

情報ライフサイクル管理のための ポリシー記述方式とその解釈実行方式

田中哲雄* , 植田良一* , 相菌敏子† , 牛嶋一智† , 内藤一郎*

情報の急増による管理コスト増大や利活用性の低下, 法規制強化・緩和の進展による情報の長期保管ニーズの高まりから, 情報のライフサイクル上での価値に応じてサービスレベルを設定し活用する情報ライフサイクル管理(ILM: Information Lifecycle Management)が注目されている。ILMのためには, サービスレベルに応じたファイルのマイグレーションや WORM 化などの操作が必要となる。本研究では, 情報の管理者が管理のポリシーを与えると, そのポリシーに沿って上記情報の操作を自動実行することにより, 管理の手間を削減することを目的とする。本稿では, 情報の管理者がその意図を容易に反映させることができるポリシーの記述方式とその解釈実行方式を提案する。

Policy Description and its Interpretation for Information Lifecycle Management

Tetsuo TANAKA* , Ryoichi UEDA* , Toshiko AIZONO† ,
Kazutomo USHIJIMA† , Ichiro NAITO*

Data retention, regulatory compliance, and security requirements are increasing by explosive information growth and government regulations. Information Lifecycle Management (ILM) has gotten a lot of attention as a solution for these requirements recently. The goal of ILM is to ensure that information is stored on the most effective and appropriate storage medium depending on the service level required in the phase of the life of information. And the goal of our research is to automate the ILM process using “policy” indicating managers' intension. This paper proposes the method for description and interpretation of the policy.

1. はじめに

金融業界・医薬業界でのデータ保管に対する法規制の強化・緩和などにより, 情報管理機能の充実が望まれている[1][2]。例えば, 米 SEC (Securities and Exchange Commission: 証券取引委員会) は規則を改正し, 金融機関に電子メールなどの電子通信記録の保存を義務付けている。ま

た, HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability ACT: 電子処理、医療保険の携行性と責任に関する法律) では, X 線写真などの記録の保管を義務付けている。国内では, 帳簿類の電子保存を認める e-文書法が 2005 年 4 月に施行された。

また, RFID やセンシング技術の普及, および企業間情報共有の普及により, 個品単位でのトレース情報のリアルタイム, かつ, 広範な収集が可能になりつつあり, 膨大なトレース情報の迅速な登録・検索, 長期間にわたる保管へのニーズが増大している。

企業のオフィスにおける情報の管理という視点では, 電子メールや Office 文書などの非構造型データが年 80% の割合で増加すると予測されているが, これらの情報は, 個人の PC で管理され

* (株)日立製作所 システム開発研究所
〒215-0013 神奈川県川崎市麻生区王禅寺 1099
Systems Development Laboratory, Hitachi, Ltd.,
1099 Ohzenji, Asao Kawasaki, Kanagawa
215-0013

† (株)日立製作所 中央研究所
〒185-8601 東京都国分寺市東恋ヶ窪 1-280
Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd.,
1-280, Higashi-Koigakubo, Kokubunji, Tokyo
185-8601

ることが多く、データの公開、引継ぎ、漏洩防止、データ保全是個人の裁量に任されている。企業がもつ情報の65%が個人のPCに存在するというデータもあり、それらの系統的な管理が望まれている。

このような背景から、情報の作成から廃棄に至るライフサイクル全体で、その情報の価値に応じてサービスレベルを設定し活用する、情報ライフサイクル管理（ILM：Information Lifecycle Management）が注目されている[2][3][4]。ILMでは、例えば、ミッションクリティカルで、かつ、頻繁にアクセスするデータは信頼性が高いハイエンドストレージに保存し、重要度は高いがそれほどアクセスしないデータは、アクセス速度が低速でコストパフォーマンスがよいストレージに保存する。重要度が低く、数カ月後に廃棄するデータは低コストのストレージで保存する。

情報の価値に応じてサービスレベルを設定するには、図1.1に示すように、情報の価値が変化する毎に、アクセス権の設定、暗号化、マイグレーション（ストレージ間のデータ移動）、圧縮、バックアップ、WORM化（Write Once Read Many）、完全消去廃棄などの操作（これを情報運用管理と呼ぶ）が必要となる。これらの操作を膨大な情報に対して、情報の管理者が人手で行なうには、膨大な手間がかかる。

本研究では、情報の管理者が管理の指針（ポリシー）を与えると、そのポリシーに沿って上記情報の操作を自動実行するツールを開発し、情報運用管理の手間を削減することを目的とする。

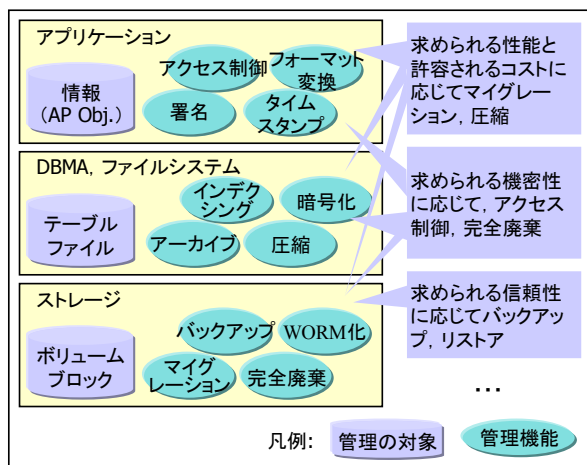


図 1.1 サービスレベルに応じた情報管理

以下、2.で情報ライフサイクルの共通モデルとILMの要件について述べ、3.と4.でその要件を満たす管理を容易化するポリシーの記述方式、実行方式をそれぞれ述べる。更に5.でポリシー記述に必要なメタデータとその間の関係の記述方式について考察する。

2. 情報ライフサイクルのモデルとの要件

2.1 情報ライフサイクルの共通モデル

本研究で前提とする情報のライフサイクルは、「作成」「参照/更新」「公開」「保管」「廃棄」の5フェーズとする。作成フェーズと参照/更新フェーズでは、情報は更新されるアクティブな状態にある。また、公開フェーズ、保管フェーズ、廃棄フェーズでは、情報は参照のみで更新されないフィックスな状態にある。随時参照される場合（公開）と、ごく稀にしか参照されない場合（保管）では、情報の管理方法が異なるので、異なるフェーズとする。

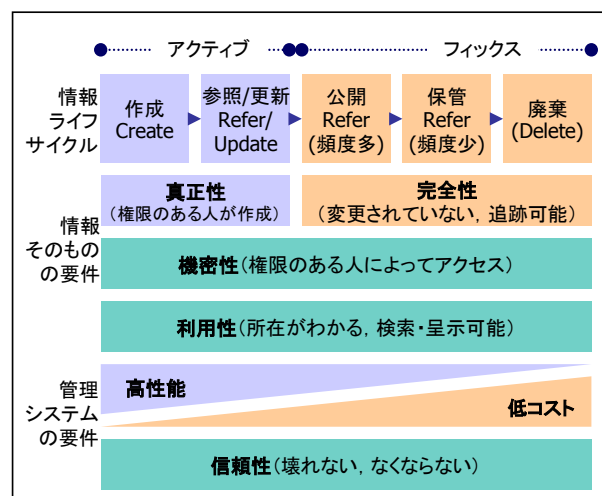


図 2.1 情報ライフサイクルのモデルと ILM の要件

2.2 ILM の要件

各種システムにおける情報の管理について調査を行ない、情報が満たすべき要件を図2.1のように整理した。

情報の管理には大きく分けて2つの目的がある。一つは記録の管理であり、もう一つは情報の共有である。その目的によって、満たすべき要件、

管理の仕方は異なる。

記録の管理では、説明責任(アカウントビリティ)、法令遵守(コンプライアンス)、リスクマネージメントなどの観点が必要視され、情報の原本性保証が求められる。原本性保証は「真正性」「完全性」「見読性」の3つの要件を満たすことで実現される。また「見読性」に関連しては、権限を有する者のみという制限がつく場合が多く、その場合は「機密性」という要件も加味される。

一方、情報の共有は、知的創造の活性化を目指すものであり、「活用性」が求められる。利用者が多様になるため、この場合も、権限を有するもののみという制限がつくことが多く、「機密性」はここでも重要な要件となる。

上述の要件の内、「見読性」と「活用性」は共に、「文書の所在場所がわかり、検索・呈示ができること。業務活動の関連の中で文書の所在を確認できること」であるので、「利用性」として一つにまとめ、情報が満たすべき要件は「真正性」「完全性」「機密性」「利用性」の4つであるとし、それぞれ、次のように定義する。

- ・ 真正性: 情報が権限のある人によって作成されていること。権限の無い人による変更や修正から守られていること。
- ・ 完全性: 情報が完成され、変更されていないこと。承認された変更修正であっても記録され追跡可能になっていること。
- ・ 機密性: 権限の無い人による参照から守られていること。
- ・ 利用性: 文書の所在場所がわかり、検索・呈示ができること。業務活動の関連の中で情報の所在を確認できること。

ILMは、情報の作成から廃棄に至るライフサイクル全体で、その情報の価値に応じてサービスレベルを設定し活用するものであり、それを実現する管理システムとしては、サービスレベルに応じた性能、信頼性が要求される。また、情報の価値に応じたコストで情報を管理する必要がある。これらのことから、ILMを実現する管理システムの要件を「性能」「コスト」「信頼性」とする。コストには、情報を格納するストレージなどの「ビットコスト」、情報を公開する、アーカイブする、廃棄するなどの「情報運用コスト」、管理

システムの設定などの「システム運用コスト」がある。

2.3 課題とアプローチ

本研究では、図 2.2 に示すように、ポリシーを「情報の種類とそれが満たすべきライフサイクル上での要件」と定義する。ポリシーを適切に設定するには、ストレージやデータベースなどのシステムの管理者ではなく、情報そのものの管理者(ビジネスパーソン)がその要件を判断しなければならない。一方、情報の操作はストレージシステムやファイルシステム、DBMS などに対するコマンドとして実行される。したがって、図 2.2 に示すように情報の管理者がその意図を反映させることができる「ポリシー記述方式(文法、語彙)」と、そのポリシーをシステムのコマンドとして実行する「ポリシー解釈実行方式」が課題となる。

本研究では、ドメインやシステムの知識を提供することで、ビジネスパーソンの語彙でポリシーを記述可能とする。ポリシーの解釈実行時には、それらの語彙を上述の知識により解釈し、ストレージやファイルシステムなどのコマンドに変換し実行する。

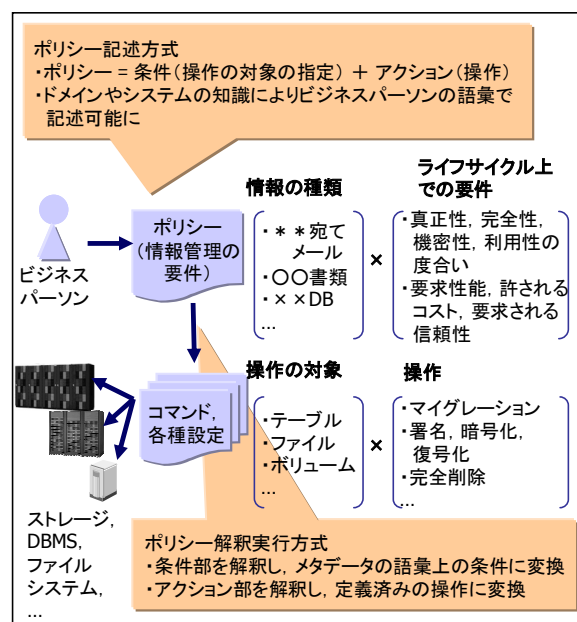


図 2.2 課題とアプローチ

3. ポリシー記述方式

3.1 ポリシー例

研究所のオフィス文書における情報ライフサイクル管理を例に、管理のためのポリシーとして記述したいことの例を次に挙げる。これらの例では、各研究テーマがプロジェクト単位で進められ、文書もプロジェクト毎に管理されることを前提としている。

- (1) 終了して 3 ヶ月が経過したプロジェクトのファイルは低速ディスクに置く。
- (2) 終了して 1 年以上が経過し、関連ファイルへのアクセスがないプロジェクトのファイルは、アーカイブして WORM 化しオフラインストレージに置く。
- (3) 研究管理書類は、プロジェクト終了から 10 年経過後、完全消去する。
- (4) 社外との会議のアジェンダ、議事録、資料は、10 年経過後、完全消去する。
- (5) 研究メモは 5 年経過後、完全消去する。
- (6) 顧客窓口担当者が入手した顧客資料は、プロジェクト終了後に完全消去する。

これらの内容を 2.2 で述べた要件に対応付けると、(1)(2)は高性能、低コストを実現するためのポリシー、更に(2)の WORM 化は完全性を実現するものである。また(3)-(6)は機密性と低コストを実現するためのポリシーである。

3.2 ポリシー記述に必要となる情報

ファイルシステムで管理されているファイルには、ファイル名、作成者、最終更新日時、アクセス許可などのメタデータ（属性）があり、ファイルシステムからそれらを取得することができる。

しかし、これらのファイルシステムから得られるメタデータのみでは、上記のようなポリシーを記述するには不十分である。また、ファイルのメタデータは常にビジネスパーソンに理解しやすいものであるとは限らない。更に、情報の格納方法や格納場所などシステムに関するメタデータや、自分の専門以外の業務知識などはビジネスパーソンに理解しやすいものとは言えない。

オフィスの活動は組織と密接に関連し、「オフィス内の情報の種類とそれが満たすべきライフサイクル上の要件」は、組織やその組織のメンバーのロール、文書体系における位置づけに依存する。本研究では、このことに着目し、それらの情報を提供することで、ポリシーの記述を容易にする。すなわち、プロジェクトの開始日時や終了日時などのプロジェクトに関するメタデータ、ある従業員がどのプロジェクトに所属するかなどの従業員とプロジェクトの関係を提供し、ポリシーの記述を容易化する。

オフィスにおける情報ライフサイクル管理で記述すると考える様々なポリシーの記述に必要なメタデータを表 3.1 に示すように洗い出した。ファイル・ディレクトリの他、組織、文書/文書体系、従業員、ストレージに関するメタデータを提供する。

ここで、ファイルの識別しとしてユーザが知る論理リソース ID とシステムのみが知る物理リソース ID の 2 種類を用意している。これは、ユーザに透過なファイル移動を実現するためのものである。

表 3.1 メタデータ

対象	メタデータ
組織	組織名、開始日、終了日、組織の親子関係、組織のロール、メンバーのロールの構成
文書 文書体系	識別子、文書名、種別（文書体系における位置づけ）、種別の親子関係（文書体系そのもの）、機密度、所有者、作成日時、最終更新日時、所有者、アクセス許可、アクセス履歴
従業員	識別子、氏名
ファイル ディレクトリ	論理リソース ID、物理リソース ID、リソース種別、アクセス履歴（日時、操作種別、操作主体）、サイズ、ディレクトリとファイルの親子関係、作成日時、最終更新日時、所有者、属性（アーカイブ、インデックス、圧縮、暗号化）、アクセス許可、
ストレージ	アクセス性能、ビットコスト、更新可否、完全消去の可否

また、ポリシーの記述は組織や文書のメタデータを利用して記述するが、実際に操作されるのはファイルであるので、表 3.1 に示したメタデータ

間の関係が必要となる。例えば次のようなものである。

- ・「組織」と「組織が管理する文書の文書体系」の対応関係
- ・「ディレクトリとファイルの親子関係」と「文書体系」の対応関係、文書とファイルの対応関係
- ・ストレージとディレクトリの対応関係(どのディレクトリがどのストレージ(ドライブ)にマウントされているかの情報)
- ・組織における「メンバーのロール」と従業員の対応関係

ここで、組織、文書/文書体系、従業員に関するメタデータとその間の関連が、3.1 で述べたドメインの知識に相当し、ファイル/ディレクトリ、ストレージに関するメタデータとその間の関係がシステムの知識に相当する。

例えば「終了して3ヶ月が経過したプロジェクトのファイルは低速ディスクに置く」というポリシーを記述するために、プロジェクトの開始日や終了日などのプロジェクトに関するメタデータ、どのファイルがどのディレクトリにあるかといった文書管理体系に関する知識(ディレクトリ構成と文書体系の対応関係)、および、どのディレクトリが高速ストレージで、どのディレクトリがテープドライブにマウントされているかといったストレージとディレクトリの対応関係を利用する。

これによりビジネスパーソンは組織、文書/文書体系、従業員に関する語彙でポリシーを記述できる。また、ファイルの属性やストレージのマウントの状況などのシステムに関する詳細を知ることなくポリシーを記述できる。

3.3 記述形式

図 2.2 では、ポリシーを「情報の種類とそれが満たすべきライフサイクル上での要件」を表すものとした。しかし、要件を満たすための情報の操作は無数にあり、要件を宣言的に述べたものから適切な操作を導出するのは効率が悪い。したがって、本研究では、ポリシーを次のように定義する。

ポリシー = 条件 + アクション

- ・条件：対象となる情報を絞り込むため条件

・アクション：対象となる情報に対する操作
本研究では、3.2 で述べたように情報に関するメタデータを提供するので、上記情報の絞込みは、メタデータ上、および、メタデータ間の関係上のクエリとして記述する。メタデータ、および、メタデータ間の関係は、メタデータ表現の標準である RDF (Resource Description Framework) [5] のトリプルを用いる。

また、アクション部(情報に対する操作)については、情報運用管理のためのコマンド群を提供し、それをアクション部に記述する。条件部と同様に、アクションを更に記述しやすくするために、知識を利用する。

ポリシーは policy というエレメントをもつ XML 形式で記述する。policy エレメントは name, condition, action のサブエレメントからなる。各サブエレメントの記述内容は次の通りである。

- ・ name : ポリシー名
ポリシーの名前を文字列で記述
- ・ condition : 条件部
ファイルを選択する条件を記述
- ・ action : アクション部
ファイルに対するアクションを記述

条件部は RDQL[6] を拡張した記法で記述する。RDQL (RDF Data Query Language) は RDF のトリプルの集合に対してクエリを行なうための SQL に似たクエリ言語であり、次の節を持つ。

- ・ SELECT 節: アプリケーションへ返される変数
- ・ WHERE 節: RDF のトリプルのパターンを指定
- ・ AND 節: ブール値をとる式
- ・ USING 節: 長い URI を短縮するための別名を定義

RDQL では、選択したファイルをグループ化し、各グループの要約情報(合計、平均など)を得るなどの記述ができないため、次の節を追加する。

- ・ GROUP BY 節: 選択されたトリプルをリソースの値に基づいてグループ化
- ・ HAVING 節: GROUP BY 句でできるグループから、特定のグループを選択するための条件を指定
- ・ ORDER BY 節: トリプルを指定したリソースの値でソート

アクション部には、条件部で抽出されたファイ

ル群に対する操作を次の形式で記述する。

コマンドスクリプト 引数リスト

コマンドスクリプトとして次の4つを提供する。

・ファイル移動用コマンド

記法：moveto 移動先指定 論理パス名
意味：論理パス名で指定されたファイルの
物理配置を移動先指定場所に変更

利用例：moveto SATA file1 file2 ...

・ファイル属性変更用コマンド

記法：chgattr 属性名:属性値 論理パス名
意味：論理パス名で指定されたファイルの属性
を変更

・ファイル削除用コマンド

記法：remove 論理パス名
意味：論理パス名で指定されたファイルを削除
利用例：remove file1 file2 ...

・ファイル完全除去用コマンド

記法：shred 論理パス名
意味：論理パス名で指定されたファイルを
完全除去

例えば、「終了して3ヶ月が経過したプロジェクトのファイルは低速ディスクに置く」というポリシーはリスト3.1のような記述となる。

リスト3.1では、変数“?file”、“?filename”、“?project”、“?member”がそれぞれ、ファイル、ファイル名、プロジェクト、プロジェクトメンバー（としてのロール）を表し、09と15で“project”が終了して3ヶ月が経過したプロジェクトであることを表している。また、10、11および12で“?file”がプロジェクトメンバーが管理するファイルであることを表し、13で“?filename”がそのファイルのファイル名であることを表している。

22で検索結果のファイル名をもつファイルをSATAへ移動させることを表している。

組織や文書、従業員を記述する際、OKAR(Ontology for Knowledge Activity Resources) [7]、Dublin Core[8]、vCard[9]、RDFS[10]など既存の語彙を利用し、それらをILM向けに拡張する。

ファイルとディレクトリ、文書はそれぞれ、OKARのArtifact(成果物)のサブクラスとして管理する。これにより、OKARで定義されたファイルとその所有者の関係や、さらには所有者が所

リスト 3.1 ポリシーの記述例

```
01| <policy>
02|   <name>
03|     Sample
04|   </name>
05|   <condition>
06|     SELECT
07|       ?filename
08|     WHERE
09|       (?project, <okar:DDAY>, ?date)
10|       (?project, <okar:member>, ?member)
11|       (?file, <dc:creator>, ?member)
12|       (?file, <ilm:resourceKind>, FILE),
13|       (?file, <ilm:logicalResourceId>, ?filename),
14|     AND
15|       ?date > TODAY - 3 YEAR
16|     ORDER BY
17|       ?filename
18|     USING
19|       ilm FOR <http://ilm.sdl.hitachi.co.jp/2005...
20|   </condition>
21|   <action>
22|     moveto SATA $1
23|   </action>
24| </policy>
```

属する組織との関係を利用したファイルの検索が可能になる。

4. ポリシー解釈実行方式

ポリシーは次の手順で解釈実行する。

(1) 条件部の解釈

条件部はメタデータ上の語彙からなるクエリである。それを、提供されるメタデータ間の関係を用いてファイル・ディレクトリに関するメタデータ上の語彙のみからなるクエリに変換する。

(2) クエリ(条件部の解釈結果)の実行

(1)で得たクエリを実行し、操作の対象となる情報(クエリに合致するメタデータをもつ情報)のリストを得る。

(3) アクション部の解釈

ストレージなどのコマンドを呼び出すスクリプトを予め用意する。アクション部はシステムに関する知識(ストレージやファイルのメタデータ)上の語彙と上記スクリプトを指す語彙からなる。それを、それを提供されるメタデータ間の関係を用いてスクリプトを指す語彙に変換する。

(4) スクリプト(アクション部解釈結果)の実行

スクリプトを実行する(情報に対する操作を実行する)。

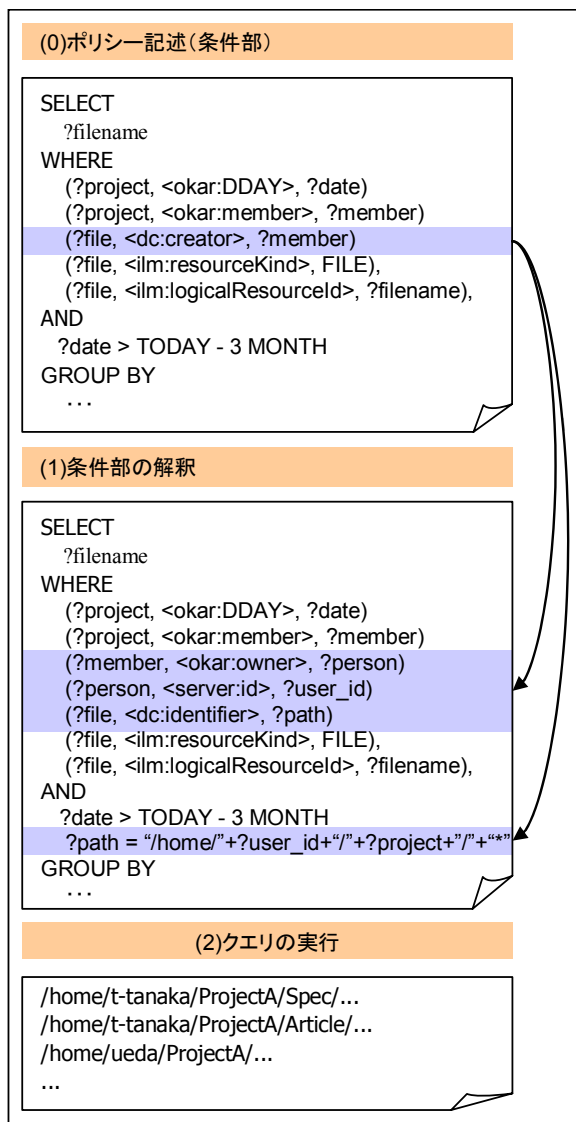


図 4.1 ポリシー（条件部）解釈実行方式

前節の例の条件部は、図 4.2 のよう変換される。

この例では、全てのファイルにオーナーが存在するとし、オーナーがプロジェクト員として（プロジェクト員というロールで）管理しているファイルがプロジェクト関連ファイルであるとしている。

図中の(0)ポリシー記述のハッチング部が、プロジェクトメンバが管理するファイルを表している。これをメタデータとその関連を用いて解釈し、(1)条件部の解釈の下にあるようなクエリに変換する。それを実行して、ファイルのリストを得る。

例では、プロジェクトのメンバー “ ?member” としてのロールをもつ従業員 “ ?person” のファイ

ルサーバにおけるユーザ ID が変数 “ ?user_id” に格納され、そのユーザ ID と同じ名前を持つディレクトリの直下のプロジェクト名と同じ名前のディレクトリ下のファイルのパス名が変数 “ ?filename” に格納される。

5. メタデータ間の関係表現に関する考察

本研究では、オフィス文書のライフサイクル管理を例に、ポリシー記述を容易にするための記述方式と、解釈実行方式を提案した。3. で述べたように、ポリシー記述を容易にするための情報として、オフィス文書を管理する上で、ビジネスパーソンが通常利用する組織、従業員、文書、文書体系という概念とそのメタデータおよび、メタデータ間の関係を提供することでポリシー記述が容易になることを示した。

これらの情報を整理すると、次のようになる。

- ・ ILM の操作の対象のメタデータ：オフィス文書の例では、管理される個々のファイルについての事実を表すメタデータ
- ・ ポリシー記述の語彙を増やすための概念とそのメタデータ：例えば、組織や文書といった概念と個々の組織や文書についての事実を表すメタデータ
- ・ 概念間の関係、メタデータ間の関係：例えば、「ディレクトリとファイルの親子関係」と「文書体系」の対応関係や、文書とファイルの対応関係などの事実の集合

これらは全て、RDF のトリプルの集合として記述可能である。また、そうすることで RDQL などの検索言語と検索エンジンが利用可能となる。

このように全てのファイルのメタデータとしてその管理者ロールを持てば、この検索は単純であるが、ファイルの管理者が逐一ファイルにメタデータを付与するのは現実的でない。

一方、現実の世界では、例えばある人 foo が ProjectA の仕事をする場合には、その成果物であるファイルを “ /home/foo/ProjectA/ ” というディレクトリの下に置き、別のプロジェクトの成果物は別のディレクトリに置く、というような管理を行っている。この管理方針をビジネスに関する知識として保持することにより、逐一全てのファイ

ルに管理者というメタデータを付与する必要がなくなる。

4.の例では、「ファイル?file の管理者 <dc:creator>がプロジェクトのメンバー ?member である」ということは、「ある人?person がプロジェクトのメンバーであるというロール?member をもち、そのメンバーのファイルサーバー上の ID<server:id>が?user_id であるとき、"/home/"?user_id+"/ProjectA/"+"*" というパス?path をもつファイル?file の管理者は、プロジェクトメンバーとしてのロールをもつ人である」と同じであるというドメインに関する知識を利用して、クエリの変換を行なっている。

文書管理のルールをドメインの知識として、ポリシーと独立に管理することにより、文書の管理体制が変更されても、ポリシーを変更する必要がなくなる。

このように、ある組織が定めている文書体系とそれを管理するためのファイルの管理規則(種類のディレクトリの指定やファイル名の命名規則など)を計算機上に表現し、それを利用して不足するメタデータを自動的に補う(生成する)仕掛けが必要である。

現在、RDF、OWL[11]など、ある物事に関する事実やそれらの間の関係を記述する(外延的に定義する)言語は提案され、標準化されているが、上述の管理規則のような事実間の関係を内包的に定義し利用するための仕掛けが不十分である。これは、高度なポリシーに基づく情報ライフサイクル管理を現実的なものにするには、必須の技術であり、今後の重要な課題である。

6. おわりに

各種情報の管理について調査を行い、情報が満たすべき要件を整理した。情報がそれ自身の価値を失わないようにするためには、情報の種類とライフサイクル上のフェーズに応じた「真正性」「完全性」「利用性」「機密性」を保持しなければならないこと、また、その管理システムは、サービスレベルに応じた「性能」「信頼性」「コスト」で情報を管理する必要があることを明らかにした。

上記要件を満たす情報の運用管理を低コスト

で実現するために、管理のポリシーを与えると、そのポリシーに沿って情報の操作を自動実行するというアプローチをとる。そのためには、情報の管理者がその意図を反映させることができるポリシー記述方式と、そのポリシーをシステムのコマンドとして実行するポリシー解釈実行方式が課題となると考え、次の方式を提案した。

(1) ポリシー記述方式：ポリシーは操作の対象となる情報を絞り込む「条件」と情報に対する操作を表す「アクション」の組とする。ドメインやシステムの知識を提供し、その語彙により条件とアクションを記述する。

(2) ポリシー解釈実行方式：条件部をドメインやシステムの知識により解釈し、情報のメタデータ(属性)に関するクエリに変換し検索を実行することで対象となる情報のリストを得る。また、ストレージなどのコマンドを呼び出すスクリプトを予め用意し、アクション部をそのスクリプト呼び出しに変換する。

参考文献

- [1] AMR: "AMR Research Predicts Compliance Is an \$80B Issue", <http://www.amrresearch.com/Content/View.asp?pmilid=18086&docid=12380>, 2005/
- [2] 鈴木孝知: 「データ量の急増で注目集まる ILM」, 日経コンピュータ, 2004/08/23号, pp.110-113, 2004
- [3] Todd Rief: "Information Lifecycle Management", Computer Technology Review, Vol.23, No.8, pp.38-39, 2003
- [4] Mike Palermo: "Policy-based data management in ILM", Computer Technology Review, Vol.24, No.8, pp.20-21, 2004
- [5] W3C: "RDF Primer W3C Recommendation", <http://www.w3.org/TR/rdf-primer/>, 2004
- [6] W3C: "RDQL - A Query Language for RDF", <http://www.w3.org/Submission/RDQL/>
- [7] OKAR ワーキンググループ: 「Ontology for Knowledge Activity Resources(OKAR)ガイド ドラフト」, http://www.labs.fujitsu.com/jp/techinfo/okar/guide_draft_20050204jp.pdf, 2005
- [8] DCMI: "Dublin Core Metadata Element Set, Version 1.1: Reference Description", <http://dublincore.org/documents/dces/>, 2004
- [9] Internet Mail Consortium, "vCard - The Electronic Business Card Version 2.1", <http://www.imc.com/pdi/vcard-21.txt>, 1996
- [10] W3C: "RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema W3C Recommendation", <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>, 2004
- [11] W3C: "OWL Web Ontology Language Guide W3C Recommendation", <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>, 2004