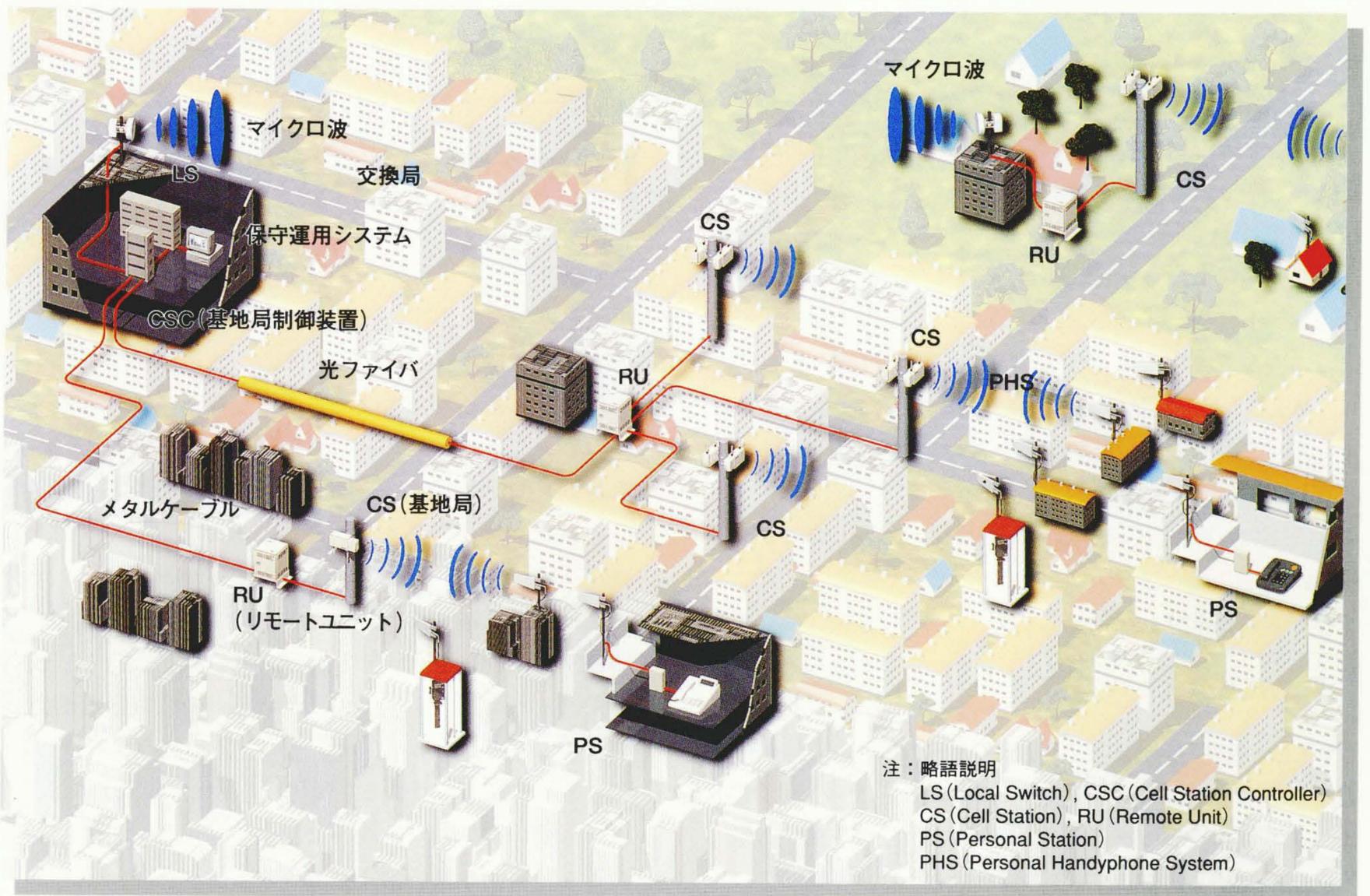


# 加入者ケーブル布設を不要とする ワイヤレス アクセス システム

Wireless Access System That Does not Need to Construct Wired Local Loops

鈴木俊郎 Toshiro Suzuki 森 健 Takeshi Mori  
田辺史朗 Shirô Tanabe 近藤哲生 Tetsuo Kondô



## ワイヤレス アクセス システム

日立製作所は、PHS技術を活用して、ケーブルを用いる従来型の加入者網に代わる新しいワイヤレス アクセス システム“WLL (Wireless Local Loop)”を開発した。ルーラル地域からアーバン地域まで幅広くアクセス網をカバーできる構造を特徴としている。

近年、携帯端末やPHS (Personal Handyphone System) などの加入者数が急増し、これに伴い移動体通信技術は急速に発展している。この無線技術を活用し、ケーブルを用いる従来型の加入者網に代わる新しいワイヤレス アクセス システム“WLL (Wireless Local Loop)”の構築に期待が高まっている。

日立製作所は、低コスト・高音質なPHS技術を用いて、経済性に優れ、早期にネットワークの構築を可能とするWLLシステムを開発した。このシステムは、(1) 加入者交換機が持つ多様な回線と接続するCSC (Cell Station

Controller), (2) 集線によって経済的な網を構成するRU (Remote Unit), (3) 長距離化に対応できる基地局“CS (Cell Station)”で構成する。

このシステムの特徴は、電話普及率の低い農村・山間部から、電話の急激な需要に追いつけない都市部まで幅広くアクセス網をカバーできることであり、また、WLL内での移動サービスの提供や新デジタルインタフェース“V5.2”による交換機との接続により、パーソナル通信時代のサービスの高度化に対応できることである。

## 1. はじめに

ここ数年、全世界的に通信インフラストラクチャーの整備・拡充が急速に進められており、経済性に優れ、早期に構築が可能なネットワークアーキテクチャが重要な課題となっている。特に、ユーザーとサービスノードにあたる加入者交換機とを結ぶアクセス網は膨大な布設作業を要し、その構成方式が重要な鍵となる。そこで、従来のメタリックケーブルなどの有線に代わり、無線アクセス設備を導入する新しいアクセス網“WLL(Wireless Local Loop)”の構築に期待が高まっている。

近年、コードレスやセルラなどの移動体通信は急速に発展し、無線装置の低コスト化が進んでおり、WLLはこれら無線技術の進歩をそのまま享受することができるシステムである。とりわけ、わが国で実績のあるPHS(Personal Handyphone System)は、装置コストが低価格であり、高品質な音声やデータの伝送が可能なことから、WLLとして注目されている<sup>1)</sup>。このような状況を踏まえて、アクセス網の早期構築を可能とするPHSベースのWLLシステムを開発した。

ここでは、WLLに求められる諸条件、標準化動向を概観した後、このシステムのネットワーク・装置の特徴、サービス高機能化への対応について述べる。

## 2. WLL導入への期待

WLLへの期待は、各国、各地域の事情によって異なる。電話の普及が十分でない農村・山間部(ルーラル)地域では、基本電話サービスの普及が最大の目的である。新規の電話網を構築する際には、単に無線化による工事費の削減だけでなく、有線電話に比べて抜本的なシステムコストの削減が必要となる。一方、都市部(アーバン)では、

加入者線の不足、工事に時間がかかることによる加入電話積滞の問題を解決することへの期待が大きい。このような地域では、既存の設備、すなわち、メタリック線、電柱、地下管路、電話局舎などを最大限に活用し、無線区間の集線効果を引き出すことが望まれる。

このような状況の中で、WLLへの要求条件としては、有線システムに比べて、(1)通信設備の早期導入が可能であること、(2)設備設置にかかる初期投資額を抑え、トラヒックに応じて設備が逐次増設できること、(3)設備の保守運用性に優れていること、(4)現在の電話網が提供しているサービスをそのまま提供できることがあげられる。

## 3. アクセス網のオープン化

従来の電話サービスのアクセス網はユーザーに交換機へのアクセスを提供するものであり、メタリックケーブルがその主な媒体であった。これに対して近年、アクセス方法の多様化、アクセス速度の高速化が要求されるようになり、異なる交換機に共通的なユーザーアクセスが実現できるアーキテクチャが必要となった<sup>2)</sup>。ITU-T(国際電気通信連合 電気通信標準化部門)の勧告“G.902”は、このアクセス網の基本モデル構成を示している(図1参照)。アクセス網“AN(Access Network)”は、ユーザー側はUNI(User Network Interface)、サービスノード側はSNI(Service Node Interface)の境界を持ち、UNIとSNIとの間に、サービス提供のための情報転送能力を提供するものである。

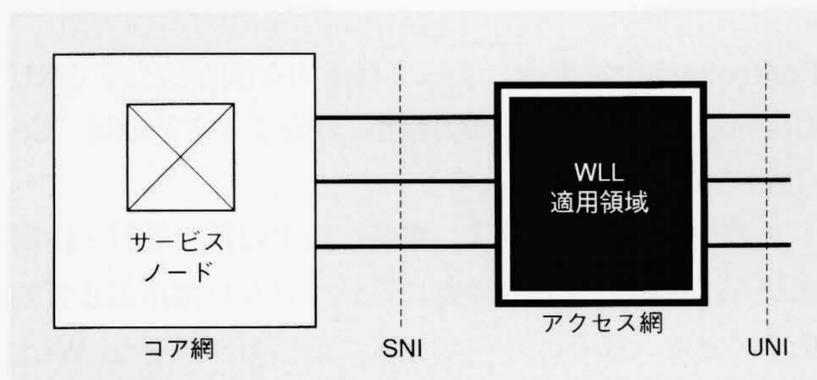
このモデルに従い、日立製作所のWLLシステムは、アクセス網の部分にコア網とは独立に適用され、集線効果による経済的な網の構築を実現する。

## 4. WLLの各種方式

### 4.1 各方式の比較

WLLは、ベースとなる無線方式により、(1)自動車・携帯電話をベースとした「セルラベースWLL方式」、(2)PHSに代表されるデジタルコードレス電話をベースとした「デジタルコードレスベースWLL方式」に大別される<sup>3)</sup>。各方式の比較を表1に示す。

セルラベース方式は、基地局がカバーするセル半径が大きい反面、初期投資が大きく、高速通信に対応できないという課題がある。デジタルコードレスベースWLL方式は、CS(Cell Station)半径がセルラベース方式に比べて小さいが、初期投資が少なく、実トラヒック量に対応して基地局が増設できることなどのメリットがある。



注：略語説明

SNI(Service Node Interface), UNI(User Network Interface)

図1 アクセス網のオープン化

アクセス網はSNIとUNIとの間で定義される。WLLの適用領域は、このアクセス網に対応する。

表1 WLLの方式比較

デジタルコードレスベース方式は加入者数に応じた設備量だけを必要とし、初期投資が少なく済むのが大きな特徴である。

項目	セルラベース	デジタルコードレスベース
代表的な方式	GSM, DSC1800	PHS, DECT
通信速度	8~13kビット/s	32kビット/s
最大セル半径	20km	5km
導入地域	東欧, 東南アジア	欧州, 東南アジア, 南米
初期投資	大(加入者数でも投資大)	小(加入者数に応じた設備量)
短所	トラヒック予測を基に綿密なネットワーク設計要	実トラヒックに応じた基地局設置

注：略語説明

CDMA(Code Division Multiple Access), GSM(Global System for Mobile Communication), DSC(Digital Selective Calling), DECT(Digital European Cordless Telephones), CS(Cell Station)

4.2 PHSの特徴

上記WLL方式のうち、PHSはデジタルコードレスベースWLL方式に含まれ、次のような特徴を持つ。

- (1) 初期コストが少なく、加入者の増加に従って基地局などの増設ができるため、トラヒック需要に応じた投資が可能となる。
- (2) 干渉を回避しながら空チャンネルを適応的に割り当てる「ダイナミックチャンネル割当」の適用により、基地局の増設が容易にできる。
- (3) 通信速度32kビット/sを採用することにより、良好な通話品質を確保し、高速データ通信が可能である。
- (4) マイクロセルの適用により、端末の送信電力を減少させ、低コスト化が実現できる。また、同一の周波数の繰り返し利用回数が増加し、全体としての収容加入者数が増加する。
- (5) わが国の公衆PHSサービスは1995年7月から開始され、1997年2月末現在で加入者数が552万台に達する実績を持っており、上記の技術的特徴が立証されている。

日立製作所は、このPHS技術の特徴を最大限に活用したWLLネットワークを開発した。

5. 標準化動向

5.1 ネットワークモデル

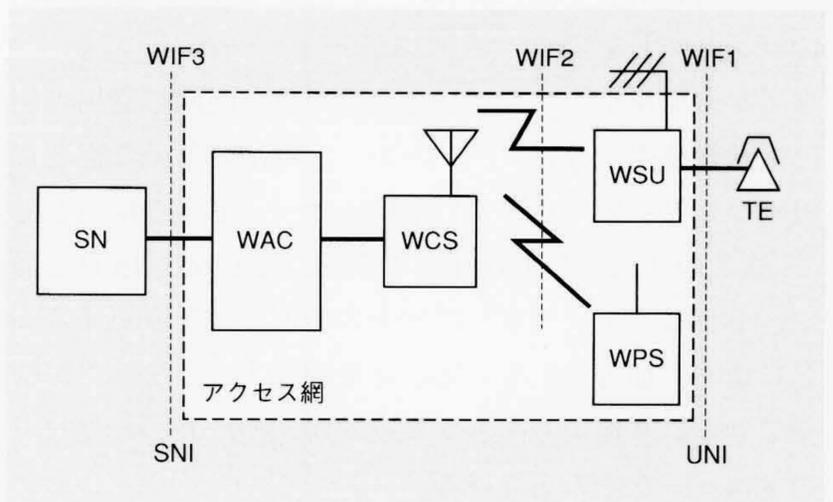
PHS-WLLの標準化は、PHS-MoU(Memorandum of Understanding)を中心に進められている。PHS-MoUは海外向けPHS仕様を検討する目的で1996年7月に設立され、WLLも、そのサブワーキングの中で議論されてい

る。これまでの作業により、サービス仕様、基本ネットワークモデル、各インタフェースモデルが規定された<sup>4)</sup>。PHS-MoUで規定されているPHS-WLLのネットワークモデルを図2に示す。

このモデルは、以下の機能要素で構成している。

- (1) SN(Service Node)：加入者交換機(WLLのために機能を追加、変更しないことが前提)
- (2) WAC(Wireless Access Controller)：加入者交換機とのインタワーキングを行い、加入者線の集線を行う装置
- (3) WCS(WLL Cell Station)：WLLプロトコルをサポートする基地局
- (4) WSU(WLL Subscriber Unit)：無線制御と端末制御を行う、宅内に設置される固定端末
- (5) TE(Terminal Equipment)：電話、ファクシミリなどの通信端末
- (6) WPS(WLL Personal Station)：WSUとTEが一体化された装置

対象となる各装置間のインタフェースの規定点はWIF1(TE-WSU間)、WIF2(WSU-WCS間)、WIF3(WAC-SN間)であり、WIF1は「アナログ2W」インタフェース、WIF2は「RCR-28 Version 2」ベース、WIF3(WAC-SN間)は「V5.1/V5.2」(ITU-T Q.964/Q.965)と、「アナログ2W」インタフェースで仕様化されている。図1に示したアクセス網の規定点との関係は、UNIがWIF1に、SNIがWIF3にそれぞれ対応する。



注：略語説明

SN (Service Node), WAC (WLL Access Controller)  
WCS (WLL Cell Station), WPS (WLL Personal Station)  
WSU (WLL Subscriber Unit), TE (Terminal Equipment)

図2 PHS-WLLモデル

PHS-MoUで規定されたネットワークモデルとインタフェースを示す。WIF1~3のインタフェースが規定点になっている。

表2 PHS-WLLと公衆PHSとの相違

WLLの無線インタフェースは、RCR-28(第2版)ですでに基本部分が規定された。

項目	PHS-WLL	公衆PHS
移動機能	ハンドオーバー：オプション	必須
フッキングサービス	フッキング転送規定	未規定
公衆電話サービス	課金信号転送規定	未規定
試験機能	試験用信号規定	未規定
PSのアンテナ	PSとアンテナ分離可能	PSとアンテナ一体

### 5.2 無線インタフェース

PHS-MoUで規定されている無線インタフェースWIF2(WSU-WCS間)は、端末のマルチベンダ化によるコスト削減を考慮し、RCR-28(第2版)<sup>5)</sup>を採用している。このインタフェースは、公衆PHSのプロトコルをベースにWLL機能を追加したものである。公衆PHSサービス(移動通信サービス)との主な相違点を表2に示す。ハンドオーバーなどの移動性機能をオプションとし、WLLとして必要なフッキングサービス、公衆電話サービス、加入者試験などの機能を規定した。日立製作所のWLLシステムも、このインタフェースを適用している。

## 6. PHS-WLLの構成

### 6.1 コンセプト

電話普及率の低い国や、電話の急激な需要に追いつけずに積滞がきわめて大きい国など、WLLのニーズが高い市場の状況はさまざまである。日立製作所は、このような各国の条件に柔軟に対応するため、図3に示すネットワーク構成をとった。以下に、日立製作所のPHS-WLLのコンセプトを示す。

(1) ルーラルからアーバン地域まで広い範囲で適用可能

電話普及率の低いルーラルから、電話の急激な需要に追いつけないアーバンまで幅広くカバーできる構成をとる。複数の基地局を集合接続するRU(Remote Unit)を設け、トラヒックに対応して配下の基地局数を変更することにより、加入者密度に応じた最適なネットワークが構築できる。基地局も高トラヒック対応型、長距離型などのメニューをそろえている。

(2) 既存網を変更しないWLLアダプタ型

早期に通信サービスを提供するためには、既存のネットワークを変更することなくWLLを接続できることが重要な課題である。したがって、各国のさまざまな仕様のネットワークと容易にインタワーキングがとれる

WLL構成としておく必要がある。

日立製作所のWLLシステムでは、既存ネットワークと接続するCSC(Cell Station Controller)を設け、既存のネットワークを変更することなく、かつ、WLLシステム内の装置が各国の複雑な信号方式に影響されないように配慮した既存網アダプタ方式を採用した。

(3) 階層型集線による経済的ネットワークの構築

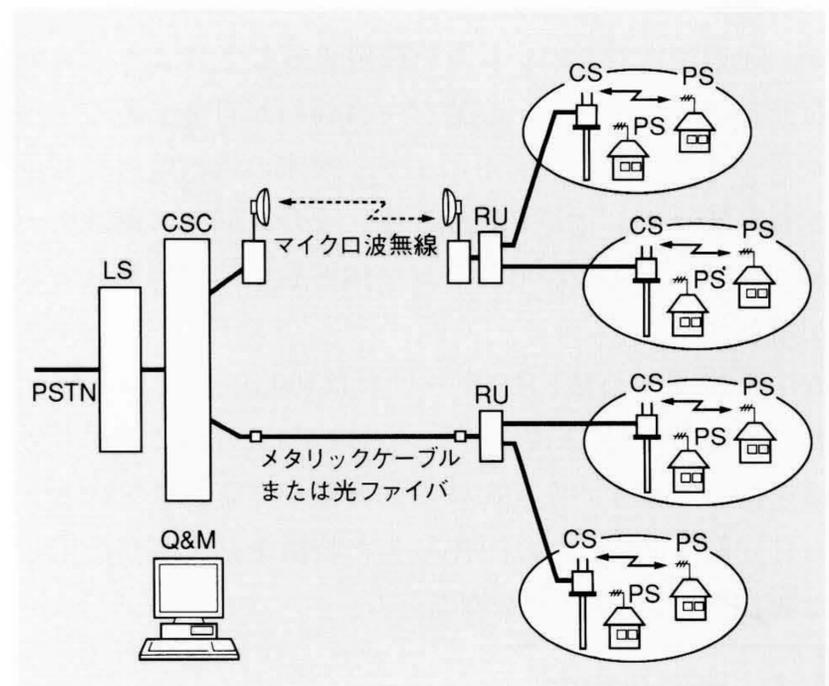
WLLシステムが有線に比べて低コストで構築できる要因としては、回線設備や布設にかかわる工事費が削減できるだけでなく、デジタル多重・集線が行えることがあげられる。日立製作所のWLLでは、無線区間の集線だけでなく、RU、CSCでも階層的に集線することによって経済的ネットワークを実現する。

(4) 初期投資の少ないネットワーク構造

集線機能を持つRUの下に、きめ細かな基地局配置を行うことによって初期投資を最小に抑え、トラヒックの増加に応じて設備を構築するネットワーク構成をとることができる。

(5) 移動性への対応

WLLは一般には移動機能をサポートしない固定網であるが、日立製作所のWLLでは、PHSの移動性機能を利用して、限定された範囲での移動を実現した(6.4節参照)。



注：略語説明  
 PSTN (Public Switched Telephone Network), LS (Local Switch)  
 CSC (Cell Station Controller), RU (Remote Unit), CS (Cell Station)  
 Q&M (保守・運用)

図3 日立製作所のWLL構成

CSC, RU, CS, およびPSでWLLネットワークを構成する。階層型集線により、経済的なアクセス網を構築できる。

## 6.2 構成

日立製作所のWLLの構成を図3に示す。PHS-MoUモデル(図2参照)との対応については、SNがLS(Local Switch)に、WACがCSCに、WCSがRU(Remote Unit)とCS(Cell Station)に、WPSがPS(Personal Station)にそれぞれ対応する。構成上の特徴は、複数のCSと接続するRUを設置したことである。RUでの集線機能によって経済的な網構築が可能になり、また、RU配下のCS間を端末が移動できる機能を持たせることにより、網の付加価値が高まる。

### (1) CSC(Cell Station Controller)

CSCは公衆網との接続点に位置し、プロトコル変換を含む公衆網とWLL網内部とのインタワーキング機能を実現する。アナログやV5.2などのデジタルインタフェースを収容し、各国の信号方式の相違もここで吸収できる。CSCの外観を図4(a)に示す。

### (2) RU(Remote Unit)

RUは各WLLのサービスエリア対応に設置され、配下に最大32のCSが接続される。呼(こ)ごとにスイッチングを行って集線を実現するほか、位置登録・ハンドオーバー機能を持ち、CS間の移動性を確保する。RUの外観を図4(b)に示す。

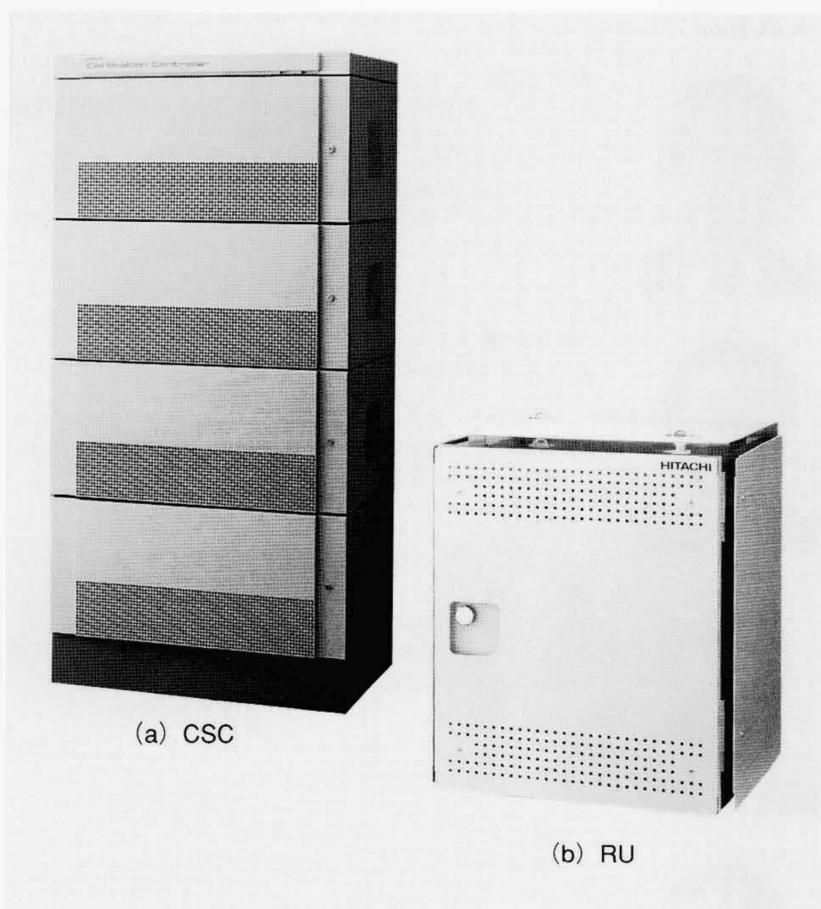


図4 CSCとRUの外観

CSCは、公衆網とWLL網のインタワーキングを行う装置である。RUは、最大32の基地局を集線する日立製作所のWLLシステムのキーコンポーネントである。

### (3) CS(Cell Station)

CSはPHS技術を用いた基地局であり、PHSの利点をそのまま享受できる。すなわち、マイクロセル方式による周波数資源の有効利用、「ダイナミックチャネル割当」による容易な基地局配置・増設、32 kビット/s ADPCM(適応差分符号化)方式の良好な音声品質の確保が実現できる。

### (4) PS(Personal Station)

PSには、公衆移動サービス用の携帯端末のほか、ユーザー宅に設置される固定端末がある。固定端末は、無線を制御する無線制御部と、電話機と接続するインタフェース部で構成する。固定端末はモジュラジャックで電話機やファクシミリなどと接続され、呼出音やハウラ音などの制御機能も含まれる。

### (5) 保守システム

WLL内の各装置を効率よく保守、運用することを目的に、保守センターから遠隔で制御できる保守システムを構築した。

- (a) 既存の交換機が持つ保守機能に影響を与えないようにするため、WLL網を対象とする保守機能を独立に構築する。
- (b) 交換局、保守センタ、リモートサイトなど、どこからでも遠隔に保守できるように、端末(パソコン)を電話線で接続する。
- (c) 将来的には、既存交換機とWLLの保守機能をオンラインで統合し、保守の高度化を図る。

## 6.3 V5.1/5.2インタフェース

日立製作所のWLLでは、アナログインタフェースとともに、V5.1/5.2インタフェース<sup>6),7)</sup>で加入者交換機と接続することが可能である。このインタフェースは、加入者交換機とアクセス網との間に適用される国際標準のものであり、アナログ電話であるPSTN(Public Switched Telephone Network)端末やISDN(Integrated Services Digital Network)端末をサポートするためのデジタル多重(V5.1)・集線(V5.2)の機能を持っている。加入者数を $n$ 、デジタル回線上のチャネル数を $m$ とすると、V5.1の $n=m$ に対してV5.2は $n>m$ の関係にあり、V5.2は集線効果によって同一の設備量でさらに多くの加入者が収容できる。V5.1/V5.2デジタルインタフェースを交換機とWLLシステムの間に応用することにより、次のメリットが享受できる。

- (1) 加入者交換機とアクセス網間に国際標準インタフェースを適用することにより、どの交換機とも接続できる

汎用性のあるWLLシステムの構築が可能となる。

(2) V5.1/5.2インタフェースは、1本または複数の2Mビット/sリンクで構成し、V5.1ではデジタル多重効果で、V5.2ではさらに集線効果で経済的なWLLネットワークを構築することができる。

(3) 課金処理やインタフェースの障害管理などは交換機側が行うため、WLLシステムはシンプルな構造となる。

#### 6.4 移動性への対応

WLLは固定電話網と同等のサービスを提供するものであり、基本的には移動性を要求されるネットワークでない。しかし、PHSはもともと移動サービス向けに開発された技術であり、WLLネットワークアーキテクチャ配下での限定された範囲での移動性、すなわち、移動発着信、ハンドオーバを提供する。

ここで、WLLネットワークアーキテクチャ配下とは、移動体向けのような特殊な番号を用いない固定網と同一の番号体系、保守体系、および課金体系であることを意味している。日立製作所のWLLでは、一つのRUの配下のCS間のハンドオーバ、発着信サービスを実現するために必要な位置登録を行い、認証用のデータベースは各RUに分散して配置される。端末移動時のネットワークの動作を図5に示す。RU配下の位置登録エリアaからbに移動した際、位置登録情報は基地局を経由してRUのデータベースに登録される。このデータベースには、位置登録情報のほかに認証情報も収容される。各端末の発着信は、これらのデータによって実現される。

### 7. おわりに

ここでは、PHS技術を活用した日立製作所のWLLシステムの概要について述べた。このPHS-WLLは、ルーラルからアーバン地域まで広い範囲で、迅速、かつ経済的にアクセス網を構築できることを特徴としている。また、パーソナル通信時代のサービスの高度化に向けた移動サービスや新デジタルインタフェース“V5.1/5.2”のサポートについても述べた。

WLLシステムは、今後、都市での電話積滞、新興地域での電話普及などにより、国内外でそのニーズはますます高まるものと思われる。これからも、さまざまな要求条件にいつでも柔軟に対応できるWLLシステムを開発していく考えである。

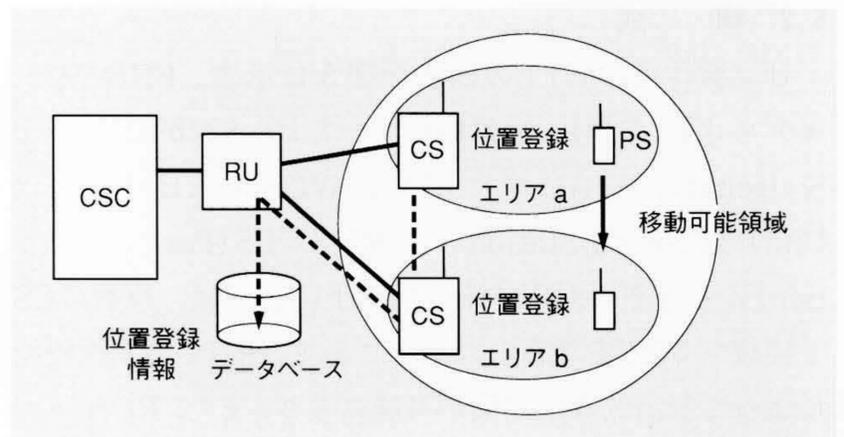


図5 WLLでの移動サービス

日立製作所のWLLは、同一RU内のPSに対して、移動発着信接続、ハンドオーバの移動サービスを提供する。

#### 参考文献

- 1) 瀬川, 外: PHSワイアレス・ローカル・ループ(WLL)の動向, NTT技術ジャーナル, 18~20(平7-6)
- 2) 前田: アクセス網システムの技術動向, 電子情報通信学会誌, 79, 11, 1096~1102(1996-11)
- 3) J. Segawa, et al.: The PHS Wireless Local Loop (WLL), NTT Review, 8, 5, 92~95(1996-9)
- 4) PHS MoU Group: PHS MoU Document C-GN 0.00(1996-9)
- 5) 電波産業会: 第二世代コードレス電話システム標準規格 第2版(平7-12)
- 6) ITU-T: G.964 Recommendation(1996)
- 7) ITU-T: G.965 Recommendation(1996)

#### 執筆者紹介



##### 鈴木俊郎

1972年日立製作所入社, 情報通信事業部 無線技術開発部 所属  
現在, PHSを中心とした無線技術開発に従事  
電子情報通信学会会員, 米国IEEE会員  
tsuzuki@cm.tcd.hitachi.co.jp



##### 田辺史朗

1978年日立製作所入社, 中央研究所 ネットワークシステム研究室 所属  
現在, ATMシステム, 移動体網システムの研究開発に従事  
電子情報通信学会会員, 情報処理学会会員, 米国IEEE会員  
tanabe@crl.hitachi.co.jp



##### 森 健

1986年日立製作所入社, 情報通信事業部 所属  
PBX, TDMの開発を経て, 現在, PHS-WLLの開発に従事  
takeshi\_mori@cm.tcd.hitachi.co.jp



##### 近藤哲生

1965年日立製作所入社, 情報通信事業部 移動体通信網本部 海外PHSプロジェクト 所属  
現在, 移動体通信システムの開発に従事  
電子情報通信学会会員, 情報処理学会会員  
tetsuo\_kondo@cm.tcd.hitachi.co.jp