

スーパーハイビジョン放送の実現をめざした 21 GHz 帯衛星伝送技術

NHK 放送技術研究所

1 はじめに

ポストハイビジョンとして期待される、走査線数 4000 本を超えるスーパーハイビジョンは、映像が極めて高精細度であることに加えて、視聴者に圧倒的な高臨場感と没入感を与えることができます。このスーパーハイビジョンを伝送するためには、広帯域で大容量の伝送路が必要です。NHK 放送技術研究所では現在、この新しい伝送路の有力な候補として、21 GHz 帯衛星放送を検討しています。ここではその研究内容の概要を紹介いたします。

2 スーパーハイビジョン伝送が期待できる 21 GHz 帯衛星放送

スーパーハイビジョン信号のデジタル圧縮符号化については、48 Gbps の伝送速度が必要となるが、デジタル圧縮技術により、その伝送速度は 200~400 Mbps 程度にまでなると予想されています。

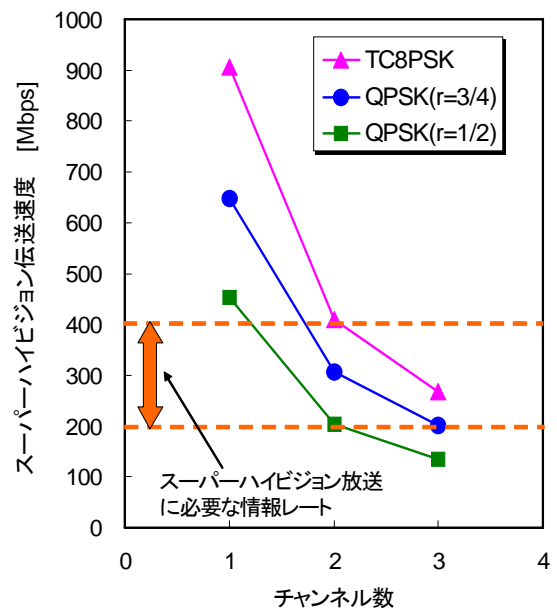
現行の衛星デジタル放送が行われている 12 GHz 帯では、1 チャンネルあたりの最大伝送速度は約 52 Mbps であるため、12 GHz 帯では、スーパーハイビジョン放送を実現することができず、スーパーハイビジョンの放送を行うためには新しい伝送路の開拓が必要です。

日本では、国連の専門機関である国際電気通信連合 (ITU) の取り決めにより、21GHz 帯衛星放送として 21.4 GHz から 22.0 GHz の計 600 MHz の周波数帯域が衛星放送用として利用可能であり、スーパーハイビジョン放送のための伝送路として期待できます。

21 GHz 帯衛星放送でスーパーハイビジョン放送を想定した場合の、変調方式と伝送速度とチャンネル数の関係を 1 図に示します。変調方式には、従来から用いられている代表的なものを想定しました。この図から伝送速度が 200~400 Mbps 程度まで圧縮することが出来れば、2 あるいは 3 チャンネル分のスーパーハイビジョンの伝送が可能になることがわかります。

スーパーハイビジョンの衛星放送を実現する際に必要な検討課題についてまとめたものを 1 表に示します。高速なスーパーハイビジョンの信号を 21 GHz 帯で衛星伝送するためには、降雨減衰に対して所要送信電力などの衛星回線条件を設定し、効率良く放送サービス時間率を向上させると共に、大容量の記憶媒体を利用して、番組信号の送り方を工夫することも必要です。

21 GHz 帯の降雨減衰量は 12 GHz 帯の降雨減衰量と比較して dB 値で約 3 倍近くも大きくなり、大



1 図 チャンネル数と伝送レートの関係

大きな降雨減衰の発生する頻度が大幅に増大します。大きな降雨減衰が発生すると、衛星放送受信機で番組の受信が出来なくなります。現行のBSデジタル放送では、家庭で標準的に利用されている45cmの受信アンテナを用いた場合、12GHz帯で約5dBを超える降雨減衰が発生するとハイビジョン放送受信に影響が発生します。ITU-R勧告のP.618-8の降雨減衰推定法を用いて、年間時間率0.01%の1分間降雨強度値を52.5mm/hと想定した場合、ハイビジョン放送受信に影響する降雨減衰の発生時間は、1年間の間に約3時間程度と推定されるのに対し、21GHz帯ではその10倍以上の約35時間と推定されます。このように、21GHz帯衛星放送の実現のためには降雨減衰対策が重要です。

表1 21GHz帯衛星放送の検討課題

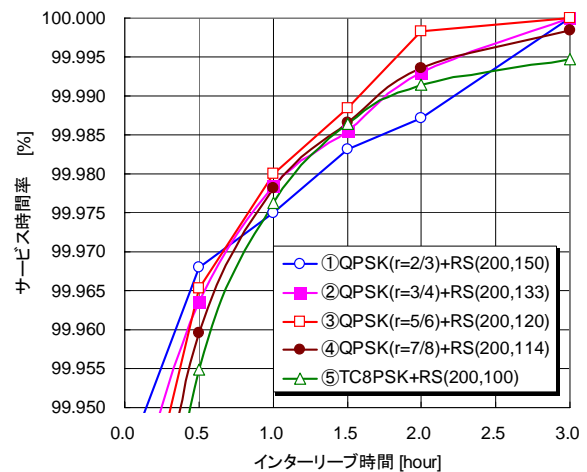
	伝送技術	概要、課題、パラメータ例
伝送技術①	情報源符号化	(1) スーパーハイビジョン信号の高圧縮化 (200-400Mbps)
伝送技術②	伝送路符号化	(1) 多重化 (2) 変調方式 (QPSK, 8PSK 等) (3) 誤り訂正方式 (RS、畳み込み、トレリスコード、ターボ積符号) (4) インターリーブ (5) 蓄積受信放送用伝送方式
伝送技術③	放送衛星	(1) フェーズドアレイアンテナ (2) 中継器 (熱処理、モジュール化) (3) 増幅器の低コスト化 (4) 増力ビーム形成制御情報の生成 (5) 衛星間の周波数共用 (6) 不要発射の抑制 (電波天文保護) (7) サービス時間率 (現行BSデジタル放送と同等を目標) (8) 予測雨量からの降雨減衰量推定 (9) 降雨減衰時間変化のモデル化
伝送技術④	受信機	(1) 広帯域受信機 (帯域200-300MHz程度) (2) 蓄積型受信機 (大容量蓄積デバイス搭載) (3) 低雑音化 (NF 1.5以下) (4) スーパーハイビジョン用ディスプレイ
伝送技術④	受信機	(1) 広帯域受信機 (帯域200-300MHz程度) (2) 蓄積型受信機 (大容量蓄積デバイス搭載) (3) 低雑音化 (NF 1.5以下) (4) スーパーハイビジョン用ディスプレイ

3 降雨減衰補償技術

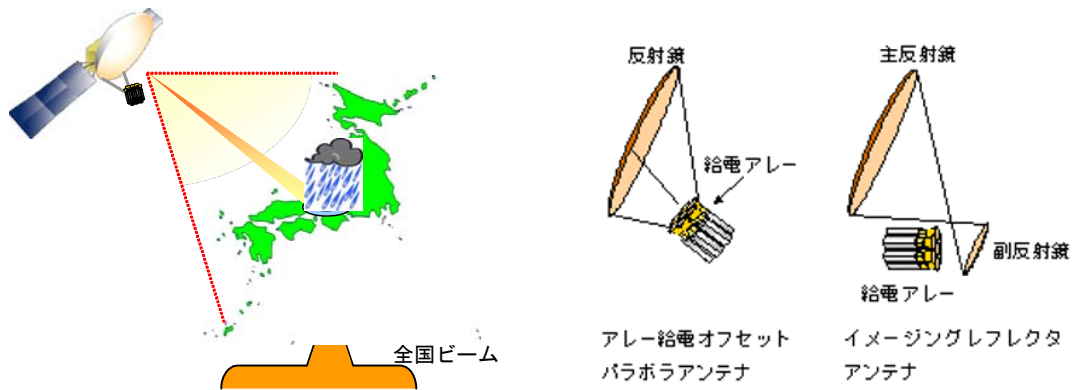
3.1 大容量蓄積装置を利用する長周期インターリーブ伝送

激しい降雨は短時間に散発的に発生するという特徴を持っていることから、番組データを時間的に拡散して伝送・蓄積し、後でデータの欠落や誤りを補正する長周期インターリーブ伝送方式は、降雨減衰補償技術の一つとして有望です。ただし、この方式は蓄積動作が必要になるため、非リアルタイム視聴の放送となります。

東京の3年分の降雨減衰データを用いて評価した、長周期インターリーブ伝送による放送サービス時間率の改善効果を2図に示します。実現しようとする時間率に対してインターリーブ時間と変調方式、誤り訂正方式の組み合わせが存在します。例えば変調方式に内符号畳み込み率5/6のQPSK変調方式(QPSK(r=5/6))、誤り訂正符号に符号長200、情報長120のリードソロモン符号(RS(200,120))を組み合わせると、1.6時間のインターリーブ時間に対して99.99%の時間率を達成できることがわかります。これらの方式を効率良く適用するためには、降雨減衰時系列の特徴を十分に解析し、ある閾値を超える降雨減衰事象の継続時間や、その発生確率等を把握する必要があります。



2図 各変調方式と誤り訂正方式の組み合わせにおけるインターリーブ時間とサービス時間率の関係

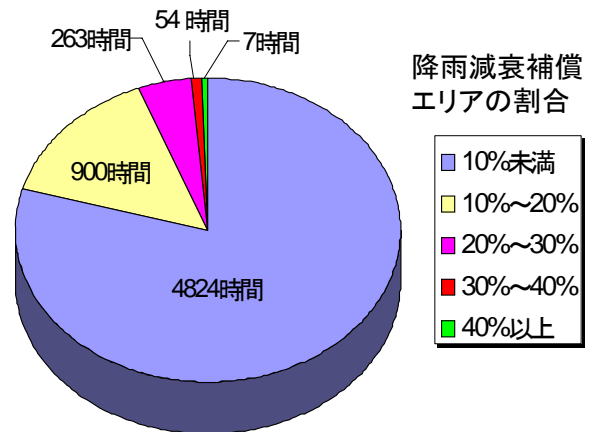


3 図 可変ビームパターン放送衛星システムのイメージと大型フェーズドアレーアンテナ方式

3.2 可変ビームパターン

放送衛星は、通常全国一律にカバーすることを前提として設計されているため、降雨減衰に対して送信電力を単に上げて電力的に補償すると、中継器を含め、衛星規模が増大するので現実的ではありません。NHK 放送技術研究所では、効率的に降雨減衰を補償する技術として、強い雨域が局所的に発生することに注目して、フェーズドアレー給電反射鏡アンテナを用いた可変ビームパターン放送衛星システムの研究を行っています。3 図に大型反射鏡を用いたフェーズドアレー給電反射鏡アンテナを搭載した可変ビームパターン衛星システムのイメージ図を示します。フェーズドアレー給電反射鏡アンテナは、大型反射鏡と、複数の小型 TWT を束ねた給電アレーから構成されており、個々の小型 TWT の出力の位相と振幅を調整し、それぞれの出力を空間合成することで、放送サービスエリアをほぼ均一にカバーしながら、強い雨が降っている地域への放射電力を局所的に増力することができます。

4 図に、放送衛星のサービスエリアに対する降雨減衰補償が必要な雨域エリアの割合と、その年間平均発生時間を示します。調査には 1979 年から 1998 年の過去 20 年間のアメダス 1 時間雨量を用いました。サービスエリアを 112 個の正方格子で分割し、電力制御の要否を判定して面積比率を求めています。ここでは、3 mm を越える 1 時間雨量となった雨域を降雨減衰補償の対象としました。1 時間雨量 3 mm の平均的な降雨減衰量は、21 GHz 帯で約 3.5 dB であり、3 mm 以下の雨域は晴天時の送信電力マージンでカバーできると想定しています。図から補償が必要な降雨減衰発生時間の 8 割の時間では、補償対象のエリアは全サービスエリアの 10%に満たないことがわかります。これは、局所的な送信電力の増力が降雨減衰対策の一つとして有効なことを示しています。



4 図 サービスエリアに対する降雨減衰補償エリアの割合とその発生時間の関係

5. 結び

広帯域で大容量伝送路が必要なスーパーハイビジョン放送の実現が期待できる 21 GHz 帯衛星放送について紹介し、スーパーハイビジョンの伝送速度を 200 Mbps 程度にまで圧縮できれば最大 3 チャンネル程度のスーパーハイビジョン放送が期待できることを示しました。さらに 21 GHz 帯衛星放送実現のためには、降雨減衰対策が重要課題であることを示し、その対策としてフェーズドアレー給電反射鏡アンテナを用いた可変ビームパターン放送衛星システム、長周期インターリーブ伝送方式を紹介しました。今後は、可変ビームパターン放送衛星システムに必要となる降雨減衰補償用電力の推定手法として、気象庁の短時間降雨予報値等を利用する手法について検討を進めていきます。また、長周期インターリーブ伝送方式の評価に必要な降雨減衰時系列モデルの検討も行っていく予定です。