

DICOM に慣れる

－ 現場で DICOM 接続に慌てないための知識（3）画像系の通信 －

JIRA 医用画像システム部会 DICOM 委員会委員長
(東芝メディカルシステムズ株式会社)
鈴木 真人

1. はじめに

DICOM の説明ですが、今回は 3 回目で最終回となります。

第 1 回(前々回)： DICOM 規格の概要と適合性宣言書(C/S)の読み方

第 2 回(前回)： 文字系の DICOM 接続における注意点

第 3 回(今回)： 画像系の DICOM 接続における注意点

今回の画像系の DICOM 接続は皆さんも一番経験があるでしょうから基本的なことにはあまり触れず、ヘッダ部分の詳細や DICOM 規格の最新動向などにも触れて行きたいと思います。

2. Storage コマンドから見たオブジェクトの分類

DICOM が保存(Storage)コマンドで送るオブジェクトは多くの場合画像ですが、画像以外にもいくつものオブジェクトを Storage することが可能です。

まず画像は発生する装置(モダリティ)によって分類されます。現在登録されているモダリティは表 2.1 のようなものがありますがなじみの薄いものをいくつか省略しています。機械的(構造的)な分類ではなく、その画像の用途別分類の意味合いも強く X 線がいくつかに分かれているのが目に付きます。これらはそれぞれ必須とするタグなどが定義され Information Object Definition(IOD)として DICOM 規格上定義されています。個々の定義は PS 3.3 に載っています。また、後で述べるマルチフレーム形式もデータ構造の面で個別の画像種別として定義されています。

表 2.1 主要な画像種別

モダリティ	名称	マルチフレームの定義
CR	Computed Radiography	
CT	Computed Tomography	あり
MR	Magnetic Resonance	あり
NM	Nuclear Medicine	
US	Ultrasound	あり
XA	X-Ray Angiographic	あり
RF	X-Ray Fluoroscopic	あり
PET	Positron Emission Tomography	

DX	Digital X-Ray	あり
MG	Digital Mammography	
VL	Visible Light	
IO	Digital Intra-oral X-Ray	
OT	optical ophthalmic tomography	
RT	Radiotherapy	
WF	Waveform	
SC	Secondary Capture	あり

表 2.2 にモダリティが発生する画像ではありませんが、Storage コマンドで保存するいくつかのオブジェクトを示します。

表 2.2 画像ではないオブジェクト

一般名称	名称	マルチフレームの定義
GSPS	Grayscale Softcopy Presentation State	
SR	Structured Report	あり
HP	Hanging Protocol	
ED	Encapsulated Document	

3. タグ構造

まずタグの構造を簡単に説明します。タグはご存知のように (0010,0010) の様に (グループ、エレメント) で表現されます。グループは様々な情報を大きく分類しており代表的なものに表 3.1 のようなものがあります。

表 3.1 代表的なタググループ

グループ番号	情報種別	モダリティ依存
(0008,XXXX)	画像情報	あり
(0010,XXXX)	患者情報	なし
(0018,XXXX)	画像収集情報	あり
(0020,XXXX)	画像付帯情報	あり
(0028,XXXX)	画像表示情報	なし
(7FE0,0010)	画素情報(画像)	あり

患者情報(0010,XXXX)のグループに含まれるタグの一部として 表 3.2 のようなものがあります。VR と VM の意味は前回ご説明しました。

表 3.2 (0010,XXXX)患者情報に含まれるタグの例

タグ番号	名称	内容	VR	VM
(0010,0010)	Patient's Name	患者氏名	PN	1
(0010,0020)	Patient ID	患者 ID	LO	1
(0010,0030)	Patient's Birth Date	生年月日	DA	1
(0010,0032)	Patient's Birth Time	誕生時刻	TM	1
(0010,0040)	Patient's Sex	性別	CS	1
(0010,1000)	Other Patient IDs	他の患者 ID	LO	1 - n
(0010,1001)	Other Patient Names	他の患者氏名	PN	1 - n
(0010,1030)	Patient's Weight	体重	DS	1
(0010,2110)	Allergies	アレルギー	LO	1 - n
(0010,21C0)	Pregnancy Status	妊娠状態	US	1
(0010,2203)	Patient's Sex Neutered	性転換履歴	CS	1

このほかにもたくさんのタグが定義されていますが、基本的にこれらの情報はモダリティに依存しない、検査する前から決まっている情報です。しかし、モダリティの検査内容はこれらのタグに依存する場合があります。マンモ検査における性別(と性転換履歴)や MR 検査における体重はその例です。

さて 一番気になるのは どのタグがなくてはならないのか、存在を当てにして良いのかだと思います。DICOM ではモダリティ別に、まず上に述べたタググループ単位での存在の有無を定義しています。これは PS3.3 の Appendix-A で表になっています。これを見ると 例えば CT 画像が DICOM 規格でいう CT 画像オブジェクトであるためには表 3. 3 に示すタググループ(IOD モジュール)が必須/任意/条件付必須であると分かります。 Appendix-A における M は Mandatory (必須)、U は User(任意)、C は Conditional(条件により必須)の略です。いくつかのモジュールを同じタググループに含む場合もあります。また同じ目的のモジュールを複数用意する必要がある場合は 表 3. 3 の中の Overlay Plane Module (60XX) の様にグループ番号を複数持つ場合があります。60XX は 任意に 6010,6020 の様に振ります。

表 3.3 CT-IOD に必要なタググループ

タググループ(IOD)	グループ番号	名称	必須/任意
Patient Module	0010	患者情報	必須
General Study Module	0020	一般検査情報	必須
General Series Module	0008	一般シリーズ情報	必須
Frame of Reference Module	0020	画像間情報	必須
General Equipment Module	0008	一般機器情報	必須
Clinical Trial Module	0010	治験情報	任意
Image Pixel Module	0028	画素情報	必須
Contrast/Borus Module	0018	造影剤情報	条件で必須
Overlay Plane Module	60XX	オーバーレイ情報	任意
SOP Common	0008	SOP 基本情報	必須

次にそれぞれのタググループの中で どのタグが必須なのか任意なのかを見ていきます。再度 患者情報タググループ(0010,XXXX)を例にとると、このグループはモダリティに依存しません。よってタグの存在条件(必須か任意か)もモダリティで共通になります。MR における MWM(患者情報取得)でも患者体重(0010,1030)は任意の扱いですが、モダリティからの要請で追加することになります。これは MR 装置の C/S に MWM において患者体重(0010,1030)の受信が必須(M)と書かれていることに端を発します。

患者情報グループ(0010,XXXX) に含まれるタグの一部の存在条件(Attribute Type)を表 3. 4に示します。これは PS3.3 の C.7.1.1 から抜粋しました。

表 3.4 患者情報タグの存在条件

タグ名称	タグ番号	存在	説明
患者氏名	(0010,0010)	2	患者の氏名全体
患者 ID	(0010,0020)	2	病院内での患者識別番号
生年月日	(0010,0030)	2	YYYYMMDD
性別	(0010,0040)	2	定義語あり M:男性 F:女性 O:その他
その他の ID	(0010,1002)	3	その他 ID の SQ(シーケンス)の始まり
>患者 ID	(0010,0020)	1	SQ 内での患者 ID
患者体重	(0010,1030)	3	患者体重(キログラム)
匿名化手段	(0012,0063)	1C	匿名化されている患者情報に関する情報
繁殖情報	(0010,2294)	2C	繁殖情報の SQ のはじまり

ここで タグの存在を示す値(Attribute Type)は表 3.5 で分類されます。

表 3.5 タグの存在(Attribute)の分類

存在 (Attribute Type)	説明 (タグとして必須かどうかで分類)
1	必須 タグが存在し、データが存在すること
2	必須 タグは存在し、データがあれば記入すること(任意)。データがなければ データ長=0 で登録すること。
3	任意 タグの存在・データの記入が共に任意。
1C	条件付必須(指定条件に合致したら Type1 の扱い)
2C	条件付必須(指定条件に合致したら Type2 の扱い)

表 3.4 と表 3.5 を見比べると 患者情報グループでデータが必ず存在しなくてはならないタグはひとつもないことが分かります。その他の ID (0010,1002) の SQ (シーケンス) に含まれる(0010,0010)が Type=1 になっているのは、SQ が存在するならその中身として(0010,0010)の存在が必須となっていることを示します。SQ 自体の存在が Type=3 ですから この SQ 全体の存在が常に必須というわけではありません。ちなみに 表 3.4 の繁殖情報 (0010,2294) は animal (犬猫)に使用しますので、人間には当てはまりません。

つまり 表 3.3 により 患者情報グループは必須だとしましたが、その中を覗くと存在が必須なタグはひとつもないことが分かります。患者情報グループのタグは規格上存在する必要があるのでグループの先頭を示すタグ(患者情報の場合 (0010,0000))は存在しますが、実際にはグループ&エレメントの表記で数バイト使うだけで、グループのデータ長=0 として患者情報グループ (0010,0000)は即終了してしまうこともあり得るのです。しかし 患者情報グループの先頭(0010,0000)が存在するのは必須ですから、ヘッダ内で(0010,0000)をソフトウェアがサーチすれば必ず見つかります。

ここまでの話で 患者氏名も患者 ID も DICOM では必須としていないことが分かり、検査やそれに含まれる画像をどのように同定(ピンポイントで指定する)できるのかが次の疑問になります。通常でしたらモダリティのコンソールや PACS の端末から患者 ID・検査日・検査内容(機器)を指定すれば画像(群)を見つけ出すことは可能です。DICOM には UID (Unique Identifier)という定義があり、例えばベンダーコード(DICOM に対応している世界中の医用機器メーカーに振られたユニークな番号)などと同じく、個々のオブジェクト(画像やレポートなどの DICOM データファイル)にこの UID が振られます。UID はオブジェクトの生成者(モダリティや W/S など)が一定の規則にしたがって個々のオブジェクトに振付けます。これらを含む DICOM 規格から見て非常に重要なタグをまとめているのが表 3.3 の最後に載せた SOP Common(SOP 共有情報)です。

表 3.6 に SOP Common に含まれるタグで重要なものを示します。

表 3.6 重要な SOP Common のタグ

タグ名称	タグ番号	存在	説明
SOP Class UID	(0008,0016)	1	オブジェクト識別子
SOP Instance UID	(0008,0018)	1	オブジェクト識別子
Contributing Equipment Sequence	(0018,A001)	3	収集・編集に関わった装置の情報シーケンス
> Manufacturer	(0008,0070)	1	装置製造者

SOP Class UID は PS3.4 の B.5 などにリストアップされているいわゆる画像種別です。そのいくつかを表 3.7 に示します。

表 3.7 SOP Class UID の例

SOP Class Name	SOP Class UID	Specification
CR Image Storage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1	CR Image Storage
CT Image Storage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2	CT Image Storage
Enhanced CT Image Storage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2.1	Enhanced CT Image Storage
Chest CAD Storage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.88.65	Chest CAD Storage

SOP Instance UID は個々の画像に割り付けられたユニークな番号です。この UID は最大 64 桁の数字で作られ、たとえば JIRA からベンダーコードを配布してもらっている会社が製造した装置の場合その装置が生成する SOP Instance UID は

1.2.392.200036.9125.9.0.135241966.1521544.1050374617.123 のような構造になっています。ここで前の方から”.”で区切られた単位ごとに見ていくと

- 1: ISO
- 2: 加盟機関(経済産業省)
- 392: 日本工業標準調査会
- 200036: 日本画像医療システム工業会 (JIRA)
- 9125: ベンダーコード(JIRA ホームページで検索可能)

9.0.135241966.1521544.1050374617.123 : ベンダーが自由に決める枝番となっています。

DICOM の世界では患者を一意に選べることは想定していません。世界中で同姓同名・同じ生年月日・同一 ID の患者はいくらでも考えられます。それならベンダの責任で DICOM オブジェクトにユニークな唯一の、ダブりのない番号を振らせ、そのヘッダに書かれた完全にはユニークではないが、国内とか病院内ではほぼユニークな氏名や ID などで人間系の確認を行うといった手法がとられているのです。一般には病院内でユニークな検査番号(Accession Number(0008,0050)など)で検査オーダを管理し、検査

オーダ入力時に使われた病院内でユニークな患者 ID などを紐付けします。モダリティは Accession Number を画像につけて出力しますので、HIS/RIS/PACS/レポートのデータフローの中で Accession Number が検査を同定するキー番号になります。ただし人間系でこの長い数字の値を探すのは困難なので装置のリスト画面上は患者氏名・ID・検査日・検査種別がリストアップされます。このリストの 1 行は多くの場合一つの Accession Number に相当します。PACS などのシステムはこの Accession Number に含まれる画像(複数)の SOP Instance UID を知っていますので、必要な画像(群)を読み出すことができるのです。この SOP Instance UID は Attribute Type=1 つまり必須のタグです。この UID のユニーク性を保証するのはそのベンダの責任です。各社の装置がどのようにこの UID のユニーク性を確保しているかは秘密ですが、装置のシリアル番号や保守エリアの番号など据え付け時に設定する情報が必ず流用されているはずで、据え付けに際して これらの入力を絶対に間違えないようにお願いします。またベンダーによっては装置内の時刻も SOP Instance UID の作成に使われている場合がありますので、システムクロックを修正する(特に大きく遅らせる時)際は注意してください。

患者 ID などは病院内・国内などある限られた範囲でユニークですが、そこから持ち出すとユニーク性が失われます。具体的には A 病院の CT データを可搬メディア(DICOM 規格 PS3.10 : Media Storage and File Format for Media Interchange で定義している メディア(CD や USB など)に画像やその他の情報を書き込む PDI: Portable Data for Imaging が主流です)に入れて B 病院に持ち込み、ここの PACS に読み込ませる場合を考えます。B 病院には同じ ID の患者さんがすでに存在するかも知れない、その患者さんが偶然同姓同名かもしれない・・誕生日が違う保証はどこにもない・・何が起きるかは予測不可能です。そこで一般的には B 病院のワークステーションで PDI (Portable Data for Imaging) を読み取り、入っている DICOM オブジェクトに必要な修正(紹介専用の ID を振りなおす・新患として ID を新規発行するなど)を施した後、B 病院のシステムにデータを流し込みます。この場合も必要なタグは修正しますが、検査日など読影に必要なオリジナル情報はそのまま残すのが普通です。この場合も DICOM 規格上は修正の履歴を残しつつ(DICOM にはそのような目的のためのタグとシーケンスが用意されています)新しいシステムに登録するのが望ましいやり方になります。DICOM にはそのような目的のためのタグとシーケンスが用意されています。

最近の PACS 環境ではモダリティが生成した画像をいきなり PACS に保存・配送するのではなく、検像端末などの名称がついた画像確認用表示装置を経由するケースが増えてきます。これは撮影検査が氏名表記や撮影方向などをチェックして正しく行われている事を放射線科として確認してから読影に供したり他科に公開する目的のためです。もしこの検像端末で画像を氏名を直したり、上下反転させたりして修正した場合は新しい画像の UID のユニーク性を維持しつつ修正の履歴を残す必要があります。実際の運用方

法はシステム設計で定義する必要があります。

4. 画像以外の DICOM データ

DICOM で扱うデータは大きく分けて画像と文字列ですが、DICOM が最近注力している分野にレポートがあります。これは **Structured Report (SR)** と呼ばれていて、モダリティや検査別に標準フォーマットを定義しています。SR は XML(インターネットのホームページなどの記述に使われている **html** が進化したバージョンとってください)に相当)で書くようになっています。レポートに書き込まれている個々の情報にタイトルがついているので、画面の大きさに応じて表示項目を絞り込んだり、非常に多くのレポートを横断的に検索して目的の欄(例：最終診断)に目的の単語(例：骨折)が書いてある検査だけを拾い上げるなどの作業が効率的に行えます。SR も一つのオブジェクトとして PACS や RIS などのデータベースに保存されます。

5. DICOM の今後の進化

DICOM は既に充分普及し、自社他社間だけでなく自社装置同士の接続にも使われています。今では自社同士だからといって独自のプロトコルで通信するメリットはなくなったと言って良いでしょう。DICOM では標準タグ以外にもプライベートタグの設定を許していますので、自社装置のみが理解できるようなタグを送ることもできます。もしそれらのいくつかを DICOM 規格で認めてもらって標準にしたいなら、そのように提案する場も用意されています。プライベートデータは保存しないと C/S で宣言しているサーバもありますから注意が必要です。

どこかのベンダが当社のみ独自の機能ですと言って宣伝していた機能がある日突然 DICOM 規格に採用される可能性もあります。この場合そのベンダは DICOM の発展のため、その独自機能に関する特許や実用新案を適正な対価(たいてい無償)で使用許諾することが求められています。今までもこのような事態が数多く発生しましたが全て丸く収まっているのは、どのベンダも全てを自社開発するより標準規格をブラシアップしてみんなで使うほうが効率的でより良い結果をもたらすことを知っているからだと思います。

時として DICOM 同士なのにつながらないときもありますが、意外と規格の理解で各社の差があることがありますので、お互いデータを見せ合い、規格の理解を共有すれば多くの場合は解決できると信じています。あとは単なるバグでしょうから、通信で流れる実データをダンプして規格に合っているか、必須なのに存在しないとか、表現形式が間違っているとかを詳細に確認するステップが有効に働きます。現地デバッグで時々はまり込むのが、画面では正しいのに実際の送信データはそれと異なっている場合です。例えば日本語の氏名表記などは画面用のデータと出力用のデータはフォーマットが違わずです。Windows が表示に使う文字コードと DICOM 通信が規定する文字コード

が違うのは前回ご紹介しました。 送り出し側と受け取り側で、ソフトがまったく手を加えていない通信データそのものがどこかのバッファに残っていれば調査は比較的楽でしょうが、ソフトがいじっていない証明をするほうが難しいなら、ネットワークアナライザやキャプチャソフトなどを使ってネットワークケーブル上の実データを解析した方がより公正で中立的な判断がつけられます。

DICOM は IHE と連携をとり相互に実現したい機能を補完しあっています。IHE は実務に即した各種のワークフローを定義していますが、例えばそのうちの一つである SWF (Standard Work Flow: 予約ベースの標準的な検査の流れ) は DICOM の MWM と Storage と MPPS などの組み合わせで成り立っています。IHE からの要望で DICOM 規格が修正されたこともありました。また DICOM は既存の規格やガイドラインを参照するロジックを多用していて、病名や検査部位などは外部規格を参照しています。これも DICOM が孤立せずに周囲の規格と協調して進歩していく為の策と考えられます。

皆様の立場でも据付の最中にふと思いついたアイデアが DICOM 規格の一部になる可能性があります。残念なことに運用されているのを筆者は見ることがないですが、規定されている機能として Configuration Management があります。これは新規のモダリティや W/S をネットワークにつなぐと専用サーバと通信して、IP アドレス・ポート番号・AE タイトル・通信相手など DICOM 通信に必要なパラメータが自動設定されるものです。言うなれば DICOM 向け DHCP サーバです。これもきっとどこかのサービスマンの要望が規格になったものだと考えられます。次のアイデアは皆さんから出てくるかもしれません。

3. 最後に

これで 3 回連載の記事を終えることにします。DICOM は膨大な量の規格ですが、それはカバーしている機能分野が広いため、知りたいことが分かればそれを規格から探し出すのは比較的容易です。PDF ファイルの文字列検索を駆使してください。

DICOM 規格の章立て(PS3.X の X の部分)は表 6.1 の様になっています。

表 6.1 DICOM 規格の構成

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

第1回でも述べたように◎の章は自分のPCに入れておくと何かと便利に使えます。
そして ちょっと空いた時間に JIRA のホームページ DICOM の世界
(<http://www.jira-net.or.jp/dicom/index.html>)を覗いて見てください。ここで表 6.1 にあ
る DICOM 規格の原文や和訳を見つけて知識を確実なものにして頂くと共に、国内や海
外で DICOM がいかにアクティブに動いているかを感じ取って頂けたら幸いです。