

令和 3 年 6 月 8 日現在

機関番号：25403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K06436

研究課題名(和文) ISDB-Tテレビ放送電波にて伝達される緊急自動起動信号の低消費電力待機受信方法

研究課題名(英文) A low power reception method of emergency automatic wake-up signal on ISDB-T television broadcaster transmitted radiowaves

研究代表者

高橋 賢 (Takahashi, Satoshi)

広島市立大学・情報科学研究科・准教授

研究者番号：60359106

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：災害発生の恐れのあるとき、ISDB-Tデジタルテレビ放送局は放送信号に特別な信号を重畳して受信機を自動起動することができる。移動受信機にて、この起動信号を高信頼かつ低消費電力にて受信できる学術的方法を研究した。これまでに提案してきた起動信号の高信頼受信方法に加えて、受信機から得られる相互情報量を定義し、電波受信状態を検出する方法、および過去の信号判定結果を利用した誤判定軽減方法を提案した。自動車などにて自動起動信号を待機受信する代表例において、提案受信機は従来受信機と比較して消費電力を約1/5にできることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

無線信号の存在を誤って見逃す確率を低くするために信号強度判定しきい値を低くすると、無信号時に誤って信号があると判断する確率が高まり、受信機の電力を不必要に消費する。その信号検出回路は、その他の回路よりも十分に小さいので、信号検出方法の高度化は待機消費電力削減につながる。高信頼かつ低消費電力にて信号検出を行うこの研究課題から得た結論は、一般の無線信号の待機受信を伴う信号検出にも応用できるものと考えている。

研究成果の概要(英文)：When there is a risk of a disaster, the ISDB-T digital television broadcaster can automatically activate their receiver by superimposing a special signal on the broadcast signal. The objective of this study is to derive the method of receiving the activation signal with a higher reliability and a lower power consumption at a mobile receiver. The method of reliably receiving the activation signals, the method of deriving the mutual information obtained from the receiver, and the method of detecting the radiowave reception condition, and the method of reducing erroneous determination using past signal detection results were proposed through this study. In a typical example of receiving an automatic activation signal in an automobile, it was shown that the power consumption of the proposed receiver was reduced by about 1/5 than that of the conventional receiver.

研究分野：工学

キーワード：地上デジタルテレビ ISDB-T 緊急警報放送 低消費電力受信 パリティ

### 1. 研究開始当初の背景

大規模災害が発生する恐れのあるとき、放送局は送信信号に特別な信号を重畳して受信機を自動起動させることができる。受信機が自らの電源をオンにしてニュースチャンネルに切り替える自動起動は、そのチューナ部を常に動作状態にして、特定フォーマット信号を待機することで達成される。

本研究課題は、地上デジタルテレビ方式 ISDB-T (Integrated Services Digital Television-Terrestrial) の自動起動信号の待機受信方法を扱う。地上デジタルテレビの世界 3 標準方式にはこの他に ATSC と DVB-T とがあるが、ISDB-T では自動起動信号を制御信号にて伝送することに特徴がある。この待機受信は、制御信号の復号のみで達成され、復調動作の大部分を省略できるために、その大幅な低消費電力化が見込める。

しかしながら、受信ビット誤りにより、受信機が誤って緊急状態と判断する「誤警報」の多さにより、この信号の受信機能の持つものは現在の日本においてもごく一部製品のみであり、海外製品では皆無である。自動起動信号の受信方法は NHK 技術研究所などでも研究されている(例えば、[1])。しかし、信号処理による誤警報の抑圧は自動起動信号の「見逃し」を招く本質的課題があり、結局、誤警報と見逃しとのトレードオフになる。

研究代表者は、制御信号にあるパリティに着目した。これは 102 ビット長の制御情報の誤りを訂正するためのものである。制御情報の先頭から 26 ビット目にある「緊急警報用自動起動フラグ」が変化すると、82 ビット長パリティのうち 35 ビットの状態が変化する(図 1)。研究代表者は、緊急状態の前後で自動起動信号以外の情報が変化しないことを仮定して、自動起動信号とそれにより変化するパリティとの間での多数決による緊急状態の検出方法を提案した。

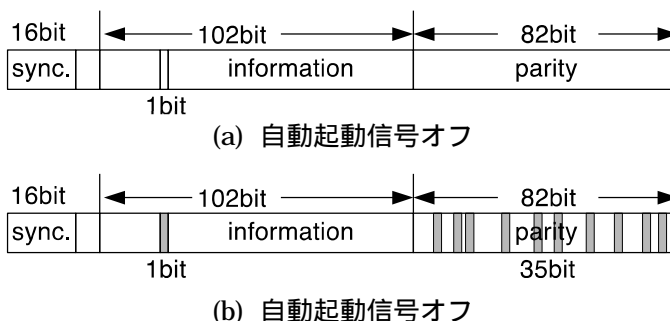


図 1 緊急警報用自動起動フラグにより変化するパリティの概念説明図

2014 年度からの 3 年間の科研費研究とその予備研究から、誤り訂正を行う従来法と比較しても、提案法は同一見逃し確率での誤警報確率を 5 桁以上、抑圧できることを示した。これは制御情報が含む冗長性を緊急状態の検出のみに限定して活用する提案技術の特徴による。

### 2. 研究の目的

この多数決結果には、受信誤りの少ないときに不一致数が少なくなり、受信誤りの多いときに不一致数が多くなる特徴がある。このキーアイデアを発展させて、ISDB-T の特長である移動受信においても、低消費電力にて自動起動信号を待機受信できる方法を学術的に明らかにする。具体的には、次に示す 3 構成要素を研究する。

- (1) 従来の周波数ダイバシチ受信よりも消費電力を削減できるサブキャリア受信方法
- (2) 受信電波強度や受信誤りが大きく変化する移動受信においても、自動起動信号を確実にキャッチできる間欠受信方法
- (3) サブキャリア受信方法と間欠受信方法との協調動作による、低消費電力かつ確実に動作する受信機の構成方法

### 3. 研究の方法

すなわち、本研究課題は、1. 受信誤りの多いときにはすべての制御信号サブキャリアを効率よく復調する一方、受信誤りの少ないときにはその復調サブキャリア数を適応的に減らすサブキャリア受信方法、2. 受信電波強度や受信誤りが大きく変化する移動受信においても、受信誤りの推定により自動起動信号を確実にキャッチできる間欠受信方法、3. これらの協調動作により低消費電力かつ確実に動作する受信機の構成方法、からなる。初年度は 1. のテーマを、次年度は 2. のテーマを、そして最終年度は 3. のテーマを主に実施する計画であった。現実の自動起動信号の発生頻度は極めて低いため、設定した課題に対してその特性を解析的に明らかにすることに研究の主眼を置いた。一方、現実の課題を解決するためにコンピュータシミュレーションやソフトウェア無線機などを用いた実測も併用して研究を進めた。

### 4. 研究成果

本研究課題の期間を通して得た代表的成果は次のとおりである。

- (1) 移動受信機に内蔵される自動起動信号受信回路において、TMCC パリティ不一致数に基づく新たな受信品質検出方法を考案した。不一致数と  $E_b/N_0$  (雑音密度に対する 1 ビットあたり

- のエネルギー比)との関係を明らかにした(図2)[2]. 誤警報確率や見逃し確率は  $E_b/N_0$  の関数であるので, 不一致数から受信品質が推定でき, ひいては自動起動信号をより低消費電力にて受信できる見通しを得た.
- (2) 自動起動信号受信回路においては, 災害の発生確率が著しく低く, 自動起動信号を常に待機受信し続ける必要性については議論の余地があった. 受信電波強度が低くビット誤りの高い状態では, 受信機が誤って警報を発生するようになり, 必要な災害情報がキャッチできない懸念のためである. ここでは, 災害発生確率と自動起動信号受信回路を考慮して, 放送局から受信機に至る経路を無記憶2元通信路(図3)に近似して, その受信機から得られる「相互情報量」を理論的に解析した(図4)[3]. その結果, これまでの科研費助成を活用して提案してきた「TMCC パリティを用いた自動起動信号受信方法」は, テレビ受信機動作に必要な制御信号を受信できないほどの受信レベルであっても, 自動起動信号が伝達されることを示した.

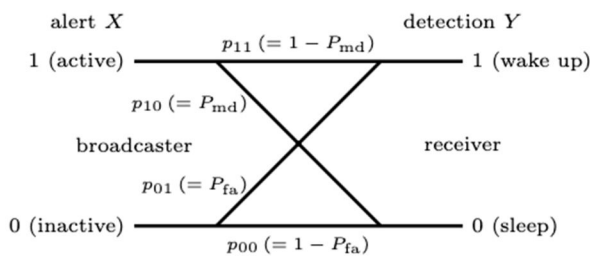


図3 通信路線図

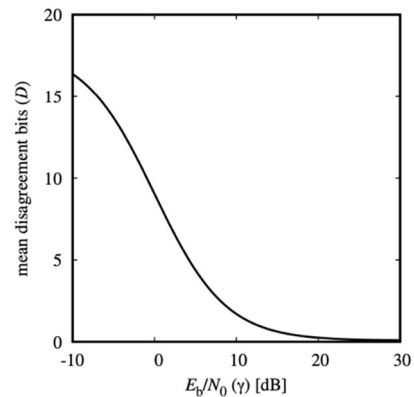


図2 不一致数と  $E_b/N_0$  との関係

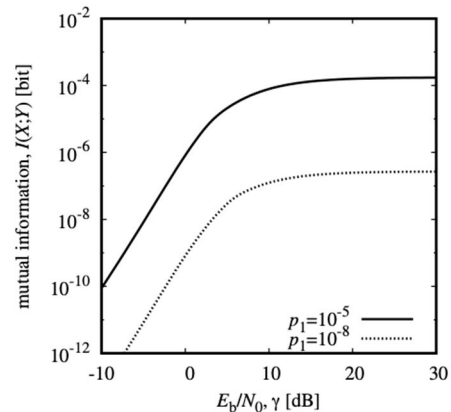


図4 相互情報量と  $E_b/N_0$  との関係

- (3) テレビ放送局は, 複数の主局と中継局からの電波を放送することにより, 広い面積に放送電波を配信している. 一般に同一周波数電波にて異なる情報を伝送すると互いに干渉が生じる. ISDB-T テレビ放送局では, 主局と中継局とで同一情報を伝送し, さらに単一周波数ネットワークと呼ばれる方法にてその干渉を軽減している. しかし, 離れた地域では同一周波数を再利用するので, やはり電波干渉が課題になる. その緊急警報放送自動起動信号受信への影響を評価するために, 確率論での特性関数法を応用して, 複数デジタル干渉波に対する捕捉効果を解析した. 捕捉効果は強力な受信信号のみが受信される現象である. ISDB-T デジタル放送変調波でも捕捉効果が期待できることを明らかにした[4].
- (4) TMCC パリティ不一致数による受信電波品質測定方法について, パリティ不一致数に対する相互情報量を求めた. また, これまで提案してきた自動起動信号の検出方法と, 従来から知られる検出方法との間の適用領域を考察した. その結果, 提案法は受信状態の悪いときにより高い相互情報量を与える一方, 従来法は受信状態の良いときにより低消費電力であることが判明した. そこで, その電波品質測定方法を用いて, この2つの受信方法を適切に選択することにより, 長期的な平均消費電力を低減できることを示した[5].
- (5) 自動起動信号検知により受信機を直ちに起動すると, 直接的に受信誤りの影響を受ける. 一方, 一定時間の信号観測による累積検知には起動信号送出からその検知までの遅延が生じる. その一定時間の信号観測には, そのしきい値と累積時間との2パラメータを決めなければならない. 誤って受信機を起動する確率と, 誤って受信機を起動しない確率から, 信号受信により受信機が得る情報量を解析的に求め, その最適パラメータを明らかにした. 一方, 起動信号検出方法の従来法には受信機を長時間休眠できる利点があり, 提案法には誤起動を大幅に削減できる利点がある. この両者に累積信号検知を適用する際の最適パラメータの相違から, 累積信号検知により両者の特長を融合する新しい起動信号判定方法を考案した[6].
- (6) 緊急自動起動信号は約0.2秒ごとに伝送される可能性がある. そこで, 過去5回の信号判定結果を保持しその判定結果を用いて, 平均消費電力軽減を目指す方法と, 起動信号の精密判定を目指す方法とを切り替える新しい方法を提案した. すなわち, 自動起動に必要な時間が0.2秒から約1秒に増加する代償があるものの, 信号検出の低消費電力化と高信頼化との両立を目指した. この切り替え方法を用いたときの消費電力削減効果を解析して, 自動車などにて自動起動信号を待機受信する代表例においては消費電力を約1/5にできることを示した[7].

- (7) ソフトウェア無線による ISDB-T 信号受信を検討した。ハードウェアに依存したドライバや、ソフトウェア改版により、再現性が低下する懸念がある。テキストファイルの記述により Linux OS (Ubuntu 16.04) 取得からソフトウェア無線 GNU Radio のセットアップまでを自動化するために、仮想化ソフトウェア Virtual Box, 自動構成ソフトウェア ansible, そしてこれらの自動実行ソフトウェア Vagrant を組み合わせて、ISDB-T 信号受信を行った (図 5)。この方法をホームページにて公開している。

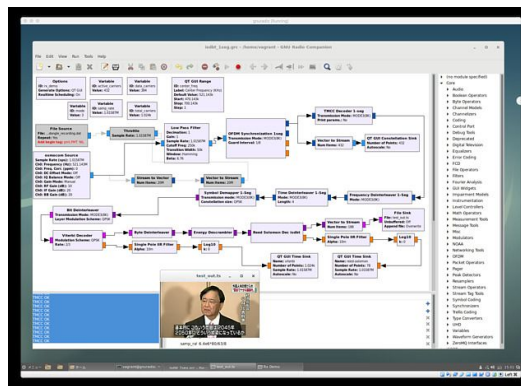


図 5 ソフトウェア無線機, GNU Radio, および自動構成ソフトウェア vagrant による ISDB-T ワンセグ信号受信

<https://s-taka.org/gr-isdbt-and-gnuradio-on-virtualbox-with-vagrant/>

- (8) 起動信号の判定実験を再現するためのソフトウェアによる受信機の記述を行なった。ソフトウェア改版などの影響を少なくしながら、受信機をより効率よく動作させるために、コンテナを用いた。

- (9) 受信機の電池容量を活用するために、リチウムイオン電池の充放電 IC と残容量推定 IC の実験を行なった (図 6)。また、電源電圧を昇降圧するためのスイッチングレギュレーターと電子負荷を活用して、現実のリチウムイオン電池を最大限に活用するための実験を実施した。これらの実験結果をホームページ上で公開している。

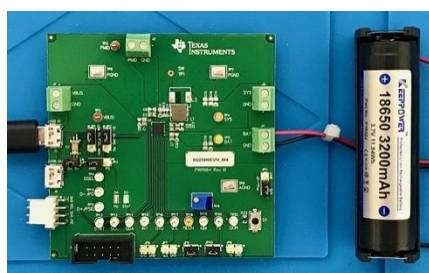


図 6 充放電 IC テキサスインスツルメンツ BQ25890 によるリチウムイオン電池充放電実験

<https://s-taka.org/internal-resistance-of-dry-battery/>

<https://s-taka.org/lithium-ion-battery-capacity-estimation-with-max17201/>

<https://s-taka.org/lithium-ion-battery-charger-ic-bq25890/>

- (10) 低消費電力での起動信号判定の方法を応用して、測位衛星「みちびき」から放送される緊急信号の低消費電力受信方法を検討した。この緊急信号を受信するためには、まず測位信号を受信しなければならないことから、リアルタイムキネマティックや精密単独測位による高精度測位信号受信を実施した [8-11]。
- (11) 提案する信号検出方法をソフトウェア無線機 HackRF と小さなマイコンにて実現することを検討した。ソフトウェアライブラリの理解に時間を要して、現在までに実現には至っていないもの、無線電波を用いる他の緊急信号検出への適用の見込みを得た。

これらの成果から、当初の目的をほぼ達成できたと自己評価している。これらの多くの研究成果を挙げる事ができたのは、本助成制度のおかげである。心より感謝申し上げる。

#### < 引用文献 >

- [1] 田口 誠ほか, “ワンセグサービス用緊急警報信号受信機の検討,” 電子情報通信学会総大会, DS-2-6, March 2006.
- [2] 高橋 賢, “TMCC パリティの不一致数を用いた ISDB-T 緊急自動起動信号の低消費電力受信方法,” 映像情報メディア学会誌, vol.72, no.6, pp.J94-J97, June 2018. DOI: 10.3169/itej.72.J94.
- [3] 高橋 賢, “ISDB-T 緊急警報放送における自動起動信号伝送路の非対称無記憶 2 元通信路近似,” 映像情報メディア学会誌, vol.72, no.1, pp.J47-J50, Jan. 2018. DOI: 10.3169/itej.72.J47.
- [4] 高橋 賢, “特性関数法を用いた複数デジタル変調波に対する捕捉効果の解析,” 映像情報メディア学会冬季大会, 13C-3, Dec. 2017.
- [5] Satoshi Takahashi, “A method of determining broadcaster advised emergency wake-up signal for ISDB-T digital television receivers,” Journal of Telecommunications and Information Technology (JTIT), vol.2019, no.1, pp.103-112, March 2019. DOI: 10.26636/jtit.2019.131619.
- [6] 高橋 賢, “ISDB-T テレビ受信機における複数 TMCC フレーム観測に基づく自動起動信号の検出,” 映像情報メディア学会誌, vol.73, no.6, pp.1168-1171, Nov. 2019. DOI: 10.3169/itej.73.1168.

- [7] Satoshi Takahashi, "Determining broadcaster advised emergency wake-up signal with switching two detection methods and observing several TMCC frames for mobile ISDB-T receivers," *ITE Transactions on Media Technology and Applications*, vol.8, no.3, pp.126-131, July 2020. DOI: 10.3169/mta.8.126.
- [8] 岩本 滉希, 藤崎 宏史, 高橋 賢, 田中 公一, 藤原 真, 八方 直久, "GNSS 単独測位と MADOCA 測位の比較," 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-2-8, Sept. 2019.
- [9] 高橋 賢, "準天頂衛星みちびきから放送される災害・危機通報の間欠受信方法の検討," 電子情報通信学会技術研究報告, CS2019-62, Oct. 2019.
- [10] 岩本 滉希, 藤崎 宏史, 高橋 賢, 田中 公一, 藤原 真, 八方 直久, "仰角マスク角度による GNSS 単独測位と MADOCA 測位の距離差依存性," 電子情報通信学会技術研究報告, CS2019-63, Oct. 2019.
- [11] 高橋 賢, "準天頂衛星みちびきから放送される災害・危機通報のヌルメッセージを活用した間欠受信方法," 電子情報通信学会論文誌, vol.J103-B, no.5, pp.206-209, May 2020. DOI: 10.14923/transcomj.2019JBL4013.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Satoshi Takahashi	4. 巻 8
2. 論文標題 Determining broadcaster advised emergency wake-up signal with switching two detection methods and observing several TMCC frames for mobile ISDB-T receivers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ITE Transactions on Media Technology and Applications	6. 最初と最後の頁 126 ~ 131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3169/mta.8.126	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 高橋 賢	4. 巻 J103-B
2. 論文標題 準天頂衛星みちびきから放送される災害・危機通報のヌルメッセージを活用した間欠受信方法	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌B 通信	6. 最初と最後の頁 206 ~ 209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transcomj.2019JBL4013	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 高橋 賢	4. 巻 73
2. 論文標題 ISDB-Tテレビ受信機における複数TMCCフレーム観測に基づく自動起動信号の検出	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会誌	6. 最初と最後の頁 1168 ~ 1171
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3169/itej.73.1168	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Satoshi Takahashi	4. 巻 8
2. 論文標題 Transmission power control of terrestrial pseudolite signal for global navigation satellite systems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Communications Express	6. 最初と最後の頁 335 ~ 340
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2019XBL0058	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Satoshi Takahashi	4. 巻 1
2. 論文標題 A method for determining broadcaster advised emergency wake-up signal for ISDB-T digital television receivers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Telecommunications and Information Technology	6. 最初と最後の頁 103 ~ 112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.26636/jtit.2019.131619	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 高橋 賢	4. 巻 72
2. 論文標題 TMCCパリティの不一致数を用いたISDB-T緊急自動起動信号の低消費電力受信方法	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会誌	6. 最初と最後の頁 J94 ~ J97
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3169/itej.72.J94	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 高橋 賢	4. 巻 72
2. 論文標題 ISDB-T緊急警報放送における自動起動信号伝送路の非対称無記憶2元通信路近似	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会誌	6. 最初と最後の頁 J47 ~ J50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3169/itej.72.J47	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計25件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 高橋 賢
2. 発表標題 準天頂衛星みちびきが放送する災害・危機通報の相互情報量
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会, B-8-19
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋 賢
2. 発表標題 [招待講演] 準天頂衛星みちびきが放送する災害・危機通報の相互情報量解析による間欠受信方法
3. 学会等名 電子情報通信学技術研究報告, ICD2020-12 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋 賢
2. 発表標題 小さなデータを低消費電力でより遠くまで届けるLPWA
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会, CI-5-6 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋 賢
2. 発表標題 ISDB-T緊急警報放送信号の一定時間受信に基づく検出方法選択
3. 学会等名 映像情報メディア学会冬季大会, 14C-6
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩本 滉希, 藤崎 宏史, 高橋 賢, 田中 公一, 藤原 真, 八方 直久
2. 発表標題 仰角マスク角度によるGNSS単独測位とMADOCA測位の距離差依存性
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, CS2019-63
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 高橋 賢
2. 発表標題 準天頂衛星みちびきから放送される災害・危機通報の間欠受信方法の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, CS2019-62
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋 賢
2. 発表標題 ISDB-Tテレビ受信機における緊急自動起動信号の一定時間観測
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-8-22
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩本 滉希, 藤崎 宏史, 高橋 賢, 田中 公一, 藤原 真, 八方 直久
2. 発表標題 GNSS単独測位とMADOCA測位の比較
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-2-8
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋 賢
2. 発表標題 ISDB-Tテレビ受信機における一定時間累積確率を考慮した自動起動信号の検出方法
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, CS2019-44
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤崎 宏史, 岩本 滉希, 高橋 賢, 田中 公一, 藤原 真, 八方 直久
2. 発表標題 導電性ウェアhitoeを用いた運動時心電図のLPWA無線伝送方法の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, CS2019-33
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋 賢
2. 発表標題 [招待講演] 電波を用いた位置計測の特性
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, CQ2019-23 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋 賢
2. 発表標題 ISDB-Tテレビ受信機における自動起動信号の間欠受信特性
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会, B-8-12
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋 賢, 田中 公一, 藤原 真, 八方 直久
2. 発表標題 異なる無線通信システム間信号の電力差計算方法
3. 学会等名 映像情報メディア学会技術報告, BCT2018-92
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋 賢
2. 発表標題 TMCCパリティ不一致数を用いたISDB-Tデジタルテレビ自動起動信号の間欠受信方法
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, CS2018-62
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Satoshi Takahashi
2. 発表標題 Mutual information analysis of broadcaster advised emergency automatic wake-up signals with intermittent reception
3. 学会等名 IEICE Information and Communication Technology Forum (IEICE ICTF 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋 賢
2. 発表標題 間欠受信を行うISDB-T自動起動信号受信機における相互情報量の解析
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会, B-8-23
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋 賢
2. 発表標題 ISDB-T緊急警報放送信号受信により得られる相互情報量の検出方法依存性
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, CS2017-111
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋 賢
2. 発表標題 非対称無記憶2元通信路近似を用いたISDB-T自動起動信号に対する間欠受信特性解析
3. 学会等名 映像情報メディア学会技術報告, BCT2018-42
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋 賢, 田中 公一, 藤原 真, 八方 直久
2. 発表標題 特性関数法によるレイリーフェージング環境での捕捉効果の解析
3. 学会等名 映像情報メディア学会技術報告, BCT2018-23
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋 賢
2. 発表標題 [招待講演] ISDB-T緊急警報放送の自動起動信号判定方法
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, RCS2017-258 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高橋 賢
2. 発表標題 特性関数法を用いた複数デジタル変調波に対する捕捉効果の解析
3. 学会等名 映像情報メディア学会冬季大会, 13C-3
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Satoshi Takahashi
2. 発表標題 Majority determination and subcarrier diversity of detecting broadcaster advised emergency wake-up signal for ISDB-T television receivers
3. 学会等名 The 2017 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高橋 賢
2. 発表標題 ISDB-T緊急警報放送における自動起動信号伝送路の非対称無記憶2元通信路近似
3. 学会等名 映像情報メディア学会技術報告, BCT2017-76
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高橋 賢
2. 発表標題 TMCCパリティを用いたISDB-T自動起動信号の低消費電力受信方法
3. 学会等名 映像情報メディア学会年次大会, 13C2
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高橋 賢
2. 発表標題 ISDB-T移動受信機におけるTMCCパリティ一致数に基づく自動起動信号受信の低消費電力受信方法
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, CQ2017-59
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

高橋賢 広島市立大学  
<https://s-taka.org/>  
広島市立大学 センサシステム研究室  
<https://phys.info.hiroshima-cu.ac.jp/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------