
モータースポーツと環境対策

慶應義塾大学 経済学部

山中 悠太郎

「人生とは、二気筒のエンジンで 440 馬力を出すことだ。」

Henry Valentine Miller

目次

- 1、序論
- 2、自動車と環境問題
 - 2、1) 地球温暖化
 - 2、2) 酸性雨
 - 2、3) オゾン層破壊
 - 2、4) 自動車の環境問題の推移
 - 2、5) 自動車の環境問題の現状
 - 2、6) 自動車と環境問題の展望
- 3、モータースポーツと経済
 - 3、1) 効率性を競うモータースポーツ
 - 3、2) モータースポーツ概説
 - 3、3) モータースポーツの資金循環
 - 3、4) スポンサーと合理性
- 4、現在のモータースポーツと環境
 - 4、1) 規制のない環境対策
 - 4、2) スポンサー側の環境対策
- 5、レギュレーション提案
 - 5、1) 概観
 - 5、2) レギュレーション提案
- 6、まとめ

1、 序論

近年の急速かつ大規模な経済発展は、生産性を極度に向上させ、生産・消費活動の活動域を広げてきた。その反面で、これに伴って局所的、地域的、地球規模にわたる様々な環境問題が発生し、深刻な影響を与えている。これら環境問題は市場を介さない外部不経済が顕著になったもので、解決には外部費用の内部化が必要となる。

これに対して政府は法規、規制を行い外部費用の内部化を図っている。政府の企業に与える影響は大きく、企業の環境に対する関心は高まり、産業界は ISO14000 シリーズや環境会計、環境経営などによる環境改善努力が進んでいる。

そんな中、自動車産業は産業界のリーダー的存在として位置付けられ、自動車と環境の関わりは注目されることが多い。

自動車が発明されてから約 100 年経つが、この間に自動車技術は大きく発展し、2000 年時での世界の自動車保有台数は 7 億 4,871 万台に達している。我が国では、自動車は貨物輸送量全体の 91%、旅客輸送量の 74% を占めており、まさしく国民生活を支えているといえる。

環境問題への対応から、自動車の排出ガス低減は、ガソリン車は 1978 年度の排出ガス規制⁽¹⁾と二度にわたるオイルショックをきっかけに大きく進歩した。最近は超低排出ガス車も普及し始めており、2004 年上半期(4 - 9 月)新規登録台数 179 万 6548 台中、低公害車は 121 万 1045 台と 67.4% を占めた。保有台数では全体の約 16.5% となる約 829 万台となっている。

一方ディーゼル車は、技術開発が進み CO_2

排出ではガソリン車よりも優れ、かつ浮遊粒子状物質⁽²⁾も高いレベルで除去出来るようになってきている。欧州ではディーゼルは環境負荷の少ない内燃機関として認知されてきているようである。しかし日本ではディーゼル車は黒煙を撒き散らすという、環境に対し悪いイメージが強いのが現状だ。

このように自動車と環境の問題は、排出ガスレベルがもっとも注目されるどころだが、燃費向上 (CO_2 削減) やリサイクル、生産段階での省エネルギー (CO_2 削減) および廃棄物処理なども課題となっている。自動車と環境は非常に広範囲に及ぶものとなっており、ライフサイクル全般に対しての産業としての対応が必要となっている。又、将来の自動車には環境負荷を大幅に低減する燃料電池自動車の普及などが望まれている。

こうした環境への対策には多くの技術開発が必要であるが、先進的な技術開発を行っているモータースポーツ界からのフィードバックは大変重要なものである。本論では環境に配慮したモータースポーツ活動の重要性と推進の必要性について述べていく。

(1) 日本版マスキー法：ガソリン乗用車から排出される窒素酸化物の排出量を現状(1978 年当時)から 90% 以上削減するという規制。

(2) ディーゼル車の排気中の黒煙、タール状物質、硫酸ミストなどの粒子状物質のこと。

2、自動車と環境

モータースポーツについて考える前に、現在の自動車と環境の関連をみていく。

現在の地球環境はいくつもの大きな問題を抱えている。環境破壊が修復能力を上回ると破局への歩みは加速する。そして持続可能な成長が提唱され、汚染物質などの排出を早期に環境の自浄能力以下に低減して、破壊の速度を抑える必要がある。(図1)

持続不可能な経済

大量生産 大量消費 大量廃棄

生産：環境の再生能力を超える環境資源の利用

廃棄：環境の自浄能力を超える不用物の排出

活動：他生物を圧迫し絶滅に追いやる人間の活動

持続可能な経済

生産 消費 (循環型)

生産：環境の再生能力の中での環境資源の利用

廃棄：環境の自浄能力の中での不用物の排出

活動：他生物と共生しうる人間活動

(図1) 持続可能な経済への変革

(ジャパンタイムス、日本の大気汚染経験より)

2、1) 地球温暖化

地球温暖化の平均温度は100年間に約0.6℃上昇している。地球規模での海水面の上昇は過去100年間に10~25cmであり、この変化は地球の平均気温上昇に関連があると見られる。IPCC⁽¹⁾によると、2100年のCO₂排出量が1990年の3倍弱となる中位の予測

シナリオでは、2100年には地球全体の平均気温が1990年と比較して2℃上昇し、海面水位が約50cm上昇すると予測されている。さらに温室効果ガスの濃度上昇を止められたとしても、それ以降の数世紀にわたって気温上昇は続くと考えられ、海面上昇以外に世界各地で自然災害や生態系への影響が懸念される。

世界全体のCO₂総排出量は6,213百万トンであり、そのうち日本は約4.9%を占める。日本国内排出量の約21%を運輸部門が占めており、自家用乗用車からのCO₂排出が大きな影響を与えている。自動車のライフサイクルからCO₂の排出をみると、約85%が走行によることから、燃費の良いCO₂排出量の少ない自動車の開発、普及が進んできている。又、温暖化係数の高い亜酸化窒素(N₂O)に関しても排出量の削減を目指して、生成メカニズムの解明調査がなされている。COP3⁽²⁾では6種類の温暖化ガスを対象として1990年を基準として6%削減目標が設定されている。N₂Oやメタンは自動車以外の自然発生量も多いが、人為排出量の削減努力が必要である。

一方、排出されたCO₂を大気中から固定化、あるいは処理する技術開発は、触媒⁽³⁾を利用して燃料や原料を生成する、植物光合成を利用する、科学的な吸収吸着、深海貯蓄などがあるが、いずれも開発規模、スピードを大きくすべきである。

(1) 気候変動に関する政府間パネル

(2) 温暖化防止京都会議

(3) スウェーデンの科学者ベリセーリウス(1774~1848年)は1835年、それ自身は変化し

ないで、反応の種類や速度を変える物質の働きを触媒作用と名付けた。触媒作用をもつ物質が触媒であり、強く結びついた分子の結合を解放して分解する、別の物質を合成するなどの作用を行う。触媒は硫酸やアンモニアの製造に使われるほか、排気有害物質の浄化などにも利用される。

2、2) 酸性雨

酸性雨は土壌や湖などの水の酸性化をもたらす、直接的あるいは間接的に生態系に影響を及ぼすことが懸念されており、国境を越えた地球環境問題の1つとなっている。酸性雨の生成は、化石燃料の燃焼に伴って放出された NO_x ⁽¹⁾や SO_x ⁽²⁾が大気中の化学反応により酸性物質に変化して降下することに起因する。自動車の酸性雨への寄与度合いは明確ではないが、森林枯れ死など局所的な被害への関与が報告されている。排出ガス成分のクリーン化は酸性雨の面でも望ましい結果をもたらす。

(1) 窒素酸化物のことで、xは通常1か2。1なら一酸化窒素、2なら二酸化窒素となる。

(2) 硫黄酸化物のこと。(3)と同じでxが2なら二酸化硫黄となる。

2、3) オゾン層破壊

オゾン層は太陽光中の有害な紫外線を吸収して、地球上の生物を保護しているが、このオゾン層がフロンなどの人工科学物質によって破壊され、オゾンホールが拡大している。フロンは科学的に安定しているため成

層圏に達して強い紫外線により分解して塩素原子を放出し、塩素原子はオゾン分子を連鎖的に破壊するため破壊は長期にわたってしまう。モントリオール議定書締結当時はオゾン層破壊物質の規制は大きく前進したが、途上国での消費は増加しておりオゾン層破壊物質からの完全な脱却が急がれる。過去に生産された物質に関しては回収を完全にして、さらに無害化する必要があるが、その技術はほぼ確立されている。使用済み自動車などからの完全な回収を行えるかが課題である。

2、4) 自動車の環境問題の推移

19世紀末から20世紀初頭にかけて登場した自動車は、その利便性により急速かつ大量に普及した。日本では、1960年代からの高度経済成長を背景とし、急速なモータリゼーションが進んだ。しかし、それとともに都市部にはおいては、自動車の排出ガスに起因する大気汚染の問題が顕在化し、局所的な公害問題の発生につながっていった。そしてアメリカのマスキー法⁽¹⁾に影響を受け、日本では1978年には排出ガス規制が実施された。

マスキー法の影響により自動車業界は生産工場での環境管理体制が整えられ、次々と対策が打たれた。一方、当時としては厳しかった排出ガス規制に対して、各メーカーはしのぎを削って達成に向けて開発を進めた。さらに、1973年と1979年の二度にわたるオイルショックは省エネルギー、燃費向上の努力を加速し、代替エネルギー車の開発を促すことにもつながった。これらハードルの高い環境問題克服への努力は、その後、日本の自動車世界へ飛躍する大きな要因となった。

1990年代に入ると、地球温暖化などを中心

とする地球環境問題の関心が高まってきた。1992年地球サミットが開催され、持続可能な発展が提唱され、地球温暖化防止のためCO₂排出量の削減が叫ばれるようになってきた。これに伴い自動車の燃費はさらに改善されるようになってきている。

一方、大量生産に伴う大量廃棄と廃棄物処分場逼迫の問題が加わり、使用済み自動車に対するいっそうのリサイクル促進への要請が高まってきた。自動車はすでに75%から80%をリサイクルしているが、さらなる取り組みが必要である。

(1) 大気浄化法改正案第二章。

自動車排ガス中のHC、CO、NO_xの排出量を五年間で90%以上削減することを目標として規定。これに基づいて規制基準が設定された。

2、5) 自動車の環境問題の現状

製品開発段階

自動車の環境影響をLCA評価⁽¹⁾すると、CO₂の排出は走行状態が約87%を占める。これは、自動車のCO₂排出は開発段階での対策と、自動車の使用者の使い方が重要であることを示している。以下に排出ガス、燃費向上、リサイクルへの開発段階での対応を示す。

A 排出ガス：排出ガスで対策が必要な成分は、ガソリン車は、炭化水素⁽²⁾、一酸化炭素⁽³⁾、窒素酸化物⁽⁴⁾の3成分、またディーゼル車は、さらに黒鉛などの浮遊粒子状物質(PM)を加えた4成分であり、国の規制もこれらの成分

について実施されている。

排出ガスを低減するには、基本的にはエンジンシステムの改善であり、エンジン本体の改良、三元触媒⁽⁵⁾による後処理および電子制御が基本である。エンジン本体では、吸気系や燃焼室形状⁽⁶⁾の変更における空気流動の改善、燃料噴霧の微粒化⁽⁷⁾、直噴化⁽⁸⁾などによる燃焼方式の改善がある。後処理技術では、ガソリンエンジンでは、炭化水素、一酸化炭素、および窒素酸化物の3成分を同時に浄化する三元触媒、ディーゼルエンジンに対しては、3成分およびPMを削減するディーゼル用触媒やディーゼルパーティキュレートフィルター⁽⁹⁾がある。電子制御は、燃焼および後処理の最適化を図る技術であり、空燃比⁽¹⁰⁾や点火時期⁽¹¹⁾・燃料噴射時期の制御、排出ガスを吸気系に再循環して窒素酸化物を削減するシステムなどがある。

B 燃費向上：燃費向上には、エンジン、車体からタイヤに至る自動車全体の複合要素に左右される。具体的には、エンジンの効率向上、駆動系の効率向上、車両の軽量化および走行抵抗の低減が基本である。エンジンの効率向上では、ガソリンエンジンは希薄混合気を燃焼させるリーンバーン化⁽¹²⁾、直噴化による燃焼方式の改善、エンジン各部のフリクション低減、冷却損失⁽¹³⁾の低減がある。駆動系の効率向上では、トルクコンバーター⁽¹⁴⁾の駆動損失の低減、トランスミッションの多段化⁽¹⁵⁾やCVT⁽¹⁶⁾による駆動方式の改善が

ある。軽量化では、高張力鋼版⁽¹⁷⁾、アルミニウムなどの非鉄軽量金属、樹脂材料などの適用や部品の一体化などがある。走行抵抗では、タイヤの転がり抵抗の改良や走行時の空気抵抗の低減がある。

C リサイクル

リサイクル率を向上させるには設計段階からの対策が必要である。基本的には、部品を取りやすくする、部品から材料を分離しやすくすることなどである。

生産段階

自動車は生産段階においても、地球温暖化、大気汚染、廃棄物処理、水質汚濁、騒音など様々な環境問題に関わっている。以下に省エネルギーと廃棄物処理について述べる。

A 省エネルギー：省エネルギーの取り組みは、省エネルギー性能の高い設備の導入・更新、使用設備のエネルギー利用効率の向上および生産負荷の変動に対する効率的工程運用の三つが基本である。その効果をCO₂排出量でみると、1990年度に207万トンが、1997年度では189万トンまで約9%削減となっている。

B 廃棄物の削減：廃棄物削減の取り組みは、端材を再利用する工程内リサイクル、自動車製造以外へのリサイクルおよび熱エネルギーとしての回収の三つが基本である。これらの取り組みの結果、1990年度に351,700トンの廃棄物が1998年度では86,700トンまで約75%の削減となっている。

廃棄・リサイクル段階

一年間に全国で発生する使用済み自動車は新車販売台数とほぼ同じおよそ500万台である。うち100万台が中古車として海外へ輸出されるため、国内で処理されるのは約400万台である。最終処分場の逼迫および処分費用の高騰による不法投棄などの問題が顕在化してきている。ここで二つの動きとして、自動車リサイクル法とELV⁽¹⁸⁾指令がでてきた。以下で廃棄、リサイクルの現状について、自動車リサイクル法とELV指令についておよび最終処分場の逼迫について示す。

A 解体時の適正処理：解体を行う過程で出る廃油や鉛などを適正に処理し、汚染を防ぎ、再利用可能な部品を確実に取り外してリユース、リビルトしている。又、リサイクル率を向上させる工法や技術を開発し、得られた成果をリサイクル業者に情報提供するなど、連携した取り組みが進んでいる。

B シュレッダーダストの削減：使用済み自動車から発生するシュレッダーダストは、年間80万トン前後と推定され、現在そのほとんどが埋め立て処分されている。シュレッダーダスト削減にはリサイクル率向上とそれを支える法体系が必要となる。

C 自動車リサイクル法：2002年7月に成立した「使用済み自動車の再資源化等に関する法律」のことである。同法には新車購入者や車両所有者からのリサイクル費の徴収、自動車メーカー、輸入業者に対するフロン類及びエアバッグの有料回収義務づけなどが盛り込

まれている。すなわちより適切な処理が必要な部品やシュレッダーダスト等については、メーカーに回収を義務付け、廃棄物の最終処分費の高騰などによる費用増大の一部はユーザー負担でまかなうものである。

D E L V指令：2000年10月にEUが制定したものである。これによるとEU内におけるELVのリサイクル実行率を2006年以降85%以上に、さらに2015年をメドに95%以上にすることと定めている。2015年にリサイクル率95%を実現するには使用10年として(日本の平均が10.6年)2005年にはリサイクル可能率95%の自動車を設計、製造し始めなければならない。その理由から、同指令では2005年以降に販売される自動車のリサイクル可能率を95%以上にしておくこと、そしてこれを型式認証要件の中に含むことにした。ヨーロッパで販売する日本車も当然この対象に含まれる。リサイクル可能率を95%にするということは、リサイクル不能な材料をあらかじめ自動車には5%以上使わないよう設計するということだ。リサイクル率95%を実現するにはコストの問題が出てくるが、同指令はシュレッダーダストの削減にはつながるものである。

E 最終処分場の逼迫：リサイクルされなかった一般廃棄物は、最終的には最終処分場に埋め立てられる。一般廃棄物の場合最終的に埋め立てられるのは年間約1000万トン、産業廃棄物の場合年間約8000万トンにおよんでいる。有

限である国土に毎年これだけの量のゴミが埋め立てられるのだから、当然のごとく最終処分場の寿命は年々短くなっていく。全国平均で、一般廃棄物の場合最終処分場の残余年数は約8年、産業廃棄物の場合約3年といわれている。これは最終処分場の枯渇問題であり、枯渇性資源である最終処分場の節約を考えなければならない。

枯渇性資源としての最終処分場を節約するためには、二つの方法がある。第一は廃棄物を出さないような技術開発、システム構築を行うこと、つまり廃棄物の発生抑制を行うのである。第二は廃棄物をなるべくゴミではなくリサイクルによって資源として使いまわすことである。この二つの方法は、最終処分場を使わない技術と考えられる。どちらも自動車産業に改善の余地のあることである。

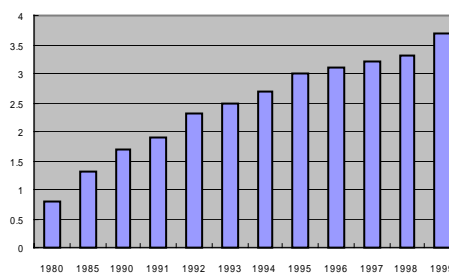


図2-1 産廃最終処分場の残余年数
x軸は年度 y軸は残余年数

社団法人 全国産業廃棄物連合会より

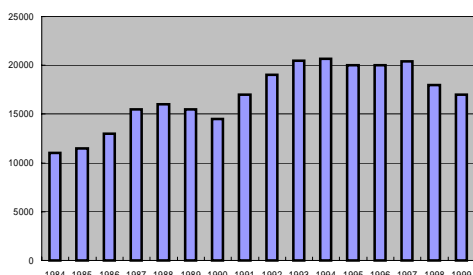


図 2 - 2 産廃最終処理場の残余容量

× 軸は年度 y 軸は万立方メートル

社団法人 全国産業廃棄物連合会より

- (1) LCA 評価とはある製品の原料の採取から製造、使用、廃棄に至る全ライフサイクルについて、環境(自然界)からどれだけ資源・エネルギーを取り込み、環境に対してどれだけ負荷を与えているかを数値化して定量的に評価するもの。
- (2) 水素と炭素からなる分子の総称。化石燃料は炭化水素が主成分である。すべての炭化水素は燃料になりうるが、炭素を含む為、燃やすと必ず二酸化炭素を発生させる。大気中に拡散するとオキシダントを生成するため、人間や動植物に害を与える。塗装や洗浄の工程で用いられるが、作業者の肝臓や神経系などに障害を起こす為、許容溶剤濃度が決められている。
- (3) 無色無臭で透明のガス。血液中のヘモグロビンと結びつきやすい。空燃比が理論空燃比より濃くなると、空燃比が 1 変化した場合、一酸化炭素濃度は 2% 変化する。
- (4) 一酸化窒素は無色無臭のガスであり、大気中で徐々に酸化して二酸化窒素に変わる。二酸化窒素は刺激臭を伴う茶褐色のガスであり、粘膜を刺激する有害物質である。窒素酸化物は炭化水素と共存する時、強い日光が当たると光化学スモッグを生じる。

- (5) 排気系に装着され、排気中の炭化水素、一酸化炭素、窒素酸化物を同時に低減させる触媒。炭化水素及び一酸化炭素の酸化に窒素酸化物が使われるために、窒素酸化物は窒素に還元される。この場合、酸素が過不足なく燃料を燃焼させる空燃比、すなわち理論空燃比に制御されることが必要になる。触媒物質としては白金、パラジウム、ロジウムが主体となり、これに希土類などの助触媒が加えられている。またリーンバーン専用の触媒も窒素酸化物を還元する瞬間は三元触媒である。
- (6) シリンダーヘッドと上死点時のピストンとで構成される空間。バルブ配置や数、点火プラグの位置、ピストン上面の形など多くの要素によってその形状は異なる。これらの要素はエンジンの諸性能や特性に大きな影響を与える。
- (7) 供給した燃料を、燃えやすい混合気が形成されるように、より粒径の細かい粒子とすること。ポートに燃料を噴射する供給する装置で平均 100 μm 以下、燃焼室に直接噴射する方式で平均粒径 20 μm 以下が要求される。
- (8) 燃料を直接シリンダー内に噴射し、火花点火により燃焼させるエンジン。圧縮行程後期に燃料を噴射場合と、吸入行程に噴射する場合とがあるが、いずれも直噴エンジンである。成層燃焼においては、噴射された燃料がシリンダー壁に付着したり、均一に混合されないよう直接噴射する方式となっている。燃料を圧縮行程の後半で噴射することによって、点火プラグの近くだけ着火容易な可燃混合気を供給する層状吸気による運転が可能となり、全体としては超希薄な空燃比による運転により、20% 近い熱効率の改善が実現されている。
- (9) Diesel Particulate Filter の頭文字をとって DPF とも呼ばれる。ディーゼル微粒子除去装置のこと。ディーゼルエンジンから排出される煤や未燃焼成分を捕獲するための濾過装置。

- (10) A/Fと表す場合もある。英語では air-fuel ratio と表し、シリンダーに供給された空気の重量を燃料の重量で割った値。特に酸素も燃料も余らせずに燃焼を終了する空燃比を理論空燃比と呼び、ガソリンの場合 14.7 となる。この理論空燃比よりも小さい状態を濃い(リッチ)、逆に大きい状態を薄い(リーン)と呼ぶ。三元触媒を用いる際は、酸素と燃料が過不足なく反応する理論空燃比になるようフィードバック制御を行う。
- (11) エンジンの回転速度が高いほど、また圧縮後のガス圧力が低いほど早めに点火し、ノッキングの発生に対しては、点火タイミングを遅らせるのが効果的。またエンジンの冷間時と温間時では要求される点火時期が異なる。以前は機械式ディストリビューターでの制御であったが、現在は電子制御により最適な点火時期を調節することが出来る。
- (12) 理論空燃比より薄い混合気を燃焼させることで燃費を低減し、燃焼温度も低下するため窒素酸化物の発生を抑える希薄燃焼であるが最近では技術の進歩により、遥かに薄い混合気を燃焼させることを指すようになった。成層燃焼により平均的に薄い混合気を燃焼させたり、急速燃焼で均一に薄い混合気を燃焼させる方向にある。最近では空燃比 20 を超えるレベルが常識となっている。
- (13) エンジンにとって避けることが出来ない損失である。膨張行程中にガスが冷却されることによりピストン仕事に損失が生じることをいう。燃料の持つ熱エネルギーの 20%以上が冷却系に捨てられているが、冷却損失にはピストン、シリンダー、燃焼室の金属材料保護のために必要な冷却や、保護する必要のない部分から冷却系に熱が逃げることで損失が生じる。ガソリンエンジンでは圧縮行程の終わりのガス温度が高すぎるとノッキングが発生するため、ガス温度の限界があり、やむを得ず冷却系に熱を捨てる。
- (14) ATの基本要素の一つクラッチに相当し、動力の伝達にオイルの流れを利用しトルクを大きく出来る。エンジンに直結したポンプ、オイルの流れを変えるステーター、出力メンバーであるタービンからなり、これらが密閉された一体のハウジングに収められている。エンジンが回るとポンプの羽根がオイルを動かし、オイルの流れはステーターの羽根で向きを変えてタービンの羽根に当たりタービンを回す。タービンはトランスミッションへの入力軸となる。オイルを通じて駆動力が伝達されるのでスムーズな発進が出来るが、アイドルリングでも僅かにトルクの伝達があるのでクリープを生じる。オイルを介しているので伝達効率が落ちる欠点がある。
- (15) 車両がエンジンで駆動される場合、終減速機との間でエンジン回転数を変速し、走行に適した可変する装置をトランスミッションという。低速走行時にはエンジンのトルクを増幅して発進や登坂出来るようにし、高速走行時には最高速が出せるように変速比を最適にする。また加速走行では、あらゆる車速から十分な加速力が得られるように各段位の変速比が設定されている。10年ほど前まではATで3速、MTで4速というのが平均的であったが、近年は多段化が進み、MTで6速、ATで7速というトランスミッションも採用する車が出てきた。多段化することによって各ギアの変速比がより接近するため、よりスムーズな加速性能を得ることが出来る。またあらゆる速度域でより最適な変速比を選択することが可能になったので優れた燃費経済性を実現している。通常ギア数を増やせば重量の増加を伴うが、トランスミッションケースにマグネシウムを採用するなどし、重量増を抑え、燃費向上に貢献している。
- (16) 変速比が無段階に変更できる変速機。大きなトルクには耐えられる構造ではなかったので、まず小

型車を中心に採用され始め、その後技術進歩により耐久性が向上し大型の大パワー車にも採用されるようになってきた。近年ミニバンなどのファミリーカーに多く採用される。

- (17) 低炭素鋼に少量の合金元素を添加し、一般の鋼板よりも引っ張り強さを向上させた鋼板のこと。軽量化の目的でボディの鋼板のうち25～35%使用されている。主な部品としてはフレーム、ピラー、メンバーに使用されている。
- (18) ELVは使用済み自動車(End of Life Vehicle)のこと。

2、6) 自動車と環境問題の展望

今後は、持続可能な発展を実現するために自動車は、大気汚染防止、地球温暖化防止、循環型社会への貢献がますます求められるようになる。このため、CO₂排出削減、生産段階でのゼロエミッション化、リサイクル率の向上およびコストの削減などが重要になっている。

熟成が進む既存テクノロジー

自動車の環境対応を進めるうえで重要なことは、その対策が世の中に受け入れられ、普及することである。このため、環境対策と自動車の利便性、経済性・低コストの両方が非常に重要な要素となる。この意味で、現在のガソリン車とディーゼル車の環境対応が、もっとも優先的な課題となる。ガソリン車はいっそうのCO₂排出削減を進めるとともに、近い将来、大気並の排出ガス清浄化が期待される。ディーゼル車は、CO₂削減にとって非常に重要であり、格段の排出ガス清浄化が期待されるが、さらに排出ガスを清浄化するには、硫黄分をほと

んど含まない軽油やGTL⁽¹⁾など燃料の技術革新と組み合わせた技術開発が必要である。

新エネルギー車

化石燃料の代替エネルギーとして、各種の新エネルギーの開発が進んでいる。天然ガス、電気、水素、メタノール、太陽光などの様々な代替エネルギーがある。現在もっとも注目を浴びているのは、水素を車に充填し、水素から電気を発生させ、その電気でモーターを回す燃料電池自動車である。水素を燃料として自動車を動かすもう一つの方法として、ほとんどガソリンエンジンと同じ構造のエンジンに対して水素燃料を使用することがある。この技術はBMWが熱心に開発を進めている。

水素から電気を作り出す方法には、水素を直接自動車に充填するやり方と、水素以外の材料を自動車に搭載した後、自動車の中で水素を作り出し、その水素を使って電機を作り出す方法の二つが考えられている。現在は前者が主となっていて、その中でも、水素を圧縮して貯蔵するやり方が有力となっている。

燃料電池車の普及には、水素供給のインフラ整備が第一である。現在実用規模の水素供給装置⁽²⁾を作ると、約3億円のコストがかかってしまう。政府は2005年までに水素の安全性を考え法規制を緩和する予定である。又、1台あたり億単位の製造費を、技術開発によってコスト削減する必要もある。

国や自動車メーカーは、地球温暖化防止への第一歩の役割をハイブリッド車が果た

し、燃料電池の技術が完成してくる 2010 ~ 20 年頃からその役割を徐々にバトンタッチしていき、そんなシナリオを考えている。

(1) Gas To Liquids の略で、天然ガスをガソリン、灯油・軽油などの液体燃料に変換すること。

(2) 2003 年度時で全国に 5 つ。

3、 **モータースポーツと経済**

3、 1) 効率性を競うモータースポーツ

モータースポーツは日本では決して人気あるとは言いがたいスポーツであり、多くの人があるの実態について知らないようである。そして反社会的なものである、という認識を持っている人も少なからずいるようである。確かに騒音・排気・速度などは市販車でのレベルとは大きく異なる。

モータースポーツといっても、その規模は様々であり、週末にナンバー付車両でサーキットに出向き趣味的に走行を楽しむものから、F 1⁽¹⁾ の様にビジネスのみならず政治的な要素までも含むようなものまである。上記の様に、反社会的であるという認識が生まれるのは、サーキット走行用に改造した市販車両で公道を走行するようなことに対して持たれているのかもしれない。

しかし本論で考えているようなモータースポーツは、F I A や J A F 公認規模のものとし、そしてそれらに使用されている技術は非常に高レベルなものである。性能はもちろん市販車とは比べ物にならないが、言い換えると極めて効率性が高いのである。

現在の内燃機関を動力源とする車の環境対

策技術は効率性の追求と言っても過言ではなく、市販車とモータースポーツで活躍する競技車両は効率性という面で重要な繋がりを有している。

第二章で挙げたことと重複するが、市販車で主に取り上げられる効率性とは、リサイクルを進めやすい設計、溶接・塗装のみならずアッセンブリーまでもロボットが行えるような部品の設計等数え切れないほどのことがあるが、モータースポーツと関連してくる効率性は燃費・空力特性・軽量化の三つが大きいだろう。

燃費はエンジンプロック⁽²⁾・クランクケース⁽³⁾・シリンダーヘッド⁽⁴⁾をはじめとするエンジン本体の設計、フリクションの少ない加工から、インテークシステム⁽⁵⁾やエキゾーストシステム⁽⁶⁾の最適化、エンジンのマップコントロール⁽⁷⁾など多くの要因が直接的に影響を与える。

空力特性もまた燃費に対する影響が大きい。空力特性は走行中の車に対して加わる空気力の特性を総称したものであり、これらの力は三方向の力と三方向のモーメントで表すことができ、これを空力六分力という。空気六分力は車速の二乗に比例して燃費、加速性能、最高速、操縦安定性、横風安定性などに影響を与える。空気六分力の中でも最も燃費に関連があるのが、車の前後方向に作用する空気抵抗である。空気抵抗係数はC D 値⁽⁸⁾と知られており、車のカタログでも高性能を謳う車種ではC D 値を公表しているのが機会があれば探してみるといい。理論的にはこの値が 10 % 小さくなると燃費は 2 % 向上すると言われている。

車の軽量化には数多くの効用が存在する。

軽量化の効用は燃費・最高速・加速性能・操縦安定性・ブレーキ・乗り心地・操作性・サービス性などがある。衝突安全面からも軽いほうが、エネルギー吸収量が少なくてすみよい面もある。車全体が軽いと入力加重が減り、各部品や部位の耐久強度は上がる。副次的には振動・騒音が伝わりやすい面もあるが、振動発生源が軽いとそのエネルギーは少ないので、振動・騒音はトータルでは減るといえる。さらにタイヤの磨耗や機械嵌合部の磨耗も減る。積載性の向上、耐久性の向上もある。

以上の三点は特にモータースポーツからのフィードバックが重要である。モータースポーツでは空力特性の研究開発は、車両にかかるドラッグ⁽⁹⁾とリフト⁽¹⁰⁾をいかに減らし、いかに強力なダウンフォース⁽¹¹⁾を得るかという点で行われるが、それによって得た結果はそのまま市販車に応用出来るものである。

また軽量化は多岐に影響し、バランスのとれた総合技術を必要とするので、軽量化技術はまさに自動車技術そのものと言っても過言ではなく、モータースポーツでの軽量化技術の進歩は市販車に直接結びつく。レースの世界では10年ほど前から使われていた軽量でかつ高剛性であるCFRP⁽¹²⁾やマグネシウム⁽¹³⁾も、最近では500万円クラスの車にもほんの一部ではあるが採用されるようになってきた。

燃費についてはモータースポーツ及び市販車の両者に重要である。市販車で燃費が重要であることは直感的におわかりいただけるはずだ。一方モータースポーツでは燃費がよいことは、燃費が良い分一度の給油で長く走れる事を示す。レース全体を通しての燃料搭載量が少なければ車両重量を減らすことができ、

ラップタイムは上がるのである。例えば現在のF1では一般に燃料を10kg少なくすると、ラップタイムは0.4秒ほど速くなると言われている。それだけモータースポーツでも燃費は重要なのである。往々にして燃費はパワーを代償にして得られるものだが、技術の進歩により高次元で燃費とパワーのバランスがとれるようになることは両者にとって望ましい。

モータースポーツと我々が利用する車が効率という面で深くつながっていることはわかっていただけたはずだ。しかし今まで及び現在はこれまで述べた様にしかつながっていないのである。つまりあくまでレース向けに開発された技術を有効に使い、結果として環境に優しい車を開発出来たと言える。レースの世界での技術というのは性能もコストも極端ではあるが、その内容というのは現在市販車に採用されている技術の何年も先を行っており、先行開発の意味も大きい。もしもその様な世界に環境に配慮をするという概念が入り、それに基づいて研究開発が行われたなら、環境対策技術の進歩のスピードは速くなるであろう。つまりマニファクチャラーズ⁽¹⁴⁾と環境対策という相反するものが組み合わせることが、自動車業界においては社会全体に利益を生み出すようになるのである。その為に二つの相反するものを組み合わせるような策を考えなくてはいけない。

(1) FIA規定のFormula One カテゴリーのマシンで、選ばれたドライバーによって戦われる世界最高の自動車レース。

(2) シリンダーブロックともいう。エンジンの骨格と

- なる部分で、ピストンが摺動するシリンダーと主運動系を支える部分で構成される。材質は鋳鉄かアルミニウム合金製である。エンジンブロックには非常に高い剛性が要求される。
- (3) シリンダーより下方で、クランクシャフトの回転部分を取り囲むように設けた壁面部分。クランクケースはシリンダーブロックの剛性確保に重要である。
- (4) シリンダーブロックとともにエンジンの骨格となる主要部分で、エンジン性能に最も影響を与える大型部品である。ピストンの頂点とともに燃焼室を形成し、吸気と排気のポートを備えている。その他にもエンジンの仕様によって点火プラグや燃料噴射装置を取り付けられるようになっていいる。材質は主にアルミニウム合金製。
- (5) 広義には、エアクリナー前方の空気取り入れ口からシリンダーヘッドの吸気ポートまでを指す。一般には、スロットルから後ろを指す。スロットルから後ろの吸気官の長さや形状はエンジントルク特性に直に影響を与える。
- (6) エンジンの燃焼室で燃焼したガスが車外へと排気されるまでの一連の流れ。排気管には三元触媒やサイレンサーが取り付けられている。それら一つ一つや排気管の形状によってエンジンの特性は大きく異なってくる。
- (7) エンジンの運転変数を両軸にとり、平面的に制御目標値を読み出し、エンジンをコントロールする方式。横軸にエンジン回転数、縦軸に軸トルク、インテークマニホールド内絶対圧などをとり、それぞれの交点に1パルスで供給する燃料の量、あるいはパルス幅、さらに点火時期などを決めておき、エンジン運転状態に対応して、これらのデータを引き出してエンジンを制御する。マップの制御がプログラム化されより最適に制御出来るようになっていいる。
- (8) coefficient of drag のことで、空気抵抗係数。抗力係数ともいう。
- (9) 空気抵抗のこと。
- (10) 物体を持ち上げようとする空気の力。揚力。走行中の車体に空気が下から潜り込んで持ち上げるような作用をする。速い気流のもとでは車体が吸い上げられる。ごくわずかな力だが、結果車両はハンドリングが低下し安定性が損なわれる。つまり揚力が少ないほどその車のデザインは優れているのである。
- (11) 車体を路面に押し付けるように作用する力。ウィングなどの空力装置によりダウンフォースを得ることで、タイヤの接地性を上げ、コーナリング性能を上げることが出来る。
- (12) 炭素繊維強化樹脂。俗にはただカーボンと呼ばれることもある。炭素素材で補強されたFRPのこと。軽くて強く弾性率が高いことを生かして、ゴルフクラブ、釣竿、テニスラケット、などにも使用される。車ではプロペラシャフト、ボンネット、モノコックフレームなどに採用される。非常に高価である。
- (13) アルミニウムよりも軽量。コストは割高。ステアリングホイールの心金、ホイール、外板、などに使用される。
- (14) レースマシンを製造している製造業者を指す。コンストラクターズと呼ぶ場合もある。これ以降、チームや参加団体といった表現も出てくるが講義でマニュファクチャラーズと同じである。

3、2) モータースポーツ概説

現在行われているモータースポーツに対して、環境対策を促す方策を考える前に、ある程度モータースポーツについての概要を知る必要がある。前の述べた通りモータースポーツといってもその規模は様々であり、その全てを把握することは難しい。その為本論ではF I A・J A F公認のレースを仮定するのだが、まずはF I AやJ A Fがどのような役割を果たしているのか以下に紹介をしていく。

F I AはFederation Internationale de l'Automobileの略称で、国際自動車連盟と言い、いわば国連の自動車版で、従ってモータースポーツに関する様々な国際ルールはこのF I Aで決定されることとなる。このF I Aのモータースポーツ部門は一時期、I S A = 国際自動車スポーツ連盟と呼ばれていたが、1993年からF I A世界モータースポーツ評議会(WM S C)と名称を変更している。J A Fをはじめ世界118ヶ国(2001年6月現在)がこのF I Aに加盟している。J A FはF I Aによって公認された我が国のモータースポーツ統括団体(各国1団体)として諸規則の判定、管理、競技会の公認、車両の公認など、日本国内のモータースポーツに関する統轄業務と国際関係業務を行っている。1964年の第2回日本グランプリで、J A Fは初めての国際競技を単独主催し、これは1973年(昭和48)まで続いたが、1980年以降は本来の業務、すなわちライセンスの発給、競技会の組織許可、記録の公認といった役割を果たすために、グランプリレースへの直接の参画は取りやめている。

次にレースの主催はF I AやJ A F公認の団体がオフィシャルとなり行う。場合によ

ては資金力のあるマニファクチャラーズが行うこともある。

以上のことに参加団体が加われば一つのレースが成立することになる。

3、3) モータースポーツの資金循環

前項の様に一つの競技が開催できる状態になったとしよう。だがその運営にかかるコストはどうなっているのだろうか。また競技に参加する団体はインセンティブなく参加しているのだろうか。もちろんモータースポーツに参加している人々は、車での競技が好きだからという理由があるだろうが、プロとしてレース業界で生計を立てている人もかなりいることが推測出来るのだから一つのレースに資金循環が起きているはずである。

モータースポーツの資金循環にはいくつかの種類があるわけではない。規模の大きな競技ほど一般形がよりよく当てはまる。というのも規模が小さい競技ではプロではなくセミプロの参加、有志での参加といったことがよくあるのである。規模の小さなという競技というよりも人気のない競技といった方が正しいかもしれない。人気のない競技に資金の循環が成立し切らない要因についてはこの項の最後に述べるとする。モータースポーツでの一般的なお金の流れを考える際には、F1の様な非常に規模も人気もある競技を想像するとよいだろう。

まずレースに関与するファクターを考えるとそれは四つあると言える。主催者、参加団体、サーキット運営団体、最後に参加団体もしくは個人につくスポンサーである。それ以外に各国政府が関与してくることもあるが、ここでは基本形としてファクターを以上四つ

と仮定する。(図3参照)

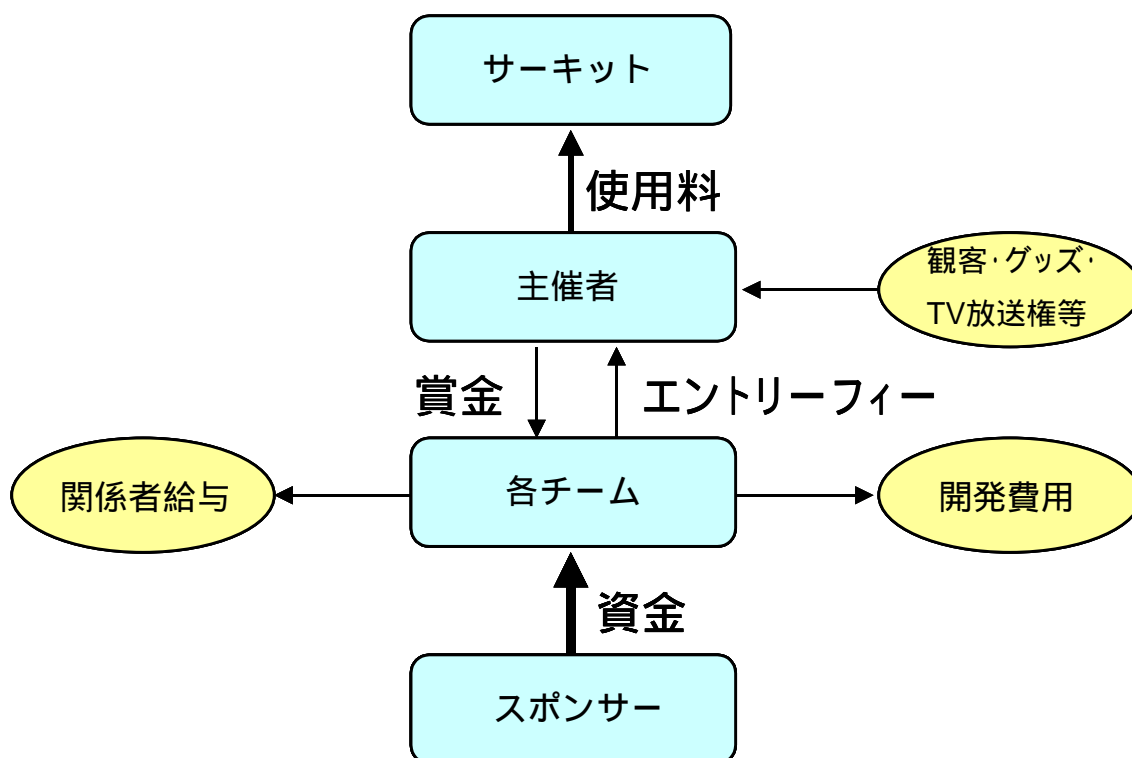
まず主催者は運営にかかるコストをサーキット側等に払う。もちろんレースでの優勝者等には賞金を支払う。主催者の収入源は参加団体からのエントリーフィーと観客からの入場料の一部である。これにF1など規模の大きな競技ではTVの放送権収入などが加わることになる。

サーキット側の出費は日々の維持管理費用となるが、FIAの公認を受け続けるためには、安全のためにFIAから命ぜられる改善指示に従い数年に一度改修工事を行う必要が生じることがある。サーキットの収入は観客

の入場料の一部と主催者からのサーキット利用料である。

参加団体であるが、まず支出は関係者への給与と研究開発費用とエントリーフィーが主なものとなる。そして収入源はスポンサーもしくはサプライヤーからの資金提供及び部品提供となる。

スポンサーはモータースポーツへの出資を広告宣伝費として行う。スポンサーは資金提供を行う代わりに、車両、ウェアなどに自社のロゴを入れてもらうのだ。そしてレース以外の広告宣伝活動に資金提供した参加団体やドライバーを起用したりすることもある。



(図3) モータースポーツの資金循環

レース参加団体に多く出資を行っているスポンサーは、チーム名に自社の名前を加えたり車両を自社のスポンサーカラー⁽¹⁾にしたりが出来るのが一般的である。2004年シーズンのF1チームでそのことをみてみよう。ウェスト・マクラーレン・メルセデスという名前の参加団体があるが、このマニファクチャラーズの名前はマクラーレン⁽²⁾であり、タイトルスポンサーを勤めるウェストというのはドイツのリームツマ・タバコ会社のウェストというブランドである。メルセデスはメルセデス・ベンツのことでありマクラーレンに対して資金提供と技術提供を行っている。この例以外にもほぼ全ての競技でほとんどのマニファクチャラーズがタイトルスポンサーを抱えており、マニファクチャラーズ名とタイトルスポンサー名が組み合わさりチーム名として世間には認知されている。車両やチームの色、チーム名がメインスポンサーの変更によって変わってしまうことから、レース参加団体への影響が大きいことが分かる。

参加団体の研究開発費は膨大な額に達することは、規模が大きな競技であればあるほどその傾向が強くなる。たとえ規模が小さくてもやはり相当のコストがかかることは必然であり、その額を賄う分だけの資金をスポンサーが提供することが必要となるが、人気がない競技だとそれが成り立たない。つまり人気がないと言うことは広告宣伝活動をしても効果あまり望めないのである。参加団体が必要とする費用分をスポンサーからの資金提供で賄えない場合は、資金の循環は成立しなくなってしまう。

-
- (1) スポンサーの援助を受ける代わりに、マシンのカラーリングをスポンサーの指定する色に塗ること。スポンサーカラーというアイデアをF1に持ち込んだのは、ロータスの創始者C.チャップマンで、黒地に金文字のJPSロータス、黄色に青文字のキャメルロータスなどが有名である。ウェスト・マクラーレン・メルセデスは銀と黒のグラデーションに赤のワンポイントである。多くのメジャーカテゴリーでタバコ会社はビッグスポンサーになっていたが、近年は広告規制によって厳しい環境にある。新しい傾向としては、IT関連企業がモータースポーツに参入する例が増えている。
 - (2) イギリスのマニファクチャラーズ。ニュージーランド出身のドライバー、ブルース・マクラーレンが1964年に設立。F1ではこれまで、ドライバー、コンストラクターズ合わせて19個のタイトルを獲得し、現在もトップチームの座にある。

3, 4) F1における広告

誰もがモータースポーツで一番に思い浮かべるカテゴリーといえばFormula One(以下F1という)ではないだろうか。F1は、テレビの視聴者数も非常に多く、各チームにも大企業と呼ばれる企業がスポンサーとしてついている。

F1で、スターティンググリッドに映し出されるマシンは、世界中の企業からの約15億ドルものスポンサーとしての支出の象徴であると言える。すべては、世界中の128国で1億6千万人いるといわれているテレビの視聴者への企業広告を目的にしたものである。これほど規模が大きく権威があり、年に19回も露出の機会があるスポーツは他には

無いに等しいのだから当然とも言える。スポンサーのF1チームへの資金提供の一番の利益は、企業のブランドとテクノロジーを、顧客に知らしめる機会であると言える。

F1だけでなくモータースポーツ界では近年、IT企業に代表されるような最先端テクノロジーを持つ企業が増えてきている。ライバルブランドの製品とテクノロジーに大きな差が無い場合は、ITの世界ではブランド価値が大きな意味を占めることになる。F1を始めその他カテゴリーのレースにも多くのIT企業が資金提供をしていることは、モータースポーツでの広告宣伝活動がどれだけブランドを高めるかということをも物語っている。

チームは常にスポンサーから活動と結果を評価され、毎シーズン、場合によっては毎グランプリごとにその契約が延長されたり、破棄されたりしている。もちろん結果がポジティブなものであれば契約延長さらには提供資金増加ということになってくる。

しかしIT企業をF1に引き付けるのには他の要素もある。それは、テクノロジー的なイメージが最先端テクノロジーを扱う企業には重要なのである。企業の関わりはステッカーを貼るだけにはとどまらない。チームの活動全てに広まり、チームのメンバーが使うノートパソコンやPDAなどによってトラックサイドからのリアルタイムのテレメトリーの通信にまで関係している。もしコンピューター関連の会社が、あるチームのスポンサーであれば、チームが使うコンピューターに自社のものを提供することで、そこにあるスーパーコンピューターは世界中の産業で使われているものと同じものであると主張し宣伝することが出来るのである。つまり、スポンサー

とチームの深い関係を通してチームがスポンサーのテクノロジーを使うことによって、説得力のあるメッセージを送ることが出来るのだ。

F1のチームのスポンサーにIT企業が増えてきた一方、それまでのタバコ広告は影を潜め始めてしまっている。

- 以下 BUSINESS LIFE February 2005 「DEALS ON WHEELS」より一部引用 -

BMW Williams のスポンサーである NiQuitin は、F1 に宣伝方法を見出した初の禁煙製品である。毎年 80 億円を資金提供していると言われており、そのロゴはアップパーノーズとコックピットエッジに配されている。NiQuitin の首脳陣は製品を喫煙者に売る必要があると考え、それ故、未だスポーツの中でタバコ広告が強いところに宣伝を行うことが一番手身近であるという戦略を立てたのである。

タバコとモータースポーツのつながりは 1968 年にまでさかのぼる。F1 の初期のスポンサーであった John Player は、後に Gold Leaf Team Lotus として世に知られる Lotus チームに、レッド・ホワイト・ゴールドのカラーを纏わせるために £1000000 を支払ったことが、タバコ広告とモータースポーツの関係の始まりと言われている。後にロータスのブラックとゴールドの John Player Special の配色と、イエローキャメルは F1 において最も有名な配色の二つとなったのである。(一部引用終わり)

F1 の中でタバコ会社から資金提供を受けていないのは 6 つのチームである。残りの 4

チームは未だタバコ会社がスポンサーではあるが、その期限は今年の終わりに迫っている。モータースポーツの統括をしているFIAは独自に、World Health Organization に従い2006年の終わりからタバコ広告を禁止することを決めていたが、2005年7月31日に、ヨーロッパ議会はタバコ広告を禁止することを決定したことにより、この期日は前倒しされることになった。このことは、例え世界中でレースが行われるとしても、チームはタバコ会社と関係を持ったままマシンを走らせることは出来ないということになる。もし法律が今からそれまでに変わらなければ、チームはタバコマネーを使わずに走るか、どの場所でもブランドなしで走るか、F1というカテゴリーがストップしてしまうことになる。

タバコ会社から資金提供を受けているチームの代表者は、タバコ会社の代替となるスポンサー探しに追われることとなるはずである。タバコ会社から資金提供を受けていた4チームはいずれも上位チームであり、圧倒的な資金のタバコマネーで開発力があつたことを考えると、タバコマネーを失い下位チームと開発力の差が縮まることが考えられる。

3、5) スポンサーと合理性

モータースポーツにはサーキットでのレース、ラリー等たくさんの競技が存在するが、どれもが時間、距離、速度を争うものであり、かつ車両とドライバーの限界を競うものである。つまり一つのレースやラリーに出場し望まれることは優勝をすることに他ならないのだ。優勝はドライバーのみならずチームのメンバーが渴望することであるが、なによりス

ポンサーの絶好の広告宣伝活動につながる事が重要なのである。

上記したように速く走りより上のポジションで競技を終わらせることは、モータースポーツでは合理的なことであるが、スポンサーがついている限りそれだけが全てではない。ポディウム⁽¹⁾やポイント圏内を常に目指すことが出来るチームは、全体うちの限られた上位のチームでしかないことが多く、下位のチームはメディアに対する露出と観客の注目が少なくなってしまう。スポンサーはあくまで宣伝広告活動が目的なのだからそれでは出資する意味が薄れてしまう。概して下位チームは上位チームよりもスポンサーからの出資額は少なく資金難に陥っていることが多々あるが、チーム側もスポンサーもしくは出資金をより多く得る為に、宣伝広告活動として合理的な行動をとる必要がでてくるのである。ポディウムは望めないが宣伝広告として合理的な行動というのは、つまりは目立ち注目されることである。

10年ほど前の市販車ベースのレースで、あるタイヤメーカーをメインスポンサーとして活動していたチームがあつたが、そのチームはまさしく下位チームであり、芳しい成績を残すことが難しいという状況があつた。そのチームの車両が装着するタイヤはメインスポンサーが供給するものであつたが、当時のそのタイヤメーカーのタイヤの特性が、新品の状態から10ラップ程は極めて高いグリップ性能⁽²⁾を発揮しその後熱により急速にグリップを落としていくというものであり、そのことを利用してチームは下位チームとして合理的な行動に出たのである。その行動とは初めの10ラップのみを想定し燃料をわずか

だけ積み、10ラップ目までを他車より圧倒的に早いタイムで走るというものであった。そして10ラップ目を過ぎタイヤの性能が低下し始めると、たとえトップであってもリタイヤするといものであった。これを何レースか繰り返したのだが、そのことによってリタイヤはするものとにかく最初はトップを走る速いチームとしてそのチームとスポンサーは知名度を上げたというエピソードがあった。この行動はモータースポーツの良くない面であることは否めないが、スポンサーの影響が大きい中では合理的と言えるのではないか。

もうひとつ参加団体に大きく影響を与えるものがある。それはレギュレーション⁽³⁾である。レギュレーションはFIAの規則が大本となりJAFなどの国別の規則が定められるものであり、レギュレーションが効力を発している期間は、参加団体は遵守しなくてはならずその影響は大きい。

今までのことより、一般的にモータースポーツに参加するチームの行動を決定しうる大きな要因はスポンサーとレギュレーションであると言える。通常の社会に置き換えるなら、チームにとってスポンサーはお金であり、レギュレーションは法律なのである。つまりこの二つと環境対策とを組み合わせることで、マニュファクチャラーズが環境対策技術を研究開発する動きを作り出すことができるはずである。

定に関する技術規則がある。FIAの規則が大本となりJAFなど国別の規則が定められる。

4、 現在のモータースポーツと環境

これからの新しい方策を考えていく前に、現時点では具体的にモータースポーツ内ではどのような環境対策がとられているのか把握する必要がある。また、JAFは環境方針を掲げておりさらにISO14001も取得しているが、それはモータースポーツにも反映されているのだろうか。

4、 1) 規制のない環境対策

では具体的に例を紹介していこう。ここで挙げる環境対策はあくまで筆者が集めた情報であり、全てではないことに先に注意しておく。

まず多くの競技で採用されているのが、競技車両のエキゾーストシステムへのサイレンサー⁽¹⁾装着の義務付けである。エキゾーストシステムをフルストレート構造⁽²⁾とした場合の排気音の大きさを知らない人が多いだろうが、フルストレートの場合近接排気騒音⁽³⁾で120dB⁽⁴⁾を超えることもあるのである。環境基本法(平成5年法律第91号)第16条第1項の規定に基づく騒音に係る環境基準では、生活環境を保全し、人の健康の保護に資する上で維持されることが望ましい基準では、日中の住宅地では55dBとされている。また市販車では近接排気騒音で76dBという車種もある。120dBというのは飛行機のエンジン近くの騒音と同レベルであり、その騒音の大きさを測り知ることが出来

(1) 表彰台のこと。

(2) グリップ力が高いと旋回の安定性や限界旋回性能が向上し、一般には好ましい。

(3) 競技規則。レース運営に関する規則と、車両の規

る。排気音を抑えることは必要不可欠考えられるかもしれないが、サイレンサーの装着はエンジンの高回転域での排気効率の低下を招き、結果エンジンのピークパワーを落とすことに繋がってしまうのである。⁽⁵⁾ この事から以前はサイレンサー装着の義務は極めて少なかった。装着義務が浸透し始めたが、現在採用されている装着義務は実はまだ極めて曖昧なままなのである。装着を義務付けているのが競技のレギュレーションであったり、サーキットであったりするのである。また、排気音の基準値も曖昧もしくは設けられていない場合が多い。具体的な基準値が与えられていても開催地の立地条件によって変わるような例もある。

もう一つは競技車両への三元触媒装着義務である。先ほどのサイレンサー装着義務が地域環境への配慮だとしたら、触媒装着義務は地球環境への配慮である。この義務に関しても曖昧な点が多く、サイレンサーと同じくレギュレーションやサーキットによって区々なのが現状である。基準値は日本の法規をクリア出来ればよい。触媒もまた排気効率を低下させる要因となり、効率の低下はサイレンサー以上である。この為最近では一般的に自動車メーカーが採用している触媒よりもはるかに排気抵抗が少なく、基準をクリア出来るスポーツ触媒というものが開発され販売されたりするようになってきている。まさしく環境対策が生み出した技術進歩の一例といえる。

例えばD1⁽⁶⁾という競技では、そのものが公道から人気が出たドリフトを行う競技であるから、D1での競技車両がドリフトを行う観客達への影響が大きいと見え、触媒もサイレンサーも装着を義務付けている。D1はあ

くまで市販車をベースに行うものであるから、それらの車両の効率性を低下させずに環境に配慮する技術は、市販車へと直結するのである。

またラリーではSS⁽⁷⁾で公道、林道をコースとして使用する上に、リエゾン⁽⁸⁾が公道であり一般車両と一緒に走るので、道路交通法もしくはそれと同等の法規によって車両は規制されている。SSで林道を走行する場合にコース脇の木々に損傷与えることもあるが、その様な場合には主催者が損傷を受けた木々を修復する、新たに植林するといった配慮も行われる。

以上現在とられている環境対策を挙げたが、これら全てレギュレーションを決定している主催者、もしくはサーキット運営者により行われているものなのである。JAFやFIAは環境指針を掲げておりそれに基づいた活動を行っているが、具体的な活動は全て市販車を視野に入れたものでしかない。つまりモータースポーツに対してのポリシーも具体的な活動もとっていないのである。JAFやFIAの協力を得ることによって曖昧な環境対策は確実性のあるものへと変わっていくはずである。もちろん本論で考える方策にもそのことは必要不可欠である。

(1) サイレンサーはイギリス英語で使われる。アメリカ英語ではマフラーと呼ばれる。排気吐出音や吸気音を低減する装置のこと。排気消音機は一般にマフラーと呼ばれていて、排気騒音を低減する。特に排気音を低減する主要部分をサイレンサーと言ってマフラーと区別する場合もある。

- (2) 排気管において三元触媒やサイレンサーなどの排気抵抗となる部品を装着しない状態。抵抗体を装着しないことによって排気圧力は低下する。排気圧力は吸入空気量の二乗に比例して増大するので、エンジンが高回転時においてポンピングロスが低減しエンジン出力が大きくなる。
- (3) 停車している車が排気管開口部から発する騒音の大きさをいう。近接排気騒音は日欧では規制されている。測定方法は通常、エンジン最高出力発生回転数の75%の回転数で、連続して五秒以上無負荷運転している状態からスロットルペダルを急に離した際の騒音の最大値を、排気管開口部と同じ高さで後方0.5m、斜め45度の位置のマイクロフォンで測定する。日本の規制値はフロントエンジンで96dBとなっている。
- (4) デシベルと読む。音や振動の大きさを表す単位。
- (5) 排気管内に抵抗体を装着するとエンジン出力が低下するのが一般的であるが、エンジンが低回転時にはトルクが低下してしまう傾向にある。またマフラーの太さや材質、エキゾーストマニフォールドから排気管開口部までのマフラーの取り回しによってエンジン出力特性は大きく異なる。
- (6) D1 Grand Prix のこと。今までのモータースポーツと異なり、速さやタイムを競うのではなく、いかに観客を魅了させられるドリフトが出来るかを競う競技。2001年より開催。
- (7) 一般道を舞台に開催されるラリーだが、その中でも他の交通を完全に遮断し、ラリーカーが全開走行でタイムを競う区間のことを、スペシャルステージ(S S)と呼ぶ。ラリーでは基本的に S S タイムの合計が少ないドライバーが優勝することになる。
- (8) 別名ロードセクション。 S S と S S を、あるいは S S とサーピスをつなぐ区間を意味する。 S S ではないためタイムは計測されていないが、基本的

に競技区間で定められたルートを外れることは出来ない。決められた時間内に移動できればよい。リエゾン(S S)と異なり一般車の通行する公道を使うので、時折観客の車で渋滞が起きる。渋滞をすり抜けて急ぐラリーカーもいるが、一般車と同じく交通法規が適用されるのでスピード違反で捕まるラリーカーも多い。

4、2) スポンサー側の対策

前項で見てきた環境対策は、主に競技車両を規制するものであった。騒音や排出をする主体がその低減をすることはごく自然であるが、規制することでしか環境対策は出来ないものなのか。レースを構成する四つの主体の一つであるスポンサーにも焦点をあててみることにする。

現在スポンサーが行う環境対策活動は、フォーミュラ・ニッポン⁽¹⁾でのコスモ石油が有名であり、極めて少ないスポンサーサイドの活動であろう。以下コスモ石油を具体例として採り上げ、その効果と問題点について述べていく。

コスモ石油株式会社はフォーミュラ・ニッポンにおいて、コスモオイルレーシングチームセルモのタイトルスポンサーでありかつオイルのサプライヤーである。コスモ石油は単なるスポンサーではなく、オイルの製品開発としての目的もあり、チームの一部としてフォーミュラ・ニッポンに参戦をしている。

コスモ石油の活動とは、フォーミュラ・ニッポンにおいて主催者の株式会社日本レースプロモーションの賛同を得て、環境に配慮したモータースポーツイベントを目指し、排出権を1シーズンのレース全戦にわたり提供す

るというものである。その為 CO_2 フリーのレースが実現したというわけだ。(図4参照)

コスモ石油株式会社は、2001年6月、オーストラリアで排出権のオプション契約⁽²⁾を交わし、このオプション権を使用することで、 CO_2 換算71,489tを購入している。これを上記のレース活動へと割り当てているほかに、ホームページ上で1tにつき500円で、「二酸化炭素吸収証書」を提供している。また2002年12月中に給油されたガソリン4,846klから排出される11,195トンの CO_2 に対して、購入した排出権の一部を充当し、 CO_2 フリーガソリンとする試みも行っている。

コスモ石油の活動は環境対策に対して大変有効なものであるが、その問題点はどのようなものなのか。まず、チーム側から充当された排出権分の費用を受け取っていない点が挙げられる。コスモ石油の場合スポンサーとしてのみならずレース活動にも参加しているので、チームとコスモ石油は一体と考えることも出来るが、一般と同じくチームとスポンサーが独立していると考え、費用を受け取らないことは非合理的な行動と考えることができる。また排出権を充当し CO_2 フリーのレースを実現したということで、企業の環境に対するイメージが良くなるといった点で、費用の代わりに広告宣伝効果を得ていると考えることが出来るが、後々他のスポンサーが同じことを始め、数多くが排出権を充当するようになれば最初の頃のような広告宣伝効果は得られる可能性は低い。

次に、マニファクチャラーズが環境対策技術の研究開発を行うインセンティブがないことが挙げられる。マニファクチャラーズ

はこれまで通り速く走る為の空力や軽量化の研究開発は行うだろうが、3章の1項で述べたようにそれは市販車にフィードバック出来る技術でしかない。マニファクチャラーズの研究開発方針の一つに環境対策という概念が入ることで得られるものは大きいと期待できるが、例えそのような枠組みが出来上がっても、スポンサーによる排出権充当はマニファクチャラーズが環境対策技術の研究開発を行うインセンティブを失わせることとなりかねない。

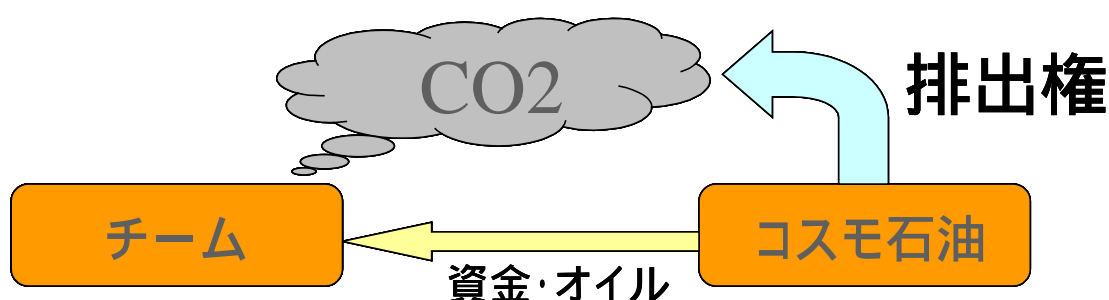
最後に、 CO_2 フリーは市販のガソリン車にも適応できるのかという点が挙げられる。ガソリン消費者に自己の CO_2 排出分排出権価格を負担させることは、ガソリンの需要低下が想定できガソリンを供給する企業側からは望ましいことではない。逆に排出権の費用を企業側が負担することも収益を圧迫する。以上のことから、重要なことはマニファクチャラーズ側がレースで環境対策に対する負担を負うこと、そしてなにより環境対策技術の研究開発を行うインセンティブを持つことである。また3章4項の最後に述べたようにマニファクチャラーズの行動を決定する要因はスポンサーとレギュレーションであることも忘れてはならない。これらを踏まえ次章で新しい枠組みを論じていく。

(1) 1995年までヨーロッパの国際F3000選手権と同等の規則に従って開催されていた全日本F3000選手権が、フォーミュラ・ニッポンの前身である。国際F3000選手権は、96年から使用車両がワンメイク化されるなど大きな規則変更が実施

されたが、日本では国際F3000とは一線を画す規則を作り、日本独自のフォーミュラ・カテゴリーとなった。

(2) 2001年から2012年の11年間にわたり、

ユーカリの木が吸収する二酸化炭素[当初予測合計 280 万 t-CO2 (換算)]に対する排出権をコスモ石油が毎年優先的に購入できる権利を取得する契約



(図4) コスモ石油の取り組み

5、レギュレーション提案

5、1) 概観

今までの章で既存のモータースポーツが抱える環境対策に対する問題点が明らかになってきた。これまで市販の自動車業界では、早い時期から環境問題への取り組みが注目を集め、業界では数々の改善が行われてきたが、モータースポーツ業界は競技という特殊性から同じ自動車であるにも関わらず、環境への配慮は叫ばれてこなかった。しかし地球環境問題の関心が高まり、持続可能な発展のために今まで以上に環境を配慮した経済発展が必要となる今、自動車はさらなる環境対策技術の進歩が絶対となってくる。そんな中、先進

的な技術を研究開発するモータースポーツにも地球環境は切ることができない関係となっていくはずである。その為モータースポーツと環境を結びつける問題点を解決することが重要となる。

これまで論じてきた内容はすべて特定の競技ではなく、あくまで一般的な代表的な事柄であった。その為これから論じること一般形で考えていく。だが前にも述べたように、ある程度資金循環が成り立っている、規模の大きな競技であるほうが一般形は当てはまりがよい。

また自動車に影響を与える環境問題は2章で述べたように、温暖化問題、酸性雨、オゾ

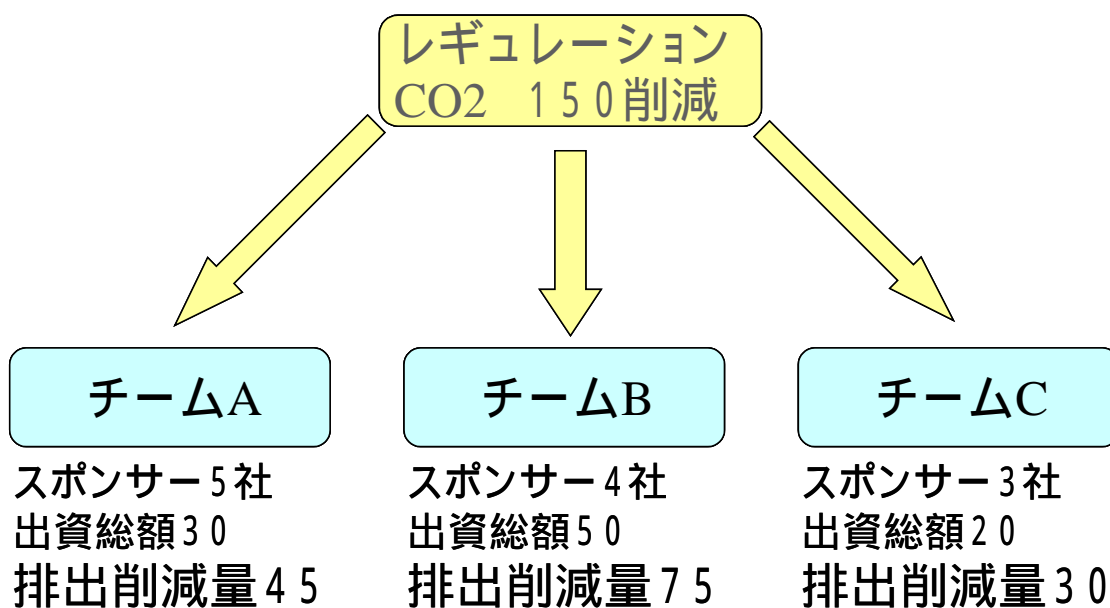
ン層破壊、リサイクル問題などであるが、モータースポーツで活躍する競技車両で焦点を当てなければならないのは温暖化や酸性雨の問題である。もちろん競技車両が直接的に及ぼす影響は車両台数から考えて無いに等しいが、技術が市販車にフィードバックされる点で極めて重要なのである。オゾン層の問題はフロンガスに起因するものであるから、エアコンを搭載しない競技車両に改善技術を望むのは無理である。同じくリサイクル問題も、極めて少ない車両台数と、部品のほとんどがワンオフ⁽¹⁾品であることから改善技術は望めない。よってこれから先の提案では地球温暖化問題を要とし、排出ガスに焦点を絞ることにする。

(1) 量産を目的とせず、ショーカーや注文生産などの目的のために1台だけ作られたもの。

5、2) レギュレーション提案

マニュファクチャラーズの行動決定要因の一つがレギュレーションであるから、その中に環境のための規制は必ず必要である。またもう一つの要因であるスポンサーは、マニュファクチャラーズに影響を与えるが、レギュレーションでスポンサーが関係する記述がある場合には影響を受ける。その為スポンサーと環境を結びつける場合もレギュレーションを使うこととなる。

まずレギュレーションに必要なのは競技車両への三元触媒の装着義務である。触媒の装着は前記した通り高い排気抵抗をもたらし、エンジン出力を低下させることにつながるが、触媒を三成分の低減性能は同じでも、より抵抗の少ない高効率を開発することへとつながっていく。そのようにして開発された触媒はデチューンすることなく市販車へと使用できるものだろう。



(図5) 排出削減総量の振り分け

次にレギュレーションによる1シーズン当たりの前シーズン比CO₂排出削減総量の決定である。そしてその排出削減総量を各マニファクチャラーズが受けているスポンサーからの出資総額をそれぞれのマニファクチャラーズごとの比に換算し割るのである。図5を参照して頂きたい。今A、B、Cという三つのマニファクチャラーズが存在するでしょう。Aには五社のスポンサーが付いており出資総額は30である。Bには四社のスポンサーが付いており出資総額は50である。Cには三社のスポンサーが付いており出資総額は20である。そして排出削減総量が150と定められていた場合、それぞれAは45、Bは75、Cは30の排出削減が義務付けられるのである。各々のマニファクチャラーズからのCO₂排出量は燃料消費量から計算することができるので、削減量については把握することは容易である。また燃料も主催者もしくはFIAやJAFが一元管理しているので各マニファクチャラーズの燃料消費量は把握できる。また、プラクティス⁽¹⁾などでそれぞれの燃料消費量は異なるが、排出削減量の指定はクオリファイ⁽²⁾とファイナル⁽³⁾を通してのものでいい。これはあくまで排出削減をさせるのは、技術革新を狙ったものであるが故であり、セットアップの為にプラクティスとクオリファイ及びファイナルで異なる仕様の車両もしくはエンジンを使用することはあり得ないからである。クオリファイとファイナルを通しての排出削減を要求するのは、クオリファイ後給油なしでファイナルをスタートさせるレギュレーションがあるた

めで、一般形としてそのことを考慮するからである。

各チームへのスポンサーの総出資額は主催者なりFIAなりJAFが正確に把握をする必要がある。これは監査法人による承認で正確性を確保できる。

このレギュレーションのメリットは、まず高効率なCO₂排出抑制技術が研究されることである。排出削減が決められているということは、燃料の削減量が決められているということであり、それは燃費の向上をしなければならないことを示す。もし燃費の向上が出来ないようであれば、エンジン出力を落とすことで対応しなくてはならない。当初はエンジン出力を落として対応するところもあるだろうが、速さを競うモータースポーツでは、マニファクチャラーズはエンジン出力を出来る限り落とさないように新しいエンジンや車体を開発するはずである。そこから革新的な技術が生まれることが大いに期待できるのである。またこの排出削減量を、1シーズンごとに徐々に増やしていくことで、持続的な燃費改善の研究開発が進められることが考えられる。

各マニファクチャラーズにスポンサーからの資金提供の額に差異があることも、このレギュレーションでは影響が大きくなる。往々に上位チームはスポンサーからの出資額が大きく、逆に下位チームは出資額が小さい。その為このレギュレーション下では、上位チームは下位チームより多くの排出削減を要求されることになり、エンジン出力低下の割合は大きくなる。つまり上位と下位のチームで

出力低下に差異が生じ、性能がより拮抗することが期待できる。もちろん数年間効力を発生するレギュレーションで、排出削減量が一度定められただけでは、上位チームは下位チームより削減量が多い分だけ燃費の改善が進み、いずれ上位と下位の差は開いてしまうだろうが、1シーズンごとに前シーズン比での削減量を定めるようにすればその問題点は解消される。シーズン終了後に下位チームが上位に上がってくれば、スポンサーからの出資額は増えることが予想されるので、1シーズンごとの排出削減量振り分けにより、シーズンごとに上位と下位の性能は拮抗を続けることとなる。

-
- (1) 予選・決勝の前に、レース主催者が時間を決めて行う練習走行をいう。公開練習とか公式練習とも呼ばれる。予選を兼ねたプラクティスもあるが、予選を含めない場合はフリープラクティスと呼ばれる。
 - (2) 英語の、資格を得るという意味の動詞。転じて予選レースのことを指す。決勝レースへの出走権と、そのスターティング・グリッドを決めるために行われるタイムアタックである。
 - (3) 決勝レースのこと。

5、3) 検討すべきこと

前項で挙げたレギュレーションは、環境対策技術の進歩に大きな力となるであろうし、各マニュファクチャラーズの性能が拮抗しレースをよりおもしろくできる可能性を持っている。

しかし問題点はないのだろうか。問題点は

環境対策技術を研究開発しなくてはならぬことによる各マニュファクチャラーズの研究開発にかかるコスト増加である。どんな競技でも毎年のようにレギュレーションが少しずつ変更されているが、それが安全面とコスト削減の二つの理由から行われているとすれば、コスト増加は各マニュファクチャラーズにとって重大な意味をなすことである。特に下位チームは、排出削減量が少ないにしてもコスト増加は受け入れられないものかもしれない。また上位チームは、下位チームとの性能差が縮まることを嫌い、コスト増加を理由に反対することが考えられる。

こういった問題点を乗り越える為には、やはりレギュレーションを決定もしくは承認しているFIAやJAFの前向きな姿勢が必要となってくる。

また各競技で活躍しているマニュファクチャラーズの多くが、自動車メーカーそのものであったり、メーカーと技術提携をしていたりする。それ以外のマニュファクチャラーズでも、エンジンはメーカーからの供給を受けていることがほとんどなので、自動車メーカーが関わっていないことは無いに等しいと言っても過言ではない。自動車メーカーが技術提携をしている場合とエンジンを供給している場合は、マニュファクチャラーズにとって自動車メーカーはスポンサーであると扱うことが出来る。近年自動車メーカーは環境への取り組みが重要視されており、各社とも社会的イメージ向上のために、実際ほとんど全てのメーカーが環境対策に力をいれている。そんな自動車メーカーがスポンサーについているのだから、環境に配慮したレギュレーショ

ンへの変更は自動車メーカーの理解を得ること
で現実的なものにすることが出来るのでは
ないだろうか。

6、 **まとめ**

モータースポーツには様々な競技があり、
それぞれ特徴と見所を有している。市販車を
ベースにレースを行うものから、フォーミュ
ラマシンの様にワンオフ製作されたマシンで
レースをするものもある。だがどれにも共通
することは、エンジンの回転を動力に利用し
ていることである。つまりどの様な競技であ
っても石油をエネルギーとし、排出ガスを吐
き出しているのである。

市販車でなく競技車両であるので数が少な
く、競技車両の排出ガスの総排出量は問題と
されることはなかった。だが最先端の技術開
発の場となるモータースポーツと環境に関わ
りを持たせることは、明らかに有益なことで
あり進めるべきことである。昨今レギュレー
ションの変更により、速すぎる速度を落とそ
うという試みがあるが、ただスピードを落と
す為だけに排気量を小さくするよりは環境と
性能がトレードオフであることを利用してい
くことで、失うだけでなく新しい何かを生み
出す動きをつくることは、ただ制限を厳しい
ものにするよりは望ましいのではないか。

車は移動手段でありながら、自由の概念の
塊である。自分の好きなところに、好きなよ
うに、好きな時間に行くことが出来る。個人
の自由で走り方を決められるなら、必然的に

人より速く走ろうとする者がいる。故に動く
機械としては唯一スポーツとなった。

しかし自由であるが自在ではない。自由にも
節度が必要だ。公道であれば法規を、サー
キットであればレギュレーションを遵守しな
くてはならない。自由であるが自在でないの
は自然環境も同じである。環境の利用は自由
であるはずだが、自在でないと認識しなくて
はならない。自由にやり過ぎて環境容量を超
えれば、失われるものは多い。失ったもの
を取り戻すには、長い時間とコストがかかり自
在に元に戻すことは出来ない。

自在とは束縛も師匠もなく、心のままにあ
ることだが、一方自由とは一定条件の上に成
立するものであり、無条件的な絶対の自由は
人間には存在しない⁽¹⁾。環境と自由の二点か
ら考えれば、最適な環境への条件を示し、自
由を最大にすることが必要と言える。

(1) 広辞苑より引用。

参考文献

- 『大車林』 三栄書房株式会社 2003年
- 『オートモティブ・テクノロジー2004 戦略編』 日経BP社 2003年
- 『自動車のメカはどうなっているか シャシー/ボディー系』 株式会社グランプリ出版 2002年
- 『自動車のメカはどうなっているか エンジン系』 株式会社グランプリ出版 2002年
- 瀬名智和 + 桂木洋二著 『エンジンの科学入門』 株式会社グランプリ出版 1997年
- 『F1 グランプリ特集 特別編集 2004-2005 GRAND PRIX YEAR BOOK』 株式会社ソニー・マガジズ 2004年
- BUSINESS LIFE February 2005
- JAF <http://www.jaf.or.jp/>
- FIA <http://www.fia.com/>
- コスモ石油株式会社 <http://www.cosmo-oil.co.jp/>