

機関番号：17104

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20560360

研究課題名 (和文) 電子機器から放射される妨害波がデジタルテレビジョンに与える影響とその評価法の研究

研究課題名 (英文) Study of Evaluation Method of Effect on Digital TV against Disturbances from Electrical Equipment

研究代表者

桑原 伸夫 (KUWABARA NOBUO)

九州工業大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号：50336088

研究成果の概要 (和文)：

TV 放送等の無線システムは電子機器等から放射される妨害波の影響を受けるため、各国で規制が実施されている。しかし、今後普及が進むデジタル TV に対しても同じ方法で規制を実施して良いのか明らかになっていない。本研究では、妨害波よりアナログ TV とデジタル TV 画像が受ける影響を評価して、デジタル TV に対する妨害波レベルの適切な評価法を研究した。研究の結果、現在使用されている準尖頭値より平均電力や APD で評価する方法が適していることがわかった。

研究成果の概要 (英文)：

Disturbance from electrical equipment influences to TV broadcasting system, and the disturbance level is controlled in each country. The limit is determined from the study about analogue TV broadcasting. Therefore, we should study whether the limit is appropriate to the digital TV. In this study, the influence to both the digital TV and the analog TV was investigated to study the evaluation method of the disturbances. The study showed that the evaluation by the average power or the APD is appropriate compared with the quasi peak value which is used to evaluation of the disturbance level.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・通信・ネットワーク工学

キーワード：情報通信工学, 電子機器, デジタル TV, 環境電磁工学, 通信方式

1. 研究開始当初の背景

LSI の進歩による電子機器のデジタル化の進展に伴い、電子機器で使用されているクロック信号、通信信号、スイッチング波形が空間、通信線、電源線を介して外部に漏洩 (以下単に妨害波と呼ぶ) して、テレビ受信等へ妨害を与える現象が社会的な問題となり、1985 年に国際標準が発行され、ヨーロッパを

始めとして世界各国でこの標準に準拠した規格が運用されている。

現在、TV 電波を対象とした規制値は電子機器から 10m 離れた距離における電界強度で規定されている。

妨害波規格値はアナログ TV の受信信号に妨害波を印加した時に受信者が受ける主観評価等のデータ等に基づいて決定されてお

り、TV 放送波が受ける影響の場合、120kHz の帯域幅のバンドパスフィルタを通過する信号レベル（準尖頭値）で評価されている。しかし、放送技術の進歩により、TV 放送のデジタル化が世界各国で進んでおり、日本においても、2011 年 7 月より地上波を用いた TV 放送がデジタルに移行することになっている。

デジタル TV 放送は、その方式がアナログ放送と大きく異なるため、電子機器から放射される妨害波から受ける影響はアナログ TV と同じではないと考えられるが、どの程度の違いがあるのかまだ十分明らかになっていない。

さらに、最近、CPU を中心として、SSC (Spread Spectrum Clocking) とよばれる、クロック周波数を時間的に変化させることにより測定器で測定される妨害波レベルを下げる技術が広く使用されるようになってきている。SSC はクロック周波数のスペクトルを拡散させることにより 120kHz のバンド内の電力を減少させる技術である。このことにより測定される妨害波レベルは下がるが、妨害波のエネルギーは大きくなっているため、無線 LAN に代表されるスペクトル拡散通信では、SSC を使用していない妨害波に比べて影響が大きくなることが報告されている。

TV 受信に対する検討はまだ十分行われていないが、TV 放送は広い帯域を使用するため、スペクトル拡散方式と同様に SSC のような広帯域の妨害波に大きな影響を受ける可能性がある。

このように、現在、デジタル TV 受信に電子機器の妨害波が与える影響については、ほとんど検討がなされていない。そして、2011 年のデジタル TV への移行を前に、早期にその影響を把握して、適切な妨害波評価方法を明らかにすることは、今後もよりよい放送環境を維持するために必要である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、デジタル TV の受信に対して電子機器の妨害波が与える影響を明らかにして、その評価法を明らかにすることにより、よりよい受信環境を実現することである。

今期間の研究到達目標は以下の通りである

- ① 電子機器から放射される妨害波は不安定であるので、再現性ある評価を可能にするため、妨害波のモデル化法を検討し擬似妨害波の発生方法を明らかにする。
- ② 擬似妨害波を用いて、アナログ TV 受信に妨害波が与える影響とデジタル TV 受信に与える影響の違いを評価する。
- ③ デジタル TV に与える影響に対する妨害波の評価方法を明らかにする

3. 研究の方法

本研究の研究期間は 3 年間で、研究成果は学会等での公表を通してより良い TV 受信環境の実現に貢献する。

本研究は、1) 電子機器から放射される妨害波のデジタル TV に与える影響の実態把握、2) 電子機器から発生する妨害波のモデル化、3) 擬似妨害波を使用した主観評価によるデジタル TV、アナログ TV に与える影響の把握、4) 妨害波測定器のプロトタイプ の作成、5) デジタル TV に対応した電子機器から放射される妨害波評価法の検討、で構成されている。

3. 1 電子機器から放射される妨害波のデジタル TV 受信に与える影響の把握

電子機器から放射される妨害波がデジタル TV 受信にどのような影響を与えるのかまだ十分に検討されていない。そこで、電子機器から放射される妨害波をデジタル TV 信号に混入させ、その影響を把握する。

電子機器からは、通信信号、CPU のクロック等さまざまな妨害波が放射されている。その妨害波と放送周波数が一致するとは限らないので、電子機器より妨害波を抽出して、それを周波数変換して放送波に印加する。そして、TV 信号と妨害波のレベル比等を変化させて、妨害波が TV 信号受信に与える影響を把握する。

3. 2 電子機器から発生する妨害波のモデル化

電子機器から放射される妨害波は不安定で定量的な評価には適さない。そこで、電子機器から放射される妨害波のモデル化を行い擬似妨害波発生器を作成する。モデル化では、妨害波形をデジタルオシロスコープで測定し、フィルタ処理を行った後、任意波形発生器で信号を発生させる。最近、高速な任意波形発生器が手軽に入手可能となり、妨害波のモデル化は比較的簡単となった。ただし、周波数 100MHz 以上の擬似妨害波を直接発生できる任意波形発生器は高価であるので、ミキサを用いて周波数変換を行う。

3. 3 主観評価によるアナログ TV 受信とデジタル TV 受信に与える影響の評価

擬似妨害波を用いて、妨害波をアナログ TV 信号およびデジタル TV 信号放送電波に干渉させ、その影響を把握する。

TV 信号については、再現性の面からは信号発生器を用いる方法が望ましいが、実際の放送波との違いが不明であるため、今回は実際の放送波を使用する。本研究が終了する 2011 年までは両方の信号が受信可能であるためこのような方法で評価が可能となる。擬似妨

害波を2つの周波数に変換して同時に干渉させ、同じ放送を見比べて、主観評価を用いて影響の相対評価を行う。そして、妨害波の周波数、種類等さまざまな要因について実験を行い、影響の把握を行う。

3. 4 妨害波測定器の作成

スペクトラムアナライザ等の測定器の帯域フィルタの幅はTV信号の帯域幅より狭いので、研究結果の評価を目的として妨害波測定器のプロトタイプを作成する。20MHz程度の帯域の信号を取り出し、これをデジタル信号に変換して信号処理を行うことにより、TV信号帯域内の平均電力やAPD等を得る。この妨害波測定器によりさまざまな電子機器の妨害波レベルを測定し、デジタルTV受信への影響と評価レベルの関係を検討し、研究の結果得られた評価方法の妥当性を明らかにする。

3. 5 デジタルテレビジョンへの影響を考慮した妨害波の評価法

デジタルTVへの影響を考慮した妨害波の評価法を検討する。評価方法としては、これまで使用されてきている120kHzの帯域幅で測定する準尖頭値に加えて、TV信号の周波数帯域幅内の平均電力やAPDによる測定方法を検討する。

4. 研究成果

4. 1 電子機器から放射される妨害波のデジタルTV受信に与える影響の把握

電子機器から放射される妨害波としてSpread Spectrum Clocking (SSC)波とクロック波を取り上げ、これらを、FM変調波およびAM変調波で模擬をして信号発生器を用いて発生させた。次に、この信号を実際のデジタルTV信号及びアナログTV信号に同時に干渉させ、受信画像が受ける影響を調査した。その結果、デジタル放送は、アナログTVに比べて妨害波の影響を受けにくい、あるレベルを超えると、影響が急速に大きくなることがわかった。

4. 2 電子機器から発生する妨害波のモデル化

信号発生器で発生させた信号と実際に電子機器から放射される妨害波は異なるので、電子機器から放射される妨害波をスペクトラムアナライザ等の受信機で測定し、その出力波形をデジタルオシロスコープで測定することにより、電子機器から放射される妨害波波形を得た。次に、これをTV信号の帯域幅に合わせるためのフィルタ処理等の信号処理をした後に、任意波形発生器を用いて発生させることにより、擬似妨害波を得た。

擬似妨害波は任意波形発生器で発生させ

るので、電子機器から放射される妨害波に比べてレベルが安定しており、再現性を必要とする実験では有効である。任意波形発生器を用いて発生させたSSC波と解析結果と比較した結果、ほぼ理論通りのスペクトルが得られていることがわかった。

4. 3 主観評価によるアナログTV受信とデジタルTV受信に与える影響の評価

次に、電子機器がTV受信画像に与える影響を調査した。調査に当たっては、SSCを模擬する妨害波としてFM変調波、マイコン等のクロック信号を模擬する妨害波としてAM変調波を使用し、周波数変換により、同時に両方のTV信号に妨害波を干渉させ、同じ画面で影響の評価が可能となるように配慮した。TV信号が受ける影響はMOS (Mean Opinion Score)を用いて評価を行った。SSCおよびクロック信号のレベルは準尖頭値で評価した。

調査結果の1例を図1に示す。図において、横軸は信号レベルと妨害波レベルの比で、右側にあると、妨害波の影響を受けやすいことを示している。縦軸はMOSの値である。

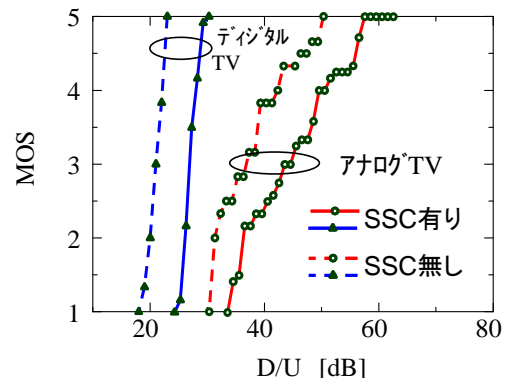


図1 SSCがTV放送受信に与える影響

図に示すように、準尖頭値で評価を行った場合は、デジタルTVに対して、アナログTVの方が妨害波の影響を受けやすい結果が得られていることがわかる。また、SSCを使用すると、TV放送に対する影響が大きくなることがわかる。

4. 4 妨害波測定器の作成

擬似妨害波やTV信号の測定では、市販の受信機では、中間周波フィルタの帯域幅が狭く、TV信号の帯域幅での測定ができないため、広い周波数範囲の信号が受信できる受信機を製作した。そして、その出力信号をデジタルオシロスコープを用いて測定して、信号処理することにより、TV帯域と同じ周波数帯域の信号を得た。次に、これを用いて、擬似妨害波を作成した。

また、作成した擬似妨害波や受信した TV 信号を、信号処理することより TV 受信帯域内の APD、平均電力を求めた。

4. 5 デジタルテレビジョンへの影響を考慮した妨害波の評価法

作成した妨害波測定器を用いて、擬似妨害波および TV 信号の準尖頭値、APD、平均電力を測定し、これらのレベルと受信画像品質の関係を評価した。評価結果を図 2 に示す。図の横軸は TV 信号のレベルで、妨害波レベルは一定であるので、右側に行くほど妨害波による影響を受けやすいことを示している。なお、APD のレベルは発生確率が 10^{-3} となる値を示している。

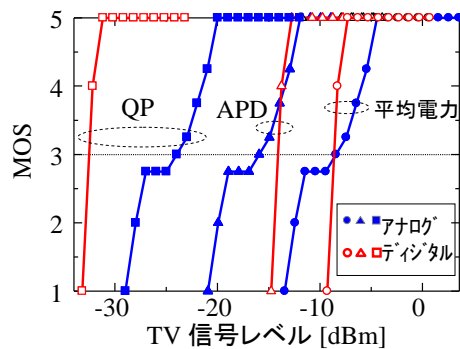


図 2 妨害波の評価方法と TV 放送に与える影響の関係

図より、APD、平均電力による評価は、MOS が 3 となる位置でほぼ同じ値となっており、これらで評価を行った場合は、アナログ TV もデジタル TV も受ける影響はほぼ同じであることがわかる。また、準尖頭値 (QP) で評価を行った場合は、アナログ TV の方が大きく影響を受けることがわかる。この結果より、APD か平均電力による評価が現在使用されている準尖頭値による評価より、TV 信号の種類に対する変化が小さいことから、望ましいことがわかる。

図 3 にさまざまな電子機器から放射される妨害波を TV 信号に印加した時の検討結果を示す。図で横軸は D/U、縦軸は TV 信号の種類と妨害波の評価方法を示している。図で点は、妨害波を印加した時に MOS 値が 3 (普通) となった時の DU 比を示している。図に示すように、アナログ TV 信号に対してデジタル TV 信号の方が、妨害波の種類に対する影響が大きいことがわかる。また、QP で妨害波を評価した時に比べて、平均電力、APD で評価した場合の方が妨害波の種類に対する影響が小さく、この点からも、平均電力や APD による変化が望ましいことがわかる。

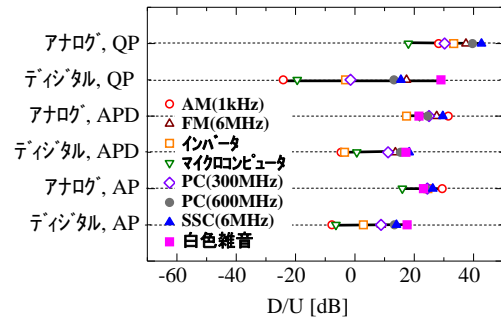


図 3 さまざまな妨害波が TV 信号に与える影響

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① 三宅宏幸, 柳昌平, 桑原伸夫, ビットエラーレートを用いた電子機器からの妨害波がデジタル TV 信号に与える影響, 電子情報通信学会技術研究報告 [環境電磁工学], 査読無, Vol. EMCJ2010-103, 2011, pp.19-24
- ② Nobuo Kuwabara and Shohei Yanagi, Investigation of evaluating method of influences by disturbances on digital TV using actual broadcasting signal, Proceeding of the XX International Conference on Electromagnetic Disturbances, 査読有, 2010, pp.29-32
- ③ 岩尾恵仁斉, 桑原伸夫, SSC がデジタルテレビジョン放送に与える影響についての基礎的検討, 電子情報通信学会技術研究報告 [環境電磁工学], 査読無, Vol. EMCJ2008-108, 2009, pp.35-40
- ④ Enisei Iwao and Nobuo Kuwabara, Fundamental study on the influence of SSC to digital television reception, Proceeding of 2009 International Symposium on Electromagnetic Compatibility, Kyoto, 査読有, 2009, pp.401-404
- ⑤ 柳昌平, 岩尾恵仁斉, 桑原伸夫, インバータやマイコンから放射される妨害波が TV 信号に与える影響の検討, 電子情報通信学会技術研究報告 [環境電磁工学], 査読無, Vol. EMCJ2009-116, 2009, pp.105-110

[学会発表] (計 1 件)

- ① 柳昌平, 岩尾恵仁斉, 桑原伸夫, SSC 波形と FM 信号波の TV 信号に与える影響の検討, 2009 電子情報通信学会通信ソサイエティ大会, 2009年9月, 新潟大学

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

○取得状況（計0件）

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.shintou.elcs.kyutech.ac.jp/>

6. 研究組織

研究代表者

桑原 伸夫（KUWABARA NOBUO）

九州工業大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号：50336088