

# FOMA/無線 LAN デュアル移動端末の開発

今回、新たに無線LAN機能を搭載した移動端末の開発を行った。本移動端末はFOMA/無線LANデュアル対応であり、無線LAN経由でのVoIP通話機能を持ち、なおかつ内線電話機としての利用も可能である。そのほか、無線LAN機能を活かした各種アプリケーションの搭載を行った。

なかつち まさはる	かねだ としお	もりなが やすお
中土 昌治	金田 利夫	森永 康夫
たかせ さとし	ささお のぶあき	だいどう としあき
高瀬 哲嗣	笹尾 暢亮	大同 俊明

## 1. まえがき

無線LANの急速な普及が進んでいる。一方、企業では社内LAN (Local Area Network) を利用したIP (Internet Protocol) 電話を導入してコスト削減を進める例が増えてきている。

本FOMA (Freedom Of Mobile multimedia Access) /無線LANデュアル移動端末 (N900iL) は、今後の構内系ソリューションで重要となるIP対応・高速化を実現し、音声通話だけでなく情報機器として利用できる移動端末を目指した。開発の主眼においた点は以下のとおりである。

- ①FOMA/無線LAN (802.11b準拠[1]) のデュアル利用
- ②無線LAN利用時の待受け時間
- ③無線LANを利用したVoIP (Voice over Internet Protocol) 通話機能の実現
- ④構内向けアプリケーションの搭載 (無線LANブラウジング機能、インスタントメッセージ/プレゼンス機能)

ドコモでは、企業向け内線電話 (商品名: パッセージ) の販売・導入を行っている。今回開発したN900iLは、このパッセージの後継として位置付け、FOMAおよび無線LANの利用によって機能性と利便性を法人ユーザに提供することを目的としており、SIP (Session Initiation Protocol) [2]サーバと無線LANシステムを組み合わせたIP電話システムを「商品名: PASSAGE DUPL (パッセージデュプレ)」としてユーザへ提案していく。本システムは、N900iLを内線電話として使用するだけでなく、無線LAN経由でのブラウザ機能の活用により業務効率化を目指したシステム構築が可能である。

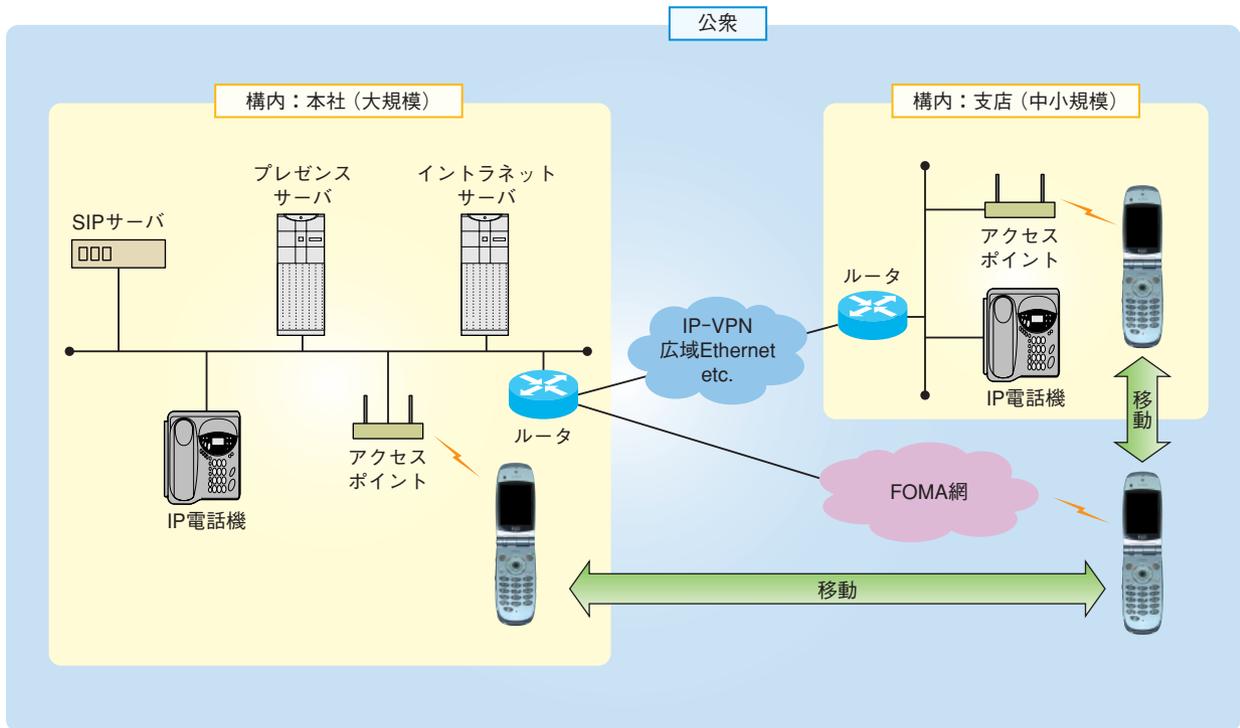


図1 システム構築例

主な特徴としては、以下が挙げられる。

- ①1台の電話機を社内では内線電話として、社外ではFOMA端末として利用可能
- ②無線LANブラウザやインスタントメッセージを搭載しており、これらを利用して業務システムと連携することにより、効率的なシステム構築が可能
- ③コードレス電話であるため電話の移設作業にかかわる費用の削減が可能

N900iLを利用したシステム構築例として本社・支店を想定したシステム構成を示す(図1)。本社・支店の社内ではアクセスポイントを経由する内線電話として利用が可能であり、さらに、ブラウジング機能により業務システムの使用が可能である。また、社外ではFOMA網を経由する移動端末として使用可能である。つまり、1台の電話機で社内外での音声およびデータ通信の利用が可能となっている。

FOMA/無線LANデュアル移動端末(N900iL)では、今後の構内系ソリューションで重要となるIP対応・高速化を実現し、音声通話だけでなく情報機器として利用できる移動端末を目指した。

## 2. 移動端末概要

N900iLの外観を写真1、基本諸元を表1に示す。無線



写真1 N900iL外観

LAN利用でのブラウジング機能、インスタントメッセージ送受信機能、プレゼンス機能を新規に追加した。

端末の構成を要素別に分けたブロック図を図2に示す。近年の移動端末開発における課題の1つは、高機能化に伴う開発規模の増加である。N900iLの開発においては、より高機能で開発効率が高いLinuxを採用した。

そのほか、今回新たに追加した機能を次章以降にて説明する。

表1 N900iL 基本諸元

		N900iL	(参考) N900i
基本諸元	サイズ	102mm×48mm×27mm <sup>*1</sup> 約120g	102mm×48mm×26mm <sup>*1</sup> 約115g
	連続通話時間：音声	FOMA：約140分 VoIP：約160分 <sup>*2</sup>	約140分
	連続通話時間：TV電話	約90分	約90分
	連続待受時間 (無線LAN, DUALは設定による)	FOMA：約270時間 無線LAN：約230時間 <sup>*2</sup> DUAL：約150時間 <sup>*2</sup>	約350時間
	カメラ (有効画素/記録画素)	CCD約100万画素/約200万画素	CCD約100万画素/約200万画素
	メインLCD	2.2インチ TFT (240×320ドット)	2.2インチ TFT (240×320ドット)
アプリケーション	Java <sup>*3</sup>	JAR 100kB max スクラッチパッド400kB max	JAR 100kB max スクラッチパッド400kB max
	無線LAN新規機能	無線LANブラウジング インスタントメッセージ送受信機能 プレゼンス機能	

CCD：Charge Coupled Devices

JAR：Java ARchive

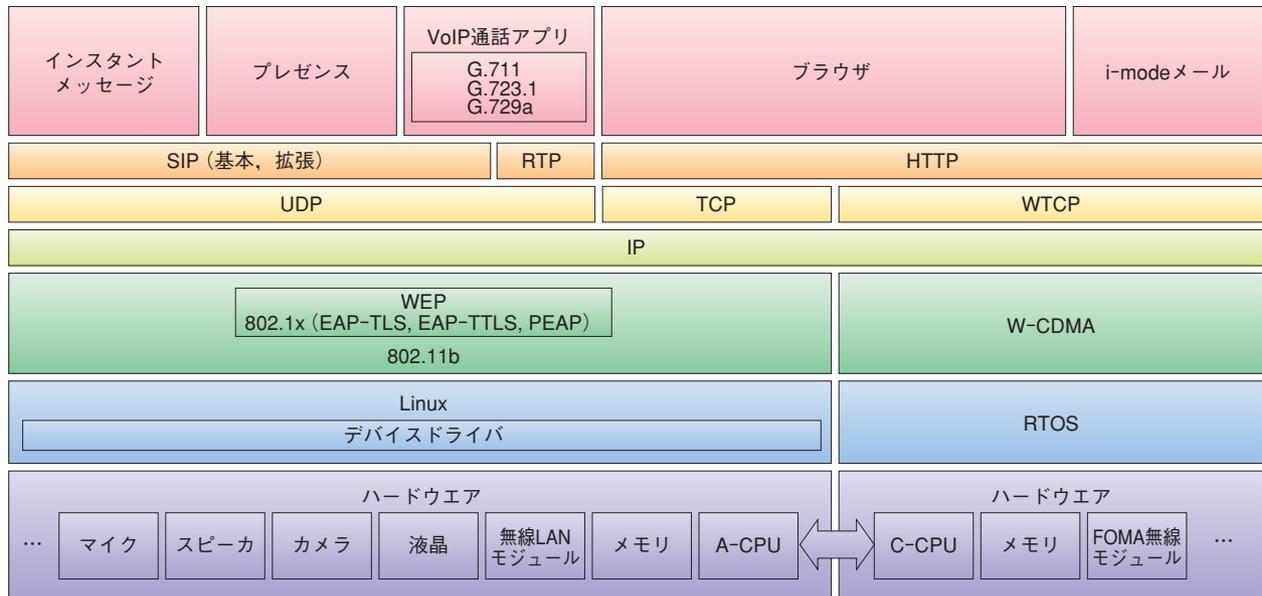
LCD：Liquid Crystal Display (液晶ディスプレイ)

TFT：Thin Film Transistor

※1 高さ、厚さは折りたたみ時のもの。

※2 無線LANの電波状況、N900iLおよびアクセスポイントの設定などにより、連続待受時間、連続通話時間は異なる。

※3 Java：米Sun Microsystems社が提唱しているネットワークに特化したオブジェクト指向型開発環境。



A-CPU：Application CPU

C-CPU：Communication CPU

HTTP：HyperText Transfer Protocol

RTOS：Real Time Operation System

RTP：Real-time Transport Protocol

TCP：Transmission Control Protocol

UDP：User Datagram Protocol

W-CDMA：Wideband Code Division Multiple Access (広帯域符号分割多元接続方式)

WTCP：Wireless TCP

図2 N900iL 構成ブロック図

### 3. 無線LAN利用時の機能

無線LAN仕様一覧を表2に示す。N900iLは、無線LAN利用時のパワーセーブ、ハンドオーバ、VoIP通話、セキュリティに対応している。以下、各機能について説明する。

#### 3.1 パワーセーブ

パワーセーブ時の動作について図3に示す。N900iLはアクセスポイントから送信されるビーコンを間欠受信するこ

とにより、パワーセーブを実現している。N900iLはビーコンタイミングに合わせて受信部を起動 (Awake) し、ビーコンを受信する。また、それ以外では受信部をスリープ状態 (Doze) にして待ち受け時の消費電流を抑えている。そして、自端末宛のデータがある場合は、ビーコン中に「データ有情報フラグ」が含まれる。この情報を含むビーコンを受信したときはアクセスポイントへPS-Poll (Power Save-Poll) 信号を送信してデータを要求する。データ受信後、再びスリープ状態になりパワーセーブ動作を継続する。

### 3.2 ハンドオーバー

内線電話利用時のハンドオーバーには「サブネット内ハンドオーバー」と「サブネット間ハンドオーバー」がある。これは、利用中のアクセスポイントと移動先のアクセスポイントが同一サブネットか別サブネットかの違いによる。サブネット内ハンドオーバーの場合、同じIPアドレスが使えるのでIPアドレスを再取得・登録する必要がなく、切換時間は短くなる。サブネット間ハンドオーバーの場合、移動端末はそれまで使用していたIPアドレスは使えなくなるので、DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) サーバからIPアドレスを再取得する。その後、取得したIPアドレスとSIPアドレスをSIPサーバに登録する。N900iLではこの一連の処理をVoIP通話中に行うことにより、サブネット間ハンドオーバー時でも、通話を継続することを可能とした。

表2 無線LAN仕様

方式	802.11b 準拠
無線周波数帯	2400～2483.5MHz (Ch1～Ch13) 2471～2497MHz (Ch14)
アクセス方式	CSMA/CA
変調方式	1Mbit/s : DBPSK
	2Mbit/s : DQPSK
	5.5/11Mbit/s : CCK
変調信号伝送速度	11Mchip/s
パワーセーブ機能	有り
ハンドオーバー機能	有り
セキュリティ	WEP
	802.1x (EAP-TLS, EAP-TTLS, PEAP)
VoIP	音声コーデック
	G.711 G.723.1 G.729a
	呼制御
	SIP (標準 SIP シーケンス, 拡張 SIP シーケンス)

CCK : Complementary Code Keying  
CSMA/CA : Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance  
DBPSK : Differential Binary Phase Shift Keying  
DQPSK : Differential Quadrature Phase Shift Keying

### 3.3 VoIP通話

N900iLは音声信号をIPパケットデータに変換して送受信を行うVoIP機能を搭載しており、VoIP通話を行うための呼制御プロトコルはSIPを採用している。開発当初、IP電話の呼制御プロトコルの候補としてSIPとH.323[3]があった。当時、SIPよりも、H.323対応製品の方が市場には多く出回っていた。しかし、SIPはプロトコルがシンプルでテキスト形式での記述が用いられているため、バイナリ形式で記述されているH.323よりも拡張性が高く、インターネット・アプリケーションと連携した付加価値サービスに適しており将来性が高い。このような背景から、今後の拡張性・将来性を考慮し、SIPを採用した。

N900iLでは、「標準SIPシーケンス」と、標準SIPシーケンスを拡張させた「拡張SIPシーケンス」の2種類のSIPシーケンスを搭載している。標準SIPシーケンスはRFC (Request For Comments) で規定されているシーケンスに基づいており、発信・着信などの基本機能に利用している。また、コールピックアップやコールウェイティングなど、パッケージが提供する各種内線機能に対応するシーケンスはRFCの規定にないため、標準SIPシーケンスを拡張した拡張SIPシーケンスを新規に規定した。表3にそれぞれのSIPシーケンスで利用可能な内線機能を示す。

### 3.4 セキュリティ

#### (1) 暗号化

N900iLは企業ユーザをターゲットとしているため、無線LAN区間での情報漏洩・傍受などを考慮する必要がある。そのため、無線LANでは一般的な暗号化方式であるWEP (Wired Equivalent Privacy) の他、よりセキュリテ

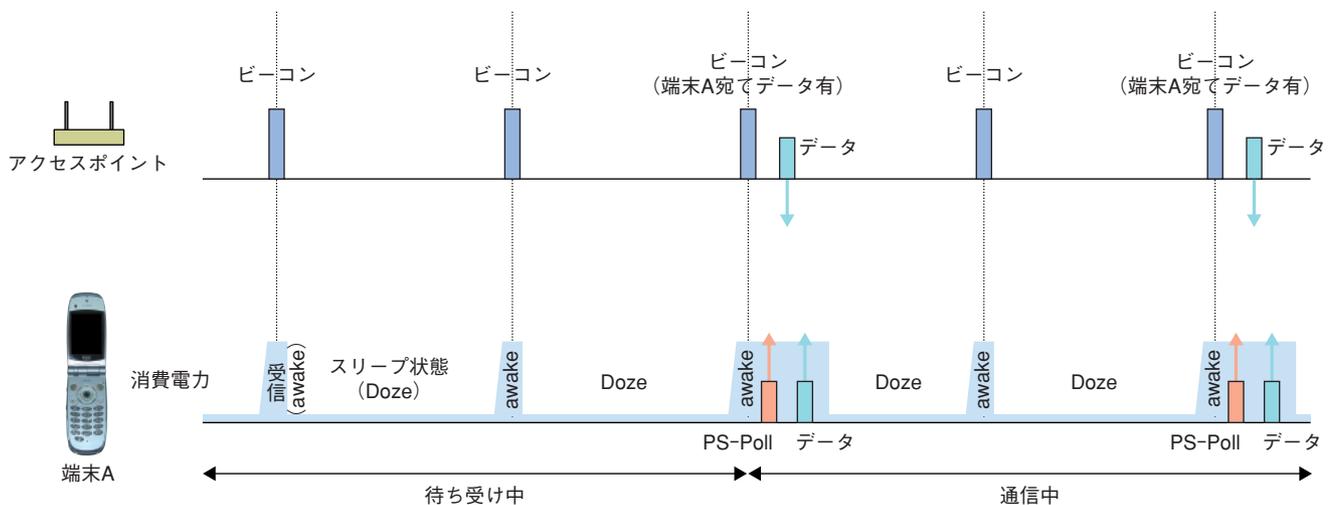


図3 パワーセーブ時の動作

表3 N900iL搭載 内線機能表

内線機能名	機能説明	標準 SIP	拡張 SIP
通常発信	SIP アドレスを入力して発信ができる機能	○	○
途中放棄	呼び出し中に発信をキャンセルする機能	○	○
保留	通話呼を保持する機能	○	○
転送	通話呼を別内線電話へ転送する機能	○	○
DTMF 送出	プッシュボタン音を送出する機能	○	○
コールピックアップ	他の内線への着信を特番で応答できる機能	—	○
コールウェイティング	キャッチホン機能	—	○
コールパーク	PBXが保留呼を維持し、他の端末にて応答ができる機能	—	○
三者会議	三者間で通話ができる機能	—	○
コールフォワード	被呼内線電話の状態に応じて、着信呼を自動的に別の内線電話に転送する機能	—	○

DTMF : Dual Tone Multiple Frequency  
PBX : Private Branch eXchange (構内交換機)

ィが強固な TKIP (Temporal Key Integrity Protocol) の採用も行っている。

#### (2) 認証方式

企業内の無線 LAN を利用したイントラネットサービスを想定した場合、サーバ認証を行うだけではユーザの特定ができないので、クライアント認証を行って企業内ユーザに限定した利用を可能にした。N900iL では無線 LAN クライアント認証として、ネットワークのセキュリティを高める EAP (Extensible Authentication Protocol) に対応し、サーバ/クライアントの双方で電子証明書を利用するセキュリティ認証方式である EAP-TLS (Extensible Authentication Protocol-Transport Layer Security) を採用した。また、EAP-TLS と同等のセキュリティ機能を持つ EAP-TTLS (Extensible Authentication Protocol-Tunneled Transport Layer Security)、PEAP (Protected Extensible Authentication Protocol) も採用するなどさまざまな認証方式に対応している。

#### (3) デジタル証明書

N900iL でのデジタル証明書の取扱いおよび利用形態について図4に示す。

ドコモは、i-mode SSL (Secure Sockets Layer) クライアント認証サービスとして、FirstPass を提供している。企業によっては構内利用におけるイントラネット内のサイトへのアクセスを制限するような利用ケースが想定される。無線 LAN ブラウジングでイントラネットサイトにアクセスする場合、SSL クライアント認証が利用可能であれば、証明書を用いて、アクセス制限の設定などを簡単に実現できる。

クライアント認証を行うためには認証局 (CA : Certification Authority) が発行するクライアント証明書を個々のユーザが所持する必要がある。

ドコモがサービスを提供している FirstPass は、X.509 フォーマットに準拠した証明書であるため、IEEE802.1x の EAP-TLS クライアント認証に使用できる。そこで、FirstPass 証明書を EAP-TLS でのクライアント証明書として利用することを可能とした。これにより、企業ユーザが独自に CA を設置したり、証明書発行機関から新たに証明書発行を受けたりする必要がなくなり、運用コストを削減して N900iL を用いたセキュアネットワーク環境を構築することができる。

また、FirstPass 証明書は i-mode SSL クライアント認証に用いられているように、N900iL を企業内無線 LAN に接続する際の SSL クライアント認証としても使用可能である。

#### (4) 証明書インストール機能

企業によってはすでに独自に CA を立て、証明書の運用を行っている場合もある。このような企業にとっては新たに証明書を取得するより、すでに運用中の証明書を流用した方が、コストメリットが高くなる。このような場合も想定し、すでに運用中の証明書を N900iL に書き込めるように、PC からの証明書インストール機能を設けた。

企業での運用において、複数拠点で異なる証明書を用いてクライアント認証を行う場合には、拠点ごとに複数の証明書を移動端末に保持する必要がある。N900iL では 30 件程度の証明書を保存できるように保存領域を確保している。

## 4. FOMA 既存機能の拡張

FOMA の既存機能を拡張して、以下の点において、ユーザビリティを向上させた。

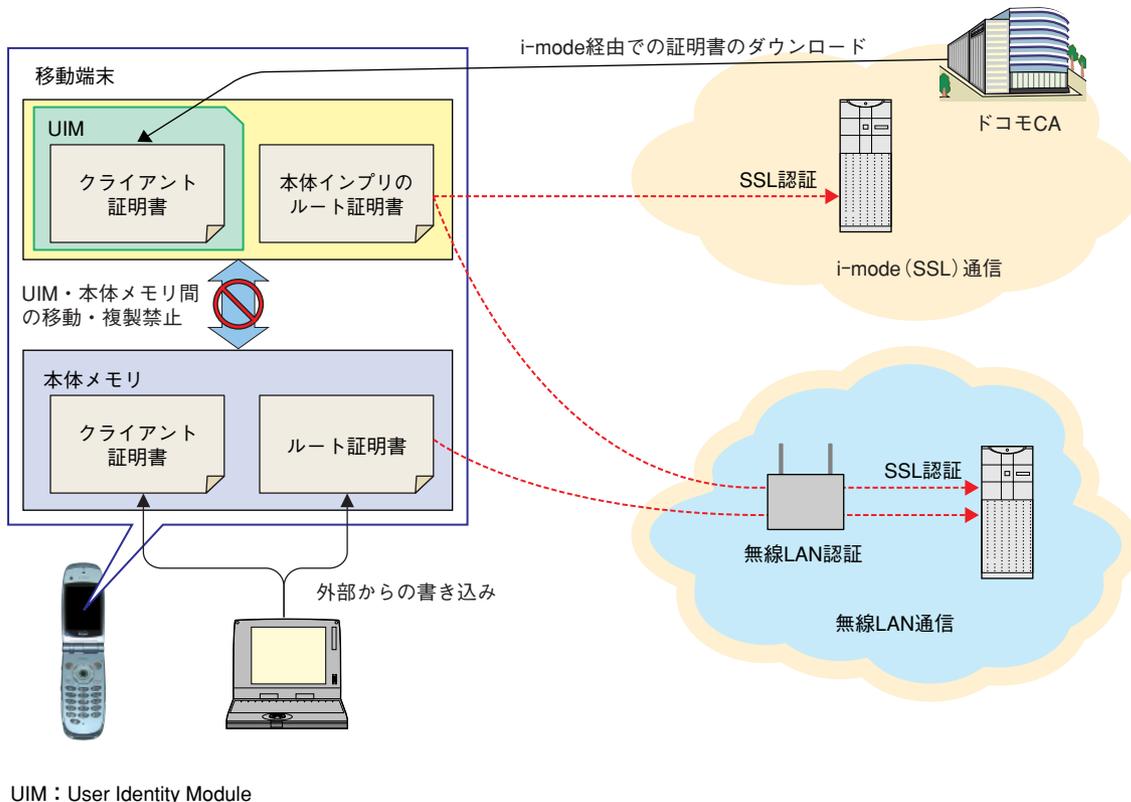


図4 デジタル証明書利用形態

## 4.1 SIPアドレス連携

内線通話を行う場合、電話番号の代わりに相手のSIPアドレスを入力する。SIPアドレスは通常のインターネットメールアドレスと同じ“ユーザ名”+“@”+“ドメイン名”という様式となっている。内線電話をかけるごとにSIPアドレスのすべてを入力する手間を省略できるように、ユーザ名のみを入力すればドメイン名を自動補完することも可能である。例えば、SIPアドレスが5100@nttdocomo.co.jpの相手に内線電話をかける場合、あらかじめドメイン名を移動端末に登録しておけば5100を入力して発信するだけで、自動的に@以下のドメイン（例ではnttdocomo.co.jp）を補完する。

また、ブラウザやメール内に「sip:」に続いてSIPアドレスが記載されている場合、SIPアドレス部分にアンカーが引かれ、クリックするだけで内線発信が可能である。また、ブラウザやメール内に「im:」に続いてSIPアドレスが記載されている場合、SIPアドレス部分にアンカーが引かれ、クリックするだけでインスタントメッセージ送信画面へ切り替わる。

## 4.2 電話帳の拡張

内線電話、インスタントメッセージ用のSIPアドレスが電話帳に登録できる。これにより、後述するプレゼンス機能における登録処理の連携を可能とした。また、SIPアド

レス、アイコン属性などのOBEX (Object EXchange protocol) パラメータを新たに追加することにより、電話帳書き込みツールなどのUSB経由でのPC連携や、IrDA (Infrared Data Association) 経由でのN900iL同士の電話帳データ交換が可能となった。

## 5. 新規機能

社内利用する際に、例えば、電話中、会議中など相手の状態を知ることができれば、それに応じた対応をとることができる。相手が電話中であればインスタントメッセージ機能を使ってメッセージ送信を行ったり、社外にいることが分かれば携帯電話番号に連絡を取ったりするなど場面に応じた対応が可能となる。

N900iLではこのように業務効率向上につながるプレゼンス機能、インスタントメッセージ機能を新たに搭載した。

### 5.1 プレゼンス機能

プレゼンス機能について表4に示す。プレゼンス機能は、N900iLから相手の状態を確認でき、自分の状態を通知できる機能である。

#### (1) プレゼンスの登録

図5にプレゼンス登録シーケンスを示す。

プレゼンス機能を利用するには、プレゼンスを確認し

たい相手をプレゼンスサーバに対して登録する必要がある。確認したい相手のSIPアドレスを電話帳に登録し、プレゼンスグループにその相手を登録することで、自動的にプレゼンスサーバへ、SIPのSubscribeメソッドを用いて送信され登録が可能となる。

## (2) 電話帳との連携

N900iLではプレゼンス登録された相手に対し、インスタントメッセージ送信、VoIP発信、電話帳参照を可能とするユーザインタフェースを新たに設けた。

また、登録されたプレゼンスのグループ情報そのものを電話帳と連携させ、電話帳全件転送時にはプレゼンスグループ名とプレゼンスNoも転送可能としている。

## (3) プレゼンス情報の更新・表示について

表4 プレゼンス機能

最大グループ登録数	10件
1グループ最大登録人数	24人
個人データ編集	自表示設定変更可能
	ステータス更新可能
ステータス表示	「オンライン」「離席」「取込中」「会議中」「休憩中」「食事中」「帰宅」「外出中」「出張中」「秘密」
連携起動	インスタントメッセージ送信、VoIP発信、電話帳参照

プレゼンス情報は、ステータス変更をトリガーにしてNotifyメソッドにより、サーバに更新状態を通知する。その後、更新状態をプレゼンス登録先に通知し、状態を見ることができる。

ステータス変更は“ユーザの手動更新”もしくは“自動更新”があり、前者の例として、ユーザが会議中に自分の状態を“会議中”と手動で更新すると、プレゼンス情報は“会議中”と表示される(図6①)。後者の例は、プレゼンス起動中にVoIP通信もしくはFOMA音声通話を行った場合、通話イベントに連動してプレゼンス状態は自動で“電話中”と更新される(図6②)。特に、FOMA音声通話を行った場合のステータス変更に関しては、FOMAと無線LANの異なる通信間での連携が必要であり、移動端末内にFOMA音声通話状態の検知部を設け、FOMAの通話開始を検知することにより、無線LAN経由でその情報を伝えるようにしている。

## 5.2 インスタントメッセージ機能

インスタントメッセージ機能について表5に示す。インスタントメッセージ機能は、相手に文字メッセージを伝える機能であり、メッセージの送受信はMessageメソッドを用いて行う。インスタントメッセージ機能は、プレゼンス

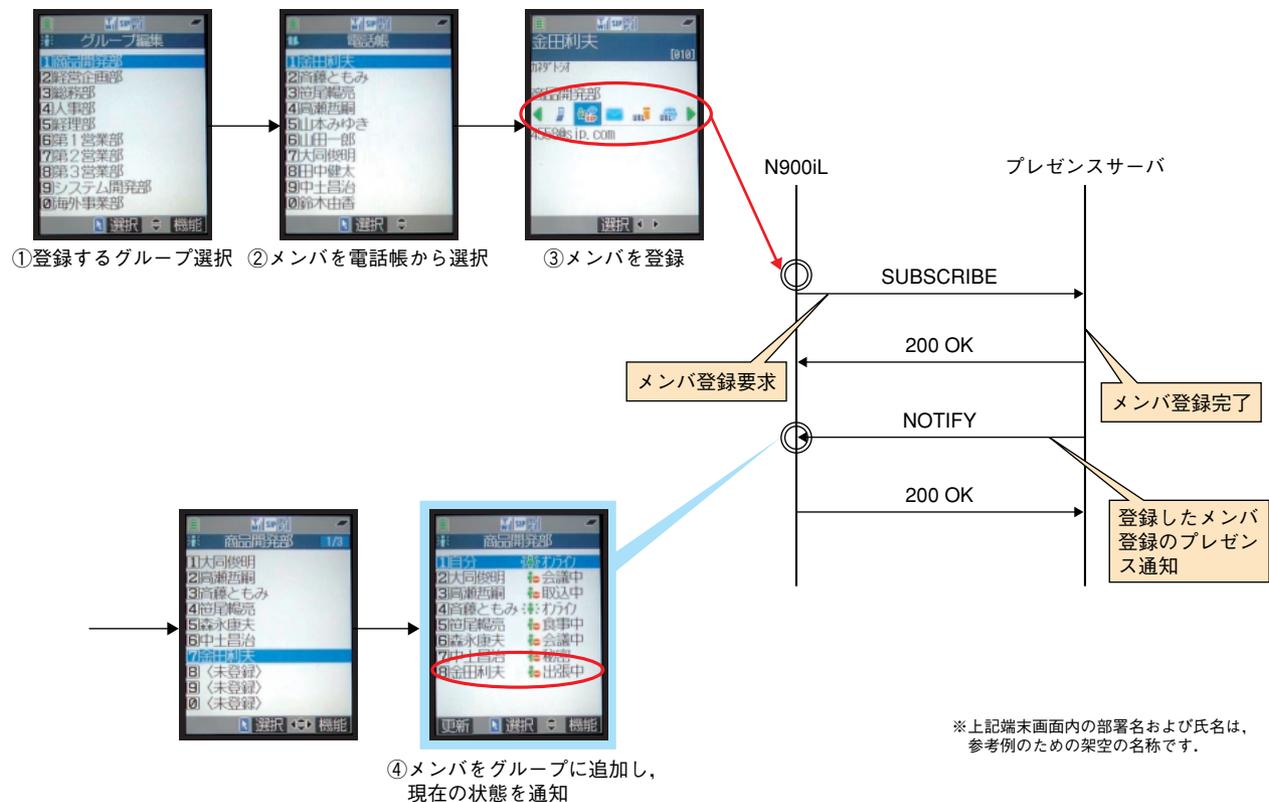
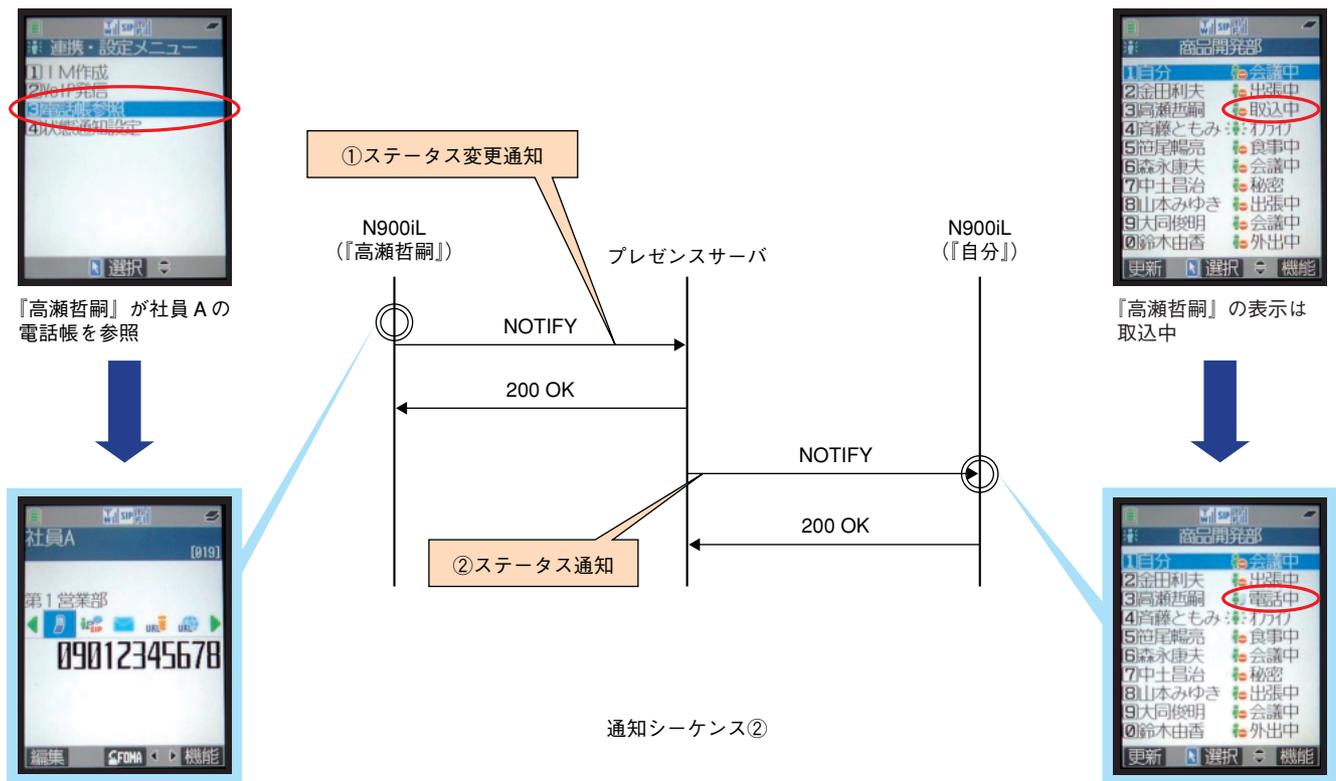
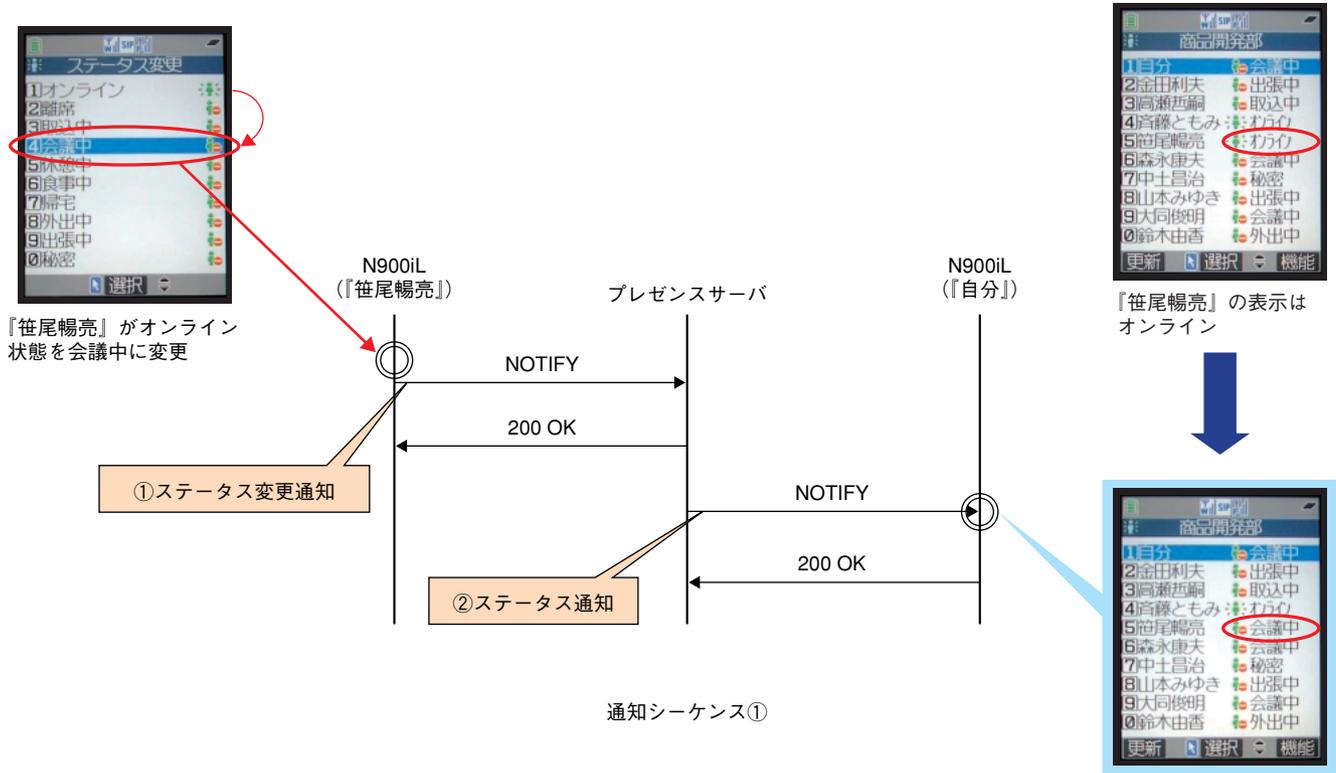


図5 プレゼンス登録シーケンス



※上記端末画面内の部署名および氏名は、参考例のための架空の名称です。

図6 プレゼンス情報更新・表示

表5 インスタントメッセージ機能

文字フォント	漢字、ひらがな、全/半カタカナ、 全/半英数字、全/半記号
文字数	日本語100文字（半角英数300文字） （文字コード：UTF8）
宛て先	最大5件
保存メッセージ最大件数	100件
送受信BOX最大保存件数	500件
連携起動	プレゼンスからの起動可能

UTF8：Unicode Text Format 8

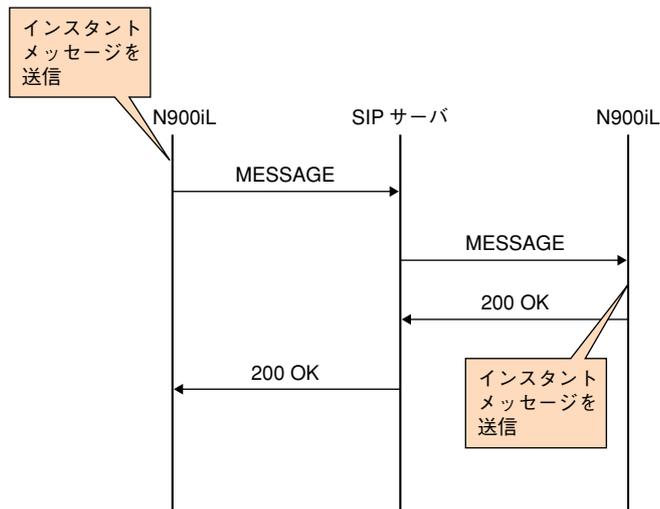


図7 インスタントメッセージ送受信シーケンス

との連携も可能となっており、電話中や会議中などの相手の状態を確認した上で送信を行うことが可能である。

インスタントメッセージ送受信シーケンスについて図7に示す。

## 6. マルチタスク

マルチタスクとは同時に複数の機能を動作させることであり、今回、本移動端末では、新規に無線LAN機能が追加されているため、新たに競合条件の見直しを行った。例えば、FOMA音声通話中のi-modeブラウジングが可能なように、VoIP通信中の無線LANブラウジングを可能としている。

## 7. あとがき

今回開発したFOMA/無線LANデュアル移動端末は構内利用を主目的としたものであるが、今後さらに利用範囲の拡大を目指していきたい。また、無線LANおよびデュアル機能を活かした新機能についての検討も進めていく予定である。

### 文献

- [1] IEEE 802.11 Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications 1999.
- [2] IETF RFC3261 SIP: Session Initiation Protocol 2002.
- [3] ITU-T Recommendation H.323 1999.

### 用語一覧

A-CPU：Application CPU	OBEX：OBject EXchange protocol
CA：Certification Authority（認証局）	PBX：Private Branch eXchange（構内交換機）
CCD：Charge Coupled Devices	PEAP：Protected Extensible Authentication Protocol
CCK：Complementary Code Keying	PS-Poll：Power Save-Poll
C-CPU：Communication CPU	RFC：Request For Comments
CSMA/CA：Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance	RTOS：Real Time Operation System
DBPSK：Differential Binary Phase Shift Keying	RTP：Real-time Transport Protocol
DHCP：Dynamic Host Configuration Protocol	SIP：Session Initiation Protocol
DQPSK：Differential Quadrature Phase Shift Keying	SSL：Secure Sockets Layer
DTMF：Dual Tone Multiple Frequency	TCP：Transmission Control Protocol
EAP：Extensible Authentication Protocol	TFT：Thin Film Transistor
EAP-TLS：Extensible Authentication Protocol-Transport Layer Security	TKIP：Temporal Key Integrity Protocol
EAP-TTLS：Extensible Authentication Protocol-Tunneled Transport Layer Security	UDP：User Datagram Protocol
FOMA：Freedom Of Mobile multimedia Access	UIM：User Identity Module
HTTP：HyperText Transfer Protocol	UTF8：Unicode Text Format 8
IP：Internet Protocol	VoIP：Voice over Internet Protocol
IrDA：Infrared Data Association	W-CDMA：Wideband Code Division Multiple Access （広帯域符号分割多元接続方式）
JAR：Java ARchive	WEP：Wired Equivalent Privacy
LAN：Local Area Network	WTCP：Wireless TCP
LCD：Liquid Crystal Display（液晶ディスプレイ）	