


Digital Enterprise Research Institute www.deri.org



知識 知能


セマンティックサービス指向アーキテクチャ: フレームワークの提案

Dieter Fensel, Michal Zaremba

DERI International

Dieter Fensel, Michal Zaremba
<firstname.lastname>@deri.org INTAP Semantic Web Conference 2006

© Copyright 2005 Digital Enterprise Research Institute. All rights reserved. www.deri.org

ということです,最初に我々について少し... 

Digital Enterprise Research Institute www.deri.org

- Digital Enterprise Research Institute (DERI) –
私たちの目的は,セマンティックWebとセマンティックWeb
サービスを,小規模,中規模,そして大規模な企業にとって
真に柔軟なeコマースの基盤とすること
 - セマンティックWebサービスは,ナレッジマネジメント,eワーク,企業
アプリケーション統合,eコマースのキーインフラとなる可能性を持つ
 - したがって,セマンティックWebサービスは,応用計算機科学におけ
る重要な領域の1つである

2 Making Semantic Web **real.**

DERI インターナショナルー 現状



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

DERI
スタンフォード

DERI
ゴールウェイ

DERI
インスブルック

DERI
ソウル



DERI インターナショナルー 現状



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

DERI インターナショナル 4200万ユーロ

DERI スタンフォード 200万ユーロ

DARPA, 米国防総省国防高等研究事業局: 0,15M€
DARPA, NRL (海軍研究試験所)を通じた委託: 1,85M€

DERI ソウル 550万ユーロ

韓国厚生省: 4M€
情報通信省: 1,2M€

DERI ゴールウェイ 1900万ユーロ

アイルランド科学基金: 12M€
欧州連合: €6,6M
アイルランド政府商務庁: 0,3M€

DERI インスブルック 1550万ユーロ

欧州委員会: €10,1M€
Tiroler Zukunftsstiftung: 2M€
TransIt: 1,4M€
FFF/FFG/WWFF: 1,5M€
BMBWK オーストリア学術省: 0,5M€

DERI インターナショナルー 現状 (2005年 7月)



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

プロジェクト, DERI が関係しているもの (約1億8800万ユーロ):

• ASG:	12 M€	COG:	2 M€
• DERI Lion:	12 M€	DIP:	18 M€
• DSSE:	0.4M€	Eastweb:	1 M€
• Esperanto:	3 M€	E-Swan:	0.5M€
• Grisino:	0.5M€	H-techsight:	3M€
• Infrawebs:	3M€	Knowledge Web:	8 M€
• LBSCULT:	0,2M€	M3PE:	0,2 M€
• Musing:	15M€	Nepomuk:	16 M€
• Ontoweb:	2M€	RW2:	0.4M€
• Salero:	14M€	SAOR:	0,3 M€
• SEKT:	13M€	SEEMP:	5M€
• Semantic Gov:	5 M€	Sembiz:	0,6M€
• SemNetMan:	0.5M€	Sense:	0,7M€
• SUPER:	15 M€	Swing:	4 M€
• SWWS:	3 M€	SystemOne:	2.1M€
• TRIPCOM:	5M€	Interoperable EHR:	16M€
• Semantic Service Engine	4M€	TSC:	0.3M€
• GGP Testbed	0,15M€	Learning Evaluation:	1.85M€

5

Making Semantic Web **real.**

DERI - チーム 2005



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org



6

Making Semantic Web **real.**

DERI 2006 - 2007 (将来の計画 ☺)



技術的なビジョン

セマンティックサービス指向アーキテクチャ (SESA)



- 現在, 計算機科学は新しい抽象化の時代に入っている
- 一昔前に私たちはハードウェアから抽象化することを学んだが, 現在はサービス指向アーキテクチャ(SOA)によってソフトウェアから抽象化を学んでいる
- 顧客にとって価値があるのはサービスであり, サービスを実装するために使われている特定のソフトウェアやハードウェアではない
- 近い将来, 我々は問題指向アーキテクチャ(より前向きに言えば, 問題解決指向アーキテクチャ)という観点で語っているかもしれない. なぜなら多くのSOAは解決を必要とする問題を持った顧客に対してではなく, サービス提供者に偏っている

セマンティックサービス指向アーキテクチャ(SESA)

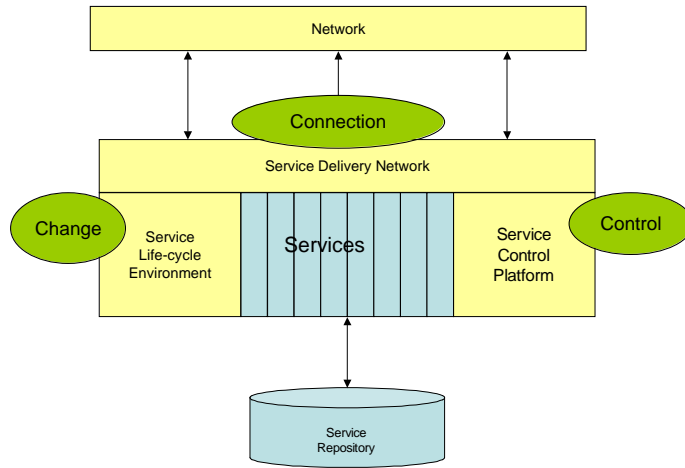


- サービス指向アーキテクチャは今後, ソフトウェアパラダイムの主流となる
- しかし, SOAは以下のメカニズムなしではうまくいかないだろう
 - サービス発見, サービス適合, ネゴシエーション, サービス合成, サービス呼び出し, サービスモニタリング, そして
 - データとプロセスの仲介機能
- それゆえ, SOAの最大の可能性を引き出すには, 機械処理可能なセマンティクスが加えられる必要がある
- オープンな標準(言語), オープンソースアーキテクチャ, サービス記述にセマンティクスを加えるツールの開発

SESA マニフェスト (M. Brodie 他)



セマンティクスを基盤とした21世紀の運用システム



背景

セマンティックWebとWebサービス



5億人のユーザ
30億ページ以上



静的

WWW
URI, HTML, HTTP

セマンティックWebとWebサービス

情報発見,
情報抽出,
情報表現,
情報解釈
そして情報メンテナンス
における重大な問題

静的

WWW
URI, HTML, HTTP

セマンティックWeb
RDF, RDF(S), OWL

セマンティックWebとWebサービス



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

動的

Webサービス
UDDI, WSDL, SOAP



コンピュータを計算のための道具に戻す

静的

WWW
URI, HTML, HTTP

セマンティックWeb
RDF, RDF(S), OWL

セマンティックWebとWebサービス



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

動的

Webサービス
UDDI, WSDL, SOAP



Webから最大限の可能性を引き出す

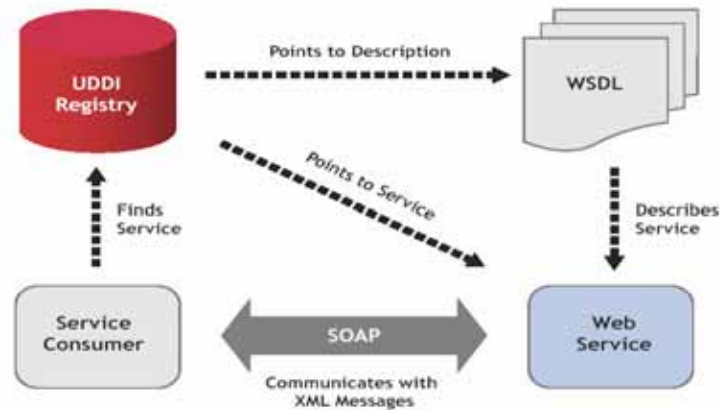
インテリジェントWebサービス

静的

WWW
URI, HTML, HTTP

セマンティックWeb
RDF, RDF(S), OWL

(セマンティックなし) Webサービスの現状



利用プロセス



- 公開: サービスの能力(そのサービスが何をするものか)についての記述を公開する
- 発見: あるタスクに適合するサービスをいくつか探し出す
- 選択: 利用可能な複数のサービスの中から最も適切なものを選ぶ
- 合成: 目的を達成するためにサービスを組み合わせる
- 仲介: 組み合わせたサービス間のミスマッチ(データ, プロセス)を解決する
- 実行: 通常のプログラム呼び出しに従ってサービスを実行する

利用プロセス- 実行支援



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

- 監視: 実行プロセスの制御
- 補償: トランザクションサポートの提供と, 不本意な影響の取り消しや軽減処理
- 置換: 同等のサービスによる代替を容易にする
- 監査: サービス実行が予想通りに行われているかを検証する

サービス発見, 比較, データとプロセスの仲介機能の自動化




Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

- **サービス提供者**や彼らが提案するサービスの**発見および比較**には, 計算機による自動化が必要
 - 計算機で処理できるセマンティクスが, こうしたタスクの自動化を可能にする
- **膨大な数の異種のデータフォーマット**に対応するには**計算機による自動化が必要**
 - そのような標準をうまく定義し, それらの間の対応付けを行うためにはオントロジー技術が必要
- **膨大な数の異種のビジネスとアプリケーションロジック**に対応するには**計算機による自動化が必要**
 - パートナーが適切に協力することを可能にしながら, これらの違いを補正するには仲介機能が必要

Digital Enterprise Research Institute www.deri.org




knowledge intelligent

コンセプト

© Copyright 2005 Digital Enterprise Research Institute. All rights reserved. www.deri.org

DERI – W<Triple>



Digital Enterprise Research Institute www.deri.org

W<Triple> とは:

- **WSMO**: サービス指向アーキテクチャ (SOA) を表現するための概念モデル
- **WSML**: SOA を表現するための形式言語
- **WSMX**: SOA (のプラットフォーム)
- **Triple** 空間: 永続的な情報公開による, 多種多様なサービスの共有空間

22 Making Semantic Web **real.**

WSMO とは...



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

- セマンティックWebサービスの概念モデル：
 - セマンティックWebサービスの主要素としてのオントロジー
 - 形式的な(オントロジー)記述言語 (WSML)
 - 実行環境 (WSMX)
- ... Web Service Modeling Framework (WSMF) をベースとしている
- ESSI クラスタ・ワーキンググループ
(欧州共同研究開発イニシアティブ)

WSMO の設計方針



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org



コンセプト – 技術基盤: WSMO (1)

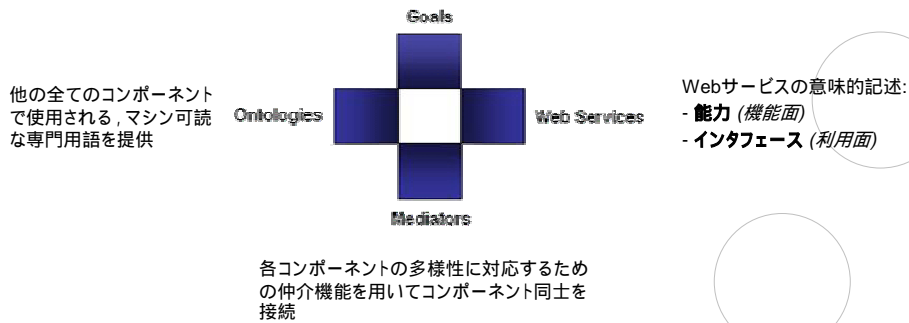


Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

(www.wsmo.org)

Webサービス利用者の達成目標



4つのトップレベル要素 – 概念モデルの土台

25

Making Semantic Web **real**.

コンセプト – 技術基盤: WSMO (2)

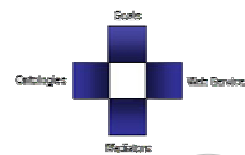


Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

WSMO V2.0; モデルの改良ポイント:

- **Goals**
 - ゴール・リポジトリ, ゴール分解, 非機能的プロパティ
- **Semantic Web services**
 - WSDLとの関連付け, 非機能的プロパティ
- **Mediators**
 - OO, GG, WG, WW メディエータ各々の性質に対するより深い理解
- **Ontologies**
 - 様々な領域への展開 (e.g. EDI), 評価手法

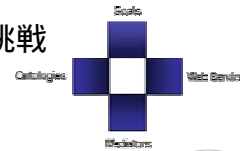


26

Making Semantic Web **real**.



セマンティックWebサービス定義への大いなる挑戦



- **能力**

- サービスができることは何か?
- 入力と出力において何が要求されているのか?

→ **事前条件, 前提条件, 事後条件, 効果の定義がそれぞれ必要.**

- **インターフェース**

- サービスはどのようにアクセスされる?
- サービスはそのタスクをどのように解決する?

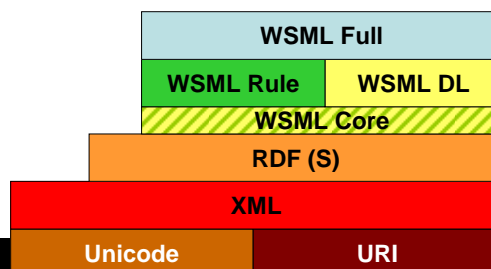
→ **サービスのコレオグラフィとオーケストレーションの定義が必要.**

技術基盤: WSMO



WSML: The Web Service Modeling Language

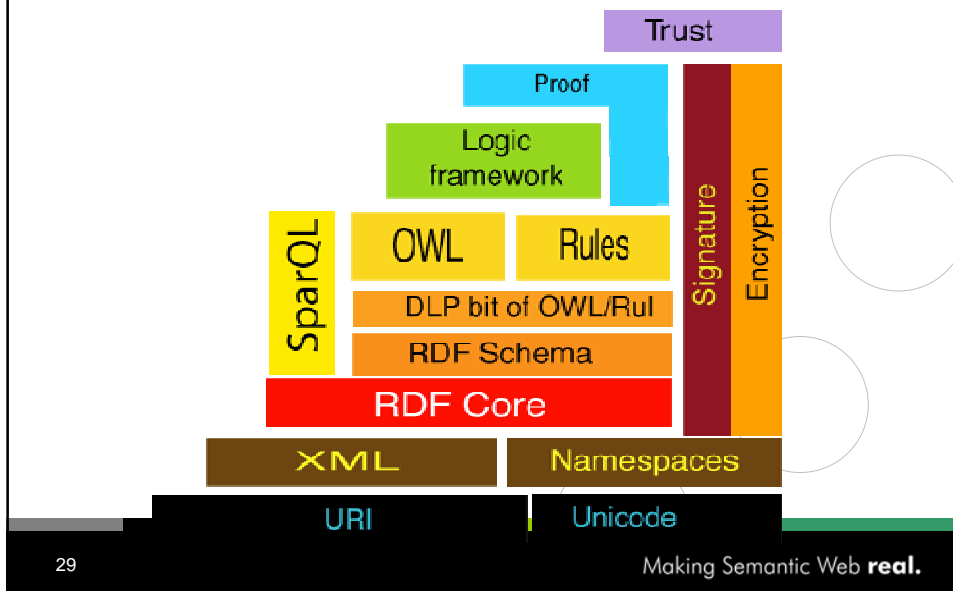
- XMLとRDFの上位レイヤーにあたる一連の言語.



技術基盤: WSM

Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org



言語

Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

- 様々な用途のために、明確に定義された一連の言語が必要:
- オントロジー / (静的)ルール記述言語
 - WSM Core
 - 効率と互換性重視
 - WSM DL
 - 決定性, オープンな世界のセマンティクスに対応
 - WSM Rule
 - 既存のルール・エンジンにかけた際の効率
 - WSM Full
 - 統合言語, 定理証明にも対応
- ダイナミクス記述言語
 - ASM上のトランザクションロジック
- マッピング言語
 - ダイナミクス記述用 (プロセス仲介)
 - データ記述用 (データ仲介)

コンセプト – 技術基盤: WSMX



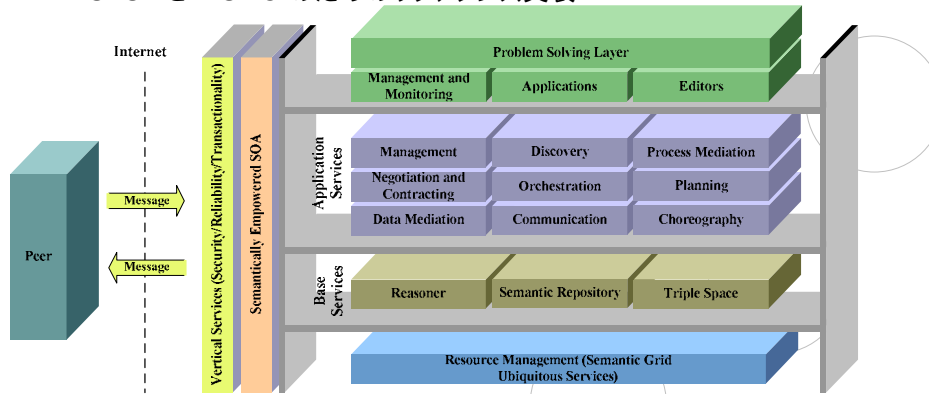
Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

WSMX: The Web Service EXecution Environment



- SOAに基づくアーキテクチャ
- SESA と WSMO のためのリファレンス実装



31

Making Semantic Web **real.**

コンセプト – 技術基盤: Triple 空間 (1)



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org



32

Making Semantic Web **real.**



Webの原理に基づくセマンティックWebサービスのためのコミュニケーション・プラットフォーム

“一意なIDで示された意味データの
永続的な公開と参照”のための空間

基本要素:

- 空間ベース・コンピューティング – 情報や知識の共有
- <主語, 述語, 目的語> からなるRDFの三つ組
- URI – Uniform Resource Identifier



Triple空間で可能になること:

- 時間自立性
- 位置自立性
- 参照自立性
- 語彙自立性

➔ Triple空間は, 匿名で非同期な情報交換のコミュニケーション・パラダイムを提供し, その中で交わされる意味データの永続性とIDの一意性を保証.



- セマンティック・グリッド
- ユビキタス・サービス



- 基本エンティティ:
 - Grid
 - Web上での協調的リソース共有
 - Web Services Resource Framework (WSRF)
 - Webサービスにリソースをリンクさせる仕様
 - Open Grid Service Architecture (OGSA)
 - グリッド・コンピューティングのためのSOA
 - セマンティックWebサービス
 - グリッドのリソースに対してWebのエンドポイントを提供
 - リソースの発見, 合成, 仲介を円滑化
- 非機能的プロパティ:
 - 信頼性, 価格, 可用性など特定の視点からの属性情報を要求

コンセプト - リソース管理機能: ユビキタス・コンピューティング (1)



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

„ユビキタス・コンピューティング・パラダイム“:

- 適切なサービスを
- 適切な場所で
- 適切な時間に
- (適切なコストで)

„もう10時間も走りましたし、天気も悪くなってきています。湖畔の静かなホテルでひと休みされてはいかがでしょうか?“



„magic beyond the scene“

37

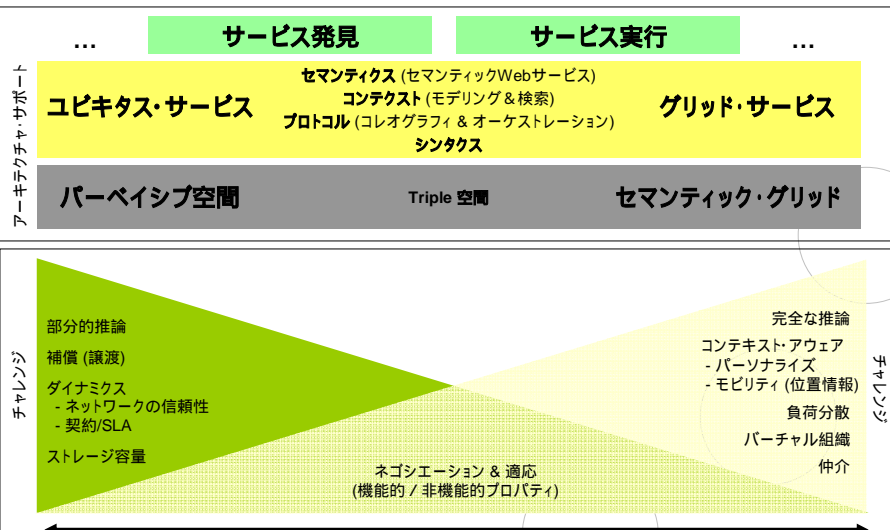
Making Semantic Web real.

コンセプト - リソース管理機能: ユビキタス性 vs. グリッド: 双方をカバー



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org



38

Making Semantic Web real.



DERIのアプローチ

- **国際ワーキンググループ**

- WSMO Working Group → モデルの定義
- WSMML Working Group → 言語の定義
- WSMX Working Group → 実行環境の定義と実装

- このワーキンググループは SDK クラスターの一部。SDK クラスターは、セマンティックWebおよびセマンティックWeb サービス分野における3つの欧州プロジェクトの共同普及・連携活動組織。



SEKT (Semantically-Enabled Knowledge Technologies)
<http://sekt.semanticweb.org/>



DIP (Data, Information and Process with Semantic Web Services)
<http://www.nextwebgeneration.org/projects/dip/>



Knowledge Web
<http://knowledgeweb.semanticweb.org/>

<http://www.sdk-cluster.org>



•The SDK (SEKT, DIP, Knowledge Web) クラスタは, ASG (Adaptive Services Grid) と戦略的な協調体制を組み, European Semantic Systems initiative (ESSI) クラスタを設立.



•新しいESSI クラスタは, セマンティックWebサービスとセマンティックなシステムソリューションを, セマンティックSOAで統合.



•ASG は, 適応型のサービス発見, 生成, 合成, 実効化を担うオープンプラットフォームのコンセプト実証プロトタイプを供与し, ESSI クラスタに付加価値を提供.

<http://www.essi-cluster.org/>



ケーススタディ – 潜在的な応用分野

ケースシナリオ – B2BでのSWSの応用 (RosettaNet)



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

- 情報システムの構築はコスト削減のために重要
- B2B システムの構築は, RosettaNetなどのXMLベースの標準を用いた場合でも, 6ヶ月以上かかってしまう
- 通信方法をもっと形式的に記述すれば, 仲介技術によって相手側の通信方法を変換して相互通信可能にできる

43

Making Semantic Web **real.**

ケースシナリオ – e-BankingへのSWSの応用



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

- 多くの銀行が, 顧客がローンの利率と借り入れ可能金額を確認できるオンラインツールを提供しているが, それらのツールは, その銀行によって提供されているローン商品にしか利用できない.
- 複数の銀行からの情報を統合して, さまざまなローン商品の比較を可能にしているWebサイトもある.
使われている手法: 人手による入力, スクリーンスクレイピング(画面ソースの解析), Web Service 他
- SWSのアプリケーションやエージェントを使えば, ローン利率を提供する新しいSWSを自動的に発見できるようになる. 通信方法に関する記述の自動的解析により, アプリケーション - サービス間の通信方法が自動的に決定される. これによりデータの不整合解消の後, アプリケーションはローンに関する情報を要求どおり取得できる.

44

Making Semantic Web **real.**

通信事業者のケーススタディ – EU のプロジェクト



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

- 組織の境界をまたいだサービス保証
- British Telecom と NIWAにより開発
- 異種 Operational Support Systems (OSS) の統合
- メッセージのセマンティックな記述
- 半自動的な仲介を許可
- 統合プロセスがより自動化

45

Making Semantic Web **real.**

通信事業者のケーススタディ – メインプロセス (1)



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

- 顧客がISPにエラー発生を報告
- エラーがISPの故障受付システムに回送される
- 故障受付システムが問題をオペレータに提示
- -> OSSのGUIを用いた, 顧客の回線に対するテストへ
- OSSシステムが, エラーと顧客の製品情報を含むXMLメッセージを生成

46

Making Semantic Web **real.**

通信事業者のケーススタディ – メインプロセス (2)



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

- メッセージがB2B統合プラットフォームに送られる
- テスト要請がBTに送られる
- BTのOSSは、メッセージを受け取り、適切に処理し、テストの詳細と実行状況に関する画面表示更新
- テスト完了後、状況が更新され適切なメッセージがB2B統合プラットフォームに返される
- テスト要請に対する応答がISPに返される。オペレータは、更新された画面により、結果を確認して対策をとる

47

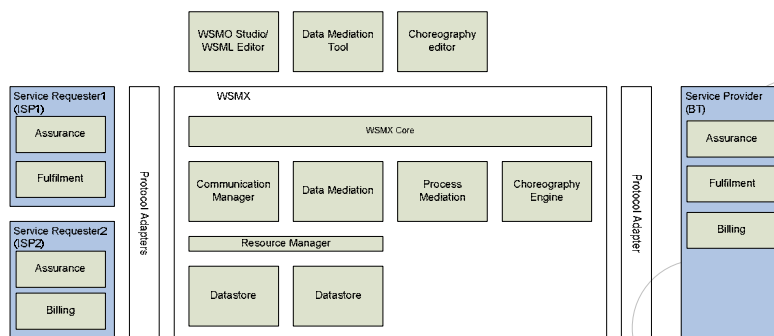
Making Semantic Web **real.**

通信事業者のケーススタディ – WSMXプロトタイプのアーキテクチャ/構成要素



Digital Enterprise Research Institute

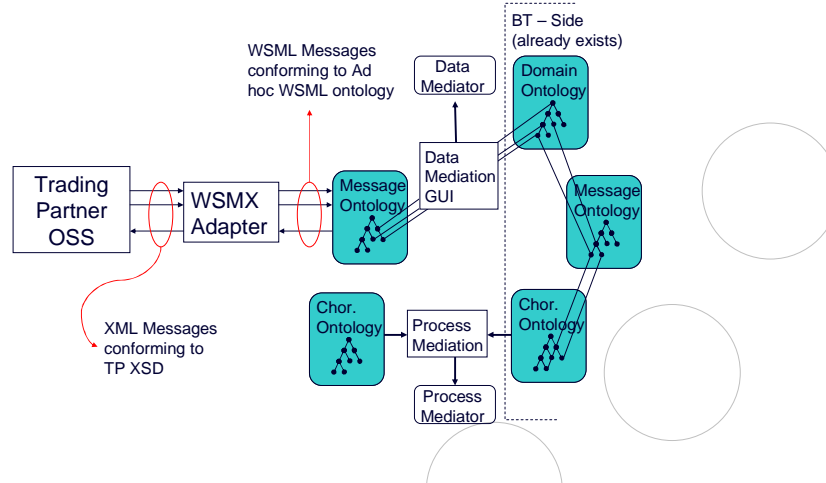
www.deri.org



48

Making Semantic Web **real.**

通信事業者のケーススタディ – 取引相手の設計



実施例 – Web Services 実行環境 OASIS Semantic Execution Environment

SEE WSMX の紹介



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

- サービス要求者とサービス提供者を実行時に結合するためのソフトウェアフレームワーク
- WSMXはサービス要求者の目的を解釈し
 - 適合するサービスを発見
 - (要求に応じて)最適なサービスを選択
 - (必要に応じて)仲介処理を提供
 - サービス呼び出しを実施
- WSMOにより提供される概念モデルに基づく
- 実行に関する形式的なセマンティックスを持つ
- マイクロカーネル設計に基づく, サービス指向のイベントベースアーキテクチャ. J2EE, Hibernate, Spring, JMXなどの技術を利用

51

Making Semantic Web **real.**

WSMX 開発動機



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

- セマンティックWebサービスの“接着剤”となるミドルウェアの提供
 - サービスプロバイダが本来の業務に集中できるように
- WSMOの実装例の提供
 - WSMOの実証
- ゴール指向のサービス発見・呼び出しのための環境提供
 - サービス要求者と提供者の実行時結合
- 柔軟なサービス指向アーキテクチャの提供
 - 実行時における構成要素の必要に応じた追加, 更新, 削除
- 参加促進のためのオープンソース性維持
 - 開発者が自分のコードの中で自由に利用可能
- 実行のセマンティックスの形式的な定義
 - システム動作の曖昧性のないモデル

52

Making Semantic Web **real.**



強い非干渉化と強い仲介機能

自律的な構成要素群と相互利用のためのメディエータ

インタフェース vs 実装

インタフェース(=記述)と実装(=プログラム)の区別

Peer to Peer

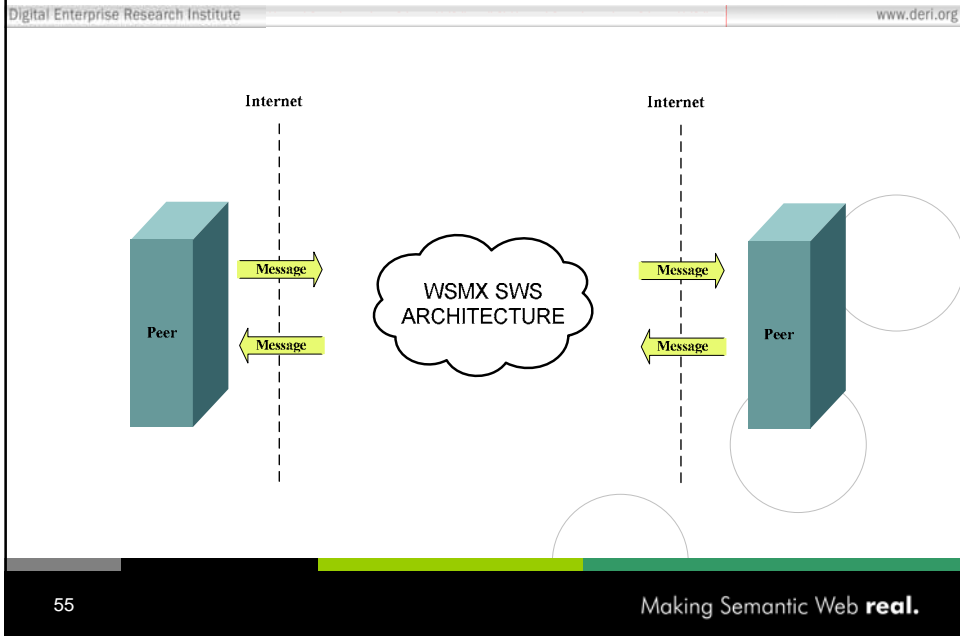
(制御の観点から)同等な参加者間の相互作用

WSMO 設計原理 == WSMX 設計原理
== SOA 設計原理

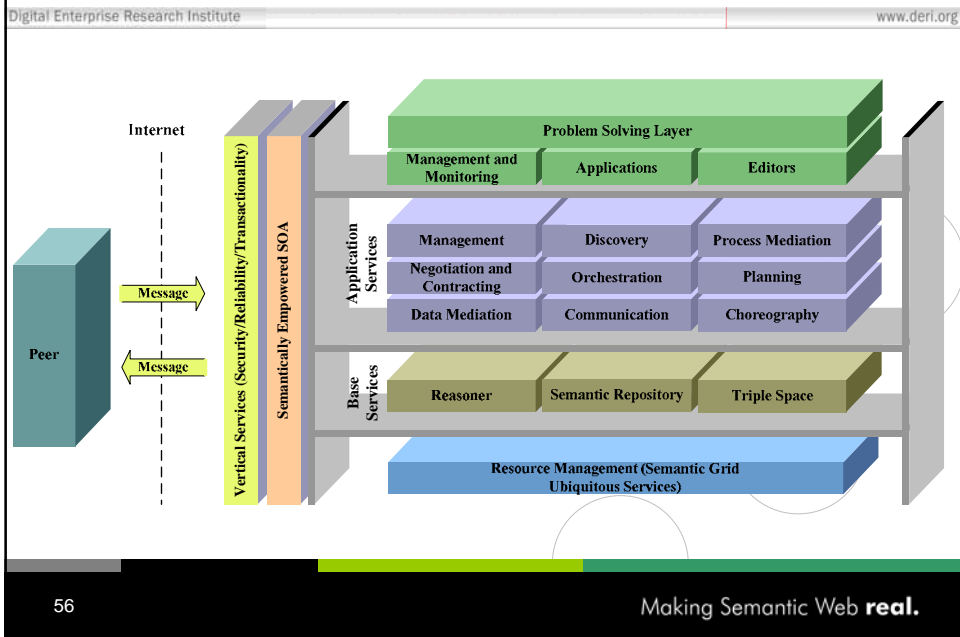


- より高い再利用性
 - 既存のビジネスサービスの上に、新しい機能(新しい実行セマンティックス)を構築
- 明確なインタフェース
 - コアシステムに影響を与えないで変更可能
- より簡単な保守
 - オールオアナッシングでない変更/版管理
- より高い柔軟性

WSMX のインフラ



WSMX – 構成要素



SOAの利点



- より高い再利用性
 - 既存のビジネスサービスの上に、新しい機能(新しい実行セマンティックス)を構築
- 明確なインターフェース
 - コアシステムに影響を与えないで変更可能
- より簡単な保守
 - オールオアナッシングでない変更/版管理
- より高い柔軟性

Service Oriented State



- サービスへのインターフェースは実装非依存
- サービスは動的に呼び出し可能
 - 実行時結合
- サービスは自己充足的
 - 自身の状態を管理

WSMX の採用



Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org

- **OASIS Semantic Execution Environment SEE Technical Committee**の設立
- 相互運用可能性
 - 英国Open UniversityのIRS III と相互運用可能
- DIP
 - DIPアーキテクチャの実証実装としてのWSMX
- Meteor-S – 実現メカニズム
- Cocoon – OASIS SEEへの共同参加
- ビジネス創出
 - EUのプロジェクト, 協力関係構築のけん引役 (SEEMP, SemanticGov, Super, Swing, TripCom)

59

Making Semantic Web **real.**

SEE WSMX 結論



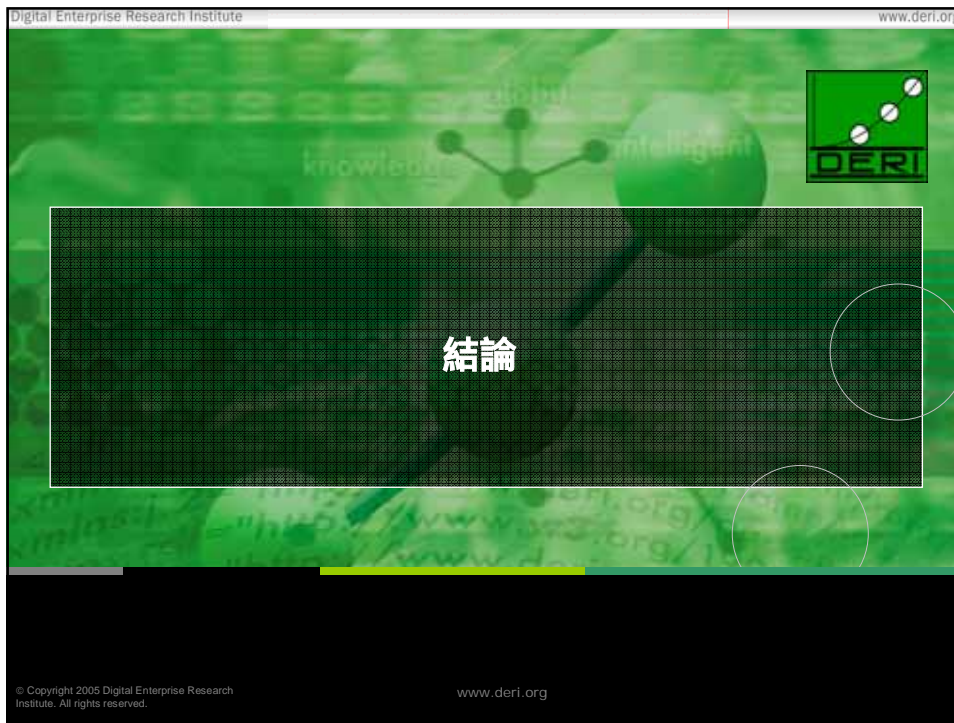
Digital Enterprise Research Institute

www.deri.org


- 概念モデルは WSMO
- SWS実行のためのEnd to end な機能
- 形式的なセマンティックスを持つ
- 実用レベルの実装
- SourceForgeでのオープンソースコードベースの開発
- イベント駆動型アーキテクチャ
- 機能向上 – 開発者歓迎 ☺

60

Making Semantic Web **real.**



結論



Digital Enterprise Research Institute www.deri.org

- 本講演の狙い:
 - セマンティックWebサービスの目的と課題の理解
 - セマンティックスつきサービス指向アーキテクチャの構想の理解
 - セマンティックWebサービスへのDERIのアプローチの理解
 - 次世代のWebサービスベースのITミドルウェアWSMX/SEE の紹介
- => 講演を聴いて, サービス指向アーキテクチャを正しく評価し, 今後の仕事に使うことができるようになったと思います

62 Making Semantic Web **real.**



本研究は、欧州委員会による資金援助を受けた**ASG, DIP, Knowledge Web, SEKT, SWWS, AKT** および **Esperanto** の各プロジェクト、**Science Foundation Ireland** による **DERI-Lion** プロジェクト、およびオーストラリア政府による**FIT-IT** プログラムの下で行われました。

SESA構想に貢献している次のすべての著者に感謝します: Michael Brodie¹, Christoph Bussler², Jos de Bruijn³, Thomas Fahringer⁴, Dieter Fensel^{3,5}, Martin Hepp³, Holger Lausen³, Dumitru Roman³, Thomas Strang³, Hannes Werthner⁶, and Michal Zaremba^{3,5}

¹ Verizon, USA

² Cisco, USA

³ DERI Innsbruck, Leopold-Franzens Universität Innsbruck, Austria

⁴ Institute for Computer Science, Leopold-Franzens Universität Innsbruck, Austria

⁵ DERI Galway, National University of Ireland, Galway, Ireland

⁶ Department for Information Systems and e-tourism, Leopold-Franzens Universität Innsbruck, Austria