

## グローバル製造管理のためのデータ統合 —XML を用いたデータ収集とデータ翻訳・統合—

浪岡 保男

株式会社 東芝 生産技術センター 〒235-0017 神奈川県横浜市磯子区新磯子町 33

E-mail: yasuo.namioka@toshiba.co.jp

**あらまし** グローバル生産においては、世界中に分散する製造拠点での製造実績情報を生産統括部門と全拠点で共有し、マーケットの変化や生産の異常発生に対して素早い管理アクションを起こすことが重要である。製造拠点の製造情報システムは、必ずしも標準化されておらず、こうした異種システム間のデータを有効に利用するためには、共通のデータ構造に共通のデータ・コードで一元管理する必要がある。そこで、XML を用いて製造実績データを自動収集し、翻訳・統合する一手法を考案した。また、この手法に基づいてグローバル生産体制での製造マネージメントを支援するための製造情報管理システム(Global REALMICS<sup>1</sup>)を開発した。本システムを電子機器のグローバル製造品質管理に適用し、管理サイクルを従来の週次から日次に短縮した。

**キーワード** グローバル製造管理, データ統合, XML

## Data Integration for Global Manufacturing Management — Data Collection, Translation, and Integration with XML —

Yasuo NAMIOKA

Manufacturing Technology Center, Toshiba Corporation

33 Shin-Isogo-Chou, Isogo-ku, Yokohama, 235-0017 Japan

E-mail: yasuo.namioka@toshiba.co.jp

**Abstract** A data translation and integration method using XML for global manufacturing management is described in this paper. To manage worldwide manufacturing, one of the most important things is the efficiency of watching manufacturing bases' information about production and quality control, however, there are different information systems in the manufacturing bases generally. Therefore, the management information and control system for globally distributed manufacturing bases (Global REALMICS<sup>1</sup>) is developed with the data integration method. Global REALMICS has been applied to an electronic equipment manufacturing, and reduced the usual cycle time of the global quality control from weekly to daily.

**Keyword** Global Manufacturing Management, Data Integration, XML

### 1. まえがき

市場とモノづくりのグローバル化にともない、製造業各社では、複数の拠点での生産進捗や製造品質などの実績情報をグローバルに共有して、生産全体の効率をいっそう高める努力を進めている。筆者は、グローバルな生産体制での生産管理<sup>[1]</sup>および品質管理<sup>[2]</sup>などの生産マネージメントを支援するため、複数拠点の製造情報をXML(eXtensible Markup Language)<sup>[3][4]</sup>を用

いて統合するシステム(Global REALMICS<sup>1</sup>)を開発した。本報告では、Global REALMICSのデータ統合に関するコンセプトについてデータ翻訳・統合手法を中心に述べる。さらに、電子機器のグローバル製造品質管理に適用した事例を簡単に紹介する。

<sup>1</sup> Global REALMICS は、株式会社 東芝の登録商標です。

## 2. グローバル製造品質管理の重点と課題

### 2.1. グローバル製造品質管理の重点

グローバル生産においては、各製造拠点の間で製造品質情報を共有し、この情報に基づいて的確な品質管理アクションを行うことが重要である。これは、不具合を検出した工程とこの不具合の原因を作った工程が、異なる拠点に属する場合が多いためである。こうした複数の製造拠点間をまたぐ品質管理業務には、サプライチェーンに沿う品質向上策と、類似する製造拠点の全体把握と比較による品質向上策がある(図 1)。

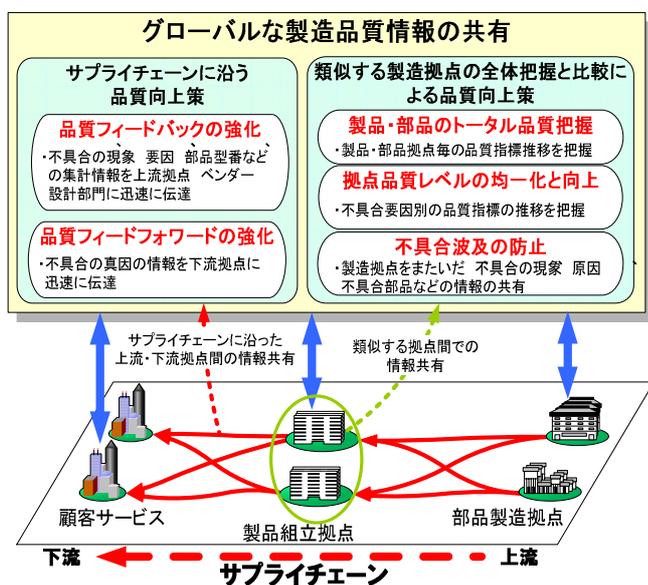


図 1 グローバル製造品質管理の重点

サプライチェーンに沿う品質向上策では、サプライチェーンの上流と下流に位置する拠点間の情報共有により、下流拠点から上流側の製造拠点、部品ベンダー、設計部門への品質フィードバック、および、上流拠点から下流拠点への品質フィードフォワードを強化する。ここでは、部品製造から製品の市場出荷までのサプライチェーンにおいて、部品供給拠点や部品ベンダーや設計部門を相対的に上流拠点、製品製造や出荷を担当する拠点を下流拠点とする。

類似する製造拠点の全体把握と比較による品質向上策では、実績データに基づいて、製造拠点間で共通の品質指標を自動集計し、各拠点の品質レベルの推移を把握する。複数の部品製造拠点、あるいは、複数の組立拠点のように、類似の製造拠点間での品質状況の差異を明確化し、

各拠点が相互に参考にしながら品質レベルを向上し均一化する。また、一つの拠点で発生した不具合が他拠点でも発生することを防止する。

### 2.2. 異種システム間の情報共有の課題

一般には、各製造拠点にある情報システムには差異があり、製造拠点間の製造情報を共有する際の障害となる。情報システムに差異が生じる背景としては以下の3つがある。

- 企業戦略的背景:バーチャル企業の結成、合併、業務提携、製造委託などにより、各製造拠点が元々は異なる企業に属していたことによる差異。
- 時空間的背景:製造拠点の建設時期の違いや、所在する地域の地域性、言語などの違いによる差異。
- 生産内容的背景:部品や最終製品など工程管理や品質管理の仕方が異なることによる差異。

また、情報システムの差異は、大別すると次の3種類に分類することができる。

- システム構造:システムの機能分担の差異や、ハードウェア・ミドルウェア・計算機オペレーティングシステム、システム開発に用いた計算機言語などの差異。
- 情報構造:データベース上の各種実績データの定義や、多次元データキューブの有無、定義、集計方法などの差異。
- 意味的構造:データ・コードの分類及びコード体系の差異や、データ・レコードにあるタイムスタンプと製造現場のワークフローとの対応関係の差異など。

こうした差異を吸収して、各拠点のデータを共通データ構造・データ定義に変換しなければ、製造情報を統括して分析可能な形で共有することは難しい。

## 3. 製造実績情報の共有方法

製造実績情報を共有するアプローチと Global REALMICS における共有方法について述べる。

### 3.1. 製造実績情報を共有するアプローチ

製造実績情報を共有するアプローチには、次の2つの観点がある。

- システム間のデータの差異の吸収
- 共有されるデータおよび情報の保持

システム間のデータの差異を吸収するためのアプローチを大別すると次の3つがあげられる。

- **リプレース**: 製造拠点の情報システムを標準システムに置き換える。
- **改良**: 製造拠点の情報システムに、標準的なデータ形式、データ・コード体系でデータを出力するインターフェースを加える。
- **翻訳・統合**: 製造拠点の情報システムに蓄積されている詳細データを、そのままのデータ形式及びデータ・コード体系で収集し、標準データ形式に翻訳して統合する。

実際の情報共有では、これら 3 つのアプローチを各製造拠点の状況に応じて適用するのが現実的である。Global REALMICS では、既存システムの資産活用やシステム環境のダイナミックな変化への対応の柔軟性などの利点から、翻訳・統合アプローチを中心に、適宜、改良やリプレース・アプローチを取り入れて情報を共有する。

また、収集・統合されるデータおよび情報の保持の仕方には、分散型と集中型の 2 つのアプローチがある。

- **分散型**: 各拠点のシステムに適宜データを問い合わせるデータ分析を行うアプローチ。常に最新のデータを用いた分析が可能である反面、各拠点の生産情報システムへの不定期的な問い合わせが発生し、その負荷の予測は難しい。
- **集中型**: 各拠点のシステムから定期的にデータを収集・統合するアプローチ。統合されたデータを基にデータ分析を行う。データの同期方法の検討が必要であり、必ずしも最新のデータを用いた分析とはならない代わりに、各拠点の製造情報システムへの負荷は定期的であり、統合データへのアクセス負荷が大きく発生しても、各拠点のシステムへの影響は無い。

このうち、製造情報をエンドユーザが参照する際のサービスに要するレスポンス速度と拠点システムに予期しない負荷をかけることを防ぐなどの観点から、Global REALMICS では、集中型のデータ保持アプローチを採用している。

### 3.2. Global REALMICS における製造実績情報の共有方法

Global REALMICS における製造実績情報の共有方法は、Record-XML 変換、圧縮・転送、Local Data-Global Data 翻訳・統合、データ分析の 4 つの機能から成る(図 2)。

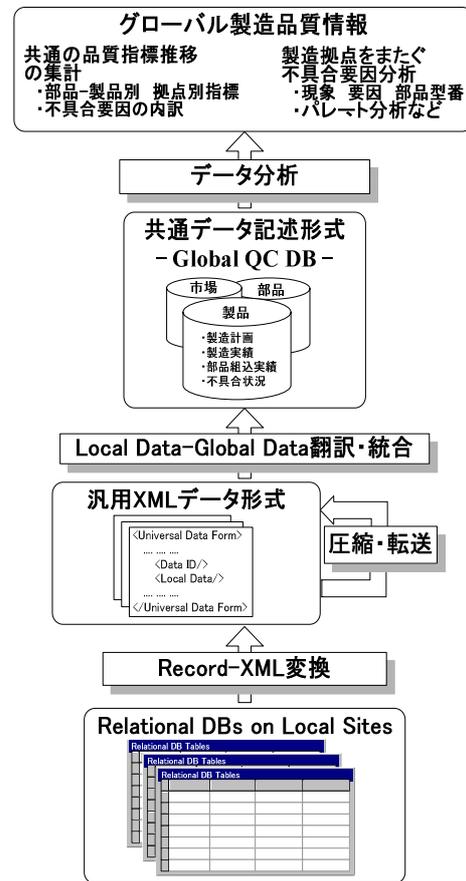


図 2 製造実績情報の共有方法

- **Record-XML 変換**: システム構造及び情報構造の差異を吸収しながら各種実績データを取得する。製造拠点の MES(Manufacturing Execution System)<sup>[5]</sup>などの製造実績データベースに、予め与えられる権限で接続し、更新されたデータを検索する。検索結果のリレーションを維持したまま、汎用 XML データ形式 (Universal Data Format) のファイルに変換する。汎用データフォーマットは、任意のリレーションを持つデータを転送するための XML ベースのフォーマットである。
- **圧縮・転送**: 上記のデータファイルを圧縮して転送する。
- **Local Data-Global Data 翻訳・統合**: 情報構造お

よび意味的構造の差異を吸収し、共通のデータ形式に共通データ・コードを用いて統合する。汎用 XML データ形式のファイルから各種実績データを抽出して、データの内容に応じてデータ翻訳を行う。グローバル製造品質データベース(Global QC DB)には、実績データと分析を効率化するための多次元データキューブが適宜蓄積される。

- データ分析: 各種実績データや多次元データキューブを用いた分析結果を、エンドユーザに提供する。例えば、共通の品質指標の推移を、製造される部品や製品ごとに集計したり、品質指標を不具合要因別に集計したりし、その結果を積み上げて表示する。また、複数の拠点の不具合をトータルして、現象、要因、部品型番などのパレート分析を行う。

これらの機能により、製造拠点の情報システム間に差異が存在しても、共通のデータ記述形式の Global QC DB に製造データを統合して、製造実績情報の共有が可能となる。

以下では、データ翻訳・統合について述べる。

## 4. データ翻訳・統合

上述の集中型のアプローチで共有するデータを保持する際には、製造拠点の情報システム上の各種実績データ(以下、ローカルデータ)と Global QC DB 上のデータ(以下、グローバルデータ)との同期に着目する必要がある。ローカルデータは、不具合発生時に挿入し、後日、解析結果が後付されるなど、時々刻々と更新される生きたデータが多い。このため、同期の際には、各種実績データを過去にさかのぼって修正し、そのつど多次元データキューブを再計算するなどの複雑な処理が発生する。

### 4.1. データ翻訳・統合機能

グローバルデータの作成や同期を適切に行うために、データ翻訳・統合機能には次の機能が要求される。

1. データ構造の変換：テーブル定義やテーブル定義の基となる ER モデルの差異を吸収する。
2. コピー：入力データや他のデータをコピーする。
3. 補填：入力データに無いデータ・情報を補填する。例えば、入力データの部品型番を元に

- 部品ベンダーに関する情報を補填する。
4. 数値演算や文字列操作：尺度の法変換、単位系の変換や文字列に対する演算などを行う。
5. 複数データの演算：既にあるデータ及び入力データを用いた演算。
6. データ・コードの変換：拠点ごとに定義されているテーブル定義及びデータ・コードを、共通のデータ構造とデータ・コードに変換する。
7. データ間の関連情報の付加：データが表す事象に、本来、物理的・論理的に存在する各種関係に対応するデータ間の関係を付与する。
8. データ内容による手続きの選択：手続きの条件分岐を行う。
9. 複数データに対する一括処理：特定の条件に見合う多数のデータに対して同様の処理を繰り返す。

### 4.2. データ翻訳・統合のアーキテクチャ

Global REALMICS のデータ翻訳・統合機能は、図 3 のアーキテクチャに基づいて実現している。Data Translation Engine(DTE)は、汎用 XML データ形式(Universal Data Format)の Local Data を入力とする。DTE は、データ翻訳の手順が記述された Activity Dictionary 及び、Manufacturing Ontology を参照して、Local Data を Global Data に翻訳・統合する。Global Data、Activity Dictionary、Manufacturing Ontology はともに、XML ドキュメントである。Activity Dictionary や Manufacturing Ontology 自身も DTE により登録、更新などの操作が可能である。

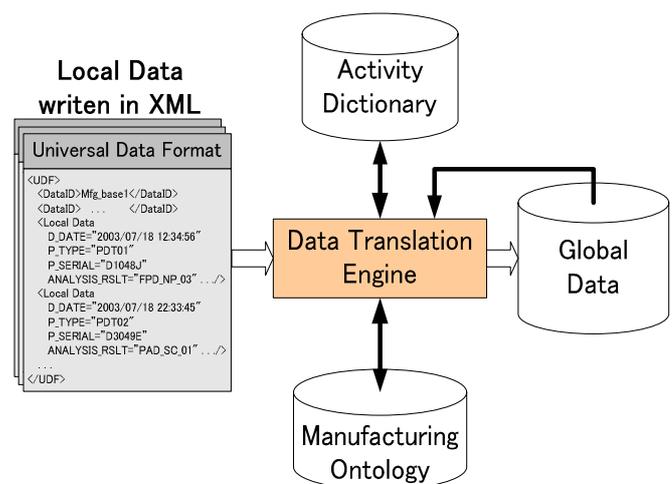


図 3 データ翻訳・統合のアーキテクチャ

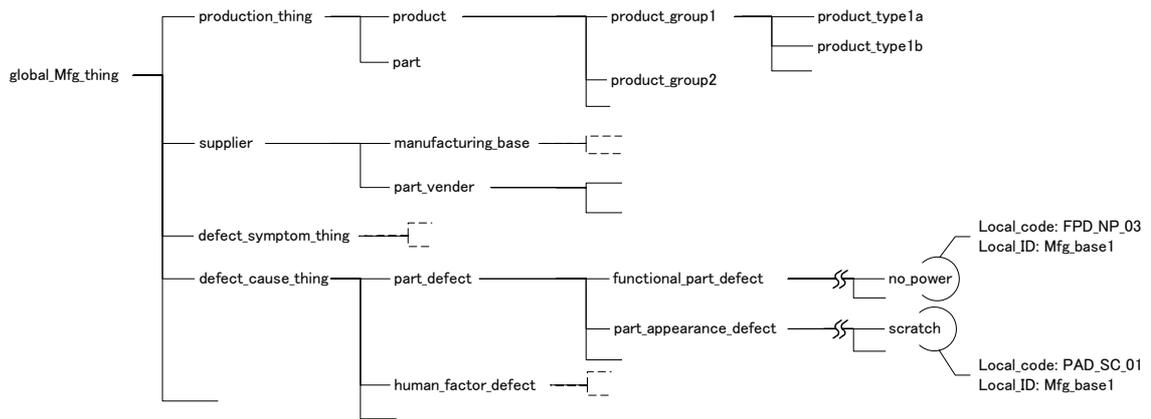


図 4 Manufacturing Ontology の概念構成(抜粋)

#### 4.2.1. Manufacturing Ontology

Manufacturing Ontology には、グローバル製造品質管理に関わるオントロジー<sup>[6]</sup>が定義される。ローカルデータをこの概念定義とマッチングすることにより、データ・コードの変換やデータの補填に用いる。図 4は Manufacturing Ontology の概念構成の抜粋である。製造に用いられる物(production thing)は、製造部門で製造される内製品(product 以下)と購入部品(part 以下)に分類される。内製品の供給者(supplier)は、製造部門(manufacturing base)以下で定義される。また、購入部品の供給者は、部品ベンダー(part vender)以下で定義される。製造における不具合のうち、部品に起因する不具合は、部品不良(part defect)以下で定義される。

各概念には、各々の製造拠点のシステムで定義されているデータ・コードとの対応関係を必要に応じて定義する。図の例では、電源が入らない不具合(no power)および傷(scratch)が、製造拠点 Mfg\_base1 のシステム上では、FPD\_NP\_03 および PAD\_SC\_01 というコードで記述される。

#### 4.2.2. Data Translation Engine のデータ操作と Activity Dictionary

DTE では、DOM ツリー<sup>[4]</sup>に対して図 5のようなレンジを適宜あてはめて、基本的には、このレンジの範囲でデータ操作を行う。DOM ツリーでは、Element Node の下には、Text、Element Node の属性を表す Attribute Node、子要素の Element Node などが接続される。また、子要素の Element Node、さらに、その子の孫要素も同様の構造になりうる。データ操作のレンジは、特

定の Element Node(1)を選択すると、その Element Node と属性、子要素の Element Node(2)とその Text と属性を含む。Activity Dictionary では、便宜上、Element Node(1)、(2)をそれぞれ、Node、Element と呼ぶ。

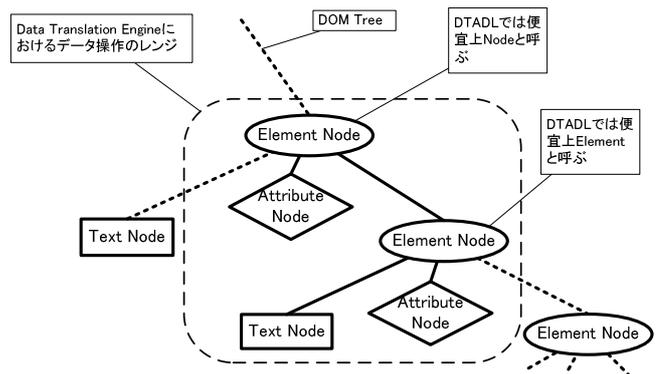


図 5 DOM ツリーと Data Translation Engine におけるデータ操作のレンジの関係

Activity Dictionary は、DTADL(Data Translation Activity Description Language)を用いて記述する。DTADL の言語仕様概要は図 6 のようになる。ここで、「:=」を挟んで左辺にタグ(<...>)が記されている場合は、右辺の属性(<...>でないもの)、タグ、Text を含む。左辺に属性が記されている場合は、右辺の文字列(String)を値とする。(<a>|<b>)は、<a>と<b>のうちどちらかが選択されることを表す。また、\*はその直前の属性、タグあるいは括弧(...)が 0 回以上発生することを示す。

```

<ActivityDictionary>:=<TranslationActivityDef>*
<TranslationActivityDef>:=dataID*, <ActivitySet> //手続きの使用条件,手続き
dataID:=Attribute to show String to identify local data
//データ操作の手続き。タグの記述順に評価
<ActivitySet>:=(<CreateOrUpdateNode>|ForEach|Modify|Invoke|Activity_if)*
//データ(Node)の挿入・更新
<CreateOrUpdateNode>:=<SetToCommonVariable>*<TargetNode>
  <ExistenceCheckCondition>(<Setatt>|<Setatt_if>)*...
  <ActivitiesForElements>
<SetToCommonVariable>:=SetFrom SetTo
SetFrom:=Attribute to show XPath like description to get value to be bound
SetTo:=Attribute to show common variable name
//データ操作のレンジ設定
<TargetNode>:=Text of XPath like description of target element
//挿入か更新の判定のための条件
<ExistenceCheckCondition>:=Text of XPath filter like description
//属性データの挿入・更新
<Setatt>:=action_mode, <AttName><SetattFrom>
action_mode:=Attribute to control the Setatt function
<AttName>:=Text of attribute name
<SetattFrom>:=Text of XPath like description
//データ(Element)の挿入・更新手続き
<ActivitiesForElements>:=(<CreateORUpdateElement>|<CreateElement>|
  <UpdateElement>|<ActivityForElement_if>)*
<CreateORUpdateElement>:=<Element_name>
  (<SetToCommonVariable>|<Invoke>|
  <Setatt>|<Setatt_if>|<CreateLink>| //属性データ(Element)の操作
  <Copy>|<Translate>|...)* //Text(Element)の操作
<Element_name>:=Text of immediate sub-Element name
<Copy>:=<CopyFrom> //データの演算とコピー
<CopyFrom>:=Text of XPath like description of value which will copy
<Translate>:=<GCodeDefSearchRoot><ToBeTranslate>... //コード変換
<GCodeDefSearchRoot>:=Text of XPath like description to specify root node to search
  a corresponded concept
<ToBeTranslate>:=Text of XPath like description of local data or common variable
  name

```

図 6 DTADL の言語仕様(抜粋)

```

<ActivityDictionary>
  <TranslationActivityDef dataID1="Mfg_base1" dataID2="MES-a" ... >
    <ActivitySet><!--以下のタグを記述順に評価実行-->
      <CreateOrUpdateNode><!--データの挿入・更新-->
        <SetToCommonVariable SetFrom="@D_DATE" SetTo="str01"/>
        <SetToCommonVariable SetFrom="substring("$str01$", 1, 10)"
          SetTo="str01"/>
        <SetToCommonVariable SetFrom="@P_TYPE" SetTo="str02"/>
        <SetToCommonVariable SetFrom="@P_SERIAL" SetTo="str03"/>
      <!--データ操作のレンジ設定-->
        <TargetNode>../../product[product_type="$str02$" and serial_number
          ="$str03$"]/defects/defect</TargetNode>
        <ExistenceCheckCondition>defect_date="$str01$"
        </ExistenceCheckCondition>
        <Setatt action_mode="only create">
          <AttName>id</AttName><!--id属性の挿入-->
          <SetattFrom>concat("defect_Mfg_base1_", "...")</SetattFrom>
        </Setatt>
      <ActivitiesForElements>
        <CreateElement>
          <Element_name>defect_date</Element_name>
          <Copy><!--文字列操作をして挿入-->
            <CopyFrom>substring("$strLVIII01$", 1, 10)</CopyFrom>
          </Copy>
        </CreateElement>
        <CreateORUpdateElement>
          <Element_name>cause_code</Element_name>
          <Translate><!--不具合の解析結果を変換して挿入・更新-->
            <GCodeDefSearchRoot>../../DefectCauseThing</GCodeDefSearchRoot>
            <ToBeTranslate>@ANALYSIS_RESULT</ToBeTranslate>

```

```

</Translate>
<Setatt>...</Setatt>
</CreateORUpdateElement>
...
</ActivitiesForElements>
</CreateOrUpdateNode>
...
</ActivitySet>
</TranslationActivityDef>
...
</ActivityDictionary>

```

図 7 Activity Dictionary の例

この DTADL に従い記述される Activity Dictionary の簡単な例は、図 7 のようになる。この Activity Dictionary を用いて、図 3 の 1 つ目の Local Data を翻訳・統合すると、図 8 の defect タグのようなグローバルデータが得られる。また、より複雑な手続きを記述することにより、多次元データキューブの作成や同期を行うこともできる。図 9 は、多次元データキューブの簡単な例である。このデータキューブは、時刻、原因、製品の 3 次元のデータキューブであり、スライス&ダイス、ドリルアップ/ドリルダウンなどのデータ分析操作にも対応可能である。

```

<global_production_data>
...
<product><!--製品データ-->
  <product_type>PDT01</product_type>
  <serial_number>D1048J</serial_number>
...
<defects><!--不具合データ-->
  <defect id="defect_Mfg_base1_...">
    <defect_date>2003/07/18</defect_date>
    <cause_code>no_power</cause_code>
...
  </defect>
</defects>
...
</product>
...
</global_production_data>

```

図 8 Global Data の不具合状況データの例(抜粋)

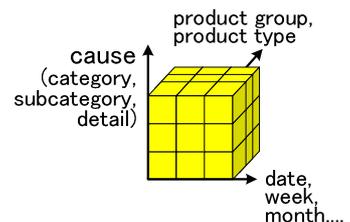


図 9 不具合に関する多次元データキューブの例

## 5. 情報処理機器のグローバル製造への適用

Global REALMICS を、ある電子機器のグローバル品質管理に適用(図 10)し有効性を確認した。製造拠点は、プリント基板製造、製品組み立て、仕向け先別カスタマイズなどを担当しており、北米、欧州、アジアに分散している。10システム程度の製造情報 DB システムから、製品情報、部品情報、製造計画、製造実績、部品組込実績、不具合状況などの 5 千~7 千レコード程度のデータをデイリー収集している。Global QC DB は、各種実績データとともに 2 次元から 8 次元までの十数種類の多次元データキューブにより構成した。

Global QC DB 上のデータを用いるデータ分析機能は、グローバル品質センター及び全拠点から利用できる。本適用により、次のような効果が得られた。

- 品質指標の推移を、部品、製品、カスタマイズなど拠点毎に自動集計することで、全拠点の品質状況の推移の把握、拠点間の比較、品質会議への報告などのサイクルを、従来の週次から日次に短縮できた。
- 不具合の現象、要因、部品型番などのパレート分析を、拠点をまたいで行うことで、サプライチェーンに沿った品質向上のための源流フィードバックや下流拠点へのフィードフォワード、さらに、不具合の波及の防止のための定量的報告が迅速におこなえるようになった。

## 6. あとがき

グローバル製造管理を支援するための Global REALMICS について、XML を用いたデータ翻訳・統合手法を中心に述べた。本手法の有効性は、電子機器のグローバル製造品質管理への適用において、グローバル製造品質管理の管理サイクルを、週次から日次へ短縮するなどの効果により確認した。今後も、各製造拠点の品質レベルの均一化とグローバルな製造品質のさらなる向上に活用を進めたい。さらに、グローバルな生産管理などへも適用を展開しながら、複数の分散した拠点が一体となって生産活動を推進するための仕組みを確立したい。

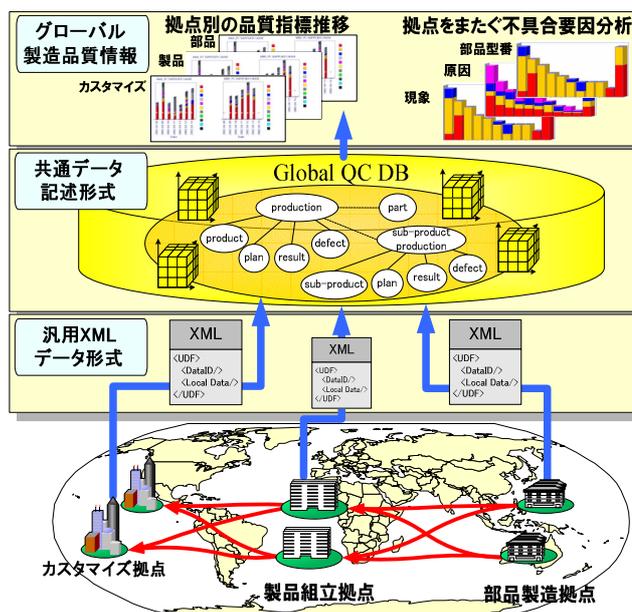


図 10 グローバル製造品質管理への適用

## 文 献

- [1] 塹江清志, 沢田善次郎: 生産管理 理論と実践 1 生産管理総論, 日刊工業新聞社, 1995.
- [2] 沢田善次郎, 仁科健, 伊藤賢次: 生産管理 理論と実践 3 品質管理, 日刊工業新聞社, 1995.
- [3] 中山幹敏, 奥井康弘: 標準 XML 完全解説<上>, 技術評論社, 2001.
- [4] 中山幹敏, 奥井康弘, 日本ユニテック: 標準 XML 完全解説<下>, 技術評論社, 2001.
- [5] Michael McClellan: Applying Manufacturing Execution System, St. Lucie Press, 1997.
- [6] Gruber, T. R. : Ontolingua: A Mechanism to Support Portable Ontologies, Knowledge Systems Laboratory, Stanford Univ., Technical Report, KSL 91-66, 1991.