

伊藤大輔†, 山下聡†, 三宅延久†, 外山勝保‡

Daisuke Ito, Satoru Yamashita, Nobuhisa Miyake, Katsuyasu Toyama

## 1 はじめに

インターネットマルチフィード株式会社(以下、MFEED)では高精度かつ安定した時刻情報配信・配送網構築を行うことを目的として、独立行政法人通信総合研究所(以下、CRL), 日本電信電話株式会社, 株式会社インターネットイニシアティブとともに共同研究を進めてきた。平成13年度, 時刻情報プロトコル(Network Time Protocol)を用いて日本標準時を配信する高精度な時刻サーバをインターネット上に公開し, 多数のアクセスを集めた。本発表では, その時刻サーバ精度状況ならびに運用・管理手法を報告する。

## 2 ネットワーク構成

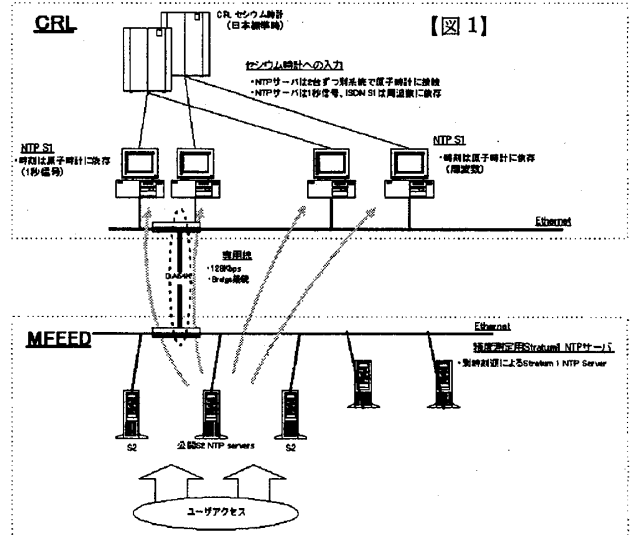
### 2.1 日本標準時の配信

NTPとはネットワークに接続された計算機を階層状に接続し, 各計算機は自分が属する階層内か1つ上の階層のNTPサーバにのみアクセスし, ネットワークで接続される計算機間の時刻同期のための通信を1つのサーバに集中させない様に考えられた技術である[1]。本実験では日本標準時を時刻源とした, もっとも階層の高いStratum1となるNTPサーバの時刻を, よりインターネットへの接続環境の良いMFEEDにStratum2となるNTPサーバを設置することによって, 安定した時刻を配信した。

### 2.2 構成

高精度なStratum1のNTPサーバは必ずしもインターネットへの接続環境の良いところに設置されているとは限らない。本実験においても時刻源となるStratum1 NTPサーバはCRLに設置されていたため, 本実験では専用線を用いてCRLとMFEEDを接続し, 時刻の精度を損なわないStratum2 NTPサーバをインターネットへの接続環境のより良いMFEED側に設置した。(図1)

またNTPサーバの精度を計測するために, 同じネットワーク上に全く異なる時刻源を持つStratum1 NTPサーバを構築した。本論文では構築したStratum1 NTPサーバからNTP時刻情報へのリクエスト packets をあるNTPサーバAに送出し, そこから得られる時刻のずれ(offset)を, NTPサーバAの精度と定義する。



### 2.3 構成の内容

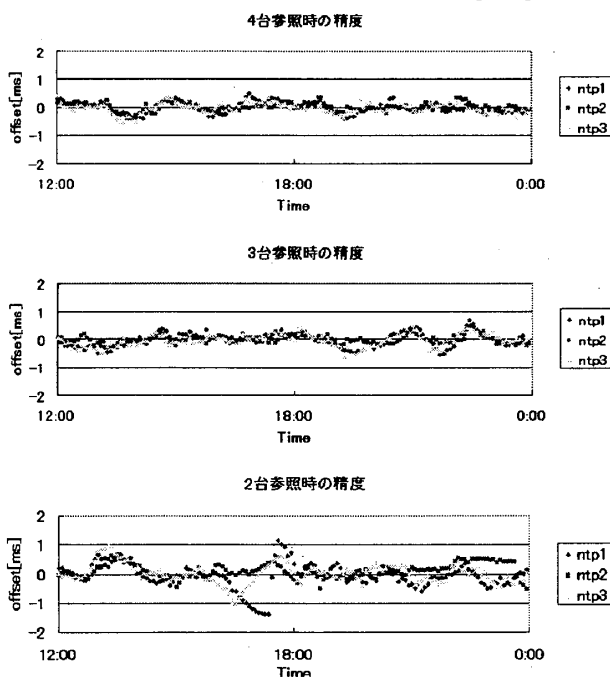
専用線を接続する機器はIPレベルでのルーティングを行わず, あえてOSIモデルのLayer2での接続(Bridge)とし, 機器によるパケット遅延を極力避けるように設計した。またこのモデルでは, Stratum2 NTPサーバがARP[2]によるIPアドレスからMACアドレスへの解決を定期的に行うため, Stratum2 NTPサーバにてIPからMAC addressへの解決を固定的に記述することによって, ARP解決による遅延を防いでいる。

またStratum2 NTPサーバが参照するStratum1 NTPサーバを4台用意することによって, 障害時の冗長性を向上させている。図2は参照用Stratum1 NTPサーバが2~4台のときの, Stratum2 NTPサーバの精度を計測したものである。2台のStratum1 NTPサーバが存在すれば, Stratum2 NTPサーバの時刻精度は1.5ms以内に保たれることが分かる。よって本構成においては, CRL側の日本標準時の接続を二系統用意し, それらにそれぞれStratum1 NTPサーバを二台ずつ接続することによって, 障害時においても最低二台はStratum1 NTPサーバが稼働しているように構成した。専用線や専用線を接続する機器, セシウム時計に障害があったときは, Stratum2 NTPサーバはStratum1 NTPサーバを参照出来なくなり, 自然と時刻の配信を止めるため, 精度の低い時刻を配信することは避けることが出来る。

† インターネットマルチフィード株式会社

‡ NTT 情報流通プラットフォーム研究所

【図2】

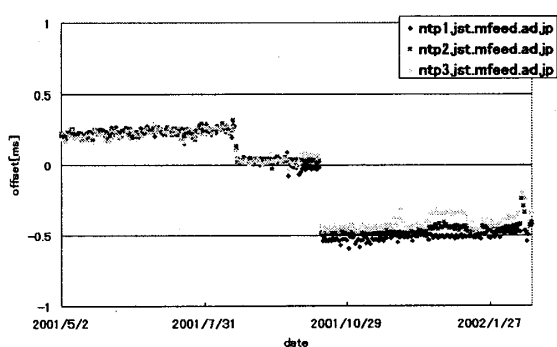


### 3 アクセス状況

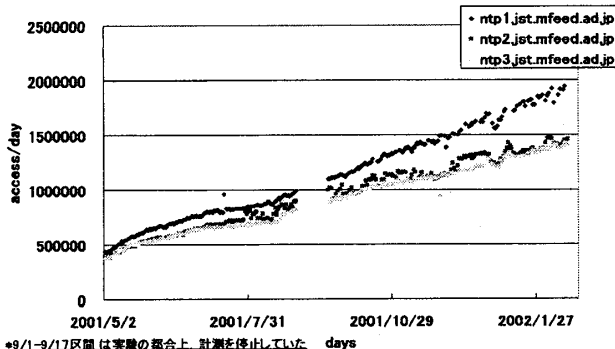
#### 3.1 アクセス数と精度状況について

図3はインターネット上に公開した Stratum2 NTP サーバ 3 台のアクセス状況とその精度状況を計測したものである。アクセスとは NTP サーバに NTP のリクエストパケットがいくつ到達してきたかを示している。

Stratum2 NTPサーバの精度 【図3】



Stratum2 NTPサーバの一日のアクセス数



※9/1-9/17区間は実験の都合上、計測を停止していた days

多数のアクセス数にもかかわらず、Stratum2 NTP サーバが一定の精度を保ち続けている。今回使用した Stratum2 NTP サーバのスペックは、

CPU : Intel Celeron 500MHz

Memory : 128MB

HardDrive : 14GB

というものである。大多数の時刻配信においても、上記スペックの PC を用いれば、十分に高精度の時刻配信は可能である。

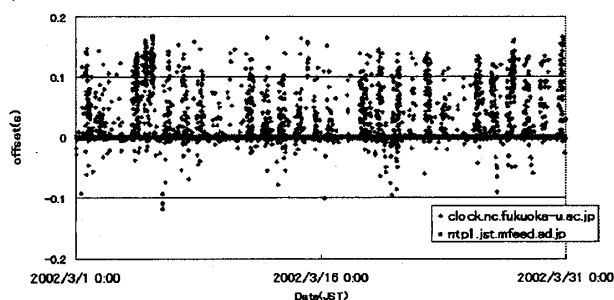
#### 4 Stratum1 と Stratum2 における精度について

Stratum1 と Stratum2 の NTP サーバの精度は Stratum1 の方が精度がよい。このため NTP を利用する利用者は Stratum1 サーバに時刻を合わせた方がよいと思いがちである。そこで計測用 Stratum1 NTP サーバより、ネットワーク的に非常に遠い Stratum1 NTP サーバと今回公開した Stratum2 NTP サーバの精度を比較した。その結果が図4である。

これにより、ネットワーク的に非常に遠い Stratum1 NTP サーバより、ネットワーク的に非常に近い Stratum2 NTP サーバの方が、NTP クライアントから見れば精度が良いことが分かる。すなわち精度は Stratum の高い方がよいわけではなく、ネットワークの距離にも大きく依存していることが分かった。

Stratum1とStratum2の精度比較

【図4】



#### 5 おわりに

本構成により、物理的に Stratum1 NTP サーバが遠く離れていても、128Kbps 程度の Ethernet 接続により Stratum2 NTP サーバが構築が可能である。またこのように構築した Stratum2 NTP サーバは、配信環境によってはネットワーク的に遠い Stratum1 NTP サーバよりも高精度であり、多アクセスにもかかわらず十分に精度が保てるものである。これは Stratum1 NTP サーバを構築する際の時刻源となる機器に物理的制約が伴う場合でも、精度を維持したまま高品質な NTP サーバを自分のネットワーク上に構築出来ることを意味している。

また本実験で公開している Stratum2 NTP サーバの精度やネットワーク構成は実験用の情報公開サーバにて公開している[3]。

#### 参考文献

- [1]RFC1305 Network Time Protocol (Version 3) Specification, Implementation and Analysis
- [2]RFC826 An Ethernet Address Resolution Protocol
- [3]http://www.jst.mfeed.ad.jp/