タを使用し、迫力ある映像をデモすることができ、ソウル市民の関心を集めた。

3. む す び

「ソウル・オリンピックの開・閉会式をハイビジョンの生放送で伝えることができないか。」この課題をもって韓国側と第1回目の折衝をもったのが昨年の9月。それから1年、日韓双方の努力が実って、17日間にわたるハイビジョンによるオリンピック放送・展示は無事終了。評価も高いようであり、また、今後のハイビジョンの普及と発展に大きい一歩を進めたと確信している。

今回の放送にあたり、韓国側に多大の協力を頂いたこと、郵政省・KDDをはじめ国内の関係機関に協力および支援を頂いたことに深く感謝いたします。

(昭和63年11月1日受付)

【参 考 文 献】

- 1) Ninomiya, Ohtsuka, Gohshi, Iwadate: "Concept of the MUSE System and Its Protocol", NHK Laboratories Note, Serial No. 348 (July, 1987)
- 2) Oyamada, Maeda, Utsumi: "FDM Optical Fiber Transmission for HDTV in Broadcasting Station", NHK Laboratories Note, Serial No. 345 (Apr., 1987)
- 3) 二宮: "衛星を使うハイビジョン放送の伝送方式 MUSE", 日経エレクトロニクス, 433(1987. 11. 2)

- 4) 前田, 小山田, 内海, 森井: "高品位 TV 局内 FM 多重光伝送", 信学論誌, J69-B, 9(Sep., 1986)

おやまだ きみゆき
小山田 公之 昭和52年、東京大学工学部電気工学科卒業、57年、NHKに入局。放送技術研究所に勤務し、現在に至る。光ファイバおよび光伝送システムの研究開発に従事。工学博士。正会員。

おの まさお
大野 政夫 昭和42年、富山県立大沢野工業高校卒業。45年、千代田テレビ技術学校電子工学科卒業。同年、NHKに入局。現在に至る。VTR編集等に従事。正会員。

たなか ひろまさ
田中 宏昌 昭和56年、東京大学大学院修士課程修了。同年、NHKに入局。秋田放送局、技術本部計画部を経て、現在、技術局システム技術部に勤務。衛星放送施設関係の業務に従事。正会員。

まつもと むつお
松本 睦雄 昭和53年、早稲田大学理工学部電子通信学科卒業。同年、NHKに入局。大阪放送局技術現業部に配属。58年、技術本部番組施設部に移り、以来、スタジオ設備、ハイビジョン設備の開発に従事。

6-3 放送時間帯以外の展示会場へのプログラム伝送

進 藤 秀 一†

1. ま え が き

日本電信電話株式会社(略称 NTT)は、ソウル・オリンピック期間を含む9月17日から10月3日の期間、ハイビジョン推進協議会に協力し、ソウル・オリンピックプロジェクト委員会の下で、通信衛星、地上無線システム、光ファイバシステムなどの通信ネットワークを用いたハイビジョン伝送を行った。これは、郵政省のハイビジョンネットワーク実験プロジェクト委員会、第一作業部会による実験の意味を持ったもの

である。

通信衛星「さくら3号a(CS-3a)」を用いたシステムでは、地上可搬無線と組合せて、東京(NHK放送センター)から全国7都市(札幌、仙台、金沢、名古屋、大阪、広島、大分)にアナログMUSE信号を伝送した。一方、光ファイバでは東京都内での伝送を行った。NHK放送センタからMUSE信号を3会場にアナログ伝送し、銀座ソニービルから高能率符号化したハイビジョン信号をディジタル100 Mb/sでJR東京駅に伝送した。全体の伝送形態を図1に示す。

2. 無線系を使用した伝送システム

2.1 ねらい

CS-3aの準ミリ波帯(Kaバンド:30/20GHz帯)

テレビジョン学会誌 Vol. 43, No. 2 (1989)

† NTT 技術企画本部

"6-3 Hi-vision Video Program Delivery via Communication Satellite and Optical Fiber Transmission System" by Shuichi Sindo (NTT Engineering Strategy Planning Headquarters, Tokyo)

図 1 ソウル・オリンピック時のハイビジョン伝送形態

表 1 衛星通信方式回線主要諸元

衛星	CS-3a
衛星軌道位置	132°E
周波数帯	30 GHz帯 (上り) 20 GHz帯 (下り)
地球局アンテナ有効直径	11.5 mφ (送・受信)
伝送信号	MUSE
変調方式	FM
伝送帯域幅	27 MHz
地球局送信電力	100 W
地球局EIRP	115.6 dBm
上り伝搬損失	-213.5 dB
衛星G/T	4.9 dB/K
衛星送信電力	10 W
衛星EIRP	78.9 dBm
下り伝搬損失	-210 dB
地球局G/T	40.5 dB/K
総合C/N ₀	103.6 dB
総合C/N 計算値	29.3 dB
実測値	28.6 dB

表 2 可搬無線装置主要諸元

無線周波数帯	10.7~11.78 GHz
周波数配置	スロット周波数配置
使用偏波	40 MHz間隔異偏波 80 MHz間隔同一偏波
無線チャンネル数	3 RFチャンネル/ルート
伝送容量	FDM-FM 2,700 ch/SYS CTV 1 ch/SYS PCM 960 ch/SYS
送信出力	22.5 dBm (178 mW)
受信方式	ヘテロダイン方式
標準受信入力	-44 dBm
最大受信入力	-23 dBm
AGC範囲	-24~-70 dBm
雑音指数	10 dB以下
中継方式	IF中継方式
スケルチレベル	-75 dBm±1 dB
使用アンテナ	中継基地局 1.8 m 移動局 1.2 m
電源	DC 21 V

を用いて、全国にポイント・ツー・マルチポイントのハイビジョン映像同時伝送を行い、技術検証を行うことを目的として実施した。

2.2 システム構成

(1) 適用した無線方式

小特集 □ ソウル・オリンピック

現在、容易に全国的な展開ができるハイビジョン伝送形態としては、衛星通信方式と地上マイクロ波方式によるアナログ伝送、およびそれらの組合せが考えられる。

今回の伝送では表 1 の方式諸元により実施した。ま

た、地上マイクロ波方式も広帯域アナログ伝送に適しており、衛星回線を挟んだ複数リンクという条件下でのハイビジョン信号伝送の技術検証のちょうど良い機会となった。プログラム送出局（NHK 放送センタ：渋谷）から CS 送信地球局（新宿ネットワークセンター）へのエントランス回線と、全国 7 ヲ所の CS 受信地球局から各会場までの足廻り回線を、11 GHz 帯の可搬無線方式による臨時回線で作成した。その主要諸元を表 2 に示す。

（2）回線構成

回線全体構成は図 1 に示したが、可搬無線のリンクは場所によって異なる。NHK から新宿の送信地球局までは、可搬無線 2 リンクで、全国各地の受信地球局から各会場への端末回線は、可搬無線 1 ～ 3 リンクで結んでいる。

（3）インタフェース条件

入力信号としては、NHK からの受けであるが、放送衛星用 IF 周波数が可搬無線機と同じ 140 MHz で、伝送帯域も同じ 27 MHz、周波数偏移も同一であることから、放送衛星用変調装置 (MOD) 出力信号がそのまま適用可能であった。すなわち、入力のインタフェースとしては MUSE 信号で変調された 140 MHz 帯 IF 信号とした。

会場への渡しとなる出力信号は、MUSE デコーダ入力となるべきベースバンド信号なので、可搬無線方式で使用している FM 復調装置 (DEM) をそのまま使用した。

（4）ハイビジョン伝送のためのハード上の措置

基本的には、ここで適用した衛星通信方式、可搬無線方式とも仕様変更は不要であるが、MUSE 信号を通すに当たって、軽微ではあるが以下の措置を施した。

- ① 受信地球局における周波数変換装置の追加
衛星系と可搬無線系とを IF 接続するため、衛星受信地球局に周波数変換装置（入力信号周波数 1.7 GHz 帯、出力周波数 140 MHz）を追加した。
- ② IF ケーブル等化装置の追加
各会場の屋上に設置する可搬無線機と、MUSE デコーダの近くに設置する FM 復調器との間は、かなりの距離になることから、この間の同軸ケーブルの損失および周波数特性を補償する等化装置を追加した。

2.3 結 果

通信衛星と可搬無線 4 リンクで、 C/N は約 28 dB であり、計算値とほぼ一致した結果を得、十分な特性

であることが確認できた。期間中、特段の問題もなく、また、映像の品質劣化も認められず、通信衛星と地上無線回線によるハイビジョンのアナログ伝送が充分実用的であることが確認された。

3. 光ファイバを使用した伝送システム

3.1 アナログ伝送

光ファイバケーブルを用いる映像伝送方式は、大きく分けてアナログ伝送方式とデジタル伝送方式があるが、そのうちアナログ伝送方式としては、直接 IM 方式、PFM-IM 方式、SWFM-IM 方式等がある。さらに、各方式に対して、適用する波長に応じて短波長方式および長波長方式がある。

今回は MUSE 信号を、NHK 放送センタから都内会場に伝送するのに SWFM-IM 方式を採用した。これは、正弦波 FM 信号をスライスした形状の方形波 FM 信号である。その特徴は、レーザダイオード (LD) を用いるためシングルモードファイバへの適用が容易であること、直接 IM 方式に比べて広帯域利得が稼げること、ファイバの帯域制限の影響を受けにくいこと、ベースバンド成分がないため受信系回路が簡単化できること等である。

今回開発した光ファイバによる MUSE 信号伝送装置の主要諸元を表 3 に示す。本方式による伝送結果は良好であり、今後 MUSE 信号の分配のための足廻り回線に有効に活用できることが確認できた。ちなみに、図 1 では途中の電話局は省略している。

3.2 デジタル伝送

映像を光ファイバで長距離伝送するには、画質の劣化が少ないデジタル伝送が不可欠となる。NTT ではこれまで高品質・高能率符号化技術の研究を進めてきており、このたび、実際の伝送路に適用できる 100 Mb/s 符号化技術を実現した。今回の伝送実験において、総合的な機能、特性の確認を実施した。

表 3 光ファイバによる MUSE 信号伝送装置諸元

入力信号	MUSE ベースバンド信号
変調方式	SWFM-IM
ケーブル	シングルモード (SM) 光ファイバ
発光素子	レーザダイオード (LD)
受光素子	アバランシェフォトダイオード (APD)
波 長	1.3 μm
中継距離	20 km
周波数特性	振幅偏差 $\pm 0.5 \text{ dB}$ 以内 群遅延偏差 5 ns _{p-p} 以下
伝送品質	無評価 S/N 43 dB 以上 周期性雑音 46 dB 以上 ハム雑音 46 dB 以上

図 2 100 Mb/s ハイビジョン符号化装置の構成

表 4 100 Mb/s HDTV符号化装置主要諸元

入出力HDTV信号 および信号帯域 標準化周波数	Y: 20 MHz, P_R : 7 MHz, P_B : 7 MHz Y: 44.55 MHz, P_R : 14.85 MHz, P_B : 14.85 MHz
予測方式	外挿・内挿予測: フレーム間外挿予測 (画素単位適 フィールド内外挿予測 応切換え) フィールド内内挿予測
量子化特性	8種類, バッファメモリ占有状態により 制御
可変長符号	1-12 ビット
符号誤り対策	(255, 239) BCH符号
オーディオ符号化	CCITT J. 41 準拠 信号帯域: 15 kHz, サンプリング: 32kHz 符号化則: 14-11b A-law 瞬時圧伸 ビットレート: 384 kb/s/ch, チャンネル数: 4 ch
データチャンネル	64 kb/s 1ch
伝送ビットレート	97.728 Mb/s (PCM 4次群レート)

(1) 構成と特徴

本方式の構成を図2に、主要諸元を表4に示す。特徴点は以下の通りである。

- ① 符号化アルゴリズムとして、外挿・内挿予測符号化と呼ぶ方式を採用して、高速サンプリングに伴う符号化処理時間の問題を解決すると共に、符号化効率を向上させた。また、時空間適応前処理により視覚的に解像度を低下させることなく雑音除去を行い、符号化効率の向上を図った。

② 時間的動作が不規則な可変長符号化・復号化部とバッファメモリに対して、並列処理を可能とする新しい構成法を採用し、TTL素子によるハードウェアの実現を可能にした。

③ ハイビジョンの放送分配品質(輝度: 20 MHz, 色差: 7 MHz)を維持したままで、1/6の高効率符号化を達成し、動きによる劣化がほとんどない高画品質を実現した。

(2) 伝送実験

本技術を実際の光ファイバ伝送路(F-100 M)に適用して、ハイビジョンの100 Mb/s デジタル伝送を行った。光ファイバはシングルモード、波長1.3 μ mである。原画像(約600 Mb/s相当)と比べて、解像度、S/N、その他においてもほとんど劣化のない高品質な画像を4chのオーディオ(4×384 kb/s)と共に100 Mb/sで伝送できることが確認できた。

今回の試作装置は各種のパラメータ可変の機能を持たせた実験装置である。今後、装置の小型・経済化を図っていく予定である。

4. む す び

今回、19日間の長期間にわたる実際の通信ネットワークを利用した伝送実験で、通信衛星、地上無線等の無線系システムでも、光ファイバによるシステムでも、特段の問題もなくそれぞれのシステムの特徴を生かしたハイビジョン伝送を行うことができ、所期の特性を確認できた。これらの結果が、今後のハイビジョンのいっそうの発展に資することを確認し、通信の立場からお手伝いできればと願っている。

(昭和63年11月2日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 工藤, 貝塚, 徳永, 久保田, 岩館, 菅並: “CS-2等を用いたハイビジョン(MUSE)信号伝送実験”, 昭63信学秋季全大
- 2) 八島, 沢田: “HDTV信号のフレーム内/フレーム間適応外挿内挿予測符号化”, 信学論, J70-B, 1, pp.99-104 (Jan., 1987)
- 3) “1125/60 高精細度テレビジョン方式スタジオ規格”, “放送技術開発協議会規格BTA-S 001”, 放送技術開発協議会 (Aug., 1988)

しんどう しゅういち
進藤 秀一 昭和46年、東北大学修士課程終了。同年、NTTに入社。現在、NTT技術企画本部技術企画部担当部長。この間、無線通信、移動通信、衛星通信の各方式の研究開発に従事。工学博士。