

# メトロファイバーを用いた広帯域ストレージネットワークの考察

松本直人<sup>†1</sup> 尾崎浩史<sup>†2</sup> 星和保<sup>†2</sup>

昨今、企業におけるデータ解析ニーズ等の高まりからストレージ容量およびアクセスが増大している。しかし、データ解析基盤をデータセンターおよびパブリッククラウドに構築した場合、データ転送通信帯域のコスト増大が懸念点として出てくる。本稿では、これら課題を解決するため東京都内に敷設済みのメトロファイバーを用いて、低価格で広帯域ストレージネットワークを実現する実証実験を行った結果を報告する。

## An analysis of the high bandwidth storage network using metro fiber.

NAOTO MATSUMOTO<sup>†1</sup> HIROFUMI OZAKI<sup>†2</sup> KAZUYASU HOSHI<sup>†2</sup>

**Abstract:** In Enterprise market, The Data analysis is reviving at today. But many of case, the high bandwidth network connection over WAN for storage networking is so expensive in data center and public cloud computing environments. This paper is introduce to analysis how to build and manage more cost effective high bandwidth storage network using existing metro fiber.

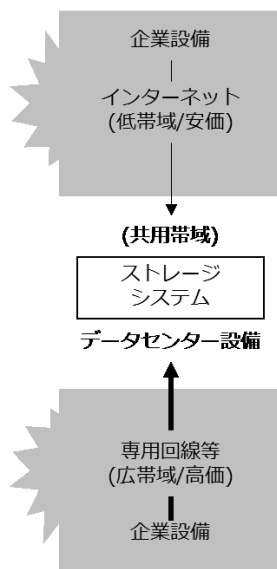
**Keywords:** Storage Networking, 10GBASE-LR, 40GBASE-LR4, Data Center, Metro Fiber, Dark Fiber.

### 1. はじめに

データ解析基盤をパブリッククラウドやデータセンターに構築する場合、データ転送には通信帯域とコストという二つの制約条件が付いてくる。インターネット経由のデータ転送の場合であれば、その他ユーザーと帯域共有するというデメリットがあり、また専用回線経由のデータ転送であれば帯域幅に見合った高価格なコストを支払う必要がある。(図1)

昨今、Ethernet 光トランシーバー規格および市場動向に変化があり、光ファイバーケーブル最長伝送距離が 10km から 100km という能力を持った Ethernet スイッチに直結可能なモジュールが\$34から\$2,800という価格[1]で市販化されはじめています。(図2) 本稿では、これら技術を用いて実証実験を行った。

ストレージ環境を取り巻く二つのジレンマ



出典: さくらインターネット研究所調べ(2017年04月現在)

図1 ストレージ環境を取り巻くジレンマ

Figure 1 An Analysis of the Storage Networkig over WAN.

Ethernet光トランシーバー規格と  
光ファイバーケーブル最長伝送距離

10GBASE-SR (SFP+)	300m
10GBASE-LR (SFP+)	10km
10GBASE-ER (SFP+)	40km
10GBASE-ZR (SFP+)	100km
40GBASE-SR4 (QSFP+)	150m
40GBASE-LR4 (QSFP+)	10km
40GBASE-ER4 (QSFP+)	40km
100GBASE-SR4 (QSFP28)	100m
100GBASE-LR4 (QSFP28)	10km



40GBASE-LR4 Optical Transceiver module (QSFP+)

出典: さくらインターネット研究所調べ(2017年04月現在)

図2 Ethernet 光トランシーバーの規格動向

Figure 2 Ethernet Optical Transceiver Spec list

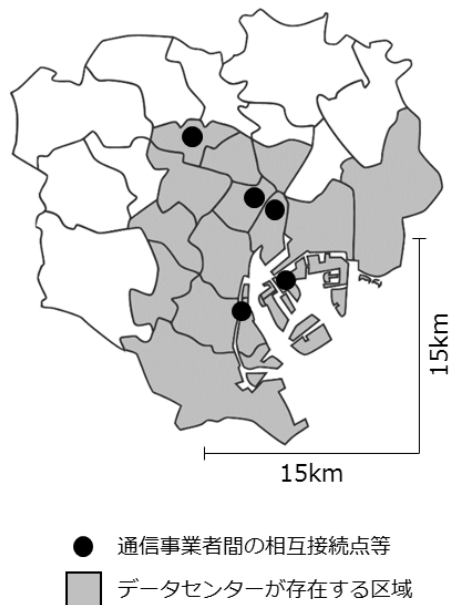
†1 さくらインターネット(株)  
SAKURA Internet, Inc.

†2 丸の内ダイレクトアクセス(株)  
MARUNOUCHI DIRECT ACCESS Ltd.

## 2. 広帯域ストレージネットワーク市場性評価

特定非営利活動法人日本データセンター協会[2]によれば、国内データセンターの設備は東京一極集中に分布している。図3は、特定非営利活動法人日本データセンター協会が保有するデータセンター所在情報から公開されている区域をもとにして作成された地図である。

東京都内におけるデータセンター設備分布



出典: 特定非営利活動法人日本データセンター協会  
さくらインターネット研究所調べ(2017年04月現在)

図3 東京都内におけるデータセンター設備分布  
Figure 3 Data Center Area Map in Tokyo

東京 23 区におけるデータセンター密集区域を見つけると、その分布は大田区、品川区、目黒区、渋谷区、港区、中央区、江東区、江戸川区、台東区、文京区、千代田区、新宿区、豊島区という連続した地域が浮かび上がってくる。

この連続した区域は、15 平方 km には収まらないまでも、十分に密集した区域を形成していると言える。

現在市販化されている Ethernet 光トランシーバーには、光ファイバーケーブル最長伝送距離が 10km から 100 km に対応するモジュールがすでに存在しており、その帯域も 10Gbit/s から 100Gbit/s という十分な伝送能力を保有している。

敷設される光ファイバーの伝送損失等があるため、一概に対応距離により通信可能区域を定義はできないが、仮に既設の光ファイバーケーブル等を安価に利用できた場合には、低価格に広帯域なストレージネットワークを構築する可能性は多いにある。

つづいて、本稿において実証実験を行ったメトロファイバー区域について情報を示す。(図4)

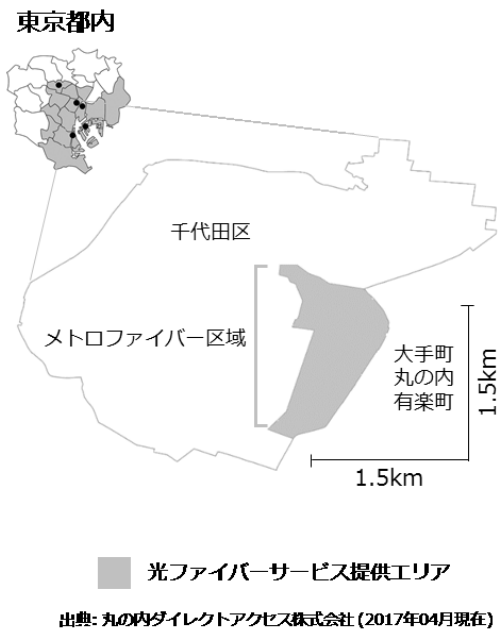


図4 実証実験に用いたメトロファイバー網  
Figure 4 Metro Fiber Network for Field Trial.

今回の実証実験に用いられたメトロファイバーは、丸の内ダイレクトアクセス株式会社[3]が、千代田区の手町、丸の内、有楽町に敷設した独自の光ファイバーにより構成されている。

この連続した区域は、1.5 平方 km に、ほぼ収まっており、この区域の中に存在する丸の内ダイレクトアクセス株式会社のデータセンターと企業ビルの間は、最長でも 2 km 未満に収まっている。

また、ビル間光ファイバーは 1 区間 1 芯あたり月額 7,700 円～12,500 円と低価格である[3]。

光ファイバーケーブル最長伝送距離が 10km 未満の Ethernet 光トランシーバーには 10GBASE-LR、40GBASE-LR4、100GBASE-LR4 の規格に対応するモジュールが市販化しており、それらを用いることで十分に広帯域なデータ転送を LAN と同じように実現可能となる。

今回はその中から 40GBASE-LR4 の Ethernet 光トランシーバーモジュールを用いて実証実験を行った。

### 3. 動作検証

本稿検証環境では2台の Intel x86 アーキテクチャを採用した端末を用意し、丸の内ダイレクトアクセス株式会社が用意した局折り返し総延長 3.6 km(片道 1.8km)の 2 芯光ファイバーを用いてデータ転送および送受信の光レベルを測定した。

NIC(Network Interface Card)には Mellanox 社製 Connect-X4 VPI Dual Port NIC を用い、Ethernet 光トランシーバーモジュールには 40GBASE-LR4 規格のものを用いた。

Intel x86 アーキテクチャを採用した端末の OS には、CentOS 7.3 を導入した。

実証実験環境におけるデータ通信環境

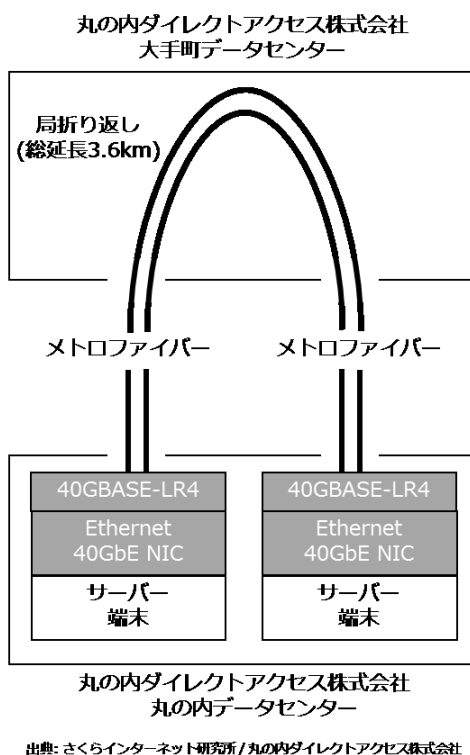


図 5 データ転送に向けた実験環境

Figure 6 Data Transfer Environment for Lab Test.

測定環境は、丸の内ダイレクトアクセス株式会社が保有する大手町データセンターと丸の内データセンターの二つのデータセンターを実証実験環境として利用している。

二つのデータセンター間を結ぶ既設のメトロファイバーを大手町データセンター側にてパッチ接続し、局折り返しすることで、総延長 3.6km におよぶ光ファイバー網を実現している。

広帯域ストレージネットワーク向けに必要とされるデータ転送速度を実証実験環境から確認するため、丸の内ダイレクトアクセス株式会社の丸の内データセンターに設置された端末の両方で測定ツールとして iperf と ethtool さらに vnstat を利用した。

測定結果によるデータ転送速度と送受信の光レベルは図 6 のとおりである。

実測値としてデータ送受信では 38Gbit/sec が観測されている。また同様にデータ転送に用いられた Ethernet 光トランシーバーモジュールの送受信の光レベルも、それぞれ 8チャンネル(8波長)で-0.18dBm から-4.34dBm の範囲で観測されている。

実証実験環境におけるデータ通信結果

```
# vnstat -i enpls0 -l
rx: 38.63 Gbit/s 597,014 p/s
tx: 38.39 Gbit/s 149,864 p/s

# ethtool -m enpls0

Transmit avg optical power
(ch 1): 0.8173 mW / -0.88 dBm
(ch 2): 0.8540 mW / -0.69 dBm
(ch 3): 0.9586 mW / -0.18 dBm
(ch 4): 0.9586 mW / -0.43 dBm
Rcvr signal avg optical power
(ch 1): 0.3679 mW / -4.34 dBm
(ch 2): 0.4691 mW / -3.29 dBm
(ch 3): 0.4699 mW / -3.28 dBm
(ch 4): 0.4722 mW / -3.26 dBm
```

出典: さくらインターネット研究所調べ(2017年04月現在)

図 6 データ転送の測定結果

Figure 6 Data Transfer Result for Lab Test.

本稿では掲載を割愛しているが Mellanox 社製 Connect-X4 VPI NIC では、これ以外にも多くの Ethernet 光トランシーバーモジュール情報が ethtool を経由して閲覧可能であり、その中にはモジュールの動作温度から送受信の光レベルにおける警告情報も含まれている。

#### 4. まとめ

本稿では、昨今再燃している企業におけるデータ解析ニーズに必要とされる広帯域ストレージネットワークのあり方を、既設メトロファイバー網と長距離データ転送を可能とする新興系Ethernet光トランシーバーモジュールの組み合わせによる改善策を考察した。

データ解析基盤等をデータセンターおよびパブリッククラウドに構築した場合、データ転送通信帯域のコスト増大が懸念点が出てくるが、東京都内に敷設済みのメトロファイバー網等を用いることで、その改善に糸口を見いだせることが実証実験から得られた。

この実証実験結果から図 7 のような広帯域ストレージネットワークをデータセンター側設備として企業側まで設備延伸することで、より効果的なデータ転送環境が実現できると考えられる。

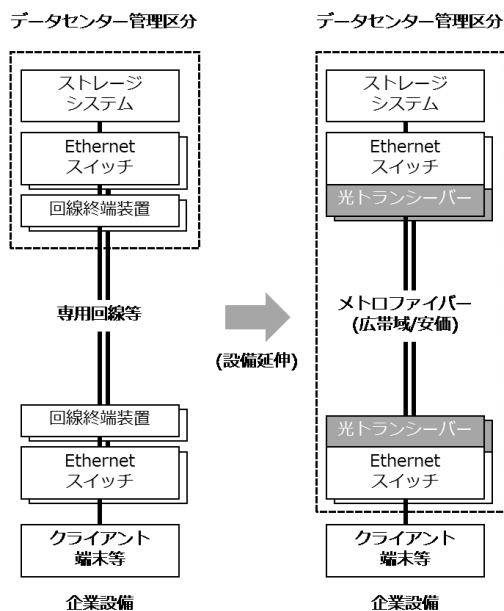


図 7 広帯域ストレージネットワークによる改善策  
Figure 7 The High Bandwidth Storage Networking model

本稿の提案方式が、今後も増大する企業におけるデータ解析ニーズに必要とされる広帯域ストレージネットワークにおける効率的なデータ収集および解析のひとつとして活用されることを期待する。

#### 参考文献

- 1) FiberStore: <http://www.fs.com/>
- 2) 特定非営利活動法人日本データセンター協会:  
<http://www.jdcc.or.jp/>
- 3) 丸の内ダイレクトアクセス株式会社 料金  
<http://www.directaccess.co.jp/opticalfiber/>