

複合ドキュメント技術への一考察

大野邦夫

株式会社ジャストシステム

昨年、W3Cにおいて、複合ドキュメントのWGが発足したのに引き続き、OASISでもOpenDocumentやDITAといった電子化文書に関する規格が最近制定された。クライアント環境が従来の単純なWebブラウザから、XML文書を統合し処理する複合ドキュメントへと移行しつつある状況を物語る。本報告では、その最新動向を紹介するとともに、セマンティックWebにおけるWebオントロジー言語OWLや関連する技術を複合ドキュメントが扱うための枠組みを考察する

A Study on Compound Document Technology

Kunio Ohno

Justsystem Corporation

After W3C Compound Document Format WG was established last year, Specifications of OpenDocument and DITA have been submitted as OASIS Standards of digital document very recently. This means client environment evolution from the simple web browser to compound document which integrates and operates various XML document. This paper introduces the latest situation and describes the possible framework which integrates Web Ontology Language OWL and related technologies of Semantic Web to compound document.

1 はじめに

複合ドキュメント技術が急速に進展している。その背景にはWebの高機能化を要求する利用者側のニーズと、ハードウェア進歩に伴うリッチ・クライアントの実現という技術的ニーズが存在する。複合ドキュメントは複数の文書を扱うが、最近のフォーマットはネットワーク上の標準言語であるXMLである。

そのような状況下で、2004年10月にW3Cにおいて複合ドキュメントに関するワーキンググループ (CDF: Compound Document Format WG) が結成された[1]。今年の3月にユースケースと要求仕様に関するワーキングドラフトが作成され、4月にはその改定版が出された[2]。CDF-WGのロードマップによると複合ドキュメントの当初の対象は、携帯電話画面である。その理由は、実現容易な技術から手を付ける方針のためとのことだが、コンピュータデスクトップではビジネスにならない状況を逆手に取っているように見える。携帯電話画面をデジタルドキュメントとして注目する必要があることについては、私も個人的に認識しており、

昨年の1月に当研究会で報告したが[3]、その動向がW3Cにおいて早々に顕在化したことに驚いている。さらにこの動向に連携して、2005年5月には、W3CにおいてモバイルWebイニシャティブ (MWI: Mobile Web Initiative) が発足し、携帯電話環境を中心とするモバイル環境にXMLが導入される動きが具体化した[4]。

複合ドキュメントという一昔前に、OMG (Object Management Group) がCORBAファシリティ層で定義した仕様を思い出される方もおられるであろう[5]。OMGの複合ドキュメントは、AppleのOpenDOCをベースとするもので、CORBAオブジェクトをコンポーネントとする、図形、画像、映像、音声などを含む電子化文書をモデルとしていた。W3Cの複合文書は、OMGにおけるCORBAオブジェクトをXMLコンテンツに置き換えたものである。すなわち、電子化文書の基本的な枠組みをXHTMLとし、コンポーネントとして、SVG、SMIL、XForms、MathML、などを想定した規格作りをすすめている。

一方、XML技術の業界コンソーシアムであるOASISでもドキュメント関係の標準化が進んでいる。オフィス文書の交換フォーマットとしてのOpenDocument (Open Document Format for Office Applications) 1.0の仕様が2005年5月1日に制定され[6]、さらに、業界横断的な汎用的な文書ライフサイクルとワークフローの標準化を指向する仕様であるDITA (DarwinInformation Typing Architecture) 1.0が6月1日に制定された[7]。

本報告では、以上のような複合ドキュメントに関する最新動向を紹介すると共に、セマンティックWebに代表される今後の革新的なWeb環境に連携する複合ドキュメントの可能性の個人的な考察である。デジタルドキュメント研究会が10周年を迎えるにあたり、過去を振り返り未来を展望する上で、複合ドキュメントは極めて適切なキーワードである。マイクロソフトのOLE (Object Linking & Embedding) やアップルのOpenDOCが話題になったのは、ちょうど10年前のことであった[5]。10年後のWebの世界が複合ドキュメントに席卷されるか否かもここで考えてみたいと思う。

2 W3Cの動向

2.1 CDF-WG

昨年10月に結成されたWGで、Ikivo AB、Vodafone Group Services Limited、Justsystem Corporation、Mozilla Foundation、Expway、Stamezzo、Adobe Systems Inc.、Nokia、Sun Microsystems, Inc.、Research In Motion, Ltd. (RIM)、Opera Software、W3C/Keio、IBM Corporation、Volantis Systems Ltd、W3C/ERCIM、Obigo AB、France Telecom、ERICSSON、Helsinki University of Technology、ACCESS Co., Ltd.といったところが会員である。以下、今年の4月に改定されたユースケースのワーキングドラフト[2]の紹介を通じて、CDF-WGの活動を紹介する。

CDF-WGは、XHTML、SVG、XForms、MathML、およびSMILなどの個別の要素言語（すなわち、XMLベースの言語、要素、ならびに個々の用語における属性）を、利用者インタフェース・マークアップの観点から結合する勧告を作成することを目指している。利用者インタフェース・マークアップを結合する場合、個別のマークアップ仕様では注意されなかった、イベント伝播、レンダリング機能の組み合わせ、文書結合に伴う利用者対話モデルのような特定の問題が解決されねばならない。CDF-WGはこのような問

題を検討する。この作業は、参照による場合（by reference）と包含による場合（by inclusion）の2種類の技術に分けられる。前者はCDR (Compound Document by Reference)、後者は、CDI (Compound Document by Inclusion) と呼ばれる。

2.1.1 CDR

文書フォーマット結合のための最初の技術的解決法はCDR (Compound Document by Reference) である。これは、XLink参照、XHTMLのや<object>、XFormsインスタンスのsrc属性のように異なる言語（XML用語）を持つ文書が参照によりリンクされることを意味する。このことは、別の言語同士を協調させるが、言語実装は分離することを可能とする。CDRは主に種々のXML文書を統合して参照するために用いられるので、情報参照を主たる業務と知るモバイル環境などに適用されると考えられる。

2.1.2 CDI

後続するフェーズは、CDI (Compound Document by Inclusion) で、一つ以上の名前空間のXML文書を同一文書中に統合する。例えば、ネストされたXForms名前空間要素とSVG名前空間要素とXML Event要素の全てが同一文書中に存在する閉じられたルートの親文書としてのXHTMLによる複合文書が挙げられる。この単一のルートを持つ親文書は、主に編集操作に用いられ、DOMツリーとしてメモリ上に展開されるので、かなりの大きさの主記憶を要求されることになる。包含による複合文書は、さらに他の独立した文書を参照して含む場合もあり、従って、CDIとCDRの組み合わせも存在する。

2.2 利用事例

ユースケース（利用事例）としては、WebPublishing & Broadcasting (Web出版と放送)、Web Applications、Resident Applications (常駐アプリケーション)、Content Authoring, Aggregation, Deployment (コンテンツ作成・集約・配置)、Navigation (ナビゲーション) に大別されている。以下各々表の形で示す。

2.2.1 Web出版と放送

この分野は、WebとデジタルTVの融合領域である。株式ティッカーやインフォテメントといった適用領域を考えると、デスクトップPCや大型ディスプレイのTVよりは、比較的小画面の今後のユビキタス端末が想定されているように思われる。

会話的ニュースサービス	テキスト、音声、映像のミックスサービスで、会話を通じて入手する。履歴により個人的な嗜好を反映させることも考えられる。
Webポータル	バックエンドのコンテンツやサービスを統合するポータルサービスで個人の嗜好を反映するカスタマイズが期待される。
ニュース・株式ティッカー	株価表示のように、リアルタイムでニュースを配信する。
文書参照	Web参照などとは異なり、ページ単位でレイアウト管理された文字図形画像文書で拡大縮小などが可能
インフォテメント	娯楽的な文書。単一ページに複数のコンテンツが埋め込まれ、それぞれが異なったインタフェースで、アニメーションやグラフィック効果を持つ

2.2.2 Webアプリケーション

Webサービスなどを用いて、ビジネスに適用する分野である。予約データを個人のスケジュール帳や地図データに連動させるあたりが従来のWebのみによるサービスとは異なるものである。個人のスケジュール帳や地図データを活用するという観点では、事項の常駐サービスと連携させることがキーポイントであろう。

予約システム	旅行や宿泊のための予約を行う。スケジュールデータと連動させる。
オーダーエントリー	製品やサービスの発注システム。発送品のトラックینگや外回りの営業販売向け
オンラインショッピング	製品を表示し、模擬的な購買を経験できるEコマースサービス
サーベイ	調査ステップを前後させることが可能な複数の形式を提供するサーベイアプリ。
ゲーム	アニメ化されたコンテンツを用いる対話ゲーム
対話的地図システム	アニメ化された対象物を持つ地図アプリ

2.2.3 常駐アプリケーション

これは、常時携帯するユビキタス端末にとっての基本機能であり、今後のユビキタスネットワークにおけるサービスを考えると最大の影響力を持つ事例であろう。

PIM	電話帳、ToDoリスト、メモ、カレンダー
通信	Eメール、メッセージ管理システム、インスタントメッセージ、電話アクセス機能
携帯電話の待ち受け画面	携帯電話待ち受け画面にWebアプリを適用し、迅速な情報サービスを行う。
文書参照	定型フォーマット化された文字図形画像機能を持ち、拡大、縮小可能で、ページ概念を持つような文書の参照機能
対話的アイコンバー	指示されるとアニメ的に反応するアイコンを持つアイコンバー
対話的地図システム	特定地点のパンニング、ズームング、表示レベル変化などが会話的に表示可能な地図

2.2.4 コンテンツ作成・集約・配置

これは、携帯端末というよりは、デスクトップ上のホームサーバや企業環境で処理するサービスであろう。将来的にはノートPCも大容量のメモリを持ち得るので、その場合には携帯環境も含まれることになる。

個人コンテンツ作成	デジカメ写真撮影、レストラン情報収集
個人コンテンツ管理	イメージ(デジカメ写真-JPEG)、オーディオ(MP3)、映像(MPEG)
ブログ、SNS	日記、コミュニティ
コンテンツ集約	Webポータル管理
専門的コンテンツ管理	バージョン管理、アクセス管理など

2.2.5 ナビゲーション

SVGによるイメージやグラフィックスがリンクを通じて他の情報にアクセスする機能である。主にユーザインタフェースの向上のための事例である。

ロゴや広告向けSVG	SVGイメージがXHTMLと共にロゴや広告向けに用いられる。SVGイメージはリンクを持たない。
SVGによる対話的地図	SVGイメージによる地図がXHTML内部に用いられる。SVGイメージはリンクとフォーカスを持つ。ユーザはリンクをさらに辿って別の情報にアクセスすることが可能である。

SVGイメージによるメニュー	SVGイメージはメニューアイコンとして用いられ、フォーカスされると拡大されたりアニメ化されたりする。
Webページ中の可動・アニメ化SVG	SVGイメージがWeb中の2Dグラフィックとして用いられ、リンクを辿って、他の情報にアクセス可能である。この方式で対話的地図のシナリオも可能である。

2.3 モバイルWebイニシャティブ (MWI)

MWIは、携帯機器に搭載されているWebブラウザにおける、アクセス性や使いやすさの向上を図るための組織である[4]。上記CDF-WGがXHTMLをベースにSVGをコンテンツやヒューマンインタフェースの向上を目指す取り組みを組織的に支援するとともに、アプリケーションとデバイスの世界でもW3Cは標準化を推進することになる。

下部組織として、ベクトプラクティス (Mobile Web Best Practices) WGとデバイス記述 (Device Description) WGが設置される。ベクトプラクティスWGは、Webコンテンツの開発を支援するための指針や確認項目、実践例の策定を行なう。携帯環境におけるWebコンテンツは、携帯向けの複合ドキュメントを経由してやりとりされることになる。デバイス記述WGは、コンテンツプロバイダーが特定機器向けにコンテンツを適合させるための機器属性記述のためのデータベースの実現を目指す。これらの主要なデータはXMLで記述されることになるであろう。

協賛会員には、ボーダフォン、France Telecom、ヒューレット・パッカードなどが名乗りを上げている。MWIでは、Open Mobile Alliance (OMA) や3rd Generation Partnership Project (3GPP) などの携帯電話関係の標準化組織と協調し、相互に補完しながら活動を行なっていくとしている。発足したばかりなので、今後の動向を云々する段階ではないが、様子見のためか現状で日本企業の取り組みが見られないのは若干気になるところである。

3 OASISの動向

3.1 OpenDocument

OpenDocumentがOASIS標準として承認された。OpenDocumentはロイヤリティ・フリーの仕様で、テキスト、スプレッドシート、チャート、グラフィカル文書にXMLを適用し、これらを取り込んだ複合ドキュメントの相互の互換性、相互運用性を保障しようとす

るものである[6]。HTML (XHTML)、SVG、XSL、SMIL、XLink、XForms、MathML、Dublin Coreといった既存の標準規格をサポートする。W3CのCDF-WGが、ユーザインタフェースと各種XMLデータの統合方式における複合ドキュメントの仕様を決めようとしているのに対し、OpenDocumentは、複合ドキュメント相互間の互換性を保障しようとしていると見ることが可能であろう。なお、米IBMや米Sun Microsystemsが、OpenDocumentの支持を表明している。OpenDocumentが既存の電子化文書を中心とする企業向け文書を対象にしているのに対し、CDF-WGは携帯電話の世界を対象としているのが対照的である。両者が深く関係するようになるのは、CDF-WGがコンピュータ・デスクトップを対象にするようになる時点と思われ、若干の日時を要すると思われる。

3.2 DITA

DITA (Darwin Information Typing Architecture) は、技術文書の設計、作成、管理、出版、保管、廃棄という文書ライフサイクル管理とワークフロー管理に利用される[7]。DITAには、XMLベースのオーサリング時のコンセプト管理に関連するいくつかの情報アーキテクチャ概念が組み込まれている。オーサリングの概念的な単位として「トピック」があり、以下のような特徴を持つ。

- (1) 単一のタスク、概念、または参照項目を記述する情報の単位
- (2) 情報のカテゴリー(概念、タスク、参照)は、その情報のタイプとして定義される
- (3) タイプ付きトピックは、技術情報コンテンツ管理システムで、再使用可能な独立した情報単位として管理可能

DITAは、図1に示すような4層の階層モデルである。最下位は共有対象となるXHTML互換の電子化文書の層である。その上位概念に個別文書を超えた共通のメタデータ層があるが、そのメタデータは文書自体に関係するものであり、ライフサイクルやワークフローに関係する概念は含まない。DITAの中心概念を構成するトピック層はその上位に位置づけられる概念で、ライフサイクルやワークフローに関係するカテゴリをタイプとして扱う。さらにその上位に情報配信コンテンツ層があり、利用者が文書を扱うコンテンツを定義する。

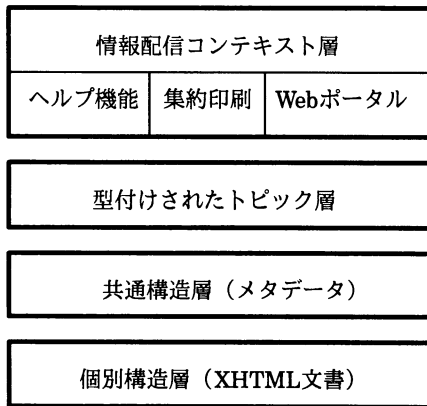


図1 DITAの4階層モデル

トピックの単位を統合すれば、より大きな文書を作成できる。また、コンテンツ参照機能により、いくつかのトピックを単一のドキュメントにまとめたり、トピック間でコンテンツの共有ができるようになる。

4 複合ドキュメントとWebの未来

4.1 複合ドキュメントの役割

W3CのCDF-WGやMWIの動向を見ると、Webがユビキタスネットワーク社会のバックボーンになり、XML化された各種データがモバイル環境でやりとりされる状況が予想できる。携帯電話、デジタルTV、コンピュータデスクトップの画面が、すべて複合ドキュメントに関連する仕様で一元化され、携帯コンテンツ、TV番組、インターネットコンテンツの相互運用が実現されると予想される[8]。

ただしこれは技術的な話で、知的財産権、プライバシー、セキュリティなどの人的、社会的要因があるので、そのような問題を解決する必要がある[9]。なお、このような問題の解決にもXMLが用いられる可能性が高く、その役割の一端を複合ドキュメントが担うことになるであろう。

上記知的財産権、プライバシー、セキュリティなどの社会インフラを構築するための基本は、個人の認証である。ネットワークにログインしているユーザを特定し、それに基づくサービスが可能となれば、上記課題の解決は前進する。携帯電話はそのためには、好都合なデバイスである。ログインするユーザはたいいの場合には携帯電話の持主だからである。以上の観点から考えると、W3CのCDF-WGが携帯画面から検討を始めたことは極めて興味深い。

4.2 複合ドキュメントとアクティブドキュメント

Webの最新技術という、セマンティックWebと、その実装のためのXML言語であるOWL (Web Ontology Language) を思い浮かべることであろう[10]。つぎに、これらの技術と複合ドキュメントの関係について検討する。OWLを複合ドキュメントと関係付けることは、電子化文書やGUIを知的な媒体とすることである。かつて、Interleaf社が、Lispでカスタマイズ可能なDTPシステムであるInterleaf5をアクティブドキュメントと呼んだ。その機能を用いて、Lispで作られた簡単なエキスパートシステムを組み込んだことがある[11]。さらに、本格的なエキスパートシステムを、アクティブドキュメント機能の一つであるライブ・リンク機構を用いて起動し、その結果をドキュメント上に記録することが可能であった。Interleaf社は、そのようなアプリケーションとのリンク手法を、レイヤードAPと呼び、アクティブドキュメントを用いるアプリケーション・ライブラリの構築を狙った[12]。

OWLを複合ドキュメントに関係付ける機構は、上記レイヤードAPに近く、CDRによりOWLを直接、またはJena[13]のような処理系を通じてOWLアプリケーションと連携を取れば良い。しかし、その機構がCDF-WGが推奨するXHTMLの<object>タグ経由が最適かどうかは分からない。最適どころか、可能かどうかすら怪しい。このあたりの問題は後でも触れるが、今後の複合ドキュメントの一つの課題であろう。

4.3 オントロジとデータ型

以前、データ型の考え方に基づいて、論理によるオントロジ、数によるオントロジ、自然言語の意味によるオントロジ、クラス階層によるオントロジについて説明したことがある[14]。これらの関係は、人類における情報メディアの進展とコンピュータにおける進展との対称性に基づくものである[15]。読者の中には、GUI、図形・画像、音声・映像のようなカテゴリで独自にオントロジを形成できないか疑問に思う人もいるかもしれない。このあたりは、議論が分かれる問題かもしれないが、個人的には以下のように考える。人間がある程度抽象的な概念を扱う場合、それは言葉に対応付けられるため、自然言語の範疇に入る。

例えば、図形を系統付けることを考え、3角形、4角形、5角形・・・を、多角形という概念で抽象化することができる。しかし、一般的な多角形を図形で表現することはできない。多角形という自然言語による言葉で表現されるのである。従って、GUI、図形、画像、

映像、音声といったカテゴリに関しては、独立した関係としてのオントロジは定義できないのである。

実は、クラス階層も自然言語で表現される。従って、自然言語の関係は、クラス階層を除外したものである。図2に、上記の関係を示す。

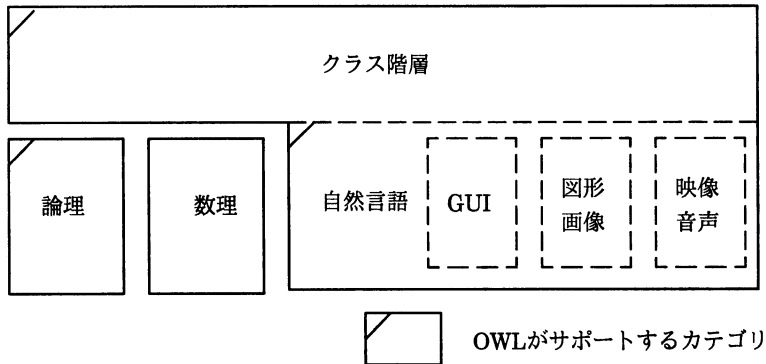


図2 データ型を関係要素とするオントロジの枠組み

現状のOWLは、クラス階層と記述論理の関係をサポートするので、クラス階層、論理、自然言語のカテゴリをカバーしている。しかし、数理関係はサポートしていない。XMLはタグを用いて属性や値の記述はできる。RDFは3つ組の関係を用いて命題を定義することはできる。しかし、プログラム言語でないので代数計算や微分方程式を解くような使い方には向いていない。とは言え、MathMLといった数式記述のXML用語は存在するので、OWLがこのあたりを上手く取り込めば、数理関係の記述も可能になるかもしれない。

4.4 Webインテリジェンス

ところで、知的な複合ドキュメントの今後の姿を予想させる一つのプロジェクトが存在する。OWLやセマン

ティックWebを包含し、従来のAIやエージェント技術まで広範に検討するWeb Intelligence (WI) というグループで、すでにコンソーシアム活動も行われている[16]。この分野に関する書籍も出版されている。Ning Zhong, Jiming Liu, Yiyu Yaoの編纂による、"Web Intelligence"[17]は、WIに関する多数の著者の論文をまとめたものである。Web Intelligenceは、知的なWeb (Web Wisdom) とその社会的な役割に関する新たなパラダイムを意味する。WIは、図3に示すように4階層のレイヤーで形成されている。第1層は、インターネットレベルのインフラとセキュリティ、第2層は、インタフェースレベルのマルチメディア表現レベル、第3層が、知識レベルの情報処理・管理、第4層が応用レベルのユビキタスコンピューティングと社会的課題のレベルとなっている。

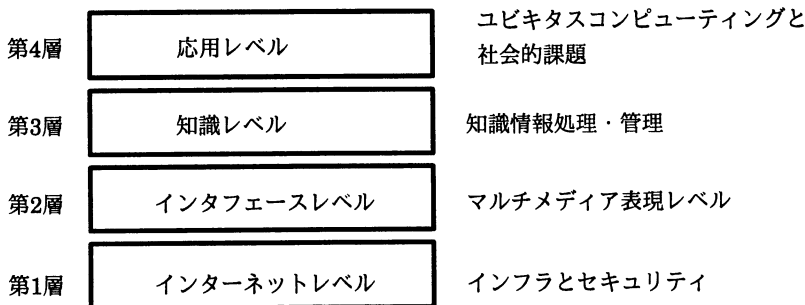


図3 Web Intelligenceの4階層モデル

2.2節で述べたCDF-WGのワーキングドラフトによると、複合文書は、リッチ・マルチメディアをコンテンツとしてだけでなく、ユーザインタフェースの向上に適用することを指向している。まさに図3で示したWebIntelligenceアーキテクチャにおける第2層そのものである。さらに、このWGは、先に述べたとおり、このリッチ・マルチメディアによるユーザインタフェースを、先ずは携帯電話のようなモバイル環境に適用している点である。その結果、2.2.3項で述べた常駐アプリケーションといったカテゴリを想定し、アドレス管理やカレンダー機能、Eメールや電話の受信管理、地図システムとの連携といったシナリオを用意している。さらに携帯電話は、個人の通信履歴を含む種々の生活履歴情報を活用するためには最適のデバイスであり、この機能を確率・統計とシミュレーションを用いるオントロジモデルと組み合わせて推論することも可能である[18]。

W3Cの複合ドキュメントは、任意のXML文書をコンポーネントとして管理できるので、確率・統計とシミュレーションを用いるモデルはもちろん、OWLで構築されたオントロジをコンポーネントとして実装することも可能である。Web Intelligenceアーキテクチャ

では、第3層を知識レベルの情報処理・管理として位置づけているが、その実装は第2層に相当する複合ドキュメントを通じて行うのが妥当であろう。なお、そのあたりの操作は、XHTMLの<object>タグを用いるだけでは困難であり、より汎用的な参照、包含機能を要求される。例えば、ジャストシステムのxfyでは、VCDとプラグインを用いることにより、それらの機能を実現している[19]。xfyについては、別の機会に紹介したいと考える。

Web Intelligenceにおける、アプリケーションは、WebIntelligenceアーキテクチャの第4層に位置づけられているが、これは複合ドキュメントのアプリケーションと考えるのが妥当である。複合ドキュメントは、基本的にユーザインタフェースであり、オントロジを包含する知識管理も、アプリケーションも、複合化への包含（Compound Document by Inclusion）または参照（Compound Document by Reference）となるXML文書として位置づけられる。セマンティックWebは、以上のとおりマルチメディアWebである複合文書をインタフェースとして実装されると考えるのが自然である。この場合のアーキテクチャを図4に示す。

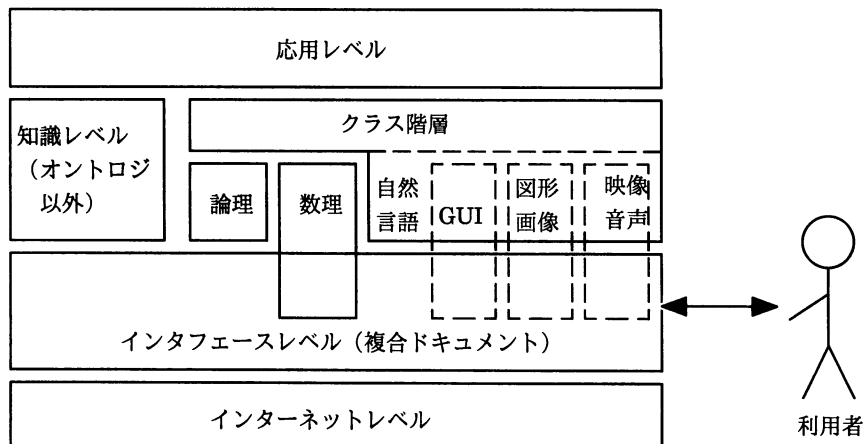


図4 WIの4階層モデルへの複合ドキュメント・オントロジの実装

5 おわりに

以上、W3C、OASISなどの複合ドキュメント関連規格に関する最新動向を紹介すると共に、セマンティックWebに代表される今後の革新的なWeb環境に連携する複合ドキュメントの可能性を考察した。OWLを中心と

する現状のオントロジ技術と、それが実装されるWebであるセマンティックWebを参照、包含する複合ドキュメントが今後の、ユビキタスネットワーク社会のクライアント端末環境になると思われる。そのような環境における複合ドキュメントが、Web Intelli-

genceの思想と、昨年発足したW3CのCDF-WGによる実装が、比較的理解し易いシナリオであると考ええる。

10年後のWebの世界で複合ドキュメントがどのような地位を占めているかを最後に考察したい。10年前のOpenDOCは既に無く、Interleaf、OLEは生き残っているかもしれないが、Webの世界では使われてはいない。このアナログを適用すると、現在検討されているW3C CDF-WGのCDR、CDI、OASISのOpenDocument、DITAがたとえ普及するにしても生き残っているかどうかは分からないということになる。その一つのキーは、XMLが10年後にWebの世界の主流データとして使われているかどうかにかかってくる。

個人的には、XML形式に対して普遍性を感じることはできない。LispのS式の方がコンパクトで汎用性の点でよほどエレガントである。XMLが未来永劫使われ続けるとは思われないが、10年後の時点では、やはりネットワーク上の主流データ形式として使われている可能性は高いと思う。したがってXMLベースの複合ドキュメントが、クライアント上の標準環境として使われていると思う。その主流デバイスは、デスクトップではなくユビキタス・モバイル環境であろう。

文献

- [1] <http://www.w3.org/2004/CDF/admin/charter>
- [2] <http://www.w3.org/TR/2005/WD-CDRReqs-20050404/>
- [3] 大野; "モバイル環境におけるデジタルドキュメントの可能性: ネットワークのIP化とRESTの可能性", 情報処理学会デジタルドキュメント研究会研究報告, DD43-7, (2004.1)
- [4] <http://www.w3.org/2005/MWI/>
- [5] 大野邦夫; "OMGのコンバウンド・ドキュメント標準", Object World Expo / Tokyo 1995シンポジウム, C14 (コンポネントウエア) 講演資料 (1995.11)
- [6] http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=office
- [7] http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=dita
- [8] 大野、前、吉田; "モバイル・インターネット環境構築支援システムの検討", 情報処理学会研究会報告, FI-66, DD32, (2002.3)
- [9] 大野、矢野、小林、山口; "ネットワーク社会におけるリテラシの検討: JEITAサイバーリテラシー技術専門委員会の紹介", 情報処理学会デジタルドキュメント研究会研究報告, DD35-3, (2002.9)
- [10] <http://www.w3.org/2004/OWL/>
- [11] 増田竜太, 大野邦夫; "保守支援システムにおける電子化ドキュメントの効果", 情報処理学会, テクニカルコミュニケーション研究グループ報告, Vol. 93-TCG-5-13, (1994-3)
- [12] 大野, 五十嵐, 斉藤; "アクティブドキュメントによるマルチメディアの統合 - 会津大学マルチメディアセンタのグループウェア -", 情報処理学会, テクニカルコミュニケーション研究グループ報告, (1995-9-13)
- [13] <http://jena.sourceforge.net/>
- [14] 大野; "モバイルCRMへのオントロジ適用の可能性", 画像電子学会VMA研究会研究報告, (2004.1.16)
- [15] 大野、吉田; "情報メディアを構成する型概念に関する考察", 情報処理学会デジタルドキュメント研究会研究報告, DD30-2, (2001.9)
- [16] <http://wi-consortium.org/>
- [17] Ning Zhong, Jiming Liu, Yiyu Yao (Eds.); "Web Intelligence", Springer (2003)
- [18] 大野; "セマンティックWebの課題と携帯電話から見た可能性", 情報処理学会デジタルドキュメント研究会研究報告, DD33-1, (2002.5)
- [19] <http://www.xfytec.com>