

# 移動通信におけるセル特性評価システム

## CELLPAS(CELL Performance Appraisalment System)の開発

より良い品質の移動通信サービスを提供するためには、設計どおりのサービスエリアが確保されているか、所定の通信品質が確保されているかなどをチェックすることは重要である。本稿では、運用中のシステムにおいて移動機から得られる通信品質などの情報と位置情報を同時に測定し、それらを用いて通信品質を簡易に分析・評価できるセル特性評価システムを開発したので、その概要を述べる。

ふじい 藤井 てるや 輝也・安澤 あんざわ 和哉・宮島 かずや みやじま ふみお 文男

### まえがき

自動車電話・携帯電話などのセルラー移動通信システムにおいて、運用中のサービス品質の特性評価を行い、システム設計にフィードバックすることは保守・運用を行うオペレータにとって非常に重要な課題である。

より良い品質の移動通信サービスを提供するためには、設計どおりのサービスエリアが確保されているか、所定の通信品質が確保されているかなどのチェックを常に行い、問題点を発見した場合には迅速にその原因を分析して、その後の品質向上に反映させる必要がある。

従来、このような調査と品質の分析は、

- ① 電界強度測定器を用いて基地局ごとに受信レベルの測定を行い、そのデータを地図上に出力して、熟練した作業者が基地局設備資料などを参考に分析する。
- ② 移動機で実際に通信を行い、モニタ端子から出力される通信品質などのデータをパーソナルコンピュータ(PC)で収集し、熟練した作業者が同様の分析を行う。

ことが一般的に行われていた。

しかしながら、収集した大量のデータを短時間に効率良く分析するためには、多くの熟練作業者を必要とし、大きな負担となっているのが現状である。また、このような調査を頻繁に行うほど、負荷はさらに増大する。

さらに、収集した大量のデータをどのように維持管理して、今後のサービス品質向上にいかに関与させるかという課題もある。

本稿では、運用中のシステムにおいて移動機から得られる通信品質などのデータと位置データを同時測定し、それらのデータをワークステーション(EWS)を用いて簡易に通信品質の分析評価が行える「セル特性評価システム(CELLPAS: CELL Performance Appraisalment System)」<sup>1)2)</sup>を開発したので、その概要を述べる。

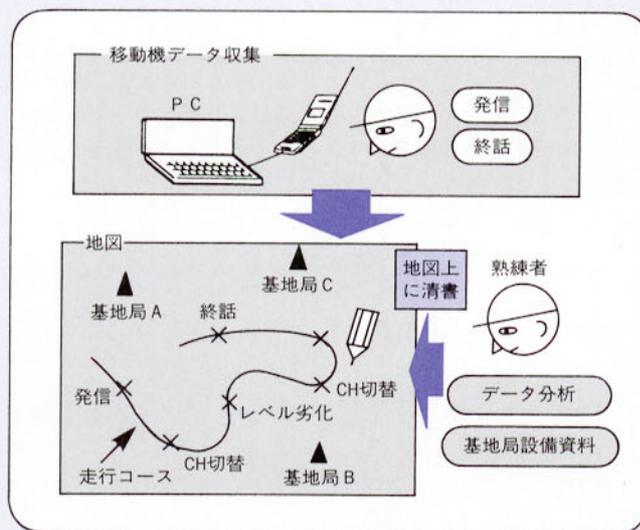


図1 従来の通信品質の分析・評価方法

Figure 1 Conventional Analysis and Estimation Method for Communication Quality in Cellular System

## 開発の背景

図1に従来の通信品質の調査とその分析方法の一例を示す。まず、移動機にPCを接続し、発信、着信、待ち受け試験などを繰り返し行い、移動機から出力される情報（以下、シリアル情報と呼ぶ）を記録する。また、あわせて試験を行った位置を地図などに記録する。ここでシリアル情報は、エアインタフェース情報、電話機インタフェース情報、移動機の通信品質情報からなる。続いて、取得したデータを持ち帰り、基地局設備資料、周波数表などの資料を用いて分析し、その結果を位置情報に基づいて地図上に表記する。

ところで、この一連の作業は非常に複雑であり、省力化するには以下に述べるように解決すべき数多くの問題点が残されている。

- ① シリアル情報は非常に複雑であり、その解読は熟練を要する。また、大量のデータを短期間で処理するために、集中力および忍耐力を必要とする。
- ② 通信品質の分析を行うためには、システムに関する幅広い知識を必要とする。
- ③ 分析結果の地理的な評価を行うため、作業者が位置データを参考にして、地図上に表記する必要がある。
- ④ 調査ごとに増えるシリアル情報の維持、管理するためのシステムを必要とする。
- ⑤ 基地局の増設やシステム変更ごとに頻繁に変わる通信品質を迅速に更新、修正して、今後のサービス品質に反映させるためのシステム化を必要とする。

CELLPASは上記の課題に対して、後述する基本的な分析項目に関しては完全な自動化を図っている。それ以外の分析項目に関しても、分析に必要な各種情報を即座に提供できるため、分析作業の強力な支援が図られている。また、電子地図を用いて分析項目を表示するため、分

析項目の地図上への転記作業は不要である。また、データの修正、追加などもすべて画面上（CRT）で行うことができ、データの更新、修正も容易に行える。

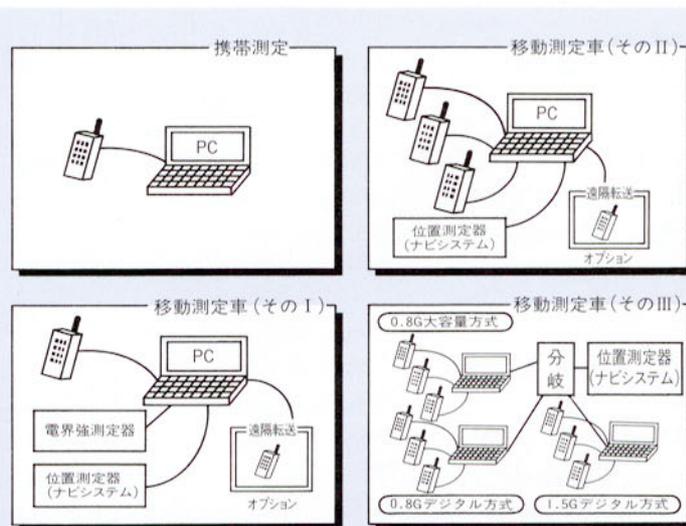
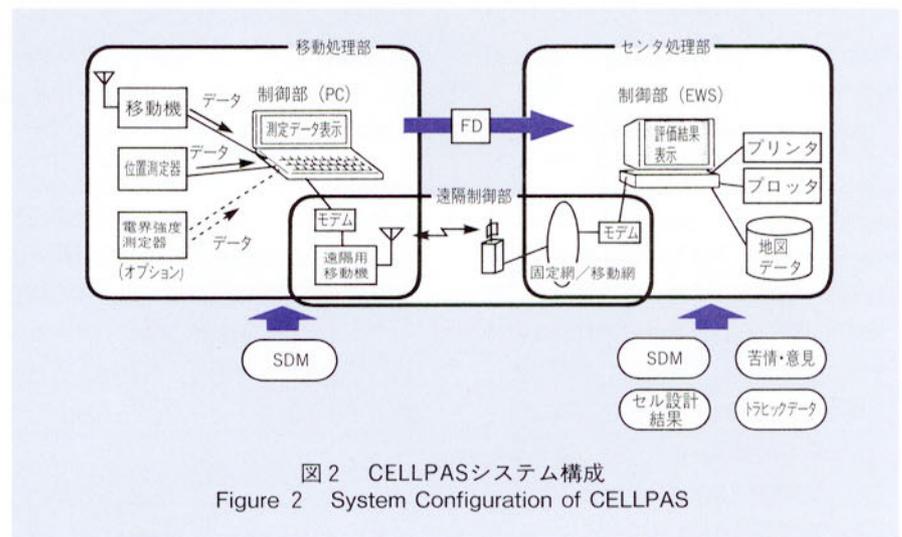
## CELLPASの目的

通信品質の分析では、通信中の基地局名や待ち受け中の基地局名を特定することが必要であるが、在圏するセルの基地局名などはエアインタフェースで定義されていない。しかしながら、移動局で受信した周波数コード、各種コードなどを基地局システムデータ（SDM: System Data Memory）で検索すれば、基地局名を特定することは可能である。ここで、

SDMとは、基地局ごとに固有である制御チャネルコード、通信チャネルコード、地域識別などの各種コード、しきい値関連のパラメータなどをDB化したものである。CELLPASは、このように移動機で得られるシリアル情報とSDMを用いて、通信品質の分析・評価を自動的に行うことを基本としている。

## システム構成

CELLPASは、デジタル移動通信方式と大容量移動通信方式（アナログ）について対応し、図2に示すように各種データを取得する移動処理部、取得したデータを分析・評価するセンタ処理部、セ



ンタ側から、移動処理部を遠隔制御する遠隔制御部から構成される。以下に各処理部について説明する。

### ■移動処理部

移動処理部は制御部(PC)、複数の移動機、位置座標測定器、電界強度測定器(オプション)で構成され、移動機からのデータ、位置データなどを取得する。位置測定器は、屋外を対象とした測定器と、屋内を対象とした測定器がある。CELLPASでは、高精度な位置測定を前提としているため、屋外ではGPS受信機、光ファイバジャイロ、距離センサを用いて自立航法が可能であるナビゲーションシステムを採用し、測定誤差30m以下を実現している<sup>3)</sup>。また、屋内では、光ファイバジャイロ、レーザ距離計などを用いて台車に搭載できる位置測定器を開発し、測定誤差数m以下を実現している。

移動処理部の標準的な構成は、移動機、PC、位置測定器であり、オプションとして図3に示す様々な測定構成に対応できる。制御部は、1台で最大3台の移動機を同時に制御できる。たとえば、1台目を発信試験、2台目を通信試験、3台目を待ち受け試験という具合に柔軟な使い方ができる。また、1台の位置測定器で最大3台の制御部を接続できる構成としているため、たとえばアナログ方式、デジタル方式を同時に測定することもでき、測定作業を大幅に効率化できる。

### ■センタ処理部

センタ処理部は処理の高速化を図るため、主装置にワークステーション(EWS)を、OSにUNIXを、GUIにオープンウィンドウを用いている。周辺装置として、プリンタ、X-Yプロッタ、A0サイズの打出しを可能とする静電プロッタをサポートしている。地図データベース(DB)として、2万5千分の1の地形図DBを標準で備えており、オプションで市販の2千5百分の1住宅地図DBも使用できる。さらに、屋内の通信品質評価に不可欠な屋内見取図もあわせてDB化できる構成になっている。ただし、屋内の見取図は、建物の各フロアごとの平面形状、間取り、什器類などの配置レイアウトをCAD

(Computer Aided Design system)を用いてマニュアルで作成する。

図4にソフトウェア構成を示す。基本である通信品質評価ソフト、CADを用いてマニュアルで作成する屋内見取図作成ソフト、市販の地図DBから必要な項目を取り出して編集する地図編集ソフト、SDM DBから必要な項目を取り出して編集するSDM編集ソフト、基地局(BS)の位置や基地局諸元をセル設計システムから取り出して編集するBSデータ編集ソフトから構成される。編集して作成された上記のDBは、以下、地図ミニDB、SDMミニDB、基地局ミニDBと略すことにする。

### ■遠隔処理部

移動処理部で取得した測定データは、FDで受け渡すことを基本としているが、データ授受の迅速化を図るため、モデムを使った遠隔制御(転送)を実現している。遠隔制御は、センタ処理部より移動処理部を制御することで、測定作業の省力化、無人化が図れる。転送項目は、センタ側から移動側に対しては、測定項目をファイル化した初期設定データ、測定の指令制御などであり、移動側からは測定データである。データ転送方法として

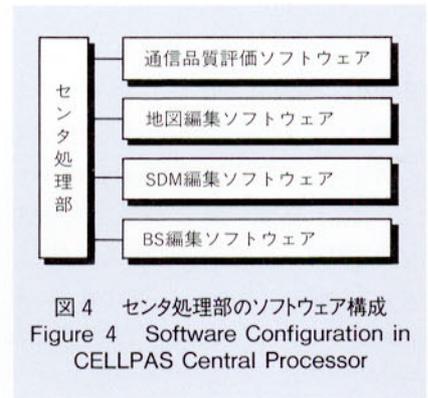


図4 センタ処理部のソフトウェア構成  
Figure 4 Software Configuration in CELLPAS Central Processor

は、センタ処理部にリアルタイムに転送するオンライン制御と測定終了後に必要に応じて転送するオフライン制御を実現している。

## 機能

CELLPASはデジタル移動通信方式と大容量移動通信方式について対応しているが、ここではデジタル移動通信方式(RCR.STD.27-Cに準拠)<sup>4)</sup>で実現している機能について説明する。

### ■移動処理部

移動処理部は、移動機からのシリアル情報と各測定器からの測定データを取得して、蓄積することを基本としている。

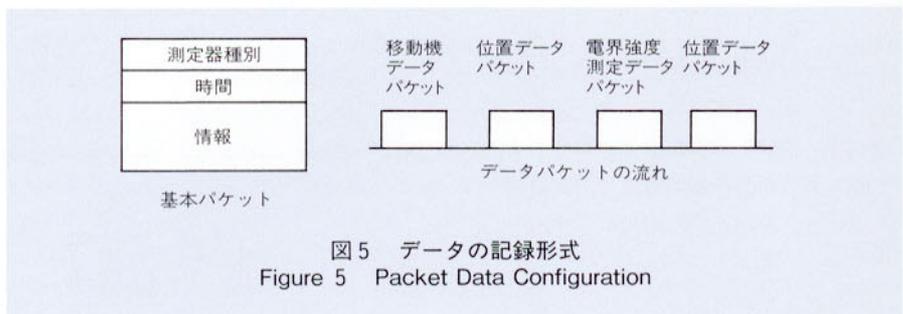


図5 データの記録形式  
Figure 5 Packet Data Configuration

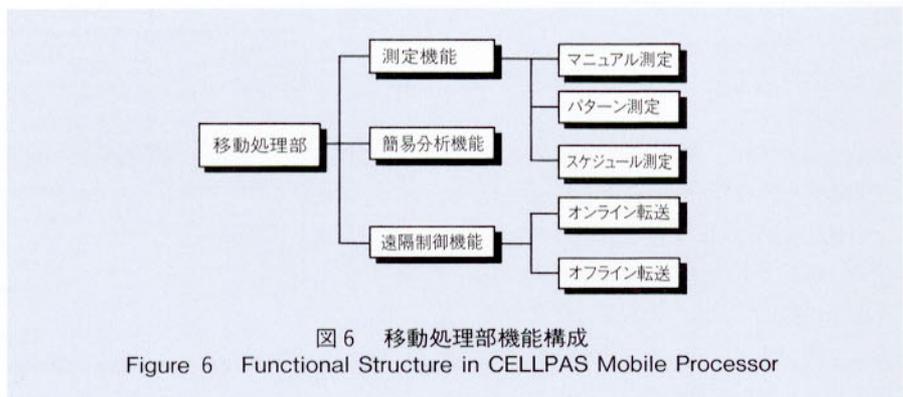


図6 移動処理部機能構成  
Figure 6 Functional Structure in CELLPAS Mobile Processor

取得したデータは、すべて図5に示すように時間をベースとしたパケット形式に変換して、処理する。したがって、測定項目や測定器を追加する場合は、パケットを新たに定義して、追加するだけで柔軟に対応できる。また、測定作業を簡略化するための多くの機能を有している。移動処理部の主要機能を図6に示す。測定機能は、作業者が手作業で試験を行うためのマニュアル測定機能、試験パターンをあらかじめ登録しておいて、同一の試験を繰り返すパターン測定機能、あらかじめ時間的な試験予定（スケジュール）を登録しておいて、その予定に従って試験を実行するスケジュール測定機能からなる。図7にパターン測定、スケジュール測定例を示す。パターン測定機能により大幅な省力化が図れ、さらにスケジュール測定をうまく活用すれば測定作業を無人化できる。なお、パターンファイル、スケジュールファイルは遠隔制御機能を用いても転送できる。

簡易分析機能は、測定結果とSDMミニDB、基地局ミニDBを用いて、基地局名などの必要最小限の分析結果をリアルタイムに表示する機能である。図8に移動処理部における表示画面を示す。基本的な画面は、分析結果を表示する通信情報表示ウィンドウ、シリアルデータをすべて時系列に表示する移動機状態情報表示ウィンドウである。

■センタ処理部

センタ処理部は、移動処理部で取得したデータから通信品質の分析・評価を行

い、その結果を地図上に表示すること、取得したデータの維持、管理を行うことを基本機能としている。基本的な評価項目例を表1に示す。評価項目はシステム評価項目と伝搬評価項目に分かれ、システム評価項目は正常系と異常系に分けられる。分析の基本的な流れを図9に示す。シリアル情報であるエアインタフェース情報、電話機インタフェース情報、移動機の通信品質情報を用いて、基本的な評価項目の分析を行い、それが発生した日時、位置、通信基地局名などの情報を付加してDB化する。

また、センタ処理部は図10に示すように、走行コースごとに個別に通信品質を分析する機能と、走行コースごとに分析した結果を複数集約してエリア内の通信品質を分析する機能で構成される。図11にこれらの概念を示す。

なお、操作に関しては簡易性を重視して、マウス操作だけですべての処理が可

能としている。

(1) 走行コース上の分析機能

センタ処理部では、走行コース上で表1に示す項目を視覚的に評価するため、図12に示すように複数のウィンドウを用意している。基本的なウィンドウは、地理的な情報を表示する地図情報表示ウィンドウ、移動処理部と同様の通信情報表示ウィンドウ、移動機状態情報表示ウィンドウ、および受信レベルなどを表示する受信レベル表示ウィンドウ、各種データを表示するデータベース表示ウィンドウである。各表示ウィンドウについて以下説明する。

・地図情報表示ウィンドウ

地図情報表示ウィンドウは、地図を背景として表1で示す評価項目を分析して、その結果を表示する。また、走行コース上に伝搬評価項目である受信レベル、回線品質を重ね合わせて表示することもできる。また、

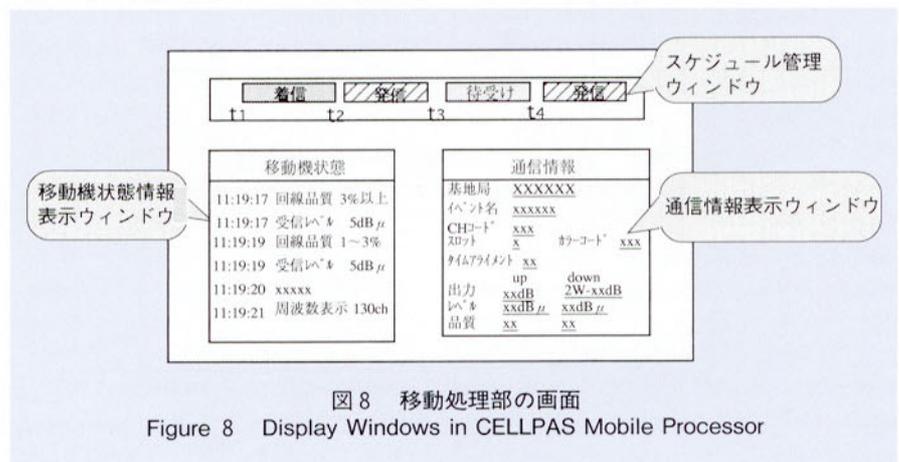


図8 移動処理部の画面  
Figure 8 Display Windows in CELLPAS Mobile Processor

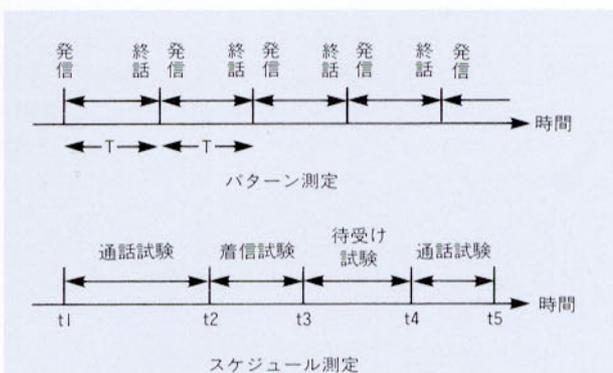


図7 パターン測定、スケジュール測定例  
Figure 7 Example of Patterned and Scheduled Measurements

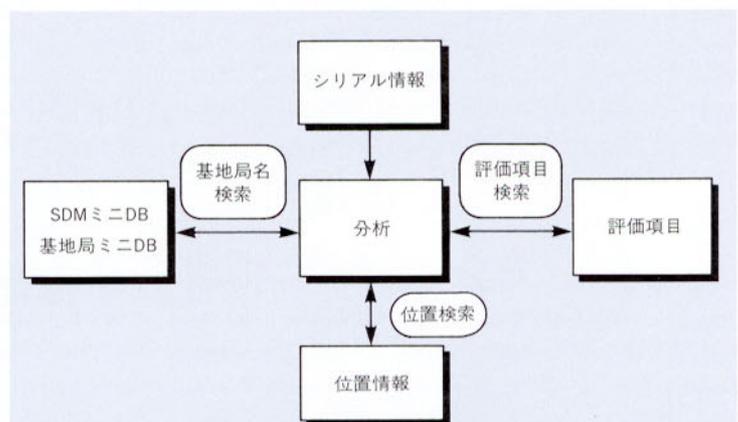


図9 分析の基本的な流れ  
Figure 9 Basic Flow of Communication Quality Analysis

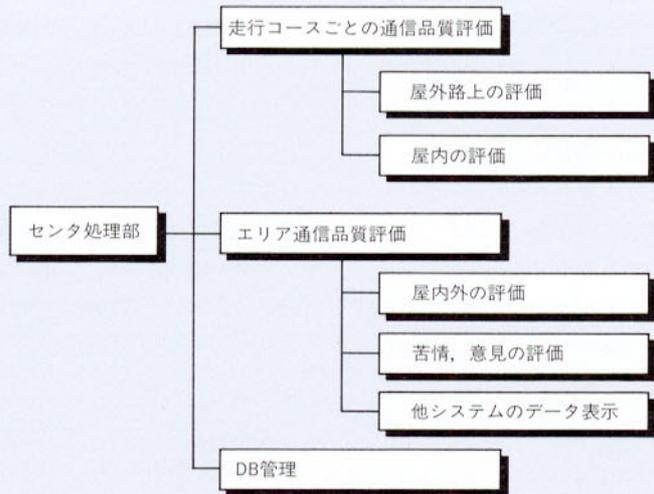


図10 センタ処理部の構成  
Figure 10 Functional Structure in CELLPAS Central Processor

エリア内にある基地局の位置、基地局アンテナの指向方向などを基地局ミニDBを参照して表示する。

地図背景は、市販の電子化された地形図、および住宅地図から必要な表示項目（各64項目）を抜き出して、項目別にDB化しているため、必要に応じて表示の選択が行える。

ここで、地図情報表示ウィンドウは、基本ウィンドウと位置付けられ、ほかのウィンドウと連動して動作する。

・通信情報表示ウィンドウ

通信情報表示ウィンドウは、移動局の現在の通信状況を表示する。表示項目は通信の状態（待ち受け、通信など）、通信している基地局名、チャンネルコード（スロット番号）および受信レベル、回線品質、通信品質の分析・評価結果である。このウィンドウの情報を利用すれば、通信品質の総括的な評価が行える。

・移動機状態情報表示ウィンドウ

移動機状態情報表示ウィンドウは、移動局から送信されるシリアルデータをすべて時系列的に表示する。特に、表1に示す評価項目以外の分析・

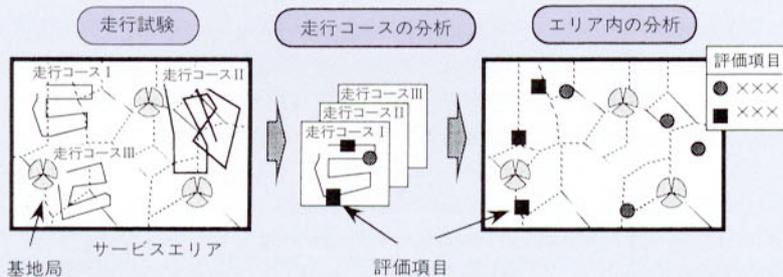


図11 走行コースの分析とエリア内の分析  
Figure 11 Communication Quality Analysis on Streets and Service Area

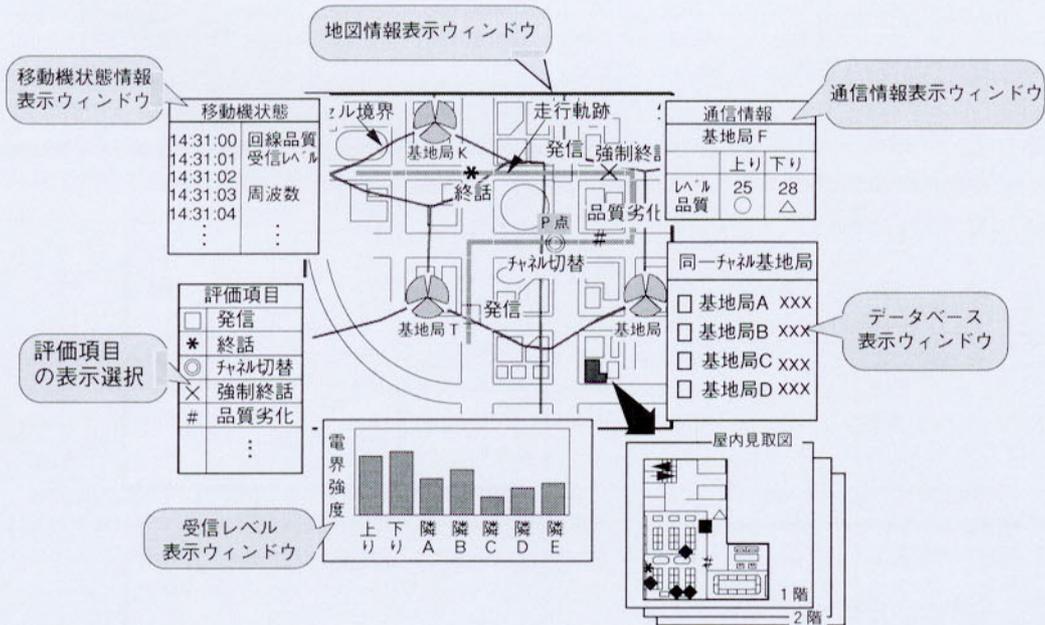


図12 表示ウィンドウ  
Figure 12 Display Windows in CELLPAS Central Processor

表1 評価項目例

Table 1 Example of Estimation Items for Communication Quality

システム評価項目		伝搬評価項目
[正常系]	[異常系]	受信レベル
位置登録成功	位置登録失敗	回線品質
圏内	圏外	隣接基地局 受信レベル
発信成功	発信失敗	
着信成功	着信失敗	
正常終話	異常終話	
チャンネル切替成功	チャンネル切替失敗	
セル移行成功	フレーム同期外れ	
	受信不良	
	受信レベル劣化	

評価を行う場合に必須である通信状態情報を提供できる。

・受信レベル表示ウィンドウ

受信レベル表示ウィンドウは、上り回線である基地局受信レベルと下り回線である移動局受信レベルと伝送誤り率に相当する回線品質、およびSDMで定義されている隣接基地局（最大20基地局）の受信レベルを基地局ごとに表示する。表示は横軸を時間とする時間モード、距離（道のり）とする距離モード、基地局（周波数に相当する）とする基地局モードから任意に選択できる。たとえば、

距離モードを用いれば、図13に示すように各基地局の受信レベルが表示され、チャンネル切替の評価が容易に行える。

・データベース表示ウィンドウ

データベース表示ウィンドウは、基本的には基地局ごとのSDMミニDB、および基地局ミニDBを表示する。また、分析を行ううえで使用頻

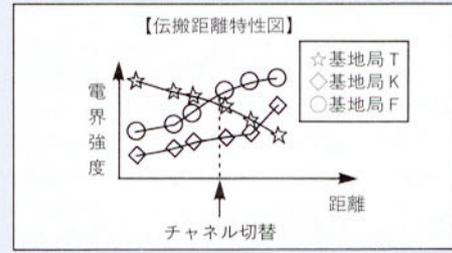


図13 受信レベルの表示

Figure 13 Display Example on Signal Level along a Street

表2 DB項目例

Table 2 Example of Data Bases

項目	備考
基地局一覧	
同一チャンネル使用基地局	
隣接チャンネル使用基地局	両隣接の区別
チャンネル切替先基地局	各基地局で最大20 (注)

(注) デジタル移動通信方式

度が比較的高いと考えられる表2に示すDBをあらかじめ作成しておいて表示する。たとえば、セルラー方式では、同一チャンネルおよび部分的にスペクトラムの重なりのあるインターリーブチャンネル（隣接チャンネル）を地理的に再使用しているため、これらの干渉が通信品質に大きく影響を及ぼす。従来、これらの基地局を特定する場合は、作業者が周波数帳を用いて検索していたが、DB表示機能を用いれば、簡単に検索できる。

実際にこれらの表示ウィンドウを用いて分析・評価した結果を図14に示す。ただし、受信レベル表示ウィンドウは基地局モードを、DB表示ウィンドウは同一チャンネル使用基地局を示している。このように地図を背景として分析結果を表示することで、地理的な感覚と合わせて視覚的な評価が可能となる。

(2) エリア内の通信品質の分析

エリア内の通信品質の分析は、DB化している複数の走行コースの分析結果と外部からの苦情、意見のデータを扱い、図11に示したように走行コースの概念を消して、エリア内の通信品質として扱う。

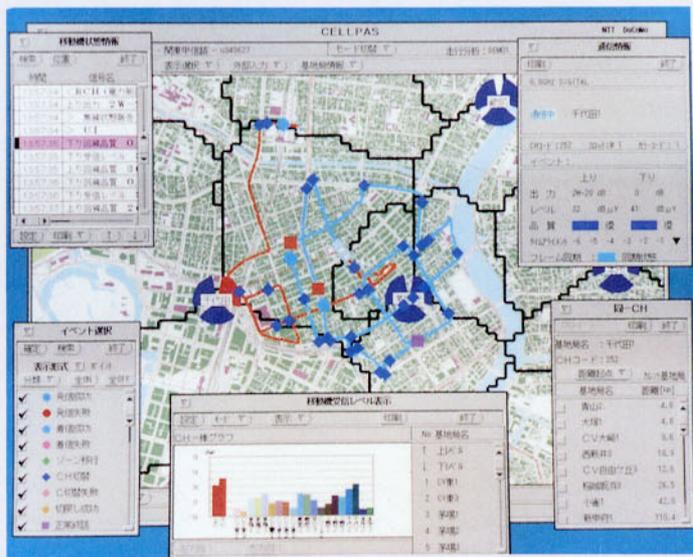


図14 走行コースの分析・評価

Figure 14 Example of Communication Quality Analysis and Estimation on a Street

エリア内をくまなく走行して得たデータを用いて、さらにそのデータを一定期間ごとに更新すれば、中長期のエリア管理が行える。図15に、エリア内の分析・評価結果の一例を示す。地図背景として、表1で示す評価項目や苦情、意見などを選択し、表示できる。以下に主な機能を示す。

・苦情、意見の入力

苦情、意見などは、地図情報表示ウィンドウを用いて、位置とあわせて容易に入力できる。そして、項目ごとにDB化する。

・通信品質の定量的な評価

CELLPASの主要な機能として、通信品質を定量的に評価する機能がある。定量的な評価を行うため、まず、図16に示すようにエリア内を複数の仮想的なメッシュに展開する。そして、メッシュごとにその内部に含まれている評価項目や苦情などの解析を行う。メッシュごとに得られた解析結果を、そのメッシュ内の通信品質であると仮定して、面的な通信品質の評価を行う。この場合、図16中の評価エリア内ではメッシュ数16に対し、評価項目が存在するメッシュ数が4である。したがって、 $4 / 16 = 25\%$ が評価項目の場所率として定量的に評価できる。

・他システムデータの表示

一層の作業者の分析の支援を図るため、セル設計システム(CELLDES)<sup>5)6)</sup>で推定したエリア図、実際に電界強度測定器を用いて測定した作成したエリア図を取得して、通信品質と重ね合わせて表示する。

■遠隔制御

遠隔制御は、データの授受の迅速化を図ることを目的としている。しかし、たとえば分析が非常に困難な障害が発生したとする。従来、このような場合、熟練者が現場に駆けつけて調査を行っていた。しかしながら、その場所が遠方の場合、迅速に対応することは困難であった。このような場合、遠隔制御機能を用いれば、

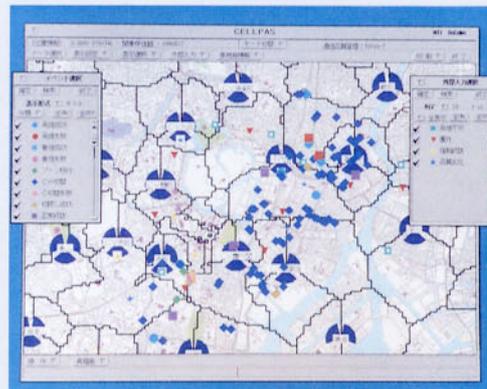


図15 エリアの分析・評価

Figure 15 Example of Communication Quality Analysis and Estimation in a Service Area

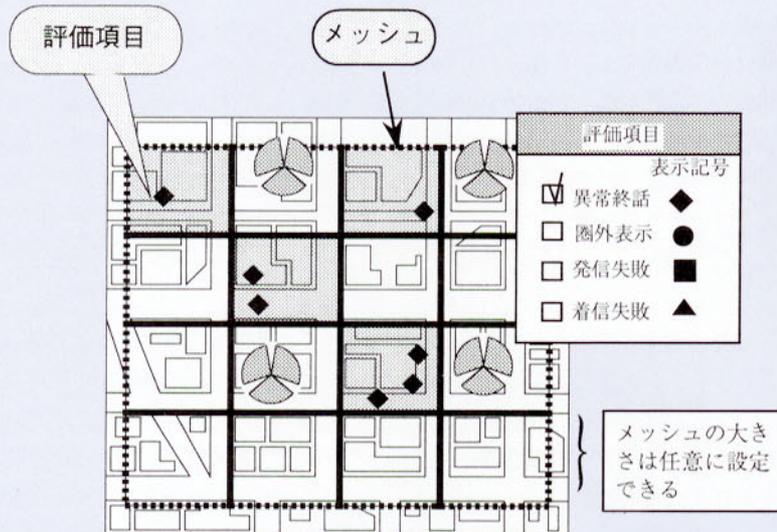


図16 メッシュ分割による分析

Figure 16 Communication Quality Analysis Using Mesh Division Method

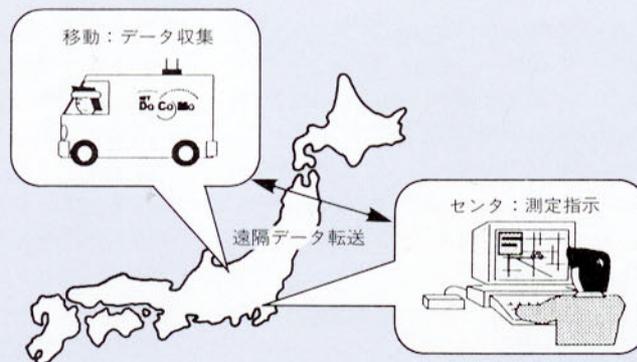


図17 遠隔制御による通信品質調査

Figure 17 Communication Quality Test by Remote Control Function

図17に示すように熟練者が、たとえば、東京のセンタにいながらにしてリアルタイムに通信品質を調査できることから、適切なアドバイスが即座に行え、早急の対策が可能となる。

## あとがき

本稿では、通信品質の分析・評価を大幅に自動化できるセル特性評価システムCELLPASの概要について説明した。

CELLPASを開発した背景には、従来非常に作業が繁雑であり、また多くの熟練者を必要としていた通信品質の評価を大幅に省力化すること、および簡単な評価項目に関しては、それを自動化しようとする気運が高まったことにある。また、計算機の処理能力が飛躍的に向上し、大量のデータを高速に処理できるようになったこと、特に背景となる地図データを高速に取り扱えるようになったこと、また位置情報を数十mの精度で取得できるナビゲーションシステムが実用化され、通信品質の評価に不可欠である精度の高い位置情報が容易に得られるようになったことも大きな要因として挙げられる。

今回開発したCELLPASは、大容量移動通信方式、デジタル移動通信方式に対応しているが、ほかの既存システムや今後新たに開発されるシステムにおいても、機能拡張を行えば比較的容易にシステム化が行えると考えられる。

また、CELLPASは本稿で説明したように路上、屋内の通信品質の測定データや苦情、意見などのデータを用いて通信品質の分析・評価を行うシステムを基本としているが、たとえばオペレーションセンタで管理している基地局ごとの呼量、呼損などのトラヒックデータを取得して、これらと複合して分析・評価を行えば、通信品質にとどまらずにサービス品質全体に係わる総合評価が行える可能性があり、今後の大きな課題と考えられる。

## 文 献

- 1) 安澤, 宮島, 藤井: “移動通信におけるセル特性評価システム”, 1994信学秋季全大, B339.
- 2) 宮島, 安澤, 藤井: “移動通信におけるセル特性評価システム-屋内エリア対応-”, 1995信学春季全大, B366.
- 3) 石川, 須賀, 梅村, 鈴木: “カーナビゲーションシステム”, National Technical

- Report, Vol. 40, No. 6, Dec. 1994.
- 4) RCR: “デジタル自動車電話システム”, RCR-STD27C.
- 5) 藤井, 朝倉, 山崎: “移動通信におけるセル設計システム”, 本誌, Vol. 2, No. 4, Jan., 1995.
- 6) 朝倉, 佐藤, 藤井, “移動通信におけるセル設計システム-実測伝搬データ処理-”, 1995信学春季全大, B374.