国鉄の電話による座席予約システム

——音 声 応 答——

善 如 寺 正 雄*
Masao ZENNYOJI

1. ま え が き

近年、著しい電話の普及とあいまって、座席指定券類の電話による予約需要は増加の一途をたっている。しかし、従来の電話による予約の受付は人手を介して行っているため、取扱い量の増大に伴って、要員面で対応しきれなくなっている。

このことから国鉄では、日本電信電話公社の協力のもとに、日立製作所と共同で、大規模な音声応答装置を用いた電話予約システムの研究・開発に昭和45年に着手し、昭和50年3月完成、新幹線博多開業に合わせ実用化した。

このシステムはオフィスあるいは一般家庭のプッシュホンから、音声応答装置の案内に従って予約内容を入力すると、音声応答装置と接続されている「みどりの窓口」にすえてある指定券発売システム（マルス105）に入力情報が伝送され、指定券の予約を行うもので、情報化時代にふさわしい画期的なシステムである。

以下、音声応答装置を中心に、本システムの概要について紹介する。

2. システムの概要

2.1 システムの特徴 本システムの特徴として次の二つが挙げられる。

- ① 不特定多数の旅客自身がコンピュータを操作すること。
- ② 高品質・大容量の音声応答装置を使用していること。

前者については、一般のオンラインリアルタイムシステムではコンピュータへの入出力操作は、自社の専任オペレータが行うのが通例であるが、

本システムでは不特定多数の旅客が操作するため、操作方式、異常対策などについて、ハードウェアおよびソフトウェアとも格段の配慮が要求されることである。これに関しては、国鉄では昭和46年に実験システムを試作し、部内者、部外者を対象に長期間にわたり数多くの実験を行い、実験結果について、種々分析・検討を加え対処することとした。

一方、後者については、旅客への出力が音声であり、かつ不特定の旅客を対象とするため、了解性、めいりょう性に富んだ高品質の音声でなければならず、さらに多数の旅客を対象とするため同時に多数回線への音声出力が要求される。また、指定券予約業務に必要な音声（語い）量が多い（列車名、駅名の字数が多く特急・急行列車を扱う場合、1秒語換算で約2000語必要）ことも考慮して、高品質でしかも大規模な音声応答装置を新たに開発し対処することとした。

2.2 取扱い状況 取扱い状況の概要は次のとおりである。

- ① 対象列車：新幹線
- ② 取扱い地域：東京地区
- ③ 電話機：電電公社加入のプッシュホン
- ④ 予約期間：予約は列車発車日の7日前から2日前まで、照会（座席有無の問合せ）は7日前から当日まで
- ⑤ 予約人数：1回の電話で1～4人まで
- ⑥ 操作時間：電話をかけて予約ができるまでの時間は実績値で、平均2分30秒

2.3 システムの構成 本システムは図1に示すように、電電公社加入のプッシュホン、音声応答装置、電話予約中央装置（マルス150）および指定券発売中央装置（マルス105）から構成される。

* 日本国有鉄道（☎ 100 東京都千代田区丸の内1-6-5）。

2・4 情報の流れ (図1参照)

2・4・1 指定券の予約 指定券を予約しようとする旅客は、プッシュホンで音声応答装置を呼び出し、音声応答装置からの音声による入力案内に従って、乗車月日、列車名、乗降駅、人数などをプッシュボタンを操作して入力する。

音声応答装置は入力項目ごとに音声で確認応答をし、全項目が入力されると、入力内容を取りまとめ、電話予約中央装置を通して指定券発売システムへ伝送する。

指定券発売システムは入力内容をもとに座席の予約処理を行う。電話予約中央装置は、その予約処理結果(座席情報)を、後日の発券に備え予約ファイルに登録し、予約番号(発券するとき、予約ファイルをサーチするための4けたの数字)を付与して音声応答装置に回答する。

音声応答装置は、座席の予約ができたこと、予

約番号、指定券の引取期限などを旅客に音声で回答する。

2・4・2 指定券の発行 旅客は、後日「みどりの窓口」で予約番号、乗車月日、列車名などをつげ指定券引取申込みをする。

係員は端末装置を操作し、これら情報を指定券発売システムを介して、電話予約中央装置へ送り込む。

電話予約中央装置は、予約ファイルから予約内容を読み出し、端末装置に指定券を印刷出力する。

2・5 操作手順 旅客は、まず図2に示す「国鉄指定券電話予約申込書(メモ)」(都区内の主な駅で提供している)に、時刻表の電話予約コードを参照(図3)して、列車名、乗車駅、降車駅をメモする。さらに乗車月日、人数、設備種別を記入し、プッシュホンで音声応答装置を呼び出す。

音声応答装置は表1に示すごとく、1項目ごとに入力の案内を行い、プッシュホンからの入力があると確認応答を行う。

予約ができると、最後に予約番号確認のための入力をして操作が完了する。

なお、詳細につい

ては、時刻表の「プッシュホンによる指定券の予約」欄、または駅の旅行センターにある「電話予約案内書」を参照されたい。

3. 音声応答装置

音声応答装置は図4に示すように公衆通信回線網(プッシュホン)と中央装置の間に置かれ、音声を出力する機能のほか、公衆通信網との接続制御、入出力情報の処理、音声の編集制御、中央装置とのデータ送受信などの機能をもった装置である。以下、本装置を構成する各装置の機能概要、音声応

図中の①②...⑩は指定券の予約、⑪...⑱は指定券の発行の情報の流れ

図1 電話予約システムの構成

おたずねする項目	お 答 の 数 字	ご 注 意
1 あなたの電話番号	市内局番 加入番番号	おかけになっている電話番号をお書きください。
2 申込みの合図	1 #	
3 乗車月日	月 日 #	月日が1けたのときは、頭に「0」をつけてください。例) 2月5日は02/05
4 列車の名前	# (号)	時刻表の電話予約列車名コードを書いてください。
5 乗車駅	# (駅)	時刻表の電話予約駅名コードを書いてください。
6 降車駅	# (駅)	
7 枚数	#	おとな、こどもとも不要です。最高4枚までです。 グリーン車指定券..... 普通車指定券.....
8 指定席の種類	#	
9 申込終了の合図	0 #	
予約センターからお知らせする予約番号を記入してください。		
10 予約番号の確認	予約番号	予約番号を言うことによって、予約の手続きが完了します。
予約センターからお知らせする指定券のお買求め期限		

図2 国鉄指定券電話予約申込書(メモ)

電話予約コード	31	1	239	63	
駅名	(19)	(17)	(15)	(18)	(16)
東京	648	700	707	712	
横浜	722	746	757	811	
新小田原	840	907	927	954	
三浦	913	956	956	915	
大宮	849	901	954	913	
名古屋	851	903	956	915	
岐阜	941	953	1015	1005	
米原	958	1010	1033	1005	
新大阪	1000	1012	1016	1024	
大津	1032	1032	1040	1040	
京都	1044	1044	1058	1104	
新神戸	1058	1110	1115	1133	
岡山	1058	1110	1137	1135	
広島	1112	1112	1135	1159	
小倉	1208	1208	1234	1234	
博多	1210	1210	1236	1255	
	1315	1315	1315	1315	
	1335	1335	1358	1358	
	1322	1322	1409	1409	
	1324	1324	1411	1411	
	1356	1356	1443	1443	

図 3 時刻表電話予約コード掲載例

答方式および録音方式について述べることにする。

3・1 各装置の機能 音声応答装置のシステム構成を図4に示す。また、装置の仕様を表2に示す。

(1) 主制御装置 (MCU) 本装置は記憶容量 32 kW (16 ビット/ワード)、サイクルタイム 0.9 μ s のミニコンで、音声応答装置全体をプログラム制御する装置である。すなわち、プッシュホンからの入力データの検定、応答文の編集、電話予約中央装置とのデータ伝送などの処理を行う。

(2) 音声応答制御装置 (ARC) 本装置は入出力制御部、音声編集制御部および伝送制御部より構成され、MCU の制御指令により電話回線との接続および音声出力編集制御、MFR からのデータ取り込み、電話予約中央装置とのデータ送受信などを行う装置である。

(3) 着信トランク (ICT) 本装置は電話回線との接続、切断などを行うものである。

表 1 指定券予約操作例

: 青ボタン

ボタンを押す順序			順 序	プッシュホンへの出力	
操作 順序	操 作 項 目	操 作 例		応 答	次の入力項目の案内
1	予約センターの呼び出し	# 9 5 0 0	→	こちらは国鉄電話予約センターです。	あなたの電話番号を押してください。ピ
2	あなたの電話番号	2 1 1 6 3 1 1 #	→	あなたの電話番号の下4けたは6311ですね。	申込みの台図を押してください。ピ
3	申込みの台図	1 #	→	これから予約をうけたまわります。	お乗りになる日を押してください。ピ
4	乗車月日	0 5 1 0 #	→	5月10日ですね。	列車の名前を押してください。ピ
5	列車の名前	0 2 1 0 5 #	→	こだま105号ですね。	乗る駅を押してください。ピ
6	乗車駅	4 0 0 0 #	→	東京ですね。	降りる駅を押してください。ピ
7	降車駅	6 1 0 0 #	→	新大阪ですね。	枚数を押してください。ピ
8	枚数	2 #	→	2枚ですね。	指定券の種類を押してください。ピ
9	指定席の種類	2 #	→	普通車の指定席ですね。	申込み終了の台図を押してください。ピ
10	申込み終了の台図	0 #	→	予約番号をお知らせします。予約番号は4312です。繰返します。4312です。	お知らせした予約番号を押してください。ピ
11	予約番号	4 3 1 2 #	→	(回答) 予約できました。指定券は5月9日までにみどりの窓口でお求めください。	(ありがとうございました) た。ピ

表 2 音声応答装置の仕様

項 目	基 本 方 式
音声応答方式	録音編集方式
音 声 素 片	単語または文節
音声記憶方式	時分割多重 PCM 記憶方式
音声記憶装置	磁気ドラム (35 メガビット, 800 トラック)
収 容 語 数	512 語/1 秒語/ドラム 最大収容語数
	2 048 語/1 秒語/4 ドラム (同期制御)
	実装収容語数 1 028 語/1 秒語/2 ドラム (同期制御)
音声符号化	標本化周波数 8 kHz, 7 ビット線形符号化
音 声 の 編 集 制 御	時分割多重制御
同 時 処 理 回 線 数	128 回線×6 群: 768 回線 (回線単位増設可) 実装 85 回線×2 群: 170 回線
プッシュホン入力信号	多周波信号 最低感動レベル: 47 dBm
プッシュホンへの出力	音声
電話回線との接続	トランク接続

(4) 多周波受信器 (MFR) 本装置はプッシュホンから送出されてくる多周波信号を, MCU が読み込めるデジタル信号に変換する機能を持っている。

(5) 音声応答磁気ドラム装置 (ARD) 本装置は PCM 化された音声データを記憶しておく磁気ドラム部, これを制御する制御部, 複数台の磁気ドラムより音声データを同期させて読み出すための同期制御部より構成され, 記憶されている全音声データは ARSD のクロックに同期させて出力される。

(6) 音声応答切替分配装置 (ARSD) ARD の現用, 予備の切替えおよび ARD からの音声を ARC に分配送出する装置である。

(7) トーキ装置 (TKE) システムダウン時, 営業時間外などにシステムの状況を案内する装置である。

3・2 音声応答方式 音声応答装置は, 公衆通信回線を利用できる不特定多数の利用者を対象にすることから, 次の条件が要求される。

凡例

ICT: 着信トランク
MFR: 多周波受信器
ARC: 音声応答制御装置
ARSD: 音声応答切替分配装置
ARD: 音声応答磁気ドラム装置
MCU: 主制御装置

D/T: データタイプライタ
PTP: 紙テープせん孔機
TKE: トーキ装置
SCP: システムコンソール
G・MODEM: 集合変復調装置
CCM: 通信制御装置

(注) 2 400 BPS

図 4 音声応答装置のシステム構成

① 了解性、めいりょう性を有するとともに自然性に富んだ高品質の音声出力ができること。

② 多数の回線に同時に異なった内容の音声出力ができること。

③ 指定券予約に必要な語いが出力できること。

音声応答方式には、大別して録音編集方式と音声合成方式の二方式がある。

録音編集方式は、磁気ドラムなどの記憶装置にあらかじめ単語または単文単位に人間の音声を録音しておき、計算機からの制御情報によって、これを選択、つなぎ合わせて(編集)音声を作り出す方式である。更に、音声の録音のしかたによって、単音節編集、単語編集および文章編集方式に細分される。

文章編集方式は、音声の了解性と自然性に対しては最も優れた方式であるが、大きなメモリ(録音領域)を必要とするので、収容語い数の制限がある。一方、単音節編集方式は文章編集方式に比べ、メモリは極めて小さいが、了解性と自然性がそこなわれる。また、単語編集方式は両者の中間の方式である。

音声合成方式は、音声合成の原理(適当な制御情報を与えることにより、どのような音声でも作り出すことができる)によって、音声を作り出す方式で、少量のメモリで多数語いを収容できる。しかし、現段階では装置が複雑で高価となること、計算機処理時間が長いこと、めいりょう性と自然性に欠けていること、多数の回線に異なった音声を同時に出力することがむずかしいといったよう

な欠点がある。

本システムでは、電話予約に必要な語い長は駅名、列車名、月日など1秒前後のものが圧倒的に多いこと、さらに前述の三条件を加味し、単語単位の録音編集方式を採用することとした。

3.3 録音方式 言葉は語いの集合で構成される。単語単位録音編集方式では、1語いを一つの音声データとして記憶装置に記録しておき、計算機の制御情報によりそれを組み合わせて、言葉を作り出す方式である。この方式では、音声データは種々の言葉に共通に利用することができ、多数の言葉を作ることができる。

本システムでの語い長は、前述したように使用語いの大半が1秒前後であること、多数回線に対する多重利用を考慮して1秒語とした。なお、1秒以内で発言不能な語い、文章については、1秒単位で数データを連続して録音することにした。

音声データを記憶装置に記憶する方式として、アナログ記憶方式とデジタル記憶方式とがある。前者は、低速回転(0.5秒~数秒/回転)の磁気ドラムにテープレコーダの録音の仕方と同じような考えで録音する方式で、1ドラム当たりの収容語い数が極めて小さい。

後者は、音声を符号化しデジタル量(本システムの場合、サンプリング周波数8kHz, 7ビット符号化)に変換して記録する方式で、1ドラム当たりの収容語い数が非常に大きく、本システムではこの方式を採用することとした。

音声データの記憶媒体は、35メガビット(MBIT)のはん用の磁気ドラムを使用した。この磁気ドラムは図5に示すごとく、トラック数は800で、50トラックごとにリードアンプを有し、常時16個のリードアンプから音声データの読み出しが可能である。

磁気ドラムの回転速度は20msで、1回転するたびにトラックスイッチ(Si)を切り替えていき、連続して音声データを読み出す。50トラックを読み出すに要する時間は1秒であり、50トラックに1語いの符号化したデータを記録しておけば、1秒語長の単語が読み出せることになる。

トラック内の音声データの記憶方法は図6に示すように、32種類のデータが分割記憶されている。すなわち、1磁気ドラムには、512語い(16×32)が記憶できる。

図5 音声応答磁気ドラム装置

4. 今後の展望

労働力がひっ迫する情勢下では、完全に国民生活に溶け込んでいる電話機を利用した自動化システムの実現の声は、ますます高まるであろう。

例えば、今まで音声出力技術の問題などから、人手で扱わざるを得なかった予約業務、情報検索業務、案内業務などの業種に、本システムの技術を導入することにより、自動化が可能であると思われる。

音声データは 125 μ s (8 kHz) ごとに 7 ビットで記憶される。

図 6 音声データの記憶方法 (1トラック)

音声応答装置は恐らくこれらシステムの中核になると思われ、本システムはこの面からも大きな意義をもっている。

5. あとがき

以上、電話予約システムについて音声応答装置を中心に、その概要を述べたが、今後、できるだけ多くの旅客に、より便利に利用していただけるよう取扱い地域の拡大、対象列車の拡大、操作方法の改善 (操作時間の短縮、操作手順の見直し) などを実施していきたいと考えている。

また、指定券予約のほか、国鉄における各種案内業務面などへの、音声応答装置の利用について、さらに研究を進めていきたい。

おわりに、本システムの開発、運用にご指導、ご援助いただいた電電公社、日立製作所の関係の方々ならびに国鉄の関係各位に紙面をかりて謝意を表します。

(原稿受付 昭和 51 年 9 月 13 日)

参考文献

(a) 高橋・ほか 8 名, 鉄道通信, 26-5 (昭 50-5), 5.

— ニュース目次 —

世界の特許など出願件数ベスト 10	131
昭和 51 年度機械工業の生産・輸出の見直し	143
産業計測の標準化	149
機械振興協会賞決定 (その 2)	156

正誤表

日本機械学会誌 第 79 巻 第 697 号 (昭和 51 年 12 月号)

執 筆 者	ページ	欄	行	誤	正
亙 理 厚	1159	右	13	速度 (Af) が...	速度 (A/f) が...
西 川 兼 康	1168	表 3	表中	「数値例」の項, ヒートポンプ (電気駆動) の列 $T_2/T_0=3.3$	$T_2/T_0=1.1$
"	1169	表 4	表の説明文	タービン, ポンプの 断熱効率=0.7	タービン, ポンプの 断熱効率=0.8
"	"	左	19	約 92% が...	約 74% が...
"	"	右	2	約 8% しか...	約 26% しか...
"	"	"	3	約 56%	約 66%