

# TRIZ手法を活用した タイヤ技術開発の事例紹介

【第14回日本TRIZシンポジウム2018】  
2018/09/13 (木)  
J04 (A会場 16:45~17:25)

東洋ゴム工業株式会社  
技術第一本部 タイヤ先行技術開発部  
設計研究・技術企画グループ  
榊原 一泰, 柏原 直人

# 発表概要（目次）

1. 会社紹介
2. シンポジウム発表内容
3. 新技術のご紹介
4. TRIZ手法適応解説(事例紹介)
  - ① 根本原因分析/デバイス分析
  - ② 進化パターン
  - ③ Effects
  - ④ 発明原理
  - ⑤ QCD対応
5. 結語

# 1.1 会社紹介: 概要

事業別売上高比率 (2017年12月期)

■ダイバーテック  
77,902百万円

ダイバー  
テック事業  
19.2%

タイヤ事業  
80.8%

■タイヤ  
327,097百万円

商号 東洋ゴム工業株式会社  
(英文表示) Toyo Tire & Rubber Co., Ltd.

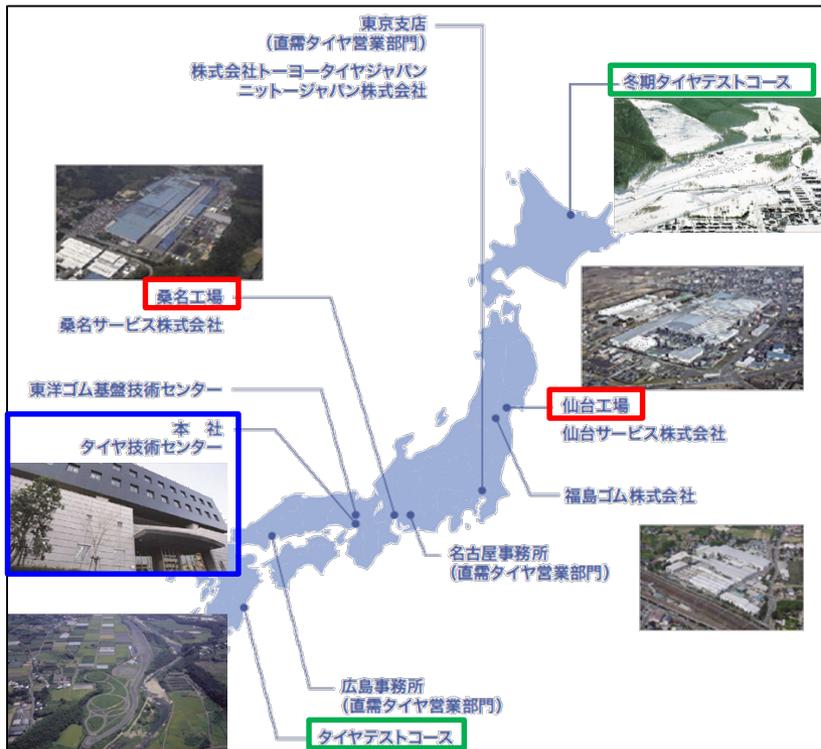
設立 1945年 (昭和20年) 8月1日

資本金 30,484,627,991円

株式総数 127,179,073株

従業員数 (連結) 11,759名 ※2017年12月31日現在

本社 〒664-0847 兵庫県伊丹市藤ノ木2丁目2番13号



**タイヤと自動車用部品を中心として、国内の技術拠点からグローバル展開**

# 1.2 会社紹介: タイヤ事業について

## ■ 3つのブランド戦略



## ■ 技術コンセプト



そのタイヤに、驚きはあるか。

## ■ 商品ラインナップ例

<b>ミニバン専用</b>	<b>スポーティー</b>	<b>低燃費</b>
 トランパス・エムエル <b>TRANPATH ML</b>	 プロクセス・スポーツ <b>PROXES Sport</b>	 ナノエナジー・スリー・プラス <b>NANOENERGY 3 PLUS</b>
<b>ピックアップトラック</b>	<b>スタッドレス</b>	<b>トラック・バス</b>
 <b>RIDGE GRAPPLER</b>	 <b>Winter TRANPATH TX</b>	 ナノエナジー エムイチロクゴロウ <b>NANOENERGY M166</b>

## ■ ビジネス形態

- ・市販品タイヤ ⇒ BtoC
- ・新車向けタイヤ ⇒ BtoB

顧客に「驚き」を提供するには、従来と異なるアプローチ(イノベーション)が必要

# 2. シンポジウム発表内容

## ■ 社内イノベーション推進：体系図

2016年度

2017年度

2018年度

適用一覧 課題解決 シーン	仕組み (ソリューションツール)					ソフトウェア有効活用 (考える時間増加)	
	テーマ 設定	課題 設定	原因 分析	アイデア 発想	アイデア まとめ	知識検索 GF	特許分析 BC
ニーズ探索	(QFD)	—	—	—	—	○	—
商品企画	(QFD)	○	—	—	—	—	—
動向調査	○	○	○	—	—	○	○
技術企画	○	○	—	—	—	○	○
基礎研究(長期)	—	○	○	○	○	○	○
先行開発(中期)	—	○	○	○	○	○	○
商品開発(短期)	—	○	○	○	○	○	○
特許出願	—	○	○	○	○	—	○
品質改善	—	○	○	○	○	○	○
VE	—	○	○	○	○	○	—

これまでは、社内のイノベーション推進に向けた体系の仕組みについて報告。

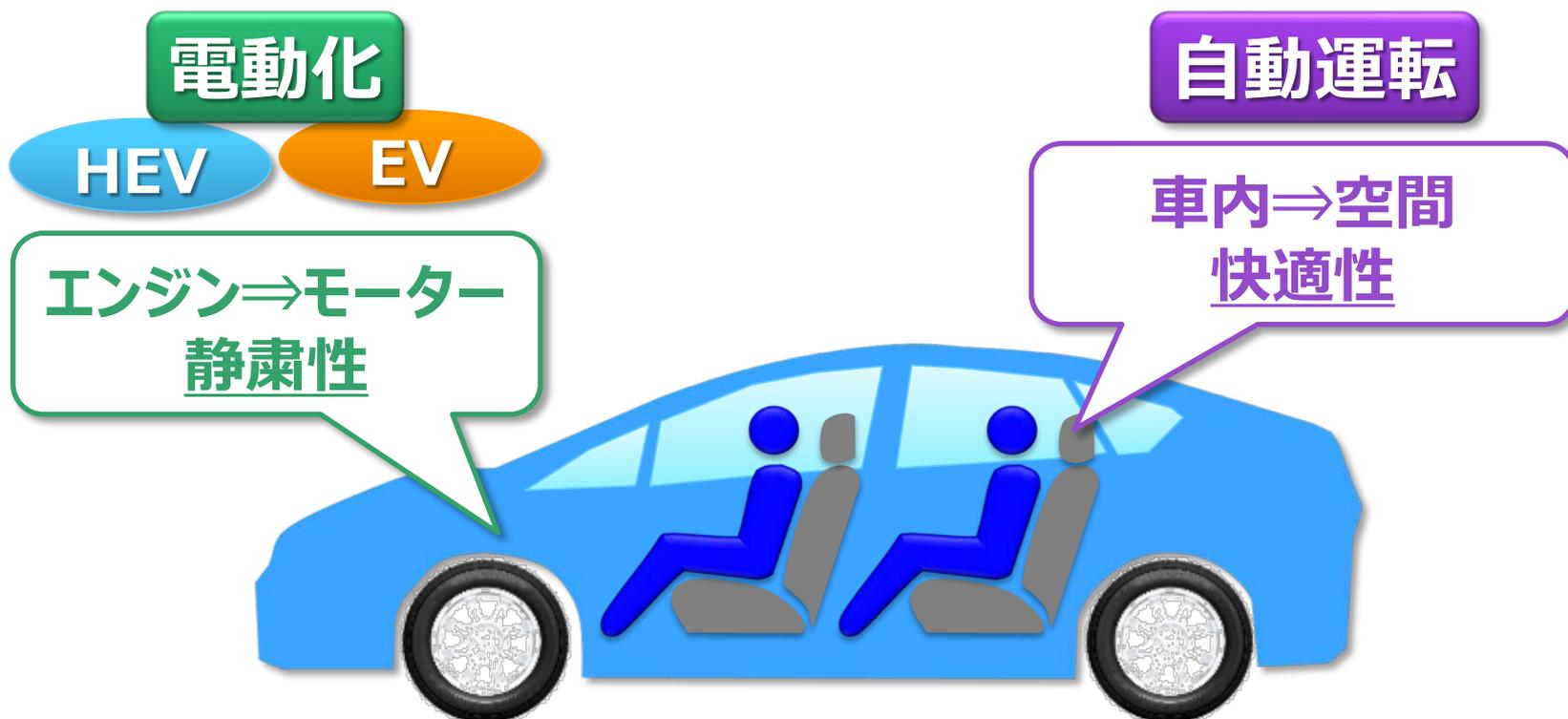
⇒本年度は、これらの仕組みを活用したタイヤ技術開発の事例についてご紹介。

## 3.1 新技術のご紹介: 背景①

■ 自動車業界のおかれている状況とは

➤ 100年に1度の大変革期に直面している

(※電動化, 自動運転, 通信, 共有化など, それに紐づくビジネス)



モビリティ環境の変化により, 車内環境にも求められるニーズが変化してきている。

## 3.2 新技術のご紹介: 背景②

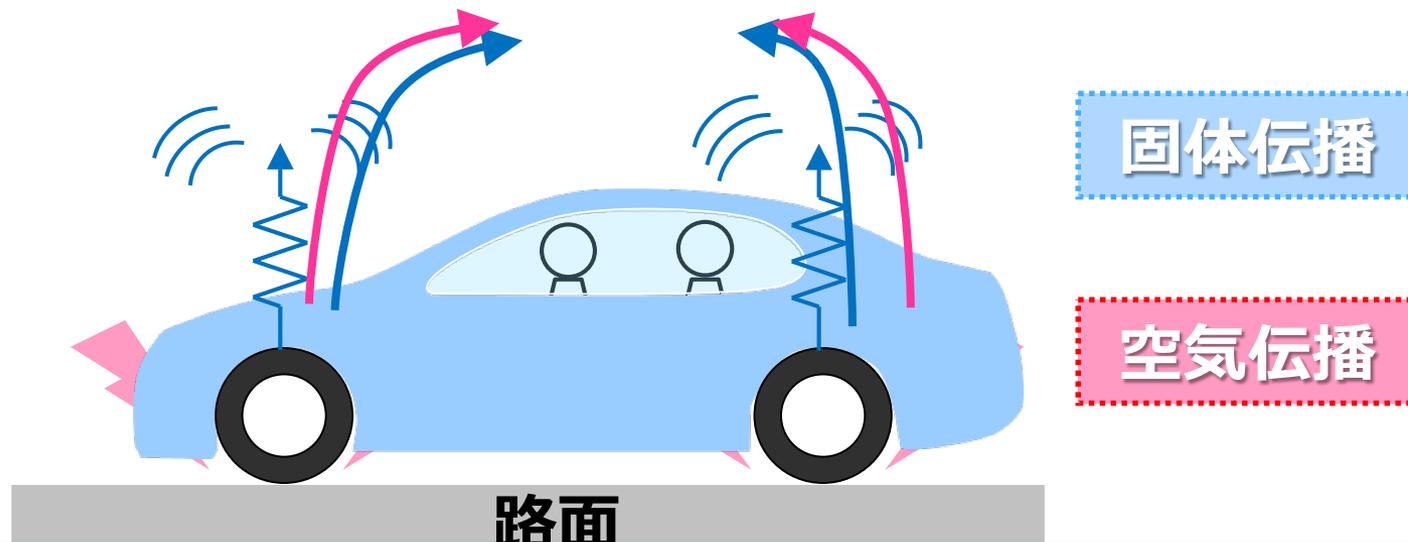
### ■ 自動車の騒音とは

#### 車内騒音: ロードノイズ

- 路面によるタイヤの振動がホイール車軸サスペンションを介して, ボディ, フロアの振動となり, 車内に伝わる.

#### 車外騒音: パターンノイズ

- 路面とタイヤから発生する音が空気を伝播して伝わる.



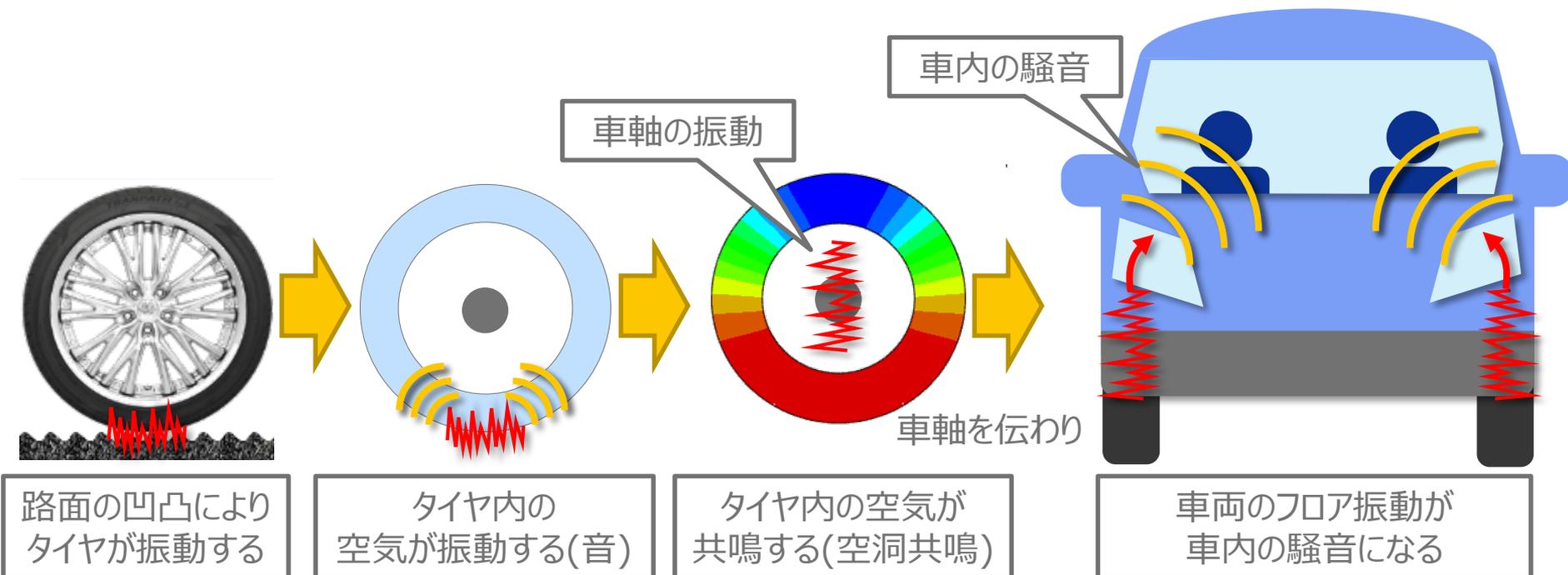
自動車の騒音には, 『車外』で聞こえる騒音と『車内』で聞こえる騒音がある.

## 3.3 新技術のご紹介: 背景③

### ■ タイヤに起因する自動車の騒音とは

#### ➤ タイヤ空洞共鳴音

- タイヤ内の**空気の共鳴現象**が車内に伝わり、発生する騒音です。

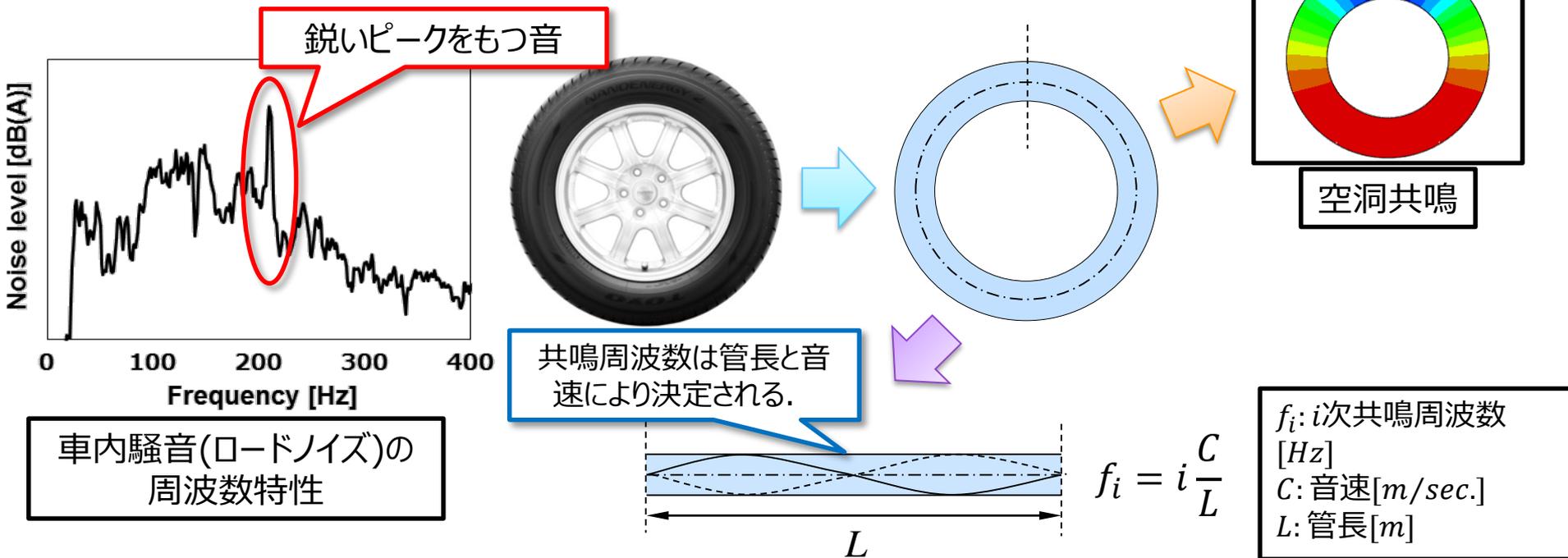


**タイヤが空気で満たされた空洞であるがゆえに発生する空洞共鳴音がある**

# 3.4 新技術のご紹介: 背景④

## ■ タイヤに起因する車内騒音『タイヤ空洞共鳴音』とは

### ➤ 200~250Hz付近の帯域に発生する騒音



■ 荒れた路面を走行する際の『コー』という唸るような音や、高速道路や橋の継ぎ目などを通過する際の『パカーン』という音などです。

※車両との相性により感じられ方に差はあるが、常に聞こえている音。

**タイヤサイズに依存する、決まった帯域に発生する耳障りな騒音。**

## 3.5 新技術のご紹介: 開発品

■ タイヤ空洞共鳴音を対策する開発品とは

➤ 先行他社とは異なる独自の形態によるデバイス



# Toyo Silent Technology

※2018年6月29日プレスリリース

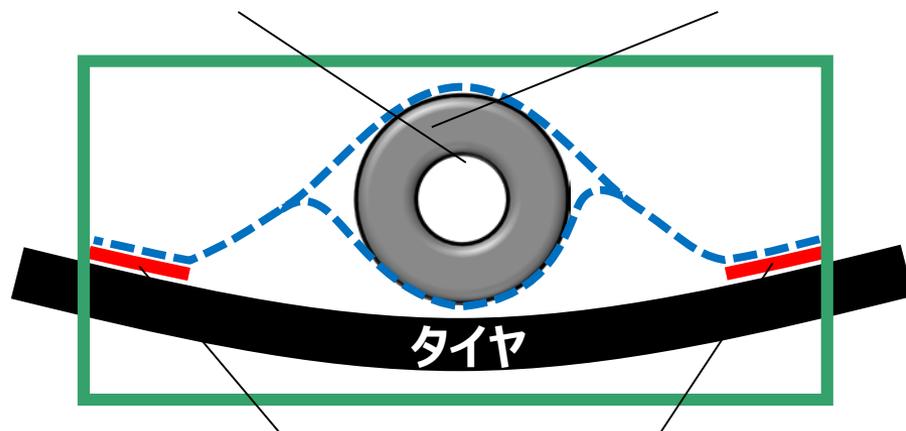
タイヤ内面に配置することで空洞共鳴音を効果的に低減するデバイスを開発

# 3.6 新技術のご紹介: 技術説明①

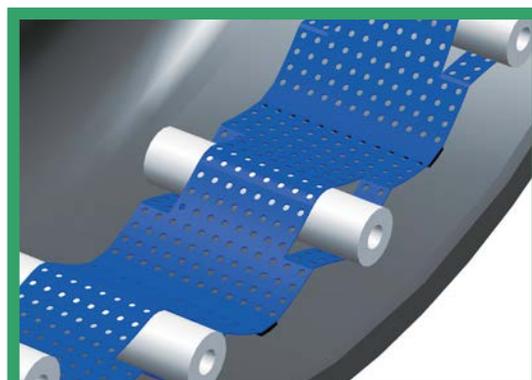
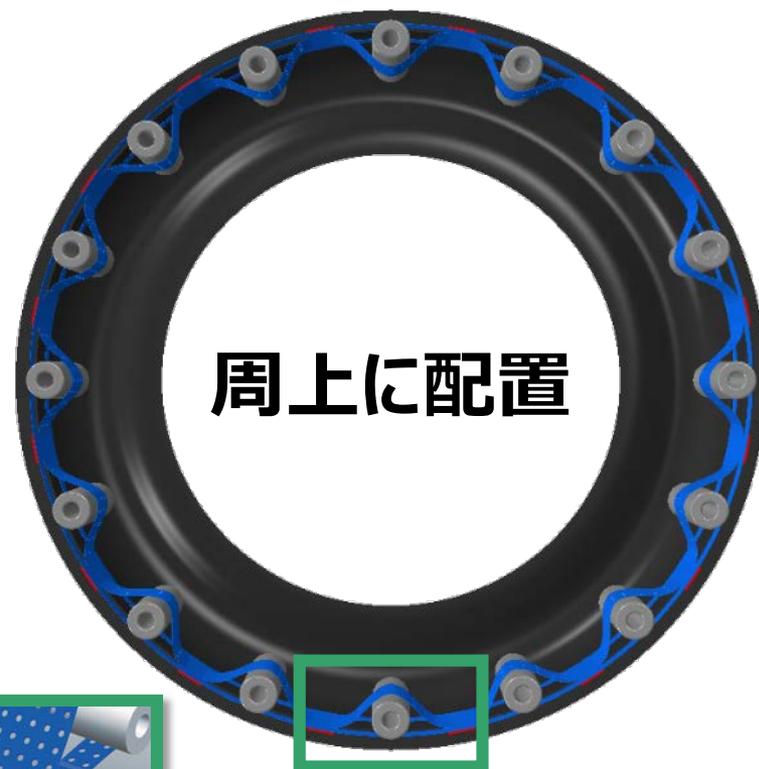
## ■ 開発品の構造とは

円筒状スポンジ

多孔フィルム

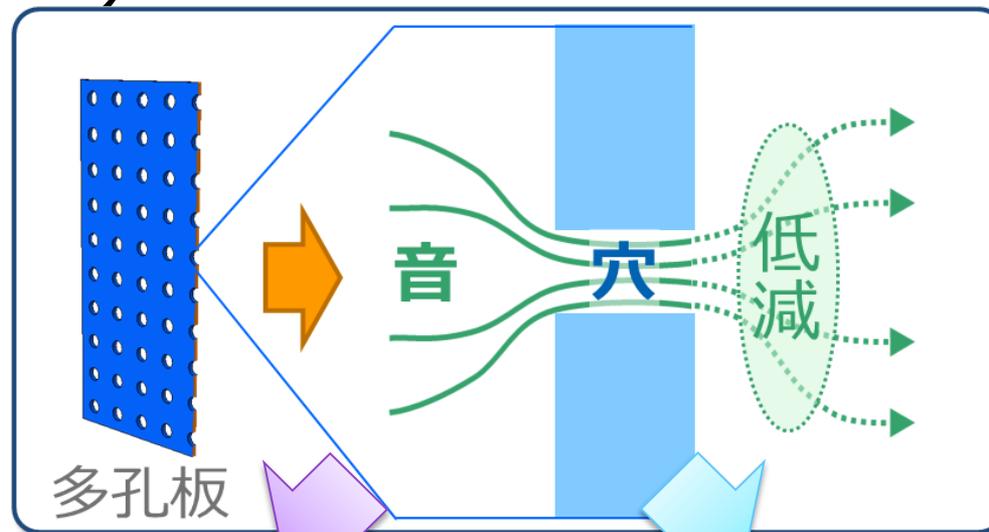


クッション材+両面テープ

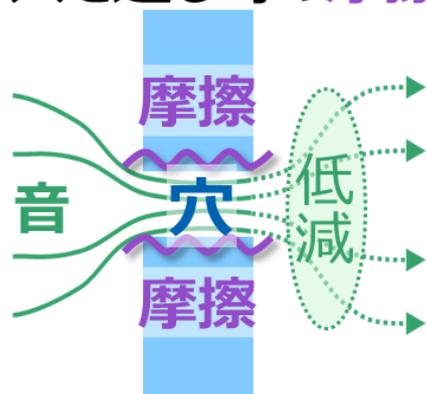


山なりに配置した多孔フィルムと円筒状スポンジを組み合わせた構造

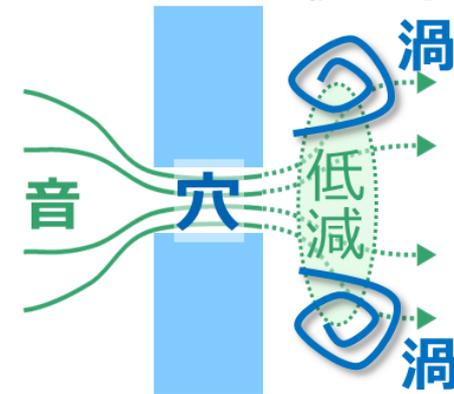
## ■ 多孔板(フィルム)の効果とは



### ① 穴を通る時の摩擦



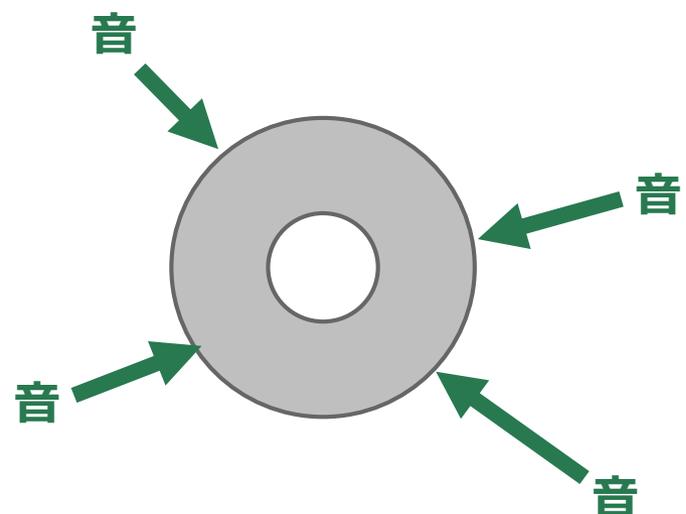
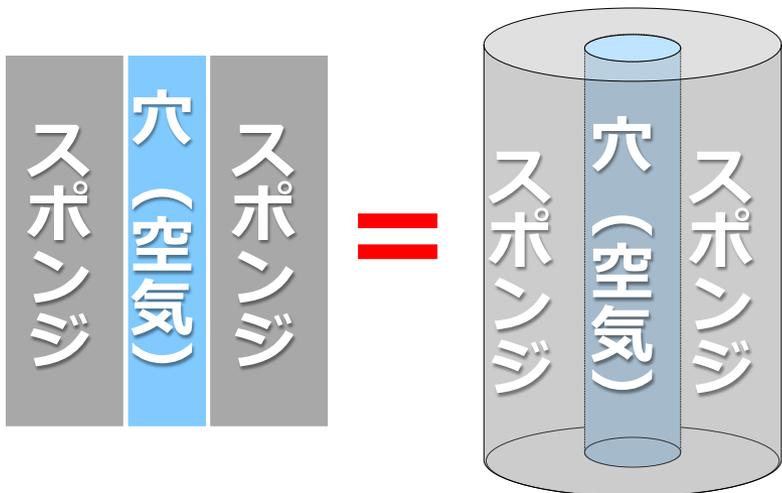
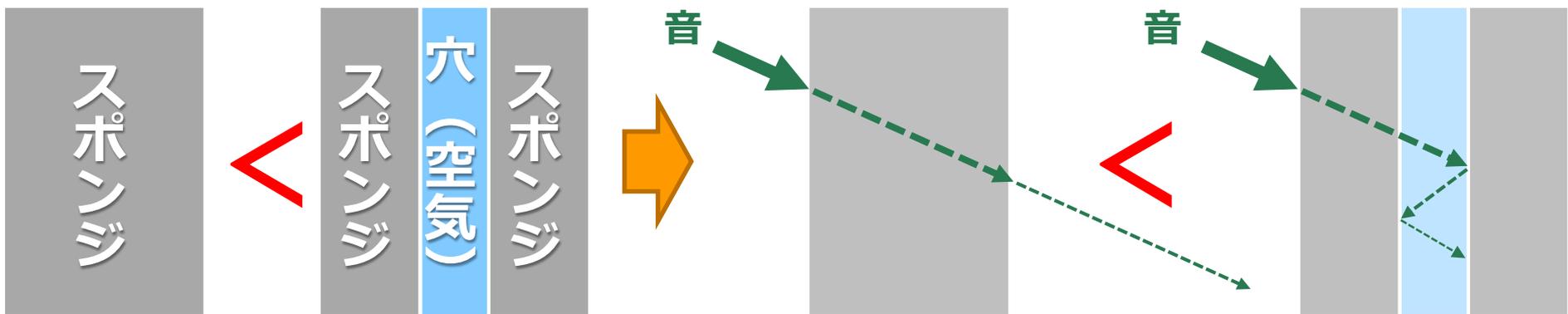
### ② 穴を通った後の渦



板(フィルム)にあけた穴に音を通過させることで音のエネルギーを低減することができる

# 3.8 新技術のご紹介: 技術説明③

## ■ 円筒状スポンジの効果とは

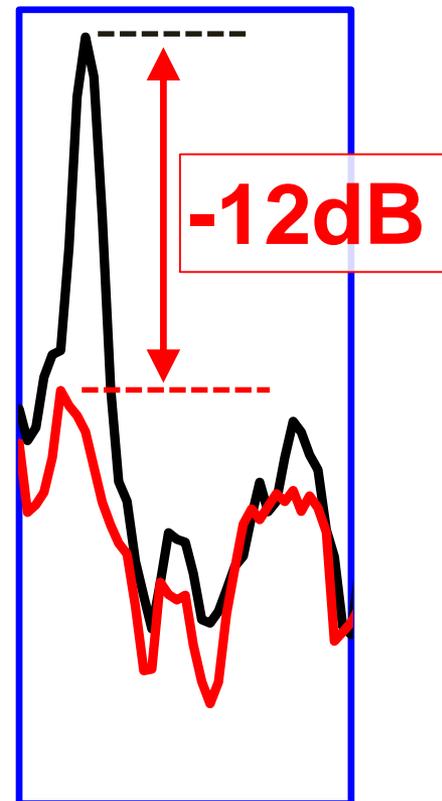
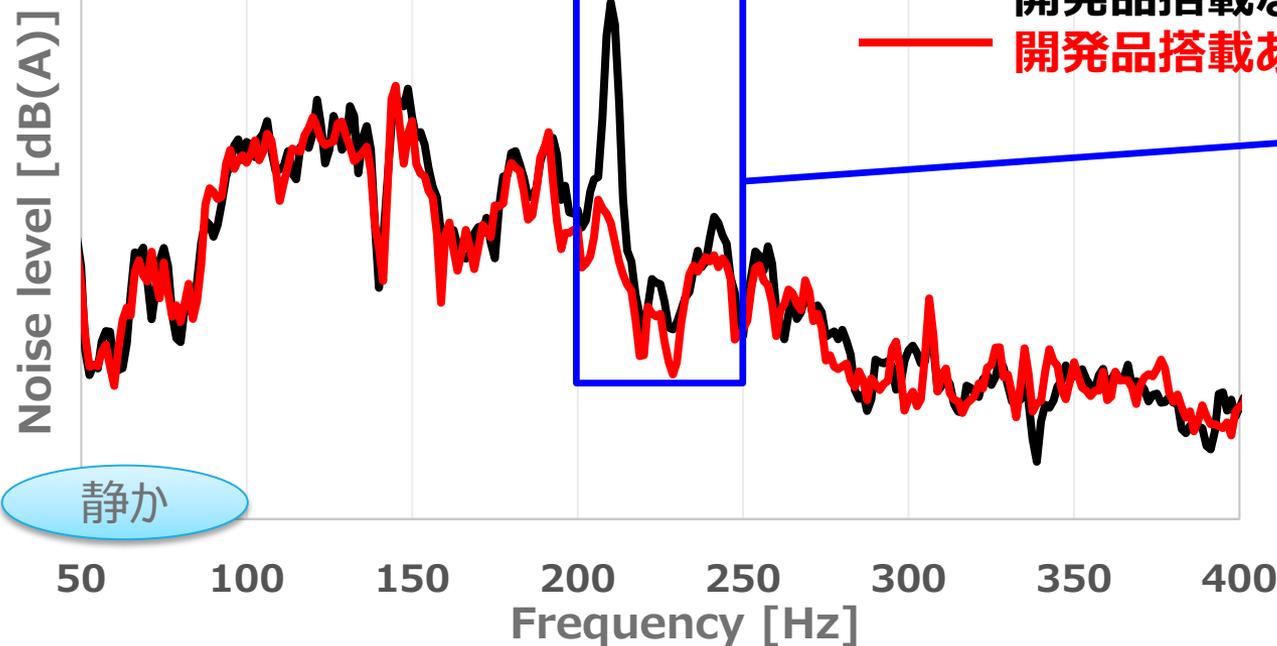


**スポンジにあけた穴と形状により少ない量のスポンジでも効果的に吸音できる**

# 3.9 新技術のご紹介: 技術説明④

## ■ 開発品の低減効果とは

車内の騒音レベル※



200~250Hz  
空洞共鳴帯域

※評価条件

車両: 国産車LLミニバン

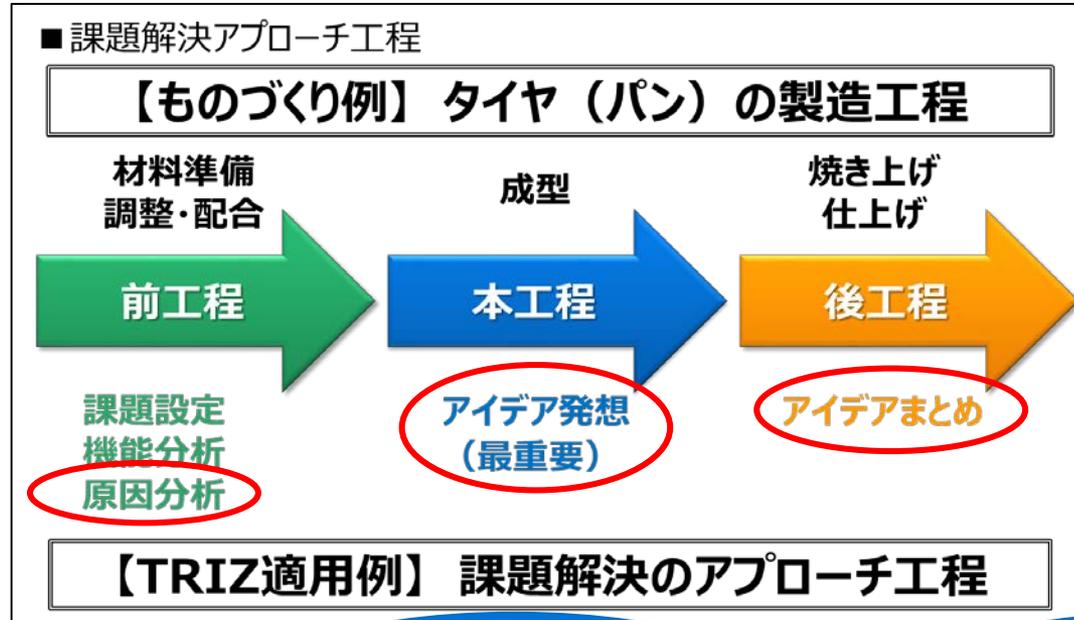
タイヤ: 235/50R18, 内圧240kPa, リム: 18x7.5

計測位置: 乗員耳元位置, 場所: 弊社試験場

独自の形態/構成により, ターゲットの空洞共鳴音のピークを大幅に低減する.

# 4. TRIZ手法適応解説(事例紹介)

## ■ 開発品におけるアプローチ



アプローチ①  
ターゲットの現象を捉える

アプローチ②  
ヒントをどうやって利用するか

アプローチ③  
アイデアをどうやって実現するか

アプローチ④  
現実問題への対応

アプローチ⑤  
QCDバランス対応

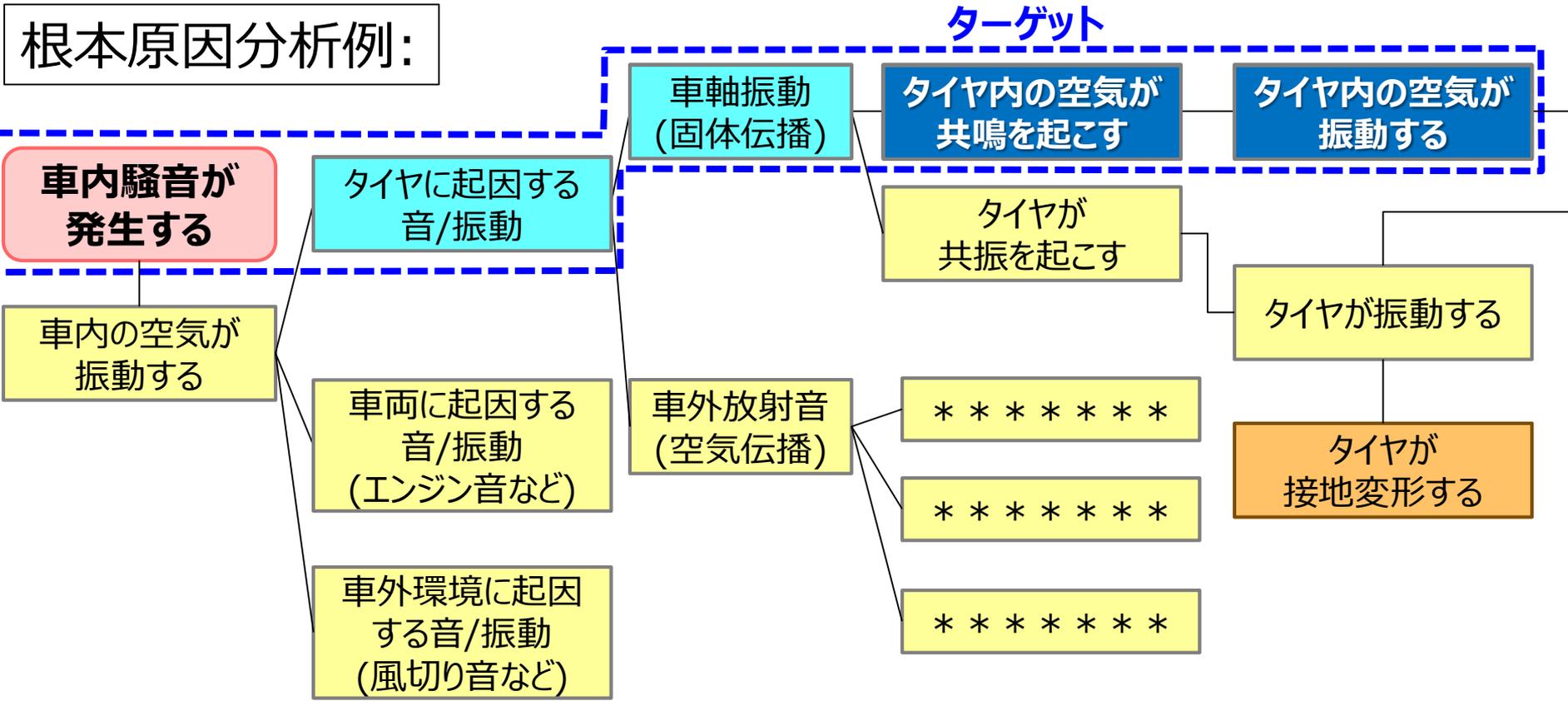
開発におけるTRIZ手法を用いた5つのアプローチについてご紹介

# 4.1 アプローチ①: ターゲットの現象把握

■ 車内騒音問題の本質化:『根本原因分析』,『デバイス分析』

➤ 根本原因分析により, タイヤ内の『空気』に着目.

根本原因分析例:



ターゲットの原因『音』を『空気の現象』と捉え, タイヤ内の『空気』に着目.

## 4.1.1 現象の把握・観察：可視化①

- タイヤ内の空気はどうなっているのか？
  - ✓ タイヤ内の空気はどうなっているのか？
  - ✓ タイヤと一緒に回っている？
  - ✓ 空気の流れがあるのか？

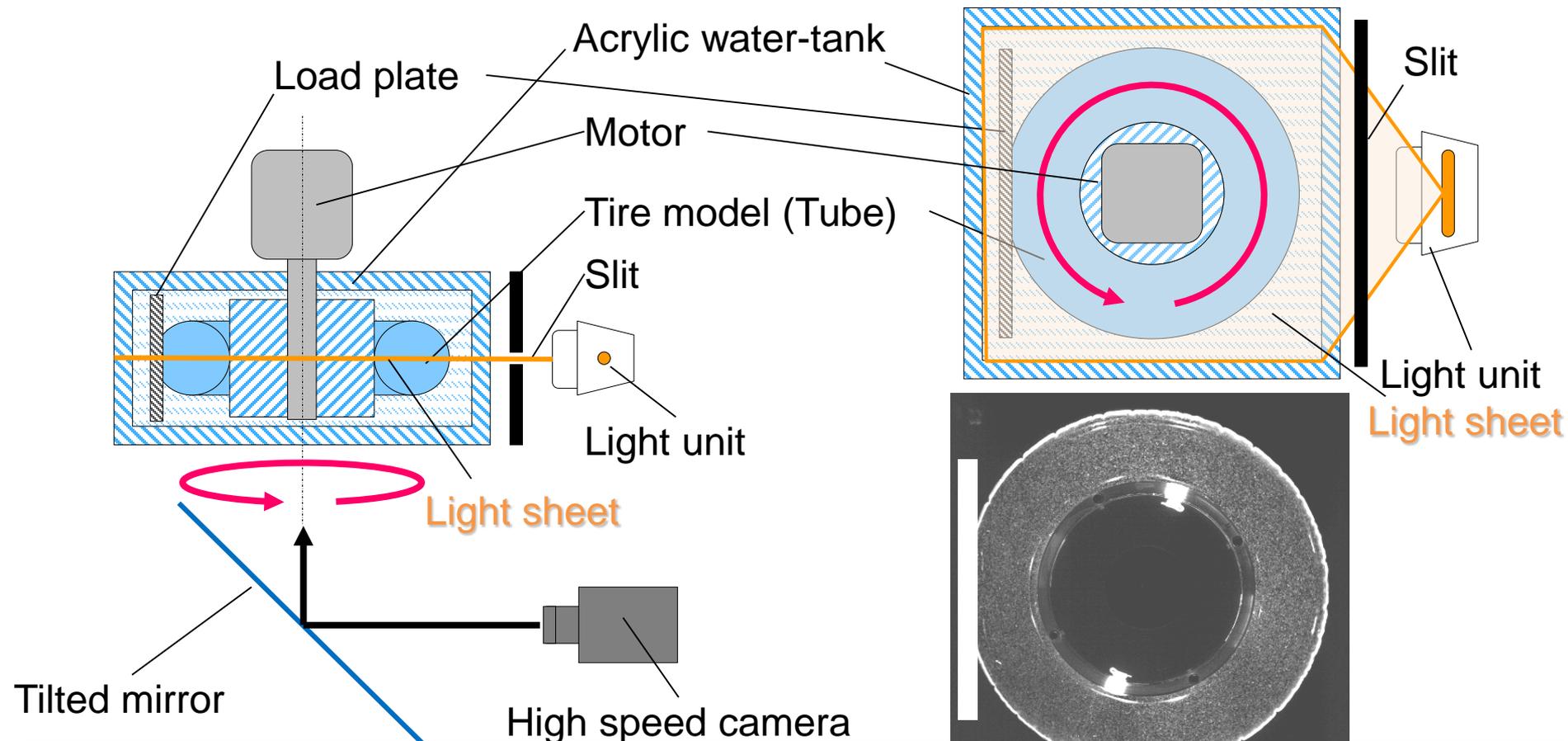


タイヤ内の空気に着目、転動中の空気の状態を可視化し、確認することを試みた。

# 4.1.2 現象の把握・観察：可視化②

## ■ タイヤ内の空気をどうやって可視化するか

### ➤ 粒子画像流速計測法：PIV(Particle Imaging Velocimetry)



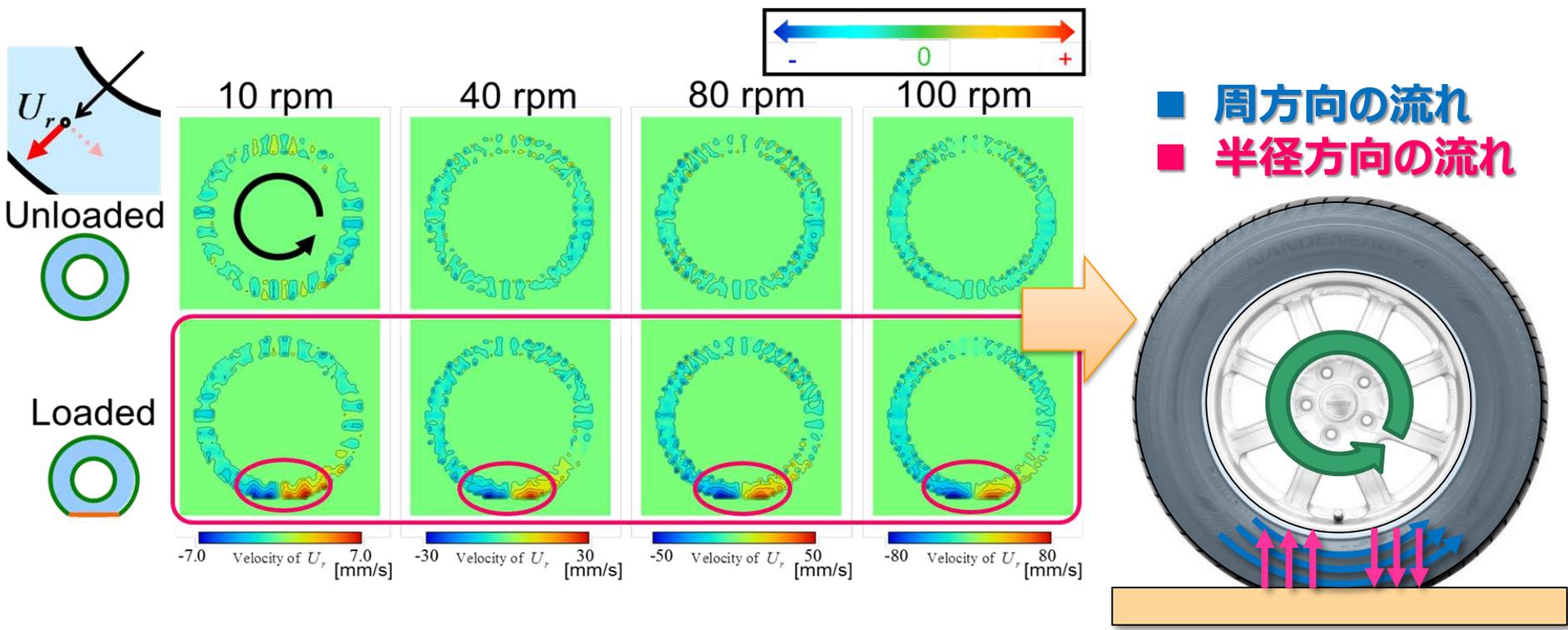
空気を水に置き換えて水槽と透明な浮き輪を使って確認した。

# 4.1.3 現象の把握・観察：可視化③

## ■ タイヤ内の空気はどうなっているのか？

□ 『タイヤの接地変形によって動いており，流れが存在している』ことが分かった。

※ 接地変形がなければ空気は一緒に回っており，流れは発生しない。



タイヤ内の空気にはタイヤの接地変形による流れが発生していることが確認された。

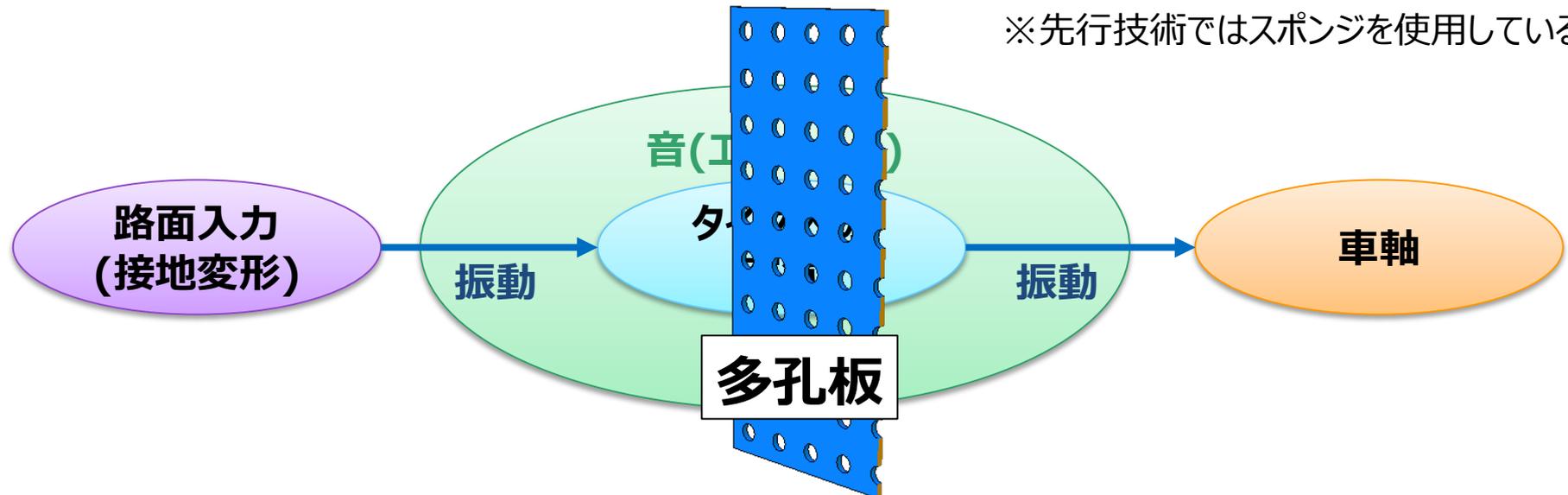
### ■ タイヤ内の音を低減するには？

#### ➤ 主機能の強化⇒進化パターン『物質-場』, Effects(音場)

※有用作用：快適性の為に音を低減(音圧を下げる)

※先行技術と同様にタイヤ内の音エネルギーを低減するアプローチ

※先行技術ではスポンジを使用している



- ✓ 建築音響の分野：音楽室やコンサートホールの壁など
- ✓ 道路騒音対策の分野：高速道路の防音壁など

**建築音響や道路交通騒音対策に用いられる『多孔板』に着目した。**

# 4.2.1 多孔板の特徴

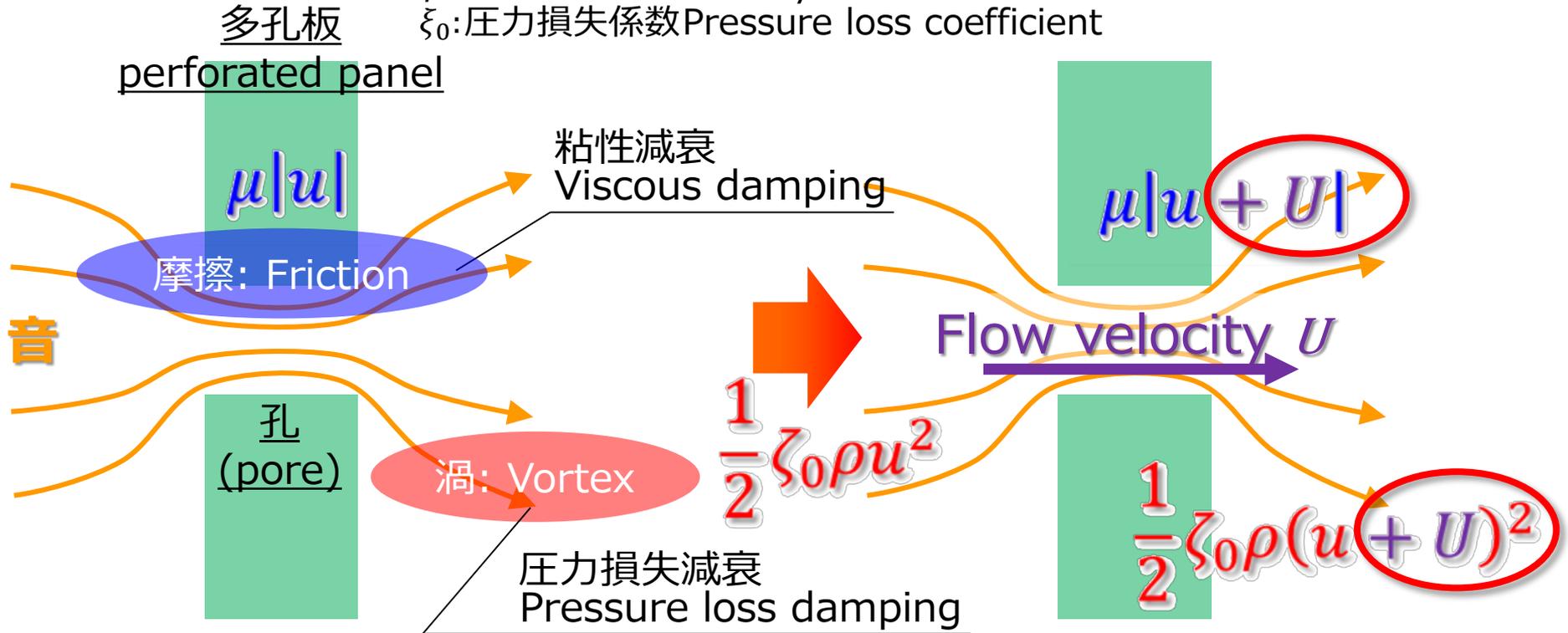
■ タイヤ内の空気の流れを利用できないか？

➤ 多孔板は、空気の流れて効果が高められる。

空気流れ  
なし

$u$ : 粒子速度 Particle velocity  
 $\mu$ : 粘度 Viscosity  
 $\rho$ : 空気密度 Density of air  
 $\xi_0$ : 圧力損失係数 Pressure loss coefficient

空気流れ  
あり

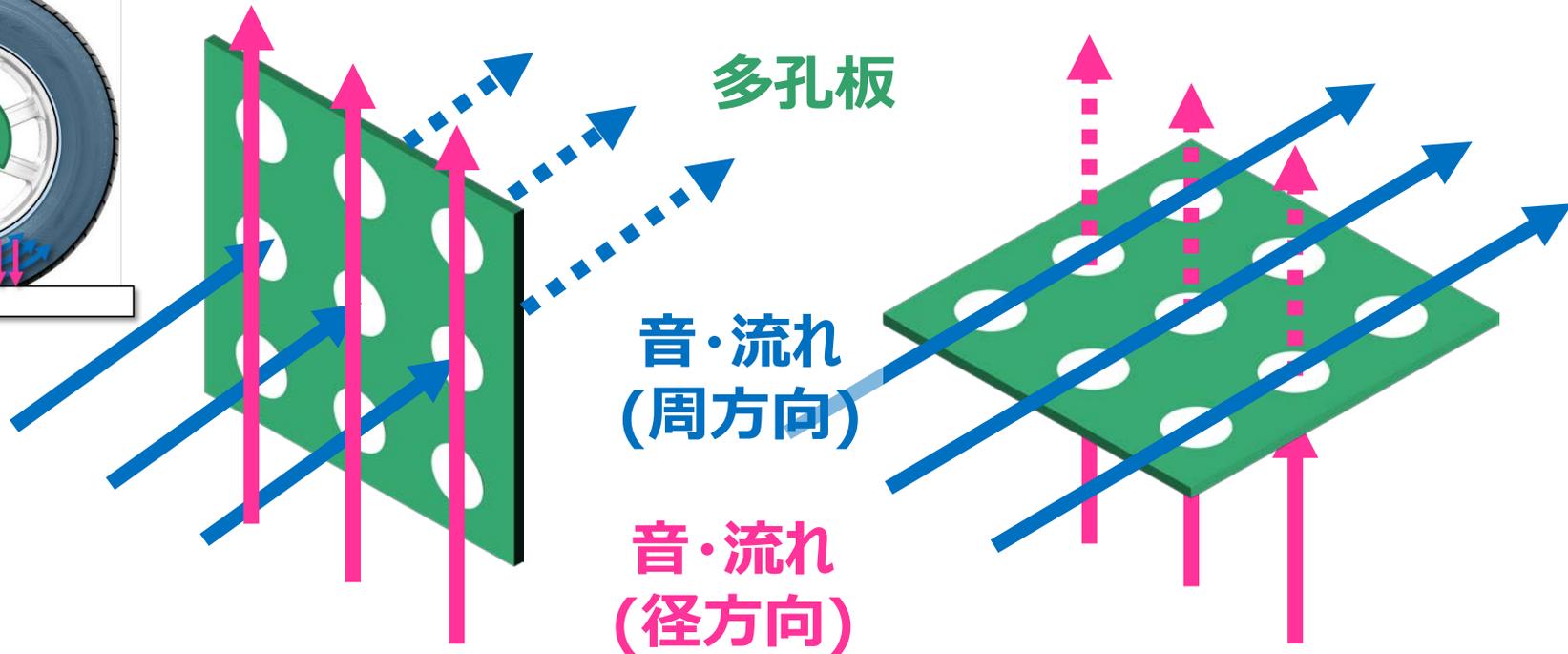


多孔板の効果は、場の空気の流れによって低減効果を高められる。

## 4.3 アプローチ③

- 原因の『音』
  - 利用する『空気の流れ』
- に対してどう多孔板を配置するか？

- 半径方向の流れ
- 周方向の流れ

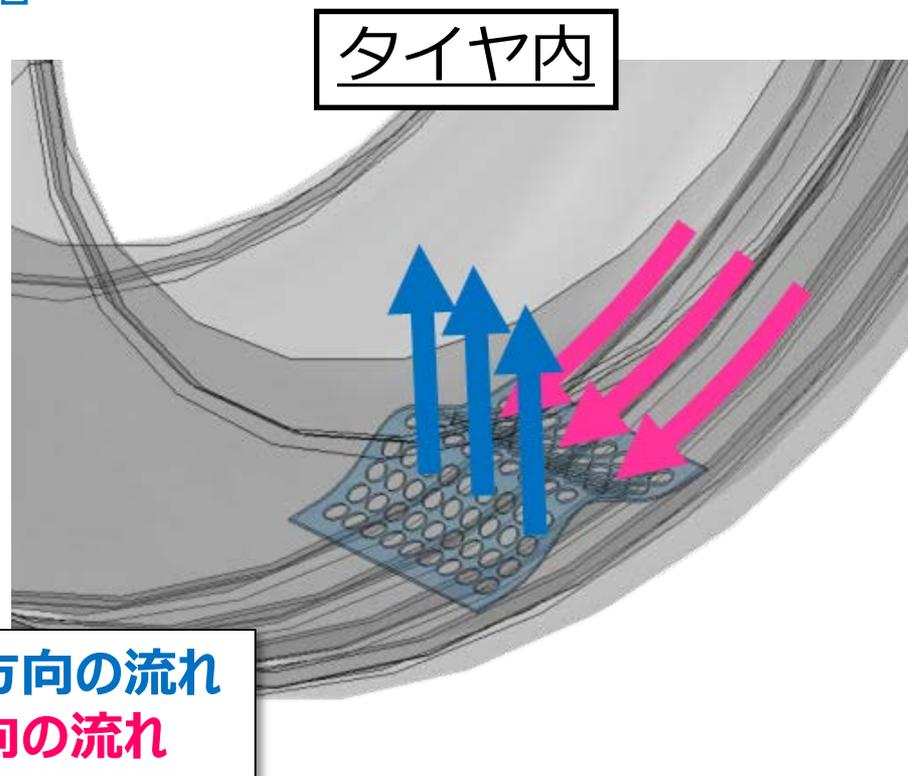
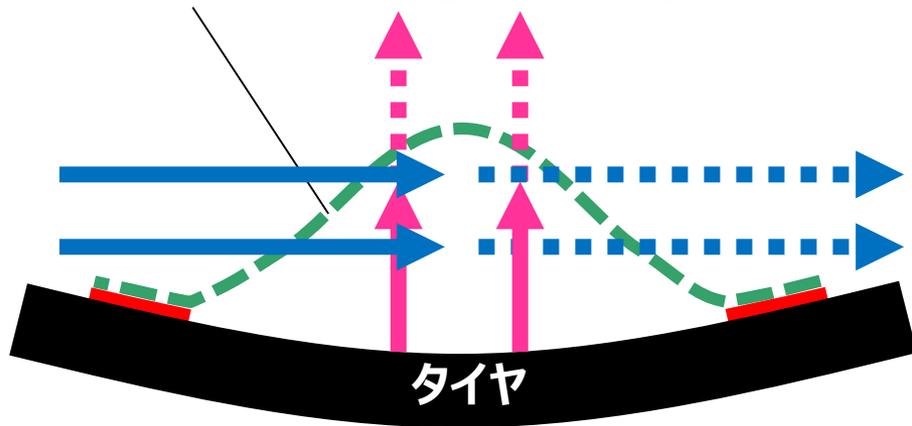


半径方向の音と流れ, 周方向の音と流れにあてるように配置する必要がある。

## 4.3.1 多孔板の配置

- 原因の『音』
  - 利用する『空気の流れ』
- に対してどう多孔板を配置するか？
- 進化パターン『幾何学的進化』

### 山なりの多孔板(フィルム)

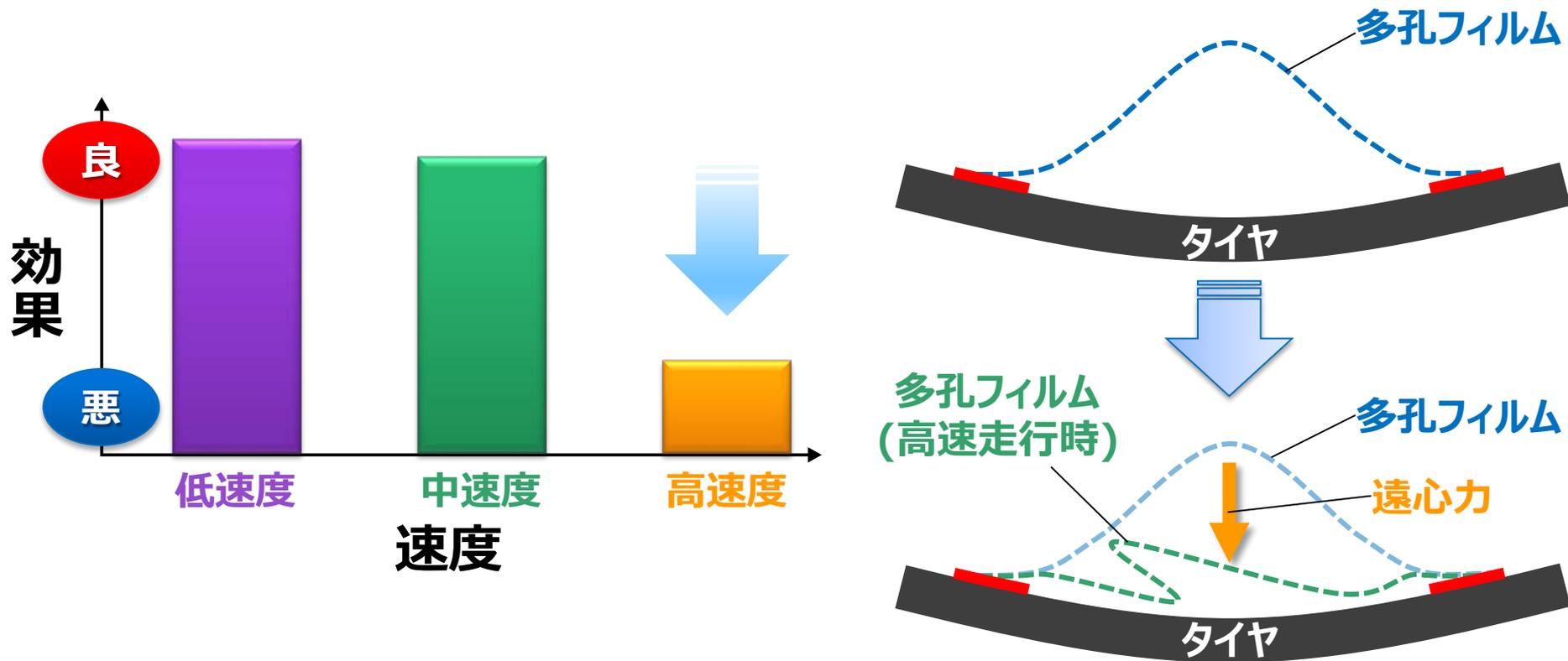


多孔フィルムを山なりに配置することで 2 方向の音と流れに対応した。

# 4.4 アプローチ④：問題発生

■ タイヤに取り付けての効果確認において発生した問題とは

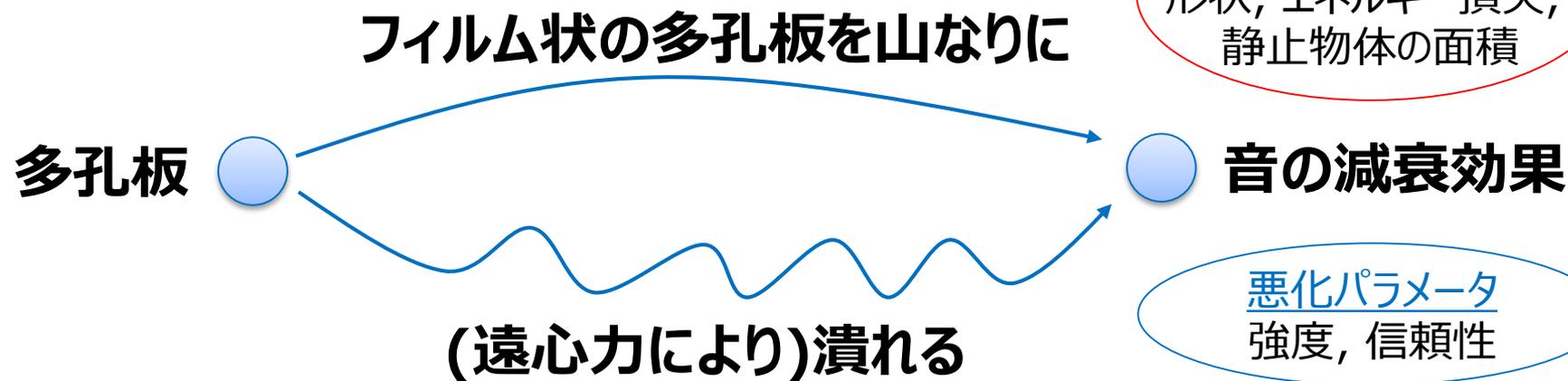
- 低速度～中速度域での効果に対し、高速度域では効果が低くなる傾向が確認された。



山なり形状に配置した多孔フィルムは、高速走行時の遠心力によりつぶれてしまう。

# 4.4.1 矛盾モデル①

## ■ 矛盾モデル⇒発明原理



	考え方①	考え方②	考え方③
改善パラメータ	形状	エネルギー損失	静止物体の面積
悪化パラメータ	強度	信頼性	強度
推奨発明原理	30 薄膜利用原理 14 曲面原理 10 先取り作用原理 40 複合材料原理	11 事前保護原理 10 先取り作用原理 35 パラメータ変更原理	40 複合材料原理

考え方による複数の発明原理を総合的に検討。

## 4.4.2 発明原理の適応

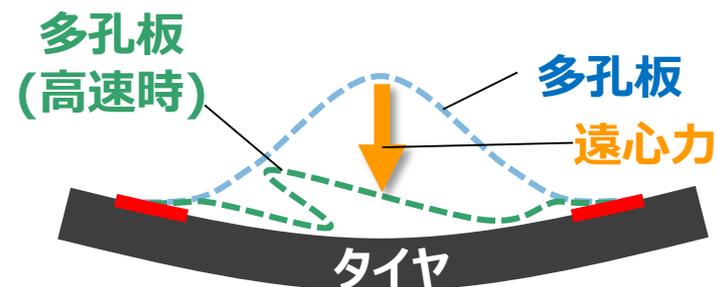
■ 多孔フィルムが遠心力でつぶれないようにするには

➤ 発明原理: 先取り作用の原理, 事前保護原理, 複合材料原理

山なり形状の多孔フィルムの問題点

高速走行時に効果が出ない。

⇒遠心力によるつぶれ。



フィルムの中にスポンジを配置

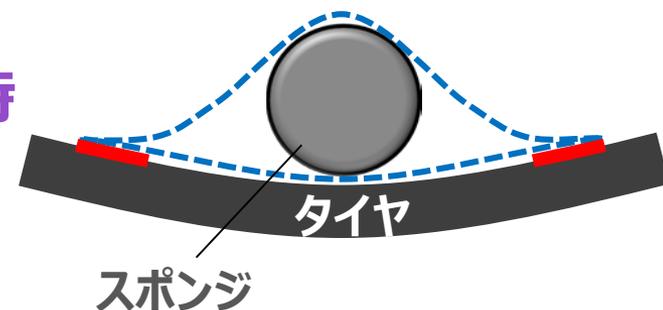
多孔フィルムをつぶれを抑制。 ※形状の維持

⇒つぶれない様に補強。

スポンジによる低減効果

⇒スポンジ自身の吸音効果。

⇒多孔フィルムとの組み合わせ効果(背面空気層への吸音材配置)

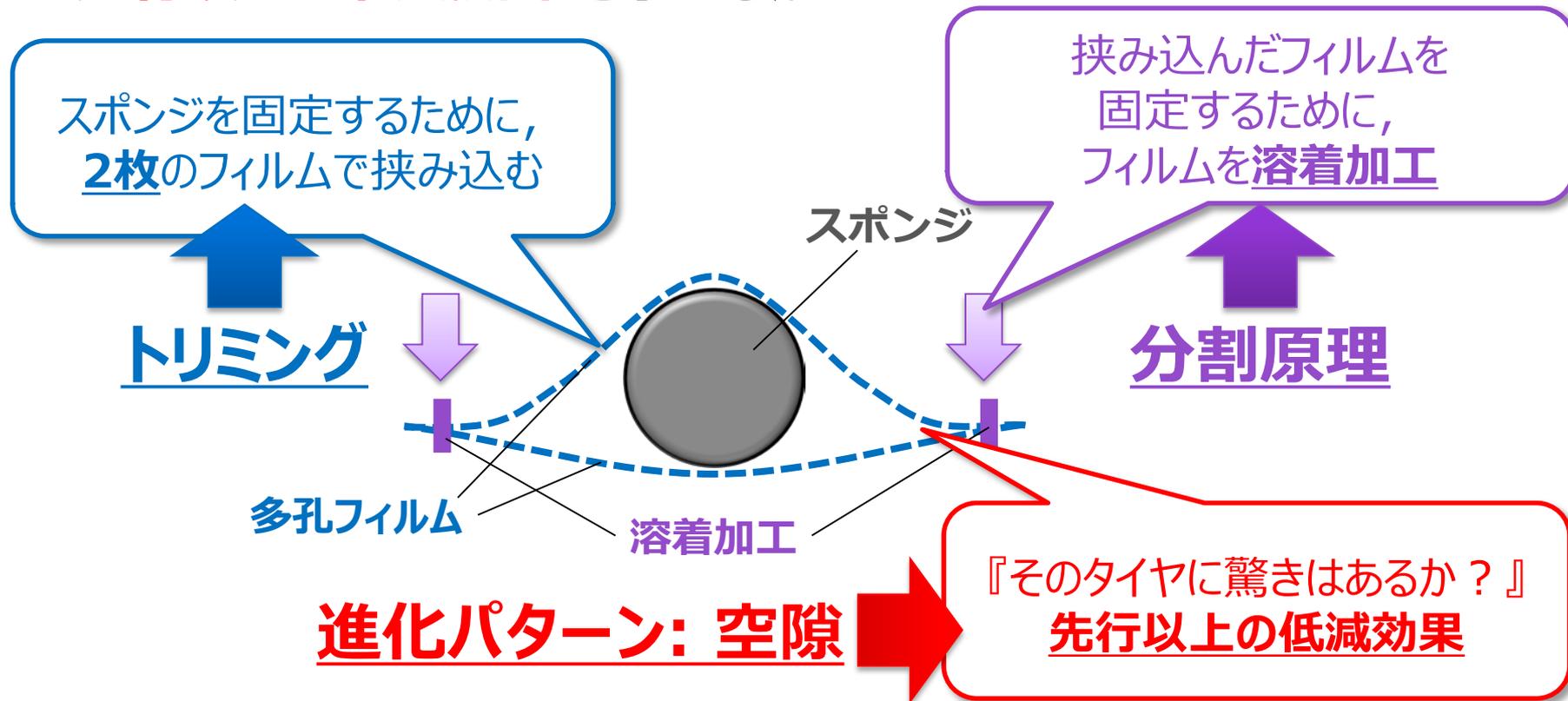


多孔フィルムの中にスポンジを配置し, 山なりの形状を維持。

## 4.5 アプローチ⑤

### ■ QCD対応: 材料・加工工数の削減, 効果の向上

- ✓ 形状維持のスポンジを適応することで材料・加工工数が増加.
- ✓ **先行以上の低減効果**を示せるか.



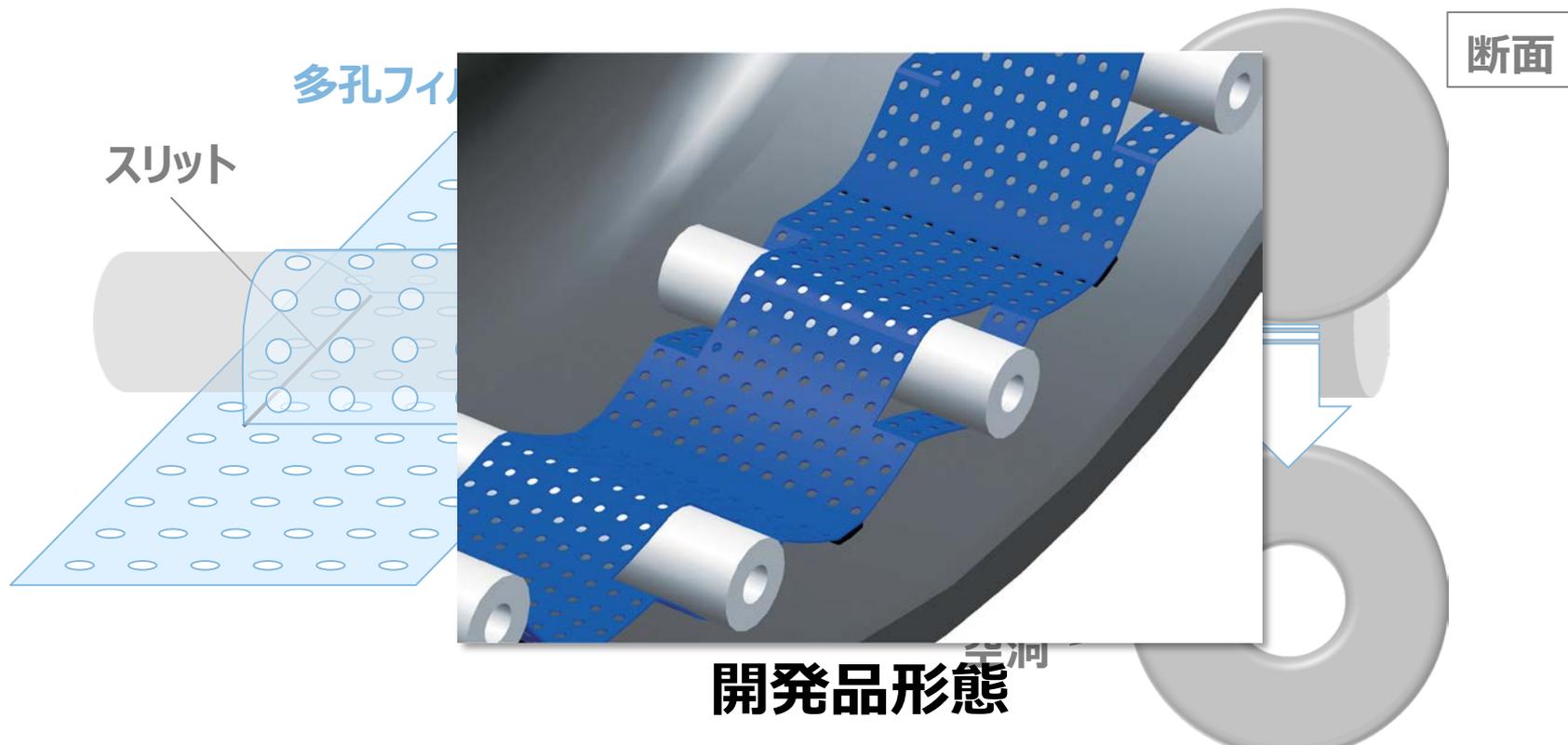
QCD対応における材料・加工工数削減, 性能の向上に各種の手法を適応.

## 4.5.1 QCD対応の構成

■ **QCD**対応: 材料・加工工数の削減, 効果の向上

➤ フィルムにスリット, 2枚⇒1枚: **材料減**, **工数減**

➤ スポンジに空洞: **材料減**, **軽量化**, **効果向上**



**QCD対策により, 開発品の構成/形態に至った.**

# 5. 結語

## ■ 開発した新規技術における『5つのアプローチ』についてご紹介

### アプローチ①

ターゲットの現象を捉える

原因分析, デバイス分析,  
⇒現象の把握/観察

### アプローチ②

ヒントをどうやって利用するか

進化パターン, Effects

### アプローチ③

アイデアをどうやって実現するか

進化パターン

### アプローチ④

現実問題への対応

矛盾モデル⇒発明原理

### アプローチ⑤

QCDバランス対応

トリミング, 発明原理, 進化パターン

- 技術開発における種々の課題解決には, TRIZ手法を活用したアプローチは有効であると考えます。
- 今後も, ユニークかつお客様に感動や驚きを提供できる技術開発に努めてまいります。

***TOYO TIRES***  
*driven to perform*