

# DICOM 情報オブジェクト定義ライブラリ

## 「Ontology4DICOM」の開発

Developmet of the Ontology4DICOM for DICOM IOD Library

小林達明<sup>1</sup>

Tatsuaki Kobayashi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ビジョンリーイメージングサービス株式会社

<sup>1</sup>Visionary Imaging Services, Inc.

**Abstract:** The Ontology4DICOM (Ont4D) was developed for a DICOM image information object definition library, especially for the DICOM image meta data curation. Ont4D was developed by using the ontology editor hozo. We have intended that Ont4D is mainly utilized for standardization of vendor-specific DICOM images in order to reduce inefficiency related to dicom data usage (such as DICOM image header morphing) . Also, Ont4D data format is RDF/XML format which is defined by world wide web consorcium. This means that this ontology could applied by any data science research, such as open data, linked data, linked open data. Ont4D will become a key to enhance availability which related to DICOM header information in appropriate medical information systems.

## はじめに

放射線医療では、一般的に画像検査や放射線治療計画、画像検査/放射線治療手技、画像処理、画像解析、画像診断、画像保管などが行われ、これらの一連のプロセスを実施するために、CT スキャナや MRI スキャナなどのイメージングモダリティをはじめとした各種システムが開発されている。

このシステムには、放射線医療に関わる一部の病院情報システムや、放射線情報システム、医用画像保管共有システム、イメージング医療機器などで構成され、これらのシステム間の相互運用性を保つ目的で、digital imaging and communications in medicine (DICOM) や health level 7 (HL7) などの国際標準規格が利用されている。

このような電子化が進む中で、電子データの相互運用性の課題や、増え続ける電子的な医療情報を有効に活用するための、効果的なデータの保存、統合、再利用、共有、集約などの課題への対応が求められている。

本研究では、特に放射線医療で利用される医用画像を対象に、このような課題に対処する一案として、医用画像を対象とした DICOM 情報オブジェクト定義を一定の知識表現でオントロジーとし

て表現した「Ontology4DICOM」を開発し、このオントロジーが、ベンダーニュートラルな DICOM データ標準化作業の高効率化をはじめ、医用画像を取り扱う臨床、教育、研究などで医用画像を効果的に取り扱うための知識基盤の一つとして機能する可能性について初歩的な検討を行う。

## 1 DICOM

DICOM(ダイコム)規格は、米国放射線学会 (American College of Radiology ; ACR) と北米電子機器工業会 (National Electrical Manufacturers Association ; NEMA) が開発した、CT スキャナや MRI スキャナなどから得た医用画像等のフォーマットと、それらのデータを扱う医用画像機器間の通信プロトコルを定義した国際標準規格である。

### 1.1 DICOM 情報オブジェクト定義

DICOM 規格は、リアルワールド (実世界) と DICOM ワールドを分け、リアルワールドの実態 (オブジェクト) を DICOM ワールドの中の DICOM オブジェクトとして表現するための性質と属性を定義している。この定義を DICOM 情報オブジェクト定義 (DICOM-IOD) という。DICOM standards part3 2015a では、74 のオブジェクト (画像やレポートなど)、33 のサービス (通信処理など) を対象とした DICOM 情報オブジェクトが定義されており、そのオ

プロジェクトに医用画像オブジェクトが含まれている。  
以下、医用画像オブジェクトの一つである CT 画像を例に説明する。

## 1.2 DICOM 情報オブジェクト定義（情報エンティティ-モジュール-マクロ-アトリビュート）

情報エンティティ (IE) はオブジェクトを DICOM ワールドで表現する際の最大単位であり、複数のモジュールから構成される。各モジュールは、さらに、アトリビュートの集合からなるマクロや、複数のアトリビュートで構成される。Fig.1 に CT 画像の IOD の概要を示す。このように、各オブジェクトは DICOM 規格としてその構成が詳細に記されている。

留意点として、使用法に M(Mandatory)、C(Conditional)、U(User define)という表記があるが、これはモジュールがオブジェクトの構成に必須であるかどうかを示している。また、アトリビュートにも、1～3 までの必要レベルが表記されており、1 に近いほどモジュールに必須のアトリビュートであることを意味する。

IE	モジュール	Module	参照	使用法
患者	患者	Patient	C.7.1.1	M
	試験被験者	Clinical Trial Subject	C.7.1.3	U
スタディ	一般スタディ	General Study	C.7.2.1	M
	患者スタディ	Patient Study	C.7.2.2	U
シリーズ	試験スタディ	Clinical Trial Study	C.7.2.3	U
	一般シリーズ	General Series	C.7.3.1	M
基準座標系	試験シリーズ	Clinical Trial Series	C.7.3.2	U
	基準座標系	Frame of Reference	C.7.4.1	M
装置	一般装置	General Equipment	C.7.5.1	M
	一般画像	General Image	C.7.6.1	M
画像	画像面	Image Plane	C.7.6.2	M
	画像画素	Image Pixel	C.7.6.3	M
	造影剤/ボラス	Contrast/bolus	C.7.6.4	C - 造影剤がこの画像の中で使用された場合は必要
	器具	Device	C.7.6.12	U
	標本	Specimen	C.7.6.22	U
	CT 画像	CT Image	C.8.2.1	M
	オーバーレイ面	Overlay Plane	C.9.2	U
VOI LUT	VOI LUT	C.11.2	U	
SOP 共通	SOP Common	C.12.1	M	

Fig.1 DICOM P.S. 3.3 CT 画像 IOD モジュールリファレンス

(モジュールを構成するアトリビュートは、このリファレンスを辿ることで詳細を確認できるよう構成されている)

## 2 Ontology4DICOM

Ontology4DICOM (Ont4D) は、DICOM Standards part3 の情報オブジェクトを医療情報システムや臨床情報システムなどで効果的に利用するためのオントロジーであり、Reference や Application タイプのオントロジーとして開発を進めている。

本研究におけるオントロジーという用語の定義は工学分野のオントロジーの定義を採用し、Ont4D は、

用語の関係を構造化するデータモデルを利用して構築したデータとして取り扱う。

### 2.1 構築環境とデータモデル

オントロジー構築環境は法造を利用し、初期選択のデータモデルとしては resource description framework(RDF)とし、シリアル化は RDF/XML を用いる。なお、利用するアプリケーションに合わせて web ontology language(OWL)などのデータモデルを利用する。

### 2.2 構築方針 (Class と Relation)

現時点 (2015/10/25) で、Ont4D に構築されるクラスやその関係は医用画像 DICOM-IOD を対象としている。これらの概念クラスは、DICOM-IOD に習って用語を定義する。なお、これらのクラス間の関係は、DICOM-IOD の構成が性質や属性を示すことから、基本的に”attribute-of”関係 (a/o 関係) を用いる。

### 2.3 CT-Image IOD 例

例として、Ont4D のクラス階層 (Fig.2 参照) と CT-Image-IOD クラスまでの is-a 階層 (Fig.3 参照) を示す。

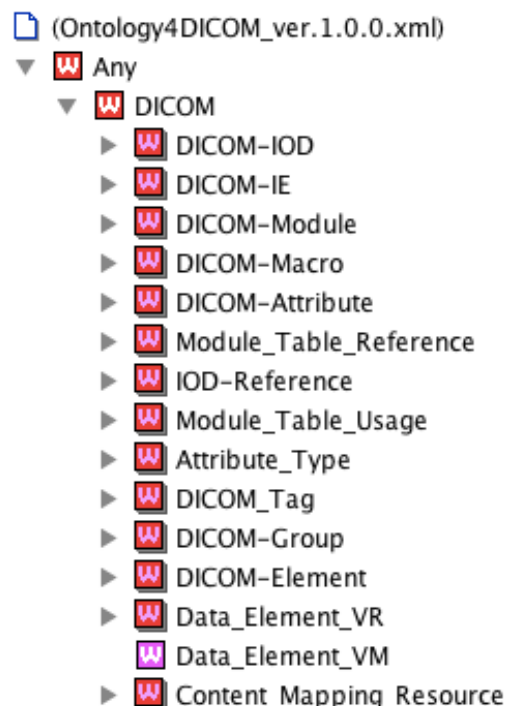


Fig.2 Ont4D-is-a 関係

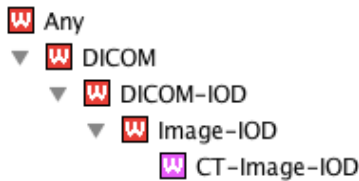


Fig.3 CT-Image-IOD クラスまでの階層関係

次に、CT-Image-IOD クラスの IE a/o 関係を示す (Fig.4 参照)。

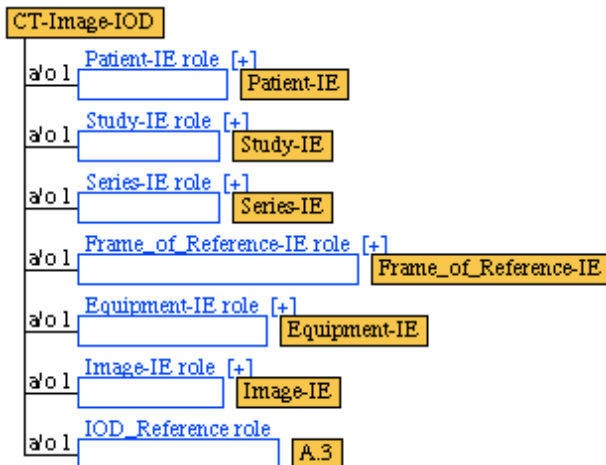


Fig.4 CT-Image-IOD クラスの IE a/o 関係

次に、Patient-Module を例に、Patient-IE a/o スロットの各 Module a/o 関係を示す (Fig.5 参照)。

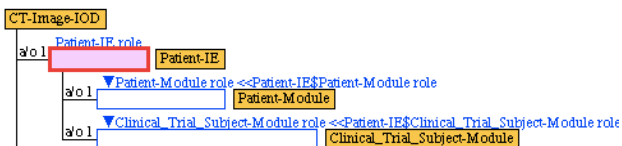


Fig.5 Patient-IE a/o スロットの各 Module a/o 関係

さらに、Patient-IE a/o スロットのさらなる a/o スロットに制約された Patient-Module クラスは、対応する複数のマクロおよびアトリビュートの a/o スロットを持つ (Fig.6 参照)。

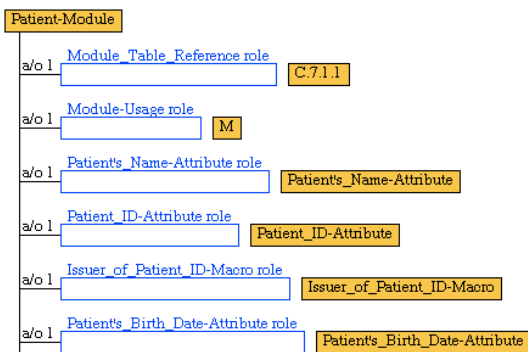


Fig.6 Patient-Module クラスを構成する Attribute a/o 関係

係(Patient's Name-Attribute 等の例)

マクロという集合単位は、モジュールに、マクロとして暗黙的に関係づけられる場合と、シーケンスとして明示的に関係づけられる場合があり、どちらの場合でも、モジュールとアトリビュートの a/o スロットの設定方法同様に、モジュールに a/o スロットで記述する (Fig.7 参照)。

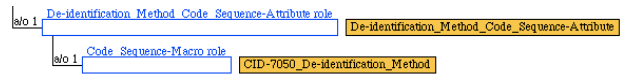


Fig.7 De-identification\_Method\_Code\_Sequence-Attribute にネストされた明示的な Code\_Sequence-Macro の a/o スロット記述例 (CID-7050\_De-identification\_Method クラス制約とし、その特殊化により、マクロに指定されている複数の Attribute を関係づける)。

最後に、IOD を構成する最小単位であるアトリビュートの構成例 (Patient's\_Name-Attribute) を示す (Fig.8 参照)。

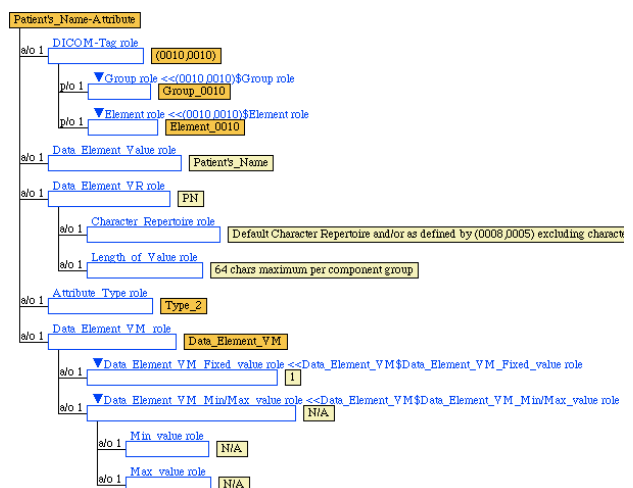


Fig.8 モジュールに関係づけられた Patient's Name-Attribute の a/o 関係

(アトリビュートを構成する DICOM タグ、実際に Patient's Name として与えられる値 (Value)、その値の表現形式 (Value Representation : VR)、個数制約 (Value Multiplicity)、アトリビュートタイプを構造化している)。

2015/10/25 現在は、CT-Image-IOD の構築を進めているが、他のモダリティの Image IOD も同様の方針で構築予定である。

### 3 放射線医療へのオントロジーの応

## 用

### 3.1 オントロロジーの応用範囲

放射線医療における放射線学的イメージング技術のワークフロー（バリューチェーン）は、例として、次のようなものが挙げられる。

- 検査や治療のオーダー
- 検査や治療の受付や実施などのプロセス管理
- 画像検査や放射線治療計画立案
- 画像検査や放射線治療の手技の実施
- 医用画像処理
- 医用画像解析
- 画像診断
- 画像保存

このようなワークフローの中で、オントロロジーの応用として、主に次のようなものが考えられる。

- 各種システムで利用する統制用語やマスター用語集
- 画像検査/放射線治療手技のタスク構造化やガイドラインやマニュアルの開発
- 病院情報システム内のオーダーエントリーシステムのインターフェース研究
- 画像診断の構造化レポート
- 意思決定支援システム
- ティーチングファイル
- Semantic image retrieval
- 知識ベース
- E-learning
- データキュレーション
- データモーフィング
- 医用画像情報のマークアップ

このような応用範囲のうち、以降、3つのオントロロジー適応シーンを紹介する。

### 3.2 オントロロジーの適応シーン紹介

▶ ユーザ固有 DICOM-IOD ライブラリ  
ベンダーが DICOM オブジェクトを定義するとき、ベンダーによってそのメタデータ構造が変化する。このようなベンダーごとのメタデータの不一致は、臨床現場や研究活動において、非効率を生じさせる原因となることがある（例えば、DICOM アプリケーションの挙動を制限するなど）。

具体的には、個人を特定しうる情報の匿名化や、画像処理（例えば、PET 画像の standard uptake value (SUV) 計算など）では、DICOM アプリケーションがなんらかの情報処理過程で必要とする変数を DICOM ヘッダー情報から引数として得るため、DICOM ヘッダー情報の構成が異なった場合に、このような計算処理に差異を生じさせることがある。このような事態を避けるために、ユーザ固有の DICOM-IOD ライブラリを定義しておくことで、このライブラリを利用できるアプリケーションを用いた自主的なデータ変換（後述するキュレーションやモーフィング）や、システム要件をベンダーと共有する際のリファレンスにするなどの配慮が可能になる。

例えば、異なる施設（装置もそれぞれで異なる）で取得された PET 画像では、(1)データ出力元の記録の有無の差異、(2)検査情報の粒度の差異、(3)：格納値の誤入力/未入力、(4)：概念名の表記ゆれ（指している意味は同じだが、表記が異なる）などが起こりうる。

#### ▶ DICOM データキュレーション

本研究における DICOM データキュレーションは、ベンダーまたはメディカルスタッフや研究者が、DICOM データを正確に情報処理するためのメタデータ（DICOM ヘッダー）整理を意味する。

具体的には、異なるベンダーのモダリティで取得された DICOM データを一定のリファレンスに反映させ、一定のデータセットに統一することや、必要なデータだけを抽出することなどを指す。

例えば、PET 画像の standard uptake value (body weighted) (SUVbw) の計算に必要な値のみを DICOM ヘッダー情報から抽出するなどが挙げられる。

#### ▶ DICOM ヘッダーモーフィング

本研究における DICOM ヘッダーモーフィングは、メタデータを一定のデータセットに統一するキュレーション処理過程において、不足しているメタデータのチャンクアップ、不要なメタデータのチャンクダウンや、メタデータに格納された値のリプレイスを行うことを意味する。

単純な例として、メタデータである DICOM ヘッダー情報のうち、体重の値が格納されるアトリビュートに、誤入力/未入力の値(例えば“0”)が格納されている場合、真の値(例えば“60”)に置き換えるなどが挙げられる。この処理によって、体重を画像処理や解析に必要なとするアプリケーションが、正確な値を引数としてインプットできるということになる。

Ont4D などの構造化データをこのモーフィングに

利用すれば、一部の値だけでなく、IODの深い階層に格納された値（マクロレベルで記述されたアトリビュートの格納値）を含めた複数の対象を効率的に置き換えることができると考えられる。

## 4 考察

### 4.1 DICOM オントロジーの先行研究

米国国立がん研究所のDICOM Ontology プロジェクトは、遺伝子オントロジーが生物学で活用されているように、放射線医療分野でそのような役割を果たすことを目指して、共通参照情報モデルとなるDICOM Ontology<sup>(1)</sup>を開発している。

本研究で構築を進めているOnt4Dは、エディタや構築方針の違いにより、このDICOM Ontologyとは異なるが、最終的にDICOMを対象としたリファレンスオントロジーを構築することを目指している点で、構築目的が共通する点があると考えられる。

### 4.2 semantic web と医用画像

semantic webはバイオメディカル分野においてその利用方法に関する研究が活発に行われている<sup>(2)</sup>。このような研究のうち、医用画像をsemantic web技術を利用して取り扱った研究例では、画像から得られる所見やイメージングバイオマーカー等をsemantic web規格を利用してマークアップすることや、これらの情報を集約するソフトウェア開発の報告がある<sup>(3)</sup>。

本研究において構築を進めているOnt4Dも、このような研究と同様にsemantic web技術を利用した試みの1つである。

また、Ont4DはRDFで表現されており、将来的にopen data、linked data、linked open dataなどの研究分野に応用されることで、DICOMデータをネットワーク上で取り扱う際の水平性や分散性の向上が期待できる。

### 4.3 オントロジードリブンアプリケーション

本研究にて紹介したオントロジー適応シーンなど、実際にOnt4Dをアプリケーションに実装して利用するためには、オントロジードリブンな医用画像情報処理可能な知的アプリケーションの開発が必要不可欠であり、その機能要件には、オントロジーとの互換性が考慮されたインターフ

ェース、オントロジーリポジトリとの通信機能、semantic web標準の実装などの考慮が必要である。

われわれはこのようなアプリケーションの種類を、オントロジー構築などのセマンティクスを取り扱う「セマンティクスレイヤー」、任意のドメインのWikipediaや用語集などのナレッジベースを取り扱う「ナレッジベースレイヤー」、セマンティクスやナレッジベースなどのソースを利用して挙動を実現するエキスパートシステムを扱う「エキスパートシステムレイヤー」に分け、将来的にOnt4Dを実装可能な知的アプリケーションをこれらのレイヤーに合わせて開発する予定である。

## 5 結語

本研究では、Ontology4DICOM(Ont4D)について、CT-Image-IODを例にその構築方針を述べ、放射線医療へのオントロジーの応用の範囲例を示し、オントロジーを適応可能なシーンの紹介を行った。

Ont4Dは、知的アプリケーションに実装されることで、ベンダーニュートラルなDICOMデータ標準化作業の高効率化をはじめ、医用画像を取り扱う臨床、教育、研究などで医用画像を効果的に取り扱うための基盤の1つとして機能する可能性がある。

## 参考文献

- [1] Charles E. Kahn, Jr, MD, MS, Curtis P. Langlotz, MD, PhD, David S. Channin, MD, and Daniel L. Rubin, MD, MS: Informatics in Radiology: An Information Model of the DICOM Standard, RadioGraphics, Vol.31, Issue. 1, pp.295-304(2011).
- [2] Alan Ruttenberg, Tim Clark, William Bug, et al.: Advancing translational research with the Semantic web, BMC Bioinformatics, Vol. 8, Suppl 3, S2(2007).
- [3] Rubin DL, Mongkolwat P, Kleper V, Supekar K and Channin DS: Medical Imaging on the Semantic web: Annotation and Image Markup. AAAI Spring Symposium Series, Semantic Scientific Knowledge Integration, Stanford University(2008).