

— 切削プロセスの 解析と最適化



切削動力計 総合力タログ

切削、研削、切断のための精密測定システム

目次

切削力測定の基礎	4
動力計の概要	6
固定式動力計：力とトルクの測定	8
回転式動力計：力とトルクの測定	10
切削力の測定：フライス加工	12
切削力の測定：穴あけ加工	14
切削力の測定：旋削加工	16
切削力の測定：研削加工	18
切削力の測定：マイクロ切削加工	19
切削力の測定：アプリケーション事例	20
製品	23
固定式動力計	23
回転式動力計	34
アンプ、収集、評価 – すべてを 1 つのシステムで実現	38
LabAmp シリーズ	40
測定システム	42
チャージアンプ	44
AD 変換機能内蔵マルチチャンネルチャージアンプ	45
データ収集システム	46
ソフトウェア	47
ソフトウェア	48
接続ケーブル(高絶縁タイプ)	49
付属品	50
その他の振動数解析用センサ	50
キスラーが提供する多様なサービス	51



動力計（型式 9255C）を使用した高合金鋼のフライス加工

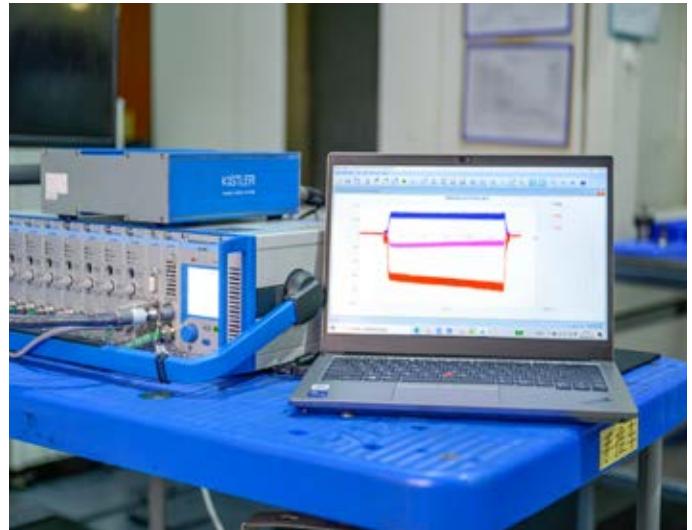
切削力測定の基礎

切削加工は今もなお最も重要な機械加工プロセスであり、あらゆる工業生産の基礎をなしています。切削プロセスおよび製品の性能に対する要求が厳しくなっているため、この生産方法は過去数十年の間に大きな変化が生じています。

製品には、そのロットの大小に関わらず、高い品質と経済性が要求されます。これに応えるためには、切削プロセスに関する詳細な知識が不可欠です。その重要な指標となるのは力とトルクで、これらを知らずに加工プロセスの品質を語ることはできません。切削時に発生する力は極めて動的であり、その計測は苛酷な環境下での使用を想定して設計された高度なセンサシステムによって初めて可能になります。

切削時の高度に動的な力の測定

キスラーの圧電式センサがあれば、高度に動的なプロセスについて最高の信号品質で測定できるようになります。これにより個々のプロセスに関する貴重な洞察が得られ、加工プロセスの安定性、生産性、再現性を改善するための基礎となります。



工具およびワークの開発と評価

- 実用条件下での工具およびクランプ装置の最適化
- 切削油の評価
- 材料の被削性の評価
- シミュレーションとプロセスモデルの実証
- 独自の製品指標の確立

プロセスの分析と最適化

- 切削加工プロセスの分析とエラー診断
- 加工方法の比較・開発
- 切削条件の最適化検証
- 工具の寿命と生産性に関する改善余地の検証
- 材料のロット違いによる影響の検証

対応プロセス

- 旋削、フライス、穴あけ、切断、ネジ切り、ブローチ、ホブなど
- 研削、ホーニング、ポリシングなど

キスラーの力測定技術のメリット

- 高い剛性と固有振動数により個々の刃先のエンゲージメントを高分解能で記録可能
- 3成分の力とトルクを測定可能
- マイクロ切削から重切削まで幅広くカバーする測定範囲
- 優れた堅牢性、切削油の内部侵入に対する保護構造 (IP67)
- コンパクトな構造を採用し、簡単に設置・操作可能
- 極めて長寿命



動力計の概要



固定式動力計

固定式動力計は多くの場合、工作機械のテーブルとワークの間に置き、ワークを動力計に固定し、フライス加工や穴あけなどの加工プロセスにおける抵抗力を測定します。旋削加工をする場合においても、固定式動力計を使用することができます。この場合には適切なアダプタを用いて動力計を旋盤の主軸に直接取り付けることになります。また、適切なツールホルダを使用して工具を動力計に取り付けが可能です。発生する力は動力計内の4個の3成分力センサで測定され、動力計からは電荷信号として出力されます。

回転式動力計

回転式動力計 (RCD) は各種インターフェースを介して機械の主軸に直接取り付けます。工具はツールホルダでこの回転式動力計に取り付けます。回転式動力計は主にフライス加工、穴あけ加工に利用されます。固定式動力計と異なり、回転式動力計には多成分センサが1個のみ組み込まれており、3成分の力とトルクを測定します。ロータにはセンサの他にチャージアンプとテレメトリ用の電子装置が設けられています。測定データはデータ転送技術によりシグナルコンディショナに伝えられ、アナログ電圧信号として利用可能となります。システムによっては、異なるデータ伝送技術が使用されます。

	型式	測定可能な コンポーネント	温度の影響 最小化	旋削加工	フライス加工	穴あけ / ネジ切り 加工	研削加工	マイクロ切削加工	重切削加工	用途	ページ
回転式	 9170B	F_x, F_y, F_z, M_z	なし							回転式システム、最大 16,000rpm の高速回転と中程度以下の力での測定用	34
	 9171A	F_x, F_y, F_z, M_z	なし							回転式システム、大きい力と最大 12,000rpm での測定用、多様なアダプタにより高い自由度を実現可能	36
固定式	 9109AA	F_x, F_y, F_z	あり						微細加工専用、力 1N 以下～ 500N 最大 160,000rpm	23	
	 9119AA1	F_x, F_y, F_z	あり						固定式、力 1N 以下～ 4,000N 最大 60,000rpm	24	
	 9119AA2	F_x, F_y, F_z	あり						微細加工、テーブルまたは旋盤タレットへの設置用モジュールシステム	24	
	 9129AA	F_x, F_y, F_z	あり						テーブルまたは旋盤タレットに設置するモジュールシステムとして人気のオールラウンダー	26	
	 9139AA	F_x, F_y, F_z	あり						やや大きい力 (30,000N まで) に対するコンパクトなソリューション	28	
	 9257B	F_x, F_y, F_z	なし						10,000N までの力に対する標準モデル	29	
	 9255C	F_x, F_y, F_z	なし						堅牢な動力計、中程度ないし大きい力 (最大 60,000N) に合わせて最適化	30	
	 9253B	F_x, F_y, F_z	なし						大型ワークでの測定を行うためのソリューション	31	
	 9272	F_x, F_y, F_z, M_z	なし						動力計の中央でトルクを直接測定する加工に適した穴あけシステム	32	
	 9366CC	F_x, F_y, F_z	なし						ユーザ独自のクランプ機構構築のためのプリロード・校正済みの力センサのセット	33	

 適切  特定の条件下で適切

固定式動力計：力とトルクの測定

用途

固定式 3 成分動力計はいずれも、単に 3 成分動力計としてだけではなく、6 成分動力計としても使用できます。これは動力計に内蔵されている 4 つの 3 成分力センサの出力を切り替えることで実現できます。力 F_x 、 F_y 、 F_z は直接測定しますが、トルク M_x 、 M_y 、 M_z はそれぞれの力の成分とセンサの距離から算出します。動力計は適切なアダプタを用いることで、フライス盤だけでなく、旋盤タレットにも設置することができます。

固定式動力計の構造

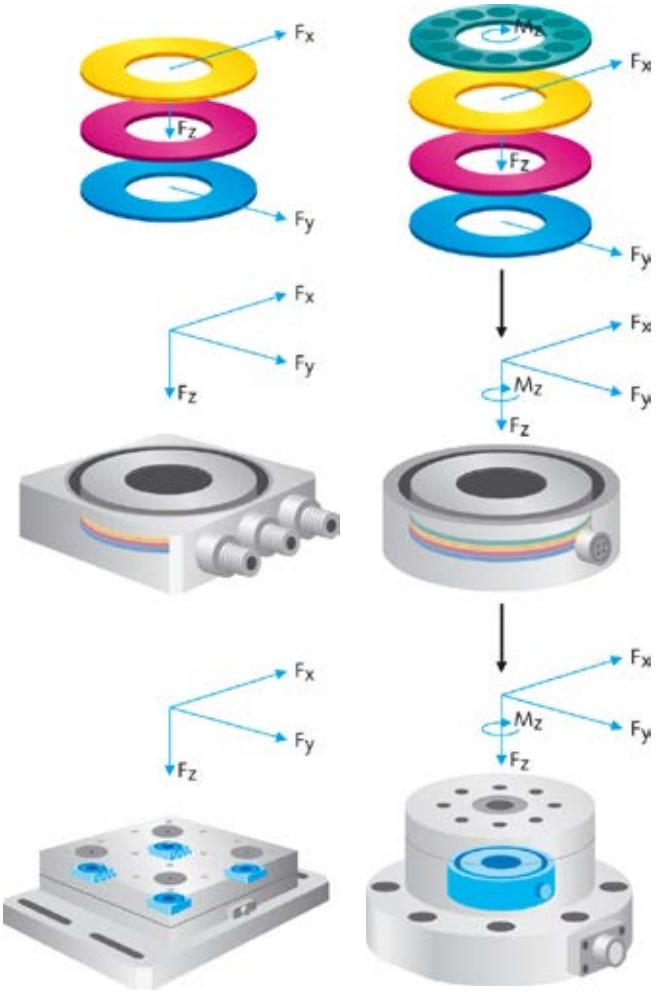
固定式動力計では、高いプリロードをかけた 2 枚の下板と 1 枚のトッププレートの間に 3 成分力センサ群を設置しています。このプリロードは、摩擦力の伝達を可能にするために必要となります。力センサはグランドと絶縁された状態で組み込まれているため、グランドループの問題はほぼ発生しません。動力計は保護等級 IP 67 の条件を満たしており、水や冷却剤の飛沫が侵入しないように保護されています。トッププレートには各種の穴またはネジ穴が設けられており、さまざまな形のクランピングを実現できます。

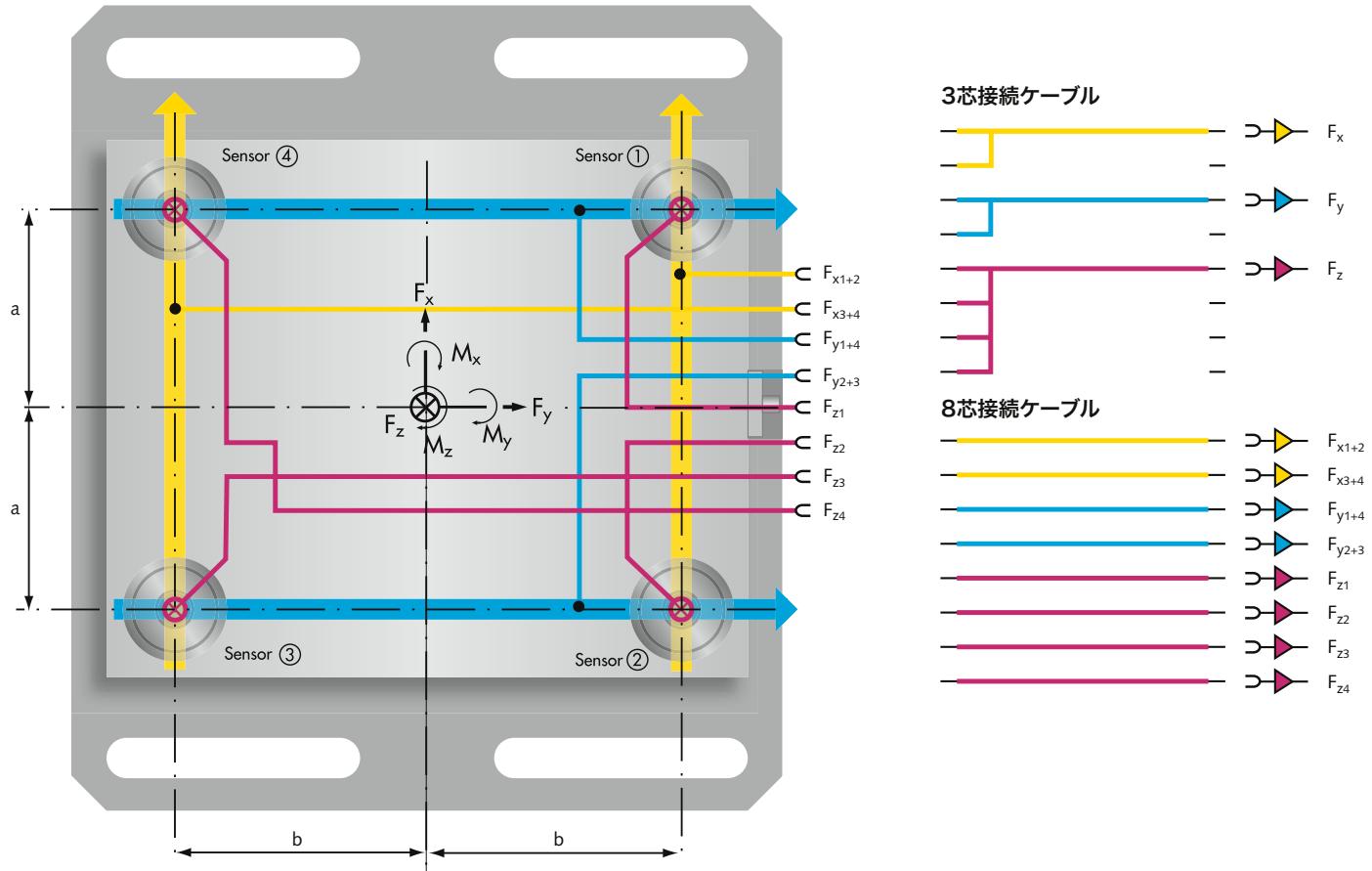
固定式動力計の測定システム

固定式動力計の測定システムは、センサとチャージアンプ（および DAQ システム）、または「LabAmp」（チャージアンプと DAQ システムを 1 台の装置に組み込んだシステム）で構成されます。

固定式動力計のメリット

- 固定式動力計は極めて多様な形態で使用できます。フライス加工、穴あけ、旋削など、その用途は事実上限りがありません。
- 圧電技術と堅牢な形状により、大型の動力計でも小さい力を測定できます。
- キスラーの動力計は、適切に使用すれば極めて長い期間使用可能です。





力の 3 成分の測定

力の 3 成分を測定する場合、図に示すように動力計の 8 つの出力信号を 3 芯ケーブルに集約させます。チャージ信号をそれに比例する電圧出力に変換するためには、3 チャンネル分のチャージアンプが必要になります。

力とトルクの 6 成分の測定

力とトルクの 6 成分を測定する場合、8 つの出力信号を 8 芯接続ケーブルを経由して、8 チャンネル分のチャージアンプに送ります。チャージ信号は比例する出力電圧に変換され、チャージアンプの出力に応じてトルク M_x 、 M_y 、 M_z を算出します。

3 つの力 F_x 、 F_y 、 F_z および 3 つのトルク M_x 、 M_y 、 M_z の算出

$$F_x = F_{x1+2} + F_{x3+4}$$

$$F_y = F_{y1+4} + F_{y2+3}$$

$$F_z = F_{z1} + F_{z2} + F_{z3} + F_{z4}$$

$$M_x = b (F_{z1} + F_{z2} - F_{z3} - F_{z4})$$

$$M_y = a (-F_{z1} + F_{z2} + F_{z3} - F_{z4})$$

$$M_z = b (-F_{x1+2} + F_{x3+4}) + a (F_{y1+4} - F_{y2+3})$$

力とトルクの計算

3 つの力 F_x 、 F_y 、 F_z および 3 つのトルク M_x 、 M_y 、 M_z の算出は、キスラーのソフトウェア「DynoWare」や「PTS app.」または同様の方法でチャージアンプ内の 6 成分積算器で行われます。トルクを算出する場合、センサからの距離も考慮に入れる必要があります。

回転式動力計：力とトルクの測定

用途

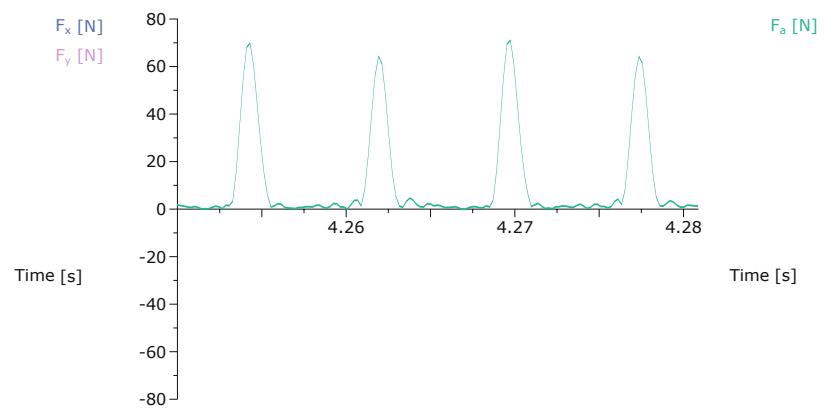
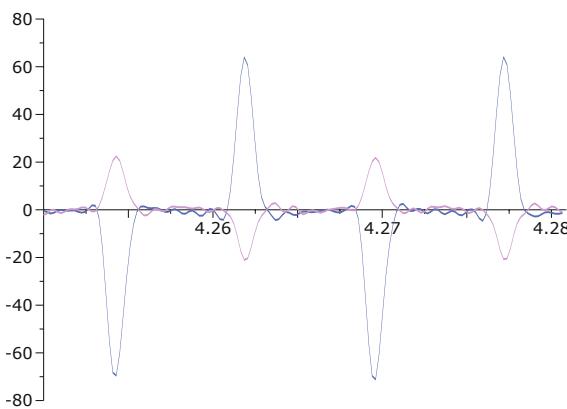
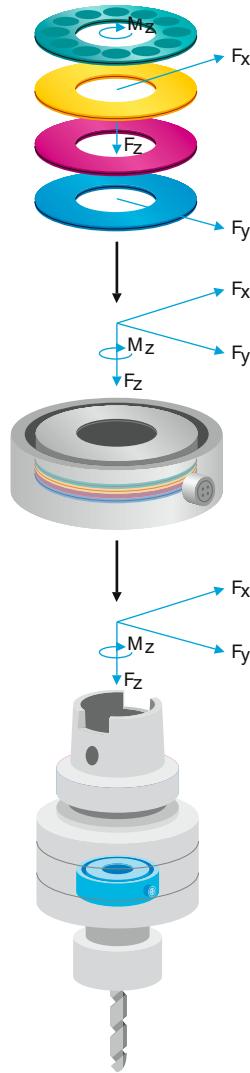
回転式動力計は、切削加工時、特にフライス加工や穴あけを行った際に直交する 3 つの力 F_x 、 F_y 、 F_z およびトルク M_z を測定できます。回転式動力計では主軸と工具の間に 4 成分力センサを設置しています。力とトルクが工具の刃の近傍で測定されるため、工具に加わる力のベクトルを直接測定することができます。

回転式動力計 (RCD) の構造

カセンサを含む測定システムのロータは、取り付けた状態では機械の主軸と連結され、共に回転します。そのため、回転式動力計の座標系も Z 軸の周りを垂直方向に回転することになります。回転式動力計はさまざまな種類の主軸アダプタとともにご提供できるため、多様な工作機械にご利用いただけます。

回転式動力計の測定システム

回転式動力計 (RCD) の測定システムは、内蔵型チャージアンプと電源および無線通信を組み込んだロータと、ロータから受信したデジタルデータを処理して分析用に供給するワイヤレスシグナルコンディショナで構成されます。



2 枚刃フライス工具による仕上げ研削の力の信号。左：回転式動力計の x 軸および y 軸方向の力、右：x-y 平面に発生する作用力

回転式動力計のメリット

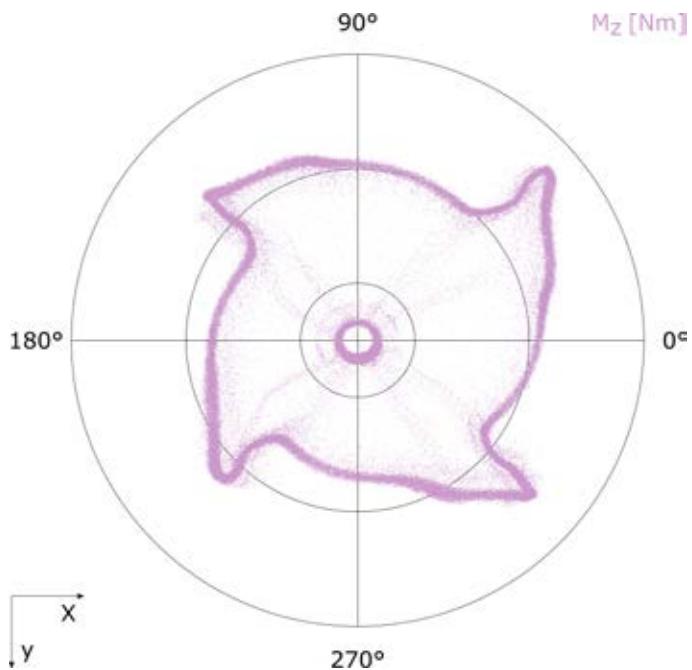
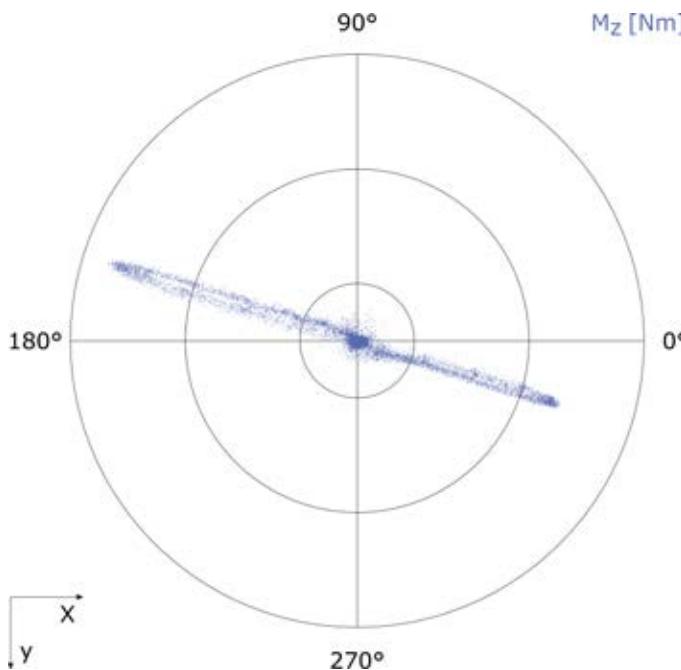
- 切削に必要なトルクを直接測定できます。これにより摩耗などの工具の状態を正確に把握することができます。
- 回転式動力計の場合、ロータが工具と共に回転するため、機械的負荷を直接工具の座標系で定量化できます。
- ワークの質量、寸法、形状に左右されないため、複雑で高価な部品の切削プロセスについても力とトルクの測定が可能になります。



回転式動力計 (RCD) の座標系

回転式動力計の座標系は工具と共に回転します。そのため、たとえば平面切削に際しての接線方向および法線方向の力 (F_c , F_{cN}) を直接測定可能です。また、切削力を極座標系で表示することもできます（以下を参照）。

回転式動力計（型式 9170B）を使用したフライス加工





固定式動力計（型式 9129AA）を使用したフライス加工

切削力の測定：フライス加工

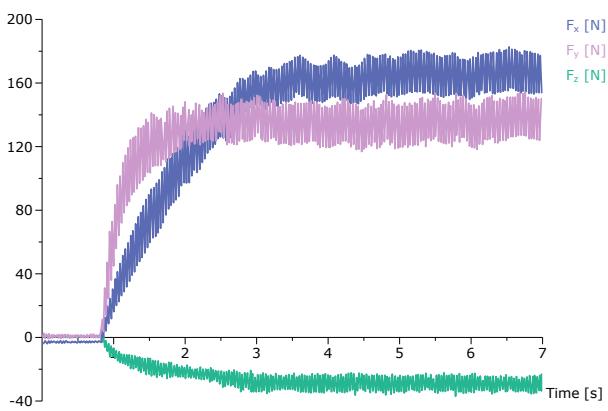
固定式動力計

固定式動力計は工作機械のテーブルに設置し、その上にワークを載せます。動力計上の質量による動作への悪影響を低減するため、ワークは動力計に直接ねじ止めします。作業面上の作用力 F_a は、送り分力と送り法線力から簡単に計算できます。

回転式動力計を使用する場合も、作業面内の作用力 F_a は F_x 、 F_y から簡単な手順で計算できます。主分力 F_c および切削法線力 F_{cN} はトルク M_z と作用力から計算されます。

回転式動力計

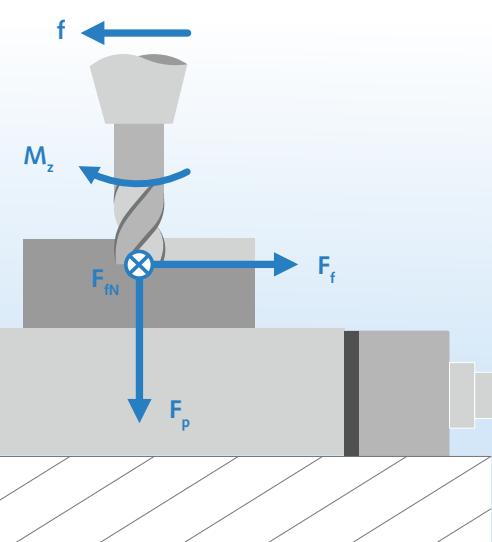
回転式動力計 (RCD) は機械の主軸に直接取り付け、工具は適切なツールホルダで回転式動力計と結合します。主軸に直結されるため、回転式動力計は作業中に回転します。固定式動力計に比べて、回転式動力計には 2 つのメリットがあります。一つ目は、工具の質量が一定に保たれるため、測定器の動特性が質量の変化の影響を受けないこと、二つ目は、組み込まれた多成分センサによって、トルク M_z を測定プロセス全体の中で直接測定できるため、工具の摩耗などを的確に把握できるようになります。



フライス加工における典型的な測定信号（固定式動力計による）



工具と機械の性能最適化を実現するサービス：生産機械でキスラーと提携



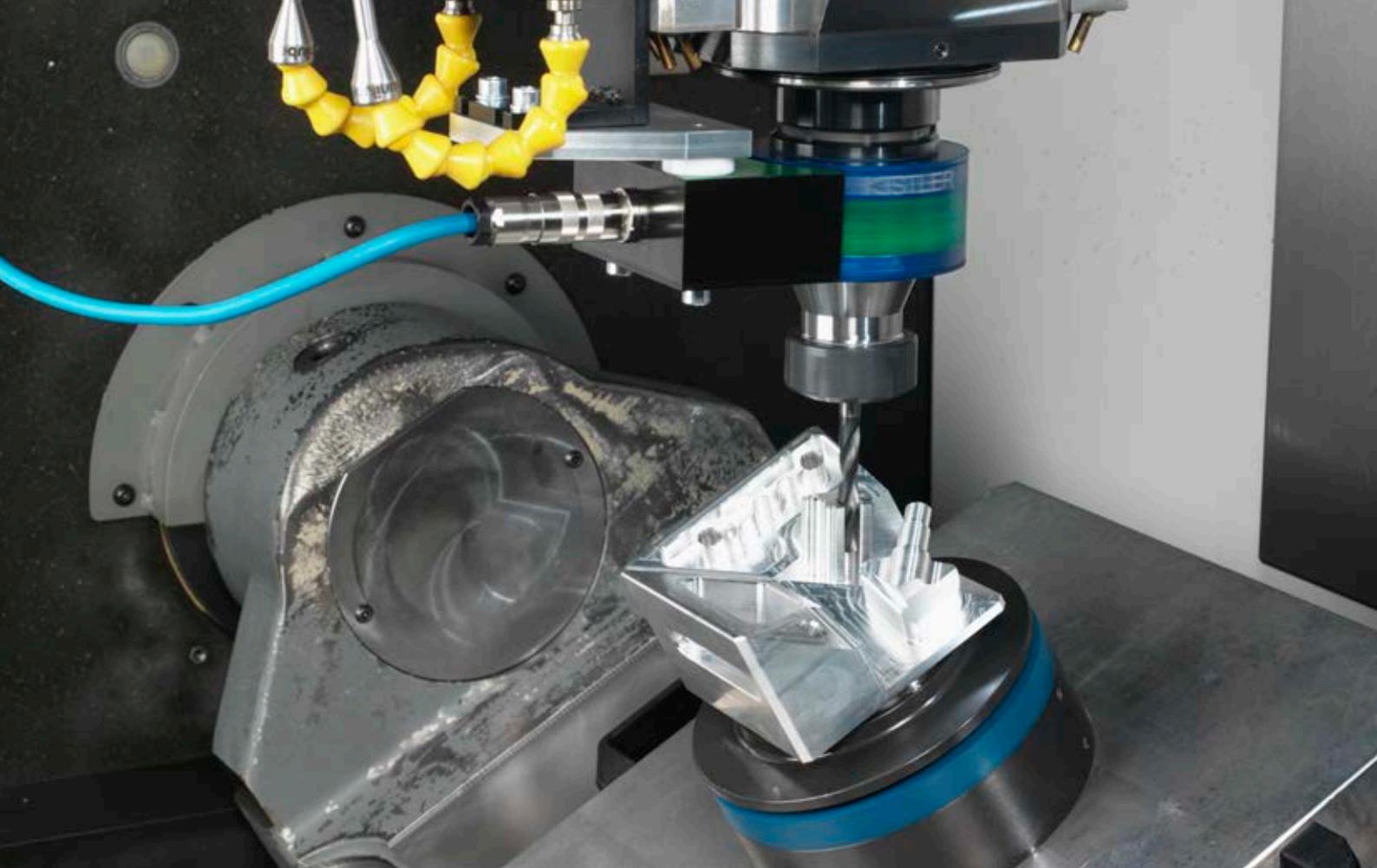
フライス加工において固定式動力計で測定可能な力

- 送り分力 F_f
(工具の送り方向にかかる力)
- 送り法線力 F_{fN}
(F_f に垂直方向にかかる力)
- 背分力 F_p

フライス加工において回転式動力計で測定可能な力

- 工具のトルク M_z
- 背分力 F_p
- 作業平面内の力 F_x, F_y

正面切削における力とトルク



回転式動力計（型式 9170A）を使用した穴あけ

切削力の測定：穴あけ加工

穴あけ加工プロセスにおける力を測定するために、固定式動力計と回転式動力計（RCD）を使用することができます。回転式動力計は機械の主軸に直接取り付け、工具は適切なツールホルダで結合します。主軸に直結されるため、回転式動力計は作業中に回転します。

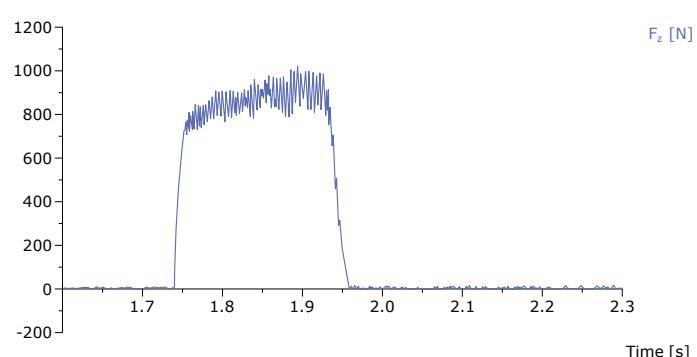
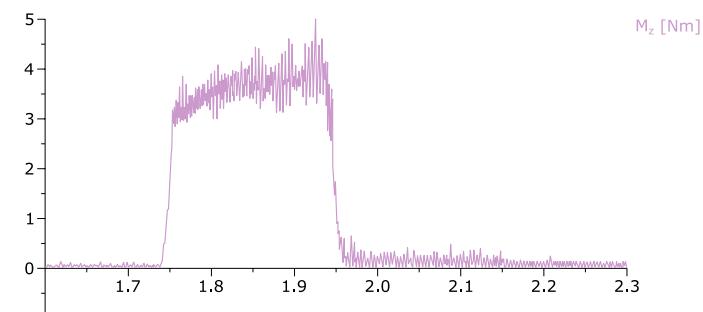
ドリルに作用する主分力 F_c と背分力 F_p は穴あけトルク M_z とスラスト F_x 、 F_y から算出され、送り分力 F_f は直接測定できます。

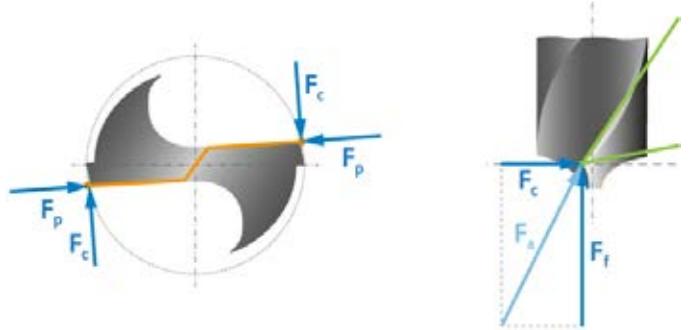
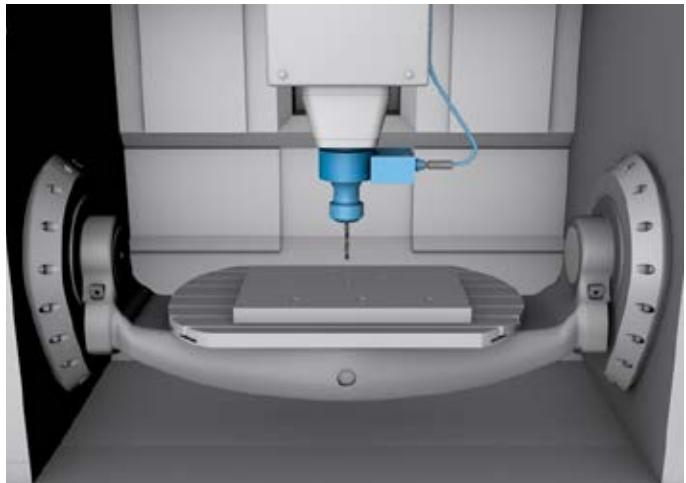
回転式動力計

回転式動力計は、穴あけ加工でかかる力の測定に大変適しています。回転式動力計は穴あけトルクを直接測定できるため、作業中の工具の摩耗状態を正確に把握できます。

固定式動力計

固定式動力計も、穴あけ加工でかかる力の測定に使用できます。この場合、3 方向の力が測定されます。トルクは直接測定されず、カセンサによる種々の測定信号をもとに算出されます。

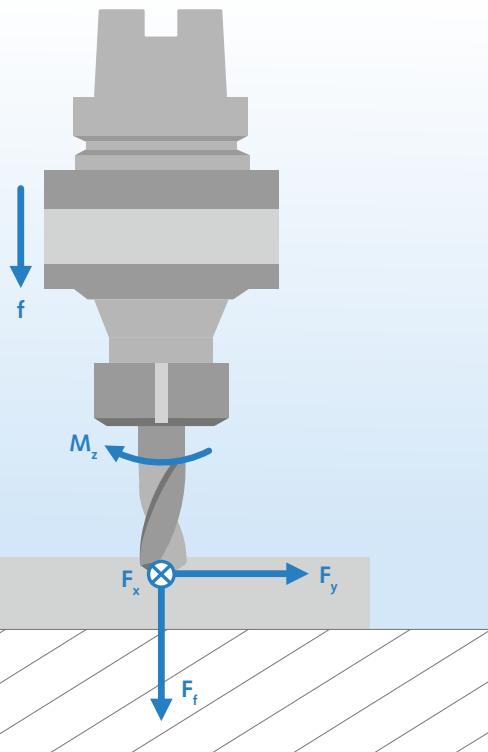




F_c - 主分力
 F_p - 背分力
 F_a - 作用力
 F_f - 送り分力
 M_c - 穴あけトルク
 d - 穴あけ工具の直径

$$F_c = \frac{M_c}{2 \cdot a_p} = \frac{M_c}{d}$$

穴あけ加工時に作用する力の成分



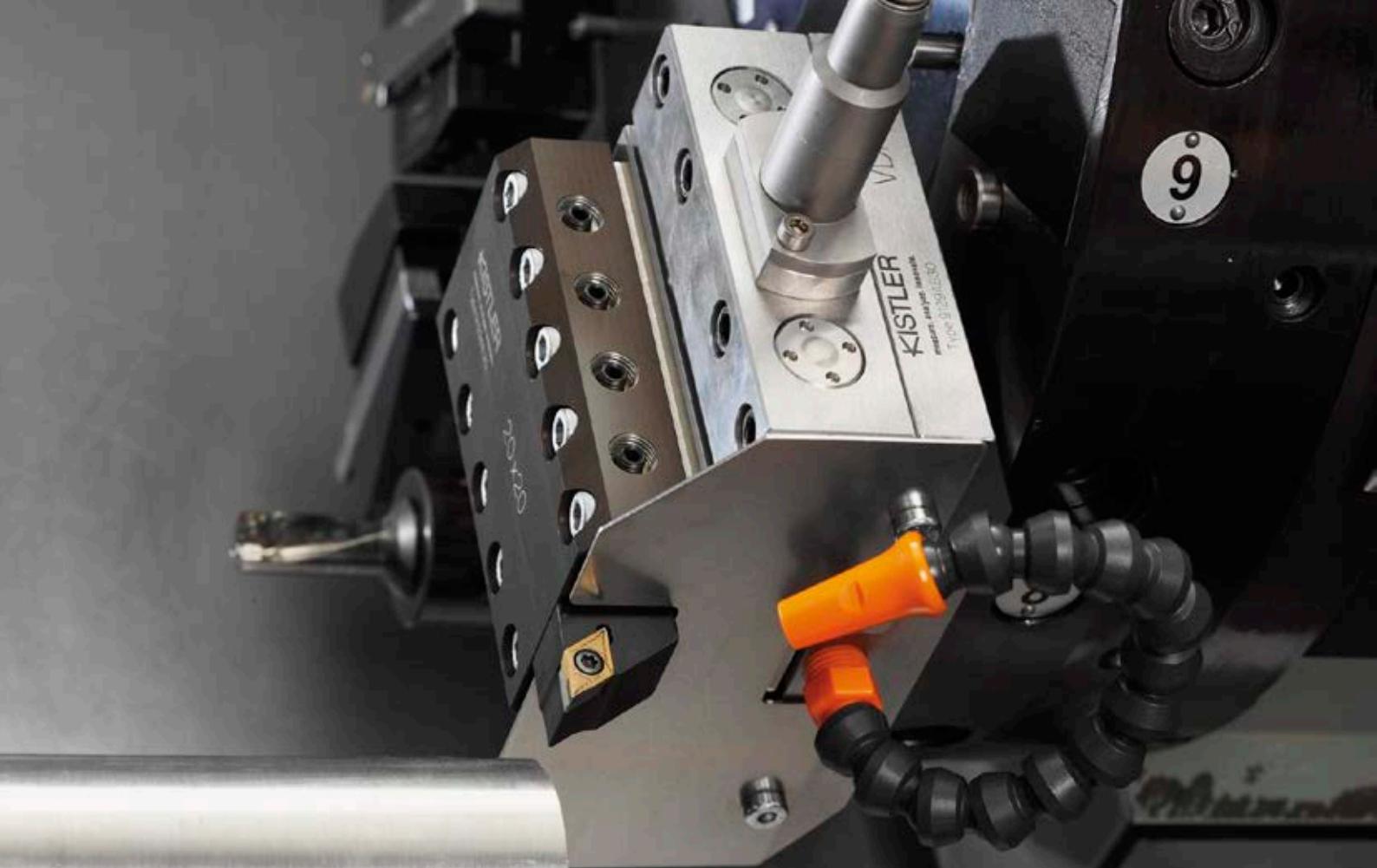
回転式動力計によって直接測定される 穴あけ加工時の成分

- 穴あけトルク M_z
- ラジアル分力 F_x
- ラジアル分力 F_y
- 送り分力 F_f

固定式動力計によって直接測定される 穴あけ加工時の成分

- 送り分力 F_f
- ラジアル分力 F_x
- ラジアル分力 F_y

穴あけ時に作用する力とトルク



動力計（型式 9129AA）を使用した旋削加工

切削力の測定：旋削加工

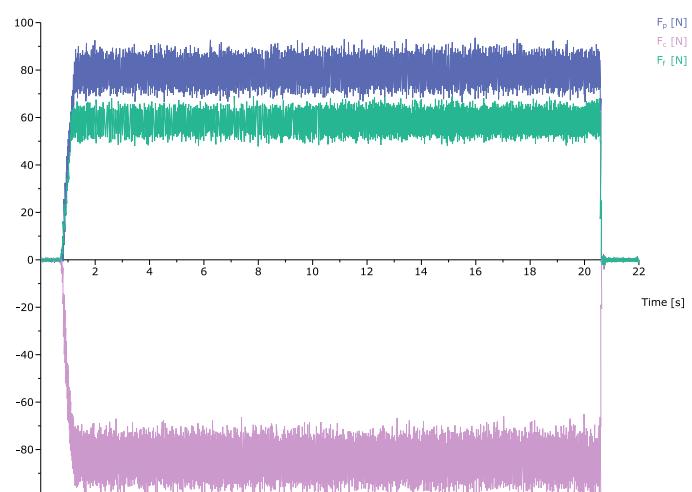
切削のモデルケースとしての旋削加工

旋削、特に丸棒の切削は、幾何学的に明確な切削プロセスであることから切削のモデルケースとなり、切り込みの状態が一定であるため、特定材料の種々の境界条件における個々の比切削抵抗 (k_c 、 k_p 、 k_f) の決定と特徴づけに用いられます。旋削における切削力の測定は、切削における本来の塑性力学的プロセスの研究、切りくずの形成とその切削プロセスへの影響の解析、あるいは力の変化による摩耗プロセスの解明のために行います。

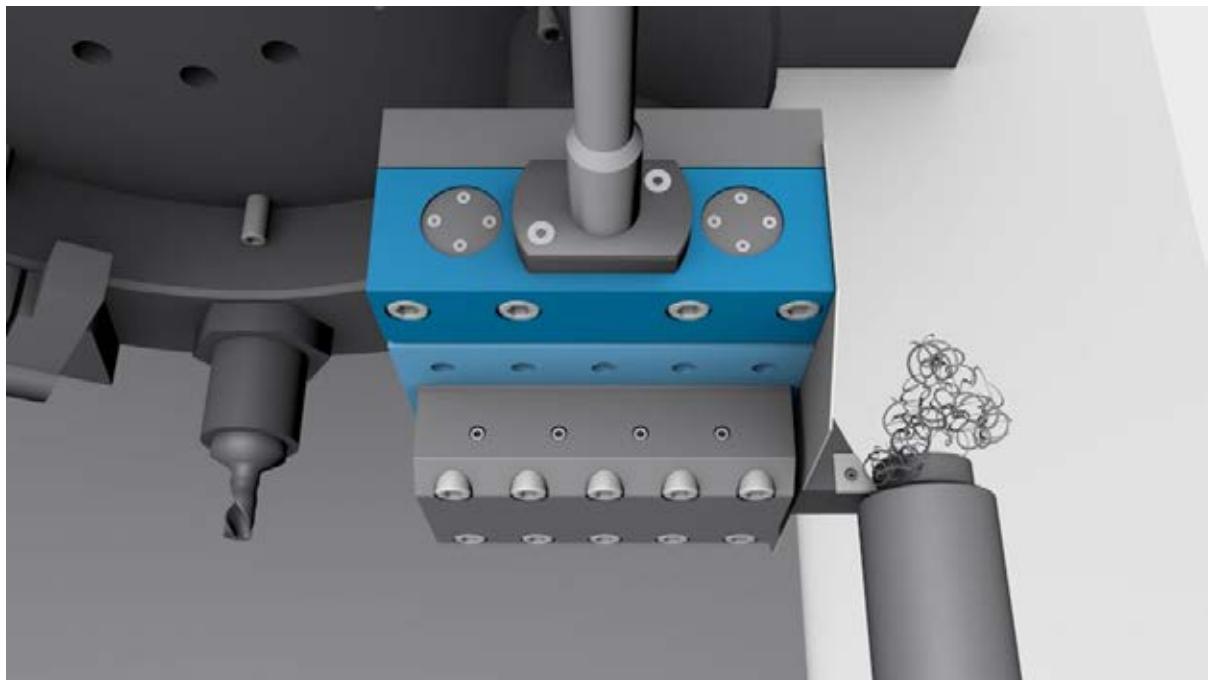
旋削加工における固定式動力計

旋削加工時にかかる力を測定する場合には、固定式動力計が用いられます。この動力計は部分的にモジュール設計を採用しており、適切なアダプタを用いて機械の主軸に取り付けます。工具はツールホルダで動力計に固定するため、動力計は工具と刃物台の間に挟まれた形になります。こうした構成にすることで、力を正確かつ動的に測定でき、プロセス内の微小な変化も直ちに定量的に把握できるようになります。

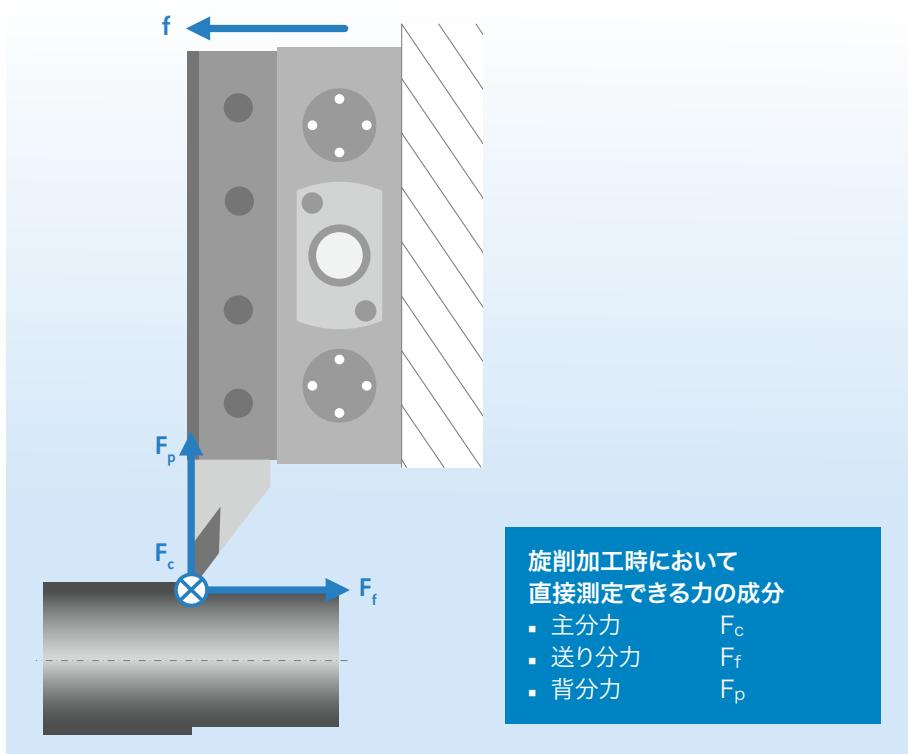
旋削のプロセスで発生する力は、多成分動力計によって直接、主分力 F_c 、送り分力 F_f 、背分力 F_p の 3 成分に分けられます。



旋削における測定信号の例



動力計（型式 9129AA）を使用した旋削加工の基礎実験



長手方向の旋削加工時にかかる力

固定式動力計のモジュール構成

旋削加工における切削力を測定する場合、旋盤の大きさ、工具、および負荷に応じて複数の動力計を用います。これらはモジュールを構成し、さまざまなアダプタやツールホルダを用いて取り付けることができます。動力計の構造上、熱による悪影響を避けられるため、信号の品質と有用性が大きく向上します。



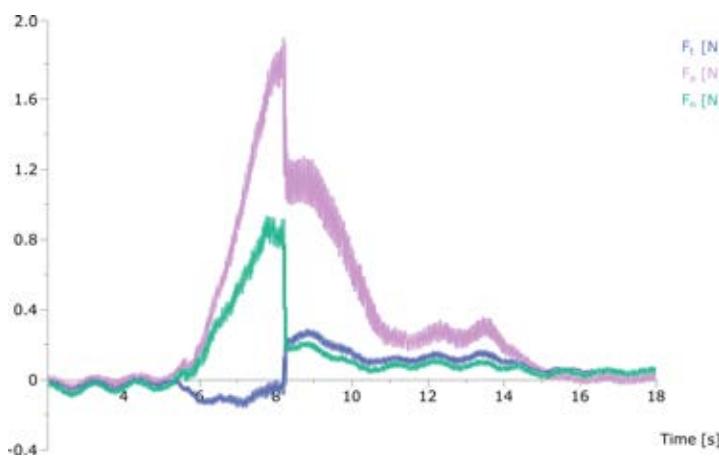
動力計（型式 9129AA）を使用した研削加工

切削力の測定：研削加工

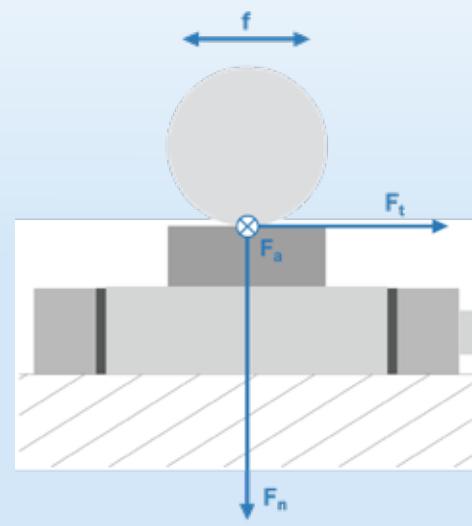
部品の製造において、研削加工は最終プロセスとしてよく用いられます。そのため、製品の品質に非常に大きな意味を持ちます。粗さやエッジ部の性質など、明確に定義された品質要件を満たすだけでなく、焼けや亀裂といった加工不良の発生を防ぐ必要があります。このため、プロセス前後を比較することが重要になります。その際に切削力測定が、因果関係を突き止め、好ましくない結果の原因を特定するための測定パラメータとなります。動力計は種類が多く、柔軟性もあるため、多様な研削プロセスでの力の測定に用いることができます。

研削加工において直接測定できる 力の成分

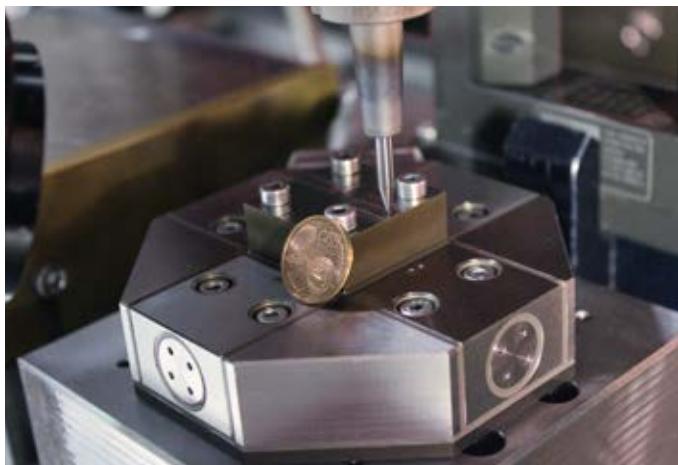
- 法線力 F_n
- 軸方向分力 F_a
- 接線方向分力 F_t



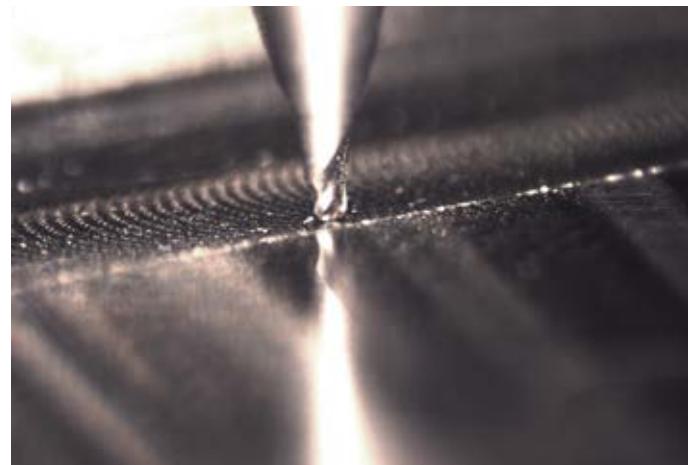
研削における測定信号の例



切削力の測定：マイクロ切削加工



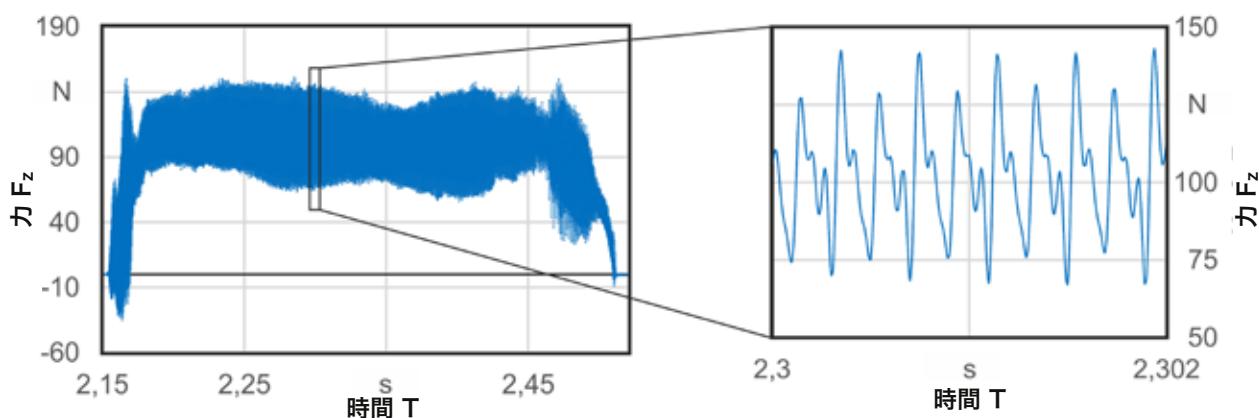
マイクロ加工用マシニングセンタに取り付けた MicroDyn 9109AA



$d = 0.2\text{mm}$ のマイクロ切削加工用 2枚刃ボールエンドミル

圧電測定技術は、マイクロ切削加工に関する条件を満たすために適した技術です。高感度で堅牢な結晶を使用することで、1Nを大きく下回る値から500N以上までの範囲の力を1つの装置で測定することができます。この方式には、試験中に測定装置を交換する必要がなく、測定の再現性を確保できるという利点があります。キスラーは、特にマイクロ切削加工に合わせて設計した測定装置を各種取り揃えています。この動力計では、特に高い固有振動数に対応できるよう、韌性と質量が最適化されています。たとえばMicroDyn 9109AAを2枚刃の工具による主軸回転数160,000rpmでの試験に用いて、個々の切り込みによる力の信号を高い信頼性で測定できた実績があります。

マイクロ切削加工時の測定の場合、測定装置の感度や測定信号の動特性に特に厳しい条件が課せられます。たとえばマイクロ切削加工時に発生する力は、1N以下から250N以上まで多岐にわたります。そして、このことはプロセスの経過を明確・精密に示すために重要になります。プロセスの動的特性を把握する上で重要なもうひとつの基準は、測定装置の固有振動数です。測定装置の固有振動数が小さすぎると、測定装置の励振が大きくなります。この場合、力の信号の振幅が高周波領域で実際よりも大きく表示されてしまうことがあります。最悪の場合には測定装置が固有振動数で励振し、測定装置の振動の方がプロセス自体で発生する力よりも大きくなってしまいます。そのため、こうした状況を絶対に発生させないようにする必要があります。

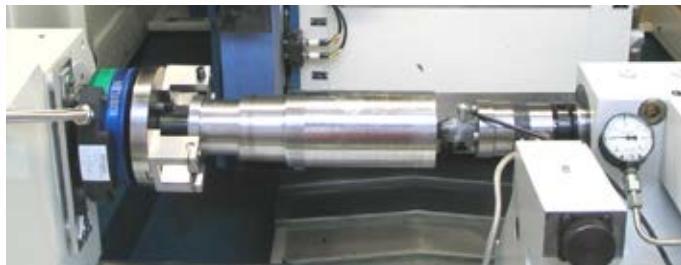


MicroDyn 9109AA で記録した力信号。切削時間が1ms以下の場合の2枚の刃それぞれの力の変化が分かります。

切削力の測定：アプリケーション事例

円筒研削加工における切削調査

ベルリン工科大学の工作機械・工場管理研究室において、特殊動力計を用いた研削プロセスの解析が行われました。部品の品質、摩耗の機構や材料除去速度の限界が測定され、それらの改善につながりました。



特殊動力計による吐出力の測定

キスラーは圧電技術の特性を実証しています。アーヘン工科大学の工作機械研究室 (WZL) において、大型動力計を用いた極めて小さい力の測定と解析に成功しました。



開発パートナーとしてのキスラー

どんな用途にも大きな課題があります。それはプローチ加工、切断、ネジ切り、ポリシング、ホーニング、あるいは古典的なフライス加工、穴あけ加工、旋削加工、研削加工でも同じです。私たちは開発パートナーとして、ユーザと共に測定に関するカスタマイズソリューションを開発します。私たちは力、加速度、アコースティックエミッションの測定に関わる専門企業として、長年の経験を役立てることができます。また、キスラーのサービスは、コンサルティングから即時利用可能なソリューションの設計製作まで多岐にわたります。

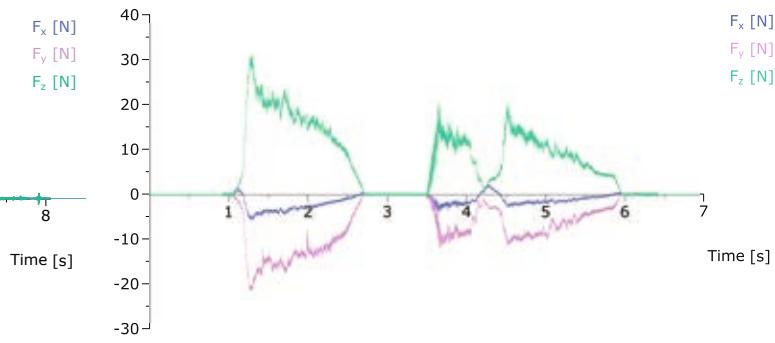
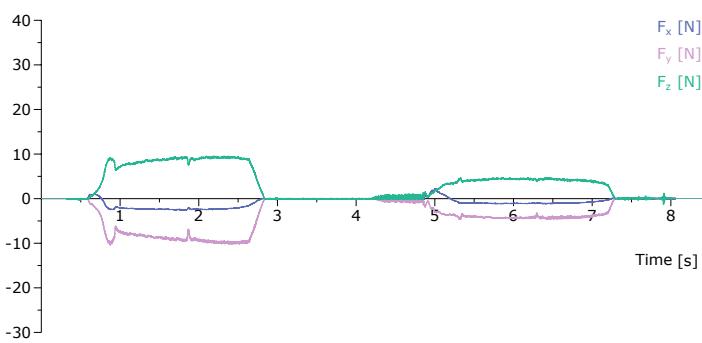
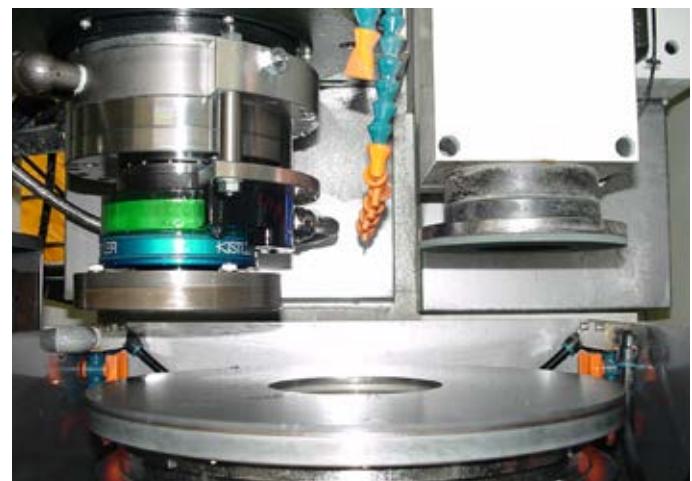


キスラーで行った独自加工で動力計を使用した場合

圧力センサ用のダイヤフラムなど、難削材から作られる薄い部品の場合、特に高いプロセス安定性と表面品質が求められます。その際にキスラーの測定技術を用いることで、プロセスの解析が可能になり、工具の寿命はもちろん、プロセス安定性も著しく向上させることができました。その結果、製造コストと不良率が低減しました。

キスラーの動力計を備えた精密平面ホーニング加工機械

ウエハディスクの製造において、平坦性、表面粗さ、ディスク厚さが品質を左右します。素材は一般的に極めて硬度が高いものの、非常に脆く、従来は遊離砥粒を含むペーストを使ってポリシングやホーニングを行っていました。こうした作業では、品質は保証されますが、効率が上がりず、かなりの汚れを覚悟しなくてはなりませんでした。しかし、東北大学でキスラーの技術が採用されたことで、効率向上に至る道が開けました。特殊な設計にダイヤモンドコートィングディスクが採用され、計測と解析を実現できるようになりました。また、ハンドリングの最適化と不良率の低下も可能になりました。



難削材の旋削における力信号。左：新品の工具を使用した場合、右：摩耗した工具を使用した場合

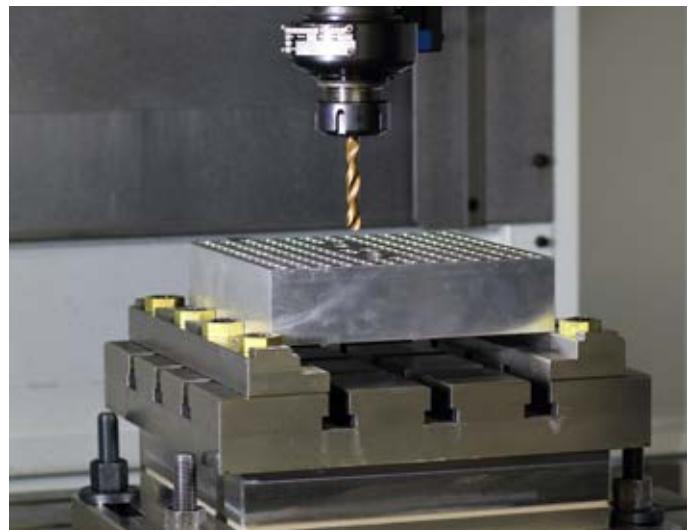


運転条件下での冷却潤滑剤の評価

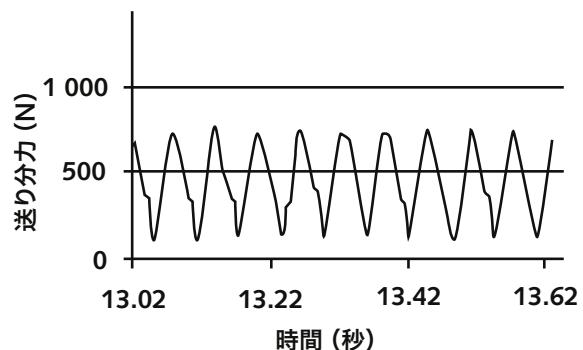
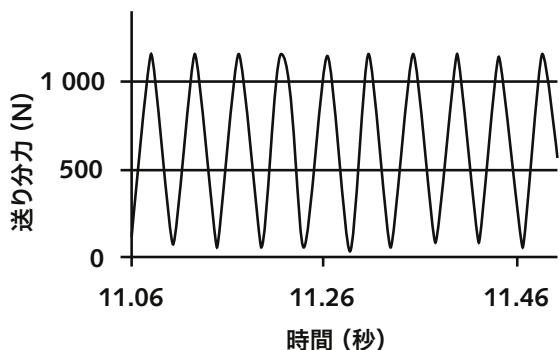
金属加工用潤滑剤のトップメーカーであるブラーーザー・スイスループ社 (Blaser Swisslube AG、スイスのハスレー＝リューエクザウ) は新しい冷却潤滑剤の開発に際し、キスラーの計測専門技術を採用しました。精度の高い測定データが得られるようにならったことで、冷却潤滑剤が実用試験において使用上の要件に正しく適合し、顧客のもとでも高い信頼性をもって機能を保証できるようになりました。

プロセスの最適化

加工プロセスの生産性と品質を向上させ、競争力を高めるためには、プロセスの最適化がカギとなります。MITIS は、これまで 10 年以上にわたり振動ドリルのシステム開発を手がけています。この種のシステムは、プロセスの安定性と効率を維持するために、切りくずの破碎が大きな影響を与える分野に用いられています。切削パラメータの最適化と振動の軸方向ストロークの調整のために、切削力測定システム (型式 9255) が定期的に使用されています。これにより、軸方向に過度な力がかかることで製品が変形するリスクを冒すことなく、プロセスパラメータを最適化できています。



稼働中の MITIS システム：キスラーの動力計 (型式 9255C) の上にワークが取り付けられた状態

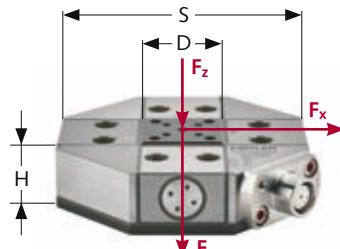


振動ドリルで穴あけを行う場合の軸方向の力の変動：力信号を用いてパラメータを最適化することで、工具が確実に動作し、切りくずが確実に破碎され、製品の変形を防ぐために力を最小限に抑えることが可能になります。

製品

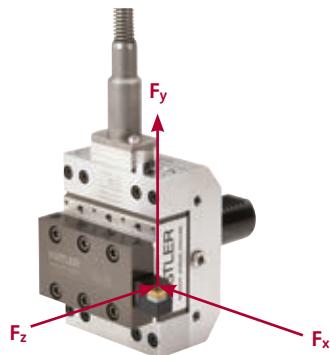
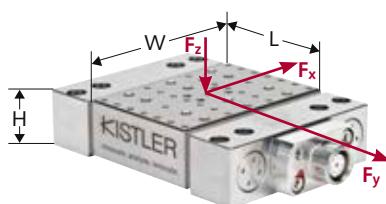
固定式動力計

MicroDyn : 小型多成分動力計、測定範囲：最大 500 N、トッププレート：30x30 mm



技術データ	型式	9109AA
測定範囲		
F_x, F_y, F_z (中央)	N	-500 ~ 500
M_z (単成分)	N·m	-50 ~ 50
校正範囲		
F_x, F_y, F_z	N	0 ~ 500
	N	0 ~ 50
	N	0 ~ 10
標準感度		
F_x, F_y	pC/N	≈ -12.5
F_z	pC/N	≈ -20
固有振動数(本体のみの場合)		
$f_n(x)$	kHz	>15
$f_n(y)$	kHz	>15
$f_n(z)$	kHz	>15
使用温度範囲		
	°C	-20 ~ 70
寸法 (DxSxH)		
	mm	30x100x26
重量		
	kg	1.04
保護等級 IEC/EN 60529 (接続ケーブルを含む)		
		IP67
コネクタ部		
		Fischer フランジ 9 ピン (メス)
データシート		
		9109AA_003-346
特長		
		この小型動力計は、固定式動力計として新たに開発され、高い感度と固有振動数を備えた、非常にコンパクトで堅牢性の優れた動力計です。マイクロ切削加工時の切削力測定に大変適しています。
標準付属品		
スチール製下板 (磁気取り付け用)	部品番号	55174784
六角穴付きボルト M4x25 8 本	部品番号	65012704
付属品 (別途発注)		
8 芯接続ケーブル	型式	1677BA5/1677BB5/1679BA5

MiniDyn : 小型多成分動力計、測定範囲：最大 4 kN



技術データ	型式	テーブル加工適用		旋削加工適用
		9119AA1	9119AA2	9119AA2 ¹⁾
測定範囲				
F_x, F_z	kN	-4 ~ 4	-4 ~ 4	-2 ~ 2 ²⁾
F_y	kN	-4 ~ 4	-4 ~ 4	-3 ~ 3 ²⁾
校正範囲				
F_x, F_z	N	0 ~ 4,000	0 ~ 4,000	0 ~ 2,000
	N	0 ~ 400	0 ~ 400	0 ~ 200
	N	0 ~ 40	0 ~ 40	
F_y	N	0 ~ 4,000	0 ~ 4,000	0 ~ 3,000
	N	0 ~ 400	0 ~ 400	0 ~ 300
	N	0 ~ 40	0 ~ 40	
標準感度				
F_x, F_z	pC/N	≒ -26	≒ -26	≒ -26
F_y	pC/N	≒ -13	≒ -13	≒ -13
固有振動数				
$f_n(x)$	kHz	≒ 6.0	≒ 4.3	≒ 1.25 ³⁾
$f_n(y)$	kHz	≒ 6.4	≒ 4.6	≒ 1.5 ³⁾
$f_n(z)$	kHz	≒ 6.3	≒ 4.4	≒ 2.5 ³⁾
プリロード				
使用温度範囲	°C	-20 ~ 70	-20 ~ 70	-20 ~ 70
寸法 (LxWxH)	mm	39x80x26	55x80x26	55x80
重量	g	930	1350	アダプタによって異なる
保護等級 IEC/EN 60529 (接続ケーブルを含む)		IP67	IP67	IP67
接続		Fischer フランジ 9 ピン (メス)	Fischer フランジ 9 ピン (メス)	Fischer フランジ 9 ピン (メス)

特長

取り付けサイズが最も小さい動力計です。構成を最適化し、厳選した材料を採用することで、3 方向すべてで 6kHz を超える固有振動数を実現しています（型式 9119AA1）。高感度の結晶を使用し、従来の動力計と比べて 3 倍高い感度に対応できるため、極めて小さな力も非常に正確に測定することができます。横方向のプリロードにより、測定信号に与える熱的作用が最小限に抑えられています。

1) アダプタ（型式 9119A...）を使用した場合

2) アダプタによって異なる

3) VDI 用アダプタ（型式 9119AB30S）、ツールホルダ（型式 9119AE16）、動力計（型式 9119AA2）と工具（280g）の場合

ツールホルダ

小型多成分動力計 型式 9119AA2

アダプタ



ツールホルダ 型式 9119AE...

ツールホルダ(中ぐり用) 型式 9119AF16

付属品(別途発注) :

3芯接続ケーブル

型式 : 1687BA5 / 1687BB5 / 1688B5 /

1689BA5

8芯接続ケーブル

型式 : 1677BA5 / 1677BB5 / 1678A5 /

1679BA5

データシート : 9119AA1_003-060

9119AA2_003-055

VDI用 型式 9119AB...

Capto用 型式 9119AC...

HSK-T用 型式 9119AH63...

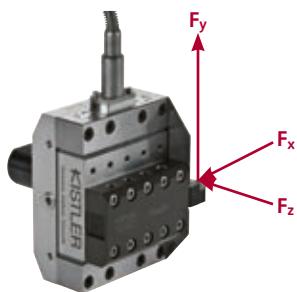
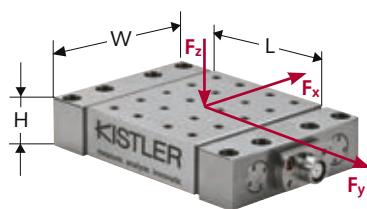
特長

動力計(型式 9119AA2)をベースとしたモジュラ構成の測定システムでは、VDI用アダプタと工具ナットを使用して簡単に取付可能です。動力計(型式 9119AA2)に適合した市販のさまざまなアダプタをご提供できます。



動力計(型式 9119AA2)による研削加工時の力測定

MidiDyn : 多成分動力計、測定範囲：最大 10kN、トッププレート：90x105 mm



		テープル加工適用	旋削加工適用
技術データ	型式	9129AA	9129AA ¹⁾
測定範囲			
F_x, F_z	kN	-10 ~ 10	-5 ~ 5 ²⁾
F_y	kN	-10 ~ 10	-8 ~ 8 ²⁾
校正範囲			
F_x, F_z	kN	0 ~ 10	0 ~ 5
	kN	0 ~ 1	0 ~ 0.5
	kN	0 ~ 0.1	
F_y	kN	0 ~ 10	0 ~ 8
	kN	0 ~ 1	0 ~ 0.8
	kN	0 ~ 0.1	
標準感度			
F_x, F_z	pC/N	≈ -8	≈ -8
F_y	pC/N	≈ -4.1	≈ -4.1
固有振動数			
$f_n(x)$	kHz	≈ 3.5	≈ 1.5 ³⁾
$f_n(y)$	kHz	≈ 4.5	≈ 1.5 ³⁾
$f_n(z)$	kHz	≈ 3.5	≈ 2.5 ³⁾
プリロード		横方向	
使用温度範囲	°C	0 ~ 70	0 ~ 70
寸法 (LxWxH)	mm	90x105x32	90x105x32
重量	kg	3.2	アダプタによって異なる
保護等級 IEC/EN 60529 (接続ケーブルを含む)		IP67	IP67
コネクタ部		Fischer フランジ 9 ピン (メス)	Fischer フランジ 9 ピン (メス)

特長

低い構造高さと広い測定範囲を備えたこの動力計は、精密機械での測定に大変適しており、力の 3 方向すべてで高い固有振動数を実現しています。横方向のプリロードにより、測定信号に与える熱的作用が最小限に抑えられています。

¹⁾ アダプタ (型式 9129A...) を使用した場合

²⁾ アダプタによって異なる

³⁾ VDI 用アダプタ (型式 9129AB40)、ツールホルダ (型式 9129AE25)、動力計 (型式 9129AA) と工具 (280g) の場合



動力計 (型式 9129AA) を使用したフライス加工

ツールホルダ



ツールホルダ 型式 9129AE...
ツールホルダ(中ぐり用) 型式 9129AF40
CoroTurn SL 型式 9129AG40

多成分動力計 型式 9129AA



付属品(別途発注):
3芯接続ケーブル
型式: 1687BA5 / 1687BB5 / 1688B5 /
1689BA5
8芯接続ケーブル
型式: 1677BA5 / 1677BB5 / 1678A5 /
1679BA5

データシート: 9129AA_000-709
9129AA_000-710

アダプタ



VDI 用 型式 9129AB...
クランプウェッジ 型式 9129AD...
Capto 用 型式 9129AC...

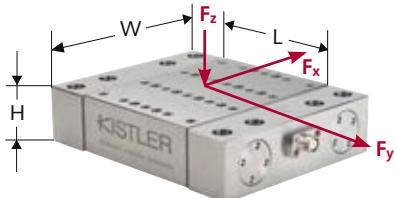
特長

広い測定範囲を備えた動力計(型式 9129AA)をベースとしたモジュール構成の測定システムで、VDI 用アダプタやツールホルダを少ない費用で動力計に取り付けることができます。動力計(型式 9129AA)に適合したさまざまなアダプタをご提供できます。



動力計(型式 9129A)を使用した旋盤加工

MaxiDyn : 多成分動力計、測定範囲：最大 30N、トッププレート：140x190 mm



技術データ	型式	9139AA
最大許容測定範囲		
F_x, F_y, F_z	kN	-30 ~ 30
校正範囲	kN	0 ~ 30
F_x, F_y, F_z	kN	0 ~ 3
	kN	0 ~ 0.3
標準感度		
F_x, F_z	pC/N	≈ -8.2
F_y	pC/N	≈ -4.2
固有振動数		
$f_n(x)$	kHz	≈ 2.9
$f_n(y)$	kHz	≈ 2.9
$f_n(z)$	kHz	≈ 3.0
プリロード		
使用温度範囲	°C	-20 ~ 70
寸法 (LxWxH)	mm	140x190x58
重量	kg	≈ 12.9
保護等級 IEC/EN 60529 (接続ケーブルを含む)		IP67
コネクタ部		Fischer フランジ 9 ピン (メス)
データシート		9139AA_003-198

特長

横方向のプリロードにより、測定信号に与える熱的作用が最小限に抑えられる、コンパクトで堅牢性に優れた動力計です。測定範囲が広いため、重切削加工時の力測定にも対応できます。

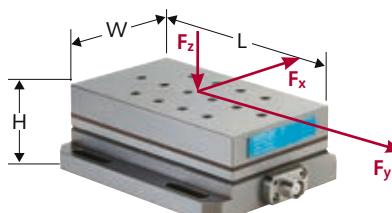
付属品 (別途発注)

3 芯接続ケーブル	型式	1687BA5 / 1687BB5 / 1688B5 / 1689BA5
8 芯接続ケーブル	型式	1677BA5 / 1677BB5 / 1678A5 / 1679BA5



動力計 (型式 9139AA) を使用したフライス加工

多成分動力計、測定範囲：最大 10kN、トッププレート：100x170 mm

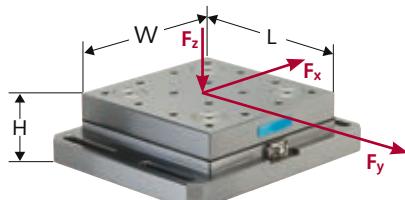


技術データ	型式	9257B
測定範囲		
F_x, F_y	kN	-5 ~ 5
F_z	kN	-5 ~ 10
校正範囲		
F_x, F_y	kN	0 ~ 5 0 ~ 0.5
F_z	kN	0 ~ 10 0 ~ 1
標準感度		
F_x, F_y	pC/N	≈ -7.5
F_z	pC/N	≈ -3.7
固有振動数		
$f_n(x), f_n(y)$	kHz	≈ 2.3
$f_n(z)$	kHz	≈ 3.5
プリロード		縦方向
使用温度範囲	°C	0 ~ 70
寸法 (LxWxH)	mm	170x100x60
重量	kg	7.3
保護等級 IEC/EN 60529 (接続ケーブルを含む)		IP67
コネクタ部		Fischer フランジ 9 ピン (メス)
データシート		9257B_000-151
特長	幅広い用途に使用できる動力計です。ハンディなサイズとさまざまな用途に対応可能な測定範囲により、多成分動力計 9257B はロングセラー製品です。工作テーブルには長穴タイプのサイドフランジを使って取り付けます。	
付属品 (別途発注)		
3 芯接続ケーブル	型式	1687BA5 / 1687BB5 / 1688B5 / 1689BA5
8 芯接続ケーブル	型式	1677BA5 / 1677BB5 / 1678A5 / 1679BA5
ツールホルダ	型式	9403
ケーブル接続部防水カバー	型式	1431A1



動力計 (型式 9257B) を使用したネジ切り

多成分動力計、測定範囲：最大 60kN、トッププレート：260x260 mm

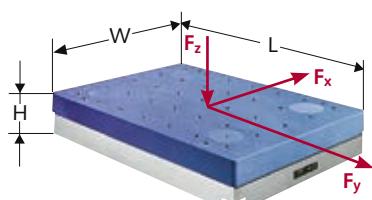


技術データ	型式	9255C
測定範囲		
F_x, F_y	kN	-30 ~ 30
F_z	kN	-10 ~ 60
校正範囲		
F_x, F_y	kN	0 ~ 30
	kN	0 ~ 3
F_z	kN	0 ~ 60
	kN	0 ~ 6
標準感度		
F_x, F_y	pC/N	≈ -7.9
F_z	pC/N	≈ -3.9
固有振動数		
$f_n(x)$	kHz	≈ 2.2
$f_n(y)$	kHz	≈ 2.2
$f_n(z)$	kHz	≈ 3.3
プリロード		縦方向
使用温度範囲	°C	-20 ~ 70
寸法 (LxWxH)	mm	260x260x95
重量	kg	52
保護等級 IEC/EN 60529 (接続ケーブルを含む)		IP67
コネクタ部		Fischer フランジ 9 ピン (メス)
データシート		9255C_003-051
特長	すべての動力計の最大測定範囲をカバーし、重切削加工にも対応した、堅牢性の優れた動力計です。工作機械の工作テーブルには、長穴タイプのサイドフランジを使って取り付けます。この動力計は動力計内の 4箇所でボルト固定することにより、固有振動数が高まります。	
付属品 (別途発注)		
3芯接続ケーブル	型式	1687BA5 / 1687BB5 / 1688B5 / 1689BA5
8芯接続ケーブル	型式	1677BA5 / 1677BB5 / 1678A5 / 1679BA5
ケーブル接続部防水カバー	型式	1431A1

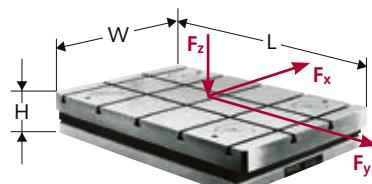


動力計 (型式 9255C) を使用したフライス加工

多成分測定用フォースプレート、測定範囲：最大 30kN、トッププレート：400x600 mm



型式 9253B22¹⁾



型式 9253B23²⁾

¹⁾ねじ穴 (M10x18)付きのトッププレート

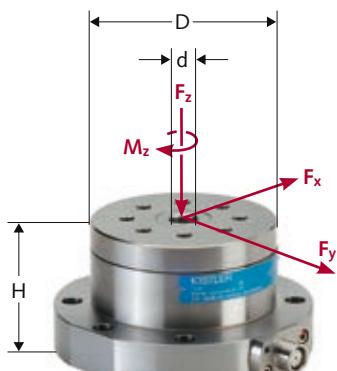
²⁾T溝 (10H12)付きのトッププレート

技術データ	型式	9253B22	9253B23
測定範囲			
F_x, F_y	kN	-15 ~ 15	-12 ~ 12
F_z	kN	-15 ~ 30	-12 ~ 25
校正範囲			
F_x, F_y	kN	0 ~ 15	0 ~ 12
	kN	0 ~ 1.5	0 ~ 1.2
F_z	kN	0 ~ 30	0 ~ 25
	kN	0 ~ 3	0 ~ 2.5
標準感度			
F_x, F_y	pC/N	$\approx \pm 7.8$	$\approx \pm 7.8$
F_z	pC/N	$\approx \pm 3.7$	$\approx \pm 3.7$
固有振動数			
$f_n(x)$	Hz	≈ 580	≈ 610
$f_n(y)$	Hz	≈ 550	≈ 570
$f_n(z)$	Hz	≈ 720	≈ 570
プリロード		縦方向	縦方向
使用温度範囲	°C	-20 ~ 70	-20 ~ 70
寸法 (LxWxH)	mm	600x400x100	600x400x100
重量	kg	90	85
保護等級 IEC/EN 60529 (接続ケーブルを含む)		IP67	IP67
コネクタ部		Fischer フランジ 9 ピン (メス)	Fischer フランジ 9 ピン (メス)
データシート		9253B_000-146	9253B_000-146
特長	トッププレートのサイズは 400x600 mm となっており、大きなワークの切削力測定にも対応できます。フォースプレートは、4本の足の各中心部分を用いて工作機械のテーブルに設置します。他の固定式動力計と異なり下板がついておりません。		

付属品 (別途発注)

3芯接続ケーブル	型式	1687BA5 / 1687BB5 / 1688B5 / 1689BA5
8芯接続ケーブル	型式	1677BA5 / 1677BB5 / 1678A5 / 1679BA5
ケーブル接続部防水カバー	型式	1431A1

4 成分動力計、穴あけ加工時の切削力測定用



技術データ	型式	9272
測定範囲		
F _x 、F _y	kN	-5 ~ 5
F _z	kN	-5 ~ 20
M _z	N·m	-200 ~ 200
校正範囲		
F _x 、F _y	kN	0 ~ 5
	kN	0 ~ 0.5
F _z	kN	0 ~ 20
	kN	0 ~ 2
M _z	N·m	0 ~ ± 200
	N·m	0 ~ ± 20
標準感度		
F _x 、F _y	pC/N	≈ -7.8
F _z	pC/N	≈ -3.5
M _z	pC/N·m	≈ -160
固有振動数		
f _n (x)、f _n (y)	kHz	≈ 3.1
f _n (z)	kHz	≈ 6.3
f _n (M _z)	kHz	≈ 4.2
プリロード		縦方向
使用温度範囲	°C	0 ~ 70
寸法 (DxdxH)	mm	ø100xø15x70
重量	kg	4.2
保護等級 IEC/EN 60529 (接続ケーブルを含む)		IP67
コネクタ部		Fischer フランジ 9 ピン (メス)
データシート		9272_000-153

特長 4成分動力計は、3方向の力のほか、動力計の中央のトルクM_zも精密に直接測定できる唯一の固定式動力計です。

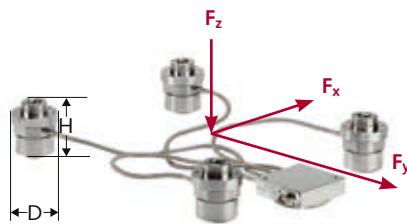
付属品 (別途発注)

8芯接続ケーブル	型式	1677BA5 / 1677BB5 / 1678A5 / 1679BA5
ツールホルダ	型式	9404
ケーブル接続部防水カバー	型式	1431A1



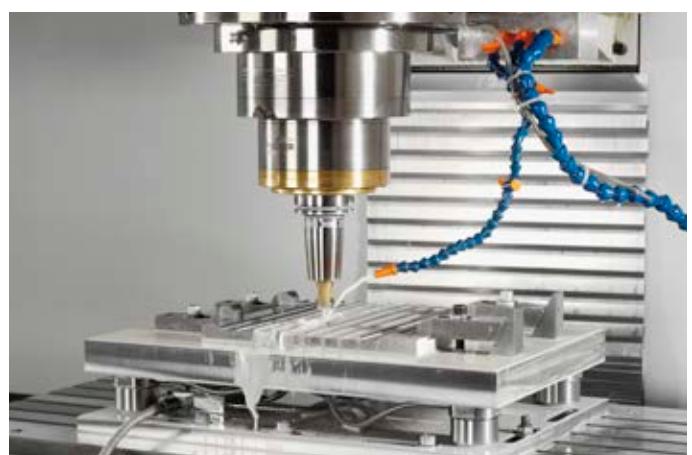
動力計 (型式 9272) を使用した、水晶の切削力測定

多成分力センサユニット 測定範囲：最大 60kN



技術データ	型式	9366CC...
測定範囲		
F_x, F_y	kN	-25 ~ 25 ¹⁾
F_z	kN	-25 ~ 60 ¹⁾
校正範囲		
F_x, F_y	kN	0 ~ 25
	kN	0 ~ 2.5
F_z	kN	0 ~ 60
	kN	0 ~ 6
標準感度		
F_x, F_y	pC/N	≈ -7.8
F_z	pC/N	≈ -3.8
固有振動数		
$f_n(x), f_n(y), f_n(z)$	Hz	≈ 200 ~ 1,600 ¹⁾
プリロード		縦方向
使用温度範囲	°C	-20 ~ 70
寸法 (DxH)	mm	72x90
トッププレートの最大寸法	mm	900x900
重量	kg	7
保護等級 IEC/EN 60529 (接続ケーブルを含む)		IP67
コネクタ部		Fischer フランジ 9 ピン (メス)
データシート		9366CC_000-681
特長	すぐに接続して使用できる校正済みの多成分力センサユニットは、多成分測定プラットフォームに取り付けることができます。300x300 mm ~ 900x900 mm のトッププレートを使用可能です。	
付属品 (別途発注)		
3芯接続ケーブル	型式	1687BA5 / 1687BB5 / 1688B5 / 1689BA5
8芯接続ケーブル	型式	1677BA5 / 1677BB5 / 1678A5 / 1679BA5
ケーブル接続部防水カバー	型式	1431A1

¹⁾ トッププレートのサイズと材料によって異なる



動力計 (型式 9366CC) を使用したチタン合金の切削力測定

回転式動力計

ワイヤレス 4 成分動力計 (RCD)、最高回転数 : 16,000rpm、切削力測定用



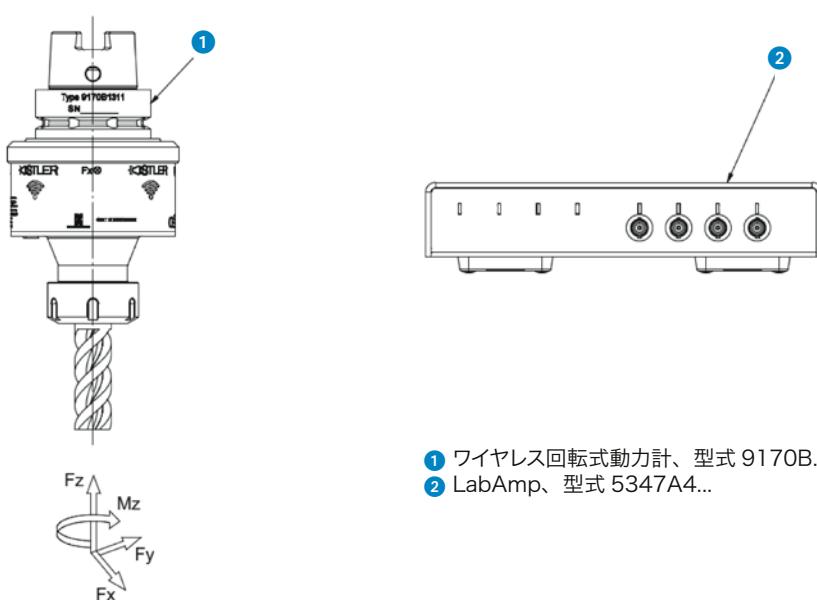
技術データ	型式	9170B...
測定範囲 (定格)		
F_x, F_y	kN	-5 ~ 5 ¹⁾
F_z	kN	-20 ~ 20 ¹⁾
M_z	N·m	-100 ~ 100 ¹⁾
最高回転数	rpm	16,000 ¹⁾
標準感度 (最小 / 最大)		
F_x, F_y	mV/N	$\approx 2 / \approx 20$
F_z	mV/N	$\approx 0.5 / \approx 5$
M_z	mV/N·m	$\approx 66 / \approx 1,000$
固有振動数		
$f_n(x)$	kHz	$\approx 2.0^{2)}$
$f_n(y)$	kHz	$\approx 2.0^{2)}$
$f_n(z)$	kHz	$\approx 5.3^{2)}$
使用温度範囲	°C	0 ~ 60
寸法 (DxH)	mm	94x148 ²⁾
ロータの重量	kg	2.0 ²⁾
保護等級 IEC/EN 60529		IP67
信号の転送		無線リンク (GFSK)
データシート		9170B_003-608

特長

このワイヤレス 4 成分回転式動力計を使用すれば、径方向 (F_x, F_y)、軸方向 (F_z) の力と最高 16,000rpm の主軸回転数の切削プロセスのトルクを測定できます。クーラントは内部で供給することができます。測定信号の伝送はワイヤレスで、電源供給は充電式内蔵バッテリーです。回転式動力計はさまざまな主軸アダプタでご提供できます。

¹⁾ 主軸アダプタと力の作用点によって異なる

²⁾ 主軸アダプタ (HSK-A63) と一体型コレットチャックアダプタを備えたロータの場合 (工具なし)



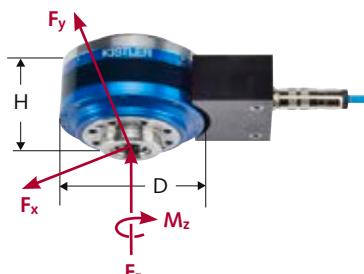
① ワイヤレス回転式動力計、型式 9170B...
② LabAmp、型式 5347A4...

ロータ



技術データ	型式	9170B...
主軸アダプタ		HSK-A40、HSK-A50、 HSK-A63、HSK E40、 HSK-E50、HSK-E63 DIN ISO7388-1-AD30、 DIN ISO7388-1-AD40、 MAS 403 BT 30、 MAS 403 BT 40、 CAT 30、CAT 40、 Capto C5、Capto C6、 ご要望に応じて他の主軸 アダプタもご利用いただけ ます。
特長		回転式動力計 9170B の場合、主軸ア ダプタとツールアダプタが固定して取り 付けられており、納品後にアダプタの交 換はできません。

回転式 4 成分動力計、最高回転数：12,000rpm、重切削加工時の切削力測定用



技術データ	型式	9171A...
測定範囲 (定格)		
F_x, F_y	kN	-20 ~ 20 ³⁾
F_z	kN	-30 ~ 30 ³⁾
M_z	N·m	-1,000 ~ 1,000 ³⁾
最高回転数	rpm	12,000
標準感度 (最小 / 最大)		
F_x, F_y	mV/N	≒ 0.5 / ≒ 4.8
F_z	mV/N	≒ 0.3 / ≒ 4.8
M_z	mV/N·m	≒ 9 / ≒ 96
固有振動数		
$f_n(x)$	kHz	≒ 1.1 ¹⁾
$f_n(y)$	kHz	≒ 1.1 ¹⁾
$f_n(z)$	kHz	≒ 7.6 ¹⁾
使用温度範囲	°C	0 ~ 60
寸法 (DxH)	mm	118x85
重量	kg	3.3 ²⁾
保護等級 IEC/EN 60529		IP67
信号の転送		非接触式
データシート		9171A_003-155

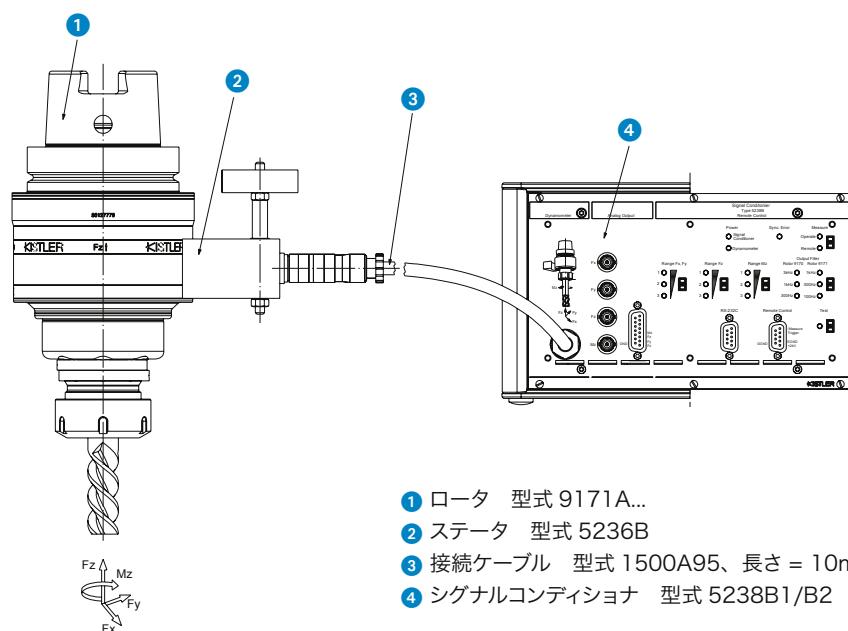
特長

この回転式 4 成分動力計は広い測定範囲を備えており、最高 12,000rpm の回転数にも対応しているため、重切削加工時にも使用できます。ロータはモジュール構成となっており、さまざまな主軸アダプタ / ツールアダプタをいつでも交換できます。クーラントは内部で供給することができます。測定信号の伝送と電源供給は非接触で送られます。

¹⁾ 主軸アダプタ (HSK-A100) 付きのロータの場合 (ツールアダプタなし)

²⁾ 主軸アダプタおよびツールアダプタなしのロータの場合

³⁾ 測定範囲は主軸アダプタと型式によって異なる。データシートを参照



- ① ロータ 型式 9171A...
- ② ステータ 型式 5236B
- ③ 接続ケーブル 型式 1500A95、長さ = 10m
- ④ シグナルコンディショナ 型式 5238B1/B2

ロータ



技術データ	型式	9171A
主軸アダプタ		HSK-A63、HSK-A80、 HSK-A100 DIN 69871-AD40、 DIN 69871-AD50 MAS 403 BT 40、 MAS 403 BT 50 CAT 40、CAT 50 Capto C6、Capto C8
ツールアダプタ		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rego Fix のコレットチャックホルダ (型式 PowRgrip PG32-SG) ▪ コレットチャックホルダ (型式 ER32、DIN 6499-B32) ▪ コレットチャックホルダ (型式 ER40、DIN 6499-B40) ▪ BIG KAISER のコレットチャックホルダ (MEGA New Baby Chuck) ▪ TENDO 油圧ツールホルダ (Schunk 製)
データシート		9171A_003-155
特長	回転式動力計 9171A には、主軸アダプタとツールアダプタがモジュール方式で取付けられるため、アダプタのみで購入可能です。アダプタはいつでも交換できます。(注意：ロータはアダプタを交換するたびに調整する必要があります)	



BIG KAISER
MEGA New Baby Chuck

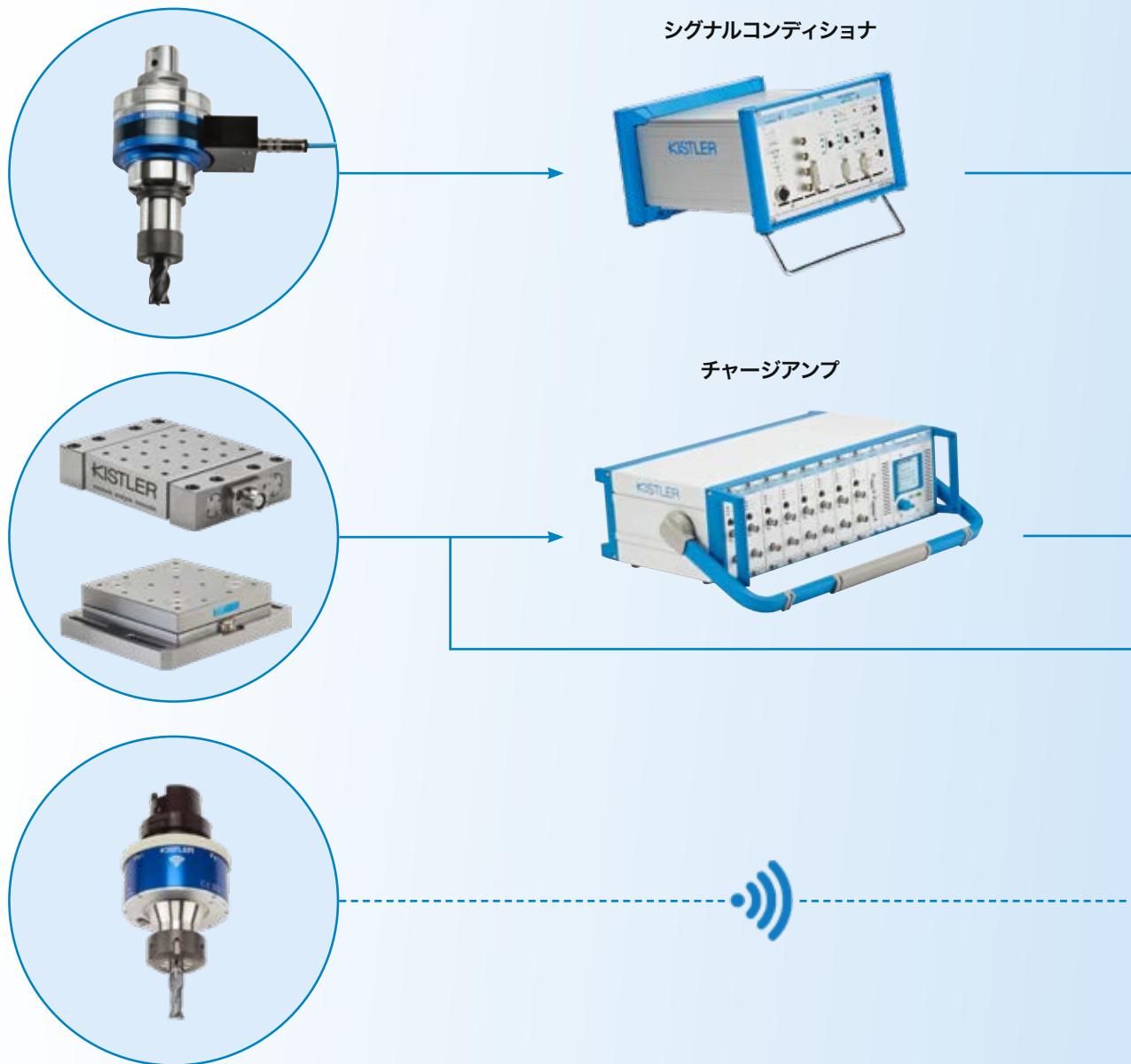
Schunk
TENDO

Rego Fix
SecuRgrip

アンプ、収集、評価 - すべてを 1 つのシステムで実現

測定

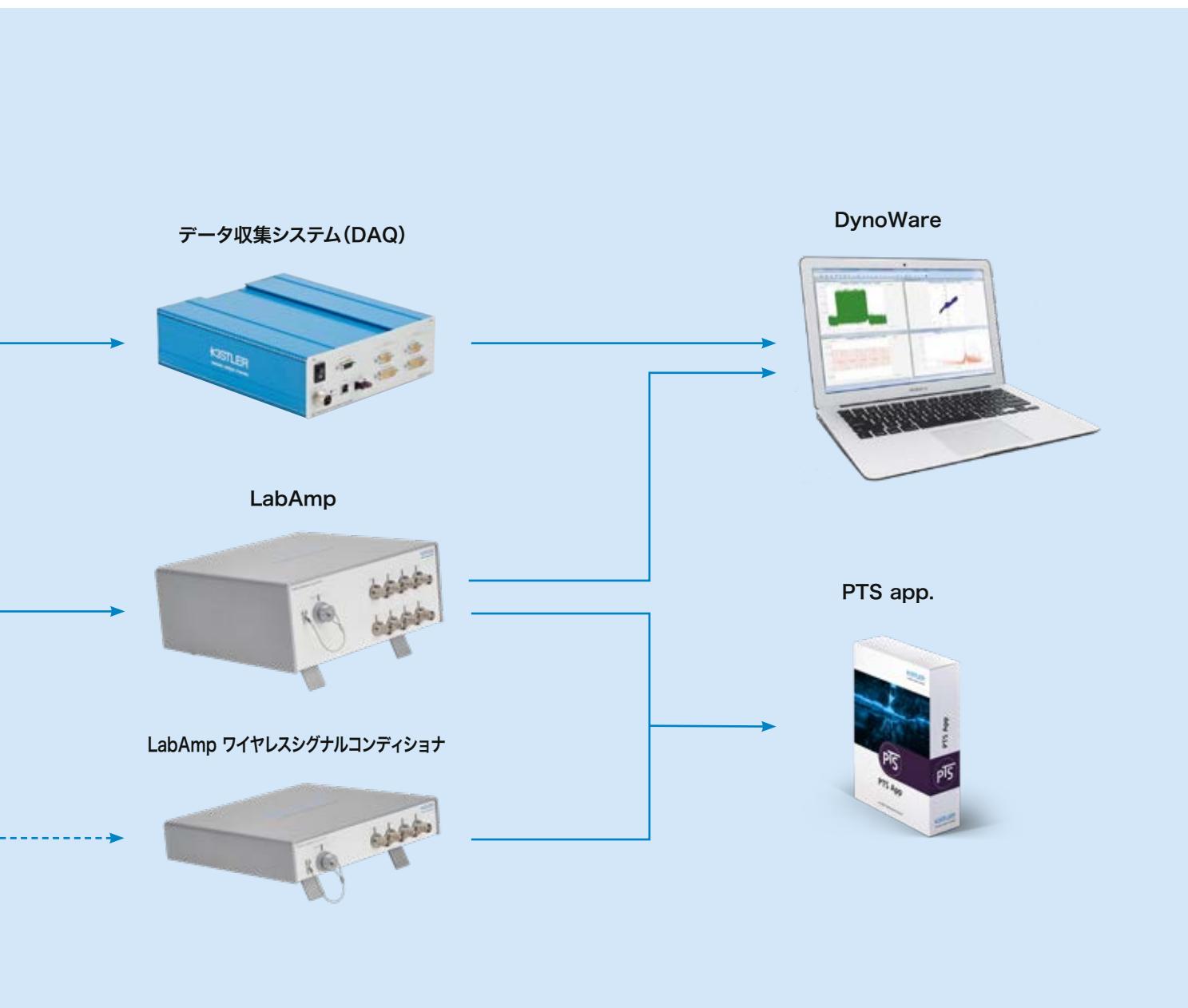
チャージアンプ+データ収集(DAQ)システム



動力計は、各測定構造の中核を成すシステムです。測定対象の物理的パラメータを把握し、その情報を電荷信号の形でチャージアンプに転送します。その際に使用するのは、多くの場合は工作テーブルに取り付けられた固定式動力計か、または主軸インターフェースを介して主軸に組み込んで取り付けた回転式動力計です。

キスラーは、スタンドアロンタイプのデータ収集システムとチャージアンプを内蔵したシステムを提供しています。固定式動力計には、チャージアンプ「LabAmp 5167A」を直接使用できます。このアンプは電荷信号を電圧に変換し、アナログ / デジタルの変換を行います。データは PTS app. に表示し、分析することができます。特に回転式動力計 型式 9170B は、PTS app. で測定システムの設定からデータ収集までを行います。

評価



回転式動力計 9170B のチャージアンプはロータに組み込まれており、ワイヤレスで LabAmp 5347A4K に送信され、PTS app. を使って分析・可視化することができます。ステータ付きのタイプ（型式 9171A）の場合には、シグナルコンディショナ（型式 5223B...）がロータへの電源供給とデータの受信を行います。回転式動力計やチャージアンプ 型式 5080 を使用した高精度測定の場合には、データ収集システム 型式 5697 を使用します。このシステムは「DynoWare」のみと互換性があり、データを解析して可視化できます。

PTS app. は、シンプルな操作が可能な汎用ソフトウェアで、動力計または単成分 / 多成分力センサによる力測定を行う場合に大変適しています。PTS app. を使用すれば、信号解析において測定波形をオンラインで可視化したり、便利な計算 / グラフィック機能を活用できます。

LabAmp シリーズ

型式 5167A と 5165A で構成される LabAmp シリーズは、さまざまなセンサタイプの多数の信号を変換・収集できます。チャージアンプ 型式 5165A は、電圧、IEPE や電荷信号の動的な測定に大変適しています。LabAmp 5167A には、LabAmp 5165A とは異なり、固定式動力計用の仕様が用意されています。



物理的パラメータ

- 力
- 加速度
- 圧力
- 電圧



切削プロセスにおける高精度な測定とデータの収集

チャージアンプ「LabAmp 5167A」は固定式動力計とともに、切削プロセスでの力とモーメントを把握するための測定システム全体を構成します。チャージアンプは高絶縁の入力装置を備えており、最小限のドリフトで測定を行います。低ノイズ設計となっており、小さな力信号も測定することができます。動力計と用途に応じて 4 または 8 チャンネル仕様があります。

その他の力、加速度、圧力や電圧の信号を受け取るために、LabAmp 5167A をさらに 5165A/5167A と組み合わせることができます。このように、LabAmp シリーズは切削プロセスの調査全般に対応したソリューションとなります。



PTS app. によるデータの可視化

データの再加工と可視化は PTS app.、またはユーザが入手したソフトウェアで行います。このアプリケーションは、切削プロセスにおける力信号の解析に特化した多数の機能と特徴を備えています。その例として、温度ドリフト補正機能や、さまざまなフィルタオプションを挙げることができます。LabAmp 5167A は Ethernet を通じて PC と通信し、ブラウザで設定します。



ソフトウェアと設定

- データ分析用 PTS app.
- 設定用ウェブユーチューブインターフェース
- Labview インタフェース

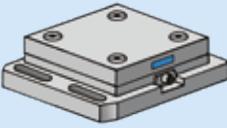
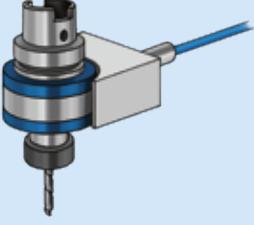
マルチデバイスクライアント

Precision Time Protocol (PTP) 機能を使用すれば、Ethernet を介して他の LabAmp (例 : 5165A/5167A) とネットワークを形成できます。さまざまな装置の測定信号には、同期化されたタイムスタンプが付与されます。

遠隔制御

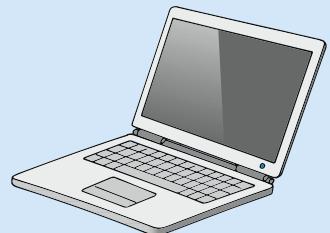
LabAmp 5167A には、自動測定を行うために、外部から測定を制御できる独立したデジタル入力装置が用意されています。また、測定は各チャンネルの信号の上昇がトリガーとなって開始されます。

測定システム

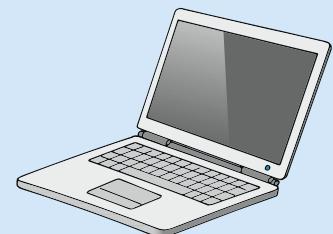
	測定	接続	チャージアンプ+データ収集 (DAQ) システム	
3または6成分測定用	9119AA1 9119AA2 9129AA 9139AA		1687BA5/1687BB5 (3芯接続ケーブル) 1689BA5 (3芯接続ケーブル) 1677BA5/1677BB5 (8芯接続ケーブル) 1679BA5 (8芯接続ケーブル)	LabAmp 5167A81 LabAmp 5167A41
4成分測定用	9272		1677BA5/1677BB5 (8芯接続ケーブル)	LabAmp 5167A81 LabAmp 5167A41
3または6成分測定用	9119AA1 9119AA2 9129AA 9139AA		1687BA5/1687BB5 (3芯接続ケーブル) 1689BA5 (3芯接続ケーブル) 1677BA5/1677BB5 (8芯接続ケーブル) 1679BA5 (8芯接続ケーブル)	5080A... 1700A111A2
回転式動力計	9171A... 	5236B	1500A95	5238B... 1700A111A2
回転式動力計 (ワイヤレス)	9170B 			

解析

Ethernet ケーブル接続可能な PC



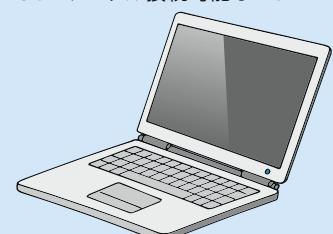
Ethernet ケーブル接続可能な PC



5697A...

USB ケーブル

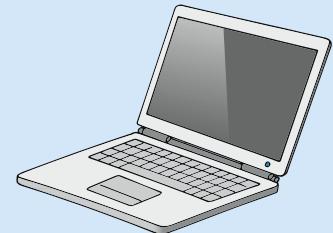
USB ケーブル接続可能な PC



5697A...

USB ケーブル

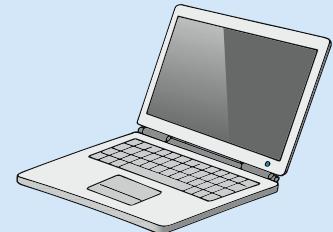
USB ケーブル接続可能な PC



LabAmp 5347A4K

Ethernet ケーブル

Ethernet ケーブル接続可能な PC
(ソフトウェア PTS app. 搭載)



チャージアンプ

高性能マルチチャンネルチャージアンプ（多成分力測定用）



技術データ	型式	5080A...
チャンネル数		1 ~ 8
測定範囲 FS	pC	± 2 ~ 2,200,000
測定範囲設定		無段階
周波数範囲 (-3 dB)	kHz	0 ~ 200
出力信号	V	± 10/-8 ~ 10
モジュール（別途発注）		<ul style="list-style-type: none">▪ チャージアンプ▪ デュアルモニタ (電荷入力 / 電圧入力)
電源		
	VAC	100 ~ 240
	VDC	11 ~ 36
入力信号	型式 / コネクタ	圧電式、選択可能： <ul style="list-style-type: none">▪ BNC (メス)▪ Fischer (9 ピン、メス)
出力信号	型式 / コネクタ	<ul style="list-style-type: none">▪ BNC (メス)▪ D-Sub (15 ピン、メス)
保護等級 IEC/EN 60529		IP40
インターフェース		<ul style="list-style-type: none">▪ RS-232C▪ USB 2.0
ケース（別途発注）		<ul style="list-style-type: none">▪ 19 ラックモジュール (DIN 41494)▪ デスクトップタイプ サポートブラケット付
その他の機能		機械的パラメータの表示
データシート		5080A_000-744

特長

チャージアンプには、小さな力を極めて精密に測定できるという卓越した特長があります。非常に柔軟なセンサとの組み合わせができ、ニーズに応じていつでも調整可能です。純粋なチャージアンプモジュールのほか、デュアルモニタモジュールも使用でき、電荷出力付きのセンサと一体型エレクトロニクス (Piezotron) 付きのセンサを接続することができます。

付属品（別途発注）

RS-232C インタフェースケーブル	型式	1200A27
信号出力用接続ケーブル	型式	1700A111A2
信号出力用接続ケーブル	型式	1700A113A2
DAQ トリガー近接スイッチ	型式	2233B

AD 変換機能内蔵マルチチャンネルチャージアンプ

AD 変換機能内蔵マルチチャンネルチャージアンプ（多成分力測定用）



技術データ	型式	5167A...
チャンネル数		
型式 5167A41	4	
型式 5167A81	8	
入力コネクタタイプ		Fischer (9 ピン、メス)
アナログ出力コネクタタイプ		BNC (メス)
Ethernet インタフェース		2xRJ45
リモートコントロール		D-Sub 9f
測定範囲	pC	± 100 ~ 1,000,000
周波数範囲 (-3 dB)	Hz	≈ 0 ~ >45,000
定格電圧出力	V	± 10
出力インピーダンス	Ω	10
ADC 分解能	bit	24
ADC サンプリングレート	kSps	625
チャンネル毎の出力レート (調整可能)	kSps	100
フィルタタイプ		Bessel または Butterworth
順位		2./4.
データシート		5167Ax1_003-278

特長

このデータ収集システムにはチャージアンプが組み込まれており、多成分の力測定に大変適しています。操作は Ethernet を介して行います。システムは「PTS app.」を介して設定され、そこでデータを可視化することができます。このシステムは、切削プロセスにおける固定式動力計を使用した測定に適しています。

標準付属品

Ethernet ケーブル

AD 変換機能内蔵マルチチャンネルチャージアンプ（動的測定用）



技術データ	型式	5165A...
チャンネル数		4
入力コネクタタイプ		BNC (メス)
アナログ出力コネクタタイプ		BNC (メス)
測定範囲	pC	± 100 ~ 1,000,000
定格電圧出力	V	± 10
ADC 分解能	bit	24
ADC サンプリングレート	kSps	625
チャンネル毎の出力レート (調整可能)	kSps	100
フィルタタイプ		Bessel または Butterworth
順位		2./4.

特長

キスラーのチャージアンプ「LabAmp 5165A」は、動的信号に対応した汎用の実験室測定用チャージアンプです。圧電式センサ、Piezotron センサ (IEPE)、そして電圧信号は高分解能でデジタル処理されます。シンプルなデータ収集機能と自由に設定可能なアナログ出力装置により、使用できる幅が広がります。

データ収集システム

LabAmp ワイヤレスシグナルコンディショナ (回転式動力計 型式 9170B 用)



技術データ	型式	5347A4K
チャンネル数		4
アナログ出力コネクタタイプ		BNC (メス)
定格電圧出力	V	± 10
タイムシフト (アナログ出力)	ms	320 ~ 400
最大出力電流	mA	± 2
デジタルローパスフィルタ ¹⁾ カットオフ周波数 (-3 dB) 1 Hz 刻みで選択	Hz	≥10

特長

キスラーの LabAmp ワイヤレスシグナルコンディショナ (型式 5347A4K) は高性能なデータ収集装置で、測定値をデジタル化して、PTS app. を搭載したコンピュータに Ethernet 経由で送信し、さらに評価を行うことができます。

DynoWare 用 DAQ システム (最大 28ch)



技術データ	型式	5697A...
チャンネル数		28
分解能	bit	16
サンプリング周波数		
1 チャンネルの場合	kS/s	1,000
8 チャンネルの場合	kS/s	125
16 チャンネルの場合	kS/s	62.5
PC とのインターフェース		USB 2.0 タイプB(メス)
寸法	mm	208x70x249
重量	kg	2.2
データシート		5697A_000-745

特長

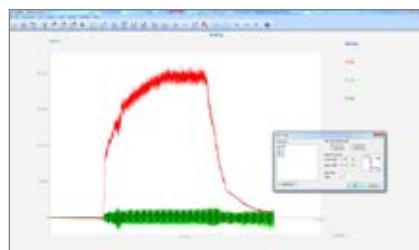
幅広い用途に使用できるこのデータ収集システムは、最大 1MHz のアナログ信号のサンプリングを行うことができます。ソフトウェア「DynoWare」と組み合わせると、キスラーのチャージアンプとシグナルコンディショナを操作できるようになります。PCとの接続は、USBインターフェース経由で行います。ソフトウェア「DynoWare」は、このデータ収集システムとのパッケージで入手可能です。

付属品 (別途発注)

RS-232C インタフェースケーブル	型式	1200A27
信号出力用接続ケーブル	型式	1700A111A2
信号出力用接続ケーブル	型式	1700A113A2
DAQ トリガー近接スイッチ	型式	2233B

ソフトウェア

DynoWare - Windows 対応データ収集用ソフトウェア

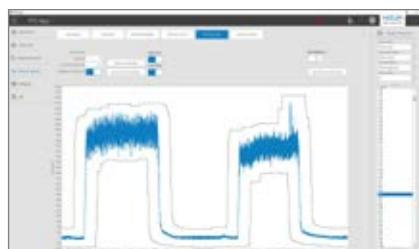


技術データ	型式	2825A...
対応チャージアンプ	型式	5011、5015A...、 5018A...、5017、 5019、5070A...、 5080A...
対応シグナルコンディショナ 回転式動力計 (RCD 用)	型式	5223B...、5237A...、 5238B...
追加情報		データシートを参照
対応 OS		Windows 10 Windows 11
データシート		2825A_000-371

付属品 (別途発注)

DynoWare 用 DAQ システム	型式	5697A...
---------------------	----	----------

PTS app. - Windows 対応データ収集用ソフトウェア



技術データ	型式	2935A
対応チャージアンプ	型式	5347A4K、5165A...、 5167A...
追加情報		データシートを参照
対応 OS		Windows 10 Windows 11
データシート		2935A_003-663e

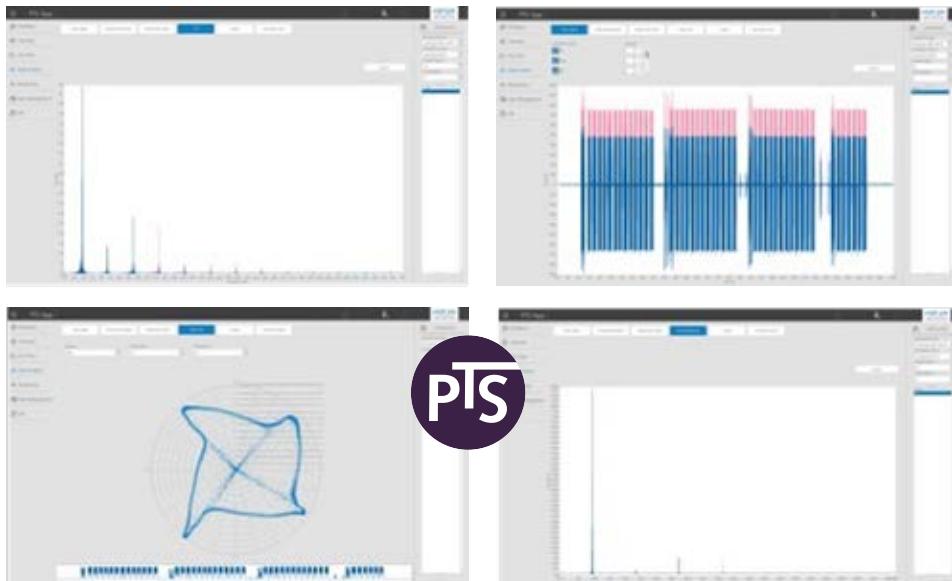
ソフトウェア

PTS app.

キスラーの PTS app. は、高性能なバックエンドと直感的に操作できるユーザインターフェースを備えており、測定データセットの前処理やトレンドのインタラクティブな統計可視化を行うことができます。プロセス監視分野の基本的なアプリケーションも、このアプリを使って簡単に実装できます。また、測定データは構造化された形式で保存されるため、サードパーティ製ソフトウェアでのさらなる処理にも活用できます。

データを処理するために、ソフトウェアでは以下のツールが用意されています。

- メイン信号を平滑化するデジタル Butterworth フィルタ
- 信号を温度などの影響から補正するためのドリフト補正
- 信号をスペクトル成分（周波数成分）に分解する高速フーリエ変換（FFT）
- 信号強度を周波数ごとに評価するパワースペクトル解析
- 測定信号の解析範囲を定義するための多様な選択パラメータ
- 仮想チャンネル / 計算チャンネルの個別設定による演算機能

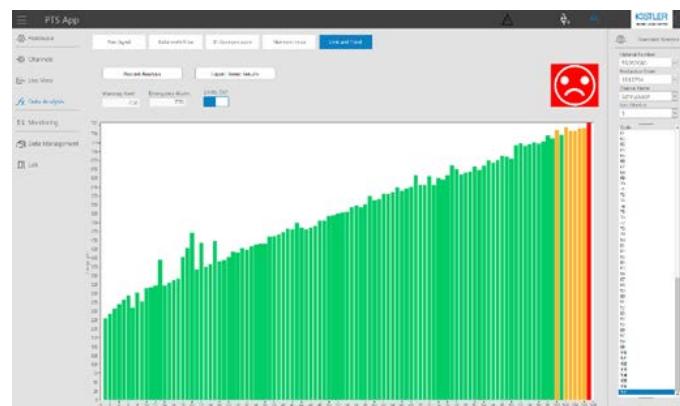
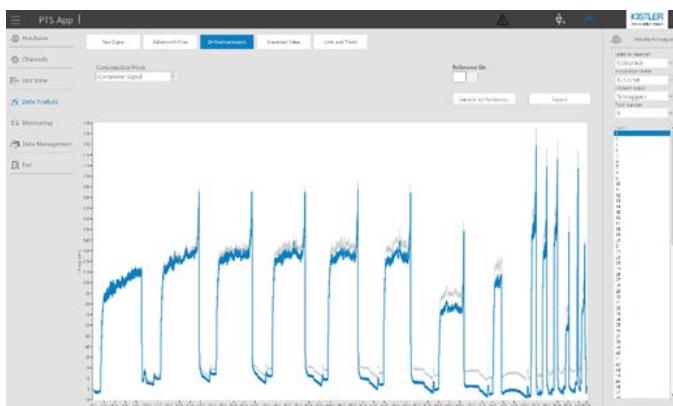


データ前処理機能

PTS app. には、生の測定信号を前処理するために、一般的な各種機能が搭載されており、干渉信号の低減、温度変化などに起因するドリフトの補正、必要に応じて FFT による信号の周波数成分の分解などを行うことができます。

データトレンド解析機能

選択されたデータ前処理パラメータに基づき、最大値、平均値、積分値、標準偏差といった指標からトレンドをソフトウェア上で解析・視覚化することができます。さらに、警告値やアラーム値のしきい値を設定し、トレンドを視覚的に分類することも可能です。



接続ケーブル (高絶縁タイプ)

8芯 /3芯接続ケーブル、対応温度：-5～70°C

技術データ	型式	1677BA5	1687BA5
コネクタ部	Fischer フランジ (9ピン、オス)	Fischer フランジ (9ピン、オス)	Fischer フランジ (9ピン、オス)
長さ	m	5	5
直径	mm	12.3(メタルシース)	12.3(メタルシース)
芯数		8	3
用途		6成分測定	3成分測定

8芯 /3芯接続ケーブル (エルボ付き)、対応温度：-5～70°C

技術データ	型式	1679BA5	1689BA5
コネクタ部	エルボ付き Fischer フランジ (9ピン、オス)	Fischer フランジ (9ピン、オス)	エルボ付き Fischer フランジ (9ピン、オス)
長さ	m	5	5
直径	mm	12.3(メタルシース)	12.3(メタルシース)
芯数		8	3
用途		6成分測定	3成分測定

8芯 /3芯接続ケーブル、金属被覆 (メッシュ)、対応温度：-5～70°C

技術データ	型式	1677BB5	1687BB5
コネクタ部	Fischer フランジ (9ピン、オス)	Fischer フランジ (9ピン、オス)	Fischer フランジ (9ピン、オス)
長さ	m	5	5
直径	mm	10.5 (メタルメッシュシース)	10.5 (メタルメッシュシース)
芯数		8	3
用途		6成分測定	3成分測定

付属品

信号出力用接続ケーブル

技術データ	型式	1700A111A2
コネクタ	D-Sub (15 ピン、メス)	
	D-Sub 15 ピン (オス)	
長さ	m	2
芯数		15

信号出力用接続ケーブル

技術データ	型式	1700A113A2
コネクタ	D-Sub (15 ピン、メス)	
	BNC (オス)	
長さ	m	2
芯数		8

RS-232C インタフェースケーブル

技術データ	型式	1200A27
コネクタ	D-Sub 9 ピン (オス)	
	D-Sub 9 ピン (メス)	
長さ	m	5
芯数		9

ケーブル接続部防水カバー

技術データ	型式	1431A1
対象コネクタ		Fischer フランジ (9 ピン、オス)

その他の振動数解析用センサ

技術データ	型式	9722A500	9722A2000
測定範囲	N	0 ~ 500	0 ~ 2,000
オーバーロード	N	2,500	10,000
定格感度	mV/N	10	2
共振周波数	kHz	27	27

技術データ	型式	8202A10	8203A50
測定範囲	g	± 2,000	± 1,000
しきい値 (ノイズ : 100μVrms)	g _{ms}	0.001	0.001
定格感度	pC/g	-10	-50
共振周波数 (取り付け時、定格)	kHz	45	24

加速度センサの全ラインナップはカタログ 900-380e に掲載されています。

Capo は、Sandvik グループの登録商標です。

PowRgrip および SecuRgrip は、Rego-Fix AG の登録商標です。

MEGA New Baby Chuck は、BIG DAISHOWA グループの登録商標です。

TENDO は、Schunk グループの登録商標です。

Windows® は、Microsoft 社の登録商標です。



キスラーが提供する多様なサービス

キスラーは、50年以上にわたり切削力測定の基準を築きあげてきました。経験豊富なパートナーとして、幅広い用途に応じた技術的ノウハウをお客様に提供しています。

キスラーは計画、試運転、現場のシステム調査、定期的メンテナンス / 修理まで、あらゆるプロセステップでお客様をサポートしています。蓄積された経験とお客様との密な協力体制を通じて、お客様の特定の要件を満たすカスタムソリューションを提供することができます。

切削力測定に関するソリューションの詳細情報については、www.kistler.com/cutting-force をご覧ください。

キスラーのサービス

- オンデマンドエンジニアリング
- コンサルティング
- 試運転のサポート
- 定期的な校正
- 研修 / ワークショップ



アプリケーションの詳細は
こちらからご覧いただけます：



www.kistler.com/applications

日本キスラー合同会社

〒222-0033
神奈川県横浜市港北区新横浜 3-20-8
ベネックス S-3 2F
営業部：TEL 045-471-8620
e-mail : sales.jp@kistler.com
URL : www.kistler.com

キスラーグループの製品は、様々な知的財産権によって保護されています。

詳細については www.kistler.com をご覧ください。

キスラーグループには、キスラー・ホールディング AG と、ヨーロッパ、
アジア、南北アメリカ、オーストラリアのすべての子会社が含まれます。

キスラーグループのお近くの拠点は URL から検索いただけます：

www.kistler.com

2026 年 1 月作成

KISTLER
measure. analyze. innovate.