

合成ゴムの高付加価値化 シリーズ第1部

低燃費シリカタイヤと溶液重合 SBR & BR

低燃費シリカタイヤの開発と、これに使われている溶液重合 SBR (スチレンブタジエンゴム) と BR (ポリブタジエンゴム) について取り上げた。特に、(末端)変性溶液重合 SBR と超ハイシス BR がこの目的に開発され、差別化された高付加価値製品となった。また、その背景となるタイヤと合成ゴムの業界動向とタイヤラベリング制度についてまとめた。

2015年2月



株式会社 旭リサーチセンター
シニアリサーチャー 府川伊三郎

まとめ

本レポートは、合成ゴムの高付加価値化に関する3部構成のレポートの第1部である。汎用合成ゴムのスチレンブタジエンゴム（SBR）、ポリブタジエンゴム（BR）の高付加価値化を取り上げた。（p.1）

1992年にフランスのタイヤメーカーのMichelin（ミシュラン）が、転がり抵抗が小さく燃費の向上した“グリーンタイヤ”を発表した。これは、シリカを補強剤に用い、シランカップリング剤を使ってシリカとゴムを結合させる画期的なもので、シリカタイヤと呼ばれる。（p.2～6）

その後、直接シリカと結合できる官能基もった（末端）変性S-SBRが日本で開発された。（末端）変性S-SBRは従来のS-SBRより転がり抵抗が小さく、低燃費シリカタイヤに最適なゴムであった。長年の変性技術の研究から生まれたもので、2000年前後に旭化成、JSR、日本ゼオン、住友化学の4社が工業化し、生産が拡大している。（p.7）

一方、ネオジウム（Nd）系触媒を用いた超ハイシスBRも低燃費タイヤ用ゴムとして開発され、本格的な生産がはじまった。（p.8）

（末端）変性S-SBRは汎用ポリマーの高付加価値化に成功した稀有の例であり、成功の要因を解析した。（p.9～10）

合成ゴムの付加価値化の背景として、世界の合成ゴムの動向をまとめた。これまでタイヤ用ゴムのグローバルスタンダードであったE-SBRに代わって性能のすぐれるS-SBRが主流になりつつあり、その中で（末端）変性S-SBRが差別化製品として発展することが見込まれる。（p.11～19）

また、汎用合成ゴムの主用途であるタイヤの動向をまとめた。生産は、中国をはじめとするアジア地区が中心である。需要は新興国の伸びが大きいと予想される。日本のタイヤメーカー4社は高い世界シェアをもち、低燃費タイヤの開発に力を入れている。タイヤ性能を表示するラベリング制度が2010年より日本で、12年からヨーロッパでスタートし、低燃費タイヤの普及を後押ししている。ただ、日本とヨーロッパに規格の違いがあり、統一が望ましい。（p.20～27）

目 次

はじめに	1
1 合成ゴムの高付加価値化	2
1.1 低燃費シリカタイヤの開発	2
1.1.1 先駆的な Michelin(ミシュラン)の“グリーンタイヤ”	2
1.1.2 タイヤに必要とされる性能とタイヤの構造	3
1.1.3 Michelin グリーンタイヤのブレークスルーポイントはどこか	5
1.2 合成ゴムの高付加価値化	7
1.2.1 (末端)変性 S-SBR のブレークスルー	7
1.2.2 超ハイス・ネオジウム触媒系ポリブタジエン(Nd-BR)の開発	8
1.3 汎用製品の高付加価値化	9
1.4 (末端)変性 S-SBR 成功からの考察	10
2 合成ゴム高付加価値化の背景	11
2.1 世界の合成ゴム	11
2.1.1 合成ゴムの種類別生産能力	11
2.1.2 地域別生産能力、生産量、消費量	14
2.1.3 タイヤ用ゴムの地域別、品種別生産能力推移	15
2.1.4 世界の合成ゴムメーカー	17
2.2 世界のタイヤ	20
2.2.1 ゴムの用途別消費量	20
2.2.2 世界のタイヤ生産と需要	20
2.2.3 世界のタイヤメーカー	22
2.2.4 日本のタイヤメーカーと海外進出状況	23
2.2.5 タイヤのラベリング制度のスタート	24
おわりに	28
引用・参考文献	29

はじめに

日本の石油化学は厳しい事業環境から設備の統廃合、海外進出、製品の高付加価値化などの対策に取り組んでいる（文献1）。本レポートではこのうち製品の高付加価値化を取り上げ調査した。世界的にどこでもつくれる汎用品では厳しい競争に勝つことは難しく、独自技術による差別化製品の開発が求められる。

調査対象として、合成ゴム、特に溶液重合スチレンブタジエンゴム（S-SBR）、ポリブタジエンゴム（BR）、スチレン系熱可塑性エラストマー（TPS）、特殊ゴムを取り上げた。そして、下記の3部構成のシリーズでレポートを作成中である。

第1部 低燃費シリカタイヤと溶液重合SBR（S-SBR）&BR

第2部 溶液重合SBR & BRの重合・配合技術の革新とシリカタイヤの実現

第3部 スチレン系熱可塑性エラストマーと特殊ゴム、メーカーの財務状況

本レポートはこのうちのシリーズ第1部であり、低燃費シリカタイヤの開発とそれに用いられるSBRとBRの高付加価値化に焦点を当てた。近年S-SBRとBRに技術革新が起こり、差別化された性能をもつ高付加価値製品が誕生した。

1つは、（末端）変性S-SBRである。芸術的ともいえると溶液重合技術とシリカ配合技術のブレイクスルーにより低燃費シリカタイヤ用ゴムが開発された。日本の合成ゴムメーカー4社（旭化成、JSR、日本ゼオン、住友化学）が先頭を走っていて、2013-4年にシンガポールやタイに新プラントを相次いで完成し、生産が拡大している。もう1つは、新規のネオジウム系触媒によるシス含量が99%以上の超ハイシスBR（Nd-BR）の開発であり、世界に広がりつつある。いずれも汎用品の中の差別化製品であり、高付加価値品である。そこで、（末端）変性S-SBRが差別化に成功した要因を解析した。

また、これらの背景である合成ゴムとタイヤの世界的動向とタイヤラベリング制度についてまとめた。

（注 本レポートに記載されている生産能力や需要はすべて年ベースなので、本文ではトン/年の表記を略してトンで統一した）。

1 合成ゴムの高付加価値化

1.1 低燃費シリカタイヤの開発

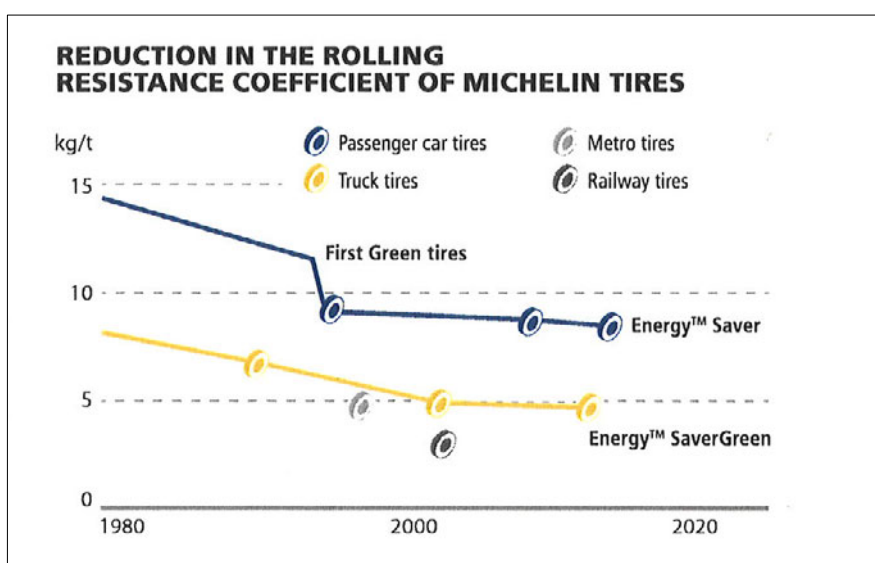
1.1.1 先駆的なMichelin (ミシュラン) の“グリーンタイヤ”

1992年にフランスのタイヤメーカーMichelinは「グリーンタイヤ」を発表した。このタイヤはシリカを補強剤に使ったタイヤで、転がり抵抗が小さいため燃費を改善し、しかもウエットグリップ性能にすぐれていた。それまで、転がり抵抗とウエットグリップ性能は一方を改良すると、他方が悪くなるという二律背反(トレードオフ)の関係にあり、両者が優れるグリーンタイヤはその壁を破るものとして注目された。

それまで、タイヤ用補強剤にはカーボンブラックを使用することがゴムの常識であったので、シリカがタイヤ用補強剤に使われたことは驚きであった。

図1はMichelinタイヤの転がり抵抗係数の年次的変化を示したものである。92年の“First Green Tire”導入時の転がり抵抗係数の減少が顕著であることがわかる。そのあとも性能向上が図られている。“First Green Tire”導入以前の転がり抵抗の低減は、タイヤの構造やゴム配合の改良によるものが中心であろう。

図1 Michelin (ミシュラン) タイヤの転がり抵抗係数の減少

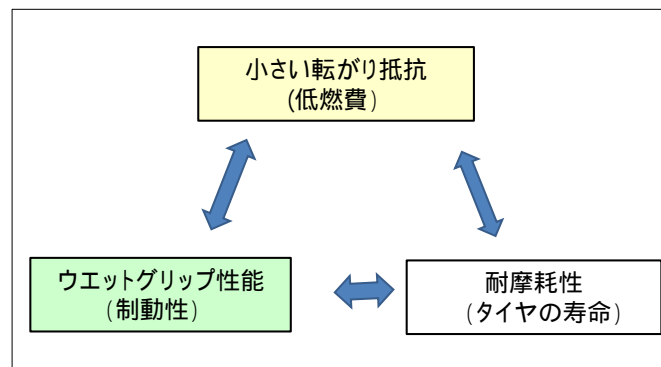


(出典 Michelin 文献2)

1.1.2 タイヤに必要とされる性能とタイヤの構造

タイヤの重要な性能は、 転がり抵抗が小さいこと（燃費のよいこと）、 濡れた路面のウェットグリップ性能（制動性：ウェットスキッド レジスタンスともいう）がよいこと、 摩耗が少なく、寿命が長いことの3つである。この3つの性能は、欧米ではマジック トライアングル（図2）と呼ばれ、1つの性能を改良すると他の性能が低下してしまうといわれる。他の性能を犠牲にすることなく、ある性能を向上させることは不可能とみられていた。

図2 タイヤ性能のマジック トライアングル



ARC 作成

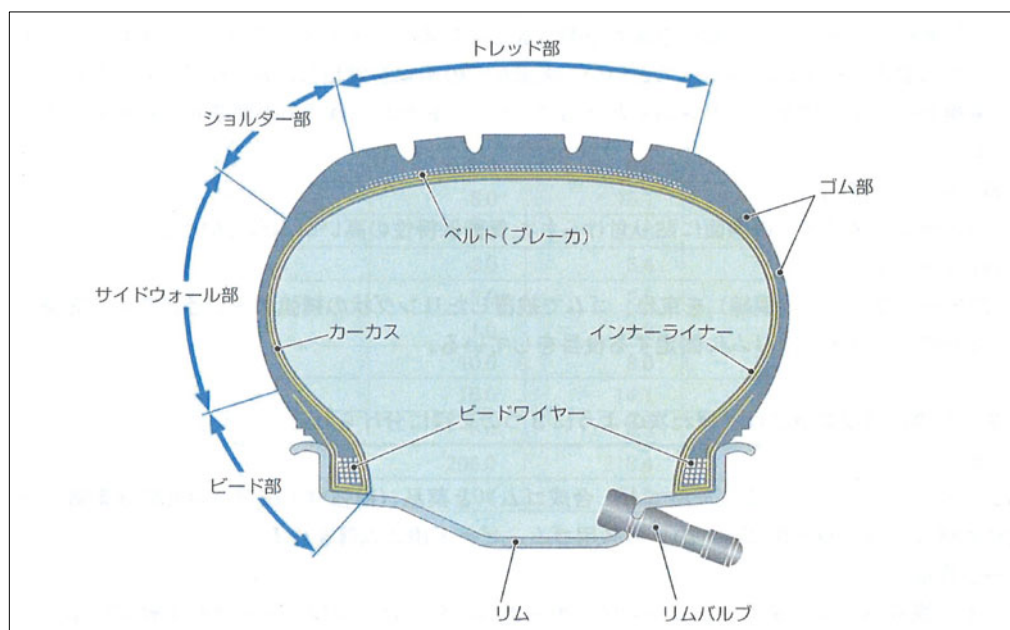
Michelin のグリーンタイヤは、転がり抵抗の小さい燃費のよいタイヤであるばかりでなく、雨が多く、高速道路での走行が多い西ヨーロッパで必要とされるウェットグリップ性能（制動性、安全性）にすぐれるという特徴をもっていた。摩耗も問題ないという。マジック トライアングルの束縛を抜け出したブレークスルーであった。

タイヤ全体の構造は、図3のようにトレッド、カーカス、サイドウォール、インナーチューブなどからなっている。また、タイヤコードも使用されている（素材はスチール、ナイロン66、ポリエステル、レーヨンなど）。このようにタイヤは、多くの技術とノウハウが盛り込まれた高度な立体的複合製品である。それによって、タイヤ全体の性能が決まる。タイヤの基本構造とタイヤの基本構成を下記に示す。

(タイヤの基本構造)

- ・トレッド部：タイヤが路面と接触する部分の厚いゴム層である。転がり抵抗の多くはこの部分で発生する。低燃費タイヤにとって一番重要な部分であり、おもに溶液重合SBR（S-SBR）と天然ゴムが使われる。
- ・サイドウォール部：ショルダーとビードの間で、荷重を支える。
- ・カーカス部：タイヤの骨格になる部分で、タイヤの他の部分と接着して一体化する。
- ・インナーライナー部：チューブレスタイヤの内面に張り付けられた部分で、ガスの機密保持性の高いブチルゴムが使用される。

図3 タイヤの基本構造



(出典 経済産業省 文献3)

(タイヤの基本構成)

表1に乗用車タイヤの基本構成の一例を示す。ここでは、シリカが使用されている。合成ゴムと天然ゴム、補強剤（カーボンブラック、シリカなど）、配合薬品、硫黄（加硫剤）を混練してゴムコンパウンドをつくる。それを、それぞれのパーツの形に成形して、タイヤコードなどと貼り合わせて加硫（硫黄によりゴムを三次元架橋）し

てつくられる。トレッド、カーカス、サイドウォールのゴムコンパウンドはそれぞれ組成が異なる。また、タイヤの性能は材料物性ばかりでなく、トレッドパターンに大きく依存する。

表 1 乗用車タイヤの基本構成

原材料	配合比率	主な構成材料
ゴム	100	天然ゴム 46.4
		合成ゴム 53.6
補強剤	58.3	カーボンブラック 41.3
		シリカ 16.9
プロセスオイル	9.6	
有機ゴム薬品計	13.1	加硫促進剤ほか
亜鉛華	3.4	
硫黄	2.5	(加硫剤)
スチール・タイヤコード	14.1	
繊維・タイヤコード	8	ポリエステル、ナイロン
ビードワイヤ	9.5	
計	218.4	

出典 経済産業省（文献3）

1.1.3 Michelin グリーンタイヤのブレイクスルーポイントはどこか

タイヤは黒いがこれはゴムと配合してあるカーボンブラックのためである。カーボンブラックは加硫するとゴムと結合して、強い強度の加硫ゴムが得られる。タイヤには強い引張強度が必要とされる。カーボンブラック以外の補強剤としてシリカがあるが、配合物は加工しにくく、引張強度が出ないのでタイヤには使えないとずっと考えられていた。ところが、シリカを使ってカーボンブラックよりすぐれた性能を引き出す技術が開発された。これは画期的なブレイクスルーであった。シランカップリング剤を使って、シリカと合成ゴムを結合させ、すぐれた補強強化を発現させた。

Michelinのシリカタイヤには、図4に示す4つの技術が盛り込まれた。

図4 ミシュラン・シリカタイヤの特徴

- ・カーボンブラック → シリカ
- ・乳化重合SBR → 溶液重合SBR
- ・カーボンブラックとSBRの結合は物理吸着
→ シリカとSBRの結合はシランカップリング剤
による化学結合
- ・混練法 単純混練 → 反応混練

ARC 作成

すなわち、カーボンブラックの一部をシリカに代えた。合成ゴムは、グローバルスタンダードの乳化重合SBR（E-SBR）ではなく転がり抵抗が小さく燃費のよい溶液重合SBR（S-SBR）が採用された。硫黄と併用してシランカップリング剤が使用された。

シランカップリング剤はEvonik Degussa GmbH（旧Degussa）のSi69（商品名）が使用された。Degussaは1970-1980年代にSi69を市場に出していたが、Michelinのシリカタイヤに使われ注目された。Si69はシリカ（ SiO_2 ）表面のシラノールと反応する $\text{Si}(\text{OEt})_3$ 基と硫黄が平均4個つながった S_4 基の部分からなる。シリカとシランカップリング剤を含むゴムコンパウンドを混練すると、シリカ表面のシラノールとシランカップリング剤が結合し、アルコール（ EtOH ）が脱離する（ここでは、反応混練と呼ぶ）。シランカップリング剤でよく使われる反応である。混練すると、ゴムコンパウンドの温度は上がるが、加硫しないように一定温度以下（たとえば、140 以下）に抑える必要がある。これが技術の1つの重要なポイントである。さらに、次の加硫工程で、シリカに結合しているシランカップリング剤中の S_4 がゴムの二重結合と反応して加硫する。このようにしてシリカと合成ゴムがシランカップリング剤を介して結合する。

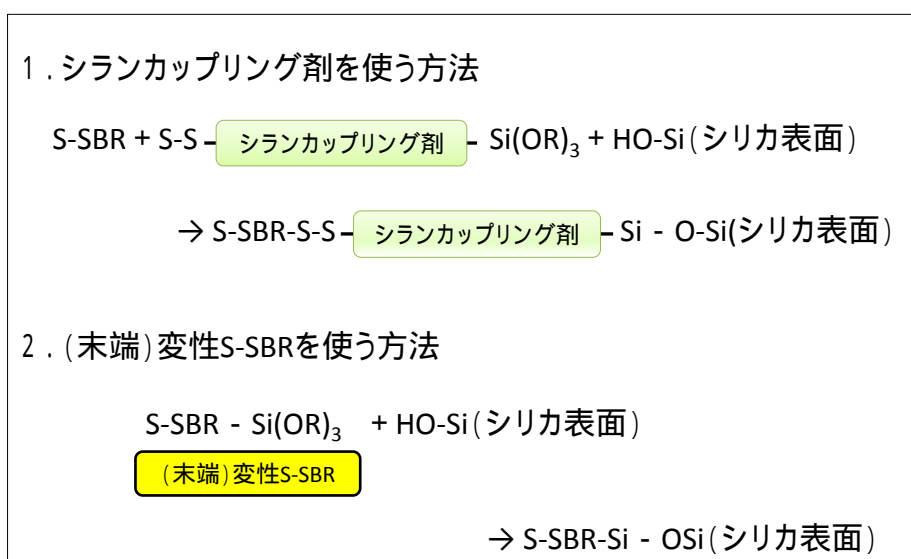
1992年以来、Michelinは世界にグリーンタイヤを継続的に提供してきている。その名は“Energy Saver”である。グリーンタイヤを最初に導入したときはカーボンの一部をシリカに代替したものであったが、現在はカーボンを100%シリカに変えたフルシリカコンパウンドを使用している（文献4）。

1.2 合成ゴムの高付加価値化

1.2.1 (末端)変性S-SBRのブレイクスルー

さらに大きなブレイクスルーが起こった。シランカップリング剤の仲介なくS-SBRとシリカを直接結合することが可能となった(図5)。シリカ表面のシラノール基と反応できる官能基を導入した(末端)変性S-SBRが開発された。

図5 S-SBRとシリカをつなぐ方法



ARC 作成

(末端)変性S-SBRは、長年にわたるS-SBRの末端変性技術の開発の中から生まれたものである。日本の4社がそれぞれ独自の技術をもって世界に先駆けて2000年前後に工業化した。旭化成、JSR、日本ゼオン、住友化学である。低燃費シリカタイヤ用ゴムとして好評で、4社は国内ばかりでなく、シンガポールやタイにS-SBR工場を相次いで建設し、生産している。旭化成はシンガポールに2013年4月に第1系列の5万トンプラントを立ち上げ、15年の第1四半期に第2系列5万トンを立ち上げる。住友化学はシンガポールに14年5月に4万トンを立ち上げた。日本ゼオンはシンガポールにBRを含むS-SBRの3~4万トン設備を14年4月に稼働している。JSRは合弁会社で14年3月からタイで5万トンプラントを立ち上げた。これらについては、次のARCレポート続編の第2部で詳細に紹介する。

1.2.2 超ハイス・ネオジウム触媒系ポリブタジエン (Nd-BR) の開発

Co系やNi系触媒を使って製造される従来のハイスBRに対して、Nd系触媒を使った超ハイスBRは転がり抵抗が少なく低燃費タイヤ用に好適とされている。ドイツの合成ゴム会社のLanxess (ランクセス) を筆頭に、約10社が生産している。

図6はLanxessが発表したゴムコンパウンドの開発の方向()と、タイヤにした時の転がり抵抗(インデックス)の模式図である(文献5)。

のE-SBR+従来のBR+カーボンブラックが従来のタイヤ用コンパウンドである。これの転がり抵抗のインデックスを100とする。

は、のE-SBRをS-SBRに代えたもので、インデックスは95に下がる。

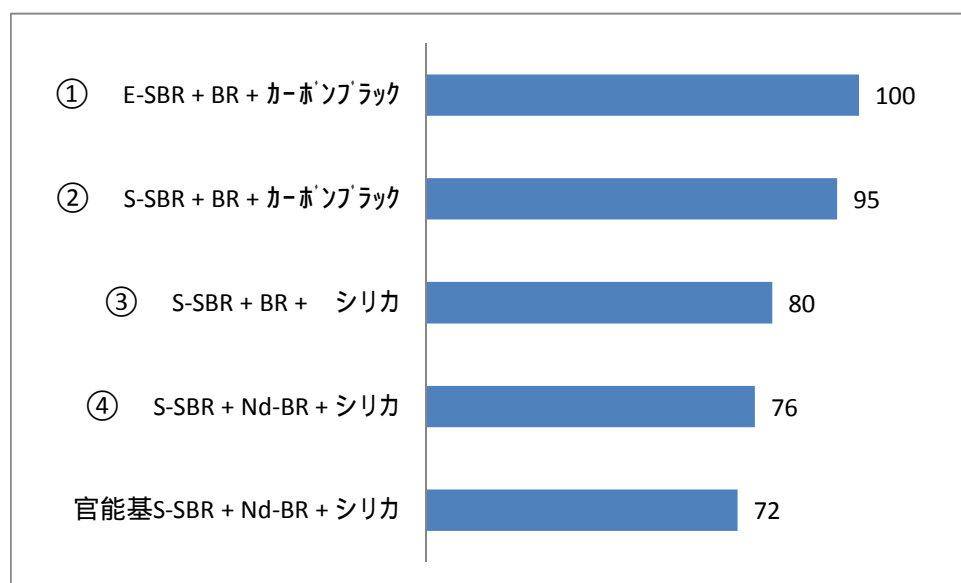
は、のカーボンブラックをシリカに代えたもので、インデックスは80に下がる。シリカにすることによりインデックスが大きく下がることがわかる。

は、のBRを従来品からNd-BRに代えたもので、インデックスは76に下がる。

は、のS-SBRを官能基S-SBRに代えたもので、インデックスは72に下がる。この官能基S-SBR+Nd-BR+シリカの組み合わせが、現状では最高の性能である。官能基S-SBRとは、(末端)変性S-SBRのことである。

なお、Nd-BRは日本ではポピュラーでなく、低燃費タイヤにあまり使われていない。

図6 転がり抵抗係数(インデックス)



出典 (Lanxess 資料 (文献5) より作成)

1.3 汎用製品の高付加価値化

タイヤ用に使われるSBR、BRは汎用合成ゴムであり、ブチルゴム（IIR）、ニトリルゴム（NBR）、クロロプレンゴム（CR）、TPS（熱可塑性エラストマー）などは特殊ゴムといわれる。過去、汎用ゴムは量は大きいが付加価値が低く、特殊ゴムは量は少ないが付加価値が高いとの位置づけであった。合成ゴムの先発の大手メーカーの多くが、汎用ゴムに加えて特殊ゴムの事業化を行った。これは高付加価値化の1つの方向で、他の石油化学製品でも見られる。樹脂でいえば、汎用樹脂（ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン）からエンジニアリングプラスチック（ナイロン、ポリアセタール、ポリカーボネート、PBT、変性PPE）への展開、さらにはスーパーエンジニアリングプラスチック（PPS、ポリーエーテルスルホン、ポリスルホン、ポリエーテルケトン、液晶ポリマー、ポリアリレート）への展開と同じである。合成繊維も3大合繊（ポリエステル、ナイロン、アクリル繊維）から、特殊繊維（スパンデックス（弾性繊維）、アラミド繊維、炭素繊維など）に展開している。

ポリエチレン、SBR、BRのような汎用品の差別化、高付加価値化は難しい。そのよい例が乳化重合SBR（E-SBR、代表銘柄SBR1712）である。グローバルスタンダードで、世界中どこでも同じ製品が手に入る。タイヤメーカーにとっては便利であり、合成ゴムメーカーにとっても新たな開発が不要で面倒がない。後発のメーカーにとってはSBR1712をつくれれば、タイヤメーカーに新規に採用してもらいやすい。しかし、供給が過剰になり、競争が激しくなると差別化がむずかしいので価格競争になる。

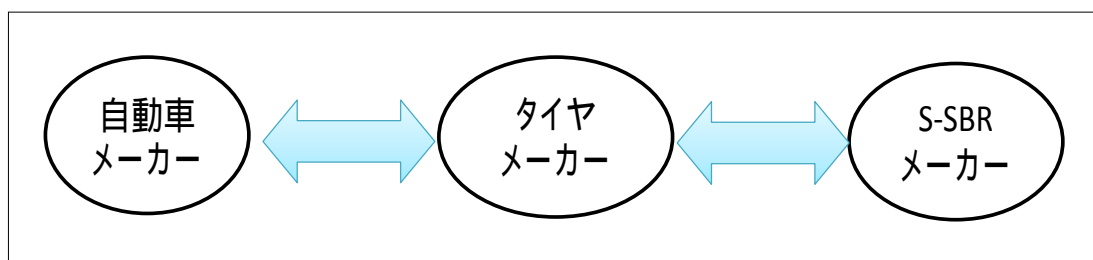
E-SBRの後に開発された溶液重合（S-SBR）は物性は優れるが、加工性が劣ったため当初はE-SBR並みの加工性を求められた。S-SBRの加工性がある程度改良され、加工技術も向上してくると、S-SBRの性能が認められタイヤ用途に普及することとなった。S-SBR自体が差別化製品となった。さらに近年開発された（末端）変性S-SBRが、低燃費タイヤ用ゴムとして好適な性能をもち、需要が伸びている。これは汎用品の差別化、高付加価値化のすばらしい成功例と考えられる（利益率の判断は難しいが、プレミアムな低燃費タイヤ用ゴムであることと合成ゴムメーカー4社が相次いで5-10万トンのプラントを海外に新設したことから採算性は悪くないと推定する）。

高付加価値化というと、固有の特性を生かしてニッチな用途に売れる量的に少ない製品というイメージがあるが、それとは異なる。

1.4 (末端)変性S-SBR成功からの考察

当然ながら、成功の要因は合成ゴムメーカーが長年にわたり蓄積してきた末端変性反応技術を発展させ、低燃費シリカタイヤ用の(末端)変性S-SBRを開発したからである。その技術のポイントについてはさらに続編の第2部で議論する。もう1つの成功の要因は、これも当然ながらタイヤメーカーが長年にわたり蓄積してきたゴムの補強に関する技術をシリカ配合に展開し、低燃費タイヤを開発したからである。その技術のポイントについては、さらに続編の第2部で議論する。日本のタイヤメーカー4社は世界をリードする技術力と販売力をもっていて、世界シェアは約23%である。世界的リーダーのタイヤメーカーを顧客にもつということは合成ゴムメーカーにとって大きなメリットである。しかもタイヤメーカーと合成ゴムメーカーは連携が強い。ブリヂストンとJSR、横浜ゴムと日本ゼオンはともに設立以来の資本関係があり緊密である。また、タイヤメーカーの顧客である自動車メーカーも日本は強い。いわば、日本の強い産業のつながり中で(末端)変性S-SBRは生まれた。

図7 自動車メーカー、タイヤメーカー、S-SBRメーカーの関係



ARC 作成

もちろんその背景に、低燃費タイヤが喫緊のエネルギー問題と環境問題(CO₂削減)の有力な解決手段になるという社会的要請がある。タイヤラベリング制度が世界的に広がり、低燃費タイヤが普及することが望まれる。

2 合成ゴム高付加価値化の背景

2.1 世界の合成ゴム

2.1.1 合成ゴムの種類別生産能力

表2に、IISRP International Institute Synthetic Rubber Producers:国際合成ゴム生産者協会 がまとめた合成ゴムの需要と生産能力を示す。表の能力増は各社の発表を積み上げたものである。

表2 世界の合成ゴムの生産能力推移（単位 千トン/年）

合成ゴムの種類 (略号)	能力 2013		能力増					能力 2017
			2014	2015	2016	2017	14-17計	
乳化重合SBR (E-SBR)	4,928	27%	175	110	100	0	165	5,093
溶液重合SBR (S-SBR)	1,692	9%	517	375	180	175	1,247	2,939
ポリブタジエン (BR)	4,718	25%	317	380	100	270	1,067	5,785
スチレン系熱可塑性 エラストマー (TPS)	2,438	13%	76	30	80	0	186	2,624
エチレン ブレンゴム (EPDM)	1,405	8%	170	270	370	0	810	2,215
ブチルゴム (IIR)	1,473	8%	280	227	0	140	647	2,120
ポリイソプレン (IR)	806	4%	60	0	18	0	78	884
ニトリルゴム (NBR)	763	4%	14	80	0	0	94	857
クロロプレン (CR)	404	2%	-	-	-	-	-	[404]
合成ゴム合計	18,626	100%					4,294	22,920

IISRP 資料（文献6）より ARC 作成

表の上段の乳化重合SBR（E-SBR）、溶液重合SBR（S-SBR）、ポリブタジエン（BR）、スチレン系熱可塑性エラストマー（TPS）の4つが、ブタジエンを主原料とするブタジエン系合成ゴムである。図8にブタジエン系合成ゴムの現有能力と予測を図示した。

2013年のE-SBRの能力は493万トンと最大であるが、17年までの能力増は17万トンとわずかである。一方、S-SBRは13年の169万トンから17年にかけて125万トンの増能力計画（約70%の能力増）があり、17年には294万トンとなる。これには（末端）変性S-SBRが含まれている。E-SBRからS-SBRへのシフトが鮮明である。BRは13年の472万トンから107万トン年の大きな能力増が見込まれ、17年には579万トンになる。BRには、Nd-BRが含まれている。スチレン系熱可塑性エラストマー TPS にはSBS、SISブロック共重合体と、SBSとSISをそれぞれ水素添加してつくられる飽和型のSEBS、SEPSブロック共重合体が含まれる。

(注) SBS : スチレン - ブタジエン - スチレンブロック共重合体

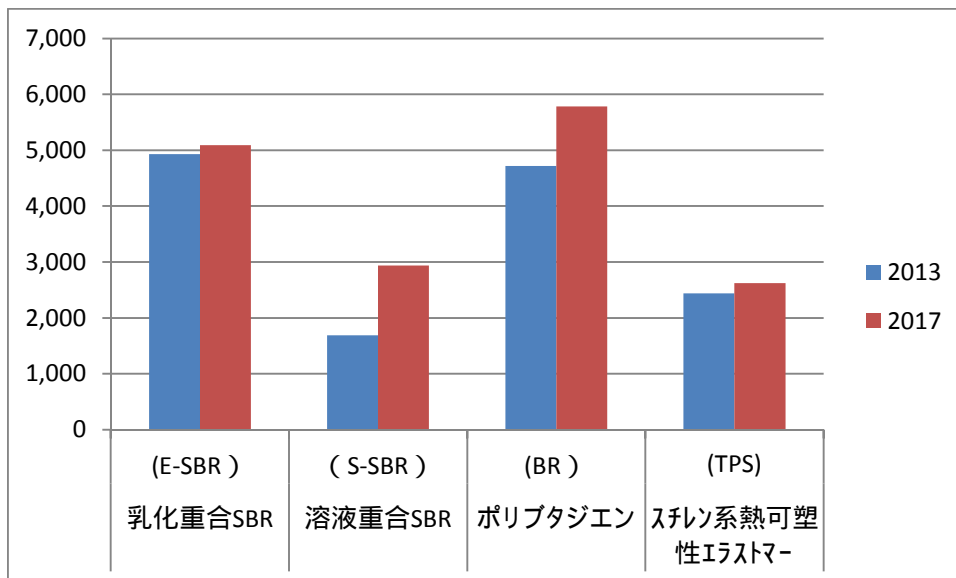
SIS : スチレン - イソプレン - スチレンブロック共重合体

SEBS : スチレン エチレン・ブチレン - スチレンブロック共重合体 (飽和型)

SEPS : スチレン - エチレン・プロピレン - スチレンブロック共重合体 飽和型

TPSはS-SBR技術から派生した高付加価値製品であったが、その後に大きく発展して13年の能力は244万トンで、S-SBRの169万トンを上回る。17年に262万トンになる見込みで、能力増は19万トンと少ない。

図 8 ブタジエン系合成ゴムの現有能力と予測 (単位 千トン/年)



IISRP資料(文献6)よりARC作成

(参考) SBR、BR、TPSの製造法とポリマー構造の概要を表3～5に示す。詳細は続編(第2部、第3部)に記載する。

表3 SBRの製法とポリマー構造(ARC作成)

SBR	モノマー	重合法		触媒	分岐と分子量分布 (分岐導入や分子量分布を広げる手法)	ポリマーの構造	
						スチレン含量	マイクロ構造 (共役ジエン当たり)
乳化重合 (E-SBR)	ブタジエン、スチレン	乳化重合	連続	ドックス触媒(ラジカル重合)	ラジカル重合時に長鎖分岐が生成し、分子量分布も広い	23.50%	シス 12% トランス 71% ビニル 17%
溶液重合 (S-SBR)	ブタジエン、スチレン	溶液重合	バッチ	ブチリチウム触媒(アニオン重合)	分岐なし・単分散 (Si,Snカップリング剤の使用による分岐)	25%	ビニル 10-60% (使用するランダムイザマーの量による)
		(溶媒: ヘキサンやシクロヘキサン)	連続	モノマー転化率 100%	分岐少しあり、分布広い (重合時の滞留時間分布や分岐剤)	25%	ビニル 10% トランス 55% シス 35%

表4 ポリブタジエン(BR)の製法とポリマー構造(ARC作成)

代表的BRの種類	ブタジエンの溶液重合 (バッチまたは連続) 触媒	分子量分布 分岐	マイクロ構造 (共役ジエン当たり)	代表的 開発会社
ローシスBR	ブチリチウム	S-SBRと同じ (表参照)	シス35%、トランス55% ビニル10%	Phillips Firestone
ハイシスBR	Co系チーグラ- Ni系チーグラ-	分岐多い 分岐少ない	シス > 95%	
超ハイシスBR	Nd系チーグラ- (ネオジウム系)	分岐なし 分布狭い	シス > 99%	Lanxess
宇部興産の特殊BR				
VCR (ハイシスBRと高結晶性シンジオブタジエン樹脂とのブレンド)				宇部興産
MBR	V系メタロセン		シス 88% ビニル 11%	宇部興産

表5 スチレン系熱可塑性エラストマー(TPS)の製法とポリマー構造(ARC作成)

種類	モノマー	プロセス			分子量分布 分岐	ポリマーの構造	
		重合法	触媒	重合温度、 (モノマー転化率)		スチレン含量	マイクロ構造 (共役ジエン当たり)
SBS	ブタジエン、スチレン				単分散 ・Siカップリングによるラジアルポリマー	約30%	シス 35% トランス 55% ビニル 10%
SIS	イソプレン、スチレン	溶液重合 (バッチ)	ブチリチウム	失活を防ぐため 低温重合 (例 80 以下)			シス 70% トランス 25% ビニル 10%
SEBS (飽和)	原料 SBS (ハ化ニルタイプ)	溶液反応 (バッチ)	水素添加触媒 (有機金属 錯体)	低温、低圧 (部分水素添加)	同上	約30%	EB (イフレン・ブテン)
SEPS (飽和)	原料 SIS						EP (イフレン・ブピレン)

2.1.2 地域別生産能力、生産量、消費量

表6に示すように、2013年の合成ゴムの地域別生産能力（比率）は、日本が9%、中国28%、その他アジア17%で、アジア全体で54%を占めている。そして、北米17%、南米5%、ヨーロッパ・中欧・アフリカ16%、ロシア8%となっている。ロシアには大きな合成ゴムメーカーが2社ある。

日本のシェア約9%は、世界のエチレン生産能力に占める日本のシェア約8%より約1%多い（なお、世界のブタジエン系合成ゴムの生産能力は約1,370万トンに対し、世界のエチレン生産能力は約15,000万トンで10倍以上である）。

表 6 世界の合成ゴム生産能力（2013年）

	千トン/年	%
日本	1,679	9
中国	5,133	28
その他アジア	3,251	17
北米	3,150	17
南米	851	5
ヨーロッパ・中欧・アフリカ	2,991	16
ロシア	1,552	8
合計	18,626	100

出典 IISRP 資料（文献6）

また、表7に国別の生産量と消費量のデータとそのバランスを示す。合成ゴムの主要生産国はいずれも輸出国になっている。2013年にロシアが80万トン、日本は71万トン、米国が54万トンの合成ゴムを輸出している。半面、中国が138万トンとその他地域が135万トンの大輸入国である。また、10年と比較すると、中国だけが生産量（32%増）と消費量（23%増）を大きく伸ばしていることがわかる。中国は13年に世界の生産量で26%、消費量で35%のシェアを占めている。

サウジアラビアなどの中東は、ポリオレフィンの生産と輸出で世界的な大きなシェアを有しているが、合成ゴムでは存在感が薄い（EPDM、IIRを生産）。中東はエタンクラッキング（天然ガスのエタンを原料とするエタン分解）中心で、ナフサクラッキング（石油留分のナフサを原料とするナフサ分解）に比べブタジエンの生産量が少ないことが1つの理由であろう（文献1）。日本はすべてナフサクラッキングである。

表7 国別合成ゴムの生産量と消費量（単位 千トン）

国名	2010年		2013年		2013年	伸び	
	生産量	消費量	生産量(%)	消費量(%)	生産量 消費量	生産量	消費量
米国	2,332	1,732	2,234(14)	1,698(11)	536	96	98
イギリス	238	148	199 (1)	160 (1)	39	84	108
ドイツ	809	563	875 (6)	576 (4)	299	108	102
フランス	568	306	616 (4)	257 (2)	359	108	84
ロシア	1,379	697	1,469(10)	673 (4)	796	107	97
中国	3,100	4,442	4,090(26)	5,471 (35)	1,381	132	123
日本	1,595	987	1,638(11)	929 (6)	709	103	94
その他	4,061	5,211	4,374(28)	5,719 (37)	1,345	108	110
(韓国)	[940]	n.a.	[1,520]	n.a.		162	n.a.
(ブラジル)	n.a.	[530]	n.a.	[530]		n.a.	100
(インド)	n.a.	[410]	n.a.	[470]		n.a.	115
合計	14,082	14,086	15,495(100)	15,483(100)	12	110	110

日本ゴム工業会 統計資料(文献7)などより ARC 作成

2.1.3 タイヤ用ゴムの地域別、品種別生産能力推移

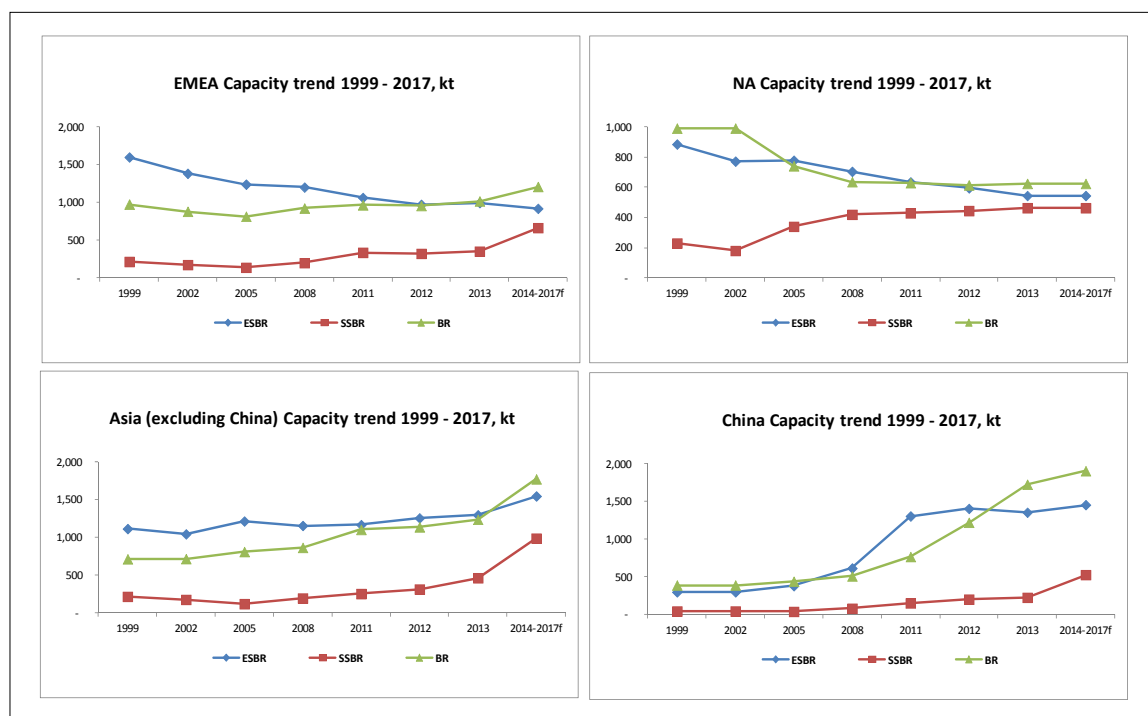
図9に4つの地域（国）における、品種別生産能力の推移を示す（IISRP 文献6）。4つの地域（国）は、EMEA（ヨーロッパ・中欧・アフリカ）、NA（北米）、中国を除くアジア、中国である。品種は、E-SBR、S-SBR、BRの3つである。1999年から2013年までの実績と17年の予想が図示されている。

まず、ヨーロッパ・中欧・アフリカはE-SBRが顕著に減少していることがわかる。1999年の約160万トンが、2013年には約100万トンまで減少し、17年には約95万トンになると予想される。一方、S-SBRは近年増加しており13年の35万トンが17年に倍増の約70万トンになり、E-SBRに近づく。BRはこれまで横ばいの約100万トンであったが、17年に向けて約20万トン増加する。

北米もE-SBRが顕著に減少している。1999年に約90万トンあったものが、約55万トンまで減少している。S-SBRは約45万トンで推移し、E-SBRとほぼ同レベルである。BRは1999年には100万トンに近い生産があったが、その後減少し2013年は約60万トンになっている。エチレンクラッキングの原料軽質化で、ブタジエンの生産量が増えないので、北米の合成ゴム生産はあまり増加しないであろう。ブタジエンを輸入して合成

ゴムを製造することが考えられるが、中国をはじめとするアジアからタイヤが大量に輸入されているのでその必要性は少ない。

図9 タイヤ用ゴムの生産能力推移 (E-SBR, S-SBR, BR)



出典 IISRP 文献6

アジア（中国を除く）については、E-SBRがほぼ横ばいで13年が約130万トンレベルで、17年までに約20万トン程度の増能力が見込まれる。S-SBRは08年以降増加しており、13年約45万トンが17年には約100万と倍増する。ここに（末端）変性S-SBRの増能力が含まれている。BRは1999年の約70万トンからずっと増加しており、2013年は約125万トンで、17年には約175万トンになる見込みである。

中国は11年ごろにE-SBRの大増設を行い、13年は約140万トンで17年まで横ばいである。またBRは05年ごろより継続的に能力を増加しており、13年約170万トンで17年に向けて約190万トンに増加する。S-SBRの生産能力は約20万トンで、E-SBRやBRに比べてはるかに小さいが、今後30万トン程度増加して17年には約50万トンになると見込まれている。

地域と国によって、状況がかなり違うのが特徴である。

2.1.4 世界の合成ゴムメーカー

表8に世界の合成ゴムメーカーを生産能力順に示す。この生産能力は、すべての種類の合成ゴムの生産能力の合計である。ドイツのLanxessがトップの約175万トンで、ほぼすべての種類の合成ゴムを生産している。Lanxessはバイエルの合成ゴム部門が分離されてできた会社である、次いで、Sinopec（シノペック：中国石油化工、石油化学メーカー、中国）の約160万トン、PetroChina（中国石油、石油・石油化学メーカー、中国）約150万トン、KKPC[クムホ（クムホグループの石油化学メーカー）、韓国]の約130万トンと続き、これがトップ4社である。4社の合計能力は約610万トンで世界の生産能力約1860万トンの3分の1（33%）を占めている。

次いで60-75万トンクラスにTSRC（旧台湾合成ゴム、台湾）、Goodyear（タイヤメーカー、米国）、Exxon（米国、EPDMとIIRのトップメーカーで、その他の合成ゴムはつくっていない）、NKNH（Nizhnekamskneftekhim、ロシア）、Versalis（ヴェルサリス、Eniグループ、イタリア）がある。50万トンクラスにはLG Chemical（韓国）、Sibur（ロシア）、LCY（李長栄化学、TPSに特化、台湾）がある。約35-40万トンクラスには、Kraton（TPSの専門メーカー、米国）、JSR（日本）、Zeon（日本ゼオン、日本）、Styron（旧DOW、ドイツ）、Synthos（ポーランド）がある。これら上記トップ20社の合計能力は、1,420万トンで世界の約76%を占める。旭化成は25位である。

合成ゴムメーカーには石油化学やポリオレフィンの主要メーカーである米国のDOW、Chevron Phillips、LyondellBasell、ShellやヨーロッパのBASF、INEOS、台湾のFPC、サウジのSabicなどの名前が出てこない。DOWやShellは合成ゴムを以前は製造していたが、すでにその事業を切り離している。半面、合成ゴムメーカーの中には、タイヤメーカーの要請でつくられた会社があることが特徴である。タイヤメーカーのGoodyearやFirestoneは合成ゴムの製造を自ら手掛けた。ブリヂストンがFirestone全体を買収し、現在のFirestone Synthetic Rubberはブリヂストンの100%子会社である。また、ブリヂストンはJSRの設立に、横浜ゴムは日本ゼオンの設立に関与している。KKPC（クムホ、韓国）は同じクムホグループにクムホタイヤがある。また、合成ゴムメーカートップ11社にロシアのメーカーが2社入っているのも特徴である。

表8には、各メーカーのSBR、（末端）変性SBR、BR、Nd-BR、TPSの生産状況を示した。E-SBRをもっている大手合成ゴムメーカー15社はすべてS-SBRをもっていて、S-SBRへのシフトに対する準備ができているといえる。一方、S-SBRだけで、E-SBRをもたない会社が数社ある。E-SBRの後に開発されたS-SBRで新規参入したメーカーであろう。また、（末端）変性S-SBRは日本の4社とLanxessが製造している。

表8 世界の合成ゴムメーカーの生産能力と品目

順位	合成ゴムメーカー	本社	生産能力 千トン/年	E-SBR	S-SBR		S-SBR &BR	BR		TPS SBSetc
					一般	変性		一般	Nd系	
1	Lanxess (ランクセス)	ドイツ	1,750							
2	Sinopec (中国石油化工)	中国	1,600	*						**
3	PetroChina (中国石油)	中国	1,500	*						**
4	KKPC (クムホ)	韓国	1,300	*						**
5	TSRC	台湾	750	*						**
6	Goodyear	米国	750							
7	Exxon	米国	750	-	-					
8	NKNH	ロシア	600				*			
9	Versalis (ヴェルサリス)	イタリア	600				*			**
10	LG	韓国	550		-					**
11	Sibur	ロシア	500	*			*			**
12	LCY (李長栄化学)	台湾	500	-	-					**
13	Kraton	米国	400	-	-					
14	JSR	日本	400				*			
15	Zeon (日本ゼオン)	日本	400							**
16	Styron	ドイツ	350				*			
17	Synthos	ポーランド	300				*			
18	Michelin / ASR	米国	300	-						
19	Firestone (ブリヂストン系)	米国	300	-						
	Karbochem (カーボケム)	南アフリカ	100							
25	旭化成	日本	250				*			**
	日本エラストマー	日本	65	-	○			○		○
	宇部興産	日本	130		-					
	住友化学	日本	90							
	三菱化学	日本	65	○	-			-		
	クラレ	日本	46							**
* はLanxessが競合会社としてリストアップした会社										
** はKratonがTPS(スチレン系熱可塑性エラストマー)の競合会社としてリストアップした会社										

出典 IISRP 文献 6 などをもとに ARC 作成

合成ゴムのトップメーカーのLanxess（ドイツ）はE-SBRの競合メーカーとして、生産能力2-5位のSinopec（中国）、PetroChina（中国）、KKPC（韓国）、TSRC（台湾）と、11位のSibur（ロシア）を上げている。また同社は、S-SBR & BRの競合メーカーとして、NKNH（ロシア）、Versalis（イタリア）、Sibur（ロシア）、JSR（日本）、Styron（ドイツ）、Synthos（ポーランド）、旭化成（日本）を挙げている。E-SBRと

S-SBR & BRの競合会社が、Sibur以外すべて異なることは対照的である。

BRについては、従来品のハイシスBRよりもシス含量が99%以上と高いNd-BRが転がり抵抗が少ないゴムとして注目され、生産するメーカーが増えている。Nd-BRの生産能力もLanxessが一番であり、現在の15万トンの生産能力を2017年までに32万トンにほぼ倍増する予定である。そのほかのNd-BRの生産メーカーとしては能力の大きい順にNKNH（ロシア）、Synthos（ポーランド）、PetroChina（中国）、Versalis（イタリア）、Karbochem（南アフリカ）、Sibur（ロシア）、JSR（日本）がある。日本のBRのトップメーカーである宇部興産はNd-BRを生産しておらず、その計画もない。同社は独自の差別化路線を志向している（表4を参照）。

TPSも多くの合成ゴムメーカーが手掛けており、生産能力からすれば特殊品というよりもすでに汎用品になっている。現在も高収益製品であるかどうかは、続編の第3部で議論する。TPSのトップメーカーはKraton（米国）である。生産能力は約40万トンで、能力シェアは17%である。IRを少し生産しているがほとんどがTPSビジネスである。KratonはSBS型熱可塑性エラストマー（商品名Kraton®）を世界で初めて開発したShell Chemicalの後継の会社である。

KratonがTPSの競合会社として挙げているのは、旭化成、Chi Mei（奇美実業、台湾）、Dynasol Elastomers（メキシコとスペインに工場、米国）、クラレ（米国と日本に工場）、KKPC（韓国）、LCY（TPSに特化、台湾）、LG Chemical（韓国）、Sinopec（中国）、TSRC（台湾）、Versalis（イタリア）、日本ゼオンである（アイウエオ順）。

2.2 世界のタイヤ

2.2.1 ゴムの用途別消費量

2013年の日本のゴム消費量は166.4万トンで、そのうち内訳は合成ゴムが95.4万トン、天然ゴムが71.1万トンであった。合成ゴム比率は57.3%である。ゴム消費量と合成ゴム比率はここ数年ほとんど変わっていない。また、ゴムの用途別消費量は、ゴム工業用途が139.8万トン（84%）で、ゴム工業用途以外（HIPS用ゴムなど）が26.6万トン（16%）である。（注 ポリブタジエン（BR）の需要の約25%は、HIPS（耐衝撃性ポリスチレン）やABS用の樹脂改質剤に使用されている）工業用途139.8万トン（84%）は、タイヤ用114.0万トン（69.0%）、工業用品類24.0万トン（14%）、その他ゴム用途1.7万トン（1%）からなっている。このように、タイヤはゴム全体の69.0%を占める最大の用途である。

またタイヤ用ゴムのうち合成ゴムは43.4%、天然ゴムは56.4%である。タイヤの合成ゴム比率43.4%は、全用途の合成ゴム比率の57.3%よりも低い。以上の数字は、JATMA資料（文献8）による。

いずれにしても合成ゴムはタイヤに大きく依存している。

2.2.2 世界のタイヤ生産と需要

（1）世界のタイヤ生産

世界のタイヤ生産をゴム量ベースで見ると、2008年の1,324万トンが13年の1,516万トンに拡大している。国別シェアをみると、中国が37%で一番大きく、日本7%、韓国4%、アジア-大洋州地域（中国、日本、韓国を除く）16%である。これらを合計したアジア-大洋州地域全体では64%の大きなシェアになる。そして、北米・中南米が17%、欧州・中近東・アフリカが19%となっている。中国の生産が着実に増加している（2008年382万トン、11年499万トン、13年562万トン）。また、アジア-太平洋地域（日本、韓国、中国を除く）は生産が少し伸びているが、その他の国や地域は横ばいである。

表9 地域・国別タイヤ生産量推移（ゴム量ベース、万トン/年）

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2013(%)
アジア-大洋州	計	7565	7365	8639	8884	9186	9676	64
	日本	1325	998	1174	1119	1074	1102	7
	韓国	519	457	588	608	627	636	4
	中国	3817	4090	4849	4990	5265	5615	37
	その他	1904	1820	2028	2167	2220	2323	16
北米・中南米		2593	2159	2561	2747	2613	2664	17
欧州・中近東・アフリカ		3077	2512	2787	3044	2790	2816	19
合計		13,235	12,036	13,987	14,675	14,589	15,156	100

図10 地域・国別タイヤ生産量推移（ゴム量ベース、万トン/年）

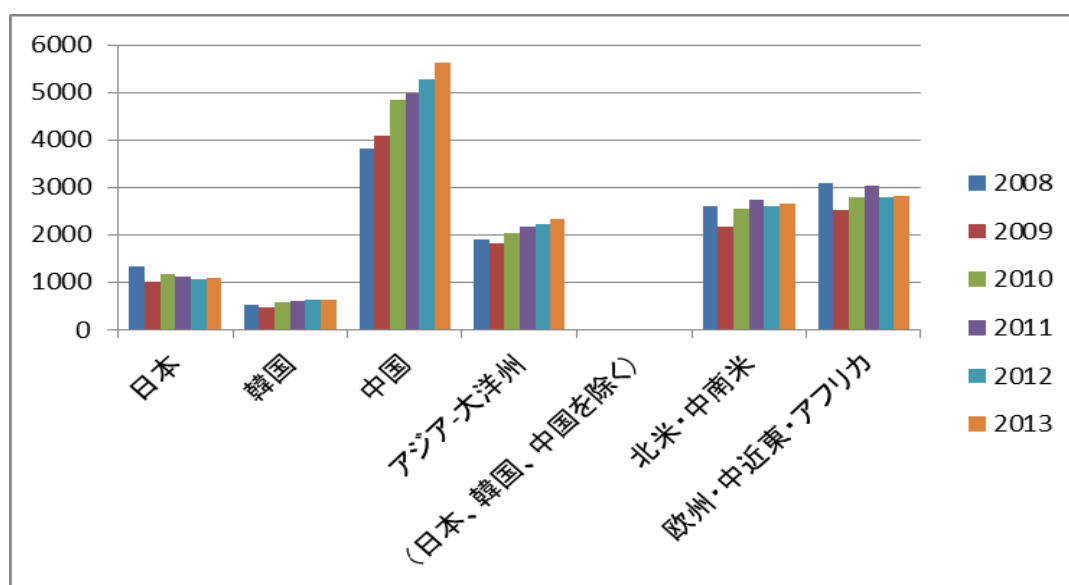


表9と図10はJATMA資料（文献8）よりARC作

（2）世界のタイヤ需要

表10に世界の2011年のタイヤ需要と2020年の予測を示す（文献15）。新興国での需要の伸びが顕著である。表11に、2011年の需要（タイヤ本数）と生産量（ゴム量ベース）の各国（地域）の世界シェアを比較をしてみた。中国は国内需要をはるかに越えたタイヤ生産をして、米国や欧州に輸出している。

表 10 世界のタイヤ需要と予測

	2011年		2020年 百万本	対11年 増減率%
	百万本	%		
日本	109	7	98	-10
中国	202	13	350	73
ASEAN	45	3	72	60
大洋州	111	7	140	26
インド	90	6	133	48
北米	343	23	391	14
中南米	88	6	145	65
欧州	372	25	417	12
中近東	69	5	109	58
アフリカ	38	3	54	42
ロシア	43	3	59	37
合計	1,510	100	1,968	30

表 11 世界のタイヤ需要と生産

世界シェア	需要(本数) 2011年(%)	生産(ゴム量) 2011年(%)
日本	7	8
中国	13	34
韓国	n.a.	4
アジア-大洋州	16	15
	(日本、中国、 を除く)	(日本、韓国、 中国を除く)
北米・中南米	29	19
欧州・中近東・ アフリカ	33	21
ロシア	3	n.a.
合計	100	100

表10は住友ゴムアニュアルレポート(文献15)よりARC作成

表11は文献15とJATMA資料(文献8)よりARC作成

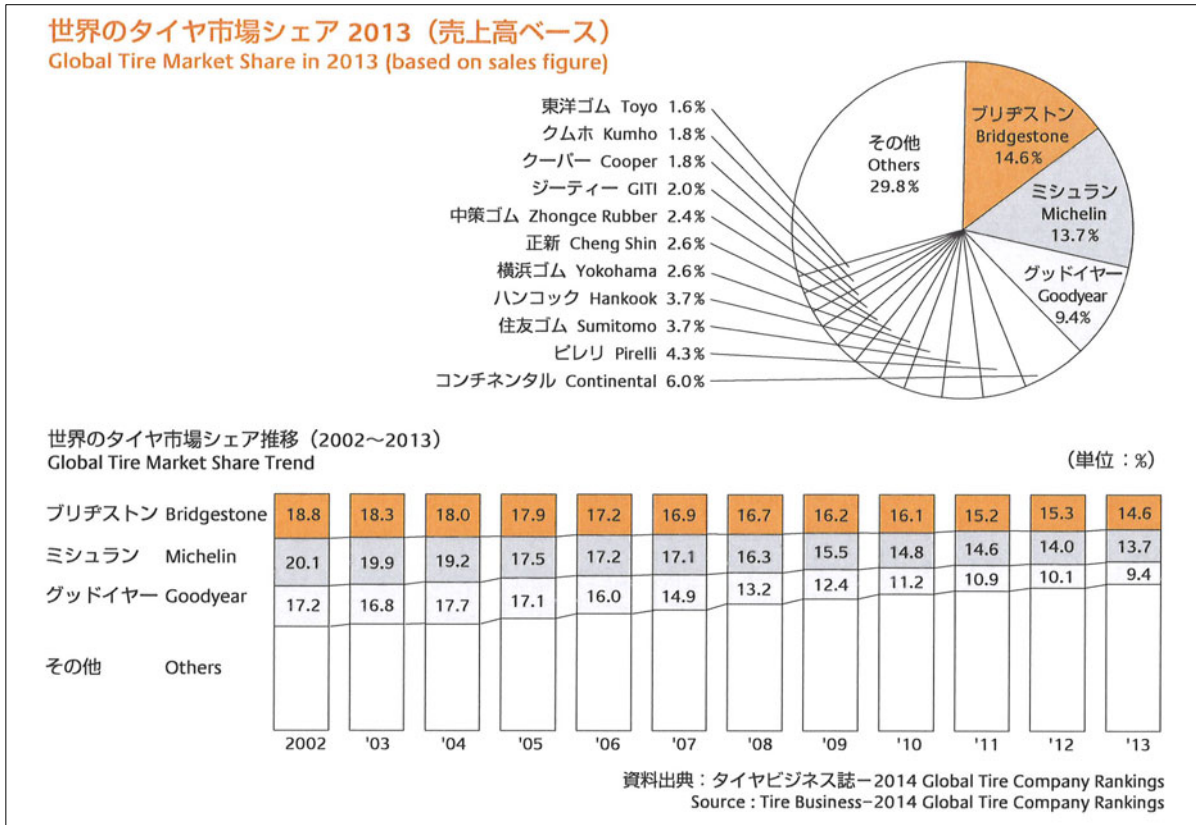
2.2.3 世界のタイヤメーカー

図11に示すように、世界のタイヤメーカーの売上高シェア(2013年)は、1位ブリヂストン14.6%(売上高36.6百万ドル)、2位Michelin(ミシュラン、フランス)13.7%(売上高26.9百万ドル)、第3位Goodyear(グッドイヤー、米国)9.4%(売上高19.5百万ドル)がビッグスリーである。ビッグスリーの合計シェアは約38%と大きい。そのあとContinental(コンチネンタル、ドイツ)6.0%、Pirelli(ピレリ、イタリア)4.3%、住友ゴム3.7%、Hankook(ハンコック、韓国)3.7%、横浜ゴム2.6%で、Cheng Shin(正新、台湾)2.6%、Zhongce Rubber(中策ゴム、中国)2.4%と続く。以上、上位10社で約60%を占めている。14位に東洋ゴム1.6%が入っている。中国のタイヤ生産量は大きい、大きなシェアをもつタイヤメーカーは少ない。

ブリヂストンは過去に米国のFirestoneを買収し規模を拡大した。売上高は2001年の17.5百万ドルから、08年に31.3百万ドル、12年に38.1百万ドルと伸びているが、市場が拡大しているため、シェアは01年の18.9%、08年16.7%、12年15.3%と低下している。13年は売上高が36.6百万ドル(シェア14.6%)に低下した。

住友ゴムもイギリスのDunlopを買収して規模を拡大した。

図11 世界のタイヤ市場シェア2013 (売上高ベース)



出典 ブリヂストン 文献 9

2.2.4 日本のタイヤメーカーと海外進出状況

図11に示すように、世界市場における日本のタイヤメーカー4社の合計シェアは約23%と非常に高い。このように高い世界シェアはポリマーやポリマー加工品の中では例外的なことである。日本の合成ゴムメーカーは、世界をリードする有力なタイヤメーカー4社が国内に存在するという恵まれた環境にある。

このタイヤ4社は生産をグローバルに展開している。ブリヂストンの2013年の海外生産比率は71%と高く、地域別生産量(ゴム量ベース)は国内工場52万トン、米州工場57万トン、欧州工場20万トン、その他海外工場(中国、タイ、インドネシア、インド、オーストラリアなど)53万トンとなっている。

住友ゴムは、2013年度の国内売上高が49%、海外売上高が51%となっている。51%

の内訳は、北米11%、欧州9%、アジア19%、その他12%である。成長の期待される新興国への販売を強化する方針である。

横浜ゴムのタイヤの生産能力は14年が6,764万本で、内訳は国内が3,670万本、海外が3,094万本で海外生産比率は46%である。過去、06年の国内生産能力3,425万本、海外生産能力1,345万本（海外生産比率28%）と比べると海外生産能力が2倍以上に増加していることがわかる。売上高ベースでは、06年度は海外比率が23%であったが、13年度は40%に増えている。17年度に50%に引き上げることを目標としている。

2.2.5 タイヤのラベリング制度のスタート

(1) 日本のタイヤラベリング制度

自動車のエネルギー消費の約20%をタイヤが消費しているといわれる。自動車のエネルギー効率化を促進するため、低燃費タイヤの性能を消費者に分かりやすく表示するタイヤラベリング制度が2010年1月よりスタートした。この制度はJATMA（日本自動車タイヤ協会）の自主基準である（文献8）。対象は消費者が交換用としてタイヤ販売店などで購入する乗用車用夏用タイヤである。（注 日本で生産されたタイヤ（本数）の用途別割合は、新車用が27%、市販用が43%、輸出用が30%となっている。また、種類別割合は乗用車用が75%、小型トラックが15%、バス・トラックが7%である。）

制度では、タイヤの転がり抵抗係数（RRC）とウエットグリップ性能（G）について表12のようにグレーディングしている。転がり抵抗とは走行中にタイヤが損失するエネルギーであり、転がり抵抗係数はタイヤへの単位荷重当たりの転がり抵抗のことである。転がり抵抗係数はJISD4234：2009（ISO28580）で測定される。ウエットグリップ性能とは、路面が濡れた状態でのタイヤのグリップ力（制動時のグリップ力）のことである。測定はEU規則Wet Gripグレーディング試験法（案）で測定されている。

表 12 ラベリング制度の転がり抵抗係数とウェットグリップ性能

単位：N/kN		単位：%	
転がり抵抗係数 (RRC)	等級	ウェットグリップ性能 (G)	等級
$RRC \leq 6.5$	AAA	$155 \leq G$	a
$6.6 \leq RRC \leq 7.7$	AA	$140 \leq G \leq 154$	b
$7.8 \leq RRC \leq 9.0$	A	$125 \leq G \leq 139$	c
$9.1 \leq RRC \leq 10.5$	B	$110 \leq G \leq 124$	d
$10.6 \leq RRC \leq 12.0$	C		

出典 JATMA 文献 8

低燃費タイヤの性能要件は、以下のとおりである。

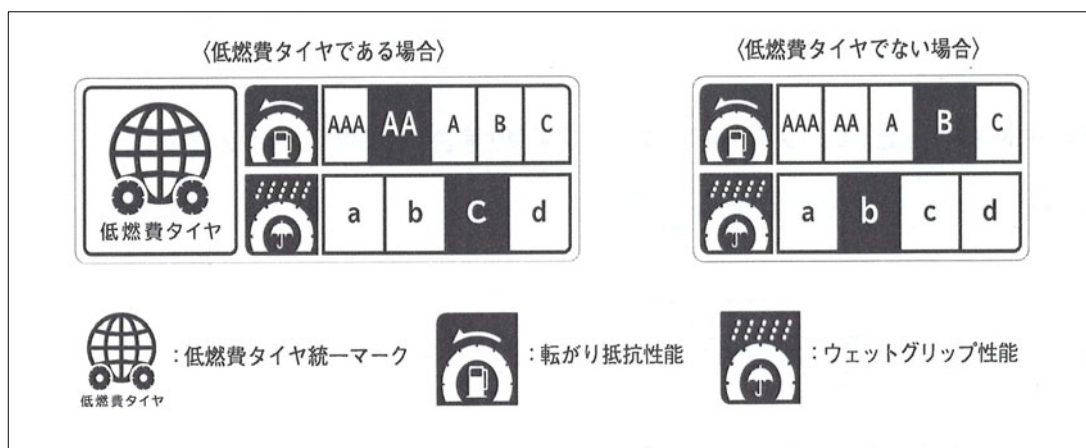
「転がり抵抗係数が9.0以下（グレードAAA～A）で、かつウェットグリップ性能が110以上（グレード a～d）を満たすものが低燃費タイヤである。」

（注1） 転がり抵抗が9.1以上のもの（B、C、あるいはCより転がり抵抗が大きいもの）は、低燃費タイヤにならない。

（注2） ウェットグリップ性能がdに満たないものは、低燃費タイヤにならない。

図12にラベリングの表示とその例を示す。

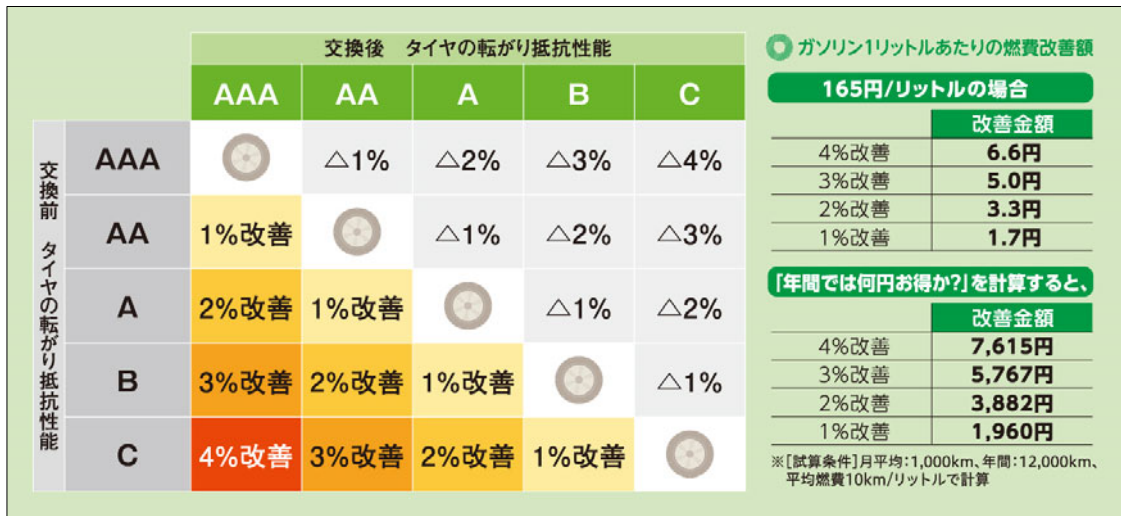
図 12 ラベリングの表示とその例



出典 JATMA 文献 8

低燃費タイヤのメリットの一例を図13に示す。

図 13 低燃費タイヤのメリット



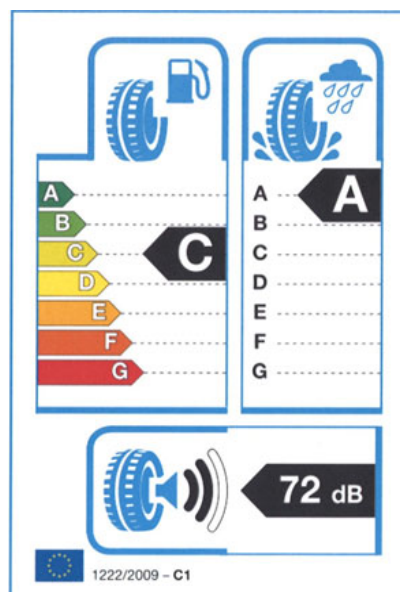
出典 ブリジストン 文献 16

(2) 欧州のタイヤラベリング制度

2012年5月に欧州もタイヤのラベリング制度がスタートした。表示するのは「転がり抵抗」、「ウエットグリップ性能」、「騒音」で、等級化してタイヤへの表示を2012年11月までに義務づけた。「転がり抵抗」のレベルはA~G、「ウエットグリップ性能」のレベルも同じくA~G、「騒音」レベルは3グレードとデシベル(db)で表記する。

日本のラベリング制度にはない「騒音」の項目が入ったことと、グレードが同じAでも意味が違うことが、日本のラベリング制度と違う点である。世界統一の表示が望ましいと思われるが、残念なことである。なお、日本のタイヤメーカーも騒音は重視しており、販売しているタイヤグレードの騒音性能を公表している。

図 14 欧州のタイヤラベリング制度の表示



出典 European Tyre Labelling Regulation No. 1222 / 2009 (文献 17)

(3) 米国のタイヤラベリング制度

米国の工業グループと監査機関は、タイヤのラベリング制度の導入に向けて取り組んでおり、2014 年以降の実施が予定されている（まだ発表はない）。

(4) 各社の低燃費タイヤ（最高性能）の発表

日本のタイヤメーカー各社は日本のラベリング制度に合致した燃費タイヤを販売している。また、AAA、aの最高性能のタイヤを各社発表している。ブリヂストンの ECOPIA EP001S (文献10)、住友ゴムのエナセーブNEXT (文献11)、横浜ゴムのブルーアース-1 EF20 (文献12)、東洋ゴムのNANOENERGY 0 (文献13)、Michelin (ミシュラン) のEnergy Saver (文献14) である。各社は独自の技術のポイントをこれら文献に記載している。

おわりに

(末端)変性S-SBRは汎用SBRの中の差別化製品であり、高付加価値製品である。成熟した製品(SBR)の中での革新である。これは素晴らしいことであり、日本がリードしていることがさらに素晴らしい。汎用製品の差別化、高付加価値化のお手本である。

続編の第2部では、その技術の詳細を紹介する。またシリカタイヤの技術の神髄は何かについて述べる予定である。

続編の第3部では、高付加価値製品のスチレン系熱可塑性エラストマー(TPS)と特殊ゴムについて述べる。また、合成ゴム事業の収益性を検証するために、代表的合成ゴムメーカー4社(Lanxess、JSR、日本ゼオン、Kraton)の財務状況を解析する予定である。

引用・参考文献

1. ARCレポート(RS-970)、“「石油化学」から「天然資源化学」へ”、2014年4月
www.asahi-kasei.co.jp/arc/service/pdf/970.pdf
2. www.michelin.co.jp/Home/...Michelin/Michelin.../Annual-report-List
3. www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/seisan/.../003_01_01.pdf
自動車タイヤ中のナノ粒子のリスクに関わるケーススタディ 平成25年6月26日
ナノ物質の管理に関する検討会 リスク評価ワーキンググループ(経済産業省)
4. www.michelin.co.jp/tyre/patterndetail/PassengerCar/EnergySaver
5. Lanxess.com/en/media-download/green-tires-fact-book_jp_jp/
6. R.B.Petrovic, Global Synthetic Rubber Global Overview, IISRP 55th
AGM, Kyoto, Japan, 19-22 May 2014
7. www.jrma.gr.jp/
8. 日本のタイヤ産業 2014 JATMA(日本自動車タイヤ協会)
9. ブリヂストン データ2014
10. www.tire.bridgestone.co.jp/ecopia
11. www.tyre.dunlop.co.jp/
12. www.yrc.co.jp/release/?id=2165&lang=ja
13. www.toyo-rubber.co.jp/ir/individual/ayumi
14. www.michelin.co.jp
15. 住友ゴム アニュアルレポート 2013
16. www.tire.bridgestone.co.jp/about/labeling/index.html
17. www.etrma.org/tyres/tyre-labelling

<本レポートのキーワード>

低燃費タイヤ、シリカタイヤ、溶液重合 SBR、末端、変性溶液重合 SBR、ネオジウム BR、ポリブタジエン、合成ゴム、乳化重合 SBR、ラベリング制度、高付加価値化製品、差別化製品

(注) 本レポートは、ARCのホームページ (<http://www.asahi-kasei.co.jp/arc/>) から検索できます。

このレポートの担当

シニアリサーチャー 府川 伊三郎

お問い合わせ先 03-3296-5056

E-mail fukawa.id@om.asahi-kasei.co.jp

株式会社旭リサーチセンター

東京都千代田区神田神保町1-105 神保町三井ビルディング

電話 (03)3296-3095 (代)

E-mail: arc@om.asahi-kasei.co.jp