

第64回秋期ゴム技術講習会

「ゴム超入門講座Ⅳ ～ゴムってどんなもの?～」

ガイダンス：超入門への第一歩

2024年11月12日

戸知技術研究所

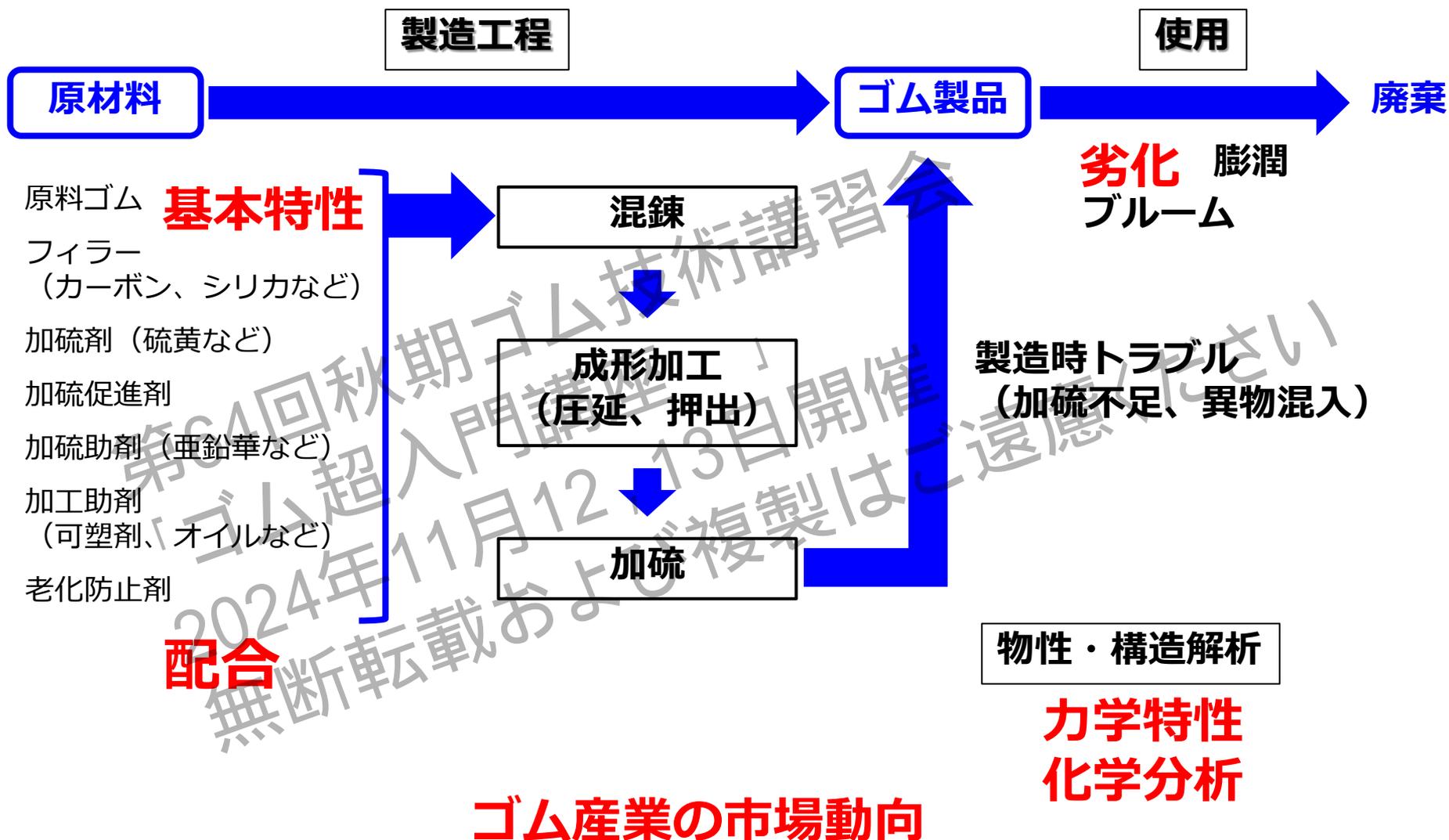
戸知光喜

(tochi-tech-labo@zpost.plala.or.jp)

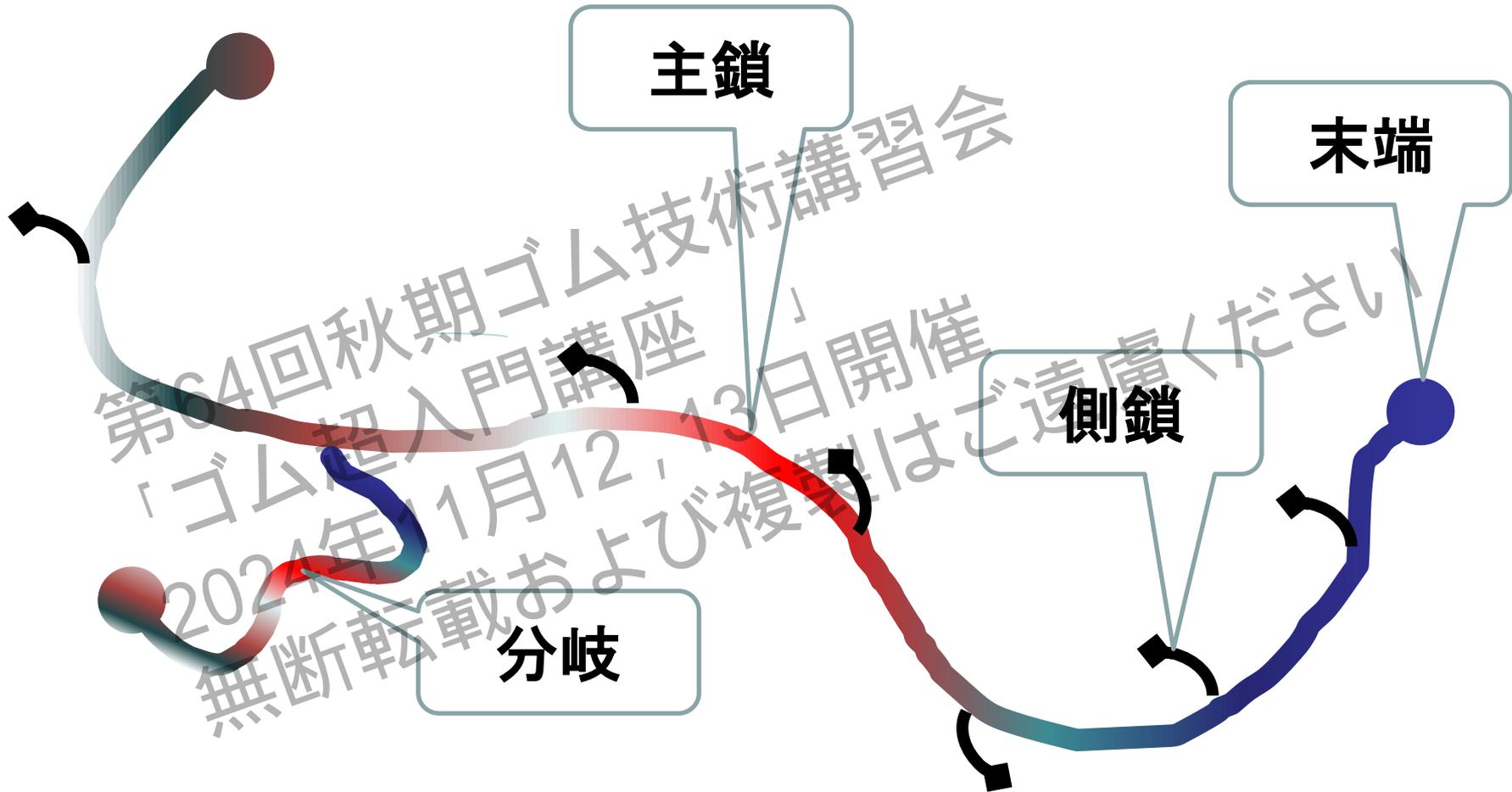


tochi

本講習会での講義内容



原料ゴム—高分子（ポリマー）模式図



基本因子：結晶性、極性、安定性、柔軟性

ゴムの基本特性を支配する4つの因子の解説

結晶性・極性・安定性・柔軟性

一般財団法人化学物質評価研究機構
高分子技術部
近藤寛朗

ゴムの特性一覧表

表3 主要ゴムの特性と用途

ゴムの種類 (ASTMによる略称)	天然ゴム (NR)	合成天然ゴム (IR)	スチレン・ブタジエン ゴ (SBR)	ブタジエン ゴ (BR)	クロロ ブレン ゴ (CR)	ブチルゴム (IIR)	ニトリル ゴ (NBR)	エチレン・ プロピレン ゴ (EPM, EPDM)	クロロスル ホン化ポリ エチレン ゴ (CSM)	アクリル ゴ (ACM, ANM)	ウレタン ゴ (U)	シリコーン ゴ (Q)	フッ素ゴム (FKM)	多硫化ゴム (T)	
化学構造	ポリイソプレン	ポリイソプレン	ブタジエン・スチレン共重合体	ポリブタジエン	ポリクロロブレン	イソプレン・ブチル共重合体	ブタジエン・ニトリル共重合体	エチレン・プロピレン共重合体 (三元共重合体)	クロロスルホン化ポリエチレン	アクリル酸エステル共重合体	ポリウレタン	有機ポリシロキサン	パーフルオロプロペン・フッ化ビニリデン共重合体	有機ポリスルフィド	
主な特徴	いわゆる最も弾性をもったもの。耐摩耗性などの力学的性質が良い。	天然ゴムとほとんど同じ性質をもち、安定している。	天然ゴムより耐摩耗性、耐老化性が良い。価格も安価。	天然ゴムより弾性が良く、耐摩耗性も優れている。	耐油性、耐オゾン性、耐熱性、耐薬品性など平均した性質をもつ。	耐油性、耐オゾン性、耐熱性、耐ガス透過性が良く、極性溶剤に耐える。	耐油性、耐摩耗性、耐老化性がよい。	耐老化性、耐オゾン性、耐熱性、耐薬品性、耐油性、耐油性がよい。	耐老化性、耐オゾン性、耐熱性、耐薬品性、耐油性がよい。	高温における耐油性が良い。	力学的強度が特に優れている。	高度の耐熱性と耐薬品性をもっている。耐油性も良い。	最高の耐熱性と耐薬品性をもっている。	高度の耐油性があり耐オゾン性、電気的性質も良い。	
純ゴムの性質	比重 0.92 伸び 45~150	比重 0.92~0.93 伸び 55~90	比重 0.92~0.97 伸び 30~70	比重 0.91~0.94 伸び 35~55	比重 1.15~1.25 伸び 45~120	比重 0.91~0.93 伸び 45~80	比重 0.96~1.02 伸び 30~130	比重 0.86~0.87 伸び 40~100	比重 1.11~1.18 伸び 30~115	比重 1.09~1.10 伸び 45~60	比重 1.00~1.30 伸び 25~60 又は液状	比重 0.95~0.98 伸び 液状	比重 1.80~1.82 伸び 35~160	比重 1.34~1.41 伸び 25~50 又は液状	
配合ゴムの物理的性質及び耐性	可能引張強さ (kgf/cm ²) 10~100 伸び (%) 30~350 反発力 (%) 1000~100 耐屈曲使用回 30~100 耐老化性 ○ 耐オゾン性 ○ 電気絶縁性 (Ω-cm) 10 ¹⁰ ~10 ¹⁵ ガス透過性 (cc-cm/cm ² -sec-atm) 18 耐放射線性 △~○	可能引張強さ (kgf/cm ²) 20~100 伸び (%) 30~300 反発力 (%) 1000~100 耐屈曲使用回 30~100 耐老化性 ○ 耐オゾン性 ○ 電気絶縁性 (Ω-cm) 10 ¹⁰ ~10 ¹⁵ ガス透過性 (cc-cm/cm ² -sec-atm) 18 耐放射線性 △~○	可能引張強さ (kgf/cm ²) 30~100 伸び (%) 25~300 反発力 (%) 800~100 耐屈曲使用回 30~100 耐老化性 ○ 耐オゾン性 ○ 電気絶縁性 (Ω-cm) 10 ¹⁰ ~10 ¹⁵ ガス透過性 (cc-cm/cm ² -sec-atm) 12 耐放射線性 △~○	可能引張強さ (kgf/cm ²) 30~100 伸び (%) 25~200 反発力 (%) 800~100 耐屈曲使用回 30~100 耐老化性 ○ 耐オゾン性 ○ 電気絶縁性 (Ω-cm) 10 ¹⁰ ~10 ¹⁵ ガス透過性 (cc-cm/cm ² -sec-atm) 13~50 耐放射線性 △~○	可能引張強さ (kgf/cm ²) 10~90 伸び (%) 50~250 反発力 (%) 1000~100 耐屈曲使用回 30~100 耐老化性 ○ 耐オゾン性 ○ 電気絶縁性 (Ω-cm) 10 ¹⁰ ~10 ¹⁵ ガス透過性 (cc-cm/cm ² -sec-atm) 3.0 耐放射線性 △~○	可能引張強さ (kgf/cm ²) 20~90 伸び (%) 50~200 反発力 (%) 800~100 耐屈曲使用回 30~100 耐老化性 ○ 耐オゾン性 ○ 電気絶縁性 (Ω-cm) 10 ¹⁰ ~10 ¹⁵ ガス透過性 (cc-cm/cm ² -sec-atm) 0.9~1.0 耐放射線性 △~○	可能引張強さ (kgf/cm ²) 20~100 伸び (%) 50~250 反発力 (%) 800~100 耐屈曲使用回 30~100 耐老化性 ○ 耐オゾン性 ○ 電気絶縁性 (Ω-cm) 10 ¹⁰ ~10 ¹⁵ ガス透過性 (cc-cm/cm ² -sec-atm) 0.3~3.5 耐放射線性 △~○	可能引張強さ (kgf/cm ²) 30~90 伸び (%) 50~200 反発力 (%) 800~100 耐屈曲使用回 30~100 耐老化性 ○ 耐オゾン性 ○ 電気絶縁性 (Ω-cm) 10 ¹⁰ ~10 ¹⁵ ガス透過性 (cc-cm/cm ² -sec-atm) 15 耐放射線性 △~○	可能引張強さ (kgf/cm ²) 50~90 伸び (%) 70~200 反発力 (%) 500~100 耐屈曲使用回 30~100 耐老化性 ○ 耐オゾン性 ○ 電気絶縁性 (Ω-cm) 10 ¹⁰ ~10 ¹⁵ ガス透過性 (cc-cm/cm ² -sec-atm) 3.0 耐放射線性 △~○	可能引張強さ (kgf/cm ²) 40~90 伸び (%) 70~120 反発力 (%) 600~100 耐屈曲使用回 30~100 耐老化性 ○ 耐オゾン性 ○ 電気絶縁性 (Ω-cm) 10 ¹⁰ ~10 ¹⁵ ガス透過性 (cc-cm/cm ² -sec-atm) 10 耐放射線性 △~○	可能引張強さ (kgf/cm ²) 60~100 伸び (%) 200~450 反発力 (%) 800~300 耐屈曲使用回 30~100 耐老化性 ○ 耐オゾン性 ○ 電気絶縁性 (Ω-cm) 10 ¹⁰ ~10 ¹⁵ ガス透過性 (cc-cm/cm ² -sec-atm) 2.0 耐放射線性 △~○	可能引張強さ (kgf/cm ²) 30~90 伸び (%) 30~120 反発力 (%) 500~50 耐屈曲使用回 30~100 耐老化性 ○ 耐オゾン性 ○ 電気絶縁性 (Ω-cm) 10 ¹¹ ~10 ¹⁴ ガス透過性 (cc-cm/cm ² -sec-atm) 400 耐放射線性 △~○	可能引張強さ (kgf/cm ²) 50~90 伸び (%) 70~200 反発力 (%) 500~100 耐屈曲使用回 30~100 耐老化性 ○ 耐オゾン性 ○ 電気絶縁性 (Ω-cm) 10 ¹⁰ ~10 ¹⁴ ガス透過性 (cc-cm/cm ² -sec-atm) 1.0 耐放射線性 △~○	可能引張強さ (kgf/cm ²) 30~90 伸び (%) 30~150 反発力 (%) 700~100 耐屈曲使用回 30~100 耐老化性 ○ 耐オゾン性 ○ 電気絶縁性 (Ω-cm) 10 ¹³ ~10 ¹⁵ ガス透過性 (cc-cm/cm ² -sec-atm) 0.22 耐放射線性 △~○	
配合ゴムの耐油性	ガソリン × ベンゼン × トルエン × アセトン △ エチルアルコール ×	ガソリン × ベンゼン × トルエン × アセトン △ エチルアルコール ×	ガソリン × ベンゼン × トルエン × アセトン △ エチルアルコール ×	ガソリン × ベンゼン × トルエン × アセトン △ エチルアルコール ×	ガソリン △ ベンゼン × トルエン × アセトン △ エチルアルコール ×	ガソリン △ ベンゼン × トルエン × アセトン △ エチルアルコール ×	ガソリン △ ベンゼン × トルエン × アセトン △ エチルアルコール ×	ガソリン △ ベンゼン × トルエン × アセトン △ エチルアルコール ×	ガソリン △ ベンゼン × トルエン × アセトン △ エチルアルコール ×	ガソリン △ ベンゼン × トルエン × アセトン △ エチルアルコール ×	ガソリン △ ベンゼン × トルエン × アセトン △ エチルアルコール ×	ガソリン △ ベンゼン × トルエン × アセトン △ エチルアルコール ×	ガソリン △ ベンゼン × トルエン × アセトン △ エチルアルコール ×	ガソリン △ ベンゼン × トルエン × アセトン △ エチルアルコール ×	ガソリン △ ベンゼン × トルエン × アセトン △ エチルアルコール ×
配合ゴムの耐酸性	有機酸 ○ 濃度 ○ 濃度 ○ 濃度 ○	有機酸 ○ 濃度 ○ 濃度 ○ 濃度 ○	有機酸 ○ 濃度 ○ 濃度 ○ 濃度 ○	有機酸 ○ 濃度 ○ 濃度 ○ 濃度 ○	有機酸 ○ 濃度 ○ 濃度 ○ 濃度 ○	有機酸 ○ 濃度 ○ 濃度 ○ 濃度 ○	有機酸 ○ 濃度 ○ 濃度 ○ 濃度 ○	有機酸 ○ 濃度 ○ 濃度 ○ 濃度 ○	有機酸 ○ 濃度 ○ 濃度 ○ 濃度 ○	有機酸 ○ 濃度 ○ 濃度 ○ 濃度 ○	有機酸 ○ 濃度 ○ 濃度 ○ 濃度 ○	有機酸 ○ 濃度 ○ 濃度 ○ 濃度 ○	有機酸 ○ 濃度 ○ 濃度 ○ 濃度 ○	有機酸 ○ 濃度 ○ 濃度 ○ 濃度 ○	有機酸 ○ 濃度 ○ 濃度 ○ 濃度 ○
主な用途	自動車とくに大型自動車タイヤ、産業用トラック、航空機用タイヤ、荷物、ホース、空気ばねなど一般用及び工業用品。	自動車、航空機用タイヤ、天然ゴムの使用は、ほとんど代用できる。	自動車、航空機用タイヤ、荷物、ホース、空気ばねなど一般用及び工業用品。	自動車、航空機用タイヤ、荷物、ホース、空気ばねなど一般用及び工業用品。	電線被覆、コンパネベル、防振ゴム、接着剤、ゴム、スチールホース、耐熱コンパネベルトなど。	自動車タイヤのインナーチューブ、キューブ、アリングパッド、ルーフレール、接着剤、ゴム、スチールホース、耐熱コンパネベルトなど。	オイルシーリング、ガスケット、耐油ホース、印刷用トップコートなどの耐油製品。	電線被覆、自動車用ワイヤ、耐熱性、耐油性、耐老化性、耐オゾン性、耐熱性、耐薬品性、耐油性、耐油性がよい。	耐熱性、耐油性、耐老化性、耐オゾン性、耐熱性、耐薬品性、耐油性、耐油性がよい。	自動車のトランスミッション、クラッチ、シャフト関係のボールペンギン、バルブシステム、オイルフレクターなど。	工業用ロードタイヤ、ベルス、高圧バルブ、キャップ、ダイパシール、バルブシステム、オイルフレクターなど。	バックイン、ガスケット、オイルシール、工業用ゴムの耐熱、耐油、耐薬品性、耐老化性、耐オゾン性、耐熱性、耐薬品性、耐油性、耐油性がよい。	耐熱、耐油、耐薬品性、耐老化性、耐オゾン性、耐熱性、耐薬品性、耐油性、耐油性がよい。	高度の耐油性を要求するホース、バックイン、ロール材、コーティング材、接着剤、型どり材など (液状ゴム)。	

◎ 優れている ○ 良い △ あまり良くない × 悪い

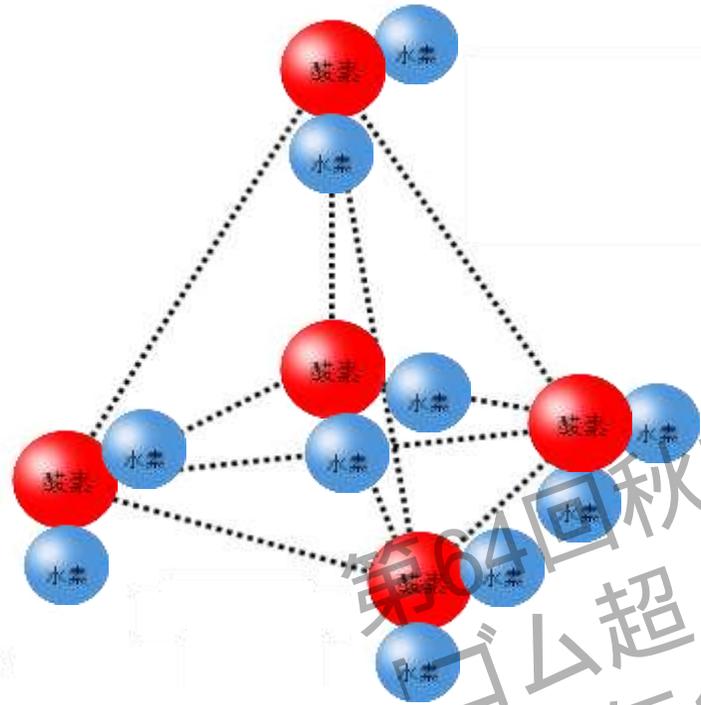
ゴムの特性に◎○△×がつく理由を解説

前田 守一
日本ゴム協会誌
1978年 51巻 8号 632-640

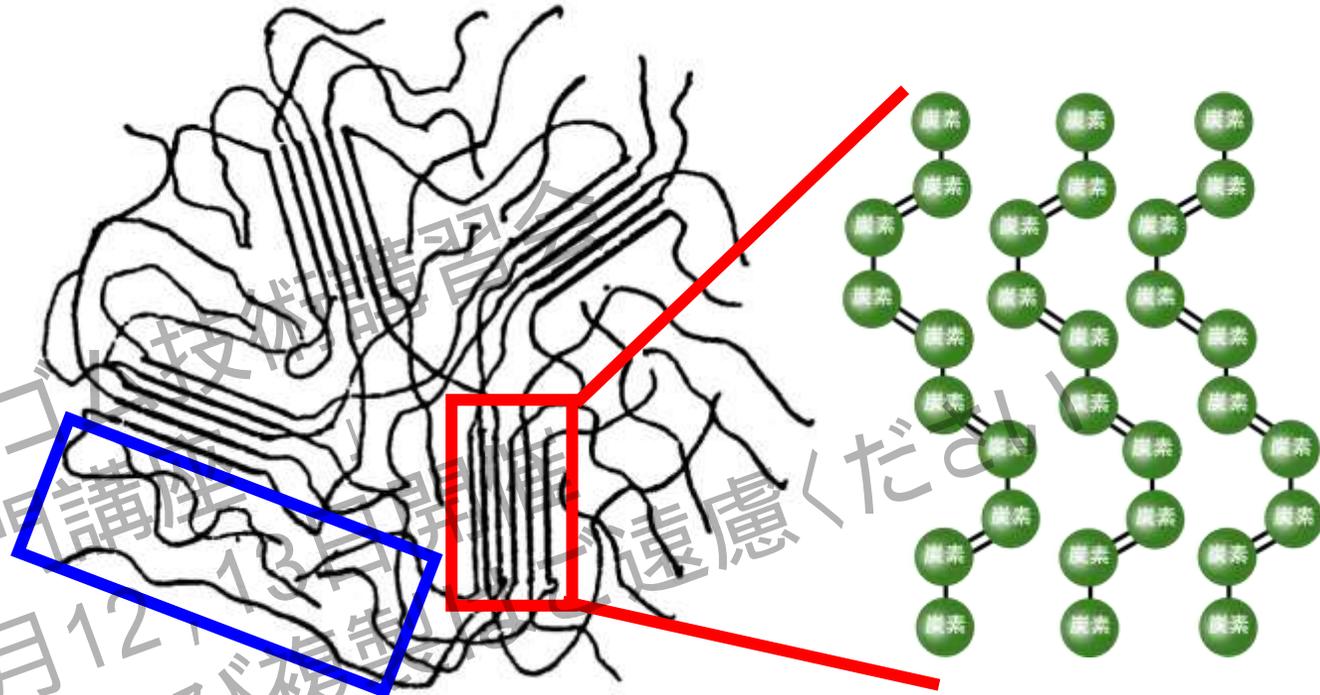
【結晶性】

ゴムの結晶はどのような構造？

水の結晶構造



ゴムの結晶



高分子鎖が
無秩序（乱雑）配置
【非晶】

高分子鎖が
規則的に配置
【結晶】



高分子は、分子が繋がった長い鎖（高分子）が絡まりあった状態のため
規則的に並んだ「結晶」と無秩序に配置された「非晶」が存在する。

第64回 秋季ゴム技術講習会

ゴム配合

2024年11月12日

興国インテック(株)

菊池 裕

第64回秋季ゴム技術講習会
「ゴム超入門講座」
2024年11月12、13日開催
無断転載および複製はご遠慮ください

0. 本日の内容

1. 配合とは
2. 配合の歴史
3. 配合の構成
4. 配合の実際
5. 配合をみる
6. 配合のこれから

第64回秋期ゴム技術講習会
「ゴム超入門講座」
2024年11月12、13日開催
無断転載および複製はご遠慮ください

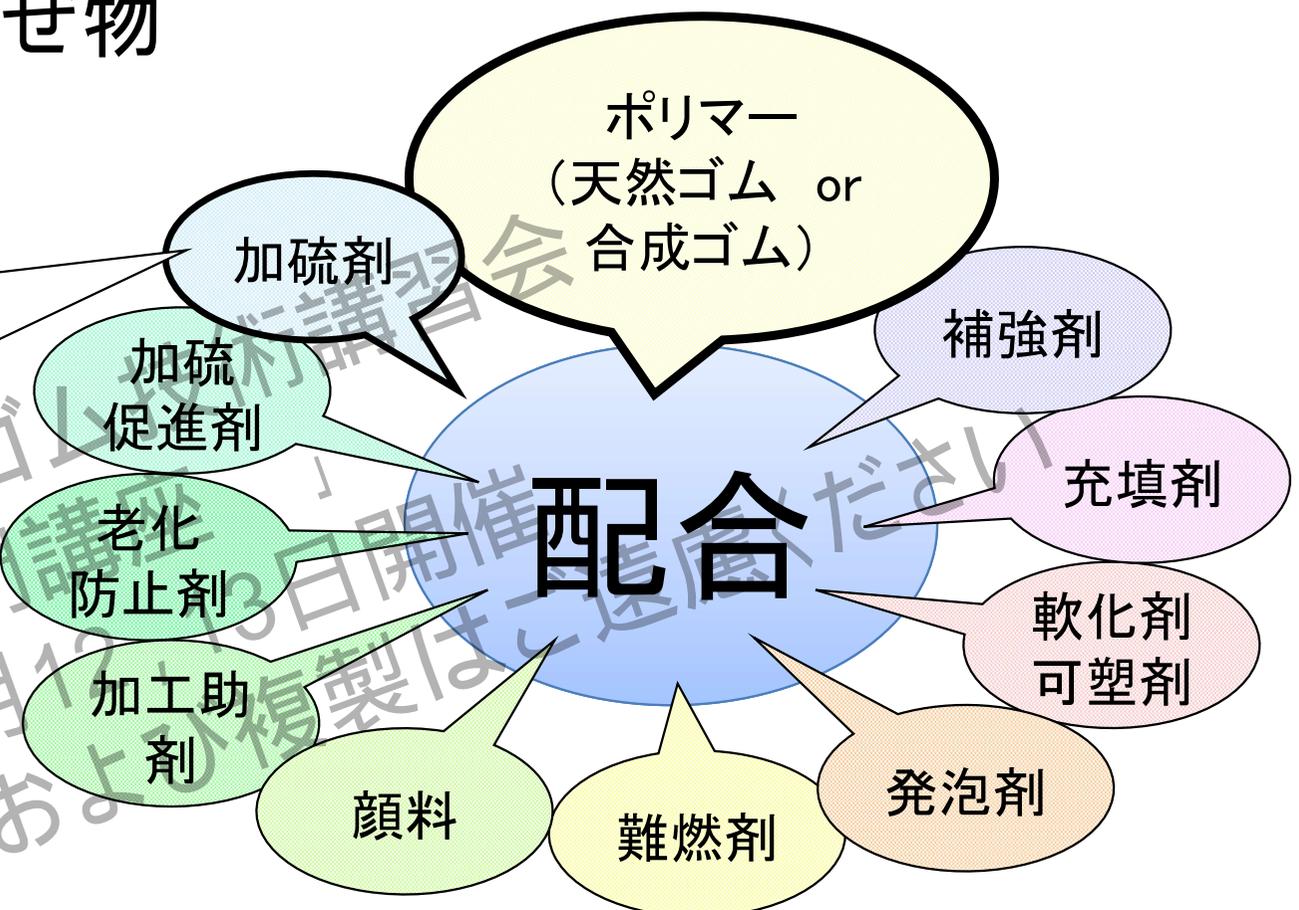
1.2. ゴム材料の開発

配合： ゴムは混ぜ物

- ・加硫剤はポリマーを架橋させる
- ・ゴムをゴムたらしめる重要な薬品



ポリマー



加硫剤、酸化防止剤など



補強剤



充填剤



軟化剤

「ゴムの力学特性」

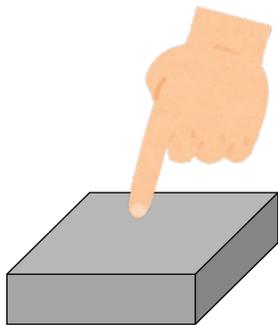
～ゴムの伸び縮みはどう起こる、どう測る？～

赤坂 修一

東京科学大学（旧 東京工業大学） 物質理工学院 材料系



本講演の内容



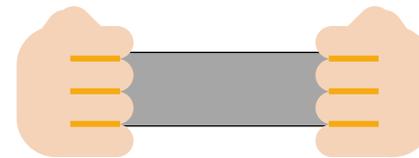
硬度測定

(押し込み)



引張試験

(引張ひずみ)

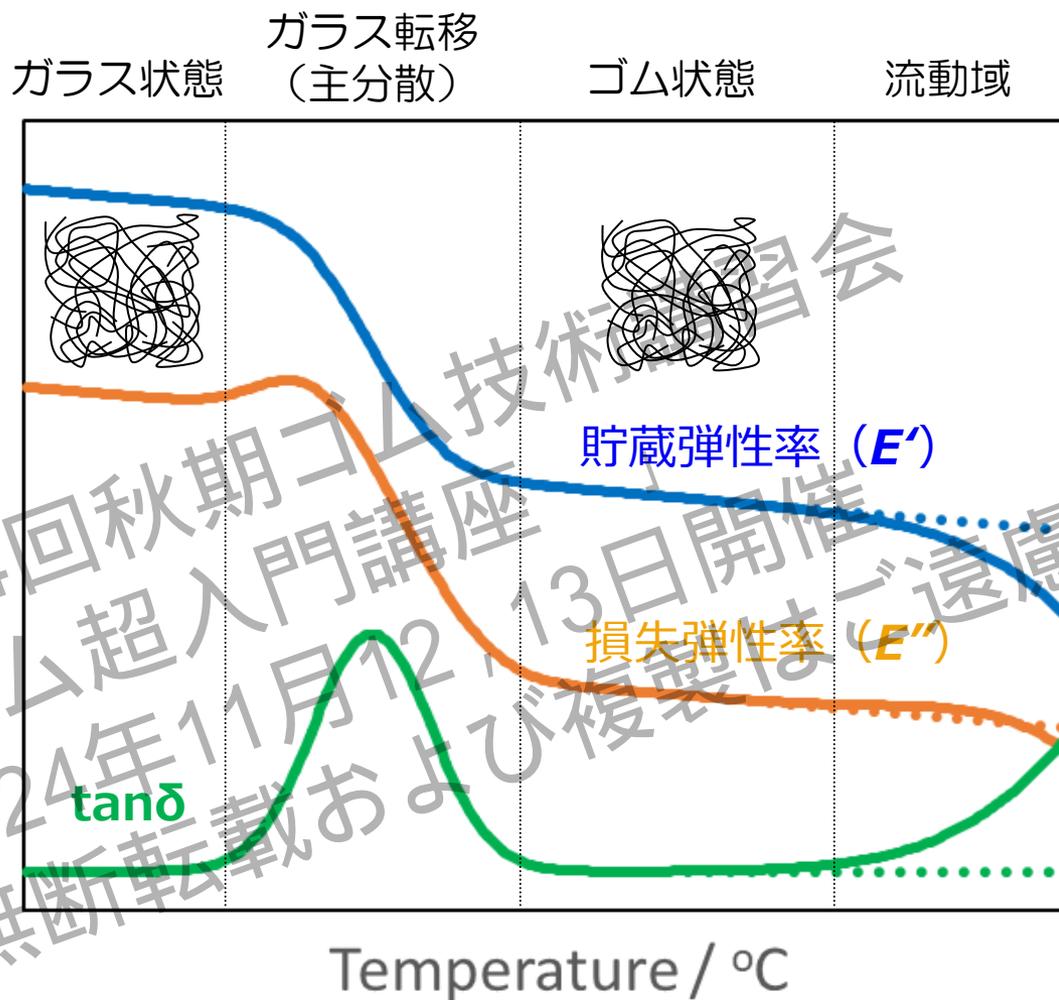


粘弾性測定

(周期的ひずみ)

1. 力学物性とは
2. 高分子の構造とゴム弾性
3. 硬度測定
4. 引張試験
5. 粘弾性測定

ゴム材料の温度依存性



$$\tan\delta = \frac{E''}{E'} \quad \text{より、} \quad E'' = E' \tan\delta$$

2024年 11月 13日 (水)

第64回秋期ゴム技術講習会
「ゴム超入門講座Ⅳ～ゴムってどんなもの?～」

環境や時間経過などによりゴムや樹脂の
品質や機能が低下するのはなぜ?



NISSAN ARC
Nissan Analysis and Research Center

(株)日産アーク

高分子解析チーム 加藤 淳

〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町1番地

TEL. 046-867-5280

FAX. 046-865-5699

kato@nissan-arc.co.jp

講演内容

1. ゴムの架橋、加硫とは？

- (1) ラジカルとは？ (2) ゴムの架橋とは？
- (3) ゴムの加硫とは？ (4) 三次元網目構造とは？

2. ゴムと樹脂の違いとは？

3. ゴム・樹脂製品を長時間使用すると起こること？

4. 時間経過に伴う劣化(経時劣化)とは？

4.1 化学的な劣化

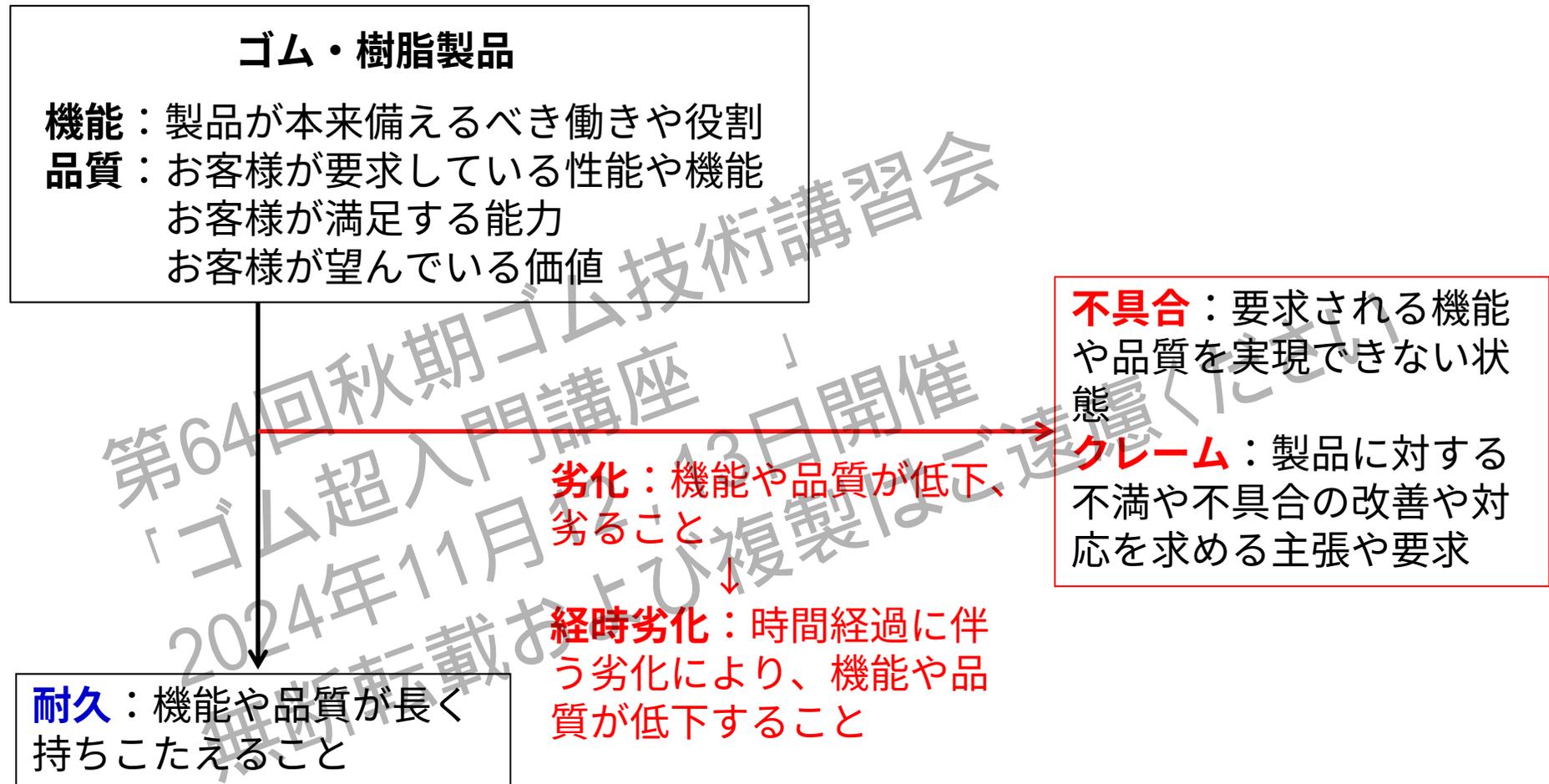
- (1) 熱酸化劣化と光劣化 (2) 天候(耐候)劣化
- (3) 加水分解

4.2 物理的な劣化

- (1) ヘタリと疲労 (2) クリープ現象
- (3) 応力緩和現象 (4) 疲労

5. まとめ

3. ゴム・樹脂製品を長時間使用すると起こること？



「ゴム超入門講座IV～ゴムってどんなもの？～」

ゴムの化学分析

一般財団法人 化学物質評価研究機構

三輪 怜史

材料の中身



どんな材料？

- ゴムの種類
- 加硫方法
- カーボンブラック量
- 添加剤

不具合の原因



破損、寸法変化の原因は？

- 劣化
- 成形不良
- ブルーム
- 永久変形
- 組成変化

規制物質の有無

- 化学物質審査規制法
- RoHS指令
- REACH規則
- 米国TSCA関連規制

法令に適合している？

参考

chemSHERPA（上記の法令を含む様々な物質の規制を網羅したツール）



化学的な手法により、物質を構成する原子や原子団・分子・同位体などの検出・確認、存在量や存在状態の決定をすること。目的成分の検出・確認だけをおこなうものを**定性分析**、その量を決定するものを**定量分析**と呼ぶ。

化学分析にどのようなイメージを持っていますか？

科搜研の
○○??



- 何でも分かる？
- 専門的で難しそう？
- とにかくお金と時間がかかる。

第64回秋期ゴム技術講習会
◊ ゴム超入門講座Ⅳ ～ゴムってどんなもの?～

業界紙からみた 今後のゴム産業

(株)ゴムタイムス社 松田洋明

ゴム産業について②

ゴム材料の特徴

弾力性: ゴムの一番の特徴はその弾力性です。伸びたり縮んだりする能力が優れていて、元の形に戻ります。

耐久性: ゴムは摩擦に強く、長寿命です。そのため、タイヤやベルトなど、摩擦しやすい場所でよく使われます。

防水性: ゴムは水を通さないため、防水シールやガスケットなどに使われます。



24年の業界動向①

ゴム製品の生産概況

JRMA
一般社団法人日本ゴム工業会

① 鉱工業生産指数の推移 2022年1月～2024年7月<速報値> (2020年=100, 季節調整済み)

