

テキスト音声変換機能を実装した路側放送システムの設計

Design of Roadside Broadcasting System with Text-to-Speech capability

岡 正 博 須 貝 尚 之 山 本 泰 央 徳 重 芳 朗
Masahiro Oka Hisayuki Sugai Yasuhisa Yamamoto Yoshiro Tokushige

要 旨

路側放送システムは、一般のカーラジオを通して、音声による道路情報を走行中のドライバーに提供するものである。提供内容は、事故や工事などによる通行規制、急激な気象変化に伴う規制や安全運転勧告、規制予定や工事予定（日程）など、道路交通上の安全走行を目的とした道路情報ラジオ（1620kHz）である。放送提供場所は、災害多発地域や通行規制区間前後、ジャンクションなど道路分岐前後に設定される。提供区間長は、提供区間内でドライバーの放送文認識度と「聞き返し」を考慮し、時速40kmで走行する車両において1分程度の放送文を3回聴取できる事とすると、約2kmから3kmとなる。

Abstract

This roadside broadcasting system provides drivers along a road with voice information through their car radios. The information broadcasted through the radio at 1620kHz deals with accidents and road construction which cause restrictions on passage through roads, restrictions due to sudden changes in the weather, advice for safe driving, scheduled restrictions, scheduled road construction (dates thereof), etc., and is intended to improve safety while passing along roads.

The broadcasting devices are set up at places where incidents have frequently occurred, in front of and behind traffic restriction zones, and in front of and behind where a road branches, such as junctions.

Care is taken that the driver can easily understand the message which is broadcast for the 2-3km zone the driver is in, repeating a one minute message three times during the time the car traveling at 40km/hr is in the zone to allow the driver to confirm the information.

1. ま え が き

路側放送システムは、一般のカーラジオを通して、道路走行中のドライバーに情報提供するものである。提供内容は、事故や工事などによる通行規制、急激な気象変化に伴う規制や安全運転勧告、規制予定日程や工事予定日程など、道路交通上の安全走行を目的とした道路情報である。

提供場所は、災害多発地域や通行規制区間前後、ジャンクションなど、道路分岐前後に設定される。提供区間長は、提供区間内でドライバーの放送文認識度と「聞き返し」を考慮し、時速40kmで走行する車両において1分程度の放送文を3回聴取できる事とすると、約2kmから3kmとなる。（図1参照）

近年、道路情報収集システムの高度化が進んでおり、道路管理者による、きめ細かでリアルタイム性の高い情報収集が可能となっている。ドライバーに対する提供情報に関しても、刻々と変化する現況を反映できる、柔軟な提供文章作成機能が求められている。

このような動向の中、2009年11月、国土交通省 近畿地方整備局 姫路河川国道事務所に既存のシステムを、テキスト音声変換機能（文字情報から音声情報を生成する音声読み上げ技術（Text-To-Speech）を用いた、放送文作成機能）を実装した路側放送システムに更新した。本稿では姫路河川国道管内 路側放送システムについて紹介する。

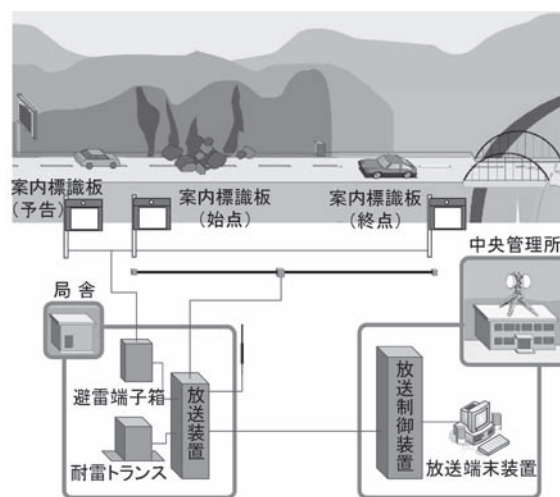


図1 路側放送システム 概要図

Fig.1 Outline of roadside broadcasting system

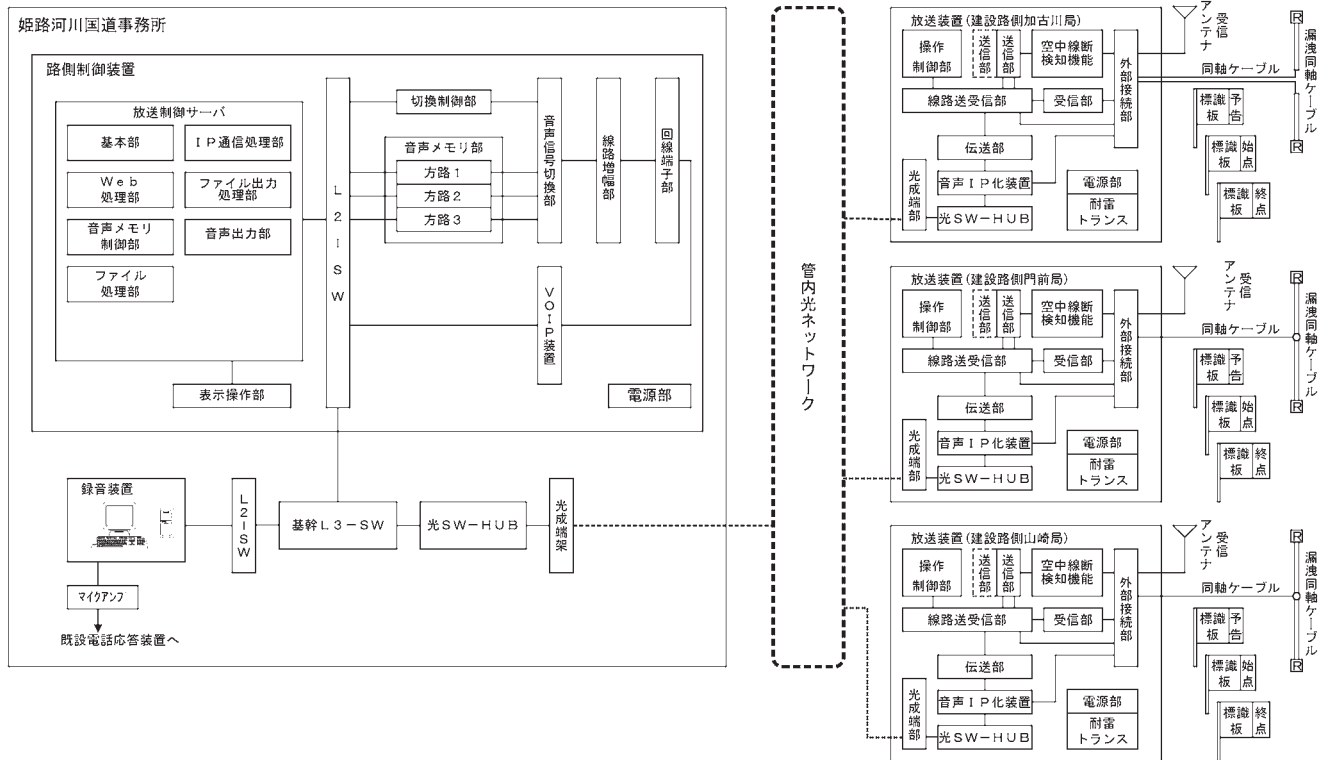


図2 姫路河川国道 路側放送システム構成図

Fig.2 Himeji River National Road roadside broadcasting system configuration

2. システム概要

姫路河川国道管内の直轄国道は国道2号と29号の2路線である。この国道沿いに放送装置を3局設置し、道路交通情報ラジオを提供している。（国道2号：加古川局，門前局，国道29号：山崎局）システム基本構成は路側制御装置，録音装置，放送装置である。路側制御装置と録音装置は姫路河川国道事務所内に，放送装置は屋外筐体に収容し，提供区間の国道路肩に設置した。（図2参照）

各設備の概略構成を説明する。路側制御装置（図3参照）は，路側放送システムの基幹業務処理を行う中央設備で，IPネットワーク機器にて構築した。基幹処理を担う放送制御サーバは，汎用PCサーバを採用した。テキスト音声変換機能は放送制御サーバ内に市販のTTS（Text-To-Speech）アプリケーションを実装し，クライアントPCからの要求に応答する形で音声作成を実現した。他には放送音声の再生装置である音声メモリ部（社製品），放送音声のIP変換を行う音声IP化装置（社製品）などを搭載した。録音装置は，路側放送の操作業務を行う操作端末である。操作はブラウザに表示した操作画面で，キーボードとマウス操作にて行う。名称は録音装置だが，録音動作は行わず，テキスト音声変換機能にて放送音声を作成する。

放送装置（図4参照）は1620kHz（電波型式A3E，送信出力10W）の送信部を搭載した路側通信設備である。事務所からの放送音声を受信し，送信部にて変調後，らせん漏洩同軸ケーブル（SLCX）により提供区間に電波を送信する。

3. 放送提供の流れ

放送提供の流れを下記に示す。

- (1) 録音装置WEB画面より放送開始操作を行う。
- (2) 放送制御サーバ内で提供音声を作成する。
- (3) 生成した音声を音声メモリ部にファイル転送する。
- (4) 放送装置に対し，送信部起動制御を行う。
- (5) 音声メモリ部に対し，繰り返し再生制御を行う。
- (6) 音声IP化装置にて再生音声を放送装置へ伝送する。
- (7) 送信部へ再生音声を入力し，放送装置より，提供区間へ1620kHzで送信する。

更新前のシステムは音声録音にて提供文を作成していたため，提供時，放送内容の実時間分の録音時間を要した。更新後は，放送制御サーバ内で作成した音声ファイルを音声メモリ部にファイル転送を行うことにより，再生準備が完了する。ファイル転送による音声ファイル受け渡しは数秒で完了するため，放送提供に要する時間を短縮した。



図3 路側制御装置外観

Fig.3 External view of roadside control device



図4 放送装置外観

Fig.4 External view of broadcasting device

画面表示は放送制御サーバ側がコネクト要求のあった端末を判断し、表示内容を区別している。管理上、録音装置以外の端末は放送開始ボタンを非表示とし、放送操作不可としている。次に画面の中でも基幹業務となる放送開始画面について説明する。放送開始画面は、放送装置に対し放送開始制御を行う画面である。画面に配置したボタンは、操作可能なボタンのみ点滅動作で知らせるガイダンス機能を実装した。以下に放送開始画面における放送操作の順序を示す。

- (1) 放送開始する場所を選択する。
- (2) 自動時刻更新文章（放送音声内の提供時刻を20分毎に自動更新する機能）の有無を選択する。
- (3) 文章作成方法を選択する。
 - (a) 登録文引用
 - (b) 最近の放送文引用
 - (c) 登録文組合せ
- (4) 選択した文章作成方式で放送文テキストを作成する。
- (5) テキスト音声変換機能にて音声ファイルを作成する。
- (6) 試聴し、作成文の音質、内容を確認する。（以後、繰り返し使う場合は文章の登録を行う。）
- (7) 放送制御（放送装置に対する送信部起動、放送文再生）する。

3つの文章作成方法について説明する。それぞれの文章作成過程は異なるが、いずれもテキスト音声変換機能にて音声を作成する。

- (1) 登録文引用（図6参照）

あらかじめユーザが登録した放送文テキストを引用し、放送文テキストを作成する方式。頻度の高い文章を登録し、文字入力の手間を省くことが可能。

- (2) 最近の放送文引用（図7参照）

局毎に過去10回の放送した放送文テキストを引用、編集する方式。放送履歴から文章引用が可能。

（図7は加古川局選択後の画面）

- (3) 登録文組合せ（図8参照）

あらかじめユーザが登録した放送文音声を組み合わせて放送文音声を作成する方式。（図8は2つの登録音声選択後の画面）

4. 録音装置 操作画面

録音装置WEB画面の概要と放送開始画面の機能について説明する。画面構成は客先要望により操作用と管理用の2種類を作成した。日常の放送作成業務を行う操作画面（図5参照）と、保守点検業務を行う管理画面である。目的は誤操作防止と業務の簡素化である。各画面には各業務に必要な機能のみ実装した。

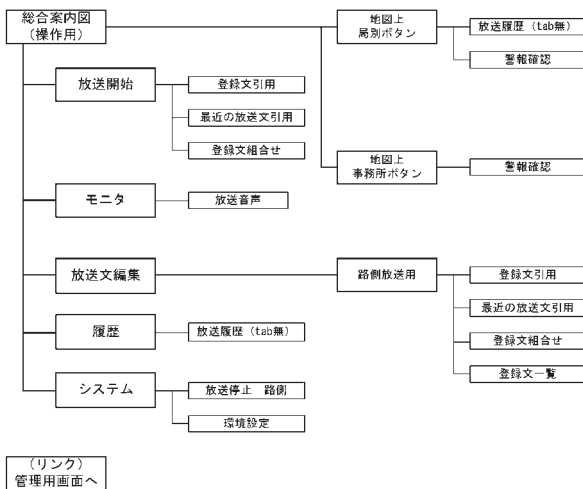


図5 操作画面 画面階層図

Fig.5 Operation screen - screen hierarchical diagram



図6 放送開始画面（登録文引用）

Fig.6 Screen at start of broadcasting (using registered text)



図7 放送開始画面（最近の放送文引用）
Fig.7 Screen at start of broadcasting
(using text of recent broadcast)

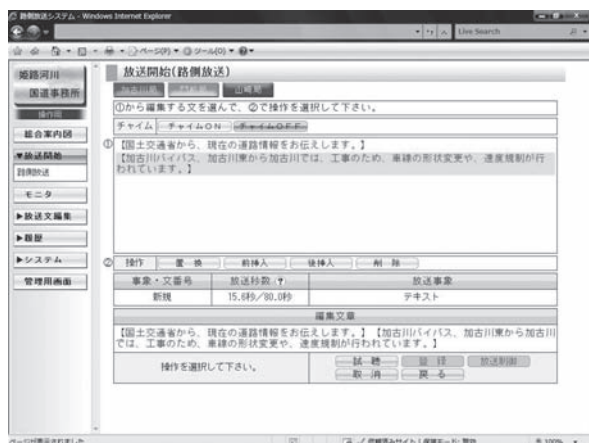


図8 放送開始画面（登録文組合せ）
Fig.8 Screen at start of broadcasting
(combination with registered text)

5. 放送音声の種類

放送音声の種類について説明する。一般的な路側放送システムにおける放送音声は下記方式を採用している。

- (1) 常駐アナウンサーによる肉声音声
- (2) 録音媒体（テープ、MD）による録音音声
- (3) あらかじめ録音した音片データを選択、もしくは組み合わせた音声（音片編集方式）
- (4) テキスト音声変換機能にて作成した音声

各方式の比較を表1に示す。

表1 放送文作成方式 比較表

Table 1 Comparison chart of broadcast text preparation formats

No.	音声種別	音質／編集	留意点
1	肉声放送	（音質）当日のアナウンサーの体調が影響（編集）自由に内容変更可	・アナウンサーの配置必要 ・録音室等の設備設置が望ましい
2	録音音声	（音質）一定の音質確保（但しアナログ媒体では劣化有）（編集）録音文の一覧からの選択のみ。録音で新規登録可。	記録媒体の管理が必要
3	音片編集方式	（音質）高品質（編集）決められた範囲の編集は可能	音片登録時、システム改修が必要
4	テキスト音声変換	（音質）音片編集方式に比べ音質（抑揚、アクセント）が劣る（編集）自由に内容変更可	ユーザ辞書への単語登録でアクセント修正可能。

今回のシステムでは客先要望により、柔軟な放送文の作成が可能なテキスト音声変換機能を採用した。当社が導入検討したテキスト音声変換機能の方式は下記2種類がある。

(1) 波形編集方式

- ・単音論理波形データ（かな音声波形データベース）を使用
- ・単純な単音波形の合成
- ・全体的に機械音声と感じる

(2) コーパスベース方式

- ・音素論理波形データ（文書音声波形データベース）を使用
- ・文章解析後、最適な音声を音素辞書より検索し引用
- ・(1)と比較した場合、自然発話に近く感じる

路側放送システムは、情報提供が目的であり、通行中のドライバーに認識可能かが重要である。よって自然発話に近いコーパスベース方式のTTSを採用することとした。

6. TTSソフトウェアのシステム導入評価

本システムに採用する前に、TTSソフトウェアに対して、路側放送システムの音声として適用可能かどうか評価を実施した。実使用に近い状態にて評価を行うことが望ましいため、路側通信設備の構成を想定し、下記構成で評価を実施した。（図9参照）

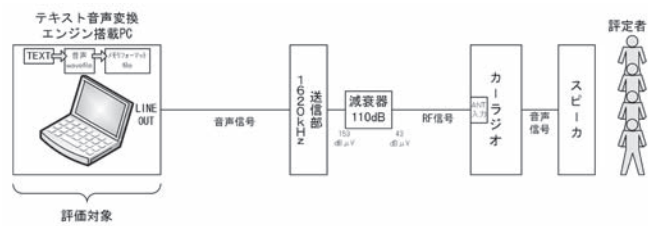


図9 評価構成図
Fig.9 Evaluation process

- 評価に使用する実験車両は以下の通りとした。(図10参照)
- (1) 使用車種：日産キューブキュービック
 - (2) 乗車定員5名
 - (3) シガーソケット定格 (DC12V, 15A)

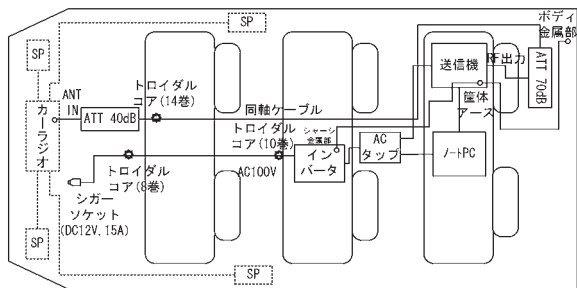


図10 実験車両 配置
Fig.10 Positioning of test vehicles

6.1 実験車両の漏れ電界 (法令順守の確認)

電波法施行規則第六条における「免許を要しない無線局」である条件に準拠するため、送信点より離隔3mで500 μ V/m以下であることを確認した。(表2参照) 尚、測定値は、全方位で測定した中での最大値を採用した。(図11参照)

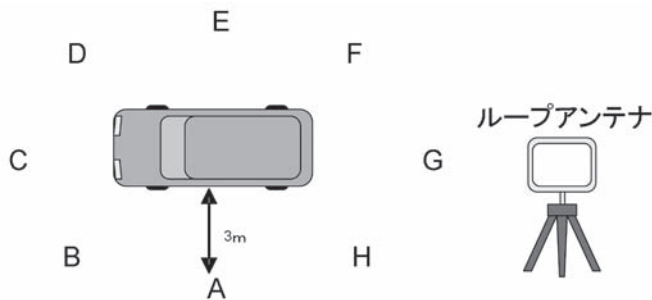


図11 漏れ電界確認構成図
Fig.11 Leakage field confirmation process

表2 漏れ電界確認結果

Table 2 Leakage field confirmation results

No.	測定点	漏れ電界 [μ V/m]	判定	備考
1	A	158.5	良	環境ノイズ以下
2	B	141.3	良	環境ノイズ以下
3	C	141.3	良	環境ノイズ以下
4	D	141.3	良	環境ノイズ以下
5	E	158.5	良	環境ノイズ以下
6	F	158.5	良	環境ノイズ以下
7	G	158.5	良	環境ノイズ以下
8	H	158.5	良	環境ノイズ以下

6.2 必要電界強度

路側通信設備の提供区間における必要電界強度は下記通りである。

受信機アンテナ入力+アンテナ相対損失+アンテナ伸縮損失
40dB μ V+10dB+15dB

本実験では、送信機出力を実験車両に標準装備されたカーラジオのアンテナ入力端子に直接接続するため、アンテナ相対損失、アンテナ伸縮損失は考慮しないものとする。よって、送信機出力を40dB μ Vに調整し、評価を行う。

これはS/N30dBを確保するためである。

6.3 カーラジオのスピーカ音量

実験車両で受信可能なAMラジオ放送が各評定者の各位置において、内容が確認できる程度の音量に設定する。

6.4 評定者

本評価の評定者は下記条件を満たす作業員を選出した。

- (1) 基本的要件 安定な判断ができる健聴者
- (2) 性別・年齢 男女を含む18歳から40歳
- (3) 受聴経験 経験の有る者と無い者、両者
- (4) 人数 5人
- (5) 出身地 特定の地方に偏らないこと

6.5 評価尺度

評価尺度は「JEITA IT-4001 9.2 総合評価の評価方法」に基づき、下記評価要因に対する、評定値の平均値とした。了解性/音質/時間要因/抑揚/総合的な良さ/利用目的に対する適合性

6.6 評価方法

具体的な評価方法を下記に示す。

- (1) 評定者が合成音声を聞く。
- (2) 別紙評価シートにおける、自分の印象に最も近い数字を選択する。(評定値 -3,-2,-1,0,+1,+2,+3)
- (3) 評価シートの項目が複数のため、1回の試聴につき4項目以上チェックする。(1つの評価用文章につき、合計2回試聴を行なうものとする)
- (4) 評価資料は5文章とする。
- (5) 実聴試験後、評価テキスト文資料を渡し、「読み誤り」項目を確認する。

- (6) 評価者にて評価値（選択した数字）の合計を算出し、評価値合計欄に記入する。

6.7 判定基準

評価値（-3～0～+3）の平均値が0以上であること。

6.8 評価結果

結果の一部を図12～14に示す。評価者5人の評価値は0～2が大半を占めており、実用可と判断した。

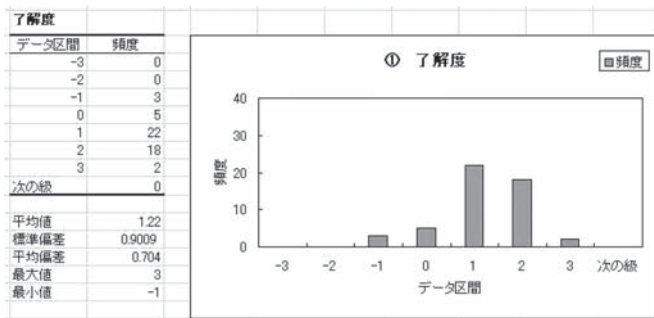


図12 評価結果 了解度

Fig.12 Evaluation results - intelligibility

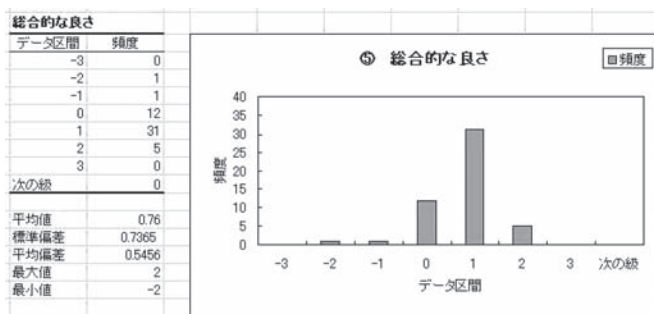


図13 評価結果 総合的な良さ

Fig.13 Evaluation results - general quality

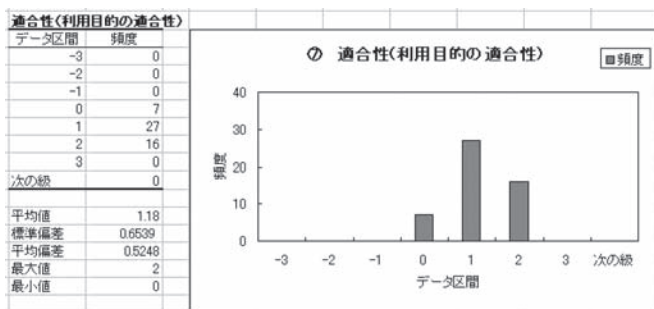


図14 評価結果 利用目的の適合性

Fig.14 Evaluation results - suitability for purpose of use

7. あとがき

路側放送システムは1985年より販売している、息の長い製品である。時代の流れはデジタル化に進んでおり、今後の展開について工夫が必要と考える。

路側放送システムは、提供対象である走行車両に対して、既存のカーラジオにて情報提供が可能のため、対象を限定せず、情報提供が可能な利点がある。今後も、ドライバの視点での改良点を見出すこと、客先要望に耳を傾け、現在の機能に付加価値を見出せることを念頭に、魅力的な製品を設計できるよう、対応していきたい。

最後に、本システムを納入するにあたり姫路河川国道事務所様に色々ご指導をいただいたことに感謝申し上げます。