

13GHz 帯を活用した複数放送波同時伝送実証実験報告

湯澤 正和¹ 大森 昭² 木村 亮一³ 日比 学⁴

1 エヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会社事業開発本部 〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町 2-31-1

2 古河電気工業株式会社ブロードバンドシステム部 〒254-0016 神奈川県平塚市東八幡 5-1-9

3,4 京セラコミュニケーションシステム株式会社研究部 〒600-8008 京都府京都市下京区四条烏丸東入長刀鉾町 22

E-mail: 1 yuzawa@hqt.nttinf.co.jp, 2 ohmori.akira@furukawa.co.jp,
3 masanori-kitahara@kccs.co.jp, 4 gaku-hibi@kccs.co.jp

あらまし 地上デジタル放送の難視聴解消を目的とした送信所間マイクロ無線伝送路として、13GHz 帯を活用した複数波同時伝送の実験を北海道で実施。結果報告と光ファイバとの融合による伝送路構築モデルの紹介。

キーワード SHF, TTL, 地上デジタル放送, 13GHz, ギャップフィラー, マイクロ波, 複数波, OFDM

Field Trial Report for 13GHz multi channel transmitted link

Masakazu YUZAWA¹ Akira OHMORI² Ryoichi KIMURA³ Gaku HIBI⁴

1 : New Business Group, NTT InfraNet Corporation 2-31-1 Hama-cho Nihonbashi, Chuo-ku, Tokyo, 103-0007

2 : Broadband System Division, Furukawa Electric Corporation 5-1-9 Higashiyawata Hiratsukashi, Kanagawa, 254-0016

3 : R&D Division, Kyocera Communication Systems Corporation 22 Naginataboko-cho, Shijokarasuma, Kyoto, 600-8008

E-mail: 1 yuzawa@hqt.nttinf.co.jp, 2 ohmori.akira@furukawa.co.jp,
3 ryoichi-kimura@kccs.co.jp, 4 gaku-hibi@kccs.co.jp

Abstract Field Trial report for 13GHz multichannel transmitted link. The transmission line model introduction by optical fiber and radio convergence.

Keyword SHF, TTL, Digital Broadcast, 13GHz, Gap Filler, Microwave, Multi Channel, OFDM

1. はじめに

2011年7月の地上デジタル放送完全移行に向け、各放送事業者は、デジタル局の建設を急ピッチで進めている。しかしながら、中山間部や島嶼部など地理的あるいは経済的な面から地上デジタル放送の難視聴が散在する現状がある。

放送番組の伝送を行うにあたっては、UHF帯を使用する放送波中継方式とマイクロ波帯を使用する無線回線(STL/TTL)方式が存在する。

STL/TTLについては、各々の放送事業者が独立したSHF波帯チャンネルを使用し放送番組を伝送している為、事業者数相当の伝送設備が必要となっている。対し、中継局や中継放送局は、視聴者の利便、設置場所確保等の理由により、共同建設で置局する場合が大多数であり、無線伝送ルートもほぼ同一となっている。

今後、地上デジタル放送難視聴解消を目的とした中継局の早期整備にあたっては、STL/TTL伝送設備の共有による高効率な整備投資が必要となってきている。

こうしたなか、平成19年度には、電波産業会において「放送事業用SHF帯周波数の高密度利用技術に係

る調査検討」が実施され、SHF帯複数波同時伝送方式の技術基準が検討された。

このような背景の中、NTTインフラネット株式会社、古河電気工業株式会社、京セラコミュニケーションシステム株式会社の3社は、北海道在局民間放送5社の協力のもと、13GHz帯を使用した複数波同時伝送の実証実験を実施した。

2. 実証実験方法

図1に実証実験時の構成図を記す。受信点で受信したUHF帯地上デジタル放送5波を増幅器、周波数変換器を経由し、屋外型の送信装置に入力し、13GHz帯で約6.9kmを伝送した。送信装置の前段に設置した増幅器は、受信信号を13GHz帯送信装置の入力電力に合わせるために使用した。また、今回使用した13GHz帯伝送設備は、入力されたUHF帯信号を任意の発振器により13GHz帯にアップコンバートし伝送する仕組みであり、マイクロ波伝送後の地上デジタル放送送信設備で送信するUHF帯チャンネルにあったチャンネルに変更する為、周波数変換器を設置した。

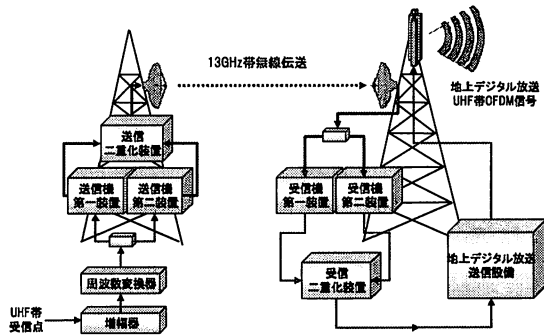


図 1 実証実験構成

周波数変更前後チャンネル表を以下に記す。

	変換前チャンネル		変換後チャンネル		13GHz 帯 [GHz]
	CH	周波数	CH	周波数	
A	26	551	14	479	12.965
B	22	527	19	509	12.995
C	31	581	21	521	13.007
D	20	515	23	533	13.019
E	33	593	25	545	13.031

13GHz 帯送信装置、受信装置は、ホットスタンバイによる冗長化構成を施しており、送信二重化装置、受信二重化装置で系統の選択を行った。



図 2 送信設備の写真

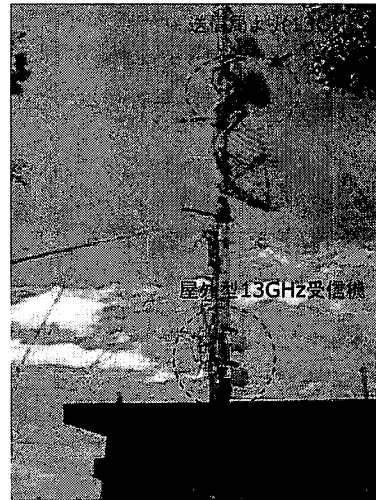


図 3 受信設備の写真

3. 13GHz 無線伝送設備の概要

実証実験で使用した 13GHz 帯無線伝送装置の諸元を以下に記す。実験では、パイロット信号によって周波数補正と AGC 制御を行った。

表 1 13GHz 帯送信装置諸元

入力周波数	470 ~ 710 MHz
出力周波数	12.956 ~ 13.196 GHz
パイロット信号周波数	13.199486 GHz
出力電力	14.5dBm/ch (5ch 伝送時)
周波数応答	±1.5dB (240MHz 幅において) ±0.5dB (各 5.6MHz 幅において)
消費電力	最大 160W
環境特性	-40 ~ +50℃
寸法	495mm×343mm×257mm
重量	約 22kg

表 2 13GHz 帯受信装置諸元

入力周波数	12.956 ~ 13.196 GHz
出力周波数	470 ~ 710 MHz
パイロット信号周波数	13.199486 GHz
周波数安定度	±1.5kHz (パイロット信号同期)
雑音指数	最大 5dB
周波数応答	±1.5dB (240MHz 幅において) ±0.5dB (各 5.6MHz 幅において)
消費電力	最大 75W
環境特性	-40 ~ +50℃
寸法	495mm×343mm×257mm
重量	約 21kg

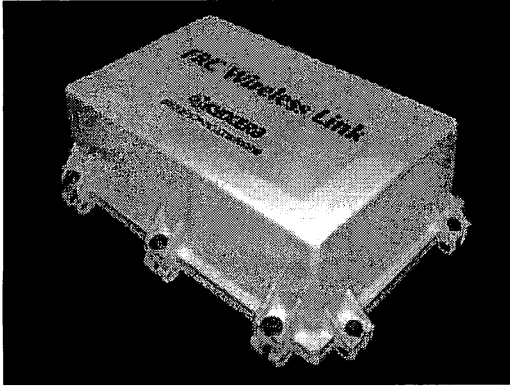


図 4 無線装置概観写真

4. 回線設計

本実験対象となる伝送区間における回線設計を下表に記す。伝送距離は 6.9km、1 分間雨量累計分布の 0.0075%値は、電波法関係審査基準より抜粋し、1.1mm/min とし、目標とする伝送品質は CNR=30dB とした。

表 3 回線設計

項目	値	備考
使用周波数	13GHz	
伝送路距離	6.9km	
1 分間雨量累計分布の 0.0075%値	1.1mm/min	電波法関係審査基準より
空中線電力	140.92mW	
送信チャンネル数	5	
チャンネル帯域幅	5.6MHz	
チャンネル当たりの送信電力	14.5dBm	
給電線損失(送信)	2.3dB	
送信アンテナ利得	39.0dBi	1.2m φ パラボラアンテナ
自由空間損失	131.49dB	
受信アンテナ利得	39.0dB	1.2m φ パラボラアンテナ
給電線損失(受信)	1.8dB	
その他損失	3.4dB	
チャンネル当たりの受信電力	-46.5dBm	
受信機熱雑音指数	5.0dB	
受信雑音電力	-101.5dBm	
Link Total CNR	55.0dB	
降雨減衰量	24.9dB	
降雨時 Link Total CNR	30.1dB	
回線稼働率	99.999%	年間不稼働時間：5.3 分

5. 実証実験結果

以下に 13GHz 無線伝送前後の MER(ALL Layer)の計測結果を記す。

表 4 伝送前後の MER

	無線伝送前(dB)	無線伝送後(dB)
チャンネル A	43.3	41.5
チャンネル B	44.9	42.5
チャンネル C	38.3	37.0
チャンネル D	44.4	42.3
チャンネル E	40.9	39.1

MER は、伝送前が約 44dB、伝送後は約 42dB となり、大きく信号の品質を下げることなく伝送できる結果が得られた。チャンネル C、E に関しては、アナログ放送との混信の傾向があり、全体的に低い MER 値となっている。

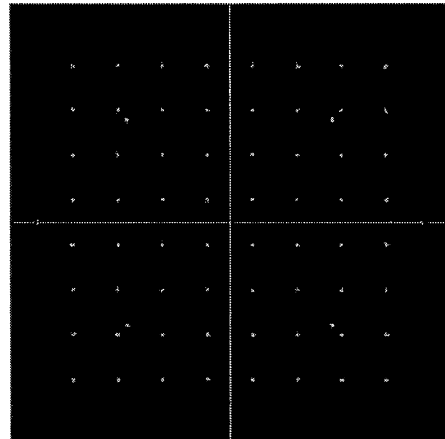


図 5 MER コンスタレーション(ch.B)

図 6に 13GHz 無線区間の周波数偏差の時間推移を記す。実験開始からの周波数偏差の変動は、受信機 PLL 回路内の基準周波数発振器のエージング特性によるものであるが、実験機間を通して±150Hz 以内に収まっている。

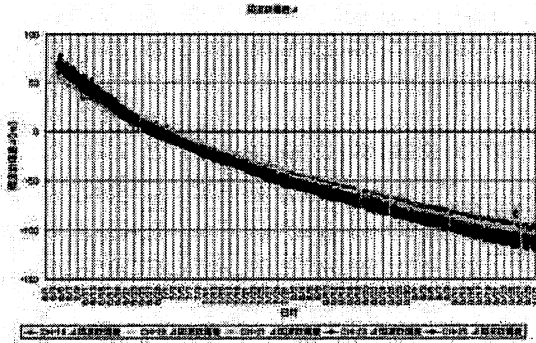


図 6 無線区間周波数偏差の時間推移

5.1. 13GHz 帯降雨特性

図 7に ITU-R P838 から算出される本実験環境 (1 分間降雨量 1.1mm、伝送距離 6.9km) に相当する 13GHz 帯の降雨減衰量から算出される受信機出力レベルと実験で取得した受信機出力レベルの降雨量相関グラフを記す。

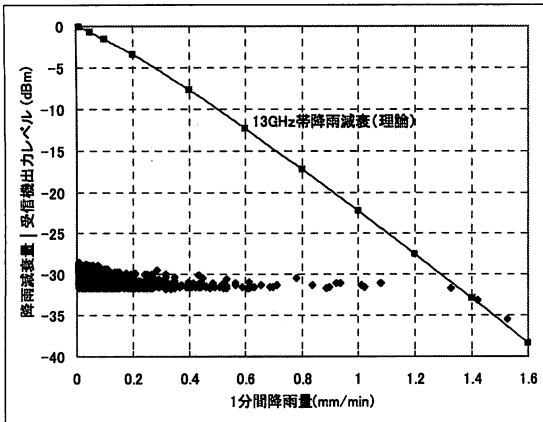


図 7 13GHz 降雨特性

受信機出力は、マイクロ波帯 AGC 装置、UHF 波帯 AGC 装置によるゲイン調整の結果、一定値を示している。

本実験では、1 分間降雨量約 1.1mm に相当する降雨減衰量約 25dB として、99.999%の年間稼働率で設計している。ただし、同期信号として使用した補助信号 (パイロット信号) の受信感度限界が -70dBm であり、降雨減衰量 23.5dB において、同期処理異常が発生した。

図 8に記すとおり、受信 CNR は、目標値 30dB を十分満足しており、実用化に向け、補助信号を使用しない装置検討を進めている。

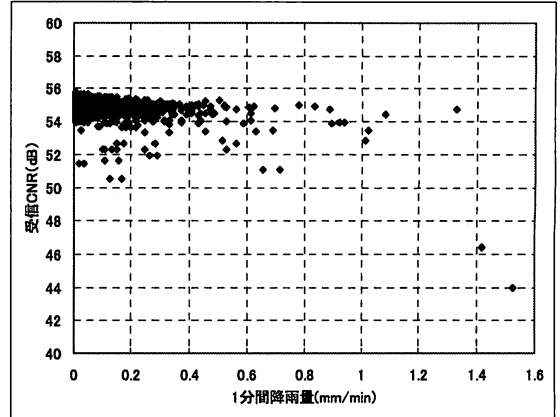


図 8 1 分間降雨量と受信 CNR

6. 光ファイバとの融合

図 9に光ファイバとの融合による放送事業用 13GHz 帯マイクロ波伝送の導入事例を記す。送信局間の伝送路として光ファイバを使用するケースが増えてきており、今後の中継局整備にも有効な整備方法であると考えられる。しかしながら、放送局が建設される山の上までは既設の光ファイバが存在しないところが多いのが現状であり、マイクロ波帯複数波同時伝送の仕組みを有効利用することにより、地上デジタル放送が早期整備されることを期待する。

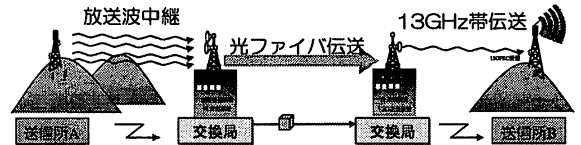


図 9 光ファイバとの融合

文 献

- [1] 「番組中継用デジタル回線の技術的条件」のうち「デジタル方式の STL/TTL の技術的条件の答申」、平成 11 年 11 月 29 日付電気通信技術審議会諮問第 110 号
- [2] 「電波伝搬ハンドブック」, pp42-44 (2004)
- [3] RECOMMENDATION ITU-R P.838-3 Specific attenuation model for rain for use in prediction methods