

中部電力

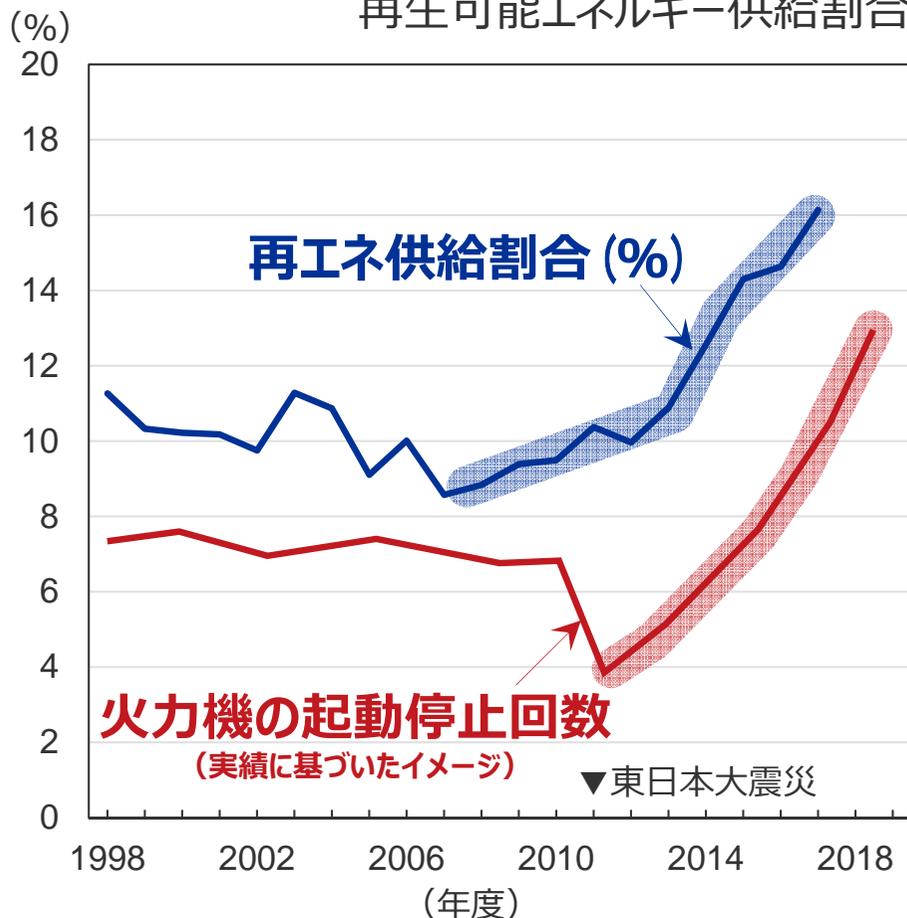
# 配管振動抑制自動提案システムの開発

中部電力株式会社

電力技術研究所 材料化学グループ

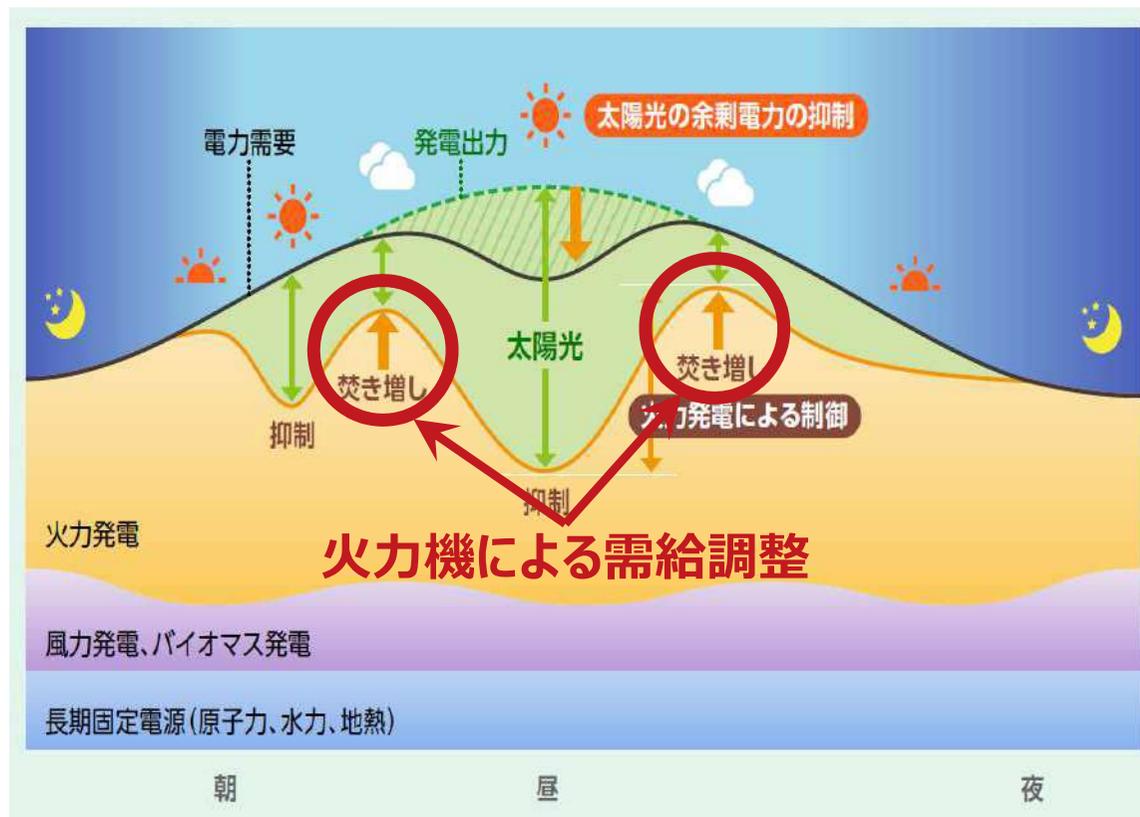


＜火力機の起動停止回数と  
再生可能エネルギー供給割合＞



経済産業省資源エネルギー庁「エネルギー白書2019」を参考に再構成

＜1日の電力需給＞

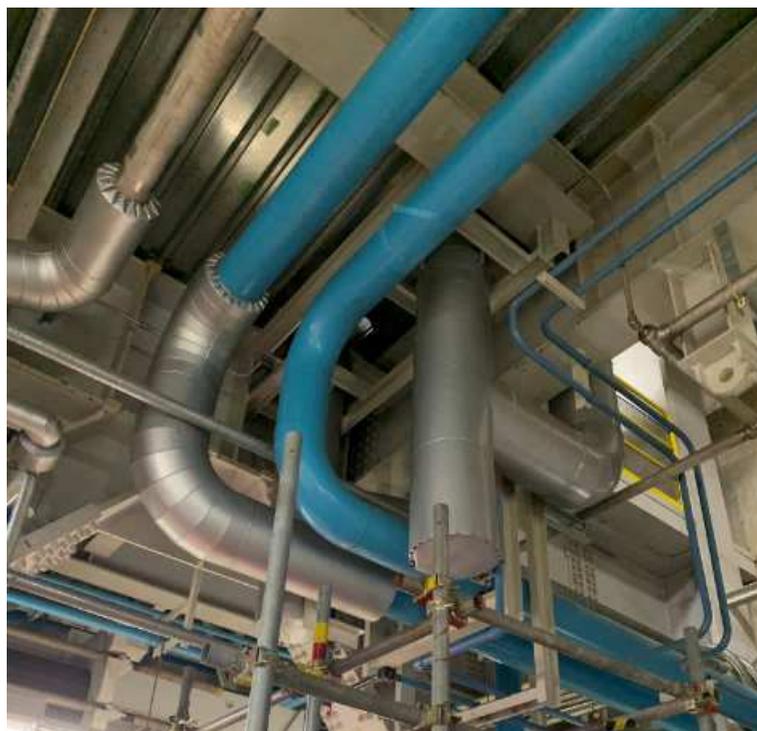


経済産業省資源エネルギー庁「日本のエネルギー問題をグラフで学ぼう（後編）」より

**火力機の運用方法が変化し、起動停止回数が増加**

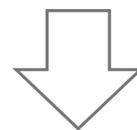


- 火力発電所には様々な長さ、口径、形状など多様な配管がある。

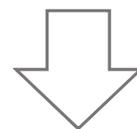


火力発電所の配管

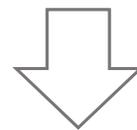
発電設備の起動・停止過程



管内部流体の流量や圧力：変動大



振動が増加

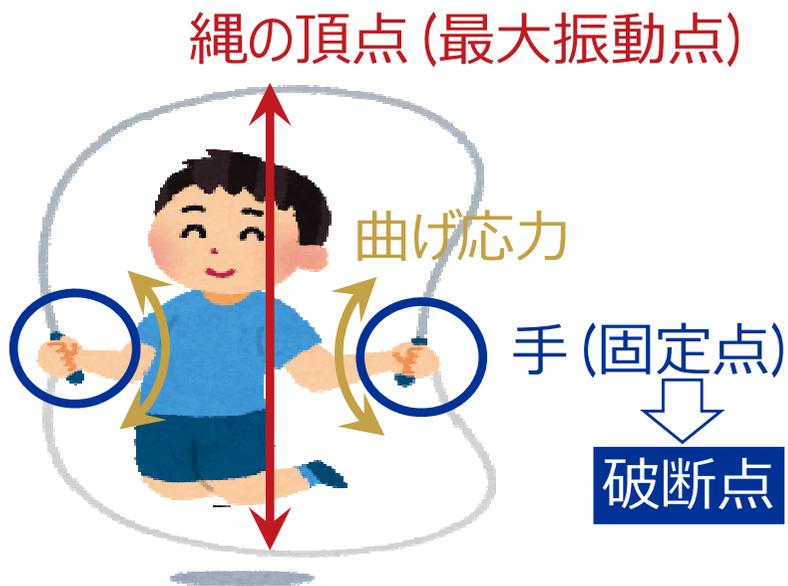


振動により配管が破断する可能性がある

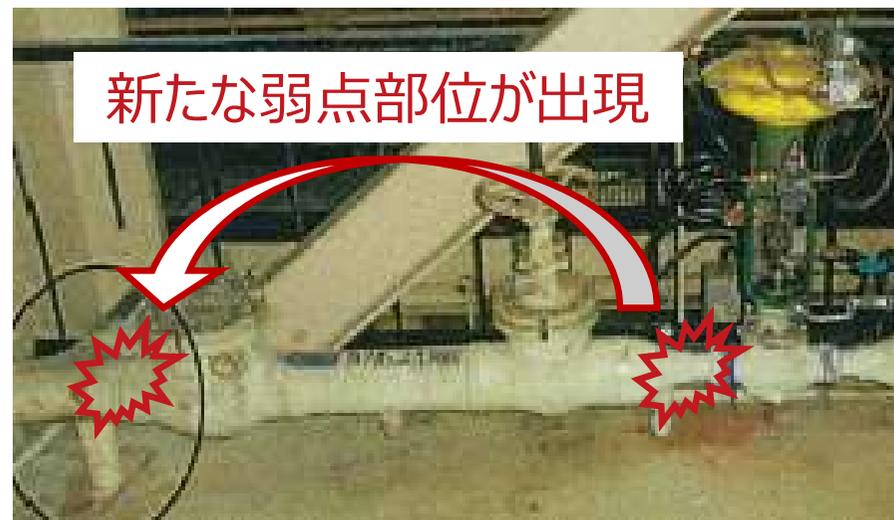
起動停止回数  
の増加

配管破断によって、電力安定供給の支障となる懸念がある

① 振動の大きい箇所と、応力が作用して破損する箇所が異なる



② 破損した箇所の振動を抑えただけでは解決できない。構造変更により、新たな弱点部位出現の可能性あり



**振動問題を解決するには、振動現象の全体を把握する必要がある**

### 配管振動の良否

■ その配管振動は問題あるか？ ⇒ 判断困難

### 配管振動の抑制方法

■ 配管のどこを抑えれば良いか？ ⇒



専門技術者による  
・振動測定  
・高度な解析 (有限要素法)



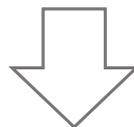
||  
大幅な「時間」と「費用」

すべての振動問題に適用できず、根本的対策が困難



### 配管振動抑制自動提案システムの開発

1. 現場にいる技術者が使用可能であること。
2. 問題ある振動かどうかを短時間に判別できること。
3.
  - ・振動測定により問題ありと判別された場合 (トラブル未然防止)
  - ・振動による配管損傷が発生した場合 (事後保全)において、振動問題を解決できる固定サポート位置を早期かつ安価に自動提案できること。



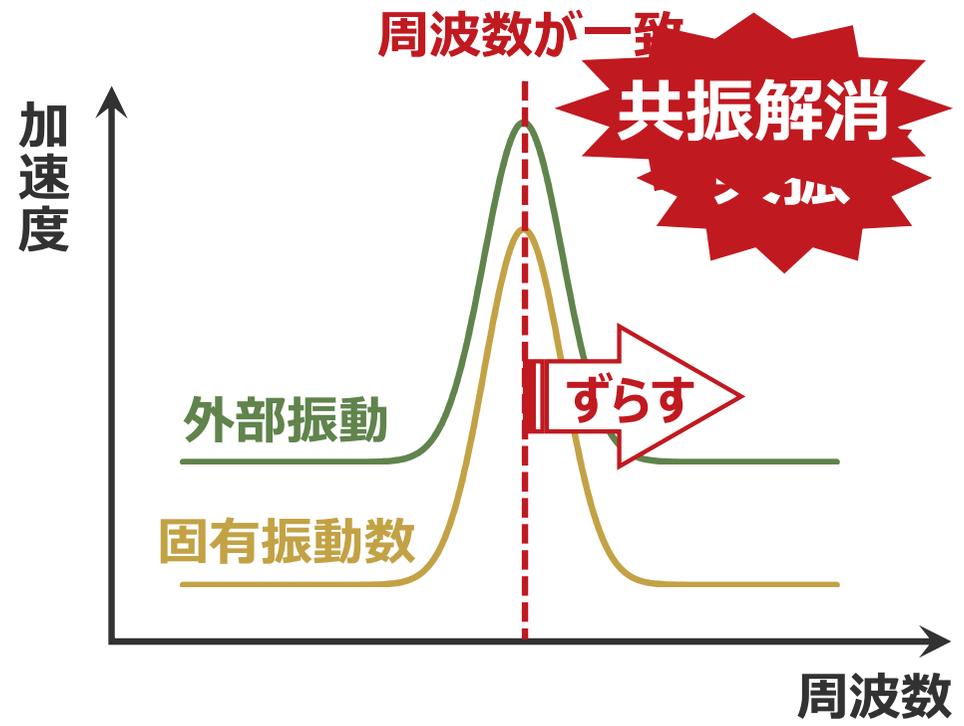
**今後の火力発電設備安定運用のカギとなる**



# (1) 対象範囲の絞り込み

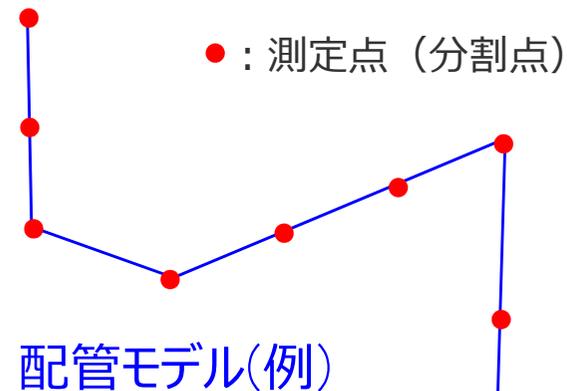
過去不具合実績の分析により、発生頻度の高い事象に絞り込んだ

- 配管サイズ   ⇒ 小口径配管
- 振動形態   ⇒ 共振振動



## <測定箇所選定の考え方>

- 短い直管部：測定点を少なく
- 長い直管部：測定点を多く



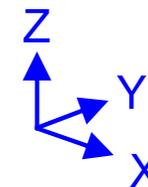
操作者



配管情報を入力

測定位置を指示

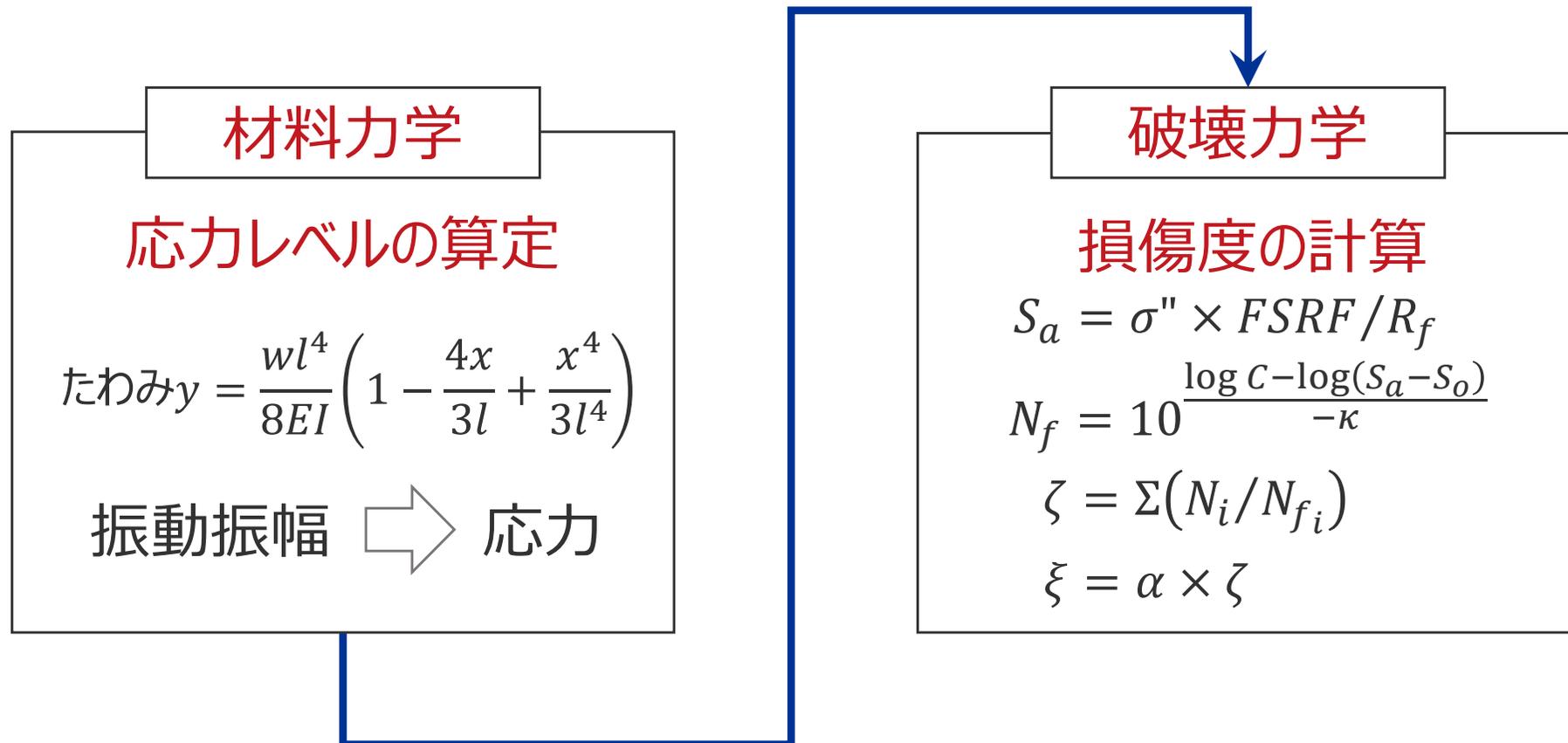
システム



**システムによる測定箇所の自動指示が可能**



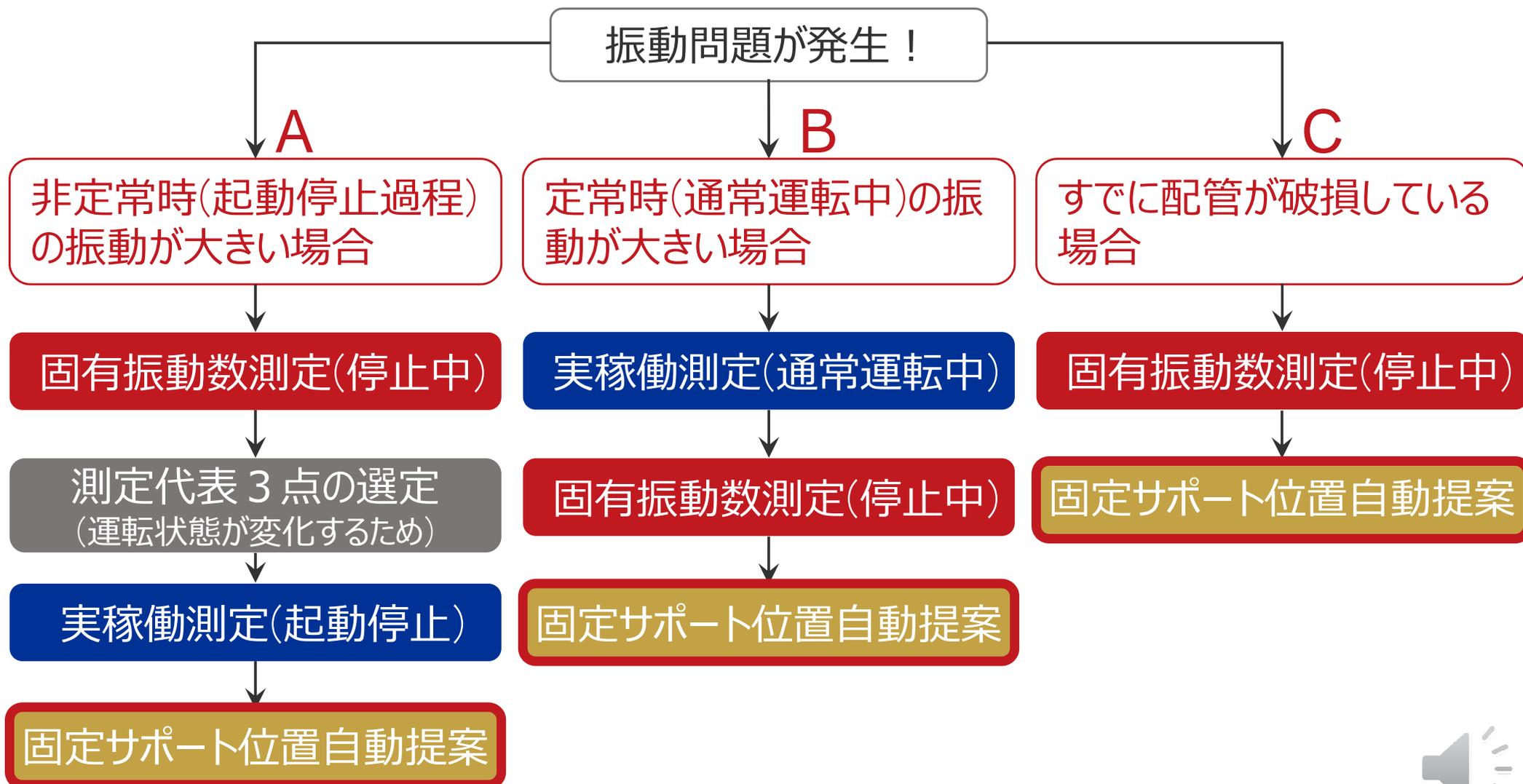
材料力学および破壊力学を応用した余寿命評価機能を付与。



余寿命評価により、振動レベルの判別が可能

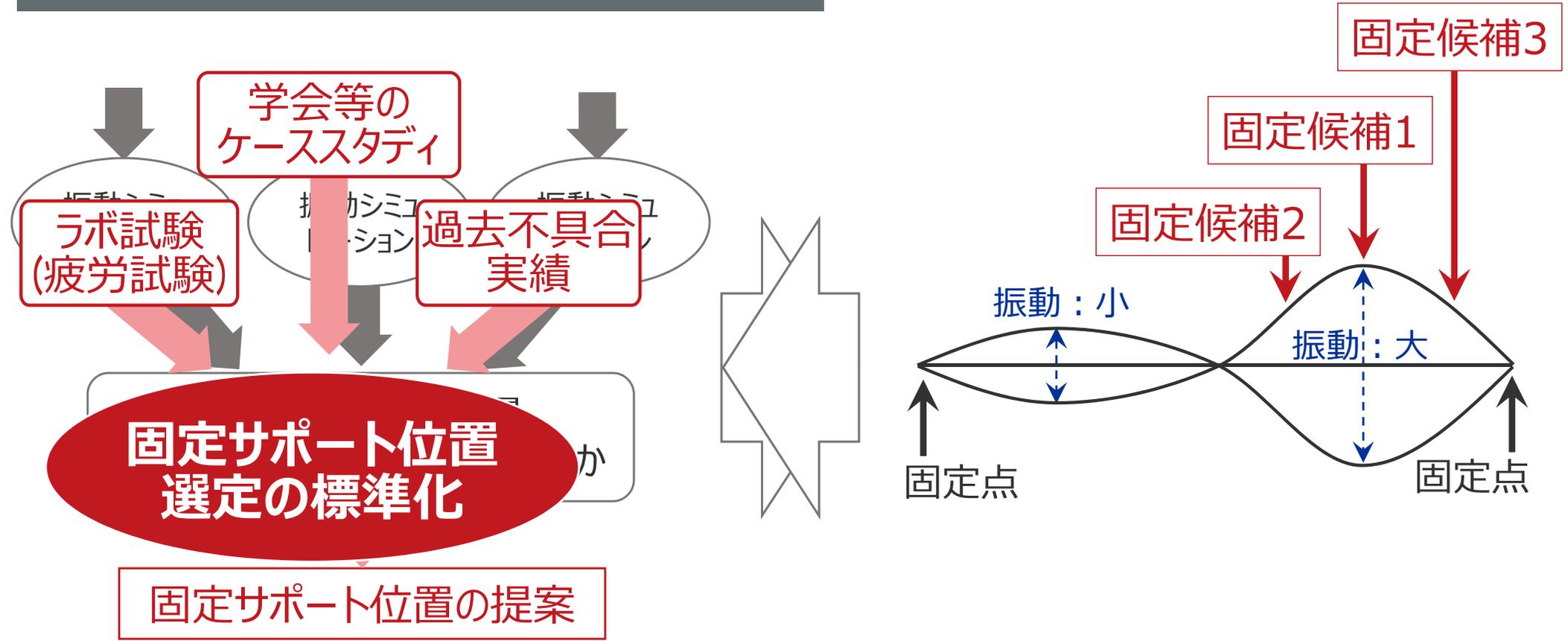


## 振動問題の形態別カテゴリー



# (4) 固定サポート位置の自動提案

## サポート位置自動提案のアルゴリズム

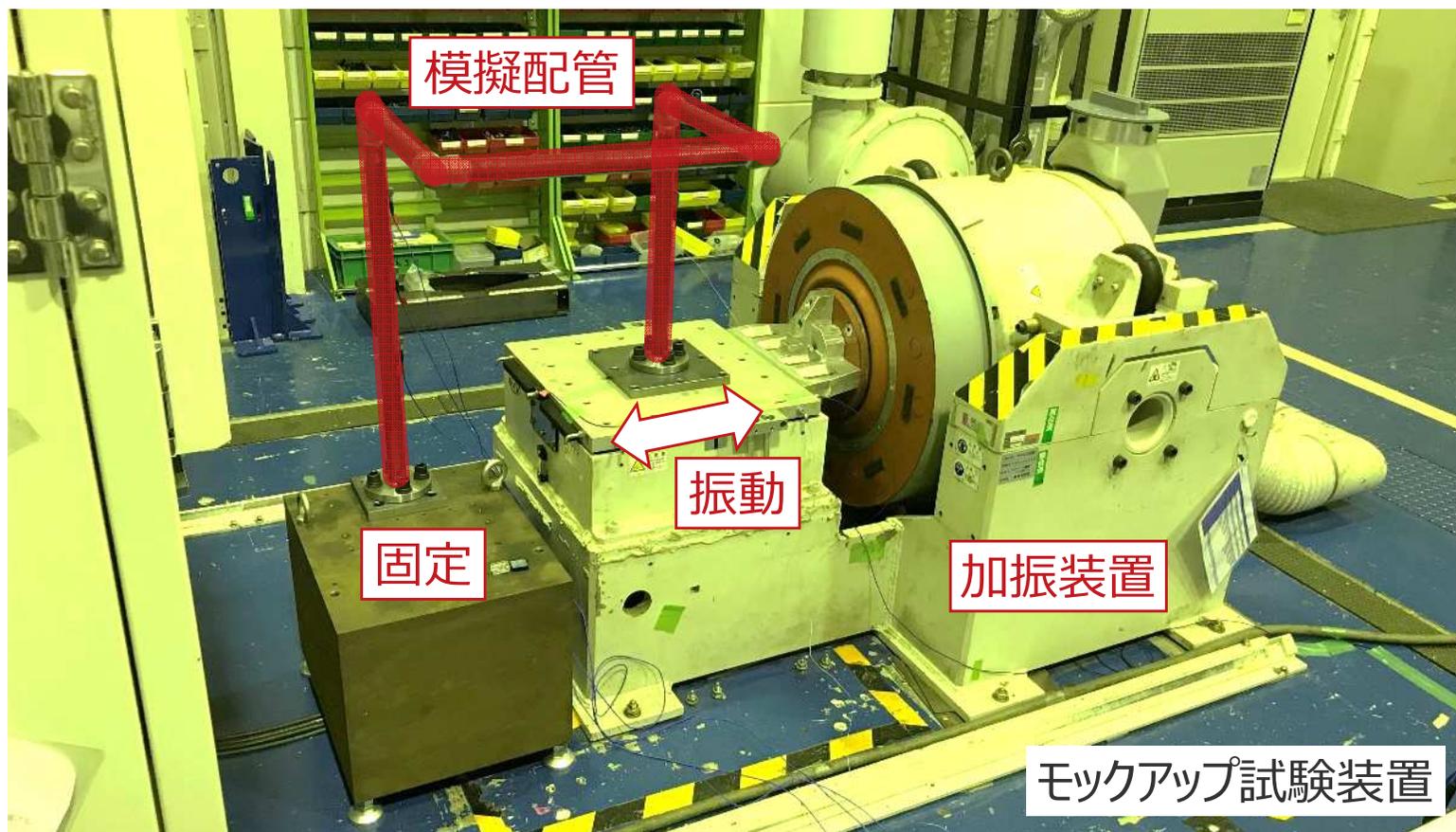


**システムによる固定サポート位置の早期自動提案が可能**

# (1) モックアップ試験による検証

**検証1** 専門技術者とシステム（私が使用）が導き出す  
固定サポート位置は一致するか

**検証2** 振動レベルの判別を適切に行えているか



# (1) モックアップ試験による検証

## 検証1 結果



※加  
加

条件Ⅲ：12.2Hz

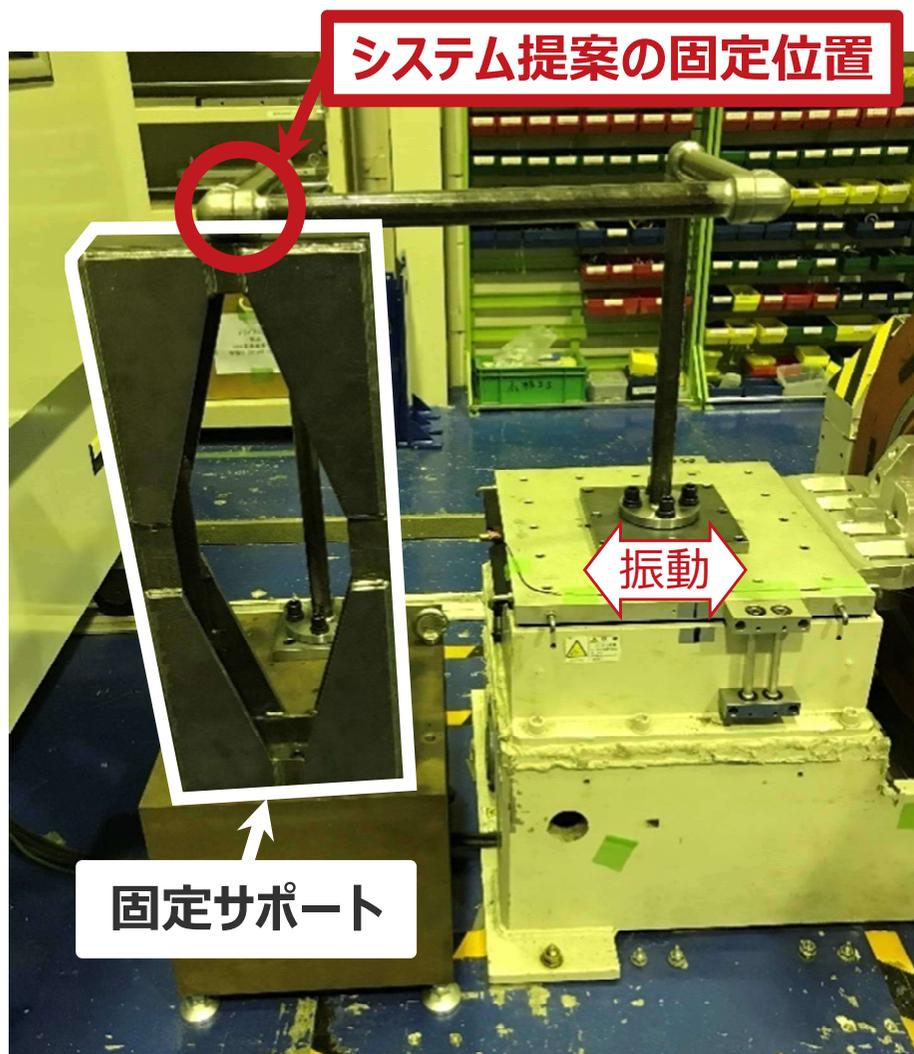
	専門技 測定およ		システムを した結果
固有振動数測定 [Hz]			
実稼働状態測定 [mmP-P] (最大振幅値)	条件Ⅰ	1.1	面：固定要)
	条件Ⅱ	0.15	：固定不要)
	条件Ⅲ	0.13	：固定不要)
固定サポート位置の特定 (構造変更シミュレーション)	条件Ⅰに対して、測定点No.13を 固定することが望ましい		条件Ⅰに対して、測定点No.13を 固定することが望ましい

**専門技術者とシステムが導き出す固定サポート位置が一致**



# (1) モックアップ試験による検証

## 検証1 結果



	追設前	追設後
加振機の 加振周波数 (Hz)		36.5
固有振動数 (Hz)	36.5	61.2
振幅 ( $\mu\text{mP-P}$ )	1,190	89

共振 → 共振回避

約  $\frac{1}{13}$  減



# (1) モックアップ試験による検証

## 検証2 結果

配管破損試験を実施   
(※配管が破損するまで共振させる)



溶接部にき裂発生

計算による  
余寿命評価時間

試験による  
実損傷時間

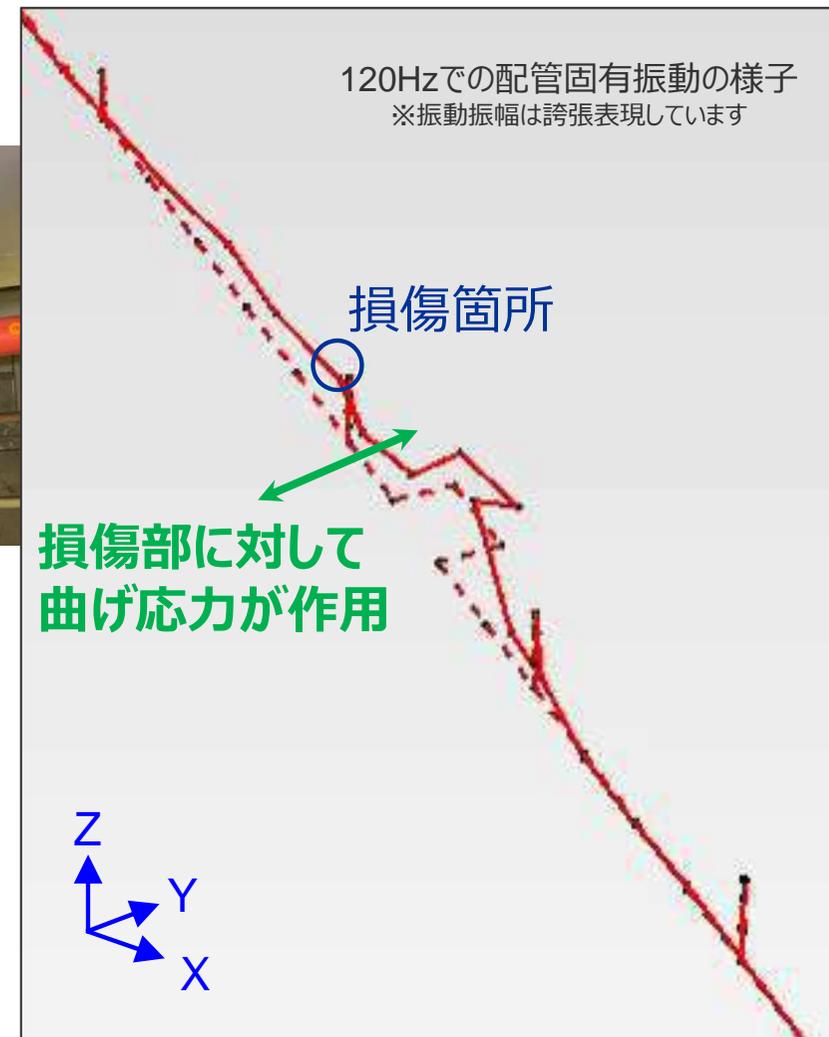
安全設計に沿った評価

問題のある振動かどうか判別でき、  
システムが有効であることを確認

## (2) 実機での検証例

対象

発電機冷却用配管



### 不具合要因

加振周波数：120Hz

(※60Hz(3,600rpm)の2次周波数)

配管の固有振動数：120Hz

口径：40A  
材質：STPG370

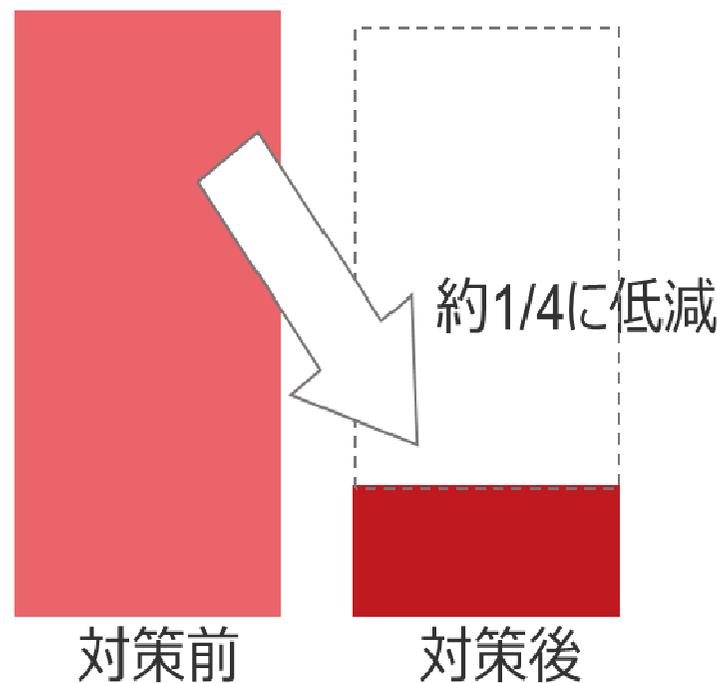


## (2) 実機での検証例

対策後



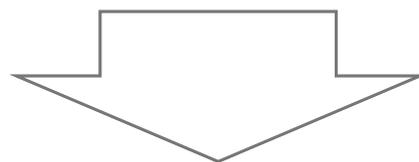
変位



小口径配管の共振振動に着目し、

- 振動測定箇所<sup>○</sup>の自動指示
- 振動レベルの判別
- 固定サポート位置<sup>○</sup>の自動提案

を考案、工夫を実施



**現場にいる技術者が振動測定を行い、問題のある振動が判別し、問題があれば振動を抑えられる固定サポート位置を早期に自動提案できる手法 (システム) を開発できた。**



