

## 三菱電機 **汎用** シーケンサ 振動解析ソリューション

## MELSEC iQ-R series

Tech-note



### シーケンサで振動解析が可能

MELSEC iQ-Rシリーズの高速アナログ入力ユニットで、4CH同時に最速で5 $\mu$ s/4CH(サンプリング周波数:200kHz)のサンプリングが可能になりました。サンプリングしたデータをCPUユニットで周波数解析することで、シーケンサによる振動解析が実現できます。

### データ解析ライブラリを活用して簡単にプログラミング可能

MELSEC iQ-RシリーズCPUユニット用のデータ解析FBライブラリまたはC言語コントローラ/C言語インテリジェント機能ユニット用のデータ解析ライブラリなどを活用することで、FFTなどの実装が困難な処理についても簡単にプログラミングできます。

#### ポイント

- 専用機器なしで、シーケンサで振動解析が可能
- 振動解析に必要な機能(FFTなど)はデータ解析FBライブラリまたはデータ解析ライブラリを活用して簡単に実現可能
- 振動解析の高速処理を実現

### 振動解析による予防保全・品質検査の実現

特定の異常時に発生する振動周波数の検知や、いつもと異なる振動を検知することで設備の予防保全・製品の品質検査が実現できます。

### 周波数解析の高速処理

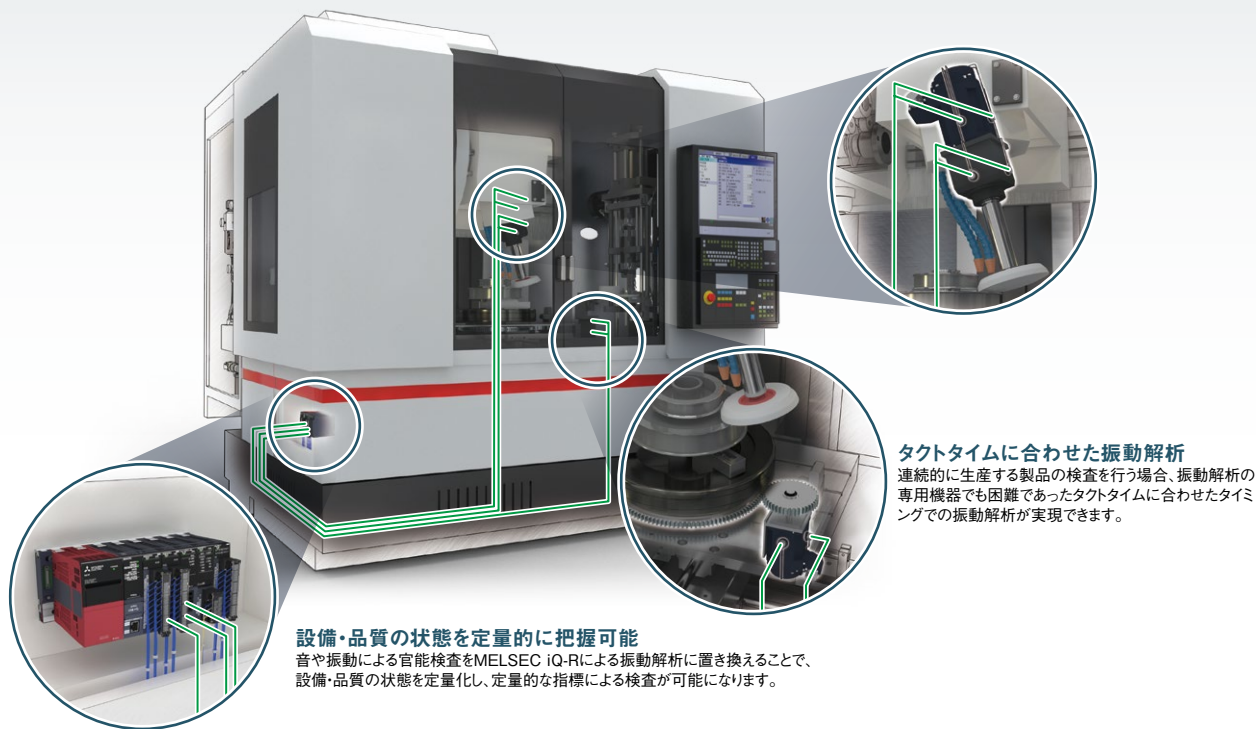
MELSEC iQ-RシリーズCPUユニット用のデータ解析FBライブラリを活用することで、FFT処理が約100ms\*1で実現できます。さらに、C言語コントローラ/C言語インテリジェント機能ユニットの場合は約4ms\*1で高速に処理できます。

\*1. FFTの点数4096点の場合の参考値



## 様々なアプリケーションに対応可能

CPUユニット、C言語コントローラ、C言語インテリジェント機能ユニットで振動解析が可能のため、様々なアプリケーションに適用できます。例えば、設備の状態を定期的に監視する場合は、CPUユニット用データ解析FBライブラリを活用して、安価で簡単に振動解析を実現できます。タクトタイムに合わせた品質検査のようなより高速な周期での振動解析が求められる場合は、C言語コントローラ/C言語インテリジェント機能ユニットによる振動解析が適用できます。



### 設備・品質の状態を定量的に把握可能

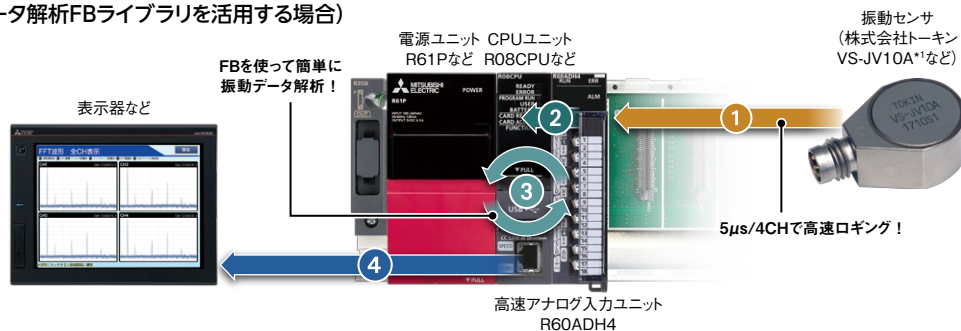
音や振動による官能検査をMELSEC iQ-Rによる振動解析に置き換えることで、設備・品質の状態を定量化し、定量的な指標による検査が可能になります。

### タクトタイムに合わせた振動解析

連続的に生産する製品の検査を行う場合、振動解析の専用機器でも困難であったタクトタイムに合わせたタイミングでの振動解析が実現できます。

## MELSEC iQ-Rによる振動解析ソリューション

### ・構成例(データ解析FBライブラリを活用する場合)



\*1. 製品の詳細については、P.7 株式会社トーキン VS-JV10Aを参照してください。

#### ① 振動データの高速ロギング(高速アナログ入力ユニット)

4CH同時に最速で $5\mu\text{s}/4\text{CH}$ (周波数レンジ約 $78\text{kHz}^2$ )で振動データを高速アナログ入力ユニット内部のメモリにロギング可能

\*2. 周波数レンジはサンプリング周波数÷2.56の値。

#### ② CPUユニットへの読み出し(高速アナログ入力ユニット)

あらかじめ設定した点数のロギングが完了したタイミングで割り込みプログラムを起動できるため、ロギングデータをCPUユニットに簡単に読み出し可能

#### ③ 振動解析(データ解析FBライブラリ)

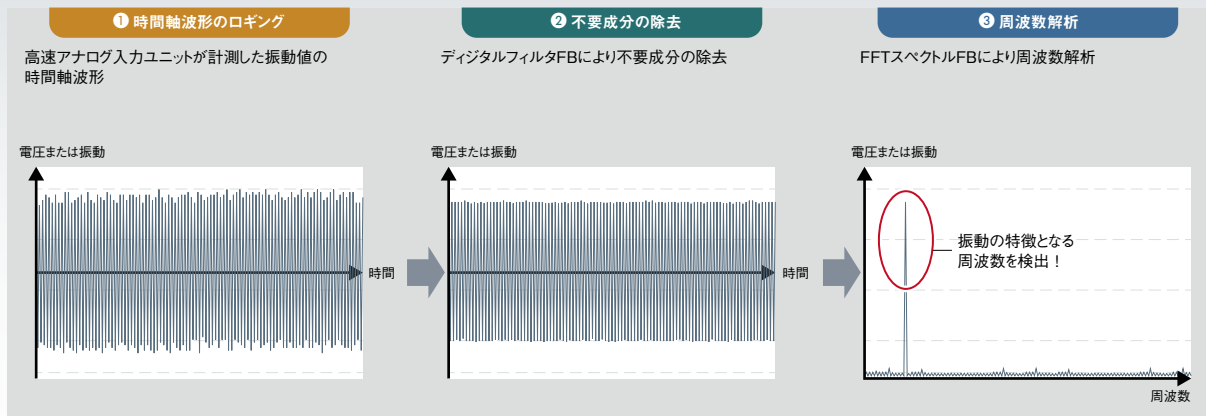
二乗平均平方根(実効値)演算FB、FFTスペクトルFB、デジタルフィルタFB、エンベロープFB、波形加算平均FBなどを使用することで、振動の周波数解析が可能

#### ④ 傾向管理など

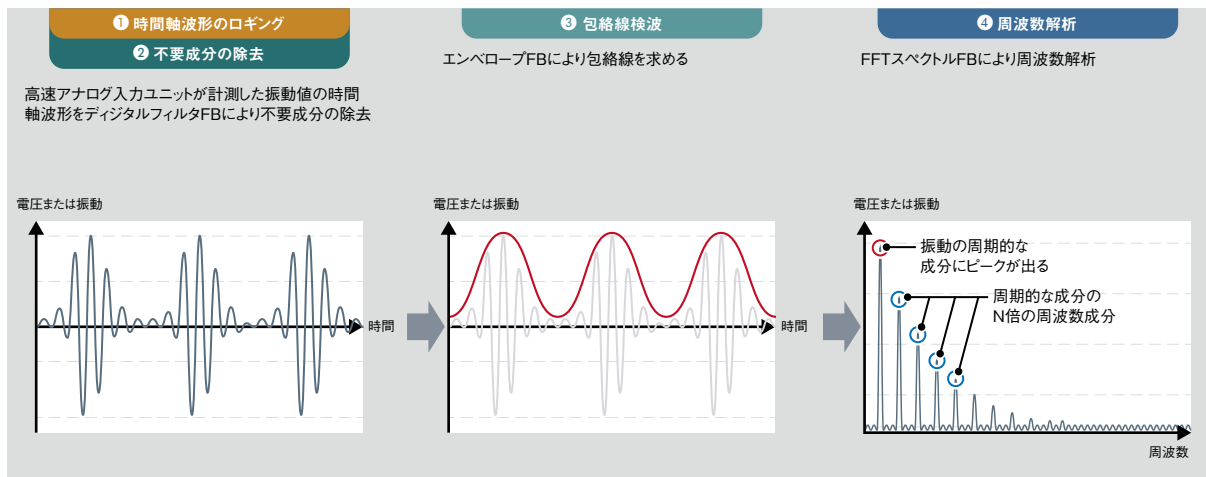
周波数解析結果をパソコンやGOTなどに表示することで、測定値の傾向管理が可能

## 振動解析機能の使用例 (データ解析FBライブラリを活用する場合)

### • 振動の特徴となる周波数を調べる場合



### • 衝撃振動の周期性を調べる場合



#### ■ 時間軸波形のロギング

高速アナログ入力ユニットのロギング機能で、振動センサからの入力をバッファメモリにロギングします。

#### ■ 不要成分の除去

デジタルフィルタFBにより不要成分を除去します。高速アナログ入力ユニットのデジタルフィルタ機能を使用すると、サンプリングに合わせてのデジタルフィルタ演算も可能です。<sup>\*1</sup>

#### ■ 包絡線検波

エンベロープFBにより包絡線検波を行います。ベアリング傷などの衝撃振動を検知したい場合に有効な処理です。

#### ■ 周波数解析

FFTスペクトルFBにより周波数解析を行います。横軸が時間の波形(時間軸波形)を横軸が周波数の波形(周波数軸波形)に変換します。

<sup>\*1</sup>. 高速アナログ入力ユニットが通常モード(低速モード)の時に使用可能です。詳細はMELSEC iQ-R 高速アナログ-デジタル変換ユニットユーザーズマニュアル(応用編)を参照してください。



## システム構成

振動解析は下記いずれかの構成で実現できます。

• シーケンサを使って、ラダー言語でプログラミングする場合

構成① シーケンサCPU用のデータ解析FBライブラリを活用

構成② シーケンサCPU用のC言語インテリジェント機能ユニットFB/専用命令を活用

• C言語でプログラミングし、高速処理を実現する場合

構成③ C言語インテリジェント機能ユニットのデータ解析ライブラリを活用

構成④ C言語コントローラのデータ解析ライブラリを活用



## 簡単プログラミング

振動解析を実現するために必要なFFTなどの機能を、データ解析FBライブラリ・C言語インテリジェント機能ユニットFB/専用命令・データ解析ライブラリとして三菱電機から提供するため、従来は専門的な知識が必要だった処理が簡単にプログラミングできます。

### ■ 振動解析の処理手順例

P.3の「振動の特徴となる周波数を調べる場合」の詳細手順例を示します。

#### 手順① 時間軸波形のロギング

R60ADH4のロギング機能を使用して、時間軸波形をロギングします。

#### 手順② 不要成分の除去

振動解析に不要な成分を除去します。

- 構成①の場合：デジタルフィルタFB (M+DataAnalysisPro\_DigitalFilterEx\_R)を使用します
- 構成②の場合：ユニットFB (M+RD55UP06-V\_DANLDigitalFilter)、専用命令 (G(P).DIGIFLTR)を使用します
- 構成③④の場合：デジタルフィルタ関数 (DANL\_DigitalFilter)を使用します

**例** R60ADH4が100 $\mu$ s周期でロギングしたデータ (5000点) に対してデジタルフィルタ演算を行い、100~1500Hzを通過させ、それ以外の周波数成分を除去する場合

設定項目		設定例
データ点数	[点]	5000
入力波形データ型		ワード型*1
サンプリング周期	[ $\mu$ s]	100
フィルタタイプ		バンドパスフィルタ
カットオフ周波数1	[Hz]	100
カットオフ周波数2	[Hz]	1500
フィルタ演算タイプ		FIRフィルタ
次数		20

\*1. デジタルフィルタ関数の場合は単精度実数型

### 手順③ 周波数解析

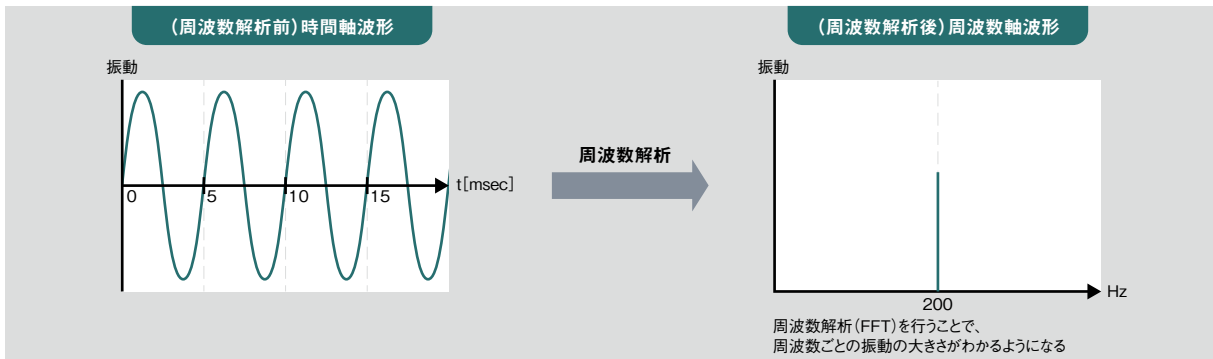
FFTを行い、時間軸波形を周波数軸波形に変換します。

- 構成①の場合：FFTスペクトルFB (M+DataAnalysisPro\_FFTSpectrumEx\_R)を使用します
- 構成②の場合：ユニットFB (M+RD55UP06-V\_DANLFFT Spectrum)、専用命令 (G(P).FFT SPECT)を使用します
- 構成③④の場合：FFTスペクトル関数 (DANL\_FFT Spectrum)を使用します

**例** 手順②の例でデジタルフィルタ演算したデータに対して周波数解析を行う場合

設定項目	設定例
サンプリング点数 [点]	4096
入力波形データ型	単精度実数型
出力波形データ型	単精度実数型
窓関数	ハニング窓
出力スペクトル形式	片振幅

#### 周波数解析前後の波形について



### 手順④ ノイズ除去

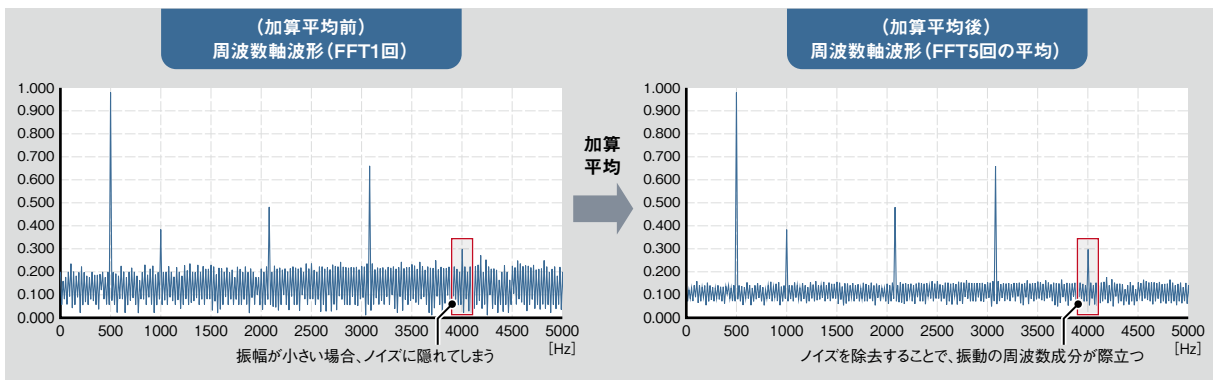
FFT後の周波数軸波形の加算平均を行い、ホワイトノイズを除去します。

- 構成①②の場合：加算平均FB (M+DataAnalysisPro\_ArithmeticMean\_R)を使用します
- 構成③④の場合：ユーザプログラムで実装します

**例** 手順③の設定例で周波数解析した周波数軸波形のホワイトノイズを除去する場合 (周波数解析を5回を行い、その平均を求める場合)

設定項目	設定例
データ点数 [点]	4096
入力波形データ型	単精度実数型
波形データ数 [個]	5

#### 周波数軸波形の加算平均前後の波形について



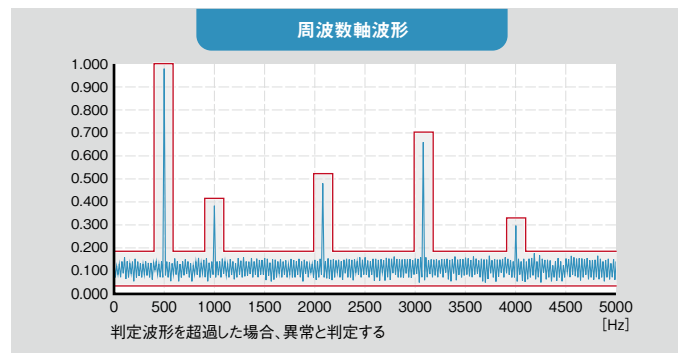
## 手順⑤ 異常判定

周波数軸波形に対して異常判定を行います。

- 構成①②の場合：上下限波形判定FB (M+DataAnalysisPro\_AryBoundCompareTest\_R)を使用します
- 構成③④の場合：上下限波形判定関数 (DANL\_AryBoundCompareTest)を使用します

**例** 手順③④の設定例で周波数解析・ノイズ除去した周波数軸波形の異常判定を行う場合

設定項目	設定例
データ点数 [点]	4096
入力波形データ型	単精度実数型
判定波形(下限側)アドレス	(判定のための下限値とする波形を格納している領域の先頭アドレス)
判定波形(上限側)アドレス	(判定のための上限値とする波形を格納している領域の先頭アドレス)
連続超過点数	3
有効小数桁数	2



## Engineering

### FBとは

FBとはFunction Blockの略称で、シーケンスプログラム内で使用できるプログラム部品です。FBを活用いただくことで、プログラム開発を効率化するとともにプログラムミスを削減し、プログラムの品質を向上できます。

**FBの特長**

- 開発工数の削減**  
FFT (高速フーリエ変換) などの処理を行うFBを三菱電機から提供します。お客様は、FBを活用することで簡単にプログラムが作成できます。
- 可読性の向上**  
箱 (FB) とその入力設定・出力設定だけのシンプルなプログラムになるため読みやすいプログラムが作成できます。

### データ解析FBライブラリ、データ解析ライブラリとは

#### ■ データ解析FBライブラリ\*1

FFT、上下限判定、デジタルフィルタなどの振動解析に活用可能なファンクションブロック群のことです。

#### ■ データ解析ライブラリ

FFT、上下限判定、デジタルフィルタなどの振動解析に活用可能なC言語ライブラリ関数群のことです。C言語データ解析ライブラリは、C言語コントローラ・C言語インテリジェント機能ユニットに実行ファイル形式で格納されています。

#### ■ C言語インテリジェント機能ユニットFB/専用命令

C言語インテリジェント機能ユニット用の「ユニットFB」、「専用命令」で、シーケンスプログラムからユニット内のC言語ライブラリ関数\*2を呼び出せます。ユニットFBまたは専用命令を使用することで、C言語プログラミングが不要となり、C言語プログラミング開発環境 (CW Workbench、WindRiver® Workbench) も不要となります。

\*1. 本データ解析FBライブラリをご使用になる際には当社の営業窓口までお問い合わせください。

\*2. データ解析ライブラリの一部関数に対応しています。

## 接続可能な振動センサについて

振動センサは高速アナログ入力ユニットに接続するため、-10~10V、0~20mAを出力する振動センサが接続可能です。



e-F@ctoryアライアンスパートナー製品の紹介



株式会社トーキン

## ■ 耐油・防塵・防水 組込み振動センサ

長年培った圧電素子技術を背景に、産業機械のIoT化に向けて耐環境性(耐油・防塵・防水)を付加した振動センサです。

- 高周波領域/低加速度(微弱な振動)のセンシングが可能  
切削時のびびり制御、軸受劣化検知/予知、モーター等の回転体検査、などへ用途拡大
- リーズナブルな価格で既存センサと置き換え、導入コストを低減  
搭載機種・センシングポイント拡充による測定サンプル数増
- 耐環境性(耐油\*1・防塵・防水)を付加  
工作機械やポンプなど、今まで導入しづらかった過酷な環境への新規導入
- 取り回しを容易にするケーブル着脱式、底面にマウント用ネジ穴(M4)  
オプションで、ケーブルおよびマウント用ネジ穴を利用した簡易設置用マグネットをご用意



\*1. 株式会社トーキン確認済みの油種による

### 組込み振動センサ仕様

項目	VS-JV10A
駆動方式	定電圧駆動
電源電圧 [V]	3.2~5.5
オフセット電圧 [V]	1.5 <sup>*2</sup> (typ.)
電圧感度 [mV/(m/s <sup>2</sup> )]	10 (typ.)
周波数範囲 [Hz]	10~15000
検知加速度 [m/s <sup>2</sup> ]	0.003~100 <sup>*3</sup>
耐衝撃 [m/s <sup>2</sup> ]	10000
動作温度範囲 [°C]	-25~85
耐環境性	IP67相当/耐油
マウント	底面ネジ穴(M4×0.7)
出力端子	M8コネクタ(4pin PLUG)
サイズ [mm]	φ18×11 (コネクタ部除く)

\*2. 加振0[m/s<sup>2</sup>]時の出力電圧。

\*3. 計測値の保証範囲。これを超える場合の動作については個別にご相談ください。

お問い合わせ先：株式会社トーキン (生産・販売)

マグネティック・センサ&アクチュエータ事業本部 販売推進部  
〒101-8362 東京都千代田区西神田三丁目8番1号(千代田ファーストビル東館)

<https://www.tokin.com/contact/inquiry>

(上記ウェブページにて「圧電振動センサ」を選択し、必要事項をご記入ください。)

お問い合わせ先：日本電気株式会社(販売)

NEC 第一製造業ソリューション事業部組込みインテグレーション部  
〒105-8540 東京都港区芝三丁目23-1(セレスティン芝三井ビル)

E-mail: [contact@1stmis.jp.nec.com](mailto:contact@1stmis.jp.nec.com)

# 三菱電機 汎用 シーケンサ 振動解析ソリューション

## FFTの仕様

項目	仕様	備考
FFT点数 [点]	64, 256, 512, 1024, 2048, 4096, 16384, 32768	C言語コントローラおよびC言語インテリジェント機能ユニットの場合、左記設定以外でも16~32768点以内であればFFTが可能。 C言語インテリジェント機能ユニットFB/専用命令の場合、左記設定以外でも16, 32点でFFTが可能。
窓関数	窓関数なし(矩形窓)、ハンニング窓、ハンミン窓、ブラックマン窓	—
出力スペクトル形式	パワー、片振幅、全振幅、実効値	—

## 振動解析の推奨構成

解析ソリューション	構成①： MELSEC iQ-R シーケンサCPU (FB)	構成②： MELSEC iQ-R C言語インテリジェント 機能ユニット (C言語インテリジェント機能 ユニットFB/専用命令)	構成③： MELSEC iQ-R C言語インテリジェント 機能ユニット (データ解析ライブラリ)	構成④： MELSEC iQ-R C言語コントローラ (データ解析ライブラリ)
ライブラリ提供方法	Web提供/個別提供	本体組込み	本体組込み	本体組込み
プログラミング言語	ラダー	ラダー	C言語	C言語
FFT性能(4096点、方形窓、片振幅)*1 [ms]	約100	約4	約4	約4
基本セット構成機器	R08CPU R35B R61P R60ADH4 NZ2MC-4MBS	RD55UP06-V R04CPU R35B R61P R60ADH4 NZ2MC-4MBS	RD55UP06-V R04CPU R35B R61P R60ADH4	R12CCPU-V R35B R61P R60ADH4

\*1. 参考値

## データ解析ライブラリ、データ解析FBライブラリの動作・用途(振動解析によく使用する機能のみ)

機能名称	機能概要	説明
FFT	FFTによるスペクトル(周波数成分の大きさ)の算出を行います	FFTとは高速フーリエ変換(Fast Fourier Transform)の略です。FFTを行うことで、時間軸波形を周波数軸波形に変換します。変換後の周波数軸波形の縦軸の大きさ(振幅)は、周波数ごとの振動の大きさを意味します。
上下限波形判定	指定した波形が判定波形の範囲内であるか判定します	入力波形が基準波形(上限波形と下限波形)の範囲内であるかを判定します。振動解析の場合、どの周波数に変化が現れるかが不明である場合などに、FFT結果全体を監視するために使用します。
エンベロープ	指定した波形の包絡線検波を行います	時間軸波形の包絡線と呼ばれる波形を出力します。ベアリングの傷による振動など、衝撃振動の周期性を調べる場合に使用します。
二乗平均平方根	指定した波形の二乗平均平方根(実効値)を算出します	時間軸波形の各瞬時値の二乗平均値の平方根を出力します。二乗平均平方根は実効値やRMSとも呼ばれ、時間軸波形の振幅の平均的な大きさを表します。衝撃振動の少ない振動波形の評価などに使用します。
デジタルフィルタ	指定した波形にデジタルフィルタ演算を行います	時間軸波形のノイズや不要な周波数成分を除去します。振動センサの周波数範囲外の成分の除去や、エイリアシング(折り返し)を防止するために使用します。
波形加算平均	指定した波形を合成し平均値を算出します	入力波形を合成し各平均値を出力します。複数回のFFT結果の周波数軸波形の加算平均を算出することで、ランダム性のあるノイズを除去したい場合に使用します。
ピーク	指定した波形のピーク値を算出します	入力波形のピーク値を出力します。衝撃振動や変動の小さい振動波形の評価などに使用します。
CF	CF値(波高率)を演算します	CFとはCrest Factorの略で、ピーク値と実効値の比(ピーク値/実効値)で定義され、波高率とも言われます。二乗平均平方根(実効値)やピーク値は回転速度によっても変化しますがCFは変化せず、衝撃振動が発生した場合にはCFが大きくなるため、衝撃振動の有無(例えばベアリングの傷)の検知などに使用します。
OA	OA(オーバーオール)、POA(パーシャルオーバーオール)を演算します	OAはFFT結果の有効成分の各周波数のパワーの総和を表します。POAはある周波数範囲を指定したときの、その周波数範囲内のパワーの総和を表します。OAはFFT結果全体の振幅の大きさを監視する際に使用し、POAは特定の周波数範囲の振幅の大きさを監視する際に使用します。

Wind Riverは、米国ウインドリバー・システムズ社の登録商標です。

三菱電機 FA

検索

www.MitsubishiElectric.co.jp/fa

メンバー  
登録無料!

## インターネットによる情報サービス「三菱電機FAサイト」

三菱電機FAサイトでは、製品や事例などの技術情報に加え、トレーニングスクール情報や各種お問い合わせ窓口をご提供しています。また、メンバー登録いただくマニュアルやCADデータ等のダウンロード、eラーニングなどの各種サービスをご利用いただけます。

## 三菱電機株式会社

〒100-8310 東京都千代田区丸の内2-7-3(東京ビル)

本社機器営業部… (03)5812-1450  
北海道支社 …… (011)212-3794  
東北支社 …… (022)216-4546  
関東支社 …… (048)600-5835  
新潟支社 …… (025)241-7227

神奈川支社 …… (045)224-2624  
北陸支社 …… (076)233-5502  
中部支社 …… (052)565-3314  
豊田支店 …… (0565)34-4112  
関西支社 …… (06)6486-4122

中国支社 …… (082)248-5348  
四国支社 …… (087)825-0055  
九州支社 …… (092)721-2247

### 商標、登録商標について

本文中における会社名、商品名は、各社の商標または登録商標です。

### 安全に関するご注意

本資料に記載された製品を正しくお使いいただくためご使用前に必ず「マニュアル」をお読みください。