

《クラウドの事例紹介》



Amazon EC2

石田 愛 日本IBM東京基礎研究所

Amazon のクラウド

アマゾン (Amazon.com, Inc.) と言えば、一般的には Web 上で書籍をはじめさまざまな商品を販売し成功を収めた通信販売サイトというイメージが強い。しかしながらアマゾンにはもう1つ別の顔がある。それは Web 上で巨大な店舗を運営していくために培われた技術、インフラ環境やさまざまなサービスを、インターネットアプリケーションを開発するための基盤としてソフトウェア開発者に提供する IaaS (Infrastructure as a Service) ベンダとしての顔である。IaaS とは仮想マシンや、ストレージ、ネットワークなど、システムを構築・稼働するために必要なインフラをインターネット経由で提供するサービスの総称である。クラウドコンピューティングという言葉が世界に広まる以前からアマゾンはこれらの、いわばクラウドコンピューティングサービスを総称して Amazon Web Services (AWS)^{1), 2)} という名で提供している。本稿では、AWS の中でも特に注目されているサービスの1つである、仮想的なサーバ環境をクラウド上で提供する Amazon EC2 とその周辺技術をクラウドシステム的事例として紹介する。

■ Amazon Web Services

Amazon Web Services (AWS) は 2002 年に、オンラインで販売している商品情報へのアクセスを Web サービス化し、Web サービスのメッセージングプロトコル標準である SOAP (Simple Object Access Protocol) および、HTTP をベースとした軽量なプロトコル REST (Representational State Transfer)³⁾ のインタフェースが提供されたのが始まりである。これは、同社の最初の開発者向けおよび、企業への Web サービス提供の第1段階であった。現在は、表-1 に示すサービスおよび API から構成され、さまざまな情報や計算機資源がリモートに利用できるようになってきている。これらのサービスは年商約 190 億 US ドル (2008 年) という大規模な小売ビジネス

を展開するアマゾンの基盤となっている技術であり、13 年の間実用によって磨き上げられてきたスケラブルで安全性の高い技術であると言える。

AWS では仮想的なサーバ環境を提供する EC2 や大容量のストレージを提供する S3、また簡易データベースサービスの SimpleDB などさまざまなサービスが提供されているが、これらのサービスに共通の特徴として以下が挙げられる。

・費用効率がよい

従来のサービスのように、初期費用を払ったり固定リソースを借りたりする必要がない。必要に応じて必要な分のリソースが割り当てられ、使用した分だけの料金を支払う従量課金制のため効率的でフレキシビリティが高い。たとえばプロジェクト開始後、1 時間後に必要な計算機環境を確保し、10 日後に環境を 10 倍に増強し、20 日後にすべてを開放するといった要求を満たすことができる。またハードウェアの管理や保守も必要がない。

・高いサービスレベル

パフォーマンス、信頼性 (例：データのバックアップ)、セキュリティといった非機能要件に対して、高いサービスレベルが提供されている。Amazon S3 のサービスレベル同意 (Service Level Agreement : SLA) によれば、月間の稼働時間割合 (Monthly Uptime Percentage) が 99.9 % であることが基本であり、それを下回る場合は顧客に対して決められた割合で返金される。また、2008 年 10 月に正式サービスとなった EC2 では、想定稼働率が 99.95% となっている。

・柔軟性の高いプラットフォーム

Windows や Linux といった OS や IBM, Oracle 等のミドルウェアなどさまざまな環境が提供されているため、ユーザは自分が望んだ環境で開発することができる。また OS とミドルウェアがあらかじめ組み合わされた環境が複数用意されており、ユーザはそれらを選択するだけで環境のセットアップがその日にできる。またアクセスのための複数の API が定義されており、Web や自社のサー

サービスの種類	サービス名	説明
インフラストラクチャ・サービス	Amazon Elastic Computing Cloud (EC2)	計算リソース
	Amazon SimpleDB	簡易 DB
	Amazon Simple Storage Service (S3)	ストレージ
	Amazon Cloud Front	CDN
	Amazon Simple Queue Service (SQS)	メッセージング
	Amazon Elastic MapReduce	データ解析
	AWS Premium Support	EC2, S3, SQS 対象有料サポート
仮想プライベートクラウド	Amazon Virtual Private Cloud	プライベートクラウド
支払いと請求	Amazon Flexible Payment Service (FPS)	課金, 支払いに関するサービス
	Amazon DevPay	
オンデマンド・ワークプレイス	Amazon Mechanical Turk	人手が必要な単純作業を Web 上で提示
Alexa Web サービス	Alexa Web Information Service	Web サイト情報にアクセスするサービス
	Alexa Top Sites	
商業サービス	Amazon Fulfillment Web Service (FWS)	小規模小売業者向けフルフィルメントサービス

表-1 Amazon Web Services 一覧

ビスを統合(マッシュアップ)したサービスを構築できる。

AWS で提供されている各サービスはそれぞれ大変興味深いですが、本稿では中でも AWS でサービスを構築しようとした際に一番基本になるであろう EC2 の詳細について紹介する。

Amazon EC2 について

Amazon Elastic Computing Cloud (EC2) は、クラウド(ネットワーク)上にあるサイズ変更の可能な計算資源である。仮想的マシンのホスティングサービスと言ってもよい。Amazon Machine Image (AMI) と呼ばれる実行イメージをインスタンス化することで、仮想マシンを起動する。ユーザは面倒な事前の契約や設定をすることなく簡単に仮想インスタンスを作成、起動することができ、必要であれば自由にサーバの容量を増減させることができる。そして料金は使用した分だけ払う従量課金制である。Web 上の世界では、何かをきっかけとしてトラフィックが急増し、そして数時間後には急激に減少するという現象は珍しくない。そのような現象に対応するには従来のホスティングサービスでは不十分であり、前述した EC2 の特徴はそれらに柔軟に対応することが可能である。

■ Amazon EC2 を利用する

では実際に EC2 を利用するにはどうすればよいのか。基本的には以下の手順を踏めばよい。

1) 先にも述べた AMI と呼ばれる、いくつかのアプリケーション、ライブラリ、データがインストールされた Linux や Windows Server の実行イメージを

用意する。AMI はユーザが独自に構成してもよいが、すでに構成済みのさまざまなバリエーションの AMI がアマゾン側で用意されているためそれらを使用してもよい。現在 AMI では Red Hat Enterprise Linux, Windows Server 2003, Oracle Enterprise Linux, OpenSolaris, OpenSUSE Linux, Ubuntu Linux, Fedora, Gentoo Linux, Debian といった多くの OS がサポートされている。またミドルウェアやアプリケーションに関しても IBM やマイクロソフト、オラクル等のベンダから提供される有料のもの、Apache 等から提供されるオープンソース、その他無料のものなど数百種類が用意されており(表-2)、これらを自由に組み合わせて自分が必要とする AMI を作成できる。

- 用意した AMI をストレージである S3 にアップロードする。EC2 には AMI を S3 に簡単に保存するための「Amazon EC2 API Tools」というコマンドラインツールが用意されている。
- アクセス可能なポートを指定するなど、セキュリティとネットワークアクセスに関する設定を行う。
- AMI をテンプレートとした実行インスタンスの計算能力を Small, Large, Extra Large, High CPU Medium, High CPU Extra Large の 5 種類から選択する。またインスタンスの起動、停止等は Web サービスの API か管理ツールから行う。現在アマゾンのサーバはアメリカとヨーロッパにあり、インスタンスをどちらの場所で稼働させるかを選択することも可能である。IP アドレスやストレージについても必要であれば設定する。
- 使用量は水道代や電気代と同様、実際に使用したり

データベース	IBM DB2, IBM Informix Dynamic Server, Microsoft SQL Server Standard 2005, MySQL Enterprise, Oracle 11g
バッチプロセス	Hadoop, Condor, Open MPI
Web ホスティング	Apache HTTP, IIS/ASP.Net, IBM Lotus Web Content Management, IBM WebSphere Portal Server
アプリケーション開発環境	IBM sMash, JBoss Enterprise Application Platform, Ruby on Rails
アプリケーションサーバ	IBM WebSphere Application Server, Java Application Server, Oracle WebLogic Server
動画エンコード&ストリーミング	Wowza Media Server Pro, Windows Media Server

表-2 AMI 上で使用できるソフトウェア例

ソースの分だけ払う従量課金制であるが、使用料金はインスタンスの計算能力が大きいほど高く、またヨーロッパで稼働させるほうがアメリカで稼働させるよりも 10%ほど高くなる。さらにデータ転送にも課金される。これら諸費用を考えるとスタートアップは確かに低コストで収まるのだが、長期運用を考えた際に EC2 を使用し続けるのが本当に安いのかどうかは議論の余地がある。ただ最近になって新たな料金体系が導入された。従来の料金体系のサービスをオンデマンドインスタンスと呼ぶのに対し、新しい料金体系のサービスはリザーブドインスタンスと呼ばれる。リザーブドインスタンスは、EC2 を 1 年以上使用するという契約（一時支払いをする必要あり）と引き換えにサービス料金を安くするというもので、たとえば 1 年契約をすると 0.1 US ドル/時だった利用料が事実上 0.067 US ドル/時になる。どちらを使ったほうがより効率的なのかは、EC2 上で運用させるサービスの利用目的をよく考慮する必要があるだろう。

上述したように、EC2 を利用するのにサーバを一から立ち上げるような労力はいらない。AMI を既存のものにしてインスタンスを稼働させるだけであれば AWS のアカウントを取得してから 1 時間もあれば十分である。この手軽さが、クラウドの特徴の 1 つでもある。

■ EC2 の特徴

前節までも簡単に述べてきたが、EC2 にはいくつかの特筆すべき特徴がある。ここでは、それらについてもう少し詳細に説明する。

・リソースの柔軟な増減

急激に仮想マシンの処理能力を増加もしくは減少させる必要がある場合、数分のうちに対応することができる。同時に数百、もしくは数千の仮想マシンをも動かすことが可能なスケールアウトに関する設定は、ユーザが

Web サービスの API を使用して指定する必要があるが、最近提供されたトラフィック管理・運用に関する 3 つの機能を使うことによって比較的簡単にスケールアウトを実現することができる。その機能とは、パフォーマンスを監視する「Amazon CloudWatch」（0.015 US ドル/時）、CloudWatch のデータとユーザのポリシー設定を元にスケールアウトを運用する「Auto Scaling」（CloudWatch を使用している場合無料）、そしてロードバランサーの「Elastic Load Balancing」（0.025 US ドル/時 + データ処理費用 0.008 US ドル/GB）である。ただし EC2 の前提はスケールアウトであるため、32 ビットプラットフォームの Small で稼働していたインスタンスを 64 ビットプラットフォームの Large に変更するといったスケールアップについてはサポートされていない。

・資源に対する完全なコントロール

ユーザは AMI インスタンスに対して完全なコントロールを持つ。インスタンスには root 権限でアクセス可能であり、リモートからのレポートやインスタンスのコンソール出力へのアクセスも可能である。

・柔軟な構成

インスタンスの計算能力や OS、ソフトウェアのパッケージなど豊富な選択肢から、自由に組み合わせて独自の環境を構築できる。また CPU やメモリの設定もユーザが行うことが可能である。

・信頼性

EC2 はアマゾンのサービインフラを使用しているため、高い可用性を持つ。SLA は 99.95% となっており、これは 1 年に 4.4 時間しかとまらないという計算になる。

・安全性

EC2 はインスタンスへのネットワークアクセスを管理するファイアウォールを設定することができる。また AWS には「Amazon Virtual Private Cloud (VPC)」という AWS でプライベートクラウドを構築するために、すでに存在する IT インフラとアマゾンのクラウドを安全に接続することができるサービスが存在する。これを利用

すると EC2 などの AWS リソースをサブネットにまとめ、固定 IP アドレスを設定し、IPsec VPN を利用してシームレスに既存の IT インフラと接続させることが可能になる。

・低コスト

課金は実行可能状態になっている AMI に対し、1 時間単位で行われる。前述したとおりオンデマンドインスタンスとリザーブドインスタンスという 2 つの課金体系が用意されており、ユーザは目的にあった課金体系を選ぶことでより運用コストを低く抑えることが可能になった。

以上に挙げた特徴のほかにも、EC2 の可能性を広げるさまざまなサービスが提供されている。たとえば「Amazon Elastic Block Store (EBS)」は、EC2 に接続できる仮想ディスク言わば外付けディスクのようなものである。EC2 では、AMI から生成されたインスタンスは稼働を停止することで消滅する。つまりインスタンスを停止すると、インスタンスに付属していたディスクの内容も消滅してしまうが、EBS はインスタンスの稼働に関係なくデータを保持できるため EC2 のデータのバックアップに有効である。また EC2 はインスタンスを生成するたびに動的に IP アドレスが付与されていたが、永続的に使用するにはこの仕様は不都合なこともある。このような場合、「Elastic IP Addresses」サービスを使用することによってアカウントごとに割り振られた固定的な IP アドレスを好きなインスタンスに割り付けることが可能になる。

以上の EC2 の特徴からすぐにこのクラウドを利用したくなるかもしれないが、実際に使用する前に考慮すべき点はいくつかある。まず AWS 全体で採用されている従量課金制とコストについてである。リソースに対する初期投資が必要ない点から、この課金システムはスケラブルで信頼性の高いインフラを必要とするスタートアップ企業に対しては大きなコスト削減が期待できるかもしれない。しかしながら、既存の IT インフラをすでに持っている企業や、そこまで大きなリソースを必要としない企業や個人に関しては、各サービスやネットワークトラフィックにかかる費用が、自社でサーバを運用するよりも高額になってしまう可能性がある。加えて、ネットワーク遅延の問題がある。現在 EC2 を始めとする AWS のサービスは、アメリカもしくはヨーロッパに設置されているデータセンタで運用されている。このため、日本からのサービスへのアクセスにはどうしても遅延が出てしまい、特に大きなデータを転送する際やコンテンツ配信系のサービスを提供する際にはその遅さが致命的となる場合もある。ただしこの問題に対してアマゾンでは AWS のサービスの 1 つとして、「Amazon Cloud Front」と呼ばれるコンテンツデリバリーネットワーク (CDN) を提供している。このサービスはエッジサーバ (キャッシュサーバ) をユーザの近くに配置することによってフ

ァイル転送を 22 セント / GB という値段で高速化するもので、これによってパフォーマンスの問題はかなり改善される。

■ EC2 のユースケース

ネットワークレスポンスの問題もあり、日本では EC2 および他の AWS を利用したサービスはまだ多いとは言えない状況であるが、ネットワーク遅延を気にしなくてよいアメリカやヨーロッパでは EC2 はかなり活発に利用されている。利用先としては、アプリケーションホスティング、バックアップ・ストレージ、コンテンツ配信、e コマース、ハイパフォーマンスコンピューティング、メディアホスティング、サーチエンジン、Web ホスティングなど多岐にわたり、EC2 の特徴をうまく利用したサービスが多い。たとえば、セカンドライフで有名なリンデンラボは、EC2 と S3 を用いてセカンドライフのクライアントが更新ダウンロードを行う際に、短期的に生じるネットワークトラフィックの増加に対応している。米ニューヨークタイムズは、2007 年に S3、EC2、Hadoop (<http://hadoop.apache.org/>) を使ったシステムを採用し、過去 100 年分の新聞の PDF 化を行った。また、インディ 500 と呼ばれるモータースポーツを開催する Indianapolis Motor Speedway (IMS) では 310 万人を超えるオンラインのレーシングファンのために、レースの映像や情報を生中継するサイトを提供しているが、増え続けるユーザ数とイベント中のトラフィックの急激な増減へ対応するために EC2 を使用した。それによりコスト削減にも成功している。また S3 を使用して 10 万ファイルもの高画質の画像を保管している。そのほか、AWS を用いているサービスの一覧を見ると、やはり新規の、必要なリソースが急激に増減するサービスや、集中して大規模な処理を行うようなサービスが多い。逆に企業のこれまでの基幹の IT インフラを EC2 に置き換え利用する、というような使い方は少ない。アマゾンが最近提供を始めた Amazon Virtual Private Cloud などの新しいサービスは、そういった既存の IT インフラとアマゾンのクラウドをうまく、安全に結合することによって、今までアマゾンに手を出さなかった企業をアマゾンのクラウドに引き込むことを意図しているようにも見受けられる。

EC2 は IaaS 型のクラウドとして確固たる地位を築いているが、近年その大きな雲に繋がるようになってきた。それは、EC2 を始めとする AWS の機能を拡張するためのサードパーティから提供される利用支援ツール・サービスで、EC2 に不足している機能や EC2 をさらに便利にする機能を追加する。このようなエコシステムが構築されていくことによって、EC2 の利用者はますます増加していく

であろう。本章では EC2 に関連したサードパーティから提供されているさまざまなツール・サービスについて解説する。

■サードパーティによるサービス

最近になってアマゾンからも EC2 の管理や自動的にスケールするためのツールが提供され始めたが、EC2 の管理は基本的にはコマンドラインベースである。そのような状況下で出てきたのが、EC2 の管理やスケールをより簡単にするツール群である。RightScale (<http://www.rightscale.com/>) はグラフィカルな画面で EC2 のセットアップや管理が簡単にできるほか、負荷分散やオートスケールにも対応している。Animoto (<http://animoto.com/>) というコンテンツ生成・配信系の Web サービスは EC2 と RightScale を利用することによって、3 日で 10 倍というユーザ数の増加にも問題なく対応することができた。管理系のサービスは他にも多くのベンチャーが提供しているが、特に Elastra (<http://www.elastra.com/>)、scalr (<https://scalr.net/login.php>)、WeoCEO (<http://weoceo.weoceo.com/>) などが知られている。Hyperic (<http://www.hyperic.com/>) は AWS の運用状況やパフォーマンスをモニタするサービスで、たとえば Web アプリに障害が起きた際、どこで障害が発生したのかという問題を解決する手段として有効である。他にもユーザが持っているアプリケーションを EC2 などのクラウド上で即座に実行できるように、Java や .NET のスケーラブルなアプリケーションプラットフォームを提供する GigaSpaces (<http://www.gigaspaces.com/publicCloud>) の eXtreme Application Platform (XAP) などがある。またアマゾンと IBM は、IBM ミドルウェアがインストールされた AMI を公開し、開発や商用サービスで利用可能にすると発表した。すでに IBM 製品のライセンスを保有しているユーザは、無償でポータル、データベース、コンテンツ管理などの製品を EC2 上で使用できるほか、従量制 (pay-as-you-go) の価格体系も導入される予定である。

■EC2 クローン

EC2 というクラウドのインフラを利用したサービスとは別形態で EC2 と関連する興味深い技術も提供され始めている。それは EC2 と同じようなインフラ環境を構築するためのオープンソースプロジェクトである。それらのオープンソースを使用することによって自分でクラウド環境を構築することが可能になる。

・Eucalyptus (<http://www.eucalyptus.com/>)

Eucalyptus は設置済みのハードウェアやソフトウェアを使用して、オンプレミス型のプライベートクラウド

ドや、プライベートクラウドとパブリッククラウドを利用したハイブリッドクラウドを実装するためのオープンソースシステムである⁴⁾。EC2 の API と互換性があり EC2 の主要な機能は備えているため、EC2 に対応している他の AWS のサービス (S3, EBS など) についても対応可能なものがある。米国立科学財団の支援を受け、カリフォルニア大学サンタバーバラ校 (UCSB) の大学院生が中心となって開発したプロジェクトが発端となって起業したベンチャーの Eucalyptus System Inc. が提供しているサービスである。Ubuntu 9.04 および次期エディションの Ubuntu 9.10 の重要なコンポーネントの 1 つとして採用される予定であり、実際に米航空宇宙局 (NASA) や製薬大手の Eli Lilly が自社内でコンピューティングとストレージの能力を強化するために Eucalyptus を導入している。EC2 のクローンとして扱われることの多いオープンソースであるが、EC2 の内部は公開されていないため、実際の構造は EC2 とは異なる可能性も高い。使用できるハイパーバイザー (仮想化 OS) は従来からサポートしていた Xen (<http://www.cl.cam.ac.uk/research/srg/netos/xen/>) と KVM (<http://www.linux-kvm.org/>) に加えて、商用の Eucalyptus である Eucalyptus Enterprise Edition ではクラウド OS である VMware vSphere が使用できるようになった。

・Nimbus (<http://workspace.globus.org/>)

Eucalyptus 以外にも EC2 と同様の IaaS 型クラウドサービスを構築するオープンソースがある。Nimbus と呼ばれるこのオープンソースプロジェクトでは、Xen をスーパーバイザとして (KVM は近々サポートされる予定)、Linux 上にクラウド環境を構築する。インストールもできるだけ簡単になるよう、スクリプトベースで質問に答えていくだけでインストールが完了するようになっている。Web サービスインタフェースとして EC2 の WSDL と Web Service Resource Framework (WSRF) をサポートしているため、EC2 用に構築されたクライアントを使用して Nimbus に接続することが可能である。その他にも VM やクライアントの管理を便利にする機能やセキュリティを考慮した機能が充実している。この Nimbus で構築されたクラウド上ではすでに Hadoop を動かしたり高エネルギー物理実験を行ったりと、さまざまなサービスが稼働している実績がある。

課題と展望

EC2 に限った話ではないが、企業システムをクラウド上で運用する上で常に議論となるのが可用性とセキュリティの問題である。可用性に関しては、クラウド上ではなく自社でサーバを設置しその上でシステムを運用

していたとしても、絶対にダウンしないと言い切ることはできない。ただし、ダウンした際の影響を受ける範囲が、複数の企業のシステムをホストしている EC2 のようなクラウドの場合は必然的に大きくなってしまふ。EC2 を中心としてエコシステムが構築されている場合はなおさらである。またサービスレベル合意 (SLA) は EC2 の場合 99.95% だが、これは企業の基幹システムを運用するには低いため、企業がクラウド上にシステムを移行する上での大きな障害となっている。セキュリティについても、たびたび AWS 上で問題があることが指摘されている。ただ基本的に AWS は、アマゾンの基幹システムと同じセキュリティレベルを保持しており、DDoS アタック、MITM アタック、IP 偽装、ポートスキャン、パケット盗聴などの各攻撃への対応も 2008 年 9 月に発行された AWS Security Whitepaper⁵⁾ に記述してある。そういう意味では、セキュリティに疎い管理者が保持するサーバよりはよほど堅牢であると言えるだろう。

EC2 は長い間唯一の使える IaaS 型のパブリッククラウドだったため、それを中心としたエコシステムが多くのサービスによって構築され、EC2 の API = クラウドの API のような扱いになってきた。近年になって、同様のパブリッククラウドを提供するベンダも増えてきたが、必然

的に EC2 との互換性を持たせたものも多い。またそうでなくとも、EC2 と他のクラウドをシームレスに使用できるようなツールを提供しているサードパーティも存在する。つまり、EC2 上で作成した環境が、アマゾン以外のクラウドでも運用できるようになってきているのだ。こういった流れは、クラウドの利便性と可用性を向上させ、よりクラウド全体が発展していく要因となるであろう。

参考文献

- 1) Amazon Web Services, <http://aws.amazon.com/>
- 2) 浦本直彦：Amazon Web Services (AWS), UNIX MAGAZINE, 角川グループパブリッシング (Apr. 2009).
- 3) Fielding, R. T. : Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures, Doctoral Dissertation, University of California, Irvine (2000).
- 4) Nurmi, D., Wolski, R., et al. : The Eucalyptus Open-source Cloud-computing System, Proceedings of 9th IEEE International Symposium on Cluster Computing and the Grid, Shanghai, China, pp.124-131 (2009).
- 5) Amazon Web Services : Overview of Security Processes, Whitepaper, http://awsmedia.s3.amazonaws.com/pdf/AWS_Security_Whitepaper.pdf (2008).

(平成 21 年 9 月 14 日受付)

石田 愛 (正会員)

AIISHIDA@jp.ibm.com

2006 年奈良女子大学人間情報工学科修了。同年、日本アイ・ビー・エム (株) 東京基礎研究所入社。以来 Web セキュリティの研究に従事。

