

<招待講演> デジタル放送とユビキタスサービス ～ワンセグ高度化のための研究を中心として～

藤田 欣裕†

† NHK放送技術研究所

〒157-8510 東京都世田谷区砧 1-10-11

E-mail: † fujita.y-ic@nhk.or.jp

あらまし 日本のデジタル放送方式であるISDB-T方式はマルチパス妨害に強く、移動体受信にも強いことが特徴である。またセグメント方式の採用により、同一チャンネルで固定受信用にHDTV（高精細度テレビジョン）を放送しながら、同時に携帯端末受信用向けに、放送が見られる環境を提供することも可能である。2006年4月から開始されたワンセグは順調に普及している。一方で放送のデジタル化により通信、蓄積技術との連携が容易となり、場所や時間の制約から解放されたユビキタスの世界がさらに広がっている。放送のユビキタスサービスとしてワンセグの一層の高度化が期待される。ワンセグサービスの普及に向けて、また実現が期待されている緊急警報放送自動起動技術について、NHKにおける技術研究の取り組みについて述べる。

キーワード デジタル放送、ワンセグ、連結再送信、緊急警報放送、ユビキタスサービス

Digital Broadcasting Technology & Service in the Ubiquitous Era

Yoshihiro FUJITA †

† Science and Technical Research Laboratories

NHK(Japan Broadcasting Corporation)

1-10-11 Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo, 157-8510, Japan

E-mail: fujita.y-ic@nhk.or.jp

Abstract One-Seg, a service for mobile and hand-held terminals based on the digital terrestrial television broadcasting system ISDB-T, featuring its high-performance of mobile reception capability, has become popular as the new digital service for enjoying broadcasts anywhere, anytime. In this paper, current topics of research at NHK related to broadcasting and ubiquitous technologies are described.

Keyword Digital broadcasting, One-seg, Emergency warning system, Ubiquitous service

1. まえがき

2003年12月に東名阪で開始された地上デジタルテレビジョン放送^{[1][2]}は、2006年12月には全国の県庁所在地で開始され、現在も順次サービスエリアが拡大されている。また、地上デジタルテレビジョン放送の一部の帯域を使用する携帯端末向けサービス「ワンセグ」が2006年4月にスタートし、2007年4月の時点で端末の出荷台数が表1に示すように760万台を突破するなど順調に普及をしている。いつでもどこでも放送番組を楽しめる新しいデジタルサービスとして定着してきている。

日本のISDB-T方式はOFDM変調方式を採用しており、技術的にマルチパス妨害に強く、移動体受信にも強いことが特徴である。さらにセグメント方

式の採用により、同一チャンネル内で、セグメントごとに変調や誤り訂正を変えることが可能である。特に同一チャンネルで固定受信用にHDTV（高精細度テレビジョン）を放送しながら同時に携帯端末受信用に音声や簡易動画像を1セグメントを用いて放送することは、世界の中でも他の方式にない大きな特徴である。

ワンセグサービスは地上デジタルテレビ放送のチャンネルの一部を使ってサービスされ、制度上は、補完放送として位置づけられている。ワンセグサービスは、メインストリームである固定端末向けサービスを補完するものであり、映像（正確には簡易動画）と音声は、データ放送とみなされ、当面の間は固定端末向けサービスと同じ番組をサービスすることとなっている。

2006年度の統計データによれば携帯電話とP

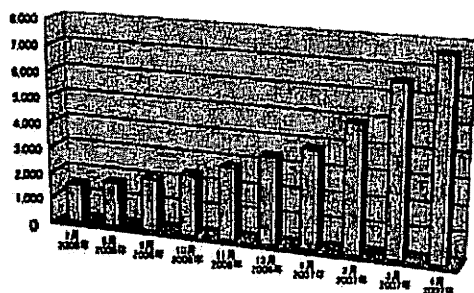
HSと合わせた契約数は1億台を超え人口普及率も80%となった。ワンセグはいつでもどこでも放送が受信できることからユビキタス端末として、特に、緊急災害時などに重要な役割を果たすことが期待される。

例えば、災害時には一斉に携帯端末の放送受信機能のスイッチを起動し、災害情報、避難情報などを速やかに通知することができる。

データ放送についてはワンセグ独自のものである。ワンセグで使用できる帯域は狭く、データ量はそれほど大きなものではない。しかしながら、固定向けデータ放送に比較し、通信機器をわざわざ設置することもなく、携帯電話の通信機能との連携が可能である。ユーザがdボタンを押して意識的にデータ放送を見る固定向けと比較すれば、気軽にデータ放送が利用できる。そこからリンクされた様々な通信サービスへ遷移することが可能である。さらに携帯電話機のインターネット機能やGPS機能などを連携させ、今までにない多様な展開が図れるものとして期待される。

ユビキタスデバイスとして期待の高いワンセグ端末ではあるが、完全なユビキタス化には多くの課題がある。まず2011年へ向けた地上デジタル放送の全国展開、特に過疎地域への課題がある。さらに都市部における地下街や地下鉄、ビル陰など放送所から送信された電波が直接届かない、または届きにくいような場

(単位:千台)



“地上デジタル放送受信機国内出荷実績(2007年4月分)”
©2007 NHK放送技術研究所

図1 ワンセグ端末の普及台数

所では、ワンセグを受信することができず、その対策が課題となっている。一方、サービス面では魅力的なサービスの実現がワンセグのよりいっそうの普及には不可欠となっている。

さらなる普及を目指して、NHK技研ではワンセグの効率的な再送信システム^[3]と緊急警報放送による端末の自動起動システム^{[4][5]}の研究開発に取り組んでいる。本報告ではこの2つの取り組みについて、第3項では、再送信システムのコンセプトと実現するための課題、方法および試作装置の特徴を、第4項では、緊急警報放送による携帯端末の自動起動を実現するための方法について紹介する。

2. ワンセグ

2.1 伝送方式

家庭にある据え置き型テレビ(固定受信)向けの放送では、ハイビジョンなど多くの情報量を送ることができる64QAMが用いられているが、ワンセグでは移動体端末や携帯端末の簡易アンテナでも受信できるように誤り耐性に優れた16QAM(畳み込み符号化率1/2)とQPSK(畳み込み符号化率2/3, 1/2)が運用可能となっている。実際の地上デジタル放送では、固定受信(12セグメント)では64QAM(畳み込み符号化率3/4)によりビットレート16.9Mbps、携帯受信(1セグメント)ではQPSK(畳み込み符号化率2/3)によりビットレート416kbpsで送られている。表1に、現在運用されている地上デジタル放送の伝送パラメータを示す。帯域幅が狭いワンセグでは、映像符号化方式として、低ビットレートでの映像サービスを可能とするAVC/H.264が用いられている。画素数は320×240(アスペクト比4:3)と320×180(アスペクト比16:9)で、フレーム数は15fps以下となっている。音声符号化方式は、MPEG-2 AAC(Advanced Audio Coding)で、オプションでSBR(SpectralBandReplication)が運用可能となっている。

表1 地上デジタル放送の伝送パラメータ

伝送方式	固定受信(12セグメント)向け	携帯受信(1セグメント)向け
畳み込み符号化率	1/2 (0.228)	1/4 (0.438)
変調方式	64QAM	QPSK
符号化率	3/4	2/3
ビットレート	16.9Mbps	416kbps

2.2 データ放送

ワンセグにおけるデータ放送のマルチメディア符号化方式としては、固定端末向けデータ放送で用いられているBML(Broadcast Mark-up Language)をベースに、ワンセグ固有の仕様を定めている6)。

図2に、携帯電話機でワンセグを受信した時に最初に表示されるデータ放送のメニュー画面の構成例を示す。ワンセグでは、限られた表示画面の中で、データ

量を削減しながらわかりやすく情報を提示するためのレイアウト上の工夫が必要になる。

図の例では、直感的にメニューを選択できるようにアイコンが用いられ、また、最上段に最新のニュースを横スクロールによって表示している。

ワンセグのデータ放

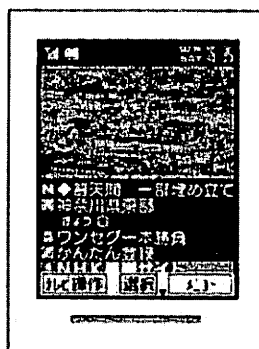


図2 データ放送メニュー画面の例

送では、携帯電話機やカーナビなど、画面サイズ、通信機能の有無などを考慮し、端末の自由度を確保したうえで、種々の拡張機能を持たせている。例えば、映像、字幕、データそれぞれに描画領域が用意され、スケールリングなどにより多様な表示形式に対応できるようにしている。また、放送コンテンツとWebなどの通信コンテンツが同時表示され視聴者が混乱しないように、画面遷移や混在表示に関する一定の制限を設けている。

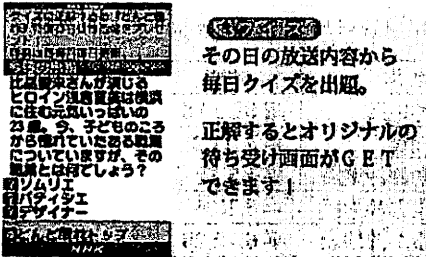


図3 ワンセグデータ放送の例

3. ワンセグ連結再送信システム^[7]

3.1 地上デジタル放送の再送信

地下街、地下鉄、ビル陰など、地上デジタル放送のサービスエリア内ではあるが、放送所から送信された電波が直接届かない場所や非常に弱い場所では、ワンセグが受信できないため、こうした場所にも地上デジタル放送のワンセグをサービスする手段として、再送信装置によりサービスエリアを補完する方法が検討されている。これらの場所で想定される主な視聴形態は携帯端末による受信であり、ワンセグ信号を効率よく再送信するシステムが求められる。

ワンセグ信号を再送信する方法としては、受信した放送波と同じ周波数で単純に再送信する方法^{[6][7]}や、受信した放送波からワンセグの帯域だけをフィルタで抽出し、同じ周波数で再送信する方法^[8]などがある。これらの方法は、同じ周波数で再送信を行うため、単一周波数ネットワーク(SFN)を構築することになり、放送局からの電波と再送信局からの電波が重なるエリアでは、既存の固定受信への影響を考慮する必要がある。

そこで、ワンセグ信号を効率よく再送信する仕組みとして、受信した複数の放送局の放送波からワンセグ信号のみを取り出した上で、それらを1つの信号に連結した後、1つのチャンネルで再送信するワンセグ連結再送信システムを提案する。

3.2 ワンセグの仕組みと再送信システムを実現するための課題

ワンセグは、地上デジタルテレビジョン放送波の中心の1セグメントを使用した携帯端末向けのサービスで、そのサービスを構成するトランスポートストリームパケット(TSP)は中心の1セグメントのみで伝送さ

れるように割り付けられている。また、プログラムクロックリファレンス(PCR)を伝送するパケットの数と配置を固定することで、ワンセグのTSPのみを復調・再生してもクロックのジッタを生じることなく、狭帯域TSの再生を可能にしている。これらを組み合わせることで、地上デジタル放送の変調波(の中心)を1セグメントの帯域幅で受信(部分受信)し、ワンセグのTSPを再生することが可能となる。

ワンセグの周波数帯域幅はチャンネルの帯域幅(6MHz)の1/14であり、複数のワンセグを1つのチャンネル内に配置して送信することで、周波数を無駄に使用することなく再送信を行うことが可能となる。特に、ガードバンドを設けずに連結して送信する場合は、地上デジタル放送と同じ周波数利用効率となる。しかしながら、複数の非同期の信号を単純に周波数上で並べて送信すると、信号間で干渉が生じるため、その対策が課題となる。

3.3 ワンセグ連結再送信の方法

我々が提案するワンセグ連結再送信システムは、複数の放送波からワンセグサービスを行っている部分受信部のセグメントだけを抽出し、抽出したセグメントを再配置して別の1つの放送チャンネルで再送信するシステムである。システムのイメージを図4に示す。

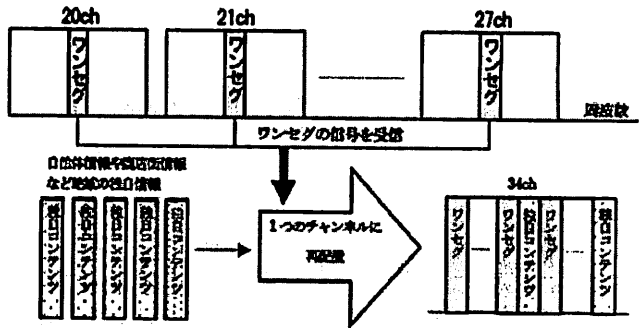


図4 連結再送信のイメージ

ここでは、複数の放送事業者がそれぞれUHF20、21、22、…、27chを使用して地上デジタル放送を実施している場合を例として説明する。これらの各チャンネルからセグメント番号0に当たる部分受信部のセグメント(ワンセグ)を抜き出し、それぞれ復調して連結した後、再変調し通常地上デジタル放送と同じ13セグメントの変調波として例えばUHF34chで再送信する。この方法は、1つの放送チャンネル内にワンセグを13波まで連結することが可能であるため、受信する放送波が13波未満の場合には、残りのセグメントを使用して自治体や商店街などの独自コンテンツをワンセグの再送信信号とあわせて送信することができる。

現在のワンセグ受信機におけるチャンネル走査のステップ周波数は、ワンセグ信号の周波数配置に合わ

せて6MHzとなっている。本提案システムでは、6MHz帯域の中心以外のセグメントでもワンセグ信号を送信するため、受信機側のチャンネル走査のステップ周波数を1つのセグメントの周波数帯域幅である6/14MHz(432kHz)に変更する必要がある。

3.4 ワンセグ連結再送信システムの特徴

提案システムの特徴をまとめて表2に示す。

提案システムは、受信波とは別のチャンネルを使用する必要があるが、受信波と干渉することはなく、複数のワンセグ信号を連結することで高い周波数利用率を実現している。

また、独自コンテンツを同時に送信することで、ワンセグのサービスエリアを拡大すると同時に、より地域に密着したワンセグサービスを実現することができる。

再送信部は、再多重化された各TS信号を指定されたセグメントに割り当て、それぞれ独立に誤り訂正符号化、インターリーブ、遅延補正、キャリア変調などの処理を行った後、IFFT処理により一括してOFDM変調する。変調信号は、周波数変換回路および電力増幅回路を経て送信アンテナから送信される。各セグメントのパイロットキャリアの配置はセグメント番号0の配置と同じとし、TMCC(Transmission and

表2 ワンセグ連結再送信システムの特徴

	要求条件	提案方式(ワンセグ連結再送信)
周波数利用率	高いこと	・再送信に1つチャンネルが必要 ・チャンネルあたり13のワンセグサービスの伝送が可能
消費電力	低いこと	・ワンセグのみを送信するため効率がよい
再送信による信号の劣化	ないこと(少ないこと)	・再生中継の一種であり高品質の再送信信号が得られる
既存の放送波との干渉	無いこと(少ないこと)	・既存の放送波との干渉はない(親局とは別チャンネルで再送信)
内容の同一性	同一が保たれること	・TSレベルでは同一(PCRの付け替えのみ)
受信機の変更	ないこと(少ないこと)	・チャンネル走査のステップ周波数の変更が必要
既存受信機との両立性	既存の受信機に影響を与えないこと	・再送信信号のうち中心のセグメントは既存の受信機で受信可能
サービスの拡張	将来的に可能なこと	・独自コンテンツの追加が容易

Multiplexing Configuration Control)は受信したデータに基づいて再変調、再送信する。尚、伝送パラメータを変更した場合は、そのパラメータをTMCCに反映する。

mより(単位:千台)受信したワンセグのTSと独自コンテンツのTSのセグメント割付、および再送信信号の各種伝送パラメータの設定はTS再多重部で行う。

4. 緊急警報放送^[7]

4.1 緊急警報信号受信方式について

ワンセグが普及するに従い、ワンセグの特性を生かしたサービスへの期待が膨らむ。普段から持ち歩くことの多いワンセグ端末に向けて緊急警報を放送することは、ワンセグの特性を十分生かしたサービスであると同時に、防災の観点からも重要である。この節では、緊急警報放送によるワンセグ端末の自動起動に関する技術について述べる。

表3 緊急警報放送の運用実績

名称	時期
宮城県沖地震	昭62.3.18
三陸沖地震	平元.11.2
北海道南西沖地震	平5.7.12
北海道東方沖地震	平6.10.4
三陸はるか沖地震	平6.12.28
奄美大島近海地震	平7.10.19
ニューギニア地震	平8.2.17
日向灘地震	平8.10.19
沖縄石垣島南方沖を震源とする地震	平10.5.4 平14.3.26
台湾付近を震源とする地震	平14.3.31
北海道釧路沖地震	平15.9.26
東海道沖地震	平16.9.5
北海道東方沖地震	平18.11.15 平19.1.13

いずれも津波警報

緊急警報放送(EWS: Emergency Warning System)は、地震や津波などの災害時に、対応したテレビやラジオの受信機を遠隔起動し、災害情報を配信するシステムで、昭和60年9月から運用が開始されている。大規模地震の警戒宣言や、津波警報に加え、都道府県知事からの要請により実施する

もので、表2に示すようにこれまで15回運用されている。

しかしながらワンセグ端末において緊急警報放送を受信するためには伝送制御信号(TMCC: Transmission and Multiplexing Configuration Control)内に含まれる緊急警報放送起動フラグを常時監視する必要がある。この動作はワンセグ復調回路の連続動作を必要とし、携帯端末のバッテリーを早く消耗させることから、その対策が課題となっていた。すなわち、緊急

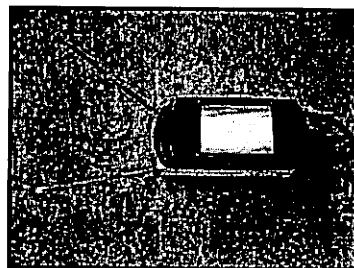


図5 緊急警報放送用起動フラグ受

警報放送による自動起動の機能を携帯端末に搭載するためには、待ち受け時の省電力化が必須である。今回、緊急警報放送

の待ち受け用として、高速フーリエ変換(FFT: Fast Fourier Transform)を使用しない簡易な回路構成で

TMCC キャリアを復調する手法^{[4][5]}を提案する。併せて、緊急警報放送起動フラグを常時監視しつつ、低消費電力化を図るための間欠受信について検討した結果を報告する。また、提案方式による実験装置を FPGA (Field Programmable Gate Array)を用いて試作した(図5)。

4.2 省電力化した緊急警報放送用起動フラグ受信機の概要

図6に示すように、通常の待ち受け時は、アンテナ

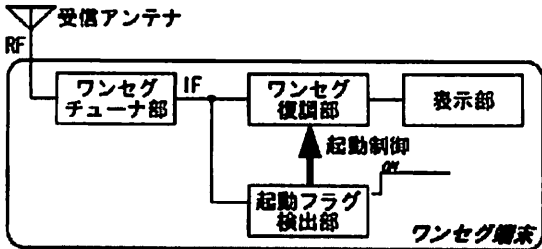


図6 緊急警報放送用起動フラグ受信機の構成

からの受信信号をチューナ部で周波数変換し、起動フラグ検出部でTMCC信号内の緊急警報放送起動フラグを常時監視する。ここで、起動フラグがアクティブに変化したことを検出した時点で、復調部を自動起動することにより緊急警報放送を携帯端末に表示させることができる。以下に、TMCCの受信方式と間欠動作について述べる。

4.2.1 TMCC 受信方式

図7示すように、モード3では1セグメントの帯域内に4本のTMCCキャリア(DBPSK変調)が存在する。今回提案した受信方式の回路構成を図8に示す。AFC出力の等価ベースバンド信号を、後段の遅延検波処理に適合するようにそれぞれ周波数シフトを行った後、2本のTMCCキャリアについては、回路を共有した遅延検波処理で復調し、残りの2本については、それぞれ独立に遅延検波処理を行って復調する。得られた4つの遅延検波処理後のTMCCをダイバーシティ合成した

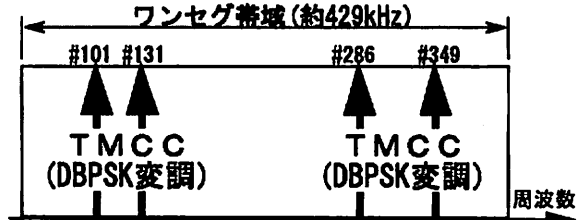


図7 部分受信セグメント内のTMCC キャリアの配置(モード3)

後、OFDM フレーム間で多数決判定を行って起動フラグを抽出する。今回試作した受信回路では、直交復調後 FFT を行うことなく、簡単な回路で4本のTMCC信号を復調(複素周波数シフト)している。さらに遅延検波後のTMCC信号を周波数ダイバーシティ合成(以下、単にダイバーシティ合成)することで、受信感度を向上させている。

4.2.2 間欠動作

待ち受け時の消費電力を削減するため、チューナ一部を起動・停止するせいぎよを検討した。その概要を図9に示す。OFDM フレームの先頭のシンボルから緊急警報起動フラグまでの27シンボルを間欠的に受信(以下、シンボル間引き)する場合、チューナ部の電源が投入されてからOFDM フレームの先頭が到達するまでにAGCの動作が安定していることが必須となる。回路を調整して実験した結果、本試作機では、

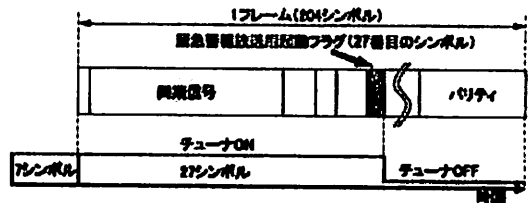


図9 TMCC 受信の電源制御タイミング

チューナ部の電源が投入されてからAGCの動作が安定するまでに7シンボルを要した。従って、チューナ起動期間は合計34シンボルとなり、このシンボル間引きにより1フレームあたりの消費電力を $34/204 = 1/6 \approx 17\%$ に削減できる。消費電力を更に削減するには、受信するOFDMフレームを間引く(フレーム間引き)が必要である。8OFDM フレーム

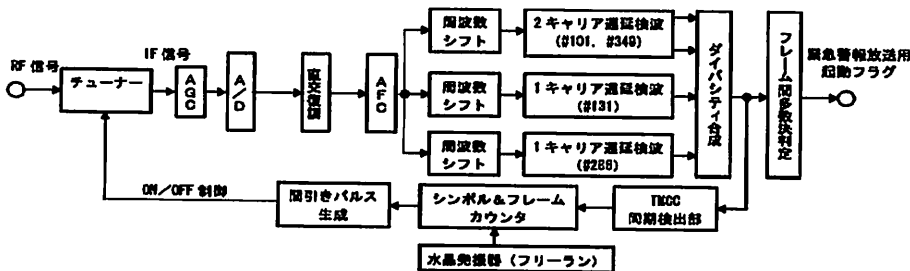


図8 試作した緊急警報放送用起動フラグ受信機

ムに1回、回路を動作させる場合、先頭の1フレームは前述の34/204シンボル間引きを行い、その後続く7フレームはチューナーを起動しない。フレーム間引きを行うことで、検出に要する時間は長くなるが、チューナー起動の回数を更に1/8に減らすことが可能で、両間引きによりチューナーの消費電力を1/48に削減できる。

5. むすび

地上デジタル放送の本格的な普及とともに、いつでもどこでも放送が受信できるワンセグ端末へ向けたサービスへの期待が高まっている。この期待に応えるために、ワンセグのサービスエリア拡大は制度的な課題を含め、解決のために多くの努力が必要であると考えている。提案したワンセグ連結再送信システムは、安定した再送信を行う一方で独自コンテンツを併せて送信する機能を持つことから、ワンセグのサービスエリアの拡大と同時に、より地域に密着したワンセグサービスの実現が期待できる。

また、緊急警報放送の常時待ち受けを実現するための省電力化の技術について紹介した。安全安心を提供する放送ならではのユビキタスサービスとして、実現へ向けさらなる研究展開を図っていきたい。

文 献

- [1]: 「地上デジタルテレビジョン放送の伝送方式標準規格」, 社団法人電波産業会, ARIB STD-B31
- [2]: “NHK 技研 R&D 地上デジタル伝送方式の研究”, NHK 放送技術研究所, No56(May.1999)
- [3]: 成清, 岡野, 土田, 高田, 渋谷, “ワンセグを連結して再送信する方法およびそのギャップフィルター装置”, 信学技報, ocs2006-63, OFT2006-48(2006-11)
- [4]: 田口, 濱住, 伊藤, “省電力ワンセグ用緊急警報受信の検討”, 映情学年大, 12-2
- [5]: 田口, 濱住, 伊藤, 渋谷, “緊急警報放送によるワンセグ端末の自動起動の検討”, 信学技報, *** (2007-3)
- [6]: 吉田, 田丸, 小林, “電波遮蔽空間用地上デジタル放送再輻射アンテナの開発”, 映情学年大, 15-4(2006)
- [7]: 岡野, “平成19年度NHK技研公開研究発表資料”
- [8]: 総務省北陸総合通信局調査研究会, “地上デジタル移動体向け(1セグメント)放送の不感地帯解消のためのギャップフィルターに関する検討会報告書”, <http://www.hokuriku-bt.go.jp/img/resarch/chideji/houkokuhoukokusho.pdf>