
2005年版

自動車バイワイヤ技術の現状と将来分析

内容
見
本

総合技研株式会社

調査設計

- I 調査テーマ：2005年版 自動車バイワイヤ技術の現状と将来分析
- II 調査目的：市場拡大が期待されるバイワイヤシステムの現状及び将来への市場展開を把握することを調査目的とする。
- III 調査対象先：自動車メーカー及び自動車部品メーカー全般。
- IV 調査方法：調査対象先への直接面接取材及び電話フォローを主として調査実施。
- V 調査期間：2004年12月1日～2005年3月10日
- VI 発刊日：2005年3月25日
- VII 調査編集：総合技研株式会社
カーエレ研究グループ

目 次

I. バイワイヤの背景 — 航空機から自動車へ —	(1)
1. 航空機におけるバイワイヤ	(1)
1) F B Wの導入動向	(1)
2) F B Wの概要	(1)
3) F B Wの特長	(2)
4) F B Wの耐故障性機能	(3)
2. 自動車におけるバイワイヤ	(4)
1) 自動車におけるバイワイヤの導入	(4)
2) バイワイヤ技術の種類	(4)
II. 全体市場	(5)
1. 日本におけるバイワイヤ実用化状況	(5)
2. 市場動向	(6)
1) システム別市場規模	(6)
2) システム別市場予測	(7)
3) バイワイヤ搭載車一覧	(8)
III. 個別システムの動向	(9)
1. ブレーキシステム	(9)
1) ブレーキシステムの技術動向	(9)
2) ブレーキシステムの方向性	(1 1)
3) ブレーキバイワイヤのタイプ・搭載状況	(1 2)
4) ブレーキバイワイヤのタイプ	(1 3)
5) ブレーキバイワイヤ商品概要	(1 5)
6) トヨタ (T H S ・ V D I M) における E C B の動向	(1 8)
7) メルセデス S B C の動向	(2 0)
8) ブレーキバイワイヤのタイプ別比較	(2 1)
9) ブレーキバイワイヤのタイプ別実用化予測	(2 2)
1 0) ブレーキバイワイヤ化に伴う部品動向	(2 3)
1 1) ブレーキバイワイヤのタイプ別市場規模 (日本)	(2 4)
1 2) ブレーキバイワイヤのタイプ別市場予測 (日本)	(2 6)
1 3) ブレーキバイワイヤの普及要因, 阻害要因	(2 7)
2. ステアリングシステム	(2 8)
1) ステアリングシステムの技術動向	(2 8)
2) ステアリングシステムの方向性	(3 0)
3) ステアバイワイヤのタイプ, 搭載動向	(3 1)
4) ステアバイワイヤのタイプ	(3 2)
5) ステアバイワイヤの商品概要	(3 5)
6) ステアバイワイヤのタイプ別比較	(3 6)

7) ステアバイワイヤのタイプ別実用化予測	(37)
8) ステアバイワイヤ化に伴う部品動向	(39)
9) ステアバイワイヤのタイプ別市場規模 (日本)	(40)
10) ステアバイワイヤのタイプ別市場予測 (日本)	(41)
11) ステアバイワイヤの普及要因, 阻害要因	(42)
3. スロットルシステム	(43)
1) スロットルバイワイヤの採用動向	(43)
2) スロットルバイワイヤの概要	(44)
3) スロットルバイワイヤ市場動向 (日本)	(47)
4. シフトチェンジシステム	(48)
1) シフトバイワイヤの採用動向	(48)
2) シフトバイワイヤの概要	(48)
3) 今後の採用動向	(49)
4) シフトバイワイヤの市場動向	(50)
IV. カーメーカーにおけるバイワイヤへの取り組み・開発動向	(51)
1. 概況	(51)
2. 各メーカーにおけるバイワイヤへの取り組み, 開発動向	(52)
トヨタ自動車	(52)
日産自動車	(55)
本田技研	(57)
V. 主要部品メーカーにおけるバイワイヤへの取り組み・開発動向 (ブレーキ・ステアバイワイヤ)	(58)
1. 概況	(58)
2. 各メーカーにおけるバイワイヤへの取り組み, 開発動向	(60)
ボッシュ	(60)
デルファイ	(63)
コンチネンタル・テーベス	(70)
アドヴィックス	(71)
日立製作所 オートモティブシステムズグループ	(73)
豊田工機	(78)
光洋精工	(79)
アルプス電気	(81)
東京部品工業	(83)
VI. 特許動向	(84)
1. バイワイヤ関連の公開特許公報出願分析	(84)
2. 全体における区分別公開特許公報出願件数分析	(85)
3. カーメーカーにおける区分別公開特許公報出願件数分析	(86)
4. 部品メーカーにおける区分別公開特許公報出願件数分析	(87)
5. 主要メーカーにおける出願特許動向	(88)

VII. 法規動向	(98)
VIII. 標準化動向	(102)
1. バイワイヤ化の意義	(102)
2. 通信プロトコルの標準化動向	(104)
3. 日本における取り組み (J A S P E R)	(109)

II. 全体市場

1. 日本におけるバイワイヤ実用化状況

1. スロットルバイワイヤ
2. ブレーキバイワイヤ
3. ステアバイワイヤ
4. シフトバイワイヤ
5. その他バイワイヤ：パーキングブレーキ

バイワイヤシステムの種別をみるとスロットルバイワイヤ、ブレーキバイワイヤ、ステアバイワイヤ、シフトバイワイヤ、その他としてパーキングブレーキがありますが、日本ではスロットル、ブレーキ、ステア、シフトの4つでバイワイヤ搭載車があります。

パーキングブレーキは欧州で実用化されていますが、日本では搭載例がありません。

バイワイヤの中味についてみてみるとスロットルとシフトは常時機械的接続を持っていない完全なバイワイヤシステムです。

欧州と日本でバイワイヤの実用化について比較するとスロットル、ブレーキ、シフトの3つでは欧州が先行、ステアは日本と欧州は同レベルにあります。

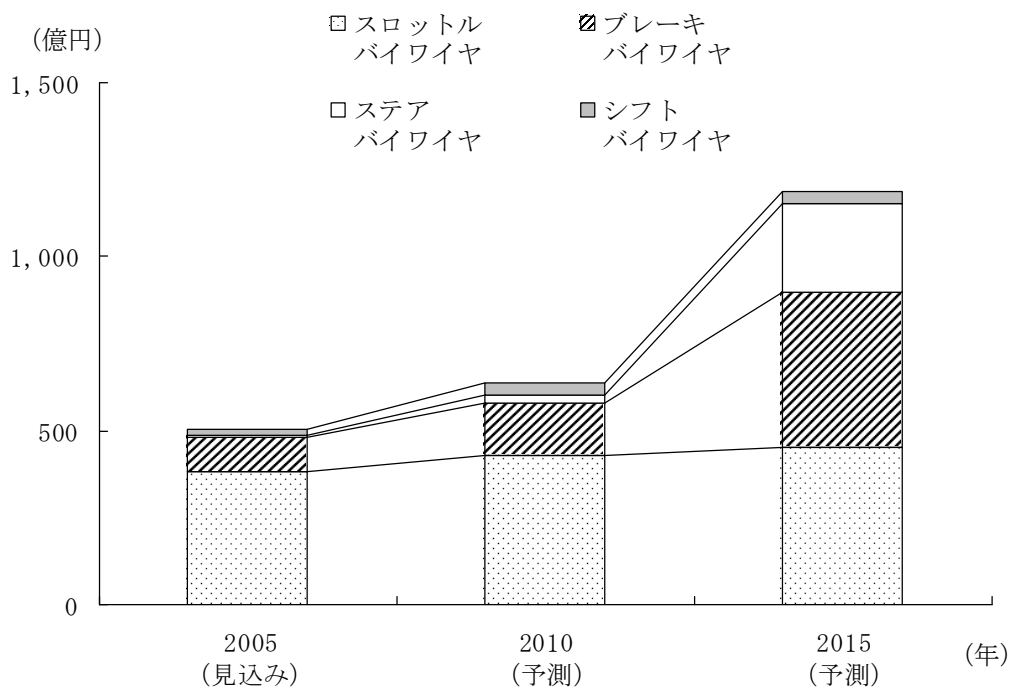
欧州では最終的には統合制御でまとめられますが、これまでの経過をみると個別システム（スロットル、ブレーキ、ステア、シフト）の高機能化を目的にバイワイヤの導入が進んでいるのに対し、日本は車両全体、統合制御の観点より導入が進もうとしています。

最もバイワイヤ化が進んでいるスロットルでも欧州車のスロットルバイワイヤはまるでアクセルペダルにスロットルが貼り付いている様なダイレクト感がありますが、日本車のスロットルバイワイヤには欧州車の様な演出に欠け、単に電気をつないだだけというものです。

またブレーキバイワイヤでみるとメルセデスのブレーキバイワイヤは高性能ブレーキですが、トヨタのブレーキバイワイヤはブレーキ単独の性能で比較するとメルセデスと比べ大きく劣ります。

日本と欧州ではバイワイヤを導入するにあたってコンセプト、導入目的が異なっており日本は欧州と違う道でバイワイヤ市場が今後も発展すると予測されます。

2) システム別市場予測



(単位：百万円，%)

システム \ 年	2005 (見込み)	...	2010 (予測)	...	2015 (予測)
スロットル バイワイヤ	38,000	...	43,000	...	45,000
	75.4	...	67.5	...	38.0
ブレーキ バイワイヤ	10,000	...	15,000	...	45,000
	19.8	...	23.5	...	38.0
ステア バイワイヤ	600	...	2,500	...	25,000
	1.2	...	3.9	...	21.1
シフト バイワイヤ	1,800	...	3,200	...	3,500
	3.6	...	5.0	...	3.0
計	50,400	...	63,700	...	118,500
	100.0	...	100.0	...	100.0

上段：金額，下段：%

自動車業界は一般的に革新技术は受け入れず、技術はステップバイステップで進歩します。今後10年で日本ではバイワイヤを受け入れるインフラ（通信、電源、法律）が整う、言わば助走段階で、市場的には2015年で1,185億円と予測され、バイワイヤ市場は2015年以後FC実用化、フル電装化の中で大市場へと変わるとみられます。

3) ブレーキワイヤのタイプ・搭載状況

ブレーキワイヤは制動方式、フェールセーフ機構から4タイプ（Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ）に大別でき、制動方式でみるとタイプⅠとⅡはEHB、タイプⅢはHEB、タイプⅣはEMBとなります。

制動源は油圧と電気があるが、油圧による制動システムは実用化、油圧・電気のハイブリッドや電気のみフル電装はまだ実用化されておらず、現状ではワイヤと言っても長年にわたり培ってきた油圧系をベースとするシステムとなっています。

フェールセーフ機構でみるとタイプⅠは常時、ブレーキペダルと油圧系がリンク、タイプⅡはペダルと油圧系を電氣的につないでおり、システムトラブル時のみペダルと油圧系を直接リンクさせるフェールセーフ機構をもつ、タイプⅣは油圧系をもたないフル電装のブレーキシステムでシステムトラブル時はバックアップECUによる多重系フェールセーフ機構をもちます。

現状、トヨタがタイプⅠ、メルセデスがタイプⅡを量産車へ搭載、タイプⅢ・Ⅳについてはまだ開発途上の技術です。ブレーキシステムにおけるワイヤ化は技術的にはまだ初歩の段階にあり、今後の技術的進歩の余地は大という状況です。

ブレーキワイヤタイプ一覧

タイプ	特徴	分類	制御方式		フェールセーフ機構	搭載動向
			前輪	後輪		
Ⅰ	現行の油圧系ブレーキシステムをベースにワイヤ技術導入、統合制御が目的	ECB (EHBの一種)	油圧	油圧	—	トヨタTHS, VDIM
Ⅱ	油圧系ブレーキに電子制御をプラスした高性能ブレーキシステム	EHB	油圧	油圧	ペダルと油圧系との結合	メルセデスSBC
Ⅲ	Ⅳへの過度的システム, Ⅳへの導入システム	HEB	油圧	電気	前輪・油圧	デルファイが提案
Ⅳ	油圧系をもたないフル電装ブレーキシステム	EMB	電気	電気	多重系	研究段階

ステアリングシステムにおけるワイヤ化は、ステアリングギアとステアリングコラムを機械的に切り離し、電気信号による情報送受によりステアリングシステムを構成し、自在な制御を行い、運転者の意図する車両の目標運動を検出し、車両制御機の前輪アクティブ操舵により操縦性と安全性を両立させるシステムです。ステアリングシステムが安全運転システムとして車両統合制御の1つのシステムとして進化していくなかで、ステアワイヤは、1つのキーテクノロジーとなることが予測されます。

3) ステアワイヤのタイプ、搭載動向

ステアワイヤはフェールセーフ機構の構成方式により、タイプ別に大別できます。フェールセーフ機構としては航空機と同様、多重系による電氣的フェールセーフ、クラッチON/OFFによる機械的フェールセーフ、そして電氣的フェールセーフと機械的フェールセーフの両方を併せもつものも検討されています。

操舵力でみるとタイプⅠはEPS、タイプⅡ・Ⅲ・Ⅳは電動アクチュエータによるものです。

日本ではトヨタがVGRSの名称でランドクルーザーに搭載、欧州では同様のシステムをBMWがアクティブフロントステアの名称で5シリーズに搭載、また北米ではGMが4WSの後輪のみワイヤのクワドラステアの名称で実用化しています。

ステアリングシャフトの有無でみると、タイプⅠ・Ⅱ・Ⅳはステアリングシャフトが存在、タイプⅢのみがステアリングシャフトをもっておらず、タイプⅢは衝突安全性、レイアウト性の点で最も優れるシステムです。

また、タイプⅠ～Ⅳには入りませんが番外として、ワイヤとプーリーそしてEPSによるステアリングシステムの実用化も本田で検討されており、このシステムはステアリングシャフトに代わってワイヤとプーリーで操舵力を伝えるシステムとして注目されています。

8) ステアのバイワイヤ化に伴う部品動向

部品 \ タイプ	I	II	III	IV
ハンドル	○	○	○※	○
ステアリングシャフト	○	○	×	○
ステアリングコラム	○	○	×	○
ユニバーサルジョイント	○	○	×	○
パワーアシスト	○	×	×	×
ギヤボックス	○	○	○	○
タイロッド・ナックル類	○	○	○	○

※ハンドルに代わって福祉車両などでジョイスティックの可能性有り

ステアリングシステムは、①ハンドルの部分、②ステアリングシャフト・ステアリングコラム・ユニバーサルジョイントの部分、③パワーアシスト・ギヤボックスの部分、④タイロッド・ナックルの部分の4つから構成されるが、バイワイヤ化（タイプⅢ）に伴って最も影響を受けるのは②の部分です。

②のステアリングシャフト、ステアリングコラム、ユニバーサルジョイントの類はタイプⅢでは不要となりますが、ギヤボックスやタイロッド、ナックル類は残ります。

また、バイワイヤ化とは別にパワーアシストにおいて油圧から電気という流れがあります。電動化に伴い油圧系部品（ポンプ、パワーシリンダ、コントロールバルブ、リザーバタンク、ホースなど）がなくなる方向にあり、バイワイヤ化によりパワーアシスト機構は不要となるため、ステアリングシステムにおいて油圧から電気という流れを加速することとなります。

今後についてみると、2010年頃にはタイプⅡ・Ⅳの登場が予測されますが、タイプⅡ・Ⅳではパワーアシストに代わって電動アクチュエータが使われることになり、現行のEPSと部品の面で比べると大きな変化は起きません。

2015年以後にはタイプⅢの実用化が予測され、タイプⅢは②の部分の部品がそっくり不要となり、現行のEPSと比べ部品点数は大きく減ります。

今後10年では、タイプⅢの登場が2015年以後であればバイワイヤ化に伴って部品業界に与える影響は小さいと言えます。

IV. カーメーカーにおけるバイワイヤへの取り組み・開発動向

1. 概況

■バイワイヤ化ではトヨタが先行（独走状態）

スロットル，ブレーキ，ステアリング，シフトでバイワイヤ化実績

■進んでいるトヨタの技術も発展途上で完成までには程遠い

カーメーカー別にバイワイヤ導入状況を見ると、トヨタが最も進んでおり、トヨタ以外はスロットルバイワイヤの導入にとどまっています。バイワイヤ化でもトヨタが最も電子制御の技術では他カーメーカーを大きく引き離しており、他メーカーはスロットルバイワイヤのような個別システムでのバイワイヤ化にとどまっています。

バイワイヤとしての完成度でみると、トヨタのブレーキバイワイヤ，ステアバイワイヤも過渡的技術です。ブレーキバイワイヤは統合制御とのからみで導入、メルセデスのSBCのようなブレーキ性能向上というはっきりしたユーザーメリットがなく、またステアバイワイヤもVGRSで常時結合タイプです。

進んでいるトヨタの技術もまだまだ発展途上のもので、今後の技術開発の余地は大です。

カーメーカー別バイワイヤ導入状況

バイワイヤ カーメーカー	ブレーキ	ステア リング	スロッ トル	シフト	備 考
トヨタ自動車	○	○	○	○	統合制御を目的にバイワイヤ化 バイワイヤ化は徐々に進める方針
日産自動車			○		完全なバイワイヤ化を最初から目 指す トヨタとは対照的導入手法
本田技研			○		スロットルバイワイヤでは業界に 先駆ける
マツダ			○		
三菱自動車			○		ショーカーではドライブバイワイ ヤカーを開発
富士重工業			○		
スズキ					
ダイハツ					

部品メーカー別ワイヤの商品化・開発状況（ブレーキ・ステアワイヤ）

部品メーカー \ ワイヤ	ブレーキ	ステアリング	備考
ボッシュ	○		メルセデスにSBCとしてブレーキワイヤを供給するが今はワイヤよりもESC多機能化に注力
デルファイ	△	△※	ワイヤで世界一を目指す フル電装化に注力
コンチネタル・テヘス	△		30mカーでブレーキワイヤを試作したが、今はワイヤよりもESC多機能化に注力
アドヴィックス	○		トヨタ向けにブレーキワイヤを供給、徐々に電動式の良いところを取り入れながら油圧から電気式へ移行
日立製作所	△	△	電子制御による油圧式よりもフル電装のワイヤを狙う。アドヴィックスとは対照的な導入手法。
豊田工機		○	常時結合タイプのVGRSを商品化。
光洋精工		△	当初はトヨタと共同開発したが、今は独自にステアワイヤを開発中。
アルプス電気	△	△	ハプティック技術でワイヤの開発に取り組む
東京部品工業	△		電動キャリパ、社内LAN、ワイヤによるブレーキワイヤを開発中。

○商品化 △開発中

※北米ではGM向けに4WSの後輪のみにステアワイヤを実用化（トラック、SUV）しているが、日本市場ではこのシステムは提案しておりません。

2. 各メーカーにおけるワイヤへの取り組み, 開発動向

ボッシュ

ボッシュ・グループの自動車機器テクノロジー事業セクターは、自動車機器分野における世界第2位の部品サプライヤーです。

日本市場は、ボッシュ・グループの中では最重要視する海外市場の1つとなっています。カーメーカー向けの全ての直納事業が、ボッシュオートモーティブシステム1社に統合され、日本国内で売上トップ10に入るサプライヤーであるボッシュオートモーティブシステムは、パワートレイン、シャシー、オートモーティブエレクトロニクスの3つの事業部から構成されており、国内14箇所の生産拠点にて、自動車部品の生産を行っています。

1) 事業戦略

■ワイヤ化よりも通常の油圧システムによるESCの高付加価値化指向（事業戦略の見直し）

■日常走行での運転支援, 利便性, 快適性を盛り込むことでESCの普及を進める

ブレーキワイヤは、本国でメルセデス向けでSBCとして実績をあげているが、当初、SBCはメルセデスの全車へ搭載する計画を立て、ボッシュも新ブレーキシステムとしてSBCを大々的に展開していく考えでした。

しかしSBCはあまりにもシステムが複雑で高コスト、事業戦略の見直しを図り、今はワイヤ化よりも通常の油圧システムによるESCの高付加価値化を目指しています。

メルセデス内では、SBCを採用したことは社内でもあまりにも高コスト、やりすぎたという声が上がっており、SBC全車採用については見直し、採用は限界にあると伝えられています（これ以上増やさない）。

ESC装着率は、ドイツ55%、日本5%と日本は装着率の点でドイツと比べ大きく遅れています。日本市場では、ESCはコストが割高なのに緊急時にしか作動しないため、ユーザーは日常走行で恩恵が得られないため普及が進んでいません。

同社では、ESCを発展させることで日常走行での運転支援, 利便性, 快適性を盛り込むことでESCの普及拡大を図る戦略です。

VII. 法規動向

ワイヤシステムの今後の普及において、関連法規改定の検討も開始されています。特にステアワイヤやブレーキワイヤは安全面での重要部位だけに法規の動向が注目されます。

自動車法規は国際基準調和に伴い、ECE (UN), EEC (EU), 米国の法規, ADR (豪州) など各国の法規が関係し、ECE法規は今後、増々重要な位置付けとなります。技術基準を統一し、相互認証を目的とする1958協定(58協定)には、日本は1998年に加盟し(EU加盟国を中心に30数カ国が加盟)、この技術基準(ECE Regulation)を日本国内基準に採用しています。尚、このECE法規は、国連の欧州地域の自動車統一基準の作成と相互承認の実施のために発足した国連組織であるECE(欧州経済委員会 Economic Commission for Europe) / WP29(車両構造作業部会 Working Party on the Construction of Vehicles)が主導的に作成したものであるが、現在WP29は自動車基準調和世界フォーラムに改称し、欧州諸国だけではなく、日本、アメリカ、カナダ、オーストラリア、中国なども参加し、世界的な基準調和を議論する場となっています。

ワイヤ関連の法規改定の動きも特にECEを中心に検討が進んでいます。ECE Regulationはカテゴリー別に111の規制が定められており、ワイヤ関連はR13HとR79が関係しています。

ステアワイヤ関連ではステアリング装置の法規のECE(UN)-R79で適用に向けた検討が行なわれており、日本へも早い段階での取り込みがなされてくるものと考えられます。

またブレーキワイヤ関連についてもECE(UN)-R13Hで、電子制御システムの安全要件として2001年に、「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ない文書化する。設計・製造過程に適切さを示すため文書に残し管理する。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。……など」の規定が追加されるなどブレーキワイヤ適用可能な環境が整ってきており、同規定追加によりメルセデスではブレーキワイヤシステムのSBCをまたトヨタではECBを採用しています。

今後ECE(UN)を中心として増々検討がなされていくものと考えられ、技術的クリアーと共に法規面の環境が整備されていくものと予測されます。

禁 無 断 転 載

2005年版

自動車バイワイヤ技術の現状と将来分析

価 格：92,400円（消費税込）

発刊日：2005年3月25日

発刊者：総合技研株式会社

カーエレ研究グループ

本 社：〒450-0002

名古屋市中村区名駅四丁目4番12号

中経ビル

TEL (052) 565-0935(代)

E-MAIL aam53300@nyc.odn.ne.jp

URL <http://www1.odn.ne.jp/sogogiken/>