

特集：新型マツダデミオ

5

## マツダのライフサイクルアセスメント (第2報)

## —新型デミオ—

Mazda Life Cycle Assessment (2<sup>nd</sup> Report)

## - New Demio -

新田 茂樹\*<sup>1</sup> 森口 義久\*<sup>2</sup>

Shigeki Nitta Yoshihira Moriguchi

## 要 約

マツダは、技術開発の長期ビジョン「サステイナブル“Zoom-Zoom”宣言」にて、マツダ車を購入していただいたすべてのお客さまに走る喜びと優れた環境安全性能を提供することを宣言している。

この度、マイナーチェンジされた新型デミオは、新エンジンSKYACTIV-G、マツダ独自のアイドリングストップシステム (i-stop)、インテリジェント ドライブマスタ (i-DM) など「サステイナブル “Zoom-Zoom” 宣言」を具現化する技術が採用された。また車両製造時の生産効率の向上と省エネルギー対策を実施している。そこで、新型デミオについて自動車のライフサイクル全体で環境負荷を評価するLife Cycle Assessment (以下LCA) を実施し、CO<sub>2</sub>を含む各種地球温暖化ガスの排出量を定量的に求めた。その結果、地球温暖化ガスの中で最も排出量の多いCO<sub>2</sub>において、新型デミオは従来型車より排出量で11%低減することが示された。

## Summary

Under a “Sustainable Zoom-Zoom” slogan of a long-term vision for technology development, Mazda announced it would provide all Mazda vehicle purchasers with driving joy and excellent environmental and safety performance.

We applied devices that realize the “Sustainable Zoom-Zoom” to New Demio, including a new engine “SKYACTIV-G”, Mazda unique idling stop “i-stop”, and an intelligent drivemaster “i-DM” as in-cycle product enhancement. Production efficiency and energy saving at the vehicle production process are also improved. To quantitatively measure the emission of various global warming gases including CO<sub>2</sub> due to Demio, we performed Life Cycle Assessment (LCA) that assesses environmental loads of a vehicle during its life cycle. The result showed that CO<sub>2</sub> was largest emission among various global warming gasses and the Demio emitted 11% less CO<sub>2</sub> than the predecessor.

## 1. はじめに

マツダは、サステイナブル“Zoom-Zoom”宣言のもと、さまざまな領域においてCO<sub>2</sub>削減など環境保護活動を行っている。その中で、自動車を製造する過程、お客さまの使用段階、使用後の廃棄まで、あらゆる側面から環境負荷を定量化し、自動車のライフサイクル全体で環境負荷低減を目指している。

そのための手法としてLCAに着目し、新型プレマシー

において、「マツダ車を購入いただいたすべてのお客さまに「走る喜び」と「優れた環境安全性能」を提供する」との考え方にに基づき、特定の燃費向上デバイスを搭載したグレードだけでなく全グレードでLCAを実施し、大気圏排出物排出量の販売台数加重平均値を算出した<sup>(1)(2)</sup>。また、水素を燃料としたRX-8ハイドロジェンREでは、クリーンエネルギー車の新しいLCA手法を提案し、実施した<sup>(2)</sup>。今回、新型デミオについてLCAを実施し、種々の地球温暖化ガスの排出量を算出し、その中で最も排出量の多いガス

\*1, 2 技術企画部  
Technology Planning Dept.

やその他の大気圏排出物の排出量について従来型車と比較したので紹介する。

## 2. LCAの手法

### 2.1 LCA手法の枠組み

国際標準規格 (ISO14040) におけるLCAの枠組みは、①調査の目的と調査範囲、②インベントリ分析、③影響評価および④解釈である (Fig.1)。

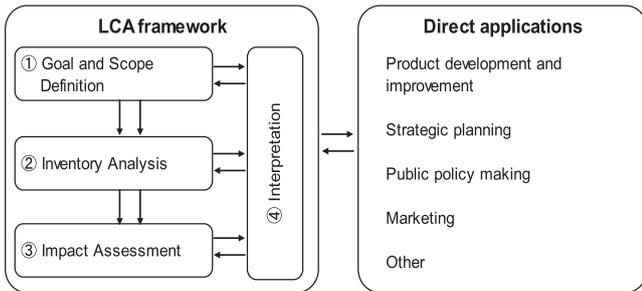


Fig.1 LCA Framework and Applications<sup>(3)</sup>

### 2.2 調査の目的と調査範囲

#### (1) 調査の目的

調査の目的は、新型デミオの従来型車に対する環境改善効果を確認すること、および環境改善をするための課題を把握することである。

#### (2) 調査範囲

##### 1) 製品性能や特徴

Fig.2に示す新型デミオは、5人乗りのコンパクトカーとして、エクステリアデザインおよびインテリアデザインのリファイン、新型エンジンSKYACTIV-G初搭載、マツダ独自のアイドリングストップi-stop、「快適なドライブ」という価値を実現する運転スキルの習得をサポートするi-DM、軽量シートの採用、空気抵抗係数Cdの低減、滑りやすい路面での走行時などで車面の横滑りを抑え安定性を確保するDSCや後席中央3点式シートベルトなどの安全性向上を行っている。燃費は、SKYACTIVE-G搭載車において同クラスハイブリッド車同等の30km/L



Fig.2 New Demio

(10・15モード)の低燃費を実現している。また、新しい走行モードJC08においても、トップレベルの25km/Lの低燃費を達成している。

##### 2) 機能単位

使用期間を10年間、生涯走行距離を10万km、走行モードは新しいJC08モードと設定した。

##### 3) システム境界

システム境界をFig.3に示す。自動車のライフサイクルを資源採掘から廃棄までとし、材料製造、車両製造、走行、メンテナンス、廃棄の5段階で設定した。環境負荷項目は、大気圏排出物のうち自動車の重要環境側面を地球温暖化と大気汚染と捉えCO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> (窒素酸化物)、NMHC (非メタン炭化水素)、PM (粒子状物質)、SO<sub>x</sub> (硫黄酸化物)とした。また、影響評価として、地球温暖化への影響を評価した。

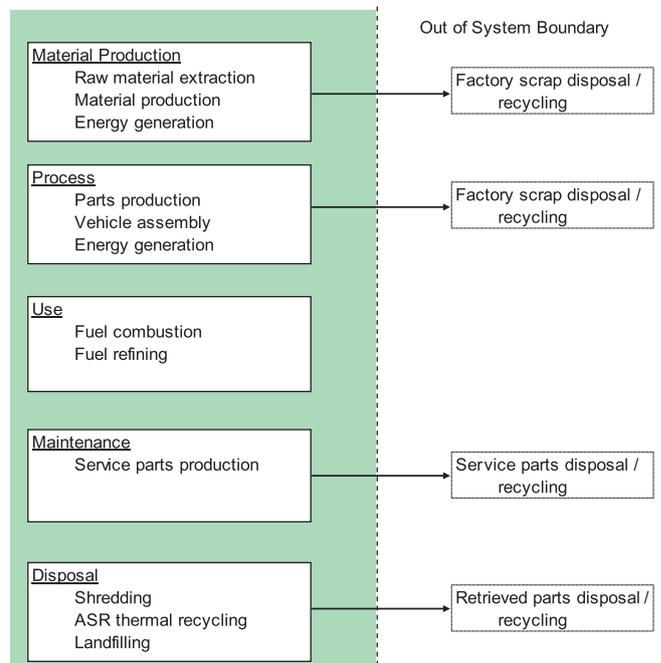


Fig.3 System Boundary

### 2.3 インベントリ分析手法

材料製造段階、車両製造段階、走行段階、メンテナンス段階、廃棄段階の5つの段階で、それぞれ環境負荷を算出する<sup>(1)</sup>。まず最も販売台数の多いグレード(計画値)について大気圏排出物についてインベントリ分析を実施し、各大気圏排出物の地球温暖化への寄与率を求める。

それぞれの温室効果ガスの地球温暖化に寄与する割合を地球温暖化係数といい、CO<sub>2</sub>の温室効果を基準値1として、各ガスの効果を相対値で表す。それぞれのガスは、大気中での滞留時間が異なり、どの時間範囲で温室効果を表すかによって係数が異なる。20年、100年、500年の地球温暖化係数が求められているが、ここではLCAで一般的に用いられている100年を基準とした。具体的には、ライデン

大学が提唱した地球温暖化係数 (CML2001<sup>(5)</sup>) によって算定した。地球温暖化効果のある主なガスの100年を基準とした地球温暖化係数は、メタン (CH<sub>4</sub>) 23、一酸化二窒素 (N<sub>2</sub>O) 296、非メタン炭化水素 (NMHC) 16などである。

各種排出ガスの地球温暖化へ影響をCO<sub>2</sub>の換算質量として求め、式(1)に示すように総和を算出する。各種排出ガスのCO<sub>2</sub>換算質量を、式(1)の総和で除した値を寄与率として算出する。

$$CO_{2equivalent} = \sum_{j=1}^n GWP_{a,j} \times m_j \quad (1)$$

ここで、

- CO<sub>2equivalent</sub> : CO<sub>2</sub>換算排出量
- GWP : 期間aでの排出ガスjの地球温暖化係数
- m<sub>j</sub> : 排出ガスjのライフサイクルでの排出質量 (kg)
- a : 温暖化を考慮する期間のサフィックス
- j : 排出ガスの種類のサフィックス

次に、地球温暖化への寄与率が最も大きい大気圏排出物について、1台当たりの環境負荷に、各グレードの普及の実態を反映する。具体的には、特別な燃費デバイスを搭載した特定グレードだけでなく、全グレードで当該排出物の排出量を算出し、グレードごとの販売台数比率を乗じ、全グレードで合計した。これを式(2)で示す<sup>(2)</sup>。この販売台数加重平均値が、デミオの販売台数全体としての1台当たりの当該排出物の環境負荷である。

$$LE_{average} = \sum_{i=1}^m LE_i \times \left( \frac{V_i}{\sum_{i=1}^m V_i} \right) \quad (2)$$

ここで、

- LE<sub>average</sub> : 車種1台当たりのライフサイクル環境負荷、
- LE<sub>i</sub> : グレード i のライフサイクル環境負荷、
- V<sub>j</sub> : グレード i の販売台数、
- i : 全グレード数mのうち、i番目であることを示す

### 3. 分析結果

#### ① 地球温暖化影響

前述の分析方法に従い、新型デミオの最の販売台数の多いグレード (計画値) において、ライフサイクルにおいて排出される各種ガスの地球温室化への寄与率を定量的に把握した。

Fig.4は、新型デミオのライフサイクルでの地球温暖化影響において、各温室効果ガスの寄与率を示している。これを見ると、CO<sub>2</sub>が96.897%、メタン (CH<sub>4</sub>) が2.529%、一酸化二窒素 (N<sub>2</sub>O) 0.331%、非メタン炭化水素 (NMHC) が0.242%などとなっており、CO<sub>2</sub>が主要因であることが確認できる。

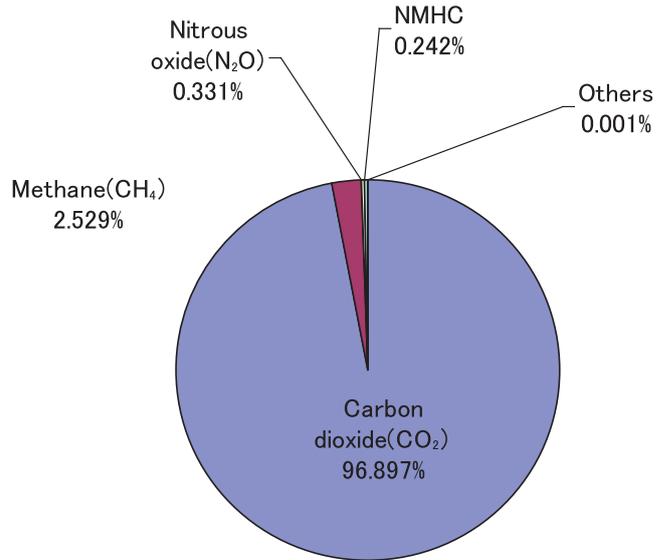


Fig.4 Comparison of Global Warming Potential Among Greenhouse Effect Gases Due to New Demio Life Cycle

#### ② CO<sub>2</sub>排出量

従来型車および新型デミオについて、地球温暖化の主要因であるCO<sub>2</sub>排出量を式(2)で算出し、比較して示したのがFig.5である。従来型車のCO<sub>2</sub>排出量 (質量) を1.0とした場合の相対値で示している。

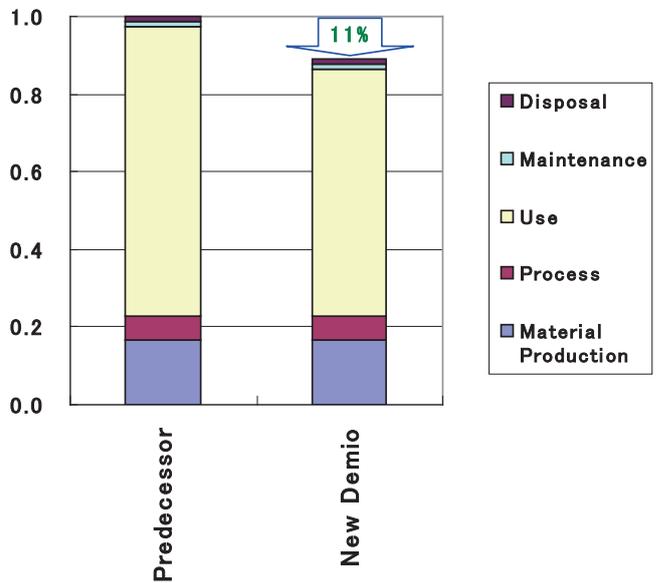


Fig.5 Comparison of CO<sub>2</sub> Emissions between Predecessor and New Demio

新型デミオのCO<sub>2</sub>排出量は、従来型車から11%の低減が確認された。これは、主として燃費性能向上が寄与しており、新型エンジンSKYACTIV-Gやi-stopの採用、空力性能の向上によるものである。安全性向上対策などにより車両質量は増加しているが、生産効率の向上および省エネルギー

化により、車両製造時のCO<sub>2</sub>排出量は、従来型車と同等に抑えられている。今後の課題として、車両製造時のCO<sub>2</sub>排出量低減のため、一層の生産効率向上および省エネルギー化を行う必要がある。

### ③ NO<sub>x</sub>, NMHC, PM, SO<sub>x</sub>排出量

酸性雨や大気汚染の要因になるCO<sub>2</sub>以外の項目の排出量(質量)を従来型車と新型デミオを比較して示したのがFig.6である。それぞれの項目で、従来型車のSO<sub>x</sub>排出量を1.0とした場合の相対値を示している。これを見ると、全ての項目で排出量が低減している。新型デミオのNO<sub>x</sub>排出量は、従来型車の6%低減していることが確認された。同様に、新型デミオのNMHC, PMおよびSO<sub>x</sub>排出量は、それぞれ従来型車の5%, 1%および7%低減している。

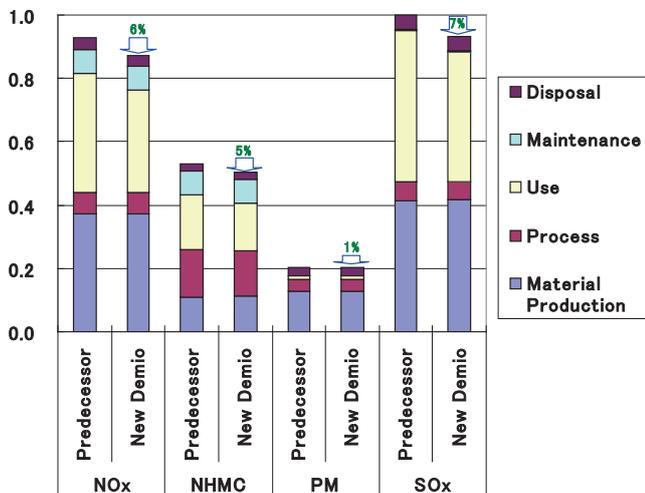


Fig.6 Comparison of NO<sub>x</sub>, NMHC, PM, and SO<sub>x</sub> Emissions between Predecessor and New Demio

これは、NO<sub>x</sub>, NMHC, SO<sub>x</sub>については、主に燃費性能向上により燃料製造時の排出が低減したものである。また、安全性向上対策などにより車両質量は増加しているが、車両製造時の排出量は casting 工程、機械加工工程の省エネルギー化が寄与して、従来型車と同等に抑えられている。CO<sub>2</sub>排出量と同様に、一層の生産効率向上および省エネルギー化による、NO<sub>x</sub>等の排出量低減が今後の課題である。

## 4. 結 論

新型デミオを全グレードでLCAを実施し、販売台数の加重平均値で評価した。

まず、様々な地球温暖化効果ガスの排出量およびそれらの100年基準の地球温暖化係数(CML2001)より、全排出ガスの中のCO<sub>2</sub>排出量の割合を求めた。その結果、CO<sub>2</sub>が全体の約97%を占め、地球温暖化の主要因であることを定量的に確認した。その上で、ライフサイクル中において新型デミオが従来型車と比較して、CO<sub>2</sub>排出量は11%低減、NO<sub>x</sub>排出量は6%低減、NMHC排出量は5%低減、PM

排出量は1%低減、SO<sub>x</sub>排出量は3%低減が確認できた。

これらは、新型エンジンSKYACTIV-Gやi-stopの採用、空力性能向上などによる燃費性能向上、生産効率の向上および省エネルギー化の効果である。今後の課題として、車両の軽量化、より一層の生産効率の向上および省エネルギー化による車両製造時のCO<sub>2</sub>等の排出量低減を行う必要がある。

## 5. おわりに

以上述べたように、新型デミオは、従来型車と比較しライフサイクル中の環境負荷低減を確認できた。

今後、マツダのビルディングブロック戦略に基づき、電気デバイスの段階的実用化に向け、減速エネルギー回生、ハイブリッドシステムなどのモータ駆動技術を導入していく。これらの新技術や新製造工程で、ライフサイクル全体での環境負荷を低減するための車造りが重要になると考える。社内外の関係者と連携して取り組んでいく所存である。

## 参考文献

- (1) 新田茂樹, 森口義久: マツダのライフサイクルアセスメント, マツダ技報, 28号, pp75-79 (2010)
- (2) Nitta, S., Moriguchi, Y.: New Methodology of Life Cycle Assessment for Clean Energy Vehicle and New Car Model, Proceeding of SAE International 2011 World Congress (April 2011)
- (3) International Organization for Standard (2006) ISO14040
- (4) The University of Stuttgart and PE International (2000), Gabi4: software and database for life cycle engineering
- (5) Guinée, J.B., Handbook on Life Cycle Assessment, Operational Guide to ISO Standards, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht

## ■ 著 者 ■



新田茂樹



森口義久