

論文・解説

18

部品構成作成支援システム(v-DESIGN)の開発 Development of Part Structure(BOM)Creating System

岡村 征三*¹ 新中 裕*² 大崎 理恵*³
Seisou Okamura Hiroshi Shinnaka Rie Ohsaki
川原 浩江*⁴ 笹倉 君子*⁵ 平田 隆教*⁶
Hiroe Kawahara Kimiko Sasakura Takanori Hirata

要 約

自動車の部品構成を作成するための設計支援システムとして、商品性から要求される車種仕様、装備仕様、選択仕様および部品固有の設計要件をもとに、車種バリエーションに応じた部品種類数を自動算出しつつ、部品構成表を自動作成して電子データ出図を行う仕組みを開発し、設計業務への実務適用を開始した。

本稿では、この部品構成作成支援システムの概要を紹介するとともに、ワイヤーハーネス設計への適用事例、および部品構成出図データとマツダ基幹部品構成データベースとの連携を紹介する。

Summary

We developed a new design support system. Based on the design requirements such as specifications of models, features, options, the newly developed system automatically sets parts variations based on the model variations and creates parts structure(Bill of Material). This system has already been incorporated in the actual work.

This report describes the outline of the new system named v-DESIGN, introducing the examples in the Wiring-harness development. It also indicates the correlation of the " parts structure data release " and Mazda's " mainframe BOM database. "

1. はじめに

マツダでは、お客様ニーズの多様化や商品開発期間の短縮化などの期待に応えつつ、確実な商品品質の作り込みを行うことが開発部門に求められている。そのためCAE、CADなどのコンピュータ技術をフル活用し、バーチャルに自動車の開発/検証/評価を行うことで、試作車の台数を大幅に削減する段階になってきている。

これら自動車開発技術の進歩の反面、自動車を生産する上で必須となる部品構成の作成領域においては、設計者の個人差、担当部品の特異性、部品構成データベースの企業固有差がネックとなり、業務用の市販ソフトは存在せず、コンピュータの利用は部品構成表を記入する上での作業効率化に留まっていた。

そこで、この設計結果を書き示すものとされる部品構成の作成作業を、部品設計の前段階である部品種類数/部品構成の検討から最終結果である部品構成表作成までの一貫

業務へと発展させ、これを支援するシステムを開発した。

本稿では、この部品構成作成支援システム(以下v-DESIGN)の概要とその適用事例を紹介する。

2. 部品構成作成業務の概要

2.1 部品構成の記載様式

マツダでは車の部品構成を部品構成表と使用条件情報という2種類の様式で表現している。

(1) 部品構成表

車1台をエンジン、ミッション、ボデー、シート、ワイヤーハーネスなど約70種類の機能グループに大別して、そのグループ単位に下位構成部品をツリー状に表したものが「部品構成表」である(後述 Fig.11)。

(2) 使用条件情報

グレードの差などでオプション装備に選択肢がある場合、例えばオートエアコンとマニュアルエアコンの2種類の部品を選択仕様として用意する必要がある場合に、これ

*1~3 車両レイアウト・CAD部
Vehicle Layout Engineering & CAD Dept.

*6 (株)アライドエンジニアリング
Allied Engineering Corporation

*4, 5 電子開発部
Electrical & Electronics Development Dept.

らの部品の使い分けを「使用条件情報」という特殊な形式で表現している(後述 Fig.12)

2.2 従来の部品構成作成

部品構成作成はベテラン設計者が頭の中で素早く計算して解を求めていることも含め、部品構成表と使用条件情報の記載は人間系作業の固まりである。出図指示書に示される商品性要求の解釈から、レイアウト情報などの設計要件の収集、部品種類数削減のための共通化計画などと判断基準は多岐に渡り、結果として部品構成作成から人間系ミスを除くには膨大な努力が必要であった(Fig.1)

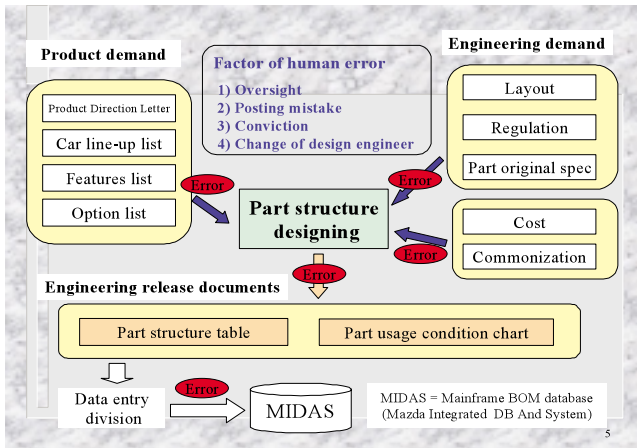


Fig.1 Part Structure Designing Operations

2.3 v-DESIGNによる部品構成作成

部品構成作成の自動化を狙ったシステムがv-DESIGNであり、商品性要求と設計要求をデータ化して、これを標準部品構成に掛け合わせるにより、車種バリエーションに応じた部品構成表と使用条件情報を自動作成するものである。現在はこれに部品コストと部品管理費を加味して、部品種類数の最適化へと発展させている段階にある。

v-DESIGNの基本機能フローをFig.2に示す。

これらをコンピュータ処理する上では、組み合わせ計算を高速処理する技術が必要不可欠であり、数学的論理面では東京工業大学と広島大学、実装面では(株)アライドエンジニアリングとの共同研究を進めたものである。

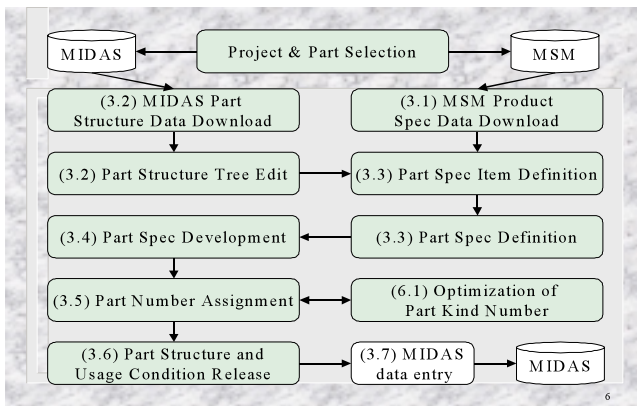


Fig.2 v-DESIGN Process Flow

3. v-DESIGNの個別機能

3.1 商品仕様データの定義

車の車種仕様および装備仕様は、マーケティング部門および主査部門によって規定される。これらの商品性要求はMSM (Mazda Specification Management system) と呼ばれる商品仕様管理システムを通してFig.3に示す帳票形式で設計部門に配布される。

v-DESIGNはこの商品仕様データを直接利用して、各部品に必要な商品要件を抽出して車ごとの装備仕様を求め。更にマニュアルエアコンの時はパワーウインドの有無を選択できるが、オートエアコンではパワーウインドのみといった選択仕様と制約条件を自動的に解釈する。

Fig.3 Product Marketability Demand Document

3.2 基本部品構成ツリーの定義

部品構成ツリーの基本形を定義するには、標準部品構成の転用、v-DESIGNの既存データの転用、又は既存のMIDAS (Mazda Integrated Database and Application System) データを転用する方法がある(Fig.4)

MIDASとは、マツダ車生産のための基幹部品構成データベースであり、ここに部品構成表と使用条件情報を入力することがv-DESIGNの目的のひとつである。これらのデータ転用により、部品番号、ツリー構造、員数などを効率



Fig.4 Part Structure Download Screen

良く再利用できる (Fig.5)

従来の人間系での構成作成に比べてv-DESIGNの大きな特徴となるのは、車ごとに何種類かの部品が必要となる場合は後述の定義によってその種類数が自動算出され、その種類数に応じて上位構成部品の種類数も自動算出されていくという連鎖性を持っている点である。



Fig.5 Part Structure Tree Edit Screen

3.3 部品仕様の定義

車ごとに何種類かのバリエーションを持つ部品に対して、その部品のバリエーションを生み出す要件を部品仕様として定義する。例えば、フロントエアコンはマニュアル式とオート式があり、リアエアコンはボデータイプによって区別されると個別に要件を定義する (Fig.6,7)

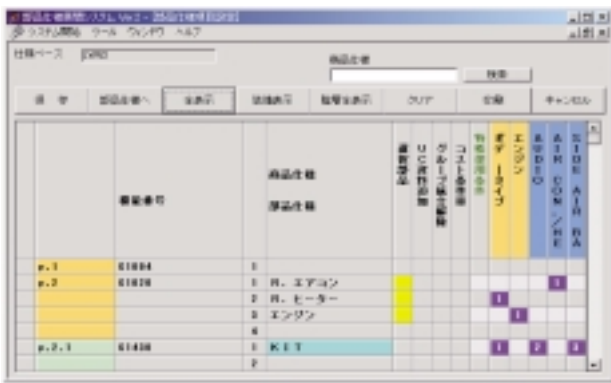


Fig.6 Part Specs Item Definition Screen



Fig.7 Part Specs Definition Screen

3.4 部品仕様展開の実行

部品仕様展開とは、前項で定義した部品仕様に基づき、部品バリエーションを自動算出する機能であり、ここに組

み合わせ計算の高速処理ロジックが組み込まれている。

この計算処理により、フロントおよびリアエアコンの種類数と車ごとの使い分けが求められる。その過程で、オートエアコンの時はパワーウィンドのみといった商品仕様上の制約を加えた条件分岐ツリー探索を効率的に行い、数万通りのオプション組み合わせの中から、数百通りの実在すべき車に対する部品種類数へと絞り込まれる。更に、フロントとリアを合わせた上位のエアコングループとしての種類数と部品構成も算出される (Fig.8)

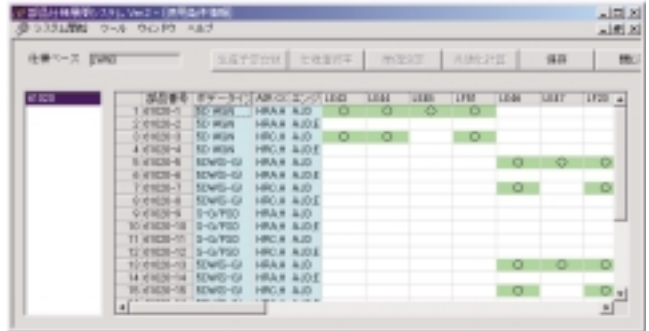


Fig.8 Part Spec Development Result Screen

3.5 部品番号の採番

前項の部品仕様展開の結果はFig.9の部品相違表の形式に出力される。部品番号欄にはその部品が適用される車種コードに基づく推奨番号が記載されているが、設計者が部品ごとの仕様差と使い分けを加味して、最終的な部品番号をv-DESIGNに入力する。



Fig.9 Part Difference Table Screen

3.6 出図資料の出力

部品番号を決定した後、最終確認用に設計者用の部品構成表と出図用の使用条件情報と部品構成表を出力する。

ここまでで定義した各種データは公開データとなり再利用が可能になると同時に、実際の出図データとしてMIDASのインプットデータへと繋がり、設計者にとっての出図作業が完了する。

(1) 設計者用の部品構成表

Fig.10に設計者用の部品構成表を示す。これはどの部品をどの車に何個使い、その部品の仕様差は何かといった形の部品一覧表であり、従来から設計者が手作りで作成し、

個人情報としてのバイブル的存在であったものである。

Fig.10 Part Structure Table for Engineer

Fig.12 Part Usage Condition Chart for Release

(2) 出図用の部品構成表

Fig.11は出図用の部品構成表である。部品構成の親子関係をツリー表現しており、MIDASの入力情報となる。

Fig.11 Part Structure Table for Release

Part usage condition chart (Fig.12 Form)		Sedan(22)			Wagon(24)			
		L8	LF	←	L2	LF	←	L2
Part No.	Option codes	5MT	5MT	4AT	4AT	5MT	4AT	4AT
A001-6701Z	ADA+PSA	○	○			○	○	○
	ADB	○	○	○	○	○	○	○
A002-6701Z	ADA+PSB	○	○					
A003-6701Z	ADA+PSB			○	○	○		

MIDAS DATA		Cording and MIDAS input
Part No.	Option codes	Applied model spec
A001-6701Z	ADA+PSA ADB	22-L8-5, 22-LF-5, 24-all
A002-6701Z	ADA+PSB	22-L8-5, 22-LF-5
A003-6701Z	ADA+PSB	22-LF-4, 22-L2, 24-LF-5

Fig.13 Part Usage Condition Chart vs. MIDAS Data

(3) 出図用の使用条件情報

Fig.12は出図用の使用条件情報である。ひとつの車で複数の部品を使い分ける場合の差別化方法を示しており、これもMIDASへの入力情報となる。

3.7 部品構成出図データのMIDAS登録

設計者が出図した部品構成資料 (Fig.11,12) を受けて、部品構成データ管理部門ではMIDASへのデータ入力が行われる。使用条件情報は表形式であり人間には理解しやすいが、オプション部品の車への使い分けを規定するデータ化入力は煩雑で、ここでも人間系のミスは回避できなかった (Fig.13)。

v-DESIGNの稼動に合わせて、Fig.12の使用条件情報を解読してMIDASへと自動登録するシステムも運用を開始した。その結果、MIDASデータの精度が100%保証されたと同時に、データ入力作業の時間も日単位から分単位へと大幅に短縮できている。

4. ワイヤーハーネス設計への適用事例

4.1 ワイヤーハーネスとは

ワイヤーハーネス (以下ハーネス) とはFig.14に示すように車両の電装品間を繋いだ電線の束である。近年エンジンや車両装備はほとんどが電気制御されており、新しい電気システムも次々に開発されている。こうした状況下でハーネスの仕様組み合わせは複雑化し、更に部品共通化とコスト/重量との狭間で種類数の検討は困難を極めている。

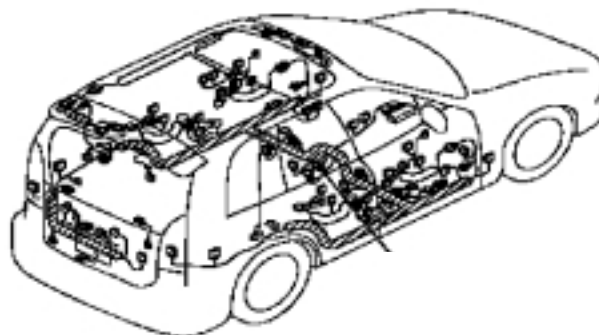


Fig.14 Wire Harness Layout

4.2 ハーネスの構成作成

ハーネスの仕様組み合わせ表作成や仕様と部品種類数を最適化する計算は複雑で膨大な工数がかかる上に、人間系ミスが絶えない状況にあった。ミス防止のためにFig.15のようなハーネス仕様と部品番号の関連を網羅した複雑な部品構成表を作って管理する工夫や、チェック回数を増やすなどの努力を重ねてきたが限界があった。

Fig.15 Wire Harness Part Structure Table

4.3 ハーネスへのv-DESIGN適用

v-DESIGNは次の操作で構成作成作業が完了する。①ハーネス構成ツリー作成、②ハーネスに必要な仕様項目および仕様組み合わせ条件設定（例えばパワーウィンドとドアロックはどちらかが装着されれば、ハーネスは両方の回路を組み込んで共用化）、③自動算出された部品に部品番号を設定。この結果、車ごとの部品構成が自動計算されFig.10～12の設計用と出図用資料が一括出力される。

このようにハーネス特有の関連仕様がいくつもあり、かつその仕様が複雑に組み合わさっているハーネス構成作成が単純な作業で完成できる。

4.4 ハーネスにおけるv-DESIGN適用効果

2001年から順次新規開発車に適用した結果、v-DESIGN適用車種では人間系のミス発生は現在までゼロであり、構成作成工数も約40%削減され、v-DESIGNの効果が確認されている。

5. v-DESIGNの拡大機能と課題

5.1 部品種類数の最適化⁽¹⁾

部品の共通化および部品種類数の最適化は、部品設計上の大切な要素でもある。v-DESIGNでは部品仕様をデータベース化したことにより共通化/流用化を支援すると同時に、部品コストと部品管理費の面から部品を何種類にするのが最適であるかを自動算出する機能を持っている。

この部品種類数の最適化は、計画生産台数とオプション仕様の装着率から基本仕様の部品を上級仕様の部品へと代替換することで、代替による損失コスト増と部品数削減

による管理費減の中庸を求めることにある。

この最適化ロジックは車を何種類にするか、オプションをどんな仕様で何種類にするかという商品性の最適化にも利用できるため、オプション装着率など前提データの整備を社内で進めているところである。

5.2 全世界レベルでの部品検討

現在のマツダでは、国内、北米、欧州など主要市場の単体で出図活動を行っている。部品設計上はこれらの市場を包含して全世界レベルで考慮する必要があるが、現在のv-DESIGNは、その元となる商品仕様を定義したMSMに準じて、市場単位の部品構成作成に留まっている。

これを全世界向けに拡大することが課題であり、その時には設計活動の初期段階/構想段階へと前倒し利用できる検討用ツールとしての価値が生まれてくるものとなる。

6. おわりに

v-DESIGNの狙いのひとつに、このシステムを利用することによる構成作成業務の標準化と設計ノウハウの継承という視点がある。そのためには、実際の利用実態を常にウォッチすると同時に、ユーザの声は神の声と考えて貴重な要望やクレームを糧に機能の拡大/発展を図っていきたい。

また、(株)アライドエンジニアリングより製品として市販されるに至ったv-DESIGNであり、マツダ以外のユーザ各社とも連携をとって、より良いものにしていきたいと考えている。

参考文献

- (1) 二神ほか：商品の多様化対応における最適化問題，広島大学経済論叢，第19巻，第3・4号別刷（1996）

著者



岡村 征三



新中 裕



大崎 理恵



川原 浩江



笹倉 君子



平田 隆教