

業務知識の組織的蓄積を支援するオントロジー

東京電力株式会社 システム企画部
岡部雅夫

2009年3月16日



東京電力

TEPCO

目次

1. はじめに
2. 業務知識の組織的蓄積・活用の必要性
3. 業務の熟練レベルについて
4. オントロジーによる業務知識の組織的蓄積・活用の支援
5. ルール・ベース・システムのねらい
6. 評価と今後の課題



東京電力

2009年3月16日

(無断複製・転載禁止)

2

1. はじめに



はじめに

- 現在、東京電力株式会社では、
慶應義塾大学工学部管理工学科山口研究室
(山口高平先生、吉岡亜紀子研究員、小林圭堂研究員、竹田百合恵研究員)
と共同で、ある水力発電関係の現場事業所において、
オントロジーを活用して業務知識(技術・技能)の組織的蓄積の
実現を目指す研究プロジェクトを進めています。
- 本日はその内容について、発表させていただきます。



2. 業務知識の組織的蓄積・活用の必要性

匠的熟練と知的熟練

■ 製造現場における2つの熟練

● 匠的熟練

- ◆ 旋盤でミクロン単位の精度が出せる等の極めて一部の熟練技能者しか保有していない技術・技能

● 知的熟練(問題発見・解決型熟練)

- ◆ 例えば、組立職場においては、職場内のほとんどの職務をこなせ、品質不具合の原因を究明でき、生産設備の不具合も簡単なものあれば、保全部門の依頼せずにある程度は自分で処理できるような技術・技能

■ 知的熟練の重要性の増大

- 製造現場が高度に自動化・統合化される中で、匠的熟練はデジタル(制御)化により置き換えられつつある一方で、高度に自動化・統合化された生産システムの「思わざる問題」の解決のために統合的知識を獲得した知的熟練の重要性はますます高まっている。

注：● 中馬宏之“もの造り現場における問題発見・解決型熟練—二極分化傾向の背景”，日本労働研究雑誌，2002年特別号(No.510)

- 小池和男，中馬宏之，太田聰一“もの造りの技能”，東洋経済新報社，2001による

水力発電の現場業務における熟練

■水力発電の現場業務

- 大きくは「発電」と「設備保全」
- 特徴
 - ◆1事象所において、ある水系の全ての水力発電所の遠隔無人運転と保全を担っている。
 - ◆1事業所が担う水力発電所は大正期の小規模発電所から最新鋭の大規模揚水発電所まで多種多様。

■「匠的熟練」と「知的熟練」の双方の必要性

- 「匠的熟練」
 - ◆水車の分解点検後の主軸のセンタリング 等
- 「知的熟練」
 - ◆複数の多様な水力発電所を遠隔無人運転すると同時に、各保全作業のための停止手順の作成等、非常に広範な業務を担っている 等



業務知識の組織的蓄積・活用の必要性

■すでに高度な自動化・無人化による少人数体制

- 例えば、同一水系にある多種多様な水力発電所の遠隔無人運転は3名の当直体制で実施。



■広範な業務知識が必要

- 大正時代の小規模発電所から最新鋭の大規模な揚水発電所までの多様な複数の発電設備を扱うため、非常に広範な知識を必要とする。
- さらに、時代と共に、求められる知識は変化する。(設備診断技術の進歩等)



■全ての者に求められる「知的熟練」

- 限られた体制で広範な業務を担うため、全員が様々な局面での幅広い知識を求められる。



■業務知識の組織的蓄積・活用が必要

- 「知的熟練」における属人性の排除し、組織知にする必要性。



本研究プロジェクトの対象業務

■東京電力のある水力発電のある現場事象所における 「停止調整業務」

■業務概要

- 当該事業所が管轄している複数の水力発電所に対し、保全作業のための停止スケジュールを様々な条件を考慮しつつ作成する技術事務業務

■特徴

- 発電業務の一環として実施されるが、「安定供給の確保」のみならず、以下のようなさまざまな条件を考慮する必要があり、発電業務に直接関連した知識にとどまらない幅広い知識を必要とする「知的熟練」の求められる典型的な業務。
 - ◆作業安全の確保、
 - ◆気象上の制約、
 - ◆設備構造上の制約、
 - ◆農漁業・観光等の地域産業との共生 等



3. 業務の熟練レベルについて



業務の熟練レベル

セマンティックWeb
コンファレンス2009

■「知的熟練」を要する技術事務業務に対する熟練レベル

■第1段階・・・初心者の段階

- 未経験の者が、前任者、先輩社員等から直接指導を受けつつOJTにより業務を遂行する段階。

■第2段階・・・「知的熟練」に至る段階

- 業務の遂行に必要な情報を自分で集めるようになり、その収集した情報を経験と共に統合化させていく段階。

■第3段階・・・「知的熟練」の段階

- 「知的熟練」のレベルに達していて、業務の遂行に必要な情報は基本的には保持し、様々な局面に応じて統合的に活用できる段階。



東京電力

2009年3月16日

(無断複製・転載禁止)

11

業務の熟練レベル・補足

セマンティックWeb
コンファレンス2009

■第1段階・・・初心者の段階

- 業務マニュアルの整備が進すすみ、未経験者でも、業務マニュアルを見れば、基本的な業務ステップ・手順は理解できる。
- ただし、各業務ステップにおいて何をどうすれば実施できるのかまでは記述されていない。
- そのため、前任者・先輩社員等から直接指導は不可欠で、属人性は排除できない。

■第2段階・・・「知的熟練」に至る段階

- 「知的熟練」の達成のためには、直接的に必要とされる知識だけでなく、関連する業務知識を含め、いかに巾広かつ深く習得するかが重要。
- さらに、習得した業務知識を統合化し、活用できる素養を身につけることも必要である。

■第3段階・・・「知的熟練」の段階

- 「知的熟練」のレベルに対していても、過去の同種の事例の情報等、改めて参照が必要な情報はあ。
- この改めて参照が必要な情報は、特定できているが、どうすればその情報にアクセスできるのかまでは把握されていないことが多い。



東京電力

2009年3月16日

(無断複製・転載禁止)

12

4. オントロジーによる 業務知識の組織的蓄積・活用の支援

オントロジーの典型的な活用

■ 意味的な検索への活用

■ 例: 情報家電オントロジー (SPIAフォーラム標準)

- 情報家電は様々なメーカーの製品が接続されるという特質ゆえ、特に異なるメーカーの機器の接続に関する情報を効率的に提供する仕組みが求められている。
- 例えば、機器Aと機器Bに関する接続情報が必要な場合、単に、A、Bという語彙レベルの検索ではなく、「AとBが接続されている状態について述べた文書」といった検索を効率的に行える必要がある。
- そのために、そこでオントロジー記述言語であるOWLを用いて「接続を表す語彙およびその記述を標準化」することにより、従来の全文検索よりも確かな意味的検索ができるようにしようとするものである。
- また、「機器A」から、そこに「接続」される「機器B」の情報を的確に取得するといったナビゲーション的な活用も考えられる。

「知的熟練」のための活用

■ 第1段階・・・初心者の段階

- 業務マニュアル上の業務フロー図を電子化し、各業務ステップから業務の遂行に必要な基本的な業務知識へリンクを張る。
- これにより、属人性の排除と第2段階への早期の移行が可能になる。



「知的熟練」のための活用

■ 第2段階・・・「知的熟練」に至る段階

- オントロジーを活用して、基本的な業務知識からより巾広くかつ深い関連知識へのナビゲーションをする。
- 補足：
 - ◆ 情報家電オントロジーにおいて「機器A」から「接続」を通じて「機器B」がナビゲートされるのと同じ理屈である。
 - ◆ ただし、ここでナビゲーションの対象となるのは、「機器A」、「機器B」、「接続」といった通常の語彙に対応する細粒度で概念ではなく、より粗粒度の個々の業務知識である。
 - ◆ 現在試行している停止調整業務では、個々の業務知識は自然言語で100 から200 文字程度の個別の業務ルールに分割、整理されている。ただし、それ以上 分割すると人間にとっては業務的な意味を持たないものになってしまう。
 - ◆ また、個々の業務知識の具体的な理解のために、専門技術用語に対応する概念を体系化した通常の細粒度のオントロジーも重要である。



「知的熟練」のための活用

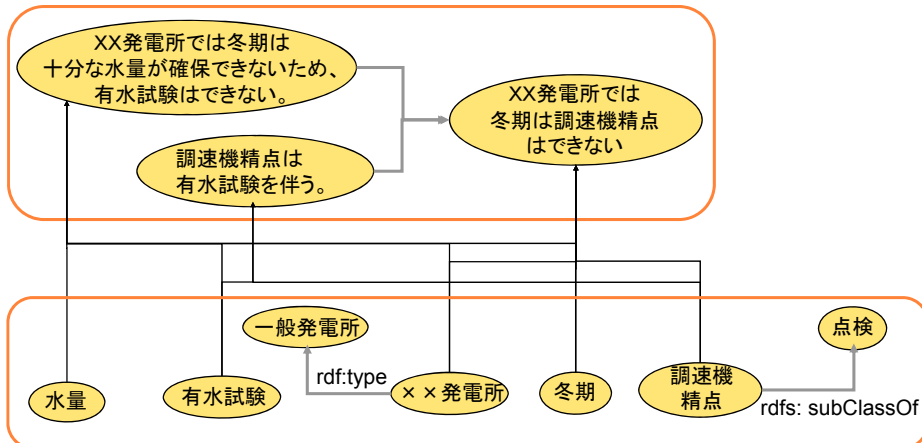
■第3段階・・・「知的熟練」の段階

- 特定はできているが改めて参照が必要な情報に対して、オントロジーを活用した的確な検索をサポートする。
- 補足：
 - ◆ 情報家電オントロジーにおいて「機器A」から「接続」を通じて「機器B」がナビゲートされるのと同じ理屈である。
 - ◆ ここで検索の対象となるのは、「機器A」、「機器B」、「接続」といった専門技術用語を中心とする語彙に対応する細粒度の概念である。
 - ◆ ただし、「知的熟練」を要する業務は、多種多様な水力発電所等の様々な観点からの情報等、量に対して多様性の度合いが格段に高い情報を必要とする。
 - ◆ そのため、業務知識を記述する中で、適度な語彙の統制を支援すると共に、細粒度のオントロジーが整備されるような枠組みが必要になる。
 - ◆ そうすれば、そのオントロジーを活用して、概念の拡大・縮小を行いつつ、概念に対する語彙の揺れを吸収した全文検索により、的確な検索が可能になる。



ルールオントロジーとドメインオントロジー

幅広く深い業務知識をナビゲートするための粗粒度のオントロジー ⇒ ルールオントロジー



個々の業務知識の具体的な理解 および
的確な情報検索をサポートするための細粒度のオントロジー ⇒ ドメインオントロジー



5. ルール・ベース・システムのねらい



オントロジー整備の課題

- オントロジー整備の課題は、通常、その構築・維持コストにある。
- 特に、本プロジェクトにおけるオントロジーは、業務知識という粗粒度のオントロジーを含むため、語彙に対応した概念に対する通常の細粒度のオントロジーよりも安定度は低い。そのため、継続的な維持・成長コストも考慮する必要がある。
- また、これまで属人的であった業務知識を組織的に蓄積・活用できるようにしようとするものであり、そのオントロジーの構築・更新の担い手は、業務遂行者になる。
- 業務遂行者にとっては、オントロジーの構築・維持は、業務の遂行という本来の責務に付加される新たな負荷になる。
 - 特に、その中心となるべき知的熟練者にとっては、オントロジー整備のメリットは必ずしも大きくない。(第3段階のサポートを除く)



ルール・ベース・システムのねらい(1)

- そこで、本研究プロジェクトでは、業務遂行者への直接的なメリットとして、停止スケジュール案を自動作成機能を提供している。
 - 具体的には、「停止調整業務」の業務知識のうち、停止スケジュールの作成に直接的に使用される浅いルールをスケジューリング・エンジンで実行可能なif-then形式に変換し、停止スケジュール案を自動作成する。
- これは、この直接的なメリットを、業務遂行者による粗粒度のオントロジーの持続的成長に対する一つの動機にしようとするものである。



ルール・ベース・システムのねらい(2)

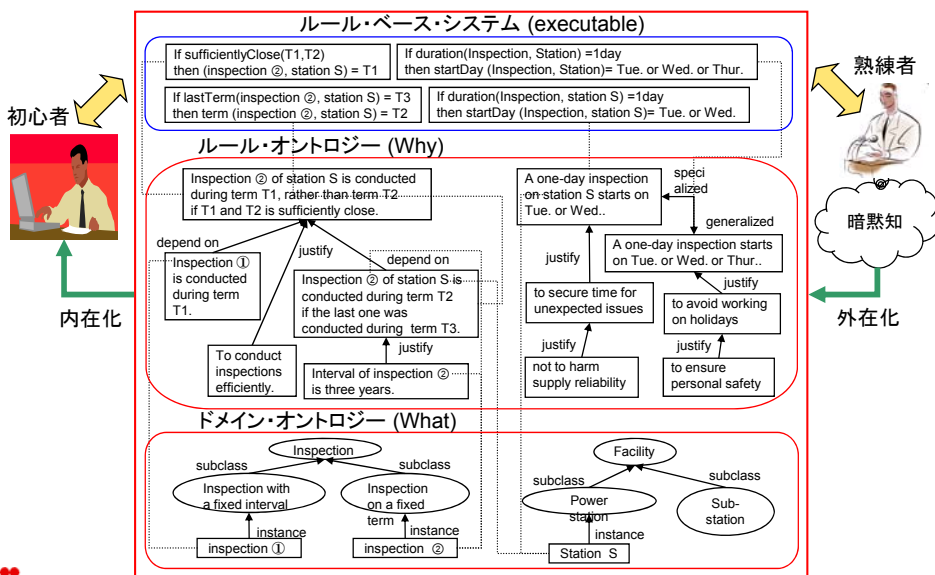
- このスケジュール案の自動作成機能は、単に業務の自動化という直接的なメリットを生むだけではなく、様々な業務ルールの適用順位・優先度等、知的熟練者によるスケジューリング作成の標準的な手順を模擬している。
- 第2段階にある者が、オントロジーから得た業務知識により自ら作成したスケジュールとルール・ベース・システムが自動作成したスケジュール案を対比し、試行錯誤することにより、業務知識を効率的に内在化できる。



6. GEN*のデモ

* General KnowlEdge Navigator

GENの全体像



6. 評価と今後の課題



評価(短期的)

- 熟練者による業務知識のオントロジーへ外在化は、概ね順調。
 - ただし、研究プロジェクト・メンバーのガイダンスが前提。
- ルール・ベース・システムは、熟練者から高い評価。

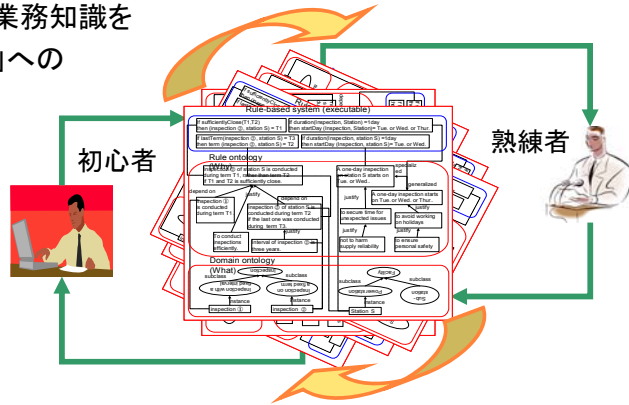
- オントロジーおよびルール・ベース・システムは、初心者の業務知識の効率的な内在化に効果が認められた。

- ただし、オントロジーおよびルール・ベース・システムが、研究プロジェクト・メンバー抜きに長期的に維持・成長していけるかどうかは、不透明。



今度の課題

- エンド・ユーザ(熟練者、初心者)によりオントロジーおよびルール・ベース・システムが長期的に維持・成長していけることの検証。
- エンド・ユーザ(熟練者、初心者)が協調的に組織的に業務知識を蓄積していける「場」へのGENの拡張。



■ ご静聴、有り難うございました。

- ご意見等、以下まで、お送り頂ければ幸いです。

okabe.masao<at>tepcoco.jp

