

地上デジタルテレビジョン方式の高度化に関する 総務省事業における成果

～LDM技術を用いた地上デジタル放送高度化の検討～

メディア企画室

令和2年5月18日

TBS

本日のプレゼン内容

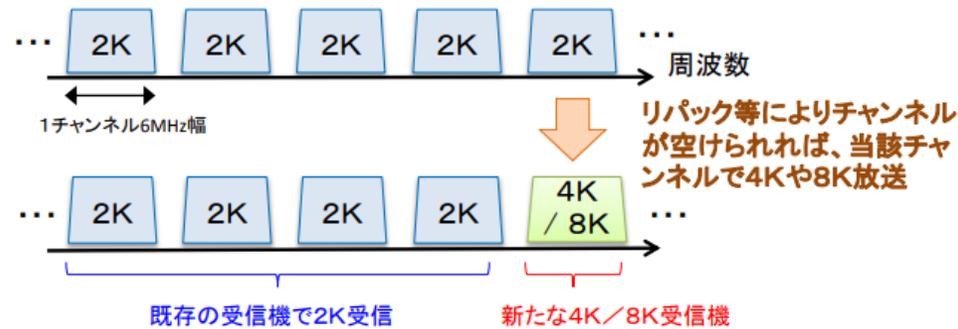
- ▶ 検討の背景
- ▶ LDM方式の特徴
- ▶ 技術試験事務での検討内容
 - ・LDM変復調器の検証
 - ・フィールド検証
- ▶ 課題および今後の予定

検討の背景(1)

- ▶ TBSの地上デジタル放送高度化へ向けた取り組み
 - ・周波数がひっ迫する地上デジタル放送事情にて、効率的に4K放送を行うための検討
 - ・LDM技術を用いて現行2K放送と同じチャンネルに4K放送を重ね、最終的には4K放送へマイグレーションを行う検討

▶ 「地上4K放送等放送サービスの高度化推進事業」に参画

放送周波数帯域内で新たにチャンネルを確保して地上4K・8Kを実現するための研究開発



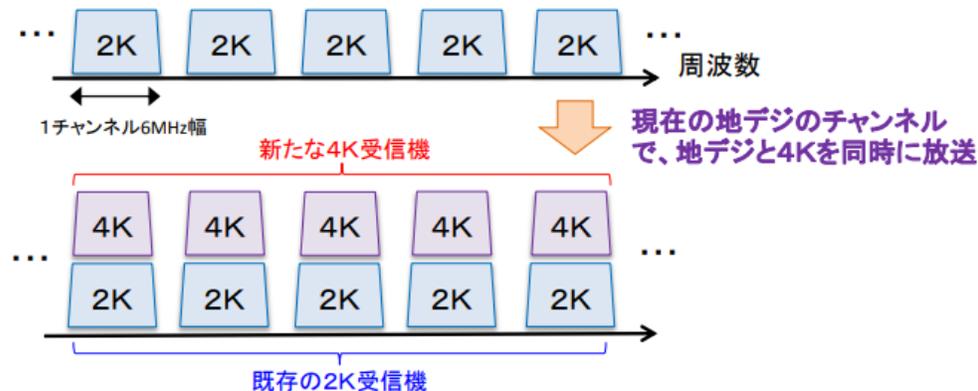
平成28～30年度

1. 地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発

<実施主体>

NHK、ソニー、パナソニック、東京理科大学、NHKアイテック

既存の地デジのチャンネルで地上4Kを実現するための研究開発



平成28年度第2次補正

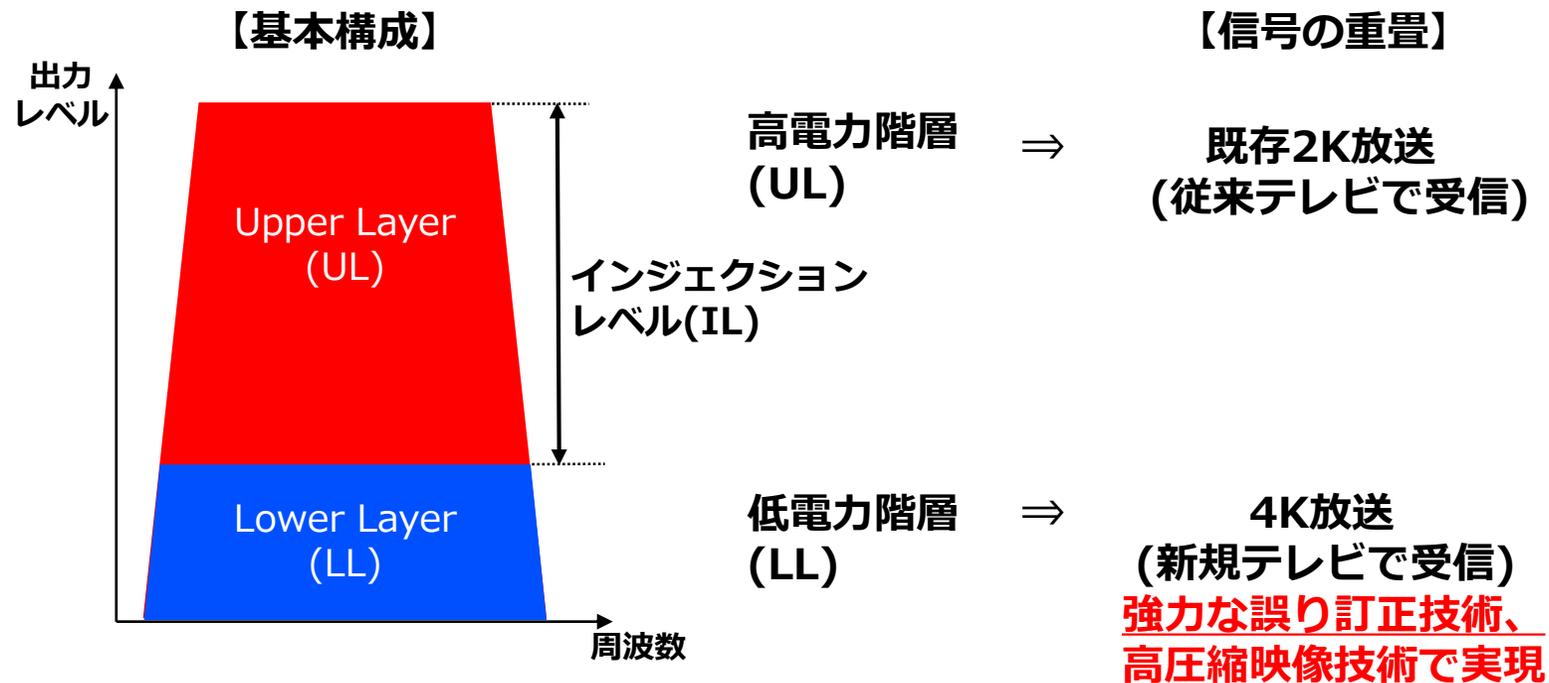
2. 地上4K放送等放送サービスの高度化推進事業

① セグメントを分割して、2Kを水平偏波、4Kを水平・垂直両偏波で伝送する技術
<実施主体> 関西テレビ放送

② 階層分割多重(LDM)技術を用いて2Kと4Kを同一チャンネルで伝送する技術
<実施主体> TBSテレビ

LDM方式の特徴(2)

- ▶ LDM(Layered Division Multiplexing)とは？
 - ・同一チャンネルにレベル差のある電波を重ねて送信し、受信側にて各々の信号を受信する技術

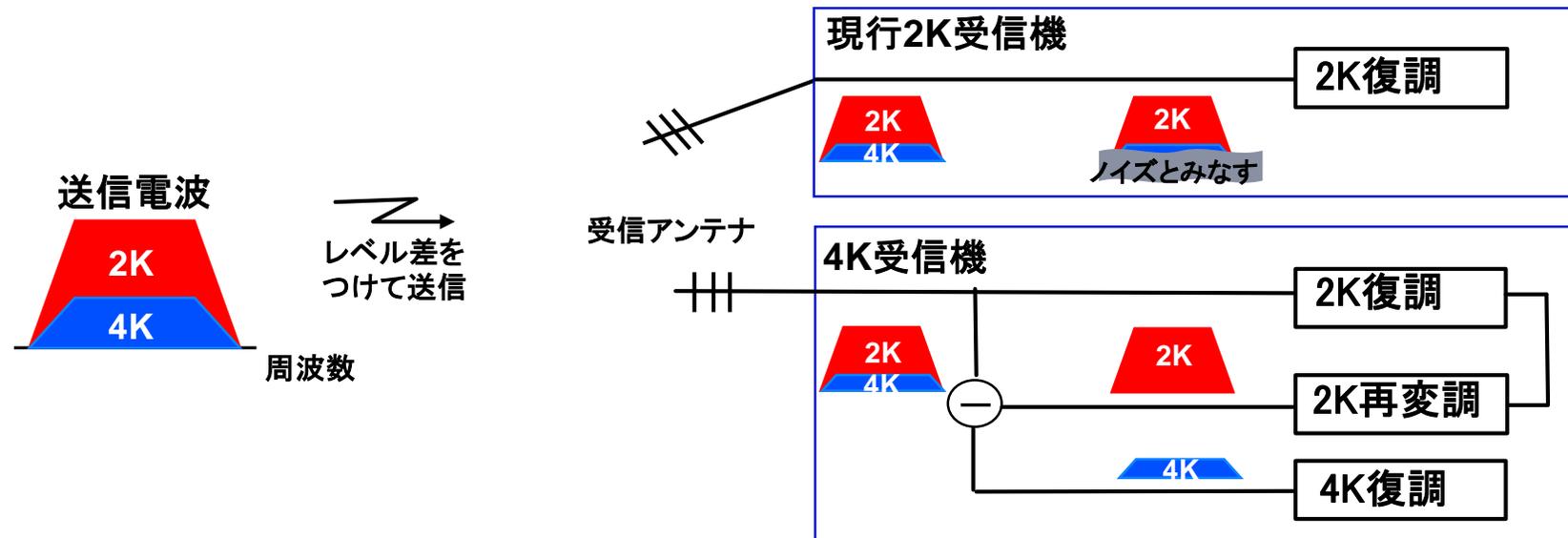


(注)UL:Upper Layer (高電力階層)
LL:Lower Layer(低電力階層)
IL:Injection Level(LLの入カレベル)

LDM方式の特徴(3)

- ▶ 2K放送、4K放送の受信法
 - ・現行2K放送受信機は、4K信号をノイズとみなす
 - ・新4K放送受信機は、一旦2K放送を受信し2K放送を打ち消してから4K放送を受信

LDMを現行2K放送に適用



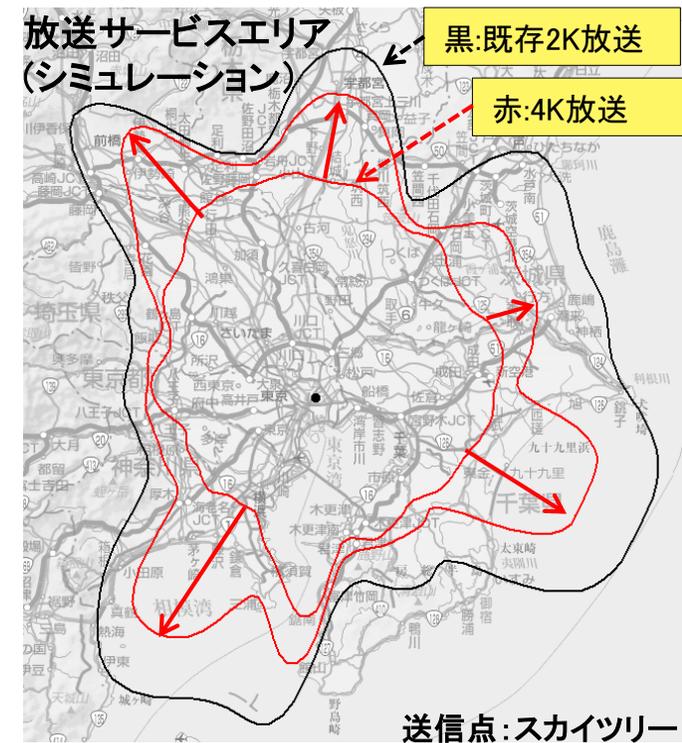
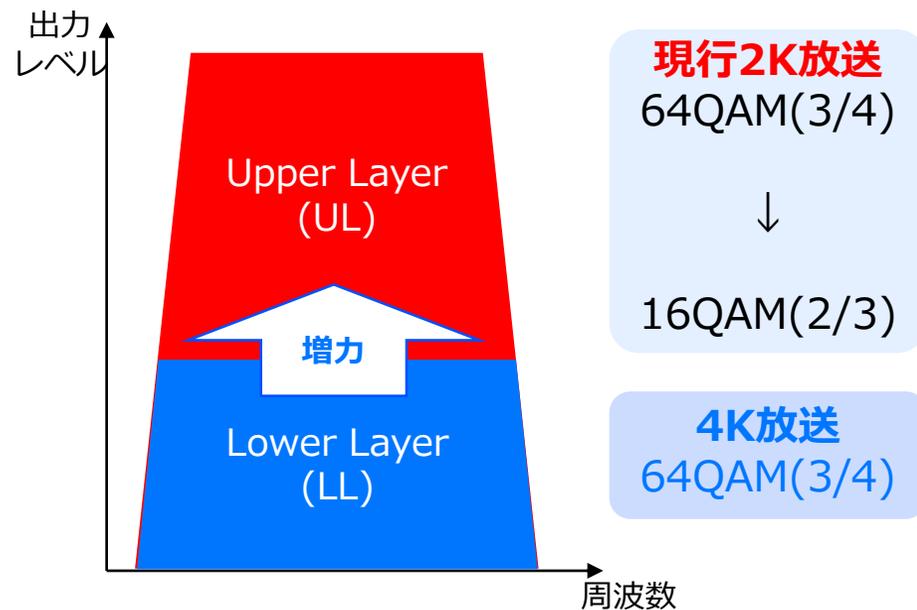
LDM方式の特徴(4)

▶ LDM方式を用いるメリット

- ・現行2K放送に影響を与えずに同一チャンネル上に4K放送を共存させることが可能
⇒高い周波数利用効率
- ・受信アンテナは、既存の地デジ用アンテナをそのまま利用できる
⇒受信設備に関する高い両立性
- ・LDMの各階層の信号構成を変えることにより、4K放送の段階的な増力も可能
⇒4K放送に関する高い拡張性
- ・送信アンテナ、フィーダ(ケーブル)もそのまま利用できる可能性が高く、中継局の対応も最小限で済む
⇒送信設備に関する高い両立性

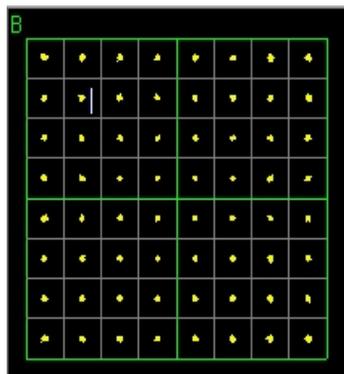
LDM方式の特徴(5)

- ▶ 平成28年度補正事業の検討結果
 - ・現行2K放送に影響のないレベルで4K放送を開始
 - ・その後、2K放送のパラメータを変更し、4K放送のエリア拡大を図る
 - ・最終的には2K放送を終了し、4K放送へ完全移行する

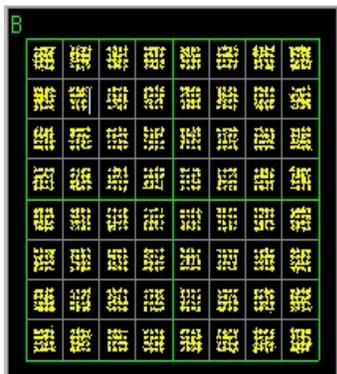


▶ LDM変復調器の仕様策定、機器の検証

- ・変調パラメータは右表の通り
- ・4K変調は、ISDB-Tのフレーム構造に一致する同期方式を採用
- ・4K復調は、ISDB-T信号と一緒に復号する一括復調法を採用
- ・4K変調パラメータはISDB-TのAC領域を利用して伝送



コンスタレーション
(ISDB-T: 64QAM)



コンスタレーション
(LDM: UL: 64QAM, LL: 16QAM)



LDM変復調器

項目	ワンセグ (A階層)	フルセグ (B階層)	次世代4K放送 (LL)
入出力I/F	DVB-ASI	DVB-ASI	TLV
外符号	RS符号	RS符号	BCH符号
内符号	畳み込み符号	畳み込み符号	LDPC符号
内符号 (符号長)	—	—	69, 120
内符号 (符号化率)	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	{2-14の整数} /16
変調方式	QPSK (UC)	16QAM, 64QAM (UC)	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM, 1024QAM, 4096QAM (UC, NUC)
セグメント数	1	12	13
周波数 インターリーブ	セグメント内 インターリーブ	セグメント内 インターリーブ セグメント間 インターリーブ	セグメント内 インターリーブ セグメント間 インターリーブ
時間 インターリーブ	I = 0, 1, 2, 4	I = 0, 1, 2, 4	I = 0, 1, 2, 4
IL	—	—	5dB~30dB, 1dB間隔

▶ 計算値とLDM変復調器の特性比較

- ・AWGN環境、およびマルチパス付加における、各変調パラメータの計算値とLDM変復調器の所要C/Nの比較

計算値と実機の特性比較(組み合わせの一部)

変調方式・符号化率		AWGN 計算値(dB)		AWGN 実機(dB)		AWGN 差分(dB)		AWGN+マルチパス 計算値(dB)		AWGN+マルチパス 実機(dB)		AWGN+マルチパス 差分(dB)	
B階層(2K)	LL(4K)	B階層	LL	B階層	LL	B階層	LL	B階層	LL	B階層	LL	B階層	LL
64QAM(3/4)	—	18.8	—	19.2	—	0.4	—	—	—	—	—	—	—
64QAM(3/4)	64QAM(12/16)	20.2	39.4	20.6	39.7	0.4	0.3	22.5	42.9	22.6	42.9	0.1	0.0
64QAM(3/4)	16QAM(12/16)	20.0	32.9	20.6	34.2	0.6	1.3	22.5	35.7	22.6	35.7	0.1	0.0
16QAM(2/3)	—	11.8	—	12.1	—	0.3	—	—	—	—	—	—	—
16QAM(2/3)	64QAM(12/16)	13.8	31.4	14.4	31.6	0.6	0.2	15.5	32.3	15.7	32.3	0.2	0.0
16QAM(2/3)	16QAM(12/16)	14.0	26.2	14.4	26.2	0.4	0.0	15.5	27.1	15.6	27.3	0.1	0.2

注: 実機はIF折り返しで測定、マルチパスは1波(-3dB、113.45 μs遅延)とした

- ・計算値に対するLDM変復調器の所要C/N劣化は、1dB前後であった。
- ・マルチパスによる所要C/N劣化は、些少であった。

▶ フィールド検証

- ・3月2日～13日、福岡実験試験局にて実施(前半10W、後半100W)
- ・PN信号による所要電力(電界)の測定及び映像・音声実通確認
- ・送信所周辺11カ所での電測を実施



市販テレビで復調した2K(UL)信号



フィールド測定状況

▶ 試験電波で送信する2K信号・4K信号

- ・2K信号は検査TS (PAT、PMTのみでNIT、TOT等は送出しない) で作成。
TMCC情報にLDM信号を明示するフラグを付加。
⇒ 既存受信機への影響確認をWG2およびJEITAに依頼

- ・既存受信機への影響調査時間等を考慮し、試験電波として送信する変調方式・符号化率を、以下の4つの組み合わせとした。

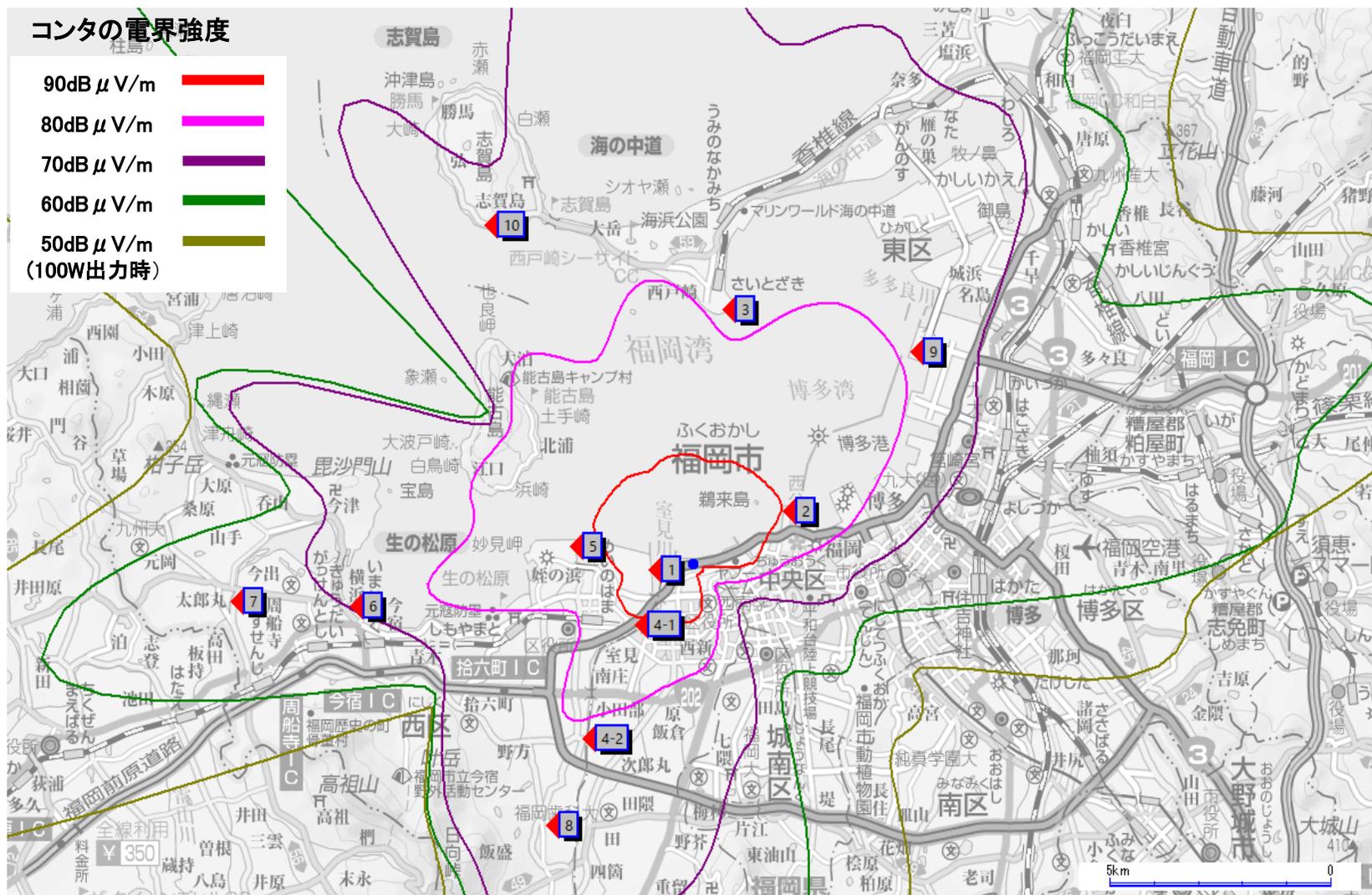
電波発射した変調パラメータと、その所要C/N、伝送容量

変調方式・符号化率		所要C/N(計算値) (dB)		伝送容量 (Mbps)	
B階層(2K)	LL(4K)	B階層	LL	B階層	LL
64QAM(3/4)	64QAM(12/16)	20.2	39.4	16.8	19.7
64QAM(3/4)	16QAM(12/16)	20.0	34.2	16.8	13.1
16QAM(2/3)	64QAM(12/16)	13.8	31.4	9.98	19.7
16QAM(2/3)	16QAM(12/16)	14.0	26.2	9.98	13.1



電波発射した2K映像

▶ フィールド検証の測定ポイント、福岡実験試験局のコンタ図



▶ フィールド測定結果

・フィールド測定と送信所内事前測定における所要受信電力の比較

フィールド測定値の平均値と送信所内事前測定値との比較

変調方式・符号化率		IL (dB)	フィールド平均値 (dBm)		送信所内事前測定 (dBm)		差分 (dB)	
B階層(2K)	LL(4K)		B階層	LL	B階層	LL	B階層	LL
64QAM(3/4)	—	—	-73.8	—	-74.0	—	0.2	—
64QAM(3/4)	64QAM(12/16)	23	-72.3	-53.8	-75.0	-55.0	2.7	1.2
64QAM(3/4)	16QAM(12/16)	23	-72.0	-63.8	-75.0	-66.0	3	2.2
16QAM(2/3)	—	—	-84.2	—	-83.0	—	-1.2	—
16QAM(2/3)	64QAM(12/16)	15	-82.5	-67.4	-83.0	-69.0	0.5	1.6
16QAM(2/3)	16QAM(12/16)	15	-83.2	-73.0	-82.0	-75.0	1.2	2

- ・送信所事前測定に比べ、フィールド測定平均値では、所要受信電力が最大3dB程度増加する。
- ・B階層単独の受信に対してLDMではB階層の所要受信電力が2dB弱増加する。
- ・ULが64QAM時、多少計算値との差が大きい。調査を継続する。
- ・外国波混信は今回の実験では認められなかった。

▶ 映像・音声受信

・各測定ポイントにおける、映像・音声の受信状況

10W出力時

測定ポイント	1	2	3	4-1	4-2	5	6	7	8	9	10
受信機入力電力(dBm)	-37.1	-40.7	-51.0	-41.1	-54.1	-37.9	-51.6			-55.0	
B階層64QAM(3/4)、LL64QAM(12/16)	○	○	△	△	×	○	△			×	
B階層64QAM(3/4)、LL16QAM(12/16)	○	○	○	○	○	○	○			○	
B階層16QAM(2/3)、LL64QAM(12/16)	○	○	○	○	○	○	○			○	
B階層16QAM(2/3)、LL16QAM(12/16)	○	○	○	○	○	○	○			○	

100W出力時

測定ポイント	1	2	3	4-1	4-2	5	6	7	8	9	10
受信機入力電力(dBm)			-41.7		-44.7	-28.6	-42.3	-54.8	-51		-51.2
B階層64QAM(3/4)、LL64QAM(12/16)			○		○	○	○	×	△		△
B階層64QAM(3/4)、LL16QAM(12/16)			○		○	○	○	○	○		○
B階層16QAM(2/3)、LL64QAM(12/16)			○		○	○	○	○	○		○
B階層16QAM(2/3)、LL16QAM(12/16)			○		○	○	○	○	○		○



受信映像

○: 受信可
 △: ブロックノイズ発生
 ×: 受信不可

・概ね、所要受信電力を満たす限り映像、音声の受信が可能。

課題および今後の予定

▶ 課題

- ・サービスエリア拡大
- ・要求条件との整合性(SFN、移動受信)についての整理

▶ 今後の予定

- ・フィールド測定の実施
測定結果をもとに、最適な伝送パラメータの検討
- ・LDM変復調器の検討を継続(逐次干渉除去法の検証等)
- ・準同期方式実現に向けた調査検討
- ・SFN、放送波中継、STL/TTLの課題調査

TBS