

列車無線電話装置

Radio Telephone Equipment for Train Radio Telephone Service of the Japanese National Railways

来 豊 平* 寺 井 和 巳*
Toyohei Rai Kazumi Terai

内 容 梗 概

国鉄東海道線列車電話に採用した方式は、列車と地上設備を極超短波FM式無線機をもって接続し、この通話を東京、静岡、名古屋、大阪の4統制局に置かれる交換機へ集線して電電公社市外台より公衆電話を、国鉄業務台より業務電話を行うもので、さらに全系統としてはアプローチ回線と呼ぶケーブル搬送を主体とする地上基地局と統制局間の回線およびマイクロウェーブを利用した統制局間を接続する中継回線および追跡回線などから構成される。

無線機器、搬送、信号機器および交換機器の内容詳細に関しては、その設計製作を担当された日立製作所諸氏が別稿論文で説明されるので本文は列車電話の全体をまとめて説明した。

第1節 緒言では列車電話の基本条件を、第2節では回線設計を、第3節では通信方式を、第4節では使用状況を述べた。

1. 緒 言

東海道線にビジネス特急「こだま」が登場してから約2年になるが国鉄ではその好評に応じて「つばめ」「はと」も同じ電車としてスピードアップして、これに「第一つばめ」「第二つばめ」として上下8本の電車特急を走らせ、無線電話による列車電話を設備し、7月1日から業務用通信を開始した。さらに8月20日からは、電電公社から公衆電話取扱いの委託を受け、一般公衆電話のサービスも始め、名実ともに「ビジネス特急」にふさわしい特急列車を完成することができた。

列車電話は長い間、世間からも待望されていたもので、国鉄としても終戦後間もなく調査を開始し、研究を重ねてきたものである。

今回完成した東海道線列車電話は、とりあえず特急電車8編成のみについて実施してあるが、その規模の大きさ、方式の斬新さにおいて、わが国はもとより世界的にも初めての施設であり、列車電話に新しい方式を提供し得たものと信じている次第である。

列車電話の基本的条件としては次の諸項に立脚して構想が立てられた。

- (1) 回線品質としては「東海道線全線の間、トンネルを除く地域の95%以上がS/N比35dB以上であること」を目標とした。
- (2) トンネル内およびS/N比の悪い箇所は、次期の工事計画で改善が容易であるように置局計画を考える。
- (3) 公衆電話と鉄道電話は当然非接続でなければならないが、施設の主要部は共用を計り経済性を確保するために公衆業務の選択は自動的に行われ、おのおのの交換台と接続される必要がある。
- (4) 業務用としては一斉呼出、非常呼出が可能である。

2. 回 線 設 計

2.1 経 過

国鉄では昭和30～33年の間、列車無線方式について、学界、民間の権威者より成る委員会を構成して研究を行った結果、超短波帯周波数を使う無線方式とし、基地局ゾーンの分割は小ゾーン方式が好ましいという結果が得られた。さらに東海道全線について、150Mc帯周波数による電波伝ぱん実験などを行って、列車無線電話に関する基礎を固めてきた。その後「こだま」「つばめ」の電車特急の時刻改正を契機として、公衆用、業務用を兼ねた列車無線電話を施設することが決定され、周波数は400Mc帯、基地局配置は小ゾーン方式

* 日本国有鉄道公社

という具体的設計がなされた。

なお、列車電話の方式としては周知のとおり、誘導無線方式と空間波無線方式の二種類があり、今回実施においてもいずれを採用すべきかは各角度より検討された結果、後者の空間波無線方式を採用することに決定した。すなわち、東海道線には誘導無線として一番利用しやすい架空通信線が全線にわたっては無いこと、および電化区間では誘導無線方式では雑音が多いこと、また通話路数を多く取れないなどの理由から誘導無線方式より空間波無線方式が適しているという結論が得れた次第である。

2.2 基地局ゾーンの分割

東海道線列車無線のような長距離移動無線にあっては、全体をいくつかの無線ゾーンに分割し、その間をスムーズに通話を継続できるようにする必要があるが、この無線ゾーンの単位を大きくするか小さくするかによっていわゆる大ゾーン方式と小ゾーン方式とが考えられる。

たとえば東海道線全体を駒ヶ岳、本宮山、比叡山の三箇所の無線局により大きく3分割するような計画は大ゾーン方式であり、この場合無線局は高い山の山頂となる。一方無線局をほとんど平地に近く設け、全体を10～20に分割して基地局ゾーンを小さくする方式は小ゾーン方式となる。また大ゾーン方式は、ゾーンの境目が少ないので通話継続が楽である反面、閉塞単位が大きいために電波の利用率は悪くなる。一方、小ゾーン方式は通話中ゾーンの境目を通すひん度が大いなので交換方式にくふうを要するが、必要なトラフィックに対して電波の利用率がよく、また置局位置が低いため保守が楽となる。国鉄としては以上の点ならびに現有設備の利用度をもあわせ考え小ゾーン方式を採用することに決定した。

2.3 置局について

小ゾーン方式による置局を考える場合、なるべく国鉄既設の建物などを利用したいこと、特に東阪マイクロに対し有利に接続できることを考慮した。一方次期計画においてトンネル対策を有利ならしめるため、主要トンネルに対してできるだけ近くに置局を行い、400Mc帯送信出力を直接分岐して導入することも考慮した。かくして過去における150Mc帯の伝ぱん試験などを参考にして一応の置局計画を立案した上、さらに昭和34年9月に400Mc帯による伝ぱん試験を東海道全線にわたって実施した。その結果によれば、東京、戸塚、真鶴、函南、用宗、金谷、浜松、豊橋、岡崎、名古屋、米原、大津、東山および大阪の14局に地上無線設備を置けば電界強度がお

おむね 30dB 以上得られることがわかったので、以上の14箇所（基地局）を置くこととした。

3. 通信方式

3.1 通信の構成

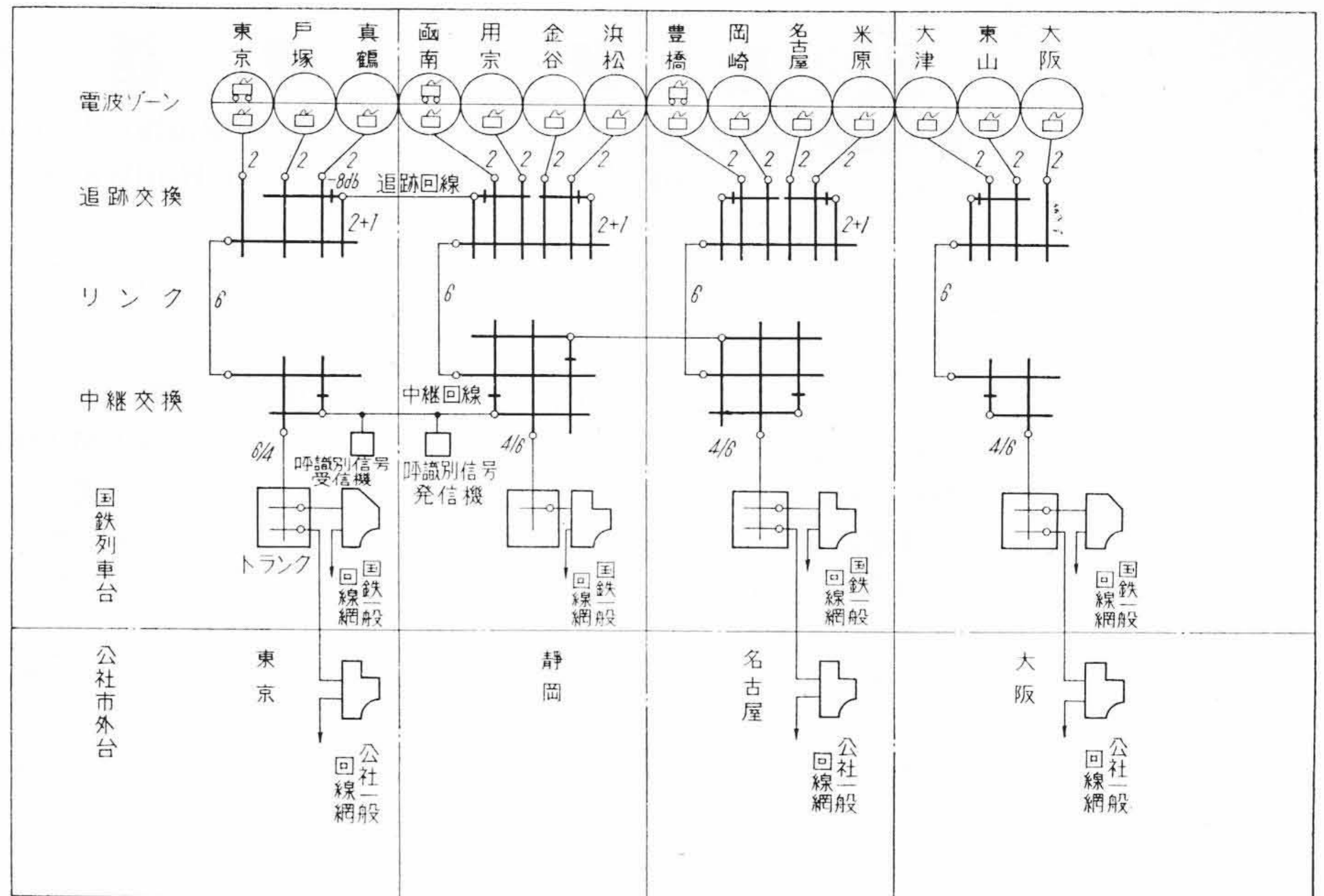
東海道線をいくつかの交換ゾーンに分けるかについては業務通信の流れが鉄道管理局を中心として行われることから、東京、静岡、名古屋、大阪を取扱交換所とし、すべての通信はこの4箇所を経由して行うことにした。

また、公衆通信の流れは電電公社は東京、名古屋、大阪を中心に行うので、静岡の交換扱いの通信を東京に中継することとし、全体の構成を第1図のとおり形成した。

通話方式はもちろん同時送受話方式とし、無線機は無通話時は基地局は送信状態であり、移動局の送信は停止している。

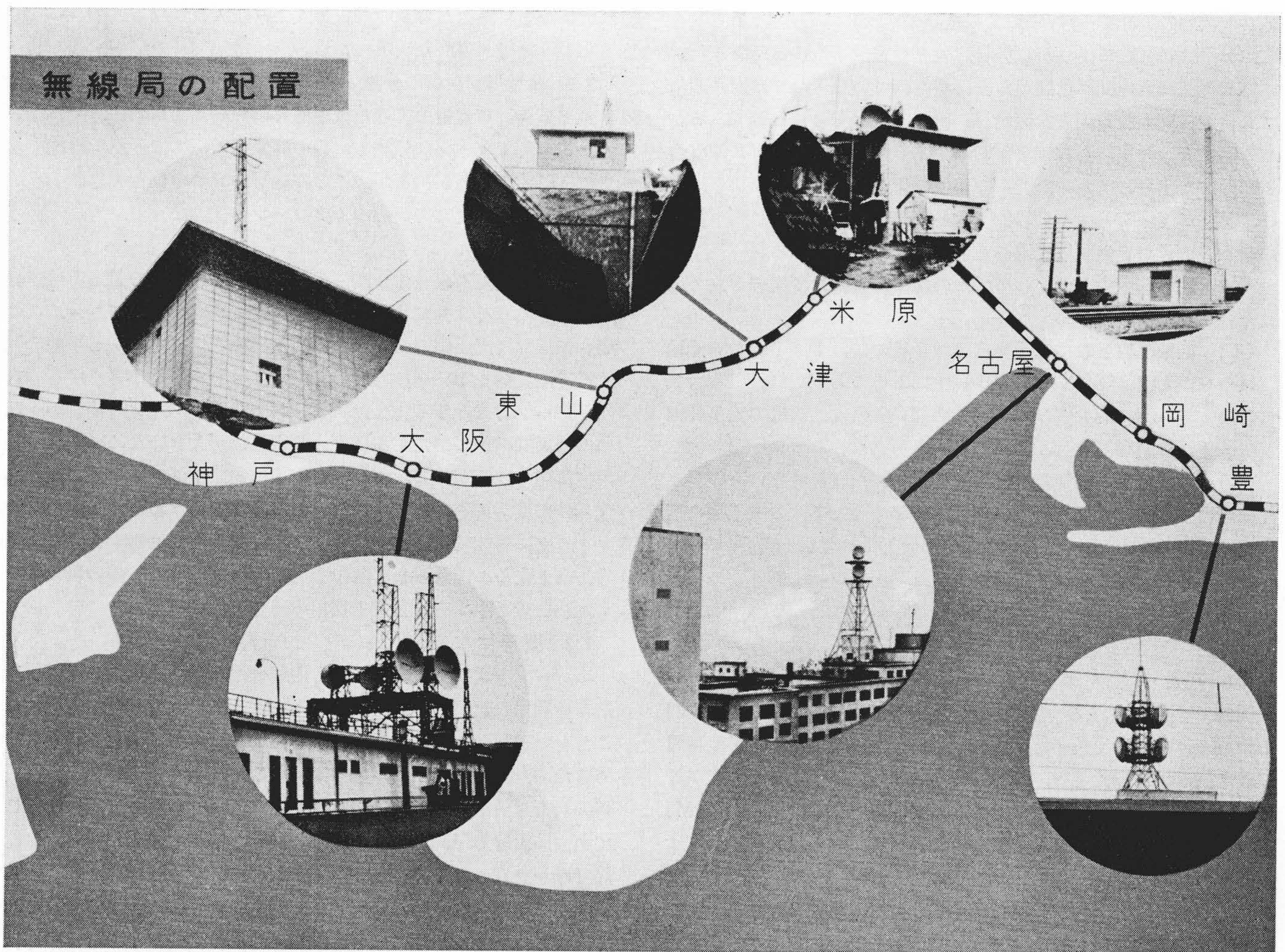
各列車に対しては公衆、業務別の個別選択呼出、業務用一斉呼出および非常呼出を可能とし、その信号は帯域内周波数組合わせ方式としてある。移動局の信号受信回路にはパイプレーティングリードセレクタを使用している。

周波数配置は、長大な区間に対して良好なサービスを提供するた



第1図 列車電話接続系統図

めに、隣接する基地局のサービス範囲が重複してカバーする必要があるため、隣接する基地局は互に異なる周波数を割り当てて、移動局はこの2周波を感度のよいほうに自動的に切替えて行く方式とし、使用周波数は次の6波とした。その使用方法は第3図のとおりである。



第2図 列車無線各

基地局送信周波数	462.025 Mc	462.125 Mc
	462.275 Mc	462.475 Mc
移動局送信周波数	412.025 Mc	412.125 Mc

3.2 列車内設備および基地局

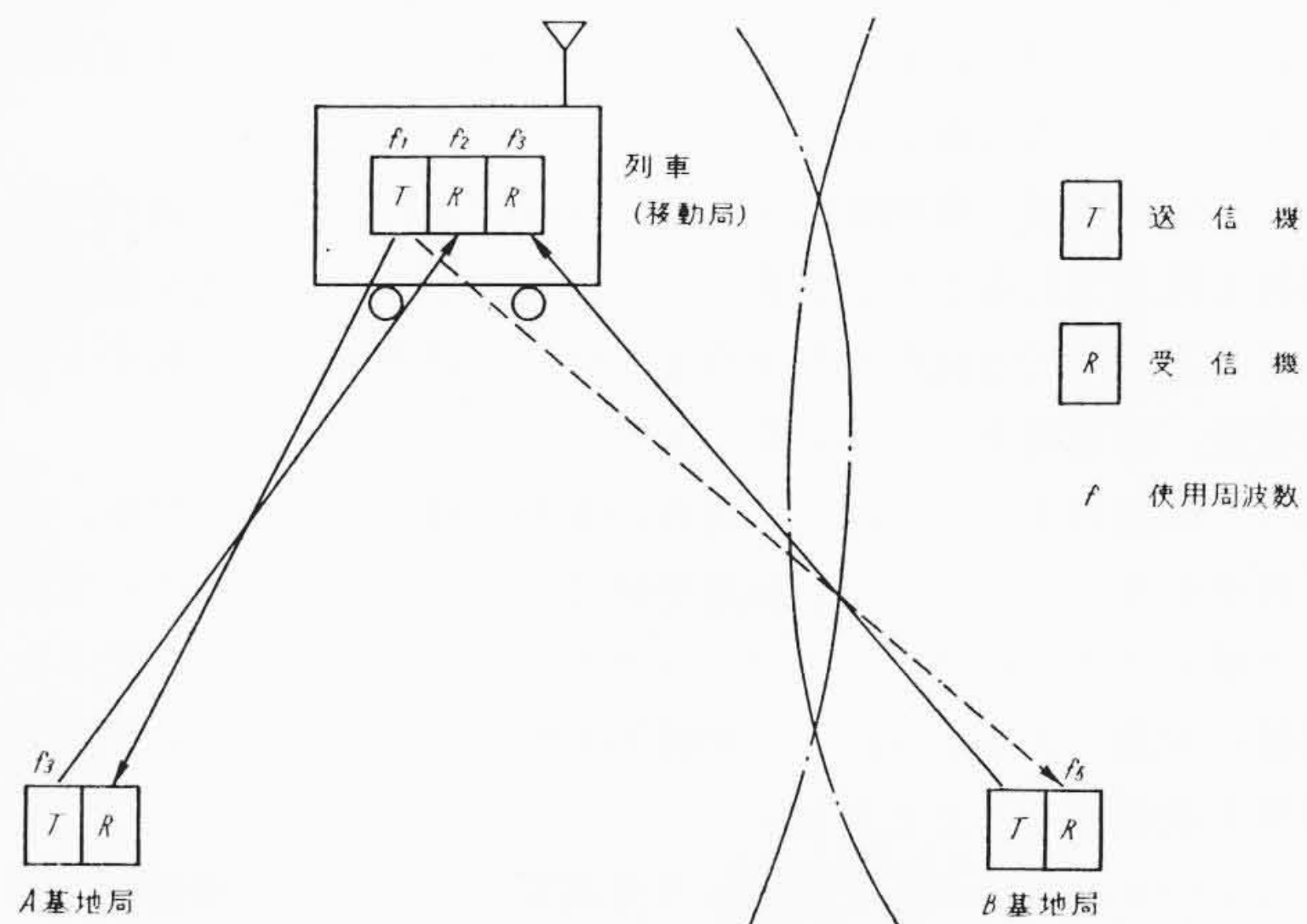
列車内には第4図に示すとおりビュフェに無線機室と電話室があり、この中に無線機を設置し、操作盤によって取扱者に車内の電話機へ接続したり、呼出をさせる。電話機はこの電話室と展望車にある。展望車は特に座席に座ったままで電話がかけられるよう、座席横に電話機接続用のジャックを設けてある。このほか業務用として前後部運転室と車掌室にもある。

基地局は第2、3節に述べた東海道沿線14箇所に配置してある。各局の外観は第2図のとおりである。

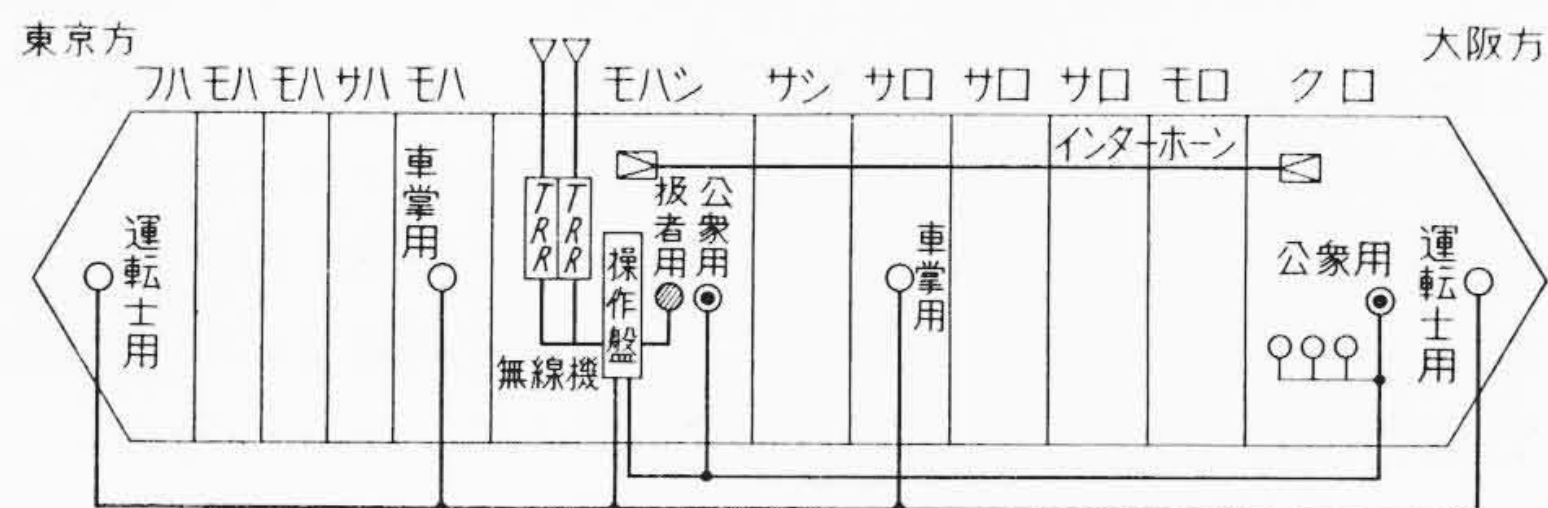
3.3 交換接続方式

無線基地局として小ゾーン方式を採用し、一方列車無線側と地上一般電話回線網との接続点として、現在の東海道線に対する運転指令の管理区分より考え、さらに東京-大阪間の既設のマイクロ回線のできるだけ有効に用いるための考慮を払って、統制局として、東京、静岡、名古屋、大阪と決定し、次のような機能内容を決定した。

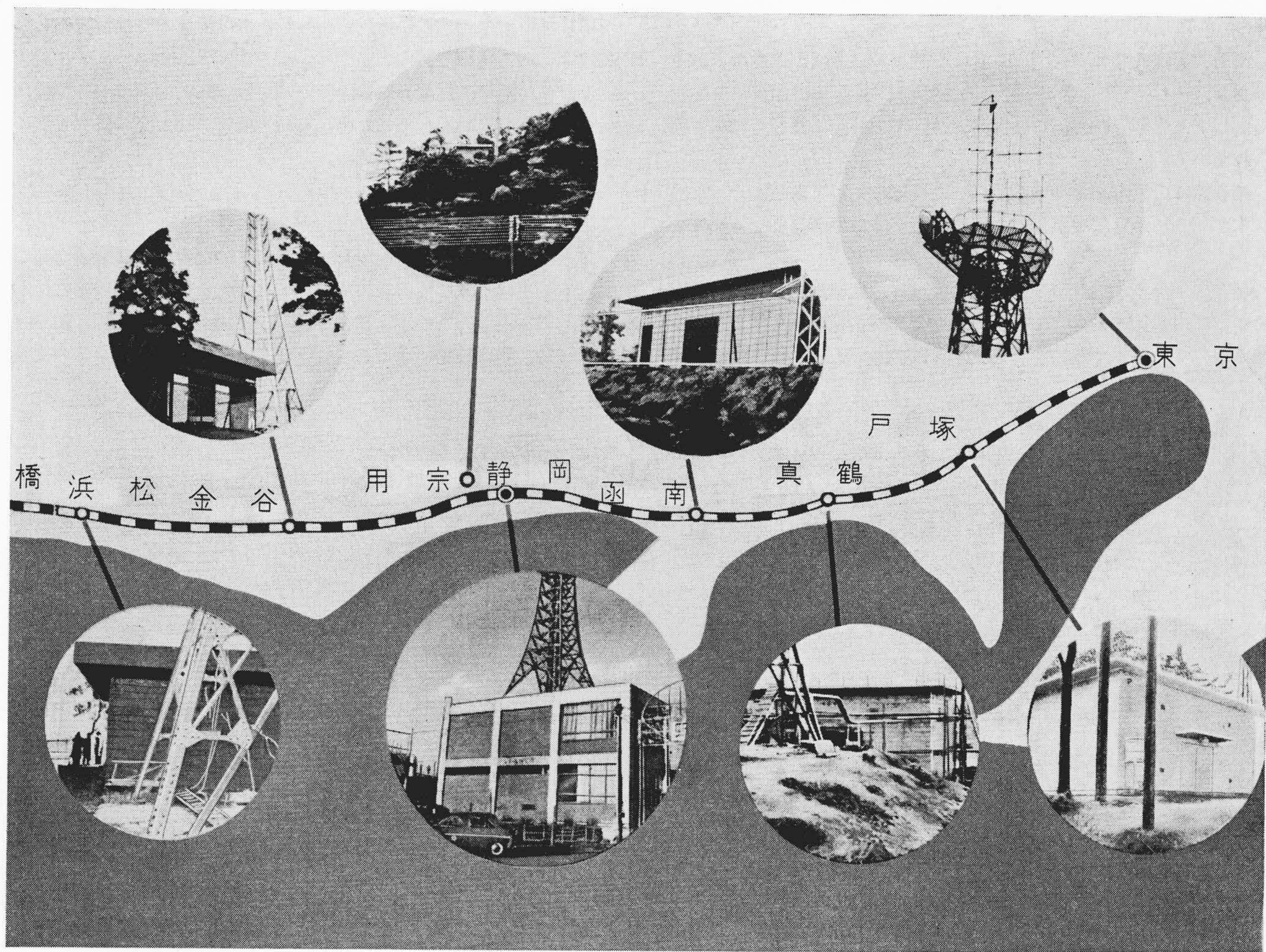
- (1) 本装置としては公衆用と業務用に共用して経済化を計る必要があるが、公衆系電話機と業務系電話機が本システムを通して通話接続されることのないよう、人手を介さぬ非接続機能を付与する。
- (2) 公衆系通話の列車無線と一般公衆回線系の接続取扱点としては電電公社では、とりあえず東京、名古屋、大阪の三都市だけであるので、鉄道管理局区分と一致しないが、これを交換制御で解決を計ることとする。



第3図 電波使用割当説明図



第4図 特急電車内列車電話機器配置図



基地局外観図

(3) 公衆電話の場合、市外電話局の列車台扱者は電電公社扱者であるので、列車の走行位置をあまり考慮することなく希望列車を呼び出しうる必要がある。

(4) 公衆電話、業務電話ともに一度接続された通話は適当時間継続を保証されることが必要である。特に小ゾーン方式を採用する以上交換系では高度の制御機能を付し、列車移行に対処する追跡機能、閉塞機能などが必要である。

(5) 取扱列車としては一応現在の東海道線の特別急行列車、急行列車を考え、これに対し無線系統 2 チャンネルを地域的に重複して使用できる限りのトラフィックを考慮して、部分的な簡単な増設に対処できるようにし、増設不可能な部分はあらかじめ最終容量を設備することとした。

以上のとおりの条件を基として考案実現されたのが接続系統図に示されるような方式で、上記項目中、主として(3)、(4)項のために追跡交換機を、さらに(1)、(2)、(3)項のために中継交換機を配し、マイクロ回線 2 回線を用いて追跡交換機間を結合し、隣接続制局までの列車追跡を可能とし、さらに同一電波使用中の列近接による混信、干渉を生じせしめぬような閉塞方式を確立した。次に中継交換機間と同じく 3 回線を用いて、任意統制局からほかの任意統制局の追跡交換機をも制御できるようにして、公衆、業務の取扱点の相違から生ずる困難を除去するとともに任意統制局から、任意地点で走行中の列車を一挙動で捕捉できるようにした。

4. 使用 状 況

以上に説明された方式により施設された東海道線列車電話は 7 月 1 日より業務用通信を、8 月 20 日より公衆用電話を開始し、以後好評のうちに使用されている。

使用状況は 8 月 20 日より 10 日間の調査では第 1、2 表のとおりであり、一日平均業務用 33 通話、公衆用 167 通話に及ぶサービスを提供して、十分その機能を発揮し、世評もきわめて良好な結果が得られている。

第 5 図は公衆電話の地域別取扱ひん度を示してある。

本データによれば東京市外台扱の通話が全体の 60% 強を占めている。

現在はトンネル内および二、三の弱電界地域は不感地帯としてあるが、この状態で無作為に呼出を行った交換接続率データの一例を第 3 表に示す。不感地帯を含んだ全区間について 85% 以上の接続率

第 1 表 列車電話使用調査表 (公衆通話)

列車別	取扱別	列 車 発 (通話)	列 車 着 (通話)	計 (通話)	%
101T		139	37	176	13
102T		126	28	154	11
103T		118	31	149	11
104T		93	38	131	9
105T		110	34	144	10
106T		134	26	160	12
107T		134	17	151	11
108T		244	26	270	23
合 計		1,098	237	1,335	100
一日平均		137	30	167	

第 2 表 列車電話使用調査表 (業務通話)

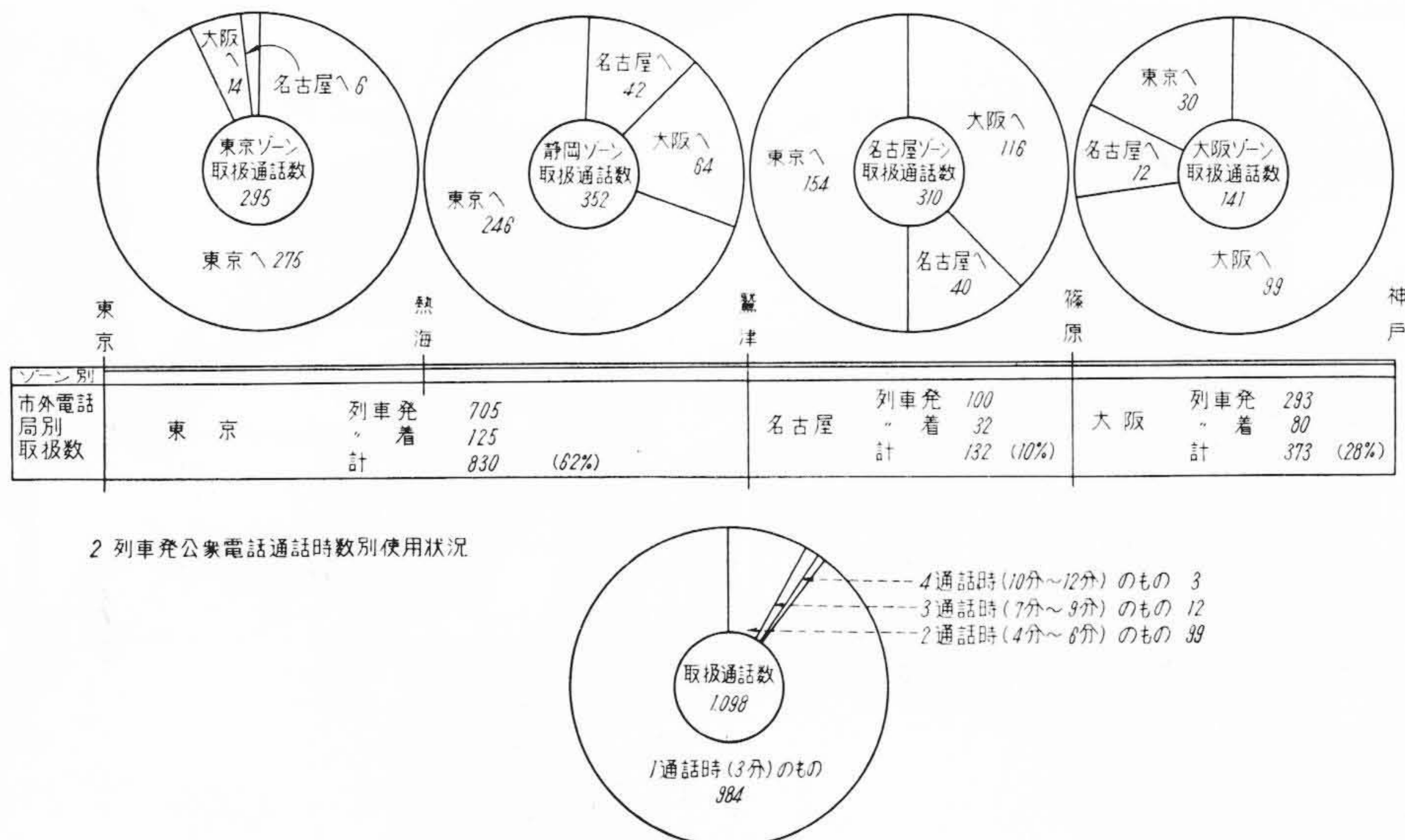
発着別 日別	列 車 発	列 車 着	合 計	記 事
8 月 20	26	11	37	この表は 8 箇列車の使用状況について調製した 計上した数字は通話数である
21	26	15	41	
22	15	4	19	
23	21	6	27	
24	15	9	24	
25	33	6	39	
26	29	6	35	
27	16	8	24	
28	30	7	37	
29	45	28	73	
30	16	1	17	
31	14	3	17	
合 計	286	104	390	
一日平均	24	9	33	

を示しているの、この種長距離移動無線に対する交換接続率としてはきわめて良好な特性といえる。

トンネル対策、弱電界対策、そのほかの技術的問題については、新幹線計画の検討も含めて、全線通話可能を目標として研究を進めている段階である。

5. 結 言

以上、今回東海道線に施設した列車電話の経緯および概要を述べた。本工事は過去にその規模において、またその技術的特殊性においても例をみないもので、技術的にみて、このような無線、搬送、交換技術の総合技術により始めて完成したもので、移動無線の交換



第 5 図 列車公衆電話取扱状況図

第3表 交換接続率試験結果

局 名	6月12日下り第1つばめ地上→列車			6月12日上り第2つばめ列車→地上			6月14日上り第2こだま列車→地上			6月14日下り第1こだま地上→列車		
	呼出回数	接続回数	%	呼出回数	接続回数	%	呼出回数	接続回数	%	呼出回数	接続回数	%
東京統制局	83	81	98	84	79	94	81	77	95	81	76	94
東 京	18	18	100	17	16	94	14	14	100	15	15	100
戸 塚	40	39	98	42	41	98	39	37	95	39	36	92
真 鶴	25	21	84	25	22	88	28	26	93	27	25	93
静岡統制局	117	107	91	118	110	93	14	105	92	113	105	93
函 南	33	31	94	35	31	89	34	30	88	33	29	88
用 宗	21	19	90	23	23	100	28	17	94	18	18	100
金 谷	30	27	90	28	26	93	19	26	90	29	25	87
浜 松	33	30	91	32	30	94	33	132	97	33	33	100
名古屋統制局	135	124	92	133	128	96	14	14	92	125	108	86
豊 橋	27	25	93	29	28	97	27	25	93	26	22	85
岡 崎	15	13	87	17	17	100	16	15	94	15	14	93
名 古 屋	60	55	92	57	55	97	57	53	93	60	52	87
米 原	33	31	94	30	28	93	24	21	88	24	20	83
大阪統制局	63	56	89	65	59	91	61	55	90	59	56	95
大 津	30	28	93	32	30	94	30	28	93	29	27	93
東 山	15	11	73	14	11	79	12	10	83	12	12	100
大 阪	18	17	94	19	18	95	19	17	89	18	17	94

ただし呼出回数は3分間3回とした

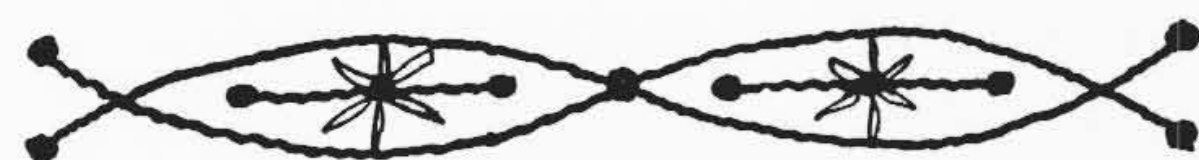
技術として画期的な分野をひらいたものと確信する次第である。このためいろいろの技術的難問題に逢着したが、国鉄、製造業者間の強い協力によりこれらのトラブルを克服してみごと実用の運びとなったことは慶賀にたえない。

終りに本計画の技術的面に種々適切なお助言をいただいた東京大学阪本教授を始め委員会の各位、電波監理局、電電公社の各位、工事を担当した業者の関係各位および国鉄技術研究所、そのほか国鉄関係各位に厚くお礼申し上げる。



特許第261884号

特 許 の 紹 介



野上邦茂・大塚英次郎
堀田鉄夫

自 動 電 話 交 換 機

自動電話交換局の局間中継接続において呼び出す相手局への直通の中継線が全部ふさがっている場合は、ほかの中継局を経て目的の局へ到達せしめる、いわゆるう回中継を行って、中継線の能率を向上せしめるが、この場合ある統一された番号方式のもとで行われるのがしばしばである。このう回中継を行うには発信局にダイヤルされた番号の蓄積、交換、送出の装置すなわちデレクタ装置を設けてう回中継の機能を有せしめるのが普通である。しかるにこのデレクタ装置は複雑、高価なる欠点がある。本発明はこの点を解決するために末端の下位局にはより簡単なダイヤル番号の識別装置と切替レピータを設置して、上位の局のデレクタ装置とあいまって下位の局にも経済的に上位局と同様のう回中継の機能を有せしめるようにしたもので、この場合、市外統一番号の採用が可能で特殊な番号を用いて混乱をまねくことなく、下位局より発する中継線もう回中継により能率よく使用することが可能である。(高木)

