# Relaxation Behavior of Network Polymers with Random Connectivity

Hiroshi Sasaki

Toagosei Co., Ltd.

July 19, 2023

- 1 はじめに
  - 本研究の目標とアプローチ
  - ゴムの強靭性

## 本研究の目標とアプローチ

## 目標

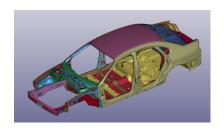
- 高分子材料の破壊耐性向上の設計指針を得たい。
- 耐久性、可逆性に優れた材料として、 ゴム材料(柔らかいネットワーク)をターゲット

## アプローチ

- 実験的アプローチ
  - 超分子前駆体から構造明確な三分岐ネットワーク
  - フィラー無添加での高い破断伸びと強度
  - 既知のモデルとの多数の整合点と、よくわからない点。
- ◆ シミュレーションでモデルを構築
  - 単純化したモデルで小さなスケールから始めたい。
  - 長さの揃ったストランドで MD シミュレーション

# 本研究の目標とアプローチ

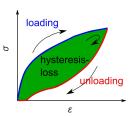
- 「接着接合」への高分 子の利用
  - 柔らかさを生かした「弾性接着接合」
  - 耐久性、可逆性に優れたゴム材料に注目
- 耐久性が不明確
  - とくに疲労破壊に 対して

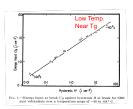




## 破壊エネルギーとヒステリシスロス

- ヒステリシスロス
  - 変形履歴による力学応答変化
  - サイクル変形でエネルギー散逸
- 破壊エネルギーと正の相関<sup>a</sup>
  - 変形温度にも強く依存
  - SBR のガラス転移温度との距離?
- ヒステリシスロス発生の起源
  - 粘弾性に基づくもの
  - 結晶化に由来するもの
  - 添加したフィラーに起因

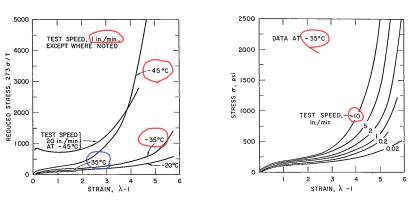




<sup>&</sup>lt;sup>a</sup>K.A.Grosch, J.A.C.Harwood, A.R.Payne, Rub., Chem. Tech., 41, 1157(1968)

<sup>&</sup>lt;sup>b</sup>A.R.Payne, J.Poly.Sci.:Sympo., 48, 169(1974)

# S-S curves for SBR at veried temp. and speed



高速変形で SBR でも伸びきり効果が発現 a

<sup>&</sup>lt;sup>a</sup>T.L. Smith, R.A. Dickie, J. Pol. Sci. part A-2, 7 635 (1969)

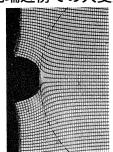
# ゴムの破壊と時間温度換算則

## ゴムの破壊について

クラック先端での大変形を伴う非線形現象だが、 時間温度換算則の成立が多数報告 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Smith T., Stedry P., J. Appl. Phys., 31 1892 (1960)

## 亀裂先端近傍での大変形



## 時間温度換算則の成立

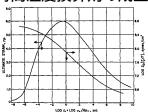


Fig. 1. Ultimate properties of an SBR rubber measured at different strain rates and temperatures. Data plotted against the logarithm of the time to break (4) reduced to -10° C. (Data from work cited in faotnote 1.)