

論文・解説

19 車載ソフトウェア更新を行うための管理システムの構築

Management System Construction for On-Vehicle Software Update

三明 祐大^{*1} 中丸 和之^{*2} 坪山 真之介^{*3}
 Yudai Miake Kazuyuki Nakamaru Shinnosuke Tsuboyama
 國川 隆^{*4} 角本 千恵^{*5} 坂本 貴弘^{*6}
 Takashi Kunikawa Chie Kadomoto Takahiro Sakamoto

要約

近年、自動車はCASE領域（コネクテッド技術、自動運転技術や電動化技術）での進化が著しく、ソフトウェアが自動車の価値に大きな影響を与えるようになってきた。更に、通信技術やITシステムの進歩により、既販車に対してソフトウェアを更新できるようになり、それによりお客様に最新の機能／性能を提供することが可能となってきている。

マツダでは、スモール商品群から出荷前の工場や出荷後の市場において、品質よくソフトウェア更新を行う基盤を整えている。そして、2021年9月にはソフトウェア更新による既販車の性能向上を行う「MAZDA SPIRIT UPGRADE D1.1」のサービスを開始した。その後、UN-R156 Software update and software update management system（以降、UN-R156）が施行されたことに伴い、法規としてもソフトウェア更新の確実な実施と管理が求められるようになったため、スモール商品群で構築したプロセス及びITシステムを拡張し、UN-R156の能力証明書及び、型式認可を取得した。

本稿では、上記のマツダにおける車載ソフトウェア更新に関する取り組みと、UN-R156対応に向けて構築したプロセス及びITシステムを紹介する。

Abstract

Due to the recent advancement of communication technologies and IT systems, it becomes possible to provide new functions and performances only by updating the software of existing marketed vehicles.

Mazda has established high-quality environment for updating software in plants/markets for Small products and later, and implemented the service called “MAZDA SPIRIT UPGRADE D1.1” in September 2021, which improved the performance of existing marketed vehicles by updating software.

Afterwards, “UN-R156 Software Update and Software Update Management System” (called UN-R156) was enforced, which requires secure implementation and control of software update. Therefore, we have expanded the process/IT systems constructed for the small products and obtained approval of the UN-R156.

This article introduces our initiatives, process, and IT systems for the vehicle software updates and UN-R156 approval.

Key words : Information communication and control, Cloud system, Information system, Traceability

1. はじめに

技術進化によって、クルマの価値に対してソフトウェアが大きな影響を及ぼすようになってきている。

更に、通信技術やITシステムの進歩により、既販車に

対して、車載ソフトウェア（以降SW）を更新することでお客様に最新の機能と性能を提供することが可能となってきている。今後、クルマを乗り換えなくとも新たな機能／性能を手軽に手に入れられるようになり、販売後も新たな価値を提供可能なビジネスへ変革することが、

*1,2 統合制御システム開発本部
Integrated Control System Development Div.

*4,6 カスタマー・品質システム部
Customer & Quality Systems Dept.

*3 環境安全技術部
Environmental & Safety Engineering Dept.

*5 エンジニアリングシステム部
Engineering Systems Dept.

求められると考える。そこで、マツダではSW更新によるクルマの価値を向上するビジネスの実現に向けた活動を進めている。その第一歩として、2017年よりSW更新に関連した管理基盤構築活動を開始し、スモール商品群の開発に合わせて推進した。この基盤を用いて、「おクルマを最新スペックにアップグレードすることで、いつものドライブをもっとラクに、もっと楽しく」という願いを込め、2021年9月にクルマを最新のスペックにアップグレードする「MAZDA SPIRIT UPGRADE D1.1」のサービスを開始し、お客様にこれまでにない保有体験をお届けしている。

一方、SW更新に関する法規整備もGlobalで進んでおり、UN-R156が制定された。そのため、2022年7月以降「MAZDA SPIRIT UPGRADE D1.1」のような、SW更新を今後も実現していく上で、UN-R156の対応をしなければならない。

UN-R156に対応する上で、特に重要になるのが、クルマのライフサイクル全体（企画→開発→生産→市場→廃棄まで）を視野に入れたSWのトレーサビリティ管理である。マツダでは、スモール商品群までに構築した基盤を拡張することで、ラージ商品群にてUN-R156への対応を完了した。

本稿では、マツダのこれまでのSW管理の取り組みと、UN-R156対応にあたって拡張した仕組みについて紹介する。

2. スモール商品群までのマツダの取り組み

2.1 SWの構成管理

SWを全社で管理するためのプロセスやITインフラを構築するに当たり、全く新しい管理基盤構築するのではなく、SWも車載部品の一つとして既存の枠組みの中で扱うこととした。

こうすることで、既存のプロセスとの親和性を確保し、開発、生産、市場の関係者が運用しやすくすることを目指した。

マツダでは以前から、MIDAS (Mazda Integrated Database and Application System) と呼ばれる、車両製造のための部品管理データベースを運用している。

MIDASでは車両の種類を特定するための仕向けや装備等情報（以降「車種情報」）に対し、車両1台分の部品を機能ごとのグループに大別し、その下に構成部品をツリー状に設定することで部品構成を表現している。このMIDASにてSWを車載部品の一部として管理することで、SWの構成管理を行っている。

以下では、MIDASを活用したSWの構成管理を行うための取り組みを説明する。

(1) 管理粒度の定義

SWの管理単位をMIDASでは、各SWのビジネスや設計上の制約を考慮して、サプライヤー様やベンダー様か

ら提供（納品）頂く単位や、機能単位に分別した単位で設定できるようにしている。例えば、更新対象のハードウェア（以降HW）ごとに管理することや、複数のSWを機能単位でまとめて、管理することも可能としている。

(2) 部品番号（識別子）の設定

SWを管理するに当たり、従来から部品の管理に用いていた既存の部品番号をSW管理の識別子として適用している。これは、既存の部品番号の採番方法でSWを一意に特定することが十分可能であると考えたためである。

マツダの部品番号は、10桁の英数字を4桁-5桁-1桁に分割し、それぞれに以下のような意味のフォーマットとしている。

●部品番号フォーマット（例）：X001-Y0001-A

-X001（4桁）：種類番号、バリエーション

（例）車種、仕向け、装備による違い

-Y0001（5桁）：機能番号、部品がもつ機能

（例）エンジン制御、ADAS制御、等制御する車両内での機能

-A（1桁）：改訂履歴番号、バージョン

(3) 互換性情報管理

市場にてSWを更新する際、関連するSWやHWに対する互換性が保証できるSWのみを確実に更新する必要がある。加えて、SWの種類や改訂履歴に応じて適切なSWを選択し更新を行う仕組みが必要不可欠である。これらの互換性や種類、改訂履歴を考慮し、SWの更新可否を表現した情報をリプロチェン情報と定義し運用している。

リプロチェン情報には、更新前のHWとSWの保証できる組み合わせ情報と、それらに対して更新可能なSWの情報が紐づけて管理されている。SW更新前に車両に搭載されているSW/HW Verを取得し、このリプロチェン情報と照合することで適切なSWを特定し、更新内容を保証している。またこの、リプロチェン情報を市場のサービスツールへ確実に配布するシステムとして、RCMS (Repro Chain Management Systems) をスモール商品群から導入した。

2.2 SW流通プロセスの確立

次にスモール商品群までの取り組みとして、SW本体の管理基盤を説明する。

(1) SW管理システムの構築

前世代商品群から工場におけるSW書込みに関して、更新対象のSWを管理するため、MIRS (MIDAS Intangible products Release System) と呼ばれるシステムを構築していた。スモール商品群では、このMIRSによる管理対象を一気に全車載ECUに拡大し一元管理を開始した。

更に、市場サービスツールや工場の設備とMIRSを連携させることで、SWに関して人手を介さずに車両に書き込むことを可能としている。

(2) 公開承認プロセスの定義

次に、SW 管理を行う上での品質確保の取り組みとして、MIRS の機能を用いた SW リリース承認プロセスを記載する。

このプロセスは、サプライヤーから納入された SW をリリース前にマツダ社内ですべて品質確認を行い、関係部門間で合意を得られてから、工場や市場に SW をリリースすることを保証するプロセスである。

具体的には、サプライヤーから納入された SW を開発部門で、仕様に基づく品質確認を行った後に、SW と品質確認のエビデンスを MIRS に登録する。品質部門は MIRS 上でこれらのエビデンスや品質要件を踏まえて承認を行う。この品質部門の承認によって SW が工場や市場で利用可能となる。

なお、上記エビデンスとは、SW 本体、結合テスト、車両評価結果等、品質確認の根拠となるデータのことを指す。

2.3 スモール商品群までの取り組みのまとめ

スモール商品群までに構築していた仕組みを Fig. 1 に記載する。なお、Fig. 1 中の OTA center の OTA とは Over The Air の略であり、無線でソフトウェア更新を行う IT システム全般を指している。

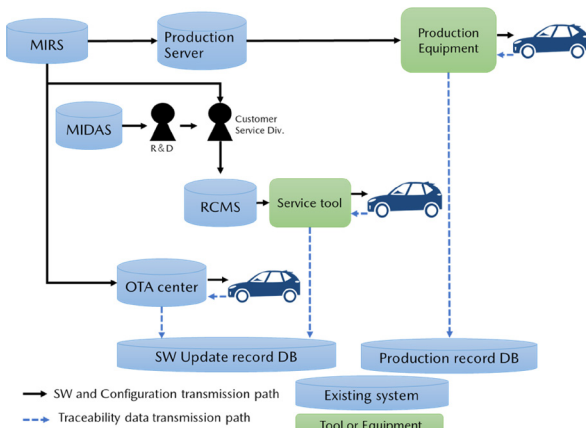


Fig. 1 System Overall~The Small Products~

以上のとおり、UN-R156 が施行される前から、SW 更新を確実に行うために必要な基盤整備を進めていた。

UN-R156 対応ではこれらの資産を最大限活用し、法規対応し更に SW 更新を確実にかつ効率的に行うために、改善すべきポイントを定めて活動したことで、現行の仕組みを大きく変えずスムーズに導入することができた。

3. UN-R156 へ対応する上での課題と方針

UN-R156 に対応するに当たり、前述の業務基盤を基に法規要件に適合しつつ、継続して運用するべく以下 3 つの課題を抽出した。

3.1 車両法規と HW-SW の紐づけ管理に関する課題

UN-R156 では、「車種情報」「HW 部品番号」「SW 部品番号」に加えて、「各国/地域において車両が型式認可を取得するために順守すべき法規（以降、車両法規）」を、紐づけて管理し続ける必要がある。近年の自動車は、数多くの車種、数多くの車両法規に対し、複数の車載 ECU が連携して要求事項を達成しており、紐づけ管理の品質を手で継続して担保し続けることはリスクあった。そのため、Should Build と呼ばれる構成管理システムを構築し、車両法規ごとに HW 及び SW の紐づけ情報を管理することとした。

3.2 リプロチェン情報管理に関する課題

市場での SW 更新作業を正しく確実に実施することが求められている。マツダでは、スモール商品群からリプロチェン情報を用いて、この要件を保証していた。

しかし、このリプロチェン情報は ECU 開発者が手作業で作成しており、確認作業含めて膨大な時間を割いていた。既に、SW の種類数が増え、HW と SW の組み合わせ情報も複雑化してきたことから、手作業でのリプロチェン情報生成では業務品質や業務効率の視点でリスクを抱えていた。

この問題に対応するため、リプロチェン情報を IT システムにて自動生成することとした。2.1(3)項の記載のとおり、リプロチェン情報の管理や配信機能は RCMS に備わっていた。この RCMS に対し自動生成に必要な情報を MIDAS や Should build から取得し、自動でリプロチェン情報を生成する機能を追加した RCMS2 (Repro Chain Management Systems 2) を開発した。

3.3 トレーサビリティ情報管理に関する課題

個車単位 (VIN 単位) で、工場から市場における SW 更新の実施記録を管理し、市場の車両に対し開発者の意図する SW が織り込まれていることと、不正な SW 更新が実施されていないことを把握しておく必要がある。

そのため、クルマライフサイクル全体を通じて SW 更新に関する履歴を、VIN 単位で蓄積し、SW や HW の組み合わせが正しい状態であるかを照合するシステムを構築した。

この SW 更新に関する一連の履歴情報を管理するシステム As Latest を開発した。

4. ソフトウェア管理システム構築

本章では、3 章へ記載した課題及び方針に対し、構築したプロセス、IT システムの仕組みを具体的に記載する。

4.1 全体像

(1) 関連するシステムのつながり

UN-R156 に向けて構築したシステムの全体像として Fig. 2 にて各システム間のつながりを示す。

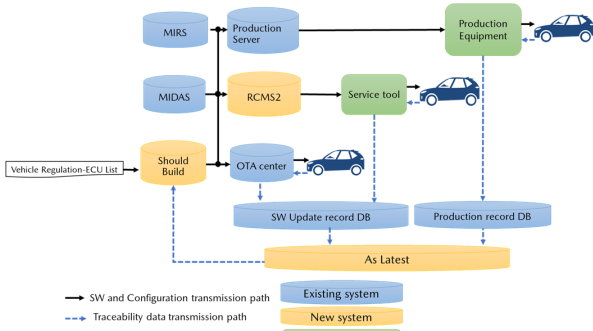


Fig. 2 System Overall ~UN-R156~

4.2 車両法規と HW-SW の紐づけ管理

本節では、3.1 節に記載した課題に対して、システム化に向けて必要な情報を集約するため、4.2(1)項で構築したプロセスを説明した上で、4.2(2)項でシステム化の内容を説明する。

(1) 車両法規 -ECU List について

2.1(1)項に記載のとおり、MIDAS では車に搭載される全ての部品（メカ部品、HW 部品、SW 部品の全て）を管理している。

Should build で SW 更新に特化して処理を行うためには、MIDAS から「HW 部品番号」と「SW 部品番号」のみを抽出し「車両法規」と紐づけて管理する必要がある。その抽出処理に必要な情報の取りまとめ及び、データを生成するプロセスを構築する必要があった。この対象データを車両法規 -ECU List (Vehicle-Regulation-ECU List) と定義し、そのリストの運用プロセスの検討を行った。

また、2.1(2)項に記載のとおり、マツダで運用している部品番号の構成要素のうち、HW と SW の「機能番号」と「車両法規」の紐づけを行っている。

このリストを Should build へのインプット情報にすることで、MIDAS 構成から車両法規ごとに関連する HW 部品番号と、SW 部品番号を抽出することを可能とした。

Fig. 3 に車両法規 -ECU List で管理している情報イメージを記載する。Fig. 3 では法規を「UN-RXX」のように示し、法規に紐づく ECU の HW と SW の機能番号を、「HW001」、「SW001」と表現している。また、各法規に関係しない ECU は「irrelevant (関係なし)」と表現している。

Regulation	ECU							
	ECU # 1		ECU#2		ECU#3		...	
	HW Part No	SW Part No	HW Part No	SW Part No	HW Part No	SW Part No	HW Part No	SW Part No
UN-RXX	HW001	SW001	irrelevant	irrelevant	HW003	SW003	...	...
UN-RYY	HW001	SW001	irrelevant	irrelevant	irrelevant	irrelevant	...	...
UN-RZZ	HW001	SW001	HW002	SW002	irrelevant	irrelevant	...	...

Fig. 3 Vehicle Regulation-ECU List Image

(2) Should build

Should build は、車両法規 -ECU List に記載された「機能番号」の情報を元に、MIDAS から 10 桁の部品番号を

抽出し、車種情報ごとに組み合わせの保持/管理を行う。

Fig. 4 に Should build で管理している情報のイメージを記載する。Fig. 4 は各車両法規 (Regulation) に対し、可能な限りとりうる組み合わせ情報を全て生成している。

Regulation	ECU								Model Information
	ECU # 1		ECU#2		ECU#3		...		
	HW Part No	SW Part No	HW Part No	SW Part No	HW Part No	SW Part No	HW Part No	SW Part No	
UN-RXX	X001-HW001-A	X001-SW001-A	X001-HW003-A	X001-SW003-A	irrelevant	irrelevant	...	...	Model#001
	X001-HW001-A	X001-SW001-A	X002-HW003-A	X002-SW003-A	irrelevant	irrelevant	...	...	Model #002
UN-RYY	X001-HW001-A	X001-SW001-A	X001-HW003-A	X001-SW003-A	X001-HW002-A	X001-SW002-A	...	...	Model #004
	X001-HW001-A	X001-SW001-A	irrelevant	irrelevant	X002-HW002-A	X002-SW002-A	...	...	Model #005
UN-RZZ	X001-HW001-A	X001-SW001-A	irrelevant	irrelevant	irrelevant	irrelevant	...	...	Model #006

Fig. 4 Should Build Structure Image

設計変更等により SW もしくは、HW が改訂され「改訂履歴番号」が変更になった場合は、法規ごとに関係している SW と HW の「改訂履歴番号」の組み合わせを再計算し、車両法規ごとに品質保証できる SW や HW の組み合わせを MIDAS 情報から取得することで、一元管理し続けることができる。Fig. 5 には、Should build での構成追加された場合のイメージを示す。

Fig. 5 では Fig. 4 の構成のうち、UN-RZZ にて ECU # 1 の SW が設計変更を 2 回行い、Suffix B, C が追加されると仮定している。

この場合、Should build では UN-RZZ に対して、Suffix B, C を組み合わせとして追加する処理を行っている。

Regulation	ECU								Model Information
	ECU # 1		ECU#2		ECU#3		...		
	HW Part No	SW Part No	HW Part No	SW Part No	HW Part No	SW Part No	HW Part No	SW Part No	
UN-RZZ	X001-HW001-A	X001-SW001-A	irrelevant	irrelevant	irrelevant	irrelevant	...	...	Model #006
	X001-HW001-A	X001-SW001-B	irrelevant	irrelevant	irrelevant	irrelevant	...	...
	X001-HW001-A	X001-SW001-C	irrelevant	irrelevant	irrelevant	irrelevant	...	...

Fig. 5 Should Build Structure Add Image

4.3 リプロチェン情報の自動生成

本節では、3.2 節に記載した課題に対して、どのように対応を行ったか記載する。

RCMS2 は Should build における SW や HW の組み合わせ変更/追加をトリガーに、変更/追加された部品番号を特定する。

その後、変化があった部品番号に関する、部品の互換性情報を MIDAS から取得し、SW 更新可否の判断後にリプロチェン情報を生成する。

また、MIDAS から関連する複数の ECU の設変情報を抽出し、複数 ECU の SW 更新を実施可能としている。

4.4 システムによるトレーサビリティ情報管理

本節では、3.3 節に記載した課題に対して、どのように対応を行ったか記載する。

マツダでは、工場出荷時に搭載されている SW と HW の部品番号を VIN 単位で全て取得している。工場取得された情報は、生産履歴データベースを経由して As

Latest に入力されている。

市場でも、サービストールによって、SW と HW の部品番号を取得し、以前取得した履歴と差分がある場合のみ、As Latest に入力され更新履歴を保持している。

Fig. 6 に、VIN と部品番号を紐づけて管理しているデータのイメージを記載する。なお、実際は更新日時等も含め管理している。

VIN	Part No	HW or SW
JX0XXXXXXXX6P0000000	X001-HW001-A	HW
	X001-SW001-A	SW
	X001-SW001-B	SW
	X001-SW001-C	SW
	X001-HW002-A	HW
	X001-SW002-A	SW

Fig. 6 As Latest Record Data Image

また、As-Latest は、VIN と車種情報とを紐づけたデータも保管している。Fig. 7 に、VIN と車種情報を紐づけて管理しているデータのイメージを記載する。

VIN	Model Information
JX0XXXXXXXX6P0000000	MABCDEA
JX0XXXXXXXX6P0000001	MABCDEB

Fig. 7 VIN-Model Record Data Image

「VIN-部品番号」と、「VIN-車種情報」を別々に管理しているのは、別々に管理することでデータベース正規化を行い、データベースの管理を効率化している。

また、As Latest では、取得した部品番号とその組み合わせ情報が、開発段階で保証する SW の情報と一致しているか、Should build に照合している。

As Latest は、Fig. 6, 7 の情報を元に、VIN ごとに最新の車両 1 台分の情報を取り出し、Fig. 8 に示すデータ形式にして、Should build に送付している。

Model Information	Part No
MABCDEA	X001-HW001-A
	X001-SW001-A
	X001-SW001-B
	X001-SW001-C
	X001-HW002-A
	X001-SW002-A

Fig. 8 Should Build⇔As Latest Cross Check Data Image

As Latest と Should build 間の構成情報照合時に、結果が一致しなかった場合は照合エラーとし、社内の関連部門へアラートを発報し、アラートを受けた関連部門にて、内容を精査し問題の解決活動を行う。そうすることで、万が一 SW 更新に問題があった場合でも、その問題を迅速に察知し全社で早急に対応することができる仕組みとしている。

5. おわりに

マツダはこれまでの取り組みによって、UN-R156 対応含めて SW を更新するために必要な SW 管理の基盤を整備することができた。しかし、SW 管理のプロセスやシステムは一度構築したら終わりではなく、常に進化し続ける必要がある。

具体的には、法規含めた市場の動向に合わせた改善に加えて、OTA の積極的な活用や業務効率化といった幅広い課題に対応していく必要があると考える。

参考文献

- (1) 岡村ほか：部品構成作成支援システム (v-DESIGN) の開発, [マツダ技報, No.23, pp.93-97 \(2005\)](#)
- (2) E/ECE/TRANS/505/Rev.3/Add.155
UN Regulation No.156 – Software update and software update management system
HP: <https://unece.org/transport/documents/2021/03/standards/un-regulation-no-156-software-update-and-software-update>

■ 著 者 ■



三明 祐大



中丸 和之



坪山 真之介



國川 隆



角本 千恵



坂本 貴弘