

# NGN への移行時の設備コストの研究

2005MT025 星山 友樹 2005MT042 伊東 之博

指導教員 奥村 康行

## 1. はじめに

多くの費用と時間をかけて普及してきたメタル設備による従来の電話網から、現在光ファイバへの転換として NGN(Next Generation Network)の構想がなされている[1]. NGN は様々な応用が考えられているが、本研究では既存電話網を NGN によりインターネットと統合することを考える。先行研究[1]として WDM と TDM によるネットワークにおけるコスト分析評価が行われている。そこで本研究では先行研究[1]に用いられたデータをもとに、NGN への移行において既存電話網を考慮しつつ光設備の施工を行う際にかかるコストについて研究し、最適な設備構成を考察する。

## 2. 問題点と解決策

### 2.1 NGN における問題点

既存サービスとして、インターネットと既存電話があるが、NGN に伴う光化によるサービス変更を考えると ADSL などのインターネットサービスを受けているユーザは光通信による高速度通信が可能となる。これに対して既存の電話網のみの利用ユーザは IP 電話への移行が考えられるが、機能面のサービス向上はあまり高くない。よってこの固定電話のみのユーザの NGN への巻き取りが重要となる。

### 2.2 屋外型 ONU

固定電話のみのユーザの NGN への移行時のコスト削減の解決策として、通信事業者では屋外型 ONU の開発がなされている。本来 ONU は FTTH において各宅内に一つ設置する光終端装置を指す。それに対して屋外型 ONU は、集合型遠隔 VoIP(Voice over Internet Protocol)装置で複数世帯における既存電話による電気信号を符号化する機能をもつ。これにより屋外型 ONU 1個で複数の IP 電話のみのユーザに対してサービスの提供が可能となるため、コストの削減を行うことができる。またこの屋外型 ONU により、固定電話ユーザ世帯を IP 電話利用世帯へ移行するとともに屋外型 ONU までの配線を光ファイバへと交換できる。

## 3. ネットワークモデル.

### 3.1 配線モデル

光ファイバの配線モデルは図 1 のようになる。収容ビル

から各ユーザ宅までの配線は、饋線ファイバ、配線ファイバ、ドロップファイバの三つに分けることができる。

FTTH ユーザに対しての配線順序として、まず収容ビル内の OLT(Optical Line Terminal)が持つ各ポートから局内スプリッタ(以降 SPR1)へと光ファイバが接続される。次に SPR1 より饋線ケーブルが地下を通り饋線点まで伸び、架空ケーブルである配線ケーブルへと接続される。配線ケーブルは饋線点から二方路へと分かれ、一方路ごとに四つの配線点まで伸びる。各配線点における屋外スプリッタ(以降 SPR2)に配線ケーブルは接続され、SPR2 よりドロップケーブルを通じ各 FTTH ユーザ宅内の ONU へと接続される。

また IP 電話のみのユーザに対しては屋外型 ONU の設置場所である配線点、饋線点までを FTTH と同様に光ファイバで接続し、屋外型 ONU 以降の接続線は既存のメタル設備を利用する。

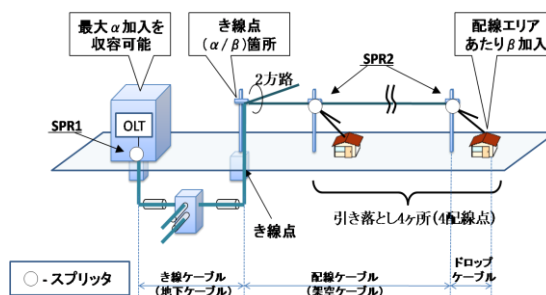


図 1 配線モデル

### 3.2 収容ビル周辺環境

本研究では収容ビルの建造先のモデルは先行研究[1]における中型都市をモデルとしている。これよりモデル環境として、収容ビルにおける最大収容可能世帯数を 32000 世帯とし、各配線点における世帯数を 40 世帯としている。

また中型都市をモデルとしている理由は集合住宅比率にある。集合住宅は通信設備やサービスの変更が個人意思では難しく、設備やサービスの決定は建設時に行われやすい。そのためサービス移行にかかるコストの面から検討するこのシミュレーションには、集合住宅があまり多くなく、一戸建て住宅を主体とする中型都市をモデルとするのが適当であると考えられる。

### 3.3 屋外型 ONU 設置箇所

屋外型 ONU 設置箇所の候補として配線点に設置する

場合(以下配線点設置)と、饋線点に設置する場合(以下饋線点設置)が考えられる。図2は屋外型ONU各設置箇所による違いを示したものである。

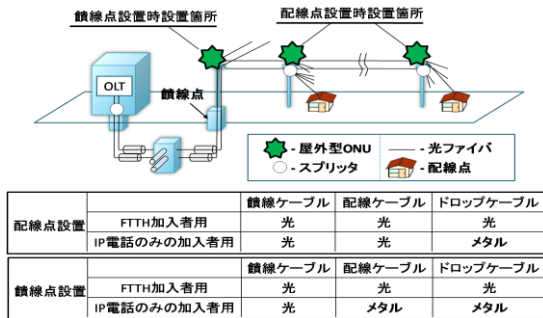


図 2 屋外型 ONU 設置箇所による違い

### 3.3.1 配線点設置

配線点設置でのメリットは、各配線点までの饋線ケーブルと配線ケーブルを光ファイバで接続するため光化率が上がり、IP 電話のみの加入世帯が FTTH へと移行しやすくなる。それに対してデメリットとしては各配線点までファイバを伸ばすため導入コストが高くなる点である。

### 3.3.2 饋線点設置

饋線点設置でのメリットは、饋線点から続く二方路各四配線点からの光ファイバの根元に接続する(八配線点統合管理)点にある。これより屋外型 ONU を饋線点に設置することで、IP 電話のみの加入世帯が八配線点においてばらつきがあっても少量の屋外型 ONU で済ませることができる。それに対してデメリットは光化の進行が配線点設置より少し遅れる点にある。

### 3.4 屋外型 ONU 収容可能数

屋外型 ONU の収容可能数は 16, 32, 64 の 3 種類が考えられている(以降 VoIP(16), VoIP(32), VoIP(64))。収容可能数の増加に伴いコストは増加するが、1ch(4 加入)あたりのコスト比は(VoIP(16), VoIP(32), VoIP(64)) = (16, 14, 13) となり収容可能数が多いほど小さくなる。また設置場所によって屋外型 ONU そのもののコストは変化することはない。

ただし VoIP(64)を利用する場合、信頼性の向上のためにプロテクションとして被接続光ファイバの二重化を行う。つまりプロテクションありの場合、屋外型 ONU が配線点設置であるなら配線ファイバと饋線ファイバを、饋線点設置なら饋線ファイバを二本接続する必要がある。

### 3.5 光スプリッタ分岐数

光スプリッタは光情報を分岐させる機能を持つが、2 個の組み合わせで最大 32 分岐という制約がある。本研究では SPR1 は分岐数 4, 8, 16 の 3 種類, SPR2 は分岐数が 2, 4, 8 の 3 種類を用いる(以降 SPR2(2), SPR2(4), SPR2(8))。これらを組み合わせると、(SPR1,SPR2) =

(4,8),(8,4),(16,2)の三通りが考えられる。スプリッタはそれぞれの分岐数や設置場所によりコストが異なるが、分岐数が増加するほどコストも増加する傾向にある。

### 3.6 リボンファイバの活用形式

本研究ではリボンファイバの芯数は 4 本と設定している。そこでこのリボンファイバの 4 芯の接続形式を活用形式として二通りの方法を検討する。活用形式はそれぞれ図 3 のようになり、一つは芯の接続先を全て特定のサービスに限定する占有型。そして二つ目は 4 芯中の 3 芯を FTTH 用とし、1 本を IP 電話のみ用とする混在型である。占有型は接続先のサービスが 1 種であるため施工とその後の運用にメリットをもつ。また混在型は一配線点において IP 電話のみのユーザが少数でもリボンファイバの IP 電話用の 1 芯で賄えるメリットをもつ。

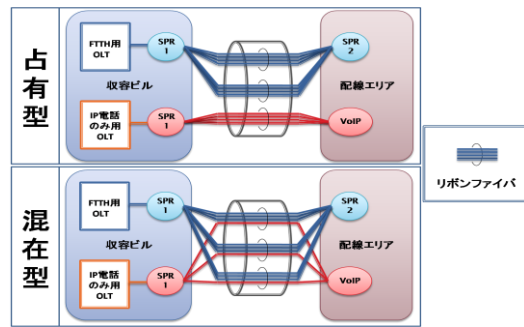


図 3 活用形式別接続図

### 3.7 光電話率

シミュレーションは FTTH 普及率の増加に伴う必要コストの算出を行うが、IP 電話のみの加入世帯用のパラメータとして光電話率を設定している。光電話率は全体の世帯数から FTTH 加入世帯数を差し引いた世帯の中での、IP 電話のみの加入世帯の割合である。本研究では低光電話率として 20%、高光電話率として 60%について考察を行っている。

### 3.8 評価方法

本研究では二通りの評価から最適設備構成の決定へのアプローチを行う。まず各ユーザが受けるサービス状態を FTTH, IP 電話のみ, 無加入(ADSL などの非光サービス)の 3 つとする。そこで全世帯が無加入のサービス状態から特定のサービス状態に移行する際にかかるコストから分析することを一段階評価とする。またその状態から IP 電話のみの世帯が全て FTTH へ移行するコストから分析することを二段階評価とする。二つの評価から総合的に分析する。

## 4. 一段階評価

### 4.1 一段階評価におけるコスト計算方法

一段階評価の計算方法は、一つの収容ビルのカバーエ

リアにおける全配線点に、FTTH普及率よりFTTH加入世帯数と光電話率よりIP電話のみの加入世帯数を設定して800個の配線点にランダムに設置し、その際に配線点ごとに機材の必要数を求め、全配線点の必要数の総計を行い、コストを算出する。

#### 4.2 光スプリッタ分岐数に対する依存性

図4は一段階評価におけるスプリッタによるコストを示したものである。これよりSPR2の分岐数が多いほど低コストになることがわかる。これはコストのうち光ファイバがその多くを占めているがSPR2の分岐数がこの2つの光ファイバの必要数と反比例関係にあるためである。またSPR2の必要数が主に依存するのはFTTHサービスであるため、リボンファイバの活用形式や屋外型ONUの設置箇所、収容可能数に関係なくSPR2とコストの関係は発生する。よって以降一段階評価ではコスト面からSPR2(8)を中心に分析する。

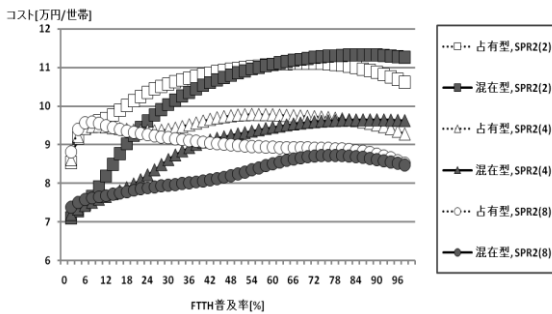


図4 一段階評価におけるスプリッタ別コスト  
(光電話率20%、配線点設置、VoIP(16))

#### 4.3 配線点設置における収容可能数に対する依存性

図5は一段階評価における配線点設置で光電話率20%時の屋外型ONUによるコストを示したものである。これより屋外型ONUの収容可能数が少ないほどコストは低い傾向にある。ただし混在型でVoIP(64)のときプロテクションとの関係でFTTH普及率80%未満時にコストが大きく膨らむ。

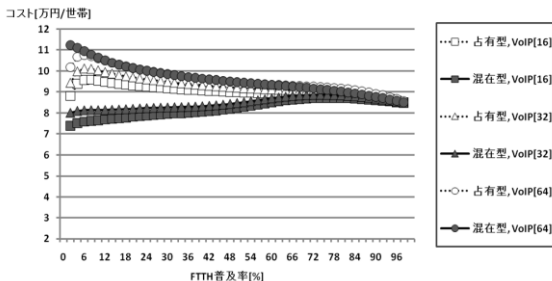


図5 一段階評価における屋外型ONU別コスト  
(光電話率20%、配線点設置、SPR2(8))

また図6は配線点設置で一段階評価における光電話率

60%時の屋外型ONUによるコストを示したものである。これより混在型のVoIP(64)のコスト差が小さくなっていることがわかる。これは光電話率の上昇に伴い1chあたりのコストメリットが活かされているためである。これと同様の影響により光電話率60%では、配線点設置の混在型においてVoIP(32)が最も低コストとなる。

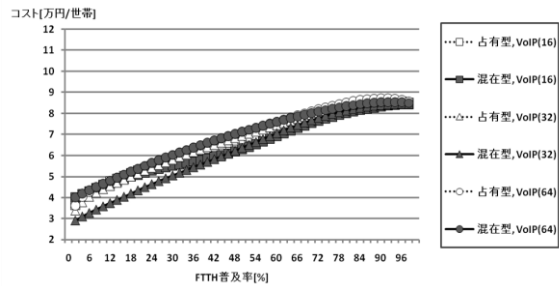


図6 一段階評価における屋外型ONU別コスト  
(光電話率60%、配線点設置、SPR2(8))

#### 4.4 饋線点設置における収容可能数に対する依存性

図7は饋線点設置で一段階評価における光電話率20%時の屋外型ONUによるコストを示したものである。これより全体として占有型のほうが低コストとなっていることがわかる。また配線点設置と異なり低コストとなるのは収容可能数の多いVoIP(32)、VoIP(64)である。

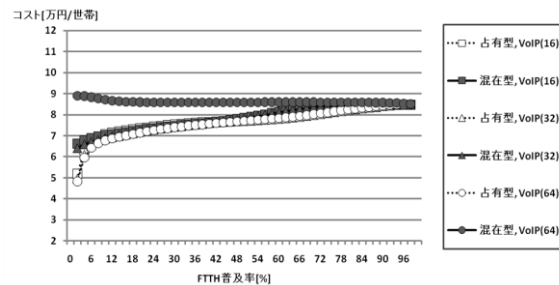


図7 一段階評価における屋外型ONU別コスト  
(光電話率20%、配線点設置、SPR2(8))

また饋線点設置で一段階評価における光電話率60%時は光電話率20%の饋線点設置を下に押しつぶした様なグラフとなる。よってコストの変動や性質も同様である。

#### 4.5 一段階評価のまとめ

各設置箇所におけるコストよりFTTH普及率や光電話率に関係なく饋線点設置のほうが低コストであることがわかる。また饋線点設置では混在型でもVoIP(16)を使用するとき、占有型に近い値をとる。特にFTTH普及率が50%から100%にかけて占有型のほうが低コストであるとわかる。

## 5. 二段階評価

### 5.1 二段階評価におけるコスト計算方法

一段階評価の結果より二段階評価では FTTH がある程度普及した状態として一配線点の初期サービス状態を FTTH が 20 世帯、IP 電話のみを光電話率 20% のときは 4 世帯、60% のときは 12 世帯としている。そして初期状態から IP 電話のみの世帯が全て FTTH へ移行する際のコストについて分析する。なお移行において必要なコストと利用されなくなった機材のコストを足したものを差分コストとする。また各コスト算出を行った結果、一段階評価同様 SPR2 の分岐数に依存するため以下 SPR2(8) について検証する。

### 5.2 設置箇所別の差分コスト

図 8 は配線点設置で二段階評価における屋外型 ONU による差分コストを示したものである。配線点設置では混在型のうち光電話率 20% で VoIP(16)か VoIP(32)を用いた場合と、光電話率 60% で VoIP(64)を用いた場合に差分コストが低くなる。

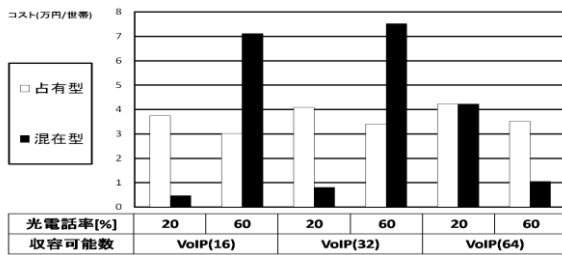


図 8 配線点設置時の差分コスト(SPR2(8))

図 9 は饋線点設置で二段階評価における屋外型 ONU による差分コストを示したものである。これより饋線点設置では光電話率 60% の混在型以外は差分コストは低コストに済ませることができる。とわかる。

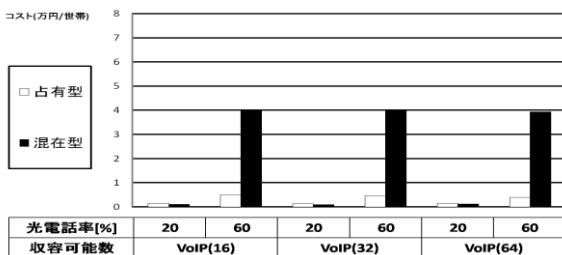


図 9 饋線点設置時の差分コスト(SPR2(8))

### 5.3 総合的評価

以上の二段階評価の結果より、混在型より占有型のほうが、差分コストが小さいということがわかる。その上で一段階評価での FTTH50% 時のコストと二段階評価での差分コスト

を足したものが表 1 である。これより光電話率 20% では饋線点設置で VoIP(32)を使用した場合の占有型と混在型が最も低コストとなる。ただし占有型における施工・運用におけるメリットから占有型のほうが良いと判断できる。また光電話率 60% のときは饋線点設置で VoIP(64)を使用し、占有型にするのが最も低コストとなる。

表 1 コストからみる総合評価(SPR2(8))

屋外型ONU 収容可能数	光電話率 [%]	活用 形式	配線点		饋線点		総計 (配線点、饋線点) [万円]
			1段階 [万円]	2段階 [万円]	1段階 [万円]	2段階 [万円]	
VoIP(16)	20	占有	8.97	3.74	7.74	0.15	(12.71, 7.89)
		混在	8.25	0.46	7.85	0.12	(8.71, 7.97)
	60	占有	6.80	2.92	6.04	0.50	(9.72, 6.54)
		混在	6.30	7.02	6.16	4.01	(13.32, 10.17)
VoIP(32)	20	占有	9.22	4.08	7.71	0.13	(13.3, <b>7.84</b> )
		混在	8.48	0.89	7.83	0.01	(9.37, <b>7.84</b> )
	60	占有	6.93	3.32	5.93	0.47	(10.25, 6.4)
		混在	6.37	7.42	6.02	4.01	(13.79, 10.03)
VoIP(64)	20	占有	9.47	4.22	7.70	0.15	(13.69, 7.85)
		混在	9.48	4.22	8.59	0.12	(13.7, 8.71)
	60	占有	7.13	3.43	5.87	0.40	(10.56, <b>6.27</b> )
		混在	7.13	0.97	6.58	3.93	(8.1, 10.51)

## 6. まとめ

本研究では NGN 移行時における設備コストの分析として、固定電話のみのユーザの NGN への巻き取りを問題点として挙げ、その解決策として屋外型 ONU を用い、配線点あるいは饋線点に設置するモデルについて考えた。さらに占有型と混在型の二つのリボンファイバの活用形式を比較し評価した。これにより収容ビルカバーエリア内世帯数 32000 で一配線点における世帯数 40 の中型都市において最適な設備構成を求めることができた。その際に使用する機材はスプリッタでは局内が 4 分岐で屋外が 8 分岐を用い、屋外型 ONU では光電話率が 20% のとき収容可能数 32 あるいは 64 を、光電話率が 60% のときは収容可能数 64 を用いると最も低コストとなることがわかった。またリボンファイバの活用形式は以上のどの場合にも占有型を用いるのが良いことがわかった。またこれらの結果をもとに施工コストデータを再入力することで、様々な環境においての最適設備構成についても予想することができると考えられる。

## 参考文献

- [1] NGN Policy and Regulatory Resource  
<http://www.itu.int/osg/spu/ngn/>
- [2] Yasuyuki Okumura : Cost Analysis of Optical Access Network Migration Scenarios to Broadcast Service”  
IEICE TRANS. COMMUN., VOL.E90-B, NO.5, pp.1071-1077, MAY 2007.
- [3] 総務省ホームページ 情報通信統計データベース  
<http://www.johotsusintokei.soumu.go.jp/>, 2008/12/08