	LLC	ISO 8802.2 タイプ 1
	MAC	ISO 9314.2 MAC
Physical		ANSI X3T9/ 90-078 Rev 6.2 局管理SMT
		ISO 9314.1 PHY
		ISO 9314.3 PMD

図 4.2 試験で重点的に確認する項目

が規格どおり制御され)、既存のネットワーク監視装置で新規導入機器(ベンダ)が監視でき、障害認識が的確に行えることを確認した。

### 5.3 通信基本機能の確認

相互接続性の検証にあたっては通信機器の検証と同じように、FDDIの通信状態を確認する上で、Ping及びFTPコマンドを用いて連続的に通信パケットを発生させ、考えられる通信障害のモードに対して通信プロトコルの下位層が規格どおり機能することに重点を置き試験を行った。障害のモードとしては概略次の2点を想定して試験を行った。試験の例を表5.1に示す。

- (1) 光ファイバの不安定な接続状態に対し、FDDIリング上の通信が維持できること
- (2) FDDIリングオペレーションとして使われているBeaconフレームの連続送出に対して機器が規格どおりに動作すること。

### 5.4 IBM3172デュアルフォーミング機能の確認

図5.1に示すようにConcentrator 2台とIBM3172を接続することにより、デュアルフォーミング機能を使って、IBM3172とFDDI間の通信経路上

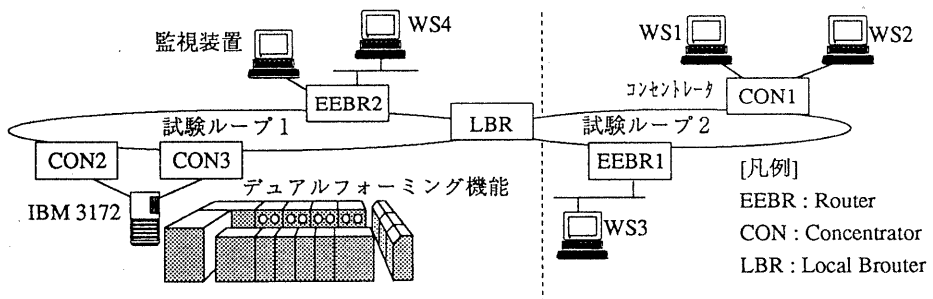


図5.1 ワークステーションのFDDI相互接続性試験システム

2台のConcentratorをPrimary, Secondaryに使い分けることにより、ネットワークの冗長性を持たせ信頼度を向上させることができる。

従って筆者らは今回IBM 3172の基本通信機能についても表5.2に示すような手順で相互接続性の検証を行った。

## 6. 検証結果

### 6.1 通信機器の検証結果

通信機器の検証として4つのベンダの機器について行った。当初予想していたようにFDDIリング上の通信は今までINTAPなどで行われてきた各相互接続試験公開デモの実施結果どおりTCP/IPをはじめとする通信が支障なく実現できることが確認できた。しかし、FDDIの規約のインプリメント上の食い違い、通信機器の監視手法の違いにより概略次のような結果が得られた。

(1) ネットワーク管理をする上で使用するSMTフレームにおいて、PICS上でOptionalとされているフィールドの使い方が違い、既存の監視装置で使えない機能があった。

(2) RIP情報のHold down timerの設定値により

自動迂回する所要時間が違うのでネットワーク設計するときには注意が必要である。

(3) 通信機器のSubnet border gateway機能の有無・設定状況により、通信機器間のRIP情報の出し方が異なるため使用時の設定に注意が必要である。

### 6.2 ワークステーションの検証結果

ワークステーションの検証としてIBM 3172も含めると4機種の検証を行った。IBM 3172のデュアルフォーミング機能の検証も含め概ね通信上の支障は無かった。但し、機器のバージョンが最新のものになっていない場合、監視装置からのEcho Back Test やHealth Checkに対し正常に動作しない場合があった。

## 7. まとめ

今回の研究報告では既存のネットワーク資源を有するユーザのネットワーク環境の中に、異なるベンダの通信機器や新しいワークステーションを導入する場合、どこまでユーザの立場で受入のための検証試験を行うか、また注意すべき点は何かを次のように整理することができた。

(1) 既存の通信機器のPICSを把握し、新規導入

表5.1 WSコンセントレータ接続検証計画書(一部抜粋)

4	ルータのRAS機能確認	リモートリセット、リモートWrapセルフテスト、統計情報	監視装置からEEBR1に対しRAS機能を実行	正常に機能し、他のノードに影響を与えないこと	OK	
5	End to End通信の確認	同一リング内TCP/IP通信	WS1, イーサ上WS3間でPing実施	正常に完了すること	OK	
		通信の中断	WS3, WS4間でFTP通信中にCON1, WS1間ケーブル断	通信が中断すること 復旧後通信可能なこと	OK	
		LBR経由のTCP/IP通信	WS1, WS4間でPing実施	正常に完了すること	OK	

表5.2 IBM3172 & WSコンセントレータ接続検証計画書(一部抜粋)

5	End to End通信の確認	Wrap時の通信確認	CON3, IBM3172間ケーブル断 WS1, IBM3172間Ping実施	正常に完了すること	OK	
			CON2, IBM3172間ケーブル断 WS1, IBM3172間Ping実施	正常に完了すること	OK	
		通信の中断	WS1, WS3間でFTP通信中にCON1, WS1間ケーブル断	通信が中断すること 復旧後通信可能なこと	OK	
6	デュアルフォーミング機能の確認	通常時	CON2, IBM3172間ケーブル断 WS1, IBM3172間Ping実施	正常に完了すること	OK	
		通常時	CON2, IBM3172間ケーブル接続(復旧)	IBM3172はWrap Bとなること	OK	

する機器のPICSと比較検討することにより機器間の整合性を事前に押さえることができる。

(2) 各機器のバージョン管理を行うことによりFDDIの規約改訂に対する適切な処置を各ベンダに依頼することができる。

(3) マルチベンダ・マルチプラットフォームなネットワーク環境を構築するためにはユーザとして機器導入の責任とイニシアチブをとらなければならない。

## 8. 謝辞

本研究にあたって、貴重なご助言と多大なご協力、ご便宜を頂いた静岡大学水野教授、豊田工業大学中川助教授、住友電気工業(株)情報通信システム事業部の江都主査、速水係長、土井氏、富士通(株)LANテクニカルセンター小原氏、ネットワークソリューションセンター堀田氏、日本アイ・ビー・エム(株)豊田営業所システム課荒井課長、石井氏をはじめ、トヨタ自動車(株)システム企画部小金丸室長、各務課長、河原氏他関係者並びに都築電気工業(株)名古屋支店中嶋支店次長にお礼を申し上げます。

### [参考文献]

(1) ISO/IEC 9646 Conformance Testing and Framework

(2) 情報処理相互運用技術協会「INTAP LAN 下位層実装規約(TF. 714)」 March 1991

(3) J.Postel, "User Datagram Protocol (RFC 768)" August 1980

(4) J.Postel, "Internet Protocol (RFC 791)" September 1981

(5) J.Postel, "Internet Control Message Protocol (RFC 792)" September 1981

(6) D.Plummer, "Ethernet Address Resolution Protocol (RFC 826)" November 1982

(7) J.Mogul, "Broadcasting Internet Datagrams (RFC 919)" October 1984

(8) J.Mogul, "Broadcasting Internet Datagrams in the presence of subnets (RFC 922)" October 1984

(9) J.Postel, "Multi - LAN Address Resolution (RFC 925)" October 1984

(10) J.Mogul, J.Postel, "Internet standard subnetting

procedure (RFC 950)" August 1985

(11) R.Braden, J. Postel, "Requirements for Internet gateways (RFC 1009)" June 1987

(12) J. Postel, J.Reynolds, "Standard for the transmission of IP datagrams over IEEE 802 networks (RFC 1042)" February 1988

(13) C. Hedrick, "Routing Information Protocol (RFC 1058)" June 1988

(14) R. Braden, "Requirements for Internet hosts (RFC 1122)" October 1989

(15) M. Schffstall, M. Fedor, J. Davin, J. Case, "A Simple Network Management Protocol (SNMP) (RFC 1157)" May 1990

(16) D. Katz, "A Proposed Standard for the Transmission of IP Datagrams over FDDI Networks (RFC 1188)" October 1990

(17) K. McCloghrie, M. Rose, "Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB - II (RFC 1213)" March 1991

(18) J. Case, "FDDI Management Information Base (RFC 1285)" January 1992

(19) K. McCloghrie, E. Decker, P. Langille, A. Rijsighani, "Definitions of Managed Objects for Bridges (RFC 1286)" December 1991

(20) D. Katz, "Transmission of IP and ARP over FDDI Networks (RFC 1390)" January 1993

(21) ISO/IEC DIS10038(IEEE Std. 802.1D), July 1992

(22) 日経データプロ・コミュニケーション速報版 P. 6 - 7, December 1991

(23) 情報処理相互運用技術協会「INTAP OSI管理セミナーテキスト」 July 1991

(24) 日経コンピュータ P. 123 - 130, September 1992

(25) 西野、中嶋「FDDI - LAN を負荷分散シトラブル対策に挑むトヨタ自動車」コンピュータ & ネットワーク LAN P. 85 - 89, June 1993

(26) 西野、加藤他「FDDI光LAN信頼性向上に対するリングトポロジーの検討・評価に関する考察」信学技報 IN93-54, September 1993