

ヘルスケアクラウドサービス Healthcare@Cloud™ — 医用画像外部保存サービス

New Cloud-Based Medical Image Archiving Service as First Component of Healthcare@Cloud™ Cluster of Healthcare Cloud Services

相田 聡 高橋 幸男 馬瀬 章

■ AIDA Satoshi ■ TAKAHASHI Yukio ■ MASE Akira

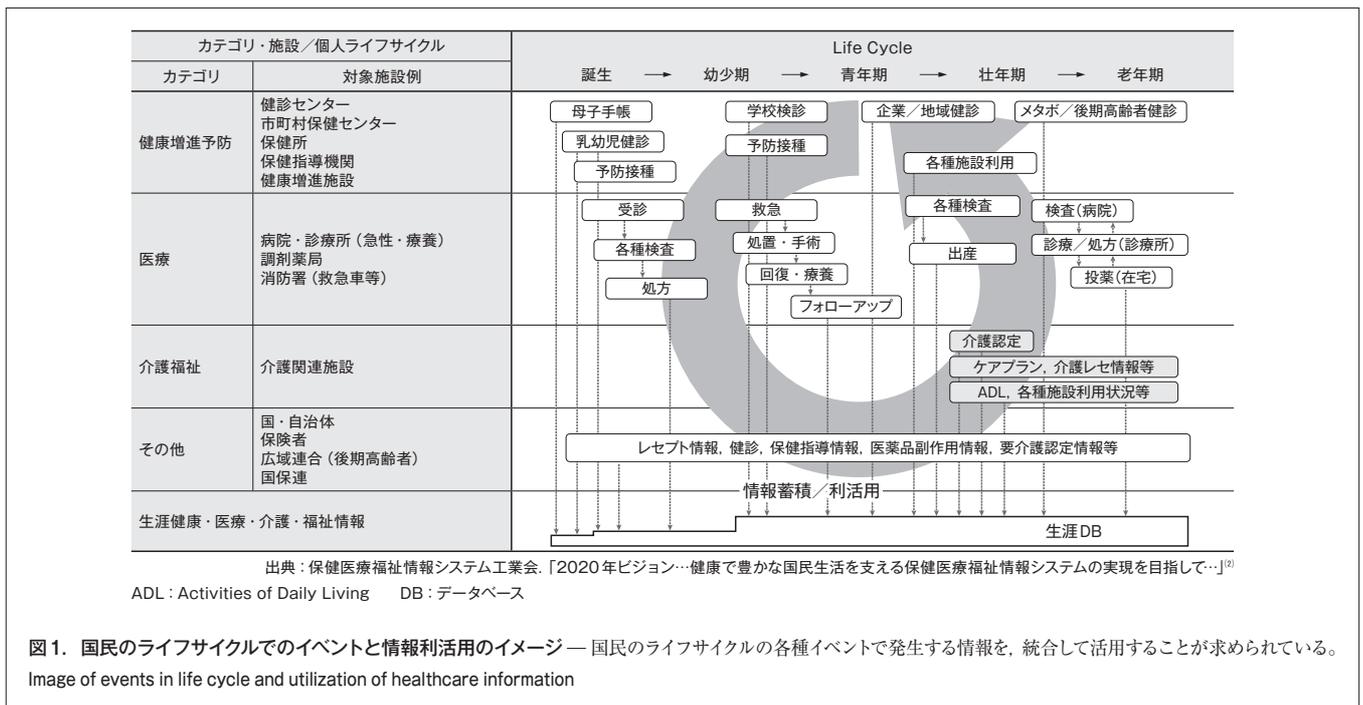
東芝グループは、スマートコミュニティで重要な分野の一つと位置づけているヘルスケアにおいて、クラウドを利用したサービス群“Healthcare@Cloud™”の提供を目指している。その第一弾として、災害時も重要な診断画像データを安全に保管できる“医用画像外部保存サービス”を開発し、その運用を開始した。このサービスは、小規模施設から大規模病院まで適用できるスケーラブルな仕組みであることや、独自のスマート プリフェッチ機能でPACS (Picture Archiving and Communication Systems) の操作性と性能に影響を与えないことなどの特長を持つとともに、高いセキュリティを実現し、各種ガイドラインを遵守している。

Toshiba and Toshiba Medical Systems Corporation are developing a cluster of healthcare cloud services called Healthcare@Cloud™, reflecting the importance of the healthcare field in smart communities being promoted by the Toshiba Group. As the first component, we have developed and started operation of a cloud-based medical image archiving service that can store important medical diagnostic images safely even in the event of a disaster. This service has excellent features including wide scalability, rapid response, and high operability, while realizing high security and conforming with various related guidelines.

1 まえがき

東芝グループが推進するスマートコミュニティは、人々が“安全”，“安心”，及び“快適”に生活できる、循環型で持続可能な社会を実現することを目指している。その中で特に力を入れている分野がヘルスケアである。

東芝グループは、これまでヘルスケアの中でも特に医療分野を中心に診断・治療装置からIT（情報技術）システムまで各種製品を提供してきた⁽¹⁾。しかし近年、政府が進めている「どこでもMY病院構想」や「シームレスな地域連携医療」では、健康増進、予防から、医療、介護、福祉までを視野に入れることが求められてきている。コミュニティの住民の年齢や健



康状態などに応じて発生するイベントの例を図1に示す。ライフサイクルの各局面で正確で価値のある情報を発信するとともに、これらの情報をシームレスにかつ継続的に活用できるインフラが望まれている。

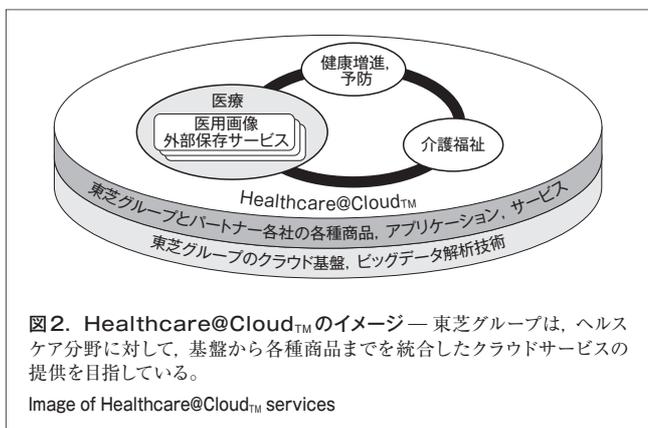
2 Healthcare@Cloud™のコンセプト

東芝グループは、クラウド技術を活用して、グループ及びパートナー各社の商品やアプリケーション、サービスをより使いやすく連携して提供し、コミュニティのヘルスケアレベルを向上させるソリューションを目指している。Healthcare@Cloud™は次に示すクラウドの主な特長をコンセプトに取り入れている(図2)。

(1) 各種商品の従来価値を提供する方法を変更 例えば、顧客が資産として“所有”していたコンピュータのハードウェアやソフトウェアなどから成るITシステムを、必要ときに必要な機能だけを少ない経費で“利用”できるようになる。また、これまで顧客施設内に据え付けて管理していたサーバがなくなり、物理的なスペースや管理作業も不要になる。

(2) 従来型では提供が困難であった新しい価値を実現
クラウド上で保管されるデータは、十分離れた複数のデータセンターに保管されることで、事故や災害などによるデータの消失やシステムダウンに備えることができ、いざというときの事業継続計画(BCP: Business Continuity Plan)で重要な役割を果たす。またクラウド上で仮想化されたサーバストレージ、及びネットワークの活用により、機器の調達などに掛かる時間が不要になるため、システム稼働までの期間を大幅に短縮できる。更に、異なるユーザー間の情報連携が容易になり、ユビキタス性も大きく向上することが期待できる。そのうえ、クラウド上に蓄えられた大量の情報を解析すること(ビッグデータ解析)で、これまで知られていなかった新たな知見が得られる可能性がある。

このようにメリットの多いクラウド利用であるが、同時にヘル



スケアに関わる非常に機微な情報を取り扱うため個人情報保護などセキュリティを確保することが求められており、実際の利用は緒に就いたばかりである。東芝グループは、この分野の第一弾として医用画像外部保存サービスを開発し、その運用を開始した。

3 医用画像外部保存サービスの概要

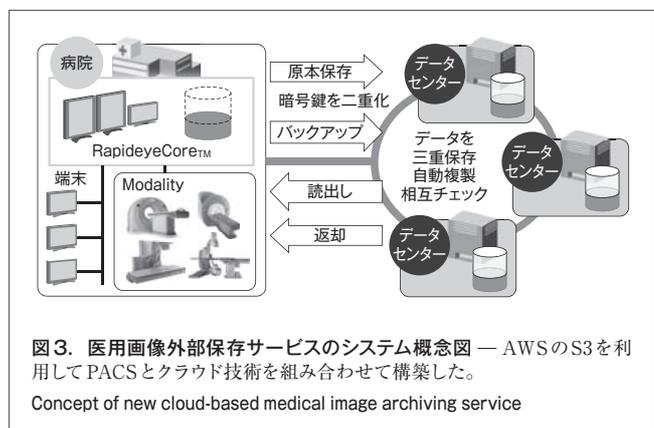
2010年2月に厚生労働省から発表された「診療録等の保存を行う場所について」の一部改正により、ガイドラインの遵守を前提に民間企業による医用画像外部保存サービスの事業環境が整備された。医療機関で発生する画像データは、医用画像診断装置の高性能化に伴いCT(コンピュータ断層撮影)装置やMRI(磁気共鳴イメージング)装置による3D(3次元)画像や、心血管の動画像などのデータ量が急激に増加しており、外部保存ニーズが急速に高まりつつある。更に2011年3月の東日本大震災以降、医療情報におけるバックアップの重要性が再認識されている。

この市場環境の変化と顧客ニーズに対応するため、東芝メディカルシステムズ(株)と東芝は、クラウドを利用した医用画像の外部保存サービスを開発した。

3.1 クラウドを利用したシステムの構成と特長

医用画像外部保存サービスは、東芝メディカルシステムズ(株)が提供するPACS(Picture Archiving and Communication Systems) Rapideye Core™の電子保存及び運用管理技術と東芝が持つクラウド技術を組み合わせ、アマゾンウェブサービス(AWS)が提供するクラウドサービス(東京リージョン)上のAmazon Simple Storage Service(以下、S3と記す)を利用して構築した(図3)。その特長は以下のとおりである。

(1) 医療機関として保管が義務付けられている診療データ(画像)を、安全な場所に保管することにより、災害時やシステムトラブルなどで院内に保管している画像データが消失しても復元できることから、患者に質の高い医療サービスを継続できる。



- (2) 従来、医用画像を安全に保管するため冗長に構成していた、ストレージ機器が不要になり、その導入コストやランニングコストが削減できるとともに、省スペース化やエネルギー消費抑制もできエコロジーな環境を実現できる。
- (3) RapideyeCore™のスマートプリフェッチ機能（後述）によりデータセンターに格納した過去画像をすばやく取り出すことで、データセンターを意識しないシームレスなフィルムレス運用を実現できる。

3.2 クラウドと連携するPACSの開発

従来PACSは、万一の障害に備えてバックアップ用ストレージ機器へDICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) ファイル形式の画像をバックアップしている。外部保存サービスをPACSに適用するにあたって、これと同様に、PACSからAPI (Application Programming Interface) を介してS3にデータを保管するシンプルな仕組みとした。これにより、システム管理者の特別な操作は不要であり同時に故障原因を抑制することができ、ストレージサービスとして99.99%の可用性を提供している。また万一S3に障害が発生した場合には、PACSからのリトライ処理により、サービス全体の可用性が確保される。

従来のホスティングサービスでは、データが増加すると一定の規模単位でハードウェア調達が必要になり、実際の導入には時間が掛かっていた。これに対してAWSでは、リソースを瞬時に調達でき、性能も変わらず提供されるため、日々撮影により増大するデータに合わせてタイムリーにキャパシティを増強させて保存することができるとともに、小規模施設から大規模病院までをスケーラブルにカバーすることが可能になる。長期使用によりPACS保管領域が不足した場合は、PACS内のデータを古い順に削除して、クラウド側に原本を保管することも可能である。これらにより、TCO (Total Cost of Ownership) 削減に寄与できる。

データセンターに画像データを安全に保存できるのであれば、PACSのストレージ機器を削減することによって導入コストやランニングコストを削減したくなるが、データセンターと病院間の通信回線の速度、データの容量、及び画像読影業務に要求される応答時間を考慮すると、院内のストレージ機器から画像を読み出す仕組みを維持する必要がある。そのため、読影に最低限必要な数年分の過去画像は院内のストレージ機器に保存したままとし、それ以前の過去画像は削除しデータセンターだけに保存する仕組みとした。しかし、読影によっては長期の過去画像が必要になるユースケースもあるため、検査オーダーの発行時点又は画像発生時点などをトリガとして読影前にデータセンターから自動的にプリフェッチするスマートプリフェッチ機能を搭載する。この技術は、過去の当社PACSに装備していたDVDやCDなどの保管メディアから事前に読み出す仕組みをデータセンター向けに再採用したものであり、当社が

長期間PACS事業に携わってきたノウハウを生かしている。

3.3 情報セキュリティとガイドライン⁽³⁾⁻⁽⁵⁾への配慮

情報セキュリティ^(注1)は、データを確実に保管するという観点でもっとも重要な要件であり、“電子保存三原則”^(注2)の保存性に関わる。

今回クラウド基盤として採用したS3は、極めて堅ろうなサービスを提供しており、選択のポイントになった。S3では、堅ろう性としてイレブンナイン (99.999999999%) を設計値としている。これは、1億個のオブジェクトを保管したとしてその内の一つが約1千年に1回消失する可能性があるという数値である。このような堅ろう性を数値で表しているサービスは極めて限られる。データ保存は、地理的に離れた国内施設の3か所に同時に行う。その後、チェックサムを用いて定期的に完全性を検証し、破損を検出した場合は冗長データを用いて修復を行う。また通信経路では、SSL (Secure Sockets Layer) によりダイジェスト値を添付し、受信時に再計算を行って比較検証を行う。

また、預けられた情報は第三者に見られないようにする必要がある。このため、アクセスコントロールを使っている。HMAC-SHA法^(注3)による署名認証を行ったうえで、アクセス元を制限する。更に機密性を確保するために、データをPACS内で暗号化しクラウドにSSL送信する。暗号化は、データを暗号化するコンテンツ鍵とコンテンツ鍵を暗号化するユーザー鍵を使う、独自の“二重鍵暗号方式”を採用した。暗号化されたコンテンツ鍵は、S3にバックアップを行う。かりに病院が災害などにより全損しても、データの復旧が可能である。

このサービスは国内の医療機関向けのものであり、医療機関から医療情報の保管を受託するには、経済産業省ガイドラインを遵守する必要がある。そのため、東芝メディカルシステムズ(株)、東芝、及びAWSの3社で詳細検討を行った。AWSは施設への立入りを許可せず場所も非公開になっており、また、データは複数施設をまたぐシステムの中で分散保存されており、様々な安全対策の実施を確認している。ガイドライン全体として約200項目の要求事項があり、3社の責任分担を明確にして、医療機関からの説明要求に対応できるように準備を行った。

4 医用画像外部保存サービスの実証評価

中規模医療機関(約450床)の実環境でPACSからAWSへのアップロードの性能評価を行った。

データセンターにAWS(東京リージョン)を、インターネット

- (注1) 情報セキュリティは情報の「機密性」、「完全性」、及び「可用性」の3要素から成る。
- (注2) 電子保存は、「真正性の確保」、「見読性の確保」、及び「保存性の確保」の3原則から成る。
- (注3) 安全な通信を確保するため、ハッシュ関数を使って秘密鍵と組み合わせる認証及び改ざん検出技術の核となるアルゴリズム。

回線はフレッツ光ネクストを、PACSは医療機関で稼働中の Rapideye Core™を使用した。試験は、モダリティ(検査機器)で撮影された画像がPACSに送信され、PACSは受信した画像ファイルを逐次可逆圧縮してPACSのストレージに保存する。保存されたファイルは、暗号化処理を行いHTTPS(Hypertext Transfer Protocol over Secure Socket Layer)でAWSにファイルをアップロードする。従来のバックアップは毎日1回程度の間隔で定期的に起動する設定であったが、災害時のデータ消失を最小限とするために、定期起動の間隔を5分/回程度に縮めている。これを2週間にわたり24時間計測した。計測した1日のデータについて以下に述べる。

画像受信数とファイルアップロード数(ともに24時間累積)を図4に示す。画像発生量が多い昼前と夕方へのピーク時で約10分程度の遅れがあるが、診療時間内にアップロードが完了している。アップロードしたファイル総数は約3万ファイルで、

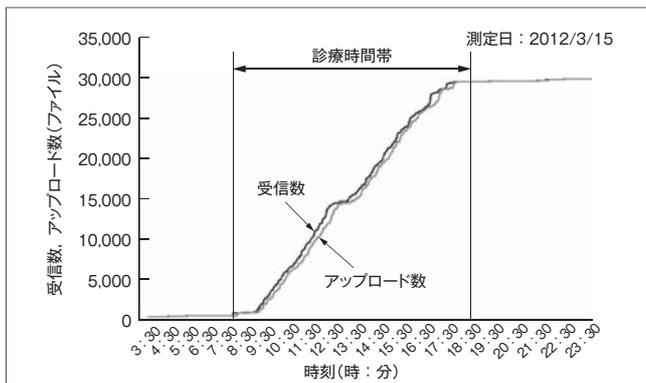


図4. 画像受信数と画像ファイルアップロード数 — 24時間計測して画像受信数と画像ファイルアップロード数を累積した。
Cumulative numbers of images received and files uploaded per day

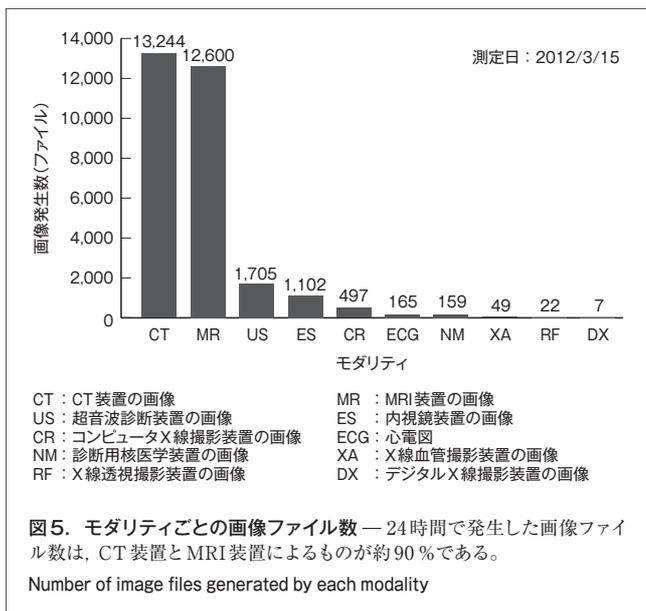


図5. モダリティごとの画像ファイル数 — 24時間で発生した画像ファイル数は、CT装置とMRI装置によるものが約90%である。
Number of image files generated by each modality

ファイルアップロード容量(24時間累積)は約7.7Gバイトであった。また、24時間で発生したファイル数をモダリティごとに分類すると全体の約90%がCT装置とMRI装置であった(図5)。2週間でアップロードしたファイル数は311,002ファイルで、容量は71.5Gバイトに達した。

モダリティで発生する画像をPACSで受信しながら、AWSにアップロードする運用が可能であることを確認できた。アップロードは夜間にバッチ処理するのではなく、昼間の運用中にアップロードすることにより、災害などによるデータ消失のリスクを低減できると考えられる。今回スマートプリフェッチの性能測定はできなかったが、検査オーダーをトリガとした運用を想定すれば、夜間にAWSからダウンロードするための時間は十分に確保できると考えられる。

外部保存サービスはデータ保管を目的としたサービスであるが、今後は病院間連携や、病診連携、遠隔読影といったサービスで、保存データの更なる利活用を目指す。

5 あとがき

今後も東芝グループは、医用画像外部保存サービスを皮切りに、健康増進や、予防、在宅介護・福祉など様々なシーンで役だつHealthcare@Cloud™のサービスメニューを拡充し、スマートコミュニティの実現に貢献していく。

文献

- 内蔵啓幸 他. 医療のトータルソリューション. 東芝レビュー. 66, 7, 2011, p.1-41.
- 保健医療福祉情報システム工業会. “2020年ビジョン…健康で豊かな国民生活を支える保健医療福祉情報システムの実現を目指して…” 2010, p.8.
- 経済産業省. 医療情報を受託管理する情報処理事業者向けガイドライン. 2008-07, 25p.
- 厚生労働省. 医療情報システムの安全管理に関するガイドライン第4.1版. 2010-02, 153p.
- 総務省. ASP・SaaS事業者が医療情報を取り扱う際の安全管理に関するガイドライン第1.1版. 2010-12, 135p.



相田 聡 AIDA Satoshi

スマートコミュニティ事業統括部 スマートコミュニティ事業開発部参事。ヘルスケアソリューションの開発に従事。
Smart Community Div.



高橋 幸男 TAKAHASHI Yukio

東芝メディカルシステムズ(株) SI事業部参事。
PACSの外部保存サービスの開発に従事。
Toshiba Medical Systems Corp.



馬瀬 章 MASE Akira

クラウド&ソリューション事業統括部 クラウド・ソリューション第二部参事。クラウドソリューションの企画・営業に従事。
Cloud and Solutions Div.