

# 自動車の操縦安定性向上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

## 第 1 章 はじめに

自動車の操縦安定性を向上させるため、サスペンションの構造・機構等の改良、ブッシュ類の剛性の改良、電子制御サスペンションによるダンパーの減衰力制御、エアサスペンション、油圧アクティブサスペンションへと積極的な制御へ拡大してきている。また、直接のトー角制御である前輪・後輪の操舵角制御や、駆動力制御、制動力制御技術が開発され、これらの電子制御による制御の自由度の拡大、制御の高度化が図られ今日に至っている。

欧州の自動車メーカーは自動車創成期からの長年の自動車の開発・製造に加え、高速での操縦安定性を要求される走行環境等により、メカニカルな機構での運動特性の熟成は得意とするところであるが、自動車の製造に関しては後発である日本は、メカニカルな改良もさることながら、積極的に電子制御を取り入れることで大幅な性能向上を図ってきている。

一方、交通事故は自動車の普及とともに大きな社会問題としてクローズアップされてきた。事故防止を図る基盤技術の一つとして自動車の操縦安定性は重要な技術である。交通事故を未然に防いだり、ドライバの負担を軽減するための「予防安全技術」として、自動車自体の技術革新とともに、ドライバの「ヒヤリ・ハット」体験に対応した装備（ABS や視界改善等）や「こうあれば安全」等の改善策（ブレーキアシストや車両挙動安定化制御装置等）が具現化されてきている。これからさらに予防安全技術を高めるためには、「ヒヤリ」とする以前、またはドライバに車両の性能限界付近でのコントロールを求める以前に、ドライバの認知・判断・操作特性を把握する研究をベースにして、この特性を車両側で補う運転支援システムの研究・開発により交通事故を飛躍的に減少させることが期待される。これらの観点での国家プロジェクトが ITS(Intelligent Transport Systems; 高度道路交通システム)として進められ、ASV(Advanced Safety Vehicle)、AHS(Advanced cruise-assist Highway Systems)等のプロジェクトが行われている。

このような「予防安全技術」全体の研究・技術開発の現状を認識した上で、本調査では調査ターゲットを明確にするため、「予防安全の基盤技術である車両自体の操縦安定性を向上するための技術」を調査対象とし、「自動車の操縦安定性向上技術」に関わる約 20 年間の特許情報及び技術文献を検索・収集し、それぞれ第 1-1 表 に示す自動車の操縦安定性技術分類コードに従って分類・分析を行った。

## 第 2 章 技術発展状況、研究開発状況及び将来展望

### 第 1 節 特許及び技術文献の全般的分析

#### 1. 操縦安定性制御技術全般の三極出願推移比較

第 2-1 図 に示す操縦安定性制御技術全般の三極出願推移比較から以下のことが分かる。

・日本からの特許出願件数推移の特徴として、1982 年からの立ち上がり、1990 年前後及び 1997 年に二つのピークが見られる。

・特許出願件数は日本からの出願が多く、次いで欧州、米国の順である。

これらの要因として以下が考えられる。

・日本からの出願件数の立ち上がりは、ABSが普及し始めた時期とその普及状況(第2-2図)と一致している。その後、4WD・4WS・トラクションコントロール技術の普及と共に出願件数が増大して1990年～1993年のピークを迎える。バブル期後一時的に出願件数が低下するが(第2-3図)、1995年以降に車両挙動安定化制御、EBD技術の関連する特許出願により、1997年に二つ目のピークとなる。

第1-1表 自動車の操縦安定性技術分類コード

操縦安定性技術分類コード表

目的分類	大分類		中分類	
操縦安定性 制御態様	A1	車両単体制御	A11	操舵角制御システム
			A12	制・駆動力制御システム
			A13	操舵角 / 制・駆動力協調制御システム
			A14	ロール角 / ロール剛性制御システム
	A2	外部情報との協調制御	A21	操舵角制御システム
			A22	制・駆動力制御システム
			A23	操舵角 / 制・駆動力協調制御システム
			A24	ロール角 / ロール剛性制御システム
制御デバイス	B1	エンジン制御		
	B2	ブレーキ制御	B21	前後独立制御
			B22	左右独立制御
			B23	ABSとの関連制御
			B24	トラクションコントロールとの関連制御
	B3	デファレンシャル制御	B31	フロント
			B32	センター
			B33	リア
	B4	ステア制御	B41	前輪
			B411	ステアリングギア比可変制御
			B42	後輪
			B43	前輪&後輪
	B5	サスペンション制御		
	B6	モータ(車輪駆動用)		
	B7	複数デバイスの組合せ制御		
	B8	特定無し(運動制御理論等)		
制御目的	C1	アンダステア、ドリフトアウトの抑制	C11	小回り性向上
	C2	オーバステア、スピンの抑制	C12	タイコナーブレーキゲ対策
	C3	スピンとドリフトアウトの同時発生対策	C13	制動距離短縮、制動性能向上
	C4	横風対策	C14	発進性能向上(滑りやすい路面など)
	C5	ロール安定性、横転対策	C15	フェールセーフ対策
	C6	路面外乱対策	C16	セグ検出精度、制御精度などの向上
	C7	ピッチング抑制		
	C8			
	C9			
	C10	その他		
制御方式	D1	機械 / 油圧 / 電子制御系		
	D2	機械 / 電気・電子制御系(アクチュエータが電気モータ等の場合)	D21	ワイワイヤ
	D3	その他(電制の無いシステム)		
パラメータ 推定	E1	車両速度(変化率推定も含む)		
	E2	路面摩擦係数(路面状態に起因する $\mu$ ) 推定技術	E21	横方向挙動から推定
			E22	前後方向挙動から推定
			E23	音波、電波、撮像等により推定
			E24	タイヤ回転状態から推定
	E3	タイヤと路面間の摩擦係数(タイヤスリップ 状態に起因する $\mu$ )推定技術	E31	横方向(CP、CF、SAT等)推定
			E32	前後方向(制駆動力)推定
	E4	車体横すべり角推定技術(変化率推定も含む)		
	E5	路面勾配推定技術		
	E6	タイヤ状態(半径変、等)推定技術	E61	タイヤ空気圧
E7	ヨーレート、横G推定技術(変化率推定も含む)			
E10	その他(内容を備考または裏面に一言で記入)			
車種分類	F1	乗用車	F2	トラック
	F3	連結車両(トレーラ、ボート牽引、連結バス、トラック等)		

・米国からの特許出願が少ない理由として、以下の二つが考えられる。

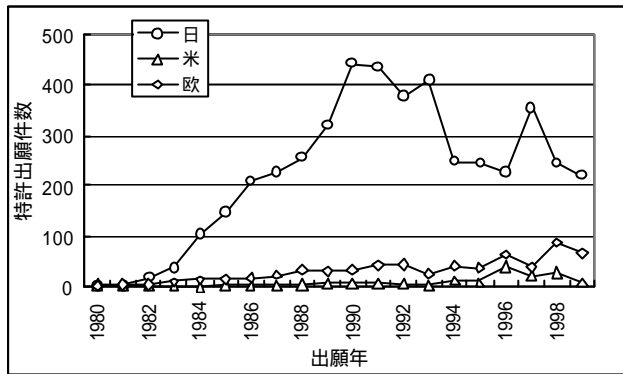
NHTSA(National Highway Transportation Safety Administration)は、1973年にエアブレーキ商用車にABS装着を義務付けるFMVSS(Federal Motor Vehicle Safety Standard) No.121(Air Brake Systems)を発行しABS装着が進んだが、アナログ制御方式でCB無線機の電波障害を受けやすいこと等により、発売後間もなくブレーキ事故が相次いで発生し、NHTSAは法規発行後1年足らずで撤回することとなった。

その後、デジタル制御 ABS が普及したが、1994 年 IHS (道路安全保険協会、Insurance Institute for Highway safety) の調査報告<sup>1</sup>では、ABS 有無の保険請求指数に差が見られないことが述べられている。

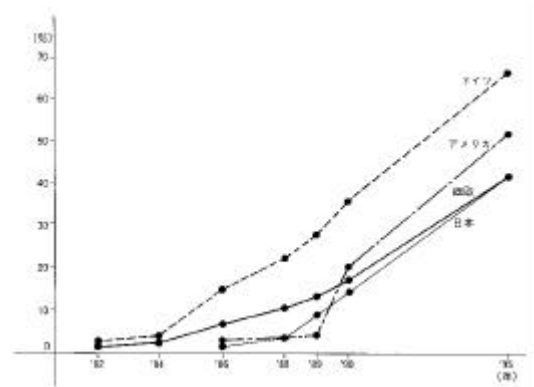
- ・ 欧州からの特許出願が少ない要因としては、欧州メーカーには長い車作りの歴史の中で機械要素を改良・熟成して性能向上して行く伝統があると共に、Bosch 社、Lucas 社等の限られたメーカーによる技術開発が行われてきたことによると考えられる。

<sup>1</sup> 参考資料：Brian O' Neill, STATUS REPORT Vol.29 No.2. Insurance Institute for Highway safety

第 2-1 図 操縦安定性制御技術全般の三極出願推移比較

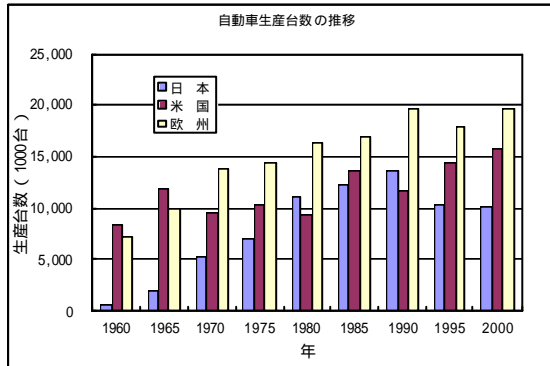


第 2-2 図 ABS の普及状況



出典：自動車用 ABS の研究、日本エービーエス株式会社編、山海堂

第 2-3 図 生産台数の推移



参考資料：「自動車年鑑ハンドブック/2001～02 年度版」

(日刊自動車新聞社・(社)日本自動車会議所 共編)より JARI で作成

## 2. 操縦安定性技術文献の三極比較

第 2-4 図に示す操縦安定性全体の技術文献数推移の三極比較と、第 2-5 図に示す 1991 年以降の ITS 関連文献数推移の三極比較から以下のことが分かる。

- ・ 欧州、米国に対する日本優位は変わらないが、特許件数比率に比べてその差異は少ない。欧州と米国の文献数は接近しており、近年は日本からの発表は減少傾向にある。
- ・ 1995 年以降 ITS 関連の文献が多く出されているが、この分野においては日本の優位が明確である。

操縦安定性文献全体では三極文献数は特許出願件数ほど差はないが、ITS 関連文献の日本優位が明確であることから、近年の日本の減少傾向は、研究全体が ITS 分野に移っていると

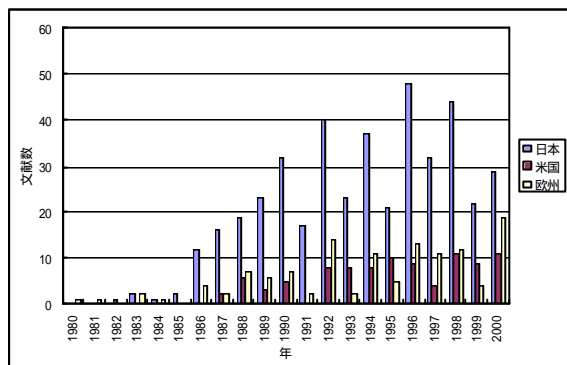
考えられる。

### 3. 三極出願の相互関係

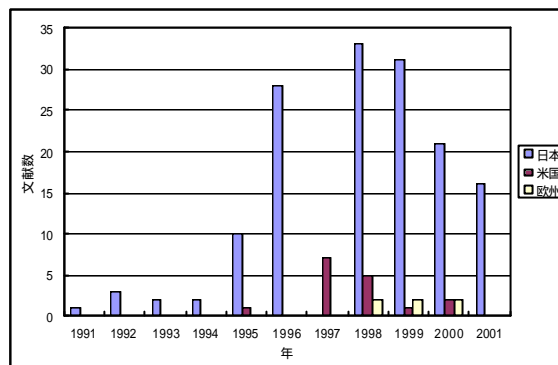
#### (1) 操縦安定性関係の特許出願全件数

第 2-6 図に示す操縦安定性関係の特許出願全件数の三極相互関係から以下のことが分かる。  
・日本出願人によるものが欧米出願人のそれを圧倒して多くなっているが、その約 88%は日本単独出願であり、国際的影響力は少ない。また、米国出願人の出願件数が少ない。

第 2-4 図 操縦安定性全体の文献数の三極比較



第 2-5 図 ITS 関連文献の文献数の三極比較



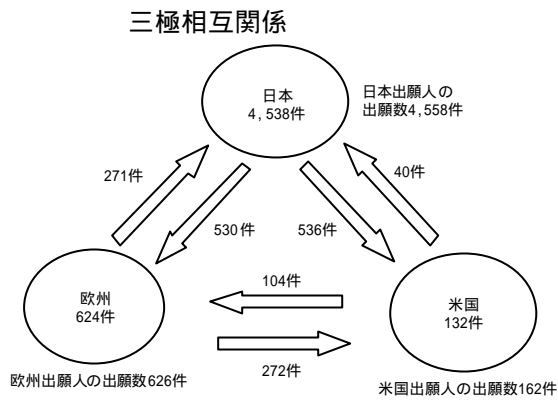
- ・日本出願人の欧州、米国への出願は国内特許の約 12%が出願されており、戦略的には欧州、米国とも同様に重要視していると思われる。
- ・欧州出願人の日本、米国への出願は自国内特許の約 43%が出願されており、欧州企業は日本、米国とも同様に重要視するとともに、三極全体を戦略域と捉えていると考えられる。
- ・米国出願人からは自国内特許のうち、欧州に約 79%、日本に約 30%が出願されており、欧州に主眼を置いた出願となっている。

#### パラメータ推定関係の特許出願全件数の三極相互関係

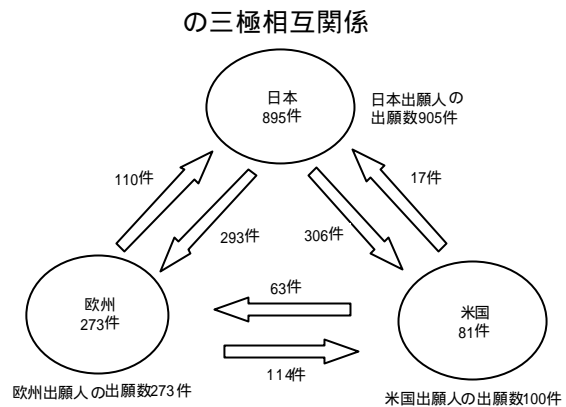
第 2-7 図に示すパラメータ推定の特許出願全件数の三極相互関係から以下のことが分かる。

- ・出願件数では第 2-6 図に示す操縦安定性関係の特許出願全件数ほどの差異はないものの、日本出願人によるものが優位である。また、日本単独出願は約 67%であり、近年パラメータ推定関係の特許出願が増えていることから、日本企業のグローバル化に向けた特許戦略の方向転換が読み取れる。
- ・日本出願人の欧州、米国への出願は国内特許の約 34%が出願されており、操縦安定性特許全般に比べて欧州、米国への出願比率が大きい。
- ・欧州出願人の日本、米国への出願は自国内特許の約 40%が出願されており、欧州企業は日本、米国とも同様に重要視していると考えられる。
- ・米国出願人からは自国内特許のうち、欧州に約 78%、日本に約 21%が出願されており、欧州に主眼を置いた出願となっている。

第 2-6 図 操縦安定性関係の特許出願全件数の全件数



第 2-7 図 パラメータ推定関係の特許出願全件数

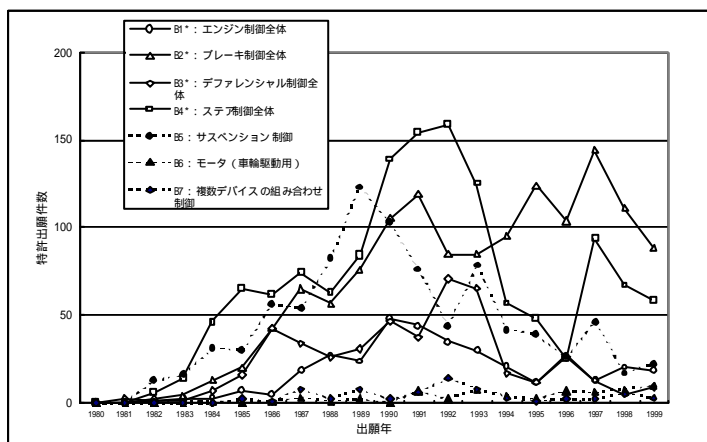


#### 4. 制御デバイス別特許出願の推移

第 2-8 図に示す日本出願の制御デバイス別の特許出願件数推移から以下のことが分かる。初めの立ち上がりはステア（操舵角）制御であり、1991 年から 1992 年にかけて最多出願のピーク（4WS 関連）を経た後一時的に減少し、1997 年には二つめのピーク（前輪制御等）が見られる。次に特徴的なデバイスはブレーキ制御であり、1991 年のピーク（ABS、トラクションコントロール）を経て一時的に減少したが、1994 年以降は他の制御を上回る特許出願（車両挙動安定化制御等）が続いている。最も早くピークに達したのはサスペンション制御であり、1989 年にピーク（エアサス、アクティブサス等）があり、その後減少している。

エンジン制御は 1990 年頃のピーク（トラクションコントロール等）が見られ、デファレンシャル制御は 1986 年のピーク（電子制御 4WD の導入期）と 1992 年頃のピーク（駆動力配分制御 4WD の開発期）が見られるが、出願件数はステア制御やブレーキ制御の半数程度で推移している。また、モーター（車輪駆動用）や複数デバイスの組み合わせは 10 件未満と出願件数は少ない。

第 2-8 図 日本出願の制御デバイス別特許出願件数の推移



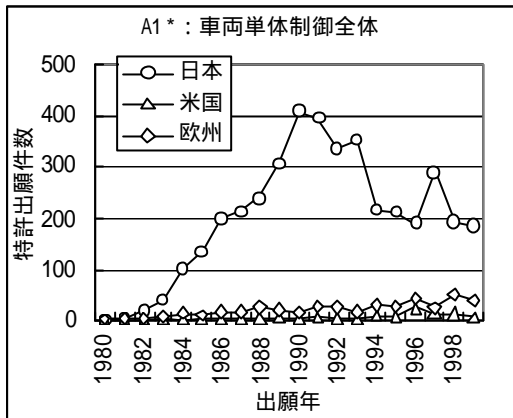
### 第 2 節 技術区分別の三極出願比較

#### (1) 車両単体制御と、外部情報との協調制御の比較

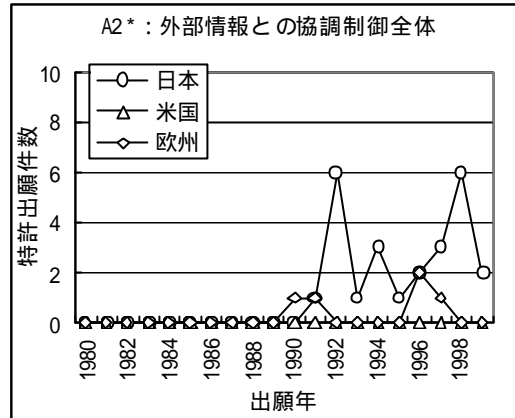
第 2-9 図に車両単体制御を、第 2-10 図に外部情報との協調制御の出願推移を示す。車両単

体制御は第 2-1 図の操縦安定性全体の出願件数推移傾向と同様であるが、外部情報との協調制御に関する出願件数は少ないものの、近年になり日本及び欧州からの出願が見られる。

第 2-9 図 車両単体制御の三極出願比較



第 2-10 図 外部情報との協調制御の三極出願比較



これらの「外部情報との協調制御」は、1999年に富士重工のADA(車両挙動安定化制御)に採用された「ナビ情報との協調制御」と同様の特許出願によるものである。

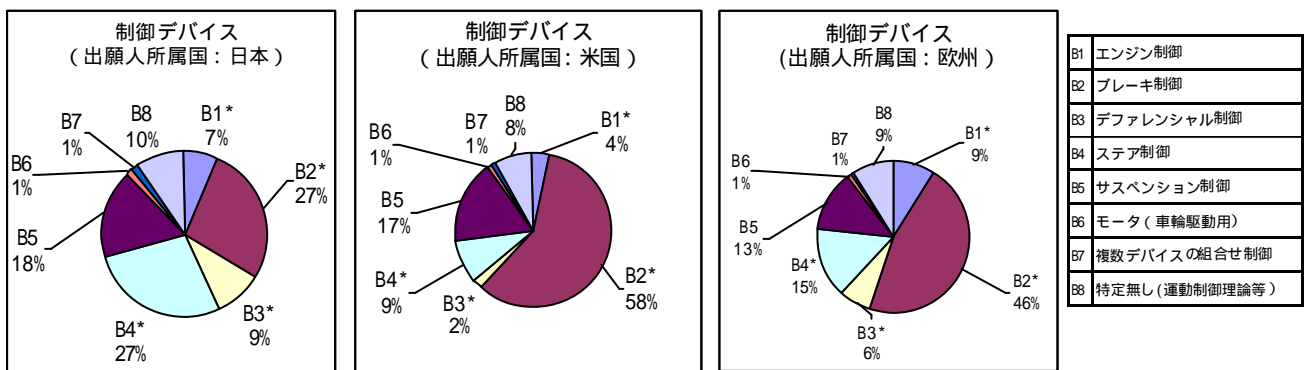
### (2) 制御デバイス別出願件数比率の三極比較

第 2-11 図に示す制御デバイス別の三極出願件数比率(20年間の総件数に対する構成率)から以下のことが分かる。

- ・三極いずれの場合もブレーキ制御に関する特許出願割合が最も多く、次いでステア(操舵角)制御又はサスペンション制御、駆動系又はエンジン制御の順である。
- ・日本国内からの出願は、ステア制御の比率が高い。

ブレーキ制御が多い要因は、ABS、トラクションコントロール制御を含むためであり、日本からステア制御出願が多いのは、日本がその開発を主導した4WS技術関連特許出願による。このことより、以下の解析では操縦安定性制御技術として、「ブレーキ(制動)制御」、「ステア(操舵)制御」、「駆動力制御」の三つのデバイスに注目して検討を進めることとする。

第 2-11 図 制御デバイス別出願件数比率



### (3) 個別制御デバイス(エンジン制御、サスペンション制御、モーター(車輪駆動用))の三極出願件数推移

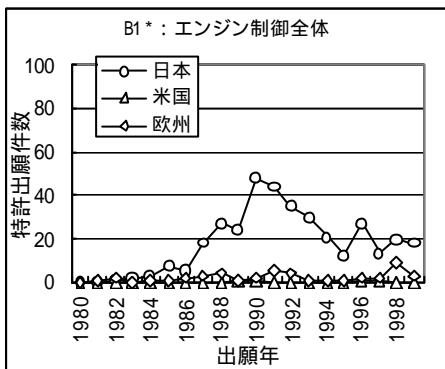
第 2-12 図にエンジン制御、第 2-13 図にサスペンション制御、第 2-14 図にモーター（車輪駆動用）の出願件数推移を示す。これらの日本の出願件数推移から以下のことが分かる。

- ・エンジン制御は出願件数が 1984 年ころから立ち上がり、1990 年にピークが見られる。
- ・サスペンション制御は出願件数が 1982 年に立ち上がり、1989 年にピークが見られる。
- ・モーター（車輪駆動用）の出願件数は少ないが、1990 年以降に出願増加が見られる。

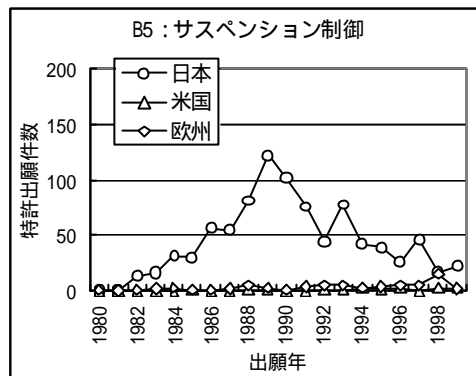
この要因としては以下が考えられる。

- ・エンジン制御は、トラクションコントロール技術の市販化と同期して立ち上がり、技術の熟成と景気後退により低下したと考えられる。
- ・サスペンション制御は、その市販化に同期してエンジン制御より早く立ち上がっている。
- ・モーター（車輪駆動用）は、そのほとんどが電気自動車のモーター駆動の特許であるが、1998 年出願の特許にはハイブリッド車等の後軸モーター駆動の特許も含まれる。

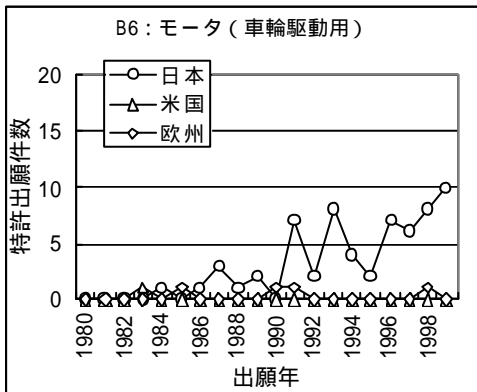
第 2-12 図 エンジン制御の出願件数推移



第 2-13 図 サスペンション制御の出願件数推移



第 2-14 図 モーター（車輪駆動用）の出願件数推移



#### (4) パラメータ推定の出願件数比率の三極比較

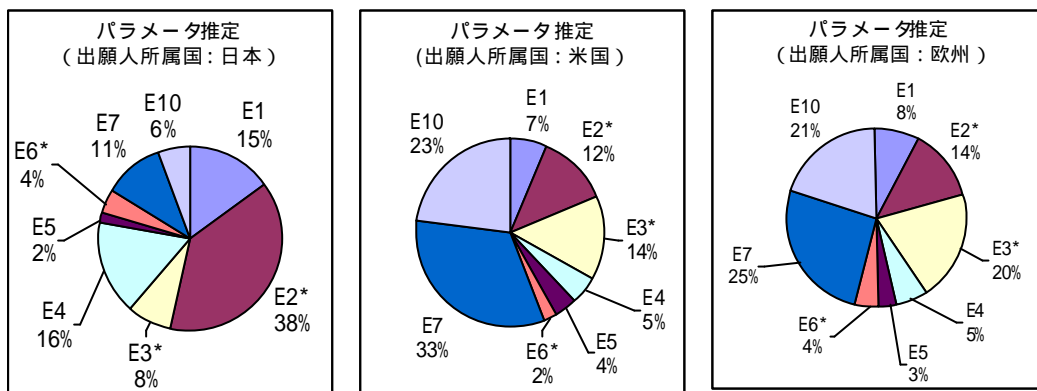
第 2-15 図にパラメータ推定に関わる三極からの出願件数比率（20 年間の総件数に対する構成率）を、第 2-16 図にパラメータ推定に関わる三極からの出願件数推移を示す。これらから以下のことが分かる。

- ・三極から特許出願されるパラメータ推定要素はそれぞれ異なるが、件数比率は「路面摩擦係数」、「車体横すべり角やヨーレート等の車両状態量」、「車両速度」の順に多い。
- ・パラメータ推定に関する特許は欧州からも出されているが、日本からの出願件数が最も多く、日本からの出願件数推移には 1992 年ごろと 1998 年ごろに二つのピークが見られる。

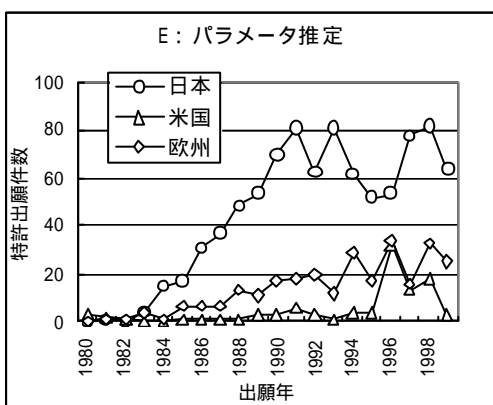
この要因としては以下が考えられる。

・パラメータ推定は、車速推定、路面摩擦推定、車両状態量推定が主な内容であるが、第1のピークはABS、4WS制御のための車速推定、ヨーレート等の車両挙動推定が主であり、第2ピークは車両挙動安定化制御や制御の高度化のための路面摩擦推定、車両状態量推定に関わる特許出願が増えたことによる。

第 2-15 図 パラメータ推定の出願割合



第 2-16 図 パラメータ推定に関わる三極からの出願件数推移



E	パラメータ推定
E1	車両速度 (変化率推定も含む)
E2	路面摩擦係数 (路面状態に起因する $\mu$ ) 推定技術
E3	タイヤと路面間の摩擦係数 (タイヤスリップ状態に起因する $\mu$ ) 推定技術
E4	車体横すべり角推定技術 (変化率推定も含む)
E5	路面勾配推定技術
E6	タイヤ状態 (半径変, 等) 推定技術
E7	ヨーレート、横G推定技術 (変化率推定も含む)
E10	その他

### 第3節 研究開発及び将来展望

本節では各技術分野ごとの特許出願件数推移の分析と共に、出願件数にとらわれない視点での注目特許樹系図分析及び最近の技術文献の投稿状況から、研究開発の動向及び将来展望について考察する。

#### 1. 操舵角 (ステア角) による車両挙動制御

##### (1) 操舵角制御に関する特許出願の推移

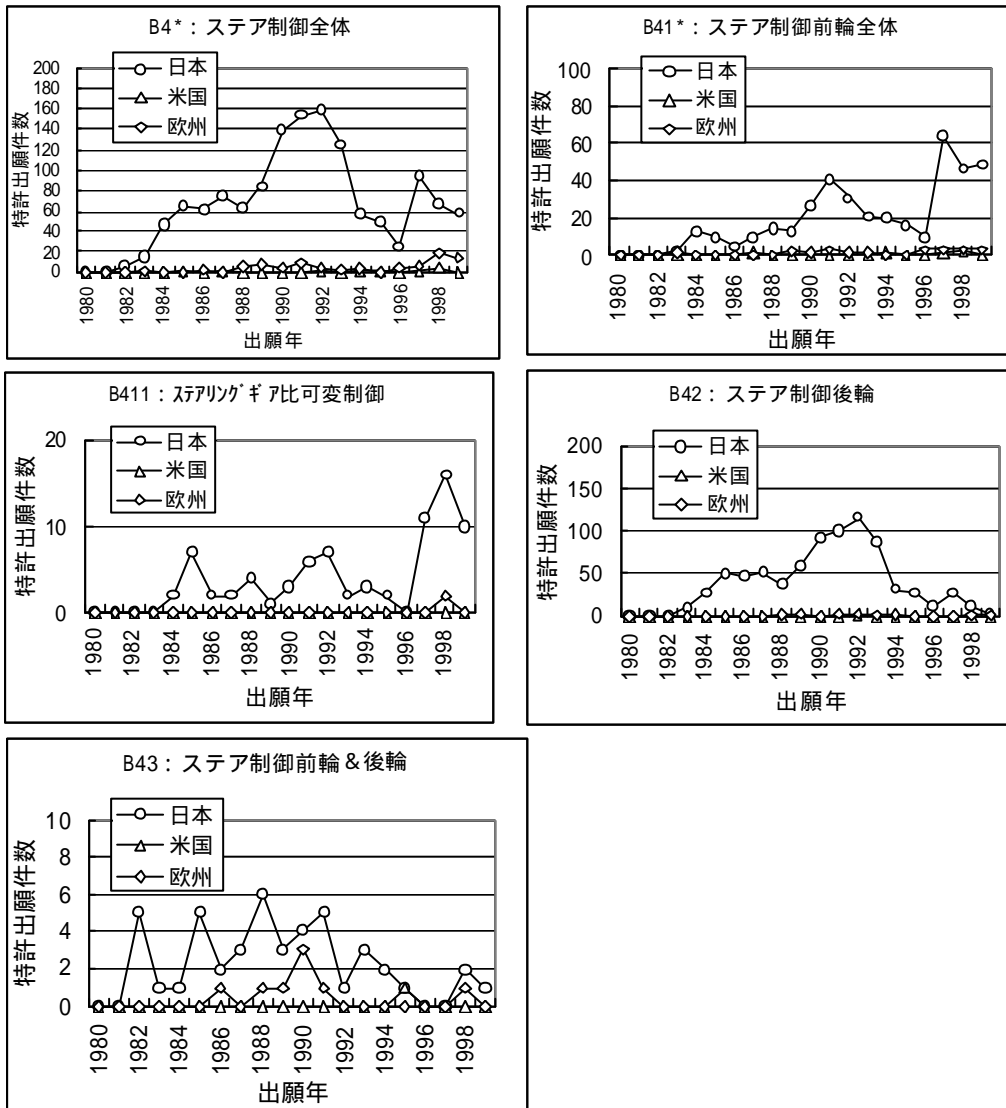
第 2-17 図に示す操舵角制御に関わる制御技術区分ごとの三極の特許出願件数推移から以下のことが分かる。

・舵角制御に関する特許、特に 4WS 技術は日本主導で技術開発が行われたものであり、調査対象期間を通じて日本が優位にある。

・日本出願の操舵角制御全体の特許出願は 1992 年と 1997 年に二つのピークが見られるが、一つ目のピークは主に 4WS 関連の後輪制御技術であり、二つ目のピークは前輪可変ギア比制御等の前輪舵角制御技術によるものである。

- ・操舵角制御は 4WS 技術の熟成に伴い、前輪操舵系制御に主体が移行している。

第 2-17 図 操舵角制御に関わる特許出願の推移



## 2. 制動力による車両挙動制御

### (1) 制動力制御に関する特許出願の推移

第 2-18 図に示す制動力制御に関わる三極の特許出願件数推移から以下のことが分かる。

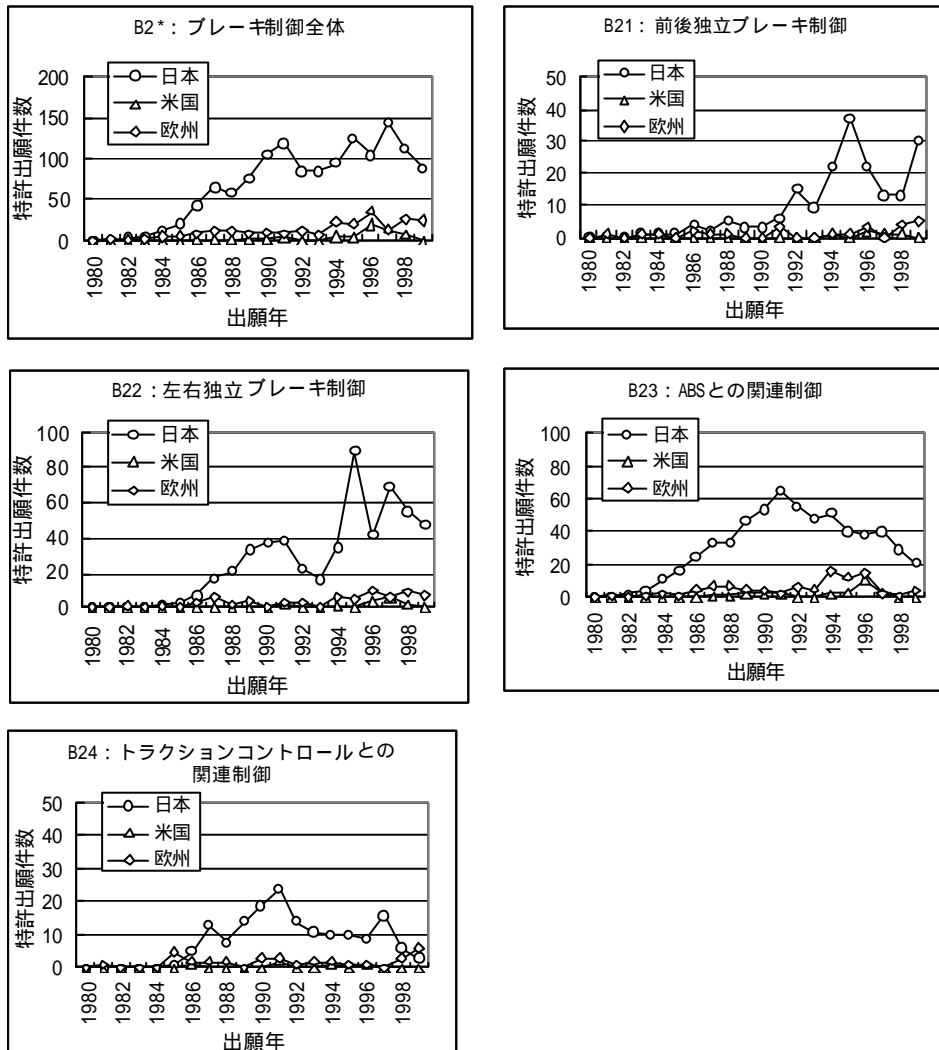
- ・制動力制御に関する特許においても日本からの出願件数が多く、日本優位に推移している。
- ・日本出願のブレーキ制御全体の特許は 1991 年と 1997 年に二つのピークが見られるが、一つ目のピークは ABS 及びトラクションコントロール制御に関わる特許が主であり、二つ目のピークは「前後輪独立制御」及び「左右独立制御」から構成される「車両挙動安定化制御」の関連特許によるものである。
- ・制動力制御は、前後輪及び / 又は左右輪独立制御による「車両挙動安定化制御」に技術開発の主体が移行していることが分かる。

### (2) 技術開発に係わる注目特許の樹系図

第 2-19 図に、主要国特許から抽出・分析した注目特許樹系図を示す。「制動力による車両挙動安定化制御」に国内企業からの特許も多く出願されており、国内外で技術開発が活発であることが伺える。同様に、操舵性制御や転倒防止制御の特許出願もされている。

さらに、1996 年（H8 年）に BOSCH からブレーキパイワイヤによる独立輪制御の特許が出願されており、今後は制動力制御においてもパイワイヤ制御の方向に向かうことが伺える。

第 2-18 図 制動力制御に関わる特許出願の推移



### 3. 両挙動制御分野へのパイワイヤシステム技術の導入

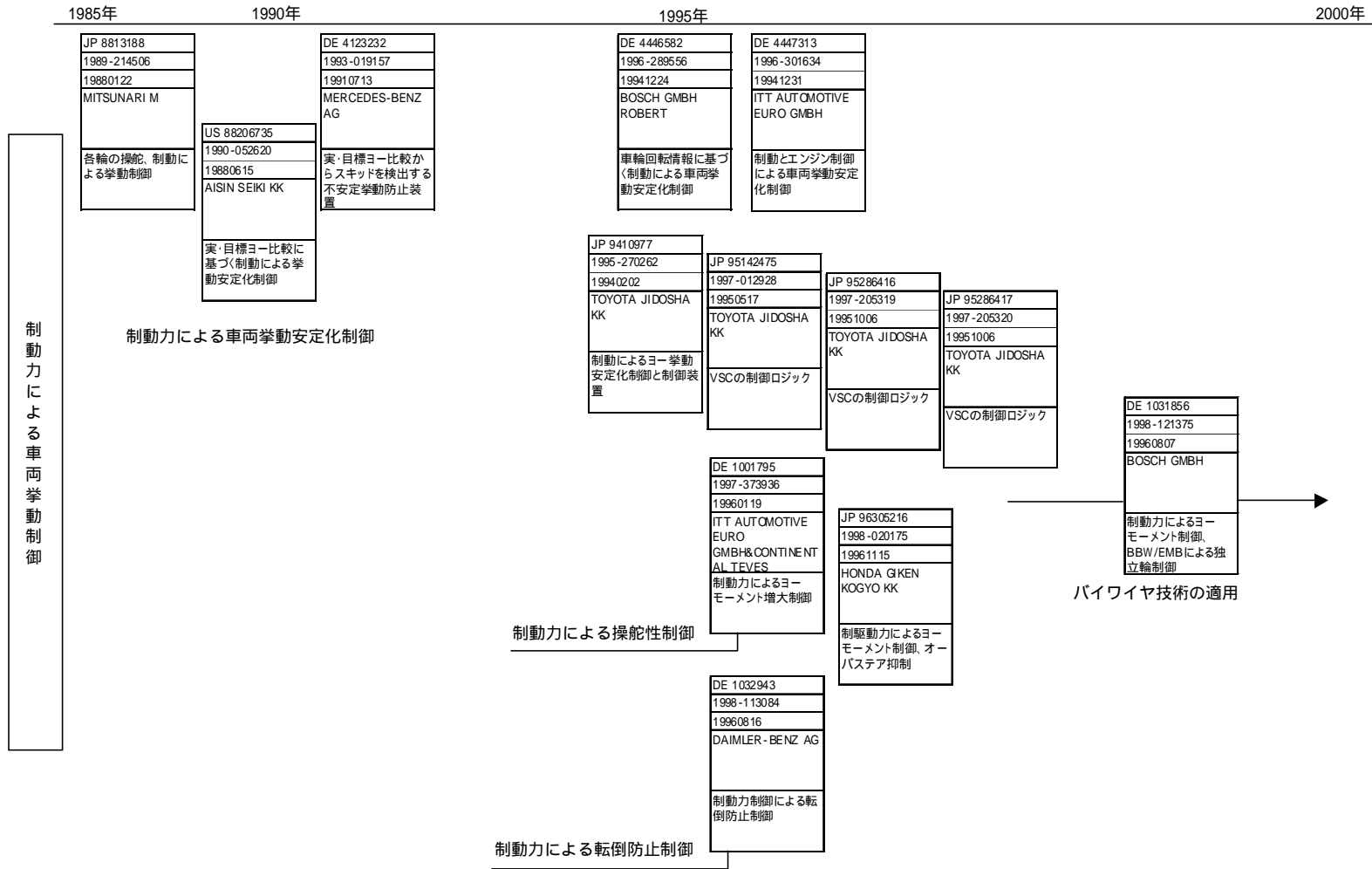
#### (1) パイワイヤシステムに関する特許出願の推移

パイワイヤシステムに関わる特許出願の状況を明確にするため、第 2-20 図に制御方式に関わる「機械/油圧/電子制御系」「機械/電気・電子制御系（アクチュエータが電気モーター等の場合）」「パイワイヤ」の特許出願推移を示す。これらの出願推移から以下のことが分かる。

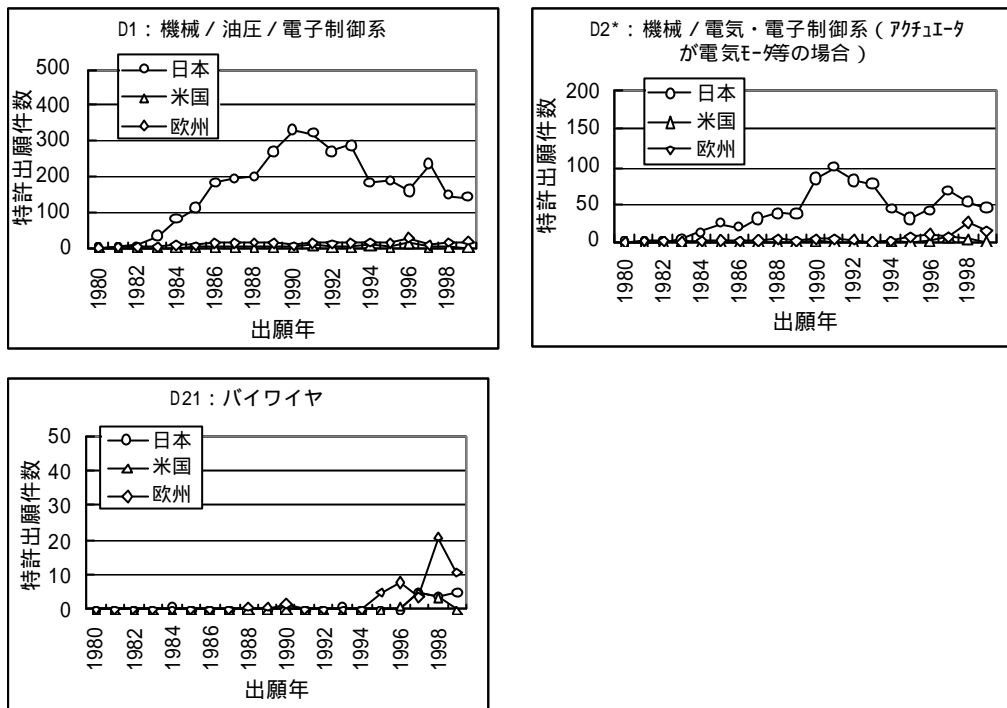
- ・前 2 者が第 1 節の特許の全般的解析で検討した二つのピークに一致しているのに対して、「パイワイヤ」は 1995 年以降の近年になって特許出願されていることが明確である。
- ・「パイワイヤ」に関する特許は欧州からの出願が多く、次いで日本、米国の順である。

これらは「操舵角制御技術」や「制動力制御技術」の特許出願が日本優位であった状況とは異なる。

第 2-19 図 制動力制御に関わる技術開発の注目特許の樹系図



第 2-20 図 制御方式に関わる特許出願の推移



( 2 ) バイワイヤ技術開発に関わる注目特許の樹系図

第 2-21 図に、DWPI データベースから抽出した主要国出願の注目特許樹系図を示す。バイワイヤシステムとして、「ブレーキバイワイヤ (以下 BBW)」については 1988 年の EMB ホイールブレーキシステムの特許、「ステアバイワイヤ (以下 SBW)」については 1996 年の故障時に制動力により操舵性を確保する特許が出願されたのを初めとして、BBW と SBW のいずれにおいても多くのカーメーカーや部品メーカーから多くの特許出願がなされている。また、日本出願人としては、SBW に関する特許が 1999 年 (H11 年) に光洋精工 (株) から出願されているが、BBW に関する特許出願は見られない。

BBW は 1988 年 (S63 年) に BOSCH から出願され、2001 年 (H13 年) に世界で初めて EHB としてメルセデスベンツに実車搭載された。この背景として、国際調和乗用車ブレーキ法規である UN/ECE R.13H に電子制御システムの安全要件として Annex8 が追加 (2001 年 6 月<sup>2</sup>) され、「バイワイヤシステム」のブレーキ適用が可能となったことによる。今後は、各社のシステムが実用化へと向かうことが予想される。なお、ステアバイワイヤについても、操舵装置の法規である UN/ECE R.79 がバイワイヤ適用に向けて検討が開始されているとの報告<sup>3</sup>がある。

BBW の故障時の安全性に関しては、2 系統独立システムによるフォールトトレランス (故障状態下でも要求する機能を遂行し続ける能力) アドオンタイプ、液圧モードとの切り替えなどが見られ、種々の技術が確立されてきている。

<sup>2</sup> UN/ECE R.13H Annex8 では、主に以下を規定している。  
 ・ 電子制御システムの故障時の機能安全を確保するため、システムに対する適切な安全性解析とそれに基づく適切な処置を 行い文書化する。  
 ・ 設計・製造過程の適切さを示すため文書に残し管理する。(プロセス管理)  
 認証時に適切な安全性解析と設計・解析の妥当性を文書により判断すること。

<sup>2</sup> 参考資料 : JASIC ホームページ、「平成 13 年 12 月 11 日検索」、インターネット、第 124 回 WP 会議 概要報告 < URL: <http://www.jasic.org/wp/124wp.html> >  
<sup>3</sup> 参考資料 : SAE Paper 2000-01-0822 R. Harter, et al. (Bosch), Future Electrical Steering Systems Realizations with Safety Requirements, P.152, REGULATIONS VERSUS TECHNOLOGICAL EVOLUTION

SBW は 1996 年の VW の出願を初めとして近年多くの特許が出願され、故障時の安全性についても制動力による操舵性確保、二つのサブシステムによる冗長性、機械的システムへの切り替えなどが見られ、バイワイヤ技術が確立しつつあることが分かる。

第 2-22 図に、日本出願特許の注目特許樹系図を示す。BBW に関する特許は 1999 年（H10 年）以降に EHB システムの故障時の安全性技術が出願されている。SBW に関する特許は、1997 年（H9 年）以降に光洋精工（株）とトヨタ自動車（株）から完全バイワイヤに関する多くの特許が、1998 年（H10 年）に日産自動車からジョイスティック操舵装置、故障時に制動力により操舵性を確保する特許が、1999 年（H11 年）には障害物回避制御やドライバ意志を反映した制御等、バイワイヤによる制御自由度の大きい特許が出願されている。

### （3）最近の技術文献に見るバイワイヤ技術

注目特許の分析では、2000 年以降の特許データが入手できず直近の技術開発情報が得られないため、JICST 検索により得た最近 3 ヶ年の技術文献から以下のことが分かる。8 件の抽出リスト中 4 件が日本から出されており、BBW に関する文献が 3 件（2 件は SBW を含む）、SBW に関する文献が 7 件である。また、日本からの文献はいずれも SBW に関する文献である。

以上のように、国内・国外特許及び技術文献のいずれから見ても、バイワイヤに関わる特許・技術発表が見られ活発に技術開発が行われている。法規面でもバイワイヤは適用の環境が整いつつある。このような状況の中で、日本出願人からは SBW に関する特許出願が多く、BBW に関する特許出願が少ないこと、及び技術発表においても BBW に関する発表が見られないことは将来展望を検討する上で注目点である。

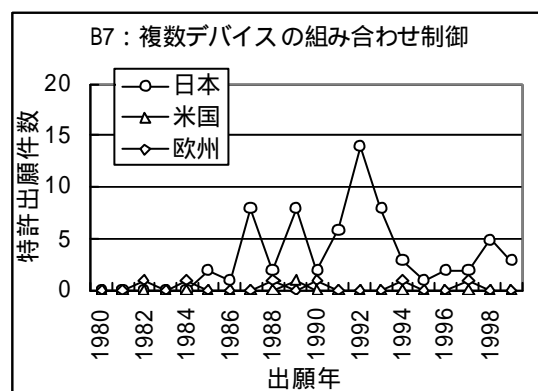
## 4．統合制御による車両挙動制御

### （1）統合制御に関する特許出願の推移及び注目特許の樹系図分析

第 2-23 図に示す統合制御に関わる特許出願の三極出願推移から以下のことが分かる。

- ・ 出願件数は多くないが、日本からの出願件数がほとんどである。また、1992 年前後に多くの特許出願が見られる。
- ・ 注目特許の分析（日本以外の特許出願がわずかなため日本特許で分析）結果から、1989 年から 1992 年にかけての特許出願は以下のようである。

第 2-23 図 統合制御に関わる特許出願の推移



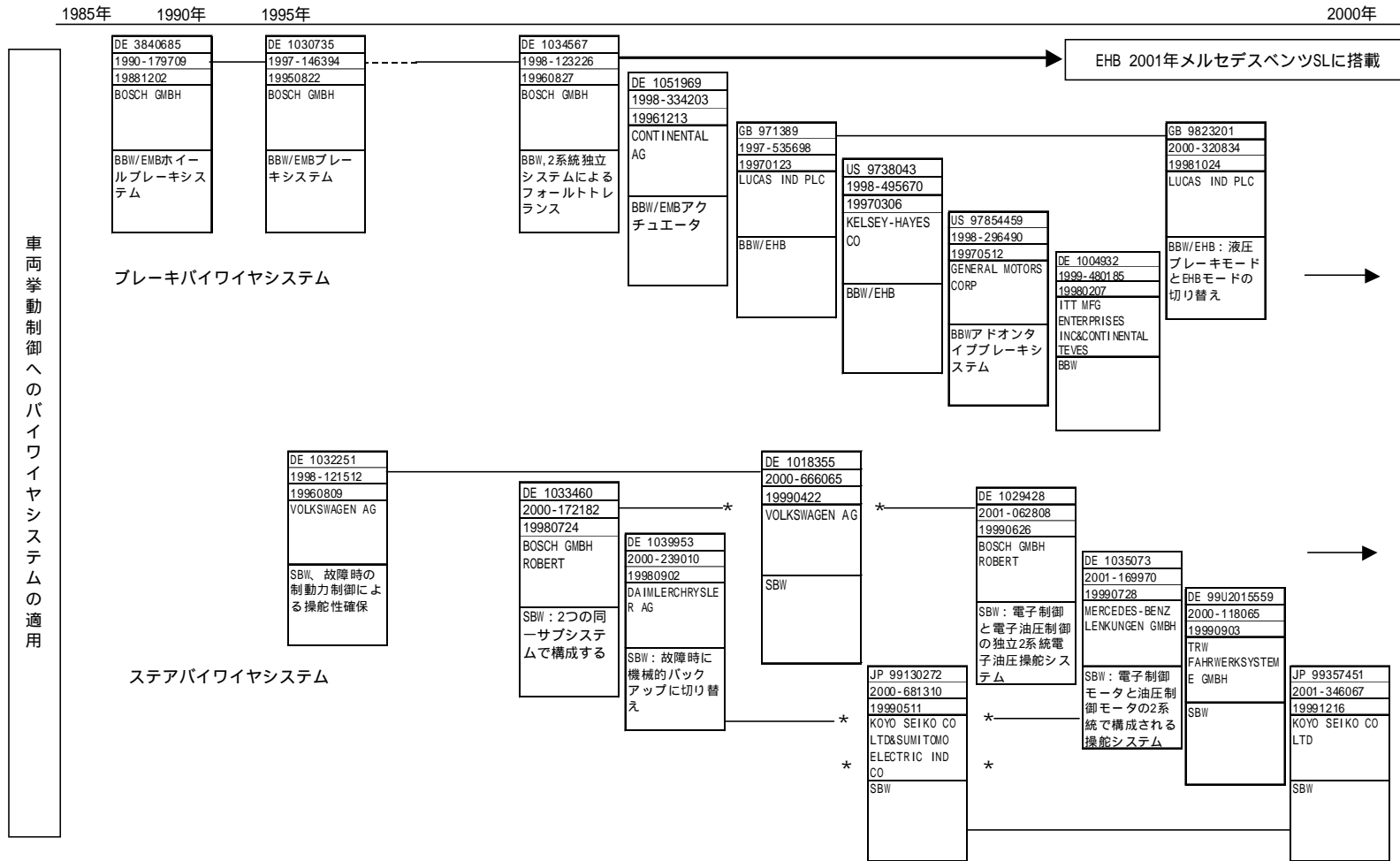
統合制御に関する国内特許の樹系図は、

操舵と制動制御の協調、操舵と駆動力配分制御の協調、操舵と懸架系制御の協調、制動力と懸架系制御との協調に区分することができる。この中で多く出願されているのは、の操舵と制動制御の協調である。

### （2）最近の技術文献に見る車両挙動の統合制御

最近 3 ヶ年の技術文献リストから以下のことが分かる。12 件の抽出リスト中 5 件が日本、4 件が米国、3 件が欧州から出されており、12 件中 7 件が大学からの投稿である。

第 2-21 図 バイワイヤシステムに関わる技術開発の注目特許の樹系図（主要国特許）



第 2-22 図 バイワイヤシステムに関わる技術開発の注目特許の樹系図（国内特許）

1985年 1990年 1995年

2000年

車両挙動制御へのバイワイヤシステムの適用（国内特許）

ブレーキバイワイヤシステム

ステアバイワイヤシステム

- ・ジョイスティック操舵装置
- ・故障時に制動力制御による操舵機能

障害物回避制御

ドライバの意志をトルクに反映

2000- 43691  
10- 230115  
H10. 7. 31  
トキコ（株）  
BBW/EHB 急操作時  
ストロークシミュ  
レータのフィーリ  
ング改善

11- 301435  
11- 40288  
H11. 2. 18  
日本電装（株）  
BBW/EHB 前後2系統配  
管で、個別液圧制御  
を行う

2001- 80489  
11- 261581  
H11. 9. 16  
日立製作所：（株）  
BBW/EHB ストローク  
シミュレータ下流に  
独立した複数の液圧  
供給源を配置して  
フェールセーフ機能  
を持たせる

10- 218000  
09- 25660  
H 9. 2. 7  
光洋精工（株）  
トヨタ自動車（株）  
SBW 主副の操舵モ  
ータ配置による故  
障時操舵力の確保

10- 278826  
09- 89780  
H 9. 4. 8  
光洋精工（株）  
トヨタ自動車（株）  
舵角センサの故障  
検出

11- 49010  
09- 209356  
H 9. 8. 4  
光洋精工（株）  
トヨタ自動車（株）  
トルクセンサ異常  
時制御

2000- 53015  
10- 234943  
H10. 8. 5  
光洋精工（株）  
SBW 制御システム  
の故障状態に応じ  
て制御モードを変  
更する

2000- 52955  
10- 236375  
H10. 8. 7  
光洋精工（株）  
SBW 制御装置等の  
故障時に、ヨ・レ  
・ト目標変化量に  
基づき制動力を制  
御する

11- 192960  
10- 2054  
H10. 1. 8  
日産自動車（株）  
SBW ジョイス  
ティック操舵装置

11- 334559  
10- 159932  
H10. 5. 25  
日産自動車（株）  
SBW 操舵装置故障  
時に各輪の制動制  
御装置により旋回  
可能とする

2000- 72023  
11- 227850  
H11. 7. 8  
DEタイムラ クラ  
イスラ - AG  
SBW 障害物検知手段  
を有し、衝突舵取り  
角に一致する操舵指  
令の設定を行わない  
制御

2000- 198453  
11- 369009  
H11. 12. 27  
DEロ - ベルト ボツ  
シユ GMB H  
SBW ドライバの目標  
ハンドルトルクを算  
出して、ドライバ意  
思をフレキシブルに  
実行させる

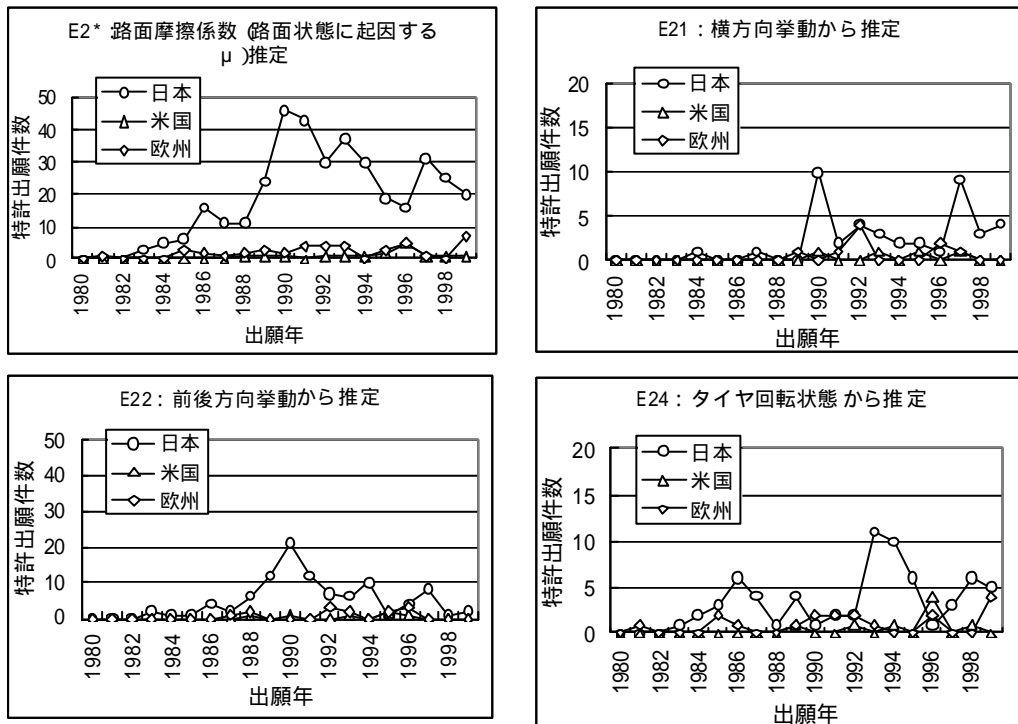
個々の制御技術はほぼ確立してきた段階にあると考えられるが、近年の技術文献では統合制御に関わる大学等からの発表例も多く見られることから、学術的理論確立の段階にあるものと考えられる。また、パイワイヤ技術の導入による制御の自由度の拡大や応答性の向上等により、統合制御に向かうこともことが予想される。

## 5. 路面摩擦係数の推定技術

第 2-24 図に示す路面摩擦係数に推定に関わる特許出願の三極出願推移から以下のことが分かる。

- ・ 推定技術全体では日本出願人からの出願件数が多いが、車両運動状態やタイヤの回転状況から推定する技術については、欧州及び米国からの特許出願も見られる。
- ・ 路面摩擦係数推定全体では 1990 年、1993 年、1997 年の三つのピークが見られる。
- ・ 一つ目のピークは前後方向及び横方向の車両挙動から推定する技術、二つ目のピークはタイヤの回転状況から推定する技術、三つ目のピークは車両運動状態量とタイヤの回転状況から推定する技術がそれぞれ含まれることが分かる。

第 2-24 図 路面摩擦推定に関わる特許出願の推移



## 6. 車両運動状態の推定技術

車両運動状態推定は、制御すべき制御量を決定したり、制御の効果を判定するための基本をなすものであり、制御性能に直接影響する。そのため、操縦安定性向上のためには不可欠な技術であることから、ここで取り上げて分析する。

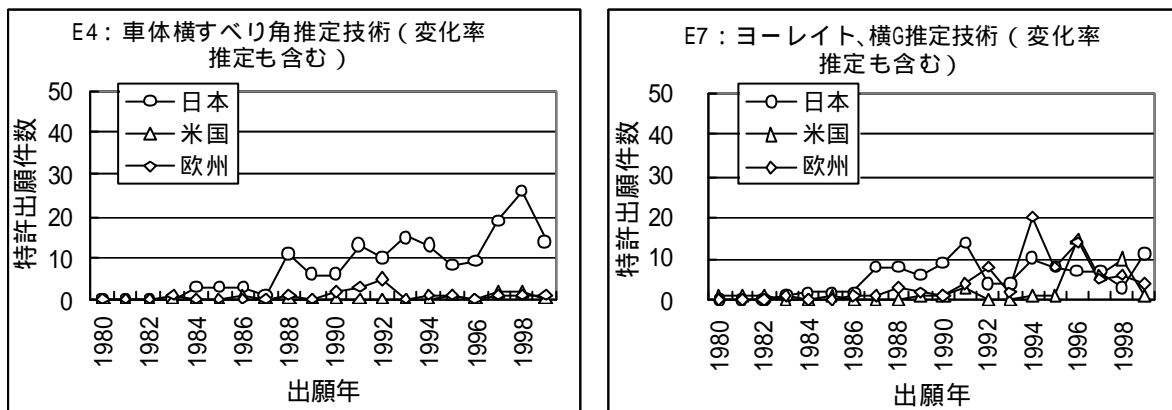
第 2-25 図に示す車両運動状態推定に関わる特許出願の三極出願推移から以下のことが分かる。

- ・ 車体横すべり角推定技術については日本出願人の特許出願が多く、1984 年から立ち上がり、右肩上がりに増加している。1984 年は、4WD や 4WS に関する特許が出願された

時期と一致している。また、1993年をピークとする「4WS技術」関連と、1998年をピークとする「制動力制御による車両挙動安定化制御」技術に関わる特許出願が見られる。  
 ・ヨーレート、横G推定技術は、1990ごろまでは日本企業からの特許出願が多いが、それ以降では欧州、米国からの特許出願と拮抗している。1991年以前は4WD,4WS技術に関連した日本企業からの特許出願が多かったが、1994年以降は欧州あるいは米国企業から「制動力制御による車両挙動安定化制御」技術に関する特許が出願されたものである。

車両運動状態の推定に関わる注目特許の樹系図分析から、車両モデル、タイヤモデルに基づく推定と、車両運動量に基づく推定の二つに分けられる。この推定技術はすでに実用化されてきている技術の高度化の流れであり、この推定技術は1985年（S60年）の日産自動車（株）の出願（特願昭60-4674号）に始まり、高度制御のためこの観点での推定技術開発が行われていることが分かる。

第 2-25 図 車両運動状態推定に関わる特許出願の推移



### 第 3 章 出願人の技術競争力、産業競争力

#### 第 1 節 特許出願から見た全般的分析

##### 1. 操縦安定性向上技術分野への参画企業の業種、地域別展開

第 3-1 図に操縦安定性向上技術分野への参画企業の地域別展開状況、第 3-2 図には部品メーカーの業種別三極構成比率を示す。これらより以下のことが分かる。

・特許出願企業の分析では、三極地域いずれの場合も部品企業数が多く、特に欧州においてその傾向が顕著である。

・「タイヤ」メーカーは欧州メーカーが半数を超え、日本メーカーがこれに次ぐが米国メーカーからの出願は見られない。

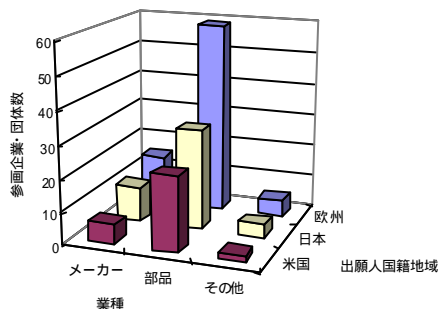
・「電装」メーカーは欧州、米国、日本の順である。

・「機械」メーカーは欧州が約 60% で、日本 30%、米国 10% の順である。

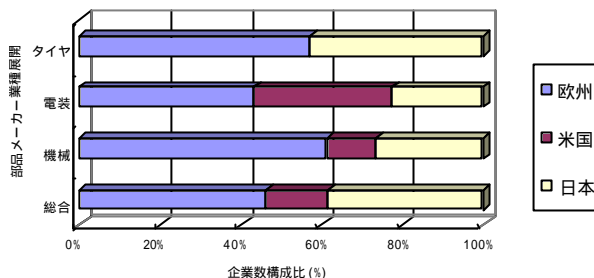
・「総合」メーカーは欧州、日本がそれぞれ約 40% で、米国が 20% 弱である。

全分野について、欧州の部品メーカーからの出願が多く、国内の部品メーカーの特許出願企業数は欧州に比べて少ない。この要因としては、欧州での技術開発の多くが部品メーカー主体で行われ、複数の自動車メーカーに採用・納入されてきた経緯があり、日本国内は自動車メーカー主導の研究開発、特許出願が行われて部品メーカーの多くが系列化していたことによるものと考えられる。

第 3-1 図 操縦安定性向上技術分野への参画  
企業の業種、地域別展開



第 3-2 図 部品メーカーの業種別三極構成比率



## 2 . 操縦安定性分野への新規参入状況

技術開発の活発度を第 3-3 図に示す操縦安定性分野への出願人数と特許出願件数との関係と、第 3-4 図の業種別新規参入企業数の推移から分析すると以下のことが分かる。

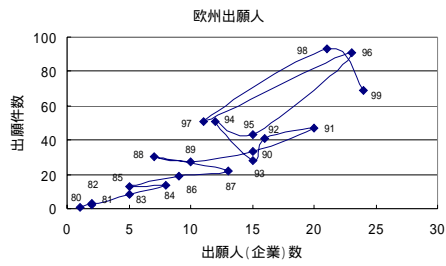
- ・ 欧州の状況は、1991 年までは新規参入の増加と共に技術開発の拡大期であり、1992 年から 1995 年は安定期であるが、その後 1999 年に向けて拡大傾向にある。
- ・ 日本の状況は、1990 年までは新規参入と共に技術開発の拡大期であるが、1991 年から 1996 年までは衰退期、その後安定期にある。
- ・ 米国の状況は、件数は少ないが、ほぼ日本と同様である。
- ・ 三極の新規参入企業数の推移を見ると、1990 年以降の安定期を経て近年なお拡大傾向にあることから、日本に比べて出願人数と出願件数は少ないものの活発度の観点で欧州が優位にあると言える。
- ・ 三極の新規参入企業数では、1980 年代は日本優位の状況も見られるが、1990 年以降は欧州の新規参入が優位にあることが分かる。
- ・ 業種別では、部品メーカーの新規参入状況が明確である。
- ・ 部品メーカーの参入が多く、制御の多様化により制御デバイスに関する特許範囲が拡大したものと考えられる。

## 3 . 縦性安定性に関わる特許出願件数の出願人ランキング

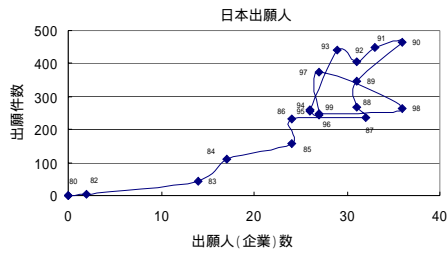
第 3-5 図に示す三極の出願人企業のランキングから以下のことが分かる。ただし、日本出願人の場合は、欧州及び米国への特許出願について分析している。

- ・ 日本の出願人企業は、上位 5 社及び 10 社中に 6 社の自動車メーカーが入っている。一部の総合部品メーカーを除いて日本の技術開発が自動車メーカー主体で行われてきていることが分かる。
- ・ 米国の出願人企業は、第 1 位の部品メーカーに続き上位 2 社及び 11 社中に 3 社の自動車メーカーが入っている。技術開発が一部のメーカーに偏っているものの、日本と同様、自動車メーカー主体の技術開発状況が伺える。
- ・ 欧州の出願人企業は、第 1 位が圧倒的な差で部品メーカーであり、第 2 位に自動車メーカーが続く。10 社中 4 社が自動車メーカーであるが、上位を部品メーカーが占めており、一部の自動車メーカーを除き欧州が部品メーカー主導であることが分かる。

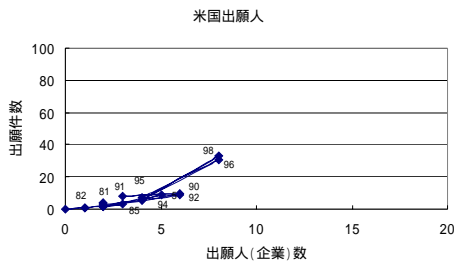
第 3-3 図 操縦安定性向上技術分野への企業参入状況（出願人数と出願件数の関係）



(1) 欧州出願人の動向

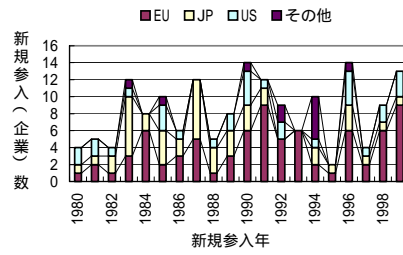


(2) 日本出願人の動向

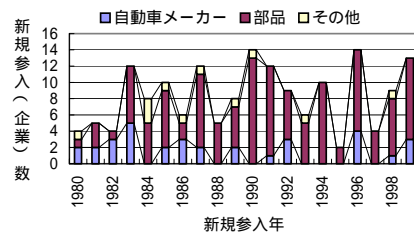


(3) 米国出願人の動向

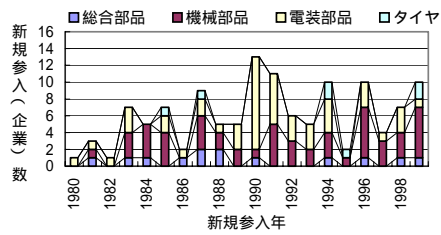
第 3-4 図 操縦安定性向上技術分野への企業参入状況（業種別解析）



(1) 出願人国籍別の新規参入状況の推移

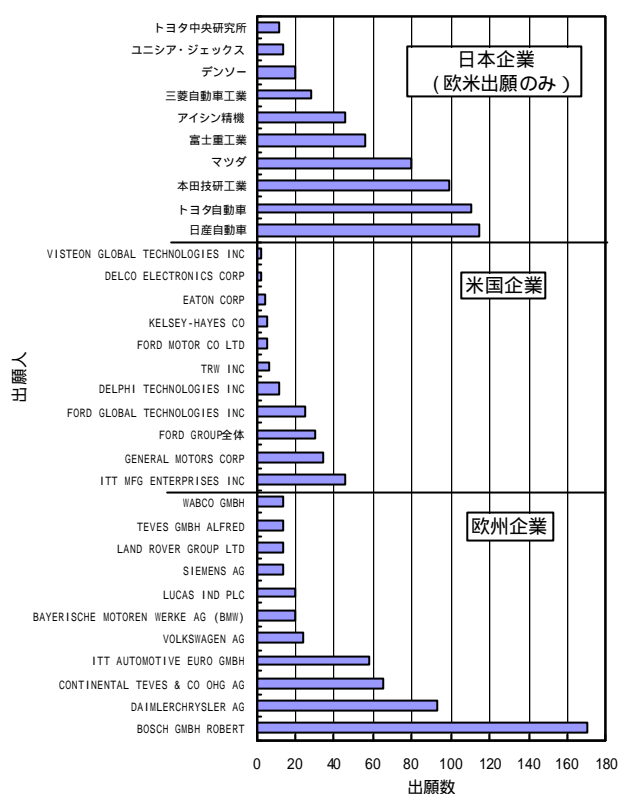


(2) 業種別の新規参入動向



(3) 部品メーカーの製造種別の新規参入動向

第 3-5 図 操縦安定性向上技術に関わる特許出願件数の出願人ランキング



#### 4 . 操縦安定性向上技術の対象技術要素ごとの出願件数ランキング

第 3-6 図に示す各技術要素ごとに三極の上位企業の特許出願件数ランキングから、技術競争力を分析すると以下のことが分かる。

- ・「競争度」で見ると技術要素全般にわたり日本企業の優位性が明確であり、次に欧州企業であることが分かる。

- ・「競争度」から日本企業が優位にある技術要素は、制御デバイスでは「デフ（駆動力）制御」「ステア（操舵角）制御」「サスペンション制御」「複数デバイスの組合せ制御」、制御方式では「機械／油圧・電子制御系」、パラメータ推定では「車両速度」「路面摩擦推定」「車両状態量推定」である。

- ・「競争度」から欧州企業が優位にある技術要素は、制御デバイスでは「ブレーキ（制動力）制御」、制御方式では「パイワイヤ方式」、パラメータ推定では「タイヤ路面間の摩擦係数推定技術」である。

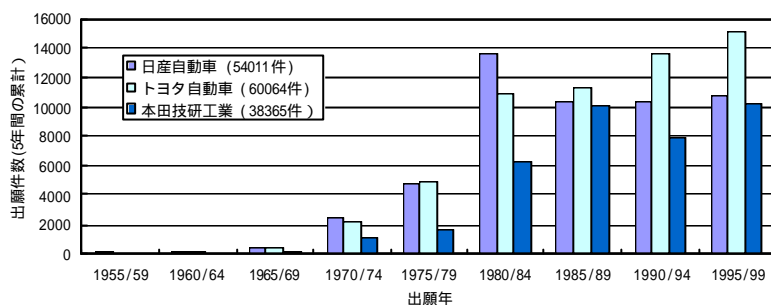
- ・三極企業ごとの「集中度」では、日本自動車メーカー主体の競争度の高い技術分野への集中と、欧州部品メーカーの「ブレーキ（制動力）制御」「パラメータ推定」が明確である。



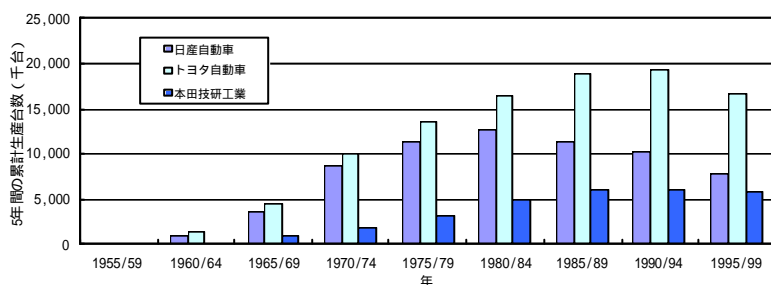
るために企業収益のみにとらわれず技術開発を行っていることを示すものと思われる。  
 ・操縦安定性関連特許の比率は、ABS, 4WS, トラクションコントロール等の開発時期である 1985 年～1990 年に一時的に増加しているが、全体的にはおおむね 1% 程度である。

操縦安定性関連技術は予防安全に関わる基盤技術であるが一般ユーザーには理解されにくい分野であるため、企業の安全性向上への姿勢を示す意味合いが強い。そのため、特許出願が直接企業競争力に繋がるとの視点は見られない。

第 3-7 図 日本主要自動車メーカーの特許出願件数の推移比較

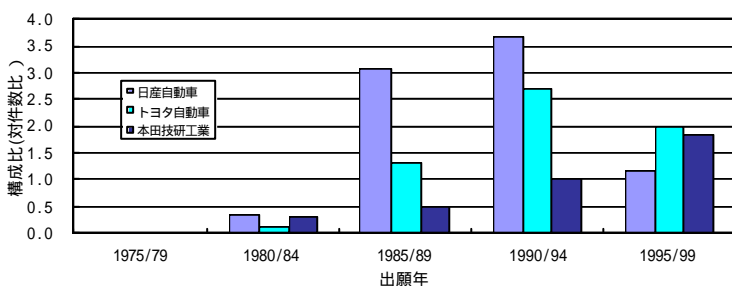


第 3-8 図 日本主要自動車メーカーの生産台数の推移比較



参考資料：自動車年間ハンドブック(2001・02版)、日刊自動車新聞社/(社)日本自動車会議所  
 共編より JARI が作成

第 3-9 図 日本の主要自動車メーカーの全特許出願に占める操縦安定性制御特許の比率



## 6. まとめ

日本の技術競争力、産業競争力について、以下のようにまとめることができる。

- ・「バイワイヤ」技術については欧州企業が優位にあり、今後日本においても技術開発を進めていく必要がある。
- ・日本企業・大学等からの技術文献の発表件数は、欧州及び米国に比べて圧倒的に多く、研究・技術開発が活発に行われ優位にあることが分かる。
- ・全技術分野について欧州の部品メーカー主導の技術開発が明確であり、国内の特許出

願人の内訳として部品メーカーの特許出願企業数は欧州に比べて少なく、日本国内はメーカー主導の研究開発、特許出願が行われて系列化していたことが伺える。

- ・三極の新規参入企業数の推移を見ると、1990年以降は欧州の新規参入傾向が優位であり、業種別では部品メーカーの新規参入実態が明確である。

- ・欧州企業が優位にある技術分野は、「バイワイヤ技術」、「制動力制御技術」、「摩擦係数等パラメータ推定技術」である。

- ・操縦安定性関連特許出願が直接企業競争力に繋がるとの視点は見られないものと考えられる。

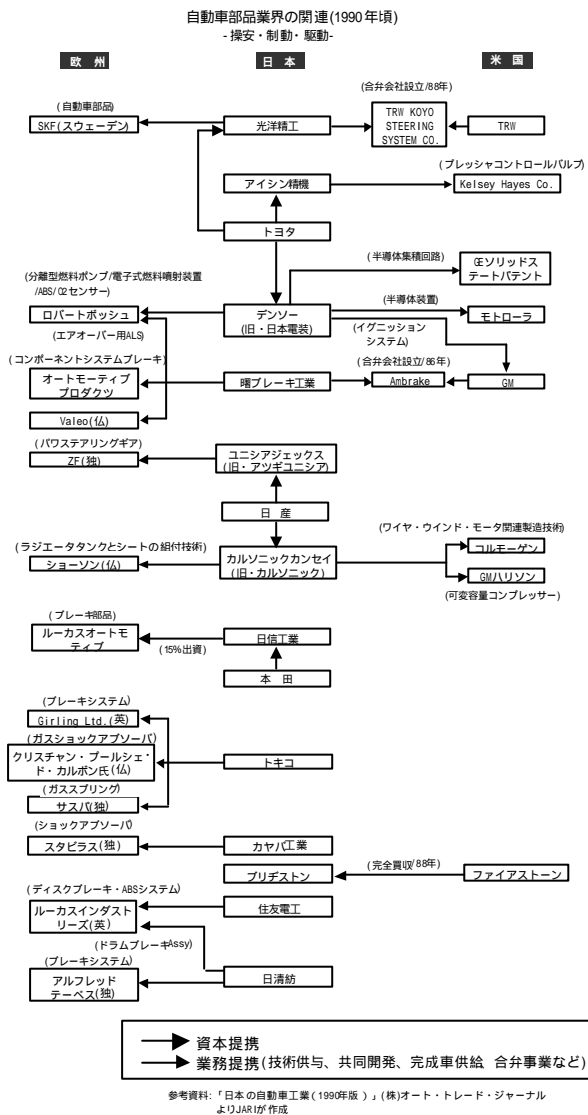
## 第2節 業界再編から見た検討

自動車メーカーにおいては海外及び国内メーカーとの業務提携・再編が進むと共に、第3-10図及び第3-11図に示すように部品メーカーにおいても自動車メーカーとの系列化の崩壊や部品メーカー間の業務提携・統合が進んできている。また、自動車メーカーのコスト削減に向けた部品のモジュール化の動きも進展してきている。

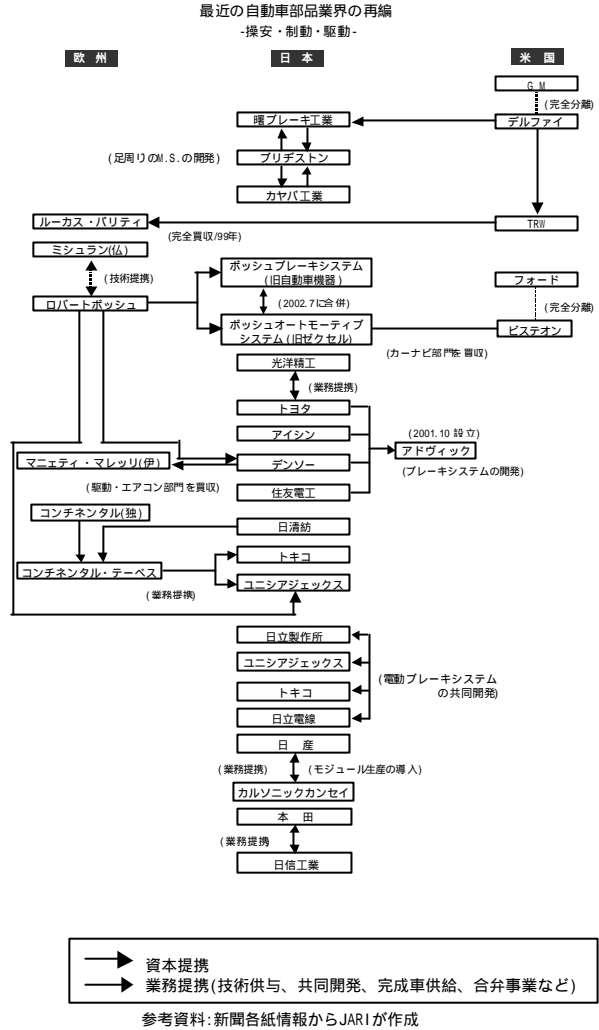
10年前の部品メーカーは、トヨタ自動車系列や日産自動車系列等を形成していた。最近ではボッシュグループの統合の動きと共に、トヨタ自動車等による統合ブレーキシステム開発に向けたアドビックス社の設立、日立製作所等による電動ブレーキシステムの共同開発、ブリヂストン等による足回りのモジュールシステム（MS）の開発、カルソニックカンセイと日産自動車間のモジュール生産の導入等、部品メーカーの関わる再編や将来のモジュール化に向けた部品メーカー側の動きが活発となっている。

これらの動きの中で業界に大きな波紋を投げたのは、速度100km/hからの停止距離を30m以下とすることを目標としたコンチネンタル・テーベスの「30mカープロジェクト」の成功である。タイヤメーカーであったコンチネンタル社がブレーキメーカーであるテーベス社を買収して（1990年代半ば）シャシ統合制御分野へと脱皮したものである。コンチネンタル・テーベスが今後どのように競争力を付けていくかは注目点であり、これまで技術力競争力・産業競争力で勝ってきた日本の部品メーカーが、約5年遅れた体制整備をどう克服していくかが課題の一つと言える。

第 3-10 図 10 年前の自動車部品業界の関連図



第 3-11 図 最近の自動車部品業界の再編



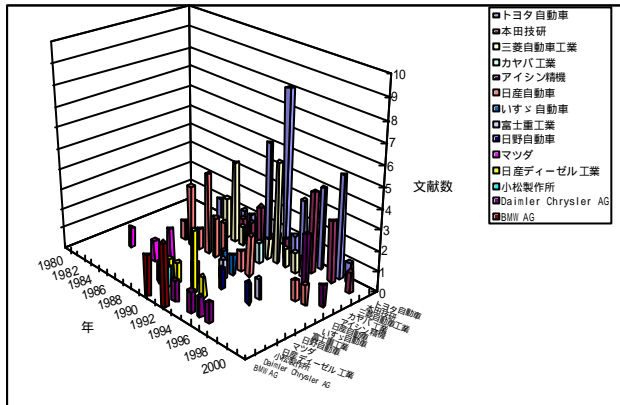
### 第 3 節 技術文献数による分析

#### (1) 技術分野別の投稿文件数

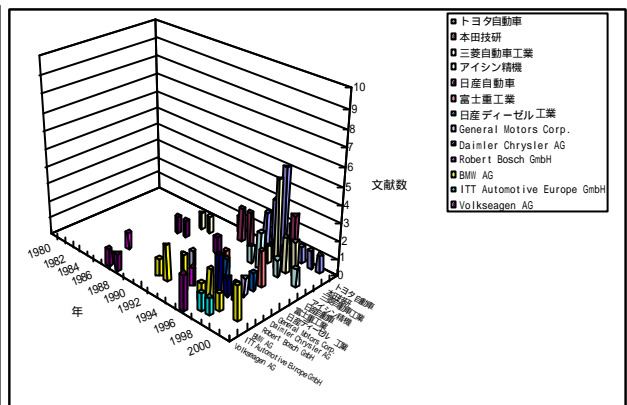
第 3-12 図、第 3-13 図、第 3-14 図に、それぞれ「操舵制御関連の文献数」、「制動制御関連の文献数」、「駆動制御関連の文献数」を示す。これらの図から以下のことが分かる。

- ・ 日本企業からの技術文献の発表件数は、3 分野とも他の二極の企業に比べて優位であり、技術開発が活発に行われている。
- ・ 特に、操舵制御関連文献は日本企業からの投稿が多く、この分野は日本主導であることが分かる。また、国外企業からの投稿は 1996 年までであるのに対して、国内からの投稿は今日まで継続している。
- ・ 制動制御関連文献は、1996 及び 1997 年にトヨタ自動車と三菱自動車から多くが投稿されたが、それ以外では国内企業と国外企業間でそれほど大きな差は見られない。
- ・ 駆動制御関連文献は日本企業からの投稿が多く、国外企業からの投稿が 1998 年までとなっているのに比べて、近年にわたり投稿が継続していることが分かる。

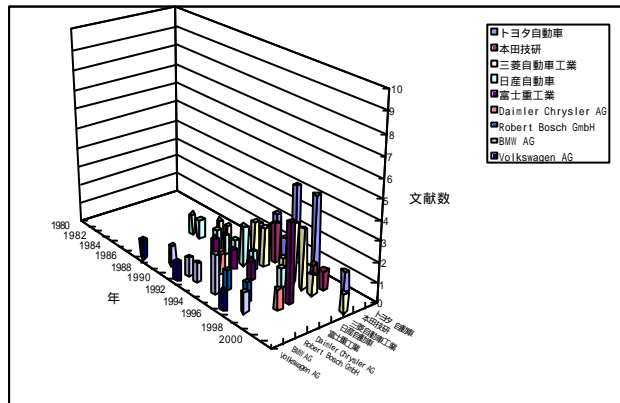
第 3-12 図 操舵制御関連の文献数の企業比較



第 3-13 図 制動制御関連の文献数の企業比較



第 3-14 図 駆動制御関連の文献数の企業比較



## (2) 学会別投稿文献数の三極比較

第 3-15 図に示す操縦安定性に関する主な国際会議又は論文集である AVEC、SAE、Vehicle System Dynamics、FISITA への投稿文献数の三極比較から以下のことが分かる。

- ・本調査の主目的となる電子制御に関わる技術発表の場である AVEC では、日本からの投稿が 62% を占めており、日本が優位にある。次いで欧州、米国の順である。
- ・米国の学会である SAE では米国内からの投稿数が優位であるが、日本、欧州からの投稿は両者とも同様の割合である。
- ・Vehicle System Dynamics 及び FISITA では、日本及び欧州からの投稿がそれぞれ約 1/3 を占める。
- ・以上より投稿文献数において、SAE を除き、日本の技術開発は操縦安定性分野全体においても米国を凌ぎ、欧州と肩を並べるとともに、電子制御技術の適用においては優位にあると言える。

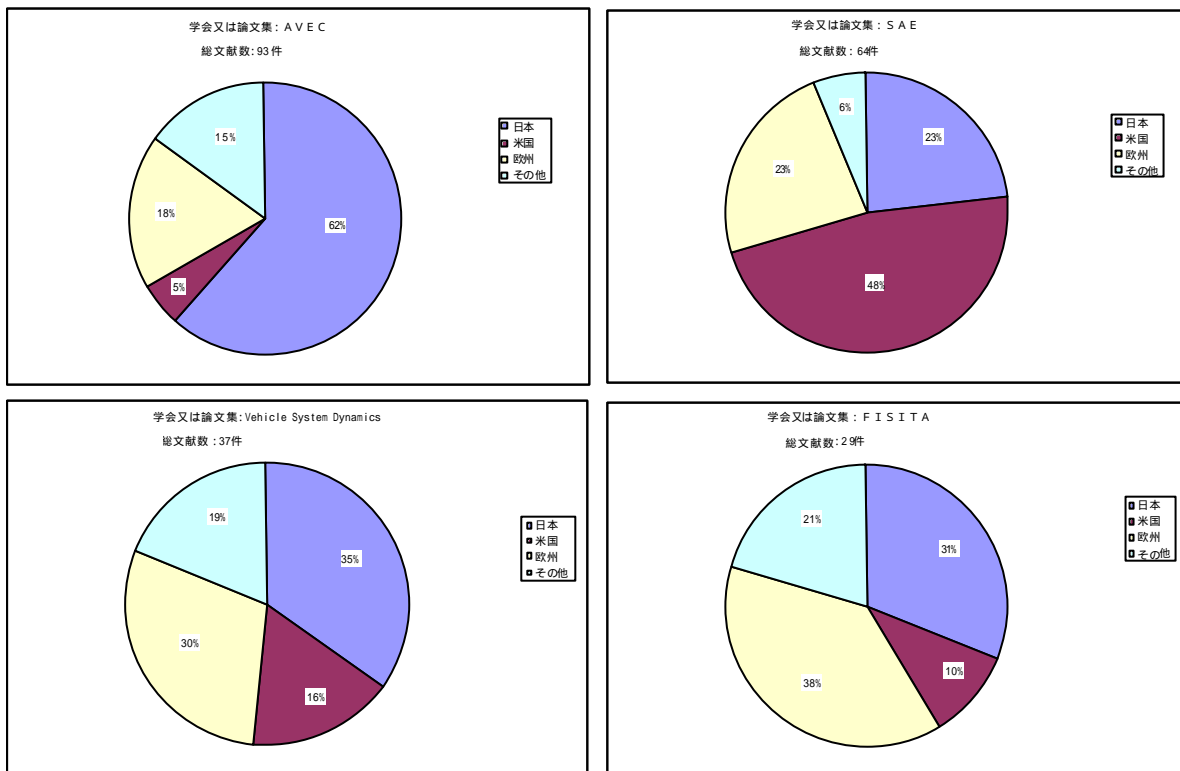
上記学会への投稿企業・大学の概要を分析する以下のことが分かる。

- ・電子制御システムを対象とした AVEC では、上位 3 社の日本自動車メーカーや日本の大学が上位にランキングしており、この分野では日本優位が明確である。
- ・操縦安定性全体の投稿文献を含む SAE、Vehicle System Dynamics、FISITA では、各国からの投稿はそれぞれ数件であり差は見られないが、いずれの場合も日本の企業・大学が世界を牽引していると言える。

・国内の学会では、自動車技術会では上位4社が自動車メーカー、次いで4大学が上位を占める。日本機械学会では上位2メーカーを含み多くの大学からの投稿が見られ、日本国内では産学両面において操縦安定性に関する研究・開発が行われていることが分かる。

このことより、操縦安定性全体、特に電子制御システムによる将来技術に関わる日本全体の技術・研究開発競争力をさらに向上させ、世界をリードし牽引していくためには、学術分野での競争で得た研究成果を産業競争力に生かすために産学連携構造を構築していくことが有効であると考えられる。

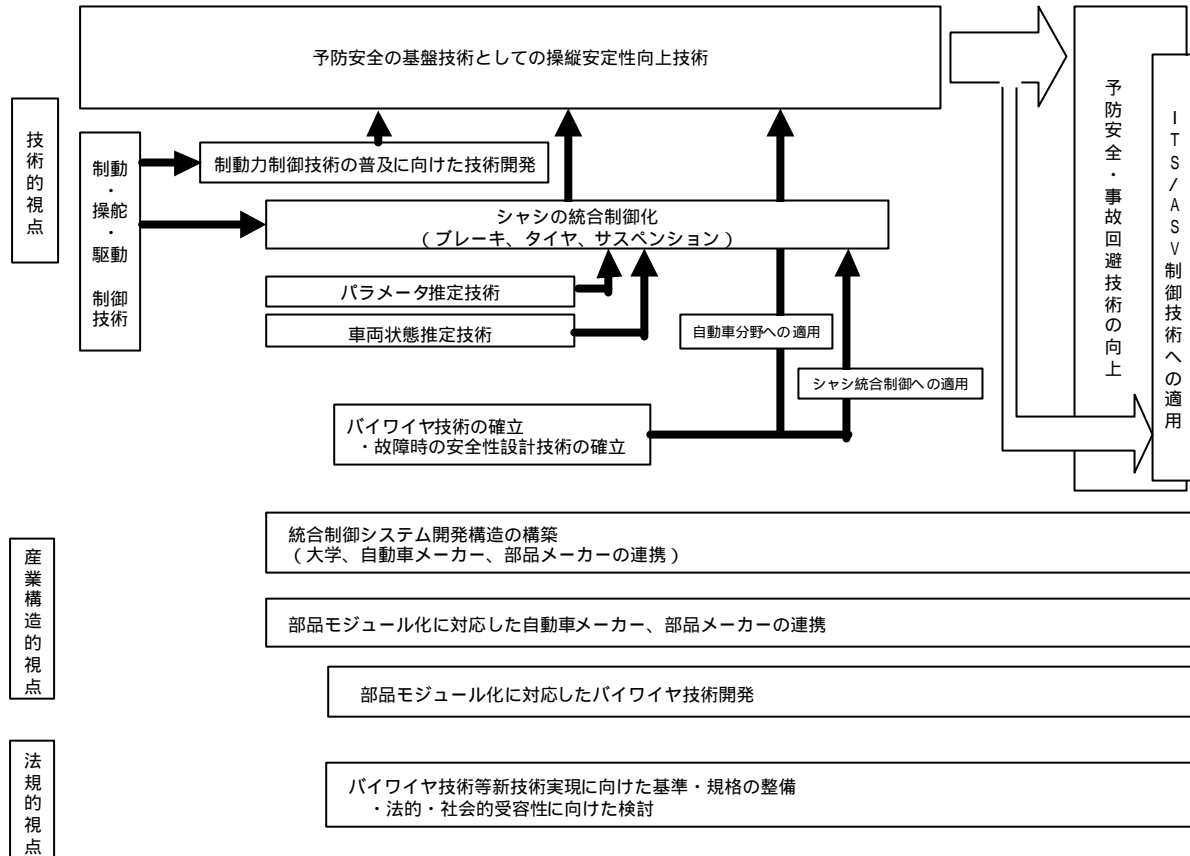
第 3-15 図 学会別投稿文献数の三極比較



## 第4章 今後の日本が目指すべき技術開発の展望

前章までの検討結果をまとめ第4-1図に示すとともに、以下に見出した方向性を記述する。

第4-1図 日本が目指すべき技術開発の展望



### 第1節 技術的視点

#### 1. 制動力制御技術の普及に向けた技術開発

制動力制御による操縦安定向上技術は ABS 技術に続く技術として普及しつつあるが、予防安全を更に向上させるためには高機能でかつ安価なシステムを開発し、広く普及することが望まれる。

#### 2. シャシの統合制御化

- ・コンチネンタル・テーベス社が先鞭を付け、その実現可能性を示したタイヤを含むシャシ統合制御化に向けた技術を確立する。
- ・制御技術の高度化、統合制御化に向けた「パラメータ推定技術」「車両状態量推定技術」の技術開発を進める。
- ・操縦安定性向上の技術発展に不可欠な技術であり、日本からの特許出願、技術文献の投稿も活発に行われているが、欧州企業の技術開発が優位に進められている。

#### 3. バイワイヤ技術の確立

制御技術の高度化、統合制御化を進めていく上で、制御デバイスの複雑化、搭載スペース等が課題となると共に、モジュール化を進めるためにはバイワイヤ技術を導入することにより、設計自由度や搭載性、重量軽減の観点で大きなメリットが得られるため、

将来的にこれらの技術の確立が期待される。また、将来の ITS、ASV 技術の導入に当たっては大きく貢献する技術である。

- ・「バイワイヤ」技術については、「ステアバイワイヤ」の技術開発は進んでいるが、特許出願及び記述文献の両面において「ブレーキバイワイヤ」は欧州が優位にある。

- ・電子制御装置の安全性に関わる安全要件法規の制定により、「バイワイヤ技術の導入」が法規として認知されたため、世界的にこの方面の技術の進展が見込まれる。今後は、国内への規制導入に合わせて、「バイワイヤシステム」実現に向けた、故障時の安全性設計技術の確立や法的・社会的受容性に向けての検討が必要になる。

- ・「バイワイヤ」を含む電子制御装置は、機械装置のように寿命や劣化を予測して交換したりすることが困難な場合が多く、システムに対する適切な安全性解析を行い、適切な処置を施す等の故障時の機能安全を確保するための設計技術の確立が必要になる。今後の「バイワイヤ」技術の実現・普及のためには必要・不可欠な技術である。

#### 4．バイワイヤ技術を応用したシャシ統合制御

バイワイヤ技術が確立された場合にはシャシ統合制御に適用することにより、制御の自由度、応答性、実車搭載自由度、軽量化による効果が見込まれる。

### 第2節 産業構造的視点

#### 1．ブレーキ、タイヤ、サスペンションを含めた統合制御システム開発構造の構築

- ・日本における技術開発を更に押し進め、欧州で動きが見られるような、個別技術分野での技術開発から総合的な技術開発ができる自動車メーカーと部品メーカーとの連携、又はブレーキ、タイヤ、サスペンションを含む多分野にわたる部品メーカーの連携を進める。

- ・統合制御化、電子制御の信頼性向上技術の研究・開発に当たっては、大学等研究開発機構との連携を進める。

#### 2．モジュール化に対応した新技術実用化構造の構築

今後、自動車分野において部品モジュール化が進むものと考えるが、日本全体の技術開発力を維持、向上するためには以下の観点を考慮する必要がある。

- ・自動車メーカーの開発・製造コスト削減に向けた部品モジュール化に対して、部品メーカーの技術開発力、企業競争力を維持するための企業間（自動車メーカーと部品メーカー、部品メーカー間等）の連携のあり方。

- ・バイワイヤ技術による更なる技術要素モジュール化への対応を考慮した技術開発のあり方。

### 第3節 法規・規格的視点

バイワイヤ技術等新技術実現に向けた基準・規格の整備

- ・バイワイヤシステムを含む電子制御システムの故障時安全性設計技術を確立する必要がある。

- ・法制度の整備（製造物責任なども含む）。

- ・新規システムやバイワイヤ制御に関わる社会的受容性を得て行く必要がある。

「ブレーキバイワイヤ」「ステアバイワイヤ」等、新技術に関して日本がデファクトスタンダードを提案できる取組み。

【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