

デジタル有線テレビジョン放送用
受信装置における 256QAM 方式信号の
C/N比試験報告書

平成28年10月11日

一般社団法人 日本CATV技術協会

はじめに

これまで、有線一般放送の品質に関する技術基準（平成 23 年総務省令第 95 号）のデジタル有線テレビジョン放送方式の 256QAM の CN 比等の規格については、64QAM 規格を制定した当初の試験データを利用して規定したが、その後の STB の技術進歩を鑑み見直しが必要な段階に来ている。このため、JLabs SPEC-018【デジタル放送 高度リマックス運用仕様 (i-HITS)】相当品の STB が 256QAM 方式を使った放送の端末として利用されると推定されることから、複数社の STB を使用して再評価を行うことで所要 CN 比の見直しを行うものとする。

256QAM 方式信号の CN 比試験報告書

目 次

1. 256QAM デジタル有線テレビジョン信号の搬送波帯幅と帯域外輻射レベルの特性	1
1.1 測定系統図	1
1.2 測定条件	1
1.3 測定結果	1
2. 256QAM 信号の CN 比と BER の測定	3
2.1 測定系統図	3
2.2 BER (RS-OFF) が 1×10^{-4} となる CN 比の測定結果	3
2.4 測定詳細	5
2.5 試験結果	7
3. 多チャンネル伝送時の 256QAM 信号の CN 比と BER の測定	8
3.1 測定系統図	8
3.2 多チャンネル伝送波形	8
3.3 BER (RS-OFF) が 1×10^{-4} となる CN 比の測定結果	10
3.4 測定詳細	11
4. 変調器の確認	14
5. 関連する品質基準について	15
5.1 所要 CN 比	15
5.2 搬送波のレベル	15
6. 試験日、試験場所及び測定器	16

1. 256QAM デジタル有線テレビジョン信号の搬送波帯幅と帯域外輻射レベルの特性

本試験では、測定の基本データを得るための256QAM デジタル有線テレビジョン放送信号(以下「256QAM 信号」とする)の信号レベル・帯域外輻射レベルと搬送波帯幅をスペクトラムアナライザで測定する。

1.1 測定系統図

測定系統図を図 1-1 に示す。

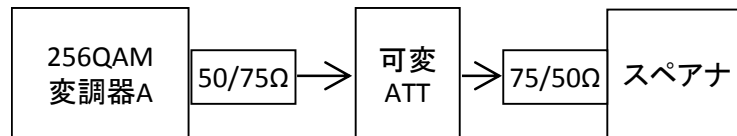


図 1-1 256QAM 信号の信号レベル・搬送波帯幅および帯域外輻射レベルの試験系統図

1.2 測定条件

測定条件を表1-1に示す。

表 1-1 測定条件

CN比		雑音付加なし
スペアナ	スパン	10MHz
	分解能帯域幅 (RBW)	100kHz
	映像帯域幅 (VBW)	1MHz
	測定モード	平均値
	検波モード	SAMPLE
	アベレージ機能	1000回
	チャンネルパワー帯域幅	6MHz

1.3 測定結果

測定結果を表 1-2 および図 1-2、図 1-3 に示す。

1.3.1 信号レベルと帯域外輻射レベル

表 1-2 測定結果

項目	条件	変調器
信号レベル		90dBμV
帯域外輻射レベル ^{注)}		-61dB以下

注) 帯域外輻射レベルは、測定周波数は 479/761MHz の悪い方の値

1.3.2 搬送波帯幅

変調器：測定チャンネル周波数 U14 (479MHz)

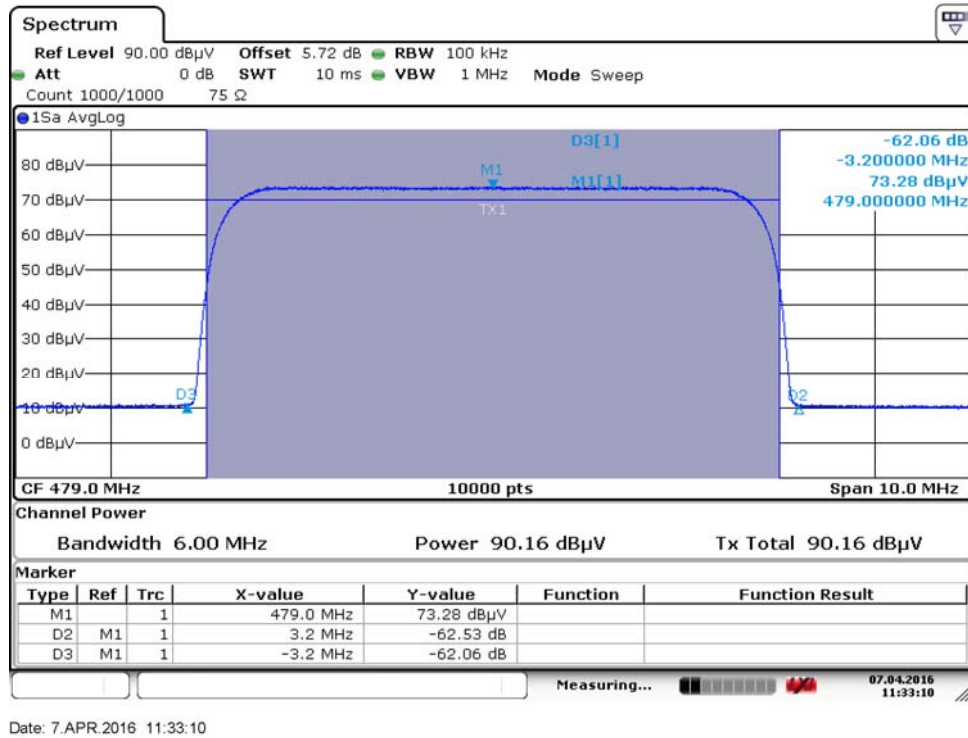


図 1-2 256QAM 信号 U14 (479MHz) の搬送波帯幅と帯域外輻射レベルの測定結果 (変調器)

変調器：測定チャンネル周波数 U61 (761MHz)

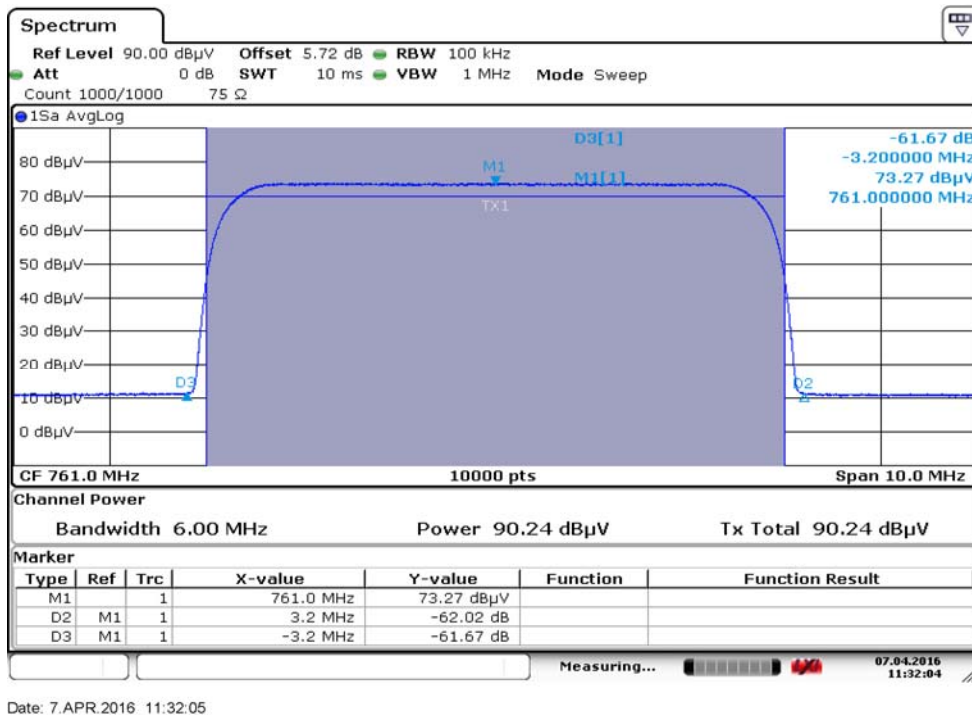


図 1-3 256QAM 信号 U61 (761MHz) 搬送波帯幅と帯域外輻射レベルの測定結果 (変調器)

2. 256QAM 信号の CN 比と BER の測定

本試験では、256QAM 信号にガウスノイズが重畳されたときの信号電力 (C) とノイズ電力 (N) の比に対する BER を複数社の STB で測定する。

2.1 測定系統図

測定系統図を図 2-1 に示す。

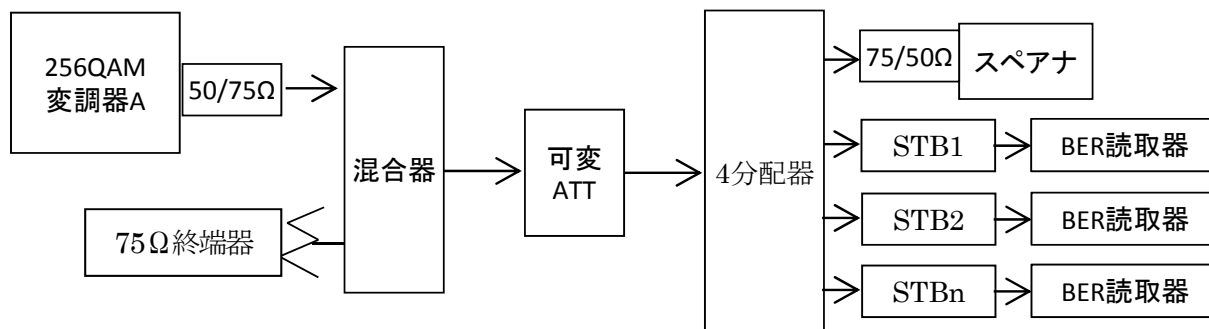


図 2-1 256QAM 信号の CN 比と BER 測定の試験系統図

<変調器 A 設定条件> :

出力レベル=91.5dB μ V/479MHz, 92.8dB μ V/761MH

(設定 File 名 : D:data/256qam-479MHz-160624.savrd)

<ATT 設定>

- STB 受信レベル 66dB μ V : 479MHz/12.3dB、761MHz/11.3dB
- STB 受信レベル 55dB μ V : 479MHz/23.4dB、761MHz/22.4dB

2.2 BER (RS-OFF) が 1×10^{-4} となる CN 比の測定結果

BER (RS-OFF) が 1×10^{-4} となる CN 比を測定した結果を表 2-1 に示す。

なお、測定条件を表 2-2 に示す。

測定は、標準入力レベル (66dB μ V) と最低入力レベル (55dB μ V) において行う。

表 2-1 BER (RS-OFF) が 1×10^{-4} となる CN 比測定値 (256QAM 1 波の時)

項目	入力レベル	66dB μ V	55dB μ V
BER (RS前) が 1×10^{-4} となる CN比 (dB) (理論値30.5dB)	STB1	30.8 / 30.8	31.0 / 31.1
	STB2	30.8 / 30.8	31.0 / 31.1
	STB3	31.5 / 31.6	31.8 / 31.8
	STB4	31.0 / 31.0	31.3 / 31.3
	STB5	30.7 / 30.7	30.7 / 30.8
	STB6	30.7 / 30.7	30.7 / 30.8

注 1) 測定周波数は U14 (479MHz) / U61 (761MHz)

注 2) STB には RS-OFF 時の BER を外部 BER 測定器で測定する機能がないため、STB の RS-OFF 時の BER としては STB 内部処理で算出した BER 表示値を使用した。

注 3) RS-OFF 時の BER 理論値は、下記の理論式より求めた。

$$\text{絶対同期検波の場合 ; } \text{BER}_{256\text{QAM}} = 15/64 \operatorname{erfc}(C/N / 170)^{1/2}$$

表 2-2 CN 比測定条件

測定周波数		U14 (479MHz) / U61 (761MHz)
スペアナ 設定	スパン	20MHz
	分解能帯域幅 (RBW)	100kHz
	映像帯域幅 (VBW)	1kHz
	レベル測定モード	平均値
	検波モード	SAMPLE
	アベレージ機能	1000回
	チャンネルパワー帯域幅	6MHz

2.4 測定詳細

測定はU14chおよびU61chで標準入力レベル（66dB μ V）と最低入力レベル（55dB μ V）で行い、ほぼ同様の結果が得られた。それを図2-2～図2-5に示す。

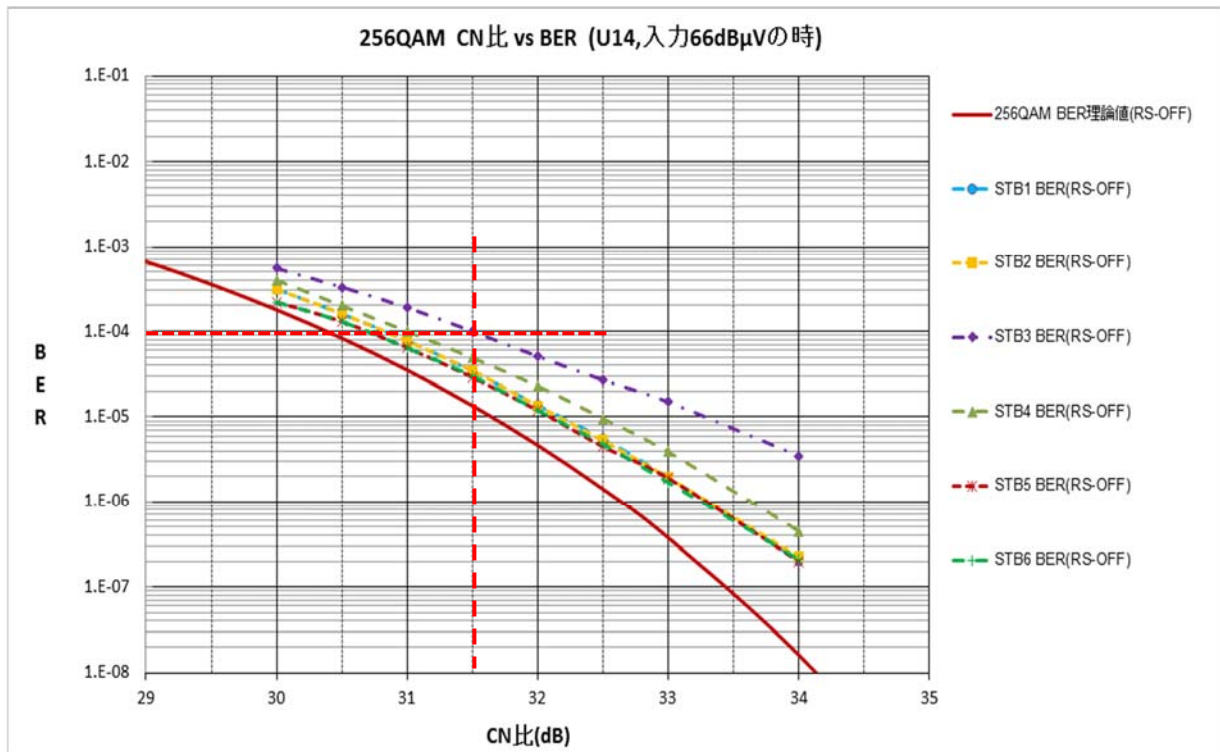


図 2-2 256QAM CN 比対 BER 特性 (U14)、入力レベル 66dB μ V の時

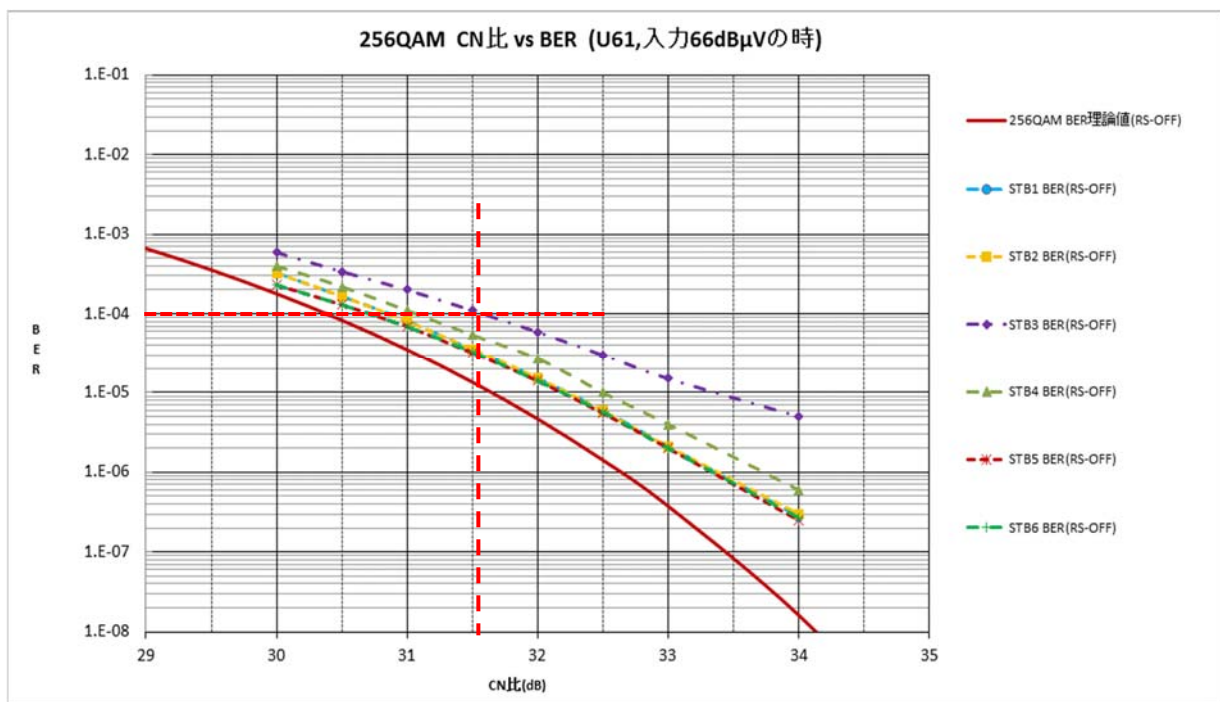


図 2-3 256QAM CN 比対 BER 特性 (U61)、入力レベル 66dB μ V の時

標準入力レベル（66dB μ V）の時の測定結果である図 2-2 および図 2-3 より、STB の差は、0.9dB 以内に収まっている。

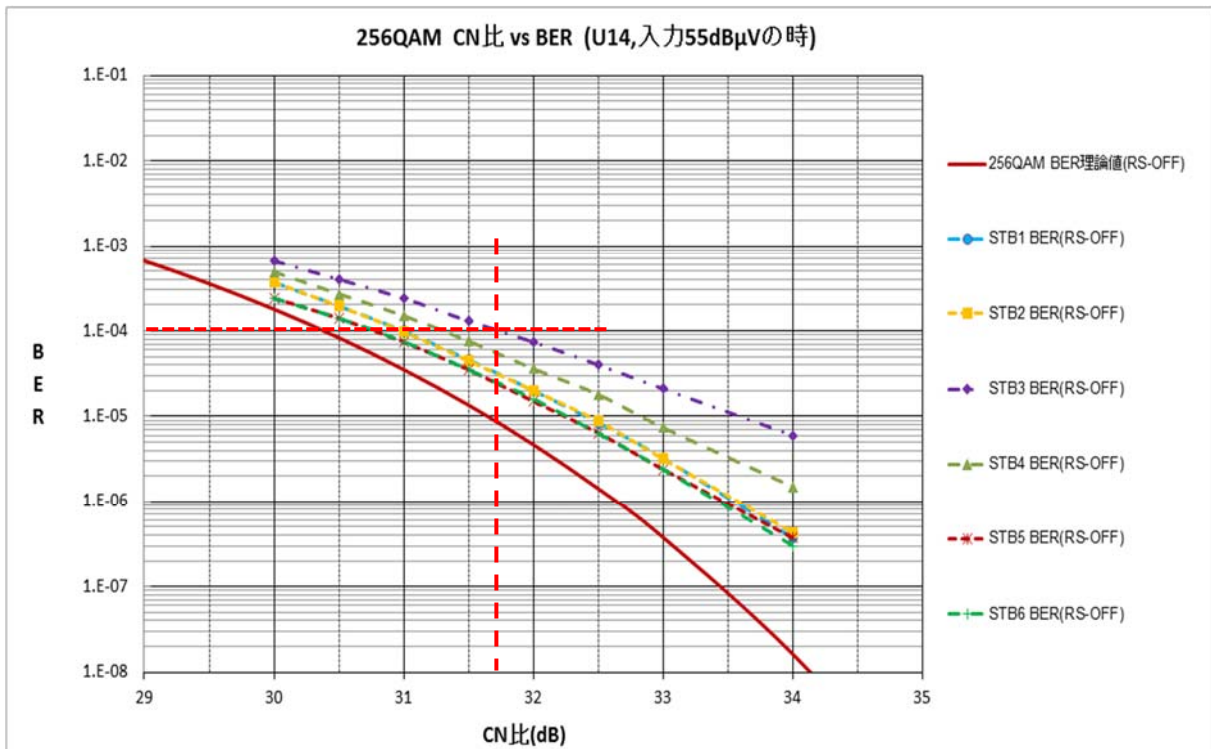


図 2-4 256QAM CN 比対 BER 特性 (U14)、入力レベル 55dB μ V の時

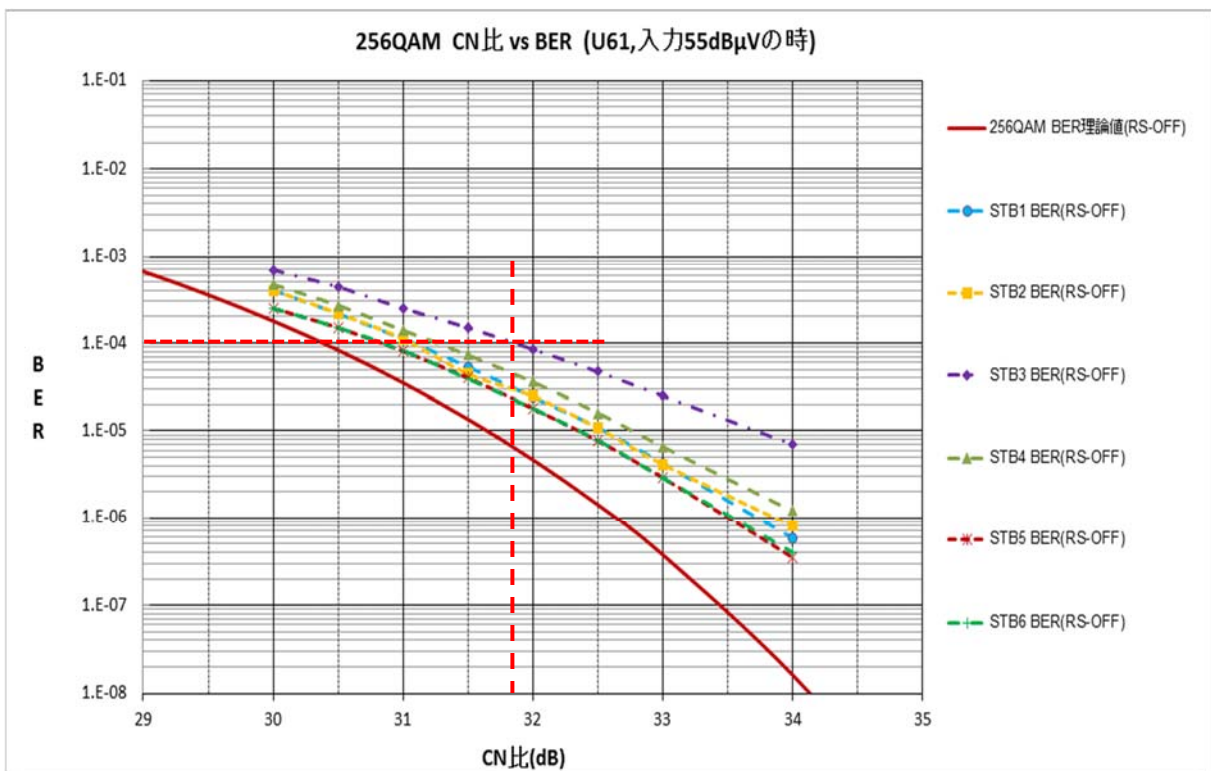


図 2-5 256QAM CN 比対 BER 特性 (U61)、入力レベル 55dB μ V の時

最低入力レベル (55dB μ V) の時の測定結果である図 2-4 および図 2-5 より、STB の差は、1.1dB 以内に収まっている。

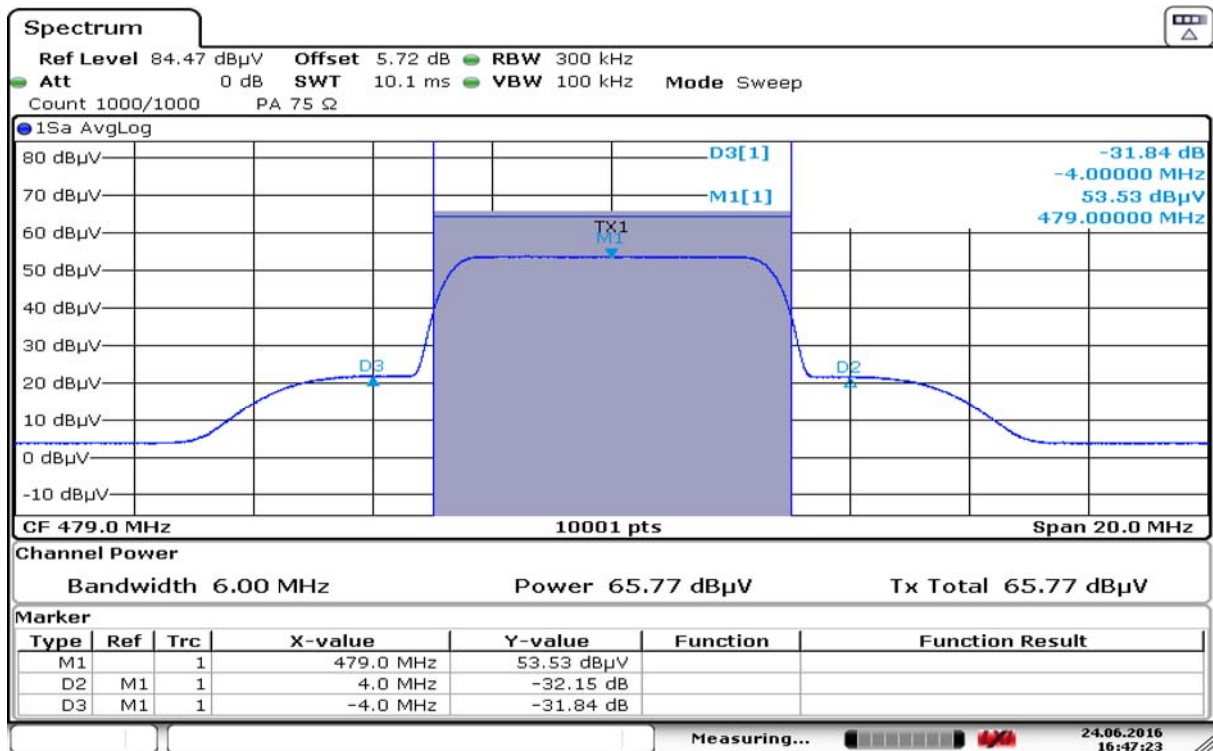
標準入力レベル (66dB μ V) と最低入力レベル (55dB μ V) との差は、0.3dB 以内に収まっている。

2.5 試験結果

測定結果は、RS-OFF 時の BER は絶対同期検波の理論値より最大 1.5dB 以内の劣化範囲にある。

今回測定したSTBのBER (RS-OFF) が 1×10^{-4} 以下となるCN比は、標準入力レベル (66dB μ V) のとき、31.6dB 以上のため、チューナのバラツキ等も考慮して、受信者端子における所要 CN 比としては33dB*1とすることが望ましい。

<参考 1> 測定チャンネルのノイズ付加のスペクトラム波形例



Date: 24.JUN.2016 16:47:23

*1: チューナ部の雑音指数および復調部の各バラツキを考慮。

3. 多チャンネル伝送時の 256QAM 信号の CN 比と BER の測定

本試験では、多チャンネルの 256QAM (デジタル有線テレビジョン放送) 信号を 110 波伝送した時における 256QAM 信号にガウスノイズが重畳されたときの信号電力 (C) とノイズ電力 (N) の比に対する BER を複数社の STB で測定する。

3.1 測定系統図

測定系統図を図 3-1 に示す。

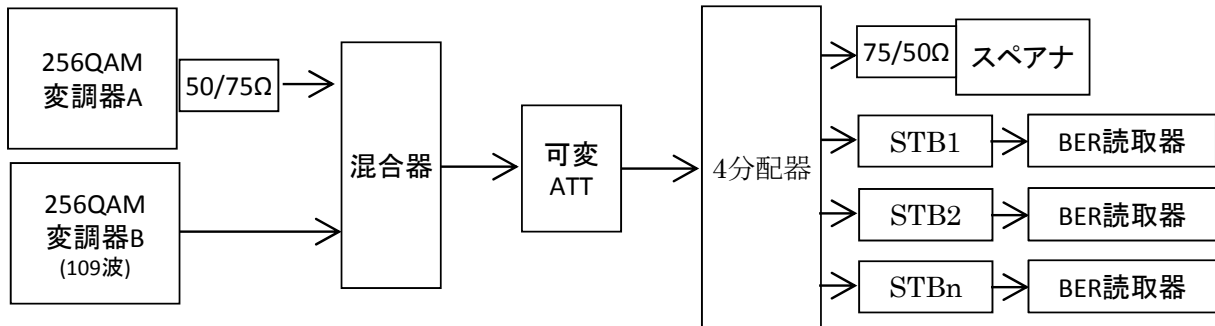


図 3-1 多チャンネル信号時における 256QAM 信号の CN 比と BER 測定の試験系統図

<変調器 A 設定条件> :

出力レベル=91.5dB μ V/479MHz, 92.8dB μ V/761MH

(設定 File 名 : D:data/256qam-479MHz-160624.savrd)

<変調器 B 設定条件> :

109ch すべて 256QAM(J.83C)、C27 (249MHz) ,U14 (479MHz) ,U61 (761MHz) は OFF

(設定 File 名 : J83C/J83C-256QAM-110ch-160624rev1.cfg)

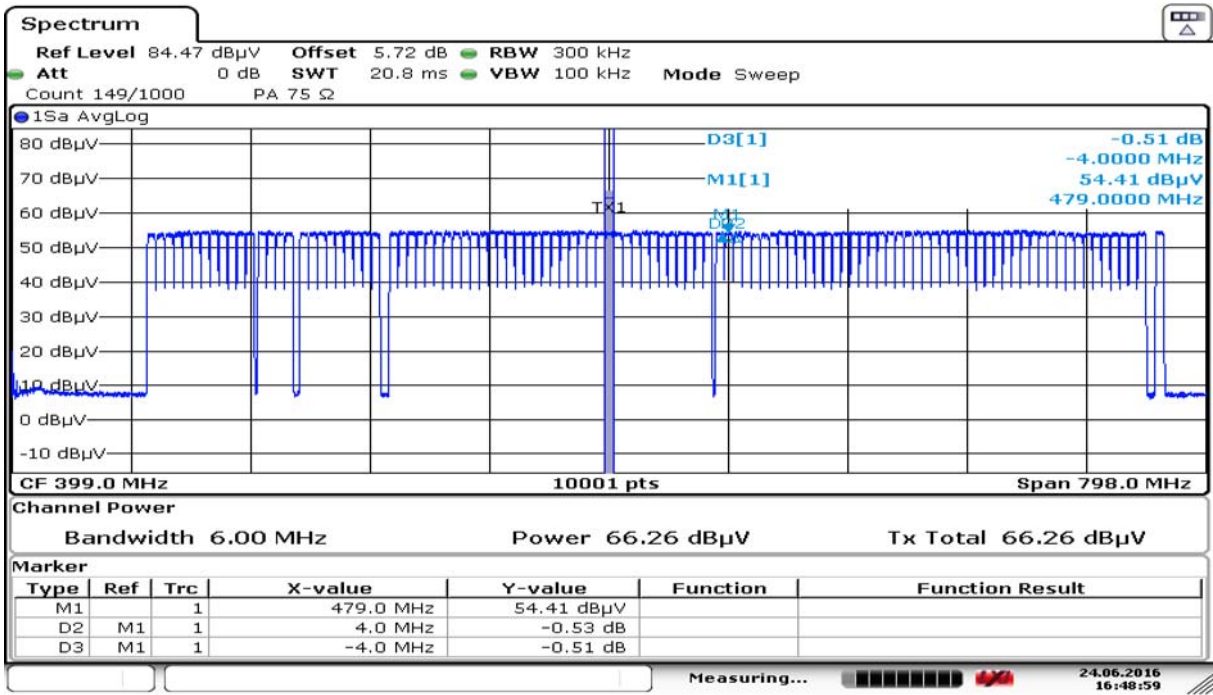
<ATT 設定> :

受信レベル 66dB μ V : 479MHz/12.8dB、761MHz/13.0dB

3.2 多チャンネル伝送波形

本試験に使用した多チャンネルの 256QAM 信号を 110 波伝送した時の測定波形を図 3-2 に示す。

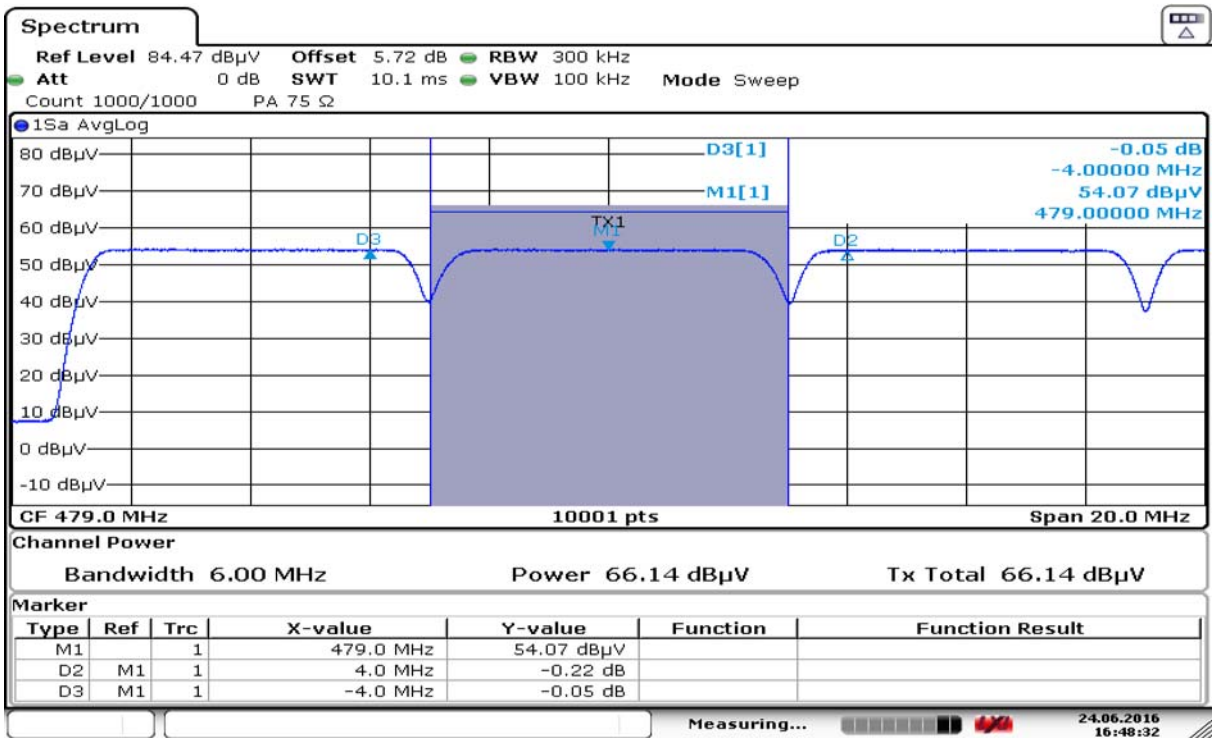
測定ファイル : CATV-Allch-CF399MHz.dfl



Date: 24. JUN. 2016 16:48:59

図 3-2 多チャンネル（110 波）信号時における 256QAM 信号試験信号

<参考 2> 測定チャンネル付近のスペクトラム波形例



Date: 24. JUN. 2016 16:48:31

3.3 BER (RS-OFF) が 1×10^{-4} となる CN 比の測定結果

BER (RS-OFF) が 1×10^{-4} となる CN 比を測定した結果を表 3-1 に示す。

なお、測定条件を表 3-2 に示す。

測定は、標準入力レベル (66dB μ V) と最大入力レベル (81dB μ V) 及び最低入力レベル (55dB μ V) において行う。

表 3-1 BER (RS-OFF) が 1×10^{-4} となる CN 比測定値 (256QAM 110 波の時)

項目	入力レベル	66dB μ V	81dB μ V	55dB μ V
BER (RS前) が 1×10^{-4} となる CN比 (dB) (理論値30.3dB)	STB1	31.1 / 31.1	31.1 / 31.1	31.1 / 31.2
	STB2	31.2 / 31.1	31.1 / 31.1	31.2 / 31.2
	STB3	31.6 / 31.6	31.5 / 31.6	31.7 / 31.8
	STB4	31.2 / 31.2	—注4)	31.3 / 31.4
	STB5	30.9 / 30.8	31.2 / 31.0	30.9 / 31.0
	STB6	30.8 / 30.8	31.0 / 31.0	31.1 / 31.1

注 1) 測定周波数は U14 (479MHz) /U61 (761MHz)

注 2) STB には RS-OFF 時の BER を外部 BER 測定器で測定する機能がないため、STB の RS-OFF 時の BER としては STB 内部処理で算出した BER 表示値を使用した。

注 3) RS-OFF 時の BER 理論値は、下記の理論式より求めた。

$$\text{絶対同期検波の場合 ; } \text{BER}_{256\text{QAM}} = 15/64 \operatorname{erfc}(C/N / 170)^{1/2}$$

注 4) 測定データが正常ではないと判断したため、このデータは除いた。

表 3-3 CN 比測定条件

測定周波数		U14 (479MHz) /U61 (761MHz)
スペアナ	スパン	20MHz
	分解能帯域幅 (RBW)	100kHz
	映像帯域幅 (VBW)	1kHz
	レベル測定モード	平均値
	検波モード	SAMPLE
	アベレージ機能	1000回
	チャンネルパワー帯域幅	6MHz
多CH (110波) のレベル誤差		$\pm 0.5\text{dB}$ 以内
測定チャンネルの隣接信号とのレベル差		$\pm 0.2\text{dB}$ 以内

3.4 測定詳細

測定はU14chおよびU61chで標準入力レベル（66dB μ V）と最大入力レベル（81dB μ V）及び最低入力レベル（55dB μ V）で行い、ほぼ同様の結果が得られた。それを以下に示す。

なお、測定結果は、RS-OFF 時の BER は絶対同期検波の理論値より 1.3dB 以内の劣化範囲にある。

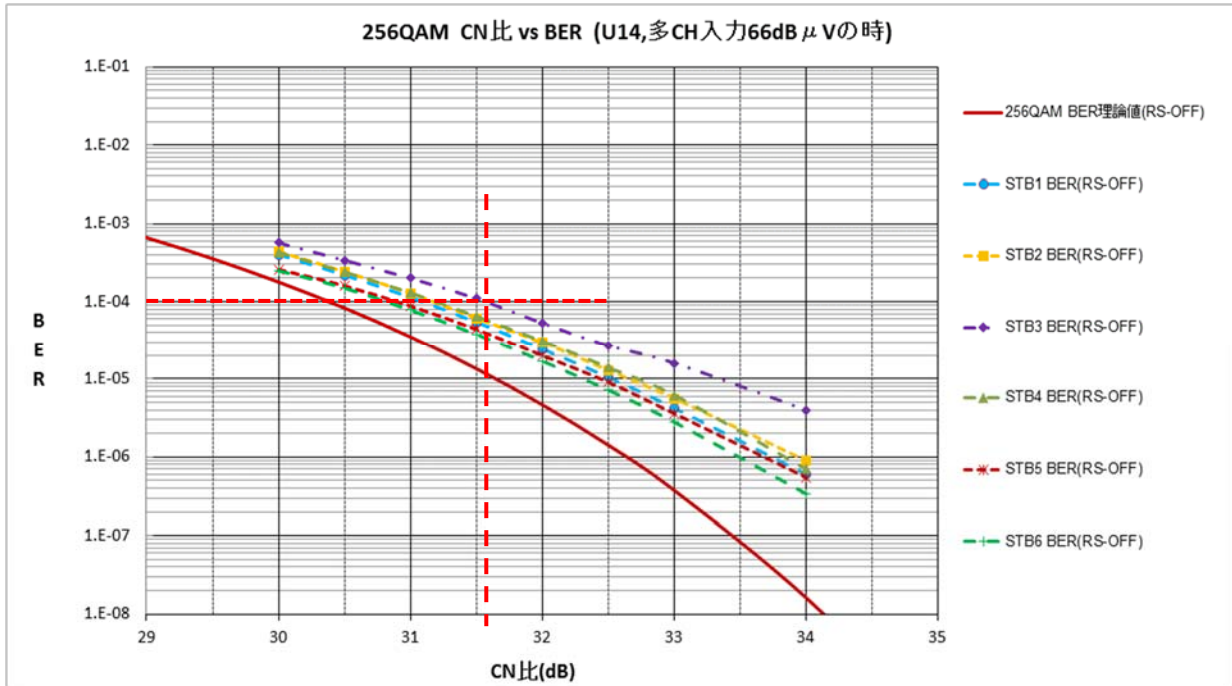


図 3-3 110CH 伝送時における 256QAM CN 比対 BER 特性 (U14)、入力レベル 66dB μ V の時

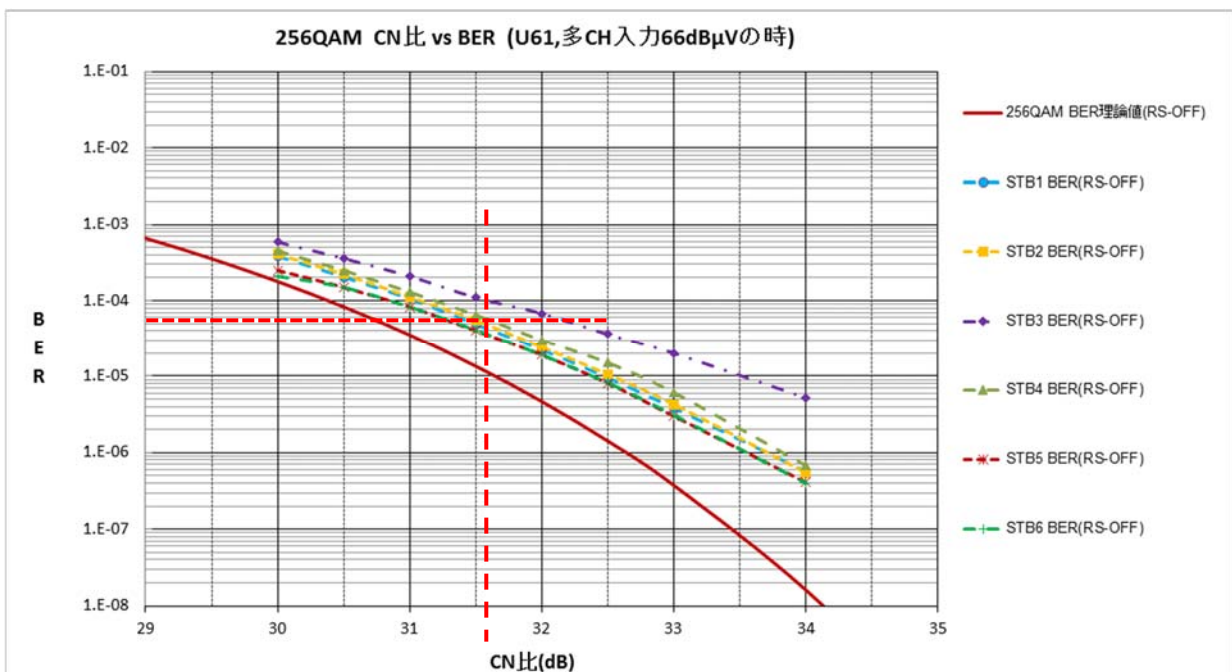


図 3-4 110CH 伝送時における 256QAM CN 比対 BER 特性 (U61)、入力レベル 66dB μ V の時
標準入力レベル（66dB μ V）の時の測定結果である図 3-3 および図 3-4 より、STB の差は、0.8dB

以内に収まっている。

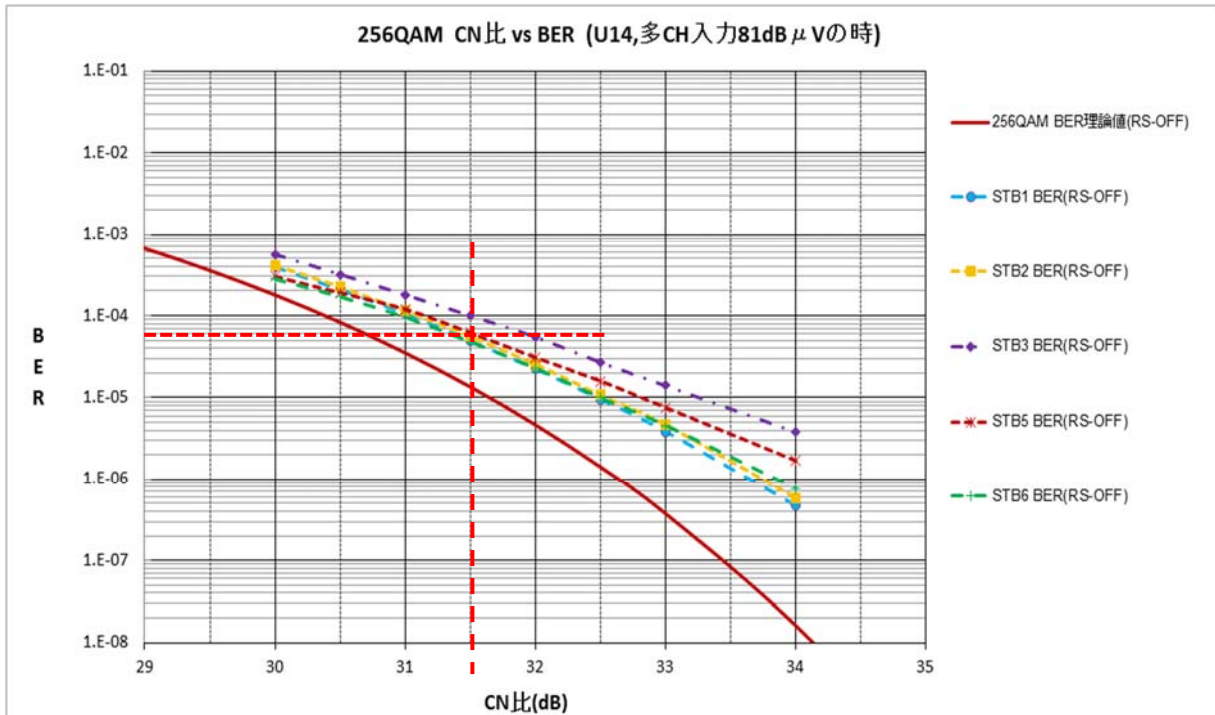


図3-4 110CH 伝送時における 256QAM CN 比対 BER 特性 (U14)、入力レベル 81dB μ V の時

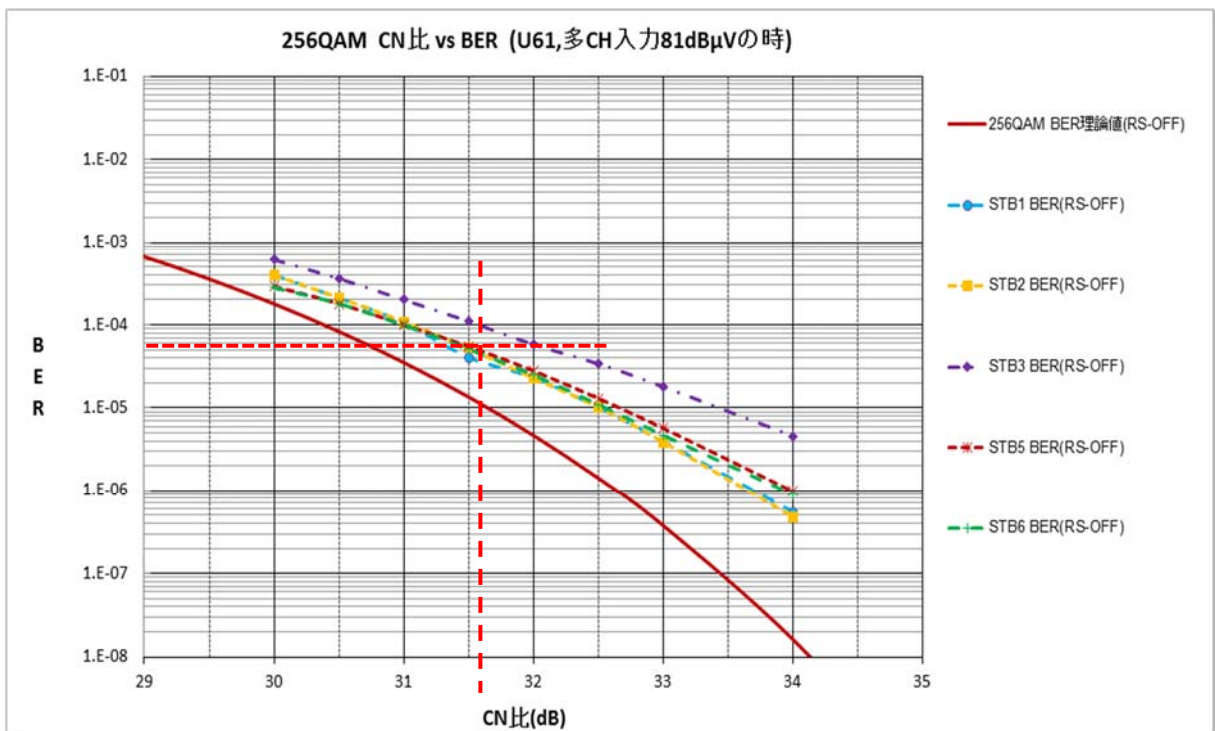


図3-5 110CH 伝送時における 256QAM CN 比対 BER 特性 (U61)、入力レベル 81dB μ V の時

最大入力レベル (81dB μ V) の時の測定結果である図 3-5 および図 3-6 より、STB の差は、0.6dB 以内に収まっている。

標準入力レベル (66dB μ V) と最大入力レベル (81dB μ V) との差は、0.3dB 以内に収まっている。

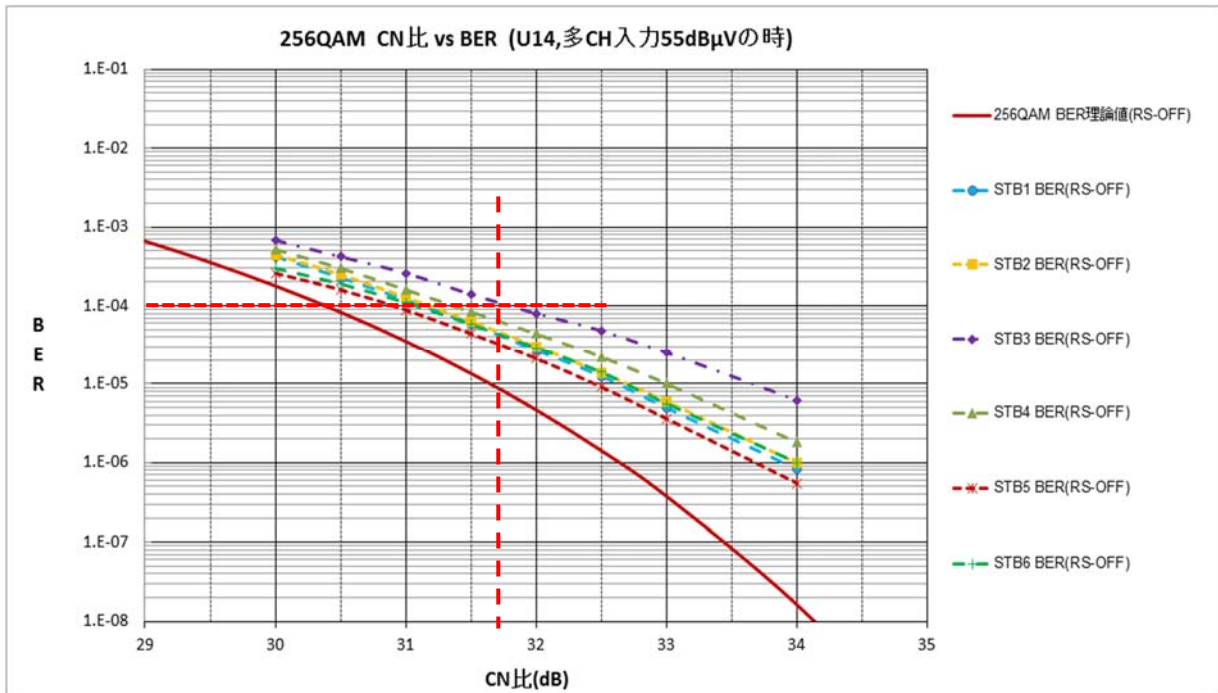


図 3-6 110CH 伝送時における 256QAM CN 比対 BER 特性 (U14)、入力レベル 55dB μ V の時

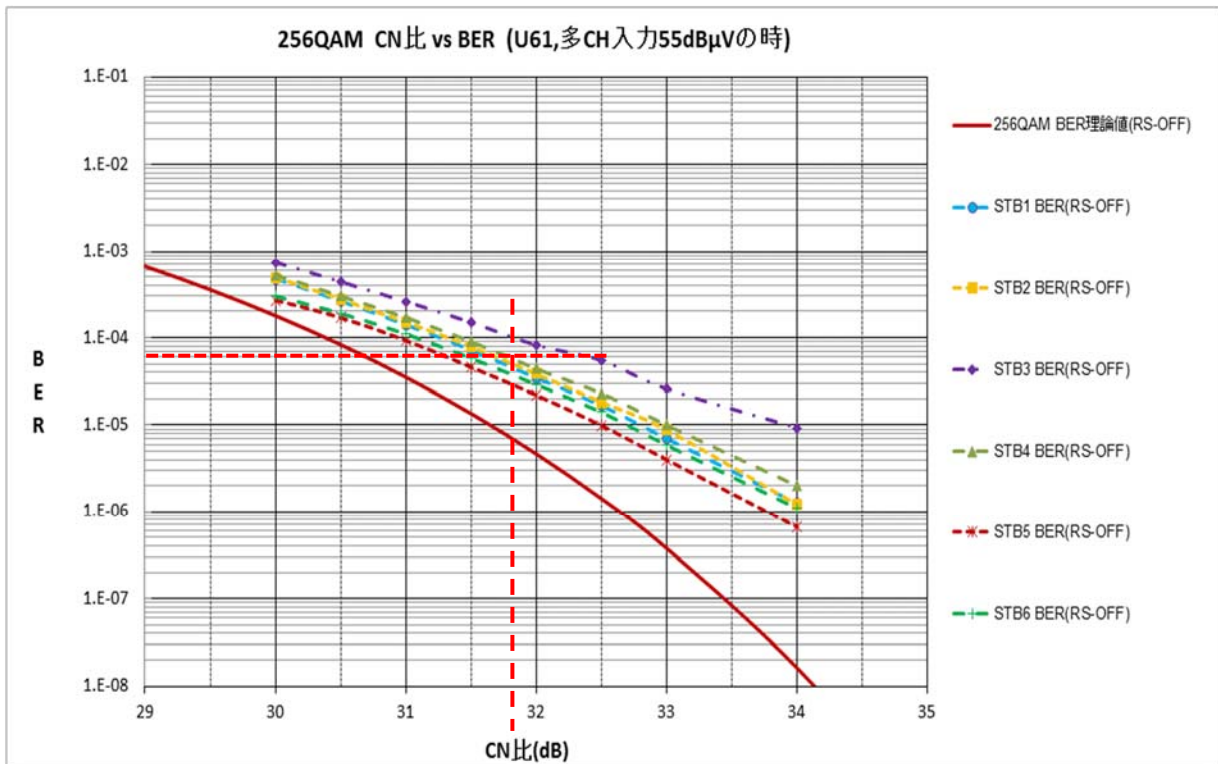


図 3-7 110CH 伝送時における 256QAM CN 比対 BER 特性 (U61)、入力レベル 55dB μ V の時

最低入力レベル (55dB μ V) の時の測定結果である図 3-7 および図 3-8 より、STB の差は 0.8dB 以内に収まっている。

標準入力レベル (66dB μ V) と最低入力レベル (55dB μ V) との差は、0.3dB 以内に収まっている。

4. 変調器の確認

今回、STBのBER/CN比の測定に使用した変調器Aは測定器用のものであるため、参考にケーブルテレビ事業者向けに販売されている変調器（C社製）の特性と比較した。

その結果、変調器（C社製）の周波数特性はほとんどないことが確認でき、上限周波数での比較でも、変調器Aとの差は、BERが 1×10^{-4} の時に、約0.2dB以内となっている。

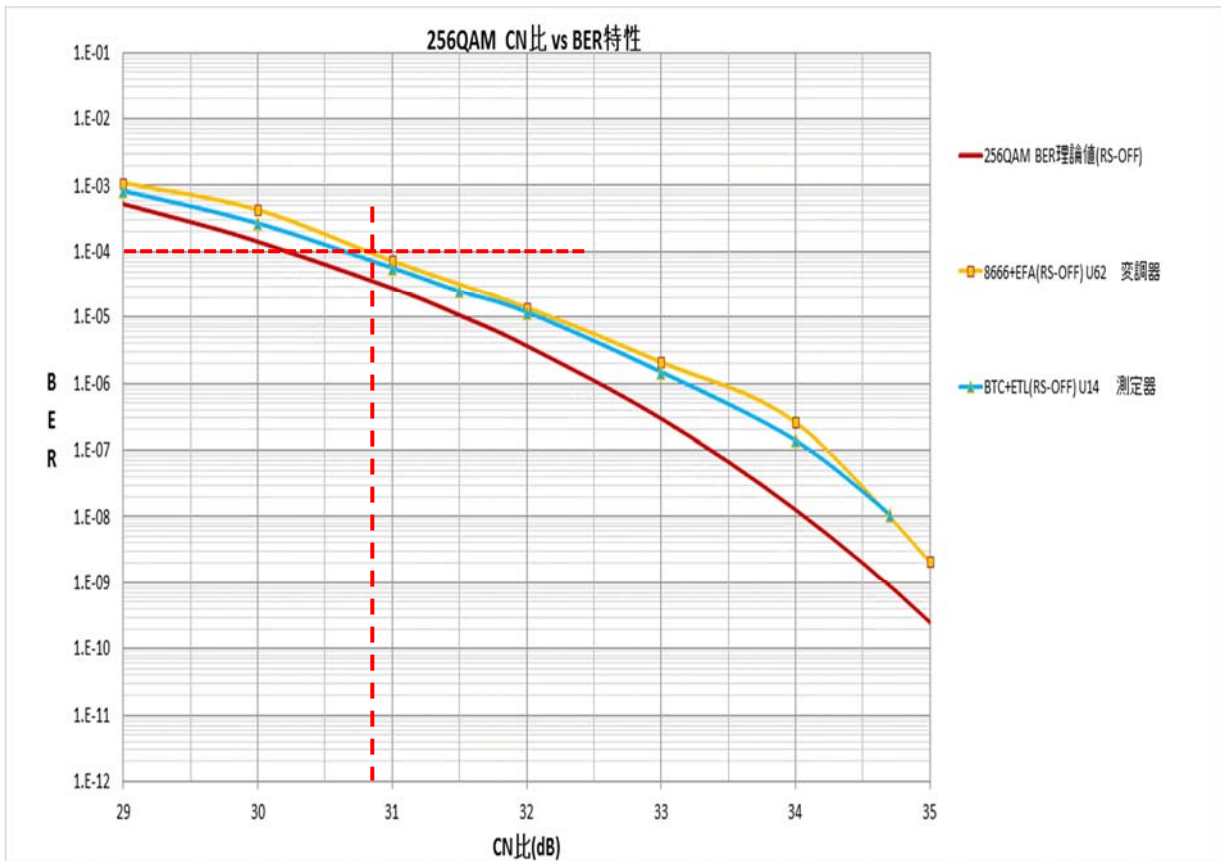


図 4-1 変調器の BER/CN 比特性の比較

5. 関連する品質基準について

所要 CN 比が変更になることで、有線一般放送の品質に関する技術基準（平成 23 年総務省令第 95 号）を見直す必要があると考える。

5.1 所要 CN 比

現在、受信者端子における 256QAM の所要 CN 比は 34dB 以上となっているが、今回の試験結果より 33dB に変更することが望ましい。

5.2 搬送波のレベル

受信者端子における 256QAM の搬送波のレベルは、57～81dB μ V（75 Ω の時）と定められているが、所要 CN 比が 34dB より 33dB に変更になることで、下限値が変更となり、以下の値にすることが望ましい。

尚、下限値は雑音レベル 23dB μ V に所要 CN 比を加えた値となる。

- ・ 56 ～ 81dB μ V（75 Ω の時）

6. 試験日、試験場所及び測定器

試験場所 : 一般社団法人 日本CATV技術協会 7F 会議室

試験日 : 平成 28 年 6 月 28 日 (火)

表 5-1 256QAM スペクトルマスク検証試験の日程と内容

スケジュール		報告書項番と内容	備考
6 月 28 日	午前	-機器設置	
		項 1. 256QAM デジタル有線テレビジョン信号の搬送波帯幅と帯域外輻射レベルの特性	
		項 2. 256QAM 信号の CN 比と BER の測定	
	午後	項 2. 256QAM 信号の CN 比と BER の測定	
		項 3. 多チャンネル伝送時の 256QAM 信号の CN 比と BER の測定	
		-最終レビューの実施	

注) 項 1.搬送波帯幅と帯域外輻射レベルの特性及び、項 4.変調器の確認は、事前測定を実施した。

本試験に使用した測定器等を表 5-2 に示す。

表 5-2 試験に使用した計測器一覧

No	機器名	型式	メーカー名	備考
1	変調器 A	BTC	ローデ・シュワルツ	CN 比測定信号
2	変調器 B	CLG	ローデ・シュワルツ	多 CH 信号
3	スペクトル・アナライザ	FSV	ローデ・シュワルツ	
4	4 分配器	4SPED	マスプロ電工	
5	混合器	2SPED	マスプロ電工	2 分配器
6	可変アッテネータ	TRA-602C	多摩川電子	可変アッテネータ
7	インピーダンス変換器 1	Z7550-FFNM+	Mini-Circuits	トランス型ロス 0.4dB
8	インピーダンス変換器 2	PE7070	Pasternack Enterprises	抵抗型ロス 5.7dB
9	STB1	入力信号分配付き	A 社 2013 年製	JLabs SPEC-018
10	STB2	入力信号分配付き	A 社 2014 年製	JLabs SPEC-018
11	STB3	入力信号分配付き	B 社 2013 年製	JLabs SPEC-018
12	STB4	入力信号分配付き	B 社 2014 年製	SPEC-018 相当品
13	STB5	入力信号分配付き	C 社 2014 年製	JLabs SPEC-018
14	STB6	入力信号分配付き	C 社 2015 年製	JLabs SPEC-018



写真 試験風景

無断転載を禁じます

デジタル有線テレビジョン放送用
受信装置における 256QAM 方式信号の
C/N比実験報告書

発行 2016 年 10 月 11 日

一般社団法人日本CATV技術協会
〒160-0022 東京都新宿区新宿 6-28-8
ラ・ベルティ新宿 6F
電話 : 03-5273-4671 FAX : 03-5273-4675
URL : <http://www.catv.or.jp/>