

《解説》

電話による座席予約実験におけるミニコンの応用

木村幸男* 三木彬生*

1. まえがき

端末装置を会話的に用いる TSS, コンピュータ・グラフィックスなどでは, 人間の積極的な介入をコンピュータ・システムに許す必要がある。大形の中央処理装置で他の種々の処理を行なっている場合, 人間の積極的な介入を, この処理装置で取扱うことにすると, 頻繁な割込処理となり, この装置の負荷が著しく増大する。これを避けるため電話による座席予約実験システムでは, 音声出力の処理と簡単な会話の処理をミニコンに行なわせる考え方を採用した。

2. 電話による座席予約

列車の座席を予約する場合, 特定の窓口まで出向かずに電話で手軽に用事が済まないであろうか。このような要求を満たすため, 電話で受付を行なう予約センターが考えられる。国鉄では指定座席は全てコンピュータで管理されているので, このセンターでは速度の早い端末機を集中的に設置して, 座席ファイルから, 電話で予約申込がある毎に即座に座席を取出し, 電話で回答することが可能である。

実際に仮予約センターを設け, このセンターにキャラクタ・ディスプレイ端末装置を置き, 係員が電話の予約申込受付を行ない端末装置の操作を行なう実験¹⁾がなされている。

このように, 係員がシステム中に介入し, 電話の呼の処理が全て係員経由で行なわれると, 電話の受け付け, 端末装置の操作, 申込みに対する回答と全て係員の負荷となり, 申込みを処理するためには, 係員の増員を考える以外に方法がない。

そこで次に係員の負担をできるだけ軽減し, 実効取扱呼を上げる方法が検討された²⁾。申込者は電話で予約センターを呼び出し, 係員に要求内容を伝える。係員はそれにしたがって端末装置を操作して, コンピュータ・システムに入力する。ここまでは前記方法と変わらないが回答は端末装置に表示されるとともに, 音声応

答装置を通して, 申込の電話回線から申込み者に繰返し音声で伝えられる。これは回答部分だけを定形化した機械で置き換えたものである。

この考え方を更に進めると係員を予約センタに置かない方式となる。

2.1 ミニコンを用いたシステム

予約センタに係員を置かないシステムでは, 電話の受付, 予約メッセージの編集, 回答の分析と音声の制御をミニコンで代行させることになる。ここで座席を管理するコンピュータ・システムは既に存在しているものとする。

現在, 座席を予約する場合, その要求情報として, 列車名, 乗車駅, 下車駅, 乗車月日, 人数, 設備(寝台, グリーン座席等)などが必要である。普通の電話器を用いて, これらの内容を肉声で話し, コンピュータに取込むことができれば望ましいが, 技術的見地からみて音声認識を行なうこの入力方法を避けた。そこでその代りに入力をコード化し, これを取扱える電話器, プッシュホンを用いた。

ここで, 乗車月日, 人数等は数字コードとしても自然な形なので抵抗を感じないが, 列車名, 乗車駅, 下車駅などは, どうしても人工的なコードを割付けなければならない。

また実験データ採取のため, 申込者の区別ができるように電話番号を個人認識記号として用いた。この入力項目を図1上段に示す。

申込者自身が, 要求情報を直接プッシュホンから入力することになるので, 機械の操作に不慣れた顧客でも容易に予約ができることが望ましい。図1の入力項目のコードに「#」(青ボタン)と「*」(赤ボタン)を加え, #を区切り記号, *を訂正記号に統一した。入力方式は会話形の両極端として, 一項目毎に確認, 次項目入力指示等をくり返す A1 システム, 最初の案内以外は全項目入力を完了するまで何の応答も行なわず, 最後にまとめて確認を行なう A2 システムを採用し, 更にその中間的な応答形式で, A1 システム形で, 単に次項目入力指示だけを行なう B システムを実験し

* 日本国有鉄道 鉄道技術研究所システム研究室

項 目	番号	第 1 希 望		第 2 希 望	
			チェック		チェック
電 話 番 号	1	<input type="text"/>		<input type="text"/>	
乗 車 人 数	2	4人まで <input type="text"/>		4人まで <input type="text"/>	
乗 車 月 日	3	<input type="text"/>		<input type="text"/>	
列 車 名	4	(<input type="text"/> 号) <input type="text"/>		(<input type="text"/> 号) <input type="text"/>	
乗 車 駅	5	(<input type="text"/> 駅) <input type="text"/>		(<input type="text"/> 駅) <input type="text"/>	
下 車 駅	6	(<input type="text"/> 駅) <input type="text"/>		(<input type="text"/> 駅) <input type="text"/>	
乗 車 券 の 種 類	7	1 普通指 3 B寝 2 グリーン 4 A寝 <input type="text"/>		1 普通指 3 B寝 2 グリーン 4 A寝 <input type="text"/>	
完 了 コード	8	(お忘れなく) <input type="text"/>		(お忘れなく) <input type="text"/>	

回 答 メ モ

予約番号	<input type="text"/>
人 数	名 様
乗車月日	月 日
発車時刻	時 分 発
乗車列車	号
乗車駅	から
降車駅	まで
設備、号車	号車
座 席	の { A, B, C, D, E 上, 中, 下 ; の { A, B, C, D, E 上, 中, 下

(乗り継ぎ列車)

<input type="text"/>	号
<input type="text"/>	から
<input type="text"/>	まで
<input type="text"/>	号車
の { A, B, C, D, E 上, 中, 下 ; の { A, B, C, D, E 上, 中, 下	

お申し込みの際

- 1 全項目を御記入の上電話をおかけ下さい。
- 2 第2も記入されると満員等のとき便利です。
- 3 列車名、駅名はコード表を参照して下さい。
- 4 #を忘れずに。
- 5 間違つた時は氷(赤)ボタンを押してもう一度その項目を入れて下さい。

回答の時は

- 1 メモをお取り下さい。特に予約番号をお聞きのがしのないように。
- 2 回答は何回でも繰り返します。

図 1 指定券申込用紙

た。この3システムの比較を表1に示す。

以上、直接顧客との接点となる会話形式、およびこれらシステムを使う場合の顧客のふるまいを知るため実験データの採取を行なった。これらがミニコンの直接の役割である。

また実際の電話予約システムを想定して、入出力メッセージのチェック、乗客と予約された座席の管理を電話予約中央処理装置の役割とし、これに実験データの集計、現実の座席予約システム(MARS)のシミュレータを付加した。

表 1 システムの機能比較

システム 項目	Aシステム		Bシステム
	A 1	A 2	
音声発生	ピッチ同期制御方式による 編集合成		アナログ 録音編集
予約 方法	入力	1項目毎	全項目
	確認	1項目毎	全項目
予約対象 列車	昭和46年7月現在全国特急 愛称名 60, 計450本		ひかり号上下 各2本 計4本
対象駅	244駅		4駅
予約日	申込日から2カ月以内		3, 4, 5月の5, 15, 25日のみ
設備種別	設備のある列車について任意		普通座席のみ
回線数	2	2	2

予約された券の発行についてはこのシステムで取扱わなかったが、予約された事を確認し、後に発券の一つのキーに使えるように、予約成立後の音声回答の中に予約番号をつけ、予約の内容を繰返す方式を採用した。予約の申込時に用いた、実験用の様式が図1である。

以上のような考え方に基つた実験システムの構成を図2に掲げた。Aシステム (A 1, A 2) で用いた音声応答装置については、文献6を参照されたい。

2.2 Aシステムのミニコン

この実験に用いたミニコンの性能は、主記憶 12K

語 (16ビット/語) で主なプログラムには主制御、割込処理、伝送制御、音声制御、電話入力取込、実験データ採取などがある。

基本拡張機構を利用して、音声制御情報を格納する磁気ドラム (22M ビット)、中央処理装置との回線接続を行なうモデム・インタフェース、音声合成部、着信装置を結ぶ入力制御部を取付けている。他に周辺機器として、紙テープ読取機、穿孔印字機が設けられている (図3)。

3. ミニコンの役割

端末機に簡単な装置を用いて、これを上手に使うには、端末機が簡単になればなるほど工夫を要する。人間との接点である端末機の使いやすさが、システム全体の成否の大きな要因となる。この電話予約システムでは、プッシュホンを直接バックアップするミニコンが非常に重要視されるゆえんである。ここでミニコンの行なっている作業についてもう少し詳しく述べる^{3), 4)}。

3.1 予約メッセージの作成

最初に予約センタが呼出されると音声の応答があり図1の項目が入力される。A1システムでは図4中の予約操作③、③'を各項目毎に行なう。この場合各項目について、次のようなことが考えられる。

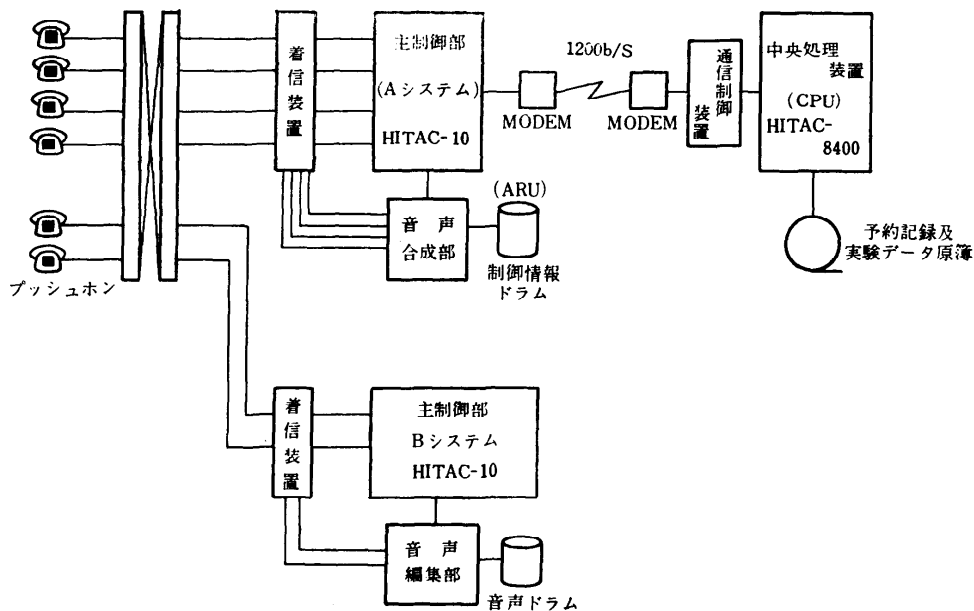


図 2 電話予約実験システム構成図

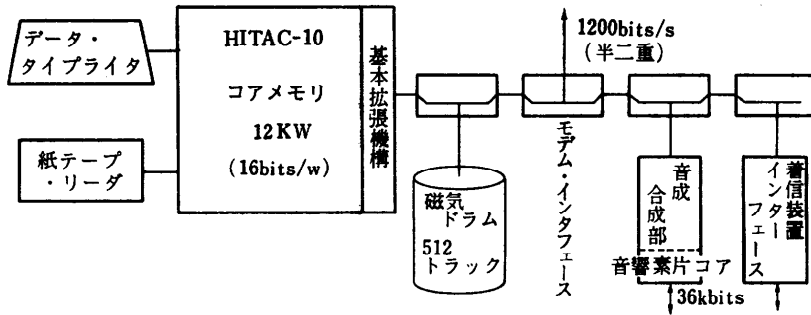


図3 ミニコンの拡張

<プッシュホン操作者> <音声応答装置> <中央処理装置>

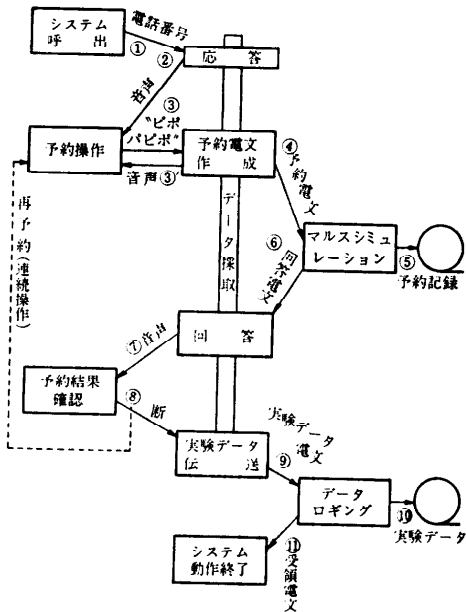


図4 予約操作手順

- i) 論理的に誤っている。
- ii) 論理的には正しいが、本人が意図したものと異なる。
- iii) 正しい。

ここで論理的に誤っているということ、を、一方的解釈であるが、次のように定義することができる。

- a) 各項目の数字の桁数、「#」の使用誤。
- b) 一度に予約できる人数の範囲逸脱。
- c) 乗車月日が実在しない。
- d) 列車名、設備、駅名の対応コードが存在しない。
- e) 不定期・臨時列車で乗車月日にその列車を運行しない。

- f) 列車が該当駅に停車しない。
- g) 列車に該当設備がない。

このうちミニコンでは、a)～c)のチェックを行なっており、チェック・アウトになった入力について、「×××(入力項目)に誤りがあります。赤ボタン(*)につづけて正しく押し直して下さい。」という応答を行なう。d)～g)については、列車の運行ファイルを持つ中央処理装置でチェックを行なう。

論理的には正しいが、本人が意図したものと異なる場合と正しい場合を含め、A1システムの操作と応答文は、図5のようになる。

A2システムでは、入力する項目はA1システムと全く同様であるが、8番目の完了コードが入るまでは音声応答装置は何の応答も行なわない。入力が完了すると、一括して確認文が出される。この中に誤りがなければ、操作者は再度0#(完了)を押して予約手続きを終える。誤りがあれば、その項目番号と正しい内容を押直し、その項目が訂正できる。更に0#を押すことにより、全項目の確認が行なわれる。

3.2 回答

中央処理装置からの回答メッセージは、単独列車の予約成立、2列車連続の乗継の予約成立、満員、前項d)～g)の誤り等があり、回答はそれぞれに応じた内容を持つ。予約内容に誤りがあり、代案あるいは訂正を試みたいときは、A2システムの項目別訂正と同じ方法で再予約を行なうことができる。

3.3 実験データの採取

操作者がシステムを呼び出した時から起算して、機能ボタン(#,*)、各項目の最初の数字ボタンの押された時刻とその時のシステムの状態を記録した。これらの細かいデータは、実際に作業を行なっているミニコンでしか採録できず、単位としては10msタイマーを用いている。実験データのログ場所がとれない

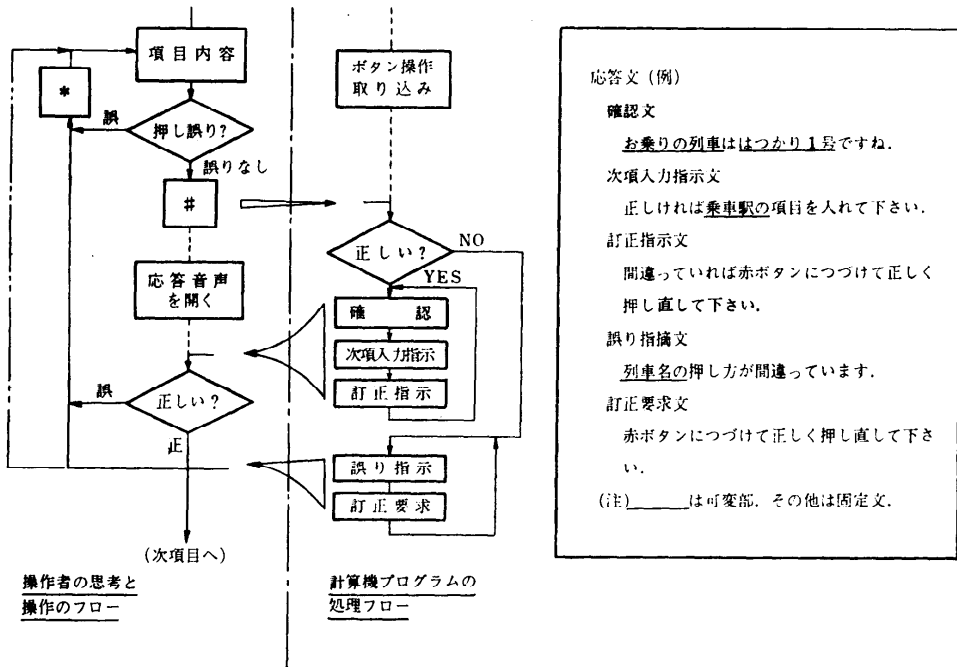


図5 A1システムにおける操作のフローおよび応答文例

ため、これらのデータを各呼の終了時に、まとめて中央処理装置に伝送した。

3.4 プログラム

ミニコンで上記の作業を行なえるようなプログラムを作る必要があるが、全てのプログラムをできるだけ簡単に作れるよう配慮している。

ミニコンへの接続機器に対する作業は主として、音声合成部への音声制御情報の出力を10ms毎、プッシュホンからの予約情報取込み20ms毎、MDからの音声制御情報20ms毎、最大2キャラクタを中央処理装置から取込むのが10ms毎、1キャラクタの情報を中央処理装置に送出するのが10ms毎、その他HOOK OFFおよびHOOK ONを検出する。そこで最短時間の10msを採り、このタイマ割込みによって全てのプログラムの起動を行ない、ハードウェアで用意されている、メモリ・パリティ誤り、アドレス誤り、オペレーション・コード・トラップ、電源異常の他は全てI/O割込を用いずに作業を進める方式を採用した。また最も作業量の多い音声編集作業はバック・グラウンドの処理として扱っている。

プログラムの例として、プッシュホンからの予約情報取込みをみよう。図6の状態遷移図で電話番号の取

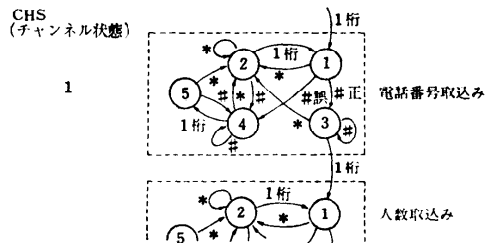


図6 A1システム CHS 遷移

込を説明する。LS=1のあと数字が1桁でもプッシュホンで押されると、電話番号取込の状態1となる。数字が続けて7桁押され、次に正しく#が来る状態3となり、次の人数の項目を待つ。数字の桁数が多過ぎたり少な過ぎたりして#が押されると状態4となり、数字の後*が押されると状態2となる。訂正待ちの状態2で、また数字が押されると状態1となり#待ちとなる。完全な入力誤りの状態4から抜け出すためには必ず*ボタンを押すことが必要で、状態4で数字を押しても誤りの状態5に移るだけで本質的な訂正にならず、音声の応答は、「電話番号の押し方がまちがっています。赤ボタンに続けて正しく押し直して下さい。」ということになる。このようにして、プッシュホンか

ら、座席予約に必要な項目を入力できるようにする。

4. 実験結果⁵⁾

実験は昭和 47 年度、鉄道電話回線網を用いて、4 日間連続して行なった。模擬客は予め用意された時刻表(列車名コード、駅名コードが併記されている)を参照して図 1 の入力項目を並べた申込用紙に記入して電話をかける。回答については、原則としてメモを取り、特に予約番号を記入することを依頼した。4 口間の操作延人数は 3 システム(A1, A2, B)で 520 人(内女性 49 人)、延操作回数は約 1,200 回である。

4.1 電話回線保留時間

呼が発生してから受話器を置くまでの時間を、予約が成立した呼について調べた。平均的に B システムが最も短く、約 200 秒である。A システムの保留時間を予約操作時間(完了コードを押すまで)と回答聴取時間に分けると、前者は 100 秒(A2)から 120 秒(A1)に最多値があり、後者は 60 秒、120 秒に大きな山が見られた。回答の繰返し周期は約 1 分であるから、2 回以上回答を聞いた人が多数(約 40%)いることになる。A1 と A2 とでは誤りの訂正方法に多少異なる点があるため、A2 の方が分布の“すそ”が長い傾向にある。A システムは、実験の行ないやすさから合成音声を用いているが、この音声をもっと明瞭であれば、保留時間を 3 分前後にすることが可能と思われる。

4.2 ボタンの押し誤り

ボタンを押す時発生する誤りは、

- a. 入力途中で操作者が誤りに気付いて訂正、
- b. 確認文を聞いてから、誤りに気付いて訂正、
- c. 応答による音声で誤りを指摘されて訂正

の 3 種類がある。ここでは中央処理装置から誤りを指摘されたものについては除外する。

図 7 のグラフで、斜線部分の左側は誤りを起した呼の数、右側は誤りの総数を表す。このグラフで特に目につくことを挙げると、

- i) a, b 形の誤りより c 形の誤りが多い。

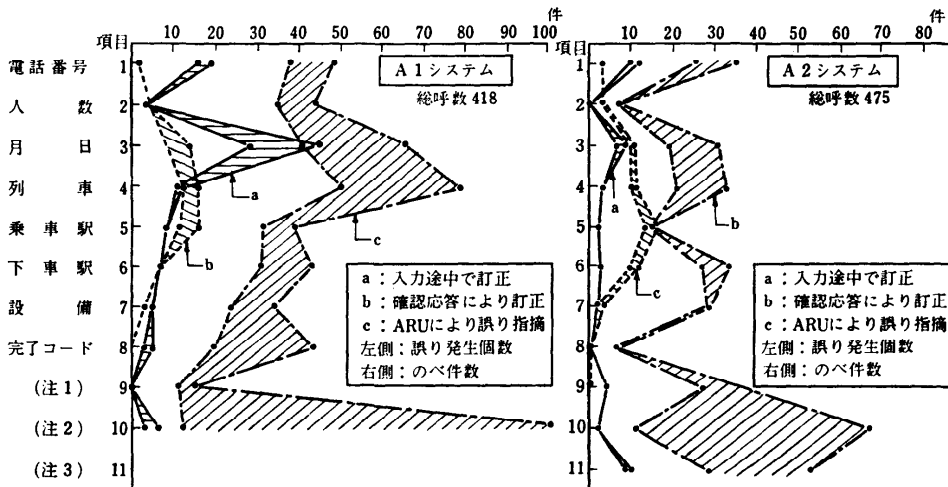
この原因を追及した結果、音声応答装置から音声出力途中でボタンを押すことを許したため、音声合成部から多周波受信器への回り込みによる、信号の取込み誤りによるものと判明し、実験システムで用いたハイブリッド・コイルの結合に問題点があることが指摘された。

- ii) A1, A2 システムとも、項目 10 において誤り呼数と、誤り総数の差が多い。

この状態(注 2)で誤ったボタン操作をするとプログラムのループにトラップされ、脱出困難になることが判明した。これはプログラム作成時の考慮不足である。

- iii) c 形の誤りは A2 より A1 システムが多い。

A2 システムでは全項目の入力完了まで誤りを指摘



注 1 : 全文応答後確認のため O# を押すか、項目訂正を行う (A1 は連続操作を行なったときのみ出現する)。
 注 2 : 項目訂正を続けるか否かの指示を入力する。…… プログラムエラーによりループ脱出不能のデータあり。
 注 3 : A2 において完了コードを押した後、誤りが ARU により指摘され、項目別訂正を行なう。

図 7 誤りの発生場所

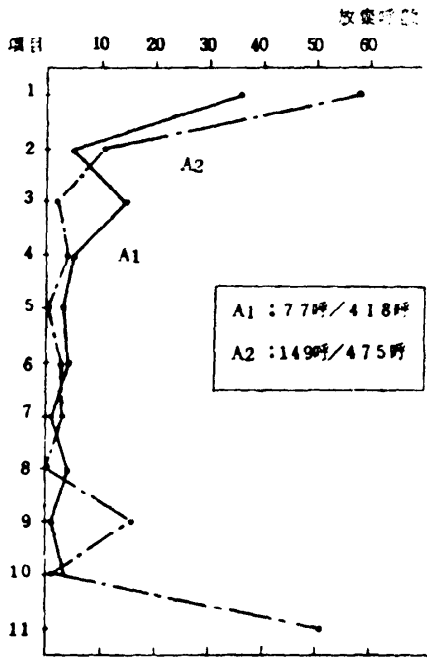


図 8 途中放棄の場所

しないため、この種の誤りは 11 項目を経由してから表面化する。そこで項目 11 に着目すると A2 システムでの途中放棄が非常に多い(図 8)。このことから、訂正方法がよくわからずに電話を切ってしまったと思われ、図 7 の c 形の誤りのデータは、必ずしも A2 の操作で誤りが少ないことを表わしているとはいえない。

iv) A1 システムで月日の a 形誤りが多い。

月日の項目には、コードに # のセパレータが含まれている(図 1 参照)ため、この # を忘れると応答が返らない。この # を忘れることが多く、応答が返らないのに気付いて訂正を行なったと思われる。この誤りは、A2 システムにおいては、次項目が順次ずれるという現象を起こし、c の誤りに変化する。この現象は、月日のセパレータと項目のセパレータを同一の機能にすることに問題があることを示唆している。

なお c 形の誤りによって訂正を試みた件数の内、約 30% は * を押すことを忘れていた。ミニコン側は誤りの項目がわかっており、この * は実は不必要なもので、フローとしては * 無しで訂正ができるようにすることが、より“親切”なプログラムといえよう。(図 5 の 2 点鎖線の流れ。)

4.3 途中放棄

途中放棄は A1 システムで全呼数の 18%、A2 システムで 31% である。放棄場所は図 7 のピークとかなり一致している(図 8)。両システムとも項目 1 の放棄が多いのは試しがけ(悪戯)、A1 システムと A2 システムの混同(とくに A1 のつもりで A2 を呼ぶ)の他、# の押し忘れが、大きな要因と考えられる。セパレータを廃止することは、他の混乱を惹き起す怖れが大きいので不可能であり、このような顧客に対する適切な指示について、システム設計の際特に留意する必要がある。これに関連して、入力に誤りが検出された時の応答で、誤り指摘後に続く訂正要求がほとんど聞かれていないことが判明した。このことは訂正方法の再検討とともに、指示の与え方に対するきめ細かな配慮の必要性を示唆したものであろう。

5. 今後の方向

人間がコンピュータ・システムに積極的に介入し、しかも大きなファイルを処理するような業務の形態では、頻繁な割込に対処するミニコンを配置し、中間的な処理をこれで行ない、中央処理装置の負荷軽減と処理能力の増大を図ることが、一つの有利な方法であると思われる。

実際に現在計画されている電話予約システムでは、このような考え方を基礎にして設計されている。このシステムでは肉声を録音して用い、ミニコンは録音の編集と、プッシュホンからの入力による予約メッセージの作成、中央処理装置とのメッセージの授受が主な仕事となる。これらの見積りから電話回線の収容数、トラフィックの算定などを行ない、実験で明らかになったコードの問題、応答文形、応答途中入力の禁止等も考慮し、電話予約システム全体の問題である発券方法、予約ファイルの持ち方などを検討した。

一方顧客の列車の指定券に対する要求、特にビジネス客といわれる顧客の要求は、基本的には目的地と到着時刻のみが必要であって、極論すれば列車は何であってもよいはずである。比較的改变の多い列車をプッシュホンの入力項目としてコード化して用いることは、コンピュータ・システム側からもあまり得策ではないと考えられる。

そこで今後の研究として、図 1 の入力項目のうち、人工コードである列車名を時刻に置き換え、入力誤りの源になる入力項目を極力減らす考え方で、列車そのもの、列車の設備種別(グリーン席、寝台など)、空席

の状態などとシステム側から提示する方法がある。現在の座席予約システム（マルス 105）を前提として、このような電話案内・予約システムを実現しようとすると、大きな問題として、予約メッセージを作る上で、列車時刻表から、時刻をキーにして列車を捜し出す作業がある。しかも、この作業は電話での会話に間合う迅速性を必要とする。このように入力項目減少に関連して、オンライン・ファイルの検討を行なっている。

また前述の実験において、プッシュホン操作者の共通した傾向として、誤り訂正時にとまどいがみられた。これは誤り訂正方法について事前説明をしなかったことにも依るが、音声応答による指示がほとんど聞かれていないことが最も大きな理由であろう。

この問題を解決するため、入力・応答形式にティーチングマシ的な考え方を導入し、入力・応答形式を多レベル化し、操作者の特性を検出して応答形式のレベル変更論理を採り入れて、操作者の多様性に対処し同時に適切な指示を与えることを検討している。

電話予約に案内的な要素を加味し、入力項目を減少させ、会話形式にティーチング・マシ的な考え方を導入して、より良いシステムの可能性を追求することが一つの研究目標になる。

謝辞

この音声応答装置を用いた電話予約システムの実験

は、国鉄電気局桑折恭一郎、同東二電工善如寺正雄、野田健六、鉄道技研牧嘉賢、日立製作所麻生哲、末広明雄、酒井久雄諸氏の協力を得て共同で行なったものである。

最後に前述の実験を積極的に推進して下さった京都大学大野教授、国鉄電気局尾関局長、同通信課の関係者各位、また実験の実施に御尽力いただいた国鉄東二電工の関係者各位、日立製作所の関係者各位、鉄道技研の諸氏に深く感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 細野他：キャラクタディスプレイを利用した旅客情報処理システム，第7回鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム予稿集，I-123，pp. 26~34 (1970)。
- 2) 牧他：電話予約システムの実験 (1)，鉄道技術研究所速報，No. 72-184，p. 24 (1972)。
- 3) 桑折他：プッシュホンによる座席予約実験，第9回鉄道における国内シンポジウム論文集，II-209，pp. 55~60 (1972)。
- 4) 木村：音声応答による座席予約実験システム，OHM，Vol. 59，No. 8，pp. 50~52 (1972)。
- 5) 三木他：プッシュホンによる指定券予約装置，第13回情報処理学会大会，144，pp. 287~288 (1972)。
- 6) 木村他：音声応答装置，情報処理，Vol. 12，No. 7，pp. 397~405 (1971)。

(昭和48年12月20日受付)