

- 8 社会基盤施設に係わる知識の蓄積に関する基礎研究

A Study for Accumulation of Knowledge on Civil Infrastructure

窪田 諭¹・田中将睦²・三上市藏³

Satoshi Kubota, Masachika Tanaka, and Ichizou Mikami

抄録：社会基盤施設の機能や役割といった本来の価値を正しく評価し、より効果の高い社会基盤整備を行うために、建設技術者が持つ知識と情報を獲得・蓄積する必要がある。そこで本研究では、技術者から獲得・蓄積する知識を体系化するためのシステムフレームワークを考案した。知識をオントロジーで表現することにより、社会基盤施設に係わる知識が広く参照されることを考慮した。また、知識の獲得、蓄積、流通の各機能において適用する要素技術を分析し、獲得機能にはエージェントを、蓄積機能にはエージェントと Web サービスを、知識流通機能にはセマンティック Web、エージェント、Web サービスを採用し、社会基盤知識プラットフォームを提案した。

キーワード：社会基盤施設，知識，オントロジー，エージェント，Web サービス

Keywords : Civil Infrastructure, Knowledge, Ontology, Agent, Web Service

1. まえがき

建設事業に対する国民の認識は、談合や税金の無駄遣いの報道などにより、非常に厳しい。国民には社会基盤の整備が持つ本来の目的が正しく伝わっておらず、社会基盤施設が担う責任に反して、公共事業削減論が唱えられている。このような状況を改善するためには、社会基盤施設が担う責任を正當に評価するとともに、その価値を改善することが必要である。国民からの社会基盤施設の整備に対する厳しい評価は、国民が社会基盤施設の機能や役割といった本来の価値や社会基盤整備によって得られる付加価値を認識できていないことが原因の一つであると考えられる。これを解決し、付加価値も含めた価値を評価できるようにするためには、国民に社会基盤施設の機能や役割を理解できる知識を提供する必要がある。

社会基盤整備においては個々の建設技術者が持つ経験やノウハウを共有し、活用することが有効である。個人が持つ経験やノウハウは暗黙知であり、個人に蓄積されているため、建設技術者が持つ情報と知識を抽出してライフサイクルで蓄積すること、拡充すること、そして技術者に提供することが必要である。普遍的な知識が共有されることにより、建設技術者は設計事例、施工事例による技術面あるいは

運用面での成功や失敗の事例を蓄積することができ、技術の適用や運用の仕方を見付け出す知識を得ることができる。

知識の蓄積のためには、技術者が持つ知識や文章・図面などで表現される知識を効率的に抽出できるとともに、それらを的確に格納でき、蓄積された知識を共有することが必要である。社会基盤施設に係わる知識を獲得するために情報を蓄積し、分析する情報技術の応用は大きな役割を果たす。CALS/EC に代表される建設分野における情報技術の積極的な利用は、コスト縮減や業務の効率化に有効であり、紙の文書・図面の電子化、電子納品、情報共有などが行われている。文章や図面などから習得可能な形式知に関してはデータの標準化や共有化により、必要な知識を得やすくなりつつある。これらの電子化は一定の成果を得ているが、今後は情報や情報技術が個人に蓄積されている情報や知識を獲得し、蓄積するために利用されるべきである。

そこで本研究では、社会基盤施設に係わる知識を蓄積する仕組みを考案し、その実現のためのシステムである社会基盤知識プラットフォームを提案する。社会基盤施設に関する知識を体系化し、社会基盤知識プラットフォームを構築するために既存の様々なデータベースから知識を獲得し蓄積するための要素技術の分析とその適用方法を検討する。

-
- 1 : 正会員 修 (工) 株式会社オーグス総研 ソリューション開発本部
(〒560-0083 大阪府豊中市新千里西町 1-2-1, Tel 06-6871-7999, E-mail : kubota_satoshi@ogis-ri.co.jp)
- 2 : 学生員 関西大学大学院 工学研究科土木工学専攻
(〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35, Tel 06-6368-1121, E-mail : m-tanaka@civil.kansai-u.ac.jp)
- 3 : フェロー 工博 関西大学 教授 工学部都市環境工学科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35)

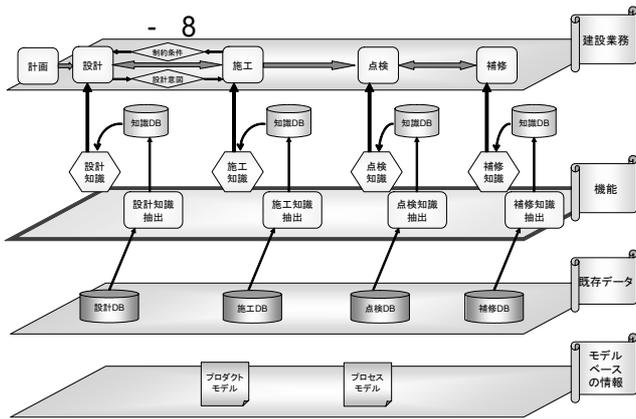


図-1 システムフレームワーク

2. 社会基盤施設に係わる知識の体系化

(1) 知識の獲得・蓄積の仕組み

本研究では、社会基盤施設に関して獲得と蓄積の対象となる知識をライフサイクルに沿って体系化する。これは、社会基盤施設に関する知識がライフサイクルのフェーズ毎に類似点を有するとともに、前フェーズの情報や知識を踏まえているためである。また、社会基盤施設は施設毎に異なる構造、役割、性質を有するため、知識は施設毎に体系化する。知識を体系化するためのシステムフレームワークを図-1 に示す。社会基盤施設の知識は日々蓄積される設計データや施工データなどから抽出される。これらの知識は各業務で活用され、その結果が新規業務に活用される。既存データベースとして、設計、施工、点検、補修の各データベースが考えられる。設計データベースには、CAD データや部材情報、設計報告書などが蓄積される。施工データベースには、工事記録や工事写真などの情報が蓄積される。点検データベースには、過去の点検結果、点検によって発見された損傷などが保存され、点検データベースに保存された点検結果を元に補修が行われる。補修データベースには、補修箇所に関する情報や補修工法などの情報が蓄積される。これらの蓄積される情報はプロダクトモデルとプロセスモデルに基づいて記述される。プロダクトモデルは構造物の三次元データをライフサイクルのフェーズを越えて利用できるように定義するものであり、プロダクトモデルに基づいて構造物のデータが作成されることで特定のアプリケーションシステムに限定されず、事業関係者が同一のデータを共有することができる。プロセスモデルは建設事業における各業務を時間軸に沿って定義したものであり、プロダクトモデルと同様に、プロセスモデルに基づいてデータが作成されることで事業関係者が同一のデータを共有することができる。設

計、施工、点検、補修に関する知識は既存のデータベースから抽出され、各業務フェーズで利用される。抽出した知識は知識データベースに蓄積される。知識を活用して行われた業務による成果品は、新たにデータベースに蓄積され、更新されたデータも考慮して、さらに新たな知識が抽出される。

(2) 知識の表現

知識の表現として、誰もが利用可能であること、特定のツールに依存しないこと、なるべく人の判断を介さず分類や関連付けが可能であることが要件となる。各種のアプリケーションシステムがデータの内容を理解するためには、データにその意味や概念を記述することが必要である。そのための言語として用語の意味と関係を明示するオントロジーが開発され、土木分野での適用¹⁾が試みられている。したがって、知識の表現方法として、オントロジーが有効であると考えられる。

本研究では、社会基盤施設のライフサイクルと施設ごとの特徴を考慮した知識体系をオントロジーにより表現する。オントロジー言語として、W3C によって勧告されている RDF (Resource Description Framework) と OWL (Web Ontology Language) を用いる。RDF は Web 上でメタデータを受け渡すための仕様であり、その記述方法やコンピュータ間で交換する方法が規定されている。OWL は RDF で記述されたメタデータを定義する仕様であり、個別のデータだけでなく、分野を跨るデータや概念の関係も定義できる。オントロジーによって表現された知識は分類や関連付けが可能であるため、社会基盤施設に関する知識を必要とする行政、建設コンサルタントや建設会社などの民間企業、学生や一般市民といった利用者が本研究で提案するシステムによって知識の持つ意味を考慮して検索することができ、知識をより簡単に得ることができる。

3. 社会基盤知識プラットフォームの構築

(1) 概要

本研究では、社会基盤施設に係わる知識を獲得・蓄積し、利用者がこれを容易に利用できる仕組みとして社会基盤知識プラットフォームを提案する。社会基盤知識プラットフォームの概要を図-2 に示す。社会基盤知識プラットフォームは、分散型の知識データベースを中心に、知識を獲得するために情報検索・収集エージェントを利用し、知識を蓄積するための技術としてマルチエージェントと Web サービスを利用する構成とする。

(2) 要素技術の適用

本節では、社会基盤知識プラットフォームで利用する要素技術を分析する。

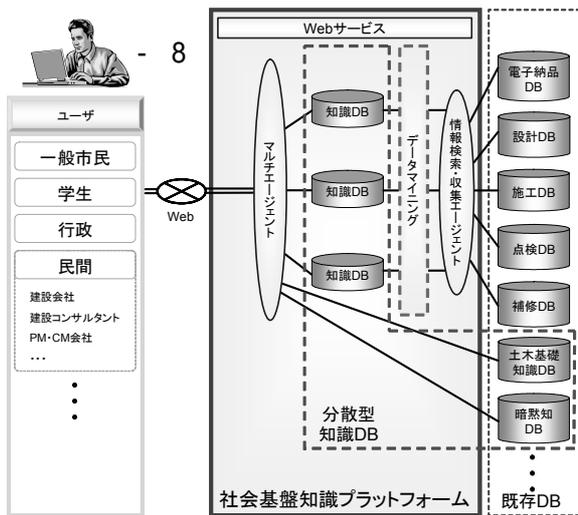


図-2 社会基盤知識プラットフォームの概要

a) 獲得

社会基盤施設に関する知識を獲得するために、知識を抽出する元となる情報が検索され、収集される。電子納品データベースや設計データベース、施工データベースなどの既存データベースから知識の抽出に必要な情報を検索し収集する機能にエージェントを適用し、情報検索・収集エージェントを構築する。情報検索・収集エージェントは利用者のキーワード入力に対して、それに該当するデータのリストを返すだけでなく、得られたリストからデータを収集し、さらに利用者が必要とする情報や知識をその中から抽出することを自動的に行う。多種多様で大量の外部の情報から知識を抽出するためには、データマイニング²⁾を活用する。特に、自然文からある一定の単語を区切り、そこから相関関係などを見付け出すテキストマイニングが有効である。膨大な情報から暗黙知を抽出するためには、自然文から知識を抽出することが必要不可欠である。エージェントの活用により、データベースへのアクセス、データマイニングアルゴリズムの適用、結果の整理³⁾が可能となる。

b) 蓄積

獲得した知識はプロダクトモデルやプロセスモデルなど既存の各モデルの定義に従って記述され、分散して知識データベースに蓄積、管理される。本研究では、分散型の知識データベースをマルチエージェントにより統合し、データベース間の連携やユーザからの機能の操作に Web サービスを用いるシステムとする。既存のデータベースは社会基盤施設の管理者や業務を担当する民間企業、研究者などによって分散して存在している。知識データベースは、これらの既存データベースから効率的に知識を収集するとともに、分散して業務を行う発注者や設計者などが各知識データベースへ即座にアクセスでき、得たい知識の獲得や更新を

容易に行うために分散型とする。

分散した既存データベースから知識を獲得し、得られた知識を分類体系や提案したシステムフレームワークを考慮して蓄積し、分散した知識データベースを構築する。分散した知識データベースはマルチエージェント⁴⁾によって統合する。さらに、システム間を標準インターフェイスで連携するために Web サービス⁵⁾⁶⁾を活用する。Web サービスでは、XML 形式でデータを交換する。知識データへのデータ・アクセス・プロトコルとしては SOAP (Simple Object Access Protocol) を使用する。SOAP は下位プロトコルとして HTTP などを使用し、XML 形式のメッセージを送受信することによりリモート・マシン上のサービス・ルーチン呼び出すことやオブジェクト (データ) にアクセスすることができる。SOAP は W3C により標準化されている通信プロトコルであるため、他のシステムとの連携などを考慮すると最適であると考えられる。

c) 流通

社会基盤知識プラットフォームから知識を提供する際には、知識の利便性、相互運用性や接続性が求められるため、インターネット上の大量の情報を機械的に処理できるセマンティック Web と XML を活用する。セマンティック Web による知識の流通はエージェントモジュールと Web サービスを使用して行う。

セマンティック Web はコンピュータが効率的に情報を収集し解釈できるように、Web ページなどが持つ意味をメタデータとして記述するものである。これにより、Web ページの検索などにおいて、検索語句が含まれるかどうかだけでなく、そのページの意味も考慮して検索することができ、利用者の要求に沿った検索が可能となる。知識データベースに蓄積された知識がセマンティック Web を用いて流通されることにより、社会基盤知識プラットフォームの利用者である行政や民間企業、学生などは自分が得たい知識を効率よく検索することができる。

(3) 機能の構築

本章(2)節で分析した要素技術を利用して社会基盤知識プラットフォームのプロトタイプシステムを設計する。

a) 知識獲得機能

知識の獲得は情報検索・収集エージェント機能により行う。エージェントは事前に登録された既存データベースから情報を収集する。既存データベースには設計や施工のデータベースなど多数のデータベースが存在し、社会基盤施設のライフサイクルのフェーズごとにカテゴリ別に分類されている。情報検索・収集エージェントによって収集されたデータは既存データベースによる分類を参考に、オントロジー概念を付加した

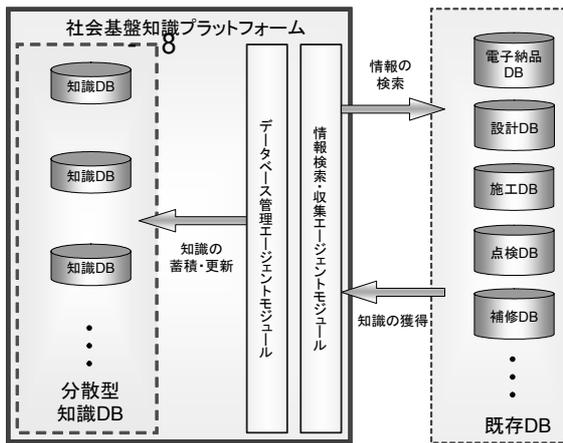


図-3 知識の獲得から蓄積までの流れ

データに加工され、該当するカテゴリ別に社会基盤知識プラットフォームの知識データベースに送られる。また、エージェントのデータマイニング機能によって得られたデータもオントロジーによって表現され、社会基盤知識プラットフォームの知識データベースに蓄積される。獲得した知識は RDF によって記述される。

b) 知識蓄積機能

情報検索・収集エージェントによって収集した知識は分散した知識データベースに蓄積される。マルチエージェントは分散した知識データベースを統合管理し、知識の登録、変更、削除などの機能を持つ。本研究では、Web サービスを用いてこれらの機能を利用する。社会基盤知識プラットフォームのサーバはクライアント PC との間で SOAP メッセージを送受信する。SOAP メッセージに記載された URL から対象の知識データベースや機能呼び出し、登録、変更などを行う。知識の獲得から蓄積までの流れを図-3 に示す。

c) 知識流通機能

流通機能は情報検索エージェントモジュールと Web サービスによって構成される。社会基盤知識プラットフォームにおける検索方法を図-4 に示す。社会基盤知識プラットフォームのユーザはクライアント PC の Web ブラウザを用いてインターネットを介して社会基盤知識プラットフォームの Web サービス部にアクセスし、検索要求を送信する。Web サービスはクライアント PC から受けた要求を情報検索エージェントモジュールに送信し、情報検索エージェントモジュールは要求された知識を知識データベースの中から検索する。情報検索エージェントモジュールによって検索された知識は Web サービスに送られる。Web サービスは検索結果として要求された知識をクライアント PC の Web ブラウザに送信する。

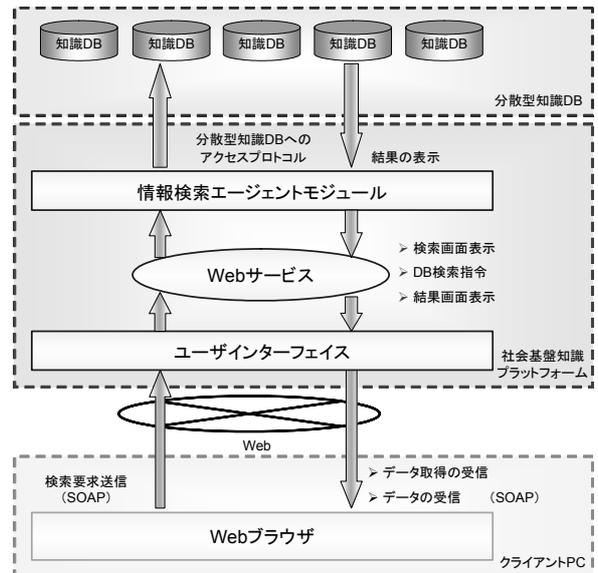


図-4 知識流通機能

4. あとがき

本研究では、社会基盤施設の価値を改善するために、社会基盤施設に係わる知識の重要性を考察し、これを体系化するためのシステムフレームワークを考案した。知識をオントロジーで表現することで、社会基盤施設に係わる知識が広く参照されることを考慮した。また、知識を獲得・蓄積する仕組みである分散型の知識データベースを構築するシステムとして、社会基盤知識プラットフォームを提案した。知識の獲得、蓄積、流通の各機能において適用する要素技術を分析し、獲得機能にはエージェントを、蓄積機能にはエージェントと Web サービスを、知識流通機能にはセマンティック Web、エージェント、Web サービスを採用し、社会基盤知識プラットフォームを設計した。

参考文献

- 1) 小松, 佐藤: 情報共有技術小委員会活動報告, 土木情報利用技術講演集, 土木学会, Vol.30, pp.91-94, 2005.
- 2) 石川: 次世代データベースとデータマイニング, CQ 出版, 2005.
- 3) 新美: 複数データベースからのエージェントベースデータマイニング, 2004 年度 人工知能学会全国大会論文集, 3F3-04, 2004.
- 4) 佐藤, 渡邊, 古田, 宮口: マルチエージェントによる建設情報データベース統合化に関する研究, 土木学会論文集 F, 812 巻, VI-70 号, pp.33-44, 2006.
- 5) 矢吹, 植田, 小谷: 設備診断を目的とした Web サービスによる遠隔音響情報データベースの構築, 土木情報利用技術論文集, 土木学会, 12 巻, pp.257-264, 2003.
- 6) 矢吹, 小谷: Web サービス化したマルチエージェントによる鋼骨組構造設計の支援について, 土木情報利用技術論文集, 土木学会, 12 巻, pp.281-288, 2003.