

≡ ≡ ≡ 総 説 ≡ ≡ ≡

自動車用樹脂材料， 部品の技術動向

Trends in Plastic Materials and Parts for Automobiles

水谷 治 靖 *

1. はじめに

自動車のプラスチック化の歴史は、1950年代の内装部品より始まり、その時代の自動車の課題に対応しながら採用されてきている。近年、自動車用プラスチック部品に対する課題も、ユーザーの価値観、社会環境の変化により大きく変化してきており、従来の高機能、高性能、軽量、低燃費、快適性、低コスト重視に加えて安全性、環境適合性、グローバル性が求められるようになってきた。従来より、材料の高機能化には各種機能部材やポリマーとの複合化（ポリマーアロイ）等が行われ

てきた。材料での複合化とは、二つ以上の材料の組合せにより、それぞれ単独の材料の長所をできるだけ保ちながら短所をできるだけ少なくすること、あるいは、それぞれ単独の材料とは全く異なる性能、機能を付与することと定義されるが、外観、触感と強度、剛性の両立化のように要求品質が多様化している昨今では、一つの材料でそれら要求特性を満たすことは困難であり、新工法を含めた部品の複合化も活発に図られている。

本報では、自動車用材料、部品の複合化技術動向について解説し、今後の材料への期待について述べる。また、複合化の進展とともに複雑になっ

表－1 普通・小型乗用車における原材料構成比推移

		1973	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1997	2001	
鉄鉄		3.2	3.2	2.8	2.2	1.7	1.7	2.1	1.8	1.5	
普通鋼材		60.4	61.6	60.5	59.5	57.7	56.9	54.9	52.1	54.8	
特殊鋼材		17.5	16.1	14.7	14.3	15.0	15.1	15.3	16.9	16.7	
非鉄金属		5.0	4.7	5.6	5.6	6.1	7.4	8.0	9.6	7.8	
非 金 属	樹 脂	フェノール樹脂	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		ポリウレタン樹脂	0.5	0.5	0.8	0.9	1.2	1.0	1.1	0.9	1.0
		塩化ビニル樹脂	0.9	1.1	1.4	1.7	1.7	1.6	1.1	1.1	1.0
		ポリエチレン樹脂	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4
		ポリプロピレン樹脂	0.5	0.5	0.9	1.2	2.0	2.4	2.5	2.8	4.0
		ABS樹脂	0.4	0.7	0.5	0.5	0.7	0.8	0.7	0.6	0.4
		その他合成樹脂	0.3	0.4	0.7	0.6	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3
		汎用樹脂合計	2.9	3.5	4.7	5.5	6.6	6.6	6.2	6.2	7.2
		高機能樹脂合計				0.2	0.7	0.9	1.1	1.3	1.0
	合成樹脂合計	2.9	3.5	4.7	5.7	7.3	7.5	7.3	7.5	8.2	
その他		11.0	10.9	11.7	12.7	12.2	11.4	12.4	12.1	11.0	
計		13.9	14.4	16.4	18.4	19.5	18.9	19.7	19.6	19.2	
合計(%)		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
原単位総重量の推移		100.0	106.5	105.9	102.7	106.8	115.1	136.8	141.3	162.6	

* Haruyasu Mizutani 材料技術部 第2技術室

てくるリサイクル性についても最近の技術開発事例を紹介する。

2. 自動車用材料、部品の技術動向

2-1 自動車における使用材料

表-1に普通・小型乗用車における原材料構成比推移を示した¹⁾。内外装部品の樹脂化により1986年までに急増し、1990年以降のエンジン、機能部品へのエンプラ適用、また2001年以降はモジュール化を伴ったポリプロピレン (PP) の使用拡大により増加傾向にある。また、今後はボデー外板の樹脂化等により、更に増加していくと考えられる。2001年のデータによると、樹脂材料の構成比は8.2重量%で、材質別にみると約半分がPPであり他にPP等の汎用樹脂では耐熱性や剛性の不足する部材に対してのエンジニアリングプラスチック (エンプラ)、軟質部材に使用されるポリウレタン (PU)、ポリ塩化ビニル (PVC) で、この4材料で85%を占めている。

部品への適用事例は、表-2に示したように、各材料種においてホモポリマーに対しポリマーアロイ材料、ゴム・機能性フィラーを添加した複合材料が圧倒的に多いことが分かる²⁾。

2-2 材料の複合化

樹脂材料の開発の変遷を図-1に示す。1900年代初期から主に耐熱性の向上を目的として数多くのホモポリマー、ポリマーアロイ材料が開発されてきた。ホモポリマーは、1980年代に耐熱300℃

レベルのスーパーエンプラが出現し、現在では原料の組み合わせにより様々なポリマーが合成できるポリアミド (PA)、ポリエステルと植物由来樹脂の開発が中心となっている。また、ポリマーアロイ材料の開発は1980年から1990年が全盛期で、現在はこれら材料の相構造制御、強化材との複合化技術が検討されている³⁾。エンプラは高価であるがゆえ、自動車用途に多くは採用されていないが、PP、ABSの耐熱性、剛性不足領域への適用や金属からの代替えによる軽量化を目的に、インテークマニホールドやエンジンカバー等のエンジンルーム内や燃料部品に汎用的に使用され、最近では外板への展開が積極的に図られている。

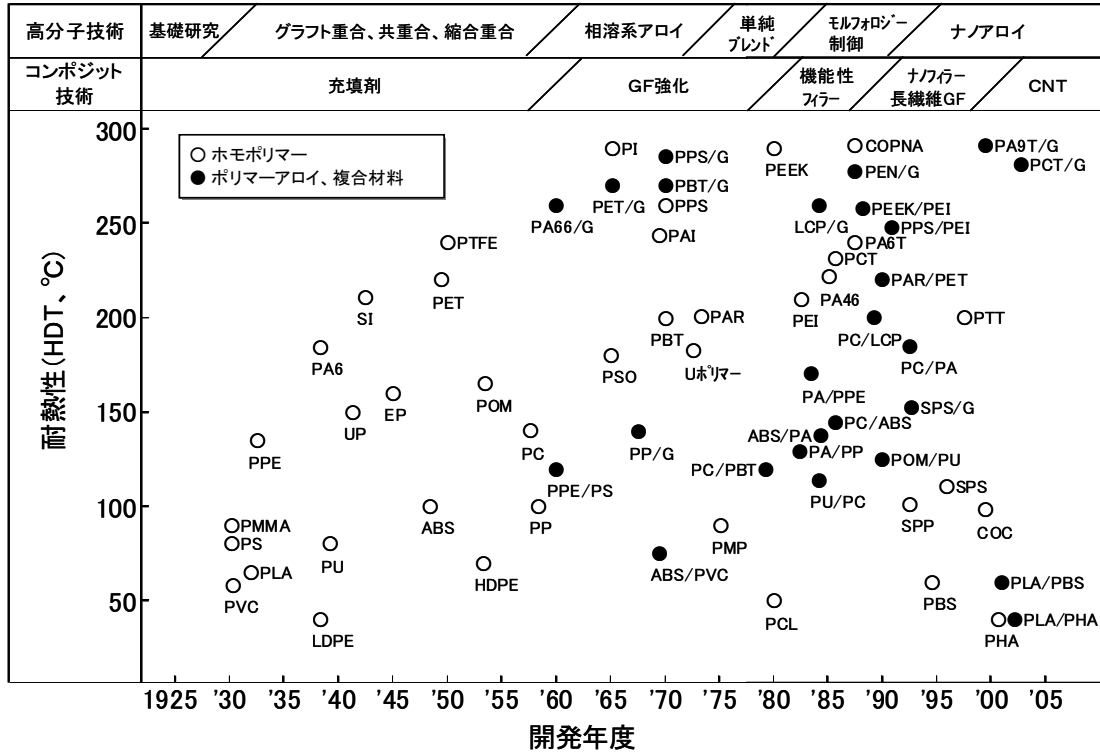
本論では、自動車部品で使用量の最も多いPPの複合化について述べる。自動車に使用されるPPは、その一次構造の立体規則性と、主にエチレン・プロピレンゴム (EPR) やタルク、ガラス繊維 (GF) に代表されるフィラー等との複合化により広範囲にわたる特性を出すことができる。

図-2にPPの発現し得る物性領域を示す⁴⁾。PP自体の立体規則性の向上については、PPメーカーにおける触媒開発そのものであり、高流動化のための分子量制御とエチレンを付加して重合ゴムを多量生成させる重合技術と合わせて最先端の研究がなされている。

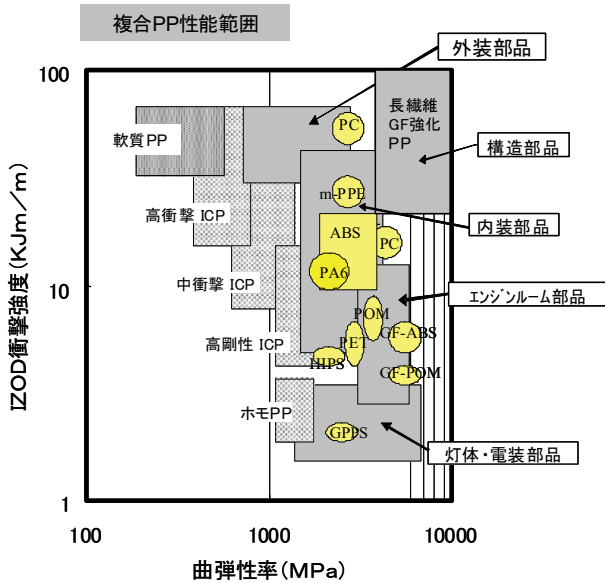
近年複合化において特に開発が目覚ましいのは、構造部品に対応したGF強化PPとPVC代替え等をねらったPP系熱可塑性エラストマー (TPO) の開発であろう。

表-2 自動車部品向け樹脂材料の内訳

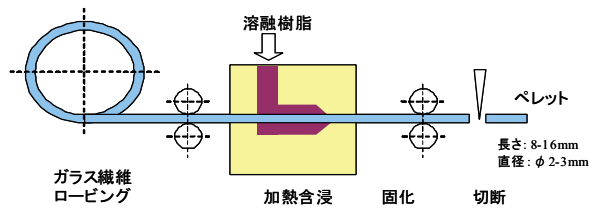
材料種	材料区分	内装部品	外装部品	機能部品
PP	ホモポリマー	ドアトリム、スカッフプレート		タック、バッテリートレイ、ダクト
	複合材料	インパネ、インパネ周辺、ピラーガーニッシュ	バンパー、サイドモール、ホイールカバー、バックドア	ベルトカバー、シフトブーツ
ABS	ホモポリマー	インパネ周辺、ピラー	ラジエーターグリル、スポイラー	
	ポリマーアロイ		ラジエーターグリル、フェンダ、バックドア	
	複合材料	インパネ基材	ガーニッシュ	
PA	ホモポリマー	コネクタ		タンク類、センサー、スイッチ、コネクタ
	ポリマーアロイ		ホイールカバー、フェンダ、バックドア	フェUELキャップ
	複合材料	ベンチレータフィン	ドアハンドル、ホイールカバー	ヘッドカバー、インマニホールド
POM	ホモポリマー	クラブ	クラブ	フェUELポンプアッシー
m-PPE	ポリマーアロイ	インパネ、インパネ周辺	フェンダ、バックドア、ホイールカバー、スポイラー、バンパフェイシヤ	コネクタ、レゾネータ
	複合材料	ルーフライナー	ガーニッシュ	ジャンクションボックス、ハウジング
PBT	ホモポリマー			センサー、スイッチ、コネクタ
	ポリマーアロイ		ドアハンドル、フェンダ	
	複合材料	レジスターフィン	ドアハンドル、ドアミラー	センサーハウジング、モータハウジング
PC	ホモポリマー	メータ	窓ガラス、ヘッドランプレンズ	
	ポリマーアロイ	インパネ、インパネ周辺	ラジエーターグリル、ドアハンドル、フェンダ、バックドア	
	複合材料		ルーフレール	



図－1 樹脂材料開発の変遷



図－2 各種PPの性能マップ



図－3 長繊維GF材料製造工程の概要

GF強化PPは、ミルドファイバーやチョップドストランドタイプのGFをPPとコンパウンドしたものが主に用いられているがGFの残存繊維長は長くても500 μ m程度であり、それゆえ補強効率も低い。

GFを樹脂中に長く残す方策として1990年代に長繊維GF強化樹脂が開発された。図－3に長繊維GF材料のペレット製造工程の概要を示す⁵⁾。押出機内で数千本のガラス繊維の束であるロービングに溶融樹脂を含浸させ、冷却後に所定長に切断してペレットを得る。ペレットの長さがGF長であることより、射出、プレス成形後の残存繊維長が大きくなり、補強効率も向上した。

図－4にGF残存長と物性の関係について示す⁶⁾。いずれの材料においても、強度向上のキーポイントはPPとの界面接着性であるが、GF表面処理技術とPPへの接着成分付与技術については、多く文献で紹介されているので、そちらを参考にして頂きたい。

また、補強効率の向上策としてナノコンポジットが研究されている。ベースポリマーは、主にPA、PPで検討、実用化されており現在では植物由来樹脂材料のポリ乳酸 (PLA) でも検討されている³⁾。

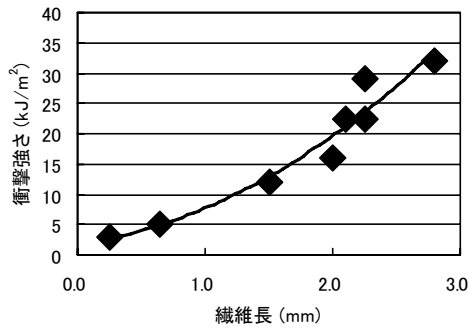


図-4 衝撃強さと繊維長

ナノコンポジットは、機械的特性、耐熱性、ガスバリア性、難燃性等の向上をねらい、ポリマー中にクレイ等のフィラーをナノオーダーで分散させる技術であるが、今後、単にフィラーをナノ分散させるのではなく、3次元的な構造制御、ポリマーアロイ材料での特定ポリマーへの選択分散技術等により、耐衝撃性向上等の更なる高性能化を期待するものである。

TPOについては、EPRとの単純ブレンド、動的架橋によりグレード化され、近年のポストPVC化の影響で自動車部品への採用実績が多くなっている。また、重合段階でEPR量を増大させたリアクターTPOも開発され、ますます適用範囲の拡大が見込まれている⁷⁾。ただし、PVCに対して耐傷付き性が劣る、表面高光沢化に限界があることより、製品設計自由度が狭いのも事実である。今後、これら技術課題解決を目的とした材料開発に期待するところは大きい。

2-3 部品の複合化

部品の複合化については、複数部品統合（モジュール化）と、一つの部品で複数の機能発現させるための構成の複合化について記述する。モジュール化とは、自動車を機能または構造ごとに分割し、個々の部品を組付け一体化したものである。

自動車におけるモジュール化は1990年代の欧州に端を発し、自動車メーカーが組み立てていた部品をユニットごとに部品メーカーに外注してコスト低減効果を得る「組み立て主体のモジュール」と、複数の部品を統合して集積化する事により付加価値を高める「機能統合型モジュール」に大別される。従来より部品メーカーでのサブ組み立て化が進んでいた日本では、主に後者のモジュール化が進められてきた。「機能統合型モジュール」の効果としては、構造一体化による軽量化、品質

の統一性向上、部品点数削減による組み立て時間や不良件数の低減等が期待されるが、その効果発現のために設計自由度の大きい樹脂の役割が大きくなり、樹脂の採用も増加している。

主なモジュールとしては、インストルメントパネルにメーター類やエアコン等を組付けたコックピットモジュール、ヘッドランプやラジエータサポート等を一体化したフロントエンドモジュール、バックドア本体とガラスおよび機構部品等を組み合わせたバックドアモジュール等がある。表-3にモジュール名と使用されている樹脂材料を示す⁸⁾。

表-3 モジュール化に対応するプラスチック

モジュール名	樹脂材料
フロントエンド・モジュール	GF強化PA6、PA-6T、長繊維GF強化PP
コックピット・モジュール	スチレン系エラストマー、オレフィン系エラストマー、PP、フィラー強化PP
バックドア・モジュール	PPE/PA、PC/ABS、長繊維GF強化PP
ガソリンタンク・モジュール	PA、PBT、POM、EVOH
吸気系モジュール	GF強化PA6、GF強化リニアPPS、フィラー強化PP
トランスミッション・シフトコントロール系モジュール	GF強化PA6、PA-6T、GF強化PBT、長繊維GF強化PP
アクセル系モジュール	GF強化PA6、PA-6T、GF強化PBT、長繊維GF強化PP、POM
ワイヤーハーネス・モジュール	ハロゲンフリー難燃PA、耐湿性改良GF強化PBT、PPE樹系アロイ材

本論ではコックピットモジュール、フロントエンドモジュール、バックドアモジュールを例にとり、部品の複合化事例を紹介する。

(1) コックピットモジュール

構成としてはインストルメントパネル（インパネ）、クロスビーム、A/Cユニット、ダクト類、W/H、J/B、メーター、S/W類、オーディオ、NAVI等である。図-5に代表的な構成を示す。意匠面では精緻感の向上、隙間の低減、色調、質感の統合により品質を向上させることが主目的である。インパネについては安全機能であるエアバッグモジュールの複合化が上げられる。従来より、インパネ本体に別体として組みつけているが、それぞれの材質の質感、寸法特性をあわせることが設計ポイントとなる。また、最近では意匠性向上、フロントガラスへの写り込み回避といった安全面より、エアバッグドアの見切り線を表面に出さない構造、すなわちインビジブル化が適用されてい

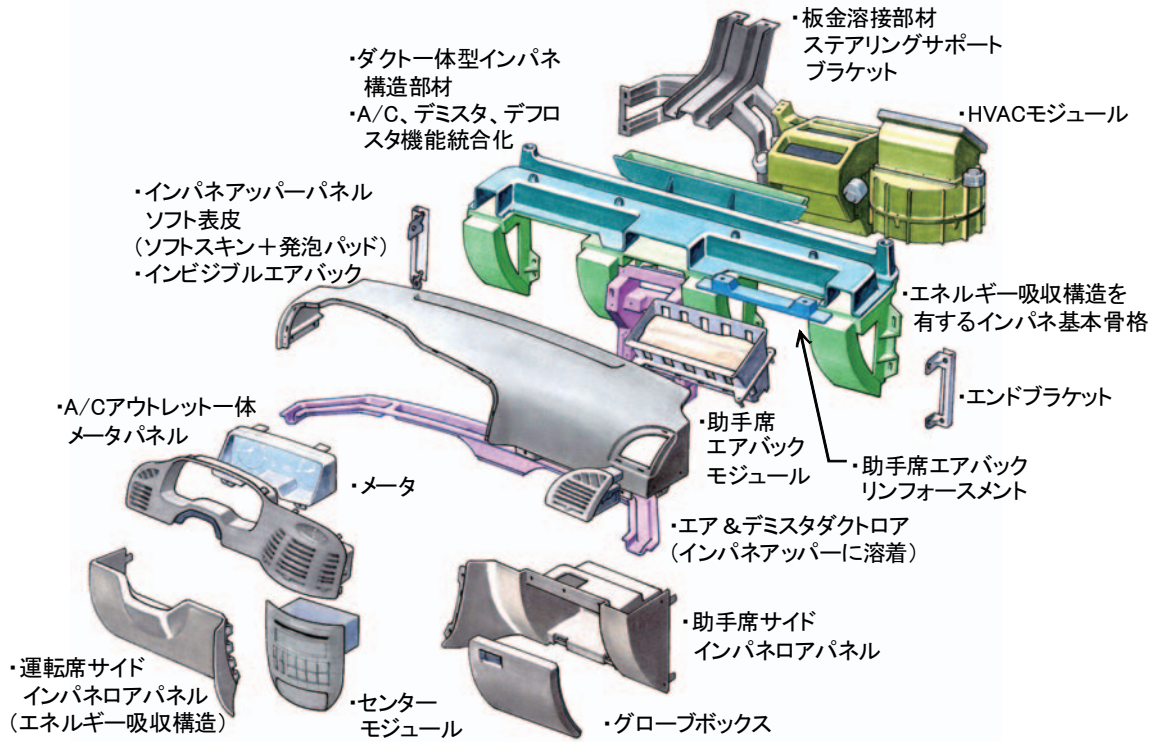


図-5 コックピットモジュール

る。図-6に3層構成よりなるインパネの断面図を示す⁹⁾。最下層にエアバッグ展開起点となるテアラインを後加工により施すのであるが、この加工精度が表層の外観と展開性に影響を及ぼすため大変重要なものとなる。

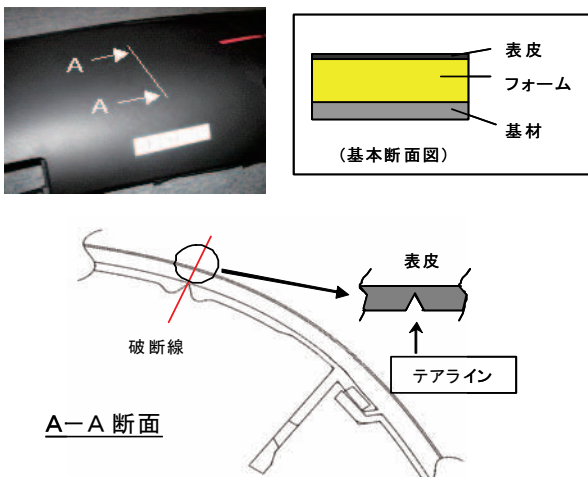


図-6 インビジブルインパネ断面図

次に、インパネの構成、および工法の動向について述べる。インパネの構成は、PP、PC/ABS等の射出成形による単層のハードインパネと、中間層にフォーム層を配してソフト感を与えた多層構成のソフトインパネの2種類に大別される。

ソフトインパネは表面の意匠性、耐久性を与える表皮層と、触った時にソフト感を与えるフォーム層と剛性、衝撃性等の機械特性を与える基材層の3層構成よりなる複合体である。

ソフトインパネ各層の材質と工法について表-4に示すが、日本と欧米ではかなり構成が異なっている。これは、カーメーカの設計思想と材料コストが大きく影響していることは言うまでもない。

特筆すべきことは、表皮材質では未だPVCの使用比率が多く、欧州ではコスト低減の絡みでPVCへの材質転換が図られているのも事実である。今後、リサイクル等の環境負荷低減への配慮より、PVCに対して外観品質、コストパフォーマンスを上回る材料開発、特に第一候補であるTPOの台頭に期待したい。

表－４ ソフトインパネ各層の材質と工法

構成	表皮						フォーム		基材			
	PVC		PU	TPU	TPO		PU	オレフィン	PPF	PC/ABS	PPO/PS	ASG
工法	シート成形	パウダー スラッシュ成形	スプレー成形	パウダー スラッシュ成形	パウダー スラッシュ成形	シート成形	RIM	シート成形	射出成形	射出成形	射出成形	射出成形
日本	△	◎	△	○	△	○	○	○	◎			
北米	△	◎	○	○		○	○	○	△	○		◎
欧州	△	◎	○	○		○	◎	○	△ (PPG)	◎	○	○

(2) フロントエンドモジュール、バックドアモジュール

フロントエンドモジュール、バックドアモジュール（インナー）の樹脂材料としてGMT（Glass-Mat Reinforced Thermoplastics）、GF強化ナイロン6、長繊維GF強化PPが採用されているが、成形工法では設計自由度の向上と成形コスト削減の観点より、圧縮成形からGF強化樹脂を使用した射出成形が主流となってきている。表－5にGF強化材料のモジュールへの採用事例を示す¹⁰⁾。GF強化

樹脂は、前述の材料複合化でも述べたように、物性が残存繊維長に依存することより、成形時GF折損を抑制する成形加工法が検討されている。マツダは、長繊維GF強化PPを用いてラジエータサポートを開発する上で、射出成形機スクリュウの低せん断化、背圧、樹脂温度等の条件最適化により課題解決をした事例を報告している¹¹⁾。また、最近欧州では、ガラスロービングを直接射出成形機に付帯し、成形機内でブレンドして直接射出成形品を得る方法も採用されつつある。

表－5 GF強化PPを利用したモジュール化の事例

モジュール	部品	車種	素材	成形法	軽量化効果 (対鋼板)
フロントエンド	ラジエータコアサポート	スカイライン('01)	PP/LGF30	低圧射出プレス成形	30%、2kg
		フェアレディZ	PP/LGF	低圧射出プレス成形	
	シュラウドパネル	アテンザ('02)、デミオ、RX-8	PP/LFT	射出成形	18%
バックドア	インナー	ステージア('01)	GMT (GF40%)	プレス成形	アウター(PA/PPE)+インナー 17%
		ムラーノ('02)	GMT (GF40%)	プレス成形	アウター(PA/PPE)+インナー 10%
		Infiniti FX45/35('03)	GMT (GF40%)	プレス成形	アウター(PA/PPE)+インナー 18%
		ラフェスタ('04)	PP/LGF	射出成形	アウター(PP)+インナー 11%
		富士重 RI('04)	PP/LGF	射出成形	アウター(PA/PPE)
		プレマシー('05)	PP/LGF	射出成形	アウター(PC/ABS)+インナー 10%
ドア	キャリアプレート	アテンザ('02)、デミオ、RX-8	PP/LGF	射出成形	2.3kg

3. 環境負荷低減の取り組み

近年、自動車の環境に対する配慮は必須となってきた。国内外で環境に関わる法規制、自主規制が制定され、特に廃棄物、有害物質、地球温暖化等の環境問題に対して材料の対応が求められている。本論では、これら環境問題の中で、材料、部品の複合化により課題となる、リサイクル、車室内VOC (Volatile Organic Compounds、揮発性有機化合物) に対する取り組みについて紹介する。

3-1 リサイクル^{12), 13)}

使用済み自動車から発生するシュレッダーダスト (ASR : Automobile Shredder Residue) 増大と埋め立て処分場不足の問題に加え、ASR中に含まれる環境負荷物質による環境影響が問題になってきている。それに対し欧州では「使用済み自動車 (ELV : End of Life Vehicle) に関する指令」 (通称 欧州ELV指令)、国内では「使用済み自動車の再資源化等に関する法律」 (通称 自動車リサイクル法) 等の法規制、および(社)日本自動車工業会 (以下 自工会) による環境負荷物質に対する自主取り組みが制定、施行され、これら規制対応の具体的取り組み段階へ入っている。表-6に当社の自動車部品リサイクル技術の項目、取り組み事項の概要を示す¹⁴⁾。

重点項目としてリサイクル設計・製品開発、新規リサイクル技術開発、リサイクル材の車両搭載に取り組んでおり、以下にそれぞれの事例を紹介する。

(1) リサイクル設計・製品開発

① ポストPVC部品開発

PVCはそれ自身が環境負荷物質と特定されていないが、配合剤として用いられるフタル酸系の可塑剤 (DOP, DBP) が欧州「76/769/EEC」規制の対象になっていることや、焼却時のダイオキシン発生の懸念等より、日本のカーメーカで自主規制対象物質として取り上げている。これを受けて自動車部品ではポストPVCとして主にオレフィン系熱可塑性エラストマー (TPO) への変更が進められている。このことは、表-1の原材料構成比推移において、PVC使用比率が減少し、PP使用比率が増加していることから伺える。図-7に新規にTPOを適用した製品を示す。

また、複合品の事例として図-8にコンソールボックスのサイドパネル表皮の材料構成を示す¹⁵⁾。PVCからTPOへの変更に加え、3層構成部材をオレフィン素材で統一したことにより、複合品としてのリサイクル性向上が図られている。

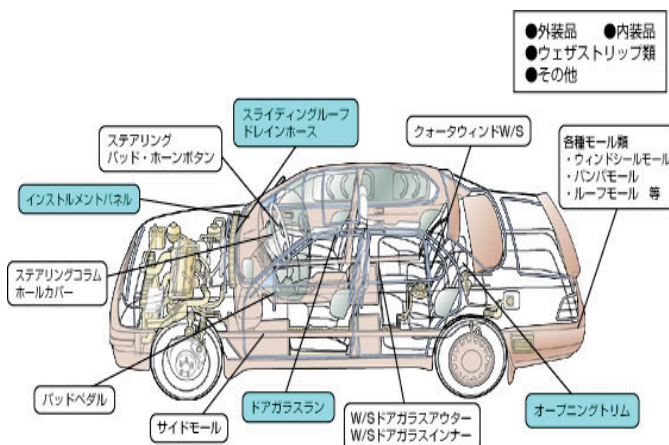


図-7 TPO適用製品例

表-6 新型車対応の自動車部品リサイクル

重点項目	取り組み方策	取り組み事例
1. リサイクルしやすい製品設計	<ul style="list-style-type: none"> リサイクル容易な素材、構成変革 解体容易な設計 	金属インサートレス化、塗装レス化、オールオレフィン化、ポストPVC材料・非塩素系ゴム材料等
2. 新規リサイクル技術開発	<ul style="list-style-type: none"> 新規再生処理技術 複合素材分離技術 	EPDM再生ゴム化(連続押出脱硫方式)、3層インパネ表皮リサイクル(ハイドロサイクロン他)、フッ素ゴム加硫物リサイクル等
3. リサイクル材の車両搭載	<ul style="list-style-type: none"> リサイクル用途開発 ELV部品リサイクル技術 	エアバッグ基布端材のリサイクル(エンジンカバー、ナイロンパイル、フェンダーライナー)、リサイクルPET吸音材、リサイクルPETエンジンカバー等
4. 環境負荷物質の削減	<ul style="list-style-type: none"> 順法対応、自主的削減 	<ul style="list-style-type: none"> 鉛化合物・PVC・六価クロム・環境ホルモン等の削減 車室内VOC低減内装製品等 トルエン・キシレン削減(水系塗料、接着剤等)

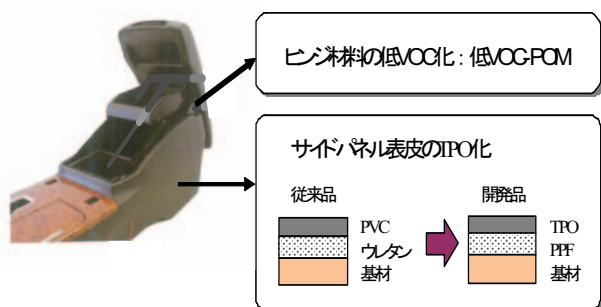


図-8 TPOコンソールボックス

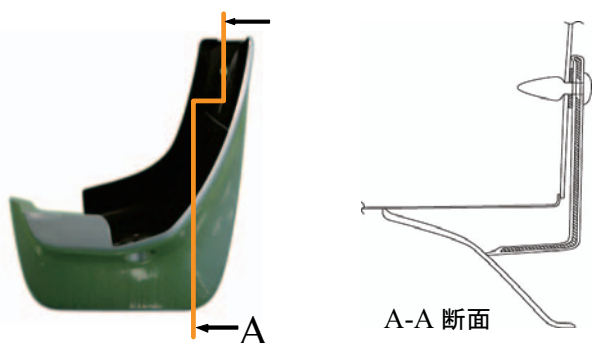


図-9 サンドイッチ成形マッドガード

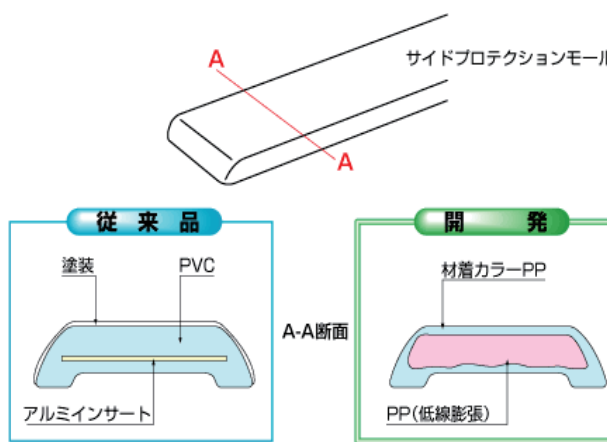


図-10 サンドイッチ成形サイドモール

② 金属インサートレス化

従来、取り付け構造や低線膨張化のためにインサート成形していた金属部品を廃止し、その機能を同材質の樹脂材料で発現させる材料設計を行い、かつサンドイッチ成形法の適用により製品化した。この金属樹脂化は主に軽量化目的で実施しているものであるが、リサイクル時の樹脂と金属の分離作業を廃止できることより、リサイクル性向上にも大きく寄与している。図-9, 10にサンドイッチ成形法によるマッドガードとサイドモールの

事例を示す。マッドガードはスキン層にTPO、コア層に高剛性PPを、またサイドモールはスキン層にTPO、コア層に低線膨張PPを用いてオレフィン系材料への材質統合を図っている¹⁶⁾。

(2) 新規リサイクル技術開発

① 複合品の分離リサイクル技術

異材質からなる複合品は取り外しが容易である場合を除いて、ASRとして処分されるケースが多い。また、同材質の複合品の場合も、物性、外観の観点から混合材として使用可能な製品が少ないためリサイクル自由度が低かった。

そこで、リサイクル性の向上を目的として、複合品の分離技術の確立を行った。複合品の事例として、異材質3層インパネの検討事例を紹介する。

図-11に今回開発した複合品の分離システムを示す。

リサイクルシステムとしては、複合部材を大まかに粉碎後、ピンを備えたミル(クリーニングセパレーター)で衝突、せん断力を利用して粉碎・はく離したものを比重差分離するものである。このシステムにより、PVC表皮は99.9%、基材のPPは99.5%以上の純度で分離できることを確認した。現在、工程内リサイクルで使用しているが、今後のELVリサイクルにも大いに活用できる技術と考えている¹⁷⁾。

(3) リサイクル材の車両搭載

複合化の主旨とは異なるが、自動車部品への用途開発事例を紹介する。

① エアバッグ基布端材のリサイクル

現在、乗員の衝突安全性向上の観点より頭部、胸部保護のための運転席(D席)、助手席(P席)エアバッグはもとより、側面保護のためのサイド・カーテンエアバッグ、膝部、下肢保護のためのニーエアバッグ等、エアバッグの適用領域は拡大している。このエアバックは、66ナイロンの基布をトリミングして縫製したものであるが、このトリミング時に発生する端材の有効利用と、ELV回収品への対応を目的として用途開発を実施している。図-12にリサイクルプロセスと適用例を示すが、リサイクルの着眼としては、繊維をそのまま利用するものと、再熔融してペレット化し利用するものの2点である。前者は反毛した基布トリミング端材を不織布にしたものをフェンダーライナーに適用している¹⁸⁾。後者は、端材を熱熔融処

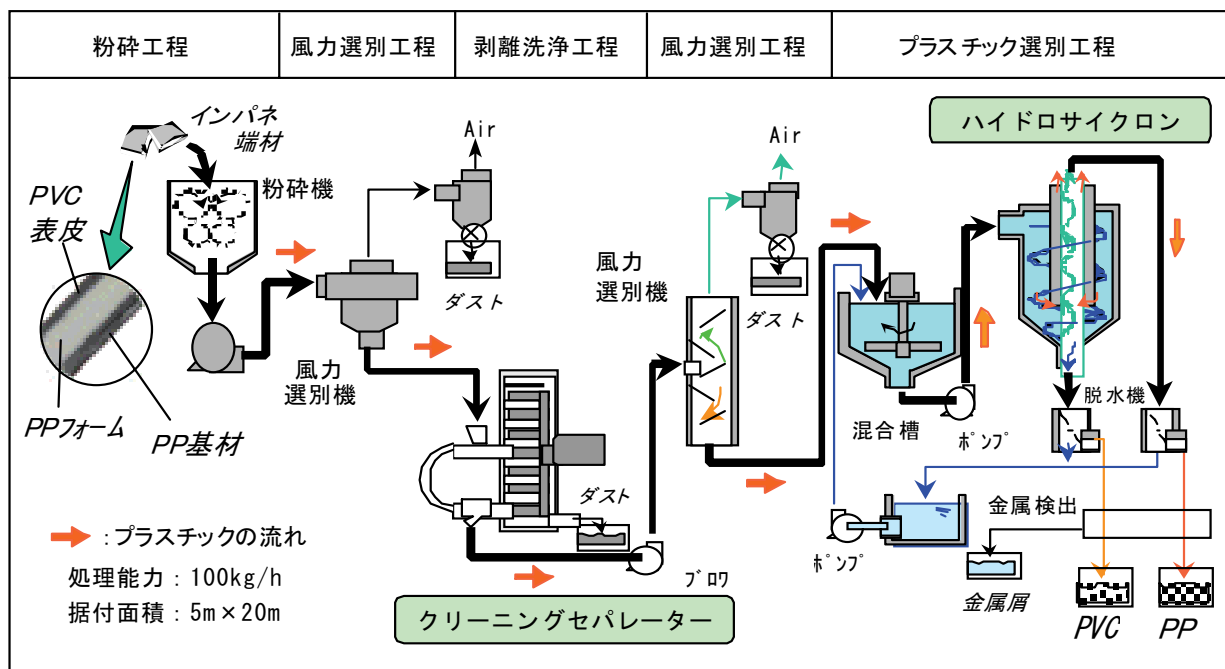


図-11 多層プラスチック分別システム

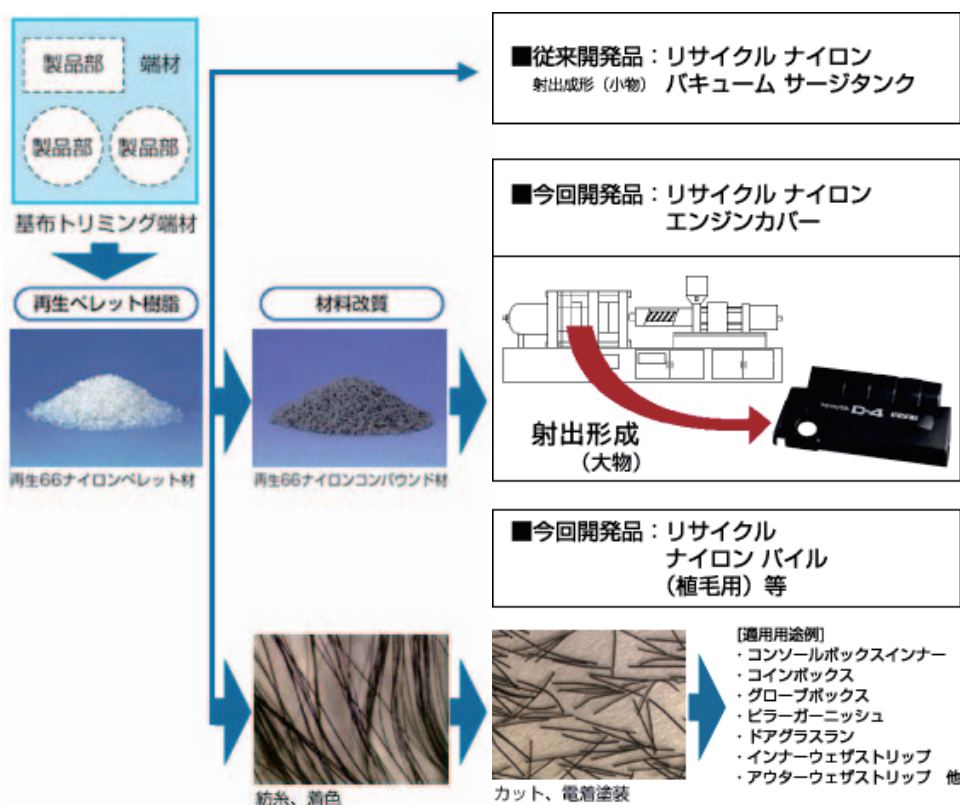


図-12 エアバッグ基布端材のリサイクルフロー

理後、再ペレット化しエンジンカバー等の射出成形品に使用するものと、防糸して植毛用のパイル

に使用するものの事例であるが、高粘度である基布の分子量調整を行い成形性を改良している^{19),20)}。

② PETボトルのリサイクル

自動車部品のリサイクル材使用比率の増加と、より付加価値の高いリサイクル材の活用を図るためエンジンカバーへの適用を行った。ブロー成形用のPETボトル用材料は高粘度で固化速度が遅いためエンジンカバー等の射出成形品への適用は困難であった。今回、回収PETボトル材料に流動性向上剤、結晶核剤を添加し、更に成形時に金型温度制御を行うことにより射出成形性に関する課題を解決した。製品性能として不足する衝撃性については、材料へのゴム添加と形状の工夫にて従来の6ナイロン製エンジンカバーと同等の特性を付与している。

3-2 車室内VOC低減

2000年6月に作成されたシックハウス症候群に関連した厚生労働省のVOCガイドラインを受け、2005年2月に自工会が自動車の車室内VOC低減に対する自主取り組みを公表した。その取り組み内容は、厚生労働省の室内濃度に関する指針値指定13物質(表-7)に対し、2007年度以降の全ての新型乗用車はVOC指針値以下にし、それ以降も濃度低減に努めるというものである。

現時点で、車室内VOCを低減した事例を紹介する。ポリマー重合工程で不安定末端を除去し、かつ捕捉剤を加えてホルムアルデヒドの発生を抑えたPOMは、コンソールボックスのヒンジ部に採用した(図-8)。

図-13に多層ピラーガーニッシュに使用している粘着剤の改良事例を示す。ファブリック表皮と樹脂基材の接合に使用されている粘着剤は、ホルムアルデヒド発生源を減量するとともに、ホルムアルデヒド捕捉剤を添加、またトルエンを規制外溶剤に変更することにより低VOC化を実現した²⁾。しかし、ここに紹介した開発事例は一部であり、現状はまだ技術確立しなければならない課題が多く早急に対策すべく検討を行っている。

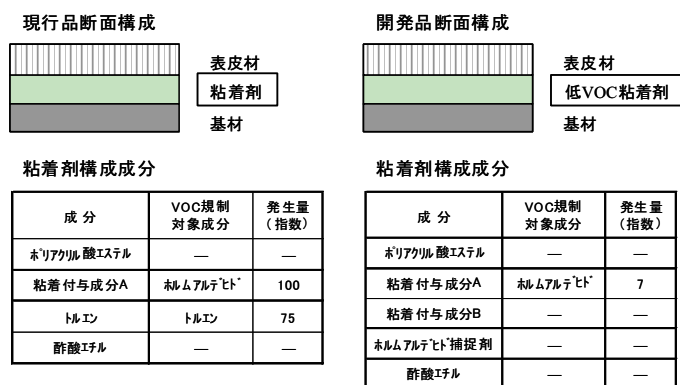


図-13 VOC低減ピラーガーニッシュ

表-7 室内濃度に関する指針値指定物質 (厚生労働省)

揮発性有機化合物	毒性指標	室内濃度指針値	設定日
① ホルムアルデヒド	ヒト吸入暴露における鼻咽喉粘膜への刺激	100 μg/m ³ (0.08ppm)	1997.6.13
② アセトアルデヒド	ラットの経気道暴露における鼻腔嗅覚冗費への影響	48 μg/m ³ (0.03ppm)	2002.1.22
③ トルエン	ヒト吸入暴露における神経行動機能及び生殖発生への影響	260 μg/m ³ (0.07ppm)	2000.6.26
④ キシレン	妊娠ラット吸入暴露における出生時の次の中枢神経発達への影響	870 μg/m ³ (0.20ppm)	2000.6.26
⑤ スチレン	ラット吸入暴露における濃や肝臓への影響	220 μg/m ³ (0.05ppm)	2000.12.15
⑥ エチルベンゼン	マウス及びラット吸入暴露における肝臓及び腎臓への影響	3800 μg/m ³ (0.88ppm)	2000.12.15
⑦ フタル酸 ⁿ -n-ブチル	母ラット経口暴露における新生児の生殖器の構造異常等の影響	220 μg/m ³ (0.02ppm)	2000.12.15
⑧ テトラデカン	C8-C16混合物のラット経口暴露における肝臓への影響	330 μg/m ³ (0.04ppm)	2001.7.5
⑨ フタル酸 ⁿ -2-エチルヘキシル	ラット経口暴露における精巣への病理組織学的影響	120 μg/m ³ (7.6ppb)	2001.7.5
⑩ パラジクロロベンゼン	ビーグル犬経口暴露における肝臓及び腎臓等への影響	240 μg/m ³ (0.04ppm)	2000.6.26
⑪ クロルピリホス	母ラット経口暴露における新生児の神経発達への影響及び新生児脳への形態学的影響	1 μg/m ³ (0.07ppb) 但し小児の場合は1 μg/m ³ (0.07ppb)	2000.12.15
⑫ ダイアジノン	ラット吸入暴露における血漿及び赤血球コリンエステラーゼ活性への影響	0.29 μg/m ³ (0.02ppb)	2001.7.5
⑬ フェノプカルブ	ラットの経口暴露におけるコリンエステラーゼ活性などへの影響	33 μg/m ³ (3.8ppb)	2002.1.22
総揮発性有機化合物量 (TVOC)	国内の室内VOC実態調査の結果から、合理的に達成可能な限り低い範囲で決定	暫定目標値400 μg/m ³	2000.12.15

「シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会中間報告書-第8回~第9回のまとめについて」から抜粋

4. 今後の展望

4-1 軽量化

地球環境問題に絡み、自動車産業界として取り組まなければならない課題として、地球温暖化防止がある。2005年2月に発効された「京都議定書」では、日本は2008～12年の期間中に温室効果ガスの排出量を1990年基準で6%削減することが盛り込まれている。温室効果ガスの主である二酸化炭素(CO₂)排出量の20%弱を自動車が占めており、この削減に向けて樹脂部品、材料としては燃費の向上のために軽量化を積極的に進めている。

軽量化方策として、部品では小型・薄肉化、モジュール化を、材料では低比重化、薄肉化設計のための高強度化を行っているが、材料の低比重化については、金属の樹脂化と樹脂発泡技術が主に検討されている。金属の樹脂化は、主に繊維強化複合材料にて検討され、従来のガラス繊維に加えて、ケナフ、麻系の天然系繊維、炭素繊維の研究も進んでいる。発泡技術では、材料に化学発泡剤を加えて、金型内に樹脂を充填した後に型を開放する射出工法(コアバック工法)との組合せによる高発泡化が検討されている。その一例として、ドアトリムでは複合PPを用いてコアバック工法で約30%の軽量化に成功している⁴⁾。また、超臨界流体の利用技術も材料自体の低比重化や薄肉製品の成形性支援の観点で検討されているが、成形後の

表面外観と寸法変化等の課題も多い。今後、更なる高発泡化と、相反特性である表面外観改良の両立化のための材料、工法開発に期待する。

4-2 植物由来樹脂材料

また、図-14に示したように、石油資源枯渇問題は徐々に深刻さを増している²²⁾。樹脂材料ではこの問題に対して、先に述べた燃費向上に加えて、原料を植物から得る、いわゆる植物由来樹脂材料の開発に取り組んでいる。この植物由来材料使用の利点としては、石油の節約とCO₂量抑制効果が期待できる。CO₂の抑制効果は、植物の成長過程でCO₂を光合成により吸収し、自動車廃車時に燃焼処理をしてCO₂を排出したとしても大気中のCO₂量は変わらないというカーボンニュートラルのコンセプトに基づいている。材料開発の大きな動きとしては、現在の石油系樹脂材料の原料モノマーを植物より得るものと、供給体制が整っているポリ乳酸(PLA)等を活用するものがある。従来、PLAは加水分解性、耐衝撃性、高温下での弾性率低下等の問題があったが、添加剤、フィラーとの複合化技術等により自動車部材としての適用を可能とした。しかし、未だ全ての樹脂材料を植物由来材料に置換することは難しく、今後の重合技術を含めた材料開発とこれら材料を使いこなす成形技術の進化に期待するものである。

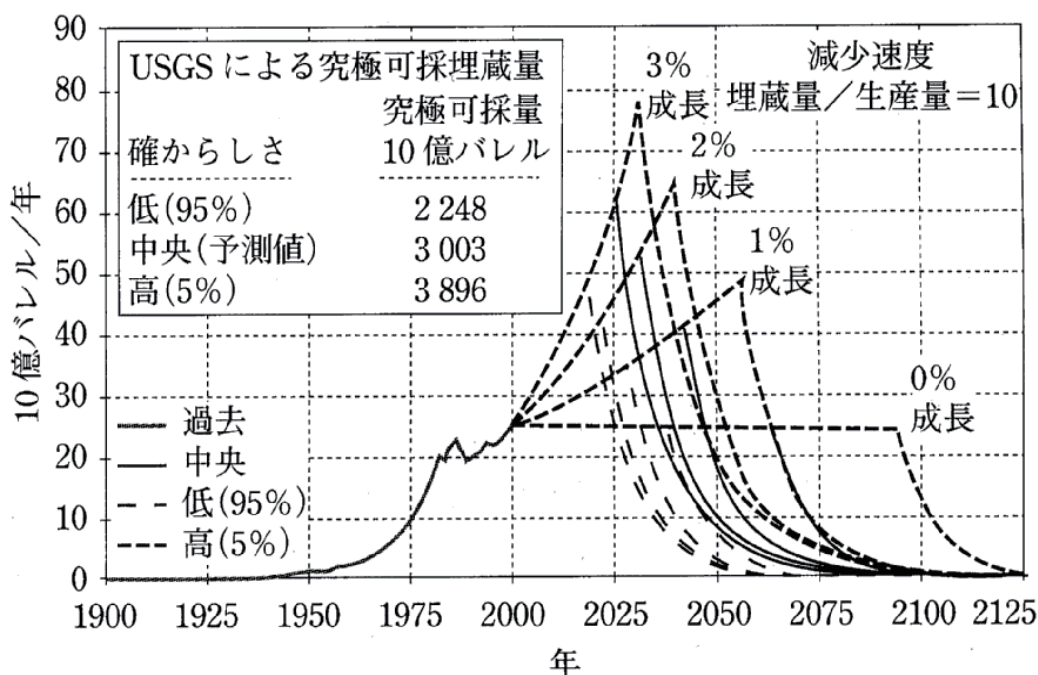


図-14 従来型石油の需給シナリオ (米国エネルギー省試算結果)

5. おわりに

現在、樹脂材料開発の領域は、高機能、高性能材料の開発、それらを利用した部品開発に加えて、地球環境に留意し、ものの始まりから終わりまでを包括的に考え、かつ、それを循環させるプロセスの構築も求められている。特に環境技術と材料技術は大きな関わりを持つことから、材料にかかる責任も大きい。これら課題解決のために、新規ポリマー設計、材料複合化技術に加えてコンパウンド、成形加工技術は必要不可欠であり、これら技術を結集すべきことは言うまでもない。今後も樹脂材料主導で自動車のうれしさが創製できるよう、更なる材料技術の進展を期待して結びの言葉とする。

<参考文献>

- 1) (社)日本自動車工業会、「2002日本の自動車工業」,p51
- 2) 小泉,豊田合成技報,Vol.42 No.2,p38 (2000)
- 3) 安田,工業材料,Vol.53 No.4,p18-28 (2005)
- 4) 藤田, 未来材料, Vol.5 No.10, p9-13 (2005)
- 5) 茅野, 成形加工, Vol.14 No.9, p554 (2002)
- 6) 橘, 成形加工, Vol.15 No.10, p664 (2003)
- 7) 藤田, 高分子, Vol.54 No.9, p682-685 (2005)
- 8) ポリファイル, No.5, p64-67 (2005)
- 9) 山田ら,豊田合成技報,Vol.45 No.1, p34 (2003)
- 10) 植野, 機能材料, Vol.24 No.7, p26 (2004)
- 11) 栃岡ら,マツダ技報, No.20, p108-114 (2002)
- 12) 杉本,豊田合成技報,Vol.43 No.1, p2-9 (2001)
- 13) 杉本,豊田合成技報,Vol.46 No.2,p39-47 (2002)
- 14) 豊田合成環境・社会報告書, p14 (2005)
- 15) 豊田合成環境・社会報告書, p20 (2004)
- 16) 永野,豊田合成技報,Vol.42 No.1, p2-9 (2000)
- 17) 七田ら, 豊田合成技報,Vol.43 No.1,p33-36 (2001)
- 18) 豊田合成環境・社会報告書, p21 (2005)
- 19) 中川ら, 豊田合成技報,Vol.46 No.2,p59-64 (2004)
- 20) 水野,プラスチック成形加工学会予稿集,p187-188 (2005)
- 21) 豊田合成環境・社会報告書, p21 (2004)
- 22) 松本, 自動車技術, Vol.58 No.11, p7 (2004)