

CATIA V5 に適応した DPM 構築のためのシステム開発

Development of DPM System for CATIA V5

中 野 文 雄*
Fumio NAKANO

宅 美 仁 史*
Hitoshi TAKUMI

山 本 孝 則*
Takanori YAMAMOTO

要 旨

Data Proto Model の活用拡大に伴い、DPM 構築機種および派生数が増加してきた。また、部品表システムからの連携も週単位から日単位への頻度向上および部品構成の精度向上が求められている。加えて CAD システムの CATIA V5 化対応も必要となり、V5 の機能を最大に活用でき、かつ出図されたデータをできるだけ早く DPM として公開できるように DPM 構築のためのシステムを開発した。開発に際して、旧システムにて構築された CATIA V4 データを含む DPM の形状精度を保証し、V5 データ化して本システムに移行した。効果として、図面が出図されてから DPM 公開されるまでの日程を最大 4 日間短縮し、他部門での仕様検討を前倒しすることが可能になった。

ABSTRACT

With the increasing use of Data Proto Model, the number of model types and their variations for which the system is employed has increased. Coordination with Bill of Materials systems is now demanded to increase the speed of response of the system from units of weeks to days and to increase the part structure accuracy. In addition, it is also necessary to deal CATIA V5 data. A system for the construction of DPM was therefore developed to help enable the functions of CATIA V5 to be maximally exploited and the data used in drawing issues to be made available as DPM as quickly as possible. During the development process, the accuracy of the shape in DPM was verified, including the accuracy of CATIA V4 data formulated using the previous system, and the data was imported to the new system after conversion for V5. As a result, the period from a drawing issue to the completion of the DPM has been reduced by a maximum of four days, and other departments are able to review specifications ahead of schedule.

1. はじめに

近年の製造業の製品開発においては、Digital Mock-Up (DMU)と呼ばれるコンピュータ上での三次元(以下 3D)モデルを用いて、設計初期段階で設計部門や製造部門等で仕様検討をおこなっており⁽¹⁾、Honda においても Data Proto Model(以下 DPM)という名称で製品開発に役立てている⁽²⁾。DPM 構築においては、車一台分の部品の 3D データを集めて、また各 3D データが局所座標系で作成されている場合は取り付け位置を全体座標系にて定義しながら、CAD システム上で完成車状態を表示できるようにデータ登録をおこなっていく。そこで、登録したデータの管理や構築支援のために Product Data Management(以下 PDM)システムとしてダッソーシステムズ社製の ENOVIA VPM(以下

VPM)を使用したシステム(以下旧システム)の開発もおこない、部品表(Bill of Material:BOM)システムから出力された製品構成を登録して DPM 構築をおこなっていた。

しかしながら、DPM のユーザ活用が拡大してきたことや、CAD システムが CATIA V4(以下 V4)から CATIA V5(以下 V5)に変更されてきたことにより、以下のような課題が発生した。

- (1) DPM 構築機種および派生拡大によるデータ量の増加にともなうシステムの処理速度低下
- (2) できるだけ最新の部品を用いて DPM を構築するための部品表システムデータ連携頻度の向上要求
- (3) V5 および Windows 環境への対応

これらの課題に対応したシステム開発をおこない、DPM の活用拡大を実現できたのでここに報告する。

*四輪R&Dセンター

2. システム開発方針

上記の課題からシステム開発のねらいを以下のように設定した。

- (1) DPM 構築機種および派生数を拡大できるようなデータ保持方法とする。
 - (2) 部品表システムデータ連携頻度を週単位から日単位とする。
 - (3) Windows 環境で稼動する PDM システムとする。
 - (4) DPM 構築システムのスケーラビリティを確保する。
- 上記4項目についての検討結果について説明する。

3. システム開発項目について

3.1. DPM データ保持形式の変更

製品構成は部品の適用情報に相当する技術部品表情報の構成部分(以下部品表情報)と部品自体の構成部分(以下部品構成)に分割して考えることができる(Fig. 1)。

部品表情報については、機種に対して上位よりそれぞれ、ファミリー、セクション、サブセクションという階層に分類し、機能保証単位である部品(以下レベル1部品)の適用を管理しており、部品構成においては適用されている各レベル1部品の構成部品をレベル2からレベルN部品という階層を用いて親子関係で管理している。

旧システムでは、機種ごとに部品表情報と部品構成の両方すべて展開し、各階層の親子関係をリンク情報として連結することでひとつのツリー構造にし、PDMシステムで管理していた。

部品構成にひも付けられる CAD データは 3D 形状を表現する単品部品のみとしていた。ただし、各単品部品の CAD データについては、同機種内でも複数個使用されたり、他の機種でも使用されたりするため、3D 形状とは別に位置情報の設定が必要となった。そこで、各部品の親部品の局所座標系に対する座標変換行列として、適用される派生とその期間とともに上位部品とのリンク情報に設定されていた(Fig. 2)。以下このツリー構造を Exploded Mode と呼ぶことにする。

Exploded Mode の場合、一機種あたりの派生および部品

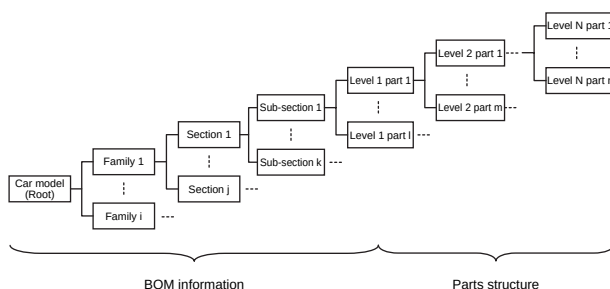


Fig. 1 Car structure in BOM system

構成の設計変更履歴が増加すると、ツリー構造を表現するリンク情報が増大する。これにより、リンク情報に対して検索条件を設定し、日付や派生によるフィルタリング処理を実行する場合のシステムレスポンスが低下し、DPM構築機種拡大を阻害する要因となっていた。

これに対して、本システムでは、部品構成をCATProduct (Assembly 構造保持ファイル)と呼ばれる V5 データとして保存し、部品構成とレベル2以下の部品の位置情報をツリー構造として PDM システムで管理しないようにした(Fig. 3)。

以下このツリー構造を Work Package Mode と呼ぶことにする。

Work Package Modeによって、派生および部品構成の設計変更履歴増加によるリンク情報の増加を抑制し、フィルタリング処理を実行する場合のシステムレスポンスを保証することができる。

3.2. 日単位での部品表システムデータ連携

旧システムにおいては、機種名および派生等の情報指示により、週単位で車一台分の最新製品構成を登録していた。

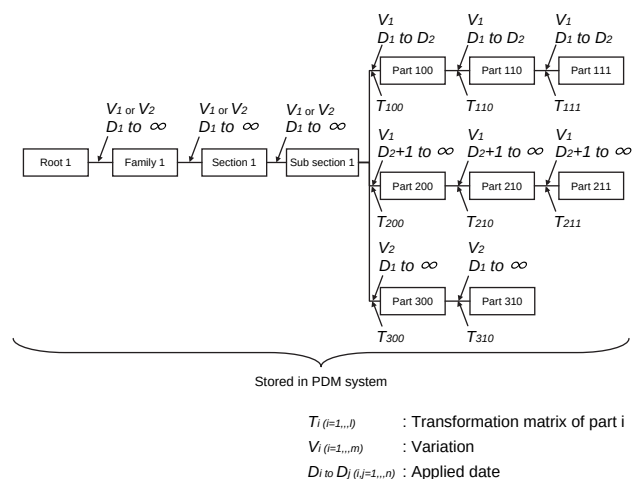


Fig. 2 Structure tree definition of Exploded Mode

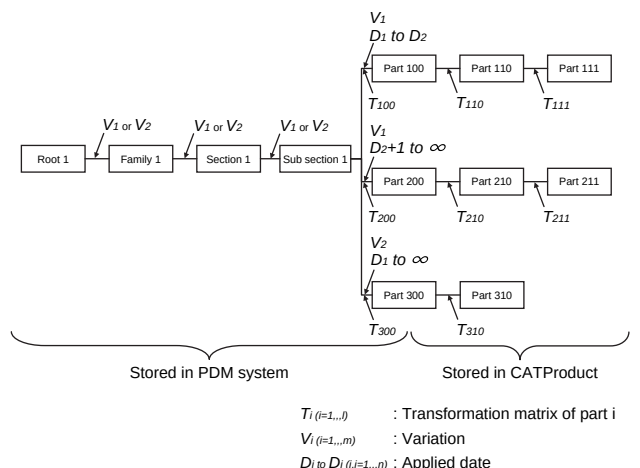


Fig. 3 Structure tree definition of Work Package Mode

このため、DPM構築機種および派生の増加により、部品表システムからの出力時間および DPM 構築システムへの登録時間も増大していた。また、週単位での更新のため、部品表システムで日々処理される設計変更内容と不整合が発生し、DPM 活用展開の課題になっていた。

そこで、本システムにおいては DPM 構築をおこなう機種や派生等の情報を事前に部品表システムに登録し、登録した派生に適用される部品の設計変更単位で外部ファイルに出力するように変更した(Fig. 4)。

これにより部品表システムで処理されていた部品表データ抽出時間の短縮が可能となる。

また、この外部ファイルを毎日、本システムに登録することにより、登録時間の短縮が可能となり、部品表システムとの不整合を解消することが可能となる。

3.3. PDM システムの変更

旧システムでは、V4で作成された3DデータをUNIXで稼働するVPMを使用し、DPMを構築していた。UNIX機は導入および保守が高価で、DPM構築機種および派生の増加によるシステム拡張に課題が発生していた。

しかしながら、CADシステムがV4からV5に変更され

	Date						
	Mon.	Tue.	Wed.	Thu.	Fri.	Sat.	Sun.
Previous system							
Drawing issues	✓	✓	✓	✓	✓		
Structure lists							
: Parts structure of full car							
New system							
Drawing issues	✓	✓	✓	✓	✓		
Structure lists	✓	✓	✓	✓	✓		
: Parts structure of 1 drawing issue							

Fig. 4 Timing of drawing issue and structure output

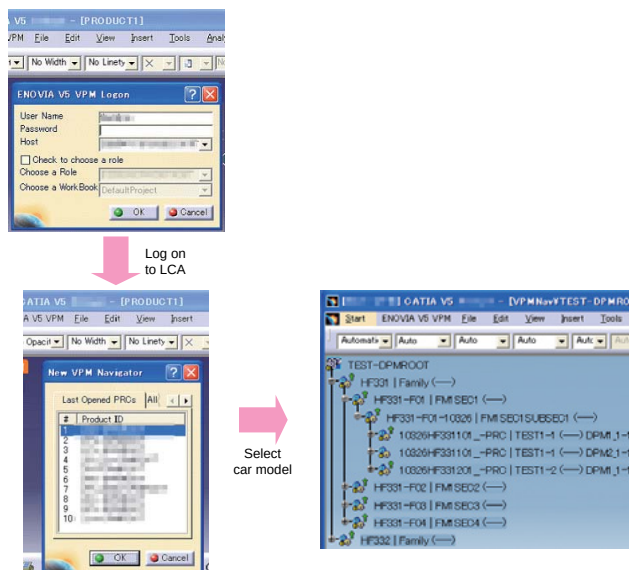


Fig. 5 Operation to access to structure tree

ることにより、以下のような利点があるため本システムでは ENOVIA V5 VPM(以下 LCA)に変更した。

(1)V5 との親和性が高い(Fig. 5)。

(2)V5 から容易に製品構成や3Dデータにアクセス可能である(Fig. 6)。

(3)Windows機の使用により、安価かつ高速で処理が可能である。

これにより、部品構成登録後のモデリング時間の短縮が可能となった。

3.4. 分散処理によるスケーラビリティの確保

本システムにおいて分散処理をおこなった際、各処理にてエラーが発生する場合がある。エラーとなった処理を簡単に検知し、対応を迅速におこなえる機能がシステム運用上必要となった。この要件を満たす機能として、社内で他システム向けに構築された分散処理機能を流用することとした。

Job Controller のシステム構成の概略を Fig. 7 に示す。

DPM 構築 Server(サブミットマシン)から Job queue (Database)へ Job 登録を実施する。Job Controller が、定期的に Database を監視し、CATIA 処理マシン(実行マシン)へ Job を割り当てる。Job を割り当てられる CATIA 処理マシンは処理管理ファイル(ActServerManager)に一覧形式で記述されており、その中で起動できる同時実行処理数が設定できる。Job 割当てが実施されている最中でも、処理管理ファイルの変更が可能であり、処理数によってスケーラビリティが確保できる。



Fig. 6 Operation to access 3D data from structure tree

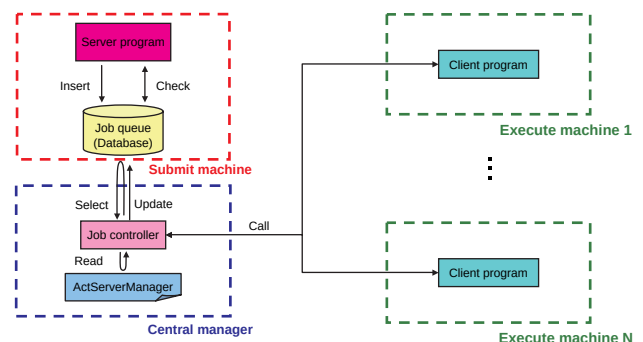


Fig. 7 System configuration of job control system

Table 1 Amount of data convert

Item	Number of models	Number of variations	Number of V4 data	Number of V5 data	Total number of V4/V5 data
Total	24	69	31888	14750	46638

また、実行された Job のステータスが Database に反映され、エラー時にはステータスを変更するだけで簡単に再処理をおこなうことができ、DPM構築のシステム運用の効率化を実現できた。

4. 旧システムからのデータ移行

本システムを開発するにあたって、旧システムでのDPMデータの資産を有効活用するためデータ移行が必須となった。移行対象として本システムにて有効になる機種を選定し、データ数は Table 1 のとおりとなった。

このデータ数と本システムでの活用時期を元に、Honda 内でデータ活用している部門に対してサービス保証をする要件として

- (1) Exploded Mode を Work Package Mode に変換し、全体座標系での各部品の取り付け位置に差異がないことを保証する。
 - (2) 3D 形状の精度保証をし、V4 データを V5 データへ変換する。
 - (3) 1機種あたりのデータ移行によるサービス停止を最短期間(2週間)で実施する。
- を設定し移行作業をおこなった。

4.1. VPM から LCA へのデータ変換

旧システムで作成されたデータは、外部システムへの連携として、ISO10303(以下STEP)-11に規定されたEXPRESS言語にてISO10303-21(以下STEP/Part21)で規定された交換構造形式で表現されている外部ファイルとして出力される⁽³⁾。

しかし、このSTEP形式は規格文書の量が多いだけでなく規格が分散しており、それらを再構成しないと内容が理解できないため可読性が低い。またこのファイル自体はVPM固有のデータ管理情報で表現されているため、社内での部品および車構成情報として理解することが困難である。

そこで、今後のDPMデータ交換において下記3項目を考慮し、STEP/Part21形式をXML形式に変更することとした。

- (1) 社内での活用性向上
- (2) データ交換時の可読性向上
- (3) 普及したXMLツールを利用することによるシステム開発コストの低減

一方、Exploded Mode から Work Package Mode への変更も同時に実施した。XMLファイル内に、各部品構成の先頭部品の全体座標系での座標変換行列も記述するようにし、

車全体の中での位置をXMLファイルから復元できる仕様とした。

また、本システム固有の名前空間で有効となるXMLとし、本システムでの入力I/Fファイルを兼用できるよう開発した。同時に、本システムで構築されたDPM構成情報も、同一フォーマットのXMLで出力されるようにした。これにより、

- (1) DPM 新規構築時の他機種データの流用
- (2) 部品番号が試作時のものから量産時のものに切り換わる際の位置情報コピー
- (3) 他システムへのデータ提供が可能となった。

4.2. Exploded Mode から Work Package Mode への変換

前述のとおり、Exploded Modeの場合、部品構成内の各部品の位置情報は、自分自身の親部品の局所座標系に対する座標変換行列で表現されている。このため、全体座標系での座標を計算する場合には、自分自身のすべての上位部番に与えられている座標変換行列の積が必要となる(Fig. 8)。

これに対して、本システムで管理される Work Package Modeでは、下位構成を持つ部品(Assembly)はCATProductで表現される。そのCATProductに含まれる3Dデータの位置は、親CATProductからの座標変換行列で表現され、CATProduct内に格納される(Fig. 9)。

これにより、Assembly部品における局所座標系での位置情報の表現が可能となり、他機種でAssembly部品を流用した場合に、機種固有の位置情報に影響されず部品配置が可能となる。

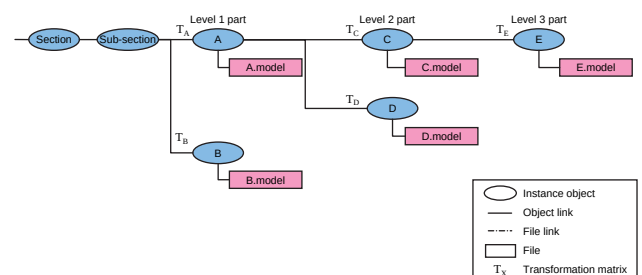


Fig. 8 Position matrices of Exploded Mode

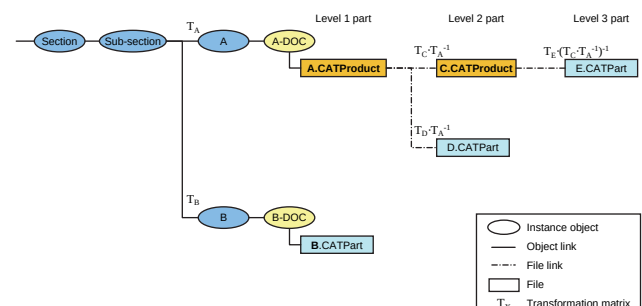


Fig. 9 Position matrices of Work Package Mode

前項で作成した本システム独自の XML データを作成する際に、各部品の位置情報である座標変換行列の演算をおこなない、全体座標系から局所座標系への座標変換を実施した。この XML を用いることにより、部品構成を表現する CATProduct を自動作成し、Assembly 内の相対位置を設定することが可能となった。

4.3. V5 変換時の形状保証

V5 では、V4 時の 3D 形状保持形式が一部異なっており、変換後に変換元との形状差異が生じていないか確認する必要がある。そこで、V4 データを V5 データに変換したときの形状差異を把握するために社内で構築された 3D 形状誤差システムと連携し、変換後の 3D データの確認を実施した。形状差異検出は、変換前後の二つの CAD データについて下記 2 段階で実施される。

(1)ソリッド数とサーフェス数および体積、重心と表面積の比較

(2)サーフェス、エッジの比較

しかし、本システムでのデータ変換時では移行時の処理時間短縮のため、(1)の比較のみを実施し、差異検出された場合にのみ(2)の処理をおこなうこととした。

形状比較結果について以下に示す。

(1)V4 で 3D が作成された移行機種において、約 90%のモデルで形状の差異は検出されなかった。

(2)形状比較結果が差異ありとなったモデルは手作業にて 3D モデル修正を実施した。

(3)比較処理自体が正常におこなわれなかったデータについては、V5 上で形状比較をおこなった。

この結果、Table 1 で示された V4 データ 31888 個のすべてを V5 データに変換できた。

5. 本システムにおける効果

(1)出図から DPM 公開までの期間を最大 10 日間から 4 日間短縮し、6 日間にする事ができた。

(2)出力された製品構造の情報により、全体座標系での位置情報を他機種もしくは自機種で流用することが可能となり、位置設定の作業工数を 1 レベル 1 部品あたり約 5 分削減できた。

(3)Windows 機でモデリング可能となった。

(4)部品表システムとの連携において、設計変更単位に変化点を抽出する仕様にしたことにより、変化点を抽出する作業工数を削減できた。

6. まとめ

上述のシステム開発により、

(1)PDM システムで管理するツリー情報を旧システムと

比較して削減することにより、DPM構築機種拡大および派生数を拡大できるようにした。

(2)日単位での部品表システムデータ連携を可能にし、出図されたデータをできるだけ早く DPM として公開できるようにした。

(3)DPM 構築のためのシステムを V5 に適用させることで、Windows 環境にて稼動することが可能になった。

(4)分散処理機能を導入することにより、DPMシステムのスケーラビリティを確保することが可能になった。

参考文献

(1) <http://monoist.atmarkit.co.jp/fpro/articles/xvl/02/xvl02a.html>, 2009/08/18

(2) 上田宏, 中里正明, 加賀谷昭夫, 中村忠, 師鉄平, 田中秀幸: Data Proto Model のシステム開発, Honda R&D Technical Review, Vol.16, No.1, p.77-84

(3) [http://www.tc184-sc4.org/SC4_Open/SC4_Legacy_Products_\(2001-08\)/STEP_\(10303\)/](http://www.tc184-sc4.org/SC4_Open/SC4_Legacy_Products_(2001-08)/STEP_(10303)/), 2009/09/11

■著 者■



中野 文雄



宅 美 仁 史



山本 孝 則