

自動車の乗員・歩行者保護技術に関する特許出願技術動向調査

平成 14 年 5 月 24 日

総務部技術調査課

1. 自動車の乗員・歩行者保護技術の概要

1.1 自動車の乗員・歩行者保護技術の定義

自動車の安全技術は、事故を回避するための予防安全技術と、事故が発生した場合の被害を軽減するための衝突安全技術に大別できる。本調査で対象とする「乗員・歩行者保護技術」は、衝突安全（パッシブ・セーフティ）技術に相当する。

実際に、乗員や歩行者を衝突に伴う衝撃力から守るための技術としては、エアバッグにより保護する技術、シートベルトにより保護する技術、さらには、衝撃力を車体で吸収する車体構造技術等が挙げられる。特に、近年は、乗員や歩行者の保護性能を高めるため、エアバッグ等の乗員・歩行者保護技術を、如何にして誤作動することなく、瞬時に必要とされる保護機能が発揮されるようにするか、その制御や構造を工夫することが重要な課題となっている。

1.2 乗員・歩行者保護技術の分類

自動車の乗員・歩行者保護技術を分析するにあたり、下記のような 5 つの分類に大別した。

エアバッグ シートベルト 乗員保護に関わる車体構造 その他乗員保護装置・部品 歩行者保護技術
--

このうち、～ は乗員保護に、 は歩行者保護に関わる技術である。さらに、乗員保護に関する 4 つの技術は、自動車が衝突した際に、次のような流れで働くこととなる。

まず「車体構造が衝突エネルギーを吸収するとともに、生存空間を確保（ ）」し、続いて「シートベルトが乗員を車体にぶつからないよう拘束（ ）」、さらには「エアバッグがその補助装置として乗員を保護（ ）」する。最後に、それでも乗員が車体にぶつかった場合には、「乗員保護装置・部品がぶつかったダメージを軽減（ ）」する。

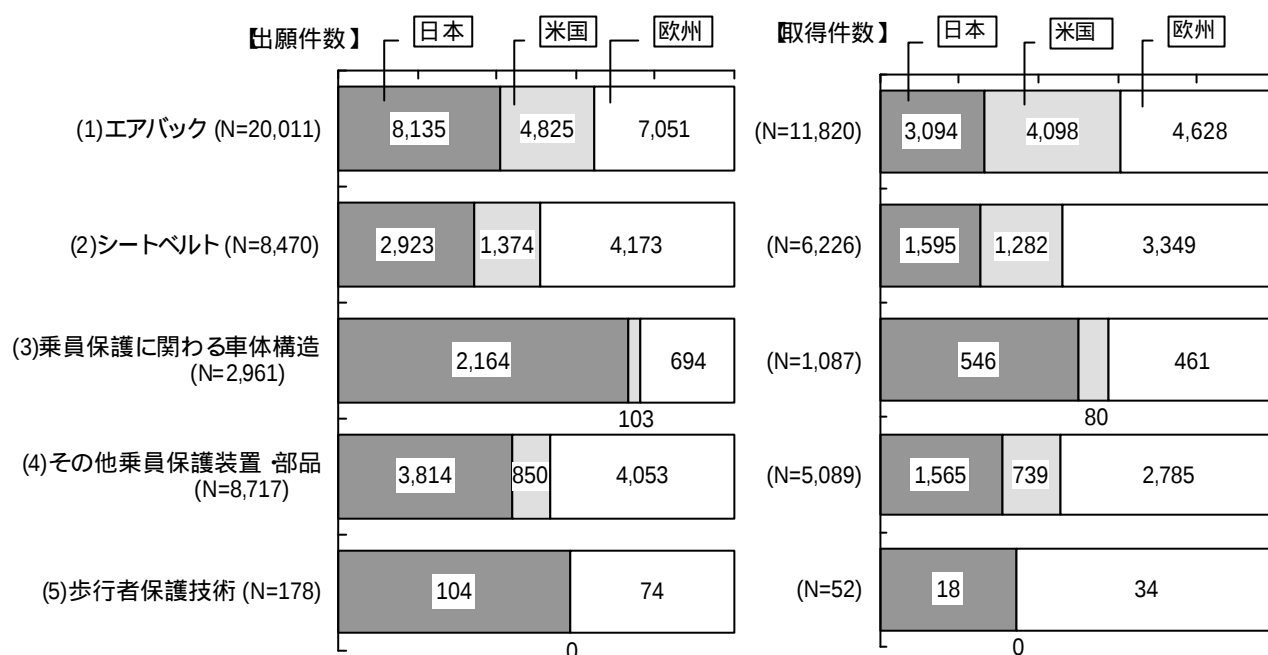
2. 特許動向分析

2.1 特許出願動向全体解析

ここでは「自動車の乗員・歩行者保護技術」に関連する日米欧の特許出願の全体的な動向について、内外の特許データベースから検索した特許件数を用いて比較・考察を行った。検索には「PATOLIS」「DWPI」を用い、1990 年～2000 年の日米欧特許を対象とした。構成技術区分別に日米欧三極の件数比をみると、全体として出願・取得とも概ね似通った三極構成となっており、総じて日本と欧州が件数面で競った状況にある。米国はエアバッグの取得件数を除き、やや少ない件数にとどまっている。（第 1 図）

日本からの出願が多いものとしては、「乗員保護に関わる車体構造」の73%、「歩行者保護技術」の58%、「エアバッグ」の41%などがあげられる。欧州は「シートベルト」で49%、「その他乗員保護装置・部品」で47%など最も高い割合となっているものの、出願件数で見ると日本が三極の中で比較優位にあることがわかる。一方、取得件数の構成をみると、日本は「乗員保護に関わる車体構造」で50%とトップになっているのを除き、欧州が残る4分野で最も高い割合を示すなど比較優位にあることがわかる。中でも「シートベルト」や「その他乗員保護装置・部品」における件数格差は著しい。米国は、「エアバッグ」の分野においては出願・取得件数ともに健闘しており、特に取得件数で35%と欧州（39%）に次ぐ割合を示すなど、三極間での競合が激しい分野であることを示している。

第1図 「自動車の乗員・歩行者保護技術」の構成技術別の出願人国籍構成

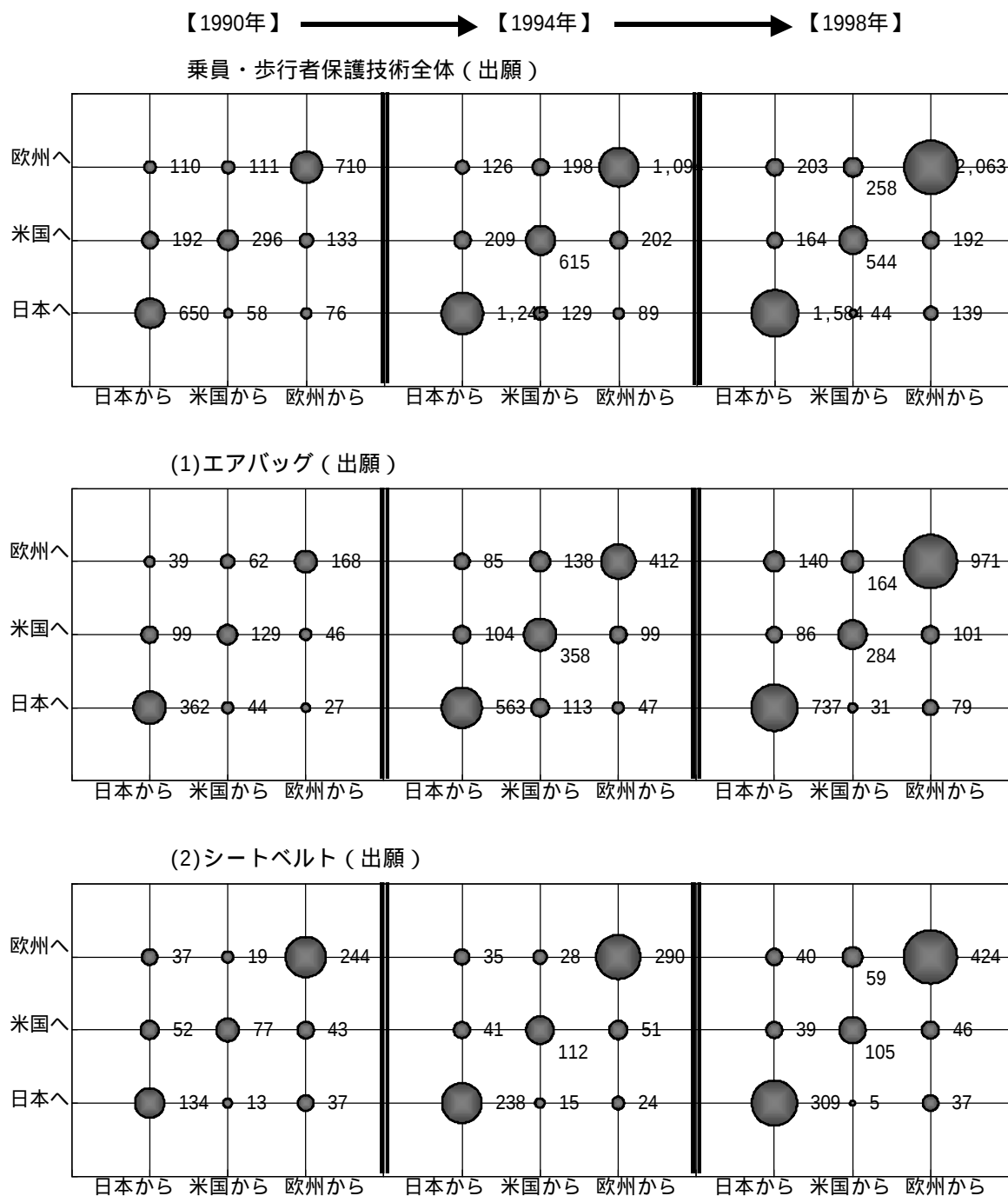


出典：「PATOLIS」「DWPI」検索による（出願：1990年～1999年累計、取得：1990年～2000年累計、N＝検索件数）

また、三極間の出願構造とその推移を第2図に示す。「乗員・歩行者保護技術」全体における出願件数の推移を出願先に注目して分析すると、欧州向けの出願は日米欧ともに着実に増えていることがわかる。その一方で、欧州は域内向け出願を1990年から1998年にかけて3倍に増やすとともに、日米に対しても着実に増加させている。

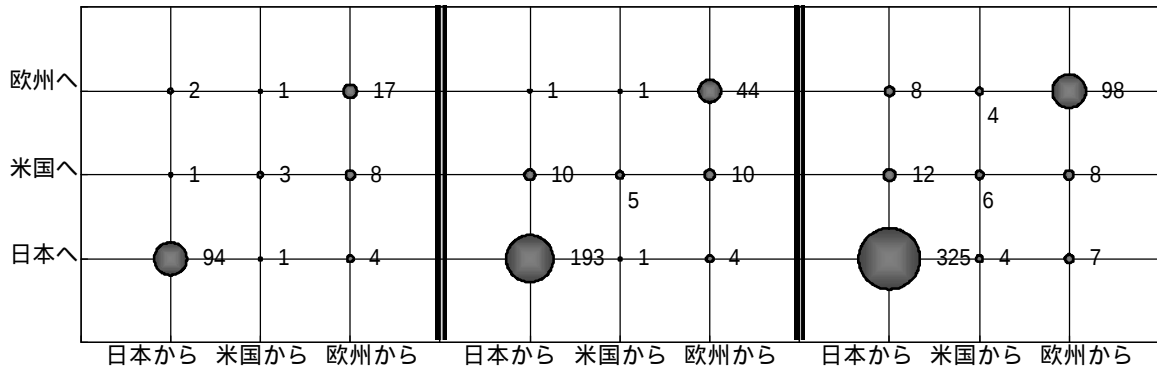
一方、出願国に注目して分析すると、日本は自国向け出願を中心に件数を堅調に増やしている。また、米国は欧州向け出願こそ着実に増やし続けているものの、特に日本向け出願を1994年から1998年にかけて大きく減らすなど、出願はやや停滞・下降気味にある。

第2図 「自動車の乗員・歩行者保護技術」の構成技術別の三極間特許出願構成推移
(1990年,1994年,1998年時点間比較)

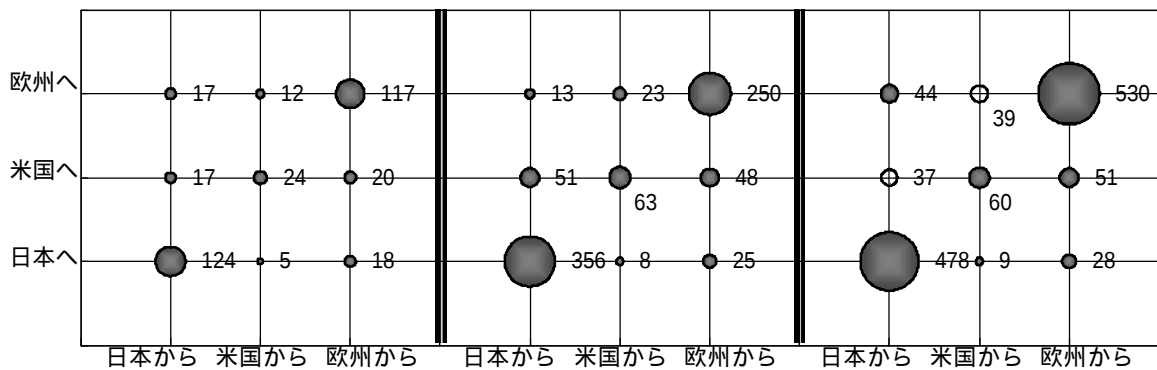


【1990年】 → 【1994年】 → 【1998年】

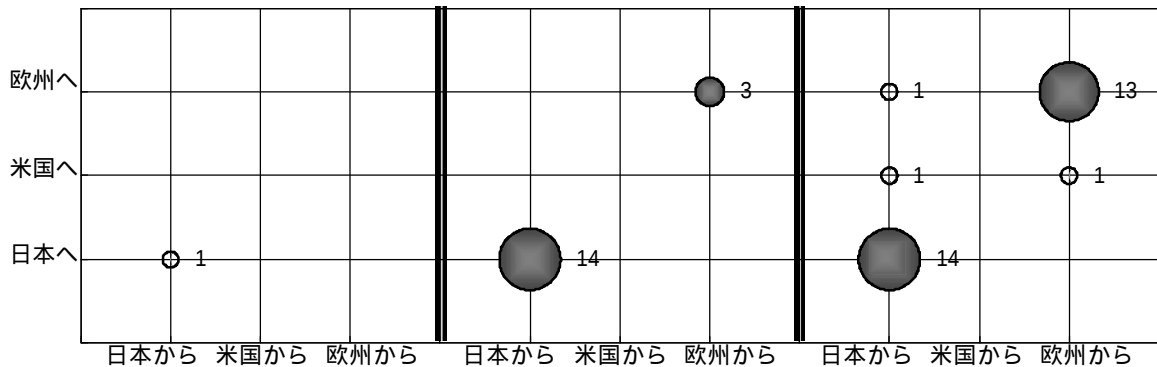
(3) 乗員保護に関わる車体構造（出願）



(4) その他乗員保護装置・部品（出願）



(5) 歩行者保護技術（出願）



2.2 特許出願動向詳細解析（注目テーマ）

注目テーマとしてエアバッグの「ガス供給装置（インフレーター）」および「起動制御関連技術」を取り上げ、これらに関連する特許動向を、日米欧の当該特許を収録して構築した解析データベースを用いて分析した。エアバッグは、シートベルトや車体構造と比較して、今後引き続き新たな関連技術が数多く開発されていく可能性が高いと考えられ、特に乗員の状況に応じた適切な起動・展開によって加害性を排除して確実に衝突時の安全確保をはかる「先進エアバッグ（スマートエアバッグ）」の開発が重要な課題として注目を集めていることから、その実現に大きな影響を及ぼす「インフレーター」「起動制御関連技術」を対象として取り上げた。以下、当該分野における今後の技術開発の方向性について整理する。

(1) 注目テーマの概況

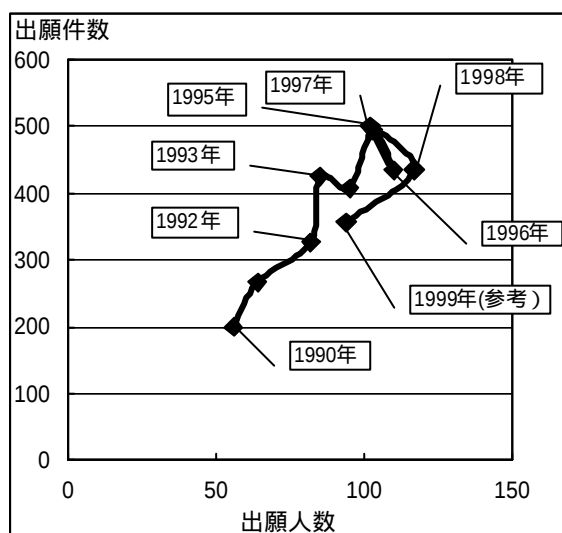
「インフレーター」および「起動制御関連技術」の現在の技術開発段階について、出願人数に対する出願件数の推移を用いて示した。(第3図)

「インフレーター」についてみると、1990年に60人程度だった出願人が1998年には120人レベルまで倍増するなど、右肩上がり順調に増加していることがわかるが、1996年頃から出願件数面で頭打ちの傾向が見られるなど、ここにきてやや停滞気味に推移しつつあるように思われる。一方の「起動制御関連技術」についてみると、1990年に60人程度だった出願人数が1998年で150人レベルに達するなど、「インフレーター」を凌ぐ勢いで参入企業が広がりつつあることがわかる。

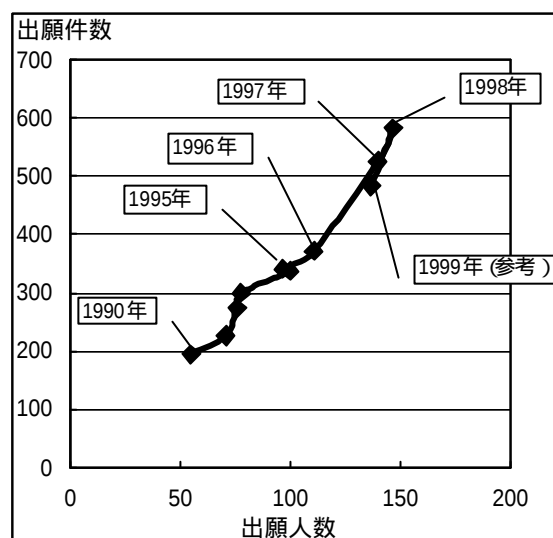
一方、特許出願件数そのものに着目すると、「インフレーター」の特許出願は近年やや伸び悩み傾向にあるのに対して、「起動制御関連技術」の特許出願は年々増加する傾向がみられ、これから、現在最も活発に研究開発が行われていることが推測される(第3図、第4図)。

第3図 「インフレーター」「起動制御関連技術」の技術開発ステージ

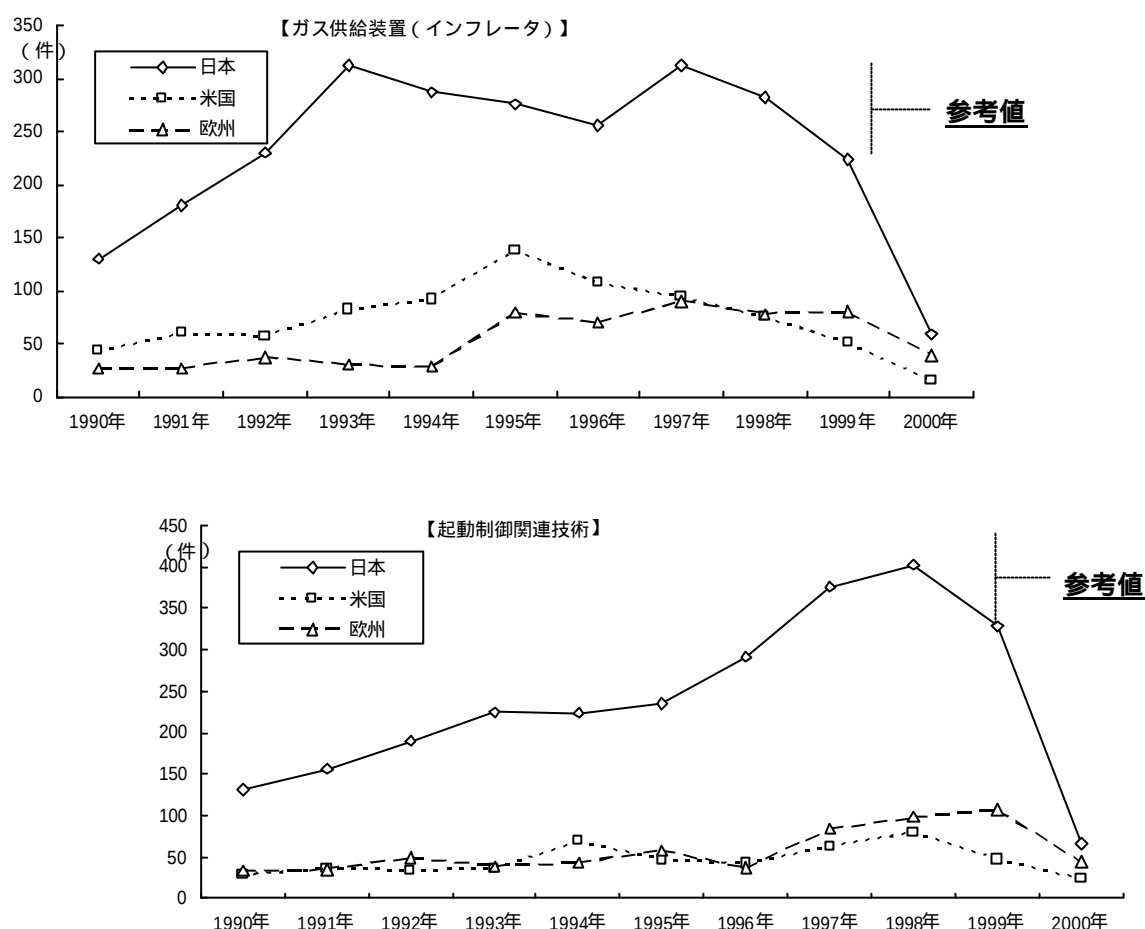
【ガス供給装置(インフレーター)】



【起動制御関連技術】



第4図 注目テーマの出願人国籍別出願件数推移（1990年～2000年）



（２）技術開発の方向性

第５表に、「インフレータ」および「起動制御関連技術」の今後の技術開発の方向性について、出願件数や出願内容、出願人数に対する出願件数の推移、有識者へのヒアリング等を総合的に調査した結果から評価・整理を行った。表中の矢印は、今後、出願も含めた技術開発の進展の見込み・期待度を記号として表示したものである。（上昇矢印は強含みにあることを示す）

全般的にみると、前記の技術開発ステージ分析に呼応して「インフレータ」よりも「起動制御関連技術」の方に、今後の開発余地の大きい技術課題が多いことが推測される。中でもやはり注目されるのはスマートエアバッグに関連した技術で、高度なセンシング技術が多数出願されるとともに、エアバッグを極力安全かつ最適に展開させるための制御技術やアルゴリズムなどが多数出願されている。そこで、「起動制御関連技術」の主要な技術領域について詳細な分析を行った結果を第６図、第７図に示す。

各技術テーマの中でも、衝突予知・検知段階において膨らませるエアバッグを決定したり展開順序等を最適化するための「衝突の方向検知」や、エアバッグの展開タイミングを図る「対象との距離検知」などの出願件数の伸びが大きく、注目される分野である。また、運転者の頭部位置や子供が車室内で立ったりしていないか、助手席乗員が眠るなどして身体をドア側にもたれかけていないかなどを判断する「乗員の姿勢検知」技術においても、出願件数の伸びは著しい。これらの技術は、いずれもスマートエアバッグ関連技術におけるキー技術

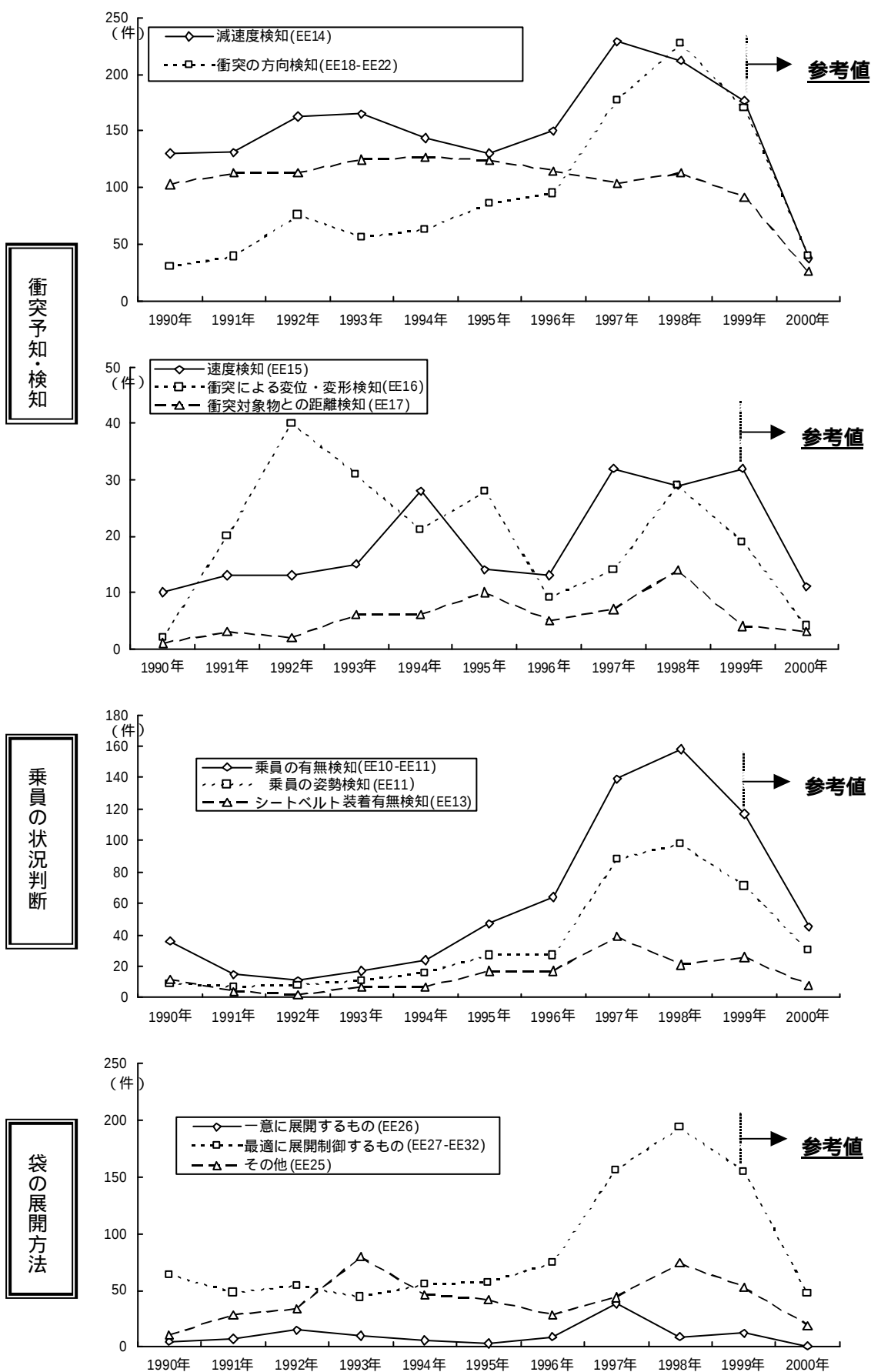
といえるものであり、出願件数的にも特に近年の伸びが著しく、今後に向けて最も技術開発が活発に進められる分野であるといえる。さらに出願人国籍別の出願件数構成をみても明らかなように（第 7 図）、出願件数で見ると全般的に日本が比較優位にある。センシング技術を中心として従来から日本の強い分野でもあり、今後、さらに多くの出願が日本を中心になされるものと思われる。

一方、インフレータの関連技術を見ると、今後の方向性としてハイブリッドの電機式エアバッグシステム用インフレータを中心に改良が進むなど、技術開発面での方向性は概ね定まっているように思われる。ただ、今後急速に普及が進むと予想されるサイドエアバッグやカーテンシールドエアバッグなどに特化した技術開発や、解体時の誤爆防止や爆発処理の容易化などに代表される破棄対策技術などにおいてさらなる工夫が進められ、相応の研究・出願は続いていくものと思われる。

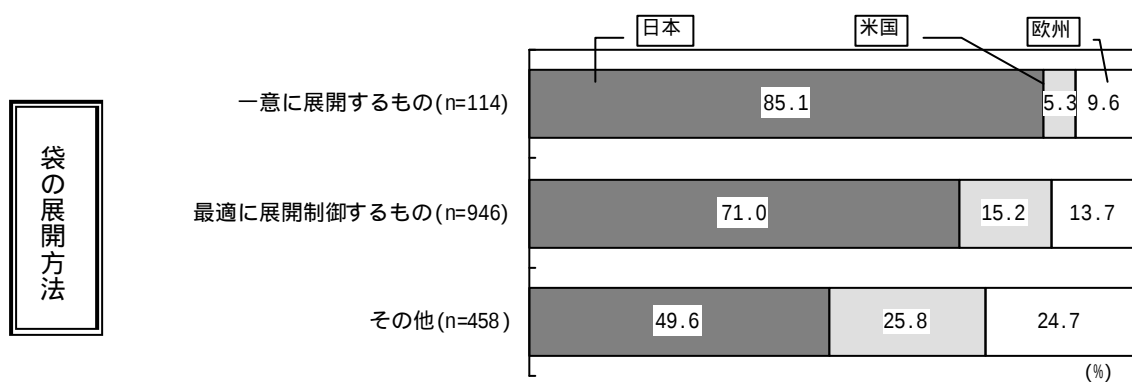
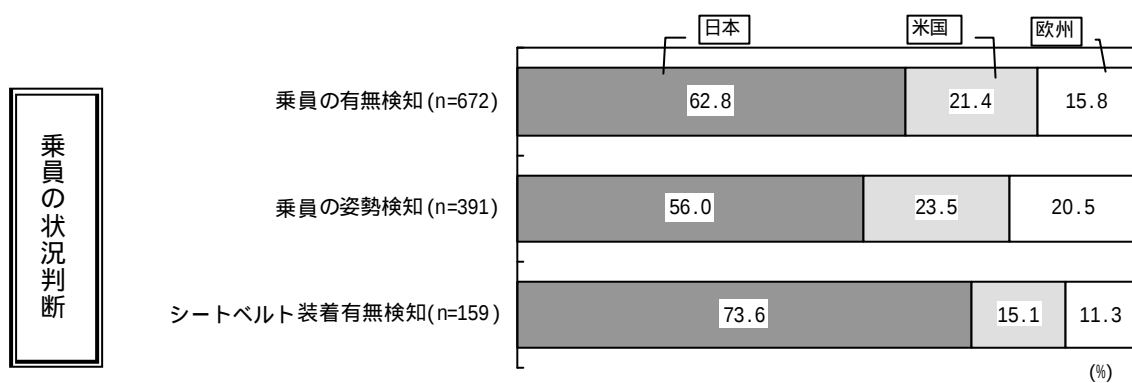
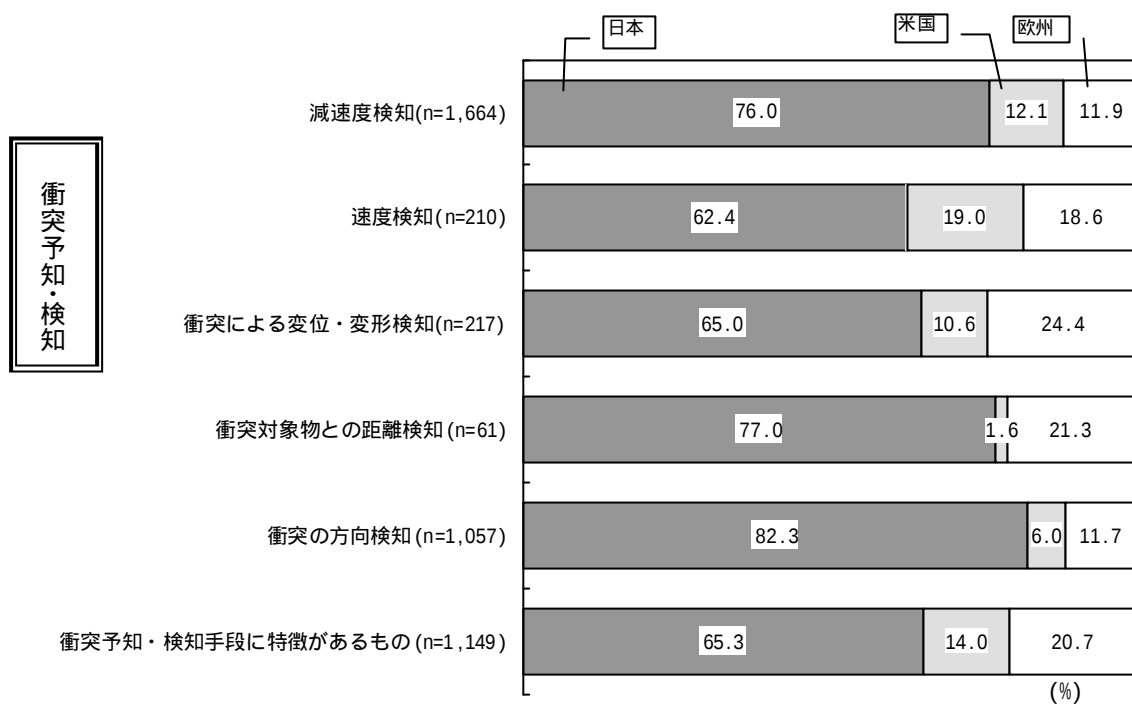
第5表 「インフレーター」「起動制御関連技術」の技術開発の方向性

技術区分	技術課題	開発の方向性・見通し
インフレーター		
ガスの種類	高圧ガス	↗
	反応（燃焼）ガス	→
	ハイブリッド	↗
形状とガスの放出方向	ディスク型	
	細長い筒形状	↗
	その他形状	→
ガス供給のための開弁・着火機構	電機式	↗
	機械式	↘
その他の工夫	ケース構造	↘
	フィルタ	↘
	ガス発生剤	↘
	点火剤	→
	破棄対策	→
起動制御関連技術		
衝突予知・検知	減速度・速度検知	↗
	変位・変形検知	→
	対象との距離検知	↗
	衝突の方向検知	↗
乗員の状況判断	乗員有無検知	→
	乗員の姿勢検知	↗
	シートベルト装着有無検知	↗
袋の展開方法	一意展開	↘
	最適展開	↗
	その他	↗
誤作動防止・障害対策	誤・不作動防止	→
	故障・障害検出	↗
その他の起動制御関連技術	記録装置	→
	補助電源	↘
	回転部電気回路	→
	警報装置	↗
その他関連注目技術		
エアベルト		↗
室内圧力上昇防止		→
誤爆防止		↘
顔面保護		↗
サブマリン現象防止		→
部品点数減・組み立て加工容易化		↗

第6図 主要な「起動制御関連技術」の特許出願件数推移（1990年～2000年）



第7図 主要な「起動制御関連技術」の特許出願件数の出願人国籍別構成
(1990年～2000年累計)



3. 関連市場および関連政策の動向

3.1 市場における部品メーカーの動向

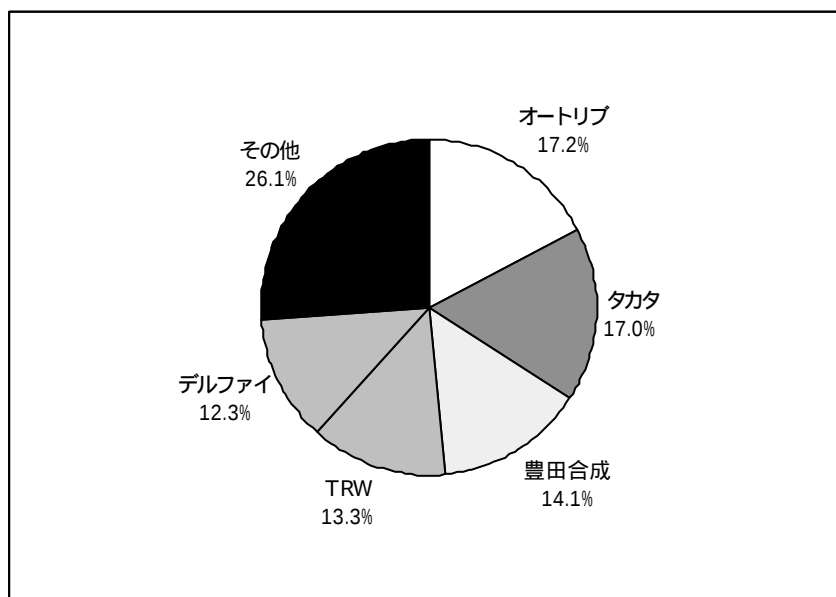
「乗員・歩行者保護技術」に関する特許出願件数の出願人上位企業のうちエアバッグおよびシートベルトの主要メーカーは、TRW、オートリブ、タカタ、東海理化、豊田合成である。これをエアバッグの世界シェア上位5社と比べた場合、TRW、オートリブ、タカタ、豊田合成の4社が重複しており、有力企業はいずれも積極的に特許出願を行っている様子が見えてくる。なお、東海理化はシートベルトを主力商品としており、エアバッグ事業を豊田合成に譲渡するなど事業の選別をはかっている。また、エアバッグの世界シェア上位にありながら特許出願の少ないデルファイ社は、ゼネラル・モーターズ社（GM）によって1995年に設立されたばかり（1999年に完全分社化）であり、デルファイが出願人となっている特許件数が少なくなったことも影響していると推測される。

第8表 主な部品メーカーの「乗員・歩行者保護技術に関する特許出願件数」

主要企業	出願件数
TRW	991
オートリブ	805
タカタ	396
東海理化	241
豊田合成	224
（ゼネラル・モーターズ）	151

出典：「DWPI」検索による（1990年～2000年）

第9図 エアバッグの世界シェア



出典：FOURIN「国内自動車調査月報 2000.11」

3.2 日米欧の安全基準と自動車アセスメント

3.2.1 日本の安全法規

我が国の自動車の構造および装置に関する安全基準は、「道路運送車両法」にもとづき「道路運送車両の保安基準（国土交通省令）」に定められている。このうち、保安基準第18条に

において前面衝突基準および側面衝突基準が示されており、この強化によってわが国の自動車における衝突安全性の向上がはかられてきた。すなわち、1994年（平成6年）4月の改定において、初めて前面衝突基準が導入され、乗用車は時速50km/hでコンクリート壁面に衝突した際、死亡に至る重大な傷害を発生しないことが義務づけられた。さらに、1998年の改定によって側面衝突基準が導入されるとともに、軽自動車についても、乗用車と同じ時速50km/hでの前面衝突基準が導入された。

また、国土交通省が新たに「歩行者頭部保護基準」を盛り込む方針を2001年6月に明らかにしている。これは、時速40km/hで頭部がぶつかっても致命傷を防ぐための評価方法を確定した上で、2002年度中にも安全基準に盛り込むというものである。

第10表 国産乗用車の代表的な安全対策技術と法制化の進展

西暦年	国内の法制化の動き
1993	乗用車への実車による衝突試験の義務づけ（前面衝突試験の導入） 後席3点式シートベルトの装着義務づけ シートベルト非装着時警報装置の装備義務づけ 車室内の内装材の難燃化の義務づけ
1995	自動車アセスメント（NCAP）の開始
1998	乗用車等の側面衝突時の衝撃吸収の強化（側面衝突試験の導入） 軽自動車に対する衝突試験の義務づけ
2000	チャイルドシート着用義務づけ

出典：（社）自動車工業会「JAMAGAZINE」1999年4月号ほかより作成

3.2.2 米国の安全法規

米国における衝突安全に関する法規としては、道路交通安全局（National Highway Traffic Safety Administration、以下 NHTSA）が作成する規則（Part 項目）のひとつ、Part571「Federal Motor Vehicle Safety Standard（以下 FMVSS）」がある。

米国の前面衝突基準における最大の特徴は、運転席および助手席へのエアバッグ装備を義務づけていることである。1993年にエアバッグの装備義務づけを1997年より導入（小型トラックは1998年より導入）することとなった。また、エアバッグについては、シートベルトをしていなくとも乗員の傷害値を基準以下に抑制することが求められており、シートベルトの装着を前提としたエアバッグの導入が進んでいる日本や欧州のメーカーでは、米国仕様車において自国とは異なる対応が必要となっている。

また、米国における側面衝突基準は、1993年から段階的に適用が開始され、1996年より本格的に適用されるようになった。これは、日欧に先駆けての導入であった。一方では、日欧において導入が予定されている歩行者保護に関する安全基準の導入については、今のところ動きは伝えられていない。

一方、今後の動きとして注目されているのは、2003年から3年かけて先進エアバッグ（スマートエアバッグ）の搭載が義務づけられることである。これにより、エアバッグの加害性対策として、乗員の体格や着座姿勢を検知した上で、必要に応じてエアバッグの展開を弱める、もしくは展開しないことが求められるようになった。具体的には、従来は成人男性のダミーだけで行われていた衝突テストを、小柄の女性のダミーについても行うことが規定される。また、将来的には子供ダミーの使用も導入される予定となっている。

第11表 米国における法規制の動向とメーカーの対応

西暦年	規制の発表・導入
1978	自動車アセスメント（NCAP 開始）
1984	受動拘束装置の義務化を決定
1989	受動拘束装置の義務化が開始
1993	前席エアバッグの装備義務化を決定
1996	側面衝突基準の導入
1997	前席エアバッグの装備義務化が開始 爆発力を 2/3 に低減するようにエアバッグメーカーに要請。 ON/OFF スイッチ設置規制発表
1998	スマートエアバッグ基準案提出 （→ 2000 年先進エアバッグ決定）
1999	チャイルドシート基準導入
2000	先進エアバッグ基準決定 ロールオーバー性 NCAP 評価導入
2003(予)	先進エアバッグ導入開始
2006(予)	先進エアバッグ導入完了（全ての乗用車・小型商用車に適用される。）

出典：FOURIN「21 世紀の環境・安全・通信技術」他より作成

3.2.3 欧州の安全法規

欧州(EU 加盟国)では、ECE 規則および EU 指令によって自動車法規が策定されている。このうち、ECE 規則は法的拘束力をもたないが、これを各国政府が自国法規として批准することによって運用されている。一方、EU 指令は加盟国に対して法的拘束力を有している。

これら法規のうち、1998 年に EU 規制として導入された前面衝突基準（EU Directive 96/79/EC）および側面衝突基準（EU Directive 96/27/EC）は、それまで各国ベースでそれぞれ独自に定められていた衝突安全基準が初めて EU 統一の規制となったものであり、その適用は 1998 年 10 月以降の新型車より開始され、2003 年までには新規登録車全てに適用される予定となっている。この 1998 年の衝突安全基準の特徴は、それまで時速 50km で行われていた前面衝突テストを時速 56km/h に強化するとともにオフセット衝突テストを導入したこと、さらに、初めて側面衝突基準を導入したことである。この衝突基準の導入および後述する自動車アセスメント（NCAP）結果の公表が、大衆車・小型車におけるエアバッグの標準装備化を促すと共に、サイドエアバッグの搭載が広まるようになったきっかけとされている。

また、欧州では、前面衝突や側面衝突テストの他にも、子供の衝突安全や歩行者の安全、後部追突、コンパティビリティなど規制強化の次期政策に向けた議論が活発に行われている。そうした議論の結果として、2001 年 7 月には、欧州委員会と欧州自動車工業会（ACEA）が歩行者の障害を軽減するための安全対策の導入について合意した。この合意では、歩行者安全基準を 2 段階に分けて導入することとされており、第 1 段階では事故発生時に歩行者の負傷を軽減するための設計採用を 2005 年の新型車から導入し、これを 2012 年までには新規登録車全てに拡大することとしている。さらに、第 2 段階としてより厳しい安全基準を 2010 年に導入し、遅くとも 2014 年末までには新型車の全てに例外なく適用することとなっている。

第12表 欧州における法規制の動向とメーカーの対応

西暦年	全新車に 1998 年導入の衝突安全基準を適用
1996	EU 安全基準（第一弾） EURO-NCAP の開始（評価結果の公開は翌年から）
1998	前面衝突に新基準導入 側面衝突に新基準導入
2001	歩行者安全基準の決定
2003(予)	全新車に 1998 年導入の衝突安全基準を適用
2005(予)	歩行者安全基準導入
2014(予)	歩行者安全基準への対応完了

出典：FOURIN「21 世紀の環境・安全・通信技術」他より作成

3.2.4 衝突安全性能テスト（自動車アセスメント）

日米欧では、それぞれの衝突安全基準に基づいて、衝突安全性能テスト（自動車アセスメント = New Car Assessment Program、以下 NCAP）が実施されている。テスト内容は各国の基準を反映して、それぞれ少しずつ異なる内容となっており、その概要を第 13 表に示す。

NCAP が最初に実施されたのは米国で、1978 年から前面衝突試験が行われている。その後、1996 年に側面衝突試験が導入され、2000 年にはロールオーバー試験が加わるようになっていく。これに対して、日本では 1995 年から、EU では 1996 年から、それぞれ NCAP が実施されるようになった。日本では、当初、前面衝突試験のみであったが、1999 年より側面衝突試験が加わった。一方の EU では、当初より前面衝突試験と側面衝突試験の両方を合わせて評価している。

前面衝突の試験方法については、米国が正面衝突試験（フルラップ衝突試験）、欧州がオフセット衝突試験をそれぞれ採用している。日本では、当初は米国と同じくフルラップ衝突試験のみ採用していたものを、2000 年からオフセット衝突試験を合わせて実施するようになっていく。

また、日本では、2001 年からチャイルドシート試験を、2002 年以降も歩行者衝突試験、ヘッドレスト試験などを順次導入していく計画が発表されている。なお、欧州では歩行者衝突試験、チャイルドシート試験が、米国では民間によるヘッドレスト評価が既に行われている。

第13表 日米欧で行われている NCAP の試験内容

		実施組織・名称	試験方法	評価方法
公的	日本	国土交通省	正面衝突 - 55km/h オフセット衝突 - 64km/h 側面衝突 - 55km/h（入角 90 度）	6 段階の総合評価
	米国	米国道路交通安全局（NHTSA）	正面衝突 - 55km/h 側面衝突 - 62km/h（入角 63 度）	5 段階の総合評価
	欧州	FIA、AII、英国運輸省、スウェーデン運輸省ほか	オフセット衝突 - 64km/h 側面衝突 - 50km/h（入角 90 度）	4 段階の総合評価（人体部位別の 5 段階評価もあり）
			歩行者衝突試験	4 段階評価
その他	米国	道路安全保険協会（IIHS）	オフセット衝突 - 64km/h	4 段階の総合評価

(1) 日本におけるNCAPの結果

日本で NCAP が開始された 1995 年より 1999 年までの評価結果をまとめたものが第 14 表である。これによると、年を追う毎に評価結果が向上しており、自動車メーカー各社が競って衝突安全技術の向上に努めた様子がうかがえる。さらに、フルラップ前面衝突安全性能の変化を年式別の乗員傷害値の平均値からみると、全体に改善傾向にあり、特に助手席が大きく改善されていることが明らかである。

第14表 乗員傷害値の改善状況

	頭部傷害値 (HIC)		胸部傷害値 (胸 G)	
	運転席	助手席	運転席	助手席
平成 6 年式	643	796	54.3	59.0
平成 12 年式	452	478	46.6	44.0
(改善率)	29.7%	39.9%	14.4%	25.4%

3.3 乗員・歩行者保護技術の変遷と法規制

これまでの自動車の衝突安全技術の変遷と関連する主な法規制およびアセスメントの動向を第 15 表に示す。

第15表 自動車の乗員・歩行者保護技術に関する主な技術と法規制の変遷

[illegible]

4. 総合分析

4.1 日米欧の技術競争力比較

本章では、各技術分野ごとに、特許出願件数、技術論文件数、市場動向、法規制、交通事情などの調査結果から、総合的に日米欧の技術競争力を判断する。ただし、本調査で用いている5つの技術分類のうち、「その他乗員保護装置・部品」については、「その他」という分類の性格上、内装パッド、ハンドル・コラムレバーの衝撃吸収、ヘッドレスト、シートバック強度など、さまざまな装置や部品が対象に含まれており、日米欧の技術競争力を比較評価することが難しい。従って、これを除いた「エアバッグ」「シートベルト」「乗員保護に関わる車体構造」「歩行者保護技術」の4つの分類についてのみ比較を行う。

4.1.1 エアバッグ

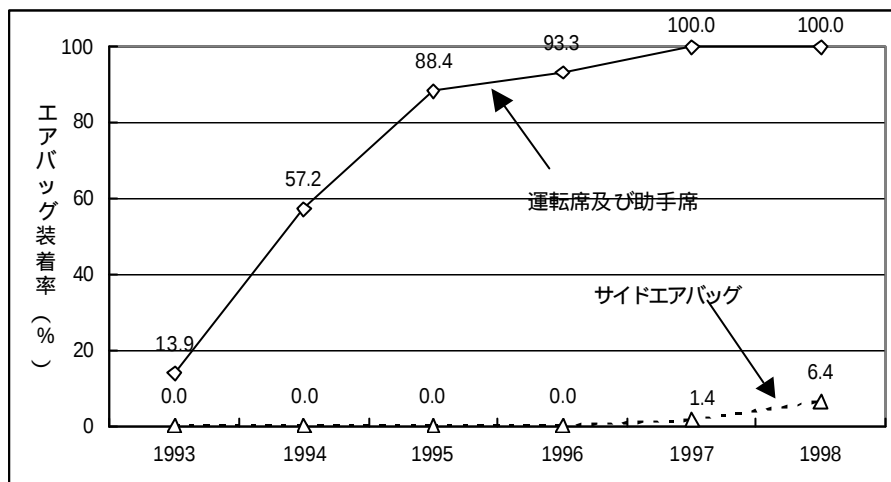
第16表 エアバッグに関する主な指標の日米欧比較

	日本	米国	欧州
特許件数 (1990年以降)	出願 8,135 登録 3,094	出願 4,825 登録 4,098	出願 7,051 登録 4,628
	日本は出願件数が多いものの、登録件数では欧米の方が多い。特に、他の分野と比較して、米国の占める割合が比較的高くなっている。		
国際会議における発表件数	第16回 ESV 会議 先進エアバッグ 2件	第16回 ESV 会議 先進エアバッグ 7件	第16回 ESV 会議 先進エアバッグ 7件
	日本からの発表件数は、米国や欧州全体と比較するとかなり少ない。		
普及率	フロント 85% サイド 8%	フロント 100% サイド 11%	フロント 約80% サイド 17%
	米国では、法規制の影響もあってフロントエアバッグの普及率が100%である。日本は、エアバッグの導入時期が1987年と欧米より遅れたが、1995年以降急激に普及が進んだ。 サイドエアバッグについては、欧州で最も普及が進み、日本の普及が遅れている。ただし、米国市場においては日本メーカーが欧州メーカーと並んで積極的に搭載を開始し、米国メーカーの対応はやや遅れた。		
法規制の特徴		フロントエアバッグの搭載を義務づけている。 先進エアバッグの導入を2003年より義務づける予定。	
	米国ではシートベルトの装着義務が無いことから、エアバッグ単体での安全性確保が義務づけられている。 側面衝突試験は日米欧いずれも実施しているが、サイドエアバッグに直接関連するような規制や試験方法はいずれも含まれていない。		

エアバッグ分野では、1970年代に米国が先行し、やや遅れて1980年頃から一部の欧州メーカーが参入する一方で、日本では1987年になってようやく国内初のエアバッグ装着車が登場するなど欧米に遅れをとっていた。特に米国では、1984年に受動拘束装置の装備義務づけを決定したことによりエアバッグの普及が少しずつ広がり、更に1993年にはエアバッグの装備義務づけを決定したことも加わってエアバッグ先進国となった(第17図参照)。一方、日本や欧州では、1990年代半ばに衝突安全基準が強化され、NCAPの結果公表も開始されるようになったこと等を反映して、1990年代半ばから後半にかけて一気にエアバッグが普及す

るようになった。その結果、現在では、日本でも新型車の 80%以上にデュアルエアバッグが標準装備されるなど、ほぼ米国に追いついたとみることができる（第 18 図参照）。

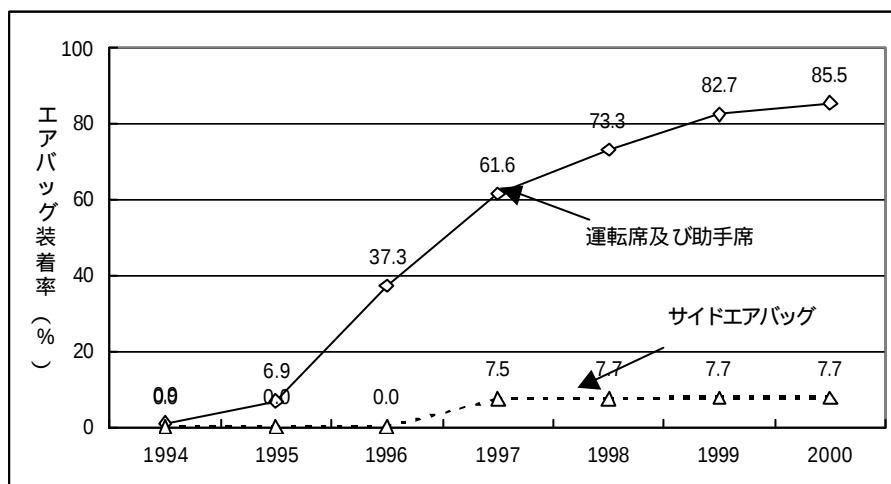
第17図 米国の新車（乗用車）におけるエアバッグ装着率



（注）米ビッグ 3 と日本現地製車の合計

出典：Ward's Automotive Yearbook/Reports、FOURIN（1999 北米自動車産業）

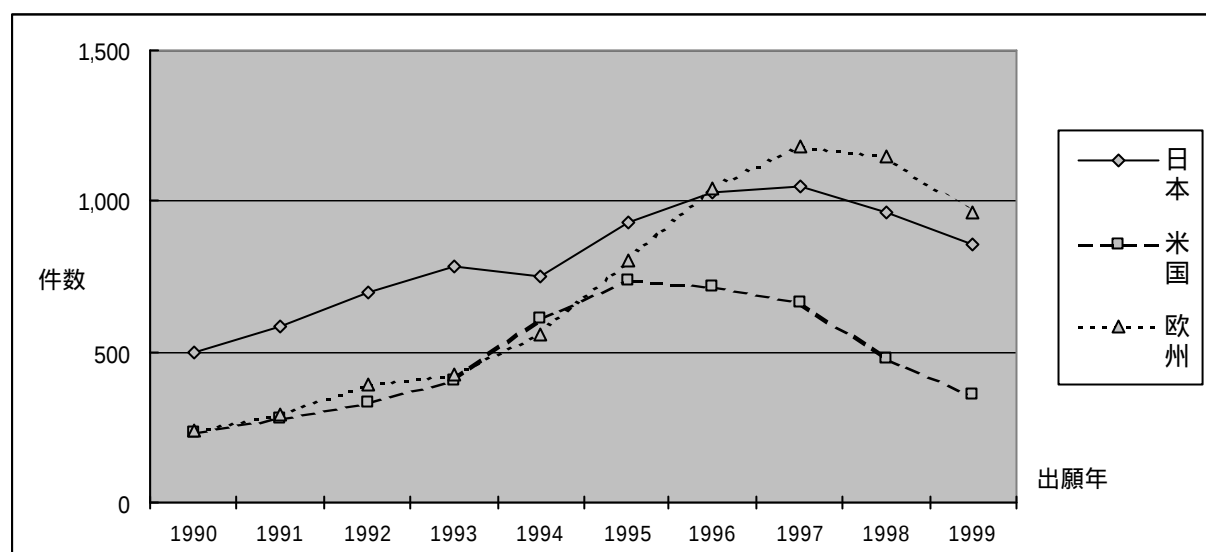
第18図 日本の新車におけるエアバッグ装着率



出典：社団法人日本自動車工業会、FOURIN（国内自動車調査月報）

こうした経緯をもとに特許動向を分析すると、過去 10 年間ににおける特許出願件数では日本が多いが、登録件数では欧米が日本を上回っている。特に米国は、乗員・歩行者保護技術に関する他の分野と比較した場合、相対的に件数が多くなっており、エアバッグへの積極的な取り組み姿勢をうかがうことができる。特に、1993 年から 1995 年にかけて出願が増加しているが、これは 1993 年の決定を受けた 1997 年秋以降の乗用車に対するフロントエアバッグ装着義務付けに対応すべく、技術開発が進められたからであると思われる。一方、日本や欧州では 1990 年代後半になっても活発な特許出願・登録が見られており、米国に遅れる形で技術開発に取り組んだ結果であろうと推測される。

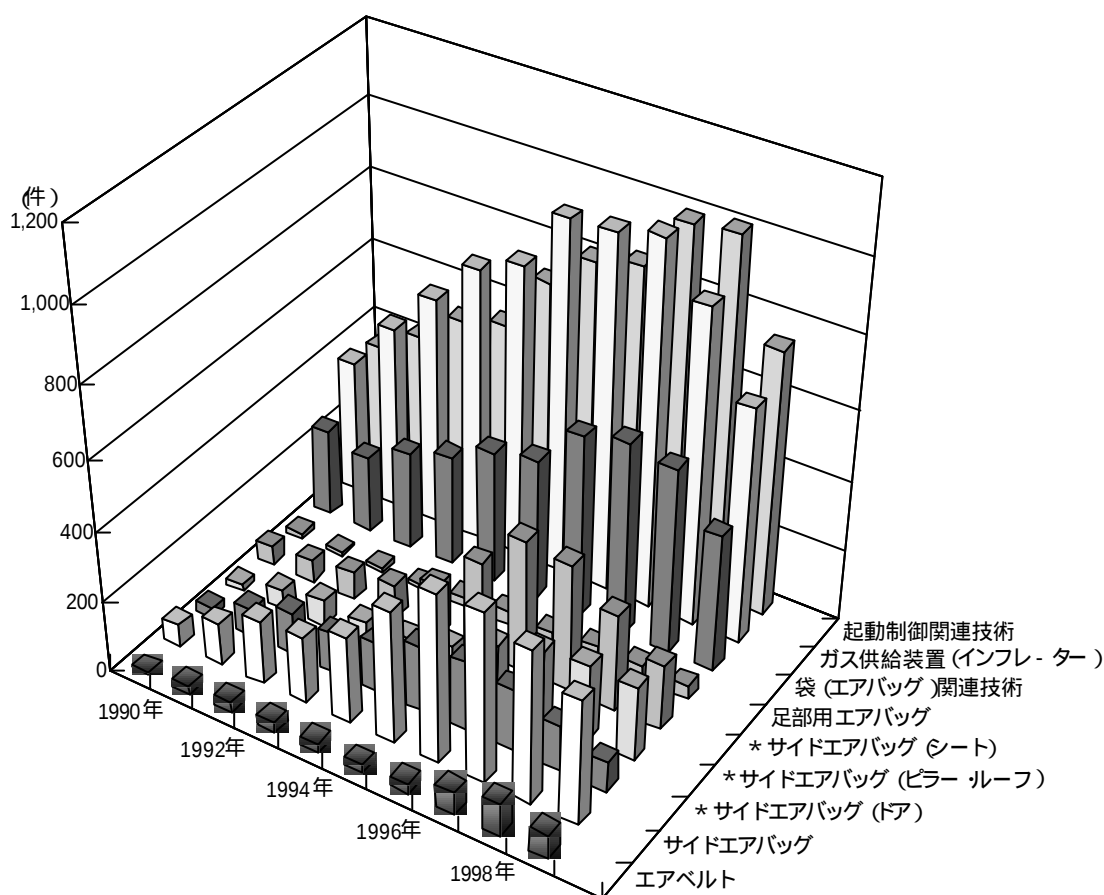
第19表 エアバッグに関する特許出願件数推移と法規制の動向（1990年～2000年）



	西暦年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000 以降	
製品		サイドエアバッグ							カーテン式サイドエアバッグ				
		各社、スマートエアバッグ技術の開発発表											
法規制	日本	実車による衝突試験の義務づけ											
	米国	スマートエアバッグ基準案提出											
		側面衝突基準							先進エアバッグ基準				
		エアバッグ装備義務化決定							エアバッグ装備義務化発効		(2000 年 決定)		
	欧州								EU 安全基準 (第1段)		(2003 年 発効)		
		前面および側面の衝突基準導入 (新型式)											
NCAP	日本	NCAP の開始							側面衝突試験				
	米国	1978 年 NCAP の開始							側面衝突試験				
	欧州	NCAP の開始											

さらに、エアバッグに関する特許の出願動向を主要部品・技術別に見ると(第20図参照)件数の多い「ガス供給装置(インフレーター)」及び「起動制御関連技術」が順調に件数を増やしており、先進エアバッグ(スマートエアバッグ)に関する研究開発が活発に行われている様子をつかうことができる。また、1990年頃には少なかった「サイドエアバッグ」の出願が1990年代半ば頃から急速に増加しており、重要な研究テーマとなっていることが分かる。

第20図 「エアバッグ」の主要部品・技術別特許出願件数推移（1990年～2000年）



出典：「PATOLIS」「DWPI」検索による（1990年～1999年）

○ サイドエアバッグへの取り組み

側面衝突対策として開発されたサイドエアバッグ（カーテンレール式などによる頭部保護型を含む）は、1994年にボルボが初めて導入し、その後の普及においても欧州が先行している。その背景には、ドイツで側面衝突による死亡事故が多いという交通事情などが影響しているものと考えられる（第21図参照）。

また、現在の米国はサイドエアバッグの標準装着率が約11%と日本よりやや高い数値を示しているが、当初は日本より普及が遅れていた。1997年頃の段階では、欧州メーカーおよび日本メーカーが米国市場にサイドエアバッグ装着車を投入し始めた一方で、米国メーカー（旧クライスラー系含む）の車種にはサイドエアバッグが標準装備されていなかった。米国では、NCAPにおける側面衝突テストを日欧に先駆けて導入しているにも関わらず、サイドエアバッグへの対応が遅かったのは、フロントエアバッグのような装着義務づけが無かったことが一因となっているものと推測される。しかし、その後、米国メーカーも一転して積極的なサイドエアバッグの導入に踏み切り、日本を越すペースで普及し始めている。

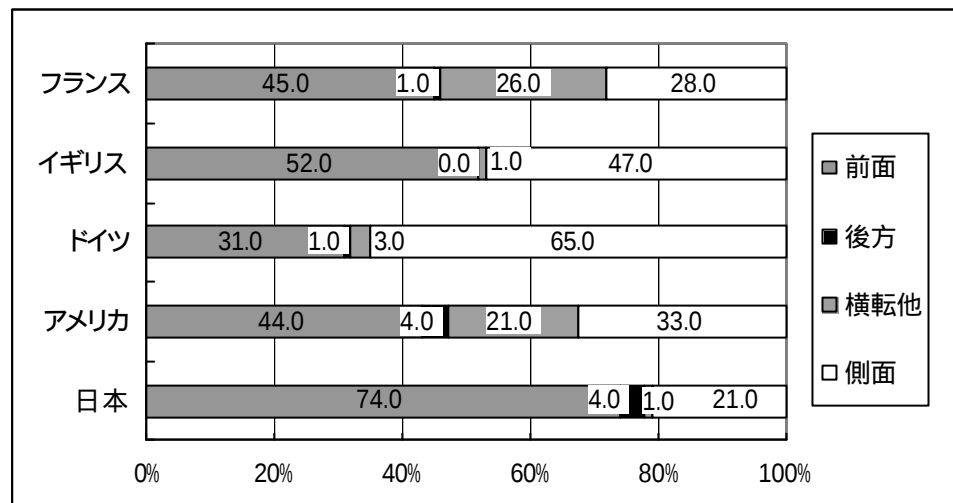
一方、日本では、当初、サイドエアバッグへの対応は素早く、特に頭部を保護するタイプの投入は欧州メーカーとほぼ同時期であった。その後の市場への普及という点においても、1997年には高級車を中心に早くも約7～8%の装着率を示したが、その後、横ばいで推移して伸び悩んでいる。ただし、2001年になってトヨタ、日産がそれぞれサイドエアバッグの導

入拡大計画を発表しており、今後は高級車以外の車種にも普及していくことが期待される。

また、海外においても同様に自動車メーカー各社がサイドエアバッグの装着対象拡大を計画しており、日米欧における出願数も少なくないことから、今後、さらなる技術開発が行われていくものと期待される。

サイドエアバッグの出願動向についてタイプ別に分析すると（第 20 図参照）、当初はシート内蔵型の開発が活発であったが、最近では、頭部をより効果的に保護できるピラー・ルーフ内蔵型にシフトしつつあることが見て取れる。

第21図 日米欧主要5カ国における衝突事故乗員死者数の衝突タイプ別構成比率



出典：「FOURIN 21 世紀の環境・安全・通信技術」（イギリスは後方衝突のデータなし）

○先進エアバッグ（スマートエアバッグ）

米国ではシートベルト装着が義務づけられていないことを背景としたエアバッグの加害性が問題となったため、2003 年の新型車から、先進エアバッグ（スマートエアバッグ）の搭載が義務づけられることとなった。そこで、日米欧の自動車メーカー各社は、主要サプライヤーと協力しながら対応をはかっており、既に幾つかのスマートエアバッグも市場に投入されている。エアバッグの展開制御を高度化して、より高い衝突安全性能を確保するという観点からは、シートベルトの装着を前提とした日欧のエアバッグに対しても同様の技術が重要なことから、今後、技術開発競争が活発に行われていくものと考えられる。特に、スマートエアバッグのキーとなる起動制御関連技術は、「2.2 特許出願動向詳細解析（注目テーマ）」でも述べたとおり、エアバック開発の中で最も活発に技術開発が進められているところであり、我が国の技術力が強い分野である。

エアバッグ分野全体としてみると、日本メーカーは 1980 年代には欧米のメーカーに大きく遅れをとっていたが、1990 年代半ば頃から積極的な取り組みを示した結果、現在では、欧米メーカーに遜色ないレベルにまで達することができたといえる。

4.1.2 シートベルト

第22表 シートベルトに関する主な指標の日米欧比較

	日本	米国	欧州
特許件数 (1990年以降)	出願 2,923	出願 1,374	出願 4,173
	登録 1,595	登録 1,282	登録 3,349
	欧州が出願、登録件数とも日米を大きく上回っている。 米国は、出願、登録とも日本より少ない。		
法規制の特徴		運転中のドライバーに装着義務が無い。	シートベルト単体でのダミー移動量規制がある。
	欧州ではシートベルトを重視しているのに対して、米国では装着義務が無いなど好対照をなしている。		

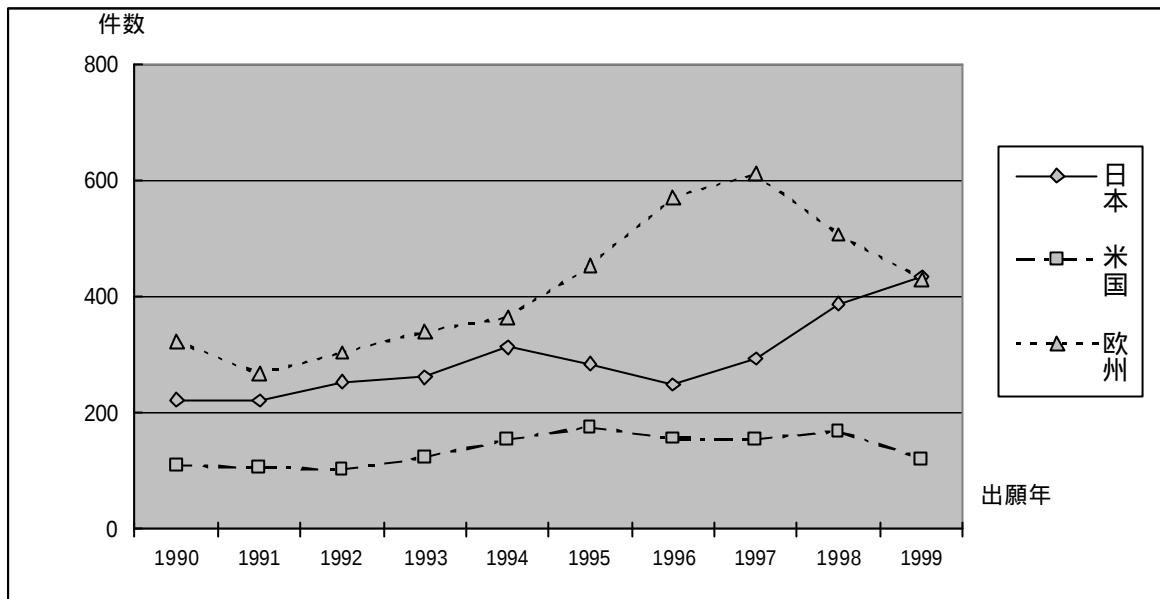
シートベルトは1955年に初めて登場して以来、衝突安全における重要な技術として少しずつ改良が加えられてきた。近年では、1986年に登場したプリテンショナー機構、1996年に登場したロードリミッター機構などが注目されている。プリテンショナー機構が日本に導入されたのは1990年と4年の遅れを生じたが、ロードリミッター機構については1996年のうちに導入されており、日本メーカーの衝突安全への対応が進んだことを表している。

米国では、シートベルトの装着が義務づけられておらず、エアバッグに依存した安全基準となっていることから、米国メーカーのシートベルトに対する関心は比較的低いとされている。これに対して、欧州ではシートベルトが衝突安全対策の中心に据えられており、エアバッグもシートベルト装着を前提としていることから、バッグのサイズが小さいものが多く、シートベルトに関する技術開発に積極的であった。また、安全基準においてもシートベルト単体でのダミー移動量に規制がかけられている等、シートベルトを重視する姿勢が米国と好対照をなしている。日本には、欧州のような安全基準はみられないものの、ドライバーへのシートベルト装着は義務づけられており、衝突安全対策としてはシートベルトを主としてエアバッグを従とする考え方は欧州のそれに近い。

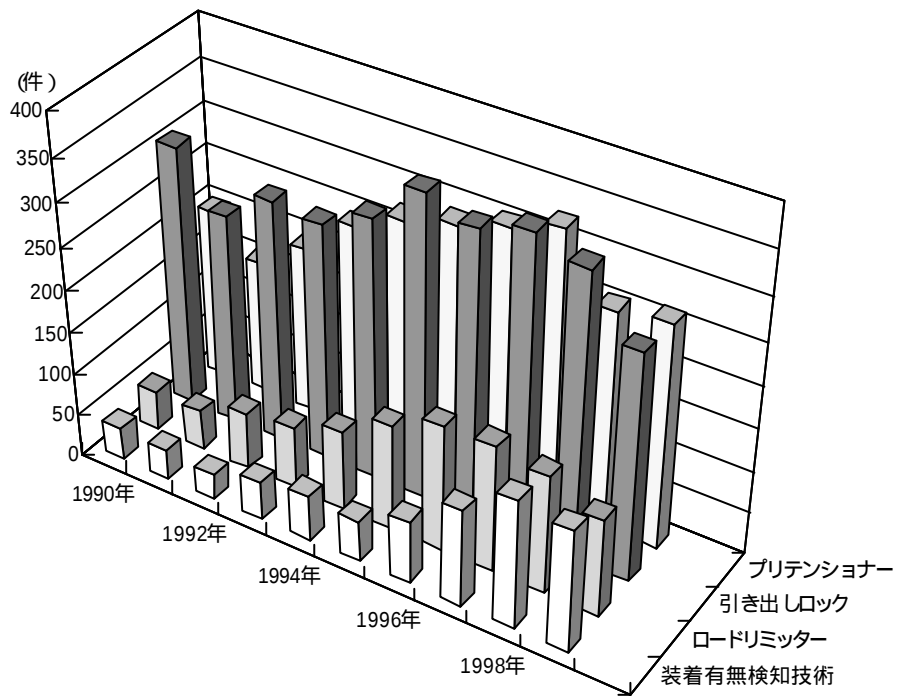
このような事情を反映して、特許動向分析においても、欧州が出願、登録とも日米を大きく上回り、研究が活発に行われている。

なお、今後のシートベルトに関する技術開発としては、サイドエアバッグやスマートエアバッグに相当するような大きなトピックは見当たらないものの、特許件数を技術的に分析すると、プリテンショナー、ロードリミッター、装着有無検知技術などの件数が伸びており、今後は、プリテンショナー及びロードリミッターの制御を高度化して、乗員拘束における圧迫感を無くしながら、十分な安全性を確保するための改善が重ねられていくものと思われる。(第24図)。

第23図 シートベルトに関する特許出願件数推移（1990年～2000年）



第24図 シートベルトの主要部品・技術別特許出願件数推移（1990年～2000年）



出典：「PATOLIS」「DWPI」検索による（1990年～1999年）

4.1.3 乗員保護に関わる車体構造

第25表 乗員保護に関わる車体構造に関する主な指標の日米欧比較

	日本	米国	欧州
特許件数 (1990年以降)	出願 2,164 登録 546	出願 103 登録 83	出願 694 登録 461
	登録件数も含めて、日本が欧米を凌いでいる分野である。		
国際会議における発表件数	第16回ESV会議 前面衝突 1件 コンパティビリティ 2件 側面衝突、頭部衝突 2件	第16回ESV会議 前面衝突 6件 コンパティビリティ 1件 側面衝突、頭部衝突 9件	第16回ESV会議 前面衝突 10件 コンパティビリティ 10件 側面衝突、頭部衝突 9件
	車体構造との関連が深い各テーマにおいて、欧州の発表が多い。米国はコンパティビリティが1件と、他の分野と比べて著しく少なくなっている。		
法規制の特徴	フルラップ衝突試験にオフセット衝突試験を追加	フルラップ衝突試験	オフセット衝突試験
	日本は、米欧に先駆けてフルラップとオフセットの両立に取り組んでいる。		

まず、衝突安全に配慮した車体構造に関する技術は、その性格上、エアバッグやシートベルトのような比較評価を行うことが難しい。NCAPのテスト結果が1つの指標と成り得るが、これもエアバッグやシートベルトの装着に依存する部分があって、車体構造のみを評価している訳ではないことに留意する必要がある。

しかしながら、1990年頃までは、車体構造による衝撃吸収および生存空間の確保という点において、日本メーカーの対応の遅れが専門家等により指摘されていた。しかし、1990年代になって新たな衝突安全基準が導入され、NCAPの結果が公表されるようになったこと等を背景として、日本のメーカー各社は衝突安全に配慮した車体構造の設計に積極的に取り組むようになり、NCAPのテスト結果も年を追う毎に向上している。

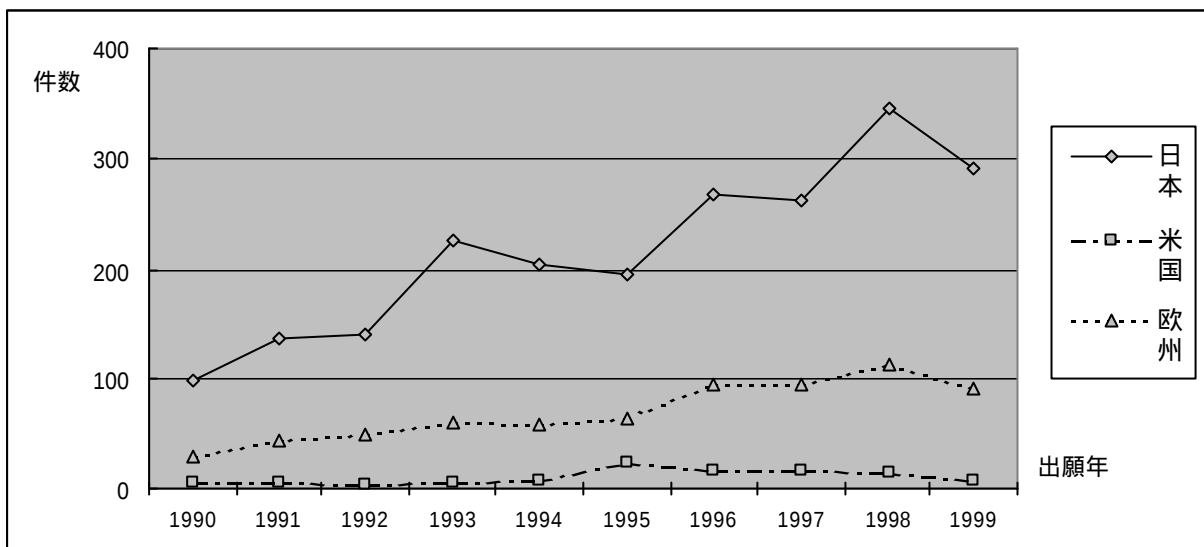
前面衝突については、NCAPの試験方法にフルラップ衝突とオフセット衝突の2タイプがあり、それぞれ米国と欧州で異なる衝突安全基準が導入されてきた。日本では、当初は米国と同じフルラップ衝突のみを導入していたが、2000年からオフセット衝突を加えて、より幅広い観点から総合的に安全性を評価するようになった。この結果、日本の衝突安全基準はフルラップ衝突とオフセット衝突の両立が求められるという意味で厳しい条件を課せられたが、その背景には、日本メーカー各社がこの基準をクリアできるだけの技術力を身につけたことを指摘することができる。

なお、こうした1990年代における日本メーカーの積極的な取り組みを反映して、特許出願件数は欧米と比較して多くなっている。(ただし、この分野における欧米の件数が他の分野と比較して極端に少ない点には多少の注意をしておく必要がある。すなわち、特許件数の検索を行う際に「衝突安全に配慮した車体構造技術」という観点でのキーワード検索式設定は難しく、データの精度がやや低くなっている恐れがある。)

また、今後の技術開発テーマとしては、乗員の安全性確保というだけでなく、車両による加害性の低減というコンパティビリティの問題が注目されている。ただし、この点については、車両サイズの大きい米国市場と比較的小型車の多い欧州市場や日本市場とでは、若干異なる対応が必要と考えられる。すなわち、米国市場においては相対的に小さく、より大型の車両による被害を受けやすいとされる車両が、日本や欧州においては、相対的に大きく、よ

り小型の車両への加害性が問題となるケースなどが考えられるためである。なお、後述する歩行者保護技術も広い意味でのコンパティビリティに含めて考えることができる。

第26表 車体構造に関わる特許出願件数推移と法規制等の動向（1990～2000年）



西暦年		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000 年以降
法規制	日本	実車による衝突試験の義務づけ 側面衝突時の衝撃吸収の強化										
	米国											
	欧州											
NCAP	日本	NCAP の開始										
	米国											
	欧州											

4.1.4 歩行者保護

第27表 歩行者保護技術に関する主な指標の日米欧比較

	日本	米国	欧州
特許件数 (1990年以降)	出願 104 登録 18	出願 0 登録 0	出願 74 登録 34
	出願では日本が、登録では欧州がそれぞれやや多い。 歩行者用エアバッグ、ボンネットフードに関する技術を主に調査。		
国際会議における発表件数	第16回ESV会議 歩行者保護ほか 4件	第16回ESV会議 歩行者保護ほか 6件	第16回ESV会議 歩行者保護ほか 10件
	他の分野と比較すると、日本が複数の発表を行っているのが目立っている。		
交通事故死者数の歩行者率	28.3%	12.6%	イギリス 26.4% ドイツ 13.9% フランス 11.7%
	日本およびイギリスで死亡者数に占める歩行者の比率が高くなっている。		
法規制の特徴	2002年度以降、NCAPに歩行者衝突テストを導入する計画あり。		NCAPに歩行者衝突テストを導入済み。 2005年より歩行者保護への対応義務づけ
	法規制およびNCAPの取り組みは欧州が積極的。		

現在、一部の車種において歩行者衝突対策として実車に導入されているのは、ボンネット・バンパー周りにおける衝撃吸収構造のみであるが、その導入においては、日本メーカーが欧米に先行している。また、メーカーでは、対歩行者向けのアエアバッグやアクティブフードといった技術開発にも取り組んでいるが、現時点では実車への採用には至っていない。

欧州では、日米に先駆けてNCAPにおいて歩行者衝突試験を実施しているが、従来は、4段階評価（四ツ星が最高）のうち2ツ星が最高で、3ツ星以上を取得した車種はなかった。しかし、2000年および2001年のテスト結果では、合わせて4つの車種が3ツ星を取得し、そのいずれもが日本車であった。これらのメーカーでは、ボンネットの衝撃吸収性能を高めるなどの技術開発に取り組んでいることも知られており、そうした取り組みがNCAPにおける好成績に結びついたものと思われる。この結果から判断する限り、欧州では法規制の強化には積極的であるものの、現時点の実車における技術力という点では日本に遅れをとっているといえる。

このように日本が欧米に先行している背景には、交通事故死亡者数に占める歩行者の割合が最も高い数字となっていることがあると考えられる。

第28表 欧州におけるNCAPの評価（歩行者保護性能）

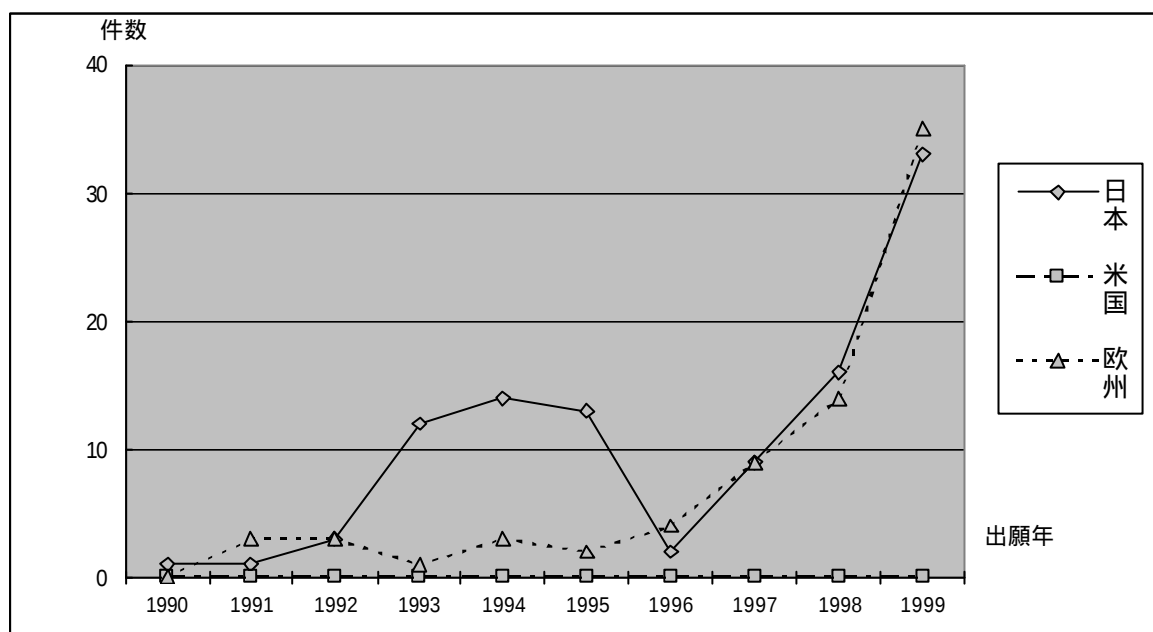
等級	4	3	2	1
1996			2(1)	5
1997			14(2)	2
1998			15(3)	3(1)
1999			16(4)	5(2)
2000		1(1)	13(2)	3
2001		3(3)	20(4)	1

（カッコ内は日本車）

特許動向をみると、出願件数では日本が、登録件数では欧州がそれぞれ多くなっている。特に欧州では、1997年頃から急激に出願件数が増加している。これは、1996年に開始された Euro-NCAP において歩行者保護性能の評価試験が含まれていたこと、さらには、EUにおいて歩行者保護技術に関する安全基準の導入が検討され、2003年からの導入が決まったことなどがメーカーの開発を促しているものと推測できる。

今後は、日本でも NCAP に歩行者衝突試験が導入されるほか、欧州の安全基準において2003年から歩行者保護技術の採用が義務づけられることから、メーカー各社の取り組みも更に活発化することが予想され、アクティブフードやエアバッグのような新しいタイプの技術も登場してくることが期待される。

第29図 歩行者保護における特許出願件数推移（1990～2000年）



4.1.5 日米欧技術競争力比較のまとめ

日米欧3極では、各国の法規制や交通事情（状態別死者数）などの違いを背景として、それぞれ得意とする分野（米国・フロントエアバッグ、日本・歩行者保護、欧州、シートベルトやサイドエアバッグ）においては、他国より先行していると見ることができる。ただし、いずれも突出して支配的な地位を確立するまでには至っておらず、相互にキャッチアップが可能と思われる。

こうした日米欧の乗員・歩行者保護技術あるいは衝突安全技術に対する取り組みの違いには、それぞれの交通事情や文化、他国市場への進出動向などに3極で差があることが背景にあると考えられる。例えば、米国では運転者が受動的なままで安全性を確保できることが求められることからエアバッグが重視されるが、欧州では自らの能動的な責任において運転を楽しむ文化があり、これがシートベルトを主とした衝突安全対策がとられることにつながっているものと考えられる。いずれも安全対策に取り組むことには積極的だが、日本では安全対策が遅れ、1990年頃になって欧米と比較した対応の遅れをマスコミ等に指摘されてから本格的に取り組むようになった。また、欧州と米国の基準がなかなか一致しないのは、それぞ

れの交通事故対策における優先順位が異なることもあるが、米国メーカーは主に米国市場で、欧州メーカーは主に欧州市場で、それぞれ販売を行っており、日本メーカーと比べると他国市場への進出が限定されていることも影響してきたと考えられる。しかし、今後は、自動車産業のグローバル化の進展に伴い、安全基準やアセスメントの国際基準調和に向けた取り組みも少しずつ進むことが期待される。その結果として、日米欧三極では、それまで自国が後回しにしていた分野についても、先行する他国に合わせて安全性の向上を図っていくようになると思われる。

4.2 今後の日本が取り組むべき課題

現在、日本の技術競争力および市場競争力は分野により多少の差違はあるものの、概ね欧米と比べて劣っていない。と同時に、比較的先行しているとされる分野についても圧倒的な競争力や独占的地位を確立している訳ではない。従って、今後、日本が自動車の乗員・歩行者保護技術において特に注力して取り組むべき課題とは、弱い分野のキャッチアップや強い分野の維持拡大といった観点からではなく、日米欧の各地域における法規制の動向をにらみつつ、その影響によって市場成長が予測される分野に的確な対応をしていくことが重要と思われる。

自動車の乗員・歩行者保護技術において、今後の成長が特に期待できる分野としては、次の3つを挙げることができる。

- サイドエアバッグ（普及率の向上により、市場拡大）
- 先進エアバッグ（米国の規制により、技術開発進展、普及率向上）
- 歩行者保護技術（欧州の規制により、技術開発進展、普及率向上）

4.2.1 サイドエアバッグ

サイドエアバッグは、既に1995年より実車搭載が開始され、欧州市場および高級車市場を中心に普及が進んできた。しかし、欧州市場でもその装着率は2000年に23%と見込まれており、既に80%以上（米国では100%）を示すフロントエアバッグに比べ、大きな潜在市場が残されている。

今後は、さらに低価格な車種への搭載が進み、米国・日本においても市場が拡大すると期待されることから、特にコストダウンにむけた技術開発の重要性が増すと思われる。また、サイドエアバッグでは展開時のスペースが狭いことから、より迅速な衝突検知とバッグの展開が要求されるなど、各種制御にも更なる技術向上が求められる。

4.2.2 スマートエアバッグ

一方、スマートエアバッグは、チャイルドシートの有無や衝撃力の強度等に応じて展開力を変える方式が1998年より、子供や小柄な体格の乗員に対して展開力を弱める方式が2000年秋より、それぞれ初めて導入されているが、現時点における普及率はサイドエアバッグよりさらに低い。しかし、米国ではエアバッグ関連法規の変更により、2003年9月から3カ年かけてスマートエアバッグの導入が義務づけられ、2006年9月には全ての乗用車・小型商用車に搭載されることになっている。このため、フロントエアバッグのスマート化は米国市場を中心に急激なテンポで進むことが予測される。技術面では、乗員の検知（チャイルドシートや体格、姿勢など）を行うためのセンシング技術と、センサーから得られた情報を判断し

てインフレーターの開閉制御（開閉のカットオフや出力レベルの低減など）を行うコントロール技術とを上手く組み合わせることが必要である。さらには、センサー情報を活用してシートベルトのプリテンショナーやフォースリミッターの作動制御も同時に行うなどの乗員保護システムの一体化が見込まれている。

4.2.3 歩行者保護技術

歩行者保護技術は、ボンネット等の衝撃吸収構造が一部車種に導入されているが、エアバッグなど乗員保護技術と比較してその注目度は低いものとどまっていた。しかし、EUが歩行者安全基準を導入し、2005年7月より7カ年かけて新車には歩行者の負傷を軽減するための設計を採用することが義務づけられることとなったことから、メーカーの取り組みが高まるものと予測される。なお、歩行者保護を目的とした衝突安全技術としては、これまで、ボンネットやバンパー、ワイパーピボット等の衝撃吸収構造が採用されているが、新たにメーカー各社が提案しているシステムとしては、アクティブフードや歩行者保護エアバッグ等があり、今後の実用化動向が注目される。

4.2.4 その他の注目テーマ

なお、この他に注目すべき研究開発テーマとしては、衝突対象物との距離検知をはじめとする「衝突予知」技術の向上や、高齢化社会の到来によって市場拡大が予測される福祉車両における車イスの固定技術などが挙げられる。

さらに、中長期的な視点に立って、将来に向けて欧米メーカーに対する優位を確保するためには、エアバッグやシートベルトに匹敵するような新しい乗員保護装置あるいは歩行者保護装置を基本コンセプトから提案・開発して特許取得をしていくことが望まれる。あるいは、シートベルトやエアバッグといった従来技術の改良において、プリテンショナー、フォースリミッター（以上シートベルト）、サイドエアバッグ、スマートエアバッグ（以上エアバッグ）に相当するような新規機構の追加や新しいタイプの技術を開発することも有効であると思われる。

4.2.5 まとめ

日本は、今後の重要テーマとして取り上げた3分野のうち、歩行者保護技術については、日本が試験法に関するISO策定の事務局をつとめるなど、日本メーカーが積極的な技術開発および実車への導入を進めていることから、その取り組み姿勢を維持していく一方で、欧州主導で進んできたサイドエアバッグ、米国規制が注目されるスマートエアバッグへの対応をはかっていくことが求められる。

一方、乗員・歩行者保護技術の研究開発にあたっては、自動車衝突事故の調査分析にもとづくデータの蓄積が不可欠である。しかし、日本はこの分野における取り組みが遅れ、1992年に交通事故総合分析センター（ITARDA）が設立されて本格的な交通事故調査分析活動を開始したものの、自動車メーカーなど民間が事故調査を実施あるいは参加することは認められていない。ドイツでは自動車メーカーや保険会社もそれぞれ独自に事故調査を行っており、研究開発のためのバックデータとして大いに活用されている。そこで、日本においても事故調査へ民間の参加を認めることが、事故調査分析を充実させると共に、乗員・歩行者保護技術の研究開発活動を側面から支援することにつながると考えられる。

さらに、日本から新規技術を発信していくにあたっては、法規制への対応を迫られての受動的な取り組みではなく、法規制に先駆けて自ら新しいコンセプトを打ち出し、それぞれ製品化にまでつなげていく姿勢が必要である。既に歩行者保護技術において、技術開発が法規制に先行するようなケースが見受けられるが、同様の取り組みが他の分野・テーマにも広がっていくことが期待される。

また、自動車の乗員・歩行者保護の更なる向上をはかり、将来的に死亡者ゼロを目指していくためには、今回の調査対象とした衝突安全に関わる技術開発ばかりでなく、予防安全に関わる技術開発、交通標識を含めた道路網の改善、ドライバーや歩行者自身の安全意識向上への啓蒙、救急医療システムの向上など、交通事故に関わる幅広い取り組みを総合的に進めていく必要がある。そして、そのような総合的な取り組みにおいて、A S Vプロジェクトの成果などを活用しつつ、国際的な安全基準の調和や技術標準の策定においても日本が中心的な役割を果たしていくことが望まれる。

【お問い合わせ先】

〒100-8915 東京都千代田区霞ヶ関 3-4-3

特許庁 総務部 技術調査課 技術動向班

TEL : 03-3581-1101 (内線 2155)

FAX : 03-3580-5741

E-mail : PA0930@jpo.go.jp