III. 設備ならびに技術適用の事例

解説

第1章 衛星回線を利用した業務システム

キーワード

VSAT システム, TDMA 方式, TDM 方式, トランスパアレント, 再送率

今堀 健司

北海道電力株式会社

1. はじめに

当社、配電・資材部門の情報処理システム再構築にあたり、民間の JCSAT 衛星を使用した北海道衛星通信網の VSAT システム (Very Small Aperture Terminal System) を平成 3 年 10 月に導入し、衛星通信の特徴を生かしたオンラインシステムを実用化した。

2. VSAT システム導入の背景

北海道は日本の国土面積のうちの約 22% (8 万 3,400 平方 km) を占めている一方、全人口は約 4.6% (564 万人) と人口密度は全国都道府県中最低であり、この傾向は、昭和 60 年をピークに益々減少を辿っている。さらに、北海道内 212 市町村のうちの 70% が、過疎地域に指定されるなど、日本でも特殊な地理的条件を抱え、冬季間においては

さらに厳しい自然環境にある。当社は、このような地域で電気事業を実施しており、事業所は北海道全体に約 160 箇所 (支店 10 箇所、営業所 36 箇所、離島 5 箇所など) 程度散在している。このため、広いエリアを結ぶ通信ネットワークと、それを基盤とした情報処理システムが大きな役割を果たしている。従来、ネットワークは地上系の光ファイバ、マイクロ回線によるものが主流であったが、離島や遠隔地などの場合、地上系の回線より経済的に優位で、信頼性も高い衛星回線を利用した VSAT システムを、当社事業所 9 箇所、関連会社 35 箇所の計 44 箇所 (平成 5 年 10 月現在 48 箇所に拡大) に導入した。

3. 衛星回線を適用している業務システムの概要

3.1 配電工事管理システム

・お客さまからの電気使用申込から送電に至るまでの工

図1 業務システム列 (営業 HHT システム)

Information Systems of Electric Power Companies.

III. Examples of Facilities and Technologies.

Chap. 1 Business System Which Uses Satellite Communications.

By Kenji Imahori (Hokkaido Electric Power Co., Inc.)

程情報一元管理を行う。

- ・電気使用申込に関わる、配電工事設計・材料払い出し・工事検収・竣工処理までをオンライン端末機（以下端末）から行う。
- ・工事会社端末とホスト間のデータ連係、及びCAD設計を行うための設備データ転送をファイル転送にて行う。

3.2 資材新配給システム

工事会社倉庫における以下の業務を実施する。

- ・受払、残高管理データの検索、出力
- ・倉出、倉入指示データの検索、出力
- ・倉出、倉入結果データの入力

3.3 営業HHT(Hand Held Terminal)システム

- ・図1に示すとおり、料金調定システムから検針の対象となるお客さま情報を抽出した後、札幌ホスト計算機および全道4箇所分散ホストコンピュータから端末を経由してRAMカードへデータの書き込みを行い、HHTによる検針作業実施後の結果データを分散ホストコンピュータへ送信し、料金調定システムへ連係させるシステムである。

4. 衛星通信の特徴

衛星通信に利用される静止衛星は、高度36,000kmの赤道上空に位置しているため、地上系の通信とは異なる様々な特徴がある。

な特徴がある。

(1).長所

a. 広域同報性

衛星のサービスエリア内であれば、どこでも信号の送受信が可能であるため、多地点に対し同一情報を一斉に伝送することが可能である。

b. 回線設定の容易性

地球局を設置するだけで直ちに回線を構成できる。

c. 高信頼性

衛星を中継するので、地上系に比較すると地上災害（台風、地震など）の影響を受けにくい。

d. マルチアクセス性

衛星上の同一チャネルに対して、どの地球局からでもアクセスできる。

(2).短所

a. 伝送遅延

信号が地球局と静止衛星間を往復することから、約0.25秒の伝送遅延が生じる。このためリアル処理においてはレスポンスの低下となる。

5. VSATシステムの概要

5.1 ネットワーク構成

当社のネットワークは、図2に示すとおり札幌ホスト計算機を中心として全道4箇所（旭川、釧路、苫小牧、函

図2 ネットワーク構成図

館)の分散ホスト計算機を地上系の回線で結んでおり、さらに札幌ホスト計算機と VSAT 制御地球局 (以下センタ局または HUB 局) を接続の上、VSAT 地球局 (以下 VSAT 局) も組み込んでいる。このネットワーク上でのデータの流れについて、天売営業所の端末から入力されたトランザクションの動きを例にとり図示する。

5.2 ハードウェア構成

札幌にセンター局を、また離島および遠隔地の事業所に VSAT 局を設置した。図 3 にハードウェア構成を、また地球局の諸元を次表に示す。

	センター局	VSAT 局
アンテナ直系	7 m	1.8 m
自動追尾	あり	なし
データ系送信出力	125 w×2	4 w

5.3 通信プロトコル

本 VSAT システムを導入するにあたり、エミュレータ (プロトコル変換ソフトウェア) が BSC 手順を採用している関係から、プロトコル透過 (末端と末端で同一プロトコルとすること) を前提条件に進めた結果、地上系で使用している端末プロトコルをそのまま VSAT システム側に渡し通信することとした。

5.4 技術的諸元

(1). 送受信周波数…Ku バンド 14/12 GHZ 帯

衛星通信に使用される周波数帯は、6/4 GHZ 帯の C バンド、30/20 GHZ 帯の Ka バンド、そして Ku バンドがあるが、C バンドについてはマイクロ回線との干渉があること、また Ka バンドについては、降雨減衰の影響等から、下表のとおり国内衛星通信事業者 (第一種) の保有する通信衛星のほとんどが、Ku バンドを使用している。

事業者	バンド	トランスポンダ数	備考
日本サテライトシステムズ (JSAT)	Ku	32 本	稼働中
宇宙通信 (SCC)	Ku	23	稼働中
	Ka	3	
日本電信電話 (NTT)	Ku	8	1995 年 打ち上げ予定
	Ka	11	
	C	6	

(2). 情報速度…端末系 9.6 KBPS , 衛星系 (上り及び下り) 64 KBPS

(3). インターフェイス…V.24

(4). 伝送方式…上り TDMA 4 波, 下り TDM 1 波

伝送方式の概念図を図 4 に示す。上り回線 (VSAT 局からセンタ局向け) については、TDMA (時分割多元接続) 方式を採用している。これは、同一搬送波を複数の VSAT 局で共用する方式である。VSAT 局からの送信は搬送波の共用

図 3 ハードウェア構成図

図4 伝送方式概念図

による衝突を出来るだけ避けるため、ランダムアクセス（アロファ）方式の一つであるスロットテッドアロファ方式を採用している。端末の使用形態はリアル処理、ファイル転送及び両者の混用があるが、出来るだけトラフィックが集中しないよう、リアル処理頻度の大小、ファイル転送の有無により4グループに分け、それぞれに搬送波を割り当てている（計4波）。なお、ファイル転送有りの局及びリアル処理頻度の大きい局のグループは、ランダム割り当て（RA）方式を、リアル処理頻度の小さい局のグループは固定割り当て（PA）方式を、さらにグループによっては、RA方式とPA方式を混用しているものもある。

ファイル転送であるが、1ブロックが2640バイトの長い電文長であり、1ブロックをVSAT局側から送りだし終えるまで20パケット必要となる。したがって固定割り当て方式を採用した場合、タイムスロットが該当局に割りあたるまでのタイムロスが多く非効率的であるので、RA方式を採用している。

一方、下り回線（センタ局からVSAT局向け）は、TDM（時分割多重接続）方式を採用し、搬送波として1波を割り当てているが、上り回線ほど複雑な制御は不要である。しかし今後、ホストから端末へのファイル転送が増加する場合は、トラフィック量を十分監視し適切な搬送波数を検討していく必要がある。

- (5). プロトコル…BSC トランスペアレント方式
- (6). 回線品質 …10⁻⁶以下
- (7). 再送率 …10%以下

たまたま同時に複数のVSAT局から通信衛星へ信号が上がった場合、衛星通信回線上で信号の衝突が発生し信号が消滅する。このためVSAT局から再度信号を送出することになるが、これを再送と呼んでいる。再送はレスポンス等に直接影響を与えるため、できる限り少ないほうが望ましく、当社においては10%以下とすることを基準としている。図5

単位：局数

図5 再送率状況

図6 下り回線送信パケット数実測結果

は、各VSAT局の平成5年10月13日から18日までの6日間に亘る再送の発生状況をグラフ化したものであり、この期間では3局が基準値を超過した。再送率を基準値内に抑えるために、一定期間における再送率の変化を把握し、TDMA1波あたりの割り当て局数の調整、タイムスロットの割り当て方法（固定、ランダム）変更等の対策を実施している。

6. 衛星回線上のトラフィック量について

下り回線送信パケット数の実測結果（平成5年5月31日測定）を図6に示す。この図によると、ホストからのポーリングによるパケットが15パケット/秒発生しており、さらに衛星通信網内の応答（ACK）パケットもほぼ同数発生している。残りのパケットが、本来のデータによるもので、午前9時ごろと夕方4時ごろピークが発生している。端末とIDU（In Door Unit）間はBSC手順であるため、IDU内で衛星通信網内のパケットに変換しているが、データ量の少ないポーリングに対しても1パケットを占有すること、また通信回線の稼働実績などでカウントするパケット数においても、セレクトイング等の制御電文が含まれていることなどから、実業務のデータ量を把握するのは難しいが、遠隔事業所及び、工事会社の業務特性・業務量から見て、総合的なトラフィック量は少ないといえる。

7. 導入時のトラブルおよび対策

(1). ハードウェア障害

導入後2〜3ヶ月間は、センタ局・VSAT局のIDU障害などのハードウェア障害が発生し、不安定な状態であったが、徐々に対策を完了し現在は安定して稼働している。

(2). レスポンスの低下

BSC手順を使用しているため、端末からの応答回数が多く、衛星通信回線上での衝突が発生してレスポンスが低下していた。この対策としては、ホスト計算機のポーリング間隔を延ばすと共に、上り回線の搬送波を増波するなどの対策を図った。

8. VSAT システムの総合評価

北海道の地域性、及び気象条件を考慮した上で、衛星回線を利用することは十分メリットがあり、信頼できるシステムである。しかし、衛星回線によるリアル処理のユーザー事例が乏しく、また導入初期にはハードウェア障害も発生し苦労した。画面のテキストサイズが大きければ大きいほど伝送時間に影響し、全体的レスポンスを悪くする要因を作るため、会話形式のシステム構築にはシンプルな画面設計が必須であり、さらに業務システムを開発する側では、衛星回線を使用する前提でシステム開発していくことが必

要である。また、衛星回線に適したプロトコル(HDLC)を使用することにより、再送率を下げレスポンスを速くすることが今後の課題といえるが、総合的にはレスポンスの若干の遅さを除けば、オンライン業務をする上での支障はない。

9. VSAT システムの将来

今回のVSATシステム導入は、通信コストに対する定量的な検討の結果採用したものであるが、今後導入するうえでは衛星通信の長所を十分発揮でき、かつコスト的に見合うネットワークの構築が必要と思われる。当社としても今後、衛星通信に最も適切な分野の中から、ニーズ把握とアプリケーション開発を図り、衛星通信ネットワークの一層の充実を図っていきたい。(平成5年12月21日受付)

今堀 健 司 (非会員) 昭和29年6月22日生まれ。昭和48年北海道電力㈱入社 配電部門を担当。昭和59年2月から情報処理関係業務に従事。