

Bringing Sustainability to Product Lifecycle Management : a Semantic Approach

その他（別言語等）のタイトル	製品ライフサイクルマネジメントへの持続可能性の導入：意味論的アプローチ
著者	Milton Borsato
学位名	博士（工学）
学位の種別	論文博士
報告番号	乙第81号
学位授与年月日	2016-03-23
URL	http://hdl.handle.net/10258/00008934

氏名	みゆーとん ぼるさーと Milton Borsato
学位論文題目	Bringing Sustainability to Product Lifecycle Management: a Semantic Approach (製品ライフサイクルマネジメントへの持続可能性の導入：意味論的アプローチ)
論文審査委員	主査 教授 寺本孝司 教授 清水一道 准教授 須藤秀紹 准教授 岡田吉史

論文内容の要旨

近年、国際的な製造企業は製造能力と持続可能性の両者を向上させるという課題に直面している。特に、国際的な規制の強化が進むうえ、企業価値を高めるための独自の取り組みが重要視されてきていることから、環境への配慮を重視した生産活動が注目されている。しかしながら、現在の生産活動とこれから重視すべきであると考えられている持続可能性に関する試みを調和させて実施することには多くの困難が残されている。現在、企業全体を統合して企業活動を効率化するという統合された企業（Integrated Enterprise: IE）という概念が注目されている。この視点から生産システムの効率化を考えると、現在の設計生産活動においても製品のライフサイクルに関与する各ステージにおいて多く用いられている図面やテキスト文書といった技術情報媒体では実現できない、計算機可読性のある技術情報の意味表現を実現することが求められている。統合された企業（IE）の概念を実現する方法として、企業を取り巻く諸環境においてモデルを広範かつ徹底的に利用することが考えられる。企業全体のモデルを表現する方法としては形式オントロジー（formal ontology）とよばれる意味表現技術を利用する方法がある。明瞭に定義された意味を用いることで、異なる形式化のレベルで属性や関係を定義することが可能になるので、オントロジーを利用することで、ビジネスモデルの構造を適切に表現することが可能となる。本研究の目的は、製品ライフサイクルを支援可能なオントロジー

をもとに表現された知識について検証することである。ここで対象とする知識は、持続可能性に関係する概念と意味的に結合された製品および生産プロセスデータを統合したものとなる。そして、この知識を用いることで、統合された企業（IE）実現のために重要となる情報システム間の完全な相互運用性を実現することが可能となる。この目的のために、製品ライフサイクルを構成する様々な業務領域における知識を反映したオントロジーを構築した。そして、持続可能性に関連した概念を従来の製品ライフサイクル管理の概念と結合することで製品のライフサイクル管理に持続可能性の視点を導入できるようにした。最後に、オントロジーをもとに製品データと製造データを連携して用いることで、部品の製造におけるエネルギー効率の計算が可能となることを示した。

ABSTRACT

The global manufacturing industry has faced continuing challenges over recent years to improve manufacturing performance and sustainability. Markets, as well as regulations and self-consciousness, have driven enterprise-wide initiatives that favour environment-friendly activities. Yet, the challenge to harmonize current manufacturing practices with on-going sustainability efforts remains. In order to be effective, manufacturing systems, in the context of the Integrated Enterprise (IE), require semantic representations of engineering information that are machine-readable, as opposed to the tradition of engineering drawings and textual documents still dominant throughout a product's lifecycle. One way for implementing the concept of IE is through intensive and extensive application of models in the corporate environment. An alternative way of representing enterprise models is through the use of formal ontologies. Ontologies are rather adequate structures for the representation of business models because through their well-defined semantics they are able to define attributes and relationships with differing levels of formality. The present research aims to demonstrate that ontologies represent knowledge in product lifecycle operations, integrate sustainability-related concepts and semantically connect product and manufacturing process data, to ultimately promote interoperability between information systems in the context of the Integrated Enterprise. For that purpose, an ontology that captures knowledge of the various domains that compose the product lifecycle context was built. Next, PLM concepts were extended and connected to

sustainability-related concepts, and finally, energy efficiency calculations are made possible upon product and process data gathered in the form of instantiated ontology.

論文審査結果の要旨

近年、国際的な製造企業は製造能力と持続可能性の両者を向上させるという課題に直面している。特に、国際的な規制の強化が進むうえ、企業価値を高めるための独自の取り組みが重要視されてきていることから、環境への配慮を重視した生産活動が注目されている。しかしながら、現在の生産活動とこれから重視すべきであると考えられている持続可能性に関する試みを調和させて実施することには多くの困難が残されている。現在、企業全体を統合して企業活動を効率化するという統合された企業（Integrated Enterprise: IE）という概念が注目されている。この視点から生産システムの効率化を考えると、現在の設計生産活動においても製品のライフサイクルに関与する各ステージにおいて多く用いられている図面やテキスト文書といった技術情報媒体では実現できない、計算機可読性のある技術情報の意味表現を実現することが求められている。統合された企業（IE）の概念を実現する方法として、企業を取り巻く諸環境においてモデルを広範かつ徹底的に利用することが考えられる。企業全体のモデルを表現する方法としては形式オントロジー（formal ontology）とよばれる意味表現技術を利用する方法がある。明瞭に定義された意味を用いることで、異なる形式化のレベルで属性や関係を定義することが可能になるので、オントロジーを利用することで、ビジネスモデルの構造を適切に表現することが可能となる。

本論文では、製品ライフサイクルの管理を支援可能なオントロジーをもとに表現された知識について検証を行っている。ここで対象とする知識は、持続可能性に関係する概念と意味的に結合された製品および生産プロセスデータを統合したものとなる。そして、この知識を用いることで、統合された企業（IE）実現のために重要となる情報システム間の完全な相互運用性を実現することが可能となる。この目的のために、製品ライフサイクルを構成する様々な業務領域における知識を反映したオントロジーを構築し、異なる業務領域における情報の抽出が可能であることを示した。そして、オントロジー技術により製品ライフサイクル管理の概念を、持続可能性に関連した概念と結合することが実現できることを示した。最後に、オントロジーをもとに製品データと製造データを連携して用いることで、部品の製造におけるエネルギー効率の計算が可能となることを示した。

以上、本研究で得られた成果は、製品ライフサイクルを支援可能なオントロジー構築に関する基盤を提供するものであり、生産活動における情報システム構築に寄与するところが大きいといえる。よって、本論文著者は博士（工学）の学位を授与される資格があるものと認める。