

# オンラインストレージと分散ファイルシステム

野田 徹, 水野 珠季

Toru NODA, Tamaki MIZUNO

## 1 はじめに

近年, メールで添付できないような大容量のファイルを友人に届ける場合や, 外にファイルを持ち出す手段としてオンラインストレージが利用されるようになってきている. また企業においてはデータのバックアップ用として使われ始めている. それに伴って, オンラインストレージの日本市場は 2013 年には 1330 億円にまで成長すると言われるほど注目されるサービスとなっている.

本稿ではオンラインストレージにどのような種類があるのか, またどのような事が要求されているのかと共に, 現在のオンラインストレージを支えている技術である分散ファイルシステムについて調べた. 最後にオンラインストレージの今後の展望について考察した.

## 2 オンラインストレージ

### 2.1 オンラインストレージの概要

オンラインストレージとは, インターネット上でファイル保管用のディスクスペースを貸し出すサービスのことである. オンラインストレージへのデータのアップロードやダウンロードは, Web ブラウザや FTP クライアントを利用して行われる. そのため, OS に依存すること無く Web 環境があればどこでも使用できるというメリットがある. オンラインストレージの日本市場は 2001 年に始まり, その後順調に拡大した. 2004 年から 2006 年までは前年比 160% の伸びであった. 2007 年には携帯電話向けのオンラインストレージのサービスも始まり, 191% の伸びとなった.

### 2.2 オンラインストレージの種類

オンラインストレージサービスには大きく分けてファイル転送型とファイル共有型の 2 種類が存在する. それぞれの特徴を以下で示す. またファイル転送型, ファイル共有型のそれぞれのイメージ図を Fig. 1 と Fig. 2 に示す.

#### ● ファイル転送型

ファイル転送型は, 主にデジカメの写真を渡すために使用する等の, メールで添付するには大きな容量のファイルを相手に渡さなければならない時に使用する. Fig. 1 のように Web ブラウザからファイルをアップロードすると, 保管先の URL がファイルの受信者にメールで送信され, 受信者はその URL にアクセスすることでファイルのダウンロードが可能となる. このタイプのオンラインストレージは専用アプリケーションのインストールを必要とせず, また, 無料で利用できるサービスが多いというメリットが

あるが, 保管期間は 2 日 ~ 1 週間と短い<sup>1)</sup>.

#### ● ファイル長期保管・共有型

ファイル長期保管・共有型はファイル管理画面においてフォルダの作成やコピー・移動などを Web ブラウザで行うことができる. また, フォルダやファイルを複数の人と共有することができる. バックアップなどを目的に使う場合にこのタイプが利用される. このタイプは専用のアプリケーションをインストールしなければならないことが多く, 有料のサービスがほとんどである. また, 無料のものは容量が少ない等の機能が制限されている<sup>1)</sup>.

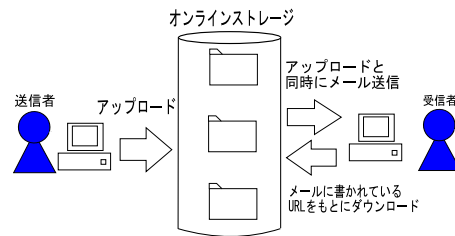


Fig.1 ファイル転送型 (出典: 自作)

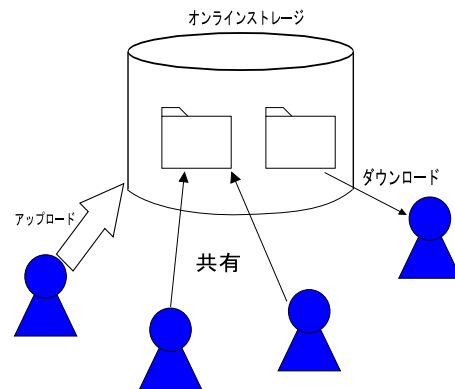


Fig.2 ファイル長期保管・共有型 (出典: 自作)

### 2.3 オンラインストレージへの要求

オンラインストレージの主な流れは 2 種類存在する. 1 つ目は Dropbox や ZumoDrive などに見られるようなエンドユーザ向けのサービスである. 2 つ目は企業の持つデータを障害や災害などから守り, 運営に支障が出ないように継続させるものである. 個人の情報セキュリティに関する関心の高まりと企業がオンラインストレージを利用し始めたことによって, オンラインストレージに対する要求は高度なものになってきている. 以下にオ

オンラインストレージに対する要求を挙げる。

- セキュリティ  
企業がデータを預けるようになり始めている現在では、情報の漏洩に対する意識を高める必要がある。そこでオンラインストレージには情報が外に漏れることが確実に無いと言えるほどのセキュリティが必要になってきている。
- 耐故障性  
以前では、オンラインストレージにおいてデータが消えることや破損することに対して責任を追わないということが規約に書いてあるほどであった。しかし現在では企業も使うようになったため、何らかの障害でファイルを保存しているコンピュータが故障してもクライアントのファイルを保護する必要が出てきている。分散ファイルシステムを用いた耐故障性の実現方法に関しては3章で詳説する。

## 2.4 オンラインストレージのサービス形態

オンラインストレージはファイル転送型とファイル共有型で課金の方法が違う。ファイル共有型では借りているディスク容量にアカウント数ごとの料金でサービスを行っている。それに対し、ファイル転送型ではファイルの転送容量や借りているディスク容量にアカウント数ごとの料金でサービスを行っている。無料でサービスを展開しているオンラインストレージでは使用時に広告が表示されるようになっており、広告費でサービスを行っている。

## 2.5 amazon S3

amazon S3 (amazon Simple Storage Service) は企業に向けてオンラインストレージサービスを行っている。amazon S3 の特徴について以下に示す。

### 2.5.1 amazon S3 の特徴

- 高信頼性  
データを3台のストレージに記憶させることで高い信頼性を発揮している。また一つのファイルに対してアクセスが集中した場合でも負荷を分散させることでサーバが落ちることを防いでいる。
- 安価  
amazon S3 の使用料金は使用量によって異なるが、1TB で約1万5千円である。このことから、amazon S3 は個人のバックアップ用に使うという点では安価であるとは言えない。しかし企業が使う場合には高信頼性を確保してくれ、また自社ストレージの管理コストがかからないため安価であると言える<sup>4)</sup>。

### 2.5.2 amazon S3 の技術

amazon S3 は業界標準のサーバを大量に用いることで上記に示した「安価」を実現している。しかし業界標準のサーバは壊れやすいという特徴がある。そこで分散ファイルシステムを用いることで耐故障性を実現している。分散ファイルシステムについては3章に示す。

### 2.5.3 amazon S3 の利用例

amazon S3 を企業がどのように利用しているかについて説明する。今回は SmugMug という写真共有サイトを例にとって説明する。

SmugMug は写真共有サイトのプライマリストレージとして amazon S3 を利用している。その際、アクセス頻度の高い写真を自社のストレージに格納しておき、あまりアクセスがない写真に関しては Amazon S3 に格納している。このように利用することで Amazon S3 からのデータ転送量をできる限り減らすことが可能であるためデータ転送にかかる料金を最低限に抑えることができています。以上のように利用することで SmugMug は自社ストレージを95%削減することができたようだ。

## 2.6 Dropbox と ZumoDrive

### 2.6.1 Dropbox と ZumoDrive の概要

Dropbox と ZumoDrive はエンドユーザ向けのオンラインストレージであり、主にバックアップ用に使われていることが多い。Dropbox と ZumoDrive のイメージ図を Fig. 3 と Fig. 4 に示した。両者ともバックエンドストレージとして amazon S3 を用いている。ローカルのファイルシステムと統合したクライアントソフトウェアを提供することで、ファイルのオンラインストレージへの保存、バージョン管理、複数のパソコンでのファイルの同期を可能にしている。バージョン管理機能がついているために、共有している複数のパソコンで同時に同じファイルが書き換えられるとコンフリクトが起こるといった欠点がある。しかし、コンフリクトが起こった場合は、どのバージョンのファイルに戻すかを選択しファイルを復旧することが可能である。オンラインストレージへのファイルのアップロードと他のパソコンへの同期について、以下に説明する。

共有しているファイルがローカルで更新されたことをクライアントソフトが感知すると、自動でネット上のストレージに更新を行う。更新を行う際、ネット上を流れるのは更新の差分のデータである。差分のデータだけを送ることで更新時間を短縮するメリットがある。オンラインストレージへの更新が完了すると、他のパソコンのファイルにも更新が行われる。

### 2.6.2 Dropbox と ZumoDrive の違い

ZumoDrive と Dropbox の一番大きな違いはファイルをローカルに持っているか持っていないかの違いである。Dropbox の場合は Fig. 3 に示した通り、ローカルの My Dropbox フォルダの中に実際にファイルを持っている。つまりファイルを共有しているパソコンはすべて同じファイルをローカルに持っていることになる。しかし ZumoDrive ではオンラインストレージ上にはファイルを持っていない。ZumoDrive ではファイルを開く際に選んだファイルをキャッシュという形でローカルのパソコンに保存し開くことができるようにするという形をとっている。以上のことからオフライン環境において Dropbox の場合は My Dropbox フォルダの中のファ

イルを全て開くことができるのに対し、ZumoDrive はキャッシュしたファイルだけしか開くことができない。しかし、ネットブックのように補助記憶装置の容量が少ないパソコンではローカルにファイルが無い分だけ補助記憶装置をうまく使うことが出来るというメリットがある<sup>2)</sup>。

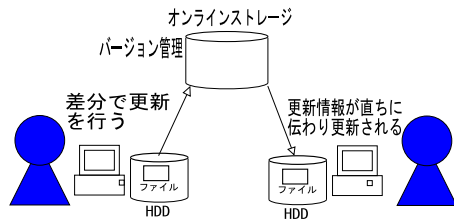


Fig.3 Dropbox (出典：自作)

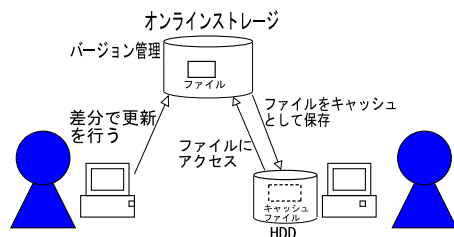


Fig.4 ZumoDrive (出典：自作)

### 3 分散ファイルシステム

#### 3.1 ファイルシステムとは

ファイルシステムとは OS が提供するリソース管理機能の一つで、補助記憶装置に記憶されているデータを管理するシステムである。ファイルシステムはアプリケーションから見てデータが簡単に扱えるようなインターフェースを提供したり、ファイルの開閉や読み書きといった方法などを提供するものである。

#### 3.2 分散ファイルシステムの概要

分散ファイルシステムとは、ネットワーク上の複数のコンピュータにあるファイル群を単一のボリュームとして扱うシステムである。分散ファイルシステムのイメージ図を Fig. 5 に示した。分散ファイルシステムを用いることで、分散して存在するファイル群をツリー構造に見せることができる。このようにすることで、散在するファイルをローカルマシンのものであるかのように利用することが可能となる。

#### 3.3 キャッシング

分散ファイルシステムではファイル転送にネットワークが用いられるため、アクセスの効率を如何にして上げるかが問題となる。そこでキャッシュが用いられる。キャッシュを用いることでネットワーク上に流れるデータ量は減少し、データへのアクセス速度を上げることが可能である。またネットワークの接続が切れた際にはローカルキャッシュを用いて処理を続けることが可能である。

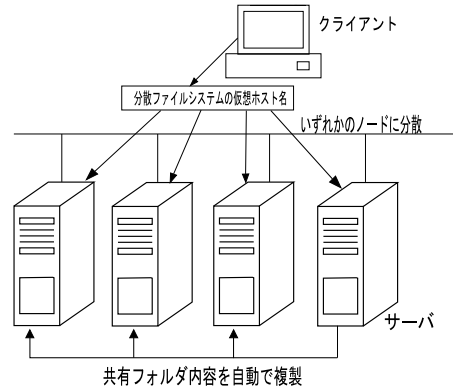


Fig.5 分散ファイルシステム (出典：自作)

分散ファイルシステムのキャッシングではキャッシュの変更をどのタイミングでサーバへ適用するかがとても重要である。サーバへの適用のタイミングはライトスルー・遅延書き込み・close 時書き込みが存在する。以下においてそれぞれ説明する。

- ライトスルー  
ライトスルーはキャッシュへの変更が発生したと同時にサーバへキャッシュの変更を適用する方式である。ファイルの一貫性に関しては問題がないが、ネットワークトラフィックが増大するという欠点がある。
- 遅延書き込み  
あるタイミングで一度にまとめてサーバへキャッシュの変更を適用する方式である。
- close 時書き込み  
ファイルを閉じた時にキャッシュの変更をサーバへ適用する方法である。

#### 3.4 レプリケーション

分散ファイルシステムでは可用性を高める為に複数のサーバにファイルを複製している。ここで問題になるのはレプリカからどのようにファイルを読み込み、書き込みを行うかである。レプリカの読み込み・書き込みには、ROWA(Read One Write All)・Primary Copy・Quorum System の 3 種類がある。以下で 3 種類について説明する。

- ROWA  
ROWA はファイルを読み込む際にはどれか 1 つのレプリカから読み出し、書き込む際には全てのレプリカに同時に書き込むという方法である。この方法は読み込みの信頼性が高いという特徴がある。また、通信の際の負荷が読み込みの際には低い書き込みの場合には複数のファイルに同時に書き込む為に負荷が高くなるという特徴がある。
- Primary Copy  
Primary Copy とは一つマスタとなるサーバを決めておき、そのサーバに書き込みを行う。他のノード

に対してはマスタサーバが更新を行うという方法である。この方法はマスタサーバが故障した際の処理が難しく、アクセスがマスタサーバに集中するため負荷がかかるという欠点がある。

- Quorum System

Quorum System のイメージを Fig. 6 に示した。Quorum とは読み込み・書き込みの際に妥当だと思えるノードの最少数を表す。この方法は全てのノード数が読み込み・書き込みに必要なノード数の和よりも小さい条件で行う。レプリカから読み込みの際には読み込みに妥当だと思えるノードを集め、その中で最も新しいバージョンのファイルをクライアントに返す。同様に書き込みの際には、書き込みに妥当だと思えるノードを集めその中で最新バージョンのファイルを割り出しておき、そのファイルに書き込みを行うという方法である。この手法では、必ず一つ読み込みと書き込みが重なるノードが出てくるため、必ず1つ以上最新の値を持ったノードが存在するということになる。

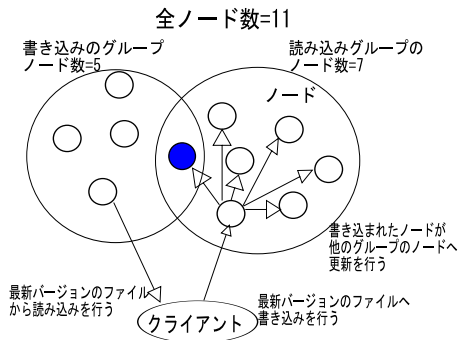


Fig.6 Quorum System (出典：自作)

### 3.5 分散ファイルシステムにおける透過性

透過性とは、システムの複雑さを如何にしてクライアントにとって使いやすくしているかということである。以下に分散ファイルシステムにおける透過性について示す。

- アクセス透過性

アクセス透過性とは同一資源に対し、システム内のどのノードからも同じようにアクセスできることである。分散ファイルシステムでは、どこからアクセスしたとしても同じようにサーバにアクセスできるようにすることが望まれる。

- 位置透過性

位置透過性とはユーザにとってデータが格納されている位置を意識せずに利用できることである。つまり分散ファイルシステムにおいて、データが分散されどのように配置されていたとしてもその配置を意識させないようにすることが望まれる。

- 性能透過性

性能透過性とはノード間の通信遅延、ノードの負荷などに性能ができるだけ左右されないことである。

つまり分散ファイルシステムにおいて、ファイルの読み書きの速度がローカルにある場合と変わらないように扱えることが望まれる。

## 4 今後のオンラインストレージとは

現在はハイエンドのストレージを用いてオンラインストレージを提供しているサービスが少なくない。今後は、ハイエンドのストレージではなく業界標準のローエンドサーバと分散ファイルシステム使うことで、高可用性・耐故障性・低価格などを満たすオンラインストレージが更に登場してくるのではないかと考えられる。

オンラインストレージで注目されている内容として価格が上げられる。オンラインストレージの1GBあたりの価格は年々安くなってきている。価格競争によってオンラインストレージ業界では淘汰が進んでいる。HP (Hewlett-Packard) はサービスを終了し Yahoo! Briefcase はオンラインストレージの規模を縮小している。オンラインストレージの価格競争はこれらも激化し、ますます淘汰が進んでいくと思われる。

また、ネットワークにおけるクライアントサーバ環境において、現在はアプリケーションやデータストレージなどクライアントで実行するための機能・環境をすべてクライアント側で備えたファットクライアントが主流である。しかし、今後企業のパソコン利用はソフトウェアの機能をネットワーク経由で利用する SaaS (Software as a Service) 型のサービスを利用する方向へ動いていくことが考えられる。そこで Amazon S3 の利用例で挙げた SmugMug のような使い方が増えていくのではないだろうか。つまり企業によるクラウド型ストレージの利用が更に増えるのではないかと考えられる。

## 参考文献

- 1) オンラインストレージの真価。  
<http://premium.nikkeibp.co.jp/mail-sol/kouza/04/>.
- 2) @ IT-アットマークアイティ。  
<http://www.atmarkit.co.jp/index.html>.
- 3) A.S. タネンバウム, OS の基礎と応用, 株式会社ピアソン・エデュケーション, (1995)
- 4) クラウド型ストレージ「Amazon S3」は安いのか?。  
<http://www.atmarkit.co.jp/news/200901/09/s3.html>.