

ArtemiS SUITE  
PRoject

Code 50440

# APR 440 Reference+

人工知能 (AI) が搭載された Reference+ により実験モーダル解析の最適基準点の決定を合理的に、簡単に行うことができます。他の革新的な自動機能とともに、優れた柔軟性を備え、複雑なインタラクションが不要です。

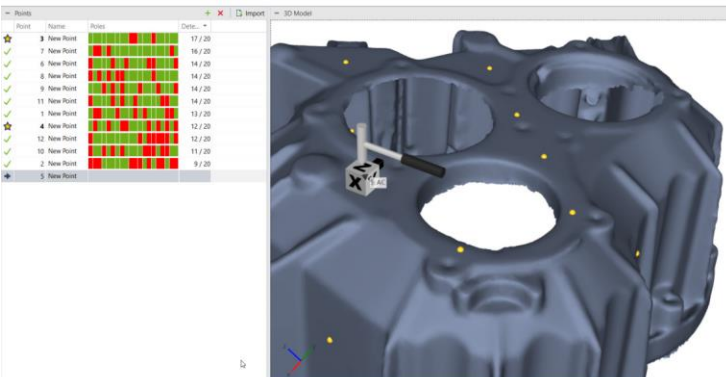
# 概要

## APR 440 Reference+

Code 50440

Reference+は、ArtemiS SUITEのパワフルな構造解析パッケージの一部を形成し、インパクト測定において最適な基準点を検出します。これは、正しいモーダル解析の為の最も重要な前提条件の1つです。基準点の検出エラーをしてしまうと後のプロセスで修正に膨大な労力を要するからです。

Reference+のワークフローは、非常に簡単です。必要なのは基準点を選択して励起するだけです。それ以上のインタラクションは不要であり、AIがサポートするアルゴリズムが必要なすべてのモードを含む参照ポイントを即座に検出します。これにより、エラーを起こさず時間を節約し、安心してモーダル解析を行い、即座に結果を出すことができます。



## 主なフィーチャー

- インパクト測定で最適な基準点をAIにより検出
- 経験の浅いユーザーでもすぐに信頼性の高い結果が取得可能(専門知識が不要)
- 測定システムの実装から最適な基準点の決定までのガイド付ワークフロー
- 測定セットアップの信頼性確保の為、フロントエンドとセンサー設定をグラフィックでサポート
- 加振の都度チェックの為の、視覚と音響によるフィードバック (加振不良の自動検出)
- 結果表示と制御ダイアグラムを備えわかり易くレイアウトされたユーザーインターフェース
- 伝達関数の自動計算と評価、統合ニューラルネットワークを用いた最適な参照点の検出(ハンドによる解析ステップや高品質シミュレーション結果との比較は不要)
- ArtemiS SUITEの構造解析パッケージへのシームレスな統合

## アプリケーション

- 実験モーダル解析
- トラブルシューティング
- 有限要素モデルの検証

# 詳細

## 実験モード解析のための最適基準点の決定

### 基準点の選択が重要な理由

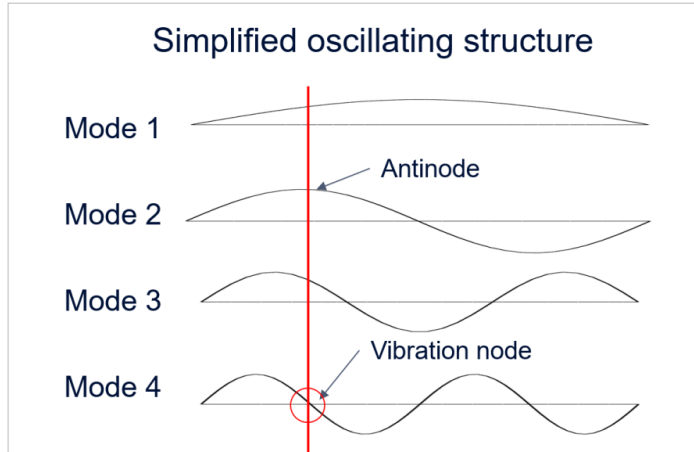
インパクト測定を準備する上で最も重要なステップの1つは、基準点の決定です。基準点選択の目的は、選択した点のすべての関連モードを十分に取得することです。意思決定プロセスは、多くの場合、個人の経験、数値シミュレーション、または測定データの目視評価に基づいて行われます。しかしながら、これだと非常に労力を要しかつエラーが発生しやすくなります。間違った参照ポイントを選択すると、モードが見つからなかったり、検出が不十分になりえる為、結果品質に悪影響を及ぼす可能性があります。これらのエラーは、多くの場合、モーダル解析の終盤まで認識されなかったり、最悪の場合モードごとの伝達関数にも現れず全く認識されなくなります。修正を行ったり、モーダル解析測定を繰り返すのは時間とコストの浪費です。

### AIによる最適基準点の迅速かつ確実な決定

Reference+は、新しい革新的なアプローチを採用しています。より単純な構造の場合、人工知能 (AI) が数回のインパクト測定 (5 ~ 10) でモードを検出し、その後のインタラクションなしに最適な基準点を自動的に決定します。インパクト測定の経験が殆どないか、経験豊富にかかわらず、Reference+は、長時間のシミュレーションによるのみしか達成できない結果を加振後即座に出すことができます。

すべての励起が完了すると、Reference+アルゴリズムは、その後の補正やシミュレーション結果を必要とせずに最適な基準点を自動的に決定します。

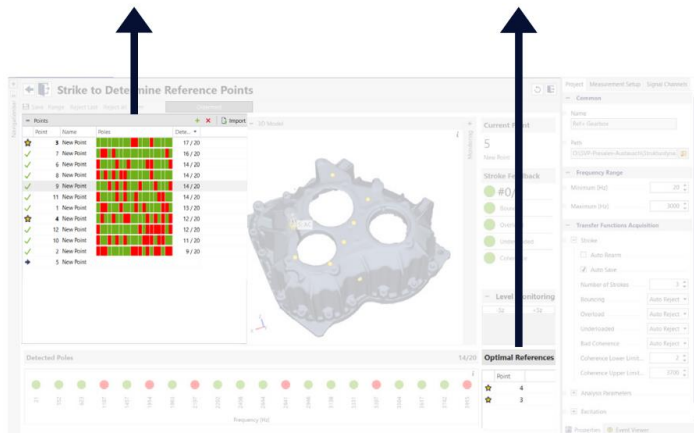
また、より大きく、複雑な構造に対しても大きなメリットがあります。ワークフローは変わりません。調べる基準点の数が増えるのみで、アルゴリズムは関連するすべてのモードを検出し、最適な基準点を決定します。



Reference+の役割は、すべてのモードに関係するように参照点を定義することです。上図は位置決めを誤ったことにより形状振動せず伝達関数に「モード4」が反映されなくなってしまう例です。

Point	Name	Poles	Date...
★	3 New Point	[Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red]	17 / 20
✓	7 New Point	[Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red]	16 / 20
✓	6 New Point	[Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red]	14 / 20
✓	8 New Point	[Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red]	14 / 20
✓	9 New Point	[Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red]	14 / 20
✓	11 New Point	[Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red]	14 / 20
✓	1 New Point	[Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red]	13 / 20
★	4 New Point	[Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red]	12 / 20
✓	12 New Point	[Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red]	12 / 20
✓	10 New Point	[Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red]	11 / 20
✓	2 New Point	[Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red]	9 / 20
➔	5 New Point	[Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red][Green][Red]	

Optimal References	
	Point
★	4
★	3



Reference+の革新的な「バーコード」ディスプレイ(左側)により、モーダルコンテンツを素早く確認し、どの参照点が一番適かを直接比較できます。さらに、最適な参照点の簡略化されたリスト(右側)が加振の都度即座にアップデートされます。

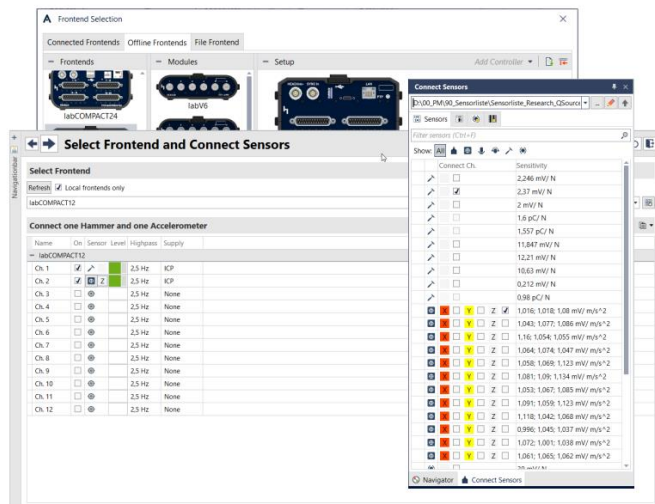
# 最適な基準点を決定する為の3つのステップ

## ステップ1：フロントエンドとセンサーの設定

フロントエンド選択では、USBまたはネットワークで接続されたすべてのサポートされているフロントエンドとモジュールがグラフィック表示されます。迅速かつ直感的なドラッグ&ドロップ方式で数百チャンネルの大規模な測定システムでも設定可能です。

オフラインフロントエンドを用いてハードウェアがなくても測定システムを仮想的に設定できます。ここで行ったすべての設定は、実機を接続した後で転送が可能です。

次に、ソフトウェアセンサーを測定システムに割り当てます。これを行うには、チャンネルリストで、モジュールごとにグループ化されたすべてのチャンネルを一覧表示します。加速度計とインパクトハンマーの両方を接続する必要があり、Connect Sensors ツールウィンドウまたはセンサーライブラリを利用して簡単に割り当てることができます。HEADlab フロントエンドのTEDS センサーを利用すると、シリアル番号等のセンサー情報を取得できます。



フロントエンドとセンサー設定を利用してフロントエンドを選択して目的のセンサーを設定します。必要なのはインパクトハンマーと加速度計だけです。

## ステップ2：パラメータの決定

自動機能を利用して、最適な基準点の決定の為に重要なすべての解析パラメータを、わずか数回のテスト加振で決定できます。

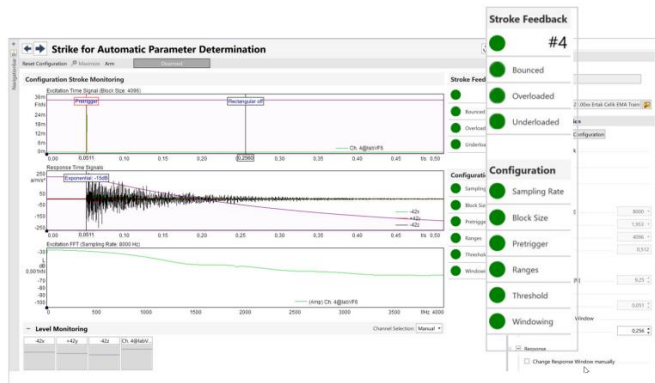
加振の都度、加振品質が良好であったかステータス表示による視覚的なフィードバックと、音響フィードバックがあり、深い専門知識がなくても、素早く目的の結果を得ることができます。

品質管理機能が、インパクトハンマーによる対象物の二度打ち、過負荷、インパクトハンマーの変調不足、加速度計の過負荷等をチェックします。これらいずれかが基準から外れていた場合、加振をやり直します。こうして、すべての加振品質が良好であることが確認できます。

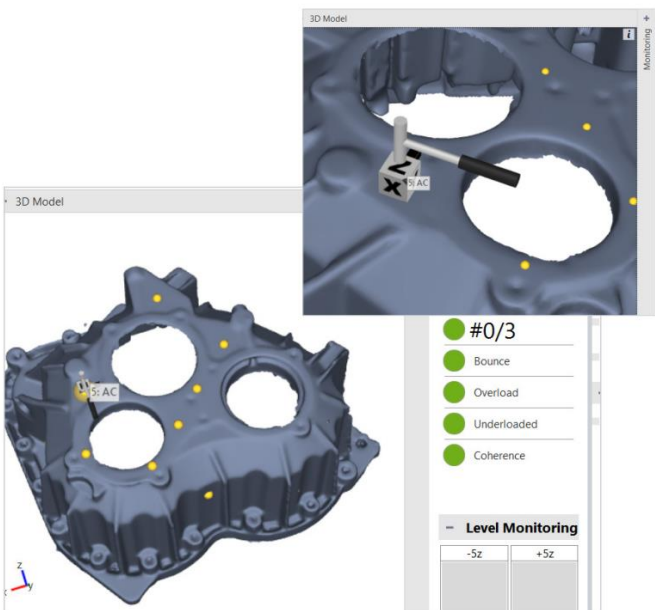
さらに、加振の時刻歴信号、基準点の時刻歴信号、加振のFFTスペクトルが3つの制御モニターに表示され加振結果が確認できます。インパクトハンマーと基準点の両方の現在のレベルも表示で確認できます。

## ステップ3：最適な基準点の決定

まず、加振する点を定義します。5~10個の点を手動で(座標と自由度なしで)、または測定点ライブラリの点と3Dモデルの両方を用いて決定するだけで十分です。ズーム、回転、傾斜、移動が可能な3Dモデルをインポートして、3次元空間内のすべての点の位置を視覚的に確認できます。点を簡単に追加、削除できます。



アシスト機能が標準化されたパラメータ決定プロセスをステップバイステップでガイドし、視覚的・音響的フィードバックによる自動品質チェックも行います。



3Dモデルを、測定点ライブラリからインポートできます。インポートされたすべての点は、それらの位置がアクティブになると、3次元空間で測定グループごとの色の玉で視覚化されます。

それぞれの点がステータス情報とともにテーブルに一覧表示され、秩序だった方法で処理が行われます。インパクトハンマーとセンサーが次の測定点と一緒に移動する為、各入力インサート測定を加速度センサー付近で直接実行できます。

品質管理機能は、インパクトハンマーの二度打ち、過負荷、変調不足をチェックし、コヒーレンスを監視します。これらのいずれかでも基準から外れた場合、加振の都度、対応する視覚的・音響的なフィードバックがあります。その場合、その加振結果は自動的に破棄され、コンピューターとのインタラクションなく簡単にやり直すことができます。音響フィードバックがある為、測定作業は加振すべき参照点に集中することができます。これにより、画面を見る必要なく素早く測定を行うことができます。

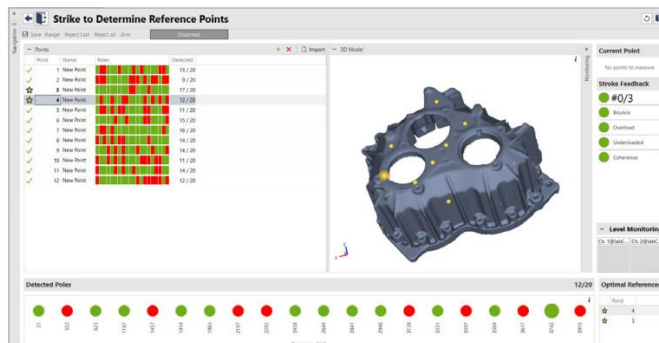
または、これらの自動機能をオフにして、行った加振を採用するか破棄するかを判断することもできます。

計算されたコヒーレンスと、選択したすべての点の平均伝達関数をダイアグラム上でさらにチェックできます。

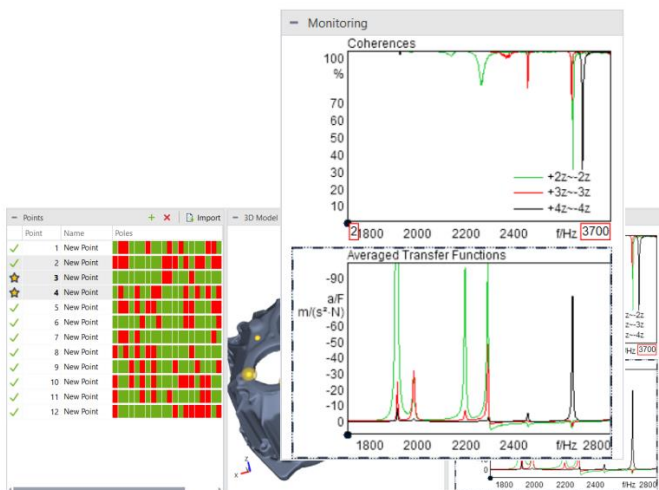
加振の都度、AI分析に基づいて、Reference+は平均化された伝達関数で見つかったすべてのポールをそれぞれの周波数とともに色分けしてアップデート表示します。

それ以上のインタラクションを必要とせず、Reference+は、測定された点が最適な基準点かどうかを自動チェックし、星印をつけます。その際、これまでに完了したすべての測定も考慮されます。

Reference+は、大きな追加作業がなく、インパクト測定に大きな改善と安心をもたらします。実験モーダル解析のワークフローが円滑となるよう、Reference+はArtemiS SUITEの構造解析パッケージにシームレスに統合されています。



加振の都度、加速度計とインパクトハンマーは、調査したすべての点から最適な参照点が決定されるまで、一緒に次の測定点まで移動します。



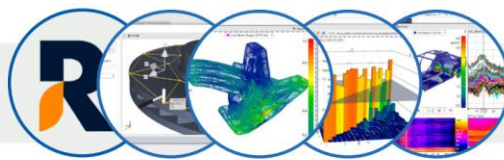
選択したすべての点から計算されたコヒーレンスと平均伝達関数でダイアグラム表示するオプションもあります。

Point	Name	Poles	Detected
✓	1 New Point	[Green/Red]	13 / 20
✓	2 New Point	[Green/Red]	9 / 20
★	3 New Point	[Green/Red]	17 / 20
★	4 New Point	[Green/Red]	12 / 20
✓	5 New Point	[Green/Red]	11 / 20
✓	6 New Point	[Green/Red]	15 / 20
✓	7 New Point	[Green/Red]	16 / 20
✓	8 New Point	[Green/Red]	14 / 20
✓	9 New Point	[Green/Red]	14 / 20
✓	10 New Point	[Green/Red]	11 / 20
✓	11 New Point	[Green/Red]	14 / 20
✓	12 New Point	[Green/Red]	

### Optimal References

Point	
★	4
★	3

また、測定されたすべての点を相互に比較し、最小限の労力でベストのモーダルコンテンツの組み合わせを提案するアルゴリズムもあります。




**APR 440**  
REFERENCE+

**最適な基準点の決定**

- > 最適な基準点の自動決定
- > インタクションを殆ど必要としないアシスト機能

**利点**

- > 追加のシミュレーション結果を必要としない素早い結果出力
- > 初心者も上級者も高い測定信頼性確保



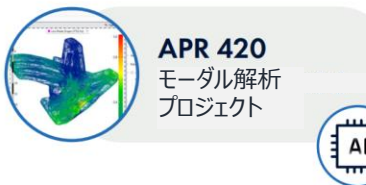

**APR 430**  
インパクト測定

**インパクト測定**

- > 基準点固定、ローピングハンマー
- > 加振点固定、ローピング加速度計
- > アシスト機能

**利点**

- > 視覚的・音響的フィードバックによる品質チェックとエラー防止
- > 素早いフロントエンドとセンサー設定
- > 直感的操作

**APR 420**  
モーダル解析プロジェクト

**モーダル解析**

- > AIによるモデルサイズの自動決定
- > LSCFプロシージャ
- > グラフィックMAC表示

**利点**

- > 直感的でインタラクティブなワークフロー
- > 半自動ワークフローによる素早い結果出力




**APR 410**  
形状比較プロジェクト

**振動形状比較**

- > 最適な振動形状の検出

**利点**

- > MACマトリックス/ MPC値
- > シミュレーションデータの統合
- > 直感的操作




**APR 400**  
実稼働振動形状解析プロジェクト

**実稼働振動形状解析**

- > 実稼働振動形状の解析

**利点**

- > パターンや異常の簡単検出
- > 直感的操作



# 納品アイテムとアクセサリ

## 納品アイテム

- APR 440 (Code 50440)  
Reference+  
実験モーダル解析における最適参照点決定のための ArtemiS SUITE モジュール

## 必須要件

- APR 000 (Code 50000)  
APR フレームワーク  
ArtemiS SUITEのベース

## 対応フロントエンド

- lab*CTRL II.1
- lab*COMPACT12 II
- lab*COMPACT24 II
- lab*HSU
- SQuadriga III
- SQobold

## 既に利用不可

- lab*CTRL I.1
- lab*CTRL I.2
- lab*COMPACT12
- lab*COMPACT24
- SQuadriga II

## 対応HEADlab モジュール

- lab*VF6 II
- lab*VF6-Iso II
- lab*V6HD
- lab*V12 II
- lab*V24 II
- lab*V8x3-Iso II
- lab*V12-O4 II
- lab*M6 II
- lab*CF6

## 既に利用不可 :

- lab*V6
- lab*VF6
- lab*V12
- lab*V12-V1
- lab*V12-V2
- lab*M6
- lab*M6-V1

## 追加で必要なハードウェア

- インパクトハンマー
- 加速度計
- PC / タブレット (Windows)

## ArtemiS SUITE の構造解析パッケージ

### > APR 400 (Code 50400)

#### 実稼働振動形状プロジェクト

ODS プロジェクトで、実稼働振動形状を3D及びCADオブジェクトデータと組み合わせて、詳細な動的特性の構造解析ができます。さらに、時間領域アニメーションプロジェクト (TDA) を用いて非定常構造で振動形状解析を行うことができます。

### > APR 410 (Code 50410)

#### 形状比較プロジェクト

形状比較プロジェクトでは、振動形状を解析し比較できます。形状を解析し、シミュレーション結果を実測結果と比較し、コンポーネントの変化を評価できます。

### > APR 420 (Code 50420)

#### モーダル解析プロジェクト

パワフルなモーダル解析プロジェクトで、簡単に効率的に、シミュレーション結果から振動パターンを解析したり、複雑な構造物の解析ができます。深い専門知識を必要とせずに、動的応答を徹底的に解析することができます。

### > APR 430 (Code 50430)

#### インパクト測定

インパクト測定により、経験の浅いユーザーでも、(ロービングハンマーとロービング加速度計を用いて) 構造解析の為にインパクト測定を素早く安心して行うことができます。

## 測定点ライブラリーの為の互換性基準

(測定点ライブラリーはAPR フレームワークに含まれています。)

> 伝達関数を含み、測定ポイントライブラリーに一致する測定ファイルで、インパクト測定またはArtemiS SUITEのRecorder (APR 040が必要)によって収録されているのが理想的です。

>測定された自由度と参照自由度の組み合わせは、一度だけ存在することができます。

>加速度 (加速度/力、イナータンス)、移動性(速度/力、アドミタンス)、またはコンプライアンス(変位/力)をチャンネルに保存する必要があります。

**要件 : APR Framework (Code 50000)**



### お問い合わせ

〒240-0005 神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町 134  
横浜ビジネスパークウエストタワー 8F

電話 : 045-340-2236  
Eメール : [headjapan@head-acoustics.com](mailto:headjapan@head-acoustics.com)  
ウェブサイト : [www.head-acoustics.com](http://www.head-acoustics.com)