U.D.C. 621.396.93:681.32.078

移動体無線を用いた情報処理システム

Information Processing and Transmission Systems with Mobile Radio Communications Equipment

北澤修司*　*Shūji Kitazawa*
古川　学*　*Manabu Furukawa*
菊池富幸**　*Tomiyuki Kikuchi*
中園雅博**　*Masahiro Nakazono*
菊地則行***　*Noriyuki Kikuchi*

近年，移動体無線通信システムとコンピュータを結合した情報処理システムの応用事例が増加しつつある。これは，従来のシステムでは情報の入出力地点が有線回線に接続できる特定の場所に限られていたのに対し，無線回線を利用した情報処理システムでは端末装置の利用範囲が移動体にまで拡大され，機動性が飛躍的に向上することが一つの大きな要因である。

移動体無線回線は回線の安定性，伝送品質などの面で有線回線とは異なる性質があり，その利用にあたっては，無線特有の配慮が必要である。このため，無線の回線制御方式やデータ伝送方式などについて各種の方式が開発され，実用化されている。

移動体無線回線を利用して情報処理システムを構築するには，これら各方式の特徴を十分生かして，ユーザーの業務内容に最も適したものを選定する必要がある。情報処理システムとして比較的多く用いられる各種の移動体無線システムについて，おのおのの特徴と適用事例をあげた。

1 緒　　言

コンピュータを用いた情報処理システムは技術の進歩に支えられて，処理装置・端末装置の小形化，システムの分散化へ発展し，徐々に適用範囲を拡大している。この流れの一つとして，情報の入出力端末装置を移動体へも適応した広域情報処理システムの構築事例が増加しつつある。

これは情報処理システムの端末装置を自動車などに搭載し，センタと移動体間で無線回線を使って，データ伝送を行うことによって移動体をオンラインシステムの一部に組み入れるものである。

このような無線回線を利用したシステムを構築するには，種々の考慮すべき事項がある。

例えば，電波法や無線特有の各種技術基準などの遵守，他ユーザーとの無線回線の共同利用，データ回線としての回線品質やシステム信頼度の確保など多岐にわたっている。

このため，ユーザーの業務内容によって，無線回線制御方式，データ伝送方式，回線構成などについてその特質と適性をよく見極めることが重要であり，従来の有線回線を使ったシステムとは趣を異にしている。

この論文では，移動体無線通信を使用した情報システムとして比較的多く利用されている代表的な応用事例について述べ，今後のシステム構築の参考に供する。

2 情報処理システムに適用される移動体無線

2.1 概　　要

現在，移動体無線システムとしては，運営形態や利用目的などによって，**図1**に示すような各種のシステムが実用化されている。

これらのうち，一般に情報処理システムとして利用されることの多いものに次のものがある。

(1) MCA(Multi Channel Access)陸上移動無線通信システム(MCAシステム)
(2) 業務用自営無線通信システム
(3) 特定小電力無線通信システム
(4) 陸上移動無線データ通信システム(テレターミナルシステム)

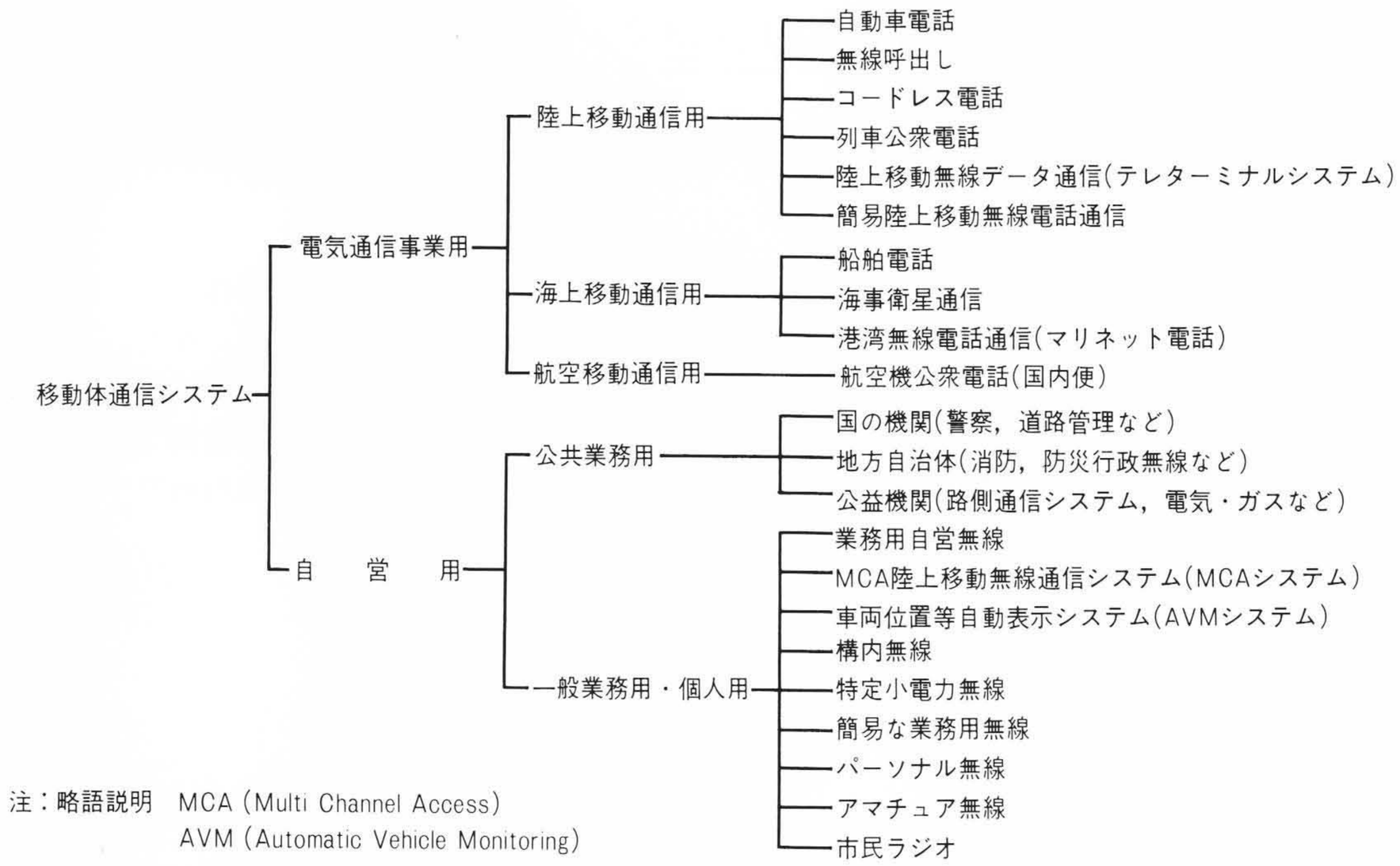
上記各システムについてその特徴を比較し，**表1**に示す。

2.2 特徴と構築上の留意点

移動無線回線を利用すると，電波の到達する範囲内のどこからでも情報処理システムのセンタ設備にアクセスすることができる。このため，情報処理システムの利用範囲が飛躍的に広がり，有線方式にはない多くのメリットが期待できる。

例えば，市内を移動する自動車などに搭載した端末装置からホストコンピュータへ受注情報等をその場で直接入力したり，商品の在庫情報などを検索することができる。また，広

* 日立製作所 システム事業部　** 日立電子株式会社　*** 日立エンジニアリング株式会社



注：略語説明 MCA (Multi Channel Access)
AVM (Automatic Vehicle Monitoring)

図1 移動体通信システムの区分 移動体通信には，運営形態と技術方式によって各種の方式がある。この図は，現行方式の区分を示す。

い構内などで携帯用の端末装置を使用して，データによる作業連絡・指示等ができるなど，従来は困難とされた移動体とのデータ通信が可能となり，業務の合理化と効率の向上が図れるようになる。

しかし，このようなメリットがある反面いくつかの制約を伴うため，最適なシステムを構築するには次のような事項に留意する必要がある。

(1) データ伝送量と信頼性

無線回線を利用したデータ通信では，現状の制度面，技術面からおのおののシステムごとにデータの最大伝送速度が1,200～9,600ビット/sの範囲で実用化されている(**表1**)。

また，無線回線の伝送路はフェージング，混信，雑音など電波伝搬の不安定さから，一般にビット誤り率は10^{-2}程度しか期待できずこのままでは実用にはならない。

そこで，データ伝送の信頼性向上のため無線特有の誤り検出・訂正処理を行い，ビット誤り率を10^{-5}～10^{-6}程度まで高めており，実効データ伝送速度は**表1**に示す値の$\frac{1}{2}$程度以下となる。

さらに，回線の利用面からみると，有線回線では一般にデータ伝送を行う2点間の回線がいったん構成されると，必要なデータを伝送し終わるまで連続することができる。

しかし，無線回線の場合は限られた電波をできるだけ有効に皆が公平に使えるようにする必要があり，MCAシステムや特定小電力システムでは，混信をなくすような回線の選択方式を採用している反面，1回の接続時間を制限している。

また，業務用自営無線システムでは，接続時間の制限がない代わりに他のエリアで同一周波数を使用しているユーザーとの混信妨害を受けることがある。

このため，長文のデータを伝送する場合，数回に分けて伝送する方式をとる場合もあるが，一般には短文メッセージの

表1 移動体無線通信方式比較表 4方式を方式選定の観点から比較した。地域，用途，システム内容によって最適の方式を選定すべきである。

比較項目＼方式	MCAシステム	業務用自営無線	特定小電力無線	テレターミナルシステム
使用可能な地域	図3に示すサービスエリア内	全国	全国	東京23区内
免許の必要性	必要(ただし容易)	必要	不要	不要
利用形態	財団法人移動無線センターへ加入	自営	自営	日本シティメディア株式会社へ加入
無線従事者	必要	必要	不要	不要
音声通信の併用	可能	可能	用途による。	不可能
最大伝送速度	1,200ビット/s	4,800ビット/s	通常は4,800ビット/s 高速データ通信は32kビット/s	9,600ビット/s
1回当たりの通信の時間制限	通常は1分，最大3分	制限なし。	用途による。	制限なし。ただし1パケット当たり32バイト

データ伝送でシステムを運用している場合が多い。

(2)　データ伝送処理

一般的に情報処理システムでは，データ通信が不可能となる要因として回線話中，機器故障，回線劣化などが考えられる。

特に無線回線を使用したシステムでは，移動体端末装置が山間部，地下，ビル内などの電波到達範囲外に移動し，回線劣化を起こす機会が有線回線に比べて多い。このため，データ再送信の要否，回数などについて無線特有の処理が必要となる。

(3)　音声通信との混在

本来，移動体無線システムは，音声通信を主体として使用されてきた。このため，コンピュータと結合したデータ通信システムでも，必要な場合には「音声通信も併用したい」とのニーズが依然として根強い。

しかし，データ通信を効率的に行うためには音声通信を極力少なくする必要があり，運用上制約するだけでなくシステム設計上も十分配慮する必要がある。

移動体用端末装置は，用途によって種々のものが用いられる。大別すると汎(はん)用の端末装置を使用する場合と，専用の端末装置を使用する場合に分けられる。

専用端末装置の例を**図2**に示す。

3　移動体無線システムを用いた情報処理システム

3.1　MCAシステム

3.1.1　概　　要

MCA陸上移動無線通信システム(以下，MCAシステムと略す。)は，ユーザーの事務所などに置かれる無線局(指令局)とユーザーの移動局の間に，財団法人移動無線センターで管理する無線基地局(制御局)が存在し，すべての通信は制御局を経由して行う通信方式である。このシステムは，複数の周波数を多数の利用者が有効に共同利用する通信方式であり，多くのトラヒックを処理することができる。

また回線の割当制御を制御局で行うため混信が少なく，サービスエリアも広く確保されているためその導入効果が大きく，各種業界で情報システムとの結合事例が増えつつある。例えば，運輸業界では過激な営業競争の中にあってサービス内容を充実するため，顧客からの集荷依頼などに対する対応の迅速化に活用している。

流通業界では，営業人員の不足や顧客からの小口発注への対応に，またメンテナンス業では，保守員の業務状況管理のリアルタイム化によるメンテナンス依頼への即応に威力を発揮している。

このように，MCAシステムを用いた情報処理システムは市中での営業活動に直結する効果が期待でき，積極的なSIS(Strategic Information System：戦略情報システム)の一つの形態としても大きな期待が寄せられている。

現在，MCAシステムは全国57か所で運営されている。

全国のMCAシステムの制御局所在地を**図3**に，システムで使用する無線機を**図4**に示す。この無線機には，データ通信回線用インタフェースを装備している。

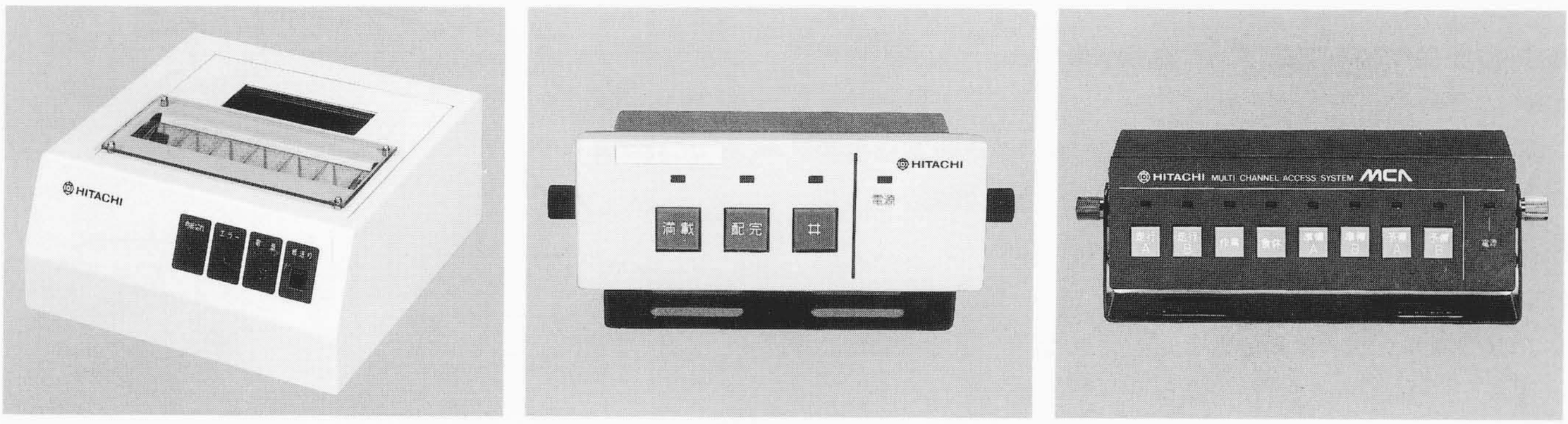
3.1.2　システム構築例

ヤマト運輸株式会社で導入している集荷指令システムの構成を**図5**に，機能を**図6**に示す。

このシステムは，各営業所あるいは数営業所ごとに一システム導入される。

この集荷指令システムは顧客情報をあらかじめデータベースに記憶しておく。顧客からの集荷依頼を受け付けたときに電話番号をキーコードとして顧客の住所，氏名などの集荷内容を即座にディスプレイ上に表示でき，その内容に変更があった場合だけ必要最小限のキー入力で対応できるようになっている。

この集荷依頼情報は，MCAシステムを介して集配車両に搭載した出力装置(プリンタ)に顧客名，住所，電話番号，受取場所などが自動出力される。この結果，集荷依頼の受付から集荷に至るプロセスを迅速かつ確実に行い，また車両側から



(a) 小形漢字プリンタ　　(b) ボタン操作設定器(1)　　(c) ボタン操作設定器(2)

図2　各種専用端末の例　　移動局に用いる専用端末の例として，小形漢字プリンタと2種類のボタン操作設定器を示す。

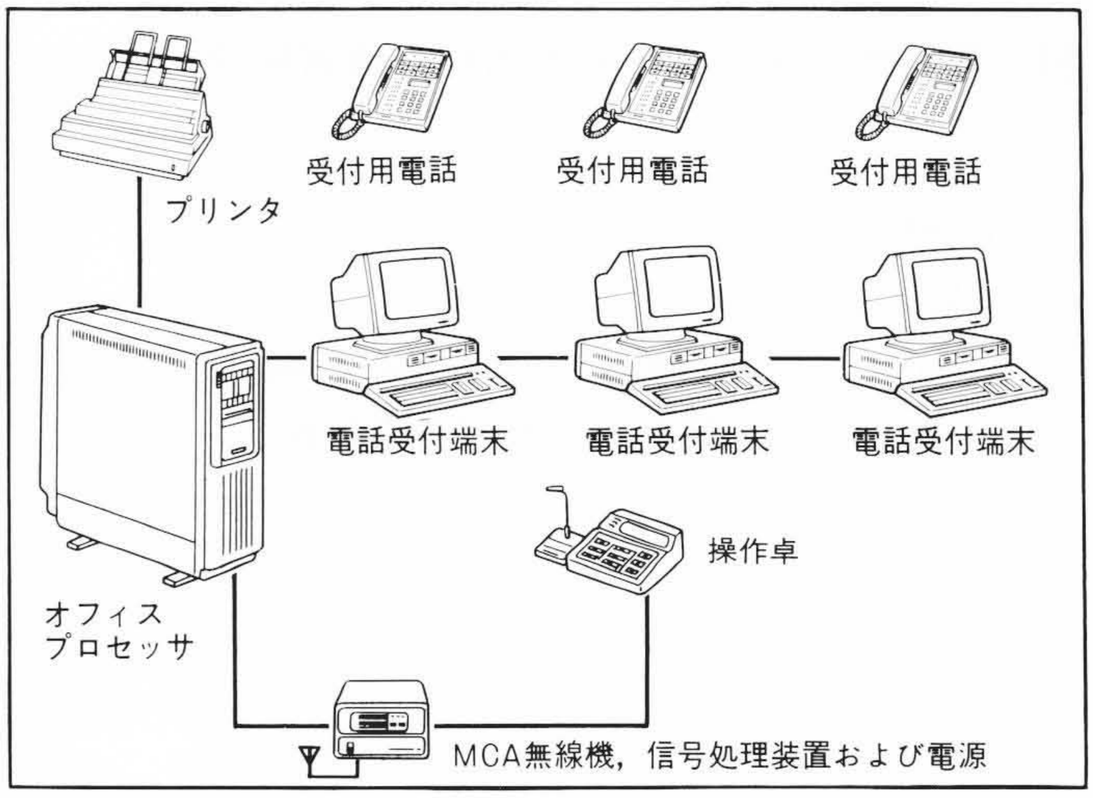
図3 MCAサービス地区　　現在，全国57地区でサービスされており，このほかに今後の開局予定もある。

図4 MCA無線機　　移動局の外観を示す。データ通信回線インタフェースが本体に内蔵される。

は車両状況などを伝送してきめ細かな荷主サービスを実現している。

岡野薬品株式会社では，本社のコンピュータと営業担当者の持つ携帯用端末をMCAシステムで結び，医療機関からの受注情報入力や自社の在庫情報の検索を行っている。システムの主要機能を**表2**に示す。

このシステムは，営業担当者が注文を受けた時点で直ちに本社のコンピュータへ情報伝送を行い，作業の先行着手による受注品の出庫，こん包，発送等の工程短縮，受注伝票から納品書まで一貫した伝票の自動出力による省力化などを図っ



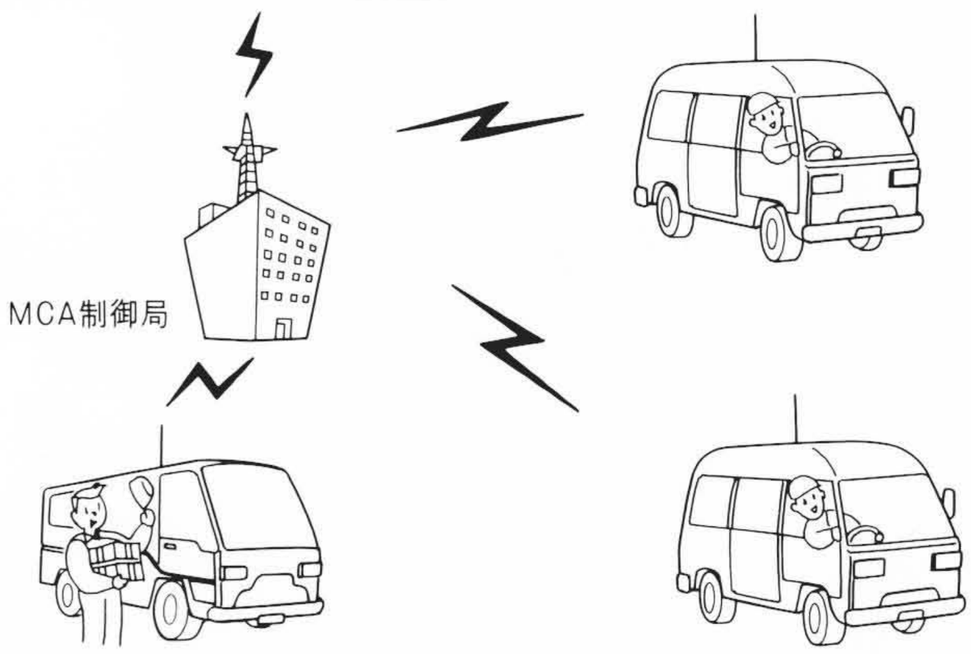


図5 ヤマト運輸株式会社集荷指令システム構成図　　支店の電話受付端末から集配車に搭載された移動局端末までが，MCAで結ばれている。

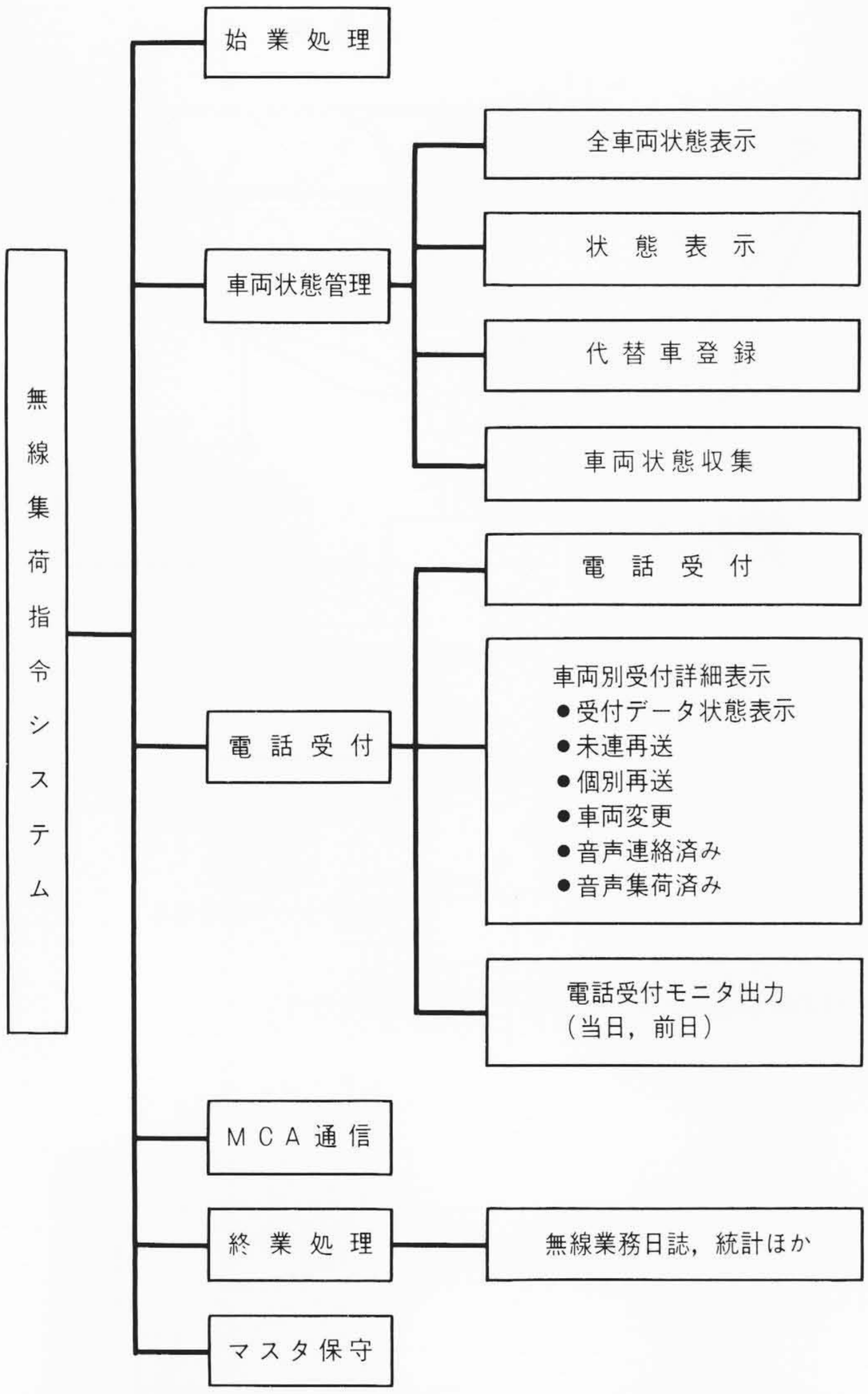


図6　ヤマト運輸株式会社の集荷指令システム機能概要　　荷主データベースを用いた電話受付機能，車両状態管理機能，およびMCA通信機能を中心として処理される。

ている。

また，本社コンピュータで管理する自社の商品在庫情報を，営業担当者の汎用携帯端末から検索することもでき，顧客に対する納期回答などのサービス向上に役立てて，受注から納品までの期間を短縮することで他社との差異化を図っている。

3.2　業務用自営無線システム

3.2.1　概　　要

業務用自営無線システムは，タクシー，鉄道などの一般業務用を対象とし，用途別にその周波数帯が割り当てられている。

従来これらの無線システムでは，主として音声通信業務に用いられてきた。

しかし，一部では無線局の免許認可制度上にも制約があったものの，データ伝送が比較的古くから行われており，タクシー業界などのように空車情報等の収集管理を行うAVM(Automatic Vehicle Monitoring)システムなどにも応用されている。

これに加えて，最近では電波利用規制の緩和や情報処理システムの発展などによってデータ伝送のニーズが急速に高まり，移動体に対してコンピュータ処理と結び付けた業務用自営無線システムが増えつつある。

特に，広い構内を持つ事業所内のシステム化では，業務用自営無線が適していることが多く，作業員や運搬機械の業務効率向上に効果を発揮し，従来不可能であった広域業務管理の質的向上に貢献している。

業務用自営無線でのデータ伝送では，万一の混信を避けるための最適な無線回線制御方式の選択が重要なポイントである。また，業務用自営無線はMCAシステムとは異なり，基地局(MCAシステムの場合は，制御局および指令局にあたる。)をユーザーが独自で設置するため，データ伝送可能範囲を各システムごとに実測などによって確認する必要がある。

3.2.2　システム構築例

(1)　新日本製鐵株式会社室蘭製鐵所(構内運行管理システム)

システム構成を**図7**に示す。

新日本製鐵株式会社室蘭製鐵所では，原料の入荷から半製品を含む製品の出荷までをホストコンピュータで一括管理している。

このシステムに業務用自営無線によるデータ通信システムを導入し，情報伝送の即時化による作業の合理化を実現している。

ホストコンピュータは，構内のクレーンに対しパレット番号などを送信し作業指示を行うとともに，作業状態を直接収集し，また構内を走行するトレーラに対しパレット番号や起点・終点などの作業支持を行うとともに作業状態の収集を直接行って，情報の一元化を図っている。

無線システムの基地局設備は1か所で半径約5 kmと比較的広範囲なサービスエリアを持っており，また必要によって音声通話が可能である。

(2)　川崎製鉄株式会社水島製鉄所(電気設備集中監視システム)

システムの構成と端末装置を**図8**に示す。

表2　岡野薬品株式会社の受注情報エントリシステム主要機能
MCAデータ通信にかかわる主要機能を示す。

機能項目	機能の概要
オーダーエントリ	携帯端末で入力した商品受注情報を，5系統のMCAを介して受信する。
在庫問い合わせ	携帯端末からの問い合わせに従い，ホストコンピュータの在庫情報データベースにより，結果を端末上に表示させる。
商品マスタダウンロード	携帯端末で扱う商品マスタデータを，ホストコンピュータから各端末にダウンロードする。
端末管理	端末IDの管理，通信データの印字出力，MCAを経由しない直接データ取り込みなど。
その他	始・終業処理，異常処理

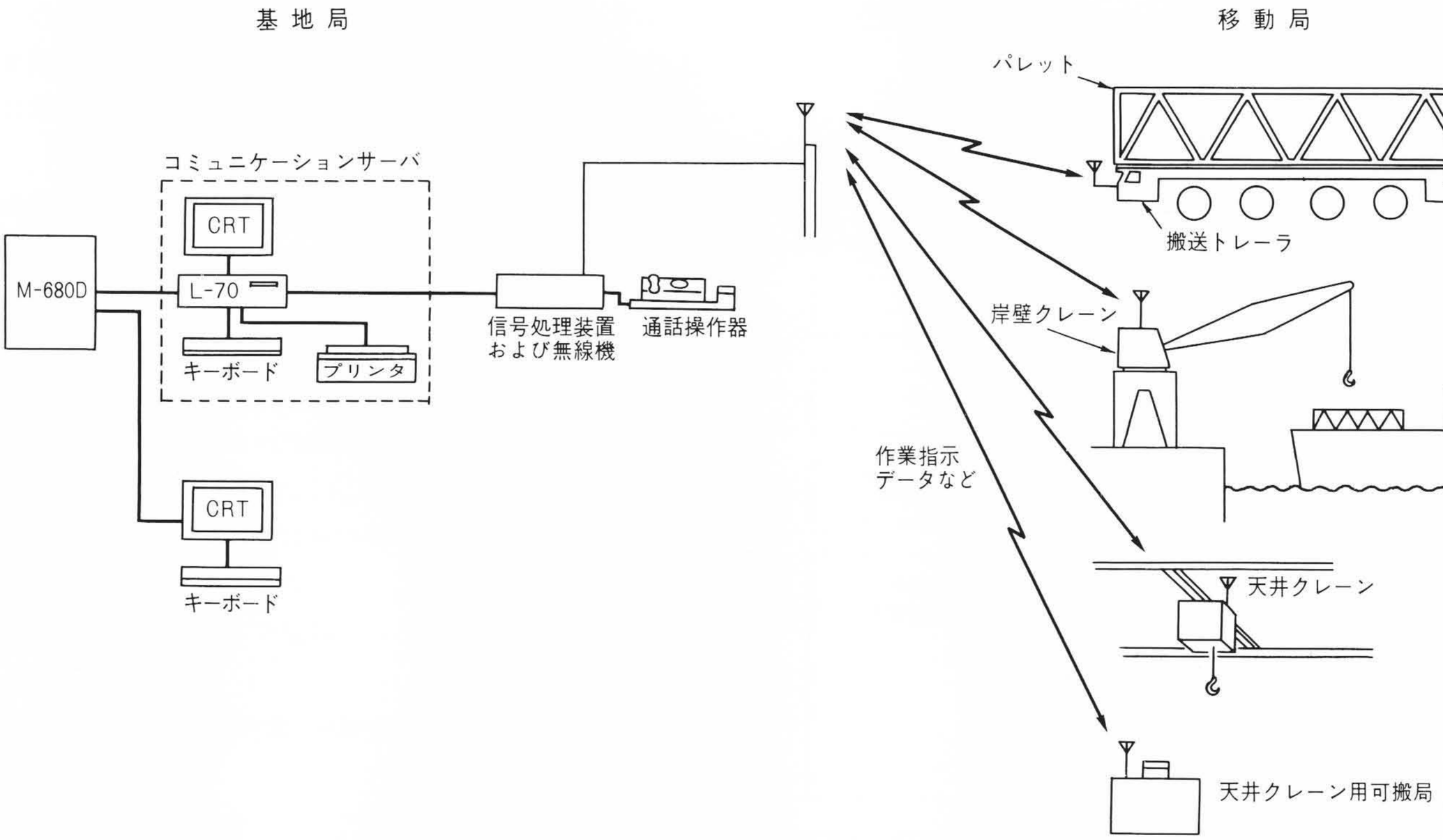


図7 新日本製鐵株式会社室蘭製鐵所構内運行管理システム構成　各種の荷役機器と基地との間で，作業連絡を行う。

このシステムは，製鉄所内電気設備の集中監視を行うコンピュータ(SAVEMAX 35)の補完システムであり，電気設備の故障情報を保全員に直接無線で伝送し，保全作業の合理化を実現している。

無線システムの基地局設備は16か所から成り，電気室地下も含む製鉄所構内全エリアをカバーしている。

SAVEMAX 35によって収集された電気設備の情報データのうち，故障が確認されると，保全員が持っている無線端末装置に故障データが送信される。この端末装置で受信された電気設備のデータはディスプレイ部に表示され，同時にブザーが鳴動する。

各基地局は同一周波数を使用しているため，同時送信を行うと干渉障害が生じ混信となる。これを防ぐため，通信制御装置は基地局の順次送信制御を行っている。

携帯無線端末は以下の機能および特長を持っている。

(a) 入出力部と無線部(150 MHz帯，1 W)の一体形構造

(b) 16けた2行(英字，数字，かな文字)の表示が可能

(c) テンキーなどによってデータの入力送信が可能

(d) 寸法：幅87 mm×奥行き55 mm×高さ180 mm

(e) 質量：約800 g(電池部含む。)

(f) 音声通話が可能

図8 川崎製鉄株式会社水島製鉄所電気設備集中監視システム　SAVEMAX 35から通信制御装置に始動をかけ，基地局から携帯無線端末に情報を送信し，携帯無線端末では情報の内容を表示する。

3.3 特定小電力無線

3.3.1 概　　要

従来の電波法では，著しく弱い電波はいわゆる微弱電波と呼ばれ，免許を必要とせず簡易に使用できることから構内等の音声通信・工場内の機器制御・ラジコンなどに幅広く利用されてきた。

しかし，混信などの問題が多くみられるようになってきたため，郵政省は1989年1月省令を改定し，免許を必要とせずに使える無線局として新たな技術基準を設けて，特定小電力

無線局を制度化した。

特定小電力無線局の技術基準の要点は下記のとおりであり，今後同一工場内やオフィスの同一フロア内などの比較的近距離間(屋外で約300 m，屋内で約100 m)通信に，微弱電波に代わって幅広く利用されるものと考えられている。

(1)　送信出力は10 mW以下

(2)　キャリアセンス機能(他の無線局が使用中でないことを確認して送信する。)を具備する。

(3)　自局に付与されたID番号を自動送信する。

特定小電力無線の種類を**表3**に示す。

3.3.2　システム構築例

日本郵船株式会社の構内運行管理データ伝送システムの構成と端末装置を**図9**に示す。

このシステムは，コンテナターミナルでコンテナの運搬を

表3　特定小電力無線の種類　　用途によって技術方式が異なっている。

システム	テレメータテレコントロールシステム	低速データ伝送システム	構内ページングシステム	移動体識別システム	コードレス電話	高速データ伝送システム	連絡用通信システム	ワイヤレスマイクロホン	
免許の要否	不　要				不　要	10 mW以下 不　要 10 mW～100 mW 必　要	不　要	不　要	
通信内容	データ	データ	データ(音声も可能)	データ	音声データ	データ	音声データ	音声(15 kHz)	音声(7 kHz)
最高データ伝送速度	4,800ビット/s	4,800ビット/s	4,800ビット/s	16 Mビット/s	4,800ビット/s	32 kビット/s	4,800ビット/s	—	—
周波数帯	400 MHz帯	400 MHz帯	400 MHz帯	2,400 MHz帯	250 MHz帯：子 380 MHz帯：親	1.2 GHz帯	400 MHz帯	800 MHz帯	400 MHz帯
空中線電力	10 mW以下	10 mW以下	10 mW以下	300 mW以下	10 mW以下	100 mW以下	10 mW以下	10 mW以下	1 mW以下
送信時間制限	あり 送信時間 20 s：テレメータ 30 s：テレコン 休止時間 2 s	あり 送信時間：40 s 休止時間：2 s	あり 送信時間 15 s：アナログ 5 s：ディジタル	なし	なし	あり	あり	なし	なし

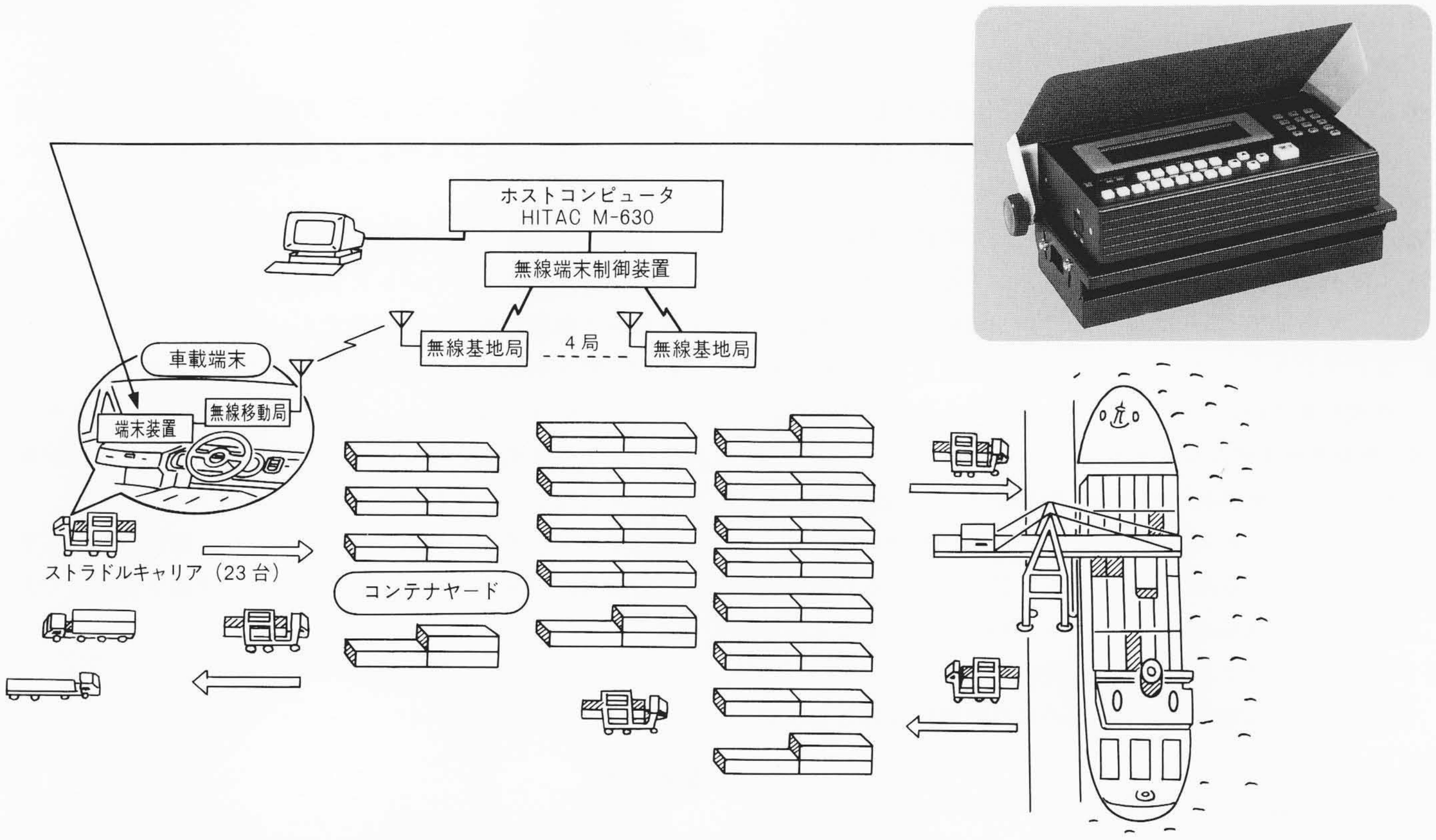


図9　日本郵船株式会社の構内運行管理データ伝送システム構成図　　ストラドルキャリアと呼ぶコンテナ荷役作業車の運行指示を，無線を通じて伝達している。トラフィック確保のため，4基地局を設けた。

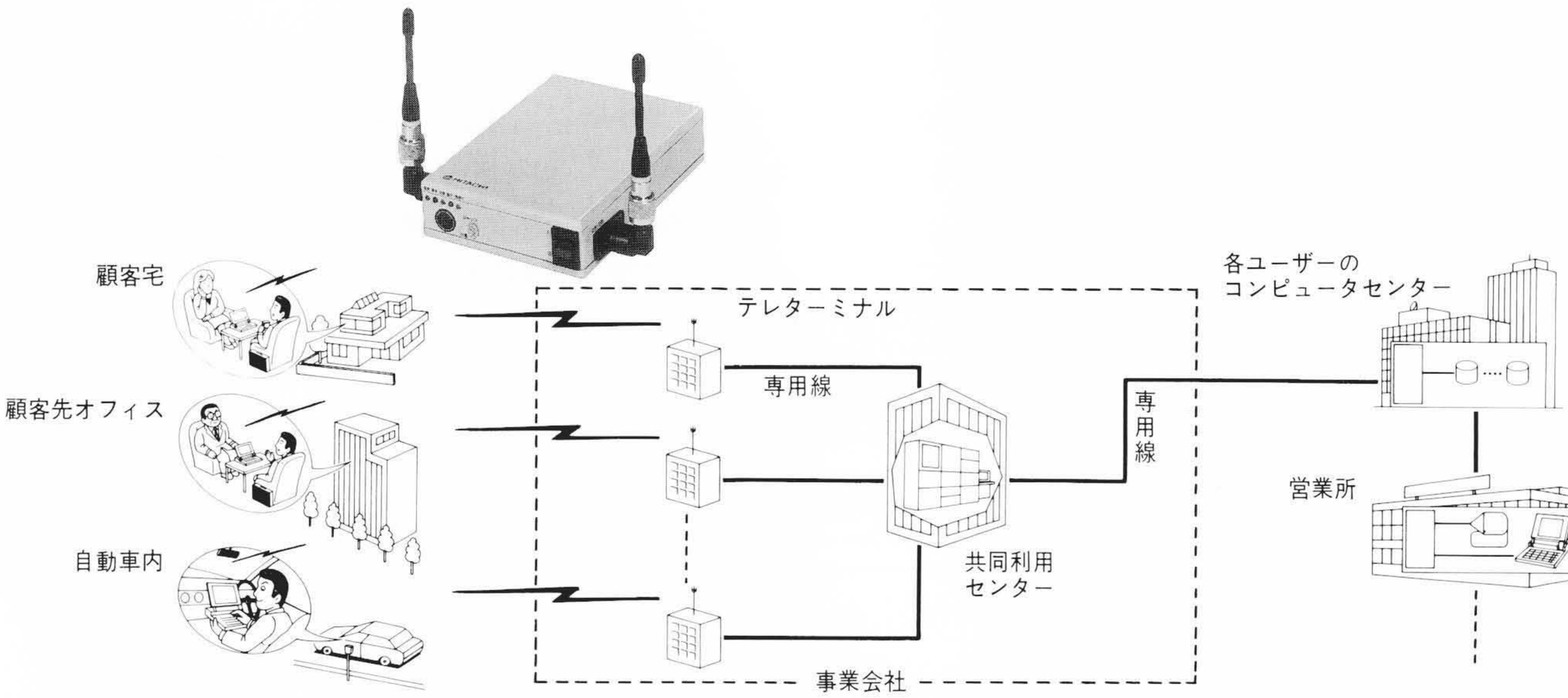


図10 テレターミナルシステムの概要　事業会社の共同利用センターとテレターミナルを通じて，ユーザーのコンピュータセンターと端末の間でデータ通信ができる。

行う荷役作業車(ストラドルキャリア)と，コンテナの搬出入・移動・揚積管理を行うホストコンピュータの間の荷役作業連絡に用いられるものである。

従来，荷役作業の指示は，音声を使った無線連絡によって行われていたが，新しいシステムでは，コンテナ番号・コンテナ蔵置先指示等の作業指示と作業車からの作業完了報告などを特定小電力無線によってホストコンピュータへ直接データ伝送することにより，作業効率と確実性を大幅に向上させたものである。

このシステムでは，データのトラフィックを十分に確保するため基地局を4局設け，無線回線のデータ伝送速度を4,800ビット/sに高速化し，大幅に伝送時間の短縮化を図っている。

荷役作業車に搭載する端末装置は，液晶ディスプレイにスクロール機能を持ち，大量のデータ表示が可能であることに加え，拡大文字機能による見やすさの向上やバックライト機能によって夜間等の暗い場所での使用が可能などの特長がある。またテンキー，ファンクションキーによる入力送信も行い，荷役作業車からの情報伝送もできるようになっている。

3.4 テレターミナルシステム

1989年12月，世界初のパケット形移動データ伝送システムが東京23区でサービスを開始し，データ通信をサービスエリア内で自由に行える通信媒体として注目されている。

その概念図と無線通信ユニットを**図10**に示す。また大阪地区でも同様のシステムの実用化が計画されている。

テレターミナル端末装置無線部の規格概要は次のとおりである。

(1) 使用周波数および送信出力：800 MHz帯，5 W
(2) 伝送速度：9,600ビット/s
(3) 端末インタフェース：RS-232D
(4) 通信手順：無手順/BSC

利用者は独自で端末装置を用意するほか，自社のコンピュータをテレターミナルのセンタと有線回線で直結する。

アプリケーションとしては，(1) 受・発注，予約・照会業務，(2) センサなどによる情報収集，(3) 各種セキュリティシステム，(4) 情報提供，(5) 車両管理システム，(6) 保守点検システム，(7) 電子メールなどさまざまな利用が考えられ，その発展が期待されている。

4 結　言

移動体無線通信システムをデータ通信媒体として用いた情報処理システムを，システムごとに特徴と事例をあげて述べた。

有線回線を母体として発展してきた情報処理システムに無線回線を導入して，新しいシステムを構築するにあたっては無線特有の留意点を十分に考慮するとともに，ユーザーの業務運用形態を熟知したうえで取り組む必要がある。

今後，移動体無線通信システムを用いた情報処理システムは，ますます各業務分野での導入が図られシステム自体が複合化・高度化していくものと予測される。

本稿で述べた各システムの開発にあたり，顧客各位から多大のご指導，ご協力をいただいた。ここに深謝する次第である。

参考文献

1) 財団法人電波システム開発センター：移動通信システムハンドブック，1989年版(平1-6)
2) 財団法人移動無線センター：WAVE21，1990年5月号(平2-5)