

第2章 ブロードバンド技術の特性等

第1節 2010年度におけるブロードバンドの整備のイメージ

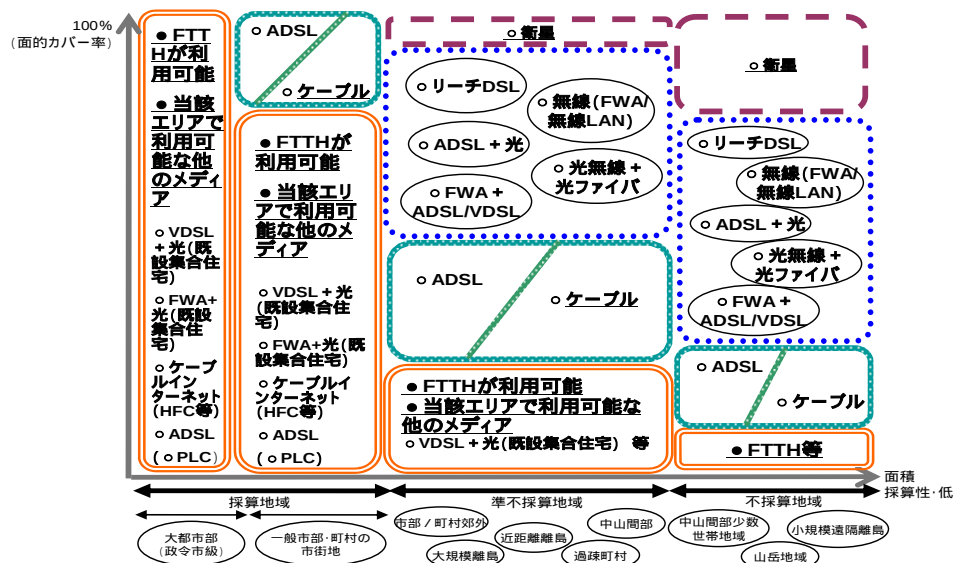
ブロードバンド基盤の整備の在り方については、「次世代ブロードバンド戦略2010」(総務省、2006年8月)に示されているとおり、基本的な考え方としては、引き続き、民間主導原則の下、国は適切な競争政策を行うとともに、事業者に対して投資インセンティブを付与することにより、これを促進することとしており、技術的な観点として国は、技術中立的な立場で多様な技術によるブロードバンドの全国整備を図ることが求められています。

また、ブロードバンドが未だ整備されていない、投資効率の悪い不採算地域等については、事業者・国・都道府県・市町村・地域住民等の関係者が連携し、整備に向けた取組を行うことが必要であるとともに、採算地域、準不採算地域、不採算地域などの地理的特性を考慮しつつ、事業者の投資効率を勘案しながら、地域のニーズや実情に応じた適切なブロードバンド技術が利用できる環境の整備を図ることが重要です。

ブロードバンド技術としては、光ファイバ、ADSL、ケーブルインターネット(FTTH方式を除く。)などの有線系技術やFWA、衛星通信、光無線通信などの無線系技術があり、大都市部、一般の市部・町村部の市街地といった採算地域から、市部・町村部郊外、中山間部などの準不採算地域、中山間部少数世帯地域、遠距離離島などの不採算地域まで、それぞれの地域における地理的特性等に応じ、単一若しくは複数技術の組み合わせによりブロードバンドの利用が可能となります。

図表2-1のとおり、様々なブロードバンド技術が利用可能な環境が実現された2010年度における整備イメージでは、事業者にとっての採算地域から不採算地域まで、全国のあらゆる地域でブロードバンドが利用可能となった場合における各メディアの一般的な利用可能性の関係のイメージを表示しています。

図表2-1 2010年度におけるブロードバンドの整備イメージ



図表 2 - 1 によれば、例えば、大都市部等採算地域（図表 2 - 1 の左側部分）においては、F T T H がほぼ全地域でカバーされ利用可能となりますが、地域における採算性が低下する（図表 2 - 1 の右側へ進む）に従って利用可能地域が減少することとなります。また、F T T H が利用可能な地域においては、ケーブルインターネットや A D S L、あるいは「V D S L + 光」や「F W A + 光」等、他のメディアも利用可能となります。F T T H が利用できない地域においては、ケーブルインターネットや A D S L（リーチ D S L を含む。）が利用可能となり、F W A や衛星との組み合わせによってもブロードバンドの利用が可能となっています。

将来的には、ほぼ全地域でいずれかのブロードバンド技術又はそれらの組み合わせによるブロードバンドの全国整備がなされることが期待されており、図表2-2に示すような、地域の特性に応じて、有線、無線などの各種メディアを組み合わせたブロードバンド・ネットワークが構築されることも想定されます。

図表 2 - 2 ブロードバンド・ネットワークのイメージ



第2節 ブロードバンド技術の相互比較

1 ブロードバンド技術の相互比較

ブロードバンド基盤の整備については、光ファイバを利用したF T T Hが現時点におけるブロードバンド基盤としては最も高機能かつ安定的であり、高度なブロードバンド基盤を整備する観点からいえば、光ファイバを全国整備することが理想ではあります。

しかしながら、2010年度までに光ファイバを全国整備することは、費用等の面で現実的にほぼ不可能と考えられ、また各地域の需要もまちまちで画一的な整備は難しいことから、前述のような様々なブロードバンド技術の活用やそれらの組み合わせ等により、現状の技術レベルのものも含む多様な技術・ネットワーク構成により、迅速で効率的な整備を進める必要があります。

そこで、各種ブロードバンド技術の特性等について、図表2 - 3に示し、技術的特性や整備コスト等の相互比較を行いました。

図表2 - 3 各種ブロードバンド技術の特性等

	有 線			無 線		
	F T T H	A D S L	ケーブルインターネット (同軸、H F C、光ファイバ)	F W A	衛星	光無線
通信速度 (ベストエフォート)	数十 Mbps ~ 1Gbps	下り：1.5Mbps ~ 60Mbps 上り：数百 kbps ~ 5Mbps	下り：数百 kbps ~ 160Mbps 上り：数百 kbps ~ 数 10Mbps	数 Mbps ~ 156Mbps	数百 kbps ~ 数 Mbps	100Mbps ~ 1.25Gbps
伝送可能距離	20 km ~ 100 km	数km程度	同軸：~10 km程度 H F C：F T T Hより劣る 光ファイバ：F T T Hと同等	数百 m ~ 数km程度	—	4km
品質安定性	・速度も安定、大容量のアプリケーション・コンテンツをスムーズに流通可	・周囲の環境(ノイズ)に左右されやすいので速度が不安定 ・収容局からの距離により、通信速度が低下する場合やサービスが提供できない場合あり	・F T T Hほどではないが、比較的安定性が高い	・障害物、天候等周囲の環境により通信速度の低下や通信品質の劣化が生じる場合がある ・有線システムと比較し、よりセキュリティ対策に配慮が必要	・天候等周囲の環境の影響を受ける場合あり	・電波無線システムとの共存が可能であり、拡散しないため秘匿性が高く、傍受されにくい ・天候により見通しがきかない場合、通信品質が劣化
1世帯当たりの整備コスト例 (各種試算等による目安)	31.1万円 (1,150世帯、PON方式) 30.4万円 (3,100世帯、SS方式)	2.3万円 (1収容局、500世帯) 既存設備を活用し、必要な設備を導入する平均的費用	12.4 ~ 18.9万円	18.1万円 (1,000世帯、26GHz方式)	55.0万円 ~ (機器価格(アンテナ・IDU・ODU)、工事費別)	280万円 (1kmで1.25Gbps、工事費別) 幹線系の利用が多い
地理的適性	・サービス提供地域が、採算効率の高い都市部中心	・既存のネットワークを利用するため、新たに加入者宅までケーブルを敷設することなく、短期で安価にサービス提供可	・全国各地で普及が進展	・エリア全体をカバーするので、柔軟なネットワーク構築が可能	・上空から広く面的にカバーするので、中継回線がない離島や中山間地域等の遠隔地でも少ない初期投資でカバー可能	・光ファイバの敷設が困難な河川、谷間を横断する利用などに有効
その他	・上り下りの通信速度が同じ ・WDM等の伝送機器の増設又は更新のみで大容量化、放送等の多目的な利用が可能	・長距離伝送が可能なり ・F T T H方式により10km程度でもサービス提供可	・放送サービスと一体的に提供することが可能	・山間部等の地形が峻険な地域、集落が広範囲に点在している地域等において、F T T H等と比較して短期で安価に整備が可能	・初期コストと比較するとランニングコストが高価	・無線局免許が不要、かつ迅速なネットワーク構築が可能

注) 整備コストについては、地域特性により変動することから、暫定的なものとして示しており、主な引用元は以下のとおりです。

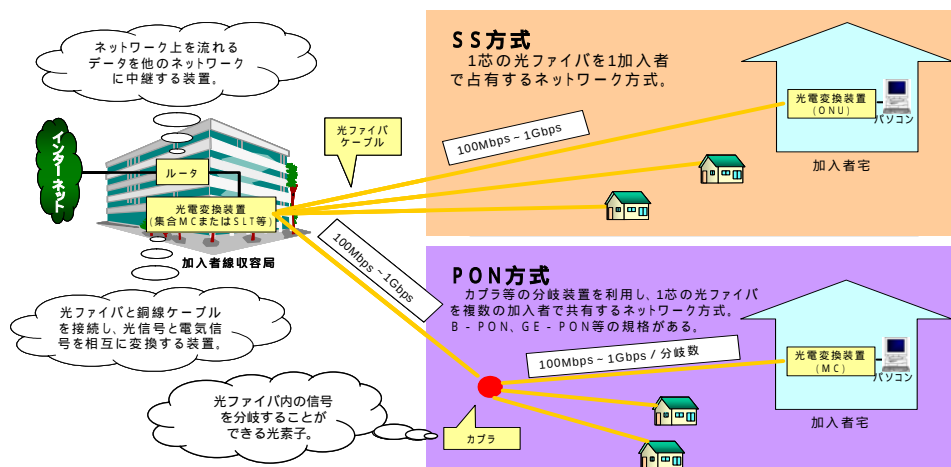
- ・F T T H、A D S L及びF W Aの整備コストは、全国均衡のあるブロードバンド基盤の整備に関する研究会最終報告(2005年7月)より引用しています。
- ・ケーブルインターネット(H F C)の整備コストは、デジタル・ディバイド解消戦略会議第一次報告書(案)(2008年2月 総務省)より引用しています。
- ・衛星、光無線の整備コストは、ブロードバンド全国整備促進WG資料より引用しています。

(1) F T T H (Fiber To The Home)

システムの概要

通信事業者の収容局から加入者宅まで光ファイバを敷設し、超高速インターネットアクセスを可能とするものです。配線形態の違いにより、1 芯の光ファイバを1 加入者で占有する S S (Single Star) 方式と、1 芯の光ファイバを複数の加入者で共有する P O N (Passive Optical Network) 方式があります。

図表 2 - 4 F T T H の構成例



メリット

- ・ 上りと下りの通信速度が同じでかつ速度も安定しており、大容量のアプリケーション・コンテンツをスムーズに流通させることが可能です。
- ・ 拡張性に優れており、WDM⁵等の伝送機器の増設または更新のみで大容量化、放送番組伝送等の多目的な利用が可能です。

デメリット

- ・ 他のシステムと比較して、コスト（イニシャルコスト及びランニングコスト）が一般的に高価です。
- ・ サービス提供地域が採算効率の高い都市部が多いです。

(2) A D S L (Asymmetric Digital Subscriber Line)

システムの概要

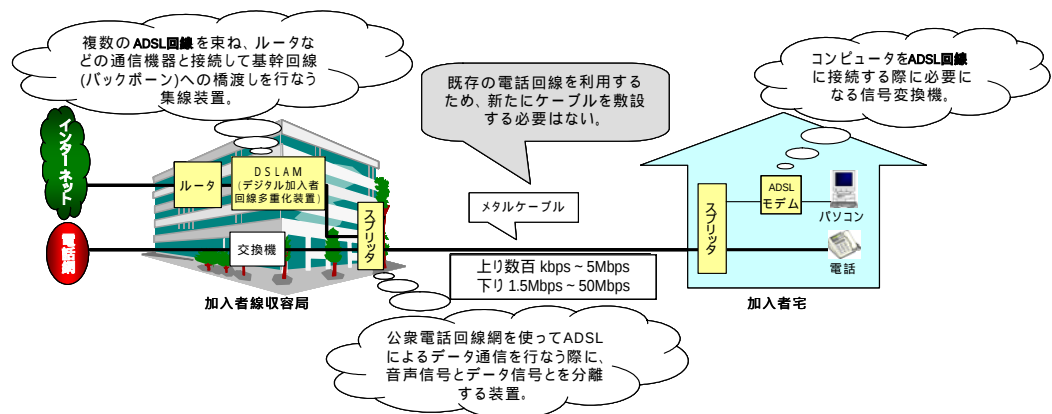
加入者宅の既存のメタルケーブル（電話線）に A D S L モデム等を設置することにより、電話サービスと同時に高速インターネットアクセスを可能とするものです。

⁵ Wavelength Division Multiplexing（波長分割多重方式）の略。複数の異なる波長の光信号を多重化し、1本の光ファイバで伝送する技術のこと。すでに敷設されている光ファイバ網をWDM化することにより通信容量を飛躍的に増大させることが可能になる。また最近では大容量化する目的だけでなく、放送用の波長を伝送する目的で利用するケースもある。

上りの通信速度より下りの通信速度を高速にすることで、インターネットアクセス（ダウンロード）の高速化が可能となります。

最近では、長距離化が可能な光ファイバと、低コスト、大容量アクセスのVDSL⁶を組み合わせた「FTTR (Fiber To The Remote Terminal)」という技術も実用化されはじめています。

図表2 - 5 ADSLの構成例



メリット

既存のメタルケーブル（電話線）を利用するため、収容局に専用装置（DSLAM等）を設置するだけで新たに加入者宅までケーブルを敷設することなく、短期間でかつ安価にサービス提供が可能です。

また、集合住宅まで光ファイバ回線が届いている場合は、VDSLを用いてより高速なサービス提供も可能です。

デメリット

- ・ 周囲の環境（ノイズ）に左右されやすいので速度が不安定です。
- ・ 収容局からの距離により、通信速度が低下する場合やサービスが提供できない場合があります。ただし、長距離伝送が可能なリーチDSL⁷という方式であれば 10km程度でもサービス可能な場合があり、一部事業者がサービスを提供しています。
- ・ 収容局から加入者宅までのケーブルが一部でも光化されている場合、メタルケーブルが併存しているか、またはRT-BOX局に光電変換装置等の専用装置を設置するスペースがあることがサービス提供するために必要となります。

⁶ Very high-bit-rate Digital Subscriber Line の略。1対の電話線を使って通信する。ADSLと同じ非対称速度型であり、伝送速度は下りが13Mbps～52Mbpsで、上りが1.5～2.0Mbps。伝送距離は数百m程度。

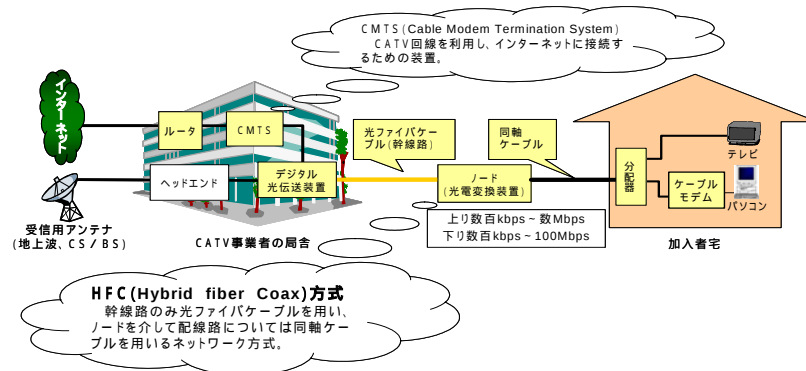
⁷ 300kHz以下の周波数帯域を使用するため、距離による信号の減衰やノイズの影響を受けにくい。ただし、通信速度は上り下りあわせて最大2.2Mbpsと通常のDSLよりも遅い。専用のモデムを設置する必要がある。

(3) ケーブルインターネット (HFC等)

システムの概要

既存のケーブルテレビネットワークに専用設備(ケーブルモデム等)を増設することにより、高速インターネットアクセスを可能とするものです。従来、同軸ケーブルが主流でありましたが、最近では、幹線路のみ光ファイバケーブルを用いる方式(HFC方式)が標準的です。

図表2-6 ケーブルインターネットの構成例



メリット

- ・放送サービスと一体的に提供することが可能です。
- ・新たにCATVを整備する場合、FTH同様、加入者宅までケーブル(同軸ケーブル)を敷設する必要がありますが、かなり普及が進んでいることもあり、既存の施設の利用が可能な場合もあります。(この場合、全ての施設を敷設する場合に比べ安価に整備が可能。)

デメリット

- ・一般的にFTHと比較して通信速度が遅いです。
- ・ただし、c.LINK⁸やDOCSIS 3.0⁹を利用することにより、FTH並の通信速度を実現できます。

(4) FWA (Fixed Wireless Access)

システムの概要

FWAの場合、加入者まで(ラストワンマイル)を無線により構築するものであり、事業者側の基地局と複数の利用者側の加入者局とを結ぶ1対多方向型(P-MP: Point to Multipoint)と、事業者側と利用者側とを1対1で結ぶ対向型(P-P: Point to point)があります。通信速度、通信距離等については、周波数帯(2.4GHz帯、5GHz

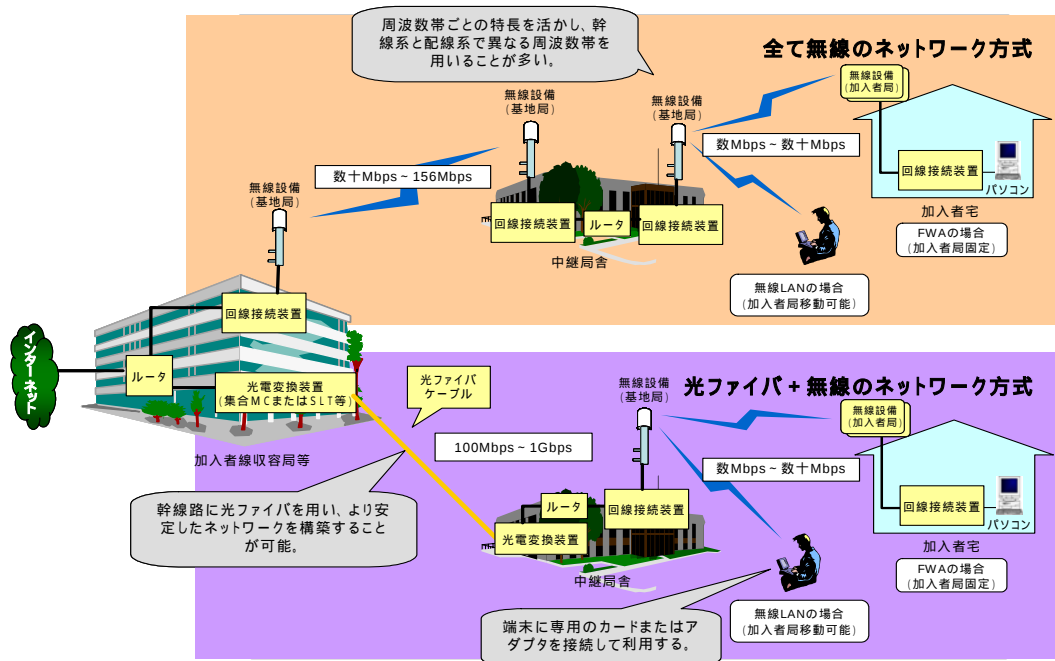
⁸ c.LINKは、Entropic Communications社の登録商標。同軸ケーブル上で、ケーブルテレビが使用していない周波数に高速モデム信号を重畳することにより、最大250Mbps程度の速度が実現可能。

⁹ DOCSISは、Data Over Cable Service Interface Specificationsの略。複数チャネルを束ねて同時に使う「チャネルボンディング」と呼ばれる技術を用い、上り下りともFTH並の120Mbpsから最大1.2Gbps程度の速度を実現可能。

帯、18GHz 帯、26GHz 帯等）によって異なります。最近では、無線 LAN を面的に設置し、一定地域をカバーするメッシュ型無線 LAN も注目されています。

また、WiMAX¹⁰や高速無線 LAN¹¹など新たな無線通信システムの登場により、利用範囲及び用途の拡大が期待されます。

図表 2 - 7 FWA の構成例



メリット

- ・ ケーブル敷設工事の必要がないので、特に山間部等の地形が峻険な地域、集落が広範囲に点在している地域等においては、FTTH及びケーブルインターネットと比較して短期間でかつ安価に整備が可能な場合があります。
- ・ エリア一帯をカバーするので、柔軟なネットワーク構築が可能¹²です。

デメリット

- ・ 周囲の環境（障害物、天候（特に落雷に弱い場合がある。）他の無線システムとの干渉等）により通信速度の低下や通信品質の劣化が生じる場合があります。

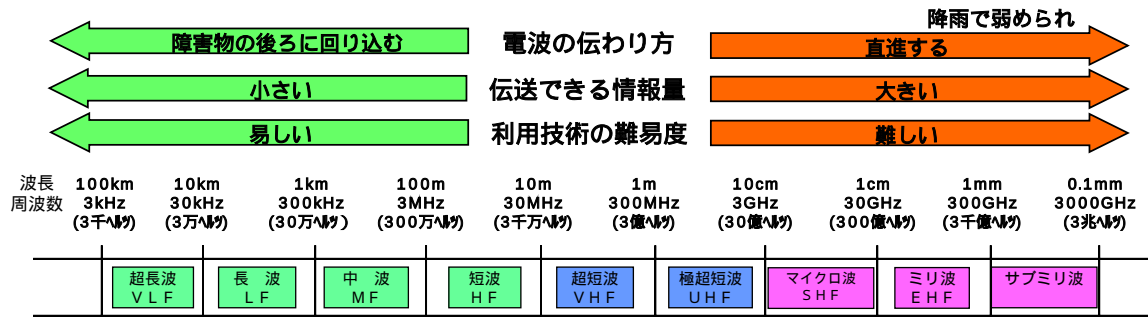
¹⁰ World Interoperability for Microwave Accessの略。第3世代携帯電話を上回る伝送速度を有する無線アクセスシステムで、都市部を中心に広域をカバーし、自宅、職場から持ち出したパソコンをどこでもブロードバンド環境で利用可能とするものであり、また中速程度（120km/h程度）の移動でも利用可能である。さらに、都市部以外においても、条件不利地域における有線ブロードバンドの代替システムとして期待されている。

¹¹ 100Mbps以上の通信速度を実現する次世代無線LAN。理論上最大600Mbpsの通信速度が実現可能。

¹² 基本的に一定の見通しが必要。

- ・ 上記の有線システムと比較し、よりセキュリティ対策に配慮する必要があります。

【参考】周波数ごとの電波の一般的特性



方式(システム)名		ミリ波帯FWA	無線LAN (WiFi等)	高速無線LAN	広帯域無線アクセスシステム (WiMAX等)
技術的特徴	伝送距離	数百m～数km程度	数百m～数km程度	数百m程度	数km程度
	伝送速度	150Mbps	10～50Mbps程度	100Mbps以上	20～30Mbps程度
	モビリティ	固定	固定～低速	低速	固定～中速
	周波数帯	18GHz帯 22GHz帯 26GHz帯 38GHz帯	2.4GHz帯 4.9GHz帯 5.03GHz帯 5GHz帯	2.4GHz帯 4.9GHz帯 5.03GHz帯 5GHz帯	2.5GHz帯 3.5GHz帯 5.8GHz帯 (我が国では2.5GHz帯を検討中)
	その他	高速・高品質のサービスが可能	・キャリア等による周波数共用 ・帯域幅が最大20MHz	・キャリア等による周波数共用 ・帯域幅が最大40MHz ・MIMOによる空間多重分割伝送	固定系と移動系がある
主な利用シーン	ブロードバンドインターネットアクセス(ラストマイル)	○	○	○	○
	無線スポット	×	○	○	
	その他	・高品質 ・高速	汎用品が普及し、低コスト	汎用品が普及し、低コストとなることが期待される。	・有線ブロードバンド代替システム ・広域インターネット接続
免許・登録		免許要 (基地局、陸上移動局)	免許不要又は登録要 (基地局、陸上移動局)	免許不要又は登録要 (基地局、陸上移動局)	免許要 (基地局、陸上移動局)
基盤法の支援対象		○	○ (基地局のみ)	(○) (現行措置の範囲内)	(移動系については、利用動向等を踏まえ検討)

(注)・「主な利用シーン」欄の「○」は主に利用される、「○」は使用されることもある、「×」は一般的に使用されない。

(5) 衛星インターネット

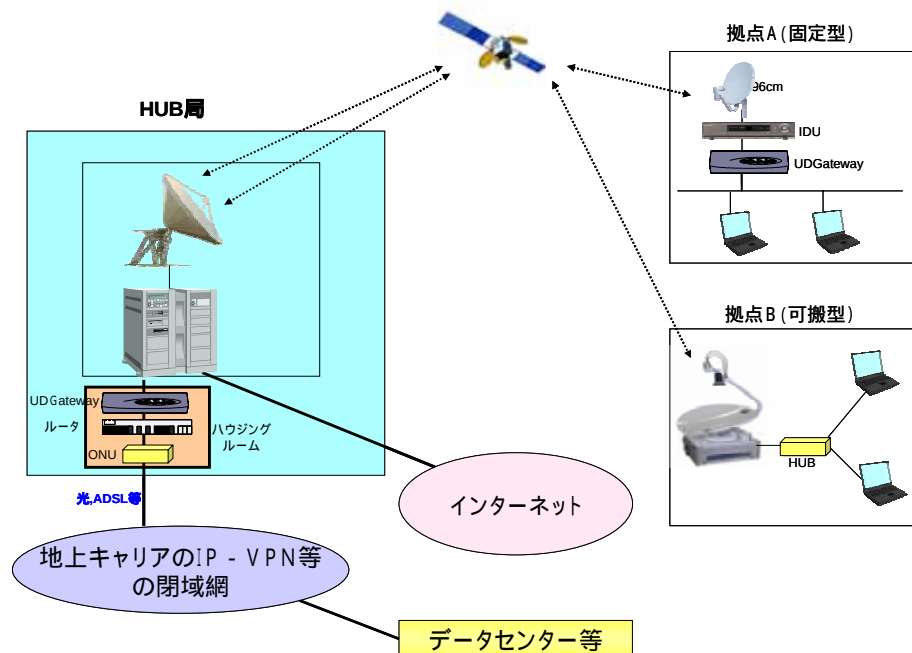
システムの概要

衛星により、高速な双方向データ通信を行うものです。現在、下り2.5Mbps～10Mbpsの法人向け帯域共用型サービスが行われています。

また、衛星とF T T Hや無線を組み合わせた個人向けサービスについても、試験サービスや実証実験が行われ、一部地域において本格サービスも開始されています。

なお、海外では既に個人向けブロードバンド・サービスとして衛星インターネットが活用されています。

図表2 - 8 衛星インターネット（帯域共用型）の構成例



メリット

- ・ 上空から広く面的にカバーするため、中継回線がない離島や中山間地域等の遠隔地でも少ない初期投資でカバーすることが可能です。
- ・ 距離に関係なくネットワークの構築ができ、拠点数が増えてもコストの増大が少なくなります。
- ・ 災害時、ネットワークトラブル等で地上回線が利用できない状況でも利用可能、さらに可搬アンテナを利用すれば、場所を選ばず即座に通信可能です。
- ・ 無線従事者等の資格は不要です。

デメリット

- ・ 降雨による影響を受ける場合があります。
- ・ 初期コストと比較するとランニングコストが高価です。
- ・ 衛星遅延があります。(約 250msec)

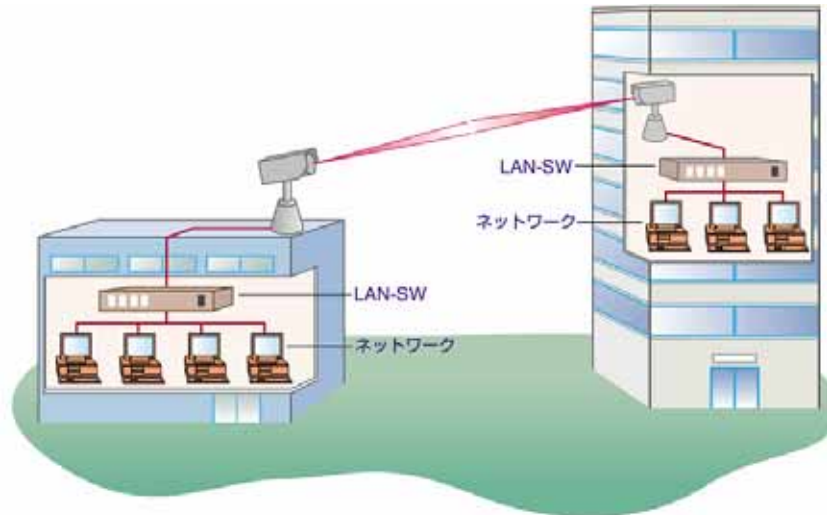
(6) 光無線通信

システムの概要

電波より遙かに短い波長の赤外線レーザを空間に飛ばし、光ファイバ並の超高速通信が可能です。

現在、800nm 帯の波長を使うものが主流であり、通信速度も 1.5Gbps までのシステムが実用化されており、新たなブロードバンド技術としても注目されており、研究開発等の取組も積極的に行われています。

図表 2 - 9 光無線通信の構成例



メリット

- ・ 固定通信と比較して設置が容易、迅速であるとともに、電波を利用した無線通信と比較して高速・大容量化が容易に可能です。
- ・ 投資効率等の面で整備が進みにくい地域や光ファイバの敷設が困難な地区において、低コストで光ネットワークの構築が可能です。

デメリット

- ・ 伝送距離が 4 km 程度と短いです。
- ・ 見通し通信で秘匿性は高いものの、天候依存性があり、特に霧など見通しが遮られると、通信状態が悪くなります。

2 ホームネットワーク（室内・構内ブロードバンド）技術について

近年の新たな技術開発により、屋内や構内などのホームネットワークにおけるブロードバンド技術についても多様化が進んでいます。

例えば、有線分野では、従来の光ファイバの敷設が困難な集合住宅等で、既存の同軸ケーブルを使ったケーブルインターネットの一種として、最大 250Mbps 程度の超高速なインターネット通信を実現する c . L I N K や、現在、構内ブロードバンド化を具現化する技術として無線 LAN、ADSL 各種技術等がありますが、低コストかつ簡便な方法により高速インターネット通信を実現するソリューションとして高速無線 LAN や PLC¹³が注目されています。

¹³ Power Line Communications (高速電力線搬送通信) の略。我が国では、平成 18 年 10 月に制度化された。

ます。

また、無線分野では、将来的にLED¹⁴などを用いた可視光通信などの技術も新たなブロードバンド技術として期待されています。

第3節 地域の実情に応じたブロードバンド技術の選定に関する検討方法

1 検討の際に考慮すべき要素

実際にブロードバンドを整備するにあたっては、次章において述べる整備手法の検討作業と同様、ブロードバンドの整備状況、事業者の投資対応、住民ニーズ、市町村の財政状況等の各種要因を総合的に考慮し、ブロードバンド技術の選定を行うこととなります。また、ブロードバンドの未整備地域を解消するにあたっては、ブロードバンドの整備を阻害してきた要因について客観的に把握することが重要です。

ブロードバンド整備に関するヒアリング等によれば、ブロードバンド技術の選定に関する検討にあたり、整備者は主として次のような要素を判断材料にブロードバンド技術を選定することが一般的です。

- ・ 地形、世帯分布・密度等の地理的要因や人口動態的要因
- ・ ブロードバンド・サービスに関する住民ニーズ、地域的要請等
- ・ 放送再送信や映像伝送を含むアプリケーションの提供予定等の利活用計画
- ・ 現状のブロードバンド整備状況や整備計画、既存インフラ（地域公共ネットワーク、CATV等）の活用意向等
- ・ 事業展開に必要な設備（バックボーン回線、収容局設備、加入者回線の種類等）の現状
- ・ 整備コストの大きさ

2 具体的な検討方法

上記1に挙げた主な判断要素に沿って、技術選定に関する典型的な検討パターンの例を示せば、次のとおりとなります。（なおこの検討は、例えば特定の行政区域等において一部の地域のみを整備するのではなく、全域を整備対象にすることを前提としています。）

（1）映像伝送等の高速大容量の情報伝送が必要か

ブロードバンドの利活用に放送の再送信、監視モニターカメラによる複数チャンネル映像送信、高精細映像を活用した遠隔医療診断等の高速大容量伝送を想定する場合、F T T HやCATV¹⁵を選択することが必要となります¹⁶。

¹⁴ Light Emitting Diode(発光ダイオード)の略。

¹⁵ 基本的に、ケーブル・インターネットサービスを提供する広帯域デジタル・ケーブルテレビ（例：750MHz）を想定。以下同じ。

¹⁶ F W A、衛星通信等による映像伝送も各種の条件次第では可能な場合もあるが、現時点で高品質で安定

これらの映像送信等を必要としないと想定される地域については、ADSLやFWA等、FTTHやCATV（ケーブルインターネットを含む。）ほどの伝送速度を有しないブロードバンド技術を選択しても差し支えありません。

（２）地理的状况等はどうか

地形や世帯分布等の状況については、地域により千差万別であり、また整備コストの問題も関係することから、ブロードバンド技術の選定との関連づけについては必ずしも一般化が容易でない面もありますが、大まかな傾向としては、図表２－１に示したとおりです。

補足すれば、一般に技術の選定にあたっては、整備対象地域が有線による整備に適した地域なのか、無線による整備に適した地域なのか、或いは有線と無線を組み合わせた整備に適した地域なのか、といった点に留意することも重要です。

（３）既存のブロードバンド基盤を活用する方針か

条件不利地域等においては、既に行政の関与等によりブロードバンド整備済みの地方公共団体を除き、多くがブロードバンド・サービスの提供が一部の地域のみで行われているか、あるいは全く行われていない状況と考えられます。

そして、このような一部の地域におけるブロードバンド・サービスは、ADSLやCATV等によって提供されている場合があります。

また、地方公共団体等が光ファイバ網等¹⁷からなる地域公共ネットワークを有する場合があります。

このような場合、すでに整備されているこれらのインフラを活用したり、エリア拡大を行ったりする方式でブロードバンド整備を行っていくのか、あるいは全く新規に整備を行うかにより、ブロードバンド整備のために選定される技術は、例えば次のように自ずと限定されてくることとなります。

既存のブロードバンド基盤を拡張

→ 既存のブロードバンド基盤に使用されている技術

地域公共ネットワークを活用

→ 既存のネットワークの種別に応じ、FTTH等¹⁸

新規にブロードバンドを整備 → 白地からの検討

（４）整備コストについて

各ブロードバンド技術の施設等整備コストについては、次節においてFTTH、ADSL等の各技術を用いた場合の整備コストモデルを掲示していますが、これらはあくまでも一応の目安であり、整備対象地域の地理的条件等により大きく変動することが予想されるため、実際は、地

的な映像伝送方式として確立しているのは、FTTHとCATVである。

¹⁷ FWA方式を利用している場合もある。

¹⁸ 光ケーブルテレビ方式によるブロードバンド整備も考えられる。

域毎にそれぞれの特性を踏まえた積算を行うことが必要です。なお、提供するサービスの種類や利用ニーズ等とも密接に関連しますが、管理運営コストの検討も必要です。

(5) その他

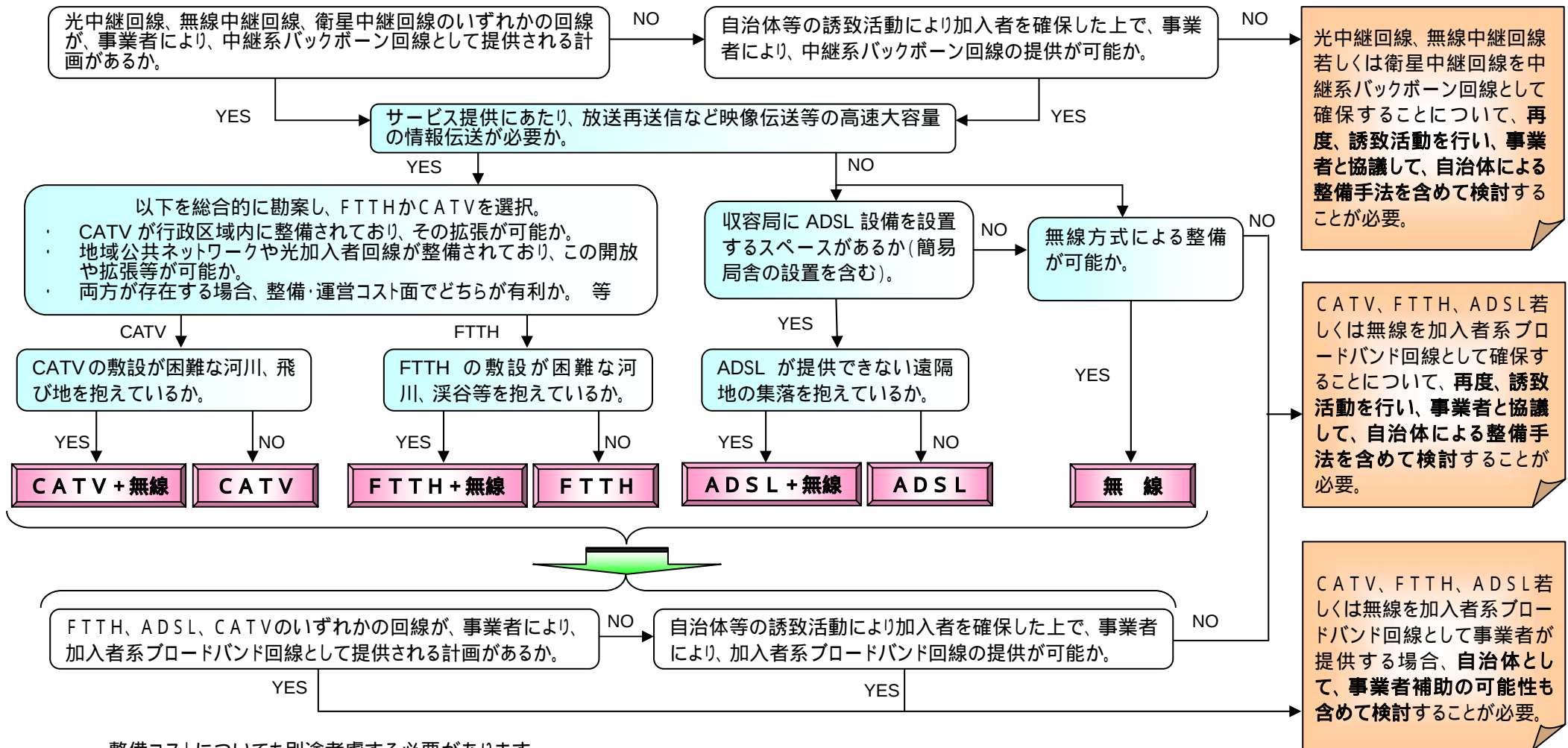
設備面では、ブロードバンド・サービス提供の前提として、整備対象地域と事業者の基幹回線網やＩＳＰとを結ぶ中継系バックボーン・ネットワークの確保が不可欠です。このような回線がない場合、光中継回線や衛星通信回線を含む無線中継回線等を中継系バックボーン回線として確保することについて事業者と協議し、その整備手法を検討することが必要です。

以上のような点を踏まえ、ブロードバンド技術の選定に関する検討プロセスの例に関するフローチャートを図表２－１０に示します。

このフローチャートに示したとおり、地域の実情に応じたブロードバンド技術の選定に関する検討については、ブロードバンド未整備地域への中継系ブロードバンド回線確保の状況等を踏まえ、当該地域におけるＣＡＴＶ、ＦＴＴＨ、ＡＤＳＬや無線等を整備する技術的環境と地理的特性等を考慮しつつ、実際の整備手法については、事業者の整備計画、誘致活動、自治体の財政状況を考慮した検討が必要です。

図表 2 - 1 0 ブロードバンド技術の選定に関するフローチャート例

- ブロードバンド未整備地域への**中継系ブロードバンド回線が確保されていることが前提**。この回線が確保されていない場合、中継系ブロードバンド回線の整備手法の検討が必要。
- **放送再送信や映像を活用したサービスの提供等、高速大容量伝送が必要な場合**には、ブロードバンド未整備地域を含む**行政区域内に地域公共ネットワークやFTTH、インターネットを提供するCATVが整備されているかどうか等を踏まえて、FTTHかCATVかを、総合的に判断**。
- 河川や渓谷横断などの**地理的条件**や、有線では物理的にサービスが提供不可能な**遠隔地に集落を抱えている場合、有線と無線との組み合わせた整備が有効**。
- 更に、有線によるブロードバンド・サービスの提供に拘らず、**無線単独によるブロードバンド・サービスの提供も考えられる**。



整備コストについても別途考慮する必要があります。

第4節 ブロードバンドの整備コストモデル

前節でも述べたとおり、整備コストはブロードバンド技術を選定するにあたっての判断要素の一つとなるため、整備コストがどの程度必要であるかを事前に知っておくことは重要です。

しかしながら、地方公共団体が主体となって整備を行う場合においては、事業者から見積書を徴すること等により整備コストを把握することになりますが、その際、おおよその妥当性を判断する材料がありません。

そこで、平成19年度、整備コストの妥当性を判断するための一つの材料として総務省から財団法人未来工学研究所に対して「ブロードバンド基盤整備に係る標準化モデル構築業務」の委託が行われました。

この標準化モデルは、地理的特性毎に設定した仮想地域において高速及び超高速ブロードバンド基盤を整備した場合に要する整備コストをシミュレーションしたものです。

本節では、地方公共団体が主体となって整備を行う場合の参考として本構築業務の報告書の一部を紹介します。

以下、「ブロードバンド基盤整備に係る標準化モデル構築業務」報告書より抜粋。

3. コストシミュレーション

3.1 対象地域

今回、行うブロードバンド基盤整備のコストシミュレーションは、ブロードバンド基盤が存在しないいわゆる「ブロードバンド・ゼロ地域」を対象とするものである。

地理的特性を抽出するにあたり、人口密度が比較的多い地域、いわゆる都市部や平地部・山間部の市街地では、既にブロードバンド基盤が整備されている可能性が高いことから、今回の算出対象地域（モデル）としては、平地部の郊外と山間部の郊外の2つを対象とする。また、道路沿いには電柱があり、各世帯は電気が使え、さらに固定電話が利用されていると想定する。

なお、シミュレーションは、それぞれの算出対象地域において超高速ブロードバンド及び高速ブロードバンドの2種類の基盤について行うこととする。

3.2 前提事項

3.2.1 対象技術

今回のシミュレーションは、以下の3技術を対象とする。

FTTH（PON方式）

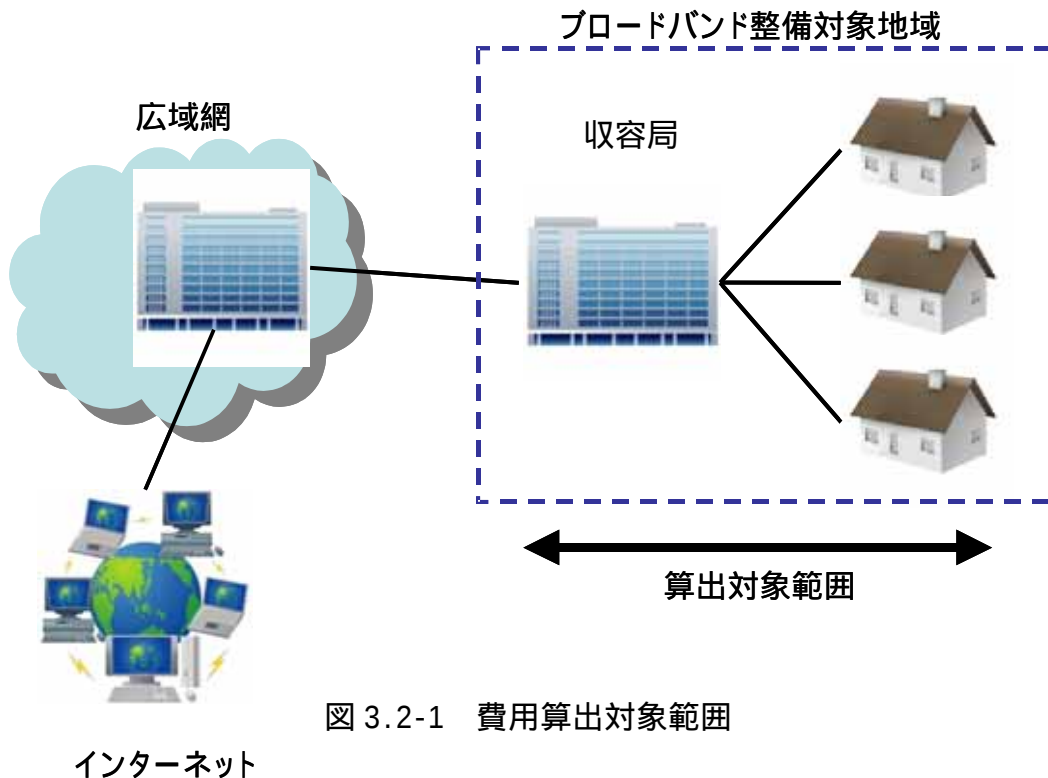
ADSL

無線アクセス

3.2.2 基本的な考え方

今回のコストシミュレーション（費用算出）は、ブロードバンド基盤を整備

する地域の世帯と広域網との接続拠点となる収容局、収容局と各世帯を結ぶアクセス系回線及び宅内環境の整備に要する費用を対象とする。したがって、収容局が光ファイバ等で広域網と接続されていない場合であっても、広域網に接続するために要する費用（光ファイバの敷設費用等）は含まないものとする。



ブロードバンド基盤整備に用いる技術により当然算出費用は異なるが、どの技術を用いようとも、整備に要する費用は次の式で表される。

$$\text{整備費用} = \Sigma \text{収容局環境の整備費用} + \Sigma \text{アクセス系回線の整備費用} + \Sigma \text{宅内環境の整備費用}$$

上記式の各要素について、費用の考え方を以下に示す。

ア) 収容局環境の整備費用の考え方

主に設備・機器の設置費用であることから、適用する技術に依存するものであって、地理的特性には依存しない。同一技術では、整備対象世帯数に依存する。

なお、今回算出する費用は、ブロードバンド（対象サービスはインターネットのみ）を整備するのに必要な設備・機器に関する費用のみであり、電源設備や局舎の増設等は含まない。

イ) アクセス系回線の整備費用の考え方

F T T Hの場合は、主に有線の配線工事に関する費用であることから、地

理的特性に大きく依存する。基本的には配線する距離に依存するが、地形も工事の困難さ等から費用に影響する。A D S Lの場合は、既存の電話線（メタルケーブル）を利用することから当該費用は発生しない。また、無線アクセスの場合は、基地局の整備費用が当該費用に当たるものと考えられるが、その設置数や配置等については地理的特性に依存する。

ウ) 宅内環境の整備費用の考え方

主に機器の費用と引込線の整備費用（引込線の材料費と引込線の工事費）である。機器の費用や引込線の材料費は適用する技術に依存するが、引込線の工事費は地理的特性に依存する。

3.2.3 算出対象費用

収容局環境の整備費用

- ・ ルータなど収容局内外に設置する設備の費用
- ・ 設備の設置・調整に要する費用

アクセス系回線の整備費用

- ・ 光ファイバや光スプリッタ、アンテナ等の材料・機器費用
- ・ 光ファイバの配線工事費と機器の設置・調整に要する費用（F T T Hの場合）
- ・ 基地局の設置・調整に要する費用（無線アクセスの場合）

宅内環境の整備費用

- ・ 回線終端装置などの機器費用
- ・ 回線開通工事費用

回線事業者とユーザ宅内の回線終端装置とを接続するための工事費用

回線終端装置からパソコン等への接続は各ユーザが行う。また、宅内に回線を引き込む際のユーザ宅建物改修（壁の穴あけ等）費用は含まない。

3.2.4 算出費用のパラメータと算出式

3.2.4.1 FTTH (Fiber To The Home)

(1) 収容局環境の整備費用

【パラメータ】整備対象世帯数

基本は整備の対象となる世帯数により、整備する設備・機器の種類や数が決まる。費用の要素としては、ルータ、O L T、光成端架等の設備・機器費、並びに各設備の設置・調整費（設計・設定・試験費用等）がある。このうち、O L Tの機器費については、アクセス系回線として整備する光ファイバの本数によって変動する。

総費用 = 設備・機器の費用 + 設置・調整費用

(2) アクセス系回線の整備費用

【パラメータ】

- ・ 収容局からユーザ宅までの距離の総和
- ・ 地形
- ・ 収容局とユーザ宅間における光ファイバの分岐数
(光スプリッタの数)

ア) 光ファイバケーブルの材料費

光ファイバケーブルの必要距離は、収容局から各ユーザ宅までの道路距離に概ね比例すると考えられることから、道路距離の総和に安全率(例えば1.2倍)を乗じた距離となる。

総費用 = 光ファイバケーブル単価 × 光ファイバケーブルの総距離 (道路距離の総和 × 安全率)

イ) 機器(光スプリッタ、クロージャ等)費用

収容局からユーザ宅までの距離や収容局とユーザ宅間における光ファイバの分岐数によって変動する。

総費用 = 機器費用

ウ) 配線工事費

概ね光ファイバを敷設する道路距離に比例するが、整備する地形によっても工事費は異なる(一般的に平地部より山間部の方が高額となる。)

総費用 = (平地部の道路距離 × 工事費) + (山間部の道路距離 × 工事費) + 機器の設置・調整費用

(3) 宅内環境の整備費用

【パラメータ】

- ・ 整備対象世帯数
- ・ 引き込み距離

ア) ONU (Optical Network Unit: 光加入者線ネットワーク装置) の費用
1 ユーザ宅あたり 1 台設置することになる。

総費用 = ONU の費用 × 整備対象世帯数
整備対象世帯の全世帯がサービス加入すると想定した場合

イ) 回線開通工事費用(光ファイバケーブルの宅内配線工事)

ドロップ用クロージャからユーザ宅内までの光ファイバケーブルの材料費及び引き込み工事費。

総費用 = (光ファイバケーブル単価 × 引き込み距離) + 引き込み工事費

3.2.4.2 ADSL

(1) 収容局環境の整備費用

【パラメータ】整備対象世帯数

整備の対象となる世帯数により、整備する設備・機器の種類や数が決まる。費用の要素としては、ルータ、DSLAM、集合スプリッタの設備・機器費、並びに各設備の設置・調整費（設計・設定・試験費用等）がある。

総費用 = 設備・機器の費用 + 設置・調整費用

(2) アクセス系回線の整備費用

既に各ユーザ宅に接続された電話線（メタルケーブル）があるとの前提から、アクセス系回線の整備に要する費用はない。

(3) 宅内環境の整備費用

【パラメータ】整備対象世帯数

ア) スプリッタとADSLモデム（BBルータ内蔵）の費用

買取りもあるがレンタルが主流となっているため、整備費用としては計上しない。

イ) 回線開通工事費用

収容局内で行う工事であり、ユーザ宅でADSLが利用できるよう、DSLAM等の接続を行うのに要する費用である。

総費用 = 回線開通工事費用 × 整備対象世帯数

整備対象世帯の全世帯がサービス加入すると想定した場合

3.2.4.3 無線アクセス

今回の費用算出では、収容局とユーザ宅間是有線ケーブルを引かずに、すべて無線で対応するものとする。収容局とユーザ宅間に基地局を設置し、収容局と基地局間はP-P方式で結び、基地局とユーザ宅間はP-MP方式で結ぶものとする。

さらに、以下の基準からP-P方式ではFWA（2.6GHz帯）をP-MP方式ではWiMAX（2.5GHz帯）を使用することとする。

P-P方式：通信速度が早く、伝送距離が長い。また、現在既に使用されており今後も多く使用されると想定。

P-MP方式：伝送距離が長い。また地域WiMAX免許の申請受付が開始されたことから今後多く使用されると想定。

混信を防ぐため、双方異なる周波数帯域を使用することとする。

以下のパラメータ等は以上のことを前提として示すものである。

(1) 収容局環境の整備費用

【パラメータ】基地局の数

基地局の数により、収容局に設置する P - P 方式用 (F W A 用) アンテナの数が決まる。費用の要素としては、F W A 用アンテナの機器費及び設置・調整費 (設計・設定・試験費用等) がある。

総費用 = F W A 用アンテナ費用 + 設置・調整費用

その他、アンテナの設置場所が存在しない場合等は、別途アンテナ設置用鉄塔の整備費用が発生する。

(2) アクセス系回線の整備費用

【パラメータ】

- ・地形
- ・ユーザ宅の配置状況

地形やユーザ宅の分散の具合で、基地局の数が決まる。費用の要素としては収容局と接続するための F W A 用アンテナ及びユーザ宅と接続するための W i M A X 用アンテナのそれぞれの機器費、設置・調整費 (設計・設定・試験費等) がある。

総費用 = (F W A 用アンテナ費用 + 設置・調整費用) + (W i M A X 用アンテナ費用 + 設置・調整費用)

その他、アンテナの設置場所が存在しない場合等は、別途アンテナ設置用鉄塔の整備費用が発生する。

(3) 宅内環境の整備費用

【パラメータ】整備対象世帯数

W i M A X モデムは 1 ユーザ宅当たり 1 台設置することになる。また、W i M A X 用アンテナの機器費、設置・調整費 (設計・設定・試験費等) が必要。

総費用 = (モデム費用 × 整備対象世帯数) + { (アンテナ費用 + 設置・調整費用) × 整備対象世帯数 }

整備対象世帯の全世帯がサービス加入すると想定した場合

3.2.5 シミュレーションの留意点

シミュレーションで算出した費用は、自治体の過去の事例、並びに各事業者とのヒアリング等による想定設備価格等を基にして、財団法人未来工学研究所として試算した費用である。当然のことではあるが、設備構成、世帯分布の状

況、地形等の諸条件により費用は変動する。

また、シミュレーションのモデルについても、一例に過ぎないため、モデルと同程度の条件である地域において、同様の費用で整備が可能であるとは限らないことに留意していただきたい。

3.3 実シミュレーション

地理的条件が「平地部郊外」と「山間部郊外」の2つのモデルでシミュレーションする。

3.3.1 モデルA

(1) 想定する地域のイメージ

- ・地理的条件：平野部郊外
- ・地域面積：約30 km²
- ・世帯数：600世帯
- ・景観：広い平野部の一部に山があり、山を挟んで約400世帯と約200世帯の集落が存在

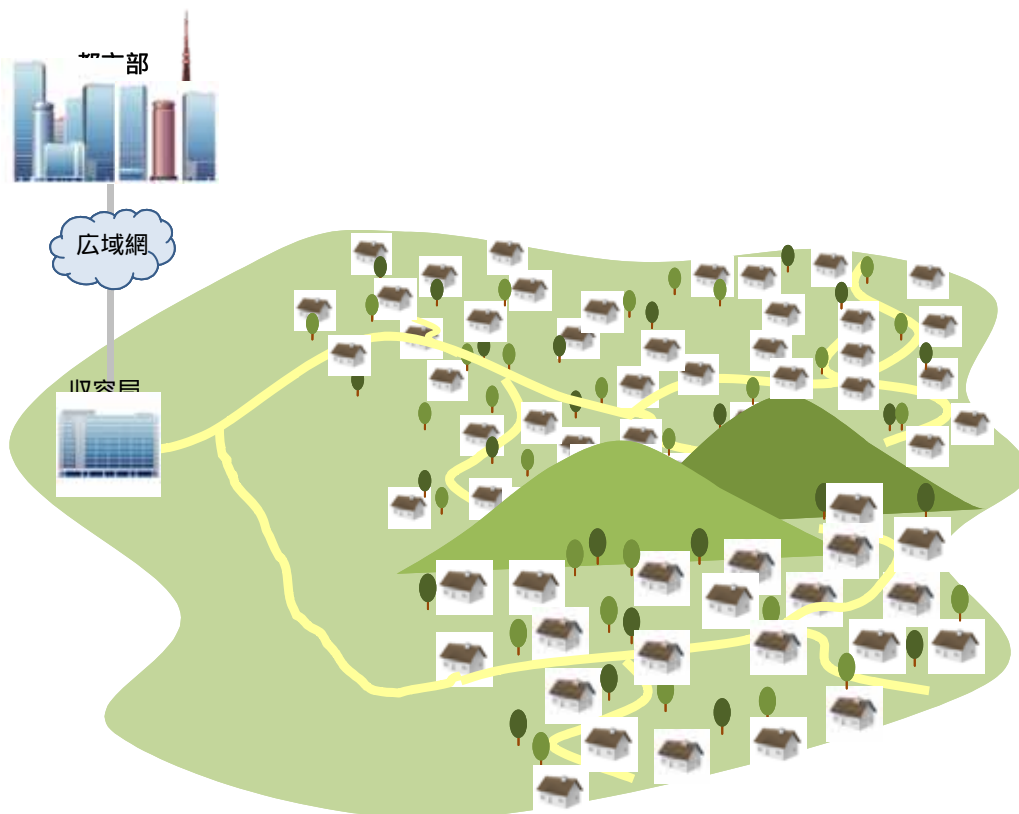


図 3.3-1 モデルAのイメージ図

(2) 適用する技術

本地域は見通しの良い平野部であり、電波を遮る障害物が少ないと想定されることから、超高速ブロードバンドについては「F T T H」、高速プロ

ードバンドについては「無線アクセス」を適用し、それぞれのブロードバンド基盤整備費用を算出する。

3.3.1.1 FTTH (Fiber To The Home)

(1) 前提

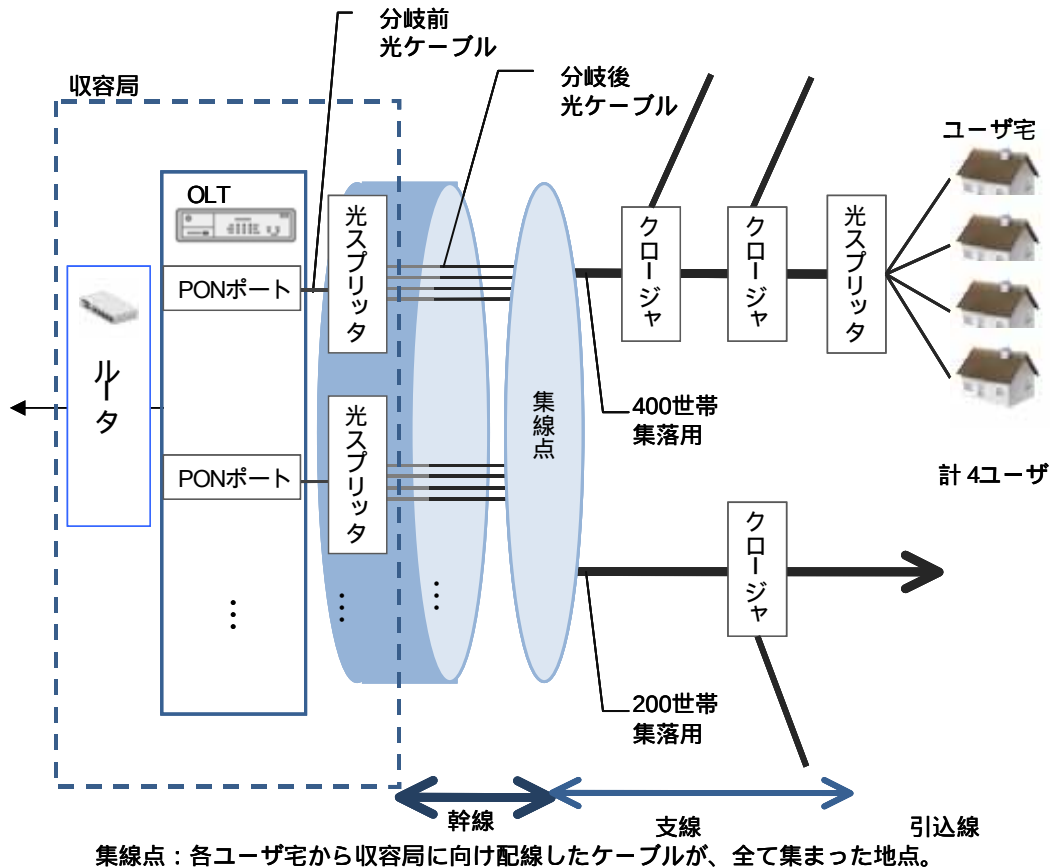


図 3.3-2 FTTH(PON 方式)のネットワーク図(モデルA)

1本の光ファイバを収容局内で4分岐、分岐された光ファイバ1本をユーザ宅への引き込み直前でさらに4分岐する。つまり、1本の光ファイバを合計16分岐する。

幹線の距離を100m、支線の総距離を30km、引込線を1ユーザ当たり100m程度とする。

クロージャ数を40台とする。また、上記より、光スプリッタ数とドロップ用クロージャ数は各々150台(600世帯÷4分岐)となる。

光ファイバの心数

幹線：200心、支線：180心、ユーザ宅への引き込み線：1ユーザ当たり1心

(2) 費用

ア) 収容局環境の整備費用

約 2,700 万円

< 内訳 >

ルータ 1 台、OLT 3 台 (PON ポート 38 枚)、収容局用光スプリッタ (単体 38 個)、光成端架 1 台

OLT への接続光ファイバ本数: 38 本、収容局内で分岐された光ファイバ本数: 150 本)

電源設備や局舎の増設等の費用は含まない

イ) アクセス系回線の整備費用

約 9,000 万円

[詳細]

光ファイバ材料費

約 4,800 万円

< 内訳 >

幹線・支線用光ファイバ

機器費用

約 600 万円

< 内訳 >

クロージャ 40 台、ドロップ用クロージャ 150 台、光スプリッタ 150 台

配線工事費 (機器の設置・調整費用含む)

約 3,000 万円

FTTH (PON 方式) のネットワーク構成の設計費

約 600 万円

(地図等で事前調査後、現地での電柱の配置等を調査し、光ファイバ心数や機器の配置、種類等を設計)

ウ) 宅内環境の整備費用

約 5,100 万円

[詳細]

ONU 費用

約 600 万円

< 内訳 >

ONU 600 台

回線開通工事費用

約 4,500 万円

< 内訳 >

600 世帯への光ファイバ引き込み

以上によりF T T H（P O N方式）方式の整備費用は、ア）イ）ウ）を合計した次の費用になる。

約16,800万円

（1世帯あたりの整備価格：約280千円）

3.3.1.2 無線アクセス

（1）前提

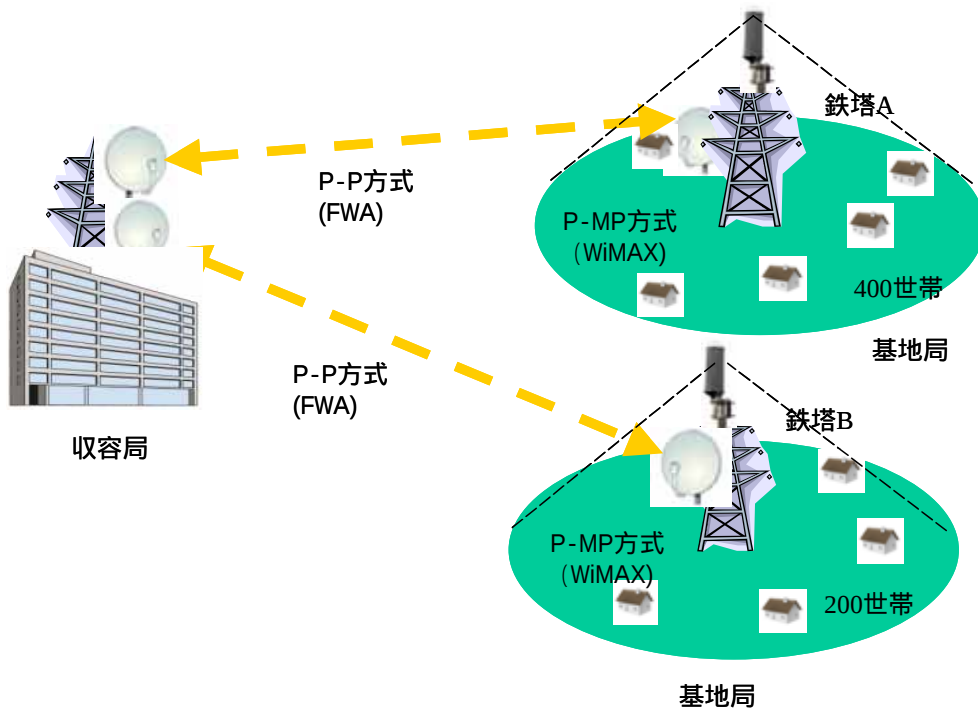


図 3.3-3 無線アクセスのネットワーク図(モデルA)

收容局にP - P用アンテナを設置する（400世帯向けと200世帯向けの2式）。

2つの集落にそれぞれ1ヶ所ずつ基地局を設置する。なお、アンテナ設置用の鉄塔についても併せて整備する。

收容局と基地局間はP - P方式でFWA（26GHz帯）を、基地局とユーザ宅間はP - MP方式でWiMAX（2.5GHz帯）を使用することとする。

選定理由については3.2.4.3参照。

（2）費用

注）WiMAX関連機器は、今後の普及次第で安価になっていくと見込まれる。

ア）收容局環境の整備費用

約420万円

< 内訳 >

FWA (2.6 GHz 帯) 用アンテナ 2 式 (設置・調整費用含む)
電源設備や局舎の増設等の費用は含まない

イ) アクセス系回線の整備費用 (基地局の整備費用)

約 3,660 万円

〔 詳細 〕

アンテナ整備費用

約 3,300 万円

< 内訳 >

FWA (2.6 GHz 帯) 用アンテナ 2 式 (設置・調整費用含む)

WiMAX (2.5 GHz 帯) 用アンテナ 2 式 (設置・調整費用
含む)

アンテナ設置用鉄塔整備費用

約 360 万円

< 内訳 >

アンテナ設置用鉄塔 2 台 (設置・調整費用含む)

電源設備の費用は含まない

ウ) 宅内環境の整備費用

約 12,000 万円

〔 詳細 〕

WiMAX モデム費用

約 9,000 万円

< 内訳 >

WiMAX モデム 600 台

アンテナ整備費用

約 3,000 万円

< 内訳 >

アンテナ 600 台 (設置・調整費用含む)

以上により無線アクセス方式の整備費用は、ア)、イ)、ウ)を合計した次の費用になる。

約 16,080 万円

(1 世帯あたりの整備価格 : 約 268 千円)

3.3.2 モデルB

(1) 想定する地域のイメージ

- ・地理的条件：山間部郊外型
- ・地域面積：約20km²
- ・世帯数：300世帯
- ・景観：山間地であり、山々の谷間には数世帯ほどの集落が点在している



図 3.3-4 モデルBのイメージ図

(2) 適用する技術

本地域は見通しの悪い山間部であり無線アクセスの利用は困難であると想定されることから、超高速ブロードバンドについては「FTTH」、高速ブロードバンドについては「ADSL」を適用し、それぞれのブロードバンド基盤整備費用を算出する。

3.3.2.1 FTTH (Fiber To The Home)

(1) 前提

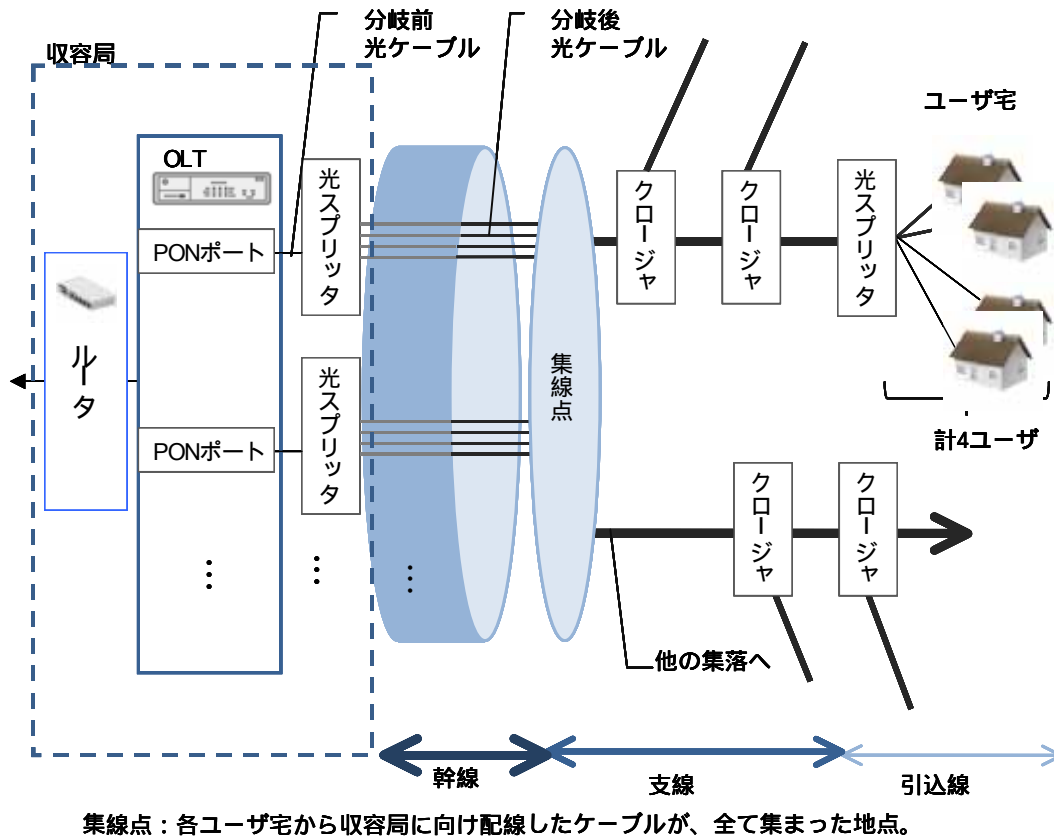


図 3.3-5 FTTH(PON 方式)のネットワーク図(モデルB)

1本の光ファイバを収容局内で4分岐、分岐された光ファイバ1本をユーザ宅への引き込み直前でさらに4分岐する。つまり、1本の光ファイバを合計16分岐する。

幹線の距離を50m、支線の総距離を30km、引込線を1ユーザ当たり100m程度とする。

クロージャ数を40台とする。また、上記より、光スプリッタ数とドロップ用クロージャ数は各々75台(300世帯÷4分岐)となる。

光ファイバの心数

幹線：100心、支線：80心、ユーザ宅への引き込み線：1ユーザ当たり1心

(2) 費用

ア) 収容局環境の整備費用

約2,000万円

<内訳>

ルータ1台、OLT2台(PONポート19枚)、収容局用光スプリッタ(単体19個)、光成端架1台

OLTへの接続光ファイバ本数：19本、収容局内で分岐された光フ

ファイバ本数：75本)

電源設備や局舎の増設等の費用は含まない

イ) アクセス系回線の整備費用

約7,850万円

〔詳細〕

光ファイバ材料費

約2,600万円

<内訳>

幹線・支線用光ファイバ

機器費用

約350万円

<内訳>

クロージャ40台、ドロップ用クロージャ75台、光スプリッタ
75台

配線工事費(機器の設置・調整費用含む)

約4,300万円

F T T H (P O N方式)のネットワーク構成の設計費

約600万円

(地図等で事前調査後、現地での電柱の配置等を調査し、光ファイ
バ心数や機器の配置、種類等を設計)

ウ) 宅内環境の整備費用

約4,500万円

〔詳細〕

ONU費用

約300万円

<内訳>

ONU300台

回線開通工事費用

約4,200万円

<内訳>

300世帯への光ファイバ引き込み

以上によりF T T H (P O N方式)方式の整備費用は、ア)、イ)、ウ)を合計
した次の費用になる。

約14,350万円

(1世帯あたりの整備価格:約478千円)

3.3.2.2 ADSL

(1) 前提

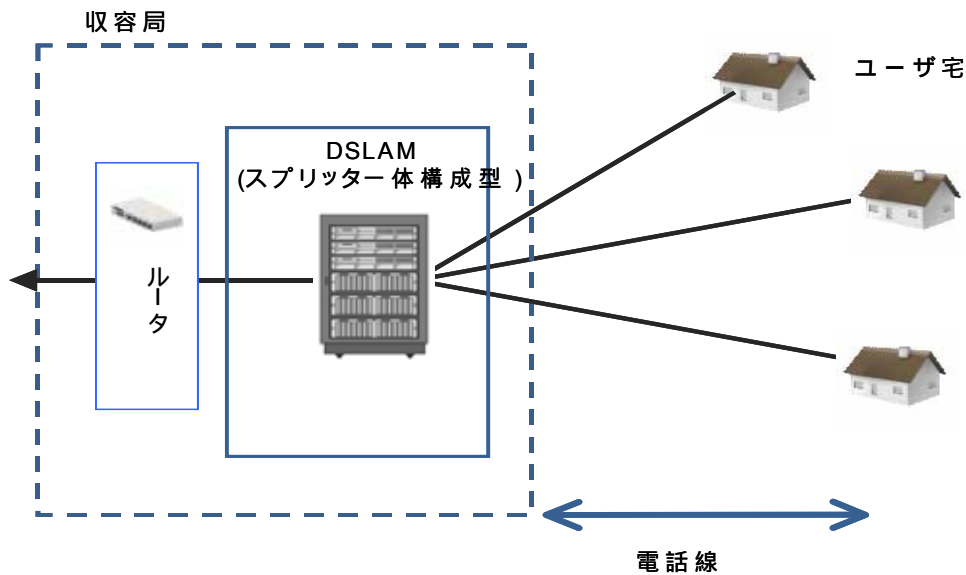


図 3.3-6 ADSL のネットワーク図

全ての世帯が収容局から4 km程度の範囲内に存在すると想定。

DSLAMと集合スプリッターとが一体構成となったDSLAMで算出する（配線手間が不要なため主流となっている。）。

(2) 費用

ア) 収容局環境の整備費用

約900万円

<内訳>

ルータ1台、DSLAM1台（集合スプリッター含む）

イ) アクセス系回線の整備費用

既存の電話線（メタルケーブル）を使用するため不要

ウ) 宅内環境の整備費用

約90万円

<内訳>

回線開通工事としての収容局内の回線切替え費用（300世帯分）

なお、宅内設備のスプリッターとADSLモデムはレンタルとし、整備費用には含まないこととする。

以上によりADSL方式の整備費用は、ア)、イ)、ウ)を合計した次の費用になる。

約990万円

（1世帯あたりの整備価格：約33千円）

3.4 各技術の適用について（シミュレーション結果を踏まえて）

地方公共団体がブロードバンド基盤整備の対象としている地域について、3技術（方式）のうち、どの技術を適用するのか、その判断の一助となるよう、シミュレーション結果を踏まえて記述する。

参考として前項で算出した費用を表に纏めると、以下のようになる。

表 3.4-1 モデルでの算出費用

方式	項目	モデルA			モデルB		
		・地理的条件: 平野部郊外 ・世帯数: 600世帯 ・世帯密度: 20.0世帯 / km ²			・地理的条件: 山間部郊外 ・世帯数: 300世帯 ・世帯密度: 15.0世帯 / km ²		
		収容局	アクセス系	宅内	収容局	アクセス系	宅内
FTTH(PON)方式	整備費用	約16,800万円			約14,350万円		
	要素別費用	約2,700万円	約9,000万円	約5,100万円	約2,000万円	約7,850万円	約4,500万円
	(1世帯あたり)	(約280千円)			(約478千円)		
	備考	・幹線・支線距離: 30km ・ユーザ宅への引き込みの関連費用(材料費、工事費)は、宅内費用に計上					
無線アクセス	整備費用	約16,080万円			-		
	要素別費用	約420万円	約3,660万円	約12,000万円			
	(1世帯あたり)	(約268千円)					
ADSL方式	整備費用	-			約990万円		
	要素別費用				約900万円	0	約90万円
	(1世帯あたり)				(約33千円)		

3.4.1 FTTH (PON)方式

本方式はアクセス系回線（光ファイバ）の整備が必須となるため、他の方式に比べると整備費用は最も高く、また工事期間も長期にならざるを得ない。しかし、収容局から20km程度の光ファイバを敷設しても、十分な通信速度を得ることが可能であることから、広範な地域に対してブロードバンド・サービスを提供することができる。

本方式が高額である最大の要因はアクセス系回線の整備費用であるため、光ファイバの敷設距離を如何に少なくするかがポイントとなる。そのための1手段として、FTTHのネットワーク設計にあたり対象地域を入念に調査し、最終的に光スプリッタから分配されるユーザ宅群（今回の例では4件で1群）をどのように設定するのかを見極めたうえで、最適な敷設を行うよう心掛ける必要がある。また、既設の道路に沿って敷設するよりも、新たな管路の敷設や鉄柱を立てることで敷設距離が大幅に短縮される場合もあり、このことも一考する価値がある。

また、宅内環境整備費用の主な費用である回線開通工事費については、モデルAで4,500万円、モデルBで4,200万円と多額である。ただ、この費用はユーザがサービス加入する際に必要となる費用であり、当初整備時点において一度に必要となる性質のものではない。このことは収容局内の設備についても同様で、当初から対象地域内の全ての世帯を対象に整備するのではなく、地域のニーズを勘案し100世帯ほどで整備をはじめ、その後、ニーズの増加を踏まえ徐々に全世帯分の設備を整備していくことも可能である。

以上のことから、本技術の適用有利地域と適用不利地域は次のような地域で

あると考えられる。

(1) 適用有利地域

- ・ 広域にわたる整備が必要な地域
- ・ 段階的整備（ニーズに合わせた設備増設）が可能な地域

(2) 適用不利地域

- ・ 光ファイバを敷設することが地理的に困難な地域
（道路が整備されていない地域、十分な電柱が存在しない地域など）
- ・ 短期間で安価に整備したい地域

3.4.2 ADSL 方式

本方式は、既設の電話線（メタルケーブル）が利用できることから整備期間が短く、他の方式に比べ収容局の設備が最も安価であり、かつ、ユーザの利用料金も最も低額であるが、ブロードバンド・サービス提供可能範囲が収容局から4 km程度と狭く、対象地域を拡大していくことができないのが最大の難点である。ただし、長延化技術の進歩により4 km程度以上離れた世帯にもある程度の速度でのサービス提供が可能となっている。また、収容局から4 km程度以上離れた世帯に対してもブロードバンド・サービス提供が可能なリーチDSLという技術も存在する。

しかし、安価なことは強みであるので、利用可能な世帯がある程度存在するならば、一考に値する。例えば、弊所の試算によると100世帯程度を対象とした収容局ならば400万円程度（電源設備等除く）で整備可能である。収容局の空きスペースや電源設備にもよるが、収容局からの距離が4 km程度以内の範囲ならADSL方式、それ以上はFTTH方式により整備を行うことも検討に値するのではないかと考える。

以上のことから、本技術の適用有利地域と適用不利地域は次のような地域であると考えられる。

(1) 適用有利地域

- ・ 収容局からの距離が4 km程度以内に世帯が存在する地域
- ・ 短期間で安価に整備したい地域

(2) 適用不利地域

- ・ 対象地域が広範で、収容局からの距離が4 km程度以内に僅かな世帯しか存在しない地域

3.4.3 無線アクセス方式

本方式は、アクセス系のケーブル敷設が不必要であるため、有線ブロードバンド・サービスが導入され難い地域（集落が広範囲に点在している地域等）において、FTTH等と比較して短期間でかつ安価に整備ができるものとして期待されている。しかし、著しく見通しが悪い山間部等では、電波が遮られやす

いため、基地局を多数設置しなければならず費用がかさむ場合もある。

平成20年3月より地域系WiMAXの免許申請受付が開始されたことから、今後WiMAXの利用が増加するものと想定される。利用が増えるにつれ設備の価格も低下していくものと考えられることから、より安価な整備が可能になると期待される。

以上のことから、本技術の適用有利地域と適用不利地域は次のような地域であると考えられる。

(1) 適用有利地域

- ・ 平野部で集落が疎らに点在している地域
- ・ 短期間で安価に整備したい地域

(2) 適用不利地域

- ・ 著しく見通しの悪い山間部等、電波が遮られやすい地域

以上

第5節 ブロードバンドの最新技術例

各種ブロードバンド技術の特性等については、第2節において述べましたが、このうちでも近年特に注目されている最新技術がいくつかありますので、本節において紹介します。

1 WiMAX

WiMAXは、第3世代携帯電話を上回る伝送速度を有する無線アクセスシステムで、10km程度を広域にカバーするものもあり、自宅、職場から持ち出したパソコンをどこでもブロードバンド環境で利用可能とするものです。また中速程度(120km/h程度)の移動でも利用可能です。

我が国においては、2.5GHz帯の周波数帯のうち、2575MHz～2595MHz部分をWiMAX方式によるデジタル・ディバイド解消用として電気通信事業者に割り当てることとしています。

詳細について、当協会ブロードバンド全国整備促進ワーキンググループ正構成員である社団法人日本ケーブルテレビ連盟及び株式会社フジクラが執筆しておりますので、以下に掲示します。

『WiMAXについて』 執筆者：社団法人日本ケーブルテレビ連盟、
株式会社フジクラ

(1) WiMAXとは？

WiMAX標準とWiMAXフォーラム

WiMAXとは、都市規模のエリアで固定あるいは移動環境で高速無線技術を提供するための無線MAN(Metropolitan Area Network：都市域通信網)

の標準化を目的に設立された『IEEE802.16 WG (米国電子電気学会 802 委員会の第 16 ワーキンググループ)』において、様々に策定された規格をベースに、実際の運用に耐えられるよう規格・仕様化したシステムの呼び名です。

具体的な活動は、2001 年 4 月に非営利団体として「WiMAX フォーラム」が結成され、IEEE802.16 標準による実運用時の仕様規格の決定、製品化された際のメーカ間の機器互換性・サービスの相互接続性の検証（認証）などを行なっています。（無線 LAN の IEEE802.11 * 規格とその規格に準拠する製品を認証する『Wi-Fi アライアンス』と類似する関係にあります）

WiMAX フォーラムは、通信事業者や通信機器メーカ、ベンダ、半導体メーカなどで構成され、その参加企業は 2007 年 11 月現在で 520 社を超えています。

固定 WiMAX とモバイル WiMAX

WiMAX は、

「Worldwide Interoperability for Microwave Access」

の略語であり、訳せば、

「ユーザ端末はマイクロ波によってアクセスし、世界規模で相互運用（接続）ができる新しいブロードバンド・ワイヤレス・アクセス・システム（BWA）」

という意味になります。

当初、WiMAX は ADSL など有線システムの代替手段としての「固定無線アクセス（FWA: Fixed Wireless Access）」から取組みがスタートし、2004 年 6 月に IEEE802.16d-2004 規格に準拠した「固定 WiMAX」が策定されました。

その後、IEEE802.16d-2004 に“モビリティ機能”（移動しながらでも通信できる機能）を追加した IEEE802.16e-2005 規格が 2005 年 12 月に標準化され、その規格に準拠した「モバイル WiMAX」が誕生しています。固定 WiMAX とモバイル WiMAX の特徴を図表 1 に示します。

図表 1 固定 WiMAX とモバイル WiMAX の比較

項目	固定 WiMAX	モバイル WiMAX
準拠標準	IEEE802.16d-2004	IEEE802.16e-2005
標準完了時期	2004 年 6 月	2005 年 12 月
移動性	固定・ノマディック	固定・ノマディック・モバイル
見通し環境	見通し外通信(NLOS)	見通し外通信(NLOS)
多重化方式	OFDM	OFDMA
変調方式	BPSK, QPSK, 16/64QAM	QPSK, 16/64QAM
帯域幅	1.75 ~ 10MHz 可変	1.25 ~ 10MHz 可変 (将来 20/40MHz)
周波数帯	3.5/5.8GHz	2.3/2.5/3.5GHz

なお、日本においては、総務省が国内利用における WiMAX 等の「2.5GHz 帯を利用する広帯域移動無線アクセスシステム」の技術的条件として、

「モバイル WiMAX」のみを選択したため、日本では「モバイル WiMAX」に準拠した機器（基地局、端末）のみが使えます。また「モバイル WiMAX」には「固定 WiMAX」の利用形態も含まれるため、有線代替等の固定的な利用（FWA）も可能です。

モバイル WiMAX の特徴

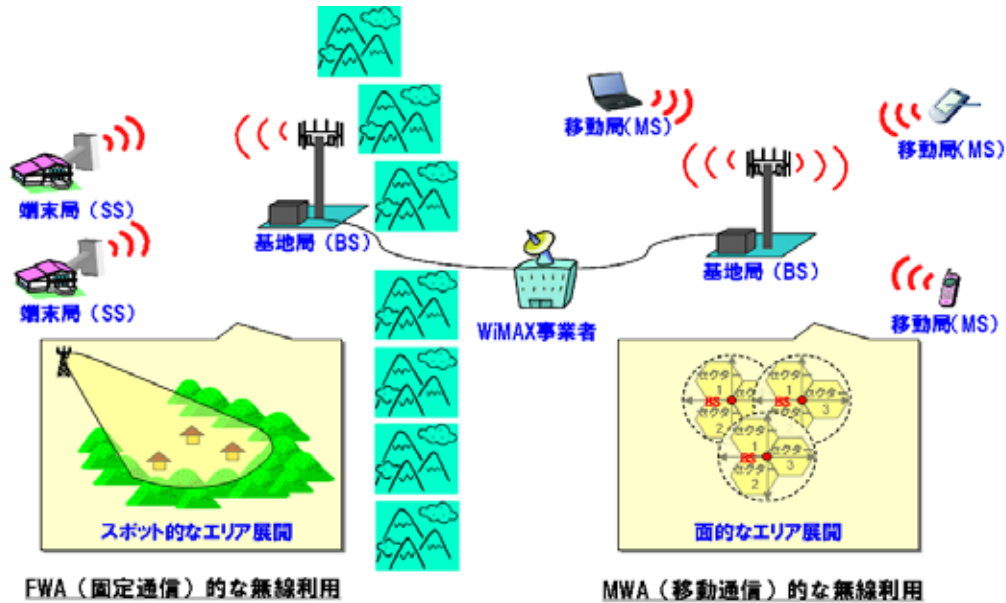
モバイル WiMAX の特徴は、一言でいえば『“ラスト 1 マイル”を無線で提供できるオール IP の通信システム』となりますが、ここでは、技術的に類似している“Wi-Fi システム”と比較して以下に示します。

- ・最大時速 120km の高速移動通信が可能（Wi-Fi はサポートなし）
- ・Wi-Fi と同等の高速通信（数 10Mbps 以上）
 - ・日本では 10MHz 幅を使い、当初 30Mbps 程度の通信が可能
- ・免許制である（2.5GHz 帯を独占的に利用でき混信の問題がない）
 - ・Wi-Fi は無免許制のため、混信の可能性あり
- ・通信距離が長い（ワイド・カバレッジ）
 - ・モバイル WiMAX : 1～2km
 - ・高利得 FWA : 4～5km
 - （日本独自仕様の WiMAX。外付けアンテナを使用）
- ・ローミングが標準（事業者同士の連携でエリアを拡大可能）
- ・3G 携帯電話（IMT-2000）の仲間入り
 - ・2007 年 10 月に IEEE802.16e が IMT-2000（3G）の 6 番目の無線インタフェースとして認められた。
 - ・【WiMAX 事業者】 【移動体通信事業者】
- ・E コマースを当初より視野（セキュリティ機能を強化）

（2）WiMAX の一般的な構成

モバイル WiMAX による BWA システムの一般的な構成を図表 2 に示します。移動的な利用：MWA（Mobile BWA）と固定的な利用：FWA（Fixed BWA）に大別されますが、MWA は市街地などでの携帯電話的な利用を、FWA は条件不利地域での有線代替としての利用が想定されます。特に外付けアンテナを利用して通信距離を伸ばす FWA は“高利得 FWA”と呼ばれ、条件不利地域（過疎地、山村、離島）でのみ利用可能な、端末も日本独自の特殊な仕様となります。

図表2 モバイルWiMAXを利用したBWAシステムの構成

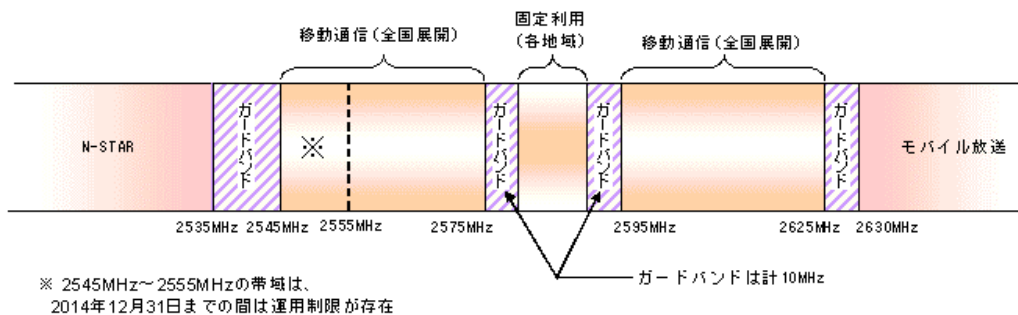


またエリアのカバー手法については、MWAではセクターアンテナ（指向性アンテナ）を利用したセル構成により面的なエリア展開を図ることが一般的ですが、FWAでは山間部や離島など必要な場所へのスポット的な展開を図るケースが多くなります。

（3）WiMAXの地域免許

2007年7月、広帯域移動無線アクセスシステムの免許方針として、2.5GHz帯は3G携帯電話事業者以外の全国展開事業者2社に各30MHzが全国免許として割当てられた他、『地域が主体となって、地域の特性・ニーズに応じたブロードバンド・サービスを提供することによる“デジタル・ディバイドの解消”、“地域の公共サービスの向上”等、地域の公共の福祉の増進に寄与することを目的』に、2575MHzから2595MHzのうちの10MHz幅が地域免許として割当てられました。

図表3 2.5GHz帯の割当てイメージ（総務省報道資料より）



地域免許の取得については、“電気通信事業者”が免許申請できますが、“電気通信事業者とみなされた自治体”についても申請の資格があります。

また免許は、1 基地局ごとに申請が可能です。

さらに地域免許は、その使用目的から自治体との結び付きがとて強い免許となっており、地域免許の取得を希望する地域事業者は、該当する自治体（都道府県、市区町村の両方）にあらかじめ説明・認識されることが必要です。なぜならば、地域免許申請の審査時に、総務省（地方総通局）が自治体へ意見照会し、その免許申請の良し悪しを判断するからです。

なお地域免許事業者は、無線従事者として、以下に示す資格以上の有資格者を持つことが望ましいとされています。

- ・第一級陸上特殊無線技士（1 名）
- ・第三級陸上特殊無線技士（2 名）の計 3 名以上

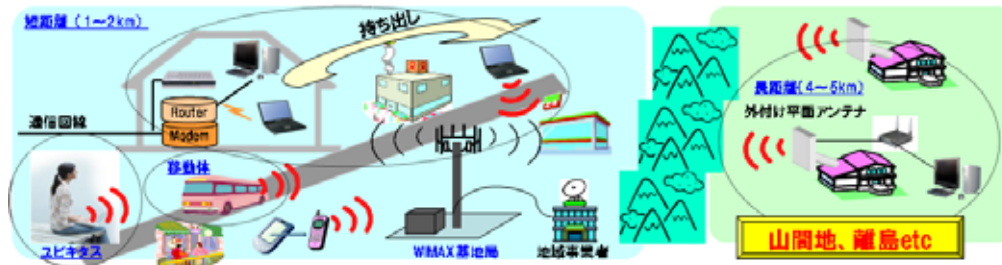
（４）地域における WiMAX の適用

WiMAX を地域で活用するモデルとしては、一般的には以下のようにエリア分類されます。

- ・Urban エリア（都市部）
- ・Suburban エリア（都市の郊外）
- ・Rural エリア（地方・田舎）

Urban エリア、Suburban エリアにおいては、建物の高さや密集度合いによりカバレッジ（通信距離）が異なるものの、共に面的なサービス展開となりますが、条件不利地域においては、必要なエリアへのスポット的なサービス展開が中心になると考えられます。

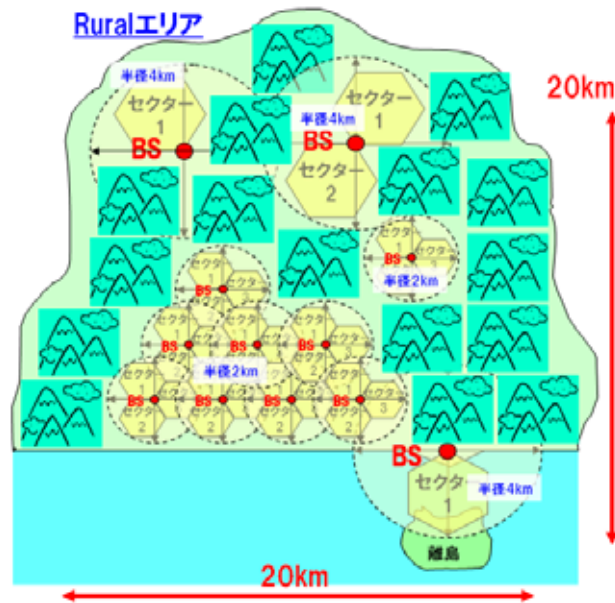
図表 4 Rural エリアにおけるサービスのイメージ



また、条件不利地域を抱える多くの自治体は、図表 5 に示すように、実際には Suburban 的なエリアとデジタル・ディバイド対策エリアの両エリアを持つ複合型（Rural）と見られます。

従って、地域事業者の立場で採算性を考えた場合、採算性の悪い山間・離島エリアと採算性の良い市街地を組み合わせることでサービスを提供することも 1 つの対策案と見ることができます。

図表5 Rural エリアにおけるモデル化（例）



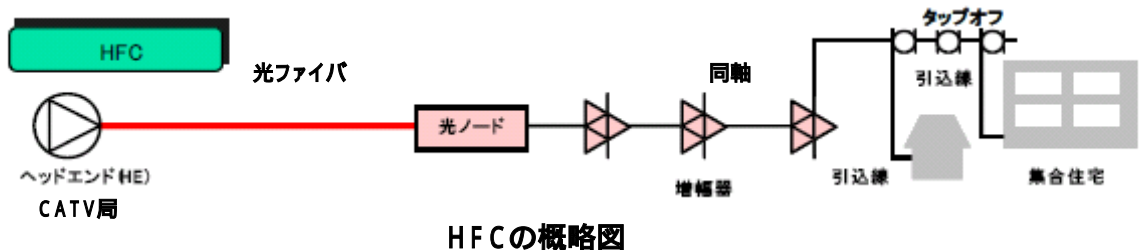
2 DOCSIS 3.0

DOCSIS 3.0 は、複数チャンネルを束ねて同時に使う「チャンネルボンディング」と呼ばれる技術を用い、上り下りともF T T H並の 120Mbps から最大 1.2Gbps 程度の実現可能とするものです。

詳細について、当協会ブロードバンド全国整備促進ワーキンググループ正構成員である社団法人日本ケーブルテレビ連盟が執筆しておりますので、以下に掲示します。

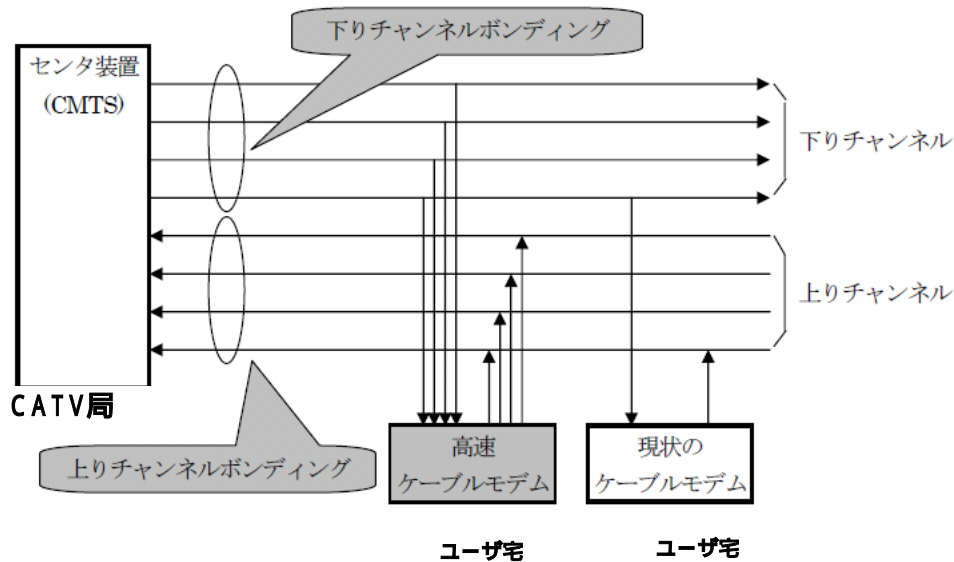
『DOCSIS3.0 概要』 執筆者：社団法人日本ケーブルテレビ連盟

DOCSIS 3.0 とは、現在のケーブルテレビ業界の主力ネットワーク技術であるHFC（光同軸ハイブリット方式）設備をそのまま活かして、広帯域I P 伝送をおこなう方式です。この技術が実用化されれば、F T T Hなみの 100Mbps を越える高速インターネット接続サービスが可能となります。



高速化の原理は、デジタル変調方式である 64QAM あるいは 256QAM を利用して、現在の放送の 1 チャンネル (6 MHz) あたり、 30 ~ 40 Mbps の速度のデジタル伝送が可能です。これら複数のチャンネルを束ねること (チャンネルボンディング) により、高速化を実現するものです。束ねるチャンネル数は、当初で 4 チャンネル、行く行くは 32 チャンネルを束ねることで 1.2Gbps の速度を実現することさえも可能になるとされています。

HFC ネットワークは一本のファイバあたり約 100 チャンネルのチャンネル数を持っているため、理論的には、1 チャンネルあたり 30 ~ 40Mbps で換算すると、下りの帯域としては 3 ~ 4Gbps の帯域をノードに対して保有していることになります。この帯域を現在ではアナログおよびデジタル方式の放送に使用しているわけですが、需要に応じて IP 方式に切り替えていくことで従来の放送方式によるサービスと新しい IP ベースのサービスの両方を提供できるネットワークに変身させることが可能になります。



DOCSIS3.0 のチャンネルボンディングのイメージ

DOCSIS 3.0 は、IP マルチキャストや QoS をサポートしています。このため、IP による映像放送サービスを行うことができます。また、IPv6 プロトコルもサポートしているため、事実上、無制限の IP アドレスの利用と、モバイル機器に対応することができます。

以上から、ケーブルテレビの HFC ネットワークを整備すれば、これまでのケーブルテレビや電話サービスに加え、低コストで DOCSIS 3.0 による超高速ブロードバンド・サービスが提供でき、さらなるトリプルプレイサービスの充実が可能になります。

現在、米国ケーブルラボにて標準化作業が進められておりますが、すでに、プレ DOCSIS 3.0 として DOCSIS ワイドバンド (4 チャンネルボンディング可能なもの) が製品化され、一部ケーブルテレビ事業者において 100 Mbps のインターネット接続サービスとして提供されています。2008

年後半にはDOCSIS 3.0対応機器（最大32チャンネルボンディング可能な機器）が登場するものと思われます。

3 衛星インターネット

衛星インターネットは第2節においても詳述していますが、近年特に中継系回線の確保が困難な地域等においてブロードバンド・サービスを提供するために有効な手段として注目されていることから、本節において既に個人向け衛星インターネットサービスが実現されている海外の動向について紹介します。

詳細については、当協会ブロードバンド全国整備促進ワーキンググループ正構成員である宇宙通信(株)が執筆しておりますので、以下に掲示します。

『海外における個人向け衛星インターネットサービスの動向』
執筆者：宇宙通信(株)

北米をはじめアジア・オセアニア地域の多くでは、デジタル・ディバイド地域に住む個人に対してブロードバンド・サービスを提供する主要手段は、通信衛星です。これらの衛星インターネットサービスの利用者は、2007年時点で、北米においては約60万世帯、東南アジア・オセアニアにおいては数万世帯を超えていると言われ、ヨーロッパ地域においても近々サービスが開始されることです。これらのサービスは、民間企業により運営され、各国における地上系サービス料金並みの水準が実現されています。また、デジタル・ディバイド対策として、政府・自治体が、衛星インターネットサービスに対する様々な財政支援を行っているケースも少なくありません。豪州では、衛星インターネット新規加入者に約27万円（1豪ドル98円換算）を助成するプログラムが2007年4月から開始されています。

これらの衛星インターネットサービスの最大の利点は、衛星とネットワークオペレーションセンターが整備された瞬間に、対象となる地域と国全体にサービスを提供することができることです。自分の町や地域に地上系サービスのインフラが整備されることを待つ必要がなく、誰でも即座にサービスを受けることができます。日本においても、現実的な価格水準で個人向けの衛星インターネットサービスを整備することができれば、その瞬間にブロードバンド・ゼロ地域の解消が実現されるのです。

過去においては、衛星通信は高価で複雑な機器が必要であるために、個人が利用するには不向きであるというイメージが定着していました。しかしながら、海外では、この数年間でイメージが著しく変化しています。この変化は、主に以下の衛星通信技術の革新によってもたらされ、個人向けに衛星インターネットサービスを提供することが可能となったのです。

（１）通信衛星の大容量化：従来のKuバンド通信衛星に比べて、周波数の高い

Ka バンドの利用と、複数のスポットビームを組み合わせることにより、通信衛星の容量が飛躍的に向上しました。この広帯域化・効率化により、利用者あたりの衛星コストが下がり、米国においては、衛星サービス利用料を地上系サービス並みに抑えることが可能となりました。

- (2) 衛星通信技術の向上：新しい衛星通信技術により、サービス品質も飛躍的に向上しました。これらの技術の一例として、VSAT 地球局毎に、気象条件に応じて変調方式・送信出力等が自動的に調整されるようになり、降雨時に切れやすいという弱点は著しく改善されました。また、これによりアンテナ小型化も実現したのです。
- (3) VSAT 地球局の低価格化：ここ数年で、アンテナと送受信機を含む端末価格は劇的に下がりました。過去には、1.2m～1.8mアンテナ小型地球局は数百万円以上が常識であり、設置工事也大掛かりなものでした。現在では、VSAT といわれる 65～75cm 超小型アンテナと書籍サイズのマデムが約5万円程度で販売されるケースが米国で見られます。これらは、VSAT 端末の大量生産により可能となりました。
- (4) サービスプランの多様化： 衛星インターネットサービスは、地域・国の事情と個人の要求にあわせて、多彩にサービスプランを準備できるようになりました。一般的に、下り回線速度は 512kbps～2.5Mbps、上り回線速度は 128kbps～512kbps で提供されているケースがほとんどですが、技術的には更なる高速プランも可能です。利用できるアプリケーションも、通常のインターネット・メール接続に加えて、VoIP、VPN、ファイル転送なども可能となります。

このような状況において、欧米・アジアで、Ka バンド或いはスポットビームを用いた衛星インターネットサービスが続々と開始され、利用者が拡大しております。

ヨーロッパでは、ユーテルサット社が 2008 年初頭から、既存の衛星を使って一般個人向けの衛星ブロードバンド・サービス“ Tooway ”を開始する予定です。これにより、ドイツ、フランス、スペイン、ブルガリアの全域で、衛星インターネットサービスを直ちに利用できるようになりました。ユーテルサット社は、Tooway サービス専用の Ka バンドスポットビーム衛星を 2010 年に打上げる予定であり、これによりサービスはヨーロッパ全域に拡大される見込みです。

また、アジア・オセアニアでは、シンサテライト社が、衛星インターネットサービスのために製造された IPSTAR 衛星を使って、すでにタイ、ベトナム、カンボジア、豪州、ニュージーランド等でサービスを開始しており、多くの個人利用者が家庭で利用しています。スポットビームは、中国、インド、韓国、日本などもカバーしており、日本においても、ネットワークオペレーションセンターを設置すれば、技術的にはサービス提供が可能となります。(但し、日本においては、奄美・沖縄諸島や伊豆・小笠原諸島などの一部離島がカバーされておられません。)

以下では、世界で最も衛星ブロードバンド・サービスが利用されている米国の事例、及びアジア・オセアニアの IPSTAR の事例を詳しく紹介します。

WildBlue

WildBlue 社は、テレサットカナダ社が保有する Ka バンド衛星を用いて 2005 年 6 月に衛星インターネットサービスを開始しました。同じ衛星を用いて、Teleglobe Canada 社もカナダ向けに同様のサービスを開始しております。続いて、2006 年には自前の Ka バンドスポットビーム専用衛星 WildBlue-1 を打ち上げ、サービス容量を追加しました。WildBlue 社が採用したシステムは、Viasat 社製 SurfBeam システムです。この SurfBeam システムは、全世界の CATV サービスを通じて約 5 千万世帯以上にインターネットサービスを提供する DOCSIS 標準に準拠して開発されており、その VSAT 端末は、DOCSIS 共通部品とチップセットを利用することで、低価格を実現しています。WildBlue 社の発表によると、2007 年 09 月時点で約 26 万世帯が加入し、今後も加入増が見込まれるため、Viasat 社に対して追加 50 万端末を発注しました。また、WildBlue-1 衛星の一部ビームが既に満杯となりつつあるため、WildBlue-2 衛星を 2008 年に発注することも計画しております。

WildBlue サービスを利用するための、67cm アンテナ VSAT 端末は約 5 万円で販売されています。また、サービスプランは、回線速度に応じて月額 5 千円～9 千円に設定されています。(下表参照。)



Service Offering	Value Pak	Select Pak	Pro Pak
<u>Speeds ("up to")</u>			
Downstream	512 kbps	1.0 Mbps	1.5 Mbps
Upstream	128 kbps	200 kbps	256 kbps
<u>Consumption Limits</u>			
Downstream / 30 days	7.5 GB	12 GB	17 GB
Upstream / 30 days	2.3 GB	3 GB	5 GB
<u>ISP Services</u>			
Email Accounts	5 × 100 MB	5 × 100 MB	10 × 100 MB
Web Hosting	10 MB	10 MB	20 MB
Free Dial-up	-	-	10 hrs/month
<u>Upfront Price (\$US)</u>			
Equipment	\$199 - 299	\$199 - 299	\$199 - 299
Installation	\$ 0 - 179	\$ 0 - 179	\$ 0 - 179
Total	\$199 - 478	\$199 - 478	\$199 - 478
<u>Monthly Service (\$US)</u>	\$49.95 - 54.95	\$69.95	\$79.95

HughesNet

HughesNet サービスは、世界最大の衛星通信機器・地球局の製造メーカーである Hughes Network Systems (HNS 社)により提供されています。個人向けの衛星インターネットサービスは、2003 年に開始され、2007 年 9 月時点では約 36 万世

帯に利用されています。現在は、米国 13 衛星から 100 本以上の Ku バンドトランスポンダを使用してサービスが提供されていますが、HNS 社は Ka バンドスポットビーム衛星 SpaceWay-3 を 2008 年から使用する予定であり、新規加入世帯はもとより、一部の既存 Ku バンド利用世帯も Ka バンドへ移行される見込みです。新しい Ka バンドサービスプランは公表されていませんが、現状の Ku バンドサービスに使用する端末価格とサービスプランを以下にまとめます。



75cm アンテナ



モデム

(写真は、HughesNet サービスと同じアンテナ・モデムを使う宇宙通信(株)のスーパーバード IP VSAT サービス用のものです。)

様々な販売代理店が付加サービスを加えて販売していますが、典型的な HughesNet サービスプラン の一例として、アンテナ及びモデムからなる VSAT 端末は約 5 万円で販売されており、月額利用料は回線速度に応じて 6 千円～9 千円程度に設定されています。

プラン (down/up)	512 kbps/128kbps	1 Mbps/200 kbps	1.5 Mbps/256 kbps
月額利用料 (円)	6600	7700	8800

(1 US ドル 110 円換算)

IPSTAR

IPSTAR 衛星ブロードバンド・サービスは、タイの衛星通信会社 Shin Satellite Public Company Limited ならびにその子会社である、IPSTAR Company Limited によってアジア太平洋地域で提供されています。http://www.ipstar.com

IP 通信専用に設計された Thaicom-4 (IPSTAR) 衛星の Ku バンドスポットビームを使った、個人向けの衛星インターネットサービスは、2005 年 8 月に開始され、2007 年 12 月時点で約 10 万の販売実績があります。衛星全体で最大 45Gbps の通信能力を持ち、将来、アジア太平洋地域で、最大数百万人の個人ユーザーに利用されるようになり、デジタル・ディバイド解消の有効な手段として使われていきます。その代表例として、オーストラリアでの端末価格とサービスプランを以下にまとめます。



アンテナ



モデム

アンテナは 84cm、1.2m、1.8m の 3 種類、モデムは最大下り 4Mbps、上り 2Mbps 用の上記の他に、最大下り 10Mbps ~ 34Mbps の高速タイプがあります。販売代理店により、サービス内容・付加サービスは異なりますが、典型的な IPSTAR 衛星ブロードバンド・サービスの一例として、アンテナとモデムからなる VSAT 端末購入とセットアップ費用等の初期費用として約 27 万円がかかりますが、オーストラリア政府の補助によりこれが実質無料になっています。月額利用料については、回線速度と最大通信データ量に応じて 3 千円 ~ 8 千円程度に設定されています。

サービスプラン	月額利用料	最大速度	最大通信データ量
SAT1	AU\$29.95	512K/256K	500MB
SAT2	AU\$39.95	1024K/512K	500MB
SAT3	AU\$49.95	1024K/512K	1GB
SAT4	AU\$59.95	2048K/512K	1GB
SAT5	AU\$79.95	1024K/512K	2GB

(1 豪ドル約 100 円)

ブロードバンド整備を行うにあたっては、これらの最新技術の導入についても視野に入れていく必要があります。