

# メタバースサービスにおけるサーバ構築法の評価

松原 麻佑<sup>†</sup> 小口 正人<sup>†</sup>

<sup>†</sup>お茶の水女子大学

〒 112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1

E-mail: <sup>†</sup>mayu@ogl.is.ocha.ac.jp, <sup>††</sup>oguchi@computer.org

あらまし 将来的な普及が期待されている「メタバース」は、電子データとして構築された仮想3次元空間に、インターネットを通じて接続し利用する新しいサービスである。このメタバースサービスの高機能化と高性能化のために、サーバの構築という観点から評価を行う。本研究では、オープンソースソフトウェアとして提供されており、ユーザが所持するマシンにインストールしてサービスを提供可能な分散型メタバースサーバである OpenSim システムを用い、Second Life のような集中型サーバと比較して評価する。具体的には、メタバースにおいて様々なマルチメディアコンテンツを配信し、その際にサーバやネットワークにかかる負担等を評価する。また、上記の実験をするための評価環境の構築も行う。すなわち、メタバース内に仮想的な研究室を建設し、研究紹介のスライドや動画ストリーム等を提供することにより、研究成果を配信する空間を構築する。

キーワード メタバース, OpenSim, Second Life, 分散型サーバ, 集中型サーバ

## Evaluation of server construction method in metaverse service

Mayu MATSUBARA<sup>†</sup> and Masato OGUCHI<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Ochanomizu University

2-1-1 Ohtsuka, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8610, Japan

E-mail: <sup>†</sup>mayu@ogl.is.ocha.ac.jp, <sup>††</sup>oguchi@computer.org

**Abstract** "Metaverse" which is expected to be spread in the future will be a new service connecting to three dimensional space constructed as electronic data through the Internet. We evaluate it from the viewpoint of constructing the server for making it to be high performance and efficient. Centralized server and a distributed server are constructed and evaluated. OpenSim server that provides the metaverse service is constructed and evaluated. Concretely, a variety of multimedia contents are delivered, and the load of servers is compared. Moreover, the evaluation environment to execute the experiment is constructed. That is to say, a virtual laboratory is constructed in metaverse.

**Key words** Metaverse, OpenSim, Second Life, Distributed server, Centralized server

### 1. はじめに

近年、一般家庭におけるブロードバンドネットワークの普及や PC の性能向上によって、ユーザ主導のインターネット文化が形成したことにより、ユーザ同士のネットワークを通じたコミュニケーションや情報提供の実現が強く求められてきている。本研究で注目したメタバースというサービスは、インターネット上に構築された現実世界に似た仮想3次元空間を指す。その場所に接続することで、よりリアルに、より簡単にコミュニケーションを実現出来る場所を提供するものである。

ブログや SNS が浸透し、ユーザは情報サービスに対して受け身ではなく、発信者であり創作者になっている潮流から、メタバースサービスは大いに注目されている。世界最大規模のメ

タバースサービスとしては、アメリカの Linden Reserch 社が提供している Second Life が有名であるが [1]、日本でも、(株) ココアが Meet-me というサービスを提供し始めており、多くの利用者を獲得している [2]。一方で、クライアント端末、特にそのグラフィックスに要求されるスペックがある程度高いことから<sup>(注1)</sup>、期待されている程は普及していないという現実も挙げられるが、それでもなお、このメタバース業界に大手企業が続々と参入してきており、少しずつ広がりを見せている。2009年1月現在の登録ユーザ数は約1670万人である。また PC の

(注1): Second Life クライアントビューアの推奨動作環境は CPU が 1.5GHz 以上、メモリが 1GB 以上、グラフィックカードが Nvidia は 6700 以上、ATI は X800 以上などとなっている

性能向上は日進月歩の状態が続いており、端末のスペック不足の問題は今後解消の方向に進むと考えられる。

## 2. メタバース

### 2.1 メタバースの概要

メタバースとは、電子データとして構築された3次元空間に、インターネットを通じて接続し、その空間内の改変も自由な電子世界である。このサービスの利用者は、この空間内でアバタと呼ばれる自分の分身を作成する。そのアバタを通して、この空間内で他の利用者とコミュニケーションをとったり、空間内で有効な通貨を用いた取引や広告表示などのビジネスをすることも出来る。メタバースの類義語としてバーチャルリアリティやサイバースペースが挙げられるが、バーチャルリアリティには五感にフィードバックする機能があり、サイバースペースにはWebやゲームなど現実にはない空間全てを指すといった点から区別されている。

### 2.2 Second Life

Second Life は世界最大規模のメタバースサービスで、その名の通り「第2の人生」を楽しむ場所の提供として位置づけられている。その特徴としては、スムーズなインターフェースでモノ作りが可能であり、作成したオブジェクトの売買や、Second Life 内で有効な通貨であるリンデンドルをUSドルに換金可能という点が挙げられる。ただし現実世界と大きく異なる点として、この空間内では物理的な制約を一切受けない。アバタは自由に空を飛ぶことが出来、一瞬にして世界中の土地にアクセス出来る。Second Life を運営している Linden 社は、このSecond Life のサーバソフトを現段階では非公開としているが、一方でクライアントビューアのコードを公開し始めた。

### 2.3 OpenSim

OpenSim はメタバースサーバのオープンソフトであり、いわば仮想世界を構築するためのプラットフォームである [3]。これは、前述した (株) ココアの Meet-me でも使用されている。Second Life のサーバとは全くの別物であるが、公開されている Second Life のクライアントビューアを参考にして作られたサーバであるため、Second Life のクライアントビューアからこのOpenSimサーバには接続可能であり、Second Life サーバとの互換性が保証されている。またこのOpenSim はオープンソフトであるため、自分が所有しているサーバで構築が可能であり、カスタマイズも容易に出来る。

### 2.4 既存研究

文献 [4] では Second Life のクライアントのビューアの性能評価が行われており、Second Life の実行中、クライアントの負荷は相当高くなっている。一方文献 [4] では、サーバ側の解析としてはシミュレーションや数値解析のみが行われている。本研究では、メタバース実行時のサーバ側の実測評価に焦点を当てる。

## 3. 集中型サーバと分散型サーバ

### 3.1 集中型サーバ

集中型サーバは、サービスを提供する側と受ける側に役割分担されており、多くのクライアントから様々なリクエストを受けて処理するシステムである。そのためサーバサイト数が少なく、有名なサーバには様々な種類のデータが大量に存在する。データは一箇所に集まり、利用者のアクセスも一箇所に集中する。例を図1で示す。

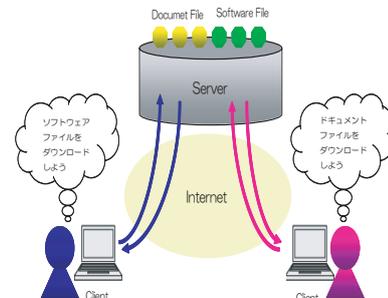


図1 集中型サーバ

### 3.2 分散型サーバ

分散型サーバは、データがリンクを組んでおり、分散したサーバ間で情報が有機的に結びつけられることを指す。サーバサイト数は多く、大量のデータは分散して存在している。Webサーバはこの分散型サーバの典型例と言える。例を図2で示す。

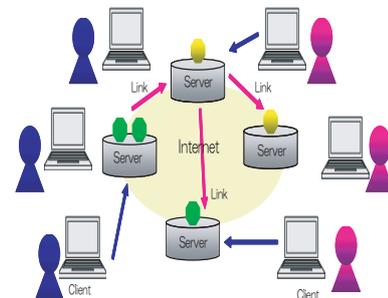


図2 分散型サーバ

### 3.3 集中型と分散型の比較

サーバを集中型で構築すると、アプリケーションシステムの構築時に具体的なハードウェアにひも付ける必要がないことや、運用・管理コストが軽減されるという利点がある。ただし人気のあるデータを持つサーバにアクセスが集中する可能性がある。クラウドコンピューティングの一部はこの考え方を採用している。

一方分散型で構築すると、安全性を高め集中による負荷を避けることや、ハードウェアのコスト削減が可能となる。しかし、人気のあるデータを持つサーバにアクセスが集中してしまうこともある。グリッドコンピューティングの一部はこの考え方を採用している。

## 4. メタバースサーバの評価

本研究では集中型である Second Life と分散型である OpenSim の両方のプラットフォームで同等にサーバを構築した後、その上で様々なマルチメディアコンテンツを配信し、サーバやネットワークの負荷等を比較する。どちらのプラットフォームにおいてもサーバ構成は一部分のみである。また、上記の実験をするための評価環境の構築も行う。具体的にはメタバース内に仮想的な研究室を建設する。

### 4.1 メタバースサーバの実験環境

図 3 に示すように、メタバースにおける集中型サーバは、多くのクライアントが Second Life サーバのような一箇所にあるサーバに集中してアクセスしていることを指す。クライアントはそこへアクセスさえすれば、欲しいデータが手に入る。現段階では、クライアントが集中型サーバである Second Life へアクセスしたケースの一部分を構築している。

また図 4 に示すのはメタバースにおける分散型サーバ例であり、サーバ同士はリンクが張られている。OpenSim サーバのどこかにクライアントはアクセスしており、クライアントが欲しいデータは、あちこちに散らばった OpenSim サーバのどこかに置いてある。この場合もクライアントが分散型サーバのうち 1 台へアクセスしている部分を構築している。OpenSim サーバは、CPU が Intel Xeon 3.60GHz、Main Memory は 4GB、OS は Fedora Core9 (Linux2.6.15) で OpenSim0.6.1 を使用している。

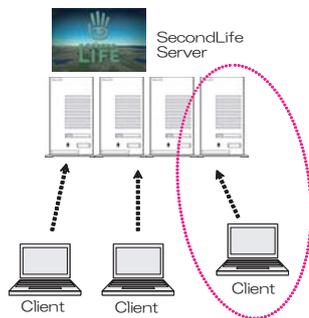


図 3 メタバースにおける集中型サーバ例

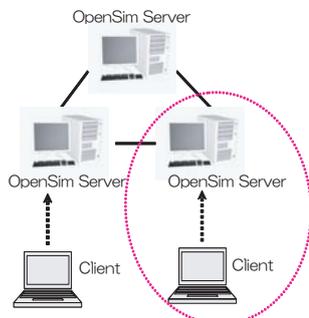


図 4 メタバースにおける分散型サーバ例

### 4.2 負荷測定実験

自動的にコンピュータからデータを収集し、それらを視覚的にグラフ化するモニタリングツールである Ganglia を使用し、

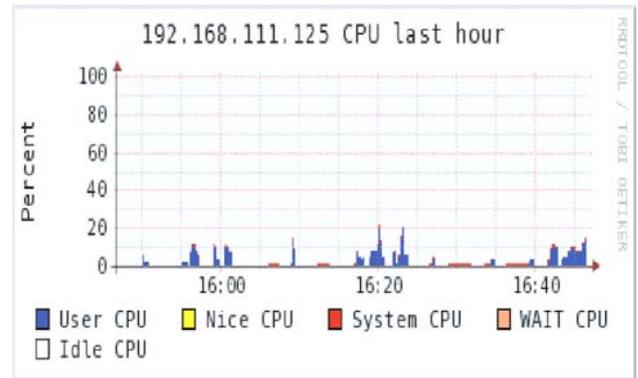


図 5 ログイン時における CPU 負荷

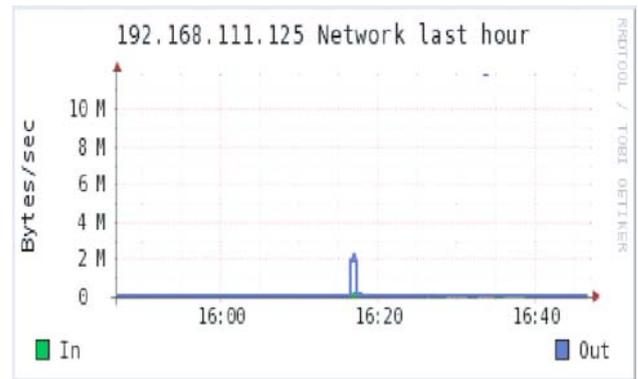


図 6 ログイン時におけるネットワーク負荷

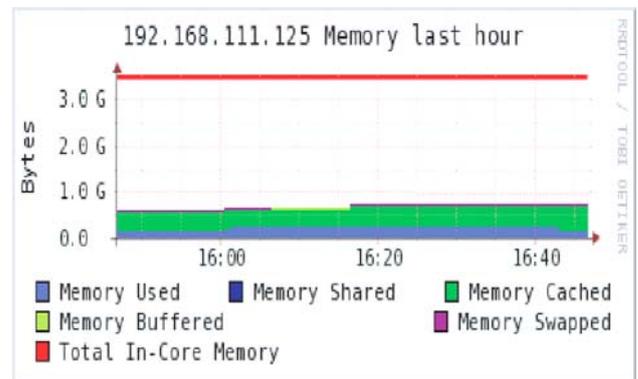


図 7 ログイン時におけるメモリ消費量

OpenSim サーバの CPU とネットワークの負荷、及びメモリ消費量の測定を行った [5]。Second Life サーバの負荷を測定することは出来ないため、OpenSim サーバを使用し、今回は集中型サーバにおける負荷実験を行う。基準を 1 ユーザがログインした時とし、OpenSim 上には最大 4 種類の音声と動画を配信、ユーザ数も最大 4 人まで増やし、その変化を見た。音声データは WAV 形式、動画データは MOV 形式のファイルを用いた。また音声・動画共に、十分に大きいものを使用しており、4 人目のユーザがログインした時、4 つのマルチメディアコンテンツが配信されているという状態を保っている。

### 4.3 ユーザのログイン

図 5、図 6、図 7 は、ユーザログイン時の OpenSim サーバをモニタした結果である。具体的には、16:00 から 16:15 まで 5 分

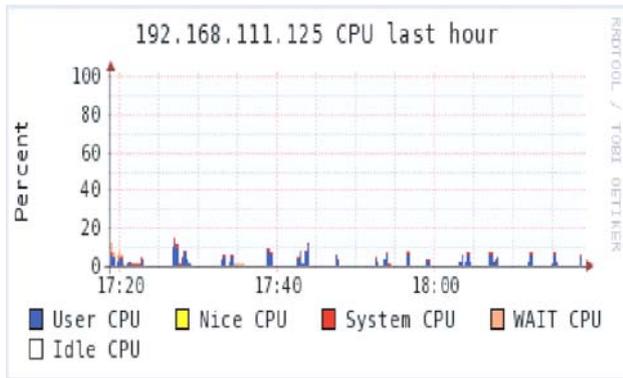


図8 音声配信時におけるCPU 負荷

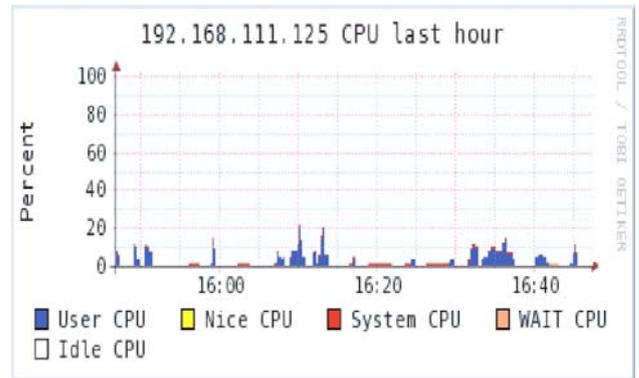


図11 動画配信時におけるCPU 負荷

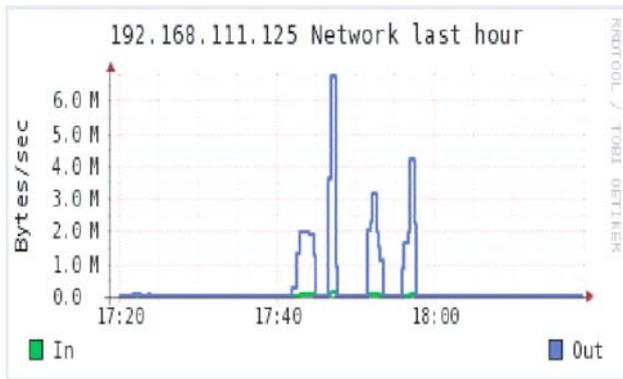


図9 音声配信時におけるネットワーク負荷

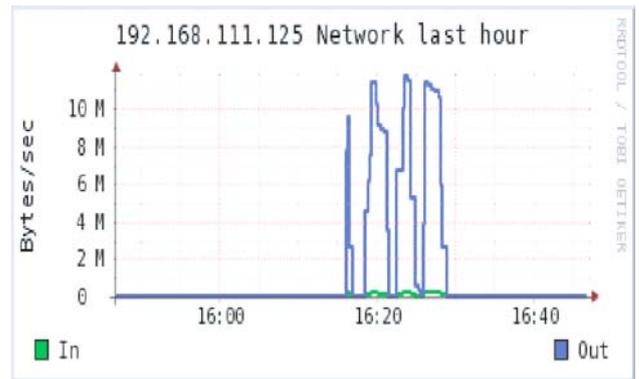


図12 動画配信時におけるネットワーク負荷

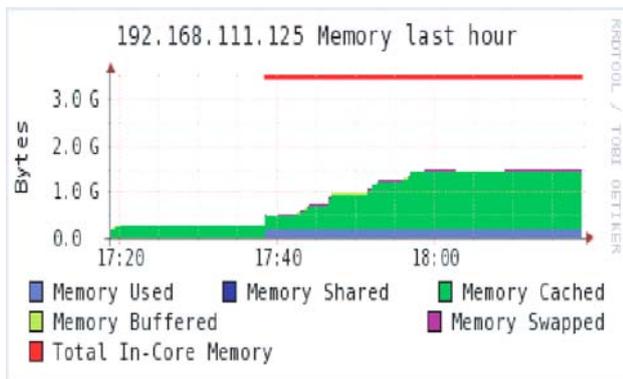


図10 音声配信時におけるメモリ消費量

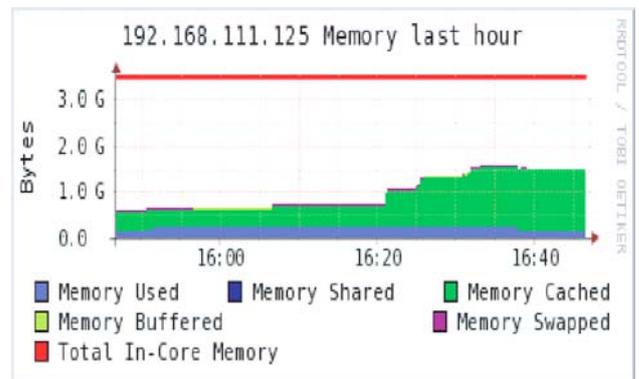


図13 動画配信時におけるメモリ消費量

間隔で一人ずつ OpenSim サーバへログインした。

#### 4.4 音声配信

図8, 図9, 図10は、音声配信時の OpenSim サーバをモニタした結果である。具体的には17:40から17:55まで5分間隔で4人のログインした各ユーザが異なる音声配信を要求した。そして18:00には4ユーザ全員がログアウトしている。

#### 4.5 動画配信

図11, 図12, 図13は、その時の OpenSim サーバをモニタした結果である。具体的には、16:15から16:30まで各ユーザがそれぞれ異なる動画配信を要求した。そして16:35には4ユーザ全員がログアウトしている。

#### 4.6 考察

ユーザのログイン時には OpenSim サーバの CPU, ネットワーク, メモリのパフォーマンスには殆ど影響を及ぼさないということがわかった。これに対し音声配信時は、動画配信時共に負荷の程度は違うが、同じような振舞をした。すなわち、CPU については配信数を増やしても殆ど変化はなく、サーバよりむしろクライアントの方に負荷がかかっていると推測出来る。

一方、クライアントから音声や動画配信の要求をされると、その時だけネットワークの負荷が大きくなることから、ストリーム配信がされていることがわかる。また、この時 OpenSim サーバのメモリの消費量も増え、音声・動画配信の際は、確かに OpenSim サーバのメモリ消費にかなり大きな影響を及ぼしていることがわかった。これは配信データがサーバのディスクキャッシュに

載った状態であると考えられる。ユーザがログアウトし配信が終わっても、メモリ上のキャッシュにはデータが載り続けた状態になり、次に同じデータ配信のリクエストが来た場合にはメモリからデータが返される。

#### 4.7 実験のまとめ

メタバースのサーバにおいて CPU の負荷は音声・動画配信時でも非常に軽く、ネットワークも増加はするものの、一時的であり、この程度ではまだ余裕がある。しかし、音声・動画配信数が増えるとメモリの消費量も増えるということがわかった。

これらのことから、メタバースサービスにおいて、サーバの負荷は軽く、サーバ自体に高いスペックは不要であることがわかる。つまり、クライアントのスペック、特にグラフィックが重要であるということが出来る。

#### 4.8 メタバースサーバの評価環境

Second Life 内で評価環境を構築するために、土地 (James 16.140.0) を購入し、仮想的な研究室を建設した。その様子を図 14 に示す。この研究室から様々なマルチメディアコンテンツを配信していく予定である。現在は小口研究室の研究発表の動画を配信している。Second Life からマルチメディアコンテンツを配信するためにはそのデータを置くための Web サーバが必要であり、これはローカルのサーバ上に構築した。

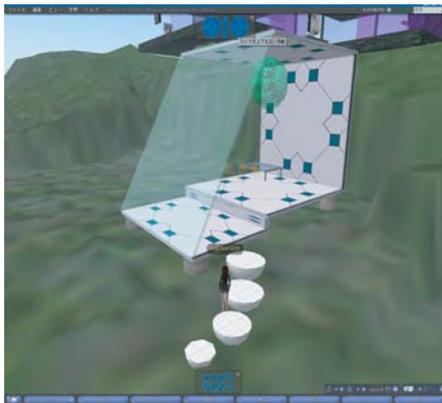


図 14 OguchiLab@Second Life

## 5. 今後の課題

現在 1 台で構築している OpenSim サーバを今度は数台増やし、さらに大きな Sim を作成して、メタバースの分散型サーバ時の実験を進めていく予定である。その上で、音声・動画配信以外のマルチメディアコンテンツを配信し、負荷を調べていきたい。また、現在は SecondLife 上の仮想的な研究室にはアクセス制限をかけているため、今後公開する方向を考えている。更に、セカンドライフなどのメタバースサービス内での画像を用いてリアルタイムにシネマやアニメーションを作成する、マシニマというCG技術があり、こちらも併せて注目していきたい。

## 文 献

[1] SecondLife, <http://jp.secondlife.com/>

[2] Meet-me, <http://www.meet-me.jp/>

[3] OpenSimulator, <http://opensimulator.org/>

[4] Sanjeer Kumar et.al.: "Second Life and the New Generation of Virtual Worlds", IEEE Computer, vol.41, No.9, pp.46-53 Sep. 2008.

[5] Ganglia Monitoring System, <http://ganglia.info/>