

相互接続性向上のための試験内容の検討

後藤邦弘、今野貴洋、澤井克哉、旗福正俊、鈴木眞治、風間敬一

高度通信システム研究所

OSI製品を運用するにあたっては適合性試験と相互運用性試験が行なわれている。しかしながらこれらの試験には様々な問題があり、試験に合格しても必ずしも相互接続可能ではない。我々はこれらの試験を補足し相互接続性を高めるための相互接続試験法を提案し試験システムの開発を行なっている。本稿では相互接続性向上のための試験内容について述べる。まず、現状の試験内容の具体的な問題点について述べ、次にそれらの問題点を解決する試験内容を試験ケースにより説明する。

A study of test contents to enhance the interconnectability

Kunihiro Gotoh, Takahiro Konno, Katsuya Sawai,
Masatoshi Hatafuku, Shinji Suzuki, Keiichi Kazama

Advanced Intelligent Communication System Laboratories (AIC)

Before OSI products are applied, two types of tests are generally performed. There are the conformance testing and the interoperability testing. There are several problems with these tests, however. To supplement these two tests, we offer that an interconnectability testing be used to enhance the interconnectability, so we are developing a testing system for this tests. This paper described test contents to enhance the interconnectability. First, we describe the definite problems of existing tests. Next, we explain the test contents to solve these problems.

1. はじめに

OSI実装に対する試験としては、現在、適合性試験と相互運用性試験が行なわれている。適合性試験は、一つの試験対象に対して試験システムが刺激を与え、その反応を観測することにより、プロトコル実装が規格に合っているかどうかの確認を行なうものである。また、相互運用性試験は、実際に試験対象同士を接続し、通信可能かどうか確認を行なうものである。適合性試験の場合、試験に合格しても試験対象単

体を実装している機能を確認したにすぎず合格した実装同士が接続可能であるとは限らない。また、相互運用性試験では、基本的な通信手順による確認にとどまるため異常時の協調動作等を確認することはできない。そこで、我々は試験対象間に試験システムを介在させ試験を行なう相互接続試験を提案し、試験システムの開発を行なっている[1]。本稿では、適合性試験を補足し、相互接続性向上のための試験内容について検討を行なったので報告する。

2. 適合性試験

まず、適合性試験の問題点について検討する。

適合性試験は、図1のような抽象モデルにより表現される。1つの試験対象（プロトコル実装）に対して試験システムが上位および下位PCO（制御観測点）に刺激を与え、その反応を観測することにより実装されている機能を確認するものである。

つまり、適合性試験は、あるプロトコル実装が実装規約にもとづいた機能を実装しているかどうかの確認を行なう試験である。このため、実装間の協調動作の確認という観点では行なわれていない。

また、もともとなる実装規約についても柔軟性や拡張性を考慮しているため、選択性を許容し、曖昧な表現が見られる。適合性試験ではこのような記述に対して以下のような判定を行なっている。

まず、選択性に対してはある刺激に対する複数の反応に対して「pass（合格）」判定を与えている。

次に曖昧な表現、例えば「Aの時Bを行なうことが望ましい。」と言った記述であるが、このような記述に対し、適合性試験ではAの時Bを行なう試験対象に対して「pass」の判定を行なうことはできても、Aの時Bを行なわない試験対象に対して「fail（不合格）」の判定を行なうことはできない。あえて判定するとすれば「pass」あるいは「inconc（不確定）」とするしかない。（実際にはこのような試験は行なわれていない。）

適合性試験においては上記の様な判定になる

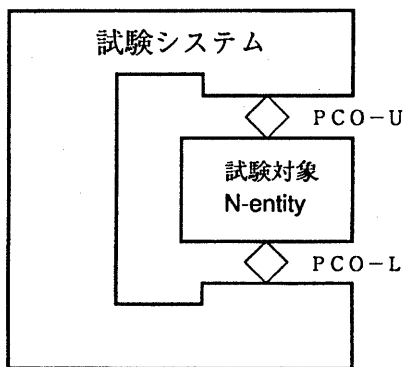


図1. 適合性試験抽象モデル

表1. OSTCトランスポートクラス0
試験スイート内容

試験分類	項目数	複数pass	inconc
初期設定試験	1		
基本相互接続試験	5		
能力試験	コネクション確立	-	
	データ転送	2	
	コネクション解放	1	
正常な動作	コネクション確立	1	
	データ転送	7	
	コネクション解放	3	1
異常な動作	コネクション確立	15	10
	データ転送	4	2
	コネクション解放	-	
合計	39	16	13

が、相互接続する場合には試験対象間の動作に矛盾が発生し、接続できないことがあると思われる。

ここで具体的に適合性試験に合格し、相互接続上問題となる場合があるのか検討する。

現在行なわれている適合性試験の内容をトランスポートプロトコルの場合を例に検討する。OSTC版トランスポートクラス0試験スイート[2]には39項目の試験があり、機能別の分類は表1のようにになっている。このうち「pass」判定が複数ある試験は16項目あり、内訳は

- ・プロトコルエラー検出時の動作（3項目）
 - ・プロトコルエラー検出又はPDU廃棄（13項目）
- となっている。また、「inconc」判定がある試験は13項目存在し、内訳は
- ・ER-TPDU受信時の動作（1項目）
 - ・PDU廃棄（3項目）
 - ・原因の特定不可能（9項目）
（試験対象or試験システム）

である。（内11項目は、「pass」判定が複数あり「inconc」判定もある試験。）このうち、原因の特定不可能については試験システム上の問題であると思われるため、除外すると全てプロトコル誤りに関連した項目であった。実装規約（JIS X 5109）[3]上関連すると思われる記述を抜粋し、以下に示す。

-----JIS X 5109 より抜粋-----

5. 2.2 プロトコル誤りの扱い

5. 2.2. 3 手順

トランスポートコネクションに関連付けられ、無効であるか、又はプロトコル誤りとなる T P D U を受信したトランスポートエンティティは、そのネットワークコネクションに割り当てられていない他のいかなるトランスポートコネクションにも悪影響を与えないように、次に示す動作のうちの一つを実行する。

- (1) E R T P D U を送信する。
- (2) そのネットワークコネクションをリセットするか切断する。
- (3) そのクラスに適切な解放手順を実行する。

ある状況化においては、T P D U を破棄してもよい。

(中略)

注⁽¹⁾ E R T P D U の送信側は、そのコネクションの解放を確実にするために、オプションの T S 2 タイマを開始することが望ましい。タイマがタイムアウトになった場合、トランスポートエンティティは、そのクラスに適切な解放手順を起動する。タイマは、D R T P D U 又は N - D I S C O N N E C T 指示を受信したとき、停止することが望ましい。

備考 1. 一般に、E R T P D U の受信者には、これ以上の動作は規定していないが、受信者はそのクラスに適切な解放手順を起動することが望ましい。』

----- 以上 -----

従って、適合性試験としてはプロトコル誤り検出時に (1)、(2)、(3) の動作を行なう実装は合格であり、P D U を廃棄しても合格になる。また、E R T P D U を送信または受信した実装は解放手順を起動してもしなくても合格ということになる。

次に試験に合格し相互接続できないケースを考察する。適合性試験の合格基準は全ての試験判定が「pass」かどうかではなく、「fail」判定の有無により決まるので「inconc」判定が含まれていても構わないことになっている。この点を考慮すると、

- ・一方がプロトコル誤り検出時、E R T P D U を送信し、解放手順は起動しない実装。
- ・他方が E R T P D U の受信時、解放手順を起動しない実装。

この組み合わせの場合にはプロトコル誤りが発生した場合にトランスポートコネクションが解放されずに残ることになる。

またプロトコル誤り検出時、P D U を破棄する実装についてもコネクションは解放されない。

また、適合性試験は性能試験ではないためタイム値や応答時間等に関する試験は行なわれていないためそれらの組み合わせによっては相互接続上問題となると思われる。

3. 相互運用性試験

次に相互運用性試験について考察する。相互運用性試験は図2のようなモデルで表わすことができる。相互運用性試験は、OSI 製品同士を接続し通信可能かどうかの試験を行なうものであり、一般に試験システムを介在せずに行なわれる。試験シナリオに従って、人手もしくは試験プログラムにより試験コマンドを入力し、試験を実行する。

相互運用性試験は、基本的にOSI 7層全てを実装した製品で実施されるため要求したサービスが提供されるかどうかを確認することはできるが、各層間でのデータのやり取りを観測することはできない。

相互運用性試験の内容は、試験対象が単一層ではなく7層全てであるため、直接適合性試験と比較することはできないがサービス機能レベルでの確認ということからこれをトランスポート層にあてはめるとコネクションの確立、コネクションの解放、データ転送サービスが提供できるかどうかを確認する試験ということになる。

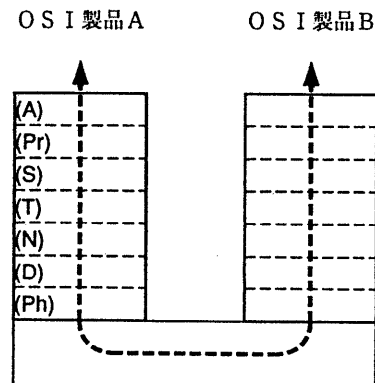


図2. 相互運用性試験モデル

つまり、適合性試験が単一プロトコルの機能確認試験であるのに対し、相互運用性試験は複数実装間のサービス確認試験であるといえる。

相互運用性試験では、プロトコルの動作自体は見えないため試験に失敗した場合に原因の特定が困難である。また、サービスレベルでの確認にとどまるので故意にプロトコルエラーや伝送遅延を発生させた場合の相互動作等の確認を行なうことはできない。

4. 相互接続試験

そこで我々は、適合性試験、相互運用性試験を補足する試験が必要であると考え相互接続試験を提案している[1]。相互接続試験のモデルは図3の様に表現できる。相互接続試験は単一層プロトコルを試験システムを介して接続し、実施する試験である。この試験では試験対象の上位と下位に制御観測点を持つことから試験に失敗した場合の原因の特定が容易となる。また、試験システムで中継するデータを操作することができるためPDUエラーや伝送遅延を模擬することも可能である。

相互接続試験の試験内容としては以下の試験を考えている。

- (1) 適合性試験および相互運用性試験では確認できない機能を確認する試験。
 - (2) サービス機能レベル試験における原因の特定。
- 以下、具体例により相互接続試験ケースの説明を行なう。

4.1 相互接続試験ケース

相互接続試験は、基本的には「一方の上位PCOに対して刺激を与え、その反応を下位PCOで観測し、その反応をもう一方の下位PCOに刺激として与え(中継)、その結果を上位PCOで観測する。」というような動作を繰り返し試験を進めていく。図4はTTCN. GR[4]により記述した抽象試験ケース例である。この試験の目的は、「プロトコル誤り発生時接続が解放されるかどうかの確認を行なう。」試験であり、適合性試験の項で述べたように適合性試験

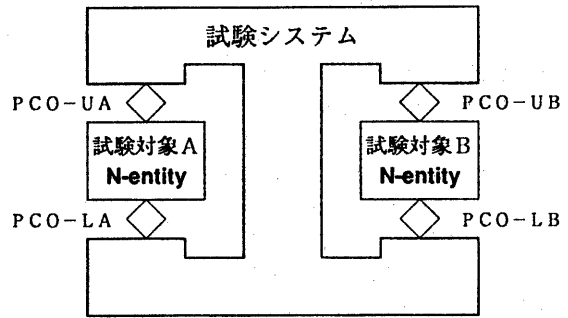


図3. 相互接続試験モデル

では相互接続可能であるか確認できない試験である。

この例は、試験対象AからBに接続を確立(Nr01-08)後、試験対象Aに不正なPDUを送信(Nr09)し、最終的に接続が解放されれば「pass」判定となる試験ケースである。試験対象Aがプロトコル誤り検出時にERTPDUを送信する(Nr10)実装の場合にはその後、AまたはBから接続が解放されれば「pass」(Nr12, 15)、解放されなければ「fail

Nr	Behaviour	Description	Verdict
01	UA!TCONreq		
02	LA?CR		
03	LB!CR		
04	UB?TCONind		
05	UB!TCONrsp		
06	LB?CC		
07	LA!CC		
08	UA?TCONcnf		
09	LA!INV (invalid PDU)		
10	LA?ER		
11	LB!ER		
12	LB?NDISind		pass
13	LA!NDISreq		
14	?Timeout (LA)		
15	LA?NDISind		pass
16	LB!NDISreq		
17	?Timeout (LB)		
18	?Timeout (LA)		fail
19	?Timeout (LB)		fail
20	LA?NDISind		pass
21	LB!NDISreq		
22	?Timeout (LB)		
23	?Timeout (LA)		fail

図4. 相互接続試験ケース例 (1)

Nr	Behaviour Description	Verdict
01	U!TCONreq	
02	L?CR	
03	L!CC	
04	U?TCONcnf	
05	L!INV (invalid PDU)	
06	L?ER	pass
07	L!NDISreq	
08	?Timeout (L)	
09	L?NDISind	pass
10	?Timeout (L)	inconc
11	L!NDISreq	

図5. 適合性試験ケース例 (1)

Nr	Behaviour Description	Verdict
01	L!CR	
02	U?TCONind	
02	U!TCONrsp	
02	L?CC	
03	L!ER	
04	L?NDISind	pass
05	?Timeout (L)	inconc

図6. 適合性試験ケース例 (2)

1] (Nr 18, 19) となる。試験対象Aがプロトコル誤り検出時にコネクションを解放する実装の場合には (Nr 20) 「pass」となる。また、試験対象Aがプロトコル誤り検出時にPDUを廃棄する実装の場合には (Nr 23) 「fail」となる。

適合性試験と同様の試験を行なう場合には「プロトコル誤り検出時の動作を確認する」試験と「ER TPDU受信時の動作を確認する」試験が必要となる。この二つの試験の抽象試験ケースを図5 (プロトコル誤り検出側) および図6 (ER TPDU受信側) に示す。適合性試験ではこのように「inconc」判定が現われてしまい、相互接続試験のように相互動作を考慮した判定を行なうことはできない。

次にサービス機能レベルの試験ケースの例を図7に示す。この例は「トランスポートコネクションを確立し、その後コネクションを解放する」試験である。この試験で仮にコネクション確立後に実装BからTDISindサービスプリミティブが上

Nr	Behaviour Description	Verdict
01	UA!TCONreq	
02	UB?TCONind	
03	UB!TCONrsp	
04	UA?TCONcnf	
05	UA!TDISreq	
06	UB?TDISind	pass
07	?Timeout (UB)	fail
08	?Timeout (UA)	fail
09	?Timeout (UB)	fail

図7. サービス試験ケース例

がってこなかった場合 (Nr 07)、その原因が実装A側にあるのかB側にあるのかあるいはネットワーク層以下にあるのかを識別することはできない。この試験と同等の試験を行なう場合の相互接続試験ケースを図8に示す。相互接続試験の場合には試験で最初に「fail」が発生した箇所により原因の特定が可能となる。例えば「Nr 13」で「fail」となった場合には実装Bに「NDISreq」を送信したにもかかわらず、実装Bから「TDISind」が上がらないということなので実装Bに原因があると予測でき、「Nr 14」で「fail」となった場合には実装Aに「TDISreq」を送信したにもかかわらず、実装Bから「NDISind」が上がらないということな

Nr	Behaviour Description	Verdict
01	UA!TCONreq	
02	LA?CR	
03	LB!CR	
04	UB?TCONind	
05	UB!TCONrsp	
06	LB?CC	
07	LA!CC	
08	UA?TCONcnf	
09	UA!TDISreq	
10	LA?NDISind	
11	UB!NDISreq	
12	UB?TDISind	pass
13	?Timeout (UB)	fail
14	?Timeout (LA)	fail
15	?Timeout (UA)	fail
16	?Timeout (LB)	fail
17	?Timeout (UB)	fail
18	?Timeout (LA)	fail

図8. 相互接続試験ケース例 (2)

ので実装Aに原因があると予測できるというように識別が可能である。

我々はこのような試験を実施することにより相互接続性の向上がはかれると考えている。

現在以上のような抽象試験ケースの作成、抽象試験ケースをもとに実行型試験ケースへの変換および修正、試験システムの開発を行なっている。

5. まとめと今後の予定

本稿では適合性試験、相互運用性試験と我々の提案している相互接続試験との比較を行ない、具体例により適合性試験および相互運用性試験で不十分な点についての考察を行なった。相互接続試験を実施することにより適合性試験および相互運用性試験を補完できると思われる。また、試験ケースによる相違点についても述べた。相互接続試験ケースでは複数の試験対象の上下の制御観測点での動作を記述するため、相互動作及びに失敗の原因を特定することができる。今回は実装規約をもとにした机上での考察であるため、実際に相互接続した場合には予測していない問題点が発生すると思われる。この点については随時試験項目を追加し内容を充実させる予定である。

謝辞

本研究を進めるにあたって、有益なご助言を頂いた日本大学の野口正一教授、東北大学の白鳥則郎教授に深謝いたします。また、本研究の機会を与えて頂いたA I Cの緒方秀夫常務、三浦主幹研究員に深謝いたします。

参考文献

- [1] 高橋他："相互接続試験システムA I C T Sの機能検討", 情報処理学会マルチメディア通信と分散処理研究会 60-5, (1993.5).
- [2] "Transport Abstract Test Suite Class 0", OSTC Documents (1991.1).
- [3] "開放型システム間相互接続のコネクション型トランスポートプロトコル仕様", JIS X 5109 (1986).
- [4] ISO/IEC : "Information technology - Open Systems Interconnection Conformance Testing Methodology and Framework - Part3 : The Tree and Tabular combined Notation", ISO/IEC 9646-3 (1991).