東海大学紀要情報通信学部
vol.4,No1,2011,pp.47-52

論文

クラウド技術を用いた広域連携医療サービスモデルの提案

野地 保[*1]，荻野 正[*2]

A Proposal Model for Hospital System Collaboration Service by Cloud Technology

by

Tamotsu NOJI [*1] and Tadashi OGINO [*2]

(received on October 29, 2010 & accepted on June 23, 2011)

Abstract

It is necessary to unite patient referral information between a clinic and the center hospital to improve the patient service in the medical treatment for the global collaboration medical network system based on 3D patient information in 3D electronic referral letters and 3D care cards. However, the handling systems of the letter of introduction with 3D image processing support function and the care card on the internet differ at each clinic, and this point means being the hindrance of the medical cooperation in a medical network area. Then, we propose to implement the patient service using the cloud technology. With our system, each hospital can reconstruct their patient support system by reviewing their current system. They don't have to build a new patient support system from scratch.

Keywords: *Global Collaboration Medical Cloud, 3D image processing, Medical Service, Software as a Patient Service*
キーワード:医療サービス, 広域連携医療クラウド, 電子紹介状, 患者サービス, Software as a Patient Service

1. 概要

病院と診療所やかかりつけ医との広域連携医療分野では，一つの病院がすべての医療機能や医療情報を提供するのではなく，それぞれの医療機関の持っている特有の機能や医療機器，医療情報の共同利用などその役割を分担する必要がある．広域連携医療は患者情報を共通化することにより診療所や病院，医療機関あるいは保健福祉機関が連携して遠隔診療や在宅診療支援を可能とする患者サービスを広域的に提供できるネットワークシステム[1)]である．広域連携医療を行うためには，関連する地域の病院に互換性を持ち，連携可能な電子カルテを導入しなければならない．しかし，電子カルテの導入には多額の費用が必要となってしまうため，小病院や診療所では購入することが困難な現状である．そこで，各医療機関の連携サービスを患者サービスとして提供できるエンタプライズモデル(病院経営システムモデル)として実現し，その運営を独立させる方式により広域連携医療を促進することを提案する．患者サービスを月々の安い費用で貸し出すエンタプライズモデルを構築することで，診療所等でも電子カルテを導入することなく，その恩恵を受けることが可能となる．以上から，本研究の目的は，電子カルテシステムの導入が高価につくので，診療所における費用削減のためエンタプライズモデル化を図ることである．そのために広域連携医療ネットワークにおける患者サービスの要求仕様を明らかにして，広域連携医療サービスの階層モデル化を図ることである．さらに患者サービスの階層モデルから広域連携医療クラウドの基本モデルの提案と本方式を検証することである．

*1 情報通信学部経営システム工学科教授
*2 三菱電機インフォメーションテクノロジー（株）

以下，2．では医療サービスプロセスの概念モデル，3．では患者サービスプロセスのモデル化，4．ではクラウド型広域連携医療サービスの構成，5．では広域連携医療サービスの適用事例，6．では評価と考察を議論し，最後に7．で本方式についてまとめる．

2. 医療サービスプロセスの概念モデル

2.1. 病院経営をとりまく環境

現代の病院は第3次産業，サービス業である．サービス業は経営の4大要素，人(Human)，物(Goods)，金(Capital)，情報(Information)で構成されている(Fig.1)．

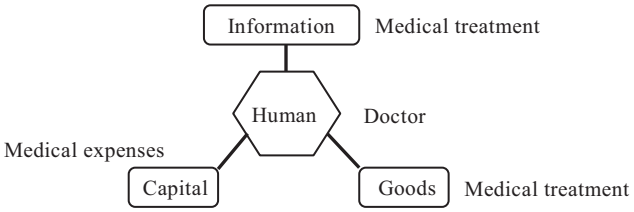


Fig.1 The four major elements of the hospital

Fig.1において「人」要素は医師免許を交付されている医師であり，他の3大要素の要に位置づけられる．現場には，医師以外の「人」も存在するが，ここでは医師で代表させる．「情報」要素は，医師が患者さんに提供する病気に関する詳しい説明である．しかし，その「情報」を詳しく提供する医師もいれば，そうでない医師もいる．また，入院して手術をする場合，全ての医師が全く同じ「情報」を提供するとは限らない．「物」要素は患者さんに提供する薬，検査，処置，医療機器などである．医

師が判断した「情報」が誤っている場合には，医師から提供される「物」も変化する．「金」要素は医療費である．4大要素は，病院経営の資源（Resource）であり，資源の効率的な運用（Resource Management）が病院経営に必要とされる．

資源「人」については，診療する医師によっては，患者さんが持つ，病状や病気，診療方法に関する不安を読み違えたり，見逃がしたりすることも考えられる．患者さんの不安や訴えを正確に理解出来ないことは，患者さんを満足させる事が出来ない診療，病院になる可能性が高い．このような病院は病院そのものの質の低下をもたらし，医療経営が悪化する要因となる．

資源「情報」，「物」については，2001年に厚生労働省の「保険医療分野の情報化に向けてのグランドデザイン」[2]が発表された後，大規模病院を中心に電子カルテシステムが徐々に普及してきた．しかし他方，中小病院や診療所などの小規模医療機関にとっては高額な出資となり，なかでも診療所における電子カルテシステムの導入例は，かなり少ないのが実情である[3]．一方で，電子カルテを介した地域連携医療[4]はいくつか試みられているが，その多くは大中病院主導の医療連携である．そのような事情が診療所を含めた広域連携医療普及の遅れにもなっている．

2.2. 患者サービスプロセスの概念モデル

医療経営における医療サービス（MS：Medical Service）は，病院が提供する医療サービスと提供される医療サービスが存在する．提供されるサービスは，医療業務，運営に関連するサービスであり，医療機器の保守点検業務（医療法施行規則第9条の12）や医療機関に対する診療，検査，医薬品等に関する情報提供を行う医療情報サービス，地域連携医療の市場動向調査，運営に関する指導を行う医業経営コンサルタントサービス，医療事務サービスなどがある．医療サービスの提供先の一つに患者さんがあり，我々は，患者さんに提供する，あるいは，患者さんが受ける医療サービスを患者サービス（PS：Patient Service）と呼ぶ．病院の4大要素が，患者さんのために提供する医療サービスは，患者サービスである．

情報処理サービス業務（task）がプロセスの実行で達成されるのと同じく，患者サービス業務の提供は，患者サービスプロセス（PSP：Patient Service Process）の実行で遂行されると考える．PSプロセスの起動は事象（E:Event）の発生により行われる．Fig.2に我々が提案する病院経営における患者サービスプロセスの概念モデルを示す．

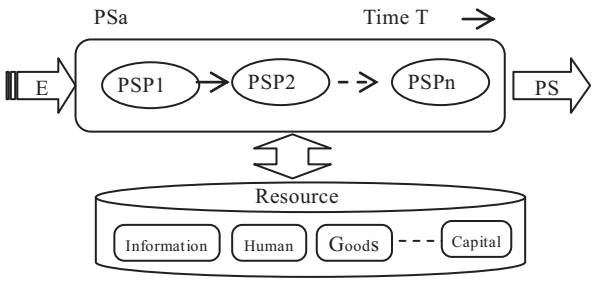


Fig.2 Conceptual Model for Patient Service Process

Fig.2において患者サービス業務PSaの要求（事象）が発生するとPSP1～PSPnのプロセスが起動する．各プロセスは，必要に応じて資源を使いながら患者サービス業務PSaの目的を達成する．

以下本稿では，患者サービスとして3D電子紹介状[5]による患者紹介サービスについてのプロセス分析とモデル化を検討する．

2.3. 広域連携医療サービスのモデル化

広域連携医療（GCM：Global Collaboration Medical）サービスは患者情報を共通化することにより診療所や病院，医療機関あるいは保健福祉機関が連携して患者サービスを広域的に提供できる医療サービス形態である．本節では，広域連携医療サービスの適用範囲を明らかにする．

（1）モデル化の方針

広域連携医療（GCM）サービスは一般的には，地域連携医療と捉えることができるが，病院経営の最小単位は，病院や診療所である．特に，400床以上の中核病院では，病院内での連携医療も必要となる．我々は，広域連携医療サービスの範囲を中核病院内連携も含めてモデル化する．また，在宅医療サービス，遠隔診療サービス，救急医療サービスとの関係を明らかにする．

（2）広域連携医療サービスモデル

Fig.3に設定した広域連携医療サービスの階層構造を示す．

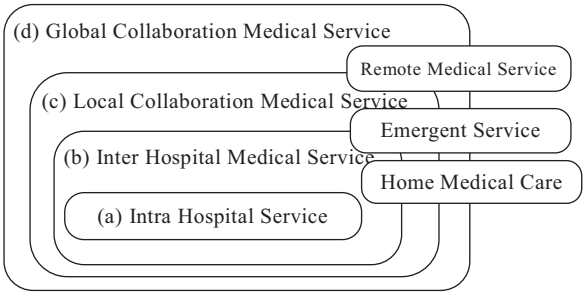


Fig.3 Patient service hierarchy in GCM

（a）院内連携医療サービス

診療所内や中核病院内を対象とする比較的小規模で，ローカルなシステムを構築するための連携医療サービスである．イントラネット内システムの再構築，紙ベースの患者紹介情報の電子化，患者紹介業務の電子化，医療情報のDB（Database）化などが対象となる．プライベートクラウドでの対応となる．

（b）病診連携医療サービス

病院と診療所やかかりつけ医との地域医療連携分野において，地域内の緊密な医療機関グループ間での密結合地域連携医療サービス網を病院診療所連携（病診連携）医療サービス網と定義する．病診連携医療サービスは，中核病院内の地域連携室の主な患者紹介状業務であり，紙ベースの患者紹介情報の院内への取り込み，インターネット環境での連携医療支援などである．患者紹介情報の交換，診療履歴情報の交換サービスなども対象となる．

地域連携医療サービスと同意で扱われることもあるが，本稿では，密結合地域連携医療サービスを病診連携医療サービス，疎結合地域連携医療サービスを単に地域連携医療サービスと定義する．

(c) 地域連携医療サービス

地域内の病院や診療所とかかりつけ医間での疎結合連携医療サービスで，病診連携医療サービスと比べて各医療機関間のつながりが緩やかである．Web環境での患者紹介情報，医療EBM (Evidence-based Medicine) 環境の提供などが対象となる．パブリッククラウドまたは，ハイブリッドクラウドで対応する．

(d) 広域連携医療サービス

地域以外の医療機関あるいは保健福祉機関，行政機関などを含めた広域間の連携医療サービスである．広域連携医療の効果は，①情報公開サービスの向上と医療の質の向上，②情報システムなど資源の相互利用による重複した設備の簡素化，③医療費の削減，である．本サービスモデルのような，共通のサービスを複数のユーザで相互に共有し，低コストで利用する場合には，クラウドアーキテクチャが最適の形態になる．

以下，本稿では，地域連携医療の分野で特に中核病院を中心とした病診連携医療サービス（密結合地域連携医療サービス）におけるクラウド型院内連携医療サービスのモデル化を行う．

3. 患者サービスプロセスの分析とモデル化

3.1. 患者サービスプロセスの抽出

患者紹介サービスについて八王子病院において現状の調査を実施した．その結果，一般的に紹介元医療機関，診療所における患者紹介サービス方式は持参型と送付型，共有型に分類される．持参型には，紙媒体，電子媒体（CD-ROM）があり，送付型には，FAX，メールなどがある．共有型は，インターネットやイントラネットなどのネットワーク上で電子紹介状を共有する方式である．厚生労働省の「保健医療分野の情報化にむけてのグランドデザイン」では，2006年度までの達成目標として，診療所と400床以上の病院の6割以上に電子カルテを導入し，病院レセプトの7割以上を電算化することであったが達成されていない．診療所は，中核病院と比較して，情報インフラの整備が整っていないため，紙媒体が主である．

情報インフラの整った中核病院も紙型やFAX型などに対応できていないため，手動（人手）で対応している．Table1に各方式の比較を示す．

Table1 Comparison of referral letters system

	Type	Media
①	Paper	Paper
②	TEL･FAX	Analog Data
③	Mail attachment	Electric Document
④	Electric Media	CD-ROM、DVD etc.
⑤	Online share	Electric Document

紹介先医療機関では，患者さんの受付業務・紹介元医療機関と紹介先医療機関の各診療科との連絡調整，紹介元医療機関への返書（結果報告），経過報告，逆紹介などにおける情報管理業務が必要である．

診療所主体の紹介元医療機関は，①紙紹介型～③メール添付紹介型が実用段階で，④電子媒体紹介型は一部地域連携で実用化，⑤共有紹介型は研究段階である．

本稿では，研究段階である⑤共有紹介型を対象とする病診連携患者サービスをモデル化する．

3.2. 患者サービスのモデル化

一般的に地域の中核医療機関は，高度な医療機器が整備され，院内ネットワークにより診療行為や医療事務の効率化が図られ，整備統合されたHIS(Hospital Information System)，RIS(Radiology Information System)，PACS(Picture Archiving and Communication Systems)などの医療情報システムのインフラが整備されている．患者紹介業務も地域連携室が対応する場合が多い．しかし，各医療機関がすでに導入している様々な情報インフラは，メーカにより仕様が異なり，紹介状による地域医療連携のネックとなる場合がある．

本稿では，このような紹介先医療機関の地域連携室での患者紹介業務について既存の院内医療情報システムと連携する業務を明らかにして，患者サービスプロセス（PSP）による患者サービスのモデル化を図る．

Fig. 4にクラウドを利用してモデル化した紹介状患者サービス処理の流れを示す．

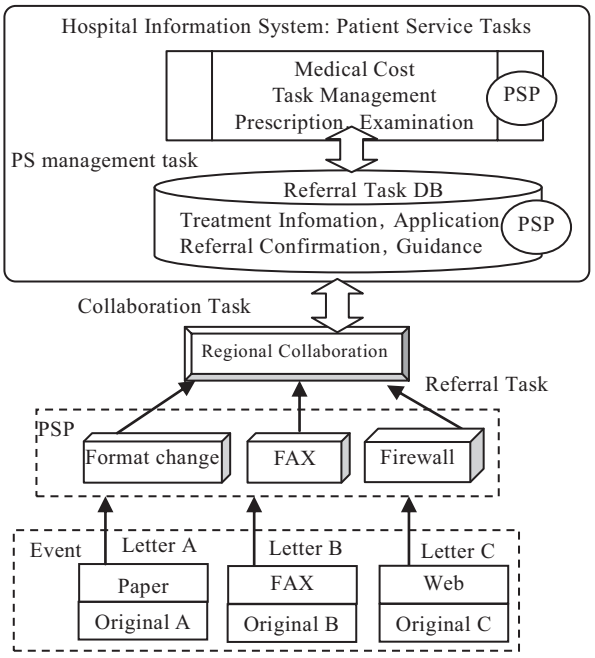


Fig.4. Flow of Patient Service Process

病診連携医療サービス処理に共通のタスク（Collaboration Task）は，クラウド（Regional Collaboration)に実装され，各機関からの要求(Referral Task）を既存の院内医療情報システム（Patient Service Tasks）機能を活用して実現する．このような既存の院内医療情報システムを生かすアプローチは，情報システムのインフラが整備された医療機関への新機能システムの導入が困難な院内連携問題に対して有効である．患者紹介業務では，紹介元医療機関，紹介先医療機関（医事課，

診療科，地域連携室）の紹介状に関係する「診療情報提供書」，「診療申込書」や返書に関係する「ご紹介確認書」，「来院のご案内」などの入力形式を統一して扱う必要がある．このため，共通な「紹介連携フォーム」作成サービスを患者サービス内で提供する必要がある．このように複数の組織が共通のサービスを共有して利用するために最適の技術が，クラウド技術である．

4. クラウド型広域連携医療サービスの構成

4.1. 院内連携医療プライベートクラウドモデル

本節では，地域連携医療サービスの分野で特に中核病院を中心とした病診連携医療サービス（密結合地域連携医療サービス）における院内連携医療クラウドについて論述する．本クラウドは，地域連携室に3D電子紹介状を共有させる患者紹介方式により患者紹介状PaaPS(Platform as a Patient Service)として位置づける．適用モデルは，5章で述べる．

Fig.5に3D電子紹介状業務を提供する院内連携医療プライベートクラウドモデルを示す．

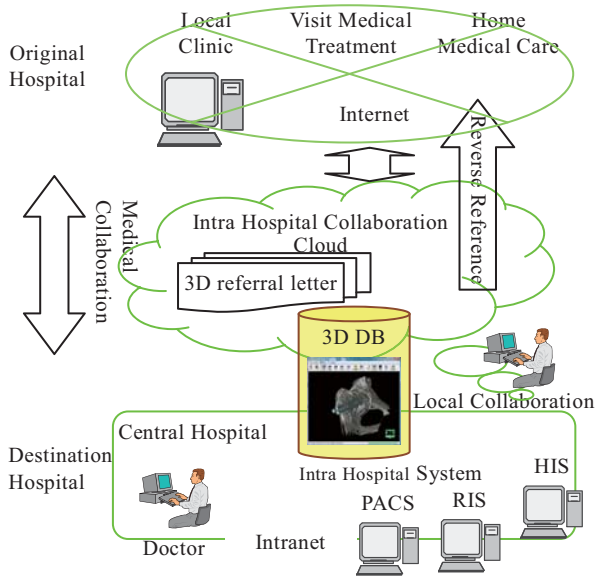


Fig.5. Patient Service Private Cloud Model

本クラウドモデルでは，3D画像ファイルで構成されるデータベース（3D DB）は，既存の院内医療情報システムのDBをデータセンタとして活用する．イントラネットに接続された院内システムや，診療科，医師などは，院内から，本クラウド医療サービスを利用するが，紹介元医療機関，在宅診療，緊急診療環境では，インターネットを介して診療情報提供書の電子的な作成・送付・管理を行う．

4.2. 患者サービスクラウドの階層モデル化

GCMクラウドが提供するサービスは，患者サービスが主体である．本節では，3D電子紹介状と電子カルテから提供される患者診療情報による診断支援[6]を中心とする患者サービスクラウドの階層モデル（Fig. 6）を提案する．

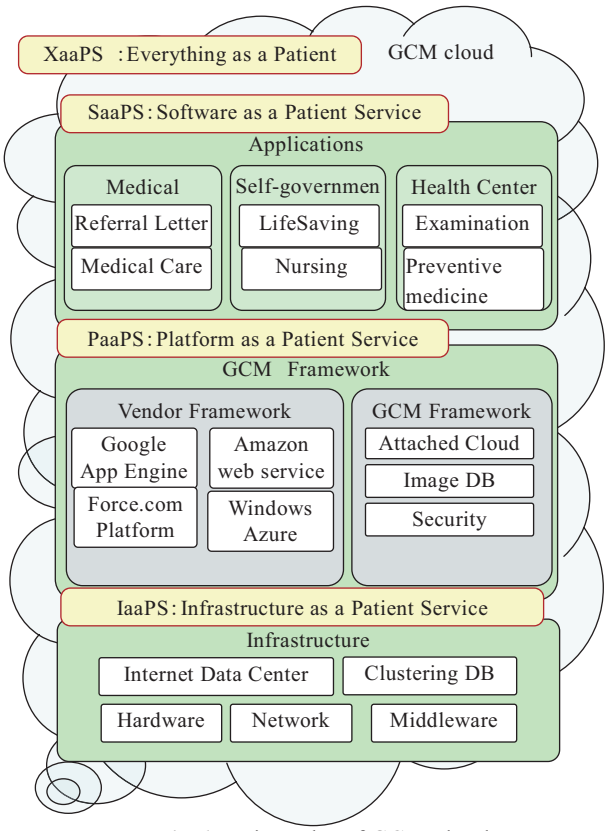


Fig.6. Hierarchy of GCM cloud

GCMクラウドの上位概念としてXaaPS(Everything as a Patient Service)クラウドがある．クラウドの階層構成に応じて，上位から患者サービスを提供する SaaPS (Service as a Patient Service)，サービスの基盤を提供するPaaPS，ソフトウェアとハードウェアのインフラを提供するIaaPS（Infrastructure as a Patient Service）から構成される．SaaPSアプリケーションは，医療機関連携，自治体，保健所について展開する．プラットホームPaaPSでは，GCMフレームワークで構築するが，ベンダフレームワークと病診連携などでは，GCM専用フレームワークも可能である．

5. 広域連携医療サービスモデル

5.1. 3D 電子紹介状 SaaPS

現状，3章のTable 1で示したとおり，電子紹介状は，主に印刷された紙媒体やCD-ROMなどの電子媒体などにより，オフラインで情報交換されている．我々は，電子紹介状のオンラインクラウド化を目指し、先行研究P2P型3D画像支援付き電子紹介状(3DERL: 3D electronic referral letters)[5]をMicrosoft Accessを用いて実装し，患者サービスクラウドモデルを実現する．

（1）3Dソフトの選択

患者サービスクラウドでは，3D電子紹介状管理業務を提供する．3D合成ソフトは，サイバネットシステム(株)[7]のINTAGE シリーズのリアリア（Realia）を，Realiaで合成される3D画像形式にIVP形式を採用した．3D再生にはフリーソフトであるIntageVP（Intage Volume Player）を

選択した．IVPファイルはクラウドで共有する方式とする．

（2）3D画像参照機能付電子紹介状SaaPS

3D画像参照機能付き電子紹介状とは，電子紹介状に画像参照をするための3Dボタンを設け，このボタンをIntageVPとリンクさせ，電子紹介状上で患者の3D画像を表示する機能であり，SaaPSとして実装する．Fig.7に3D電子紹介状 SaaPSモデル例を示す．

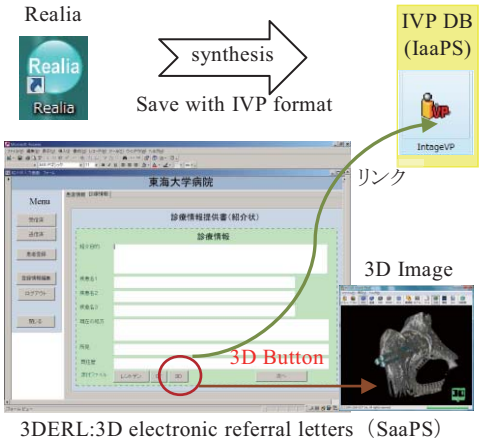


Fig.7. Implementation of 3DERL SaaPS

IntageVPの実装方式には，①3DERL（SaaPS）側に実装する，②IVP DB(IaaPS)側に実装する，③3DERL（SaaPS）とIVP DB(IaaPS)以外で共有する，モデル化案がある．本論文では，簡単に実装できる方式①のモデル化案を採用した．電子紹介状に追加した3D ボタンをクリックすることにより，IVP DB(IaaPS)内にある患者さんに対応したRealiaで合成された3D画像のIVPファイルをIntageVPで表示する．電子紹介状は，電子カルテの患者情報を参照するため，電子紹介状クラウドの研究には，電子カルテクラウドモデルが必要となる．5.2節で詳述する．

5.2. 3D 電子カルテ SaaPS

我々は，先行研究盲目者の自立歩行を支援する盲目者支援ナビシステム（VONAVS：Voice navigation system）[8]の研究を基本に新たに，3D電子カルテシステム(KTDBMS)，VONAVS患者サービスDBMS(VONAVS DBMS)をモデル化した．

Fig.8にVONAVS 3D電子カルテ(SaaPS)モデル例を示す．

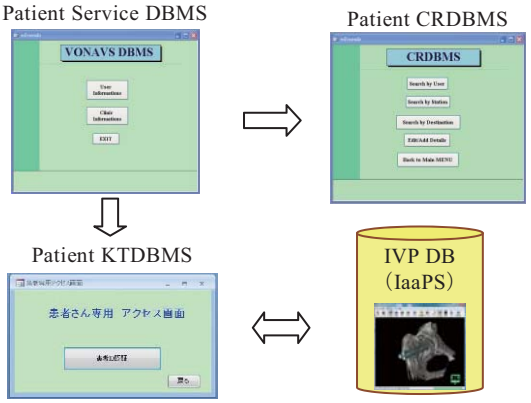


Fig.8 Implementation of 3D image VONAVS SaaPS

IVP DBはクラウドでのデータ容量の削減を目的に3DERLと共有させる方式とした． VONAVS患者サービスDBMSは，患者サービスの履歴管理DB（CRDBMS）と3D電子カルテシステム（KTDBMS）で構成するモデルとした．我々は，Microsoft Accessを用いてKTDBMSとIVP DBをリンクさせることにより，3D支援可能な電子カルテクラウドのモデル化を試みた．

IVP DBの設定管理方式には，①SaaPSと同じクラウド上にIaaPSとして設定する方式，②SaaPSとは別な専用格納庫例えば,パブリッククラウドにおけるDC(Internet data center）でまとめて管理する方式がある．方式①の同一クラウドで設定管理する方式では，ユーザがデータ破壊，消失などに対するセキュリティ面での保障を直接管理できるメリットはあるが，一方，専用のデータ保管設備（DCなど）を必要とするなどコスト面での課題が存在する．方式②のDCで管理する方式では、ユーザが直接管理保障できない方式のため、データ破壊，消失などに対するセキュリティ面での保障管理に対する課題がある．本研究では，我々自身の保障管理が可能な範囲での研究を進める必要性から，クラウド（SaaPS，IaaPS）に設置するモデル化を採っている．

6. 評価と考察

院内連携医療クラウドでは，コスト面から3D画像データのクラウド保管容量の削減と性能面から院内システムへのトラフィック競合が課題であり，IVPファイルの容量を少なくすることが必要条件となる．そのため，リアリアで合成される3D画像の圧縮率の評価を行う．

（1）評価方法と条件

患者サービスクラウドでは，3D画像DB管理PaaPSや3D画像支援の電子紹介状，電子カルテの保管サービスと紹介先への転送サービスが発生する．我々は，これまで，INTAGE シリーズリアリアで合成した3D画像(IVPファイル)をインターネット転送することを前提に3D画像付き電子紹介状（3DERL）と3D電子カルテシステム（KTDBMS）をモデル化した．3D構成は基本的にVR(Volume Rendering)とVE(Virtual Endoscopy)が選択できる．本節では，3D合成による画像圧縮率の評価を行う．評価データの種類は，臨床現場の医師や技師のご協力を得て、電子カルテで使用される3D臨床データの中から標準的な10種類(Table 2)を選択した．2Dデータサイズは，1.4MB～127MBである．

Fig.9に評価の対象としたDICOM形式のX線CT画像とRealiaで合成した大腿部の3D画像合成比較例を示す．

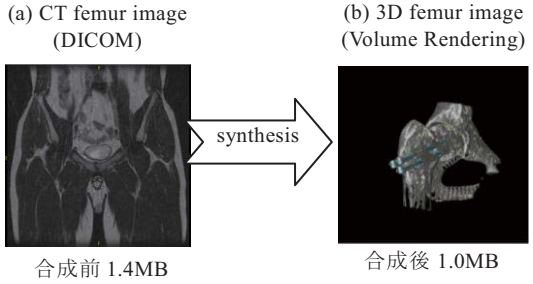


Fig.9 Comparison between 2D image and 3D image

評価方法は，リアリアを用いて2D画像から3D画像に合成してIVPファイルサイズを求め，合成前ファイルサイズxと合成後のファイルサイズyの比較により，圧縮率zを求める．

$$z = 1 - y/x \qquad (1)$$

3D画像合成評価項目を次の3点とする．

① 合成前と合成後の圧縮率の比較

合成対象となる2D画像の任意枚数部分を合成箇所と呼ぶ．合成する2D画像の枚数や合成箇所には注目せず，全体としてのデータサイズの圧縮率に注目した比較項目である．

② 合成枚数の圧縮率に与える影響

合成する2D画像の枚数を10枚から始め10枚単位で増やし，100枚の合成まで行い，圧縮率の変化をみる．

③ 合成箇所と圧縮率との関係

合成箇所は最低2枚の2D画像で構成される．合成する2D画像の枚数を1～2枚目，2～3枚目，・・・，10～11枚目と合成箇所をオーバッラプさせながら2枚ずつ合成することにより圧縮率に変化が出るかを確認する．

(2) 評価結果と考察

Table 2に評価結果を示す．

Table 2 Comparison of Compression ratio

NO.	データ名	前(MB)	後(MB)	圧縮率
1	大腿部 	1.4	1.0	28.6
2	brain_surface 	15.1	6.2	58.9
3	歯科用データ 	63.9	44.0	31.1
4	Stomach	76.6	33.1	56.8
5	Broncho 	127	59.8	52.9
6	CT Head 	77	38.1	50.5
7	Ankle 	64.4	21.1	67.2
8	Colon 	63	28.6	54.6
9	Brain_nerve 	33.8	20.0	40.8
10	大動脈瘤 	64.5	18.6	71.2

合成する2D画像の枚数や合成する箇所には注目せず，全体としてのデータサイズの圧縮率を比較する．結果，圧縮率は28.8%～71.2%と画像データによって大きく差が出ている．合成枚数10枚から100枚まで変化させた結果，圧縮率は，53.6%～57.2%となり，差が生じなかった．合成箇所と圧縮率との関係も差が生じなかった．結果から，IVPファイルは，平均約50%の容量軽減が可能で，データ転送でのトラフィック量の軽減に効果が得られることが分かった．

(3)第三者検証

機能面での第三者検証として，3D電子カルテシステム（KTDBMS）と3D電子紹介状（3DERL）クラウドの試使用評価を某医師会にお願いした結果，以下の考察を頂いた．

①システムの安全性対策として装置，システムの分散が可能となる．

②大震災で，住基ネットやレセプトデータが失われる状況を考えると，クラウドによるデータ保存の重要性が実感させられた．

③アプリケーション（SaaPS）は従量課金制の採用でコストダウン可能であり，機能追加も容易である．

④面倒なシステム管理やデータ管理が不要であり，医師は本来の診療・治療業務に専念できる．

7. まとめ

本論文では，広域連携医療における3D電子紹介状による患者サービスPaaPSについて，地域医療機関間の連携問題や遠隔診療や救急診療，在宅診療などの患者サービス問題を解決する院内連携患者サービスクラウドを提案した．また，このクラウドが機能面と性能面においても実システムとして有効であることを明らかにした．院内連携クラウドによって，現状の各診療所で異なる，持参型，FAX型，Web型などのすべての機能要件に合わせて，紹介先医療機関での患者サービスの提供が可能となる．

今後の課題としては，GCMクラウドの在宅連携範囲拡張が挙げられる．GCMフレームワークをベンダフレームワークで構築することが望まれる．

謝　辞

多大なる御支援を賜った東海大学医学部付属八王子病院の堀井実氏とサイバネットシステム（株）の満生康一氏並びに東海大学情報通信学部野地研究室の皆さん特に伊藤涼香君は3D評価実験を手伝って頂き感謝の意を表します．

参考文献

1)　広域連携医療ネットワークシステム（GCMNWS: Global Collaboration Medical Network System)）研究会」http://www.gcm-sso.jp/

2)　保険医療分野の情報化に向けてのグランドデザインの策定について
http://www.mhlw.go.jp/shingi/0112/s1226-1.html

3)　長澤亨，” 群馬県における電子カルテの導入状況調査，”第25回医療情報連合大会プログラム・抄録集,pp.128(2005)

4)　鈴木斎王，荒木賢二，脇元直彦他,”宮崎地域の現状と今後（はにわネット），”第24回医療情報学連合大会論文集，pp.308-309(2004)

5)　野地保，有野真史，周藤安造，”3D画像支援のP2P型医療連携アーキテクチャの構築と評価，”第28回JAMIT2009，OP6-08/JAMIT2009Proceedings，pp.1-10(2009)

6)　周藤安造，佐々木仁，川井隆章：画像診断支援を考慮した電子紹介状による診療所間医療連携システムの開発．医療情報学27:483-489,2007

7)　サイバネットシステム株式会社アドバンスドソリューション事業部　ビジュアリゼーション部リアリアサポートhttp://www.kgt.cybernet.co.jp/

8)　Juthamas Punwilai, Tamotsu Noji and Hiroyuki Kitamura, “The Design of a Voice Navigation System for the blind in Negative Feelings Environment”, IEEE ISCIT 2009, 1B-6,pp53-58(2009)