

連載企画 DICOM の基礎

—— 第 2 回 DICOM 規格におけるサービスとオブジェクト——

JIRA 医用画像システム部会 DICOM 委員会

鈴木 真人

1 はじめに

今回は第 2 回として DICOM 規格の基本的な概念であるサービスとオブジェクトの説明をします。DICOM 規格の持つオブジェクト指向は 一部の改変や追加削除が全体に影響しない構成を実現できます。これによって DICOM は毎年モダリティの種類を増やしたり、機能の追加を容易に実現しています。

2. DICOM 規格の概要

DICOM 規格は米国 NEMA が中心となって世界中の医用機器ベンダーや利用者が意見を交換して作っています。常に修正や追加が行われており、毎年 4 月頃 過去 1 年分の修正と追加を組み込んだ版が DICOM200X などの名称で公開されます(2010年はこの改定が行われなわれず、今年度の版もまだ公開されていないので 現時点での最新版は DICOM2009 となっています)。原文は英語で書かれており、全体では数千ページを超える膨大なものでとても読みきれものではありません。しかし、全部を読まなくても自分が使いたい DICOM 規格の一部分を理解することは可能です。

JIRA では DICOM 規格の和訳を継続して行っており、全てが最新年度版ではありませんが

<http://www.jira-net.or.jp/dicom/index.html>

に原文と和訳がペアで掲載されています。

廃止されたセクションもありますので番号が飛んでいますが 主な内容は表1の通りです。

○の付いたセクションは一度目を通すと DICOM 規格の概要と用語が理解できます。

◎の付いたセクションは自分の PC にダウンロードして作業中に参照すると問題解決の有用な情報源になります。その他のセクションは必要な時アクセスし詳細を理解すればいいでしょう。

結局のところ DICOM 規格はデータの実体(オブジェクト)をどう扱うか(サービス)決めているので、オブジェクトの定義とサービスの内容が分かれば DICOM の中心的な機能を理解したことになります。

表1 DICOM 規格の章立て

PS	タイトル		PS	タイトル	
3.1	序文と概要	○	3.10	可搬媒体ファイル構造	
3.2	適合性	○	3.11	可搬媒体応用	
3.3	情報オブジェクト	○	3.12	可搬媒体物理構造	
3.4	サービスクラス	○ ◎	3.14	グレースケール表示関数	
3.5	データ構造と符号化	◎	3.15	セキュリティ	
3.6	データ辞書	◎	3.16	コンテンツマッピング	
3.7	メッセージ交換		3.17	詳細説明資料	
3.8	ネットワーク通信		3.18	web アクセス	

3. DICOM 通信の基礎

さて、実際の DICOM 規格によるデータ交換はオンライン通信と可搬媒体によるオフライン受け渡しに分かれます。日常環境で利用するのはほとんど前者だと思いますので、ここではネットワーク経由の DICOM 通信の概要を説明します。

DICOM 接続は3つのステップで行います。

ステップ1:アソシエーションの確立

(IP アドレス・ポート番号・AE タイトル・SOP クラスを相互確認して通信を開始する)

ステップ2:実際のデータ交換

(Storage なら画像を送る、MWM なら予約情報を受け渡す)

ステップ3:アソシエーションの切り離し

(エラー有無を確認し 通信を終了する)

IP アドレスとポート番号は DICOM が採用している TCP/IP 通信プロトコルで必要となる設定値です。

ネットワークに接続された装置に重複しないように IP アドレスを割り当てることによって通信相手者を特定することができます。またネットワークを論理的に分割して(電気的にはつながっているが、情報は流れない)分割単位内部での通信効率を高めるなどの工夫もされています。これをネットワークのセグメント化・サブネット化と呼びます。この場合周辺の別ネットワーク(サブネット)と通信する場合はゲートウェイ(のアドレス)を経由して行います。

ポート番号とは ひとつの物理的なネットワークを複数のユーザやソフトウェアで共有するための工夫で、IP アドレスとポート番号を組み合わせると同時に複数の通信ができるようにしたものです。皆さんの PC を事務所で使うときも、バックグラウンドでメールの受信をしながらインターネットを見たり書類の印刷をしたりできるのは、ひとつのイーサネットアドレスを複数のソフトウェアがそれぞれのポート番号を使ってシェア(共有)しているからです。DICOM 通信もそのひとつとしてポート番

号を宣言します。

AE タイトルは DICOM 規格でお互いの認証のために使われます。この文字列(16 文字と決まっています。足りない分は SPACE(20H)を追加します)を相互に事前登録しておくことによっていわゆる不正アクセスを防止し、決められた通信のみを実行するのに利用されています。また、ユニークな名称を付けることで ネットワーク上で特定の装置を見分けるのにも有用です。

SOP クラスとはサービスオブジェクトペアクラスの略で、文字通りサービス(機能)とオブジェクト(データ種別)の組み合わせで定義されます。装置がどの SOP クラスをサポートしているかは装置ごとに異なり、各装置の DICOM 適合性宣言書(Conformance Statement :C/S)に記載されています。

表2、3のモダリティを 表4の PACS につなげる場合はまず両者が必要な SOP クラスを共通にサポートしているかを確認します。このとき注意することは サービスには利用者と提供者がいることです。サービス(機能)を利用する側をサービスクラスユーザ(SCU)、サービスを提供する側をサービスクラスプロバイダ(SCP)と言います。保存(Storage)というサービスを要求するのは通常モダリティで、提供するのは PACS などの保管装置です。PACS が CT と MR と CR の画像を保存できるのであれば、その PACS は 3 種類のオブジェクトに対してサービスできる、つまり3つの SOP クラスをサポートしていることになります。

表 2 で CT 装置の持つ 3 つのサービスクラスは表4からすべて PACS でサポートされていますので CT はこの PACS に(2 種類の)画像を送ることができます。

Verification : 相手装置の DICOM 通信ソフトが動作可能状態であることの確認

CT Image Storage : CT 画像(=画像の全てのピクセルが CT 値を持つ)の保存

SC Image Storage :一般的な B/W 画像(例:CT 画像に文字や線が埋め込まれ、8ビット濃度に変換された画面コピーなど)の保存

表3でMR装置のC/Sには当然MR画像の送信(MR Image Storage SCU)ができると書いてありますが、PACSがサポートしているサービスクラスにMR Image Storage SCPがありません。つまりこのPACSはMR画像を受信できないのです。MR装置からはSC画像であれば送れますが、SOP Class UIDを見て分かるようにCTでもMRでもSC画像のUIDは同一です。つまりCS画像ではモダリティ特有のピクセル値情報を持っていないので、計測・ウィンドウ変換・拡大などピクセル

ル値に関する処理はできなくなる可能性が高いです。この場合はMRの接続をあきらめるか、PACS(の機種もしくはソフトウェア)を入れ替える必要があります。

DICOM規格書の第3章(PS3.3)の目次を見ればどのようなオブジェクトが定義されているかが分かります。同様に第4章(PS3.4)の目次を見ると定義されているサービスの全容が把握できます。それぞれの詳細は本文を参照してください。

表2CT装置のサービスクラスの例

Service Class	SOP Class UID	Role
Verification	1.2.840.10008.1.1	SCU/SCP
CT Image Storage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2	SCU/SCP
SC Image Storage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.7	SCU/SCP
Storage Commitment	1.2.840.10008.1.20.1	SCU/

表3 MR装置のサービスクラスの例

Service Class	SOP Class UID	Role
Verification	1.2.840.10008.1.1	SCU/
MR Image Storage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.4	SCU/SCP
SC Image Storage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.7	SCU/SCP
Storage Commitment	1.2.840.10008.1.20.1	SCU/

表4 PACSのサービスクラスの例

Service Class	SOP Class UID	Role
Verification	1.2.840.10008.1.1	/SCP
CR Image Storage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1	SCU/SCP
CT Image Storage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2	SCU/SCP
US Image Storage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.6.1	SCU/SCP
SC Image Storage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.7	SCU/SCP
NM Image Storage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.20	SCU/SCP
Visible Light Storage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.77.1	SCU/SCP
Storage Commitment	1.2.840.10008.1.20.1	/SCP

4. DICOM 通信に伴う設定

実際の装置間の接続では、上に述べたステップ1が無事成立するためには関係する装置全てについて、誰かが IP アドレス・ポート番号・AE タイトル・サービスクラスのとりまとめをする必要があります。この情報が通信すべき2つの装置間で

相互に一致しないと DICOM 通信は開始されません。

例として CT 装置がネットワーク上の RIS サーバから検査情報(患者情報)を受け取り、イメージャと PACS サーバに画像を送る場合を考えてみます。(図1)

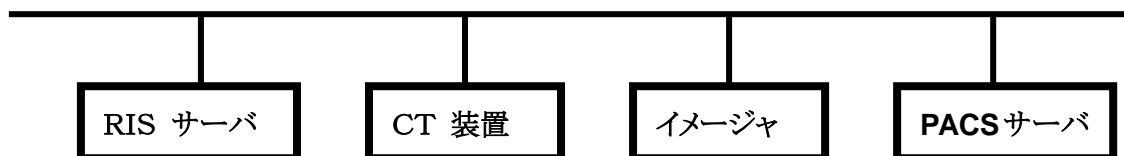


図1 CT 装置の DICOM 接続例

表5 アソシエーション確立に必要な装置の情報

	RIS サーバ	CT 装置	イメージャ	PACS サーバ
サービス クラス	MWM-SCP	MWM-SCU PRINT-SCU STORAGE-SCU	PRINT-SCP	STORAGE-SCP
IP アドレス	192.168.10.40	192.168.10.10	192.168.10.20	192.168.10.30
ポート番号	104		2700	1020
AE タイトル	“mwmhost”	“ct-01”	“laser”	“pacshost”

サービスクラスは目的ごとに定義されており、上記の組み合わせでは
MWM: Modality Worklist Management
(検査情報(患者情報)を受け取る)
PRINT: Print Management
(画像をフィルムに出力する)
STORAGE: CT Image Storage
Management (CT 画像を保存してもらう)
の3種類のサービスクラスを動かすことが必要となります。DICOM 規格にはこの他にも多くのサービスクラスがありますが、どのようなものがあるかは規格書 PS3.4 を参照してください。

これら3つの機能(サービス)はすべて CT 装置から起動しますので、CT 側に搭載するソフトウェアは SCU という役割を持つことになります。反対に RIS サーバ、イメージャ、PACS はいつ声がかかってもいいように待機しているソフトが動いて

います。この役割を SCP と言います。

SCU: Service Class User

(サービスクラス利用者)

SCP: Service Class Provider

(サービスクラス提供者)

CT 装置が患者情報を受け取るには CT 側に MWM-SCU の SOP クラスが、RIS サーバに MWM-SCP の SOP クラスが必要です。この両者が通信をして患者情報が CT に入ってきます。同じように イメージャには PRINT-SCP が、PACS には STORAGE-SCP が必要となります。

ポート番号はこれらの SCP ソフトが待機している(データが来るのを常時監視している)ポートを示します。上記の組み合わせでは CT 本体には SCP ソフトは必要ありませんから CT のポート番号は決める必要はありません。実際のところ CT 装置がデータを送り出すときには CT 装置のイ

一サネットインタフェースも自分自身が送り出す際にポート番号を設定しますが、この番号は通信の都度変化します。SCU側の送り出しポート番号は通常の場合一定ではないのです。結局、SCPは宣言したポート番号でデータの到着を待ち、返答を返すときは受け取ったデータが送り出された(相手側の)ポート番号(受け取ったデータに書いてあります)に送り返すことによってデータが相互の正しいポート番号(=正しい待ち受けソフト)に渡されることになります。

最終的にそれぞれの装置に設定するDICOM接続情報は、それぞれ表5の全体になります。また、見方を変えてこのRISが施設内の合計4台の

装置と接続すると仮定すると、RISサーバに設定する情報は表6全体のように考えられます。この例では、RISサーバはMWM-SCPをポート104ひとつ(=1本のソフト)で受け付けているので4機種から同時に要求を受けたときの処理はひとつずつ行われます。RIS内部でポート番号を4つ持って4本の同じソフトが同時に動いていることはあまりないので、非常に低い確率ですがモダリティからのMWMの要求に対してbusyのステータスで通信が拒否されることもあります。これはイメージのPRINT-SCPやPACSのSTORAGE-SCPでも同じです。

表6 RISサーバのDICOM接続設定内容の例(4台サポート)

	RISサーバ	CT装置	MR装置	CR装置	DR装置
サービスクラス	MWM SCP	MWM-SCU	MWM-SCU	MWM-SCU	MWM-SCU
IPアドレス	192.168.10.40	192.168.10.10	192.168.10.15	192.168.10.18	192.168.10.25
ポート番号	104				
AEタイトル	"mwmhost"	"ct-01"	"mr-01"	"cr-01"	"dr-01"

通常IPアドレスはサイトの要求に合わせて設定しますが、AEタイトルやポート番号の変更に制限がある装置があります。同じ機種を複数台つなぐ時は、できればAEタイトルを変更してユニークな名称にするのが好ましいのですが、IPアドレスは確実に別でしょうからDICOM通信の点では区別がつけられます。ポート番号はSCPのみが宣言しますのでさほど問題にはならないと思います。複数のSCP機能をもつ装置の場合、機能(サービス)別に別のソフトが走る構造ならそれぞれに固有のポート番号が割り当てられ、1本のソフトですべて(例えばMWM、PPS、STORAGE、Q/R、STORAGE-COMMITMENT)を制御する場合はひとつのポート番号が割り当てられます。

PPS: Performed Procedure Steps

(実施済み検査結果の報告)

Q/R: Query and Retrieve

(情報(主に画像)の条件検索と送信依頼)

STORAGE-COMMITMENT:

(保管装置に画像の存在を確認する)

上述のステップ2にあたるDICOM通信の本体部分をうまく行わせるにはオブジェクト(画像や患者情報)に書かれているタグと呼ばれる各種の情報(患者氏名・患者ID・管電流などの個別情報)が不足なく存在することが必要です。またいくつかのタグには日本語文字が含まれる可能性があります。必須タグや日本語対応は装置によって異なり、詳細は規格自体とその装置のC/SやI/S(Integration Statement :IHEが要求する装置別のプロファイル宣言書)に書いてあります。

次回はより具体的な接続内容の設計と確認をするためのC/SとI/Sの読み方を御説明します。