

DICOM の歴史 第1回 -DICOM が生まれてきた背景-



鈴木 真人

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))

山本 裕

JIRA 医用画像システム部会 CyberRad 対応委員会委員長
(横河電機 (株))

この解説では DICOM 規格がどのようにして生まれたのか・どのように発展してきたのか・今後はどうなるのかを時系列的にご説明していきます。掲載は3回の予定です

第1回：DICOM が生まれてきた背景 (ACR-NEMA 規格 V1 & V2 時代)

第2回：DICOM の発展 (DICOM 規格2008まで)

第3回：DICOM の現状と未来 (最近の DICOM 規格動向と方向性)

の予定です。

皆さんはご家庭のテレビでいくつものチャンネルが自由に見られることをすごい技術の進歩だと感心しますか？ それともそんなこと当たり前だと気にもしませんか？ 誰もチャンネル毎にテレビを買うなんて考えもしないのでしょうか。病院の診察室にある PC で CT や CR や内視鏡の画像が自由に見られることも当たり前のことになりつつありますが、そこに至るまでには多くの人の努力があったのです。

医療機器業界に関係している人であれば DICOM という言葉を聞いたことがあると思います。これがテレビ放送局の送り出す電波の規格を統一しているのと同じ様に、医用機器から出てくる画像やレポートの規格を統一しています。

はるか昔(?)の医用画像はその場で直接見るだけでした。X線の直接透視像などをその場で診断しなくてはならず、当時の医師は大変なプレッシャーがあったと思います。それが記録媒体に保存されていつでも何回でも見られるようになりました。その代表がフィルムです。フィルムに記録が始まったときもフィルムの大きさや感度、鮮鋭度などのいろいろな規格を決めたからこそ普及したのです。かなり長い期間フィルムはその地位を不動のものとして画像診断・保存の中心的媒体でした。しかしフィルムに記録できるのはシネ表示に用いられたロールフィルムを含めて静止画だけです。超音波や内視鏡など医用機器が動画を生成するようになると、動画を記録する要望が出てきました。これに応えたのがビデオテープでした。これも家電業界としてビデオテープの規格がきちんと決められていたからこそ応用できた事例です。

フィルムもビデオテープも確かに記録は残せましたが、何回かダビングすると画質が劣化するアナログ記録が主流でした。この為いつでも何回でも見られるようにはなりませんが、どこでも（複数の場所で同時に）同じものを（品質の劣化なしに）見ることは実現されていませんでした。1970年代に入ると医用画像も CT や CR、MR に代表されるデジタル画像が主流になり、オリジナルと同じ画質を保ったまま何枚でも画像の複製が可能になってきました。そして装置の高性能化に伴い生成される画像の枚数や一枚あたりのデータ量が飛躍的に増大した結果、装置ごとにデジタルの画像を保管するのは非効率であることも分かってきました。また総合画像診断と呼ばれるマルチモダリティ読影が診断能を向上させることも研究され、臨床の現場では何台ものモニタを横に並べた読影スペースが時代の先端を行く環境としてもはやされました。この時点ではまだ個々のモニタは統合されておらずそれぞれの装置の表示端末が単に一箇所に集められただけで、キーボードとマウス（当時はトラックボールというマウスを裏返しにしたような箱もありました）がモニタの数だけ並び、画像を表示するまでの手間や表示フォーマット、画像処理（例えば濃淡処理）のやり方などはバラバラのままでした。

当然の結果として、臨床現場から全ての種類の画像を統一的に扱うシステムの要望が出てきました。これに対していくつかのベンダは自分たちの製品群に関して相互につなぐ規格を検討し製品化しました。これにより少なくとも同じベンダの製品であれば CT や MR の画像が一つの WS（ワークステーション）上で観察できるようになり、それを使ったユーザーからは画期的なことだと賞賛された時期もありました。しかしほとんどの医療施設は複数のベンダの装置を混在使用しており、仲間はずれになる装置が出てきて、何とかならないのかという不満の方が大きくなってきました。

1983年に医用機器の最大マーケットである米国において ACR（American College of Radiology）が米国放射線科医の声をまとめ、医用装置の規格制定団体である NEMA（National Electric Manufacturers Association）と合同で医用機器の共通相互通信規格を作ることに着手しました。1983年の日本の状況と言えば家庭にインターネットなど届いておらず車載電話が出始めた頃で、ショルダーフォン（3 kg だったそうです）は1985年に登場しました。事務所に張られたローカルネットワークも 10M ビット（太いイエローケーブル）の時代です。DICOM という名称が使われ始めたのは1993年で、それまでは ACR-NEMA 規格と呼ばれていました。ACR-NEMA 規格が目指したものは各社専用ではなく業界を横断した接続規格を作ることによって、

- ・装置ごとの開発の量と不具合発生の可能性を減らす
- ・装置の拡張や入れ替え（更新）に速やかに対応できるようにする
- ・つながる装置のバラエティ（装置の種類）を拡大する

で、多分にベンダ寄りの発想のものだったようです。

このような発想はそれぞれの医用機器が何らかのコンピュータシステムによって制御されており、同じプラットフォーム（コンピュータの CPU の種類とそれを制御するオペレーティングシステム）であればソフトの使いまわし（もしくは修正程度での再利用）が可能であるという概念ができつつあったことも大きく影響しています。この考え方を明確に示していたのが1980年代初頭から ISO が提唱していた OSI の 7 階層です。OSI は Open Systems Interconnection の略で、ネットワーク経由の通信ソフトを機能別に階層化して利

用環境に応じて最低限の修正で接続できるようにモデル化したものです。この概念はインターネットが普及し携帯電話がここまで日常生活に密着している現代においても全てのネットワーク構造の基礎になっている概念の一つです。OSIの7階層の定義は

- 第7階層：アプリケーション層（通信ソフトと人間の接点）
- 第6階層：プレゼンテーション層（データを理解できる形式に揃える）
- 第5階層：セッション層（データ全体を送り終える）
- 第4階層：トランスポート層（データの断片（フレーム）をエラーなく送る）
- 第3階層：ネットワーク層（フレームを送る途中経路を確定する）
- 第2階層：データリンク層（フレーム単位の転送を制御する）
- 第1階層：物理層（フレームをやり取りするインタフェースを制御する）

となっています。アプリケーション層を取り替えればインターネットの閲覧やメールの送受信といった種々のアプリケーションへの対応が可能になり、物理層を取り替えればケーブル接続やワイヤレス接続に対応できるようになります。

図1 OSI 7階層と ACR-NEMA・DICOMの階層設計

| OSI 7階層 | ACR-NEMAでの定義 | DICOM以降の定義 |
|---------------|--------------|-----------------|
| 7. アプリケーション層 | 画像通信 | 画像・レポート・患者情報他 |
| 6. プレゼンテーション層 | DICOMフォーマット | DICOMフォーマット |
| 5. セッション層 | 画像単位 | セッション単位 |
| 4. トランスポート層 | 独自パリティチェック | 標準TCP |
| 3. ネットワーク層 | 独自1:1接続 | 標準IP |
| 2. データリンク層 | 独自同期 | 標準(MAC) |
| 1. 物理層 | 独自並列信号線 | 標準(イーサネットやFDDI) |

さてこの7階層が台頭しネットワーク業界の支持を得始めた1980年代に登場したACR-NEMA規格ですが、実は7階層全てに当時最新のOSIの思想に対応していた訳ではありませんでした。概要を示すと

- 第7階層：画像の送受信に限定
- 第6階層：画像のDICOMデータフォーマットを新たに規定
- 第5階層：画像オブジェクト単位（一枚ずつ）の転送に限定
- 第4階層：ハードウェア持つバッファサイズで垂直パリティのみを採用
- 第3階層：2つの装置間をそれぞれ専用のケーブルで接続（Point-to-Point接続）
- 第2階層：クロック信号を同時送信
- 第1階層：16ビットパラレルの単方向ケーブルのペアに限定

となっていました。つまり、ソフトウェアの機能面でもケーブルやインタフェースのハード面でもその当時充分使い込まれた（ある意味では先進性のない）技術が採用されたのです。実際のところACR-NEMA規格V1の中で今でも通用するのは上位層の概念だけで、特に第6階層のDICOMデータフォーマット（タグを定義し、データを格納する）はこの

時代で既に大枠が決まったと言っても良いでしょう。これに比べて下位層はとても現在まで生き残れる様な規格ではありませんでした。第1階層で定義された専用ケーブルは16ビットデータ+パリティやクロック信号をまとめた50芯程度のツイストペアケーブルの集まりで、アルミ箔でシールドされたとても太く固いものでした。画像集積装置（今で言うPACSサーバ本体）のバックパネルにはモダリティやワークステーションなどデータのやり取りをする相手ごとにこの太いケーブルが2本ずつぶら下がり、ケーブルの重みでCPUが後ろに傾くのではと思えるほどでした。

ACR-NEMA 規格 V1 が1985年に公開されたとき、JIRA はその先進性と有用性を認め、翻訳と改変を行い国内向けに MIPS87と名称を変えて公開しました。名称は87となっていますが正式に公開されたのは1989年でした。国内のいくつかの先進的な病院はこれを使って異なるベンダの装置をつないで実証実験を行っています。当時の発表論文などを見るとCT画像一枚を送るのに10秒かかっていたそうですが、それでも異なるベンダの画像が表示できたことは大きな進歩だと記されています。

患者情報を異なるベンダ間で通信することはこの当時から RS232C 規格などを用いて行われていました。この分野でも ACR-NEMA 規格ができたことを受け、通信するデータ(患者IDや患者氏名、生年月日など)をACR-NEMA風に表記する動きがありました。つまりデータフォーマットを従来の固定長の文字列から、(タグ番号+データ長+データ実体)を繰り返すことにより従来に比べてはるかに柔軟な通信フォーマットが構築されたのです。(旧来の固定長データでは文字数の多い氏名は後半がカットされたり、無駄にスペースを送ったりしていたのです。)

ACR-NEMA 規格がまだ一部の医療関係者やベンダの間で実験的に使われ始めた頃、1988年に ACR-NEMA 規格 V2 が発表されました。V2では多くのタグが追加定義され、また現在当たり前のように使われている(Study-Series-Image)の画像の3階層が定義されたのもV2になってからです。画像の通信に関して言えばV2でほぼその構造は完成しました。しかしV1もV2も1:1接続の16ビットパラレルの単方向通信インタフェースを規定していたため太いケーブル2本のペアが接続数だけ存在する(しかもその最大長は規格上30m程度でした)という物理的な問題を抱えたままでした。JIRAはACR-NEMA規格V1をMIPS87として翻訳・公開したのと同じく、V2をMIPS89として公開しました。多くの国内ベンダはMIPS89に規定された新たな概念や多くのタグを積極的に取り入れ、他社接続という目に見える実績をアピールするのではなく、装置内の画像データベースの構造や記録する情報をタグ表現で統一すると言った目に見えない統合作業を行いました。既に多くのベンダは装置の外部接続手段としてイーサネットを装備していたものが多く、ACR-NEMA 規格の定めるパラレル通信規格(ハードウェアの新たな設計を伴います)をなかなか積極的に取り込めなかったものと考えられます。

国内でなかなかベンダ間の画像通信が普及しない現状を打破するために医療情報システム開発センターが中心となって、オンライン画像転送ではなくいわゆるメディアを使った画像の保管と相互交換が検討されました。医療情報システム開発センターはIS&C委員会を設立し、1991年にIS&C規格を発表しました。これはImage Save & Carryの略で国産の画像保存メディアの規格です。このメディアを経由して各社装置の画像保存や他システムとの画像交換の普及を目指したものでした。IS&C規格は物理メディアに当時最先端の5イ

ンチ MO (Magneto Optical Disk) を指定し、その中に ACR-NEMA 規格 V2 に準じた画像オブジェクトを書き込むというもので、発表当時は国産ベンダを中心に数多くの装置が対応しました (写真1)。しかし、医用機器の画像発生量の急激な量的増大や MO に書き込む時間と手間、新たに発表されるパソコン向け高密度 MO や新しいメディアへの対応への遅れなど、規格を作る際に必ずネックとなる時代に合わせた更新作業が間に合わずいつの間にか使われなくなってしまいました。



写真 1

日本でも海外でも ACR-NEMA 規格が定めた DICOM オブジェクトの定義 (画像の種類分け、情報をタグという形式であらわす手段) は広く認知され、装置内部では目に見えない形でかなり普及しました。しかし、目に見える形で装置に実装される画像通信規格としてあまり普及しなかったのは、やはり時代の波 (イーサネットの物理層と TCP/IP と呼ばれる通信制御プロトコル) を規格にうまく取り込まなかったからと考えられます。

次回では ACR-NEMA 規格 V1 & V2 が DICOM 規格として生まれ変わった背景とそれ以降の大きな発展についてご紹介します。