

# 新幹線の沿線騒音を予測する



**小方 幸恵**  
Yukie Ogata  
環境工学研究部  
騒音解析研究室  
上席研究員



**宇田 東樹**  
Toki Uda  
環境工学研究部  
騒音解析研究室長

## 騒音予測の役割と目的

2022年はわが国の鉄道開業150年の年でした。150年余り前から鉄道沿線では列車が走行する姿が見え、走行音が聞こえていました。新幹線の開業は1964年10月です。それまでの在来鉄道と比較して新幹線は列車速度が速く、沿線で聞こえる走行音は異なるものとして感じられたでしょう。

新幹線開業時の日本は高度経済成長期で、大気や水質と同様に新幹線の沿線騒音も対策が必要となり、1975年には当時の環境庁（現、環境省）が「新幹線鉄道騒音に係る環境基準について」を制定しました。それ以降この環境基準を守るべく、車両対策と沿線対策をあわせた多くの騒音対策が施されています。コスト面も含

めて実現可能な対策法を選択する際には、騒音低減効果を事前に評価することが必要です。沿線騒音の評価方法は主に、実際の沿線での測定、模型試験、予測計算の3種があります。沿線での騒音は騒音計で簡易に測定できますが、列車の速度や構造物など測定時と異なる条件での騒音はわかりません。また模型試験は実験設備や測定装置が必要です。そこで、鉄道総研では騒音対策の効果の試算や新線建設時の環境アセスメント（環境影響評価）に活用できる新幹線沿線騒音予測手法<sup>1)</sup>を開発しました。この手法は騒音予測の基本となるものです。以下では、この手法の構成と適用範囲の拡張に向けた取り組みを紹介します。

なお在来鉄道の沿線騒音に関しては環境基準

表1 環境庁（当時）から出された鉄道騒音に関する法令など

	告示・通知年等	名称
新幹線鉄道	1975（昭和 50）年環境庁告示	「新幹線鉄道騒音に係る環境基準について」
在来鉄道	1995（平成 7）年環境庁通知	「在来鉄道の 신설又は大規模改良に際しての騒音対策の指針について」

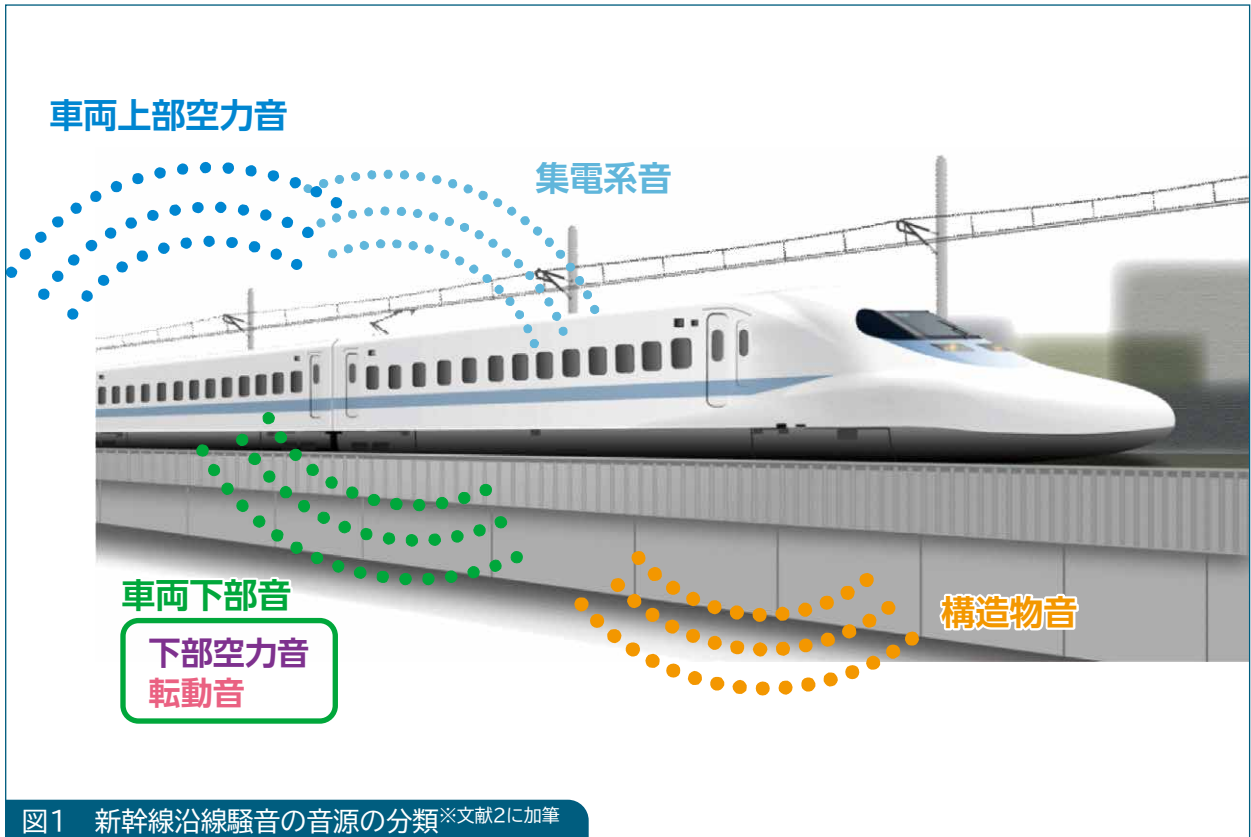


図1 新幹線沿線騒音の音源の分類※文献2に加筆

ではなく、「在来鉄道の新設又は大規模改良に際しての騒音対策指針」を1995年に環境庁が定めています。この2つが現在のわが国における鉄道沿線騒音の法令・指針となっています(表1)。

## 騒音予測手法の構築

### 騒音予測手法の構成要素

新幹線の沿線では、図1のように音源から発生した音が観測されます<sup>2)</sup>。音源から発生した音は沿線へ伝搬し、沿線の受音点ではすべての音が足し合わされて聞こえます。そして列車速度、車両や構造物の条件の違いなどで変化します。そのため、車両の更新などのたびに予測手法を新しくする必要があります。「騒音予測手法を構築する」とは具体的には、受音点における実際の騒音を詳細な測定とデータ解析によっ

て音源ごとに分離し、それぞれの音の大きさ(寄与度)を求め、音源ごとの予測式を定めることを指します。文献1の手法では音源を図1の4種に分類し、各音源から発生した音の総和を受音点における騒音の予測値としています。受音点におけるそれぞれの音の大きさは、①音源の強さ、②音源から受音点までの距離による減衰、および③音源から受音点まで伝搬する間に受ける影響の3つの項で決定されます。すなわち音源ごとに①②③を定めることで沿線の騒音を予測できるようになります。

### 騒音予測手法構築の手順

音源分離と音源別寄与度は、詳細測定の実測値を用いて時間や空間(位置)、音の周波数などの観点から実施・算定します。そのためには音源分離が可能な測定装置や解析技術が必要で、装置の正面から到来する音だけを捉えるこ



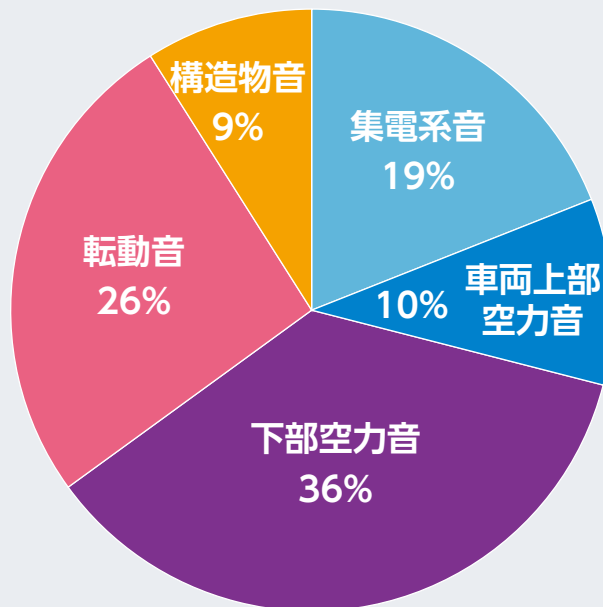
図2 一次元マイクロホンアレイ装置

とができる騒音測定装置(図2)を使用した測定、レール近傍や高架橋直下点および沿線地上点での同時騒音測定、異なる列車速度での測定などの詳細測定から音源分離を行います。基本的な音源別寄与度の算定の順序は、高架橋直下点と沿線地上点の騒音の比較から構造物音を算定、図2の装置の結果から集電系音を算定、低速と高速でのレール近傍騒音と図2の装置の結果か

ら車両下部音を算定、最後に高速での図2の装置の結果と先に求めた車両下部音から車両上部空力音を算定、となります。音源別寄与度を算定した結果は、各種対策の効果の検証にも使用します。

音源別寄与度を求めた後は、①②③を求める式(値)の決定です。①の音源の強さは音源ごとに、車両形式、列車速度、構造物条件それぞ

図3 新幹線沿線騒音の試算例(列車速度320km/h)<sup>3)</sup>



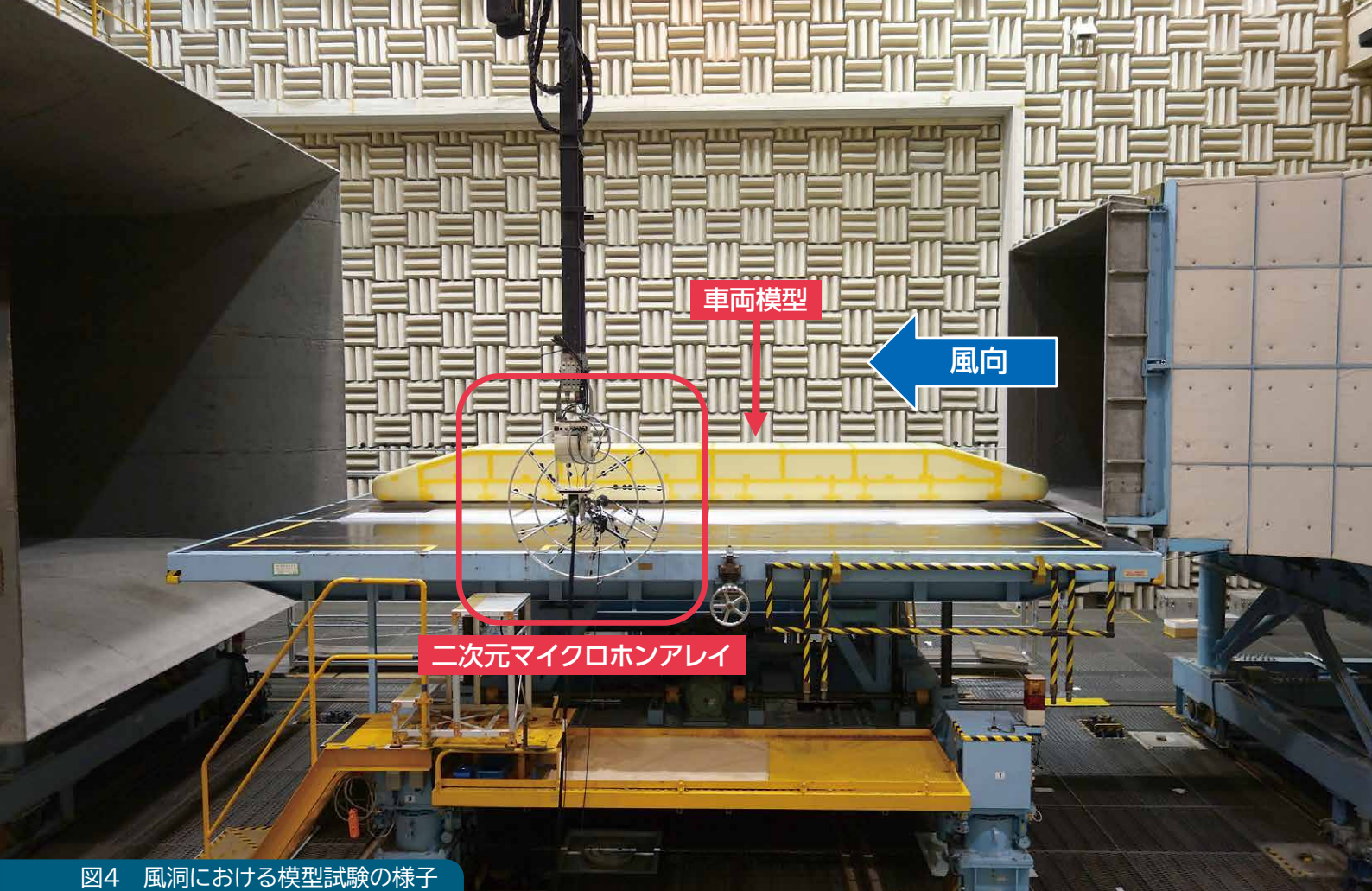


図4 風洞における模型試験の様子

れによって定めます。②の距離減衰は、文字どおり音源と受音点の距離によって決まるものなので、実際の測定などからこれらの位置を正確に把握します。③の値は、防音壁などによる音の遮蔽の影響などを定める項で、距離減衰以外の伝搬中の影響を表します。これは実車での詳細測定のほか、後述の音響模型試験の結果などから算定します。

### 騒音予測手法の適用範囲の 拡張に向けた取り組み

文献1の手法を進展させた例として、図3に新幹線沿線騒音の試算例<sup>3)</sup>を示します。これは時速320kmの例で、現在では列車の高速化に適合した予測手法も求められています。実際の多様な沿線条件に対応するため、適用範囲の拡張も進めています。このような予測手法の構築には、目的に即した実測用の測定手法や装置、

適切な模型試験の実施が必要です。模型試験には2種あり、1つは風洞試験、もう1つは音響模型試験です。

音源の特性は、車輪・レールなどの固体振動によって生じる固体音、風の流れによって生じる空力音、それぞれで異なり、特に列車速度に対する騒音増加量の違いは顕著です。このため、図3では図1の車両下部音を固体音(転動音)と空力音(下部空力音)に分けています。転動音の予測には、レールと車輪が接する位置の微小な凹凸の測定結果とそれを用いた転動音の予測法を使用し、下部空力音は下部音から転動音を差し引いた値となります。また、空力音の音源位置と強さの算定には、実車の詳細測定のほか、風洞とよばれる実験装置で風を吹かせ、物体の周りを空気が流れることによって発生する空力音を測定する方法(図4)も有効な手段です。なぜならば、実車試験で測定される音には空力

無響室

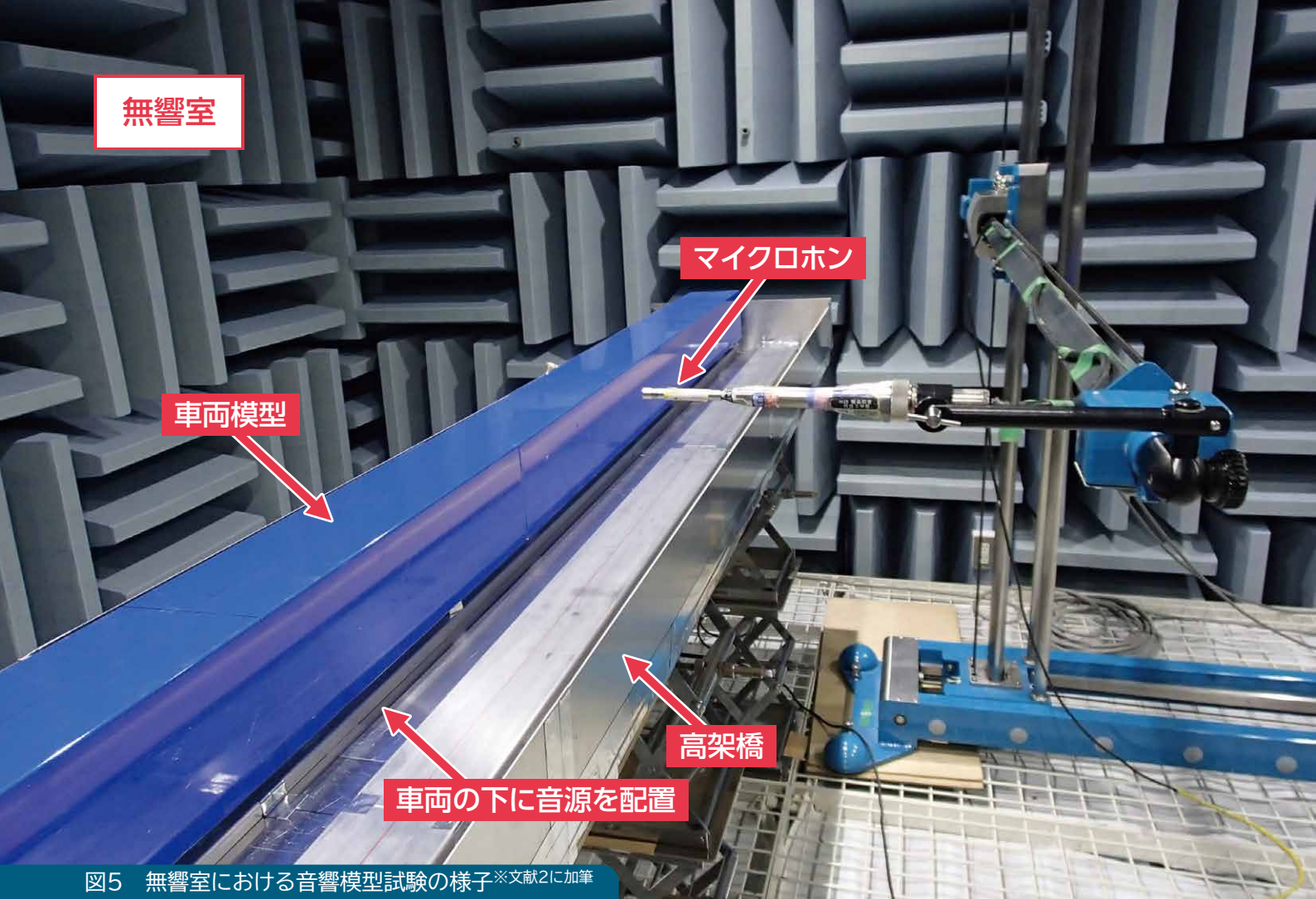


図5 無響室における音響模型試験の様子※文献2に加筆

音に加えて車輪やレールからの固体音も含まれますが、風洞試験では設置した模型部材からの空力音のみを捉えることができます。

音響模型試験は周辺環境の影響を把握することが目標で、主に③伝搬中の影響を調べます。この試験では無響室とよばれる実験室内に音源や車両・構造物の模型を設置して、沿線に相当する位置のマイクロホンで音を測定します<sup>2)</sup>(図5)。従来は防音壁による騒音の遮蔽の影響評価が多くありましたが、最近では周辺家屋やこ線橋などの周辺構造物やトンネル付近に対応するための試験も実施しています。加えて、防音壁による反射や地面による吸収の影響調査から予測精度の向上も進めています。

### 騒音予測のこれから

近年、車両側・地上側で各種対策が深度化す

るとともに、個別のきめ細かい対応が行われることが多くなった結果、音源別寄与度の算定が難しい例が増えてきました。そのためより詳細な音源分離など、高度な測定・解析技術が求められています。このような背景から、鉄道総研では図6に示す装置を用いた騒音の評価を試んでいます<sup>4)</sup>。図2の装置では音源を線として捉えられますが図6(a)の装置では面として捉えることができるため、図6(b)のように音源位置がわかります。車両下部音には台車部からの音と車間部からの音が混在していますが、この試みにより両者の分離は可能と言えます。さらにこの結果と大規模な数値計算を組み合わせ、沿線騒音を詳細に予測する新たな手法の確立を目指しています。また騒音予測を用いて、車輪や軌道などのメンテナンス時期を管理する手法の構築にも挑戦しています。

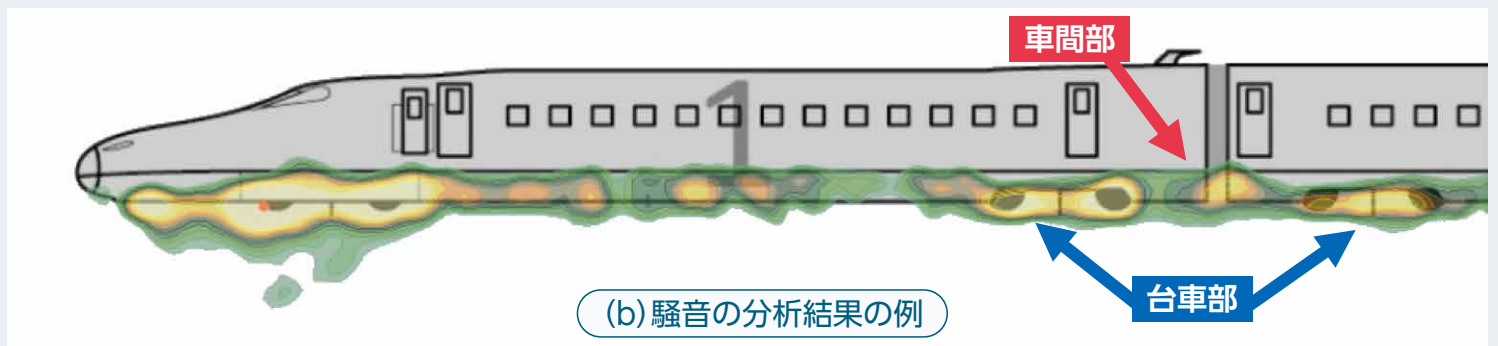
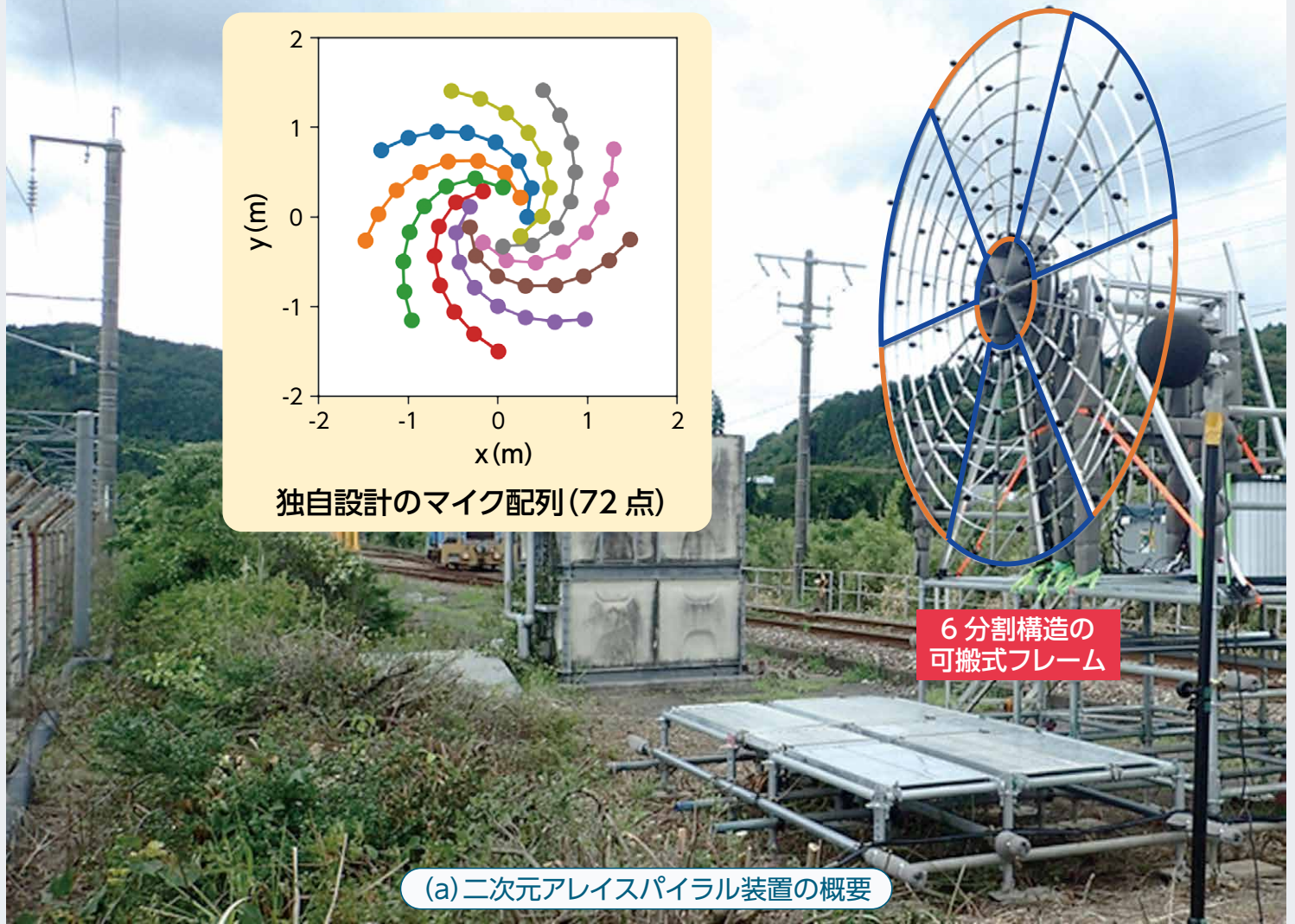


図6 二次元アレイスパイラル装置※文献4より抜粋・加筆

新幹線は開業から現在までに確実に進化すると同時に多様化が進んでいます。現在の新幹線の騒音予測法では予測できない条件が多々あり、適用範囲の拡張は急務です。鉄道の沿線騒音に関する実測、模型試験、予測計算を3本柱に、環境保全に向けて引き続き研究を進めてまいります。**RRR**

## 文献

- 1) 長倉清, 善田康夫: 新幹線沿線騒音予測手法, 鉄道総研報告, Vol.14, No.9, pp.5-10, 2000
- 2) 小方幸恵: 鉄道騒音の予測法, RRR, Vol.78, No.11, pp.28-31, 2021
- 3) 澤村陽一, 宇田東樹, 小方幸恵: 高速鉄道車両の台車部空音の音源を可視化する, RRR, Vol.79, No.3, pp.14-17, 2022
- 4) 鉄道総合技術研究所: 騒音低減対策のための高解像度音源探査手法, 鉄道総研主要な研究開発成果 (2021年度), <https://www.rtri.or.jp/rd/seika/2021/3-19.html> (入手日: 2023.10.18)