

A background image showing several wind turbines silhouetted against a sunset sky. The sun is a bright, glowing orb in the center, and the sky transitions from a dark purple at the top to a lighter orange near the horizon. The turbines are scattered across the landscape, with some in the foreground and others in the distance.

風力発電における新たなソリューション

ブルーフテクノニク社
設備保全システムのご紹介

FLUKE

Reliability

db PRÜFTECHNIK

はじめに

弊社は世界中で高い評価を得ている、 メンテナンス機器の専門メーカーです。

【プルーフテック社（以下、弊社）の強みおよび特長】

1. 弊社は振動測定・解析機器、レーザーアライメント機器及びオイル監視機器の**専門メーカー**です。設備保全の分野で最先端の製品を取り扱っております。
2. 振動測定解析機器、レーザーアライメント機器、オイル監視機器の全てを1社で製造しているメーカーは**世界中で弊社のみ**です。
3. また、弊社は**レーザーアライメントシステムを世界で初めて開発**した先駆者であり、様々な優位性と先進技術、特許を持っています。
4. 弊社日本法人はドイツ本社の100%子会社であり、**メーカーとして直接お客様にアフターサポートを提供**する事が出来ます。

目次

【第一章】風車における振動測定と解析

1. 風車における振動管理の実情と弊社の歩み
2. 風車振動管理規格「VDI 3834」と「ISO 10816-21」
3. 弊社の振動測定・解析技術
4. 様々なソリューション
5. 導入実績(風車向け)

【第二章】オイル監視について

1. オイル監視の有効性
2. WEARSCANNER[®]について
3. 導入実績(風車向け)

【第三章】風車とレーザーアライメント機器

1. 製品ラインナップ
2. 導入実績(風車向け)
3. 弊社製品の特長

【第一章】

風車における振動測定と解析

1. 風車における振動管理の実情と弊社の歩み

風車の振動管理は非常に高度な技術を要します。

- 風速、風向、天候、etc…外部環境の変化予測が難しい風車は、振動管理の中でも非常に高度なノウハウを要する分野の一つです。
- この為、適切な手法と経験を用いて、信頼性のあるデータを測定・解析する事が非常に重要となります。
- 当社は風力業界の振動管理の分野において15年以上の経験を持っており、同分野における技術革新に尽力して参りました。



2. 風車振動管理規格「VDI 3834」と「ISO 10816-21」

VDIとは・・・

- VDIはドイツに拠点を置き、様々な分野の技術者及び識者を集めた凡そ15万人からなる規格策定団体です。
- これら規格の中にVDI 3834という風車振動管理値に言及したものがあり、**弊社は同規格の策定メンバー**です。
- また、同規格は風車振動管理値について初めて言及した規格でもあります。



VDI

(右図) VDI 3834
メインベアリング、増速機、発電機、タワー振動それぞれの振動管理値に言及しています。



2. 風車振動管理規格「VDI 3834」と「ISO 10816-21」

VDIからISOへ

- VDI 3834はその信頼性が認められ、それら殆どの内容が引き渡される形で、2015年にISO規格(ISO 10816-21)に認定されました。
- 同規格では、ギアボックス搭載型風車における水平方向の振動管理値が言及されており、現在、ギアレス型風車の水平方向の振動管理値規格(ISO 10816-22)を策定中です。
- 国際規格であるISOで定められた風車振動管理値には、**弊社の長年の経験と実績**が生かされています。



3. 弊社の振動測定・解析技術

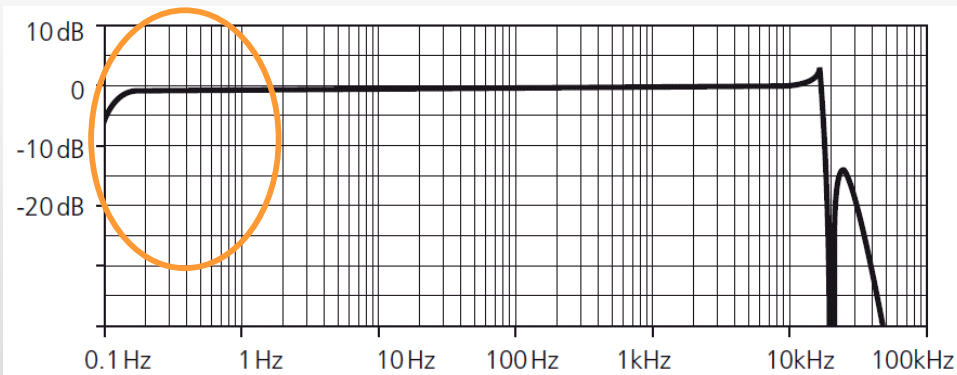
詳細解析がカギです。

- 故障が起きた時の損害が大きい風車の振動管理においては、詳細解析が非常に重要なウェイトを占めます。
- 風車振動の詳細解析が難しい理由として、**ローターが非常に低速で回転する点と、増速機の構造が複雑**である点が挙げられます。
- 弊社には上記2点の問題を解決する、確かなソリューションがあります。

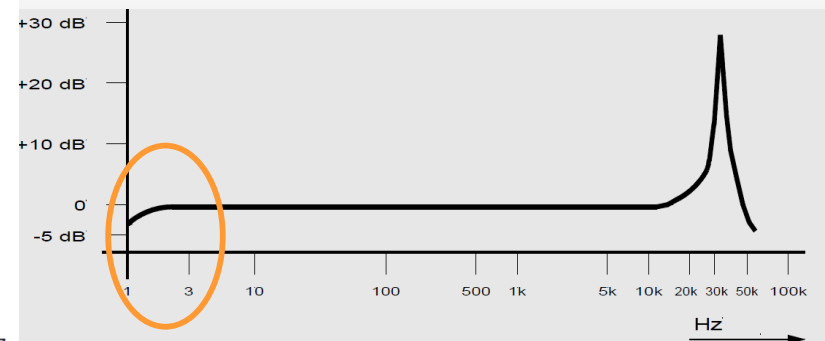
3. 弊社の振動測定・解析技術

弊社製低速用加速度センサー

- リニア出力により、超低周波(0.1Hz)からの振動検出が可能に。
- 一般的な非リニア出力加速度センサーの場合、特に低周波の振動が正しく検出されない傾向にあります(実際よりも低い値として現れます)。



【弊社製低速対応加速度センサー(VIB 6.195)】



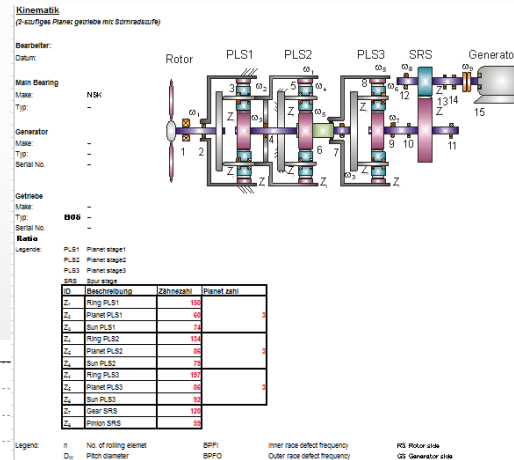
【従来の加速度センサー】

3. 弊社の振動測定・解析技術

ギア異常振動周波数計算のノウハウ

- ベアリングはもちろんの事、弊社には長年の経験により編み出されたギア異常振動周波数算出の為の確かなノウハウがあります。

(右図)ギア歯数等の情報から、独自の計算式を用いて3段遊星ギアそれぞれ(太陽ギア、ピニオン、リングギア等)の異常振動周波数を算出。

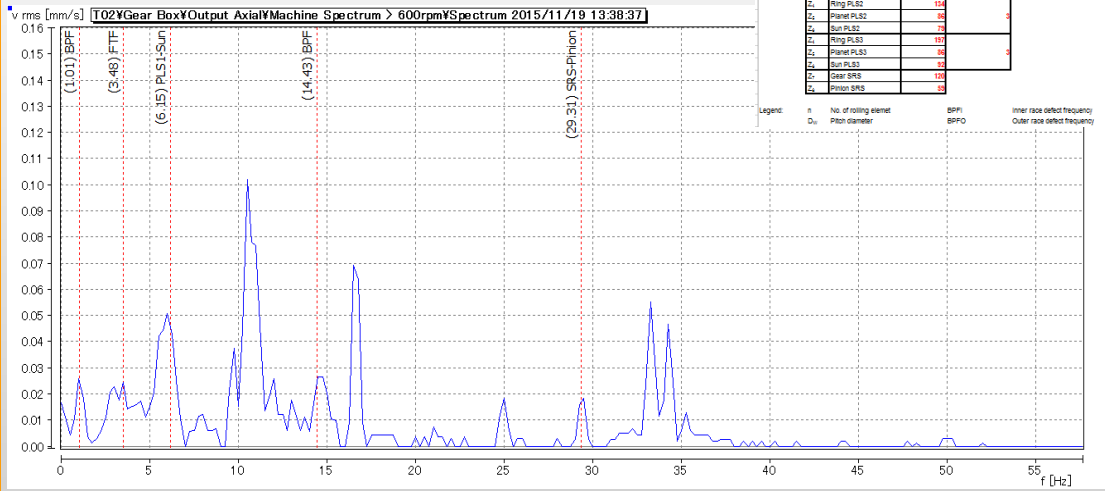


D	Beschreibung	Q (1/min)	Q (1/s)	Q (1/s)	2Q (Hz)	2Q (1/s)	3Q (Hz)	3Q (1/s)	4Q (Hz)	4Q (1/s)	5Q (Hz)	5Q (1/s)
1	Planet Carrier PLS1	36	0,6	0,0074	1,8	0,07	2,8	0,11	3,7	0,15	4,7	0,19
2	Planet PLS1	400	6,7	0,1029	13,6	0,55	21,2	0,85	33,9	1,32	51,8	2,03
3	Sun PLS1	170	2,8	0,11254	2,8	0,25	6,8	0,24	11,6	0,45	14,2	0,53
4	Planet PLS2	272	4,5	0,10211	9,1	0,39	13,7	0,55	18,2	0,73	22,6	0,91
5	Sun PLS2	48	0,8	-0,00548	-1,2	-0,12	-4,0	-0,18	-6,0	-0,25	-7,8	-0,32
6	Planet PLS3	400	6,7	-0,00908	-21,5	-0,10	-41,2	-0,18	-82,0	-0,39	-162,7	-0,76
7	Intermediate shaft SRS	170	2,8	0,04767	24,8	0,98	35,9	1,30	48,2	1,77	64,3	2,38
8	Output shaft SRS	1000	16,7	1,00000	30,0	1,20	75,0	3,00	100,0	4,00	125,0	5,00
9	Drive shaft	1000	16,7	1,00000	30,0	1,20	75,0	3,00	100,0	4,00	125,0	5,00

Überstrichzahl: 36/272

Zahnzahlwert	Q (1/min)	Q (1/s)	2Q (Hz)	2Q (1/s)	3Q (Hz)	3Q (1/s)	4Q (Hz)	4Q (1/s)	5Q (Hz)	5Q (1/s)
PLS1	180,0	3,0	6,0	0,20	18,0	0,60	24,0	0,80	30,0	1,00
PLS2	180,0	3,0	6,0	0,20	18,0	0,60	24,0	0,80	30,0	1,00
PLS3	180,0	3,0	6,0	0,20	18,0	0,60	24,0	0,80	30,0	1,00
SRS	1000,0	16,7	33,3	1,20	50,0	1,70	75,0	2,70	100,0	3,50

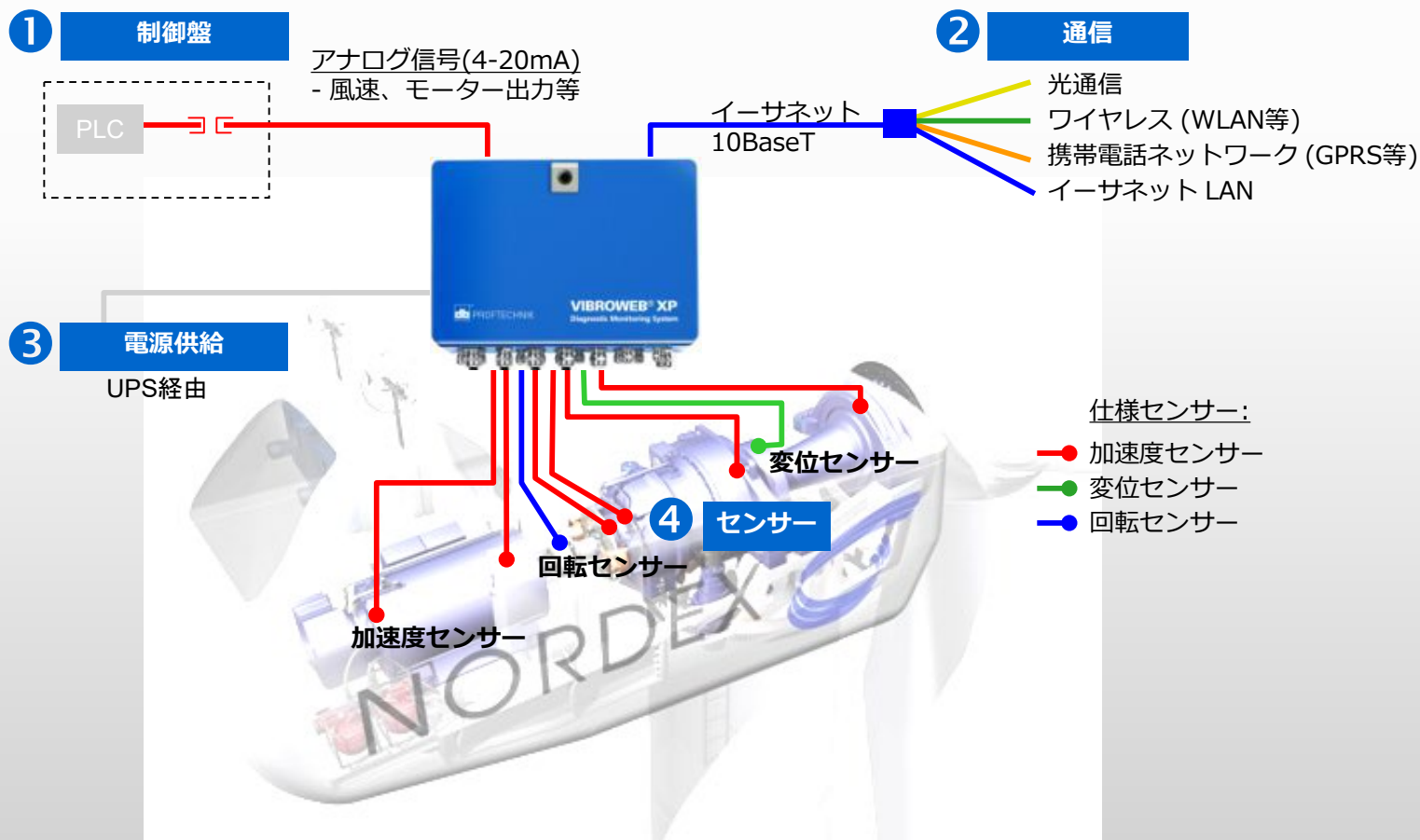
Überstrichfrequenz	Q (Hz)	Q (1/s)	2Q (Hz)	2Q (1/s)	3Q (Hz)	3Q (1/s)	4Q (Hz)	4Q (1/s)	5Q (Hz)	5Q (1/s)
Ring PLS1	2,3	0,11254	4,6	0,22508	6,9	0,33762	9,2	0,45516	11,5	0,57270
Planet PLS1	5,6	0,27750	11,2	0,46500	16,8	0,69750	22,4	0,93000	28,0	1,16250
Sun PLS1	3,7	0,22729	7,4	0,45458	11,1	0,68187	14,8	0,90916	18,5	1,14225
Ring PLS2	2,3	0,11254	4,6	0,22508	6,9	0,33762	9,2	0,45516	11,5	0,57270
Planet PLS2	3,1	0,15648	6,2	0,31296	9,3	0,46944	12,4	0,62592	15,5	0,78140
Sun PLS2	4,8	0,19679	9,6	0,39358	14,4	0,59037	19,2	0,78716	24,0	0,98400
Ring PLS3	4,5	0,22729	9,0	0,45458	13,5	0,68187	18,0	0,90916	22,5	1,14225
Planet PLS3	27,2	0,45516	54,4	0,91032	81,6	1,36548	108,8	1,62064	136,0	1,95440
Sun PLS3	28,4	0,46944	56,8	0,93888	85,2	1,27032	113,6	1,48040	141,9	1,66125
Wheel SRS	12,2	0,49767	24,4	0,99534	36,6	1,49301	48,8	1,98402	61,0	2,47005
Pinion SRS	33,3	0,55500	66,6	1,11000	99,9	1,66500	133,2	1,77000	166,5	2,22000



(左図)上記の異常振動周波数を用いて、専用ソフトウェアにて解析。

4. 様々なソリューション

オンラインCMS(常時状態監視システム)の場合



4. 様々なソリューション

VIBGUARD® (ビブガード)



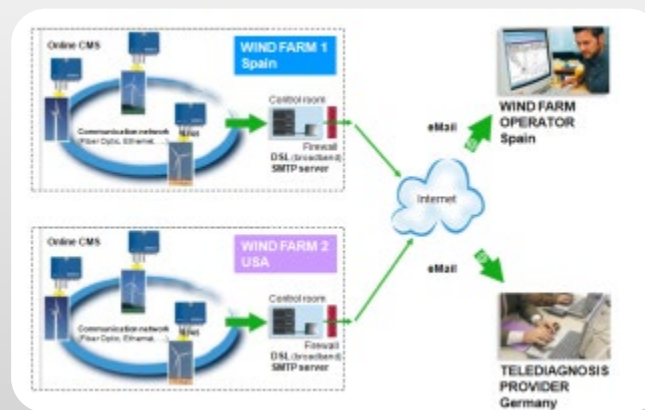
- 最大20の測定点で同時測定が可能。
- 全体振動を1秒に1回記録し、切れ目の無い測定を実現。
- 振動の変化を認識し、必要に応じて別の測定を自動で開始。
- プロセスパラメーターを同時に取り込む事で、**風速と振動変化の関係が一目瞭然**に。
- CLD(電流式)センサーを使用する事で、信号の減衰性が低く、より正確なデータ取得が可能に。

他にも多彩な機能を搭載しております。

4. 様々なソリューション

風車におけるオンラインCMSの豊富な実績

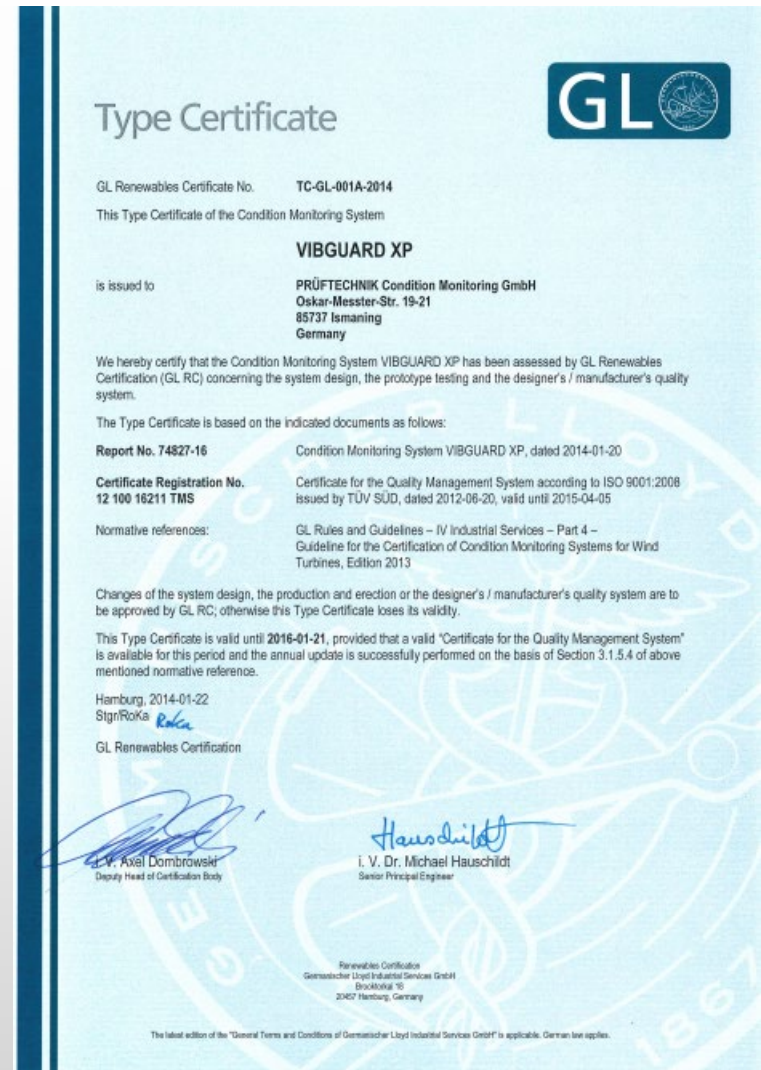
- ご要望に応じて、多様なシステムを準備しております。
(VIBGUARD[®]、 VIBROWEB[®] XP、 他)
- 現在、**世界中で3,000**以上の弊社製オンラインCMSが稼働中です。
- 弊社ドイツ本社では、**ロイド認証**を受けた遠隔モニタリングセンタを完備しております(800台以上の風車をモニタリング中)。



4. 様々なソリューション

ロイド認証

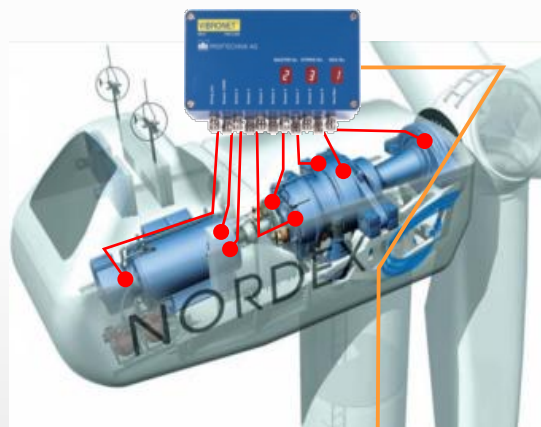
- DNV GL(通称: ロイド)とは、ノルウェーのオスロに本部を置く、主にエネルギー分野の認証、船級付与などを行う世界でも有数の認証機関です。
- 弊社はオンラインCMS及び、モニタリングセンターに対して、ロイド認証を取得しております。



4. 様々なソリューション

オフラインCMS(ポータブルタイプ)の場合

Multiplexer[®] (中継器)



- 中継器(マルチプレクサー)を設置する事で**地上での振動測定が可能**となる為、風車を止める必要がありません。
- たった**1クリックの操作**で、全ての測定点において測定を自動で開始。
- 全測定時間は、風車1台当たり**約20分**。その間、操作の必要はありません。
- CLD(電流式)センサーを使用する事で、**長距離でも正確なデータ**取得が可能に。

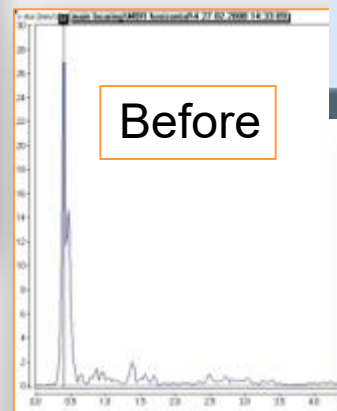
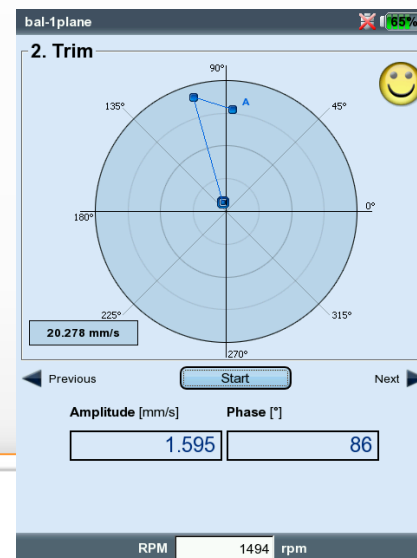
VIBXPert II[®] (オフライン振動計)



4. 様々なソリューション

フィールドバランス調整

- オフライン振動計VIBXPERT II[®]を用いる事で、バランス測定・調整が出来ます。
- 弊社は風車フィールドバランスのエキスパートです。



5. 導入実績(風車向け)

世界中で弊社製のCMSが活躍しています。

【オンライン】

- N社 . . . VIBROWEB®XP(2,000台以上)、遠隔モニタリングサービス(800台以上)
- G社 . . . VIBROWEB®XP(250台以上)
- S社 . . . VIBROWEB®XP(多数)
- E社 . . . VIBROWEB®XP(200台以上)
- V社 . . . VIBROWEB®XP(3台)

- 他、多数

5. 導入実績(風車向け)

【オフライン】

- G社・・・風車測定サービス用途でVIBXPERT II®を保有。
- F社・・・ VIBXPERT II®を保有。
- E社(国内)・・・風車振動測定用途でVIBXPERT II®を保有。また、国内の風車19台にMultiplexer®(中継器)を導入。
- E社(国内)・・・風車振動測定及びブレードバランス用途でVIBXPERT II®を保有。

- 他、多数

【第二章】 オイル監視について

1. オイル監視の有効性

早期かつ表面的異常の検知にはオイル監視が有効です。

- 早期の摩耗、ピッチング等の異常検知にはオイル監視が有効とされています(British Institute of Non-Destructive Testing[※]の見解)。
- 上記の異常がより進行してくると、振動解析も有効な手段となり得ます。
- つまり、異常の進行度合い、検出対象とする異常に応じて、オイル監視、振動監視、またはそれら2つの併用と、推奨される手法が異なります。

※・・・British Institute of Non-Destructive Testingとは、1976年に発足した、主に非破壊検査、オイル検査、振動解析等の保全技術の研究を行うイギリスで権威ある機関です。

2. WEARSCANNER[®]について

オイル内の金属粉の数とサイズをカウントします。

- 渦電流を用いて、金属粉の数及びサイズをカウントします。
- ISO 16232に基づく粒子サイズE~G(ファイン)、H~K(スタンダード)に沿って、クラス分けを行います。



Particle size classes
(ISO 16232)

Class	B	C	D	E*	F*	G*	H	I	J	K
Size	5µm- 15µm	15µm- 25µm	25µm- 50µm	50µm- 100µm	100µm- 150µm	150µm- 200µm	200µm- 400µm	400µm- 600µm	600µm- 1000µm	1000µm oder größer

Size classes covered by the WEARSCANNER

* Classes E - G only with appropriate configuration

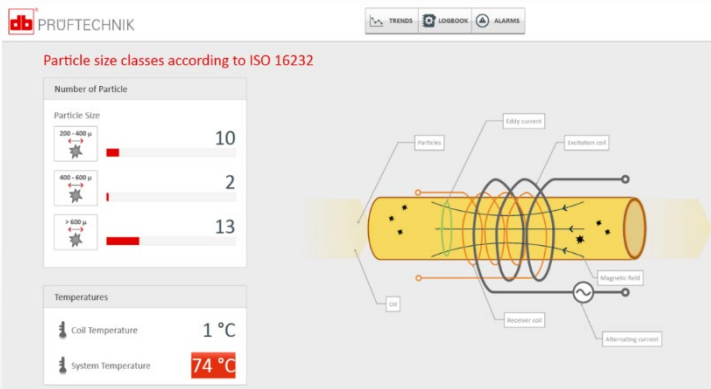
※センサーの感度が非常に高くなる為、現場での用途には通常、スタンダードにてクラス分けを行います。

2. WEARSCANNER[®] について

オンライン/オフラインの双方に対応しています。

【オンライン】
- 専用ソフトウェアにて常時監視。

【オフライン】
- 内蔵された64MBメモリにてデータをストック。
- 定期的にデータを抽出(CSVファイル形式)します。



粒子サイズ、数、オイル温度を監視。



トレンド確認により、粒子の増加が一目瞭然に。

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'New Table2.csv'. The spreadsheet contains a table with columns for 'Time', 'Particle Size', and 'Count'. The data shows a series of measurements over time, with particle counts increasing significantly. The table has many columns, including 'Serial Num', 'Product', and various 'Count' columns for different particle sizes.

粒子サイズ、数等の情報を時系列毎に表示。

3. 導入実績(風車向け)

【国外】

- A社・・・風車増速機内のオイルを常時監視。

【国内】

- E社・・・風車増速機内のオイルを常時監視。

【第三章】

風車とレーザーアライメント機器

1. 製品ラインナップ

ROTALIGN® Ultra iS

ロータライン ウルトラ iS



ハイエンドクラス

あらゆるアプリケーションに対応したアライメントシステムの決定版。7軸センサーシステムにより、より高い再現性を実現。

【用途】

- ・ 軸芯出し
- ・ 真直度測定
- ・ 円心度測定
- ・ 平面度測定

OPTALIGN® touch

オフタライン touch



中間機種

タッチパネル及び計算速度向上により、操作性が更にアップ。より一歩先のアライメント作業をお約束します。

【用途】

- ・ 軸芯出し
- ・ 5軸センサ

ROTALIGN® touch

ロータライン touch



新製品

タッチパネル及び計算速度向上により、操作性が更にアップ。より一歩先のアライメント作業をお約束します。

【用途】

- ・ 軸芯出し
- ・ 振動状態監視
- ・ 7軸センサ

2. 導入実績(風車向け)

風力業界で実績多数です。

【国外】

- G社・・・ROTALIGN
- S社・・・ROTALIGN

【国内】

- E社・・・OPTALIGN、ROTALIGN
- J社・・・OPTALIGN
- H社・・・ROTALIGN(ライブトレンド付)、LEVALIGN
- M社・・・ROTALIGN、LEVALIGN

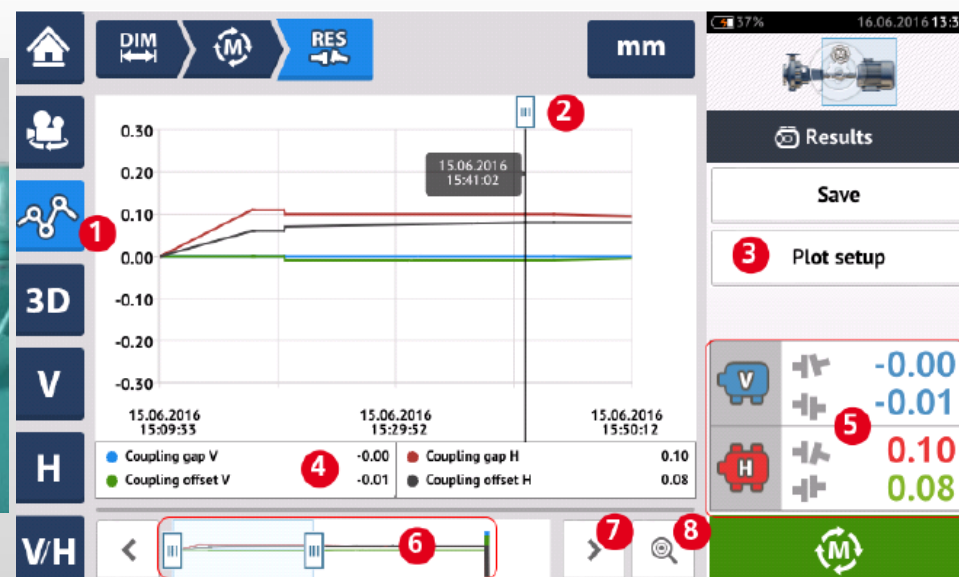
- 他、多数

レーザーアライメントシステムのパイオニアとして、
全世界、あらゆる業界でご愛顧頂いております。

3. 弊社製品の特長


重要機能「LIVE TREND(ライブトレンド)」機能

- ライブトレンドとは、運転中の芯出し状態のモニタリング機能です。
- **風車毎に異なる芯の動き**を記録。それぞれに適したアライメントが可能になります。
- アライメントの時系列変化はカラーグラフで一目瞭然。



3. 弊社製品の特長

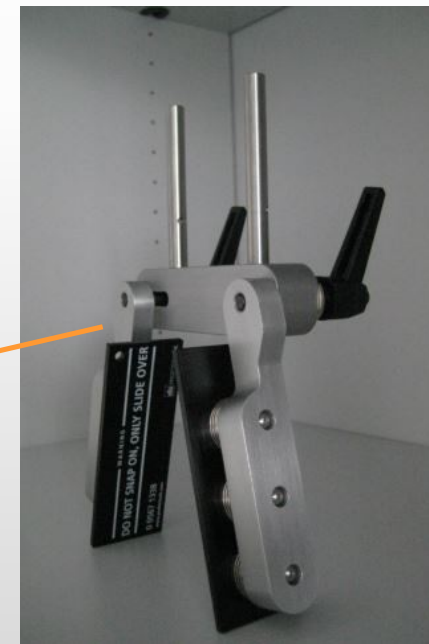
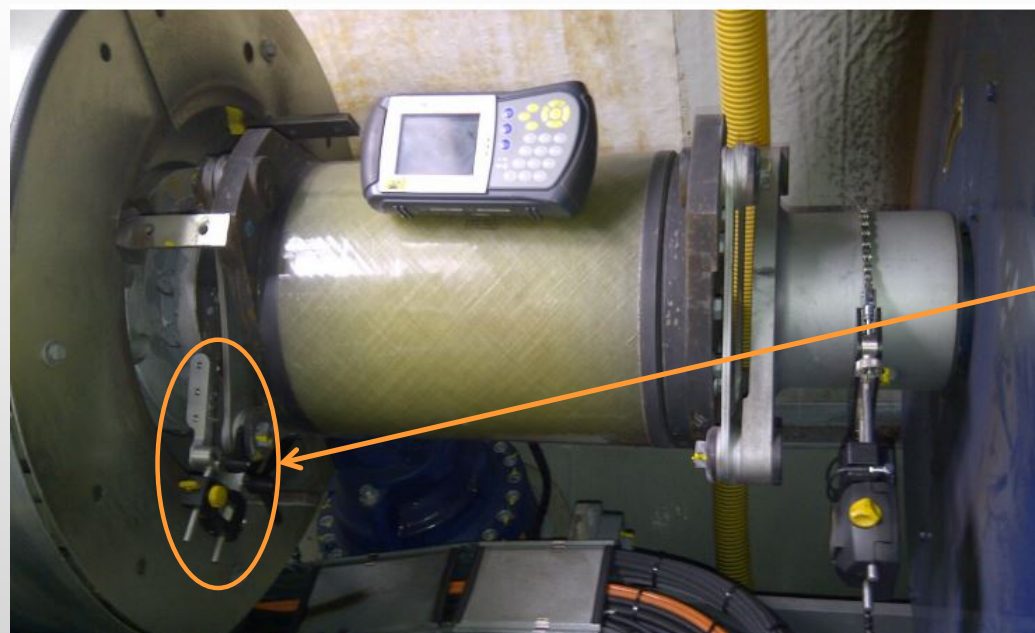
【風車における「LIVE TREND（ライブトレンド）」機能の有効性】

- 運転状況の範囲が視覚的に認識出来ます！
- シャフトアライメントの設定がさらに容易になります。
 - プリセット
 - 許容公差  **風車など揺れる上での再現性は1番です！**
- 最大許容公差を数値的に**見える化**します。
 - カップリングの選定
 - 回転軸の復元性が高くなります。
- 寿命低下の原因特定が容易になります。
- ミスアライメントでのトルク変動と振動の負荷を**数値化**出来ます。
- ライブトレンドにより、変動をグラフと数値によって規定することが出来ます。

3. 弊社製品の特長

👉 最重要！ 中間軸の取り外し不要！

- 工数を大幅に削減出来、作業効率が格段に上がります。
- 専用治具で、機器を接続した本来の形での芯出しが可能
- ブレーキ操作不要！
- 回転させても干渉しません！



風車カップリング用ブラケット
(V社その他に適用)

3. 弊社製品の特長

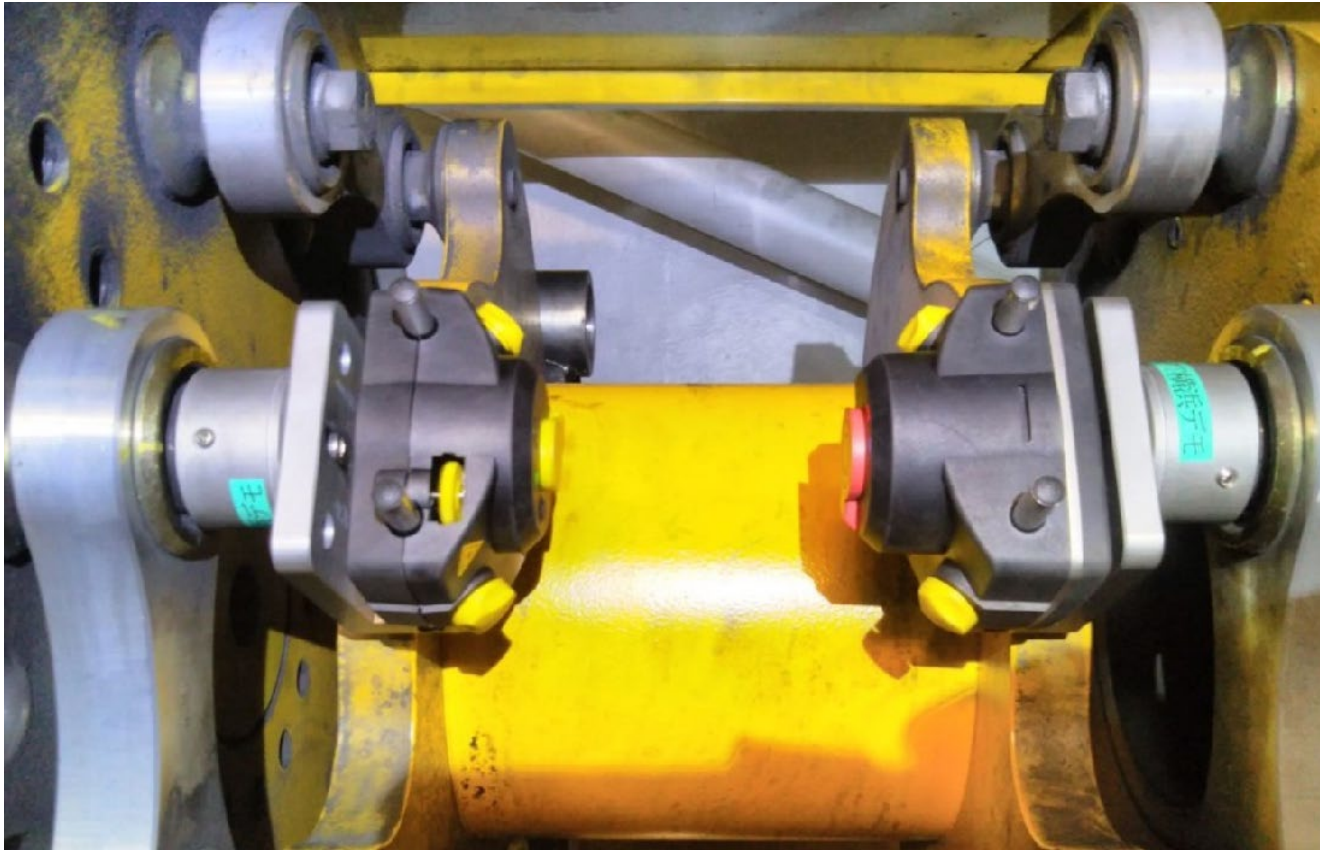
【専用治具の例①】 **👉最重要！中間軸の取り外し不要！**



(右図)N社風車カップリング用ブラケット

3. 弊社製品の特長

【専用治具の例②】 **👉 最重要！ 中間軸の取り外し不要！**



(右図)S社風車カップリング用ブラケット

3. 弊社製品の特長

【ターゲット値の入力】

👉 要求のターゲットを入れて目標数値へ近づけます！
 繰り返し測定する必要がございません！

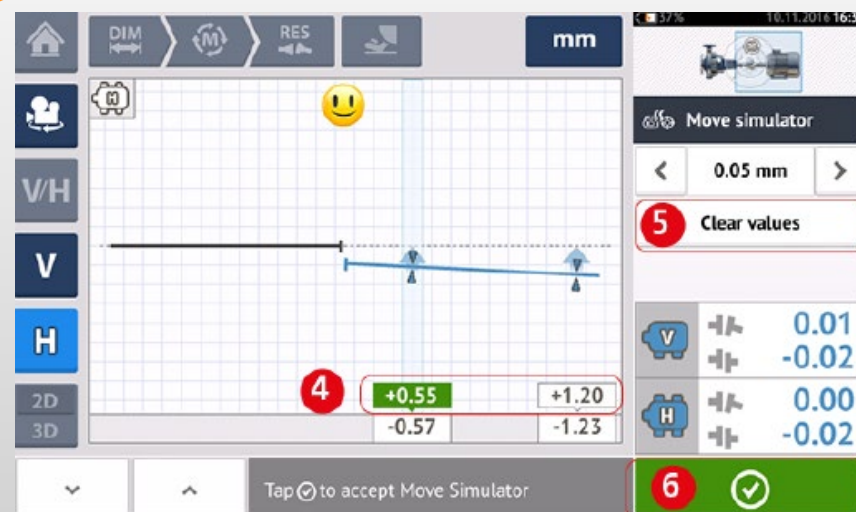
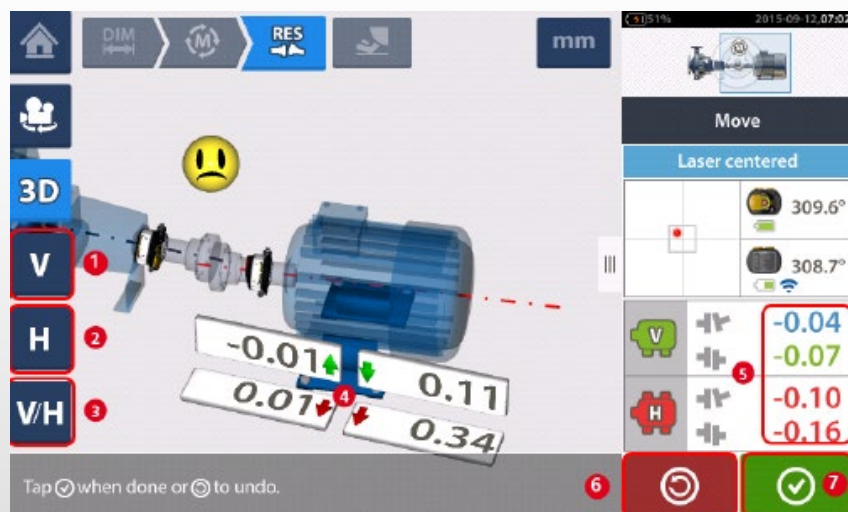
The screenshot displays the 'Targets' interface on a handheld device. The main screen is titled 'Targets' and shows 'Targets enabled: 1' with a blue checkmark. Below this, there are two columns of alignment diagrams. Each diagram shows a shaft and a coupling with red arrows indicating misalignment. Below each diagram are two input fields for target values. The left column has values 0.50 and 0.00. The right column has values 0.00 and 0.00. A red '1' and a blue checkmark are visible in the top right. To the right of the main screen, there is a secondary screen titled 'Coupling type' with a red '2' and a calculator interface. The calculator has buttons for /, *, C, -, +, ←, 7, 8, 9, 4, 5, 6, 1, 2, 3, ., 0, π, and two green buttons with arrows and a checkmark.

Targets represent the amount of misalignment in cold conditions needed to reach a "zero" alignment in operating conditions.

3. 弊社製品の特長

LIVE MOVE(ライブムーブ)機能による、リアルタイム芯出し調整

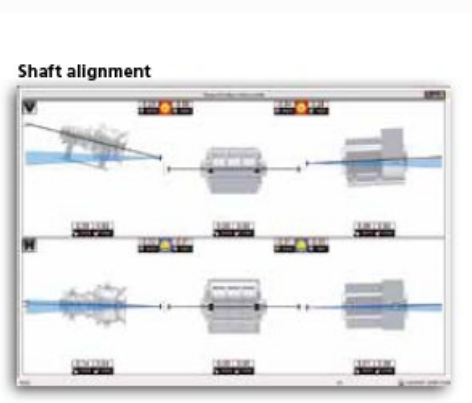
- 芯出し調整作業の際、実機の動きに連動して画面の機器もリアルタイムで動きます。
- 更に、垂直方向、水平方向を同時に見ることが出来ます。



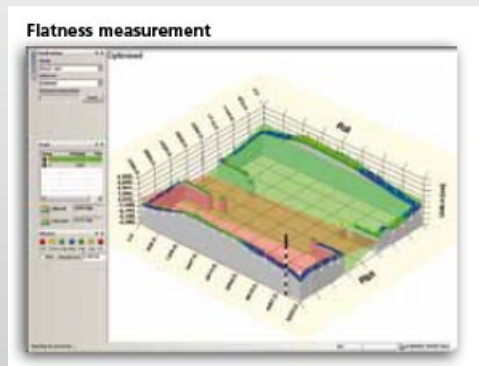
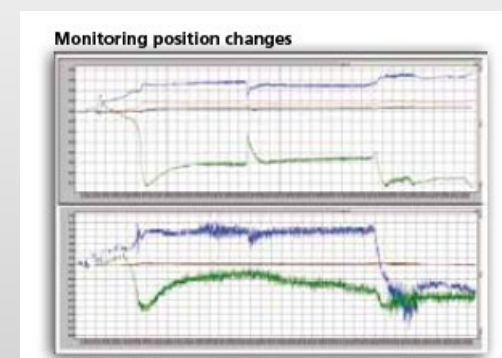
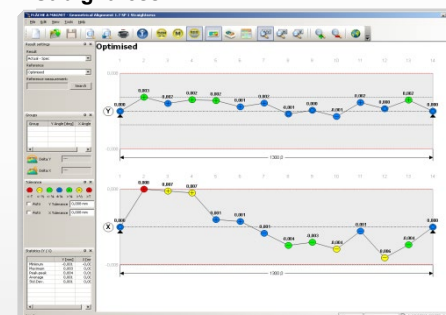
3. 弊社製品の特長

PCソフトウェア「アライメントセンター」

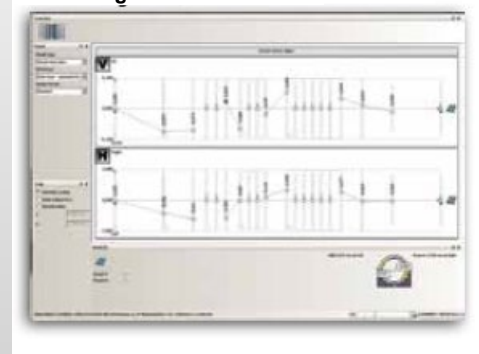
- 各種アライメントの解析、データの管理はもちろん、アライメントの条件設定・編集に。
- 風車毎のアライメントデータの総合的管理や測定条件設定の管理が容易に。



Straightness



Bore alignment



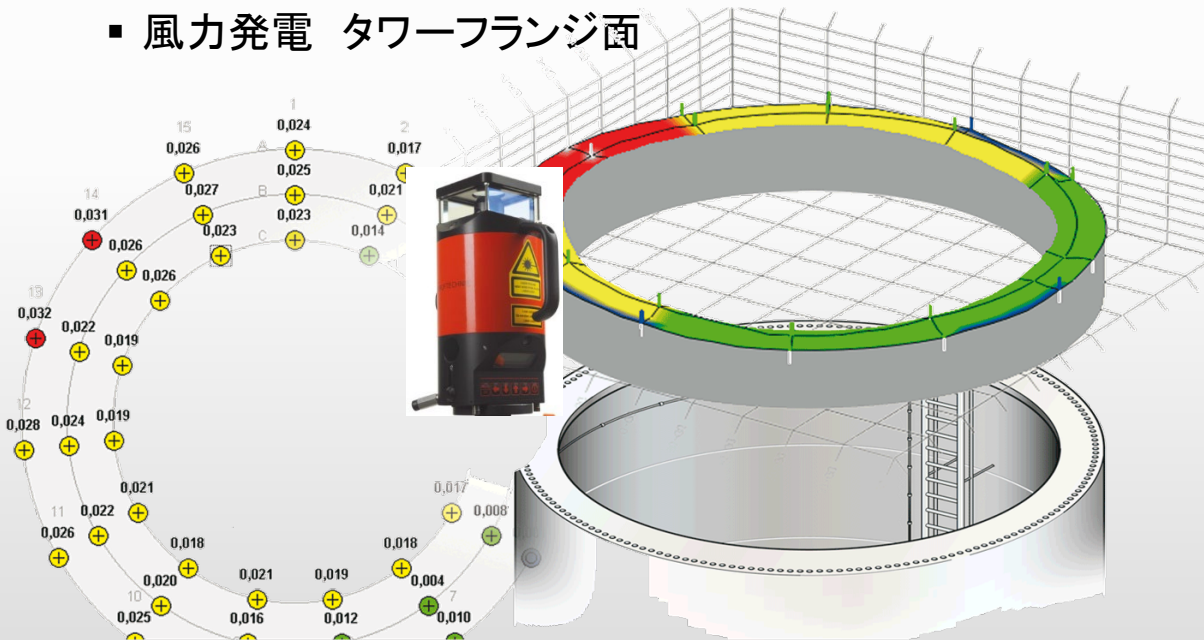
3. 弊社製品の特長

その他、様々な計測に...

- レバライン エキスパート

平面度の計測。ブレード取付面やタワー連結フランジ部の平面度や平行度の計測が可能。

▪ 風力発電 タワーフランジ面



LEVALIGN® Expert
レバライン エキスパート

最後に

弊社は設備メンテナンスの総合技術集団です。

- 弊社は振動解析装置、オイル監視装置、レーザーアライメント装置を1社で取り扱う、**世界で唯一**の企業です。
- 各分野で、その**長年の経験と実績**が高く評価されています。
- ドイツ本社にてトレーニングを受け、**認証を受けた担当者**が確かな技術によりサポートを提供致します。

ご清聴有難う御座いました。

