

## 20. IP用サブネットワーク収束機能の開発について

通信・航法・監視領域 ※板野 賢

### 1. まえがき

現在では、B-787 などATN（航空通信網）などのデータリンクに対応した航空機が導入されている。このため、地上管制施設などへのデータリンクの導入は急務となっている。しかし、ATNはネットワーク技術にOSI（開放型システム間相互接続）を用いているため、その導入にあたってはコスト面での不利がある。

一方、IPS（インターネット・プロトコル・スイート）はインターネットをはじめ広範囲に利用されているため、コスト的には有利であり技術革新も速い。このため、航空通信の基幹網としてIPS網を用い、その上でATNを導入することが考えられ、ICAO（国際民間航空機関）でもその標準化に着手し始めた。

IPS網上でATNを動作させること、言い換えればIPS網をATNのサブネットワークの一つとして利用するには、IP/SNDCF（インターネット・プロトコル用サブネットワーク依存収束機能）を開発する必要がある。本報告では、当所で行っているIP/SNDCFの開発状況と、昨年度行った評価実験について述べる。

### 2. ネットワーク層の構造とATNでの利用法

OSI第3層ネットワーク層は送信されたパケッ

トを目的の相手までに届ける働きをする層である。OSIではコネクション型とコネクションレス型のサブネットワークを取り扱うため、第3層は三つの副層に分けられている<sup>(1)</sup>。

図1は第3層の構造を示す。第3層の副層は上から、

- ・サブネットワーク独立副層
- ・サブネットワーク依存副層
- ・サブネットワークアクセス副層

と呼ばれる。以後、それぞれ独立副層、依存副層、アクセス副層と呼ぶ。

独立副層はサブネットワークに依存しない副層で、ATNでは、ここにはルーティングプロトコルのIDRP（インター・ドメイン・ルーティング・プロトコル）とES-IS（エンドシステム-中間システム）およびCLNP（コネクションレス・ネットワーク・プロトコル）が用いられる。

依存副層はサブネットワーク毎に異なる通信品質の差などを吸収するための副層である。サブネットワーク毎にそれぞれSNDCFと呼ばれる収束機能が用いられるが、その機能は用途により異なる。例えば、ATNでは地上パケット網（図1(a)）と空/地サブネットワーク（図1(c)）を用いる場合は、アクセス・プロトコルにISO8208PLP（パケット層プロトコル）を共に用いるが、収束機能

ネットワーク層	サブネットワーク独立副層	IDRP CLNP,ES-IS			
	サブネットワーク依存副層	ISO8208 SNDCF	ISO8802-2 SNDCF	ISO8208 Mobile SNDCF	IP/SNDCF
	サブネットワークアクセス副層	ISO8208 PLP (X.25)	-----	ISO8208 PLP (X.25)	IP(v4, v6)
データリンク層	LAPB	LLC MAC	LAPB	----- MAC	

(a)パケット網

(b)イーサネット

(c)空/地サブネットワーク

(d)イーサネットIPS網

図1 ネットワーク層の構造

は異なる。パケット網ではIS08208SNDCFを用いるが、空/地サブネットワークではIS08208Mobile SNDCFを用いる。IS08208Mobile SNDCFは、通信速度が限られる空/地リンクでの通信量を減らすため、CLNPヘッダの圧縮・解凍の機能を有するが、IS08208SNDCFにはそのような機能はない。

OSIでイーサネットを用いる場合は、CLNPがコネクションレスの protokol なのでアクセス・プロトコルは必要ない（図1(b)）。しかし、IPS網を用いる場合、アクセス・プロトコルとしてIP（インターネット・プロトコル）を用い、IP/SNDCFが必要になる（図1(d)）。IP/SNDCFの主な機能は、CLNP以上のOSIパケットをIP上にカプセリングしたり、NSAP（ネットワーク・サービス・アクセス・ポイント）アドレスを当該するIPアドレスにマッピングすることなどである。

### 3. 当所での開発計画

IP/SNDCFの標準化はICAO ACP（航空通信パネル）ワーキンググループNにより行われていて、当所でもその基準案に基づいてIP/SNDCFの開発を行っている。当所での開発期間は、平成17年度を初年度とする3カ年計画である。

平成17年度はIP/SNDCFの仕様決定とそのプログラム設計を行い、平成18年度に地対地ATNルータにIP/SNDCF機能を付加し、その評価実験を行

った。以降IP/SNDCF対応のATNルータをデュアルスタックATNルータと呼ぶ。

平成19年度はES（エンド・システム）にIP/SNDCF機能を付加して、総合評価を行う予定である。またFAA（連邦航空局）との間で、互換性・相互運用性の検証を行うため、国際接続実験を行う予定である。

### 4. 評価実験

試作したデュアルスタックATNルータの動作の妥当性を確認するため評価実験を行った。評価実験では、複数のデュアルスタックATNルータを各種の形態で接続し、ルータ間のBIS（境界型中間システム）接続がIPS網上で可能かどうか、また、正常にパケットの中継が行われるかなどの確認を行った。ここでは、実験の概要と結果について述べる。

図2は実験でのシステム構成の1例（パターン1）である。3つのドメインからなり、#1と#3のドメインは終端ドメイン（パケットの中継を行わないドメイン）で、#2は中継ドメイン（パケットの中継を行うドメイン）である。また、各BIS接続はIP LAN上で行っている。ATNではドメイン間の通信は必ずATNルータ経由で行われる。このため、例えばES#1からES#3に送信されるパケットは、まず、ルータ#1に送られ、次にルータ#2経由でルータ#3(IP LAN上)に送られ、最後に

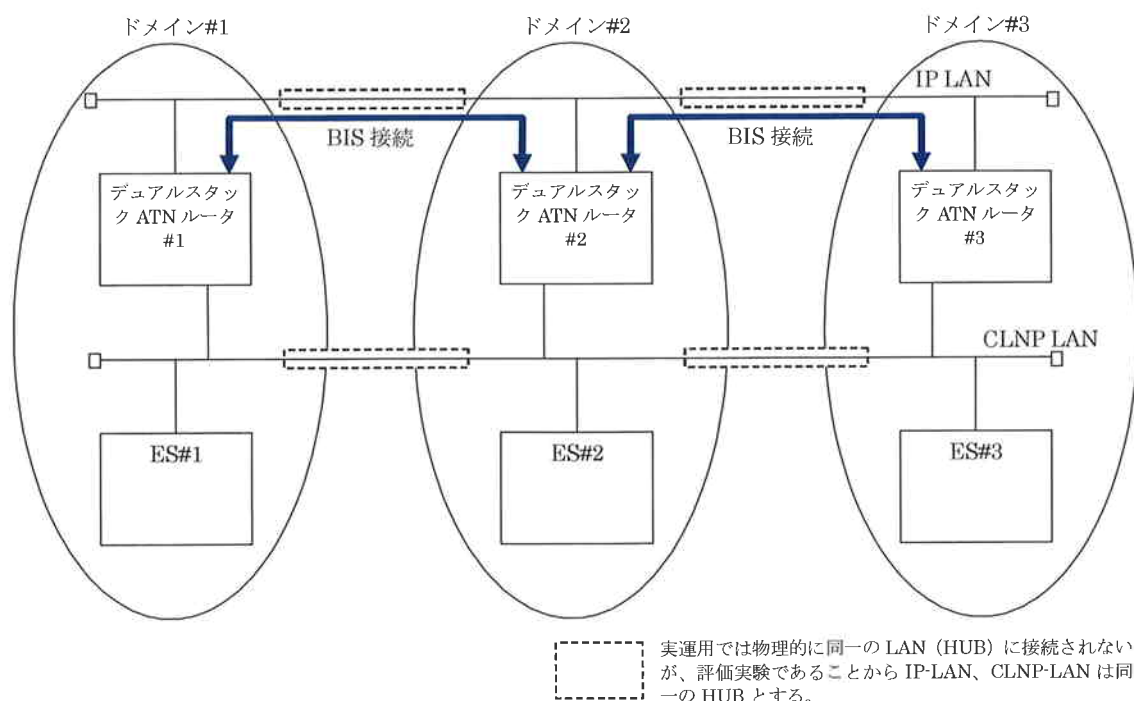


図2 システム構成パターン1

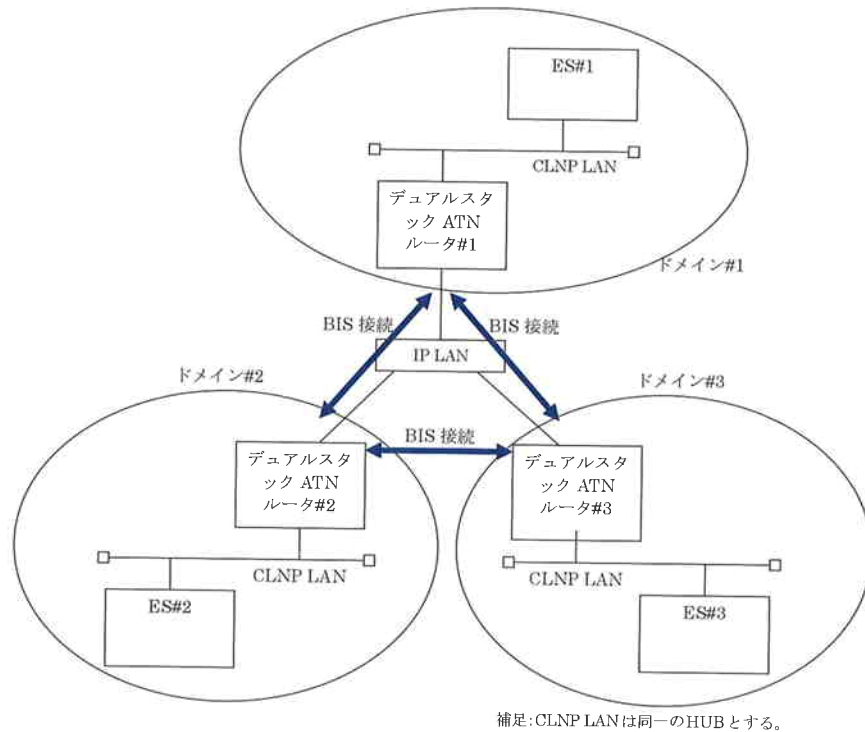


図3 システム構成パターン2

表1 評価試験項目

項番	項目	概要
1	BIS 接続	各 ATN ルータ間で BIS 接続ができることを確認した。
2	BIS 切断	各 ATN ルータ間で BIS 切断ができることを確認した。
3	ルート公開	ルート情報の公開を確認した。
4	NPDU 中継	<ul style="list-style-type: none"> <li>DT・NPDU/ERQ・NPDU の中継ができることを確認した。</li> <li>ER・NPDU 返却ができることを確認した。</li> <li>X.25、IP サブネットワークの混在環境において、正常に NPDU 中継ができることを確認した。</li> </ul>
5	マネージメントへの通知	ICMP 受信 (Destination Unreachable) による Trap 送信ができることを確認した。
6	障害～復旧	障害～復旧動作ができることを確認した。

NPDU (ネットワーク層プロトコル・データ・ユニット), DT (データ転送), ERQ (エコー要求) ER (エラー), ICMP (インターネット制御通知プロトコル)

ルータ #3 から ES#3 に送られる。

図3は別のシステム構成例 (パターン2) で、ドメインが3つとも終端ドメインの場合である。各 BIS 接続はパターン1と同じく IP LAN 上で行っている。

評価実験ではパターン1と2のシステム構成で、表1に示す試験項目をIPv4とIPv6を用いて行った。試験結果は全ての項目で良好な実験結果を得た。

図4はパターン1と同じく2つの終端ドメインと1つの中継ドメインからなるシステム構成 (パターン3) であるが、#2と#3ドメイン間の BIS 接

続はX.25を用いている。また#1と#2のドメイン間の BIS 接続には IP サブネットワークを用いるが、2台の PC を介し、デュアルスタック ATN ルータと PC 間はイーサネット LAN で接続し、PC 間は X.21 インターフェースで接続してデータリンク層プロトコルには PPP (ポイント・ツー・ポイント・プロトコル) を用いている。

図5はパターン3のシステム構成でのプロトコル・スタックを示す。

評価実験では、パターン3のシステム構成でも表1の試験項目について IPv4 を用いて実験を行い、全ての項目で良好な実験結果を得た。但し、

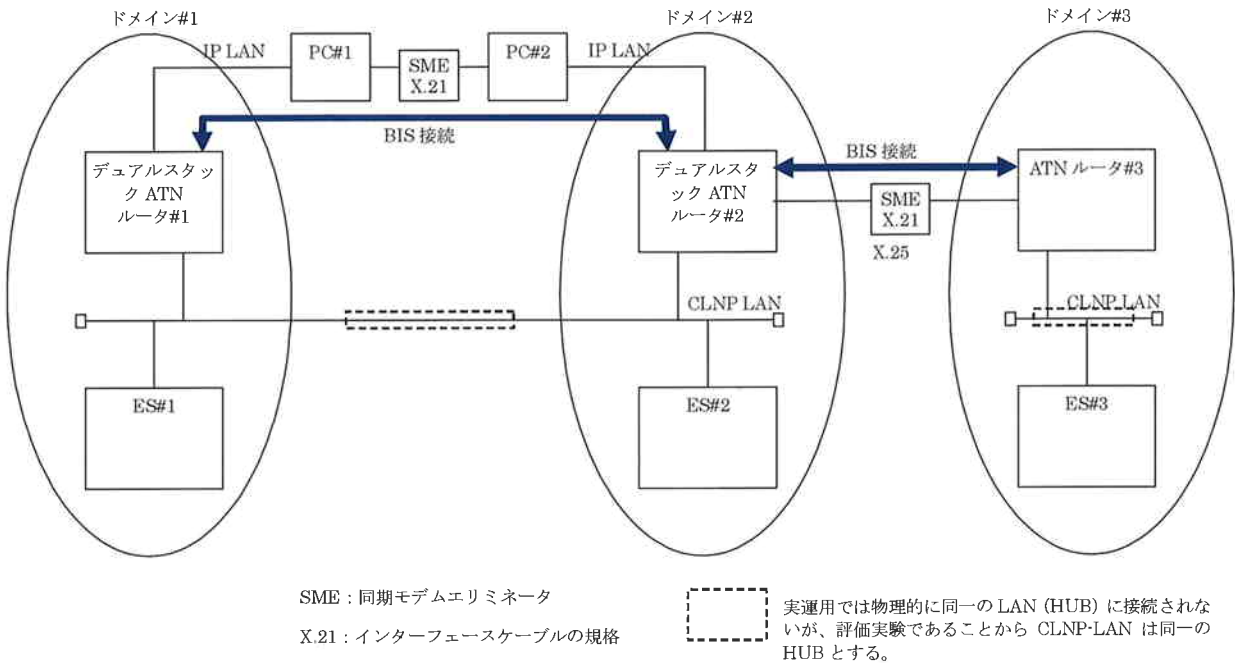


図4 システム構成パターン3

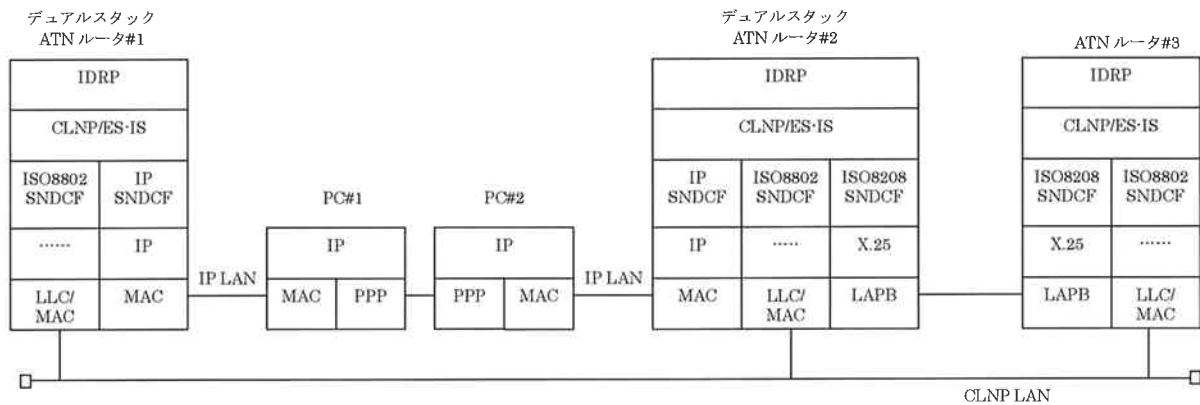


図5 システム構成パターン3のプロトコル・スタック（但しESは省く）

実験で用いたPPPがIPv6には対応していないため、IPv6での実験は実施しなかった。

5. まとめ

ATNをIPS網で動作させるため、IP/SNDCFの開発を行い、地対地ATNルータに実装して評価実験を行った。実験結果は良好であり、IPv4およびIPv6共に全ての実験項目で良好な結果を得た。

本年度はESにIP/SNDCFを実装し、総合的な評価実験を行う。また、国際間での相互運用性・互換性の確認のため、FAAと当所間で接続実験を行う予定である。

参考文献

(1) M. T. ローズ：“実践的OSI論”，トッパン，ISBN4-8101-8500-1，1991.