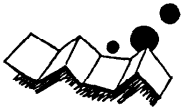


解説

3. 下位層のサービスとプロトコル



3.5 トランスポート層†

武田 浩 一††

1. はじめに

トランスポート層は、OSI 参照モデル^{5),6)} (7階層モデル) の第4層に位置し、下位層を構成する各種通信網の差を補い、上位層間の透過的なデータ転送を保証する層である。

トランスポート層の標準化作業は、ISO 及び CCITT の両機関の共同作業により進められ、基本仕様に関しては、ほぼ同一のものが 1984 年に各々の機関で国際標準 (ISO 標準^{1),2)} 及び CCITT 勧告^{3),4)} として制定された。

トランスポートプロトコルの実装 (インプリメント) 例としては、1984 年夏の全米コンピュータ会議 (NCC '84) で実施された異機種計算機の接続デモンストレーションやテレテックス端末があり、トランスポートプロトコルは今後広く利用されることが期待される。

本稿では、トランスポート層の目的、標準化の経緯、並びに、標準化が完了したサービス定義、プロトコル仕様について概説する。

2. トランスポート層の目的と標準化の経緯

2.1 トランスポート層の目的

トランスポート層は、OSI 参照モデルの第4層に位置し、上位層が回線品質、回線料金等の個々の通信網の特性や通信網 (各種通信網が連結されたものを含む) の構成を意識しないで上位層間の透過的なデータ転送を両方向同時に行えるようにすることを目的としている。ここで透過的とは、情報の内容、フォーマット、コードには制限がなく、その内容が加工されないことを意味する。

トランスポート層の目的、機能は、コネクション型

とコネクションレス型で大きく異なる。前者は、下位層から提供されるサービス品質 (スループット、伝送遅延、見逃し誤り率等) を向上させ、高信頼で転送効率の良いデータ転送を提供することを最大の目的としており、このため各種の機能をもつ。これに対し、後者は、データ転送に要するオーバーヘッドを最小にすることを目的としており、前者に存在するようなコネクションの確立・解放やサービス品質向上のための機能はいっさい含まれない。

コネクション型のトランスポート層は、下位層のサービス (論理的なインタフェース) を用いて、上位層から要求される高品質のサービスを最小のコストで提供するために、以下のような機能をもつ。

(1) 多重化 (マルチプレキシング)

複数のトランスポートコネクション (以下 TC と略す) を一つの下位のネットワークコネクション (以下 NC と略す) に多重化させる機能である。この機能により、NC に多重化機能がない場合、NC の多重化本数に制限が強い場合、及び、NC の多重化に経費を要する場合に、一つの TC 当りにかかる回線経費を削減することが可能である。

(2) 分流 (スプリッティング)

多重化の逆で、複数の NC を用いて一つの TC を提供する機能で、上位層が要求するスループットを一つの NC では実現できない場合に使用される。

(3) 連結 (コンカチネーション)

複数のプロトコルデータ単位 (プロトコルとしての処理単位) を結合して送信し、受信側で分解する機能で、この機能をパケット交換網で用いれば、複数のプロトコルデータ単位を一つのパケットで送信することができ、回線経費を削減することが可能である。

(4) 誤り検出・回復機能

送信側で付加された伝送誤り検出用のコードを受信側でチェックし、伝送誤りのあるプロトコルデータ単位を廃棄し、送信側の再送機能により回復する機能

† Transport Layer by Koichi TAKEDA (System Technology Department, Fujitsu Limited).

†† 富士通(株)複合システム技術部

で、ネットワークサービスの品質が悪い場合、サービス品質を高めるために用いられる。

2.2 標準化の経緯

トランスポート層の標準化は、ISO 及び CCITT の両機関で進められており、互いにリエゾンを置き、密接な共同作業により標準化が進められている。

ISO においては、TC 97/SC 16/WG 6 が、1984 年に実施された TC 97 の改組まで、セッション層とともにトランスポート層を標準化してきたが、TC 97 の改組に基づいて 1984 年 10 月の SC 6 会議以降、SC 6 に WG 4 が新設され、そこでトランスポート層の標準化を行うことになった。

一方、CCITT においては、1980 年から 1984 年まで、SG VII が課題 27 (Q.27) の下で OSI の標準化を担務し、その中でトランスポート層の標準化を行ってきた。1984 年の CCITT 総会以降は、SG VII が課題 43 (Q.43) の下で、OSI の下位 4 層の標準化を行い、その中でトランスポート層の標準化も行うことになっている。

トランスポート層は、トランスポートサービス定義とトランスポートプロトコル仕様により規定される。このうち、トランスポート層の基本となるコネクション型に関するものが、ISO (ISO 8072 及び ISO 8073) 及び CCITT (勧告 X.214 及び勧告 X.224) の各々で 1984 年に国際標準として制定された。

3. コネクション型トランスポートサービス定義

コネクション型トランスポートサービス定義は、ISO、CCITT 双方で同一のものが作成された。以下にその概要を示す。

3.1 規定範囲とその目的

トランスポートサービス (以下 TS と略す) は、トランスポート層とセッション層の論理的なインタフェースを、トランスポート層が提供するサービスとして定義したものであり、サービスプリミティブ、そのパラメタ、及び、その有効な順序関係を用いた抽象的な方法で定義している。

したがって、個々のシステムはこのようなインタフェースを実際に持っている必要はなく、これは個々のシステムの実装を制約するものではない。

この規定の目的は、トランスポートプロトコルの設計者に対してそのプロトコルがネットワークサービスを用いて実現しなければならない機能の枠組を与える

ことであり、また、セッションプロトコルの設計者に対してそのプロトコルデータ単位を運ぶ下位層の機能を示すことである。

3.2 トランスポートサービスの機能

TS はその利用者である上位層に対して以下の機能を提供する。

(1) TSDU (TS 利用者が送受信するデータ単位) を送受信するために、TS 利用者間にトランスポートコネクション (以下 TC と略す) を確立する手段。

(2) 個々の TC 確立時に、QOS (サービス品質) パラメタを用いてサービス品質を折衝 (ネゴシエーション) する機能。

(3) TC 上でオクテット単位の TSDU を透過的に転送する手段。

(4) 送信側 TS 利用者が送信するデータ量を、受信側 TS 利用者が制御する手段。

(5) TS 利用者間の合意により、優先 TSDU を転送する手段。

(6) TC を無条件に切断する手段。双方のデータ転送完了後に行わないと、データ紛失の可能性がある。

表-1 TS プリミティブ

フェーズ	サービス	プリミティブ	パラメタ
TC 確立	TC 確立	T-CONNECT 要求	(着呼アドレス, 発呼アドレス, 優先データオプション, サービス品質, TS 利用者データ)
		T-CONNECT 指示	(着呼アドレス, 発呼アドレス, 優先データオプション, サービス品質, TS 利用者データ)
		T-CONNECT 応答	(サービス品質, 応答側アドレス, 優先データオプション, TS 利用者データ)
		T-CONNECT 確認	(サービス品質, 応答側アドレス, 優先データオプション, TS 利用者データ)
データ転送	普通データ転送	T-DATA 要求	(TS 利用者データ)
		T-DATA 指示	(TS 利用者データ)
	優先データ転送	T-EXPEDITED-DATA 要求	(TS 利用者データ)
		T-EXPEDITED-DATA 指示	(TS 利用者データ)
TC 解放	TC 解放	T-DISCONNECT 要求	(TS 利用者データ)
		T-DISCONNECT 指示	(切断理由, TS 利用者データ)

3.3 サービス品質

トランスポートサービス定義では、サービス品質を規定する QOS パラメタとして、スループット、伝送遅延、見逃し誤り率等 11 種類のパラメタを規定している。

しかし、サービス品質は、現在詳細検討中であり、その検討の終了時点で、サービス品質の規定は見直されることになっている。

3.4 サービスプリミティブ

トランスポートサービス定義で規定されているサービスプリミティブの一覧を表-1に示す。

4. コネクション型トランスポートプロトコル仕様

コネクション型トランスポートプロトコル仕様は、ISO、CCITT 双方で作成され、その内容は、適合性（コンフォーマンス）を除き、同一である。詳細規定である状態遷移表を除き、以下にその概要を示す。

4.1 クラス

トランスポート層では、TS 利用者が要求するサービス品質とネットワーク層から提供されるサービス品質の差を補うために多数のプロトコル機構がある。トランスポートプロトコル仕様では、システムの相互接続性を高め、かつ折衝の簡易化を図るため、これらのプロトコル機構を組合せて、五つのクラスを定めている。

これらのクラスは、複数の TC を一つの NC に多重化する機能と、以下のように分類されるネットワークサービスの品質に着目して定められている。

(1) 型 A

見逃し誤り率と障害通知頻度（NC の切断や NC のリセットが発生する割合）が許容できるもの。

(2) 型 B

見逃し誤り率は許容できるが、障害通知頻度は許容できないもの。

(3) 型 C

見逃し誤り率が許容できないもの。

以下に、各クラスの特徴を示す。

(1) クラス 0

クラス 0 は、多重化機能、NC の障害回復機能をもたない最も簡易なクラスで、CCITT 勧告 T.70 と同等である。

このクラスは、型 A のネットワークサービス上で用いることを想定して設計されている。

(2) クラス 1

クラス 1 は、多重化機能をもたないが、NC の障害から回復する機能をもつ。

このクラスは、型 B のネットワークサービス上で用いることを想定して設計されている。

(3) クラス 2

クラス 2 は、多重化機能をもつが、NC の障害回復機能をもたない。このクラスは、多重化機能があるため、基本としてフロー制御機能が必要であるが、フロー制御を行わないこともオプションとして認めている。多重化を行わずフロー制御のない場合の機能は、NC と独立に TC を解放する手段をもつ点がクラス 0 の機能と異なる。

このクラスは、型 A のネットワークサービス上で用いることを想定して設計されている。

(4) クラス 3

クラス 3 は、多重化機能、及び、NC の障害から回復する機能をもつ。

このクラスは、型 B のネットワークサービス上で用いることを想定して設計されている。

(5) クラス 4

クラス 4 は、トランスポートプロトコルデータ単位（以下 TPDU と略す）の紛失、重複、順序異常、データ化け等の誤りを検出し回復するための各種タイマ制御、その他の付加機能、多重化機能、及び、分流機能をもつクラスである。

このクラスは、下位層の品質が悪い場合でも信頼性の高いデータ転送を保証するため非常に重装備になっており、型 C のネットワークサービス上で用いることを想定して設計されている。

4.2 クラス選択のための折衝

クラス選択のための折衝は、コネクション確立時に行われる。起動側が CR（接続要求）TPDU で提案するクラス（一つの要望するクラスと任意個の代替クラス）を表示し、応答側が CC（接続確認）TPDU で使用するクラスを指定する。

この折衝には、以下のような特徴がある。

(1) 明示的な（代替クラスとして表示されている）代替クラス以外に、暗示的な（代替クラスとして表示されなくても選択可能な）代替クラスも折衝の対象となる。すなわち、クラス 3 またはクラス 4 が提案されれば、クラス 2 も有効な応答になる。クラス 1 が提案されれば、クラス 0 も有効な応答となる。

(2) クラス 2 を要望するクラスに指定する場合に

は、クラス1を代替クラスとして指定することはできない。また、どのクラスからもより大きい数のクラスへの折衝は許されない。

(3) クラス0を要望するクラスとする場合を除き、冗長な組合せ（例えば、要望するクラスに3を指定して代替クラスにも3を指定すること）を許している。

4.3 プロトコル機構と各クラスの手順

プロトコル機構は、TS 利用者が要求するサービス品質とネットワーク層から提供されるサービス品質の差を補うために必要な機能を実現するための機能単位であり、個別には意味がなく、それらを組合せた時に

表-2 各クラスで有効となるプロトコル機構

プロトコル機構	ク ラ ス				
	0	1	2	3	4
NC への割当て	◎	◎	◎	◎	◎
TPDU の転送	◎	◎	◎	◎	◎
分割と組立	◎	◎	◎	◎	◎
連結と分離	×	◎	◎	◎	◎
コネクションの確立	◎	◎	◎	◎	◎
コネクションの確立拒否	◎	◎	◎	◎	◎
暗黙的正常解放	◎	×	×	×	×
明示的正常解放	×	◎	◎	◎	◎
異常解放	◎	×	◎	×	×
TC と TPDU の関連付け	◎	◎	◎	◎	◎
普通フォーマットの DT TPDU の番号付け	×	◎	○ (1)	○	○
拡張フォーマットの DT TPDU の番号付け	×	×	△ (1)	△	△
優先データ転送	×	○	◎ (1)	◎	◎
障害発生後の再割当て	×	◎	×	◎	×
TPDU の到達確認までの保持	×	○	×	◎	◎
再同期	×	◎	×	◎	×
多重化と逆多重化	×	×	◎	◎	◎
フロー制御	×	×	○	◎	◎
チェックサム	×	×	×	×	○
レファレンスの凍結	×	◎	×	◎	◎
タイムアウト時の再送	×	×	×	×	◎
再順序制御	×	×	×	×	◎
NC の異常解放監視制御	×	×	×	×	◎
プロトコル誤りの扱い	◎	◎	◎	◎	◎
分流と合流	×	×	×	×	◎

◎: 必ず含まれる手順

○: 実装することは必須だがその使用について折衝可能な手順

△: 実装することは任意でありその使用について折衝可能な手順

×: 適用されない手順

(1): クラス2でフロー制御無しが選択された場合は適用されない

表-3 TPDU 一覧

	クラスへの適用				
	0	1	2	3	4
CR 接続要求	○	○	○	○	○
CC 接続確認	○	○	○	○	○
DR 切断要求	○	○	○	○	○
DC 切断確認		○	○	○	○
DT データ転送	○	○	○	○	○
ED 優先データ転送		○	NF	○	○
AK データ確認		NRC	NF	○	○
EA 優先データ確認		○	NF	○	○
RJ リジェクト		○		○	
ER TPDU 誤り	○	○	○	○	○

NF: フロー制御無しのオプションが選択された時は、使用しない。

NRC: ネットワーク層の受信確認オプションが選択された時は、使用しない。

トランスポート層の機能を実現できる。

各クラスで使用するプロトコル機構を表-2 に示し、各クラスの機能差を表す。

4.4 TPDU

TPDU は、トランスポート層で送受信されるプロトコルデータ単位である。各クラスの機能を実現するために必要な TPDU を表-3 に示す。また、サービスプリミティブと TPDU の関係を理解しやすくするため、クラス2を例としてトランスポートプロトコルのシーケンス例を図-1 に示す。

4.5 適合性

適合性とは、この規格に準拠しているか否かの判断基準を示すものであり、クラスに関する適合性の規則が、ISO 標準と CCITT 勧告で異なっている。各々の規則を以下に示す。

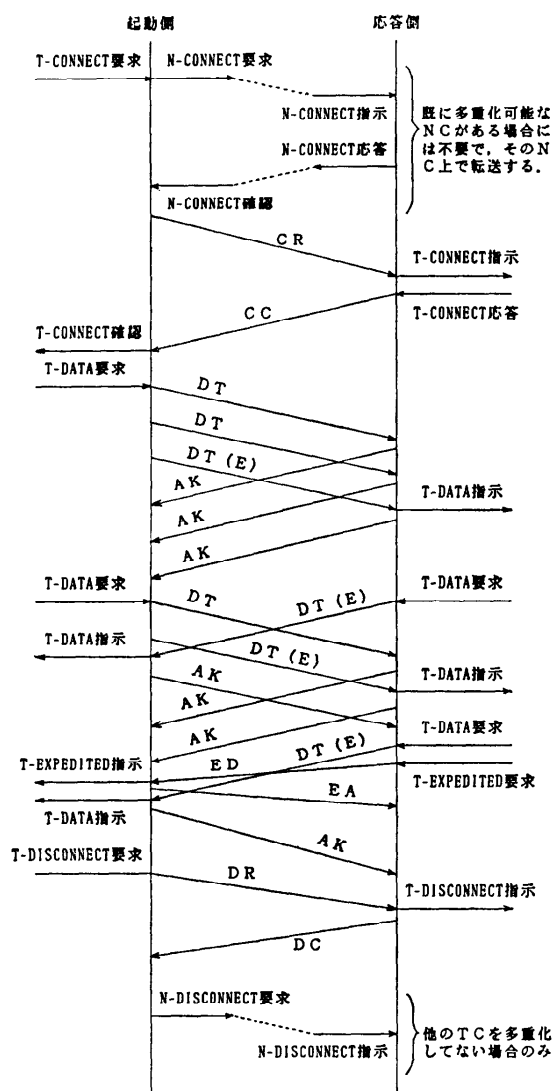
(1) ISO 8073 での規則

- クラス0ないしクラス2または両方を実装する。
- クラス3またはクラス4を実装するシステムは、クラス2を必ず実装する。
- クラス1を実装するシステムは、クラス0を必ず実装する。

(2) CCITT 勧告 X.224 での規則

- クラス0を必ず実装する。
- クラス3またはクラス4を実装するシステムは、クラス2を必ず実装する。

両者の違いは、ISO では必ずしもクラス0を実装する必要がないのに、CCITT 勧告では必ずクラス0を実装する必要がある点である。



注) (1) AK はフロー制御に使用されるもので、必ずしも DT 対応に送信する必要はない。
 (2) (E) は TSDU の終了表示を表す。

図-1 クラス 2 (フロー制御有り) のシーケンス例

5. 標準化間近なその他の規定

トランスポートプロトコルの機能向上や適用領域の拡大を目的として、トランスポートプロトコル仕様及びトランスポートサービス定義の拡張や新たな標準の作成に関する検討が ISO で続けられている。このうち 1985 年中に国際標準となる予定のものに関して、その目的と機能を以下に概説する。

5.1 ネットワークコネクション管理サブプロトコル⁹⁾

ネットワークコネクション管理サブプロトコル (以下 NCMS と略す) は、NC を効率よく使用することを目的としており、トランスポートプロトコル仕様のオプションとしての拡張である。

NCMS は以下のような機能をもつ。

(1) トランスポートプロトコル仕様では許されていない NC の応答側からの TC 確立を可能にするための機能。

(2) 障害からの回復を最適化するために、NC が再確立可能か否かの情報を NC 解放時に相手側へ伝える機能。

(3) 将来一つの NC 上で OSI トランスポートプロトコルと非 OSI プロトコルを多重化したり交互使用したりするために必要なプロトコル識別機能。

5.2 コネクションレス型のサービスとプロトコル^{7), 8)}

コネクションレス型のトランスポート層は、コネクションの確立、解放を行わず、プロトコル処理のオーバーヘッドを最小にして、データ転送を行うことを目的としている。

このデータ転送では、順序制御やデータ紛失の回復制御等は行われないため、必要があれば TS 利用者間でそれらの制御を行わなければならない。

5.3 コネクションレス型ネットワークサービスを使用するためのコネクション型トランスポートプロトコルの拡張¹⁰⁾

この拡張は、コネクションレス型のネットワークサービス上でコネクション型のトランスポートプロトコルのクラス 4 を使用できるようにすることが目的である。クラス 4 はもともと品質の悪いネットワークサービス上で用いることを想定しており、この拡張によるプロトコル機構の追加、変更のような技術的な変更は考えられていない。

6. あとがき

トランスポート層の基本仕様の標準化は終了し、実用化の段階に入っている。

トランスポート層関連の標準化活動の今後の課題は、5 章で示したようなトランスポート層の機能向上や適用領域の拡大を目的としたもの、サービス品質、

層管理等を早急に標準化し、実用に供すること、並びに、実用化段階に発生するトランスポート層関連の各種の仕様改善要求を吸収していくことである。

参 考 文 献

- 1) ISO 8072 (1984).
- 2) ISO 8073 (1984).
- 3) Recommendation X. 214 (1984).
- 4) Recommendation X. 224 (1984).
- 5) ISO 7498 (1983).
- 6) 開放型システム間相互接続の基本参照モデル JIS 原案 (1984).
- 7) Protocol for Providing the Connectionless-Mode Transport Service Utilizing the Connectionless-Mode Network Service or the Connection Oriented Network Service (1984).
- 8) Addendum to the Transport Service Definition Covering Connectionless Mode Transmission (1984).
- 9) Addendum to DIS 8073 to include a Network Connection Management Subprotocol (1984).
- 10) Addendum to ISO 8073 to Enable Class Four Operation over Connectionless Mode Network Service as Defined in DIS 8348, DAD 1 (1984).
- 11) 鈴木, 浦野: 開放型システム間相互接続 (OSI) の標準化動向, 国際通信の研究, No. 117 (1983).
- 12) 苗村, 河岡, 森野: ネットワークアーキテクチャ, 情報処理, Vol. 24, No. 10 (1983).
- 13) 日本電信電話公社: DCNA トランスポートレベルプロトコル (1983).

(昭和 59 年 11 月 16 日受付)