

情報家電オントロジー構築に向けた取組み

森田幸伯⁽¹⁾ 大沼宏行⁽¹⁾ 松平正樹⁽¹⁾
福重貴雄⁽²⁾ 野本昌子⁽²⁾ 玉利公一⁽²⁾ 富岡豊⁽²⁾

所属：(1) 沖電気工業株式会社 (2) 松下電器産業株式会社

インターネット上の家電に関する使い方の情報にメタデータを付与することにより、情報家電の使い方情報を効率的に提供することを目的として、情報家電オントロジーの構築を行っている。情報家電オントロジーは、情報家電固有の語彙を規定するが、情報家電向け情報であっても、情報家電固有の語彙だけでは記述することができない。このため、オントロジーの階層を想定し、また、オントロジーの拡張が行いやすいようにオントロジー記述者のためのガイドラインについて考察した。

1. はじめに

IT技術の進展とともに、デジタル情報家電を中心に、機器が提供する機能の複雑さが増加しており、専門的な知識がないと利用できないという問題が深刻になっている。実際、パソコンや情報家電の相談窓口は、使い方の相談が非常に増加している。

新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)では、情報家電の普及に向けて、その基盤となる技術開発を行っている[1]。筆者らは、同プロジェクトの一環として、利用者がサービスや情報家電の使い方に関する情報を容易に取得できるようにするための技術として、情報家電の使い方の情報資源を管理する、情報資源管理技術の研究開発を行っている[2]

[1]のプロジェクトにおいては、このほかに機器認証の技術や、機器を安全にリモート管理する技術[3]などさまざまな技術の研究開発が行われており、これらの技術により、専門知識を持たない利用者也安全・確実に保守などの各種のサービスを受けることが期待できる。

本稿では、筆者らが上記の情報資源管理技術として開発中の運用管理サービスポータルと情報家電オントロジーについて述べる。

最初に2節でプロジェクトの概要を述べ、3節では、情報家電オントロジー開発の背景を述べる。4節では、本研究での情報家電オントロジー構築方針

を述べる。情報家電を対象としたオントロジーであっても、必ずしも情報家電固有の語彙のみで構成される訳ではない。そこで、5節では、汎用なものと同様なものを分類した情報家電オントロジーの階層について提案している。4節および5節で述べるように、構築にあたっては、階層化、モジュール化を想定しているため、分散した構築者のための記述ガイドラインが必要となる。6節で、記述ガイドラインに関する考察を述べ、7節で今後の課題について述べる。

2. 情報機器運用・活用情報の情報資源管理技術

[1]のサブプロジェクトの一つにデジタル情報機器の統合リモート管理基盤技術開発プロジェクトがあり、そこでのテーマの一つとして、筆者らは、情報機器運用・活用のための情報資源管理技術の研究開発を行っている。そこでは、情報家電の普及のために、利用者に情報家電の使い方や応用的な活用方法に関する適切な情報を提供する運用管理情報サービスポータルの構築技術の開発をめざしている。

運用管理情報サービスポータルのイメージを図1に示す。図1のシステムは、たとえば、通常のFAQシステムの上に付加される機能で、メタデータによる情報資源の検索を可能にする。メタデータはメーカーの技術者が付与してもよいし、上手にコミュニテ

ィを作ることができれば、コミュニティに属す利用者が協調的に付与するようにしてもよい。情報の閲覧も、情報の内容により、社内限定であったり、特定企業間であったり、利用者に公開するものもある。

このようにインターネット上の有用な情報をコミュニティに通知する方法は、現在流行の共有ブックマークとして知られるものと共通の考え方である。共有ブックマークでは、タグと呼ばれる単純な単語により、興味を共有する情報を閲覧することになる。一方、本システムでは、単語ではなく、W3C (World Wide Web Consortium) の RDF(Resource Description Framework)形式のように、〈対象、属性、属性値〉で表現される構造を持ったメタデータを用いることにより、情報へのタグ付けを行う。メタデータは、情報家電分野用の語彙サーバを用いて付与する。こうした構造化されたメタデータを用いることにより、「ある機器と別の機器が接続関係にある」などといった関係を明確に表現できる。また、語彙サーバを参照することにより、指定する語彙の共通化も図りやすい。

メタデータ付与者は、インターネット上の情報資源に対して、メタデータ付与支援ツールを利用してメタデータを付与する。その際、メタデータ付与支援ツールは、利用者が付与するメタデータの形式および語彙に対し、語彙サーバを用いオントロジー(語彙体系)を参照して、適切なメタデータを提示することによりメタデータの付与を支援する。付与されたメタデータは、メタデータDBに格納される。

利用者は、使い方や購入前の相談などをコールセンターに相談するか、あるいは運用情報サービスポータルを直接参照することもできる。後者の場合、運用情報サービスポータルのメニューや問い合わせ画面により、必要な情報を指定する。検索結果は、整序機能により整理されて表示される。

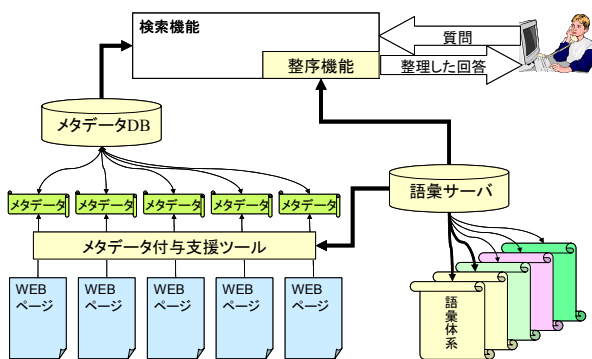


図 1 運用管理情報サービスポータルのイメージ

3. 情報家電オントロジー開発の背景

3.1. 運用管理情報サービスポータルの必要性

前節で示した、運用管理情報サービスポータルが必要と考える背景には、以下の2点がある。

(1) 情報家電の複雑さ

家電は開発サイクルが非常に早く、次々と新機能を持つ製品が登場している。最近では、IT技術を応用したデジタル情報家電が登場し、ますます高機能化している。単体でも機能が複雑になってきており、また各種設定が必要である場合もあり、これまでの家電に比べ使い方が難しくなっている。さらに、デジタル情報家電はネットワークで相互に接続され、利用されるという特徴がある。機器を安全にリモート管理する技術(高信頼リモート管理基盤技術)を上手く活用しても、利用者側で知っておくべきことも少なくない。また、メーカー側も、利用者の具体的な利用方法やネットワークに接続して発生する想定外の事項など、利用者に固有の情報が必要となっている。実際、コールセンターでは、使い方相談に類する問い合わせも増加している。デジタル情報家電の普及のためには、使い方の情報を適切に提供することが重要となっている。

(2) インターネット上の情報資源の有用性

一方、近年インターネットは、重要な情報源となっており、デジタル情報家電に関しても、メーカーの提供する情報のみならず、マスコミの情報や、個人の発信する情報にも有用なものが少なくない。たとえば、ハードディスクレコーダを踏み台にしたコメントスパムが発生していることは、メーカーよりも、利用者による発見・分析の報告により広く知られることとなった。このような有用な情報を活用することは重要である。

このような課題に対して、筆者らは、これらの情報を提供する運用情報サービスポータルを構築するための基盤技術を開発している[2]。

3.2. 情報家電オントロジーの必要性

インターネット上の情報検索は、さまざまな工夫がなされているが、基本的には、単語もしくは文字列による検索にリンクなどによる重要度を加味したものである。しかし、これらの方式は特に接続関係のように、複数の語彙が特定の関係にある情報を検索する場合には効率的ではない。たとえば、「A B」で検索する場合に、AとBが連続して、あるいは、別々に出現する文書は検索できるが、「AとBが接

続されている状態について述べた文書」などといった検索は、効率的には行えない。そうした検索を行うためには、記述対象やそれらの関係を表す概念に関する記述が必要となる。

セマンティック Web は、そうした概念間の関係を記述するための技術である。RDF の<対象、属性、属性値>の 3 つ組み表現を用いて、情報家電の使い方情報や障害対処情報に対して、対象となる機種や接続状況をメタデータの形で付与すれば、上記の接続に関する例のように、精度の高い検索も実現できる。

しかし、実際にセマンティック Web の技術を用いて機器の接続状態などに関する検索を行うには、Web コンテンツに、それらを記述したメタデータを付与しておく必要がある。そのためには、RDF, RDF Schema (RDF Vocabulary Description Language)、OWL (Web Ontology Language)などの、セマンティック Web において標準的に用いられている語彙に加えて、機器に関する情報やそれらの接続状態などを記述するための情報家電用の語彙（情報家電オントロジー）が新たに必要になる。

そうした情報家電に関するメタデータ記述における標準語彙として情報家電オントロジーを構築することにより、情報家電に関する情報資源に相互利用可能なメタデータを付与し、それらの資源をさまざまな目的で利用することが可能となる。

以上の理由により、筆者らは、本プロジェクトを通じて、情報家電オントロジーを構築するための基盤を整備することをめざしている。

4. 情報家電オントロジー構築の方針

筆者らは、以下の方針に基づいて情報家電オントロジーを構築している。

(1) 適切なモジュール化の実施

情報家電オントロジーの利用者が必要な部分を取り出して利用できるようにするため、また、保守性を高めるために、適切なモジュール化を行い、名前空間を切り分ける。これには、次節で述べる階層構造への切り分けを含む。

(2) 基本的な語彙の整備

情報家電共通オントロジーに関して、多くの利用場面に共通して必要となると思われる基本語彙を整備する。また、情報家電オントロジーの記述を容易に行えるようにするための

語彙を整備する。

(3) 例題を用いた詳細記述実験

作成したオントロジーの実証評価として運用管理情報サービスポータルを試作を行い、アプリケーションにおいて必要な語彙が適切に記述可能であることを確認する。

(4) 既存の語彙や標準の尊重

情報家電オントロジーを利用者が既存のオントロジーおよびその処理系と容易に組み合わせることができるよう、また、本開発にかかる工数を削減できるよう、既存の語彙や標準に関する調査を十分行い、それらを尊重する。

(5) ガイドラインの作成

各メーカーやサービス提供者が情報家電共通オントロジーを相互運用可能な形で継続的に構築していくことが可能であるように、記述のためのガイドラインおよび、記述したオントロジーの公開のためのガイドラインを作成する。

5. オントロジーの階層構造における情報家電オントロジーの位置づけ

2 節の運用管理情報サービスポータルにおいて、情報家電に関する情報資源 (Web ページ等) にメタデータを付与する場合、たとえば、Web ページの著者や記載日時を表すための語彙など、情報家電分野に固有でない語彙が必要になる。また、オントロジーの再利用性を高めるという観点からも、情報家電固有のオントロジーとそれ以外のものを切り分けることが望ましい。

そこで、筆者らは、情報家電オントロジーを図 2 のような階層構造の中に位置づけて開発している。各層のオントロジーは下位および同じレベルの層の語彙を用いて記述する。各層の内容は以下の通り：

(1) RDF, RDFS, OWL 層

オントロジーを記述するための基本的な枠組みおよび語彙を含む層。筆者らは、そうした枠組みおよび語彙として、W3C においてセマンティック Web 記述言語として標準化されている RDF, RDFS, OWL を採用する。

(2) 基本オントロジー層

情報家電という特定の分野に依存しない基本的な語彙を含む層。単位つきの量の記述のための語彙、制約記述のための語彙などを含む。

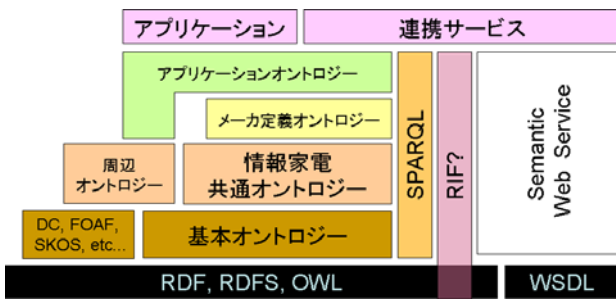


図 2 オントロジーの階層構造における情報家電オントロジーの位置づけ

DC (Dublin Core), FOAF (Friend of a Friend), SKOS (Simple Knowledge Organization System) なども、この層に属すとする。

(3) 情報家電共通オントロジー層

テレビ、ハードディスクレコーダといった情報家電の種類ごとの、構成、機能、状態、操作、性能、規格などを記述する語彙を含む。映像録画機能に関する語彙、機器接続に関する語彙などを含む。特定の機種・シリーズの特徴を記述する語彙は、より上位のメーカー定義オントロジー層に含める。

(4) 周辺オントロジー層

情報家電以外の、特定の分野に依存する語彙を含む層。マニュアルに関する語彙、商品としての性質を記述するための語彙、などを含む。

(5) メーカー定義オントロジー層

特定の機種・シリーズの特徴を記述する語彙を含む層。各製品メーカーにより独自に定義される。機種名、シリーズ名、メーカー独自の機能などを記述する語彙を含む。

(6) アプリケーションオントロジー層

特定のアプリケーションでの利用のための語彙を含む層。各アプリケーションの開発者、利用者により定義される。

今回の開発では、情報家電共通オントロジー層の開発を中心として、必要に応じて基本オントロジー層、周辺オントロジー層の語彙の定義も行う。また前述のように情報家電オントロジーの実証評価として運用管理情報サービスポータルを試作も行うが、その中でメーカー定義オントロジーの語彙を必要に応じて記述する。

6. 情報家電オントロジー記述ガイドライン

上記の方針に基づき、本プロジェクトの成果として、以下の文書を作成する予定である。

- 情報家電オントロジープロジェクト概要
- 情報家電オントロジー Use Cases and Requirements
- 情報家電オントロジー記述ガイドライン
- 情報家電オントロジー公開ガイドライン
- 情報家電共通オントロジー
- 情報家電共通オントロジー解説
- 情報家電オントロジー応用例

これらの中で、情報家電オントロジー記述ガイドラインは、オントロジーの相互利用可能性を確保するために、オントロジー記述における注意点を挙げ、推奨する記述方法を提示する文書となる。

また、情報家電オントロジー公開ガイドラインは、情報家電共通オントロジー、メーカー定義オントロジーを Web 上で公開する際の推奨する方法を記述した文書となる。

これらの文書は、本プロジェクトの成果として順次公開される予定である。また、最新の作成状況については、情報家電サービスフォーラム(SPIA)フォーラム[4]情報家電オントロジーSIG にて報告される。

以下では、情報家電オントロジー記述ガイドラインから、いくつかのトピックを紹介する。詳細については、同ガイドラインを参照されたい。

6.1. 論理機能(状態, 操作) と物理機能(状態, 操作) の分離と対応付け

たとえば、機器と機器の接続は、機器と機器を物理的に接続することにより実現されるが、物理的な接続方法は一通りとは限らない(たとえば無線接続であってもよいし、有線接続であってもよい)。また、ハードディスクレコーダにおける「再生」を行うには、リモコンの再生ボタンを押してもよいし、本体の再生ボタンを押してもよい。

これらの関係を表現するために、本オントロジーでは、論理機能(状態, 操作)と物理機能(状態, 操作)を分離した上で、関係 isRealizedBy を用いて、それらの間の対応付けを行う。たとえば、機器と機器の論理接続状態(LConnection)は、物理接続状態(PConnection)により実現されるとする(図3)。

```

<owl:Class rdf:ID="LConnection">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty
rdf:resource="#isRealizedBy" />
      <owl:allValuesFrom
rdf:resource="#PConnection"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>

```

図 3 論理状態と物理状態の対応例

6.2. 制約の記述方法

たとえば、あるハードディスクレコーダ (SomeHDRecorder) に関する「待機消費電力はクイックスタート「切」時で 3.9W、クイックスタート「入」時で 19.5W である」という記述のように、情報家電の機能と操作、状態の関係などの間に成り立つべき制約 (規則) を記述したくなる場面は多い。

しかし、現時点での OWL1.0 の仕様では任意の制約を記述することはできないため、何らかの語彙を導入する必要がある。しかし、制約の具体的記法の標準として確立されたものがない現時点では、特定の記法に強く依存した語彙を導入するのは時期尚早であり、制約の具体的記法に依存しない方法をとることが望ましいと筆者らは考えた。

そこで、筆者らは、(i) オントロジーの語彙と、関係する制約を、新たに導入した語彙 `rst:underRestriction` により緩やかに関連付ける、(ii) 制約の内容は記述者が任意の記法 (極端な例では自然言語) により記述することを許す、というアプローチを採用した。

具体的には、制約のクラス `rst:Restriction` を導入し、個々の制約のインスタンスの内容を表すリテラル (あれば) を属性 `rst:description` の値として関係付ける。また、制約記述の実体を指す URI が与えられているときは属性 `rst:descriptionRef` の値として関係付ける。また、制約に関連するリソースは、属性 `rst:underRestriction` の値として当該の制約のインスタンスと関係付ける。また、制約の記法を示すリテラルを属性 `rst:restrictionType` の値として指定する。さらに、制約が関連するリソースの特定の属性の値にのみ関連する場合は、当該制約のインスタンスの属性 `rst:onProperty` の値として、当該属性の

```

<owl:Class rdf:ID="SomeHDRecorder">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty
rdf:resource="#&rst:underRestriction" />
      <owl:hasValue>
        <rst:Restriction>
          <rst:descriptionRef
rdf:resource="Model.n3"/>
          <rst:descriptionType>
text/rdf+n3
          </rst:descriptionType>
          <rst:onProperty
rdf:resource="#hasStandByPowerConsumption"/>
        >
      </owl:hasValue>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>

```

図 4 制約との対応付け例

URI を与える。

図 4 は、「クラス `SomeHDRecorder` のインスタンスが属性 `hasStandByPowerConsumption` に関して `Model.n3` という URI を持つ N3 形式の制約記述に従う」という内容の記述例である。

以上のように制約を表すことにより、当該制約記述形式を理解する処理系は、必要な制約記述を読み込んで処理することができる。また、標準的な制約記述方式が確立されたときには、制約記述を行うリソースにおいてその記述形式を採用するだけでよく、オントロジー自体に変更を加える必要はない。

6.3. 対象のクラスを指定した数の表現

OWL1.0 では、たとえば「SomeHDRecorder (に属す個別の機器) には付属品としてリモコンが 1 個、単 3 電池が 2 本ついている」、といったような場合に付属するリモコンの数を 1 と規定するような、対象物のクラスを指定した数量に関する制限の記述ができない (Description Logic で Qualified Cardinality Restriction、あるいは Qualified Number Restriction とよばれている問題)。

しかし、上記のような記述に対する要求は高いと思われる、また、Patel-Schneider らによる OWL1.1

```

<owl:Class rdf:ID="SomeHDRRecorder">
  <rdfs:subClassOf>
    <qcr:Restriction>
      <qcr:onProperty
rdf:resource="#hasAccessory" />
      <qcr:valuesFrom
rdf:resource="#RemoteController"/>
      <qcr:cardinality
rdf:datatype="&xsd:integer">1</qcr:cardinality>
    </qcr:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>

```

図 5 対象のクラスを指定した数の表現例

に関する提案[6]においても必要性が論じられていることから、本オントロジーでは、Rector and Schreiber らによる記法[5]を参考にして、Qualified Cardinality Restriction 記述用の語彙を導入した。

図 5 は、導入した語彙を使って、上記のリモコンの数に関する制約を記述した例である。

6.4. 単位を含む表現の記述

たとえば「SomeHDRRecorder が消費電力が 60W である(機器のクラスである)」といったような、単位を含む表現を記述する際、RDF Primer[7] (4.4 More on Structured Values: rdf:value)において示されているような、「空白ノードの素性 rdf:value の値として数値を指定し、素性 unit の値として単位 (この場合 W)を指定する」という記法ではなく、「空白ノードの、単位に対応する素性 (この場合 watt)の値として、数値を指定する」という記法を採用する (図 6)。これは、前者の記法では同じ量を複数の単位で記述することが困難であるという Berners-Lee[8]の議論を参考にした。

7. 今後の課題

以上の構想の下、現在情報家電オントロジーの記述ガイドラインの策定およびそれに基づく情報家電共通オントロジーの記述を行っているが、今後解決すべき課題として、以下の事項が挙げられている。これらのうちのいくつかは、本研究プロジェクトのスコープ内で単独で解決可能な課題というよりも、関連技術の開発との連携も含めた横断的な取り組みが必要になる課題である。

```

<owl:Class rdf:ID="SomeHDRRecorder">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty
rdf:resource="#hasPowerConsumption" />
      <owl:hasValue rdf:parseType="Resource">
        <unit:watt
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">60</unit:watt>
      </owl:hasValue>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>

```

図 6 単位を含む表現例

7.1. オントロジー記述粒度のばらつきへの対応

たとえばある機器が HTTP プロトコルをサポートしていることを表現する場合、「プロトコルをサポートする」という述語を使って、対象機器が上記述語の値として「HTTP プロトコル」とすると記述する方法と、「HTTP プロトコルをサポートする」という述語を使って、対象機器がこの述語の値として「真」とすると記述する方法が考えられる。

また、ある機能を実現する操作が複数の部分ステップに分解できる場合、当該機能を実現する操作として、上記の各部分ステップの組み合わせを指定することも、複合的なステップを指定することも、考えられる。

どの記述を用いるかは、一般的には、記述を利用するアプリケーションの目的に依存する問題であるが、オントロジー全体としてはさまざまなアプリケーションによる利用を考える必要があるため、それらの間の対応付けを与えることが重要である。

この対応付けを、一般的なオントロジーマッピングの問題として考えることもできるが、特に項の含意や同一性を表現できる枠組みを与えることが必要であると考えている。

7.2. 既存のデータ・サービスとの統合利用技術およびリソースの開発

本研究が対象としている(情報)家電をめぐるのは、複数の機器の機能をサービスとして捉え、それらの連携によるサービス提供をめざそうと、これまで UPnP[9] (DLNA[10]), ECHONET[11]など、標準化に向けたいくつかの枠組みが提唱されている。

それら既存、あるいは開発中の提唱において用いられている概念を本オントロジーの語彙を使った記述にマッピングしたり、逆に本オントロジーを用いた家電（サービス）記述を既存の枠組みから参照したりすることが可能になれば、本オントロジーを「ハブ」とした、それらの統合利用が可能になると考えられる。したがって、それら既存のデータ・サービスとの統合利用のための技術やリソースの開発が今後の重要な課題の一つである。

7.3. 情報家電オントロジーの協調的編集支援システムの開発

情報家電オントロジーの記述対象は多岐に亘り、また、今後、家電の情報家電化は、ますます進展し、新しい機器や機能、また、それらを利用したサービスは次々と登場するものと思われる。したがって、情報家電メーカ、アプリケーション開発者、さらにはユーザなど、さまざまな立場の関係者が、それぞれの必要に応じて、情報家電オントロジーの記述を協調的に行える仕組みを作っておくことが重要である。

本プロジェクトで作成しようとしている、情報家電オントロジー記述ガイドライン、同公開ガイドラインは、そうした取り組みの一部であるが、それ以外にも、オントロジーの協調編集を技術的に担保するシステムの開発が望まれる。そのようなシステムにおいては、類似概念（語彙）や相反する記述の検索・確認の支援が重要な機能として考えられる。

8. おわりに

—情報家電オントロジーの継続的構築に向けて

以上述べたように、筆者らは、利用者に情報家電の使い方や応用的な活用方法に関する適切な情報を提供する運用管理情報サービスポータル構築技術の開発の一環として、情報家電オントロジー構築の基盤を整備することをめざしており、情報家電オントロジー記述のための語彙などの基本的な語彙や、それらを使ったオントロジー記述のためのガイドラインを作成している。

しかし、情報家電オントロジーの構築は本プロジェクト内で完結する性質のものではなく、今後登場するさまざまな情報家電に対するオントロジーの記述を含め、継続的な構築が必要である（図 7）。現在、SPIA フォーラム情報家電 SIG の場にて、興味

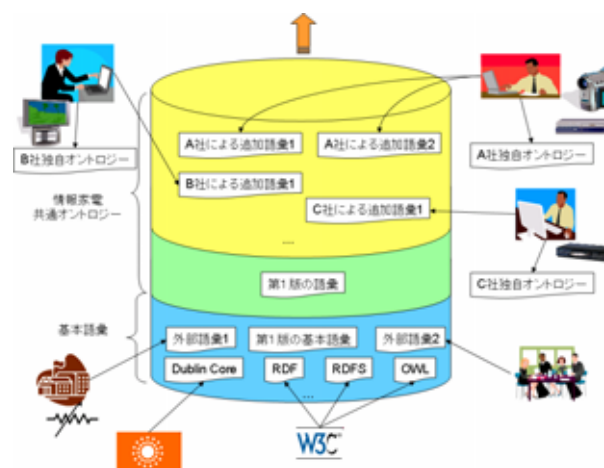


図 7 情報家電オントロジーの継続的構築

ある方にご参加戴き、検討内容を議論している。

今後は、上記の技術的課題の解決とともに、検証評価による妥当性の検証継続的構築のための体制作り、標準化に向けた他の研究開発プロジェクトとの連携を図っていききたい。また、統合リモート管理プロジェクトの他の成果も含めた検証試験を平成19年度に実施する予定である。さらに、SPIA フォーラム情報家電オントロジーSIG で策定された仕様を SPIA フォーラム標準として、広く公開する予定である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、数々の助言をいただいた北陸先端科学技術大学院大学の池田満教授および SPIA フォーラム情報家電オントロジーSIG のメンバーに感謝いたします。

参考文献

- [1] 田中千速, 「情報家電分野の開発戦略と開発プロジェクト」, INTAP ジャーナル, No.67, pp.4-7,2005.
- [2] 森田幸伯, 鈴木浩之「情報機器運用活用のための情報資源管理技術」, INTAP ジャーナル, No.68, pp.7-11,2006
- [3] 杉山高弘, 「高信頼リモート管理技術」, INTAP ジャーナル, No.67, pp.13-17,2005
- [4] SPIA フォーラム : <http://net2.intap.or.jp/SPIA/>
- [5] Qualified cardinality restrictions (QCRs): Constraining the number of values of a particular type for a property:

<http://www.w3.org/2001/sw/BestPractices/EP/QCR/>

- [6] OWL 1.1 Web Ontology Language Syntax:
<http://www-db.research.bell-labs.com/user/pfps/owl/syntax-20060614.html>
- [7] RDF Primer:
<http://www.w3.org/TR/rdf-primer/>
- [8] Berners-Lee, Tim: semantic-web@w3.org におけるメッセージ
<http://lists.w3.org/Archives/Public/semantic-web/2006Sep/0117.html>
- [9] UPnP Forum : <http://www.upnp.org/>
- [10] Digital Living Network Alliance:
<http://www.dlna.org/jp/industry/>
- [11] ECHONET Consortium:
<http://www.echonet.gr.jp/>