

317 オントロジーに基づく機械設計における形式知と暗黙知の共有

Sharing of Explicit Knowledge and Tacit Knowledge for Mechanical Design Based on Ontology

○正 周 俊 (埼玉大・工)

正 綿貫 啓一 (埼玉大・工)

Jun ZHOU, Saitama University, 255 Shimo-okubo, Sakura-ku, Saitama-shi, Saitama 338-8570

Keiichi WATANUKI, Saitama University

1. 緒 言

近年、日本の製造業においては国際化が進み、さらには技術者、技能者の高齢化などに伴い、技術・技能の伝承についての取り組みがなされてきており、人材育成が重要な課題の一つになっている。また、インターネットなど情報技術の進展により、多くの企業はインターネットのメリットを活用し、より高効率かつ低コストで行える人材育成の試みがなされてきている。

このため、機械設計教育はウェブ上での情報の共有化およびエージェント自動処理による効率化が求められている。ウェブ上での知識共有においては、オントロジー技術が注目されている。オントロジーの本質は、対象世界から基本概念を切り出し、概念の関係を体系的、かつ、一般性を持つように整理し、コンピュータで理解が可能な形式にまとめたものという意味で用いている⁽¹⁾。次世代ウェブはオントロジーの構築によって情報の共有から知識の共有へとさらに進化させることができる⁽²⁾。

そこで本研究では、機械設計知識におけるメタデータを抽出し、オントロジーによりメタデータを体系化する。一方、暗黙知を表出化するため、暗黙知に関連するメタデータを定義する。Web上でマシンリーダブルな情報とするため、オントロジー言語により、メタデータの関係を記述する。これにより、機械設計における形式知と暗黙知の共有を図られ、より効率的な技術・技能伝承が可能となる。

2. 形式知と暗黙知

機械設計に関する技術・技能伝承には、熟練者の持つ知識を明示的な表現し、共有化することが重要である。熟練者の持つ知識には形式知と暗黙知がある。形式知とは文章・図表などの形式言語で表すことができる知識、客観的で一般的な法則に基づく知識である。暗黙知とは言語・文章などで明示的に表しにくい知識、主観的で個人的な経験・体験に基づく知識である。

従来の工学教育では主要な部分は講義や書籍等により普遍的な知識を獲得する。しかし、個別の設計問題における設計要求や設計条件はそれぞれに異なるので、個別の設計問題の解決には熟練者の経験や勘に関する知識が必要である。普遍的な知識と個別の状況に適合させて組み上げた知識が設計を行うことは重要である。ここで、普遍的な知識は形式知に所属され、個別の問題解決に必要な知識は暗黙知と考えられる。

3. オントロジーに基づく機械設計知識の体系化

技術・技能伝承の手法としては、機械設計に関する形式知と暗黙知両方を明示的に表現できる知識(メタデータ)を抽出し、体系化する。これにより、知識体系化の基盤上で技術・技能伝承が可能となる。

設計行為は様々であるが、設計ルールは原理、方法共通である。本研究ではオントロジーに基づく機械設計知識の体系化は原理オントロジーと方法オントロジーにより構築する。ここで、原理とは機械設計に関する基本理論、法則および用語定義に関する知識であり、方法とは設計項目と実施順序に

関する知識である。一方、機械設計は製造の方法、条件、および生産の順序など幅広いの生産知識を用いて、具体的な問題を解決するために、原理の評価基準や方法の制約条件が必要である。このため、評価基準と制約条件に関する知識を抽出する必要がある。

図1に示すように、原理オントロジーは原理とその評価基準の階層構造を持ち、各概念の間は部分関係(part-of)また制約関係(restrict-to)で結ばれるものとする。

方法オントロジーは各概念の間に部分関係(part-of)また制約関係(restrict-to)で構築される。さらに原理オントロジーの概念と方法オントロジーの概念の間は参照関係(refer-of)で結ぶことにより、知識を明示的に表現することが可能である。

実際の設計・製造には、具体的な評価基準と制約条件があり、この中に熟練技能者の経験やノウハウが数多く含まれている。図2は知識を体系化する場合、原理の評価基準と方法の制約条件の中に形式知と暗黙知両方を明示的に表現する必要があることを示す。

4. 暗黙知から形式知に表出化

体系化された暗黙知を共有化するため、暗黙知を表出化の必要がある。経験や五感から得られる直接的知識は暗黙知の特性の一つである。ナレッジマネジメント中のSECIモデル³⁾の知識変換プロセスにより、各個人に内在している暗黙知をできるだけ言語で表現することで集団で暗黙知を共有・結合し新たな知識を獲得することは表出化である。このため、各現物により各技能者を持つ経験を表出し、五感により暗黙知を獲得する手段が重要である。

経験は特定個人の身に付いている「もの」をつくる能力や知識である。経験を表出化するため、その能力と知識を整理、客観化し、誰もが共通に使える方法、手順および具体的な手

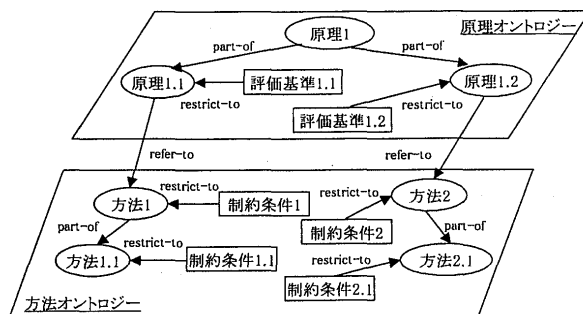


Fig.1 オントロジーによる機械設計知識の体系化

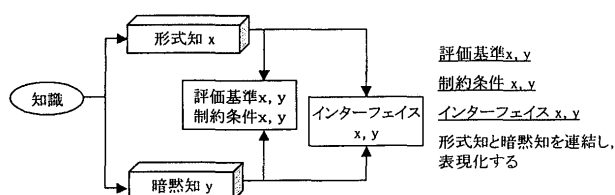


Fig.2 体系化された知識による形式知と暗黙知の解明

続きに置き換えることができる。図3は経験を表出化する過程と経験に関する属性を示す。

ネットワーク環境の情報技術の発展により、マルチメディアを利用し、五感を通じて、暗黙知の獲得はますます可能である。たとえば、暗黙知の表現手段は3次元CAD、音声、映像、インターネットを介したカメラ、VR空間、力覚呈示とインターネット対話などがある。機械設計過程に、生産過程の再現、設計不合理の原因を探されるには有効な方法である。これにより、機械設計教育において暗黙知を把握するのに重要だと思われる現場に近い体験をすることができる。

5. 鑄造方案設計における形式知と暗黙知の表現

鑄造については、鑄造方案の立て方には大きな自由度があり、それによって鑄造結果も大きく左右される。熟練技術者の長年の経験が鑄造方案には不可欠である。図4の左側は鑄物部品図である。部品図から鑄造方案を設計する前、鑄造原理、用途、種類および特徴の形式知が必要である。次に、鑄造方案を立てる。以下は図4部品に基づく鑄造方案作成にあたっての方法、形式知で表現できる普遍的な知識である。

1. 重要面、機械加工基準面を確定し、堰や押湯を重要面や加工基準面に付けない。
2. 薄肉面のチルを防止するため、高温注湯、捨肉をつけ、溶湯の止まり部をなくす方法がある。
3. 湯道、堰、押湯、冷やし金について、計算により最適な形状、寸法、位置、数量等の条件設定方法がある。
4. 模型製作において、鑄造上型・下型の決定、見切り面や割面、模型の材質、種類等の設定の基本方法がある。

しかしながら、鑄造では仕様どおりの寸法の製品をつくるためには、金属の縮みを考慮した模型の製作、金属の種類、形状、大きさ、生産数等によって、仕上がりが異なる。そのため技能者は全ての工程の特性を理解し、考慮すべき要素が多くて、技能者の経験とカンが必要となる。図4の部品の鑄造方案を設計するとき、各技能者の経験により方案設計が違ふ、大体図4の右表の具体的手続きにより考える。

6. オントロジーによる機械設計の形式知と暗黙知の共有

本研究で提案したオントロジーは、オントロジー言語で記述し、ウェブ上の知識の意味的な解釈が可能になる。ユーザが必要な暗黙知を適切に提供することで、効率的な経験、技能を獲得する⁽⁴⁾。

オントロジー表現言語RDFSを用いて、定義されたオントロジーによりウェブ上で分散している形式知、暗黙知メタデータの意味の相互運用と共有、再利用が可能になる。ここ

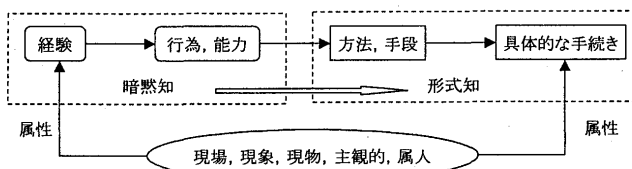
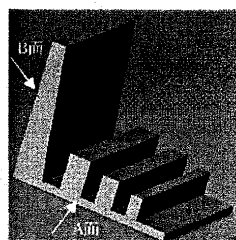


Fig.3 経験により暗黙知から形式知の表出



評価基準	制約条件	経験(暗黙知)から具体的な手続き
A, B面の 変形評価	A面薄肉 B面厚肉	基準面をどう選択するか 湯口・湯道・堰をどう配置するか 上, 下型面をどう決定するか 薄肉面の変形の防止方法 厚肉面の変形の防止方法 冷し金の位置をどう設定するか 製品欠陥発生の事前予測

Fig.4 鑄物部品における経験の明示化の手続き

で、RDFSはXMLの構文に従って、ウェブ上のリソースに関するメタデータ間の階層および相互関係を記述することができる言語である。

図5は機械設計教育におけるオントロジー応用システムの実例である。これから図5中のa, b, cの枠から説明する。

a. 学習者はインターネットを利用し、知識を検索する。

b. 知識はまずオントロジーサーバを通じて拡張され、インターネットエンジンを利用し、メタデータが含まれる大量なHTML/XMLウェブページが検索される。この中はオントロジーによりRDFS文書が書かれているウェブページが含まれている。さらに、オントロジーにより、入力された知識によって、RDFS文書は優先上位を決める。その結果として、効率的な検索結果が得られる。

c. 事例としてはインターネット環境の映像による鑄物製品設計を学習する支援システムである。この事例の中に部品を鑄造する暗黙知を表す映像と内容の学習を同期して再生することができる。知識の検索により、鑄物の造型作業から暗黙知を抽出する。たとえば、図4の部品は技能者の経験により、A面は基準面として鑄造した鑄物の湯口、湯道、堰など具体的な設計方法を再現される。さらに、鑄造品設計するときは鑄造方案や鑄造性質を十分に考慮しないと、欠陥品となりやすいので、映像により鑄造過程のつき固め、塗型、型合わせなど重要な過程の暗黙知やポイントを効果的に学習することができる。

7. 結 言

本研究では、技術・技能伝承が機械設計教育に重要であるという認識から、機械設計の形式知と暗黙知に関するメタデータを定義し、オントロジーに基づく機械設計における知識の体系化について提案した。これにより、技能学習コンテンツを作成した際、技能中の暗黙知を抽出することが可能であり、機械設計学習コンテンツの構築は技術・技能教育に有益であると考えられる。

参考文献

- (1) 溝口理一郎：知的科学 オントロジー工学，オーム社，(2005)，280。
- (2) 情報処理相互運用技術協会：セマンティック Web 入門，オーム社，(2004)，242。
- (3) 野中郁次郎，竹内弘高，梅本勝博：知識創造企業，東洋経済新報社，(1996)，401。
- (4) 周俊，綿貫啓一：オントロジーを利用した機械設計知識の共有に関する研究，日本機械学会 2005 年度年次大会講演論文集 (IV)，No.05-1，(2005)，253。

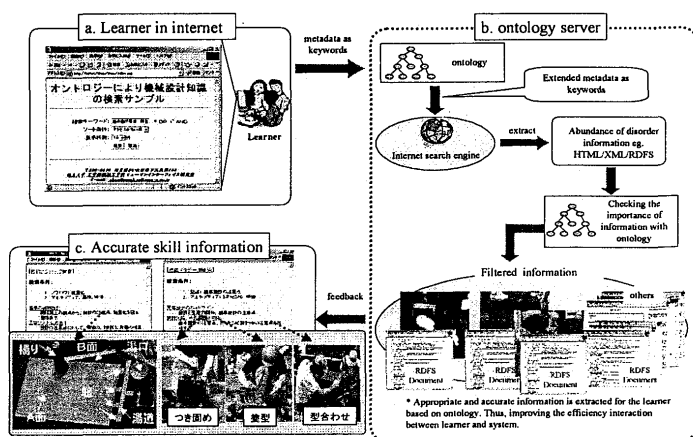


Fig.5 形式知と暗黙知を学習するシステムの構築