

双方向VSAT/ソフトウェアの開発

KDDI株式会社 衛星通信システム部 河合 宣行、平林 立彦

1. はじめに

KDDIでは、小型・安価で高速なデータ伝送を可能とするKu帯VSAT (Very Small Aperture Terminal)を用いた双方向IP伝送サービス「KDDI スカイキャスト」を1999年10月より提供している。KDDI スカイキャストは、衛星通信の特徴である広域性や同報性を活かしたサービスであり、併せて双方向衛星通信との親和性の高いマルチメディアアプリケーションソフトウェアを提供している。本稿では、KDDI スカイキャストのシステム概要とアプリケーションソフトウェアについて紹介する。

2. KDDI スカイキャスト・システムの概要

KDDI スカイキャスト・システムは、図1に示すとおり、衛星、ハブ地球局 (KDDI 施設内に設置) およびVSAT (お客様宅内に設置) から構成されるスター型衛星通信システムである。VSATの小型化、国内マイクロ回線からの干渉回避等の理由から、Kuバンド (送信:14GHz、受信:12GHz)の周波数帯域を利用している。

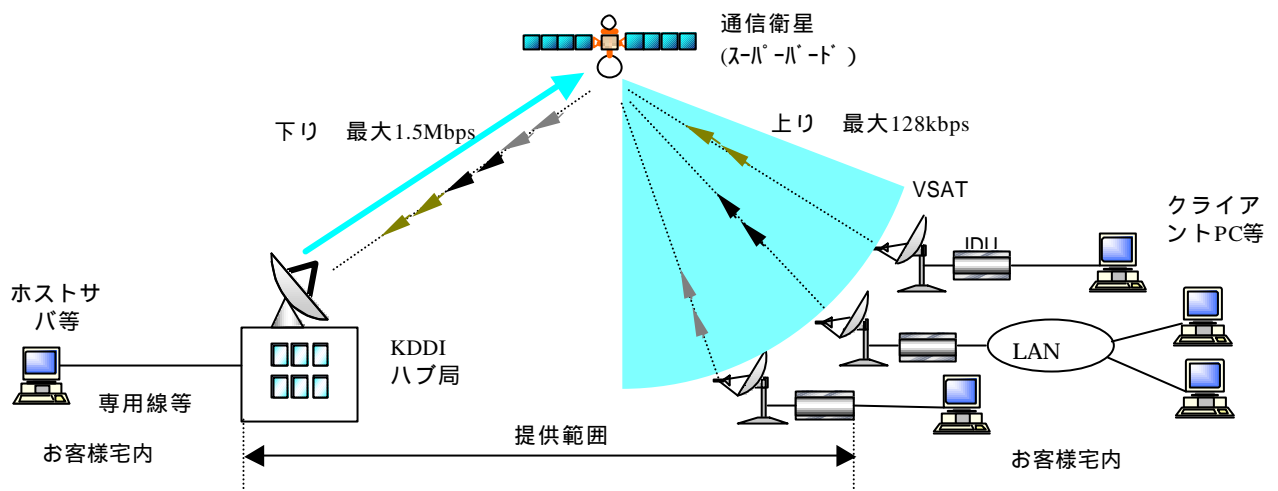


図1 KDDI スカイキャストシステム構成図

2.1 設備概要

(1) 衛星

日本全国をくまなくカバーし、優れた送受信性能を有する宇宙通信のスーパーバード衛星を使用している。

(2) ハブ地球局

ハブ地球局は、KDDI 大手町ビル、KDDI 那覇ビルの2箇所に設置され、ハブ地球局付近の豪雨等による回線断を回避するため、サイトダイバーシティ構成をとっている。ハブ地球局は、アンテナ/無線装置、変復調・衛星回線のアクセス制御・プロトコル変換等を行う回線制御装置、地上側の回線（専用線、FWA、ハウジング設備とのLAN接続等）との接続を行う地上網インタフェース装置およびシステム全体の監視制御を行う監視制御装置から構成される。

(3) VSAT

VSAT は、アンテナ（直径 75cm オフセットパラボラ）、送信増幅装置（出力 1W）および低雑音周波数変換装置から成る屋外ユニット(ODU: Out Door Unit)、および屋内ユニット(IDU: In Door Unit)から構成され、IDU~ODU 間は送受 2 本の同軸ケーブルで接続される。VSAT はハブ地球局の監視制御装置により遠隔で集中制御が可能である。図 2 に VSAT の概観図を示す。



図 2 VSAT 概観図

2.2 伝送方式概要

(1) 衛星アクセス方式

衛星回線は、下り回線（ハブ局 VSAT）と複数の上り回線（VSAT ハブ局）の組合せにより構成される。下り回線は、複数の VSAT 宛の IP パケットを多重する TDM 方式（最大情報レート: 1.5Mbps）上り回線は、複数 VSAT からの多重アクセスを行うオンデマンド TDMA 方式（最大情報レート: 128kbps）を採用している。上り回線では、複数の周波数の利用、VSAT から送信すべきパケットがある時だけに信号を送出するアクティベーション技術の採用により回線利用効率を高めている。また、下り回線は、CS デジタル放送等

で使われている DVB(Digital Video Broadcasting)標準フォーマットで IP パケットを伝送する IP over DVB 方式を採用した高速受信ユニットを VSAT 側に付加することにより、30Mbps 程度まで高速化することができる。

(2) プロトコル・スループット

衛星区間では、データリンクレイヤおよびネットワークレイヤに独自の伝送プロトコルを採用しているが、エンド～エンドではユニキャストおよびマルチキャストによる IP パケットの透過的な伝送を保証している。衛星データリンクレイヤでは衝突 / 輻輳制御、再送処理などの衛星区間における高信頼度のデータ伝送に関する処理、衛星ネットワークレイヤでは IP パケットフラグメント処理、TCP コネクション制御などの衛星区間における IP パケットの伝送に関する処理を行っている。

また、TCP 伝送においては、伝搬遅延により送信側スライディングウィンドウが上限に達してスループットが低下する衛星回線特有の現象を防ぐため、ハブ地球局に設置したゲートウェイ装置から擬似的に送達確認 (ACK) 信号を返送して送信側からのパケットの送出しを促進させる TCP スプーフィングと呼ばれるプロトコル上の補償を行い、1セッションあたり 500kbps ~ 1Mbps のスループットを実現するよう設計されている。

(3) ネットワーク機能

単一の衛星回線 (下り回線 + 複数の上り回線) を複数の VSAT グループで共有した場合にグループ間での通信の排他性を確保するグルーピング機能、VSAT 側で衛星受信信号が劣化した場合に自動的に電話網・ISDN 網を経由してバックアップ回線を設定するダイアルバックアップ機能、ストリーミング等特定アプリケーションの帯域保証、帯域制限、優先度制御等を行う帯域制御機能等のネットワーク機能を有している。

3. アプリケーション

KDDI スカイキャストでは、双方向衛星システムとの親和性の高いアプリケーションとして、送達確認機能付きマルチキャスト配信システム(Skycast-FTP)および多地点間双方向遠隔講演・会議システム(Skycast-Lesson)を付带的に提供している。

3.1 Skycast-FTP

サーバ/クライアントによる送達確認 / 再送機能付 (リライアブル) マルチキャストファイル配信アプリケーションで、送信クライアントが配信サーバへコンテンツをアップロードするとともに、配信メンバー・配信時刻等の配信条件を指定すると、配信サーバ (ハブ局内に設置) が自動的に受信クライアント (通常 VSAT 拠点に設置) に対してリライアブルな同報配信を行う。

Skycast-FTP では、VSAT 送信機能を利用することで、従来の片方向衛星システムによる多地点への同報配信 (上り回線には電話網等の地上回線を利用) と比較して、送達確認時間の短縮化、通信費用の削減 (上り地上回線の通信料が不要) を実現している。また、Skycast-FTP では、配信グループ構成・グループメンバーおよび配信コンテンツの登録・変更、同報配信における受信メンバーごとの個別受信状況の確認等が容易に行えるほか、

他のアプリケーションソフトからのデータ受渡しを容易にするための外部フォルダの更新による自動アップロード機能等を提供している。図3に Skycast-FTP の GUI (Graphical User Interface) を示す。



図3 Skycast-FTP の GUI 表示例

Skycast-FTP は、図4に示すように、リンクワールド社が提供する印刷・デザイン業界向け ASP 事業のコンテンツ高速配信用インフラとして活発に利用されている。印刷工場は都市中心部から遠隔して立地し地上系的高速インフラが利用しにくいこと、即時的な配信を要する印刷用コンテンツは高速な回線を必要とするものの、個々の配信は長時間回線を保留しないので多数のユーザが高速回線をシェアできること等から、印刷・デザイン業界向けの通信は、衛星の利用に適している。

3.2 Skycast-Lesson

スカイキャスト・システムの双方向性を活かし、衛星経由の遠隔講演・会議等に必要な機能を提供するサーバ/クライアント型アプリケーションである。クライアントは、ハブ局に専用線等で接続する拠点（本社・研修スタジオ等）に設置する講演者クライアントおよび VSAT 拠点（支社・営業所・教室等）に設置する出席者クライアントに分かれる。本アプリケーションでは、KDDI 研究所が開発した MPEG-4 リアルタイムソフトウェアコーデックにより、講演者 出席者は約 500kbps のフルモーション動画を、出席者 講演者は約 100kbps の低レート動画を提供している。講演者側からの動画（書画カメラによる高精細な静止画、VTR などの外部ビデオソースへの切替も可能）はリアルタイムマルチキャストで全出席者に送信される一方、出席者からの発言要求に基づいて、講演者が多数の出席者の中から映像を送信する出席者を選択することにより、上り衛星回線をタイムシェアリ

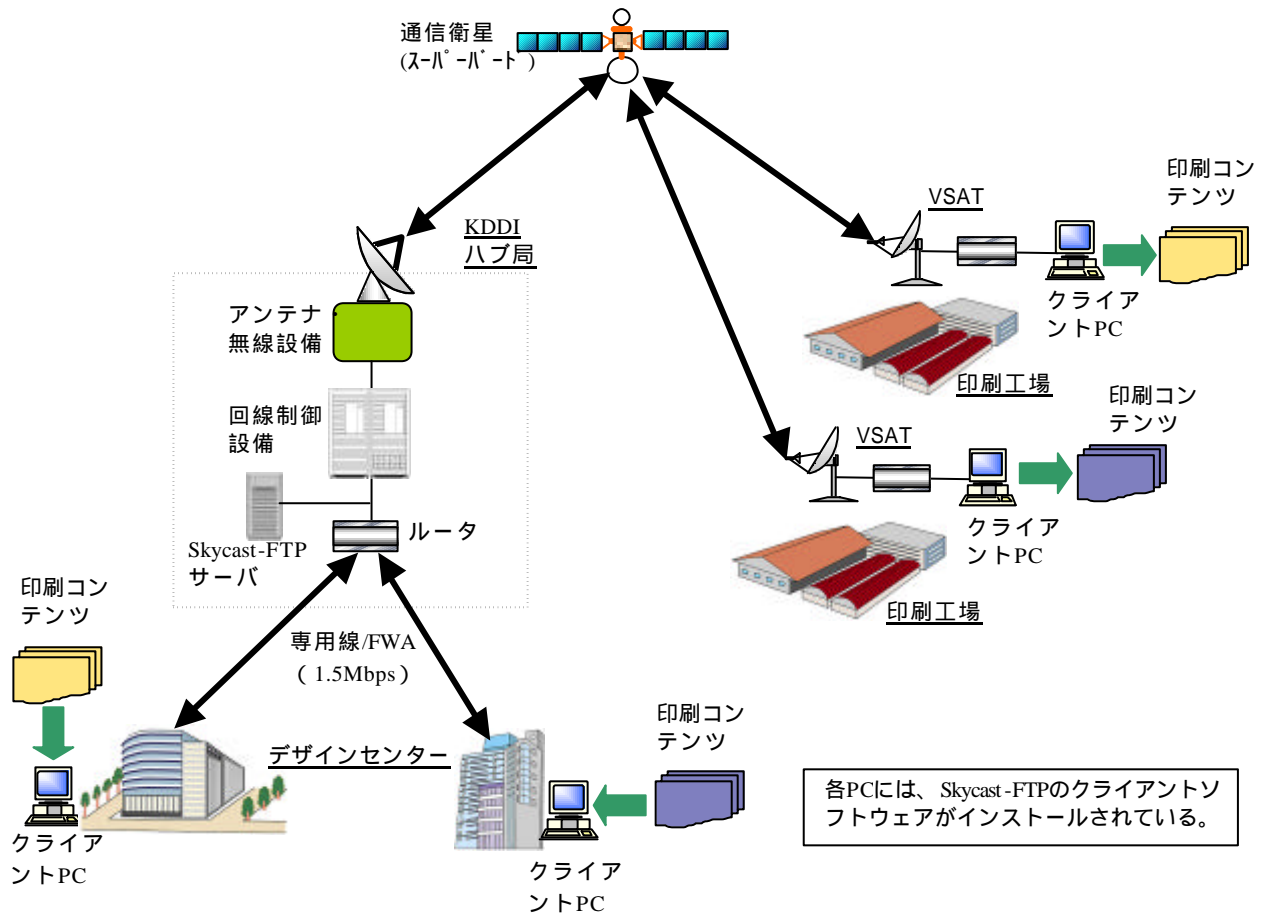


図4 リンクワールド社のシステム構成例

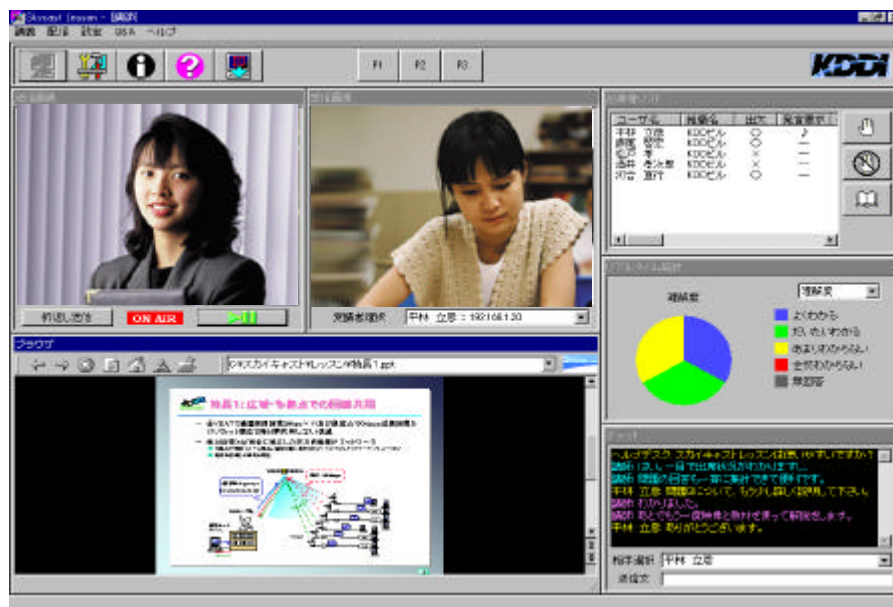


図5 Skycast-Lesson の GUI 表示例

ングで有効に共用して、講演・会議を進めることができる。

また、予めマルチキャスト配信した電子資料ファイルの講演者側からの同期制御（パワーポイント資料のスクロール、ページめくり等）、出席状況の確認、全出席者間のテキストベースのチャット、ヘルプデスク機能等、遠隔講演・会議等に必要となる多彩な機能を提供している。図5に Skycast-Lesson の GUI を示す。

4 . まとめ

KDDI スカイキャストのシステム概要およびアプリケーションの紹介を行った。わが国では、欧米などに比べて VSAT を使った衛星通信システムの普及がやや遅れている感があるが、本稿で紹介したリライアブル同報配信や講演・会議システムは、衛星通信のもつ 同報性（＝マルチキャストを容易に実現できるトポロジー）、広域性（＝1ホップでエンドユーザまで到達できる性質）などの優れた特徴を利用したものであり、今後幅広い分野での利用を期待したい。また、衛星通信を今後のブロードバンドネットワーク用のインフラとして利用するためには、飛躍的な回線速度の向上や VSAT の小型化をもたらす次世代衛星通信プラットフォームの開発とともに、効率的な配信技術（キャッシュサーバとの組合せ等）、高速化技術（TCP スプーフィング技術の高度化等）、帯域制御技術等の技術の開発を進めていくことが必要と考えられる。

以 上