



Title	機能・性質概念理論に基づく材料設計支援システムの開発
Author(s)	垂見, 晋也
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/58318
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文審査の結果の要旨

現在、材料分野ではナノテクノロジー技術によって「特定の機能を向上させた材料や複数の機能を持った材料を製造する」ことを目的とした研究が盛んに行われている。このような材料設計の際には、目的とする材料の機能や注目する属性、機能を実現するための製造プロセスなど、様々なことが同時に検討され、その組合せは膨大な数になる。しかも各検討事項は密接に関連しているため材料設計は非常に複雑なものとなっており、このような材料設計における検討事項の組合せを、計算機を用いて効率的に選択肢を絞り込むことができれば、材料開発の効率化に繋がり、新材料の開発に貢献することが期待される。このような背景の下、本論文では、オントロジー工学に基づき材料の機能や製造プロセスに関する知識を統合的に記述する枠組みと、性質に関する定義・分類に基づく性質概念階層を構築すると共に、材料の概念設計を支援するシステムを開発している。得られた主な成果を要約すると次の通りである。

(1) 従来、暗黙的となっていた材料が持つ属性間の関連性、材料機能と製造プロセスの関連性といった知識を、機能的知識共有組みに属性を導入し、さらに機能と製造プロセスのオントロジー工学的考察を基盤とした共通性に注目した拡張を行うことによって、これらの関連性を明示化し統合的に記述する枠組みである「機能・製造プロセス知識統合的記述枠組み」を提案している。

(2) 従来、材料分野では「機能」という言葉が指す意味の曖昧さが、材料機能に関する知識の共有・再利用を妨げる一因となっていたが、性質概念に関する定義・分類によって材料分野における機能と性質の概念の違いを明確にし、これらの関係性を明確にするオントロジーを開発している。

(3) 上記の考察過程によって構築された性質概念オントロジーは、既存の上位オントロジーの性質記述形式単独ではサポートできなかった多様な性質記述に関する表現を可能にし、さらにこれらの上位オントロジーで記述された性質記述の内容の意味的相互運用性を担保するために必要な概念を提供している。

(4) 以上の成果に基づいて、ナノテック材料設計支援システムを設計・実装している。また、専門家が実際に行った二つの材料設計例を題材として、複数の被験者を用いてこのシステムを用いた再現可能性を確かめる実験を行うことによって、システムの設計支援能力を検証し、有用性を示している。

以上のように、本論文は、材料開発において専門家が重要視する内容を含む機能と製造プロセスに関する知識を一貫して記述する知識記述枠組みと、多様な性質表現を可能にしつつ意味的相互運用性を担保する性質概念階層を開発し、これらに基づくナノテック材料の概念設計を支援するシステムを開発しており、得られた成果は材料分野における知識の共有・再利用のみならず、オントロジー工学ならびに知識工学に貢献するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。

論文内容の要旨

本論文は、筆者が大阪大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻博士後期課程在籍中に行った、機能・性質概念理論に基づく材料設計支援システムの開発についてまとめたものであり、6章より構成した。

第1章では、本研究の目的及び工学上の意義について述べた。

第2章では、本研究で開発した材料設計支援システムの基盤となる、オントロジーとそれに基づく機能的知識共有枠組みについて述べた。特に機能達成方式知識、それらに基づいて記述される、人工物の機能発揮プロセスに関するモデルである機能分解木について概要を述べた。そして、機能分解木を用いた概念設計について概要を述べた。

第3章では、第2章で述べた従来の記述枠組みを材料設計支援に向けて拡張した「機能・製造プロセス知識統合的記述枠組み」について述べた。本枠組みは材料分野の専門家へのインタビューを通して得られた知見に基づき、材料設計を行う際に注目され、かつ、従来の枠組みでは対応できなかった、属性とそれらの依存関係や材料の機能と製造プロセスの統合的記述の拡張を行った。また、本枠組みの材料設計知識記述能力の検証を行った。

第4章では、材料分野で用いられている「機能」という言葉が指す概念の混同について概説し、これらの概念の混同を解消するために、混同されている概念の1つである材料の性質について、既存上位オントロジーの性質記述形式の相互互換性を実現するために必要な概念の定義・分類し、性質概念階層を構築した。また、性質概念の定義・分類の議論を通して材料の機能と性質概念の関係性を明示化した。さらに、構築した性質概念階層に基づき、材料分野の専門家が構築した「材料機能に関する概念階層」の洗練・拡張を行い、得られた概念階層を用いた応用システムについて検討し、洗練・拡張された概念階層の有用性について議論した。

第5章では、第3章で開発した「機能・製造プロセス知識統合的記述枠組み」に基づいて材料機能・製造プロセス設計を概念レベルで支援する、「材料設計支援システム」の開発を行った。また、本システムの設計支援能力の検証を、実在する材料の機能構造のなぞり設計による実験を通して行った。さらに、本システムの混交の展望として、研究室規模での運用への展望や、セマンティックWebアプリケーションへの展開について述べた。

第6章では、本研究で得られた主な成果をまとめ、今後の展望を述べた。