

法規制チェック機能付き環境 CSR 対応生産情報管理システムの開発

学生 ○清水 貴文 (北海道大学) 正 金井 理 (北海道大学) 正 岸浪 建史 (北海道大学)
 正 一戸 誠之 (日立製作所) 正 大橋 敏二郎 (日立製作所) 正 中川 泰夫 (日立製作所)

要旨

本研究では、これまでに化学プロセス系製品向けに従来の BOM(Bill of Materials)に代わるプロセス・プロダクトモデルを開発し、それを管理することで環境 CSR に対応可能な生産情報管理システムを開発した。今回このシステムに対しさまざまな法規制への適合性をチェックする機能を構築することとしたが、その際には法規制の変更や追加に対しシステムの作り替えが軽微で済むことが重要である。そこでそれを実現する汎用的な法規モデルを提案し、そのモデルを用いて表現される含有化学物質に関する法規制チェックのための化学物質集計機能について検討する。

1. はじめに

近年、企業の CSR(Corporate Social Responsibility: 企業の社会的責任) に対する関心が高まるとともに、製品やその製造活動が環境に与える影響に関する情報の公開(環境 CSR)を要求する様々な法規制が国際的に拡大している。このような法規制は、製品への特定の化学物質の含有を禁止する EU の RoHS(Restriction of the use of Hazardous Substances)指令などがあるが、各国ごとに制定、施行され、今後増加していくと考えられる。

そうした中、企業では最終製品に含有される化学物質や、製品の製造過程における中間生成物、副生成物、投入エネルギー等を管理し、必要に応じてそれらの情報をトレースし、集計して製品に適用される法規制を満たすか否かを検証する機能を持つ情報管理システムが必要になってきている。このような法規チェック機能を構築するとき、法規制は施行規則により変更・追加がなされたり、新たな条項が追加されたりすることが考えられるが、そのたびのシステムの作り替えは軽微で済むことが重要である。

そこで本研究では、法規制の変更や追加に対しシステムの作り替えが不要となるような汎用的な法規モデルを備えるとともにバッチ生産で製造される製品に含有される化学物質などの情報を集計し、その内容をこの法規モデルで表現された様々な法規制と比較・評価する機能を持つ生産情報管理システムを開発する。

2. これまでに開発した情報管理システム

本研究では、国際標準規格 S88⁽¹⁾と S95⁽²⁾の参照モデルを拡張し化学プロセス系製品を図1に示すように、プロセス要素とそれに入出力される原料、中間生成物、副生成物、エネルギー、装置、作業員によりモデル化した。そして、そのモデルを Marcos⁽³⁾らの体系的変換方法により ORDB(Object-Relational Database)用の論理スキーマに変換し、ORDBMS(Object-Relational Database Management System)により、変換した論理スキーマを実装し、検索機能として正展開(製品ロット#から材料ロット#を特定)と逆展開(材料ロット#から製品ロット#を特定)機能をもつ生産情報管理システムを開発した⁽⁴⁾。

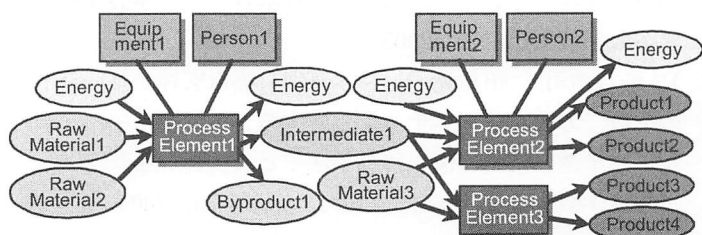


図1. 化学プロセス系製品を表す模式的なプロセス・プロダクトモデル

3. 法規チェック機能

本研究で提案する法規チェック機能の処理の流れを図2に示す。はじめに RoHS 指令等、各個別の法規情報を汎用法規モデルの形式で登録しておく(A1)、法規チェックを行う製品のロット番号を入力し、汎用法規モデルで表現される様々な法規から適用される法規を特定する(A2)。次に、製品に含有される化学物質質量を集計し、それらと適用法規で規制される化学物質含有率の規制値を比較・評価する(A3)。そして最後に、その比較・評価に対しアラート表示やレポート作成などのアクションを実行する(A4)。

ここで、今回開発する法規チェック機能の大きな特徴は、本研究で使用されるこれまでに開発したプロセス・プロダクトモデルには含有する化学物質だけでなく、製造過程における中間生成物、副生成物、エネルギーなどの情報も記録されるため、従来の生産情報管理システムが対象としていた製品含有化学物質に関する法規だけでなく、副生成物、エネルギーなど製造過程に関する法規(例えば EuP 指令など)を対象としたチェックも可能になることである。

以下に、この法規チェック機能を実現するうえで重要となる汎用法規モデルと化学物質集計機能について述べ、最後にある製品のプロセス・プロダクトモデルデータを入力し、化学物質集計機能を検証する。

3.1 汎用法規モデル

汎用法規モデルは、先に述べたように法規の変更・追加に対し、法規チェック機能の作り替えが必要とならないよう、特定の法規に依存しないモデルである必要がある。ここで、法規とは EU の RoHS 指令など製品に含有される化学物質に関する法規や、大気中への化学物質の排出を規制する大気汚染防止法などの製品の製造活動に関する法規など多岐にわたるが、本研究では最初の段階として製品に含有される化学物質に関する法規を対象とする。

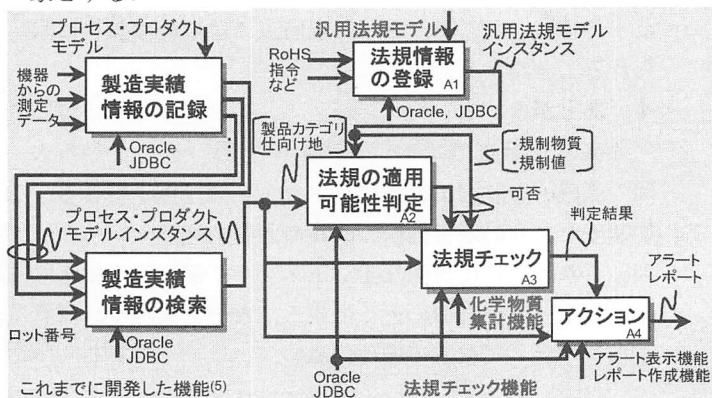


図2. 法規チェック機能の処理の流れ

提案する汎用法規モデルと RoHS 指令を例としたオブジェクト図の一部を図3に示す。この法規モデルは6つのクラスから成る。以下に各クラスについて述べる。

- 1) 法規：法規が適用される国や適用の対象となる製品カテゴリなどの、法規の基本的な情報を持つクラス。
- 2) 評価：法規が要求する製品・材料・化学物質の集計方法を表すクラス。
- 3) 部位解釈：空間的に隣接している複数材料のどの範囲までを化学物質含有率の算出基準となる同一部位とするかを定めたルール（例えば、製品表面のメッキ層とその上の皮膜層は同一部位とする）を表すクラス
- 4) 規制物質：規制の対象となる材料もしくは化学物質の区分を表すクラス。
- 5) 材料：規制の対象となる材料を表すクラス。
- 6) 化学物質：規制の対象となる化学物質を表すクラス。
- 7) プロパティ：化学物質のしきい値を持つクラス。

本モデルの特徴は、プロセス・プロダクトモデルのプロセス要素を利用して部位解釈を行うことにより、従来の BOM 形式のプロダクトモデルよりも多義的な部位解釈が可能なことである。

3. 2 化学物質集計機能

3. 2. 1 材料定義クラスの拡張

近年、JGPSSI や EIA などの共同作業により電気・電子機器製品の含有化学物質情報開示に関する国際的なガイドライン JIG(Joint Industry Guide)⁽⁵⁾が発行された。

そこで、本研究ではプロセス・プロダクトモデルと汎用法規モデルで用いる材料（原料 or 中間生成物 or 副生成物）と化学物質の定義を、この世界3極で共通化されたガイドラインの材料と化学物質の定義に従わせることが、本システムの実用上適当であると考え、材料定義クラスを拡張した。JIGによると、「材料」とは2つ以上の化学物質から成り、「化学物質」とは化学元素および化学元素の化合物であると定義される。拡張した材料定義クラスと FRP(Fiber Reinforced Plastic)を例としたインスタンス例を図4に示す。Material Definition クラスは「材料」を表すクラスで、Chemical Substance クラスは「化学物質」を表すクラスである。Material Content クラスと Chemical Substance Content クラスはそれぞれ、ある材料に含まれる別の材料と化学物質の組成を表す。このように材料定義クラスを拡張することにより、全ての材

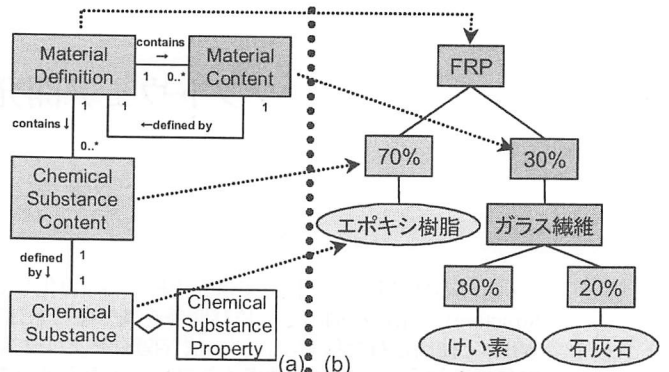


図4. 拡張した材料定義クラス(UMLクラス図(a))とインスタンス例(FRP(b))

部位名	含有化学物質				
	材料名	CASNO	化学物質名	含有量	含有率
塗工部	材料A	9003-53-6	ポリスチレン	107.29 kg	585947 ppm
	材料B	7440-36-0	アンチモン	1.12 kg	6067 ppm
	材料C	7440-41-7	ベリリウム	1.21 kg	6591 ppm
	材料D	13327-32-7	水酸化ベリリウム	1.3 kg	7086 ppm
	材料E	930-103-42	トリクロロベンゼン	3.93 kg	21437 ppm
	材料F	85-00-7	ジクロロジプロミド	1.05 kg	5725 ppm
	材料G	308-00-2	アルドリノ	10.09 kg	55088 ppm
	材料H	60-57-1	チルドリン	7.37 kg	40242 ppm
	材料I	52583-42-3	液体酸化剤	5.56 kg	30345 ppm
	材料J	7782-50-5	液体塩素	9.18 kg	50140 ppm
	材料K	608-71-9	ペンタプロモフェノール	1.05 kg	5750 ppm
	材料L	74-82-8	液体メタンガス	3.89 kg	21241 ppm

図5. ある製品に含有される化学物質の集計結果（一部）

料は化学物質の集合として表現できる。

3. 2. 2 化学物質の集計方法

RoHS 指令では、複数の材料が組み合わさって構成される部位単位に化学物質含有率のしきい値を決めている。従って、化学物質集計においては、まず、本システムの正展開機能を用いて求められた製品内の各材料の化学物質量を、適用される各法規の定める部位解釈ルールに従って集計し、製品の部位ごとに含有される化学物質の一覧と、その含有量と含有率を求めた。図5にある製品の特定の部位に含有される化学物質の集計結果の一部を示す。

4. 今後の計画

本報では、法規制の変更や追加に対しシステムの作り替えが不要である汎用的な法規モデルを提案し、この法規モデルで表現された様々な法規制により規制される化学物質とこれまでに開発したプロセス・プロダクトモデルインスタンスに含有される化学物質と比較・評価するための材料定義クラスの表現方法、およびそこで使用する化学物質の集計方法について示した。

今後は、含有化学物質に関する法規だけではなく、施行が見込まれている EU の EuP(Energy using Products)指令など製造活動に関する法規にも対応できるように法規モデルとチェック機能を拡張する。

[参考文献]

- (1) IEC-61512-1,2,3, "Batch Control, Part I, II, III"
- (2) ISO/IEC 62264-1,2 "Enterprise-Control System Integration Part I, II"
- (3) Esperanza Marcos, Belen Vela, Jose Maria Cavero "A Methodological Approach for Object-Relational Database Design using UML", Softw Syst Model pp.59-72, 2003
- (4) 清水 貴文, 金井 理, 岸浪 建史, 一戸 誠之, 大橋 敏二郎, 中川 泰夫 「化学プロセス系製品向け CSR 対応生産情報管理システムの開発」, 機械学会生産システム部門講演会 2006 講演論文集, pp.57-pp.58, 2006
- (5) EIA, JGPSSI, JEDEC, "Joint Industry Guide(JIG 和訳版)", http://210.254.215.73/jeita_eps/green/greendata/JIG200601/JIG_Japanese_060105.pdf, 2006

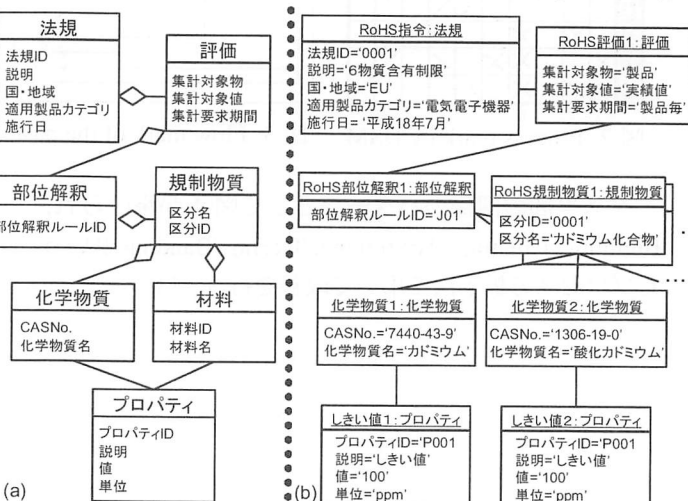


図3. 含有化学物質に関する汎用法規モデル(UMLクラス図(a))とそのインスタンスを表したオブジェクト図の例(RoHS指令の一部(b))