

# 製造業データの履歴追跡方式の検討

藤野友也<sup>†</sup> 郡光則<sup>†</sup> 菅野幹人<sup>†</sup>

三菱電機株式会社 情報技術総合研究所<sup>†</sup>

## 1. はじめに

製造業における従来のトレーサビリティシステムは、製品の市場不具合から過去の製造履歴をさかのぼり原因を探索することに主眼が置かれていることと、複数の ID を管理する場合の性能確保の困難性から、ロット番号や製造番号のみの追跡手段を提供するものが大半であり、それ以降の分析は他システムに委ねられている。そのため、直接の原因(一次原因)を発見しても、その一次原因を発生させた二次原因を追跡する作業に至るまでに、思考の中断が発生していた。

本稿では、履歴追跡型データモデルを使用して、ロット番号や製造番号だけではなく、製造履歴として管理されている任意のデータ項目について追跡可能とする管理方式により、市場不具合品からの製造履歴の探索と、製造履歴の周辺情報の探索を効率的に行う追跡方式について検討する。

## 2. 履歴追跡型データモデル

履歴追跡型データモデルは、イベントの発生前後における追跡対象の状態変化を、対象毎に整理して管理するためのデータモデルである(文献[1])。履歴追跡型データモデルでは、追跡対象の状態項目(クラス)、状態値(インスタンス)およびイベントの関係を、以下の 3 種類の関係構造に分類して管理する。

### (1) 順序関係構造

1つの追跡対象の状態値の変化をイベントによって関連付ける一対一の写像関係。

### (2) 階層関係構造

あるクラスに属するインスタンスが、同じクラスに属する異なるインスタンスを生成するようなイベントによって関連付けられる、一対多または多対一の親子関係。

### (3) クラス間関係構造

異なるクラスに属するインスタンス間を関連付ける写像関係。

順序関係構造は状態の変化を表し、階層関係構造は分解・結合を表し、クラス間関係構造は対応関係を表す。

図 1 に、インスタンスを四角、関係構造を矢印として履歴追跡型データモデルを表現した例を示す。製造過程の仕掛品をインスタンスとしたとき、例えば仕掛品  $A_1$  が仕掛品  $B_1$  に加工される状態変化を順序関係構造で表す。また  $B_1$  および  $D_1$  が、次の工程で  $E_1$  に結合される場合を、階層関係構造で表す。装置  $\beta$  で加工された仕掛品を時系列順に追跡する視点を  $\{\beta_i\}$  として、 $B_1$  が  $\beta_2$  における加工に対応するとき、 $B_1$  と  $\beta_2$  との対応付けをクラス間関係構造で表す。

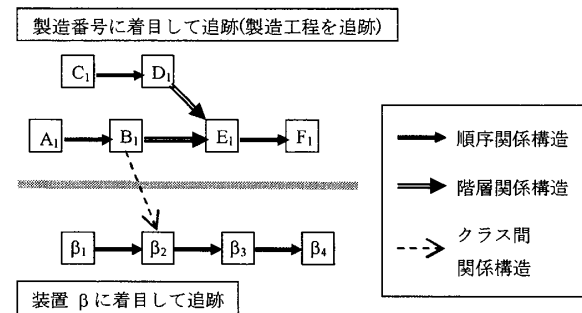


図 1 履歴追跡型データモデルの例

追跡対象とするデータセットの階層数(クラス間関係構造を含まず、階層関係構造を最大数含む連結な道に存在する、階層関係構造数)を  $D$ 、第  $i$  クラスに属するインスタンスの種類数を  $I_i$  と置くと、関係データベースを用いた追跡では  $O(D^2 \prod I_i)$  で示される処理時間を要するのに対し、文献[1]で示すデータモデルでは  $O(D^2)$  で示される処理時間に改善される(文献[2])。

## 3. 製造業履歴データ

製造業の工場にて稼働する生産機器から MES (Manufacturing Execution System: 製造実行システム) を介して取得された製造履歴データを管理する場合を想定する。以下、製造履歴データを MES データと呼ぶ。一般に MES データは、日時、製造番号、ロット番号、製造工程 ID、型名、製造機器 ID、作業員などの属性情報項目と、製造パラメータなどの製造情報項目、試験評価に

A Method for History Tracing in Manufacturing Fields.  
<sup>†</sup>Tomoya FUJINO, Mitsunori KORI, Mikihiro KANNO,  
 INFORMATION SYSTEMS R&D CENTER, MITSUBISHI  
 ELECTRIC CORPORATION.

よる品質情報項目などからなり、製品が各工程、各生産機器を通過するタイミングで出力される。

通常のトレーサビリティシステムでは、製造番号やロット番号を基準として追跡を行うが、この方式では、一次原因が発見できるのみであった。通常不具合の原因は階層的であり、再発防止のため、より深い階層の原因を突き止めるには、一次原因を基点として、さらに視点を変えて探索を進める必要がある。

#### 4. 多項目による履歴追跡

我々は、前述の履歴追跡型データモデルを実装した処理基盤を用いて、MES データとして取得される全ての項目を追跡可能とするプラットフォームを提供することで、追跡中のいずれの時点からも、任意の視点に切り替えて追跡を行うことのできる追跡環境を開発している。

MES データの 1 レコードを追跡対象として、単一項目に閉じた追跡のために順序関係構造および階層関係構造による管理を行い、項目間の対応関係はクラス間関係構造を用いて管理する。追跡の視点を変更する操作は、クラス間関係構造を基に追跡することに対応する。

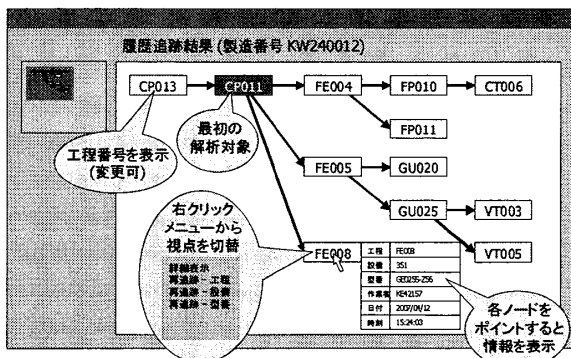


図 2 製造業向け履歴追跡 インタフェース例

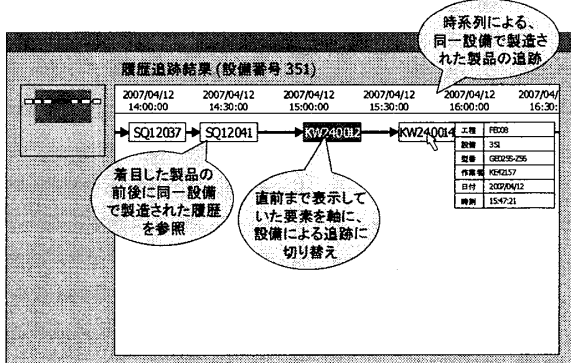


図 3 製造業向け履歴追跡 視点変更例

例えば市場不具合品の製造履歴を追跡する際

に、図 2 のような製造工程を確認する通常のトレーサビリティにおけるインタフェースから、インスタンス (FE008) に対して、同一装置で製造された製品の履歴への視点の変更を行うと、図 3 の画面に遷移し、指定したインスタンスとクラス間関係構造で繋がったインスタンス (図 3 白字インスタンス) を基点とした、装置に着目した製造履歴の追跡が可能になる。

製造業データにおいて追跡可能なデータ項目が多項目に渡ることから、遷移先を絞り込むために、図 4 のように各遷移候補の要約情報を得て提示する必要がある。この機能を RDB で実装する場合、多数の遷移候補毎に SQL クエリが発行され、実時間動作に向かない。一方、履歴追跡型データモデルを用いることで、多数の遷移候補毎に実時間で視点変更後の要約情報を実時間で取得できる。このことにより、対話的な遷移要否の判断が思考を中断することなく可能となり、探索作業を効率化することができる。

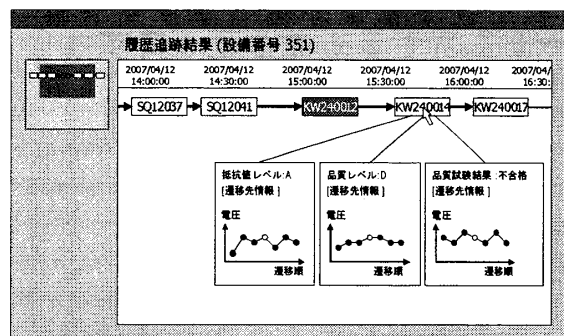


図 4 視点変更先候補 要約情報可視化例

#### 5. まとめ

本稿では、履歴追跡型データモデルを用いた製造履歴の追跡方式を検討し、通常のトレーサビリティを拡張した多項目による対話的追跡を、視点変更候補の要約情報表示と共に実現することによる効率化案を示した。

今後は、製造現場における実証実験による、可用性やフィールド品質評価の改善効果の定量的な評価を実施していく。

#### 参考文献

- [1] 平井規郎他, 履歴追跡に適応するデータモデルの検討, 情報処理学会 第 70 回全国大会講演論文集, 3B-6, 2007.
- [2] 平井規郎他, 履歴追跡型データモデルの評価, 情報処理学会 研究報告 No. 2008-DBS-146, No. 56, 2008.