

オントロジーを用いた現場技術情報共有の知的支援

岩爪 道昭 武田 英明 西田 豊明
奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
太田 衛 高岡 良行 水上 雄一
東光精機株式会社 関西電力株式会社
〒 630-01 奈良県生駒市高山町 8916-5
電話: 0743-72-5265 , fax: 0743-72-5269
e-mail: mitiak-i@is.aist-nara.ac.jp

本稿ではオントロジーとドキュメントベースに基づく現場技術情報の共有支援法を提案する。技術者・作業者は、業務を遂行する過程でさまざまな技術情報を参照する必要がある。企業内では、円滑な業務遂行のために基準・規定類が整備されている。また、近年ネットワーク技術の進歩により、これらの書類は電子化され、イントラネット (Intranet) 上に蓄積されるようになってきた。しかし、これらの技術情報の利用方法は必ずしも自明ではなく、業務に利用するためには、長年の専門知識やノウハウを必要とした。本研究では、対象に関するオントロジーを用いて、ベテラン技術者の専門知識やノウハウの継承を促進する現場技術情報共有支援システムを提案し、配電用変電所における流用変圧器の改修計画業務支援を対象としたプロトタイプを構築した。これにより筆者らの手法の有効性および構築したシステムが十分実用的であることを検証した。

keyword: オントロジー, イントラネット, ドキュメントベース, 現場技術情報

Ontology-based Intelligent Support of Technical Information Sharing

Michiaki IWAZUME Hideaki TAKEDA Toyooki NISHIDA
Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology
Mamoru OHTA Yoshiyuki TAKAOKA Yuuichi MIZUKAMI
Toko Seiki The Kansai Electric Power
8916-5 Takayama, Ikoma, Nara, 630-01 Japan
phone: 0743-72-5265 ext.5316, fax: 0743-72-5269
e-mail: mitiak-i@is.aist-nara.ac.jp

Engineers have to refer various technical information to perform their works. Recently, technical information have been accumulated electronic form as documents which contain texts, pictures and movies in enterprises. However, It needs expert knowledge to make use of these technical information. In this paper, we propose an ontology-centric framework called Intelligent Corporate Base(ICoB) which realize a technical information sharing by supporting comprehension of documents. And, we explain an prototype system for technical information sharing on repair work of trans. Furthermore, We describe development and use of ontology for technical information sharing.

keyword: Ontology, Intranet, Document Base, Technical Information

1 まえがき

技術者・作業者は、業務を遂行する過程でさまざまな技術情報を参照する必要がある。企業内では、円滑な業務遂行のために基準・規定類（以下、業務マニュアル）が整備されている。また、近年ネットワーク技術の進歩により、これらの書類は電子化され、イントラネット（Intranet）上に蓄積されるようになってきた。

しかし、これらの技術情報の利用方法は必ずしも自明ではなく、職場への新規配属者にとっては、膨大な量の書類の中から当該業務を遂行する上で必要な業務マニュアル内容を見出すことは容易ではない。さらに、非定型な業務の場合には、この業務マニュアルに書ききれない各現場業務固有の情報も多く存在する。したがって、技術情報を利用しながら業務を行うためには、経験やノウハウが必要であり、従来は職場への新規配属者が円滑に業務を遂行できるようになるために長期間の準備期間を要していた。

近年、数多くの業務支援システムがエキスパートシステムとして構築され、業務の効率化・信頼性向上の面で成果が期待されてきたが、知識の獲得と保守が高コストとなりそれほど普及してこなかった。また、従来のシステムでは、非定型でマニュアル化されていない対象固有のノウハウをうまくルール化して扱うことが困難なため、実用に耐え得る業務支援が行えなかった。

これは、「業務マニュアルが整備されている」技術情報と「マニュアル化されていない」技術情報を渾然一体に扱い、個々人のノウハウとして蓄積されていた知識を随時簡単にシステムに組み込み、皆で共有して利用していくことが困難であったことが、大きな要因であると考えられる。例えば、コンピュータには詳しくないが、個々の業務遂行ノウハウを豊富に保有する人がワープロ感覚で自由に知識をシステムに組み込むといったことは困難であり、通常は、ある形式で知識を整理し特定の形式で入力する必要があり、個々人の知識を自由に入力出来る状況でなかった。

知識処理の専門家でない現場の技術者が自由に情報基盤を利用することができるためには、データベース・ビューや情報検索といったシンタクスの処理を中心とする情報技術から、日常的な常識レベルの知識、個々人が持つ断片的な知識やアイデアなどの情報を表現し、内容レベルでの共有化、知識の拡大、コミュニケーションを実現するための内容指向のアプローチが必要になる。

我々は、ドキュメント利用者が自ら知識を構造化し、自分に必要な情報とその獲得方法を明確化する過程を支援するとともに、ベテラン技術者が持っている専門知識やノウハウを後輩のノービス技術者に継承するための知識構造化支援する ICoB: (工学的知識の体系化と共有のための知的ドキュメントベース) の研究に取り組んでいる [1]。

本研究では、ICoB の枠組みに基づき、対象に関するオントロジーを用いて、ベテラン技術者の専門知識やノウハウの継承を促進する現場技術情報共有支援システムを提案する。このシステムは、現場技術情報をドキュメントなどの

Table 1: 現場技術情報の種類

種類	内容
1. 手順	特定の結果を得るために実行する一連の作業に関する知識。作業に先立って行なう判断や判断の結果に基づく動作も含む。
2. 構造	物理的な対象や複数の要素に分解できる対象の、見え方や構成に関する知識。図面、現場の3次元画像なども含む。
3. 概念	用語、アイデア、抽象的な概念などの意味に関する知識。
4. 事実	現場で観測して得られるデータや過去の事例など。
5. 原則	遵守・禁止事項に関する知識。規則、方針、ガイドライン、警告、注意、通則、定理、仮定、原理、前提条件なども含む。

メディアレベルと共に、オントロジーの形式表現レベルで扱い、現場技術者間のより深い知識レベルでの知識の体系化・蓄積・共有・継承を実現するシステムである

我々は、具体的開発対象として「業務マニュアルが整備されている」業務と「マニュアル化されていない」業務とが渾然一体となっている「配電用変電所における流用変圧器の改修計画業務」支援を対象に選定し、プロトタイプ構築した。これにより筆者らの手法の有効性および構築したシステムが十分実用的であることを検証した。

2 現場技術情報の共有

2.1 現場技術情報の種類

現場の技術者が利用する技術情報は、(1) 業務手順書、管理規則、ユーザマニュアル、研修用教材、設計仕様書、規格表、入門書など一般化・マニュアル化された情報と(2) 空間的・地理的情報、色、音など現場固有の情報、(3) (1),(2)を結びつける経験的知識やノウハウなどマニュアル化されていない情報がある。

ベテラン技術者は、自分の経験や知識も基づいて状況に応じてこれらの情報を使い分け、業務を遂行している。これらの技術情報は、表1のように、手順、構造、概念、事実、原則に関する5種類の基本情報に分けることができる。

知識の継承を円滑するためには、ノービス技術者はまず業務に関する手順を把握するとともに、ベテラン技術者が持つ対象に関する構造レベルや概念レベルでの知識を充分理解しなければならない。そして、それらに基づき、現場の状況で得られるデータなどの事実や様々な制約条件となる原則に従いながら、業務を進めることになる。

したがって、現場技術の共有では、業務の手順を示すとともに、ノービス技術者が判断や処置にとまどう事項や忘れてしまった事項を、対象の構造レベルや概念レベルでの知的支援が有効であると考えられる。

2.2 現場技術情報共有における課題

現場技術情報共有を実現するためには、次の課題をクリアする必要がある。

1. 情報収集・整理・理解のボトルネック: 技術者が、大量の技術情報の中から必要なものをだけを収集・整理し、理解するには時間・労力を要する。

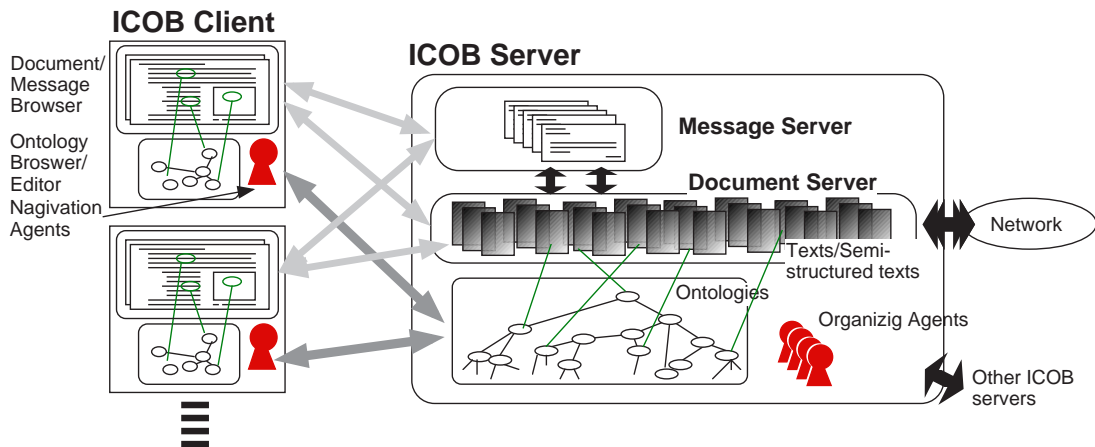


Fig 1: ICoB アーキテクチャ

2. 情報利用者と情報提供者の分離: 情報利用者と情報提供者が完全に分離されている場合、現場で得られた情報を他の技術者のために蓄積・提供できない。

3. メンテナンスの問題: 状況や規格の変更に伴うドキュメントの追加・変更や整合性のチェックを人手だけで行なうのは困難。

4. 現場でしか得られない情報の取扱い: 机上ではなく、作業現場にいる技術者が3次元的に認識してはじめて得られる情報が、すでに蓄積されている技術情報のどれに該当し、利用可能かどうか判断することは難しい。

2.3 工学的知識の体系化と共有のための知的ドキュメントベースシステム

従来のエキスパートシステムは、ドメインやアプリケーションを限定して、問題解決に参照される知識を分析・形式化していたため、現場の専門家自身が知識を記述したり修正したりすることができなかった。また、変圧器設計改修業務のようなマニュアル化された知識とマニュアル化されていない個人の知識をすべて形式化して取扱うには膨大な時間と労力が必要になり現実的ではない。

そこで、我々は、ワープロで文章を書く感覚に近い形式で、ベテラン技術者の専門知識を記述・蓄積するドキュメントベースと知識内容の構造化・理解を支援するオントロジーを中心とする ICoB(: Intelligent Corporate Base) と呼ぶシステムアーキテクチャを採用した。ICoB は、設計支援を対象とした工学的知識のための体系化と共有のための知的ドキュメントベースシステムであり、工学における個人知・公共知・世界知の相互の関わりをオントロジーと呼ばれる対象に関する概念体系の視点から統一的に取扱うことを目的としている。このシステムは、個人知の観点からすると、ドキュメント利用者が自らの知識を構造化し、自分に必要な情報およびその獲得方法を明確化する過

程を支援する。他方、ICoB はベテラン技術者が体得した、個人知を後輩に継承するための知識構造とその結果作成されるドキュメントベースとしての役割を果たす。

技術情報には、メディアレベル、形式レベル、モデルレベルの3層が考えられるが、ICoB では、メディアレベルと形式レベルの支援を初期の目標とし、オントロジー中心型知識組織化アーキテクチャを採用する。オントロジーは内容に関係し、かつ部分的に形式化されているため、非均質かつ大量の情報源を統合するための鍵となる概念である。

ICoB のアーキテクチャを図1に示す。ICoB サーバーには、共有されたドキュメントとコミュニケーションメッセージが蓄えられており、ICoB クライアントは各ユーザ毎に用意される。サーバは共有オントロジーとユーザの個人オントロジーを用いてドキュメントとコミュニケーションメッセージを組織化して蓄積する。ユーザはオントロジーを用いて、ドキュメントやコミュニケーションメッセージを検索したり、自らのドキュメントを作成する。また、同時にユーザは個人のオントロジーを作成していくことができる。個人のオントロジーはサーバに送られ、情報の共有に利用される。また、サーバは必要に応じて外部のネットワークの情報を参照して、これもオントロジーを用いて組織化を行う。

ICoB には次の3つの特色がある。

1. ユーザや状況に応じた表示や利用方法の提供: 技術者の知識・経験や視点に応じて、技術情報を分かりやすく整理し、提示する。クライアント、サーバはユーザの情報組織化を支援するための分類・抽出・統合化などの機能を持つ。

2. 情報利用者と情報提供者の融合: 技術者は、共有されたオントロジーや個人用オントロジーを用いることでドキュメントやメッセージの検索や提出し、業務によって得た知識を他の技術者と共有することができる。

3. メンテナンスの支援: 知識処理の専門家でなくても、容易に知識を入力し、編集することができる。また、規格の変更に伴う大量のドキュメントの追加・変更や整合性のチェックも、オントロジーに基づく関連項目の分類・構造化によって行う。

2.4 専門業務知識のドキュメントベース化

ここでは、変圧器設備改修設計業務を例題に、専門知識のドキュメントベース化法について説明する。

変圧器設備改修設計業務では、新規担当の改修設計者が、変圧器の改修設計を実施する際に、変圧器のどの部分が、どのような状態のときに、どう改修すればよいかわからない事項・内容について判断を支援することが主要な課題である。

したがって、変圧器改修設計業務の支援を行うドキュメントベースシステムを構築するためには、技術者が改修設計業務においてどのような情報をどのように利用しているかわかるとともに、マニュアル化されていないベテラン技術者が持っている経験的知識を再利用可能な形で記述・整理する必要がある。そして、マニュアル化された情報とマニュアル化されていない経験的知識や現場の情報とをうまく結びつけて利用できるようにしなければならない。

我々は、ICoB の考え方にに基づき、次のようなプロセスによって、変圧改修計画業務知識のドキュメントベース化を試みた。

- (1) 専門家による改修業務計画手順の資料作成
- (2) HTML 形式への自動変換 (ハイパーテキスト化)
- (3) 重要語句と静止画・動画・資料データ間のリンク付け

以下では、各プロセスについて詳しく説明する

2.4.1 改修業務計画手順の資料作成

改修設計計画業務において、若手技術者が判断や処置にとまどうと思われる事項について、現場の専門家が、A 4 版で約 80 ページ分の資料を作成した。

この資料では、図 2 の上部で示されているように、(1) 改修検討項目 (大項目 14, 中項目約 61, 小項目約 140) それに対応する (2) 改修検討フローおよび (3) 改修対策案について、非常に弱い構造を持たせて記述されている。したがって、知識工学の専門家ではない現場の技術者でも、ワープロで文章を書くのに近い感覚で、現場のノウハウや知識を記述することができる。

2.4.2 ドキュメントのハイパーテキスト化

ベテラン技術者が作成した資料を、各検討項目、検討フロー、対策案単位のドキュメントに分割化し、各ドキュメントを HTML 形式に変換することにより、専門家の改修設計業務をハイパーテキスト化する。図 2 は、LR 制御箱の覗窓に関する知識をハイパーテキスト化した例である。

これらの作業は、資料の持つ弱構造を利用したオーサリングツールによって完全に自動的に行うことができる。

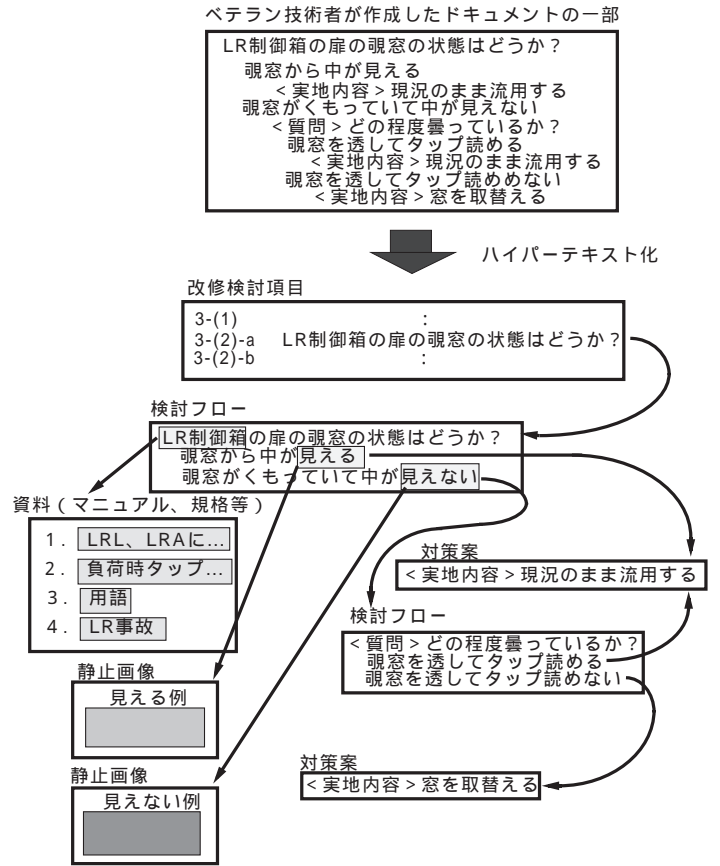


Fig 2: 改修業務知識のドキュメントベース化

現在のオーサリングツールでは、このようなブートストラップ的なドキュメントの構造化のみをサポートしているが、知識の逐次入力・編集機能もサポートする予定である。

2.4.3 重要語句と静止画・動画・資料データ間のリンク付け

変圧器の改修設計者が利用する技術情報には、業務手順書、管理規則、設計仕様書、用品規格、入門書など様々なものが存在する。しかし、実際の業務では、ベテラン技術者は、自分の経験的な知識に基づいて、現場の状況に応じて判断し、情報を使い分け、業務を遂行している。また、実際の業務では、教科書やマニュアルにはない、色、音、空間的な広がりなどの現場で経験しないと得られない情報も非常に重要である。そこで、現場技術マニュアル、用品規格、教科書などのマニュアル化された知識と現場の静止画像、動画像を、ドキュメントベースとして取り込むことによって、改修計画業務のメディアレベルでの理解支援を行う。

各種のマニュアル的資料や現場の静止画、動画は、専門家がリストアップした重要語句をもとにインデックス化されており、オーサリングツールによって、(2) で作成したドキュメントベース内の各重要語句に自動的にリンク付けが行われる (図 2 参照)。また、これらの重要語句は、次

章で構築する変圧器に関するオントロジーの語彙として用いられており、形式レベルの知識とメディアレベルの知識を結びつける役割を果たしている。

3 オントロジーの作成と利用

現場技術情報におけるオントロジーの役割は、(1) ベテラン改修設計者が持つ深いレベルの設計知識を明示に記述し、後輩技術者と共有・継承を図るとともに、(2) 現場でしか得られない情報と過去にドキュメントとして蓄積されている情報の橋渡しをする、ことである。

オントロジーの構築では、記述する知識の粒度が問題となる。例えば、変圧器場合の詳細な設計図面からオントロジーを作成した場合、そこには改修設計には重要でない箇所まで記述されているため、若手技術者には詳しく、変圧器のどの部分が改修に重要なのかわかりにくくなる。一方、単純化されすぎたモデルをもとに作成したオントロジーの場合、現場での業務には役に立たない。

そこで、専門家が作成したドキュメントに含まれているから変圧器の構造に関する知識、変圧器の症状に関する知識、改修設計行為に関する知識をそれぞれ抽出し、それらの知識を相互に利用することによって、若手技術者の改修設計を支援する方法を試みる。

3.1 対象の構造に関するオントロジー

ベテラン技術者の改修設計知識を若手技術者に継承していくためには、対象の構造に関するオントロジーが必要不可欠である。

変圧器の構造に関するオントロジーは、改修の検討対象となる部品名、プロトタイプの説明システムで用いられている変圧器の専門用語（ベテラン技術者が選定）、さらに検討フローおよび改修対策案から抽出した用語など合計約 180 の基本語彙から構築した。

オントロジーは、変圧器の構造的属性に関するものとして、概念名、類義語、サブ概念、属性名、コンポーネント、接続関係について、Ontolingua などのオントロジー表現言語と相互変換可能なフレーム形式で記述している。

3.2 改修行為に関するオントロジー

ベテラン技術者が作成したドキュメントでは、約 40 種類の対策行為にを表現する動詞が用いられている（表 2 参照）。これらの対策は、大別すると (1) 改修行為に関するメタ知識、(2) 対象の構造的属性や位置的属性を操作するための知識、(3) 対象の表面や内部状態など構造的属性や位置的属性の変化を伴わない操作に関する知識、に大別することができる。改修行為に関するオントロジーでは、対策名、状況名、説明、動画、写真、といった属性が記述されている。説明は、その対策の補足説明するためのドキュメントを収納するための属性である。また、形式化された語彙（動詞）と現場のメディアレベルとの情報を対応付けるために、動画や写真といった属性も用意している。

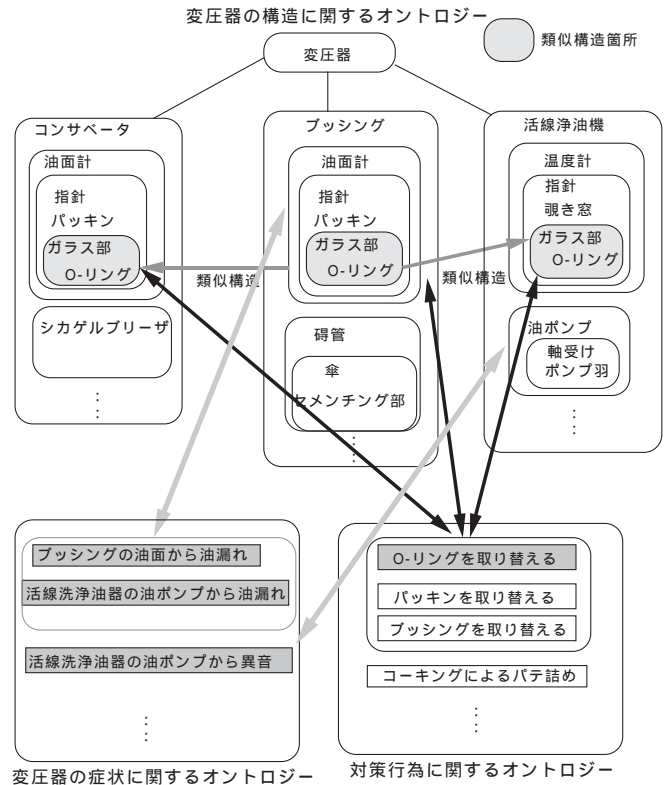


Fig 3: オントロジーによる知的検索

3.3 対象の症状に関するオントロジー

ベテラン技術者が改修設計にあたり対象（変圧器）のどの部分に着目し、どのような状態を検討すべき事項としてとらえているかを客観的に把握するために、対象の症状に関するオントロジーを作成した（表 3 参照）。オントロジーは、ベテラン技術者が作成した改修設計に関する検討項目の中から対象の症状・状態を表現する語彙を抽出・整理して作成した。変圧器の改修設計の場合、検討の対象となる症状（約 140 項目）は、視覚的に捕えられる情報、聴覚的に捕えられる情報に大別できる。さらに、視覚的に捕えられる情報は、対象の 1. 可視性、2. 有無、3. 変化・変質、4. 位置・距離、5. 形式・型番、6. 量に分けて扱うことができる。

対象の症状に関するオントロジーの場合も、改修行為とどのように状況名、対策名の他に説明、動画、写真、音声といったメディアレベルの属性を持っている。

3.4 オントロジーに知的支援

ここでは、前章で記述した変圧器の構造、症状、改修設計行為に関する 3 種類のオントロジーを相互に利用し、現場情報共有の知的支援方法について述べる。

3.4.1 類似構造の利用

変圧器には、異なる目的や機能をもつ部品間でも同じもしくは類似の構造や原理をもつ部品が存在する。例え

Table 2: 変圧器の改修設計行為に関するオントロジー

改修設計行為に関する知識の種類	専門家が用いる語彙知識
1. 改修行為に関するメタな知識	「計画を見直す」、「～を使いきる」、「～を改修しない」、「現況のままとする」、「～を止める」、「～を発注する」、「～を手配する」、「～を充当する」
2. 対象の位置・構造の変化に関わる操作	「～を移設する」、「～を設置する」、「～を設置しない」、「～を取付ける」、「～を取り外す」、「～を溶接で継ぎ足す」、「～を引きおろす」、「～構造にする」、「～を取替える」、「～を取替えない」、「～を交換する」、「～を変更する」、「～を変える」、「新たな電線にする」
3. 対象の位置・構造の変化に関わる操作	「～を(補修)塗装する」、「～を塗る」、「～を施す」、「グリス・アップする」、「を洗う」、「～に注水する」、「～を取り除く」、「～を拭き落とす」、「～を貼る」、「～を減らす」、「～を刻印字する」

Table 3: 変圧器の症状に関するオントロジー

症状に関する知識の種類	専門家が用いる語彙知識
1. 対象の可視性	「～が見えない」、「～が見にくい」、「～を目視確認ができない」
2. 対象の有無	「～がある」、「～が無い」、「～が設置されていない」、「～が要る」
3. 対象の変化・変質	「～が変色している」、「～が生じている」、「～が硬質化している」、「～から油漏れしている」、「～から油がにじんでいる」、「～が欠陥している」、「～は(を)どうする」、「～が(で)汚れているが」、「～になっている」、「～が剥がれている」、「～の恐れがある」、「～してある」
4. 対象の位置・距離	「～の方向を向いている」、「～の裏側になる」、「～の高さにない」、「～の絶遠距離(は良いか)」、「～へ通れない」、「～から外れている」、「～がずれている」
5. 対象の形式・型番	「～型になっている」、「～式であるが」、「～に適合しない」、「～と違う」、「～が使用されている」、「～でない」
6. 対象の量	「～が高い」、「～が低い」、「～を満足しない」、「～が不足している」、「～が足りない」、「～が多い」、「～の値が悪い」、「～に近い」
7. 対象からの音	「～から異音がする」

ば、配電用変圧器の場合、ブッシング内の油面計と活線浄油機と温度計には、ガラス部とO-リングが存在する(図3参照)。このように類似の構造を持つ部品では、たとえその部品の目的・機能・形・大きさなどが異なっても、類似した症状が現れ、それに対するベテラン技術者の改修判断・行為も類似している場合が多いことが、今回のオントロジーの分析・構築で明らかになっている。例えば、「ブッシング内の油面計に油漏れ」が生じた場合、その漏れがガラス部からであれば「O-リングを取り替える」という対策をとる。一方、活線浄油機と温度計で油漏れが生じた場合も、その漏れがガラス部からであれば、同様の対策をとる。

これは、変圧器内の同一もしくは類似構造を持つ部品に着目することで、その部品に発生する症状とそれに対する判断・対策をグループ化し、専門家の持つ知識をより深いレベルで取扱うことが可能であることを示している。以下では、変圧器の類似構造を利用した、変圧器の症状別の検索、改修行為からの検索について述べる。

3.4.2 症状・対策からの検索

症状に関するオントロジーを用いて検索することで、「活線浄油機の温度計」以外にも「コンサベーターの油面計」、「ラジエータのフィン」、「変圧器本体とラジエータ管の仕切り弁」、「ガス検出リレーのガス確認ゲージ」、「送油循環の油ポンプ」などで「油漏れ」の可能性があることが容易に把握することができる。

しかし、同一の症状の場合でも、その部品が持つ構造によって対策は異なってくる。例えば、「変圧器本体とラジエータ管の仕切り弁」は「ガラス部」を持たず、「O-リングを取り替える」という対策は存在しない。そこで、「油漏れ」をする部品の中から類似構造を持つ部品群を推定

し、その中から類似の対策をもつ対策や関連するドキュメントを検索するという手法をとった。類似構造の推定は、各部品のコンポーネント属性の中で一致する部品の数に基づいて行っている。上記の例の場合、「ブッシングの油面計から油漏れ」と同様の処置を行う部品として「コンサベーターの油面計」、「ガス検出リレーのガス確認ゲージ」が類似構造、類似対策を行う部品として検索される。症状別の検索と同様に、類似構造を用いることで、対策から類似の症状を検索も可能である。

4 変圧器改修計画業務支援システムの試作

筆者らは、具体的開発対象として「業務マニュアルが整備されている」業務と「マニュアル化されていない」業務とが渾然一体となっている「配電用変電所における流用変圧器の改修計画業務」支援を対象に選定した。この改修計画業務においては、変圧器が標準に保有すべき機能は規格類で詳細に規定されているが、改修対象の変圧器が流用品であるゆえに古く標準工法で所用機能を整備することができなくて、個々の変圧器に特有な工法を考案する事が必要となるため、業務支援システム化が出来なかったものである。システム開発に当たり、まずA4版で約80ページの資料を現場の専門家に作成してもらい、それをもとにプロトタイプ構築した。以下では、実装した改修業務設計支援システムのプロトタイプの概要、各機能について述べる。

4.1 システム構成

システム構成を図4に示す。本システムのユーザとなる改修設計者は、図4に示すように、パソコン端末上のWWWブラウザを用いて、画面に表示される質問に答えていけば、変圧器改修計画書が自動的に作成される。その途中で調べたい事項が発生した場合、画面上の関連用語を

選択すれば、現場技術ガイドや静止画・動画等の技術情報が表示される(図5参照)。

関連ソフトウェアはサーバのみにあり、クライアントはWWWブラウザのみで利用可能なため、改修設計者は、このシステムを用いればイントラネットに接続しているパソコン(端末)からいつでも、どこからでも利用できる。

ドキュメントベースというごく弱い構造を持った形式で知識を記述することにより、普通の文章に近い形式でノウハウが書けるので専門家が自分で知識を記述することができる。さらに記述内容の改訂も容易である。また、どのような知識が入っているのかを理解しやすいので、現場でシステムを使い始めるときの抵抗感を少なくすることができる。また、HTML形式で知識を実装し、WWWというきわめて簡単な仕組みを用いてシステムを構築するので、アクセス権さえあればだれでも、イントラネット上でWWWブラウザを用いて時間的・位置的制約なしに知識を利用することができる。

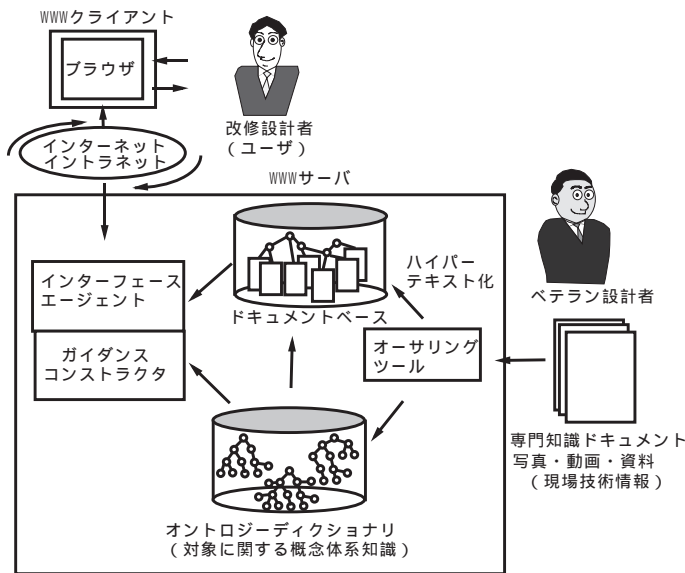


Fig 4: システムの構成

4.2 システムの機能と利用法

ここでは、システムの主要な機能とその利用法について述べる。

初期入力画面 タイトル画面に続いて、初期入力画面が表示される。入力内容は、工事件名、改修設計者の作業情報、流用後の変圧器の騒音仕様などの改修後の情報、流用前の変圧器の帳簿価格などの改修前の情報である。この入力データにより、騒音仕様の見直しや経年劣化によるコスト計算などをシステムが支援することが可能となる。

選択メニュー 操作画面の上部に操作ボタンが配置される。操作ボタンは「検討項目の一覧」、「検討結果の表示」、

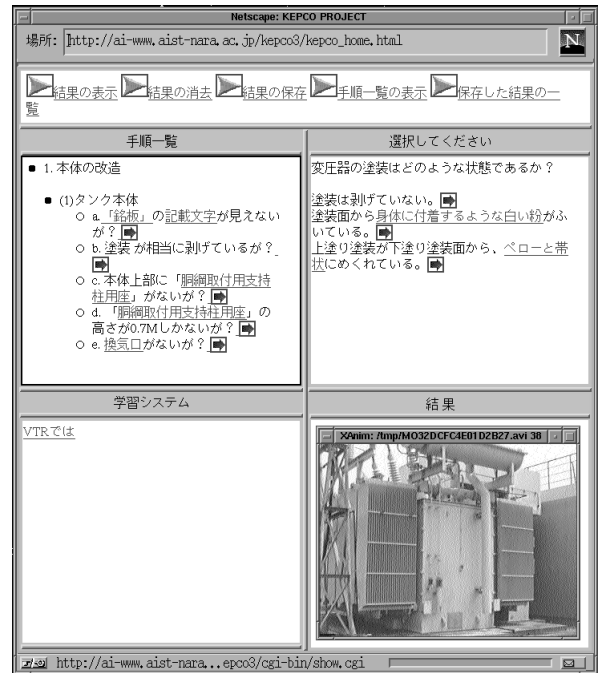


Fig 5: プロトタイプシステム

「検討結果の保存」、「保存結果の一覧」、「検討結果の消去」、「初期入力へ戻る」である。

検討項目の表示 検討すべき項目が表示される。検討項目は、大項目と中項目、大項目のみ、全項目の表示があり、改修設計者が選択できる。また、文書中の専門用語を選択すると説明システムが起動し、画面左下の説明システム画面にメニューが現れる。

改修検討のフロー 選択した改修項目に対応する検討事項項目が画面右上に質問形式で表示される。改修設計者はその質問の最後に改修実地事項が表示される。ここで「上記対策採用」ボタンを押すと、改修実地内容の入力が完了する。

説明システム 説明システム画面のメニューでは、選択された専門用語に対して、用品規格、現場技術ガイド、静止画像(写真)、動画像などの参照情報が項目別に表示される。調べたい項目を選択するとそれに対応する内容が表示される(図5参照)。

検討結果の表示と消去 各改修項目において改修検討のフローで決定した実地内容を表示する。また、選択メニューの「検討結果の消去」のボタンを押せば今まで決定した実地内容が消去される。

検討結果の保存と保存結果の表示 選択メニューの「検討結果の保存」のボタンによって、これまでの検討結果をシステムに記録する。また「保存結果の一覧」のボタンを押せば、保存した日時が表示され、その日時を選択すると、保存した検討結果が表示される。

4.3 プロトタイプに対する評価

オントロジーによる知的検索機能を持つシステムについては、現在、各変電所の技術者による評価を行っている。オントロジーによる知的検索機能を持たないプロトタイプについては、実用において最低限の機能を備えており、現場技術者から「改修設計時に検討項目の見落とし防止になる」などの良い評価を得ている。また、変圧器改修業務以外の他部門の事例への水平展開の要望もあった。

一方で、現場での使い勝手の向上について、次のような改善に関する意見が出された。

(1) 資料や写真などの表示時に、画面のサイズを大きくする機能を追加する

(2) 次にどの画面を見ればよいかをガイドするような機能を追加する

(3) 技術情報の体系化の簡易化・検索の容易化

(1) に関してはシステムの実装の問題であり、解決は比較的容易であると思われる。(2) に関しては、ユーザエージェント、ガイダンスコンストラクタとして、Microsoft Agent を用いたナビゲーションエージェントを実装しており、今後オントロジーと連携したより知的なナビゲーション機能を付加する予定である。(3) に関してはオントロジーによる知的検索機能を持つシステムによる評価中である。

5 関連研究

田中らは、電力システムの技術者教育を目的に、共同作業を通して知識の生成、蓄積、伝承を支援する対話型教育支援システムを提案している [2]。このシステムでは、個人のための教育支援環境に加えてコンピュータを介して離れた人とコンピュータ画面やデータを共有することが可能であり、他者と共同で系統現象を解析したり議論することができる。また検討した事柄や習得した知識を構造化して管理する機能を提供することで、他社や次世代への知識の伝承を支援を試みている。しかし、このシステムでは、システムモデルの作成と数値シミュレーションといったモデル的な限定された知識しか扱っていない。

また、高橋らは、ノイズ対策の熟練技術者によって行われたノイズ対策事例を分類し、具体的なノイズ対策手順を知識ベース化することで、ノイズガイダンスシステムおよびノイズエキスパートシステムを構築している [3]。しかし、このシステムはプロトタイプであり、実際の解決方法を得るためにはより強力な推論プロセスが必要である。また、知識工学の専門家以外の方が自由に知識を追加・変更できないという問題がある。

より実際的な業務システムの例としては、大嶽らの研究がある [4]。このシステムは O A 全般を対象とした汎用システムで、ユーザをオフィスワーカー全体としている。一方、本研究では技術分野に範囲を絞り、ユーザは専門家（たとえ非熟練者であっても）である。また、対象範囲を限定するかわりに強力な業務支援機能を持ったパフォーマ

ンスの高いシステムを目指している。また、前者の研究がイエローページ的な口コミ情報の利用に力点を置いているのに対し、本研究では、電力の運転・保守・補修といった、ボトムアップ的な情報の利用だけで業務の遂行が困難な分野を対象としており、トップダウン的な知識（組織化されよく管理された知識）とボトムアップ的な知識（個人的で自由度の高い知識）の融合を目指している点が特徴である。

6 まとめ

本研究では、ICoB(工学的知識の体系化と共有のための知的ドキュメントベース)の枠組に基づいて、ドキュメントベースによる配電用変電所の変圧器設備改修計画業務を支援システムを提案した。また、作成したプロトタイプのベテラン技術者からの評価から、現場技術情報共有を知的にするためのオントロジーを構築し、その利用法について検討した。

現在、プロトタイプの実用性を現場で評価を行うための、知識の拡充とインターフェイスの改良を行っている。また、知識の組織化の支援や検索のためのオントロジーの実装の実装・評価に取り組んでいる。

7 謝辞

改修設計に関する専門知識を提供およびプロトタイプシステムの評価をしていただいた東光精機の尾田順二氏に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 西田 豊明, 武田 英明: “知識コミュニティプロジェクト (第 4 報) - 統合的知識環境を目指して -”, 第 11 回人工知能学会全国大会論文集, 16-04, 336-339, 1997
- [2] 田中 秀夫, 植田 孝夫, 西田 省吾: “共同作業による知識の創造、蓄積、伝承を支援する対話型教育支援システム”, 電気学会論文雑誌 B, 111 巻, 12 号, 1455-1461, 1995
- [3] 高橋 文博, 渋谷 昇, 伊藤 健一: “事例を用いたノイズ理解と対策支援ツールの開発”, 電気学会論文雑誌 C, 113 巻, 8 号, 591-597, 1995
- [4] 大嶽他: “知識ベースとノウハウベースの連携による知識情報共有システムの実現”, 第 11 回人工知能学会全国大会論文集, 15-01, 310-311, 1997