

共通フォーマットを利用した測定情報の応用技術（第一報）

Application of Measurement Data described Common Format

木村豊恒*¹⁾、尾浦俊行*¹⁾、山本政男*¹⁾

Toyotsune KIMURA, Toshiyuki OURA, Masao YAMAMOTO

中小企業において寸法測定は製品の品質を管理する上で重要な作業であるが、成績書のためのデータ収集が主な目的となっており、データを蓄積してそれを有効に活用している場合は意外と少ない。その理由の主なものとしてデータ管理の困難さが挙げられる。そこで扱いやすいデータ共有化システムを構築することで製造現場の情報化を促進し、課題の解決を目指した。データ記述言語のXML (eXtensible Markup Language) によって測定データを共通フォーマット化することでデータ交換、共有を可能にできるシステムの開発に取り組み、Webブラウザでデータ入力や閲覧が可能で、拡張性に優れた測定データ管理システムを試作した。

1. はじめに

インターネットに代表される情報通信技術は企業内での通信にも利用され、部門を超えた情報の共有化を実現している。社内のデータは一括して管理され、接続されているあらゆるコンピュータからデータの利用が可能となっている。これによって情報は作成者あるいは限られた部門だけのものではなく、会社全体で利用できる会社の資産となる。現在では、多くの企業がこうした技術を取り入れ、社内あるいは関連企業にまで広げた形で有用に利用されている。しかし、利用範囲の多くは事務的な作業に留まり、製造現場までを含めた情報の共有化には至っていないのが現状である。特に製造、検査までの情報の共有化を行い、製造の効率化を図っている企業はほとんど見られない。

実際の現場では、設計、製造、検査の各部門においてそれぞれコンピュータを導入しているものの、検査工程で得られた測定情報については大抵の場合、データを手書きしているかあるいは装置にデータを入力していても、それを他の部門で利用するにはそれぞれの形式で再入力していることが多く見受けられる。しかし、このように測定情報や製造情報のやりとりに関しての不具合や非効率性を実感し、データの共有化に苦慮しつつも、それを解決するために情報通信技術を導入することに対しては、二の足を踏んでいるのが現状である。

その主な理由として次のようなものが考えられる。

- ①設計、製造および検査などの各工程で、利用されるシステムおよびデータの形式がそれぞれ異なるため、共有化が困難である。
- ②データベースシステムの導入が必要となり、設備投資やシステム管理者の養成などの壁が高い。
- ③利用者にもデータベースの知識が要求される。

このような諸問題を解決するためには、企業の生産現場において測定情報などあらゆる情報が共有化でき、しかもより少ない投資での導入が可能であるだけでなく、容易に運用が可能な技術の開発が必要である。

そこで本事業では、標準化された共通フォーマットを用いて検査工程で取得した測定データを共有化し、ネットワークで接続されたあらゆる部門で同じ情報を利用することで製造システムの効率化を図ろうとするものである。

2. データ共有化

共有化するための共通フォーマットとして文書データの標準化を目指して開発された記述言語のXML (eXtensible Markup Language) を採用した。XMLは拡張性や柔軟性があるため、あらゆる分野から期待が寄せられているデータ記述言語で、「自分で決めたタグでデータ形式を規定できる。」ことが特徴である。¹⁾

このXMLを活用し、測定データの共有化を実現するために以下の5つの項目について検討を行った。

2.1 共有化するための標準データ構造の作成

まず「測定データ」を記述するにあたり、企業で実際に行っている寸法測定の項目を調査した。「どの製品の、どの工程で、どの箇所を測定したデータなのか。」というように、測定データを管理するためには製品のデータや作業工程、測定器、あるいは測定条件や測定者等に関する項目が必要となる。それらの項目の中から企業で汎用的に使われているものを抽出し、これらの関係を階層構造として定義づけを行った。

定義した「製品データ」の階層構造を、Fig. 1に示す。

*¹⁾メカトロ技術チーム

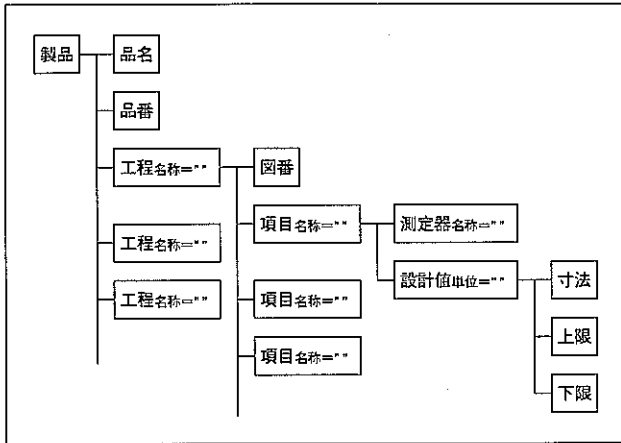


Fig.1 Data structure (product data).

測定データの妥当性を検証するのに設計値との合否の照合ができるようにするため「設計値」を項目に取り入れ、工程名や項目名、設計値の単位などについては、属性（タグの中に「=」で記述）として定義した。また、定義する際にはデータ構造が必要以上に煩雑にならないように留意した。なお「工程」はその測定を行う製造段階（製造工程）を表し、「項目」は測定する製品・部品の測定箇所を表している。また「工程」や「項目」は、必要な数だけ同じレベルとして下にいくつでも追加していくことができるようにした。これによって、製品構成や部品構成が変更になったり、測定箇所が追加されたりといった場合に対しても比較的簡単に対応ができるため、システムの拡張は極めて容易となっている。

Fig. 1 の製品データ構造に実際のデータを入れてXMLで表現したものを、Fig. 2 に示す。

```

<?xml version="1.0" encoding="Shift_JIS"?>
<製品>
  <品名>シャフト</品名>
  <品番>SFT50</品番>
  <工程 名称="旋盤加工">
    <図番>ABC-002</図番>
    <項目 名称="外径A">
      <設計値 単位="mm">
        <寸法>25</寸法>
        <上限>0.02</上限>
        <下限>0</下限>
      </設計値>
    </項目>
  </工程>
</製品>

```

Fig.2 Description of data structure by XML (product data).

Fig. 1 で定義した各項目を、Fig. 2 においてはタグと呼ばれる「<」と「>」を付けた形式で表現した。それぞれの項目に対応する内容（データ）は、タグで前後を挟むことによって表現した。例えば、品名については「シャフト」というデータを<品名>というタグで挟んで表現した。

2.2 データの蓄積手法

作成したXMLデータを蓄積する方法については以下の2通りの方法について検討した。

- ①XMLファイルのまま保存し、ファイルを共有する方法
- ②XMLファイルを、DBMS (Database Management System) に保存する方法

①の方法は、共有フォルダに対して直接、XMLファイルを保存していく方法であり、XMLファイルそのものを利用者が操作する方法である。この方法は、新規導入が容易なうえ、誰もが同じように利用できるため、データの共有という点においてはメリットがある。一方、②の方法は、大量のデータに対応することが可能であるが、運用するにはある程度の専門的知識を要する。

これらの方法はそれぞれにメリットがあるが、①の方法はDBMSを活用していない企業でも即座に導入できるため、データ量や活用の度合いに応じて、②の方法へ移行していくという方法がよいと考えられる。既にDBMSを活用している企業に対しては、最初から②の方法を導入することによって既存データも活用できるようになる。

2.3 測定データの入力とXMLの生成

Webブラウザ (Microsoft Internet Explorer) を利用し、測定データを入力するシステムを作成した。画面の記述についてはHTMLで記述しており、VBScriptによってXMLファイルを操作することで、入力や閲覧を可能とした。なお、入力した製品データや測定データについてはいずれもXML形式で保存した。

画面構成およびシステム構成を、それぞれFig. 3 および Fig. 4 に示す。

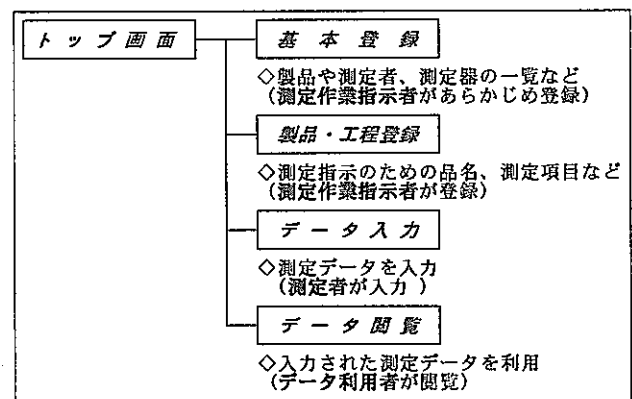


Fig.3 Procedure of measurement data management system.

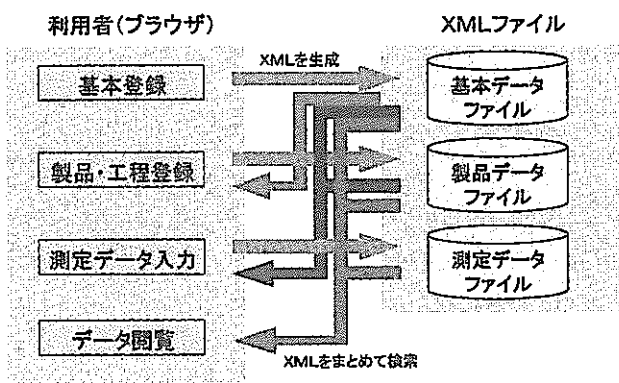


Fig.4 Measurement data management system.

Fig. 4は、左側が利用する際の「利用者の操作」を表し、右側が「XMLのファイル構成」を表している。「基本登録」は作業指示者が製品や測定者など予め登録しておく項目であり、ここで入力を行えば自動的にXMLファイルを生成し、右側の基本データファイルとして保存できるようにした。「製品・工程登録」についても同様に作業指示者が行う項目であり、製品名や工程など測定項目の登録を行うものである。また、「測定データ入力」についても測定者が行う項目であり、予め登録された基本データや製品データを一覧から選択し、測定データを入力することができるようにした。さらに、「データ閲覧」については保存した測定データを利用する場合、XMLのファイルをまとめて検索することができる。

作成した製品工程登録画面を、Fig. 5に示す。入力する項目については、品名、品番、工程名、参照図番などの「部品名に関するデータ」と、測定項目名、単位、設計値、上限、下限の公差などの「測定項目に関するデータ」とに分類した。測定項目を追加する場合には、測定個所の数だけ入力作業を繰り返す。その際、同時にXMLのデータが作成されて自動的にファイル名を決定し、保存できるようにした。

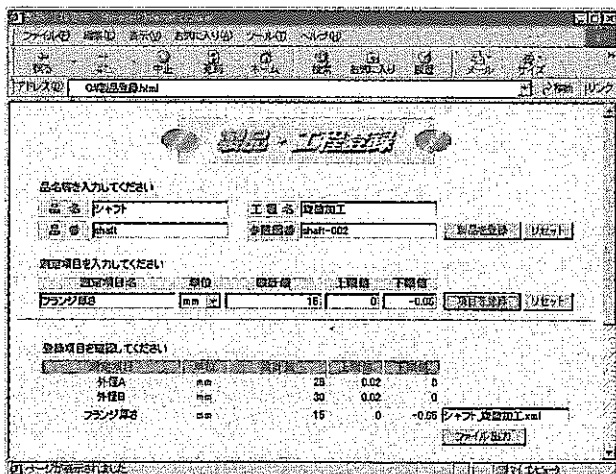


Fig.5 Data input page.

同様に作成したデータの閲覧（選択画面）を、Fig. 6に示す。これは閲覧する際にファイルを選択する画面であり、ファイルを共有することによって、登録したデータがWebブラウザで簡単に閲覧できるようにした。

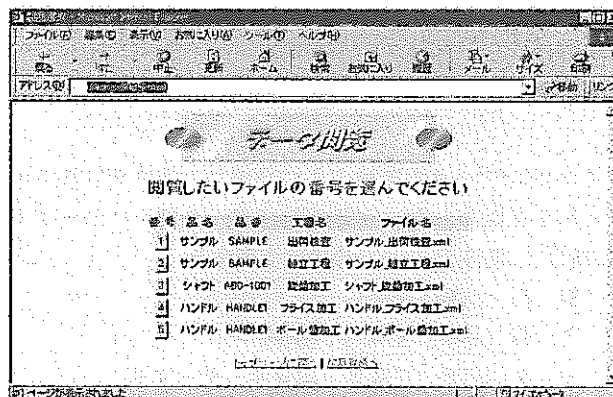


Fig.6 File selection page.

2.4 DBMSへのデータの蓄積

XMLの柔軟性を活かし、大量のXMLデータについて迅速なデータ値の集計やデータの検索を実現する方法について検討を加えた。

オブジェクト指向型のデータベースや階層型のデータベースを基としたXML専用のデータベースと称した商用データベースも存在しているが、高価なうえ、集計や検索には製品独自のデータ操作言語を習得しなければならない。そこで本研究開発においては、これらXML専用データベースを用いるのではなく、一般的に普及しているリレーショナルデータベースとデータ操作言語の標準であるSQL（構造化問合せ言語）を採用した。

XMLを媒介することによって、従来のリレーショナルデータベースではできなかったシステム利用者によるデータ項目の自由な追加と、階層データをありのままに表現することが可能となった。

測定データの共通フォーマットを、DTD表現にして以下のように定義する。

```

<ELEMENT 検査(品番,品名,工程)>
<ELEMENT 工程(図番,項目,+)>
<!ATTLIST 項目 名称 #REQUIRED>
<!ATTLIST 工程 名称 #REQUIRED>
    
```

これに基づき、XMLデータは次のように記述できる。

```

<?XML version="1.0" encoding="Shift_JIS"?>
<検査データ>
<品名>シャフト</品名>
<品番>t7</品番>
    
```

```

<工程 名称="旋盤加工">
  <図番>NIIT-ABC-0123</図番>
  <項目 名称="外径A">50</項目>
  <項目 名称="外径B">60</項目>
  <項目 名称="フランジ厚さ">70</項目>
  <項目 名称="外径D">80</項目>
</工程>
</検査データ>
    
```

このXMLデータを階層ごとに分割し、それぞれ別々のテーブルに保存した。上記のXMLデータ例を「テーブル名(項目1,項目2,...)」の書式で表すと

製品 (品番, 品名)
 工程 (品番, 工程名, 図番)
 データ (品番, 工程名, 項目名, データ値)
 (アンダーラインはリレーショナルキー項目)
 となる。(Fig. 7)

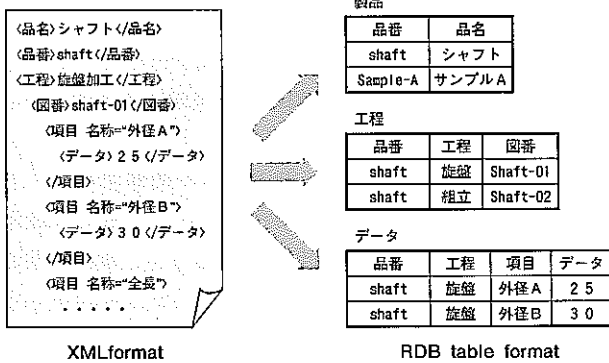


Fig.7 Interpretation for RDB table format.

Fig. 8 に示すように、実装方法を確認するため、プログラムにはXMLパーサー (MS-DOMを採用) を使用し、各エレメントを取り出し、取り出した値をもとにして各テーブルに対するSQL-insert文を組み立て、RDBに投げるという方法を採用した。各エレメントの取出しについてはDOM-API (selectNodes, selectSingleNodeなど) を使用した。

2.5 XMLデータの加工技術 (従来データ形式の変換)

ブラウザ画面からのデータ入力システムに加えて、テキスト出力が可能な測定機の出力データを自動変換するプログラムを開発した。

```

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
  ij: integer;
  FN:string;
  rootNode: IXMLDOMNode; {IXMLDOMNode; IXMLDOMElement;}
  TMPNode,var1: Variant;
  Hinmei,Hinban,Koutei,Zuban,Koumoku,Data : OleVariant;
  KouteiN: IXMLDOMNode;
  KoumokuNL: IXMLDOMNodeList;
  SQLstr: string;
  Attributes: IXMLDOMNamedNodeMap;
  Attribute: IXMLDOMNode;
  AttrCount: Integer;
  S: string;
begin
  if OpenFileDialog1.Execute then      ([ ファイルを開く ] ダイアログを開く )
  begin
    FN:=OpenDialog1.FileName; { ダイアログで選択されたファイル }
    DOM1.load(FN);
    rootNode:=DOM1.documentElement;

    [中略]

    {品番 工程 項目名 測定データを測定データ Tableへinsert}
    KoumokuNL:=kouteiN.selectNodes('項目');
    for i:=0 to KoumokuNL.length-1 do
    begin
      attributes:=KoumokuNL.item[i].attributes;
      attrcount:=attributes.Length;
      for j:=0 to attrCount - 1 do
      begin
        Attribute := attributes.item[j];
        s := attribute.NodeName;
        if s='名称' then
        begin
          Koumoku:=attribute.nodeValue
          Data :=KoumokuNL.item[i].text
          SQLstr := 'insert into Data (Hinban,Koutei,Koumoku,Data) values ('
            + '' + Hinban + '' + Koutei
            + '' + Koumoku + '' + Data + '' );
          ADOConnection1.Execute(SQLstr);
        end;
      end;
    end;
  end;
  {以下略}
end;
    
```

Fig.8 Part of converter program code.

Fig. 9 に示すように、3次元測定機からは測定結果のテキストファイル出力が可能であり、これをXML変換することによって入力の二度手間と誤入力の危険を解消できるようにした。変換方法は1レコードずつ読み取ったデータをp=strotok(s, "¥n¥r");としてトークンに分解した後、outFileStream<<("<" + element[n] + ">" + stdata[n] + "<" + element[n] + ">")<<¥n;としてXMLに組み立ててファイル出力するようにした。

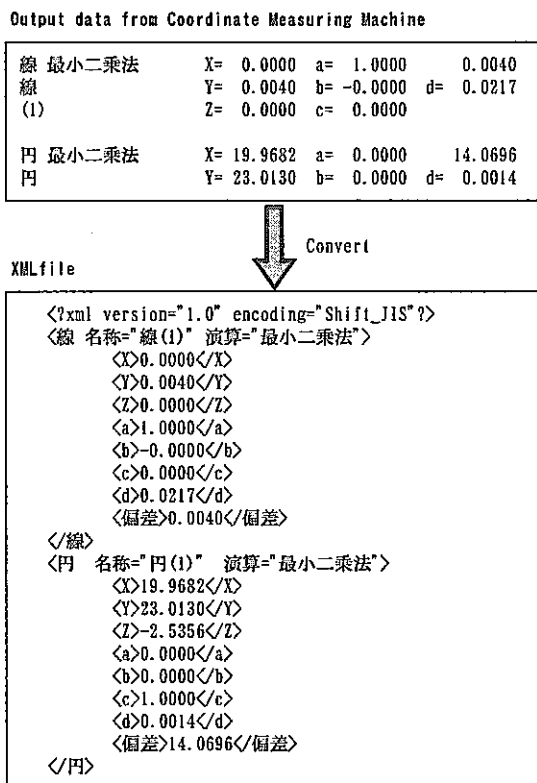


Fig.9 Example of conversion to XML format.

3. まとめ

生産活動における重要な情報である測定データの共有化を取り上げ、それを共通フォーマット化するために以下のことを行った。

- (1)測定データをXML化するために必要な項目を抽出し、標準データ構造として定義づけを行った。
- (2)XMLデータの蓄積手法としてファイル共有する方法とデータベースを利用する方法について検討を行った。
- (3)ブラウザを利用した測定データ管理システムの開発など測定データの入力とXMLの生成技術を開発した。
- (4)XMLのデータ構造を階層ごとに分割してDBMSへ蓄積するデータ蓄積技術を確立した。
- (5)従来データをXMLに変換するプログラムなどXMLデータの加工技術を開発した。

以上の結果として次のようなことが実現できた。①XMLを用いてシステムの構成データを作成することにより、データを直接Webブラウザで閲覧したり、操作したりという作業が可能となり、他部門においても利用し易さが格段に向上した。②製品構成や部品構成が変更になったり、測定個所が追加されたりといった場合に対しても、階層構造のままで一つの構造化した文書として表現可能であるため、その対応が極めて容易になった。

以上のように主に情報の共有化にターゲットを絞って進めてきたが今後の課題としては

- ・共有化したデータを他の部署で利用する際の利用技術を確立する。
 - ・測定データ管理システムを実際の製造現場で利用し、システムの検証を行う。
- ことなどが挙げられる。

本研究は「中小企業技術開発産学官連携促進事業」として8公設試で行っている共同研究「生産機械システムのオープン制御技術の開発と応用研究」の奈良県分担テーマとして取り組んでいるものである。

参考文献

- 1) W3C, Extensible Markup Language (XML) 1.0, 1998 (<http://www.w3.org/TR/1998/REC-xml-19980210>)
- 2) Charles Heinemann, Creating XML Data Sources from Relational Databases, 1998 (<http://www.microsoft.com/japan/developer/workshop/xml/articles/xml030998.asp>)
- 3) 吉田弘幸, 安本英宏, 多嶋英樹, 能登省孝, 鳥井真, PFU 技報, Rev. 11, p60-66, 2000
- 4) PROJECT KySS, 宮坂雅輝, XML+XSLによるWebサイトの構築と活用, ソフトバンクパブリッシング(株), 2000