

特集：安全

28

## マツダの安全性向上の取り組み Mazda's Improvement Measure in Safety

竹本 崇\*1  
Takashi Takemoto

下野 博典\*2  
Hironori Shimono

中野 隆裕\*3  
Takahiro Nakano

渡辺 通成\*4  
Michinari Watanabe

### 要約

自動車の安全性能を高め続けることは、自動車企業として必要不可欠な活動である。2007年にサステイナブル“Zoom-Zoom”宣言を掲げたマツダの安全への取り組みの考えは、「ドライバを信頼・尊重して運転状況を正しく認識し、判断・操作を支援するだけでなく、事故リスクが拡大している時には、ドライバに気づかせてリスク拡大の回避行動を促し安全に運転している状態を拡大する。更に、ミスゼロにはできない人間の本質を理解した上で、時として避けられないドライバのミスにも対応し、事故被害の防止・軽減をサポートする技術も提供していく」ことである。また、安全技術は世の中に普及してこそ価値を発揮する。マツダは、こうした安全技術の普及も目指していく。

### Summary

A continuous improvement of a vehicle safety performance is an indispensable activity for an automobile company. Mazda, that published a sustainable “Zoom Zoom” declaration in 2007, has been executing safety actions based on the philosophy that “while trusting and respecting drivers, Mazda not only supports drivers to comprehend a driving condition and assists drivers to make a correct judgment and to execute appropriate operations, but also to help drivers to extend a safe drivable conditions by notifying a driver of a risk to them by facilitating avoidance activities of a risk increase when an accident risk is evolving. Furthermore, understanding the human nature, unfortunately, can never eliminate all errors to zero, Mazda’s vehicle addresses a driver’s unavoidable mistake by developing and providing technology that prevents and alleviates damages as a result of an accident.” Mazda recognizes that a safety technology can demonstrate its true value of technology only when the technology is prevalent. Mazda aims to permeate a safety technology throughout communities.

## 1. はじめに

自動車の安全性能を高め続けることは、自動車企業として企業活動を継続する上で、必要不可欠な活動である。マツダもこれまで継続的に安全技術を開発育成し、自動車製品としての安全性能向上を行ってきた。こうした脈々とした安全性能向上への取り組みの根底にある使命や意味(第2章)、マツダとしての安全への取り組みの考え方(第3章)、更に実際に市場導入を行ってきた安全技術の全体像(第4章)を説明紹介し、これからの安全技術を展望する(第5章)。

## 2. 自動車の安全性能向上への取り組み

### 2.1 自動車の役割

自動車は交通移動の手段として、その利用者の意志によって、自分だけでなく複数の人や物を運ぶことを可能にする。また、利用者がいつでも使えるだけでなく、その人の行動半径を広げて社会活動や経済活動を充実化させ、生活を豊かにすることに貢献してきた。つまり、自動車とは、人々の暮らしの中に深く浸透し、人々の経済活動、社会活動とともにある欠かせないものである<sup>①</sup>。一方で、環境(エネルギー資源消費、CO<sub>2</sub>排出など)や、交通安全(事故による損失など)の点において、社会的費用を発生させている<sup>②</sup>。こうした社会

\*1~4 技術企画部  
Technology Planning Dept.

的費用を最小化する対策を行い、生活の豊かさを最大化していくことが、自動車の使命であり、自動車を製造販売する企業の命題である。

## 2.2 自動車安全の取り組み視点

近年の世界の人口増加率は年率 1~2%であるが、世界の自動車保有台数の増加率は、年率 2.5~3.5%で、自動車の保有台数は一貫して人口を上回る拡大を続けている。

こうした世界規模での自動車普及の潮流の中で、世界保健機構 (WHO) によると、交通事故による死者数は、世界全体 (2004 年) で 130 万人、負傷者数は 2,000~5,000 万人に達する。更に、2004 年時点で世界の死亡理由の 2.2% (第 9 位) であった交通事故は、2030 年には 3.6% に上昇し死亡原因の 5 位になるという予測もされている<sup>9)</sup>。世界的視野で、交通安全対策を考える必要がある。

過去、日本においても交通事故死亡者が 16,000 人を超える交通戦争と表現される時期があった。こうした問題は、自動車が普及する過程で、その普及スピードに人々の安全感覚 (安全希求水準)、自動車の安全性能、道路インフラの整備や交通ルールの整備が伴わずに発生したものであり、交通安全の取り組みは、自動車利用者・製造者・社会が協調し、「人・クルマ・道路/インフラ」の 3 つの視点で総合的な取り組みを進める必要がある。

## 2.3 自動車安全対策の今後の課題

日本の交通事故対策政策として、昭和 46 年以降 5 年ごとに策定されてきた交通安全基本計画では、重要課題として交通死亡事故対策が継続的に掲げられた。前述の「人・クルマ・道路/インフラ」の 3 つの視点から、道路整備やシートベルト義務化、アンチロックブレーキやエアバッグの自動車安全装備の普及など様々な交通安全対策が講じられ、着実な改善が進んだ。その中で、平成 13 年の第 7 次交通安全基本計画以降は、交通事故被害対策だけでなく、重大事故そのものの低減にも意識が向けられ始め、予防対策への期待が強まってきた。

一般に、事故の背景的構造は、ハインリッヒの法則で説明され (Fig.1)、自動車事故に関してもこの法則概念が当てはまる。この法則に基づけば、重大な事故を予防するためには、背景的に潜んでいる軽微な事故自体を減らす取り組み、すなわち、事故という結果に対して防衛する対処的視点から、事故原因を取り除く原因的視点が重要になる。

つまり、これから我々に必要とされる安全への取り組みは、世界規模の視点を持った上で、各国の自動車普及実態 (道路交通環境や人々の安全意識、提供する自動車の安全性能) を理解し、原因的対処を継続強化していくことであると考えている。

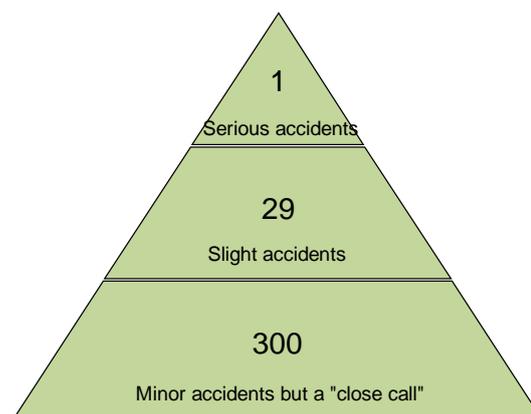


Fig.1 Heinrich's Law

## 3. マツダの安全への取り組み

### 3.1 マツダの安全性能向上についての基本的な考え方

マツダとしても、交通安全対策に必要な「人・クルマ・道路/インフラ」の 3 つの視点での取り組みを行っている (Fig.2)。本紙では、クルマからの安全への取り組みを説明する。

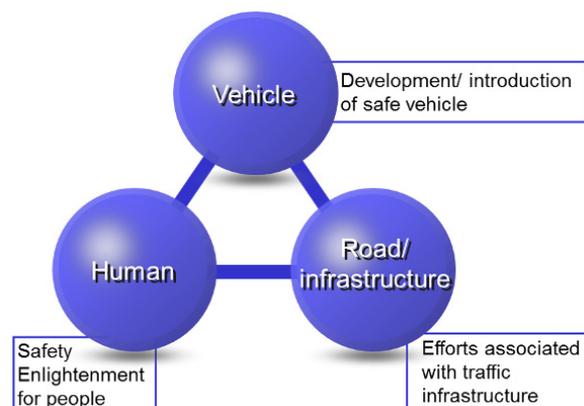


Fig.2 Viewpoint to Safety

Fig.2 に示した視点での取り組みを基本的な土台としながら、2007 年にサステイナブル“Zoom-Zoom”宣言として、『マツダ車をご購入いただいたすべてのお客さまに「走る歓び」と「優れた環境・安全性能」を提供する』ことを掲げた (Fig.3)。これは交通安全という多面的かつバランスのとれた総合的な取り組みが必要な課題に対し、まず、マツダ自らが主体的に行動できるところから (クルマ作りを通して)、全てのお客様に優れた安全性能を提供していくという意味である。このメッセージには、安全技術の先進性は磨き続けるとともに、世の中に普及してこそ価値を発揮する安全技術について、お客様や社会への受容性 (経済性や機能性) の向上を行い、技術普及を目指していく意志が込められている。

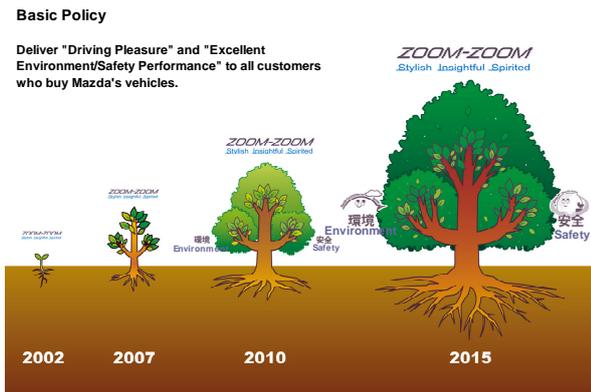


Fig.3 Sustainable "Zoom-Zoom" Announcement

3.2 マツダが実現を目指す安全の姿

前述のような考え方に則って全てのお客様に安全性能を提供していくが、「どのような安全の実現を目指していくか」について、以下のように考えている。

- ① ハインリッヒの法則を拡張して考えると、事故の陰には、『事故に至らなかった“ひやり”や、“あわや”というミス』があり、更に『普段の運転におけるストレス・不安・不便・疲れ』という運転集中の阻害因子が存在している (Fig.4)。事故の結果に対応するのではなく、事故に至る過程の中で、可能な限り、こうした潜在的な要因に対策することによって安全を確保していく。
- ② ドライバを安全確保の主人公と考え、ドライバを信じて尊重し、ドライバに対して行き過ぎた介入は行わない。クルマは、ドライバが正しく運転状況を認知して判断できるように支援して、安全に運転していただけるようにする。それだけでなく、時としてミスを起こしてしまう人間を理解し、ミスを守る技術や重大な事故につなげない技術の提供を通して安全を確保していく。

こうした考え (MAZDA Proactive Safety) の全体像を事故までのリスクの程度・段階に応じて構造的に整理したものが、Fig.5 である。まず、お客様の普段・平常時における運転の不安・ストレスを取り除き、集中して運転していただけるシーンを拡大したいと考えている。具体的には、良好な運転環境の追求 (視界視認性、操作性、操縦安定性の基本機能向上と安全装備など) により、お客様が運転状況を正しく認識できるように支援し、正しい判断、正しい操作ができるように、安全に安心を感じて運転している状態を最大化していく。事故のリスクが発生し拡大している時には、クルマ側のセンシング機能を使ってドライバにその危険に気づかせて、ドライバ自身による回避行動を促し、安全な状態に戻していく。こうした積極的に早めに事故に至るリスクに対応し安全に運転している状態を拡大

していく (Fig.6)。更に、ミスやエラーをゼロにはできない人間の本质を理解し、時として避けられないドライバのヒューマン・エラーに対しても、可能な限り発生を防ぎ、「もしも」の場合は、車の安全機能によって、事故被害を軽減する。事故に至る時間的猶予が、ドライバ自身による事故回避行動の必要時間より短くなった場合には、ドライバ自身による安全確保はできない。こうした状況になった場合は、車が事故に備えて、重大な事態を引き起こさないようにドライバを守る。こうした人間尊重と人間理解に基づいた安全技術提供を通じて、ドライバの安全安心な運転を支えていく。

可能な限りリスクが拡大しないように早めのリスク解消をするために、事故リスクの状況に合わせた対応を行うが、安全対策のアプローチは、「もしも」から考える (結果対策から考える) 対応ではなく、普段・平常時から考える (普段の運転の質を高め、事故に至る原因の芽を早期に摘み取る) ことを充実させていこうとしている。

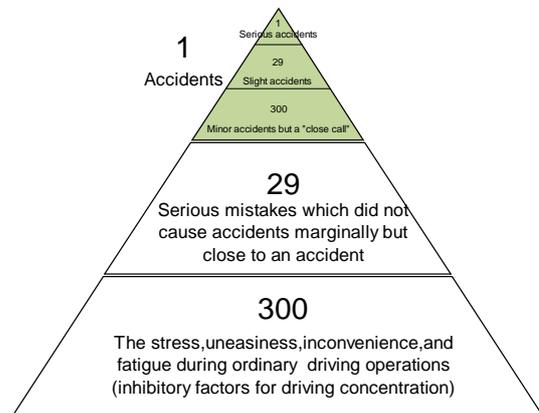


Fig.4 Structure of the Background of Accidents

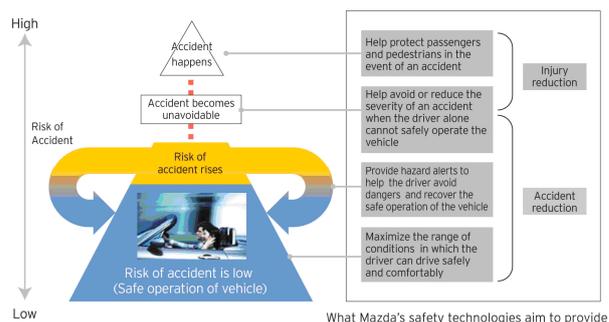


Fig.5 Safety Mazda aims to Realize

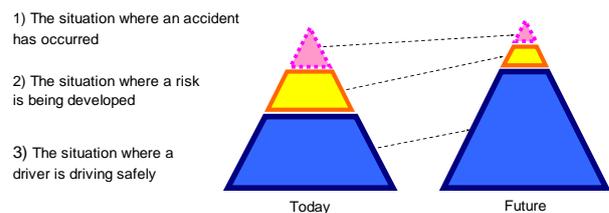


Fig.6 Expansion of Safety

Table 1 Mazda's Safety Technologies

Category	Accident reduction		Injury reduction	Support after accident *for certain models only
	Accident prevention (Active Safety technology)	Mitigation of risk/damage from the accident (Pre-Crash Safety technology)	Minimizing injuries in accidents (Passive Safety technology)	
Vehicles <small>(Setting status of Safety Technologies depends on market, model, and grade.)</small>	<p><b>Alerts drivers to potential danger</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoring systems for vehicles approaching from behind on either side: Blind Spot Monitoring (BSM)/Rear Vehicle Monitoring (RVM) system</li> <li>Emergency Signal System (ESS)</li> <li>Lane Departure Warning System (LDWS)<sup>1</sup></li> <li>Front Obstruction Warning (FOW)<sup>1</sup></li> </ul> <p><b>Supports to avoid danger</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Brake assist and EBS</li> <li>4-wheel antilock braking system (4W-ABS)</li> <li>Dynamic Stability Control (DSC)</li> <li>Brake Override System (BOS)</li> <li>Acceleration Control for AT (additional function of SCBS)<sup>2</sup></li> </ul> <p><b>Provides driving support</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Parking assist system</li> <li>Intelligent Drive Master (i-DM)</li> </ul> <p><b>Supports both safety and 'Driving Pleasure'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SKYACTIV-CHASSIS: A newly developed front strut and rear multi-link suspension system; a lightweight cross member with high rigidity</li> <li>Inter-car distance control feature: Mazda Radar Cruise Control System</li> <li>Adaptive Front Lighting System (AFS)</li> <li>High Beam Control (HBM)<sup>2</sup></li> <li>Power windows with injury prevention function</li> <li>Water-repellent window glass</li> <li>Improved front field vision<sup>2</sup></li> <li>Organ-style accelerator pedal<sup>2</sup></li> </ul>	<p><b>Minimizes damage in an accident</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Smart Brake Support (SBS)<sup>1</sup></li> <li>Smart City Brake Support (SCBS)<sup>2</sup></li> </ul>	<p><b>Helps to protect drivers/passengers in accidents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>SKYACTIV BODY:</b> Straightened the basic frame and continuous framework, multi-load path structure</li> <li>Curtain and front airbags</li> <li>Soft interior to absorb impacts</li> <li>Seats designed to reduce impacts to the neck / rear seats that resist against luggage flying forward</li> <li>Pre-tensioners and load-limiter seatbelts</li> <li>Collapsible brake pedal</li> <li>ISO-FIX-compliant child seat anchoring point</li> <li>Impact-absorbing steering column</li> </ul> <p><b>Minimizes damage in an accident with pedestrians</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Impact-absorbing bumpers</li> <li>Impact-absorbing hood</li> <li>Active hood<sup>3</sup></li> </ul>	<p><b>Automatically sends information about current location (Mazda G-BOOK ALPHA)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>HELPNET</li> <li>G-Security</li> </ul>
People	<p><b>Safety education</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Safety-related exhibitions at the Mazda Museum</li> <li>Traffic safety awareness quiz website for children</li> <li>Presentation of safety technologies at various events</li> </ul>			
Roads and infrastructure	<p><b>Initiatives for a safe society</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Intelligent Transport Systems (ITS)</li> <li>Smart Traffic Flow Control</li> <li>ITS Spot services</li> <li>ASV-5*<sup>2</sup></li> <li>Road-vehicle communication ITS (DSRC)<sup>2</sup></li> </ul>			

#### 4. 具体的な安全技術の商品導入

##### 4.1 市場導入技術の全体像と進化ロードマップ

前述の考え方にに基づき、マツダでは、事故防止技術の開発や、衝突安全性開発などの安全性能向上のための研究開発に取り組み、より安全なクルマづくりを行っている<sup>(4)</sup>。こうした安全技術の性質を「事故を未然に防止する技術（アクティブセーフティ技術）」から「事故のリスク/被害を軽減する技術（プリクラッシュセーフティ技術）」、「万が一の事故の被害を軽減する技術（パッシブセーフティ技術）」に分類し取り組みの全体像を体系的に整理したのが、Table 1である。

##### 4.2 事故を未然に防止する技術

Table 1の「事故を未然に防止する技術（アクティブセーフティ技術）」は、ドライバの危険回避や危険の認知をサポートする技術が中心であり、その技術の1つに、リアビークルモニタリングシステム（RVM）がある。このシステムは、運転進行方向に意識を集中しているドライバに対して、後方から接近中の車両や、車線移行する際に接触危険性のある後側方の車両への知覚を高めるシステムである。あたかも、ドライバに対して、直接見えないリスクの気配を感じ取れるように支援する技術である。

また、夜間走行時のドライバの視覚・認知能力を拡大する技術として、ハンドル操舵に応じて前照灯を進行方向に向けるアダプティブフロントライティングシステム（AFS）や、前方走行車両や対向車を直射しないように配慮しながら可能な限り視認できる範囲を広げるハイビームコントロール（HBC）などの技術を市場導入している。目視困難な暗闇を可視化するナイトビジョン（暗視装置）は2012年現在、高価であるが、上述のような照明技術の工夫によって安価に提供できることで、安全対策の普及を目指していくことが可能になると考えている。

他にも、ドライバの運転環境を整えることも事故につながるリスクの発生を防ぐことになる。快適な運転視界を確保することで安全な運転をサポートするため、Aピラーを一般的な車両よりも後ろ側にレイアウトすることで、交差点での右左折時などに歩行者がピラーに隠れることを防ぎ、斜め前方が確認しやすいよう設計した。更に、Aピラーとドアミラーの間に十分な隙間を設け、運転席側・助手席側ともに横断歩道を歩行中の子どもも視認しやすくし、安全な運転をサポートしている（Fig.7）。こうした構造的な対策技術も、広くお客様に提供可能な地道かつ重要な「事故を未然に防止する」技術である。

4.3 事故のリスク/被害を軽減する技術

「事故のリスクを軽減する技術（プリクラッシュセーフティ技術）」として、万が一事故が避けられなくなった場合に、運転者および同乗者の被害を緩和させるためにクルマ側からの被害軽減方法として緊急時の自動ブレーキ技術も市場導入している。どの市場でも発生頻度が高い追突事故の多くは、低速走行時のドライバーの不注意や油断によって発生している。スマート・シティ・ブレーキ・サポート（SCBS）は、上述の状況で前車への追突が回避困難な状況になった場合、クルマ側が自動的にブレーキをかける技術である（Fig.8）。この技術が機能する制動能力範囲は限定的（低速度域）ではあるが、雨天時にも安定的に機能する技術であり、かつ安価で普及を目指せるシステムである。



Fig.7 Front View Improvement by A-pillar Form



Fig.8 Smart City Brake Support

4.4 万が一の事故の被害を軽減する技術

「万が一の事故の被害を軽減する技術（パッシブセーフティ技術）」として、各国・各地域の法規で定められている条件だけでなく、道路上で発生しうる様々な状況を想定した衝突実験を行い、乗員保護の技術を着実に進化させている。CX-5以降順次適用していく新世代の軽量・高剛性「SKYACTIV-BODY」は、ボデー構造の原理原則に立ち返り、構造、工法、材料を一から見直した理想のボデーを目指して開発している。前後のバンパビームに、世界最高の強度を持つ1,800MPa級の自動車用高張力鋼板を採用するなど、ボデーの61%に高張

力鋼板を使用し、軽量化を追求するとともに高い衝突安全性能を実現した（Fig.9）。このような「もしも」の際にドライバーや乗員を守る技術についても地道な技術進化を行い、CX-5では米国IIHS（注釈※1）のトップセーフティピック2012や、ユーロNCAP（注釈※2）で最高評価の5つ星を獲得した。また、新型ロードスターでは、スポーツカーとしてボンネットを低く抑えたデザインを維持しながら、万が一の事故の際に、ボンネット後端を瞬時に持ち上げて、エンジンとボンネットの間に衝撃を吸収する空間を確保し、歩行者の頭部への衝撃を緩和する「アクティブボンネット」（歩行者保護システム）を開発して、同車へ初採用している。

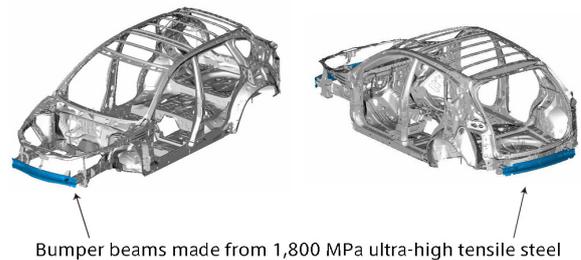


Fig.9 SKYACTIV-BODY

注釈※1：Insurance Institute for Highway Safetyの略。安全性評価を行っている米国保険業界の非営利団体。

注釈※2：New Car Assessment Programの略。世界各国で実施されている、新しい自動車の衝突安全をはじめとする安全性を評価・公表する自動車安全性テスト。

5. おわりに（今後の展望）

安全技術の目的は、その技術の価値を直接的・間接的に受け取る方々に、安心を生み出すことだと考えている。心理的安心を達成するためには、技術的安全の提供を土台に、コミュニケーションを通して、利用者や関与者に「理解できる・頼りになる・役立つ」と実感していただくこと、更には持続的に取り組むことが欠かせない<sup>(5)</sup>。お客様、更には社会に安心を生み出すために、今後ともたゆまぬ安全への取り組みを進めなければならない。

また、今後普及が進む事故予防の先進安全技術が、お客様の過信を生むことがあれば、安全技術が持っている価値を発揮させることができない<sup>(6)</sup>。安全技術は、お客様・使用者の安全感、安全行動能力を高め、研ぎ澄ませるために使われることが理想だと考えている。ドライバーを深く理解し、ドライバーの安心を高め、社会の安心を高めるためにこれからも真剣な取り組みを継続していく。

## 参考文献

- (1) 日本自動車工業会, 自動車の役割と安全・環境への取り組み 豊かなクルマ社会の実現に向けて, 自動車技術会 HP (2011)
- (2) 宇沢弘文: 自動車の社会的費用, 岩波新書 (1974)
- (3) World Health Organization, 世界の交通安全に関する報告<Global status report on road safety> (2009)
- (4) マツダ サステナビリティレポート (2011)
- (5) 酒井幸美ほか: 原子力発電所に対する安心感の構造 (2003)
- (6) 伊藤 誠: 信頼されすぎない高信頼度なシステムへ (日本信頼工学学会) (2003)

## ■著者■



竹本 崇



下野 博典



中野 隆裕



渡辺 通成