



# 第7章 安全性向上のための諸技術

関根 太郎 (日本大学理工学部機械工学科 准教授)

## 7.1 乗用車

第6章で示した安全像を実現する技術の特徴分類し車種ごとに紹介する。主たる乗用車に関しては図1に示すデバイスの作動タイミング別に紹介する。

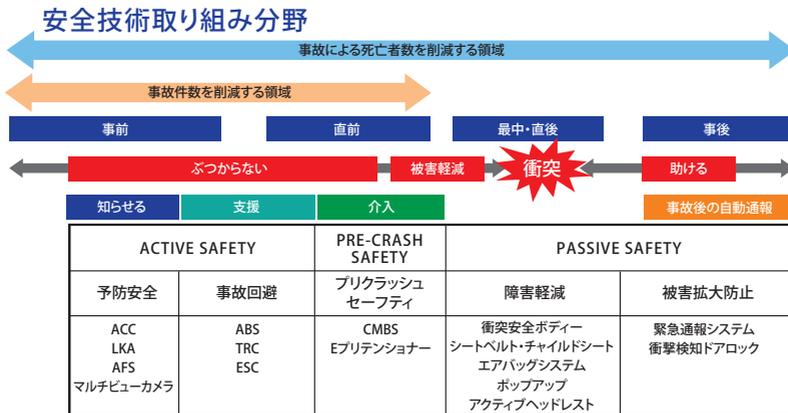


図1 安全技術の取り組み分野

### 7.1.1 アクティブセーフティ

日本国内でも2013年時点で年間約60万件の交通事故が発生しており、エレクトロニクス・制御技術を用いて交通事故自体を未然に防ぐアクティブセーフティ技術の研究開発・普及が日々進められている。

#### (1) 視認性向上技術

夕暮れ、夜間や悪天候等でドライバーの前方視界の視認性を向上させるために、高輝度のディスチャージヘッドライトやLEDヘッドライト等が実用化されている。

また、操舵角および車速からカーブ走行時の車両進行方向を算出し、ヘッドライトユニットの反射鏡を制御することで照射方向を進行方向に合わせるAFS (Adaptive Front-lighting System) 等が普及している。

間接視界に関しては、車体に複数のカメラを設置し、見通しの悪い交差点の交差車線の状況をモニターに表示したり、バック時の自

車両の後方映像に車両サイズを合成したり、車両周辺状況について画像処理技術を用いてアラウンドビューに合成してモニター表示することでドライバーの理解と視認性を向上させる技術も実用化されている。

また、夜間に近赤外線を前方に照射しながら、近赤外線カメラによって肉眼では見えにくい歩行者や道路状況を可視化・強調表示することでドライバーへ注意喚起を即すナイトビジョンシステム等も挙げられる (図2<sup>1)</sup>)。

## (2) 運転負荷軽減技術

従来のクルーズコントロールは高速道路上等での一定速維持機能であったが、ミリ波レーダーやステレオカメラを用いて車両が前方状況を認知し、前方車両との車間距離を保ちながら速度を合わせて自動追従するACC (Adaptive Cruise Control) が高速道路等の高速域だけでなく、一般道路等の渋滞内でも前方車接近警報や追突防止を目的とした低速ACCとしても実用化されている。特に低速ACCは、低速域の衝突被害軽減システムCMBS (Collision Mitigation Brake System) の役割も兼ねており、事故発生件数の多い交差点付近での事故件数削減に有効とされている。

また、カメラ画像による車線認識技術を用いた車線維持支援LKA (Lane Keep Assist), カーナビゲーションシステムとの連携により、ドライバーに一時停止交差点を案内・注意喚起するナビ連携運転支援システムも実用化されている。

## (3) 車両運動性能向上技術

ドライバーがハンドルを切っても、車輪の回転が伴っていないと、車両を曲げるための横力は発生しない。そのため現行車両はABS (Anti-lock Brake

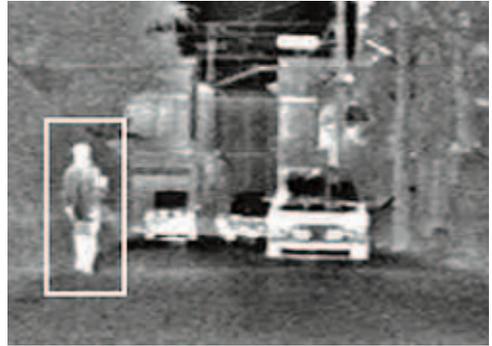


図2 インテリジェント・ナイトビジョンシステムによる歩行者強調表示例<sup>1)</sup>

System) がほぼ標準装備されている。ABSは、車輪回転状態を常に監視し、滑りやすい路面等での制動時に車輪ロックし始めた際には、瞬時にブレーキ圧を緩めることで車輪ロックを解消して、改めてロックしない程度にブレーキ圧を上昇させることで、ハンドル操作を可能としながら制動性能を確保している。現在、発進・加速時の各車輪の空転の発生を防ぐTCS (Traction Control System) とABSを連動させ、各輪のタイヤ発生力を積極的に統合制御することで車両のふらつきや横すべりを防止・低減するESC (Electrical Stability Control) が2012年10月から新型車に対して装着義務化されている。さらに電動パワーステアリングEPS等との統合制御も進んでおり、これらによるトータルの車両走行性能向上によって、万一の場合での危険・事故回避の実現が図られている。

### 7.1.2 パッシブセーフティ

万一の衝突事故の際に、人への傷害を最小限に抑える技術を紹介する。

#### (1) 衝突被害軽減技術

衝突事故では、車両走行速度による運動量がドライバーへ伝達する衝撃の大きさに影響を及ぼす。仮に、非常に剛なボディーでは、衝撃が一気にドライバーへ伝達するためドライバーの損傷値が高くなってしまう。そこで、衝突時にクラッシュアブルゾーンと呼ばれるエンジンルーム部分のフレーム変形によりエネルギーを吸収することで伝達する衝撃力を低減している。現在は、予め設計段階で衝撃に対する時間的なフレーム変形量を計算し、衝撃の最大値がドライバーへの危険値を下回るようにフレーム設計がされている。

また、混合交通下での車両同士の衝突事故では、車両相互の車格の違いにより、相手車両のフレーム位置が異なって衝突すると前述のクラッシュアブルゾーンの機能が半減してしまう。そこで、軽自動車と普通自動車のような異なる車格同士が衝突した際でも、互いのフレームによりインパクトするようにボディー構造を工夫しコンパチビリティが確保されている(図3<sup>2)</sup>。

衝突時の乗員の衝撃を緩和する技術としては、衝突を感



図3 コンパチビリティ対応ボディー模式図<sup>2)</sup>

知した際は瞬時にシートベルトの遊びを巻き取り、その後一定以上の荷重が加わるとベルトを送り出すことで、胸部への負担を軽減するロードリミッター付プリテンショナー ELRシートベルトが採用されている。

また、SRSエアバッグシステムも、現在では運転席に加えて助手席にも搭載されることが一般的になっている。加えて、衝突後の0.015秒程度で感知するとともに衝突速度に合わせてエアバッグの展開スピードが変化したり、連続的に展開容量が変化することで、体格の違う乗員に対する保護性能が向上している。また、側面衝突に対するサイドエアバッグシステムは、カーテン状に展開することで頭部や頸部を効果的に保護する方式も実用化されている。

## (2) 歩行者被害軽減技術

歩行者との衝突時に歩行者の被害を軽減させる技術としては、ボディー設計において、バンパーやフェンダ、ボンネット内部に空間を確保し、くぼみややすくすることで衝撃吸収させる構造が採用されている。また、ボンネットのヒンジ部自体も強い衝撃が加わると折れ曲がって衝撃を吸収する構造になっている。加えて、ボディー先端部の突起部をなるべく無くすることで、衝突時での歩行者の身体の引っかかりを無くしている。そのため展開時にライト部が凸形状になるリトラクタブル式のヘッドライトは現在では採用されなくなっている。また、衝突感知した瞬間にボンネットフードを跳ね上げることで、空間を大きくするポップアップ式のボンネットフードも採用されている。

## 7.2 商用車

大型トラックやバス等は、車両サイズが異なるとともに積載物や乗客の搭乗スペースを確保するため車両構造自体が乗用車と異なる。また、運用形態も異なるため、その実情に合わせた安全技術の搭載が必要となる。

大型車は、車両サイズが大きく、荷台や積載物等によっても運転席からの死角が発生し後方・側方視野が制限される<sup>3)</sup>。そのため、視界を確保するために、複数のミラーに加えてバックカメラやソナーを配することで、周辺状況の確認性を高めている。また、近年では、助手席側のドア下部を透明化することで、左側方の直接視界を広げる試みもされている。

商用車は、乗用車に比べると長時間運転となるため、ドライバーの運転に対す

る注意力をモニタリングする装備等が実用化されている。例えば、走行中のドライバーの顔の方向や眼の状態を車載カメラがモニタリングし注意力不足を検知したり、運転開始時の15分間の走行パターンを学習して、ハンドル操作等からファジィ理論によって注意力低下を検知するシステム等がある。いずれも注意力低下が検知されると警報音で警告したり、警告表示を行う。また注意力低下に伴うふらつきに対しては車線逸脱警報で注意喚起するとともに、警報が続く際には衝突被害軽減ブレーキの支援タイミングを早めることで、事故予防が期待できる<sup>4)</sup>。

車両運動性能についても、大型車は車両総重量も重く、一方で荷台に積載するため、積み荷を含めた積載時の重心高は高くなる傾向を示す。特にコーナリング時のロールオーバーやスピン等の事故ケースが見受けられる。このような事故を低減するために現在では、乗用車同様にESCが搭載されている。

また、事業用貨物車の事故類型別の事故件数の約50%は追突が占めており、特に高速道路では72%を占めている<sup>5)</sup>。この傾向を改善するために衝突被害軽減システムCMBSの義務化が示されている。また、トラックは地面と車体のすき間が大きいと、他のカテゴリの車両との衝突時に潜り込み事故が発生していた。現在は、車両突入防止装置が義務化されており、乗用車と同様にコンパチビリティの向上が図られている。

将来的には、商用車においてもITS分野における路車間、車車間通信を利用した周辺車両等把握システム（電子クラクション）による巻き込み事故の低減や高速道路における隊列自動追従走行等を実現することで、長距離トラックドライバーの疲労を軽減させることが期待されている。

## 7.3 二輪車

二輪車は、前後車輪が1列に配置されているため、走行時、常にバランスを取る必要がある。また、ライダーが直接実だ角を入力したり、旋回時に車体をロールさせてバランスを取る等、ダイレクトな操作系になっているため、一部に車両姿勢に対応したエンジン出力制御によるリアタイヤのスリップ抑制はあるものの、四輪車のようなESCによる積極的な介入が難しい特徴がある。

その特徴の中で実用化されている安全技術としては、電子制御式の前後輪連動ABSが挙げられる。二輪車は、乗用車に比べてホイールベースが短く、また車

体に対する乗員の質量比率が近接しているため重心高が高い。そのため制動時には前後荷重移動が大きくなる。その結果、二輪車の理想制動力配分線は図4のようになる。四輪車と異なり、0.5G以上の急制動を実現しようとすると、前輪の制動

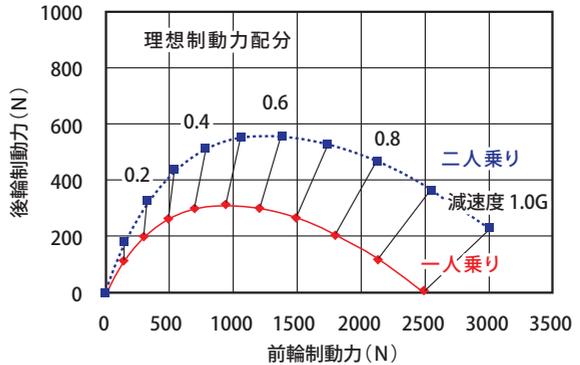


図4 二輪車の理想制動力配分

力を増加させるとともに後輪の制動力を減少させる必要がある（図4）。これを四輪車のような1入力を実現しようとすると、急減速時に対する後輪側の減圧配管等が非常に複雑になるため、搭載スペースが限られる二輪車では実用的ではない。従って、一般車両では、前後独自の2系統のブレーキ入力系をライダー自身が制御することでこの理想制動力配分に近い特性を実現している。

電子制御式の前後輪連動ABSでは、バイワイヤ技術を用いてライダーの入力を電子信号に変換し、コンピュータで前後ブレーキの効き、ABSのきめ細かな作動を制御する。電子制御にすることで、サスペンション可動部にあったABS専用の部品を省略するとともに従来パーツの利用が可能となっている<sup>6)</sup>。

また、DCT（Dual Clutch Transmission）を搭載することで、変速時の操作の軽減や変速ショックの軽減が実現でき、乗車時の運転に余裕を持たせることで、事故リスクを低減することが期待される<sup>7)</sup>。

パッシブセーフティに関しても、車体サイズならびに乗車スタイルから四輪車並みのクラッシュブルゾーンを二輪車に確保することは難しい。一方でASVでの開発を経て、大型車の一部にはエアバッグ装備車も市販されている。このエ

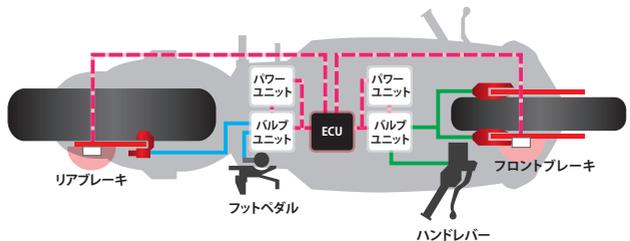


図5 電子制御式コンバインドABSのシステム概要図<sup>6)</sup>

エアバッグはシートベルトで拘束されていない自由度のあるライダーの乗車姿勢を受け止めるためにバッグの形状・サイズや展開方法が二輪用に工夫されている<sup>8)</sup>。

近年では、ライディングジャケット側にエアバッグを内蔵した装着型のエアバッグも登場している。衝突や転倒等により二輪からライダーが分離するとエアバッグが展開する仕組みとなっている。

また、一般道路の二輪車走行実態調査では、路肩走行やすり抜け等も観測される。ITSが普及すると乗用車でも取り上げたような周辺車両にその存在を把握してもらうために路車間や車車間通信を利用したデバイスの搭載により、側道からの車両との出会い頭事故や左折巻き込み事故等の減少が期待される（図6<sup>9)</sup>）。

### 左折事故防止支援情報提供システム（ASV / DSSS）

- 〔目的〕 ○信号機のある交差点を左折する際、見えにくい後方の車両の存在情報を伝達し、巻き込み事故防止をはかる。  
 〔期待される効果〕 ○左折巻き込み事故の事故件数削減（死角の情報補完による事故防止）

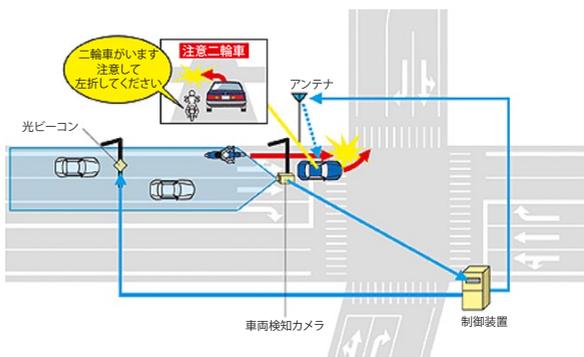


図6 ITSにおける路車間連携システム例<sup>9)</sup>

## 7.4 その他の安全技術

要素技術としては、タイヤの構造の変化も著しい。ランフラットタイヤでは、図7に示すようにタイヤのサイド部分に補強がされているため、パンク時でも一定距離を走行することが可能である。これによりスペアタイヤを携行しなくて済むため車両総重量が減少し、燃費も向上するメリットがある。

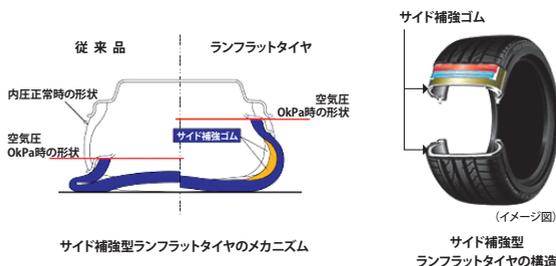


図7 ランフラットタイヤの構造<sup>10)</sup>

車体構成材料では、従来の超張力鋼に加えて、限定的ではあるが市販車に対して炭素繊維強化プラスチック素材の利用も開始された。これにより車体軽量化が進み、運動特性や燃費の向上が見込まれる。また、このような複合材料の利用を前提とした

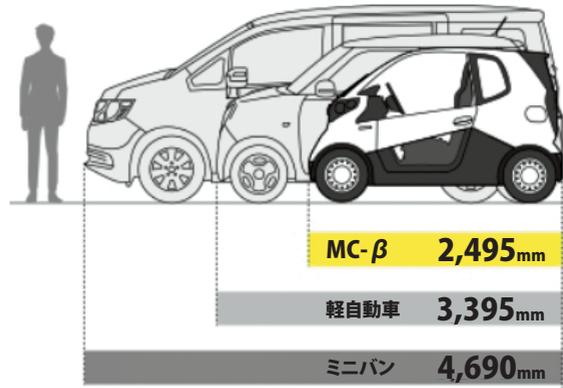


図8 超小型モビリティのサイズ比較例<sup>11)</sup>

車体構造設計が進むことで、現行の車両形状に対して設計の自由度が大きくなり、安全性の向上を図ることが可能となる。

また、近年普及している環境対応型のEVやハイブリッド車両がEVモードで走行する際には、モーター駆動となるためエンジン駆動モードよりも静粛性が高い。一方で、歩行者等がその車両の接近に気がつかずに接触するケースもある。そのため、EVモードで走行する際には、電子音を発生させることで周囲に存在を認知させる工夫がされている。また、EVは、高圧配線を含むため万一の事故発生時にも感電しないような配慮がされている。

一方で、超高齢社会の中での個別移動手段として、車両専有面積も小さく、小回りが利く超小型モビリティという新しいカテゴリの登場が期待されている（図8<sup>11)</sup>）。主として1人から2人乗りの乗車定員で、エネルギー消費量は通常の自動車の1/6程度（電気自動車の1/2程度）の仕様となっている。利用は自宅から近郊までの利用や観光地や商業地の回遊・周遊、小規模配達が想定されているが、今後の普及に際しては混合交通内での他のカテゴリの差別化と走行空間の確保が必要となる（図9<sup>12)</sup>）。

また、二輪車と同様に車体サイズが小型なためクラッシュゾーン等の確保が難しい。従って実用化に際しては、衝突自体を低減できるコンパクトでリーズナブルな衝突防止装置の搭載が期待される。

		道路運送車両			
		道路運送車両			
		車道走行			
		車道走行			
定格出力 (電動自動車)		0.6kW以下	1kW超		
エンジン排気量 (内燃機関自動車)		50cc以下	660cc以下	660cc超	
	歩行補助用具 (免許不要) ・時速6 km以下 ・車検なし ・全長:1,200mm ・全幅:700mm ・全高:1,090mm 	第一種原動機付 自転車 ・乗車定員1人のみ ・最大積載量30kgまで ・全長:2,500mm ・全幅:1,300mm ・全高:2,000mm ・衝突基準なし ・車検なし ・高速道路走行不可 	<b>超小型モビリティ</b> ・乗車定員1~2人程度 ・高速道路走行不可 	軽自動車 ・乗車定員4人 ・最大積載量350kgまで ・全長:3,400mm ・全幅:1,480mm ・全高:2,000mm ・衝突基準あり ・車検あり ・高速道路走行可 	小型自動車 ・普通自動車 
	歩行補助・支援のため利用	日常生活や小口物流の足としてあくまでも近場の移動にジャストフィット	高速道路を含めあらゆる道路環境、場面で活躍		

図9 超小型モビリティと従来カテゴリの位置付け<sup>12)</sup>

## 参考文献

- 本田技研工業「歩行者を検知しドライバーに知らせる世界初の『インテリジェント・ナイトビジョンシステム』を新開発—夜間の運転支援システムとして今秋発売のレジェンドに搭載—」2004年,  
<http://www.honda.co.jp/news/2004/4040824a.html> (2014年12月10日閲覧)
- 本田技研工業「コンパティビリティ対応ボディ」2003年,  
<http://www.honda.co.jp/tech/auto/compatibility/> (2014年12月10日閲覧)
- 自動車安全運転センター「大型貨物車の安全運転」2007年,  
[http://www.jsdc.or.jp/search/pdf/all/h18\\_3.pdf](http://www.jsdc.or.jp/search/pdf/all/h18_3.pdf) (2014年12月10日閲覧)
- 三菱ふそうトラック・バス株式会社「第58回自動車技術会賞で『運転注意力モニター (MDAS-III)』が『技術開発賞』を受賞」2008年,  
[http://www.mitsubishi-fuso.com/jp/news/news\\_content/080424/080424.html](http://www.mitsubishi-fuso.com/jp/news/news_content/080424/080424.html) (2014年12月10日閲覧)
- 全日本トラック協会「事業用貨物自動車の交通事故の傾向と事故事例」2014年,  
[http://www.jta.or.jp/member/pf\\_kotsuanzen/jikojirei.pdf](http://www.jta.or.jp/member/pf_kotsuanzen/jikojirei.pdf) (2014年12月10日閲覧)
- 本田技研工業「スーパースポーツバイクをより楽しくする世界初のスーパースポーツ用電子制御式“コンバインドABS”プレーキシステム」2009年,  
<http://www.honda.co.jp/tech/motor/c-abs2/detail/index.html> (2014年12月10日閲覧)
- 本田技研工業「マニュアルトランスミッションの楽しさをオートマチックで。二輪車で世界初、Hondaのデュアル・クラッチ・トランスミッション」2012年,  
<http://www.honda.co.jp/tech/motor/dct/> (2014年12月10日閲覧)
- 本田技研工業「前面衝突時、ライダーの傷害を軽減させる世界初の量産二輪車用エアバッグシステム」2006年,  
<http://www.honda.co.jp/tech/motor/airbag/> (2014年12月10日閲覧)
- 本田技研工業「Honda、先進安全自動車及び安全運転支援システムの公道実証実験を開始—交通事故低減をめざす、車車間及び路車間通信を利用した安全運転支援システムの開発に協力—」2008年,  
<http://www.honda.co.jp/news/2008/4080324.html> (2014年12月10日閲覧)

- 10) ブリヂストン 「ランフラットテクノロジー採用タイヤ」  
<http://www.bridgestone.co.jp/personal/tire/equipment/rft.html> (2014年12月10日閲覧)
- 11) 本田技研工業 「MC-β」 2013年,  
<http://www.honda.co.jp/mc-beta/feature.html> (2014年12月10日閲覧)
- 12) 国土交通省 「超小型モビリティの導入促進」 2013年,  
<http://www.mlit.go.jp/common/000986236.pdf> (2014年12月10日閲覧)

#### 推奨文献

- 1) 社団法人自動車技術会編『自動車の百科事典』丸善, 2009年
- 2) 国土交通省自動車交通局先進安全自動車推進検討会 「先進安全自動車に関する研究成果報告書—ASV (Advanced Safety Vehicle) の研究成果と今後の技術指針—」, 2008年,  
<http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/resource/data/asv1report.pdf> (2014年12月10日閲覧)
- 3) 国土交通省自動車交通局先進安全自動車推進検討会 「先進安全自動車 (ASV) 推進計画 (第2期) に関する報告書」, 2001年,  
<http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/resource/data/asv2report.pdf> (2014年12月10日閲覧)
- 4) 国土交通省自動車交通局先進安全自動車推進検討会 「先進安全自動車 (ASV) 推進計画 報告書—第3期 ASV計画における活動成果について—」, 2006年,  
<http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/resource/data/asv3seikahoukokusyocorrection.pdf> (2014年12月10日閲覧)
- 5) 国土交通省自動車交通局先進安全自動車推進検討会 「先進安全自動車 (ASV) 推進計画 報告書—第4期 ASV計画における活動成果について—」, 2011年,  
[http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/resource/data/asv4pamphlet\\_seika.pdf](http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/resource/data/asv4pamphlet_seika.pdf) (2014年12月10日閲覧)

#### 参照すべき実践編プロジェクト

東南アジアにおけるオートバイの都市交通手段としての役割と限界に関する研究 168ページ