

「新春インタビュー」

東京大学 青山友紀教授に聞く (前編)

Ethernetが拓く 光ブロードバンド 「FTTH」の世界

— FTTHサービスの低価格化の背景 —

聞き手

三橋 昭和 本誌編集エディタ/IDGジャパン

2002年は、いよいよ日本のお家芸である本格的な光ブロードバンド時代を迎えようとしている。コンテンツ配信等をめぐって、コンテンツIDフォーラム (cidf) やCDN JAPAN (CDN: Content Delivery Network) 等の動きが活発化する一方、NTT-BB (NTTブロードバンドイニシアティブ) は、2002年4月の本格サービスの提供に先立って、「BROBA (ブローバ)」という名の試行サービスを2001年11月から開始した。2001年3月に、有線ブロードネットワークスが100Mbpsの光EthernetによるFTTHサービスを開始して以来の出来事である。

ここでは、光ネットワークの研究にも造詣の深い、東京大学の青山友紀教授に、FTTHについての料金問題の背景や今後の技術動向についてお聞きした。



【FTTHの開発に関する三重苦】

三橋：ブロードバンド時代を迎え、アクセス・ネットワーク (加入者網) としてADSLやCATVなどの普及を背景に、究極のブロードバンド・ネットワークともいわれるFTTH (Fiber To The Home) の本格的なサービスも展望が拓けてきました。これによって、通信と放送の融合の動きが活発化しようとしています。つい最近までは「高い」という代名詞だったFTTHが、どうしてこんなに安くなってきたのでしょうか。

青山：FTTHについてはご指摘のように表-1に示すように、Ethernetを利用した光ブロードバンド (FTTH) が、まさにADSLやCATVと競合できるほどの利用料金で使える時代を迎えました (イメージ例を図-1に示す)。私自身は、このFTTHについては、昔NTTの研究所にいた頃からずいぶんとかかわってきました。FTTHが最初にト

ライアル (試行実験) されたのが今から19年前の1983年でした。東京・三鷹でモデルシステムという一大トライアルが行われましたが、当時は、ニューメディア・フィーバーの真っ盛りの中で、初めて光ファイバを加入者宅に引いて実験が行われました。

そのときは、まだ今日のようなシングルモード・ファイバではなくて、LANなどによく使用されている比較的短距離用のマルチモードファイバが使用され、またFTTHの光伝送装置なども大変大きくて、「家の中のどこにこんな大きなものを置くんだ」という議論があるほどでした。それが最初のトライアルで、そこからNTTの研究所を中心に何度もFTTHのフィールド・トライアルが行われましたが、全部、失敗いたしました。今日から振り返ってみますと、まさに苦節何年という感じですね。

通信事業者	サービス名	用途/タイプ	月額利用料	ユーザ・インタフェース (Ethernet)
有線ブロードネットワークス	BROAD-GATE01	HOME100 (個人向け)	4,900円	100BASE-TX [PC最大5台接続可]
		OFFICE100 (法人・事業所向け)	9,800円	100BASE-TX [PC最大10台接続可]
NTT東日本/西日本	Bフレッツ	ビジネスタイプ	40,000円	100BASE-TX/10BASE-T [PPP: 4セッション]
		ベーシックタイプ	9,000円	100BASE-TX/10BASE-T [PPP: 2セッション]
		マンションタイプ	3,000円 (16ユーザ以上) / 3,500円 (8ユーザ以上)	100BASE-TX/10BASE-T [PPP: 1セッション]
		ファミリータイプ	5,000円	10BASE-T [PPP: 1セッション]
アイ・ビー・レポリューション (ソフトバンク系ベンチャー)	集合住宅向けサービス	10メガサービス	3,900円	100BASE-TX (100Mbps回線を共有し最大10Mbpsを提供)
東京通信ネットワーク (TTNet)	実用化試験サービス (H13.7~12)	300世帯対象	無料	100BASE-TX

注) 上記の料金は概略の比較を行うため月額利用料だけを掲載した。事業者によってインターネット接続料、接続機器料や初期工事費等が異なるので問合せの必要あり。

表-1 FTTHによるブロードバンド・サービスを開始した通信事業者の例

三橋： FTTHが失敗したというのは、具体的にどのようなことだったのでしょか？

青山： つまりNTTが、FTTHを導入できない、すなわちユーザにサービスを提供できなかったということです。もちろん、先ほどお話したようにトライアルもきちんと行って、いろいろな特性なども実用になるレベルでしたけれども、結局、それは導入されなかったのです。そういう意味で失敗だったのです。

そのとき、FTTHについては、

- ①光ファイバそのものの敷設コストが高い
 - ②装置の中にレーザー・ダイオードやフォト・ダイオードなどの非常に高い光部品が入るので、システム・コストが高い
 - ③光ファイバが切れたりしたときに、繋いだりする保守・運用コストが高い
- という「三重苦」があるとよくいわれました。

研究所では、これらの課題に対して敷設コストや、装置自体のコストを徹底的に安くする方法というのを考えましたし、保守・運用についても、どこが切れているのかをすぐに発見できるような測定装置などの研究開発を重ねました。その結果、電話のシステムと比べてそれほど遜色ないコストでFTTHが提供できる技術を作ることができました。これは、1997、98年頃には、目処がついていました。

三橋： そのような、FTTHの技術革新によって、具体的にはいつ頃からFTTHのサービスが行われたのでしょか？

青山： 実際にFiber To The Homeが導入されたのは、神奈川県・戸塚のCATVシステムです(1997年)。CATVという放送サービスと、電話やISDNなどの通信サービスを同時に提供するシステムが、戸塚で初めて商用サービスとなりましたが、これはごく限られた地域と場所にしか導入されませんでした。

結局、今から考えてみると苦節十何年もの間、FTTHをなかなか導入できなかったのは、技術的なコストなどの問題というよりも、ブロードバンド・サービスがなかったということだと思います。裏返せば、ブロードバンド・サービスの内容がある程度みえていたら、技術基盤としてはそれに対応できるものはすでに開発されていたということだと思います。

現在では、インターネットの進展とともに、Web上などにもどんどんカラー画像や動画等のコンテンツが利用されるようになり、情報量が大きくなってきました。それらの情報を見る(検索する)ためには、非常に高速な伝送路(ブロードバンド)が必要だという現実的なサービスがみえてきたため、FTTHが導入される条件が整ってきたと思います。

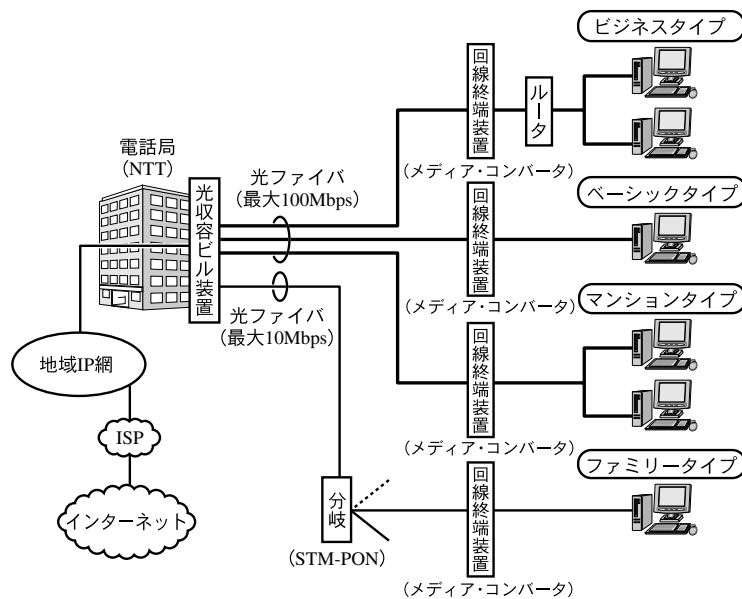


図-1 NTTのFTTHサービス「Bフレッツ」の接続イメージ (Ethernetインタフェース)

【 π システムからFSAN仕様のB-PON方式へ】

三橋： その間に、たとえばFTTHを実現する過渡的な技術として、 π (パイ) システム (配線形態が π という文字に似ていたのでこう呼ばれた) が出てきて注目されましたが、途中で消えてしまいましたね。あれはどのようなことだったんですか？

青山： NTTがなぜ π システムを考えたかという、確かにFTTHはかなり安くすることができたのですが、もっと安くならないかということが検討されたからです。 π システムは要するに、家の中まで光ファイバを引き込まないで、近くの電柱まで光ファイバを敷設し、そこから家庭まではメタリック・ケーブルを引くというシステムだったのです。つまりパッシブダブル・スターではなくてトリプル・スター形式だったんですね。

この形式ですとさらに安くできるんですよ。この π システムは、当時の状況ではまだ家の中まで光ファイバを引き込むと、給電やライフラインとしての信頼性など、いろいろな問題があるということで、過渡解として考えられたものです。

ところがこの π システムでは、電柱の上にレーザー・ダイオードなどのOE/EO変換器 (光-電気変換/電気-光変換装置) を設置するわけですから、障害などが起こったりすると大変なのです。また、OE/EO変換器用のパワー (電源) が必要となる、この電源問題もなかなか悩

みの種のようなものでした。しかし一方では、光関連の設備や部品もどんどん安くなってきているということもあって、電柱の上でOE/EO変換しないで、最終的には家の中まで、光ファイバを引いてしまう方が結果的に保守・運用上もいいということになり、 π システムはなくなったのだと思います。これで、一気にFTTHでサービスを提供していこうということになったのです。

三橋： その当時、FTTx [FTTH (Home), FTTB (Building), FTTC (Curb) などの総称] を実現するために世界の主要なキャリアが、フルサービス・アクセス・ネットワーク (FSAN) というコンソーシアムを結成 (1995年) し、光伝送システムなどを標準化して低コスト化を図る活動が国際的に活発化していましたが、このコンソーシアムはコストダウンにかなり影響を与えたのでしょうか。

青山： コストダウンに非常に役にたったのではないかと思います。たとえば、日本のNTT、アメリカのBell SouthとSBC、ヨーロッパのFrance TelecomとイギリスのBritish Telecommunicationsの5社は、FTTxを実現するB-PON (Broadband-Passive Optical Network) システムの共通技術仕様を作り、相互に同じ仕様のもので利用できる環境を作り上げてきました。このように共同調達ができるようにすると、トータルな調達量が増えますから光部品や光装置を安くできるようになります。また、アメリカでは家庭 (Fiber To The Home) ではなくて、最初はFiber

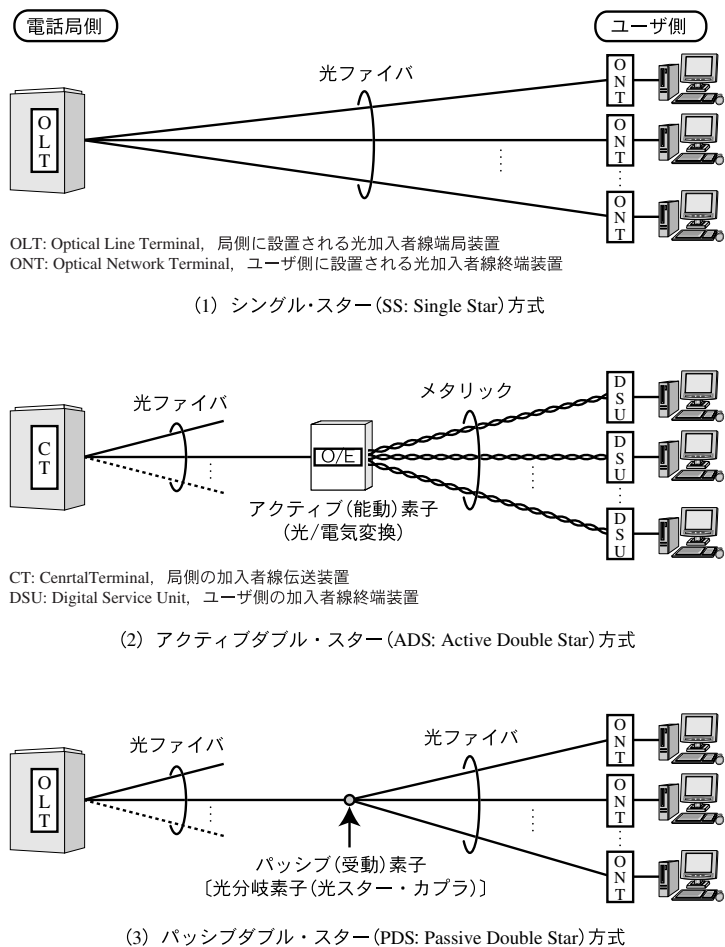


図-2 FTTxにおけるアクセス網の3つの網構成

To The Businessに使うために、いろいろなトライアルを行ったりしていました。このように、FSANの仕様作りというのは、FTTxを安価に実現するためのコストダウンに大いに貢献したのではないかと思います。

【当面は、EthernetによるFTTHへ】

三橋： 国際的なFTTx仕様のB-PONシステムではなく、Ethernetのシステムを利用したFTTHのサービスが有線ブロードネットワークスから安価に提供されはじめてことから、FTTHの利用料金問題は一気に注目されるようになりました。このように、FTTHをめぐるには、代表的な2つの方式があります。1つは、NTTをはじめとするキャリアの、信頼性の高いものを提供していくとい

うB-PONのコンセプト(コネクション指向のギャランティ型コンセプト)、もう1つは、有線ブロードネットワークスなどが提供しているEthernetによるインターネット的なコンセプト(コネクションレス指向のベストエフォート型コンセプト)です。ところが、NTT東日本も西日本もB-PON方式ではなく、Ethernet主体のFTTHサービスを開始していますが、これはどう考えたらよいのでしょうか。

青山： これは、競争の原理からも、当面、世界的に普及しているEthernet(ベストエフォート型)によるFTTHの方が利用料金を安くしてサービスできること、次にADSLやCATVなどの、予想もしなかった急速なブロードバンド化の波が拍車をかけたと思います。しかし、実際にはネットワークの信頼性や保守・運用等の面からみると、B-PON方式の方が優れている点があります。現在は、B-PONのようなギャランティ型サービスの出番が熟していない時期であると同時に、これまでお話ししたB-PONも含めてFTTHの技術は、現在からすでに5、6年前くらいまでに研究開発された古い技術がベースになっているということです。

一方、政府は、これから2005年までに、超高速インターネット・アクセス(30~100Mbps)への加入者数を1,000万加入にしようというe-Japan構想を推進しています。

このようなときにFTTHシステムのあり方をもう一度、最新の技術で見直して、最適なものは何かについてよく考える必要があるのではないか、ということ積極的に提言しています。

【FTTHに関する3つの技術的課題】

三橋： それは注目すべきことですね。具体的にはどのようなことを提言されているのでしょうか。

青山： FTTHの今日的な実現については、次のような主に3つの技術的な課題があります。

(1) アーキテクチャの課題

1つはアーキテクチャの課題で、図-2に示すようにシングル・スター(SS)なのか、パッシブダブル・スター(PDS)なのか、アクティブダブル・スター(ADS)なのか、これをどれにしたらいいのかということです。

シングル・スターは、ご承知のとおり、光ファイバを1本ずつ家庭まで敷設する最もシンプルな方式です。シンプルであるためこれが一番望ましいのですが、経済的

にみるとこれまではダブル・スターの方が安かったのです。しかし、これからどんどん光ファイバが安くなったときに、「本当に途中で、光スプリッタや光-電気変換装置などを入れるのがよい(安い)のかどうか」ということも含めてもう一度よく見直すべきだと思います。そして(途中で装置を)入れるとしたらパッシブ方式(OE変換等を行わずスターカプラで分岐する方式)なのか、アクティブ方式(OE変換等を行う方式)なのかを考える必要があります。

①ドイツで失敗したアクティブダブル・スター方式

実はアクティブダブル・スターという方式は、昔ずいぶん研究開発されました。たとえば、ドイツが統一された際に、東ドイツの通信インフラがあまりにも貧弱なので、当時のドイツテレコムが抜本的に東ドイツの通信インフラを新しくしようとしました。そのとき、どうせなら光ファイバで構築したらどうか、ということでアクティブダブル・スターの方式が導入されました。ところがドイツは結局、ある程度敷設したところで中止してしまいました。というのは、やはりアクティブダブル・スター方式は高価だったのです。アクティブな(OE変換等を行うための)光部品が入っていて、なおかつ電源などを含めた結構大きな装置なので、電話局と家庭の間にスペースをとって装置を設置しなければならなくなります。さらには、保守/運用もいろいろ大変なことになり、結局、「アクティブダブル・スターは駄目だ」という評価になってしまったのです。

このような経験も踏まえて、国際的にも「パッシブダブル・スターがいい」ということになったわけです。それでNTTもパッシブダブル・スター(PDS)方式を全力を上げて研究開発し、このPDS技術で世界をリードしたのです。パッシブダブル・スターにはスターカプラしか入っていないので、非常にコストも安いし、部品が壊れるという確率も低いので、非常に保守・運用がしやすいわけです。以降ずーっと開発のターゲットになってきたわけです。

②復活したアクティブダブル・スター方式

ところが、100Mbps(Ethernet)のFTTHサービスの提供をアナウンスした有線ブロードネットワークスの方が、ある学会で講演されたとき、私もそのときに講演者として参加していたので、そのアーキテクチャについていろいろ質問しました。

「いったいどのようなネットワーク構成になっているんですか?」とお聞きしたら、それはアクティブダブル・スターだったんですよ。それを聞いて私はびっくりしました。その仕組みは、100ユーザを超える

100MbpsのIPパケットをギガビットEthernetに多重化してHUBに集約するアクティブダブル・スターなんです。このギガビットEthernetを使っているというところが注目すべきところでした。有線ブロードネットワークスの方が言われるには、ユーザ側の100Mbpsのメディア・コンバータ(光-電気変換器)は非常に安いし、ギガビットEthernet関連の装置も安いので、これらを使用した方がFTTHのコストを低減できるということでした。まさに、アクティブダブル・スターが復活したんですね。

ですから、もう一度、Ethernetの技術や、その経済性などに注目したときに、アクティブダブル・スターや「ギガビットEthernet+PDS」などの選択肢を真剣に考えるべきだと思います。

(2) フレーム構成の課題

2番目は、いわゆるフレーム構成の課題で、SONET/SDHフレームなのか、ATM(53バイトのセル)なのか、それともEthernetフレームなのか、この選択です。

π システムはSONET/SDH、FSAN(B-PON)はATM、有線ブロードネットワークスやNTT東西などはEthernetですから、当然Ethernetフレームです。それからギガビットEthernet-PON(単にEPONともいう)という方式も提案されています。これはギガビットEthernet(GbE)を使うのですが、それをアクティブではなくて、パッシブダブル・スターで行う方式です。それをGbE-PON方式といいます。これは、10ギガビットEthernetの標準化の過程でも審議されているようです。

(3) 波長分割多重技術(WDM)の課題

3番目は、“How many wavelength?”という波長分割多重の課題です。つまり、FTTHで「何波長使うのか(データを乗せる異なる波長の光を、1本の光ファイバにいくつ通すか)」ということです。

これからは、波長分割多重技術(WDM: Wavelength Division Multiplex)がどんどん安くなっていくので、アクセス系でもWDMを使って、いろいろな複数のサービス(例:ベストエフォート型サービスや、ギャランティ型サービス等)を提供していくということがあっていいのではないかという話です。

そのようなことをよく考えた上で、21世紀のFTTHというのは何であるのかということをもう一度よく考え直す必要があるのではないかと、私はいろいろなところで提言しています(つづく)。

(平成13年12月10日受付)

