

ホワイトペーパー

スコープコーダ DL850E / DL850EV

演算機能の解説と活用事例



はじめに

各種センサーからの出力波形は、そのままでは検出量が把握しにくく、加工することで重要な情報を取り出すことができる場合が多々あります。

その一方で、波形データの演算・加工のためには、一般に波形データを測定器からPCへ転送し、PC上で処理をする必要があり、作業効率を低下させる要因になってしまいます。

スコープコーダ DL850E/DL850EVでは、オプション機能を搭載することにより、内部で様々な演算を実行し、着目したい検出量に変換して画面上で波形や数値として表示することができます。

タイムラグなしに計測現場でデータを確認でき、各種の気づきを得ることができるため、素早く次のアクションをとることが可能となります。

本書では、DL850E/DL850EVの各種演算機能と、それらを活用した測定業務効率化の事例を紹介いたします。

ユーザー定義演算 (/G2オプション)

- 高度な波形演算や波形の周期などのパラメータ演算、FFT演算を行います。FFT解析に必須のオプションです。
- 複数の演算子を組み合わせた高度な演算を、測定終了後に実施します。
- リニアスペクトラム、パワースペクトラム、パワースペクトラム密度、クロススペクトラム、伝達関数、コヒーレンス関数の各種FFT演算が可能です。

リアルタイム演算 (/G3オプション)

演算専用DSPにより、波形を捕捉しながら入力波形に対する演算をリアルタイムに行い波形表示します。

- デジタルフィルタの設定が可能です。
- 係数付四則演算、微積分や高次式、電気角、レゾルバなど37種類の演算ができます。
- 演算結果波形でトリガをかけることが可能です。

電力演算 (/G5オプション)

電力パラメータをリアルタイムに演算し、計測データと一緒にトレンド表示可能です。本オプションにはリアルタイム演算(/G3オプション)の機能が含まれます。

- 測定する電圧、電流信号と、それを使って演算した有効電力、力率、積算電力、高調波など電力パラメータのトレンド波形を同時にリアルタイム表示します。
- 高調波各次数ごとの解析結果を、トレンド波形で表示。カーソルで任意に指定したポイントの解析結果を、リスト、バーグラフ、ベクトル各表示で確認可能です。

機能比較

	標準	/G2 ユーザー定義演算	/G5 電力演算	
			/G3 リアルタイム演算	
ユーザー定義演算	—	○	—	—
リアルタイム演算	—	—	○	○
電力演算	—	—	—	○*3 電力解析： 最大三相2系統を 同時演算 各相電圧・電流実 効値・単純平均・交 流成分、有効電力、 皮相電力、無効電 力、力率、電流位 相差 など 高調波解析： 実効値解析モード 電力解析モード
デジタルフィルタ	—	—	○	
FFTチャンネル数	1	2	—	
FFTウィンドウ	Rect, Hanning, Flat Top, Hamming	Rect, Hanning, Flat Top, Hamming, Exponential	—	
FFTアベレージ	—	○	—	
演算波形数	最大8		最大16	
波形演算子	四則演算、2値化、 位相シフト、パワー スペクトラム	四則演算、2値化、 位相シフト、絶対値、 平方根、対数、指数 、反転、Sin、Cos、 Tan、Atan、位相、 微分、積分、PWM、 デューティ比、フィルタ、 移動平均、FFT*1等	四則演算、係数付き四則演算、微分、積分、 角度、DA変換、四次多項式、実効値、有効 電力値、無効電力値、電力積算値、対数、 平方根、Sin、Cos、Atan、電気角、多項加 減算、周波数、周期、エッジカウント、レゾルバ、 IIRフィルタ、PWM、ノッキングフィルタ*2、 CAN ID*2、トルク、エンコーダ角度差	
演算処理方法	波形を取込んだ後に演算		波形を取り込みながら演算	
制約等	ローモード表示中は演算できない レコード長の制約あり（最大1Mpts） 演算結果でトリガ不可 元チャンネル波形の同時表示可能		ローモード表示中で演算・表示可能 レコード長の制約無し 演算結果でトリガ可能 元チャンネル波形の同時表示不可	
価格（税抜）	—	¥100,000	¥150,000	¥240,000

*1 リニアスペクトラム、パワースペクトラム、パワースペクトラム密度、クロススペクトラム、伝達関数、コヒーレンス関数

*2 DL850EVのみ

*3 詳細はカタログ等の仕様を参照ください

ユーザー定義演算 (/G2オプション)

簡単操作のユーザーインターフェース

ユーザー定義演算は、演算対象波形を選択し、演算子、関数を組み合わせて演算式を定義します。演算式設定画面で、ボタンで入力していく簡単な操作です。後からの演算式の変更も容易です。



演算式設定画面

波形演算に加え、パルス幅やデューティ比を演算できるので、カーソル操作で読み取る事が不要となり、大変便利です。

FFT解析機能

FFT機能とMATH演算によるFFTの2種類があります。カーソル機能や表示機能などでそれぞれ長所・短所があり、ニーズにあわせて使い分けてください。

例えば、8CHまでの入力信号の周波数ドメインでの重ね描きによる特性比較はMATH演算で、2CHまでのFFT波形のLog表示やズームを使ったカーソル測定はFFT機能で行うことで、効率的な解析が可能です。

事例：パルス信号の評価

Period(周期)トリガ、Pulse Width(パルス幅)トリガを使い、パルス周期の幅が広がる箇所を検出し、周期など各パラメータを演算、表示できます。

- パラメータ演算によりカーソル操作が不要になり、時短になる上、操作による読み取り誤差を無くすことができます。
- 演算結果に対するサイクル統計演算が可能です。

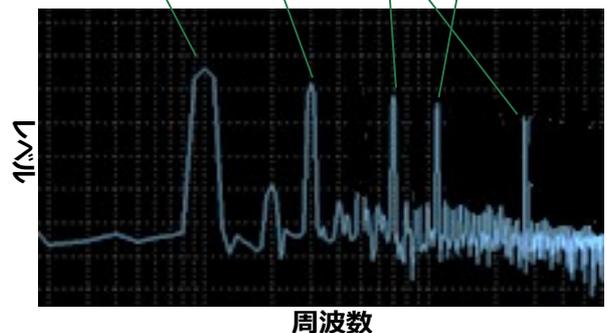
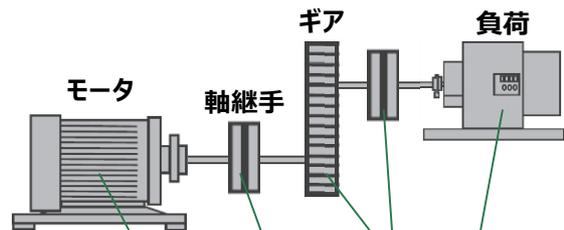


下段はズーム波形。緑線の演算結果でパルスの立ち上がりから立ち上がりまでの幅を表示している。

事例：FFTによる振動の要因解析

FFTを使い周波数ドメインでモーターや軸受の振動を測定し、回転数や構成部品の固有振動数を加味し、不要な振動の原因を突き止めることが可能です。

- 同時に2つのFFT解析ウィンドウを表示できます。MATH機能では8つのFFT演算が可能です。
- モジュールを組み合わせることで、電圧・電流、トルクなども同時に測定が可能です。



リアルタイム演算（/G3オプション）

リアルタイム演算（/G3）は、入力された生波形に対してDL850E/DL850EVの内部でリアルタイムに高速波形演算を行い、波形表示する機能です。

- ロールモード表示中でも演算結果を観測可能です。
- レコード長の制約がなく、入力チャンネルと同じレコード長が設定可能です。
- トリガ回路の前段で演算処理をするので、演算結果をトリガソースとして使用可能です。

デジタルフィルタ/ディレイ機能とリアルタイム演算機能があり、2つを同時に利用できます。

デジタルフィルタ/ディレイ機能

- チャンネルごとに設定します。最大16チャンネルの同時フィルタリングが可能です。
- Gauss、Sharp、IIR、Mean(移動平均)、IIR-LowPass から選択できます。
- フィルタリングした結果の波形をトリガソースに設定して、トリガをかけることができます。

リアルタイム演算機能（38種）

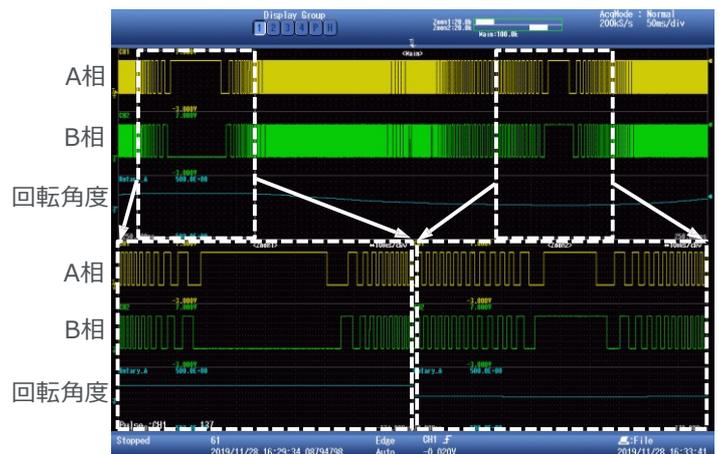
測定場面で必要となる関数を多数搭載。ユーザーがゼロから式を組む必要はありません。

- 基本演算：四則演算、微分、積分、四次多項式、多項加減算、対数、平方根、実効値、IIRフィルタ
- パルス演算：周波数、周期、エッジカウント
- モーター制御：角度/Sin/Cos（エンコーダ）、Atan、角度（レゾルバ）、電気角、角度差、トルク、PWM復調
- 電力：有効電力、無効電力、電力積算値
- その他：DA変換、ノッキングフィルタ、CAN ID

事例：エンコーダの評価

インクリメンタルエンコーダのA相/B相/Z相パルス出力から回転角度を演算し、エンコーダの正転→逆転、逆転→正転の状況を表示できます。これにより、応答遅延など把握可能です。

- エンコーダの速度を演算、表示可能です。
- Z相信号によるリセット状況の解析も可能です。
- Sin波、Cos波の出力のエンコーダの場合、2値化することでパルス信号に変換、同様の演算処理が可能です。
- メジャー機能を使い、測定結果の各種パラメータの自動算出が可能です。
- 統計演算機能を使い、各種統計処理が可能です。統計演算結果は、CSV書式でファイルに出力できます。



下段はズーム波形。左側が正転→逆転、右側が逆転→正転の状況を表示。

サポートするエンコーダの種類

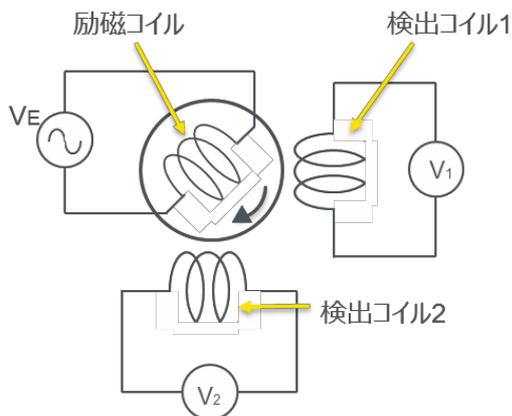
- インクリメンタルABZ
- インクリメンタルAZ
- アブソリュート8bit*
- アブソリュート16bit*
- グレーコード*

* □ジックモジュールが必要

事例：レゾルバ演算

ステアリングやモーターなどの正確な角度位置検出のためのセンサーとして、レゾルバが使用されます。

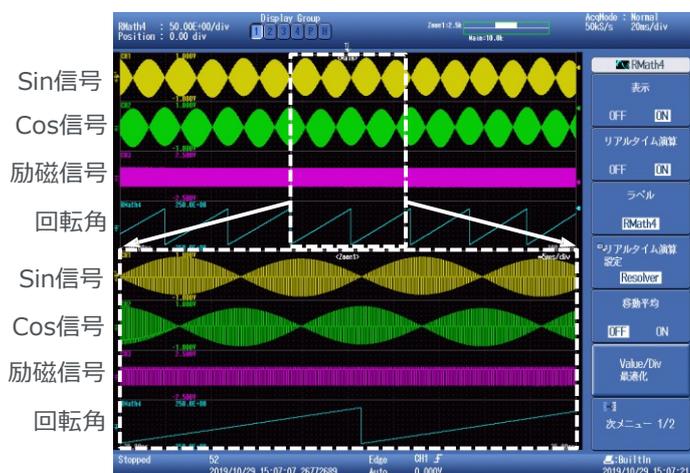
レゾルバは回転子の角度を検出する装置で、回転子に対して90度ずれた位置に2つのコイルがあります。



レゾルバの原理

レゾルバ関数を使って、レゾルバからのSin信号(V_1)とCos信号(V_2)、励磁信号(V_E)から回転角を演算、表示します。これにより、回転機器の停止時のバックラッシュなどによる逆回転を検出可能です。

- 10MHzの高速演算周期
- 三相レゾルバに対しても同様の演算が可能です。
- センサーや制御信号などの電圧・電流やロジック信号、CAN/CAN FDやLIN、SENTシリアルバス通信データも同時に測定可能です。



下段はズーム波形。入力信号のSin, Cos, 励磁信号と演算結果の回転角を同時表示。

事例：モーターの振動解析による予防保全

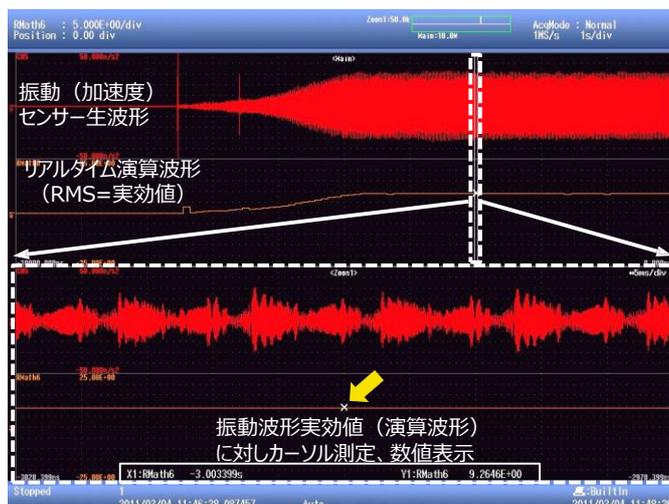
モーターは、その振動を測定し解析することによって劣化や故障等の兆候を知ることができます。一方、モーターの振動には様々な周波数が複雑に重畳するため、生波形だけでは判断が難しいのが実情です。

振動波形の各周期ごとの波形の実効値 (RMS) をリアルタイムに演算することにより振動エネルギー波形に変換し、その結果に対してトリガをかけたり、波形を観測することが可能になります。

- 測定信号、演算結果に対し、メジャー機能を使って、各種パラメータの自動抽出が可能です。
- FFT演算・表示が可能です。



モーターに加速度センサーを取り付け、DL850Eで振動を測定。

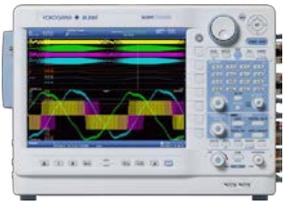


下段はズーム波形。生波形と演算波形を一緒にズーム可能。

電力演算（/G5オプション）

モーターやデバイスなどの電力を測定するには、高精度測定が可能な専用の電力計やオシロスコープの演算機能を利用する場合もあり、それぞれ長所・短所があります。

DL850E/DL850EVの電力演算（/G5）は、温度や振動などと一緒に、総合的な電力測定する場合に最適です。

	スコープコーダ	電力計	オシロスコープ
代表モデル (オプション)	DL850E /G5 電力演算 	WT5000 	DLM5000 /G03 電源解析 
電力測定機能	最大三相2系統を同時演算 結線方式：1P2W, 1P3W, 3P3W, 3P3W(3V3A), 3P4W	最大三相3系統を同時演算 結線方式：1P2W, 1P3W, 3P3W, 3P3W(3V3A), 3P4W	最大4系統の電圧、電流波形に対し電力パラメータの自動測定。 統計処理や演算可能
その他の機能	高調波解析	同時高調波解析 IEC高調波フリッカ測定 モーター評価機能 DA出力	電源解析機能：スイッチング損失、安全動作領域、高調波解析、ジュール積分 オートデスクュー機能
CH数	最大16 (100MS/s)* 最大32 (1MS/s)*	最大7 (電圧と電流ペア)	8 (4chモデルあり) ※DLM3000は2/4ch
同期運転台数	最大4	最大4	最大2
電圧・電流波形観測	○	/DS (2MS/s)	○
サンプリング	最大100MS/s*	10MS/s	2.5GS/s
ADC分解能	最高16Bit*	18bit	8bit 12bit(高分解能モード)
最大入力電圧	1000V(DC+ACpk)	1000V, 1.5kVdc	300Vrms/400Vpk
利用シーン	大きな電力変動の評価 温度や振動、車載バスデータなどの統合計測	高精度電力測定	高速サンプリングでの波形観測とあわせた、おおまかな特性の評価

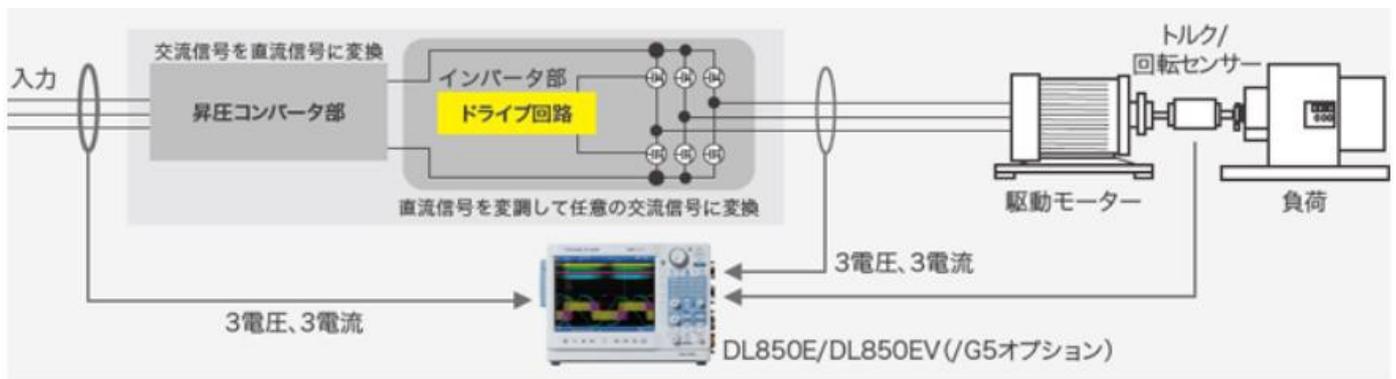
* 使用するモジュールによる

事例：モーター・インバータの電力演算

6入力（3-電圧 & 3-電流）の波形を2系統測定し、元波形と同時にリアルタイムでの電力パラメータのトレンド表示が可能です。このため過渡状態での電力項目の評価に有効です。

- エンコーダ/レゾルバの出力から回転角を演算できます。
- サイクル毎に有効電力/皮相電力/無効電力/力率/位相角/周波数などの演算できます。

- 1系統時126項目、2系統時各54項目の電力パラメータをリアルタイムに演算可能です。
- 演算結果は入力信号と同様に波形表示が可能、トリガソースとしても使用できます。
- モジュールを追加すると、振動（加速度）や温度、回転数、トルクも同時測定可能です。



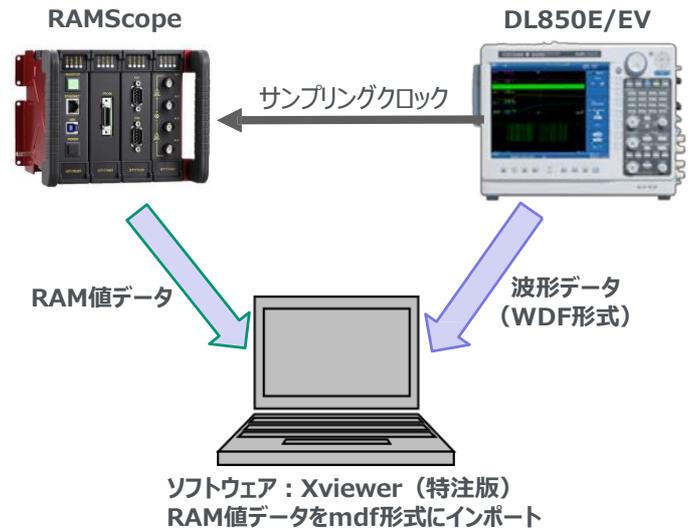
例では、ロータリーエンコーダ演算でエンコーダのパルス数/rot=1とすることで、正転/逆転（CW/CCW）を表示しています。

事例：RAM値と電力の同期計測

DTSインサイト社製 RAMScopeは、制御MPUの制御/計測データ（内蔵RAM値）をリアルタイムに抽出してモニタするデバッグツールです。

RAMScopeとDL850E/DL850EVを同期させ、MPUの制御パラメータと制御された結果である出力波形を確認し、制御の妥当性の検証が行えます。

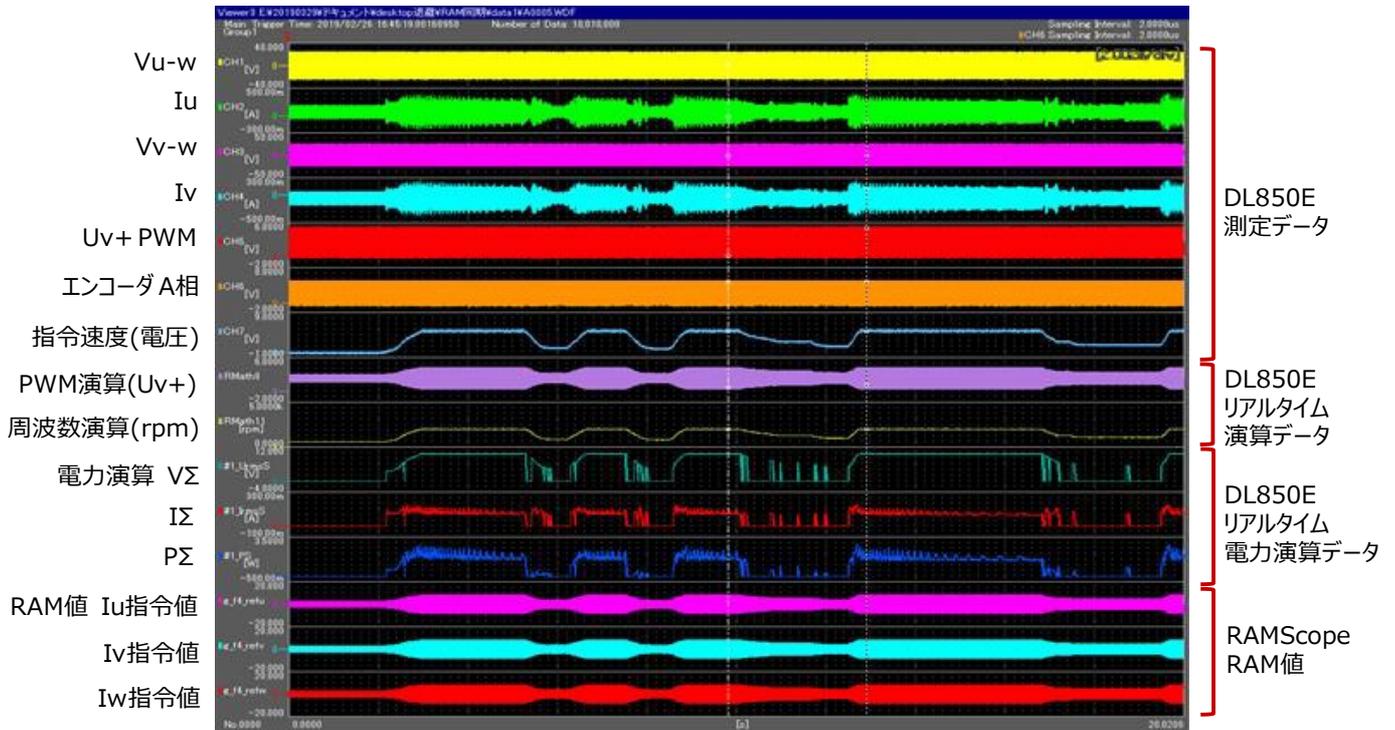
注) MDF形式ファイルのXviewerへの読み込みは特注仕様です。担当営業へご相談ください。



Xviewer上での同時表示、解析

XviewerでDL850E/DL850EVの波形データとRAMScope RAM値データの同時表示や解析、演算が可能です。

- ズームやカーソル測定により、波形データとRAM値とのタイミング測定
- RAM値データに対してFFT・Duty等の演算(オプション)



DL850E リアルタイム演算・電力演算 + RAM値同時表示例

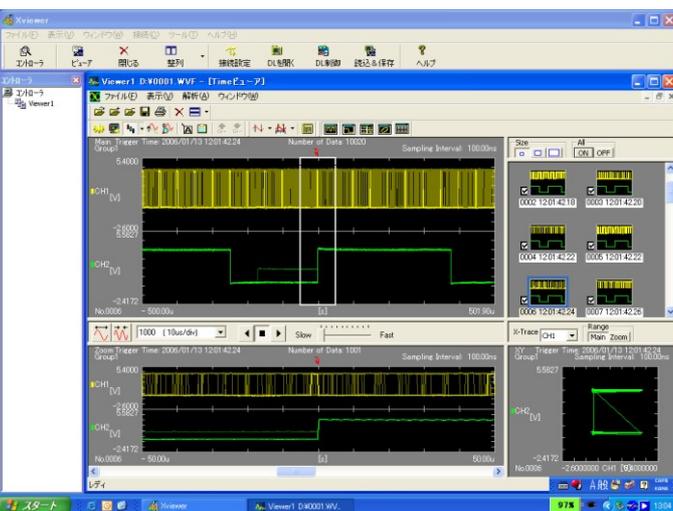
波形表示・変換、制御ソフトウェア Xviewer

Xviewerは、測定データをPC上で波形表示および解析、データフォーマット変換が可能なソフトウェアです。PCから測定器のリモートコントロールも可能です。

有償版Xviewerの他に、機能を限定したフリーソフトウェアXviewerLITEもご用意しています。

波形ビューア機能

- 波形全体と拡大波形を同時表示します。縦横両方に波形を拡大できます。
- 計測器と同様に、カーソル操作、波形パラメータの自動測定、履歴統計・サイクル統計が可能です。波形パラメータは、CSV形式で保存できます。
- ヒストリ表示で選択したヒストリ波形をメイン画面で拡大表示したり、複数波形を重ねて表示でき、異常個所の抽出に便利です。
- X-Y表示では、Y軸に複数波形を割り当てることができます。
- 波形画面に注釈を挿入できます。



波形ビューア画面の例

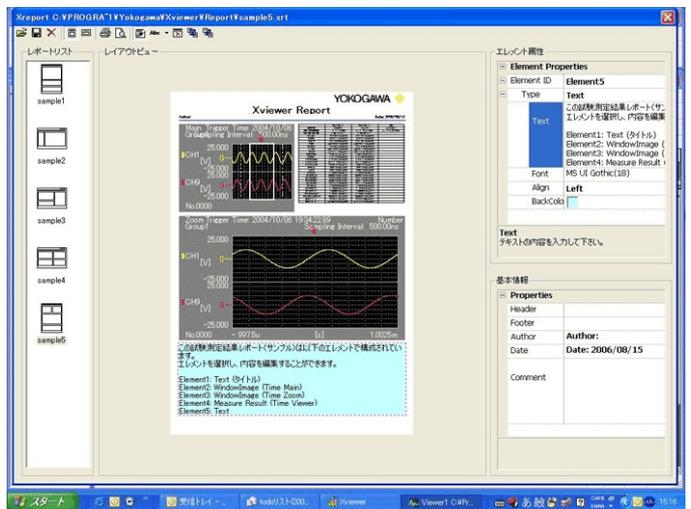
左上：メイン画面 右上：ヒストリ表示
左下：ズーム画面 右下：X-Y表示

波形演算機能

- 最大10個の波形演算が可能です。
- 演算関数は、加減乗除算の他、三角関数、微分/積分、パルス幅演算、FFT、伝達関数、デジタルフィルタ等を装備。

フォーマット変換・レポート作成

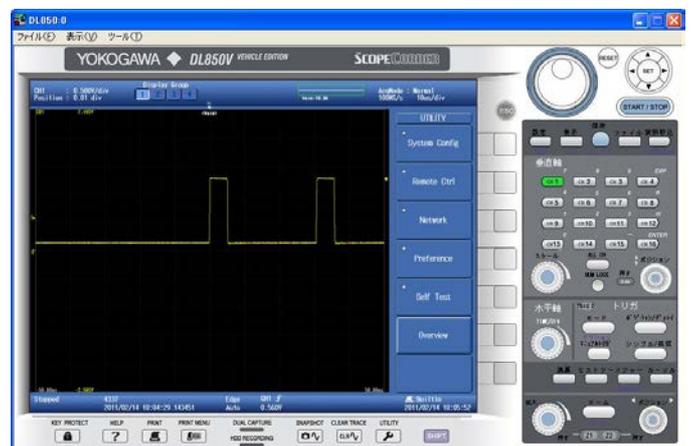
- データをCSVやXLSなどの書式に変換できます。
- 測定データや解析結果を入れた、自社ロゴ入りオリジナル書式でのレポート作成が可能です。



レポート作成画面の例

リモートコントロール機能

- 計測器のフロントパネルのイメージがPCに表示され、本体のキー操作と同様に、マウス操作で計測器をコントロール、測定結果を確認できます。

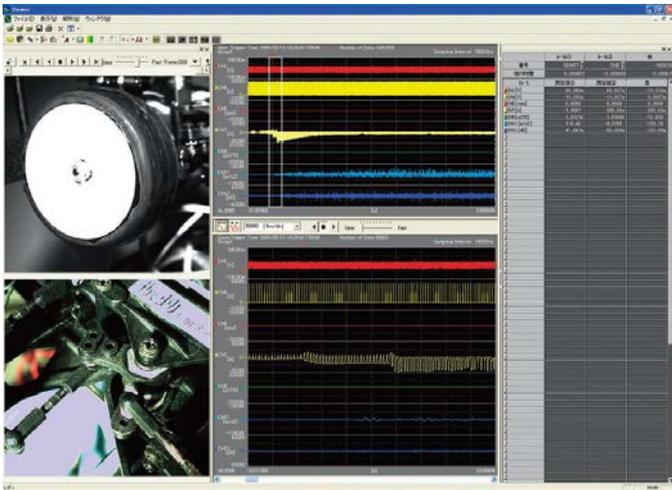


DL850EV フロントパネルイメージ

映像・波形の同時表示ソフトウェア XviewerEYE

XviewerEYEは、フoton社製高速度カメラの映像データと測定データをリンクして、再生・逆再生・コマ送り・早送りができ、測定データのカーソル位置に同期した映像が表示できます。

- 再生、逆再生、コマ送り等もビデオアイコンで簡単に操作できます。早送り再生もフレーム間隔数やfpsを設定して再生速度調整ができます。
- 選択したパラメータの自動測定を行い、測定結果一覧を表示します。選択できるパラメータはトータル28種類あります。
- 垂直/水平/水平・垂直/X-Yの4種類カーソルを表示して、カーソルと波形の交点の測定値を表示します。それぞれ2本のカーソルを表示して、その差分も計算・表示します。
- 表示した波形ウィンドウ中に自由に注釈を表示できます。



XviewerEYE 表示画面の例

解析ソフトウェアとの連携

市販の解析ソフトウェアのMATLABやDIAdem、Oscope2、Flexpro、FAMOS、DADiSPに、DL850E/DL850EVの測定データを直接読み込み、高度な解析や報告書作成が可能です。

豊富なモジュール

DL850E/DL850EV本体に8枚のプラグインモジュールを実装できます。お客様の測定ニーズに合わせ、モジュールを選択してください。

- 電圧 & 電流測定（プローブ使用）
- ロジック信号測定（ロータリエンコーダのアップダウンカウント機能*）
 - * /G3オプションまたは/G5オプションが必要
- 温度測定、加速度測定（振動測定）、ひずみ測定（圧力、荷重測定）、周波数測定（回転数、パルス測定）、トルク測定
- CAN/CAN FD/LIN/SENTシリアル通信データのトレンド計測（DL850EV）



本文中に使われている会社名および商品名称は各社の登録商標または商標です。

YOKOGAWA ◆
横河計測株式会社

本 社 〒180-8750 東京都武蔵野市中町2-9-32
TEL:0422-52-5544 FAX:0422-52-6462
ホームページ <https://www.yokogawa.com/jp-yimi/>

製品の取り扱い、仕様、機種選定、応用上の問題などについては、
カスタマサポートセンター ☎0120-137-046 までお問い合わせください。
E-mail : tmi-cs@csv.yokogawa.co.jp
受付時間：祝祭日を除く、月～金曜日/9:00～12:00、13:00～17:00

お問い合わせは

YMI-KS-MI-M06