

車輪・レール接触位置が きしり音の発生に及ぼす影響の解明

環境工学研究部 騒音解析研究室

主任研究員 末木 健之

本日の発表

1. はじめに
2. 営業線における測定試験の概要
3. 測定結果①～④
4. 車輪・レールの接触位置と通過速度がきしり音に与える影響
5. まとめ

1. はじめに

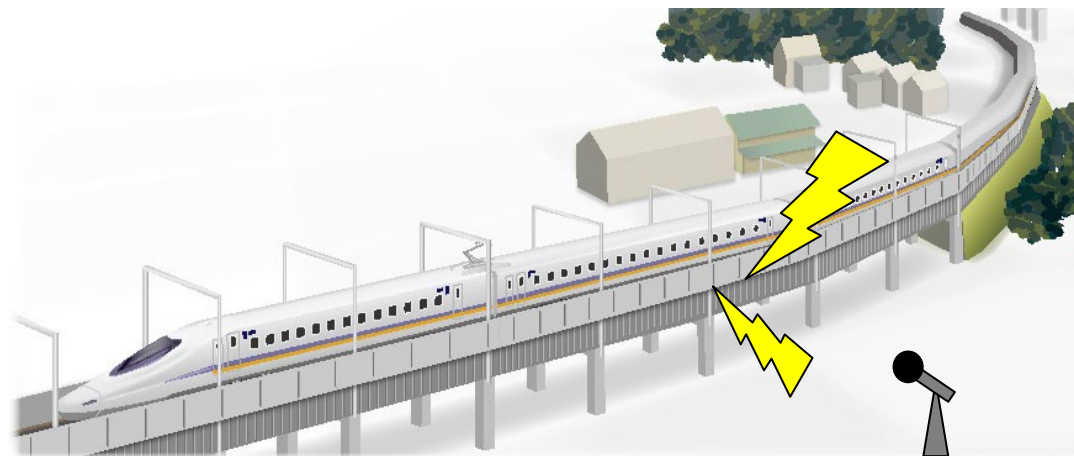
鉄道のきしり音

曲線通過時に車輪とレールの摩擦により発生する自励振動による音

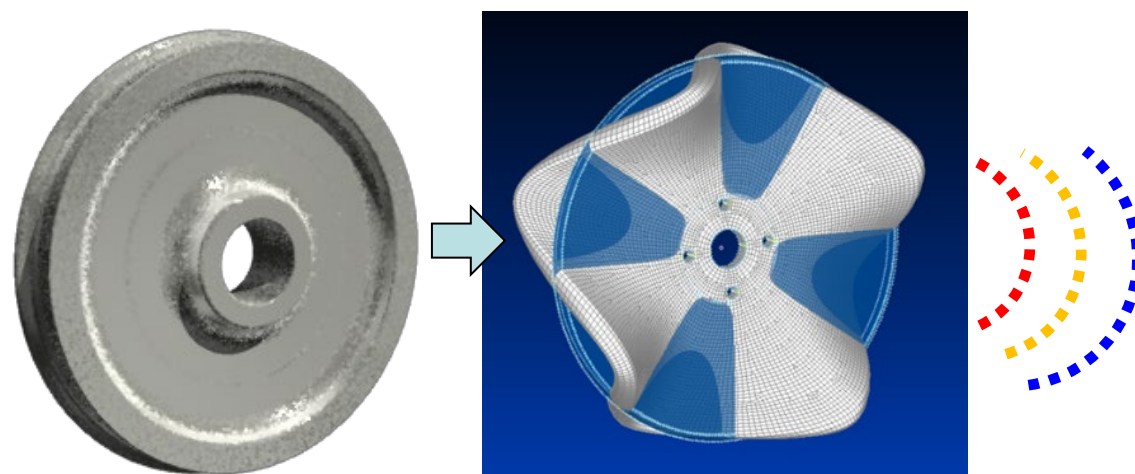
発生要因

車輪・レール間の摩擦により、車輪の固有振動数で強く振動することに起因

車輪が振動するイメージ(面外振動)



- 純音に近い成分で、人間にとって不快
- 様々な曲線で発生するが、急曲線区間で特に発生しやすい
- 雨天時には抑制される

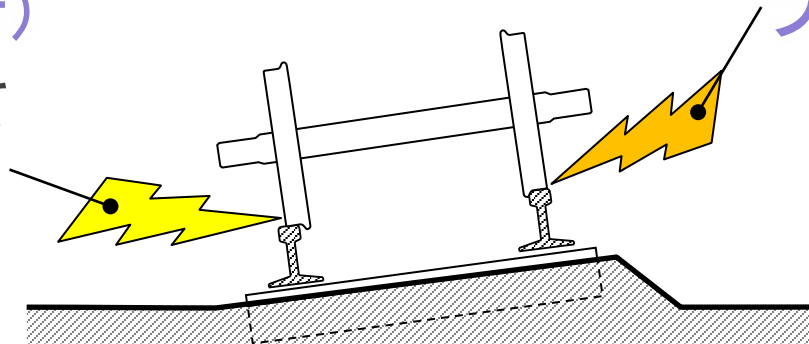


1. はじめに

きしり音の種類

踏面きしり音(単にきしり音)

車輪踏面がレールに対して滑ることによって発生する
(卓越周波数: ~10kHz)



フランジきしり音(高周波音)

車輪フランジがレールに接触することによって発生する
(卓越周波数: 10kHz~)

両者を区別する場合もあるが、本発表では全て「きしり音」で統一

きしり音は同じ場所でも列車により発生状況(発生の有無や音の大小)が異なる

⇒ 特に曲線半径が比較的緩やかな営業線ではその傾向が強い

営業線での測定・・・複数のパラメータときしり音の関係性を調査した結果、「車輪・レールの接触位置」と「通過速度」が影響することを確認

きしり音の概況と接触位置・速度による影響を提示

2. 営業線における測定試験の概要

在来線の曲線部にマイクロホンと変位計を設置




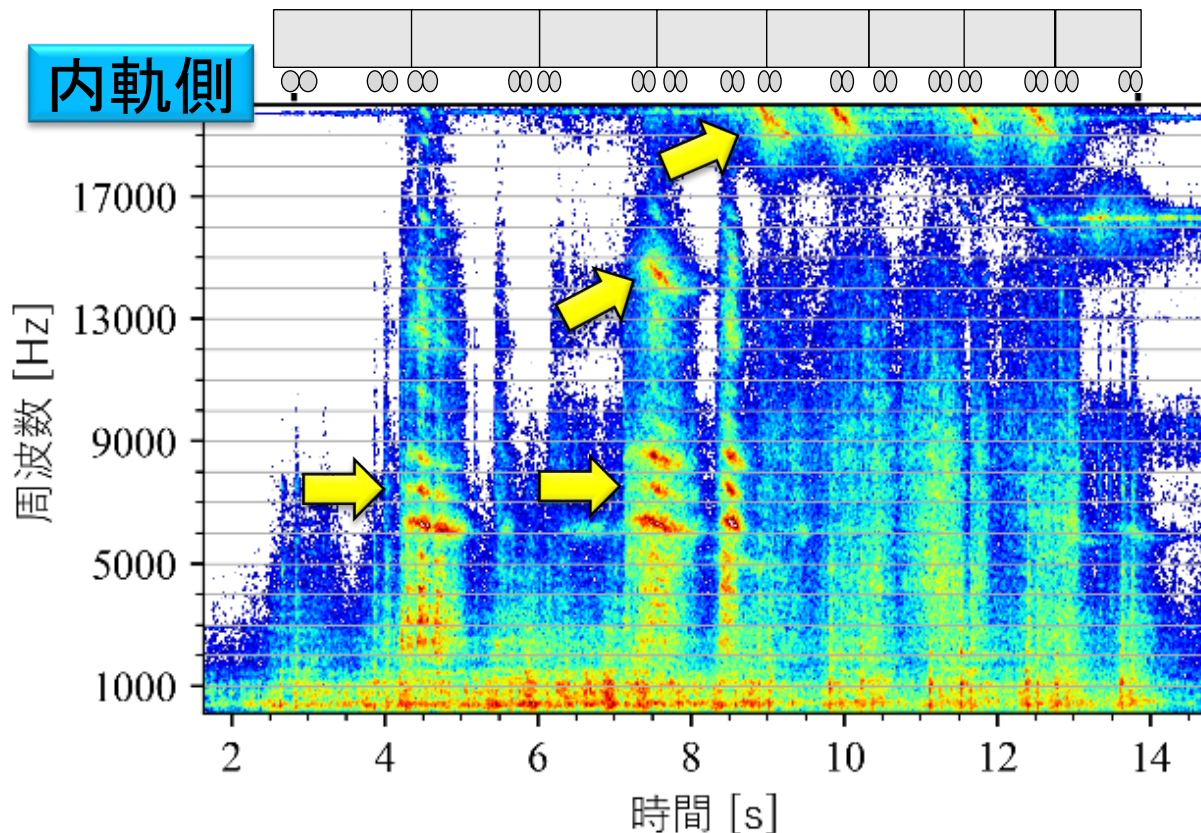
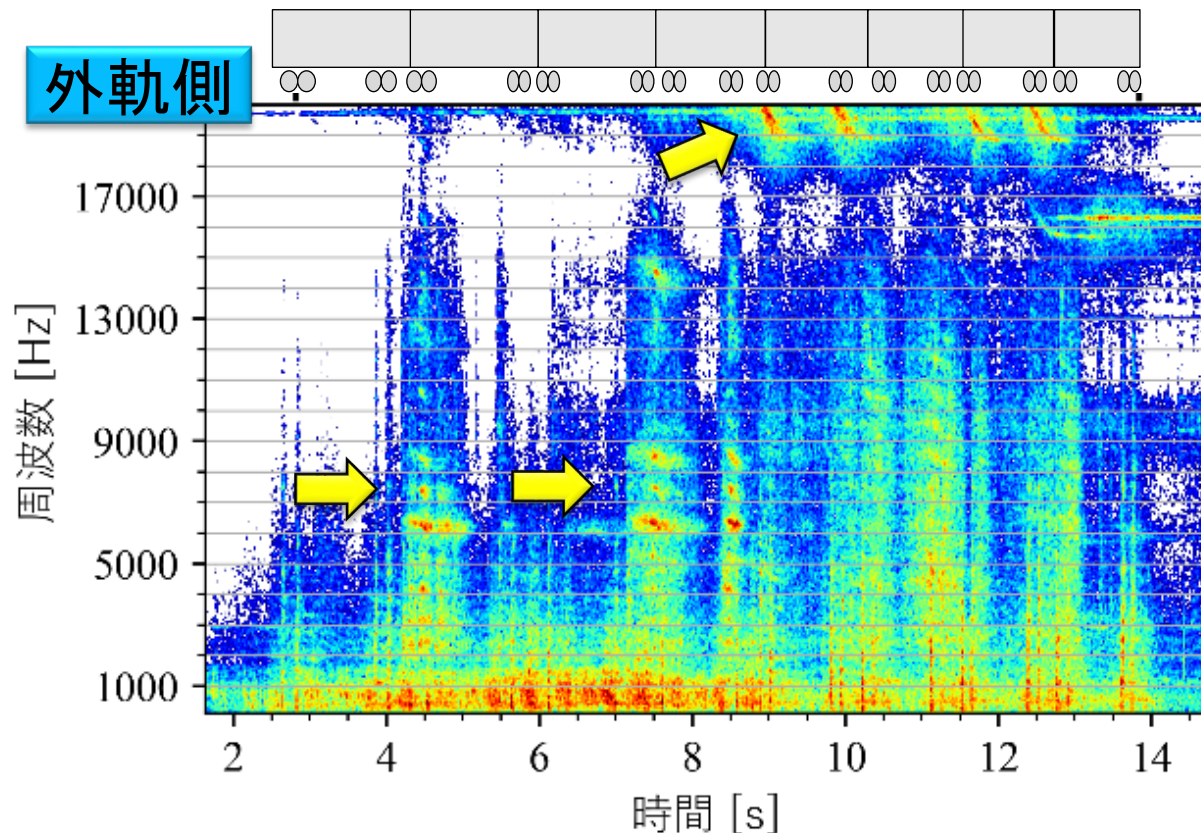
列車通過速度40～90km/h(駅から約100mのため停車列車は加速して通過)

- ・近傍マイク: 列車通過時の放射音を測定
- ・変位計 : 車輪のまくらぎ方向の位置を測定

3. 測定結果・・・①代表的な例

近傍音のスペクトログラム
(停車列車, 8両, 40→65km/hに加速)

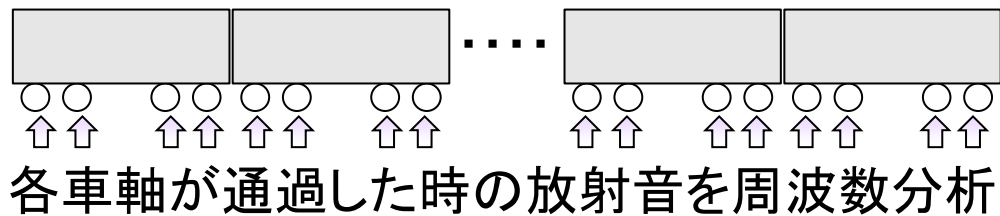
相対A特性音圧レベル [dB]
-70  -20
0dB: 外軌側の全OA値の平均



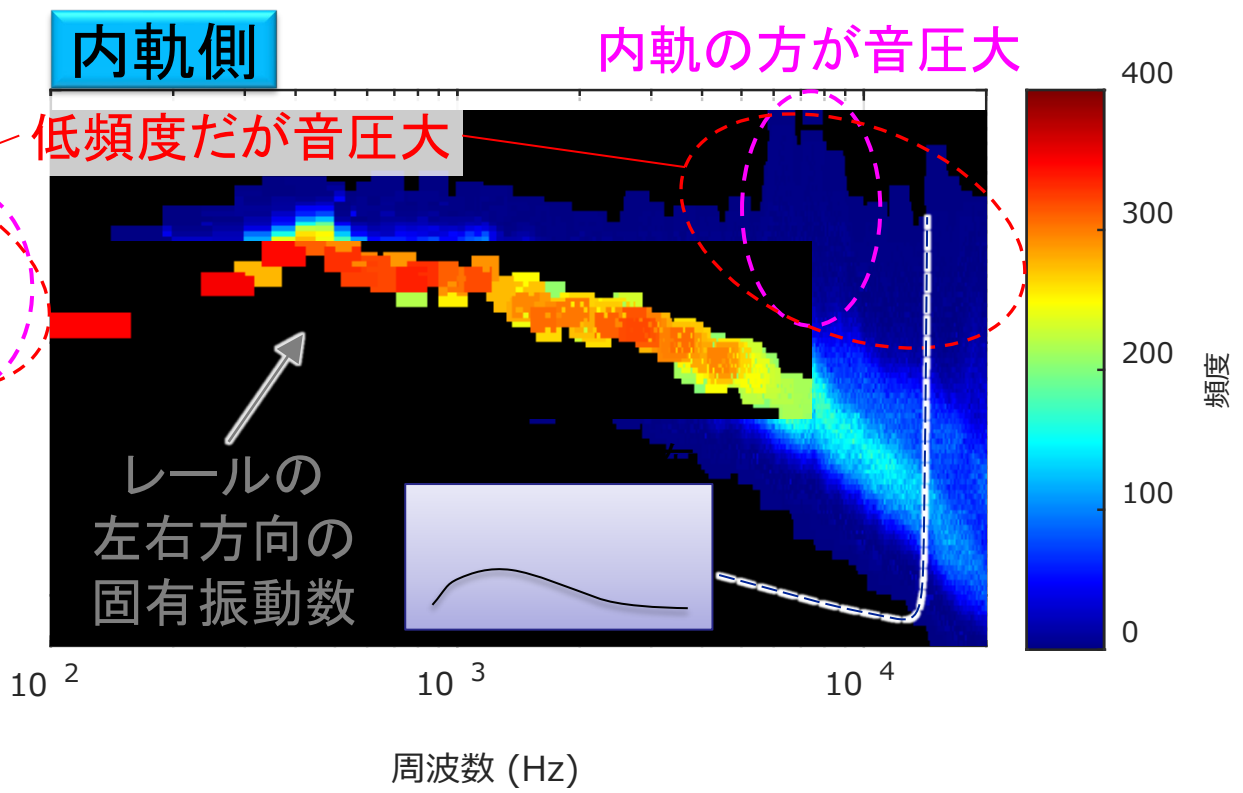
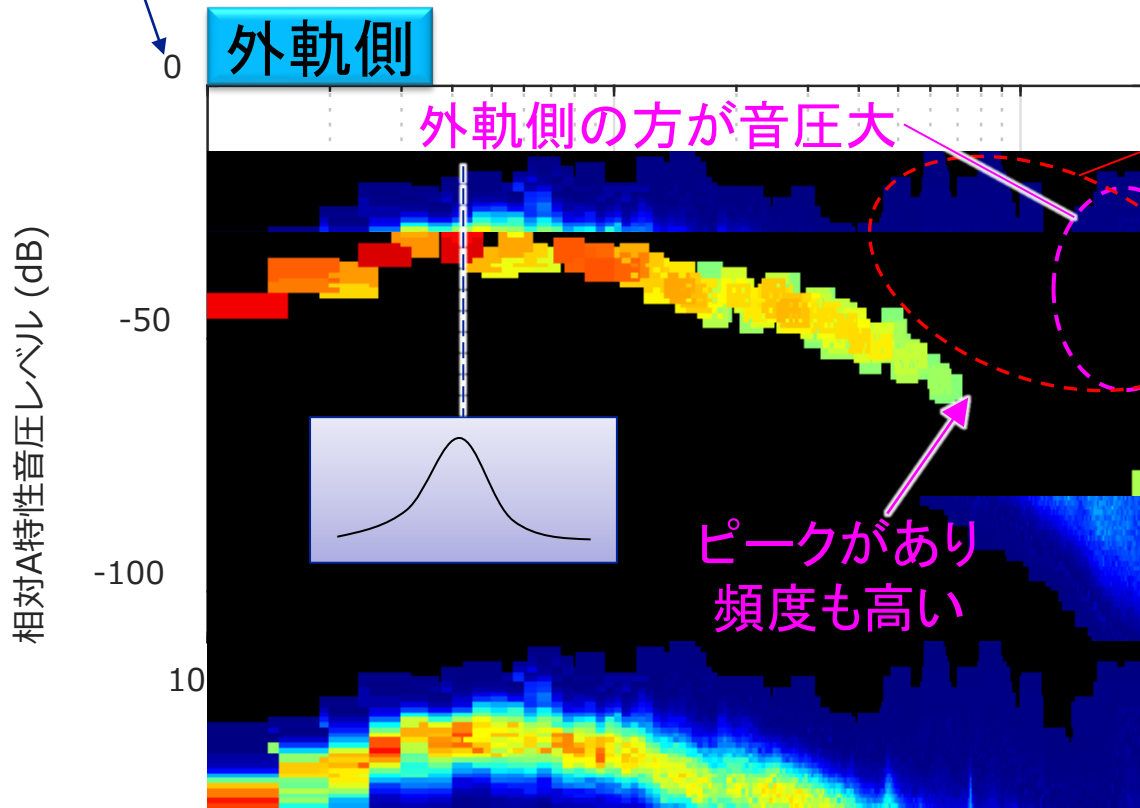
きしり音の大きさや発生タイミングは同一列車内であっても一定ではない

3. 測定結果・・・②周波数別ヒストグラム

0dB: 外軌側の
全OA値の平均



測定列車本数
140列車(4両～8両編成) / 3332軸
通過速度40～90km/h

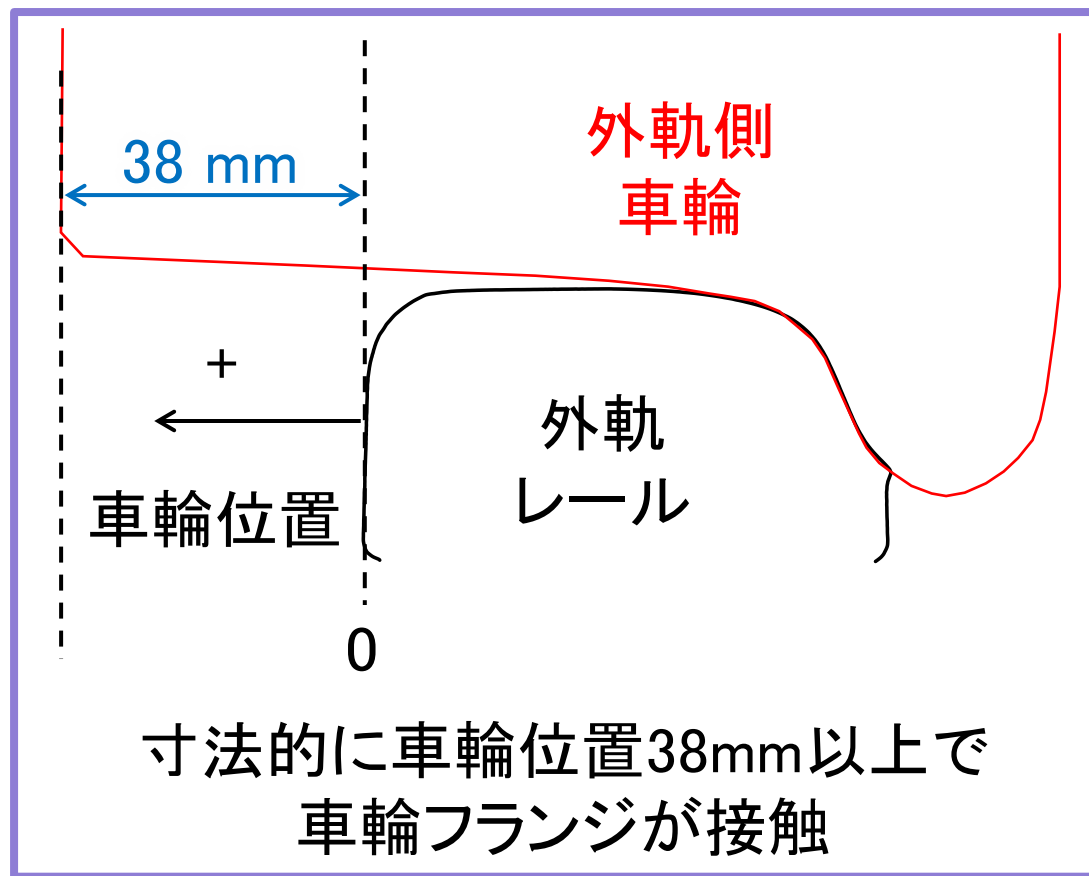
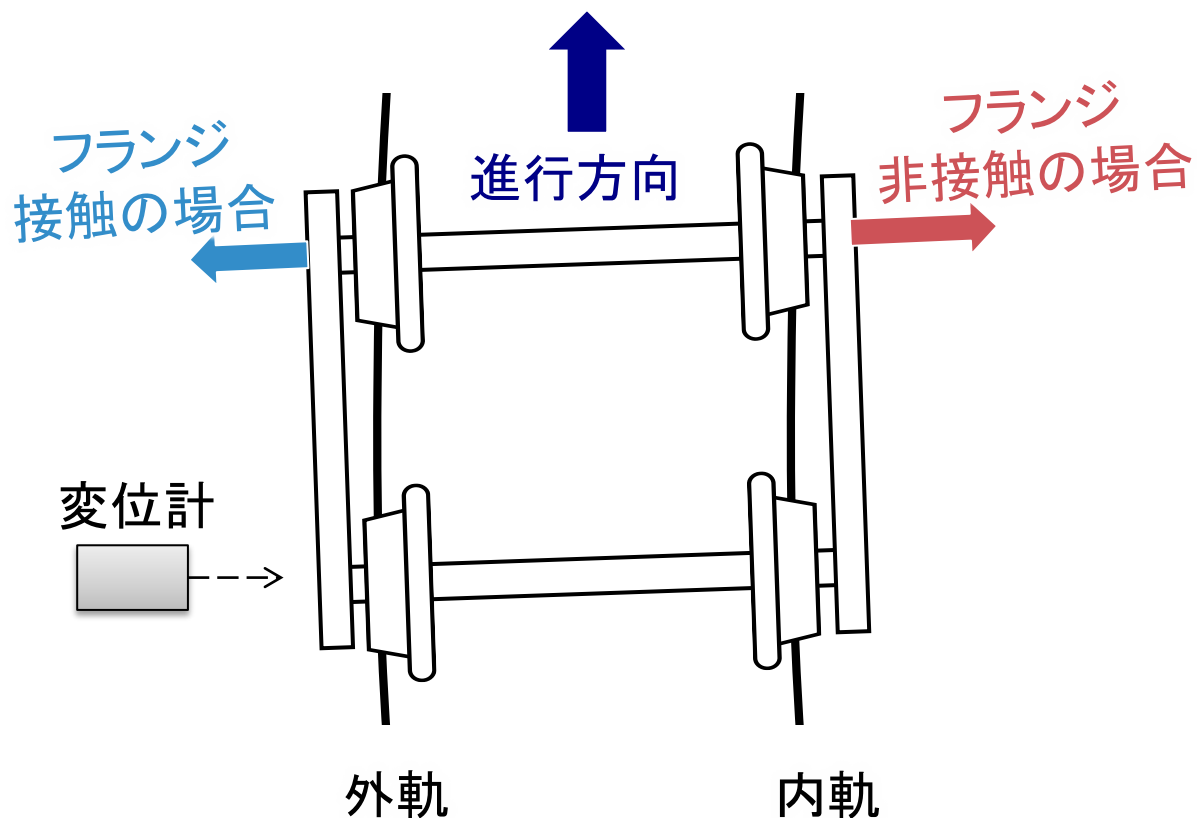


きしり音・・・ばらつきが大きい現象



3. 測定結果・・・③車輪位置による傾向

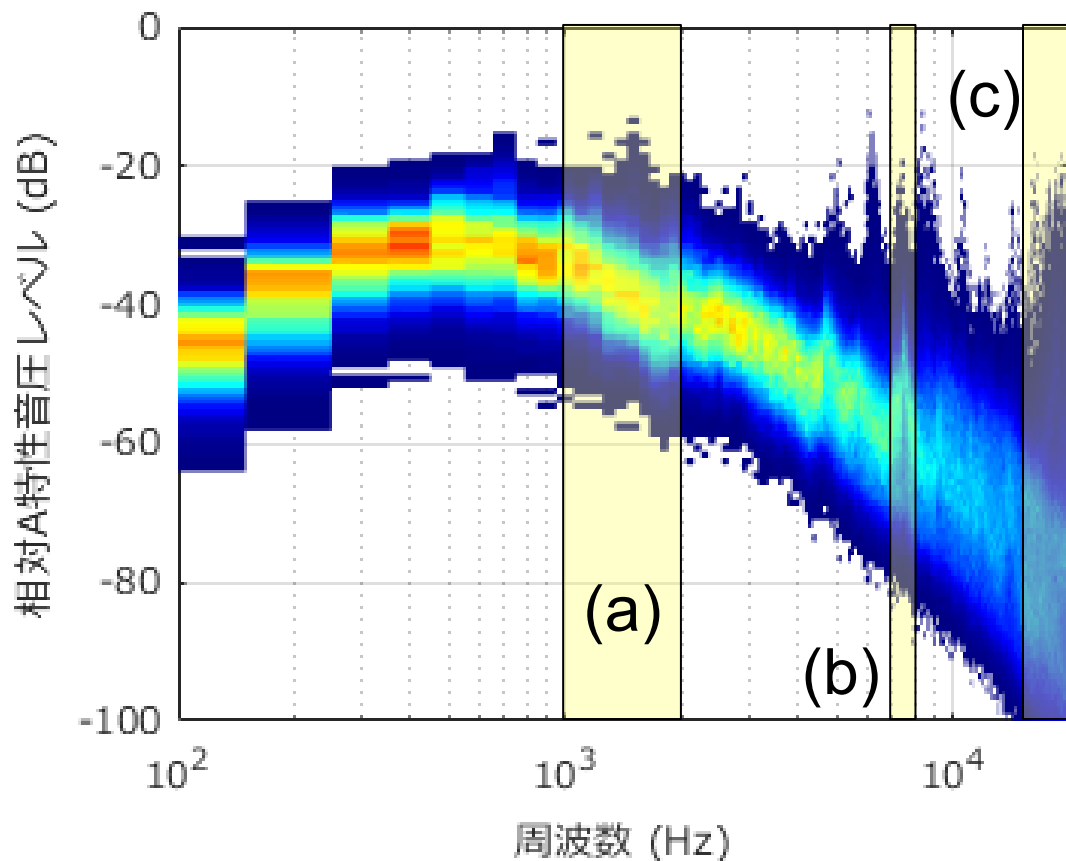
車輪位置に着目・・・車輪・レールの接触位置と近傍音の関係を調査



3. 測定結果・・・③車輪位置による傾向

周波数領域で分類し、車輪位置と上位の音圧レベルの関係性調査

周波数の分類 (a)1k~2kHz, (b)7k~8kHz, (c)14k~20kHz



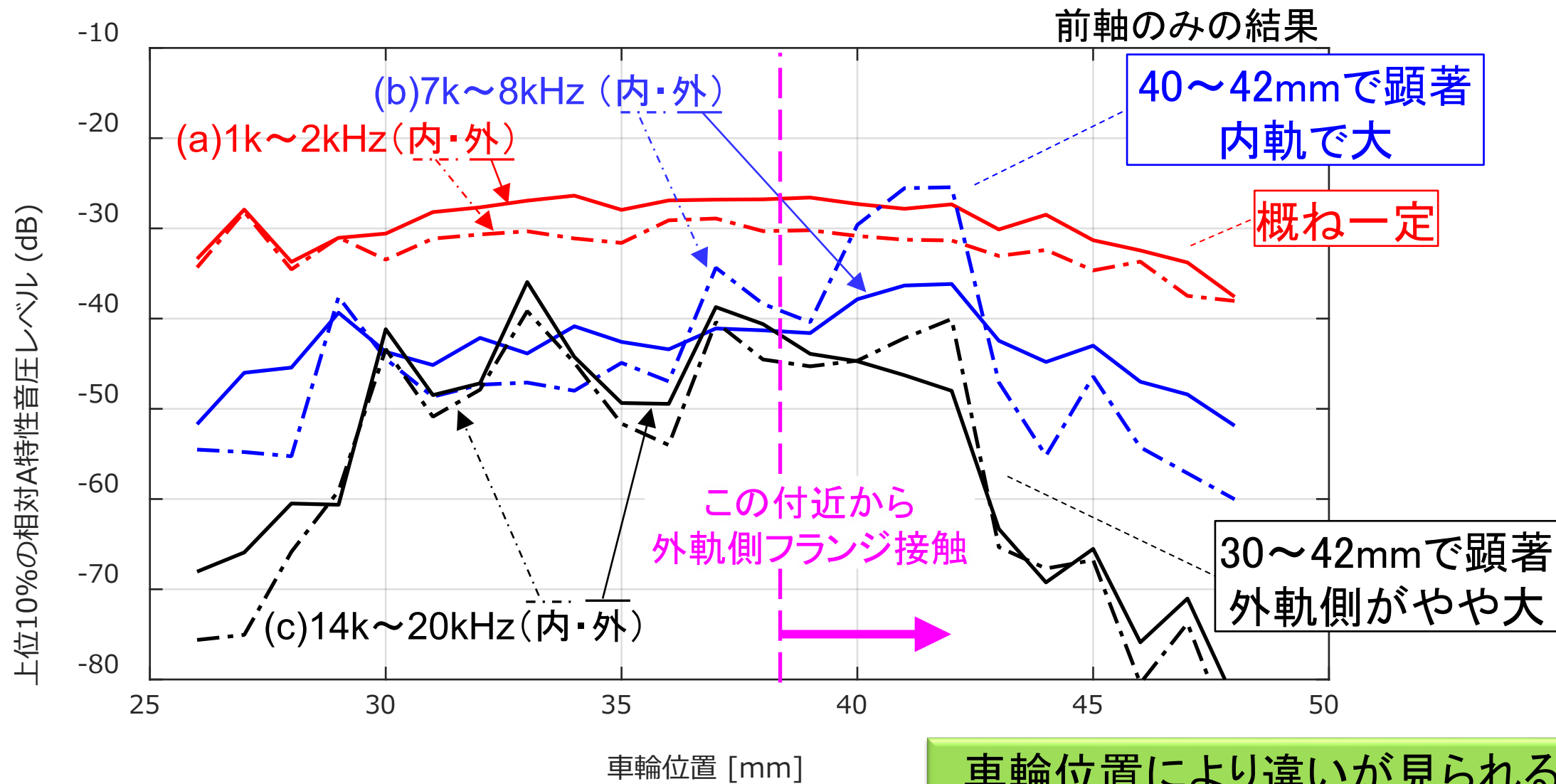
きしり音の発生・・・分布の上位データで整理

一定間隔で車輪位置を区切り、
上位10%データのパワー平均を算出

位置	...	37mm	38mm	39mm	...
相対A特性音圧レベル	...	-27.7	-26.8	-24.8	...
	...	-28.6	-27.5	-26.9	...
	...	-29.9	-27.9	-27.6	...
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	...	-61.9	-59.0	-59.5	...

上位10%を
パワー平均

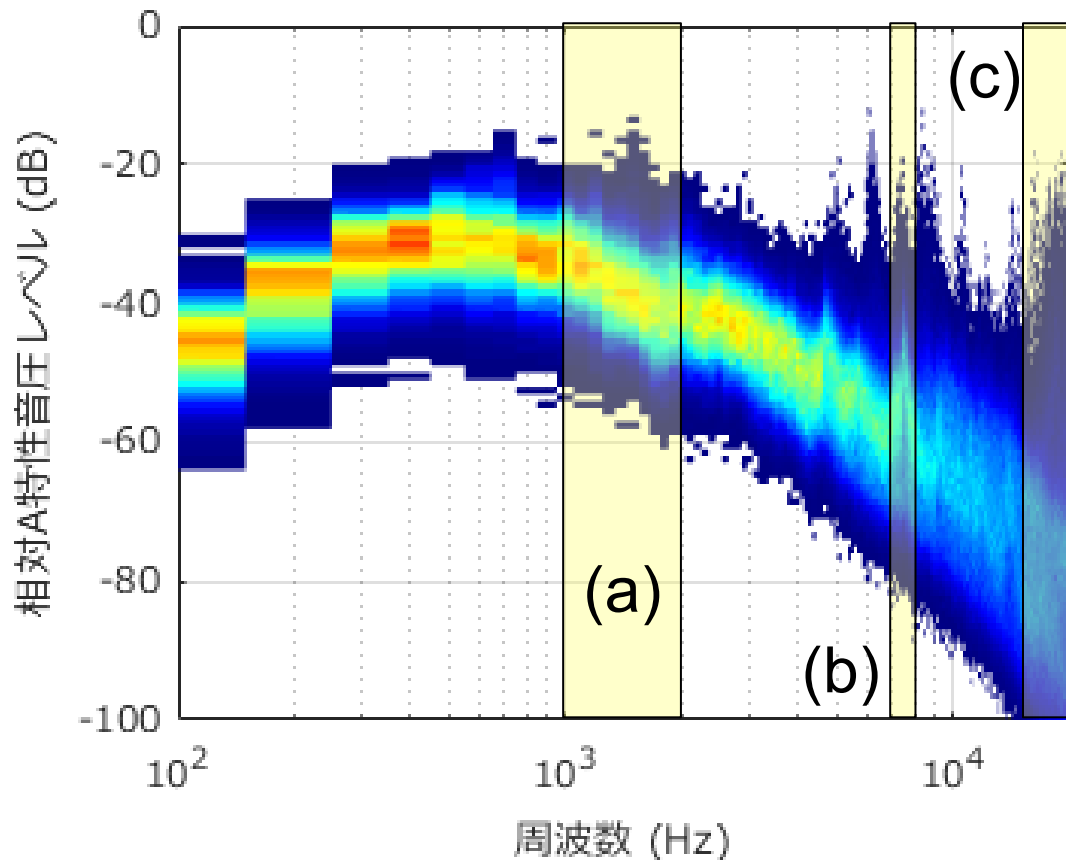
3. 測定結果・・・③車輪位置による傾向



3. 測定結果・・・④通過速度と車輪位置による傾向

車輪位置以外のパラメータの影響はないか？⇒車輪の通過速度にも着目

周波数の分類 (a)1k~2kHz, (b)7k~8kHz, (c)14k~20kHz



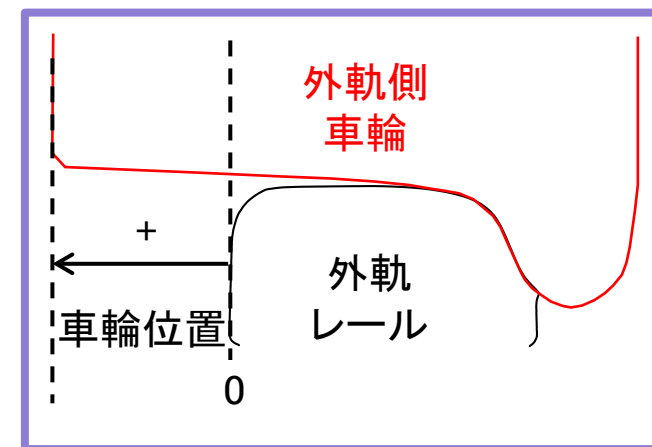
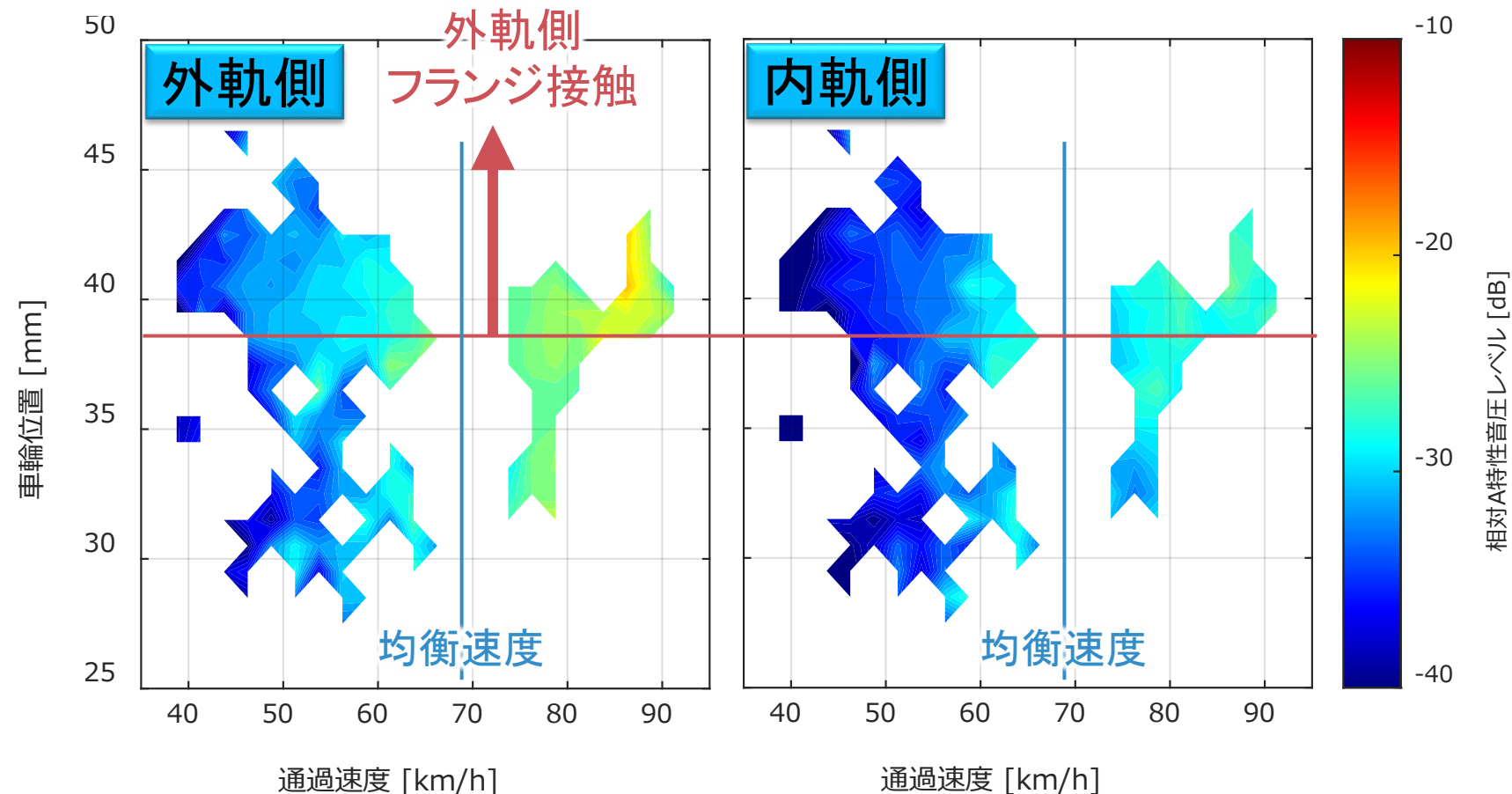
一定間隔で通過速度と車輪位置を区切り、
上位10%データのパワー平均を算出

		通過速度 [km/h]	...	40.5	41.0	41.5	...
位置 [mm]
	37
	38
	39

各領域に含まれる上位10%をパワー平均

6. 測定結果・・・④通過速度と車輪位置による傾向

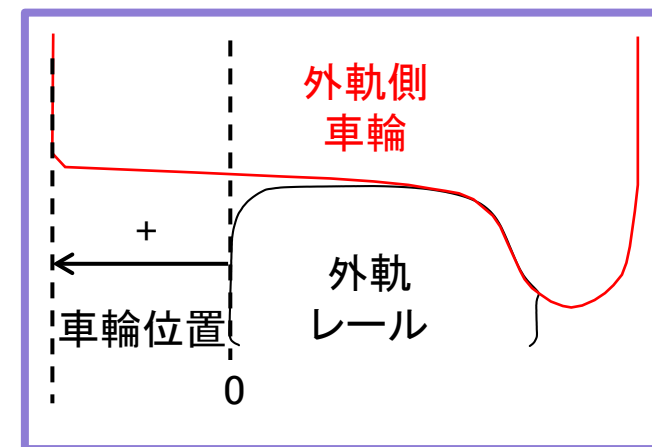
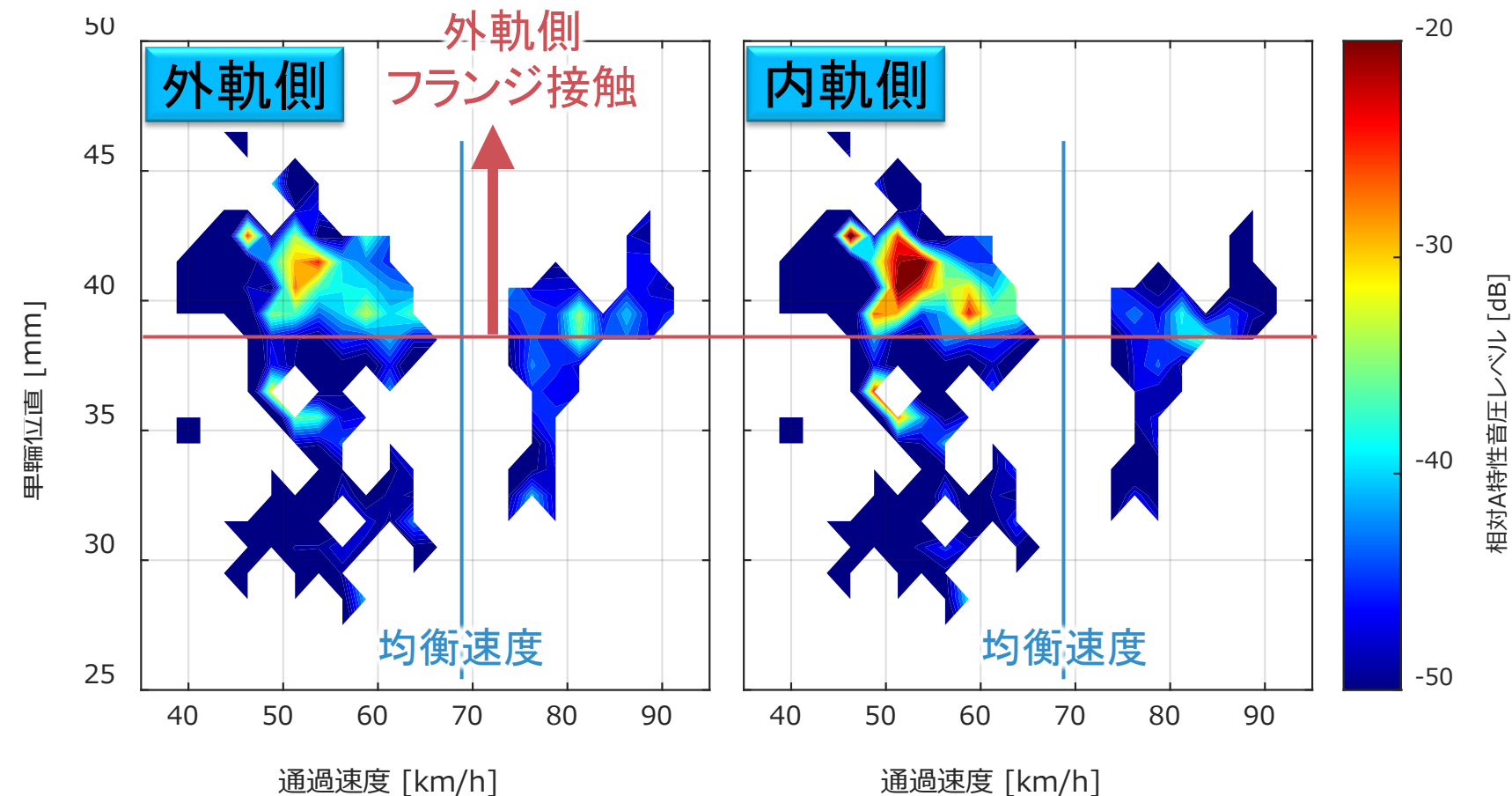
(a) 1k~2kHz成分の上位10%パワー平均(前軸のみの結果)



- 速度に応じて音圧増加(転動音成分が主)
- 車輪位置による変化は小さい

6. 測定結果・・・④通過速度と車輪位置による傾向

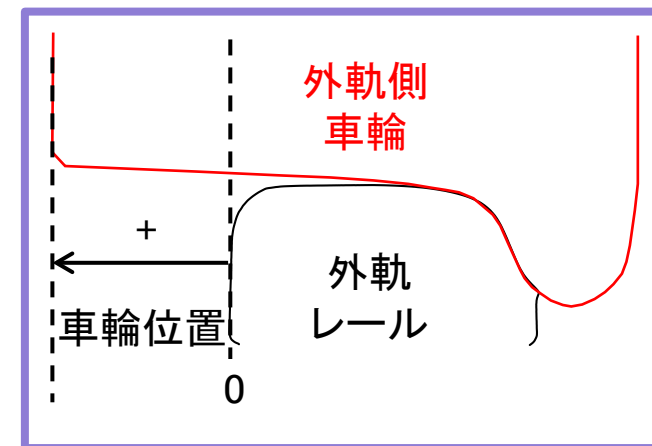
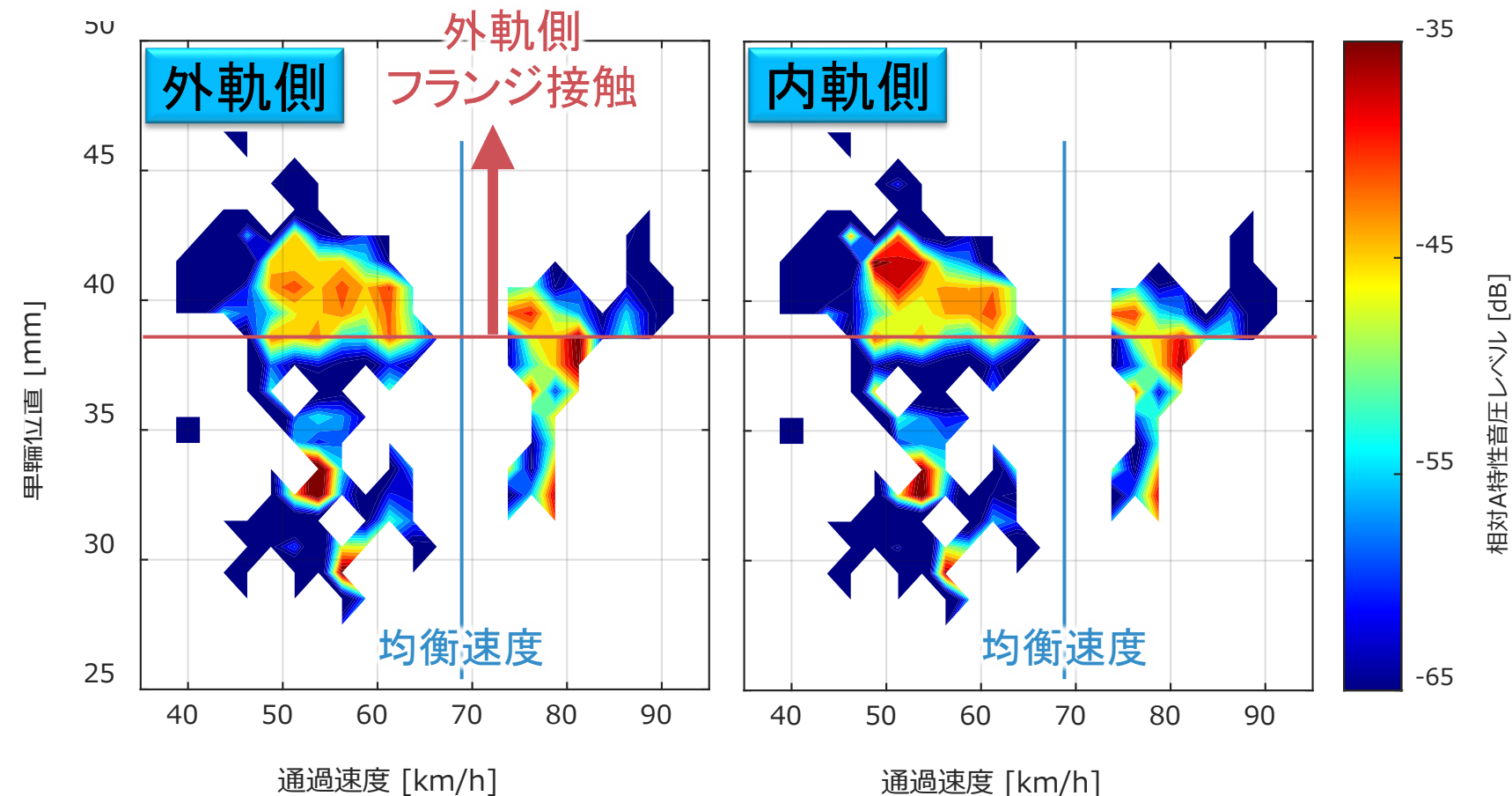
(b) 6k~7kHz成分の上位10%パワー平均(前軸のみの結果)



- 車輪フランジとレールが接触し、特定の速度域で音圧が大きい
- 均衡速度付近では音圧は小さい

6. 測定結果・・・④通過速度と車輪位置による傾向

(c) 14k~20kHz成分の上位10%パワー平均(前軸のみの結果)



- 車輪フランジとレールが接触する領域で音圧が大きい(一部接触しなくとも大きい場合がある)
- 均衡速度付近では音圧が小さい

4. 車輪・レールの接触位置と通過速度がきしり音に与える影響

- 【1k～2kHz】転動音成分については、車輪位置(車輪・レールの接触位置)に大きく依存せず、速度に応じて増加する。
- 【7k～8kHz, 14k～20kHz】外軌側の車輪フランジがレールに接触している場合、**外軌側も内軌側も**きしり音が発生しやすい。
逆に接触していなければ、きしり音の発生頻度は低いものと考えられる。ただし、14k～20kHzでは接触していなくとも特定の速度で発生する場合がある。
- 【7k～8kHz, 14k～20kHz】外軌側の車輪フランジがレールに接している場合であっても、通過速度によりきしり音の発生傾向が異なる。
通過速度が均衡速度よりやや低い場合に顕著に発生し、やや高い場合も発生する場合がある(周波数により傾向が異なる)。均衡速度付近や均衡速度から大きく離れた速度では発生しにくい傾向である。

5. まとめ

鉄道の曲線から発生するきしり音について、車輪・レール接触位置と通過速度が与える影響を実測により明らかにし、発生条件を提示した。

<今後の展望>

- 他の曲線区間においても、均衡速度付近できしり音が小さく、均衡速度よりやや低い速度できしり音が大きくなる傾向が得られている。今後、接触位置の測定等も含めてより一般性のある条件を導く。
- 車両の運動や車輪踏面形状・レール頭部形状等の影響を含め、きしり音の発生条件の詳細解明につなげる。

成果の活用

きしり音発生を抑制するための低減指針を提供する。