

## 第4部 技術

| ユニバーサル・アクセス         |  |
|---------------------|--|
| 問11 通信インフラの整備       |  |
| 通信インフラの現状はどうなっているか？ |  |
| レベル1                | 電気通信サービスは大都市を除いて提供されていない。農村地域では人工衛星による接続に頼る以外に方法がない。                   |
| レベル2                | 地方の拠点を結ぶ全国の幹線（基幹）通信回線（Trunk Lines / Backbone）がある。                      |
| レベル3                | 幹線（基幹）電話回線が全国のほとんどの地域に通じている。農村地域のほとんどは、基幹回線からのワイヤレス・ローカル・ループでカバーできている。 |
| レベル4                | 農村地域で無線や人工衛星を利用した通信サービスを提供する地方通信事業者が存在する。                              |
| レベル5                | 農村地域のすべての住民は電話回線へのアクセスがある。   |

| 問12 インターネット・サービスの現状                      |  |
|--|--|
| インターネットの普及とISP市場の競争導入に関する政府の政策はどうなっているか？ |  |
| レベル1                                     | インターネット・サービスは大都市でしか利用できない。インターネット接続事業者（ISP）は国営独占企業である。   |
| レベル2                                     | インターネット・サービスは、地方の中心都市のほとんどで利用できる。基本的な接続サービスを提供するISPは存在する。ISPは個別の免許付与要件を満たさなければならない。利用者はISPを自由に選択できない。料金は高く、厳格な条件が課されている。   |
| レベル3                                     | インターネット・サービスは、大都市周辺の農村地域で利用できる。複数のISPは個人及び法人向けの接続サービスを提供している。ISPは種別免許の取得が必要。利用者は自由にISPを選択できるが、規制を受けたサービスをパッケージ料金でしか利用できない。 |
| レベル4                                     | 多くのインターネット接続事業者（ISP）が農村地域にサービスを提供している。サービス内容は基本的な接続、コンテンツなどである。ISP市場は競争的だが、許可されているサービスの種類という観点では限定的な競争である。                 |
| レベル5                                     | ほとんどの農村地域では、様々な技術の活用によりインターネット接続が可能である。大都市ではブロードバンド接続が可能である。多くの接続業者は、専門的な要求に対処している。利用者はまったく自由にISP、アクセス網、サービスの種類を選択できる。     |

---

---

## 第 14 章 地方接続のための技術

---

---

地方の接続性(Rural Connectivity)を実現するためには、基幹伝送路(Backbone Transmission)と個々の端末利用者(End Users)とを結ぶ技術が必要である。この技術には、ワイヤレス・ローカル・ループ、セルラー電話、人工衛星などが含まれる。この各技術にはどのような特徴があるだろうか？ 様々な状況において、どの技術を選択するのが最適だろうか？

### 本章のトピック

- 14-1 農村地域における通信システムの要件とは何か？
- 14-2 農村地域の通信技術にはどのような選択肢があるか？
- 14-3 地上無線通信技術の農村地域における利点は何か？
- 14-4 衛星技術及び地上無線技術の長所と短所は何か？
- 14-5 農村地域に利用できる新しい技術はあるか？
- 14-6 どうすれば農村地域の通信コストを下げられるか？
- 14-7 農村地域ではどのようなアプリケーションが必要か？
- 14-8 農村地域環境において通信の制約要因は何か？
- 14-9 地方通信事業の財源をどうするか？
- 14-10 地方通信事業実施時において一般的な懸案は何か？

#### 14-1 農村地域における通信システムの要件とは何か？

世界の人口の40%以上が途上国の遠隔農村地域に居住している。世界電気通信開発独立委員会(Independent Commission for World Wide Telecommunications Development、委員長：メイトランド卿)が報告書<sup>73</sup>のなかで「持てる者(Haves)」と「持たざる者(Have-Nots)」の通信格差を指摘して以来、デジタル・ディバイドという概念が国際電気通信連合(ITU)の諸活動のなかで認められるようになった。

ITUは地方通信技術の研究を開始

遠隔農村地域の通信技術開発が特に注目を集めたのが、第2回世界電気通信開発会議(World Telecommunications Development Conference)<sup>74</sup>である。この会議では、「農村地域に適用できる新しい電気通信技術の開発を促進する様々なメカニズムの研究」という議題が採択され、農村地域における電気通信開発の取り組みを促進することが決定された。電気通信開発一般は事あるごとに強調されてきたが、途上国の遠隔農村地域の開発という視点は、途上国における都市部の開発の視点よりも具体的である。

<sup>73</sup> メイトランド(1985)『失われた環』

<sup>74</sup> 1998年3月、マルタの首都バレッタで開催。

『ルーラル地域のための新しい技術』(2003年)

遠隔農村地域の通信に関するラポーター・グループは、地方通信開発に関する世界調査を1993年に実施し、その報告書が文書 No.111 SG2 ITU-D としてまとめられた。本章は、この調査の分析結果及び New Technologies for Rural Applications (邦訳『ルーラル地域のための新しい技術』)と題された ITU-D フォーカスグループ7(FG7)の最終報告書を反映したものである。

#### 14-2 農村地域の通信技術にはどのような選択肢があるか？

2002年以降、世界の移動電話利用者の数は固定電話利用者の数を上回っている。現在、固定電話利用者は12億1000万人(2003年末推定数)、移動電話利用者は13億2900万人(同)となっている。この傾向は途上国でも変わらない。

##### 固定電話を上回る移動電話

途上国の都市部の比較的富裕層の間では、第二世代(2G)携帯電話サービスが急速に普及している。しかし、バングラデシュのグラミン・テレコムのような例もある。これは、村落の女性が行う移動電話のレンタル制度であり、利用者は電話を貸し出す女性に負担可能な料金を払い、低所得の住民が電話を共用するものである。

超小型衛星通信地球局は、国土の広い途上国に適している

超小型衛星通信地球局(VSAT)は、国土の広い途上国が全国に点在する農村村落に接続性(Connectivity)を提供するのに適している。農村村落にとって衛星トランスポンダー<sup>75</sup>はコストが高過ぎ、通信サービスの開始後の運営を維持するには難しいといわれている。

銅線(Copper Wires)

伝送装置を含む銅線を電線にかぶせる方法は、接続できる範囲内の遠隔農村地域に使える可能性がある。

地上無線通信技術(Terrestrial Wireless Communication Technologies)

ローカル多地点配信サービス(Local Multipoint Distribution Service: LMDS)、VHF(Very High Frequency)無線、PHS-WLL(Personal Handyphone System-Wireless Local Loop)、Wi-Fi、CDMA450<sup>76</sup>などの地上無線通信技術は、遠隔農村地域のコミュニティに接続性を提供するのに最適であるとされている。様々な幹線回線用の技術が途上国で使われている。コミュニティと最も近い地方の中心との接続には、地上無線技術も利用できることがほとんどだが、国土の広い国ではVSATシステムも考慮すべきである。

#### 14-3 地上無線通信技術の農村地域における利点は何か？

人口密度の低い農村地域で地上無線システムを利用する場合、十分な範囲にサービスを提供して採算性を確保するために、低周波数帯域(通常は1GHz未満)の利用が必要ことが多い。同じ出力なら、周波数帯域が低いほど到達範囲が広がる。例えば、400MHz帯域のGSM基地局は、1,800MHzまたは1,900MHzの基地局の、5倍の広さをカバーすることができる。

ワイヤレス技術には次の利点がある。

- ・生涯コスト面で大きなメリット：ワイヤレス技術は、ケーブル敷設が不経済な農村地域にとって、ライフタイムコスト面で大きなメリットがある。
- ・設置が容易で増分原価が低い：地理的条件の厳しく極端に遠隔な地域でも設置が簡単で時間もかからず、投資の増加分が小さく、

<sup>75</sup> 衛星に搭載されている通信機のこと。衛星探査機にすべて搭載されており、地球(地上局)との問いかけに応じて、音声・映像の送受信を行う。

<sup>76</sup> Code Division Multiple Access：携帯電話などの無線通信に使われる方式の一つ。

銅線盗難の危険がない。

- ・維持費がかからない：比較的維持費が安く、通信網にも柔軟に対応できる。

#### 14-4 衛星技術及び地上無線技術の長所と短所は何か？

国によっては、自国及び近隣諸国に対して低廉な料金で教育や医療サービスを提供するなど、特定の目的に衛星トランスポンダーを活用している。このような方法は、国土の広い国とその近隣諸国の遠隔農村地域にとってはよいかもしれない。しかし、大半の途上国にとっては、次のような経済、技術及び運営の観点からみて、地上無線技術（様々な種類があり）が遠隔農村地域に最適な選択と考えられる。

- ・衛星システムは投資コストが膨大。
- ・衛星システムは維持管理コストが大きい。
- ・衛星システムはトランスポンダーのコストが大きい。

#### 14-5 農村地域に利用できる新しい技術はあるか？

ITU の FG7 最終報告書では、途上国の遠隔農村地域に展開すべき低コスト技術として無線 LAN 技術を推奨している。

##### ワイヤレス・フィディリティ（Wi-Fi）

この技術は新しい IEEE 802.11 b/g 規格<sup>77</sup>に基づく Wi-Fi（ワイファイ）として知られている。最近では先進国の大都市圏におけるいわゆるホットスポット、例えば空港、ホテル、駅などに導入されており、パソコン、PDA、移動 IP 電話などで手軽に、低価格で高速のインターネット接続が可能になっている。

Wi-Fi は日本の農村地域で普及

日本では、農村地域の通信整備の手段として、

この技術を電子医療サービス（e-Health）、遠隔教育（Tele-Education）、電子行政（e-Administration）などに広く利用することが何年も前から推進されている。地方自治体を中心に、コミュニティの実務家グループ、通信網事業者、サービス事業者、設備機器メーカーなどの協力を得ながら進められている。日本の遠隔農村地域の 150 を超える町村が、この新しい技術を導入している。

システムの周波数帯は免許が不要な ISM 帯（2.4GHz）である

この技術の周波数帯としては、工業・科学・医療（ISM）周波数帯として国際的に認められている 2.4GHz が使われている。需要の拡大に対処するため、これよりも高い周波数帯域の利用も視野に入れられている。

#### 14-6 どうすれば農村地域の通信コストを下げられるか？

対象とする遠隔農村地域に適した低コスト技術を選択することが、事業コストをできる限り合理化する上で不可欠である。また、次に示す対策も考慮すべきである。

- ・各世帯の接続よりもテレセンター、学校、郵便局の接続など、コンセプトや設備機器を共有することが、途上国の遠隔農村地域の接続を達成する最短の方法である。
- ・設置、設置場所の提供、輸送など、被援助国、地方自治体、地域コミュニティなどの利害関係者からの現物や労役の提供により事業のコストを抑えることができる。
- ・援助資金による開業費補助。通信システムの立ち上げ事業に援助機関の資金を活用することが推奨される。システムの運用保守について、通信事業者と協働の可能性も探るべきである。

<sup>77</sup> 802.xx 規格とは、IEEE（米国電気電子学会）で LAN 技術の標準を策定している 802 委員会が定めた無線 LAN の規格の一つのこと。

#### 14-7 農村地域ではどのようなアプリケーションが必要か？

ITU-D SG2 のラポーター・グループが 2003 年に実施した世界調査の結果に基づき、途上国で需要の大きい利用法を示す。

農村地域の電子サービス需要に関する ITU-D の世界調査（文書 111/SG2）によれば、需要が高い分野は電子医療サービス（e-Health、12%）、電子教育（e-Education、12%）、電子行政（情報サービス）（e-Administration、10%）、電子商取引（e-Business、3%）及び電子銀行（e-Banking、3%）であった。途上国の農村地域からは ICT 教育訓練（5%）の要請が高かった。

#### 14-8 農村地域環境において通信の制約要因は何か？

ITU-D SG2 ラポーター・グループが 2003 年に実施した世界調査では、遠隔農村地域の通信に関する質問 Q10-1/2 に 55 の途上国が回答しているが、非常に多くの制約要因が指摘されている。

##### 物理的状況

- ・ 不利な地勢的条件（湖沼、河川、丘陵地、山地、砂漠など）
- ・ 設備機器に厳しい気候条件
- ・ 信頼性の高い電力供給、水道、連絡道路、定期的な輸送の不足・欠如

##### 人間能力開発のニーズ

- ・ 技術者不足
- ・ 低い識字率

##### 社会経済的状況

- ・ 農業、漁業、手工業などを中心とした産業活動の低調
- ・ 低い 1 人当たり所得
- ・ 社会インフラ（医療、健康など）の未整備
- ・ 低い人口密度

#### 14-9 地方通信事業の財源をどうするか？

メイトランド報告書、及び世界情報通信サミット（World Summit on the Information Society: WSIS）のジュネーブ会合（2003 年 12 月）によれば、地方通信事業の資金調達システムを重視するにあたって、次のことが指摘されている。

- ・ 政府、開発機関及び金融機関は、通信セクター投資の優先順位を上げる（メイトランド報告書）
- ・ 途上国は自国の開発計画を点検し、電気通信投資に十分な優先順位が与えられているか確認すべき（メイトランド報告書）
- ・ 経済的または社会的な目的を有するプロジェクトや開発活動は、例外なく電気通信分野に関する取り組みを組み込むべき（メイトランド報告書）
- ・ 途上国政府は、インフラ整備プロジェクトについて国際協力・援助を先進国や国際金融機関に要請するにあたり、ICT プロジェクトの相対的な優先順位を上げるべき（WSIS 行動計画）
- ・ 国連グローバルコンパクトの文脈、及び国連ミレニアム宣言を踏まえ、官民パートナーシップ（PPP）を導入・推進し、開発における ICT の活用を力を入れること（WSIS 行動計画）
- ・ 国際機関及び地域機関に対しては、その事業計画において ICT を主流化すること、並びに、基本宣言と本行動計画で示された目標の達成に向けた各国行動計画の策定及び実施に途上国の各層が関与するのを支援する働きかけを行うこと（WSIS 行動計画）

##### ユニバーサル・サービス・ファンドによる助成

地方通信事業の費用及び通信料金を助成するユニバーサル・サービス義務（Universal Service Obligation: USO）及びユニバーサル・サービス・ファンド（USF）について、既に法整備を行った国もある。助成の対象となるサービスは国によって異なるが、音声、テレビ放送、

インターネットなどが考えられる。

資金提供機関と民間セクターとのパートナーシップ

資金提供機関や関連設備機器メーカーとのパートナーシップの可能性を探るべきである。

#### 14-10 地方通信事業実施時において一般的な懸案は何か？

規制面の懸案事項

- ・ 免許事業者のユニバーサル・サービス義務
- ・ 事業者や投資家が農村地域にサービスを拡大・展開するインセンティブ
- ・ 電気通信の基幹インフラに活用できる費用対効果が高く、かつ費用負担可能な技術

- ・ 遠隔地域（距離、地形、交通網の未発達などによる）への接続
- ・ 安定した電力供給など基幹インフラの整備

社会面の懸案事項

- ・ 低所得層に対するサービスの促進
- ・ 農村地域のケーブルやソーラーパネルの破壊行為や盗難に対する保守及び警備の徹底
- ・ コミュニティの指導者や利用者を対象にした最新の電気通信及び ICT についての教育・訓練・意識向上
- ・ 開発に寄与するサービス（雇用、保健医療、教育、公共サービスの改善など）、特に非識字者、女性をはじめとする社会的弱者層に配慮したサービス

---

---

## 第 15 章 ワイヤレス技術

---

---

ワイヤレス・ローカル・ループ (Wireless Local Loop: WLL) は、人口疎密な農村地域の端末接続を実現する上で費用対効果の高い技術である。特に、無線の到達範囲が広くなり、設備機器コストが低下している Wi-Fi は有望である。本章では WLL の展望を探る。

### 本章のトピック

- 15-1 農村地域と通信網を接続するワイヤレス技術にはどのような種類があるか？
- 15-2 ワイヤレス技術による通信革命は途上国の接続性にどのような影響を及ぼすか？
- 15-3 Wi-Fi 技術は地方の接続性をどう変えることができるか？ (1)
- 15-4 Wi-Fi 技術は地方の接続性をどう変えることができるか？ (2)
- 15-5 Wi-Fi 以外に地方接続に有効なワイヤレス技術はあるか？
- 15-6 corDECT とは何か？
- 15-7 公共政策はワイヤレス技術の潜在能力をどうすれば最大限に活用できるだろうか？

#### 15-1 農村地域と通信網を接続するワイヤレス技術にはどのような種類があるか？

農村地域の接続における革命は、特に免許免除の周波数帯域で送信を行う低コストのワイヤレス技術によってもたらされた (15-3 参照)。この技術は、特に農村地域での接続及び末端接続 (last-mile) に適しており、銅管が老朽化していたり、銅管が使われていなかったりする場合に特に威力を発揮する。

#### 仮想無線網

現行のワイヤレス技術を理解するためには、まずいくつかの基本的な概念を理解する必要がある。図 15 - 1 に示したような無線網設備を考えてみる。この概略図では、2 つの無線塔 (Radio Towers、A と B)、家屋などの建物 (C)、屋内のパソコン (D) が示されている。

無線塔 A は、インターネット接続事業者 (ISP) が所有するインターネットのアクセスポイント

(POP) と有線につながっている。従って、D 地点のパソコンは、複数の無線リンクでインターネットとつながっていることになる。

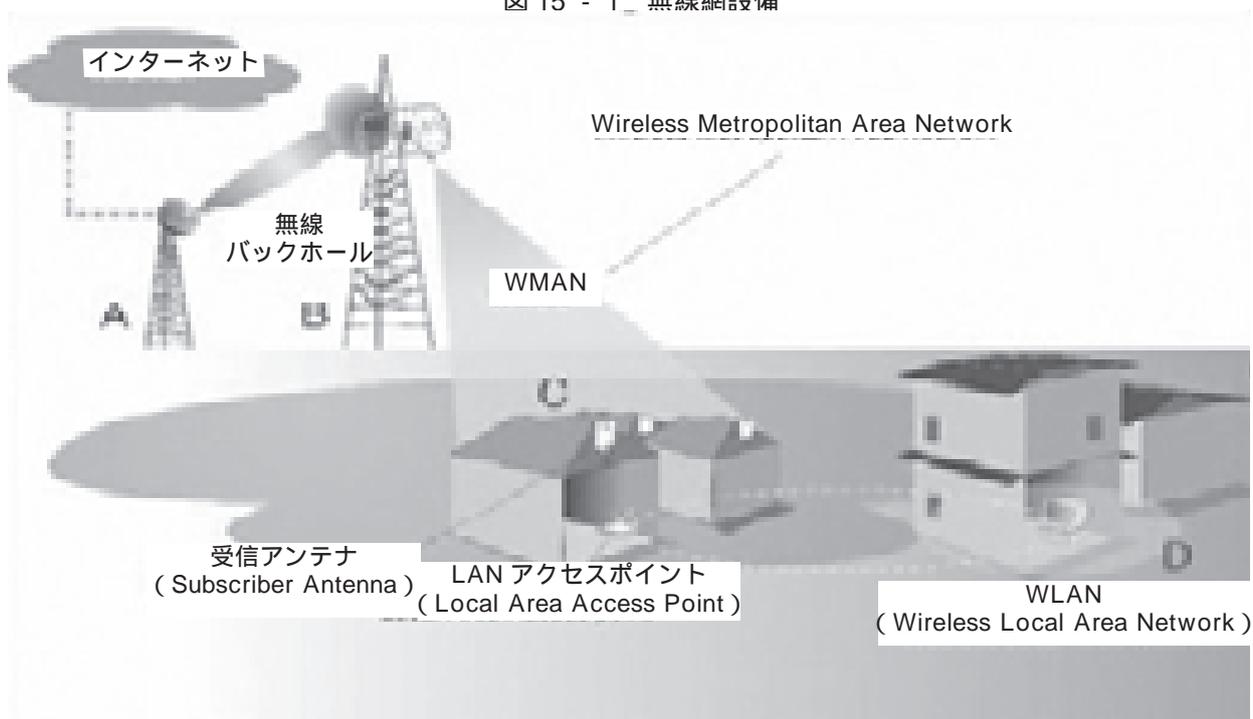
#### ポイント・ツー・ポイントの無線接続

この無線リンクは、無線技術は様々な配置が可能だということを教えてくれる。無線塔 A から無線塔 B へのリンクは、おののおに単一の無線機及びアンテナがあるので、ポイント・ツー・ポイント接続である。ポイント・ツー・ポイントの無線接続は指向性の高い電波なので、スポットライトにたとえられるかもしれない。

#### ポイント・ツー・マルチポイント接続

無線塔 B には無線塔 A へのポイント・ツー・ポイント接続の下に、ポイント・ツー・マルチポイント接続を確立する一連の無線機とアンテナがある。無線塔 B は、リンク上のシングルポイントとして機能する一方、建物 C を含む周辺地域全体に広がる電波を発する。ポイント・ツー・

図 15 - 1 無線網設備



マルチポイント接続では、ハブ側（無線塔 B）に広範囲をカバーする 1 つ以上のアンテナを用い、集合受信ポイント（Multiple Subscriber Point、建物 C）では指向性の高いアンテナを使用する。従って、ポイント・ツー・マルチポイント接続は、ハブから照射される指向性の低い電波なので、全体照明にたとえられるかもしれない。

#### WLAN、WMAN 及び無線バックホール

この概略図を念頭に、現在一般に使われている無線技術用語を確認しておこう。屋内のアクセスポイントは、いわゆる無線 LAN（Wireless Local Access Network: WLAN）接続を可能にする。

無線塔 B からの建物 C へのポイント・ツー・マルチポイント接続は、無線メトロポリタン・エリア・ネットワーク接続（Wireless Metropolitan Area Network: WMAN）と呼ばれることが多い。これはもちろん WLAN よりも広範囲をカバーしている。

次に、無線塔 B から無線塔 A へのポイント・ツー・ポイント接続は、無線バックホール

（Wireless Backhaul = ネットワークの加入者アクセスセクションをコアとなっているスイッチング及び管理セクションにつなぐネットワーク要素）とも呼ばれる。WLAN から WMAN へ、さらにバックホール・システムに進むほどマイクロ波放射の指向性が高まり、伝送できる距離が長くなる。電波障害の可能性も減少し、出力も少なくても済む。逆に指向性の低い方向へたどると、WLAN やポイント・ツー・マルチポイントや WMAN により、複数の加入者が同一のハブを共有できる。また、柔軟性や移動性に優れており、設置も容易である。

#### 15-2 ワイヤレス技術による通信革命は途上国の接続性にどのような影響を及ぼすか？

ワイヤレス技術による通信革命の影響は先進国にとどまらない。途上国が有線インフラを飛び越えて最先端の通信技術を楽しむ機会ももたらしている。しかし、ワイヤレス技術と一口に言っても多岐にわたっており、途上国の新興市場のニーズに最も適した技術を選択するこ

とが重要である。特定の技術が都市部で普及する一方、地方の ICT 市場では、低コスト、低出力、拡張性、頑健性、使いやすさなど、地方ならではの条件が要求される。

#### 無線リンク (Radio Links)

地方では、使いやすさ、低コスト及び頑健性の点で SW、HF、VHF の周波数帯 (1-100MHz) を中心とした無線通信機器の利用が多い。無線が情報を送信・配信するのに最も実用的で廉価な手段であることには変わりはないが、比較的帯域幅が狭く標準的なハードウェアがないことから、デジタルデータの双方向通信には向かない。さらに、この周波数帯域に対応する小型で性能のよい長距離アンテナを開発するのは現在のところ難しい。

#### セルラー電話 / ワイヤレス・ローカル・ループ (WLL)

世界の都市部でセルラー電話が急速に普及したことを受け、この技術を農村地域でも活用するという考えが人々の関心を集めてきた。携帯通信機器の価格はここ 10 年間に大きく低下したが、無線インフラの整備は、人口密度が高く、まとまった利用者がいないとコスト的に難しい。

#### 衛星 (VSAT) と無線の組み合わせ

ICT インフラの未整備地域において、衛星サービスはこれまで唯一利用可能な手段であった。過去 20 年間、衛星高周波回線の普及によりパラボラアンテナとハードウェアの小型化が可能になった。衛星を利用した接続のコストは下がつつあるが、ハードウェアのコストとサービス利用料金はまだ高い。衛星利用の接続のコストを抑えるためには、基本的に衛星地上局をほかの無線網に統合し、より多くの利用者に帯域幅やサービスを開放することが必要となる。

#### Wi-Fi WAN<sup>78</sup> / LAN

ワイヤレス技術のなかでは、IEEE 802.11 すなわち Wi-Fi 標準に準拠した無線データ網 (WAN 及び LAN) は最も有望な技術と思われる。Wi-Fi は先進国で普及しているため、途上国への適用も検討することは理にかなっている。先進国での標準化・普及の原動力となった Wi-Fi の特徴が、途上国の通信市場をも刺激することは十分考えられる。その特徴とは、設定が簡単で使いやすいだけでなく、利用者及びプロバイダーの双方にとって比較的成本が低いことである。

#### 15-3 Wi-Fi 技術は地方の接続性をどう変えることができるか (1)

企業や消費者の注目を集めている技術の一つが Wi-Fi である。これは、電気電子技術者協会 (Institute of Electrical and Electronic Engineers: IEEE) の 802.11b という技術規格に準拠するワイヤレス技術の総称である。なお Wi-Fi は、802.11a などの関連規格に準拠した別の技術を表すこともある。

#### Wi-Fi 技術は WLAN 接続に適している

Wi-Fi 技術は、図 15 - 1 の C と D を結ぶようなブロードバンドのインターネット接続を可能にする WLAN 接続に特に適している。空港、ファストフード店、コーヒーショップなどのホットスポットに Wi-Fi を導入することが最近注目を集めている。ホットスポットは、技術的には企業 WLAN と同じだが、しばしば有料で一般開放されているところが異なる。

#### Wi-Fi は WMAN 及びバックホールにも使える

ファストフード店に無線ホットスポットを設置するというコンセプトはユニバーサル・アクセスの向上とは結びつきにくい。Wi-Fi 及び関連の地上無線技術は、前述のポイント・ツー・ポイント接続やポイント・ツー・マルチポイン

<sup>78</sup> Wide Area Network : 広域通信網。電話回線や専用線を使って、地理的に離れた地点にあるコンピュータ同士を接続し、データをやり取りすること。

ト接続などの通信網インフラの整備に実際に利用されてきた。特に 802.11b は WLAN 関連向けに設計されたが、WMAN やバックホールに利用されているところもある。

ユニバーサル・アクセスに向けたワイヤレス技術の利点

採算性のあるユニバーサル・アクセスを実現する上で中心的な役割を果たす新しい地上無線機器には、大きな要件が 3 つある。

価格が低下していること

機能が向上していること

免許免除の周波数帯域が利用できること

Wi-Fi 及び関連無線技術により、伝送距離は伸び、価格は低下し続けている。WLAN の屋内アクセスポイントは、現在 75 米ドル未満で半径 100m であればどこでも接続できる。最近のアクセスポイントの到達可能範囲は半径 300 m を超えている。利用者のパソコンに接続する無線ネットワークインターフェースカードの価格は現在 50 米ドルを下回っている。

Wi-Fi の伝送距離はポイント・ツー・ポイント接続で 100km 以上

802.11b 準拠の屋外ルーターは、現在でもその価格は 1,000 米ドルを超えるが、ポイント・ツー・マルチポイントまたはポイント・ツー・ポイントの接続で、データ伝送速度は一般に落ちるものの、伝送距離は 20km にも及ぶ。中継局をつなぐ、いわゆるマルチホップやメッシュ・ネットワークの技術を利用すれば、送信できる範囲は 100km にも及んでいる。ホットスポットを結ぶ 802.11b 準拠の屋外ルーターは、高出力無線機器を利用して半径 1km の伝送距離を達成している。ある Wi-Fi メーカーは 802.11b によるポイント・ツー・ポイント接続で世界最長の 310km を達成したと主張している。しかし、この記録は、独立した実証実験環境で、高出力無線機器と高感度アンテナを使って達成したものである。現実には、最大出力基準が規制され、電波障害の可能性があり、視地平を超えることはできない

ことから、このような距離で高速データ伝送が可能とは考えにくい。

#### 15-4 Wi-Fi 技術は地方の接続性をどう変えることができるか？ (2)

Wi-Fi 技術は、途上国の地方接続に大きな可能性を開くものである。

20km までの接続が可能な Wi-Fi

標準の Wi-Fi 接続 (IEEE 802.11b) は、最高で 11Mb / 秒 (以下、Mbps) のデータ伝送速度が得られ、欧州や北米大陸では一般に免許が要らない 2.4GHz 前後の周波数帯域を利用している。最近の Wi-Fi ではこの周波数帯域で 22Mbps のデータ伝送速度を実現しており、これよりも高い周波数帯域を使う Wi-Fi では、54Mbps にも及んでいる。農村環境で実施した実験の結果を総合すれば、標準の Wi-Fi カード (ノートパソコンで一般的に使用するもの) では、見通し環境で半径 0.5km 以内では良好な接続が得られる。アンテナと中継器を利用すれば、ポイント・ツー・ポイント接続で 20km まで到達することができる。Wi-Fi のアクセスポイント (Wi-Fi ネットワークを実現する一般的な機器) の小売価格は現在 120 米ドル、Wi-Fi の小売価格は 60 米ドル以下となっている。

Wi-Fi によるユニバーサルなブロードバンド接続の可能性

しかし、この技術の有効な活用あるいは活用モデルの選択にあたっては、農村地域とその情報通信需要を熟知していなければならない。規制環境が良好と仮定すれば、途上国の起業家は Wi-Fi 関連技術を活用して次のことを実現できると考えられる。

市場とインフラをめぐる、卵が先か鶏が先か (需要が先か、供給が先か) という問題の解決

ユニバーサルなブロードバンド接続をシームレスに実現する無線インフラの拡充

### 15-5 Wi-Fi 以外に地方接続に有効なワイヤレス技術はあるか？

無線網の能力を高め、価格を下げるほかの技術も出てきている。

IEEE 802.16 規格は広い帯域幅と長い到達範囲を実現

802.16 規格も IEEE のプロトコルだが、ポイント・ツー・ポイントやポイント・ツー・マルチポイントの基幹ネットワークにおいて広い帯域幅と比較的長い到達範囲を実現する技術である。802.11b とは異なり、WLAN の規格ではない。しかし、基幹ネットワークについて広い帯域幅を実現でき、802.11b の 11Mbps と比較して最高で 70Mbps となっている。伝送距離も現在シングルホップで最長 50km である。

Canopy システム

一方、独自規格の Canopy システムは、ポイント・ツー・ポイント及びポイント・ツー・マルチポイントのネットワーク用に開発された。このシステムは、ポイント・ツー・マルチポイントで長い伝送距離とブロードバンド接続の実現を可能にするもので、その導入によって、アクセスポイントは 15km 以内の固定無線加入者まで到達でき、バックホール機器は 55km 以内の距離まで伝送できる。帯域幅は 10Mbps で、ポイント・ツー・マルチポイントであり、すべての加入者で共用できる。

### 15-6 corDECT とは何か？

最後になるが、特に途上国で注目を集めているのが、インド工科大学マドラス校が発明した corDECT システムである。

ポイント・ツー・マルチポイントのブロードバンド接続で伝送距離 10 ~ 40km を実現

corDECT システムは、コスト効率の良いユニバーサル・アクセス専用開発された。加入者

端末とポイント・ツー・マルチポイント基地局（アクセスポイントのようなもの）の伝送可能距離は 10km とされている。中継基地局を利用すればこの距離をさらに 10km 延長できる。この距離は控えめなものであり、見通しや地形の条件がよければ、40km も可能であることが実環境のなかで証明されている。伝送速度は現在 35 ~ 70Kbps で、各加入者に専用の容量が十分に割り当てられている。データと音声の同時伝送も実現している。

corDECT のコスト低下

当初の試験的運用の結果によれば、音声と広い帯域幅のデータ通信が可能な数百 km のネットワークがなんと 5 万米ドル以下で敷設可能である。言い換えると、比較的的地方で人口密度が低い地域において、音声とデータ通信が、加入者 1 人当たり 300 米ドル弱で利用できる（このコストは下がり続けている）。このコストの低さは、多くの都市部に敷設されている標準のファイバーと銅線の技術と比較するとはっきりする。基幹通信網のコストは 1km 当たり 2 万 ~ 4 万米ドルで加入者 1 人当たりのコストの目安は 1,000 米ドル程度である。

### 15-7 公共政策はワイヤレス技術の潜在能力をどうすれば最大限に活用できるだろうか？

15-2 で述べたようなワイヤレス技術の潜在能力を最大限に活用するためには、様々な公共政策による支援が必要となる。その一例が、我々が地方サービスプロバイダー（Rural Service Provider: RSP）免許と呼ぶものである。

地方サービスプロバイダー（RSP）免許とは何か  
この RSP 免許は次のことを想定している。

- ・ 農村地域及び通信不便地域でのみ有効
- ・ 小規模事業者に障害のない参入を保証
- ・ 大手の基幹サービス事業者との公平な相互接続と公平な収益分配条件を要求

- ・ ICT 財に対する様々な課税の合理化・引き下げ
- ・ 特定の周波数帯域における伝送の免許免除

#### アフリカの事例 - 免許不要の周波数帯域

上記の最後の点について、アフリカの事例を引きながら考えてみよう。多くの国では新しい無線技術と政策により、特定の周波数を使った個人の伝送の場合は免許が不要となっている。この免許免除または免許不要の周波数は、例えば米国や多くの欧州諸国では 2.4GHz と 5GHz である。この周波数帯は当初、主として一般の電化製品（ラジコンカー、電子レンジなど）の使用について免許が不要であったが、基本的なインターネットや通信のサービスに使われることが増えている（Wi-Fi、WiMAX など）。

#### 2.4GHz 帯及び 5GHz 帯に対する異なる規制

アフリカにおける免許免除の周波数帯の状況を把握するため、2.4GHz 帯及び 5GHz 帯の規制と利用に関してアフリカのすべての国を対象に調査を実施した。規制担当者を中心に様々な層から回答が寄せられた。回答を寄せた国はアフリカの全 54 カ国中 47 カ国で、人口ではアフリカの 95% を占めた。

規制の強化に向かっていると思われる無線免許のカテゴリーは 6 つあり、これを免許体制の分類に利用してみた。次節の数字は、2.4GHz 帯（特に 2.4-2.4835GHz）についてアフリカ諸国の免許体制を示したものである。国により大きく異なっていることがうかがえる。

免許登録不要で使用許可されているのは 3 カ国のみ

2.4GHz 帯では 19% の国が免許不要だが登録を義務づけていることがわかる（5GHz 帯は 15%）。どちらも不要な国はルワンダ、レソト、チュニジアのみである。米国で通常意味する免許不要の周波数帯（つまり、免許も登録も不要）が存在するのは、2.4GHz 帯でアフリカではわずか 3 カ国（全体の 6%）、5GHz 帯で 2 カ国（同 4%）である。これは極端に低い数字である。免許が必要な利用については、手数料を支払えば自動的に免許が交付される（全体の 40% において）。

#### 大幅に異なる規制の現状

調査結果から、この周波数帯に関する規制はアフリカの国によって大きく異なっていることがわかる。免許の要件や条件だけでなく出力、範囲、サービスの関する規制も国ごとに大きな違いがみられる。免許の要件・条件が緩和されると、出力、範囲、サービスの種類に関する規制が強化される傾向が認められる。さらに、規制がいまだにない国、規制が変化している国がある一方、規制がある国でも規制の実施水準が低い場合が多い。

規制がこのように多様であるにもかかわらず、これらの周波数帯はアフリカの大半の国で無線インターネット接続に使われており、都市部ではホットスポットのような形式でサービスが提供されることも多いが、広い地域ではインフラの役割を果たしていることもある。農村地域のバックホール・ネットワーク接続にこれら周波数帯のワイヤレス技術を使用しているのは、調査に回答した国の 37% にも及んでいる。

---

---

## 第 16 章 セルラー電話

---

---

セルラー技術には、比較的低い固定費で広い地域をカバーできるという利点がある。セルラー技術には様々な規格がある。地方通信にはどの技術が最適だろうか？

### 本章のトピック

- 16-1 セルラー電話は地方の電気通信にどのような影響を与えるのか？
- 16-2 移動体通信はなぜユニバーサル・アクセスに適しているのか？
- 16-3 GSM はなぜ地方通信に適しているのか？
- 16-4 GSM 事業者のビジネス・モデルは、途上国の農村地域環境にどう適用させるべきか？
- 16-5 GSM ビジネス・モデルはタンザニアの農村環境で有効か？
- 16-6 農村地域における GSM の実効的な運用の前提条件は何か？

#### 16-1 セルラー電話は地方の電気通信にどのような影響を与えるのか？

移動体通信は市場の限界を押し広げ、固定電話網がない地域でも利用できるようになってきており、しかも固定電話よりも料金が安い場合も多い。ユニバーサル・アクセス・ファンド(UAF)の多くは、移動体通信を活用することで、補助金が少なくても済み、リスクも低い地域へのターゲティングを行っている。移動体通信が爆発的に普及したことにより、ファンドによってはおよそ辺境地のみを対象にすることも可能になった。

#### 費用対効果の高い遠隔地サービス

第 13 章で検討したウガンダの事例がこのことを物語っている。間もなく国土の大部分で、移動体通信や固定無線による基礎的なサービスが利用できるようになる。2002 年半ばには、全国の 926 区(Sub-Counties)のうち、通信が届かないのはわずか 154 区までになった。地方通信開発基金(RCDF)は、この 154 区への接続の

支援に力を入れているのである。しかし、既に通信が利用できるようになっている区も少なくない。このような区では 2004 年前半の入札までに、移動体通信事業者が RCDF からの最低限の補助で、あるいは補助なしでサービスを提供できるようになると予想されており、そうなれば、RCDF の補助が必要な区の数も 100 を大きく下回ることになる。こうした傾向は、人口密度が中位から高位の途上国で今後ますます強まるだろう。

#### 地元の起業家への少額補助金

農村地域に移動体通信事業者が積極的に関わっていることは、開発基金が少額補助を通じてその役割を強化する契機となる。例えば、ウガンダの RCDF は、無線信号が届きにくい地域、あるいは農村通信セットの配布を得るための電源がない地域で公衆電話を設置する起業家に対して、少額のグラントやマイクロ・クレジットを提供している。

## 16-2 移動体通信はなぜユニバーサル・アクセスに適しているのか？

移動無線（Mobile Wireless）が中南米、アフリカ、ロシアなどで地理的条件が厳しい地域のニーズを満たす機会が増えている。移動体通信技術と料金パッケージは、貧困層に魅力的な特徴を有している。

移動無線が最もコストが低くなる地域は多い。公共接続に加えて民間需要にも応えることができれば、ユニバーサル・アクセスとそれに必要な補助金の負担を軽減することができる。ユニバーサル・サービスの観点からみた移動無線の特徴は次の通りである。

- ・プリペイド式は貧困層に有利
- ・契約不要で責務がない
- ・パッケージの選択が可能
- ・未納者に対する部分的サービス停止
- ・コールバックとインコンタクト機能
- ・メッセージング
- ・電子メール/インターネットの入門的役割

移動無線が農村地域にも進出できるのは次の形態による。

- ・良好な接続が可能な通常の伝送距離は基地局から 10 ~ 15km
- ・見通し、アンテナ、固定端末などの条件がそろえば、ほぼ全方向で最長 35km の伝送距離
- ・既存の基幹伝送網、マイクロ波のホップの追加や衛星の活用により、農村地域向けの基地局の展開が可能

地方移動体通信は、移動体通信網がユニバーサル・アクセスや農村開発の成功につながっている国では大きな可能性を秘めている。その国とは、バングラデシュ、インド、タイ、ウガンダ、ナイジェリア、南アフリカ共和国などである。

また、地方における移動体通信は、基地局や利用者のレンジ拡大により 35km あるいは 70km の伝送距離が可能となる潜在性も秘めている。

## 16-3 GSM はなぜ地方通信に適しているのか？

従来の固定回線技術と異なり、農村地域における GSM 技術の経済性は次の要因に支えられている。

信号範囲内の誰もが通信可能

第一に、無線システムの信号範囲が同システムにより対応可能な市場の規模を決定していることである。その範囲に居住する誰もが希望すれば加入できる。

加入者増でも追加負担は発生しない

第二に、加入者が増え、その新規加入者がどれほど利用しようと、事業者にとって追加費用はほとんどかからないことである。プリペイド制度の導入により、月に数米ドルの利用でも収益上プラスになる。

GSM 装置は普及しており、価格が安い

最後に、GSM 装置は世界で最も普及している移動体通信技術なので廉価である上、地方の条件に合うように改良が進められている。現在、GSM 網一式の費用は、固定回線網の屋外施設のみの費用よりも低くなっている。GSM の端末もほかの携帯電話端末よりもはるかに廉価である。

GSM はアフリカで急速に普及

GSM 網はアフリカのどの国でも既に稼働しており、加入者もほかのどの大陸よりも伸びている。1998 年から 2003 年までの間の加入者増加率は、年平均で 62% である。

## 16-4 GSM 事業者のビジネス・モデルは、途上国の農村地域環境にどう適用させるべきか？

移動体通信サービスは固定回線サービスよりも廉価であることが多くの研究で明らかになっているが、通信事業者のビジネス・モデルが農

村地域に適しているとはいえない。通信事業者は、投資資金の短期回収や都市住民へのサービスに集中することで大きな利益を得るようになった。サービスに加入する際の障害も比較的少ないが（特に携帯電話端末の価格）、通話料金が平均の収入水準に比べて相当割高なのも事実である。スウェーデン国際開発協力庁（Swedish International Development Cooperation Agency: Sida）の委託を受けて Scanvi-Invest 社が行った調査では、小規模地方事業者が貧困農村地域への適用性を高めたまったく新しいビジネス・モデルを採用した場合の事業可能性を検討した。GSM 技術がコスト効率を維持しつつ、小型化できるかに主眼が置かれている。この新ビジネス・モデルの柱は次の通りである。

#### (1) 移動性を制限したサービス

既存の GSM 免許との侵害を回避し、様々な料金体系の正当性を維持するため、「移動性を制限した」サービスを提供する。ただし、全国展開する移動体通信事業者の加入者が当該地域を訪れた場合はローミング<sup>79</sup>を保証し、その移動通信事業者が投資コストをかけずにサービスを提供できるようにする。

#### (2) 低いローカル通話料金

規制の対象となる固定回線事業者の料金と比較して、低いローカル通話料金を設定する。これは、地方の住民に費用負担可能なサービスを提供し、一定の電話普及率を達成することを狙ったものである。

#### (3) 着信収益の比重が高い

現行の相互接続料金体系の下で収益の高い地域からの着信により得る収益が、総収益の大きな比重を占める。地方通信事業者は、独立した GSM 網一式を所有・運営する。農村地域の伝送設備は未整備またはコストが高いという現状を踏まえると、望ましい方法といえる。ただし、ロー

カル交換（Local Switching）が必要である。

#### 技術

- ・農村地域向けの高性能の無線基地局装置技術（Base Transceiver System: BTS）の設計
- ・伝送コストを圧縮するローカル交換
- ・コストを事前公表したプリペイド方式

#### マーケティング

- ・市内通話料（Local Calls）を安く設定して加入の障害を低く抑える。
- ・移動性を制限したサービス（Limited Mobility）
- ・廉価な携帯電話端末（Handset）とマイクロ・ファイナンスの提供

### 16-5 GSM ビジネス・モデルはタンザニアの農村環境で有効か？

Scanvi-Invest 社の調査では、可能な限り現実的な検討をするため、タンザニアを対象国とした。

サービスエリアの電話普及率は 12.5%

ある事業者によれば、タンザニアにおいて移動体通信網は国土面積の 7～9% をカバーしており、人口比では 25%（約 800 万人）であるという。タンザニアの移動体電話利用者は 100 万人を超えているので、サービスエリアでは 8 人に 1 人が電話を利用しており、電話普及率でいうと 12.5% になる。

収益性のシミュレーションを 3 つの地域で実施

タンザニアで 3 つの地域をモデル地域に指定した。どの地域も限定的ながら固定回線サービスはあるが、携帯電話のサービスエリア外であり、公共電力供給のない典型的な農村地域である。これらの地域の人口動態、電話普及率の見直しなどの情報を用意し、入札の形で様々な事

<sup>79</sup> 契約している通信事業者のサービスを、その事業者のサービス範囲外でも、提携しているほかの事業者の設備を利用して受けられるサービス。

業者に事業プランと見積価格を出してもらった。

事業者は本調査に大きな関心を寄せ、入札者の数は各ネットワーク構成要素当たり平均 3.4 となった。入札者の大半は今回のモデル地域に類似した条件下で事業を実施した経験を有していた。入札に参加した事業者のうち、7社と面接を実施した。

料金を引き下げれば、電話普及率は 6% になると予想

ジニ曲線並びに所得に占める通話支出の割合を示した ITU の統計を用いてタンザニアの所得分配を検討した結果、6% の電話普及率を達成できることが判明した。そのためには、住民の支払い能力を考慮した料金設定でサービスを提供することが必要である。調査報告書では、廉価な携帯電話端末とマイクロ・ファイナンスを提供することで、サービス加入の障害を取り除くことが提案されている。月間電気通信事業収入 (Average Revenue Per User: ARPU) が 14 ~ 18 米ドルの既存通信事業者と比較して収益率は落ちるが、加入者 1 人当たりの利用率は高まると結論づけている。

GSM は最も費用対効果が高い

低所得の農村地域に電話サービスを提供する技術としては、GSM が最も費用対効果が高いことが本調査で確認された。加入者 2 万人以上のネットワーク規模があれば、独立事業者の収益性は確保できるのである。

設備機器の投資コストは、加入者 1 人当たり 250 ~ 300 米ドル、ローカル交換を用いた TRX は 1 台当たり 5 万 5000 米ドルから 7 万米ドルという結果が出た。この数字は、サービス関連の数字であり、事業者事業開始にあたって AC 電源が使える本部建物などを設立する費用は含まれていない。こうした投資コストは、全国的な通信網整備と比較して相当高いが、その要因としては、ローカル交換にかかるコストに加えて、伝送や電力のコストが高いことが挙げられる。

## 16-6 農村地域における GSM の実効的な運用の前提条件は何か

本調査によれば、以上のシナリオが実効性をもつためには次の前提条件が必要である。

- ・ サービス課金にプリペイド方式のみを使用
- ・ サービスエリア用のローカル交換
- ・ 免許付与については特別な配慮が必要
- ・ 全国通信網の相互接続ポイントへのアクセス
- ・ GSM 周波数帯の配分

GSM モデルは補助金なしで採算性を確保できるが、投資家の期待水準には達していない

本調査で明らかになったのは、このタイプの地方移動体通信事業者は、補助金なしでも採算性を確保できるが、その採算性は、全国展開する GSM 事業者へ出資する投資家の期待水準には達していないことである。途上国の大半では、移動体通信事業者が採算面で目覚ましい業績を上げ続けている。しかし、本調査の対象はアフリカの貧困国の農村住民である。調査に協力してくれた小規模の事業者にとっては規模の面で不利である。民間投資家は投資意欲がわかず、既存事業者にとってもおそらく魅力がないだろう。これらの地方事業者が、農村住民に対して最初に ICT サービスを提供することで、経済的社会的価値が農村社会にもたらされることは明らかである。大半の国がユニバーサル・サービス・ファンド (USF) の仕組みを整備しているのはまさしくこのためであり、この観点から本章で述べたコンセプトは非常に有効であると考えられる。ユニバーサル・サービスを提供する事業者の基準を設定すれば、USF の資金や国際機関を通じたより条件のよい資金が利用しやすくなり、事業者の資金調達コストを引き下げることが可能である。

地方 GSM 事業者は採算性を確保できるというのが、本調査の結論である。