

冬用タイヤの技術背景

株式会社ブリヂストン タイヤ研究部
フェロー 瀬田 英介

1. **ブリヂストンの概要**
2. **タイヤについて**
3. **タイヤの設計**
4. **冬用タイヤのパターン設計**
5. **冬用タイヤのマルチフィジックス**
6. **まとめ**

1. ブリヂストンの概要

社名
本社所在地
創立年月日

株式会社ブリヂストン
東京都中央区
1931年(昭和6年)3月1日

タイヤ事業(売上構成比80%)

乗用車用タイヤ、トラック・バス用タイヤ、二輪車用タイヤ、
建設車両用タイヤ、航空機用タイヤ、農業機械用タイヤ 他



多角化事業(売上構成比20%)



コンベヤベルト



自転車



ゴムホース



自動車用シートパッド(ウレタン)



免震ゴム



スポーツ用品

世界の主要生産・開発拠点

ブリヂストンは世界150カ国超の国々で事業活動を行っています。



タイヤ技術センター(ローマ)

タイヤ工場 10カ所
多角化・原材料工場 4カ所
技術センター 1カ所

欧州・中近東・アフリカ

アジア・大洋州

タイヤ工場 13カ所
多角化・原材料工場 25カ所

日本



本社(東京)

タイヤ工場 17カ所
(タイヤ関連工場含む)
多角化・原材料工場 41カ所
技術センター 2カ所



化工品技術センター(横浜)



タイヤ技術センター(東京)



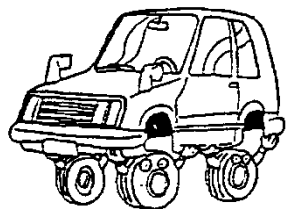
タイヤ技術センター(アクロン)

米州

タイヤ工場 17カ所
多角化・原材料工場 28カ所
技術センター 1カ所

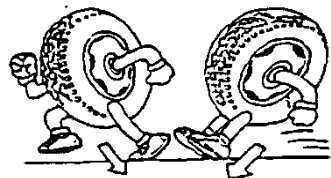
生産拠点: 27カ国 155工場
技術センター: 3カ国 4カ所
プルーピンググラウンド: 7カ国 9カ所

タイヤの機能・役割



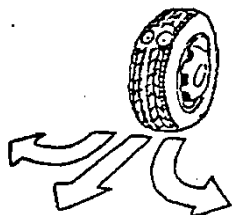
① 車両の重量を支える

車体や乗員・荷物などの重量を支えます



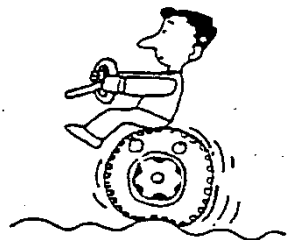
② 駆動・制動力を路面に伝える

タイヤは「ハガキ1枚分」の接触面積で路面に力を伝える



③ 方向を転換・維持する

直進を維持したり方向を転換したり
車の進む方向をリードします



④ 路面からの衝撃をやわらげる

路面の凹凸によって発生する衝撃を吸収し緩和します

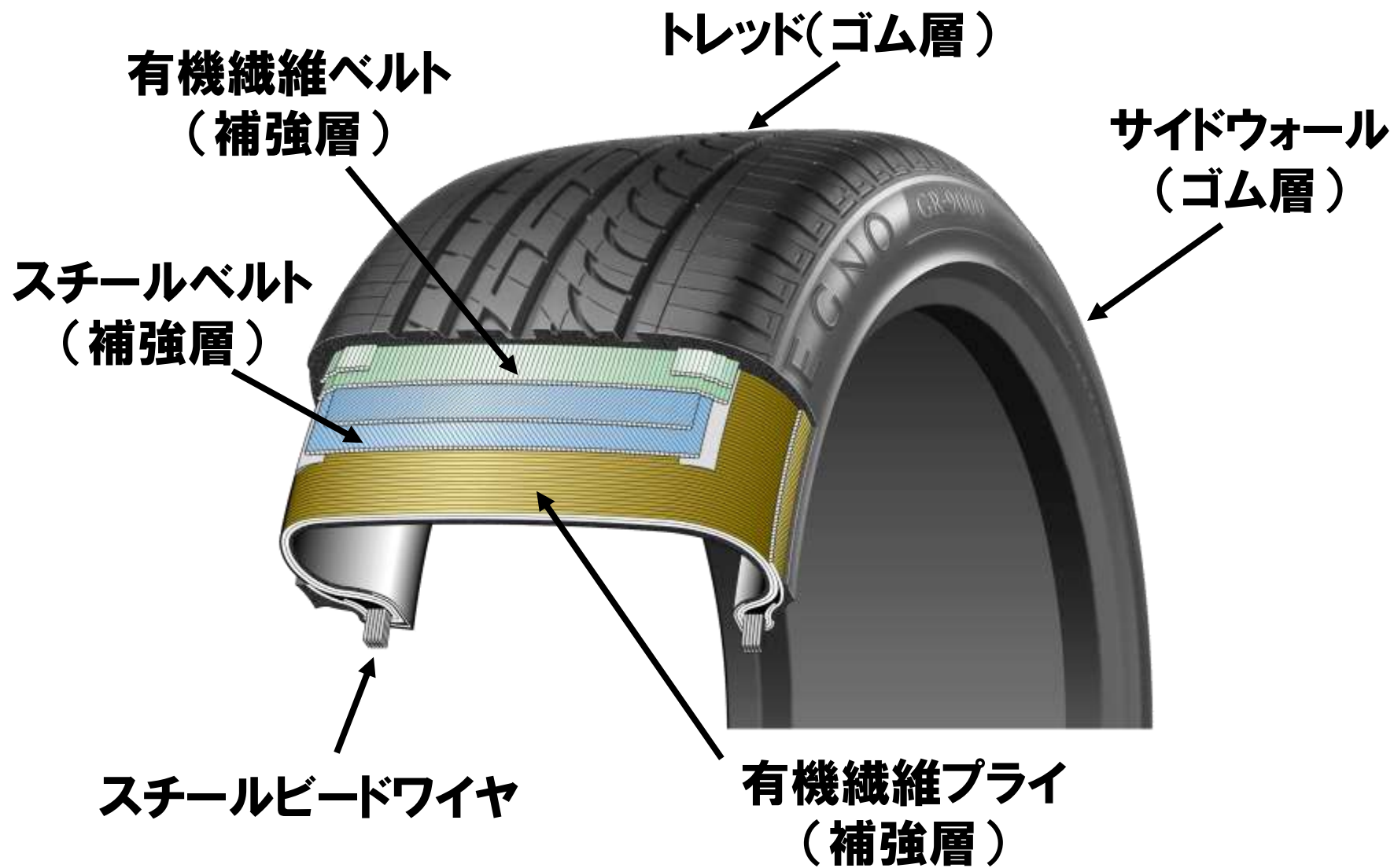
スタッドレスタイヤ
氷雪上での
走る・曲がる・止まる

一つの部品で多数の機能を負担している

主にタイヤ単体への要求性能

- ◆ 耐久性能(高速・高荷重・高内圧耐久性、耐カット性)
- ◆ 転がり抵抗性能(省燃費性)
- ◆ 摩耗性能(耐摩耗性、偏摩耗性)
- ◆ タイヤ道路騒音性能
 - ◆ 車外音(通過騒音)、車内音
- ◆ 走行性能
 - ◆ ハイドロプレーニング性能: 雨天時の高速走行安全性
 - ◆ ウィンター性能: 氷・雪などの走行性能

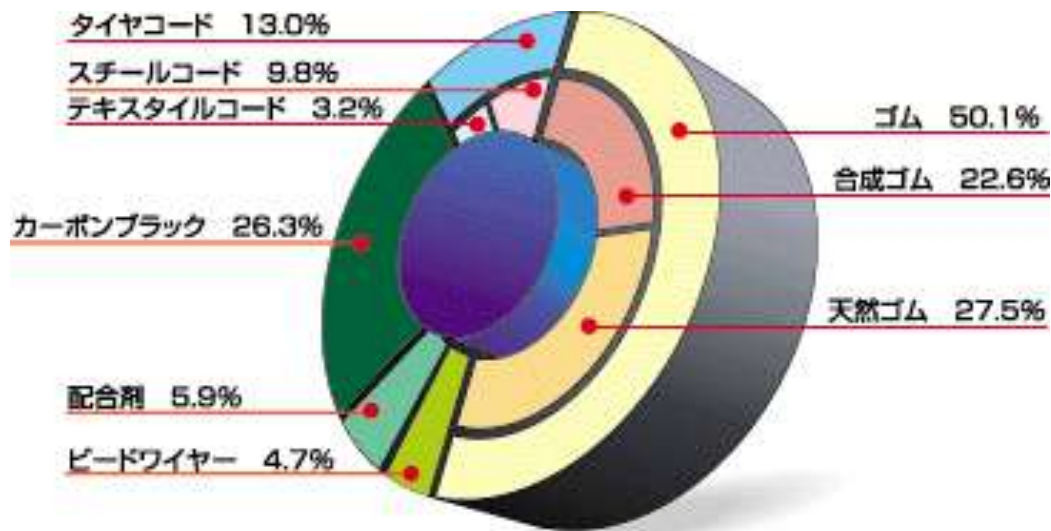
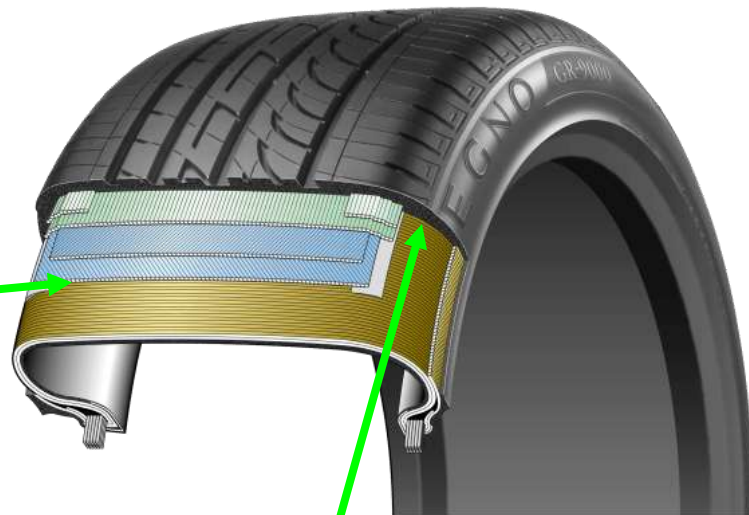
タイヤの内部構造



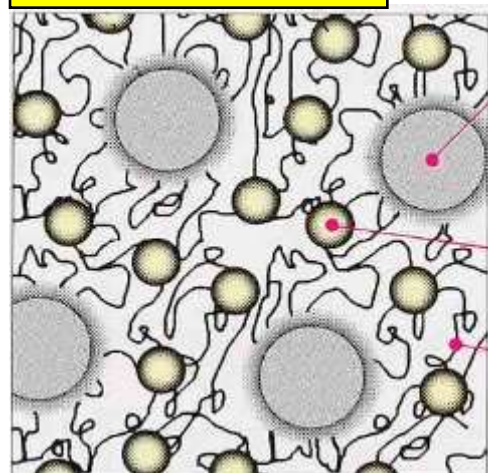
タイヤの原材料

タイヤは複合材料を使った複合構造体
多数の機能を同時に実現する

ゴムとスチールコード/有機繊維の
複合材料（FRR）



ゴムも複合材料



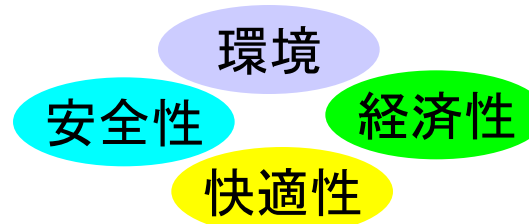
カーボン
ブラック

硫黄

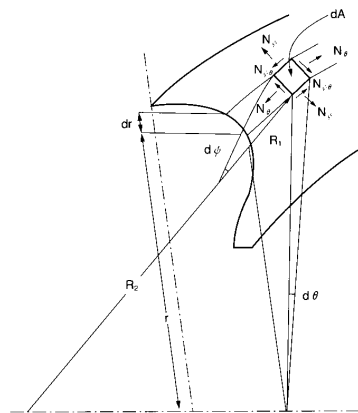
ゴム分子
・天然ゴム
・合成ゴム

3. タイヤの設計

販売先、使用実態、目標性能



理論、解析、実験

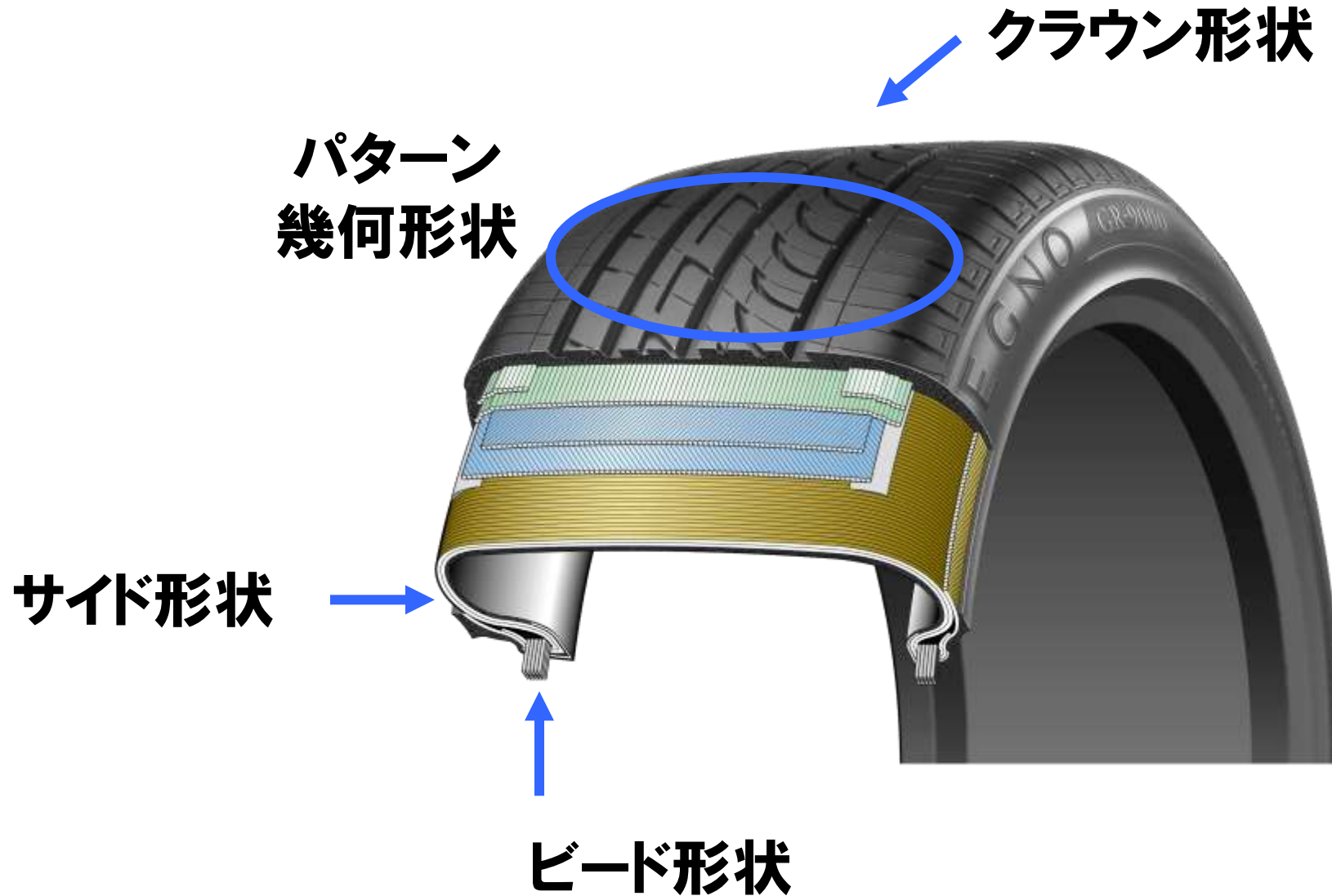


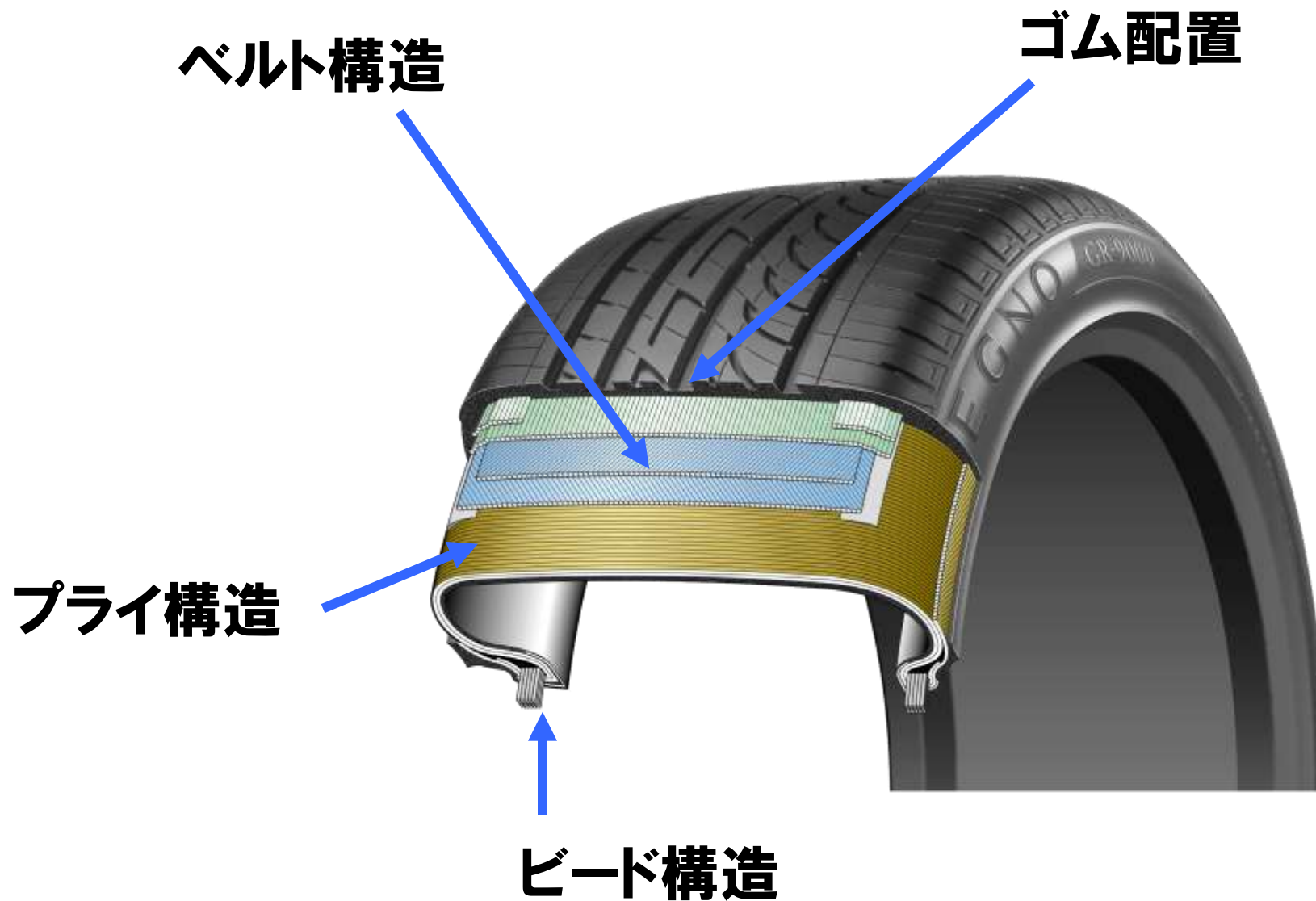
$$z = \int_r^{r_0} \frac{(r^2 - r_m^2) \exp\left(\int_r^{r_0} \frac{N_\theta}{N_\phi} \frac{1}{r} dr\right)}{\sqrt{(r_0^2 - r_m^2)^2 - \left\{(r^2 - r_m^2) \exp\left(\int_r^{r_0} \frac{N_\theta}{N_\phi} \frac{1}{r} dr\right)\right\}^2}} dr$$

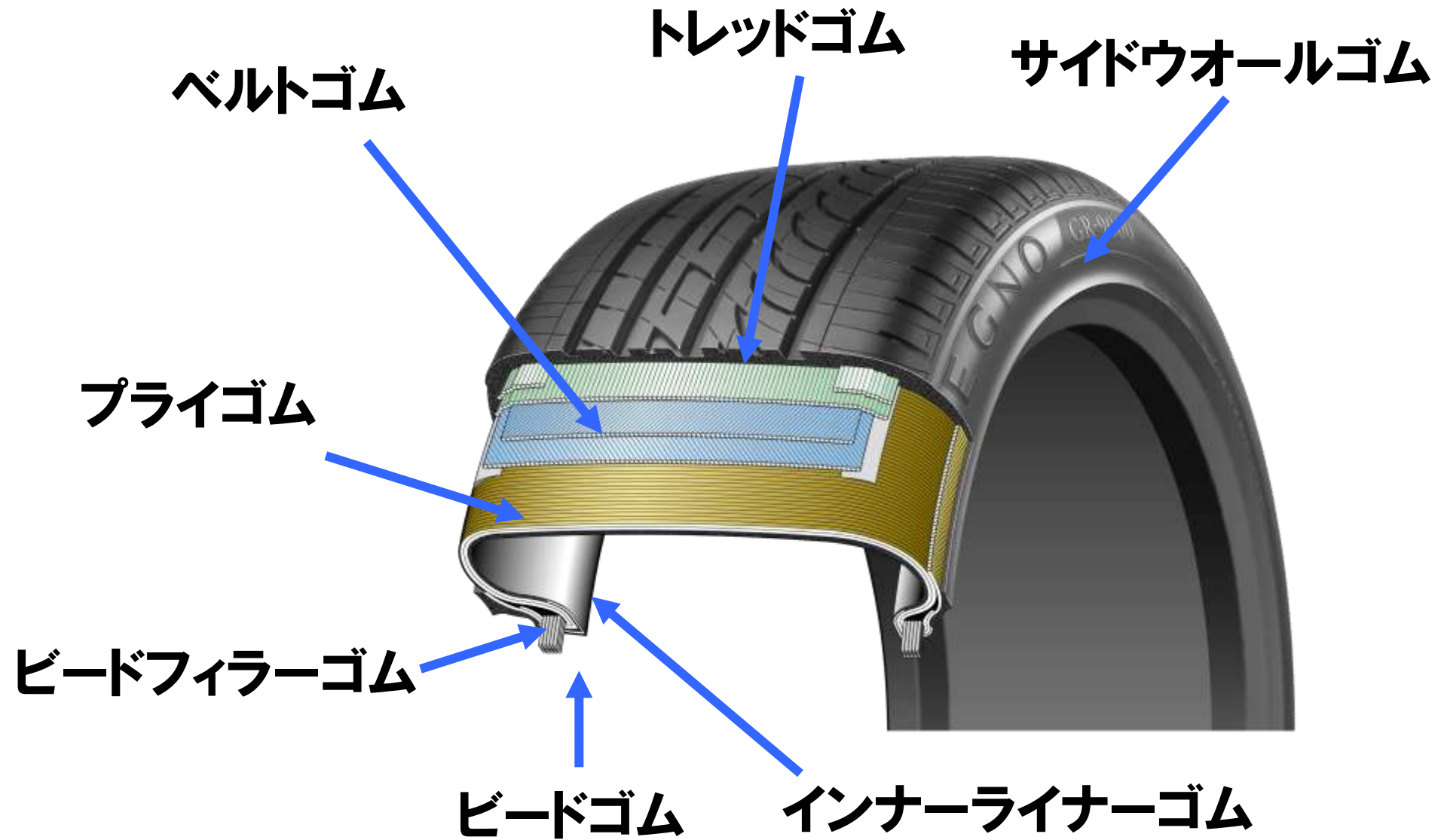


形状、構造、材料



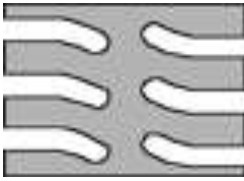
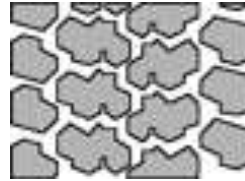






パターンの設計

基本パターン

タイプ	リブ	ラグ	リブラグ	ブロック
パターン				
形状	周方向に連続した縦溝	幅方向に連続した横溝	リブとラグを併せた	独立したブロックを配列
特徴	・低騒音 ・排水性に優れる	・悪路での制 駆動性能が 良い	・リブとラグの 特徴を併せる	・雪、泥ねい地 での制駆動性 能が良い

乗用車用パターンで主に決まる性能

- ・騒音性能
- ・ハイドロプレーニング性能
- ・雪上性能
- ・氷上性能

4. 冬用タイヤのパターン設計

国内向けスタッドレスタイヤ パタン変遷

WINTER RADIAL

HOLONIC

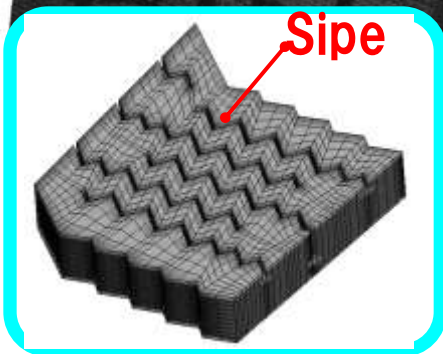
BLIZZAK

W708 WT-02 WT-07 PM-10 PM-30 MZ-01 MZ-02 MZ-03 REV01 REV02
 /03 /08 /20

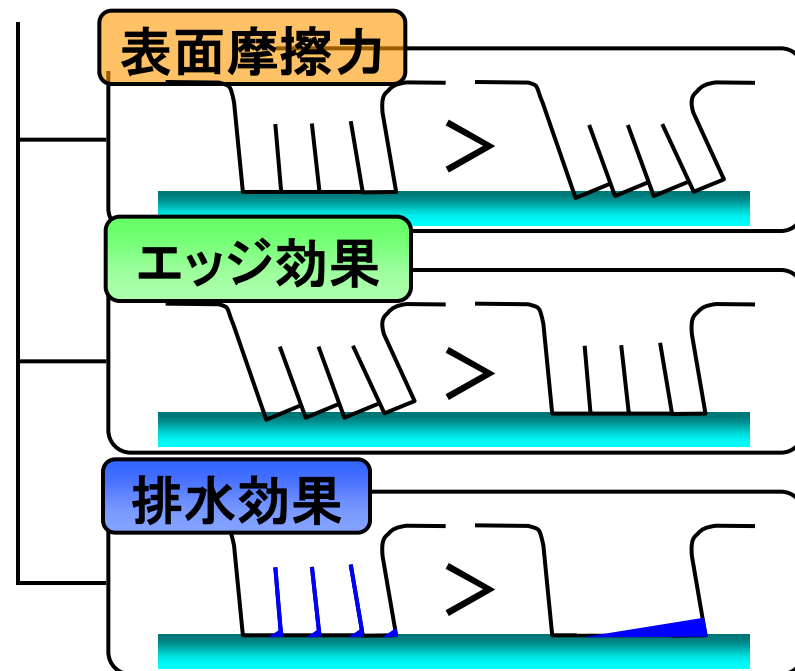


氷路での接地性の追求 ⇒ マクロ&ミクロコンタクト技術の向上

サイプの設計

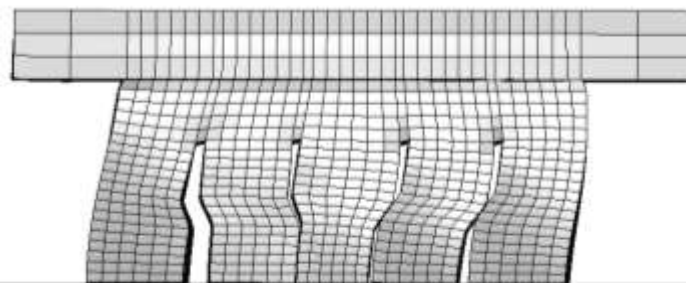


氷上摩擦の考え方

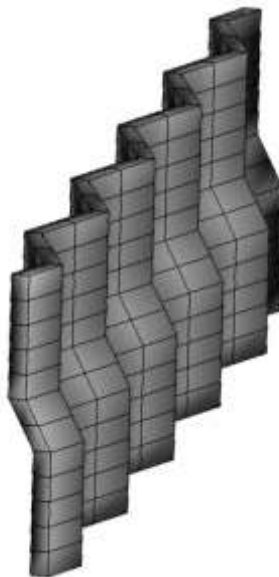


細溝(サイプ) 2~3000本(タイヤ1本あたり)
→ サイプ本数増加によって氷上性能向上

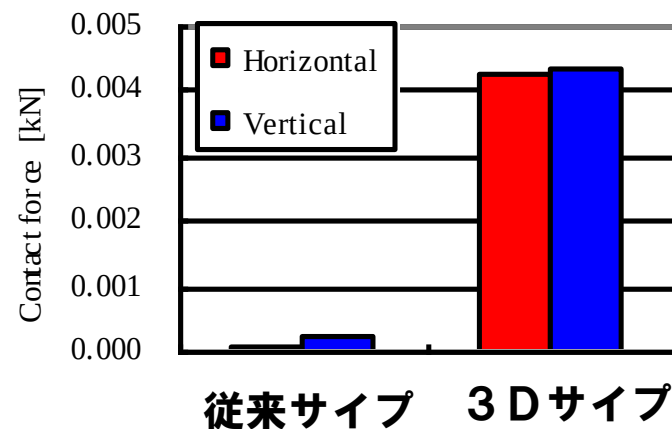
3Dサイプとは？



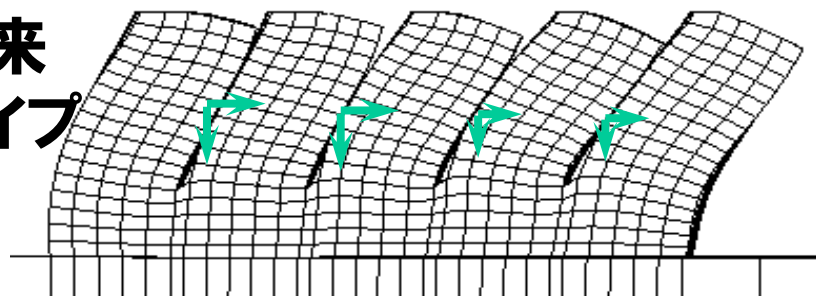
サイプ深さ方向に屈曲



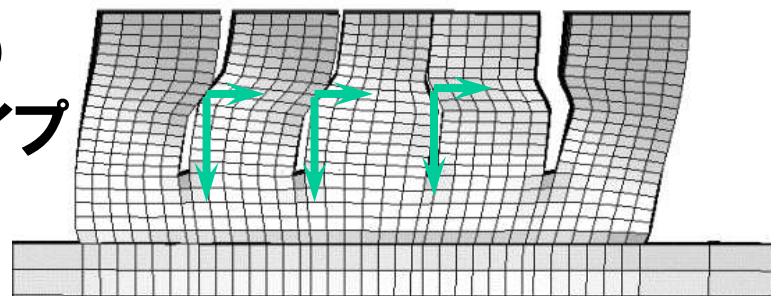
サイプ間接触力の比較



従来
サイプ

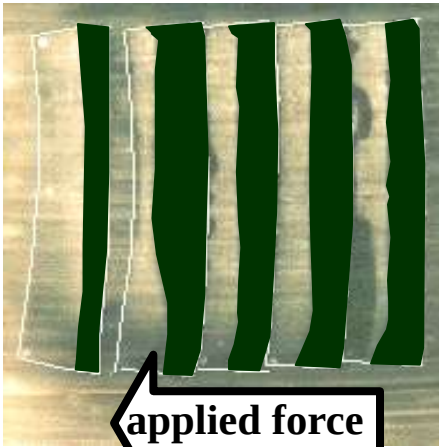
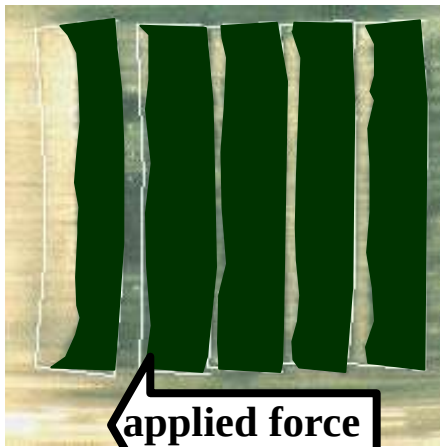
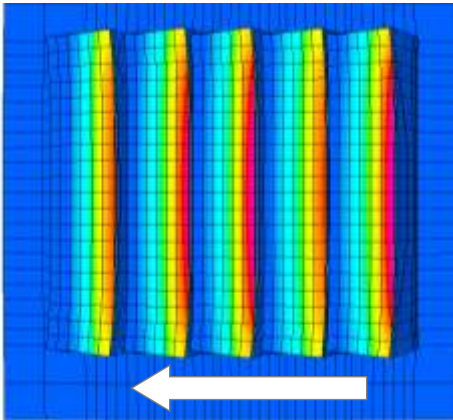
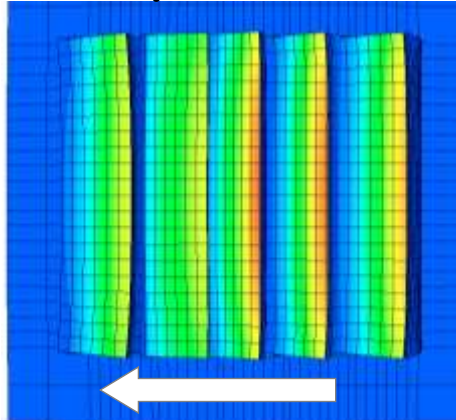


3D
サイプ



3Dサイプにより接触力増加
→ ブロックの倒れ込み変形を抑制

3Dサイプと従来サイプの比較

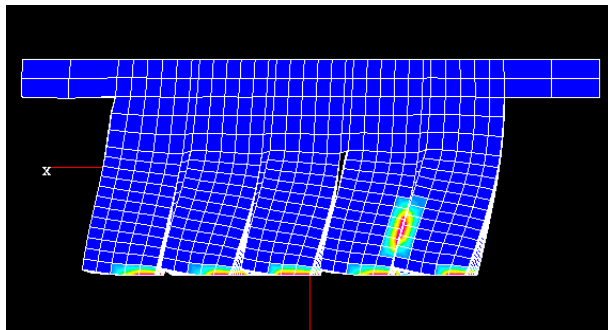
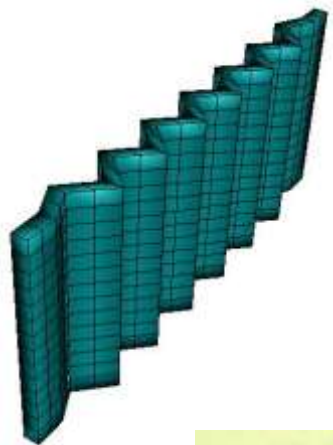
	従来サイプ	3 D サイプ
実測		
予測		

■ 接触面積

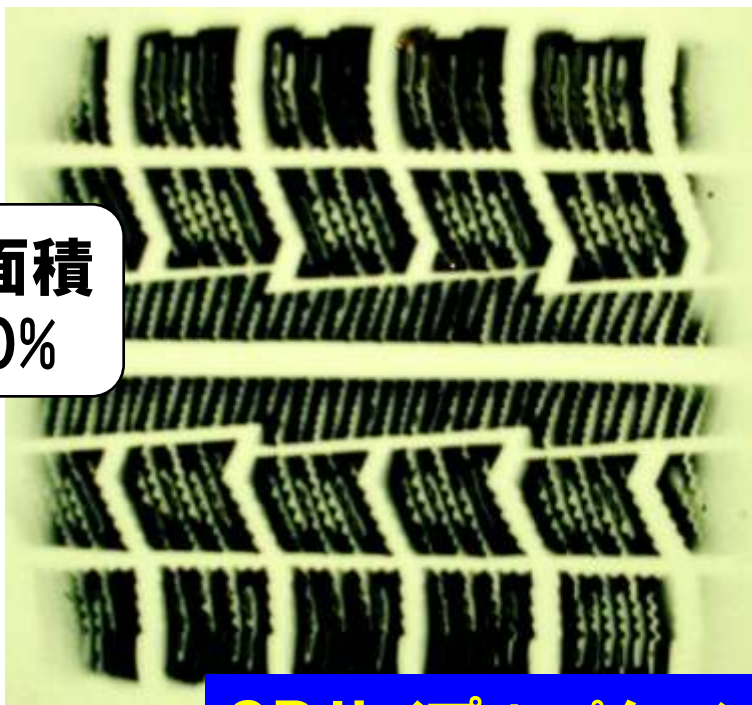
3 D サイプにより接地性向上

タイヤの接地面積

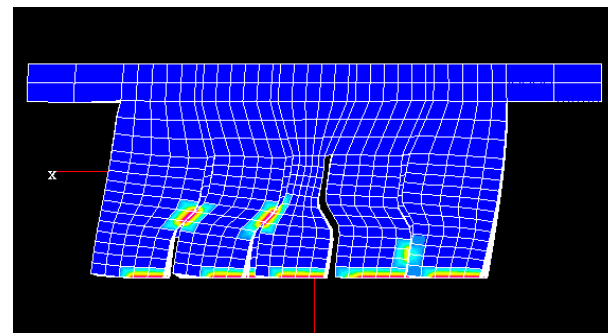
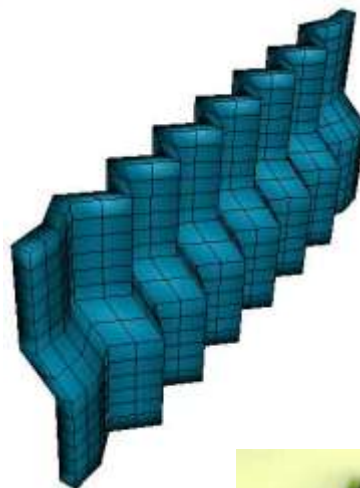
従来サイプ



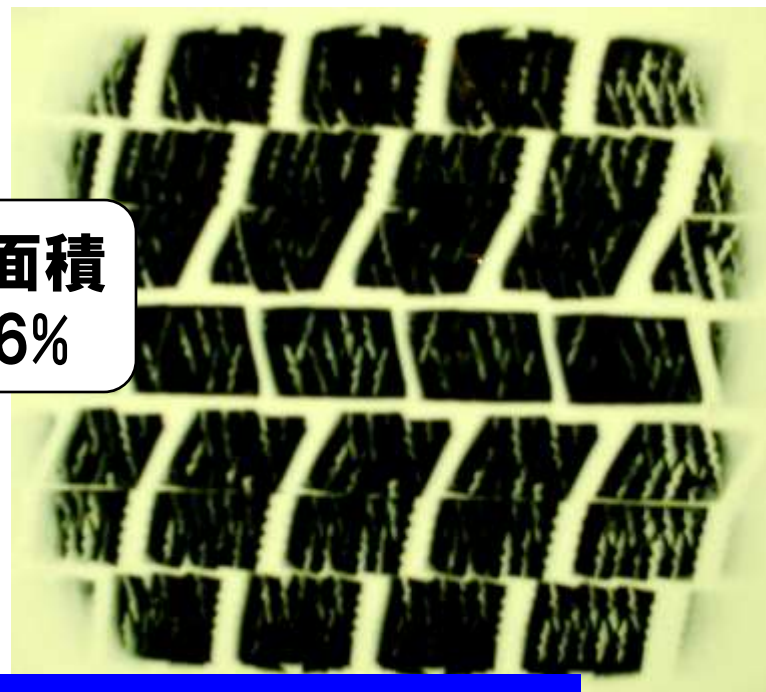
接地面積
100%



3Dサイプ



接地面積
126%

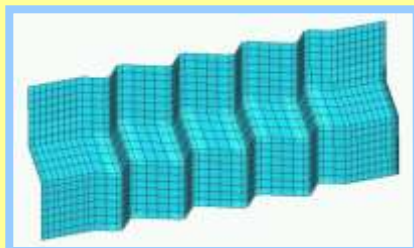


3Dサイプ+パターン設計でタイヤ接地面積を増大

3Dサイプの更なる進化

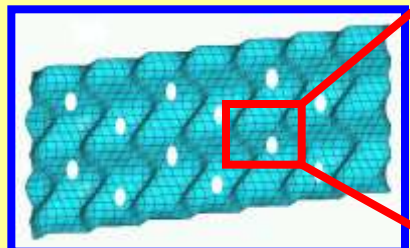
REV01

3Dサイプ



REV02

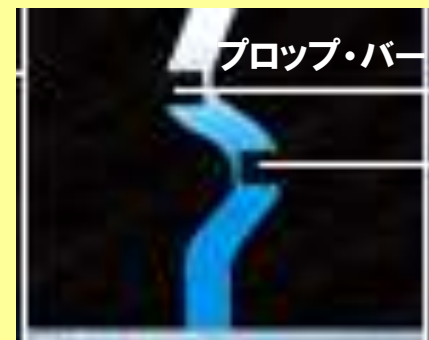
3DスクラムサイプZ



プロップ・バー

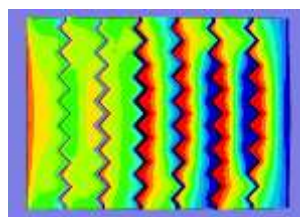
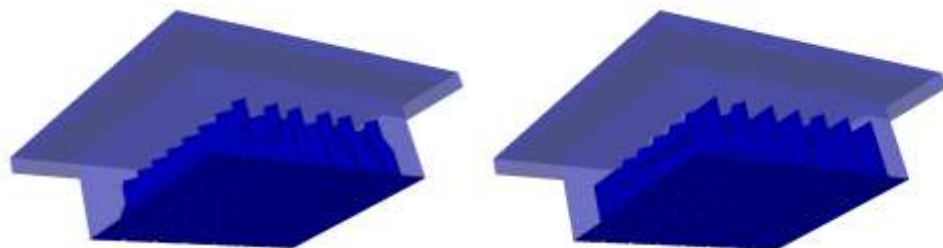


プロップ・バー

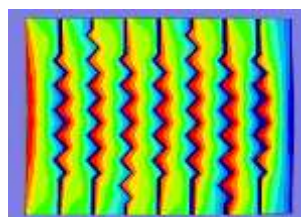


排水路を確保

マイクロコンタクトの進化

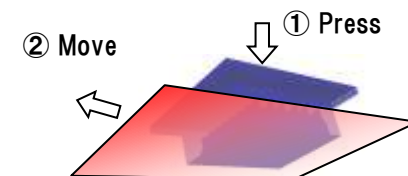


3Dサイプ



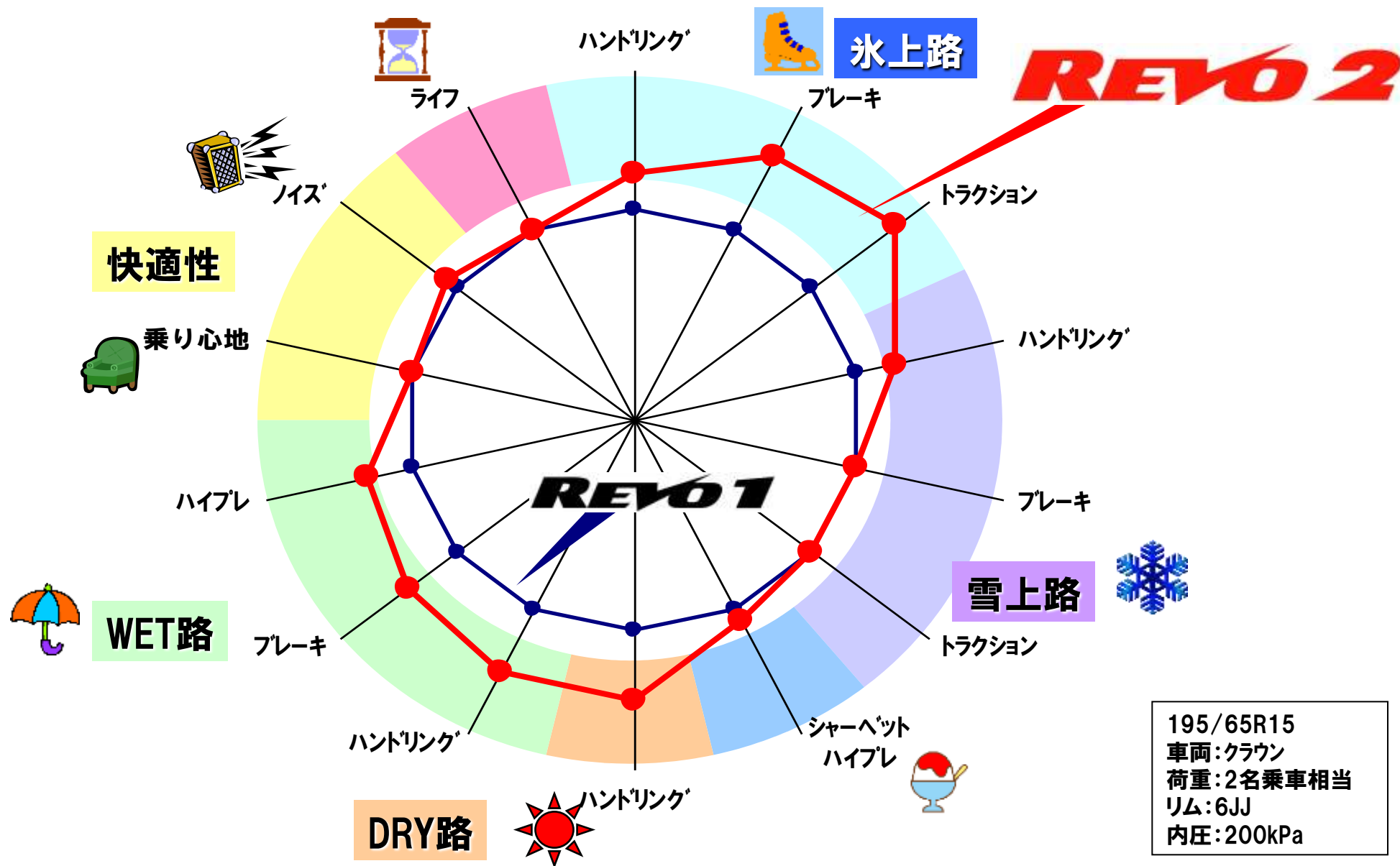
3DスクラムサイプZ

High
Low



接地面積と排水路
(サイプ空隙)を確保

総合性能



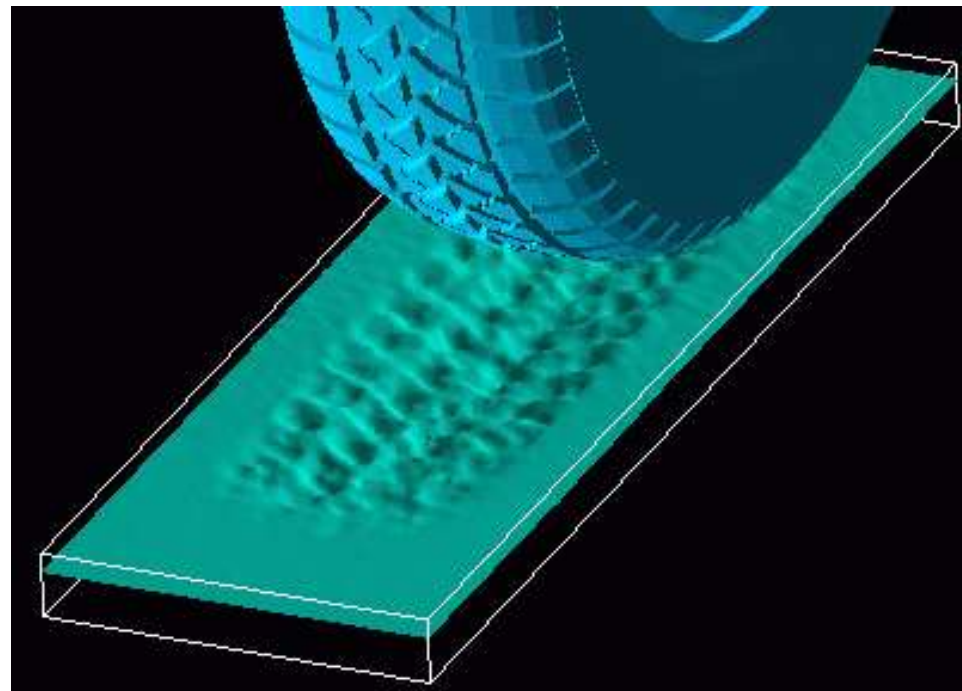
6. 冬用タイヤのマルチフィジックス

タイヤの雪上性能予測

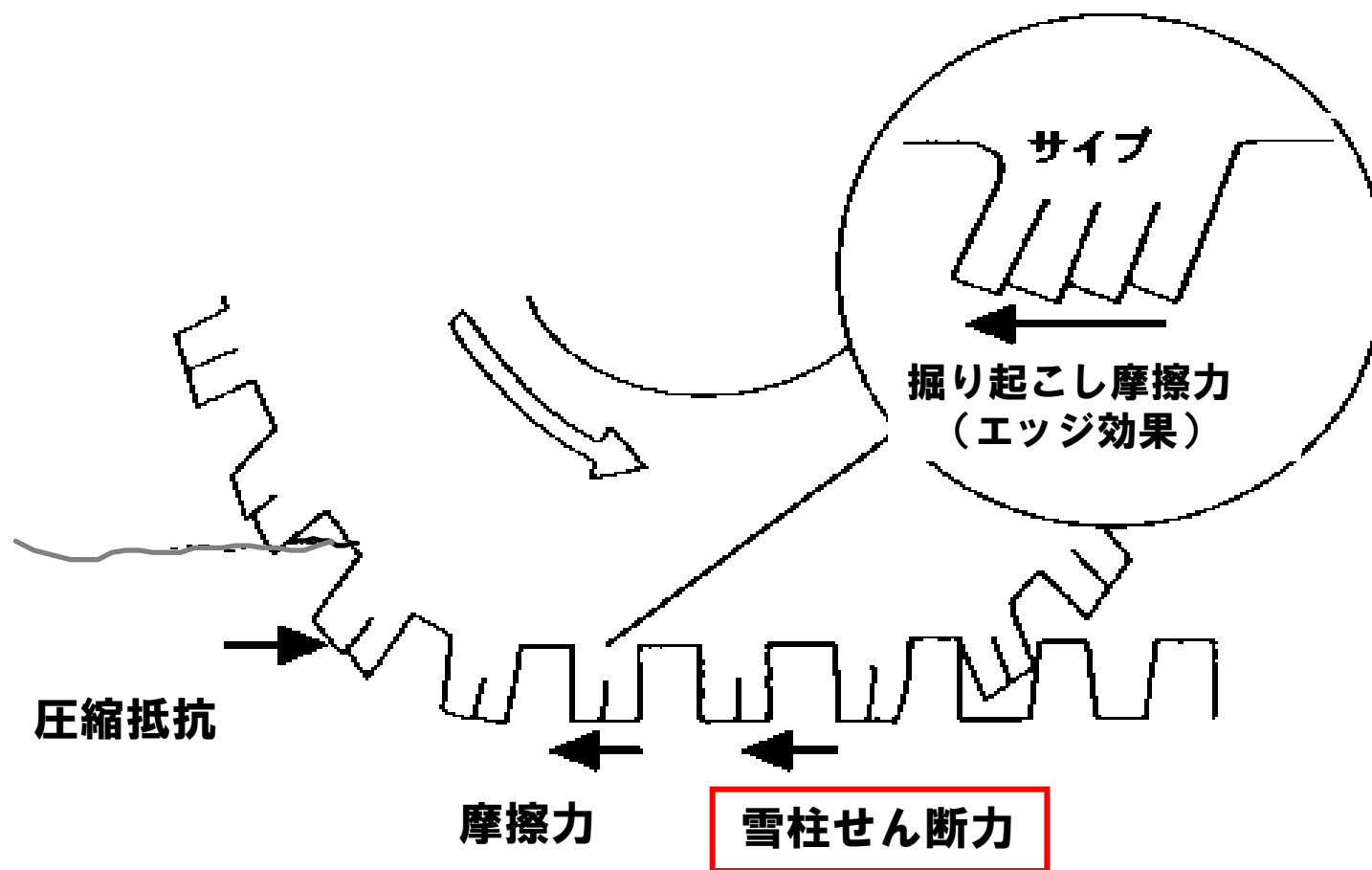
雪路面



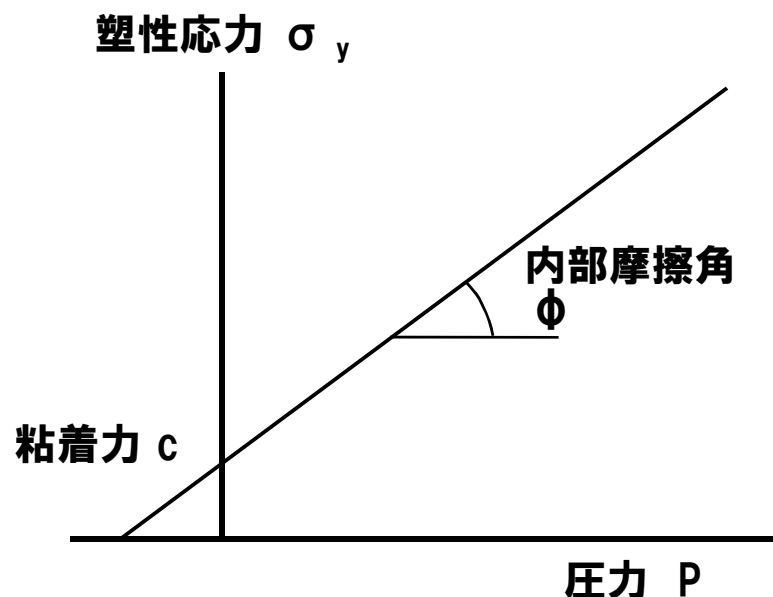
予測



雪上性能の考え方



Mohr-Coulomb yield model



雪を単純化：

- 弾塑性体
- 粘弾性は無視
- 均質材

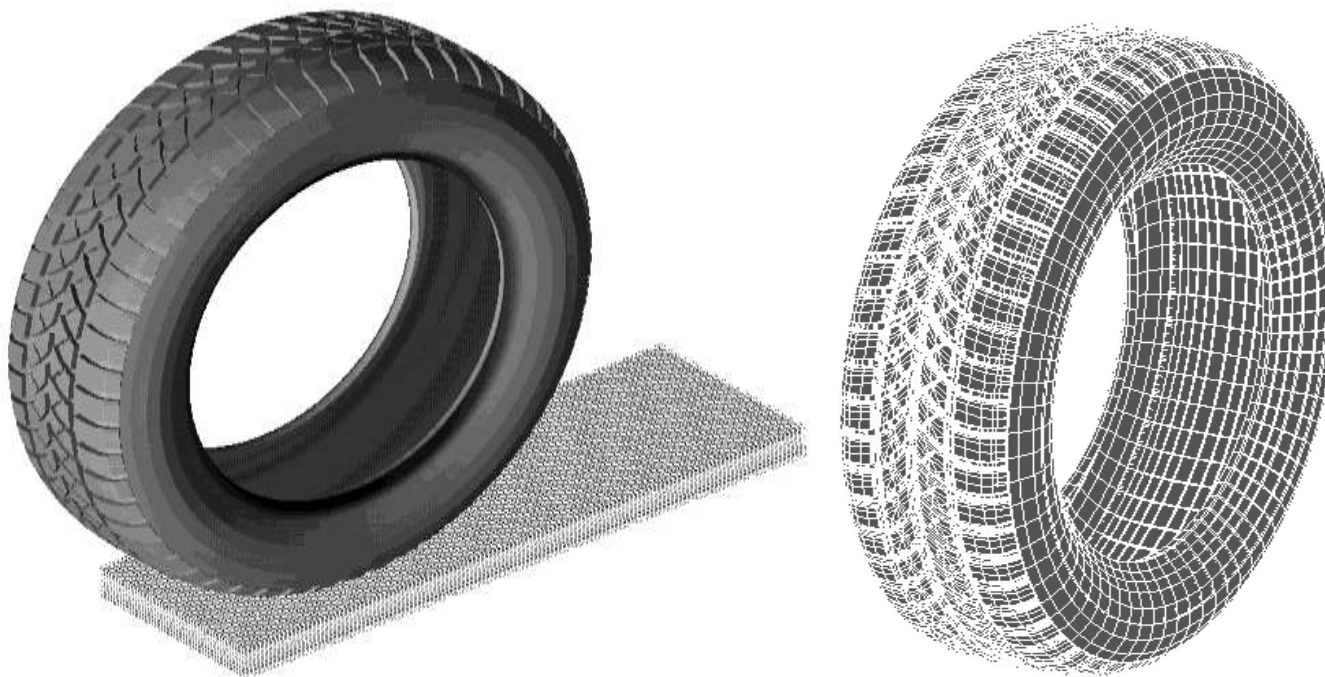
Mohr-Coulomb yield model

$$\sigma_y = c + P \tan \phi$$

M-C 塑性モデルはタイヤの雪上性能予測に向いている

- 単純な塑性モデル（パラメータ決定が容易）
- 接地圧が重要なパラメータとなり、タイヤ設計に繋げ易い

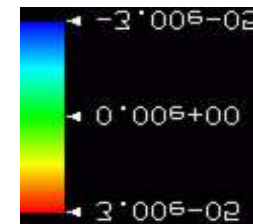
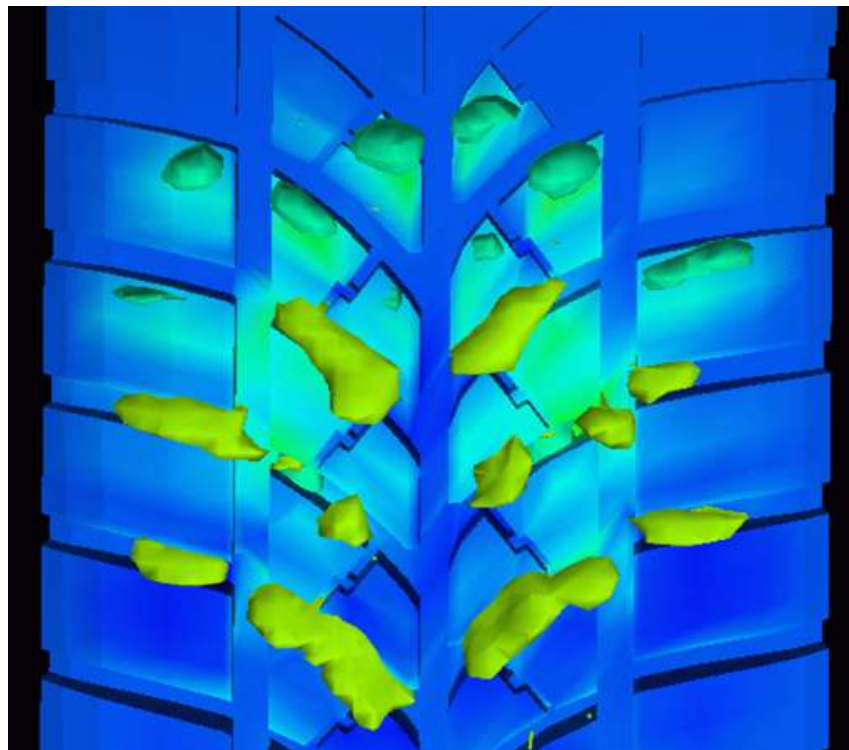
雪とタイヤのモデル



tire size : 195/65R15
inf. pres : 200 kPa
load : 4.0 kN
Velocity : 60 km/h
slip ratio : 30%
snow depth : 30 mm

- パターン付きタイヤモデル、サイズは無視
- 硬圧雪を想定

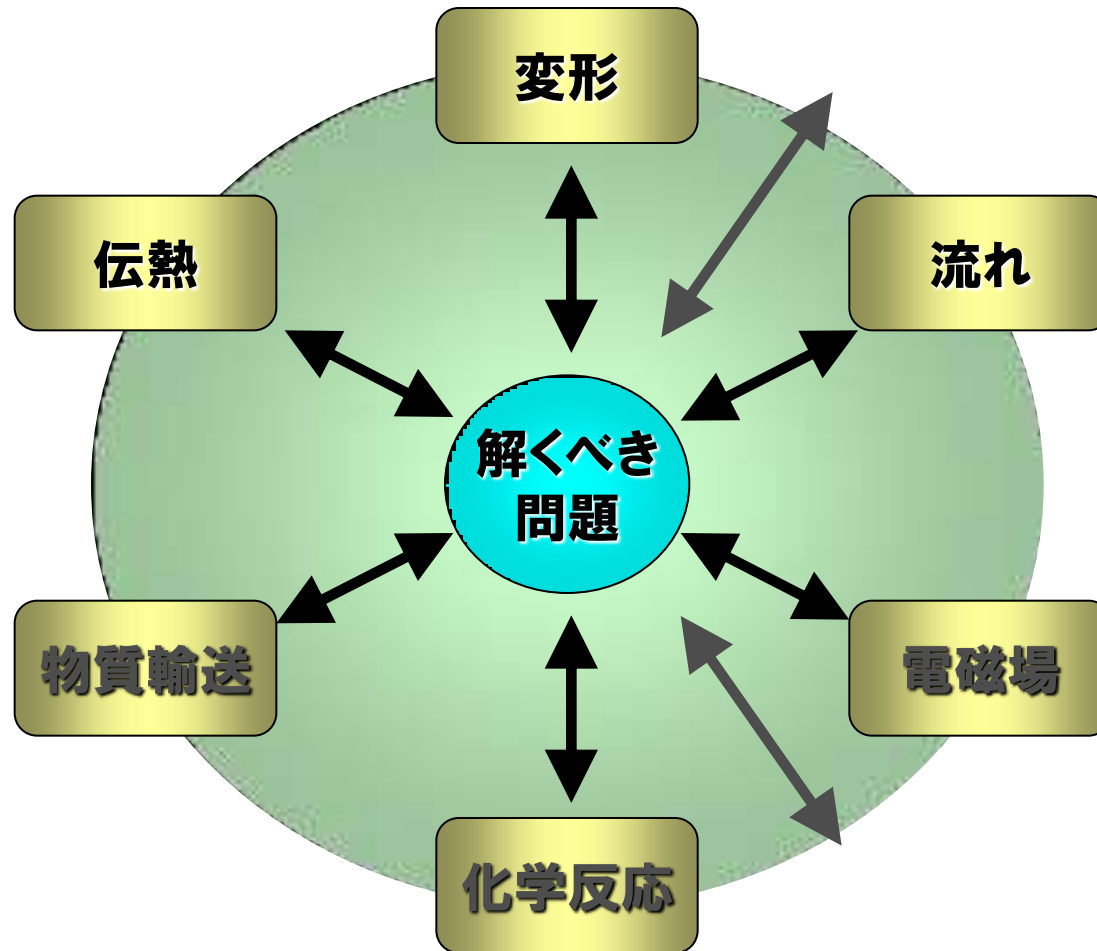
接地面内における雪のせん断応力分布



Traction : +
Brake : -
Units GPa

トレッドパターンのラグ溝でせん断力発生
→ 溝配置の設計に活用できる

マルチフィジックス = 異なる物理現象の連成



既存の研究領域に
捉われない新しい
視点と自由で柔軟
な発想が必要

まだまだ分らない事、やらねばならない事は多い
社会にモノでしっかり貢献できるようなブレークスルー技術を創りたい

6. まとめ

**冬用タイヤの技術背景として、
氷上性能、雪上性能の考え方、
タイヤ技術と予測技術を紹介**

**・タイヤ設計では様々な要求性能を、
多様な設計変数の組み合わせで達成
させるため、最適化の潜在ニーズは高い**

**・路面との相互作用はマルチフィジックス
複合領域での最適化はこれから**

**・15年以上前から最適化を実製品に適用
今後はより複雑なアプリケーションへ**

