

# 「円形・ひし形・四角形」切削テストと組み合わせたボールバーテストについて

## はじめに

本書では、工作機械の性能評価に用いる「円形・ひし形・四角形」切削テストと組み合わせて（または「円形・ひし形・四角形」切削テストの代わりに）、レニショー製ボールバーシステムによるテストを用いる方法について解説する。冒頭にて、「円形・ひし形・四角形」切削テストの概要と工作機械の性能評価に用いる各種測定について記述し、続いて、ボールバーの概要と自動グラフ診断ソフトウェアから生成される測定結果について解説する。最後に、切削テストを行う前にボールバーテストの結果を基に工作機械性能を評価する方法について記載する。切削テスト前に評価を実施することで、時間とコストを節約することができる。

## 「円形・ひし形・四角形」切削テスト

切削テストは工作機械の一般的な性能評価方法として広く用いられてきた。切削テストとは、一定条件下でテストパーツを加工し、そのテストパーツの寸法精度を三次元測定機（以下、CMM）で確認することで工作機械の性能を評価するものである。

1966年、アメリカ航空宇宙業協会により、CNCフライス盤向け標準切削テストが米国航空宇宙規格 NAS979<sup>1</sup> (*Uniform cutting tests – NAS series – Metal cutting equipment specifications*) に定義された。

本規格のセクション 4.3.3.5.1 に、CNC 制御による円形、ひし形および四角形の加工を伴う複合的な切削テストが規定されている。このテストが「円形・ひし形・四角形」切削テストとして認知されるようになった。

NAS979 は、同等の代替方法がなく、「2013年5月31日以降は設計的に無意味」と今ではみなされているが、類似の円形・ひし形・四角形切削テストが国際基準 ISO 10791-7 2014<sup>2</sup> および米国規格 ASME B5.54 2005<sup>3</sup> に現在定義されている。

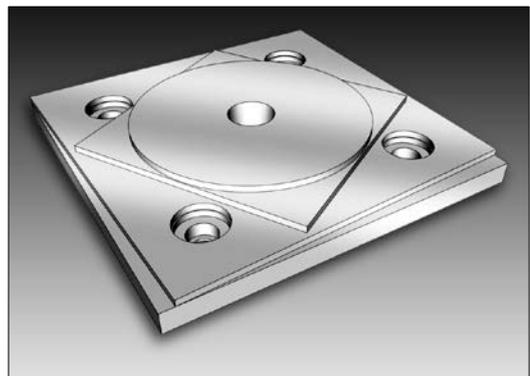


図1 – ISO 10791-7 320mm テストパーツ

例えば、ISO 10791-7 では「位置決めおよび輪郭形成テスト」が定義されており、このテストでは、NAS979 のテストパーツと類似の（ただし同一ではない）円形、ひし形および四角形状を持つテストパーツが使用されている。このテストパーツは様々な規模の工作機械に対応できるよう M1\_80 (80×80mm)、M1\_160 (160×160mm) および M1\_320 (320×320mm) の3種類が定義されており、それぞれに公差が設定されている。図1に 320×320mm テストパーツを示す。

ASME B5.54 のセクション 8.2 では「精密輪郭形成テスト」が定義されている。使用するテストパーツは ISO 10791-7 で規定されている 160×160mm のテストパーツと 320×320mm のテストパーツをわ

ずかに変更したものであるが、テスト手順も異なり、特定の公差は規定されていない（公差はサプライヤと顧客の間で取り決める）。

本書は ISO 10791-7 に規定の 320×320mm のテストパーツを例として取り上げているが、根底にある原理はこのテストパーツの場合に限らず一般的に適用可能である。

図 2 に ISO 10791-7 に規定されている 320×320mm テストパーツの主要寸法を図示する。

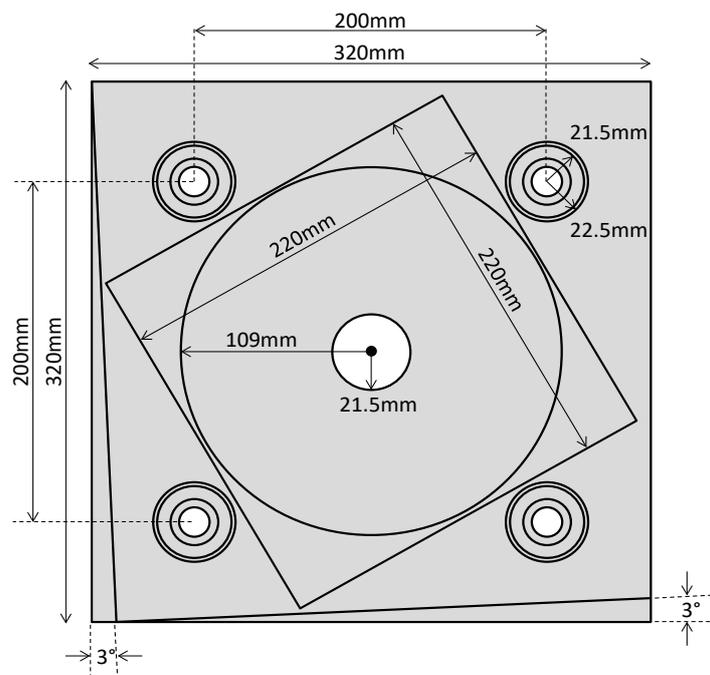


図 2 - M1\_320 テストパーツの主要寸法

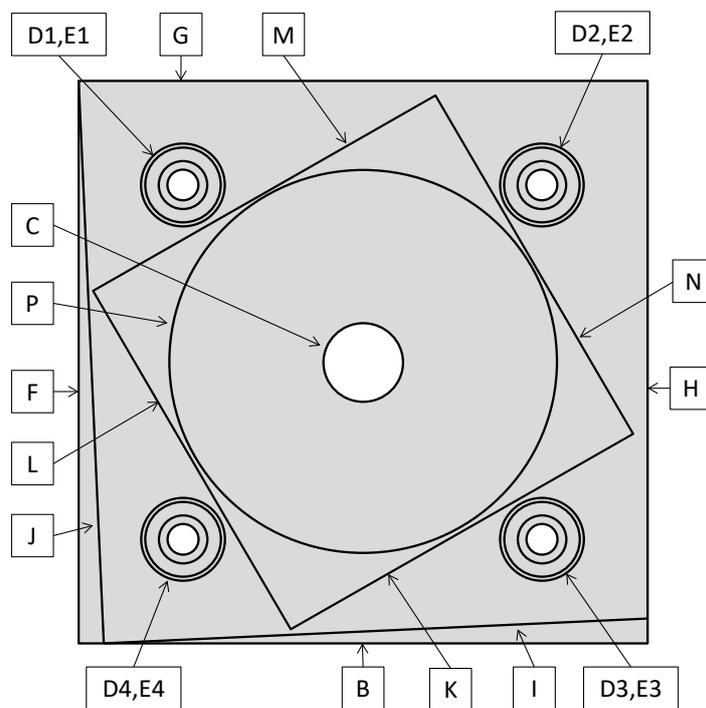


図 3 - M1\_320 テストパーツの各形状用記号

図3に各主要形状に割り付けた記号を示す。ひし形形状の平坦な上面が基準面Aであり、面Bと穴Cも同様に基準形状である。コーナーにある最も深いざぐり穴は取り付けに使用する。

穴EはX軸およびY軸のプラス方向からアプローチし、ざぐり穴Dはマイナス方向からアプローチする。基準面Bは工作機械の直線軸（X軸またはY軸）のいずれかと平行である。

ISO 10791-7には加工形状AからPについて31の目標公差が定義されており、320×320mmテストパーツにおける目標公差を下表に記載する。

No.	形状	名称	目標公差 (mm)
1	中央の穴	穴Cの円筒度	0.015
2		穴Cの軸と基準面A間の垂直度	0.015
3	四角形	辺Bの真直度	0.015
4		辺Fの真直度	
5		辺Gの真直度	
6		辺Hの真直度	
7		基準面Bに対する辺Hの垂直度	0.020
8		基準面Bに対する辺Fの垂直度	
9		基準面Bに対する辺Gの平行度	0.020
10	ひし形	辺Kの真直度	0.015
11		辺Lの真直度	
12		辺Mの真直度	
13		辺Nの真直度	
14		基準面Bに対する辺Kの角度30°の角度精度	0.020
15		基準面Bに対する辺Lの角度60°の角度精度	
16		基準面Bに対する辺Mの角度30°の角度精度	
17		基準面Bに対する辺Nの角度60°の角度精度	
18	円	突起状の円Pの真円度	0.020
19		基準穴Cに対する円Pの同軸度	0.025
20	傾斜面	面Iの真直度	0.015
21		面Jの真直度	
22		基準面Bに対する辺Iの角度3°の角度精度	0.020
23		基準面Bに対する辺Jの角度93°の角度精度	
24	穴	基準穴Cおよび基準面Bを基準とした穴D1の位置	0.050
25		基準穴Cおよび基準面Bを基準とした穴D2の位置	
26		基準穴Cおよび基準面Bを基準とした穴D3の位置	
27		基準穴Cおよび基準面Bを基準とした穴D4の位置	
28		穴D1に対する穴E1の同軸度	0.020
29		穴D2に対する穴E2の同軸度	
30		穴D3に対する穴E3の同軸度	
31		穴D4に対する穴E4の同軸度	

表1 - 320×320mm テストパーツの各加工形状に対する公差

加工後、テストパーツをCMMで測定する。目標公差を満足できなかった場合、工作機械を調整し、再テストする必要がある。最終的な完了までに、加工失敗した素材のコストおよび、加工時間や測定

時間など、コストと時間を多大に要する可能性がある。CMM の設備が利用しやすい場所がない場合には特に、かかるコストと時間が増大する可能性があり、余分な移送費や遅延も発生する。

上記のようなデメリットがあるものの、物理的に加工を施すテストでは、工作機械が生産可能なパーツの精度を非常に実用的な形で実証することができる。このような理由から、円形・ひし形・四角形切削テストの更新版が現行の ISO 10791-7 および ASME B5.54 に含まれている。

## ボールバーテスト

工作機械の性能テストにボールバーを用いる試みは、アメリカのローレンスリバモア国立研究所に所属する、度量衡学者として著名な James Bryan 氏によって考案され、1984 年に「磁石式テレスコープボールバーテストゲージ」でアメリカ特許<sup>4</sup>の取得に至った。

ボールバーシステムは、両端に磁石式のボール/ソケットジョイントを装着し、変位センサーを内蔵する伸縮式のバーから構成される。片方のジョイントを機械テーブルに、もう片方を機械主軸に設置する（その間に伸縮式のバーが配置される）。その状態で、機械テーブルに設置したジョイントを中心に円弧を描くよう工作機械をプログラムし、その円弧動作の間、内蔵された変位センサーがプログラム上のパスからの機械主軸の誤差を記録する（図 4 参照）。取得した誤差で描いた円の真円度から、工作機械の性能を示すシンプルな数値結果を得ることができる。また、時計周り、反時計周りの両方で工作機械をテストし、記録したデータを分析することで、工作機械性能と誤差の要因について詳細に把握することができる。



図 2 - レニショー製 QC20-W ボールバー

上記のような理由で、ボールバーテストは、ISO 230-4<sup>5</sup>、ASME B5.54<sup>6,7</sup>、ASME B5.57<sup>8</sup>、JIS B-6190<sup>9</sup>、GB/T17421.4<sup>10</sup> など数多くの国ごとの規格や国際規格に採用されている。

1992 年、レニショーは同社として初となる「クイックチェック」ボールバーテストシステムを発表し、1994 年には QC10 ボールバーシステムを発表。以来、ボールバーシステムのアップグレードを継続している。最新の QC20-W ボールバーシステムには、ワイヤレス操作対応、各種アクセサリとソフトウェア、各種言語対応などといった特徴が盛り込まれている。

テストが短時間で行えること、さらに機械の性能を詳細に診断できることがレニショー製ボールバーが広く普及した大きな要因である。

## ボールバープロットの分析と誤差診断

ボールバーテストから取得したプロットの真円度<sup>\*</sup>を基に判断する。記録したデータを中心に置き、最大半径と最小半径の差異を算出する。ISO 230-4 や ASME B5.54 では、このような測定結果は「真円度偏差」と称されている。図 5 に参考画像を示す。

<sup>\*</sup>注：ボールバーから取得したプロットの真円度は、「円形・ひし形・四角形」切削テストにおいて加工した円の真円度と同様の方法で算出される。

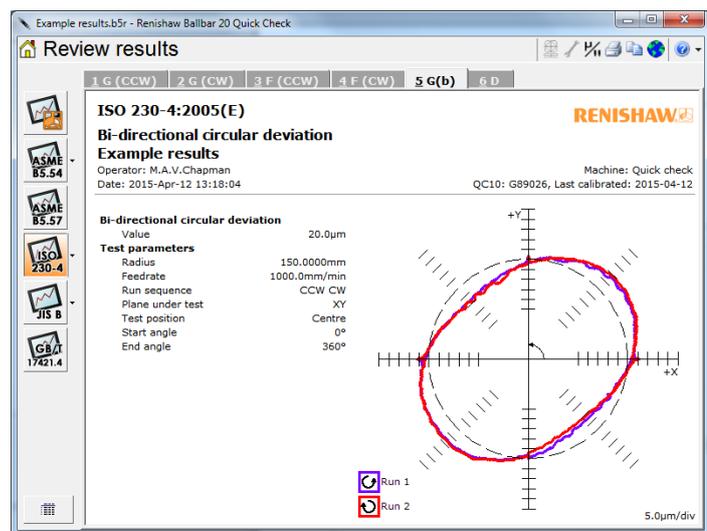


図 3 - ISO230-4 に準拠したレニショーの分析

プロットの真円度の算出には、ボールバーデータのごく一部しか使われていない。プロットの形状を精査することで、テスト対象の工作機械に存在する誤差のタイプを明確にすることができる。図 6 に、機械内に存在する誤差によってボールバーから取得したプロットの形状がどのように変化するかを、誤差別に示す。この例で用いたテストは、XY 平面における送り速度 3,000mm/min、半径 150mm の時計回りおよび反時計回りのボールバーテストである。時計回りと反時計回りで軌跡が一致しない場合は、時計回りのときのデータを青で、反時計回りのときのデータを赤で示してある。プロット内の 1 目盛りは 5 $\mu$ m としてある。

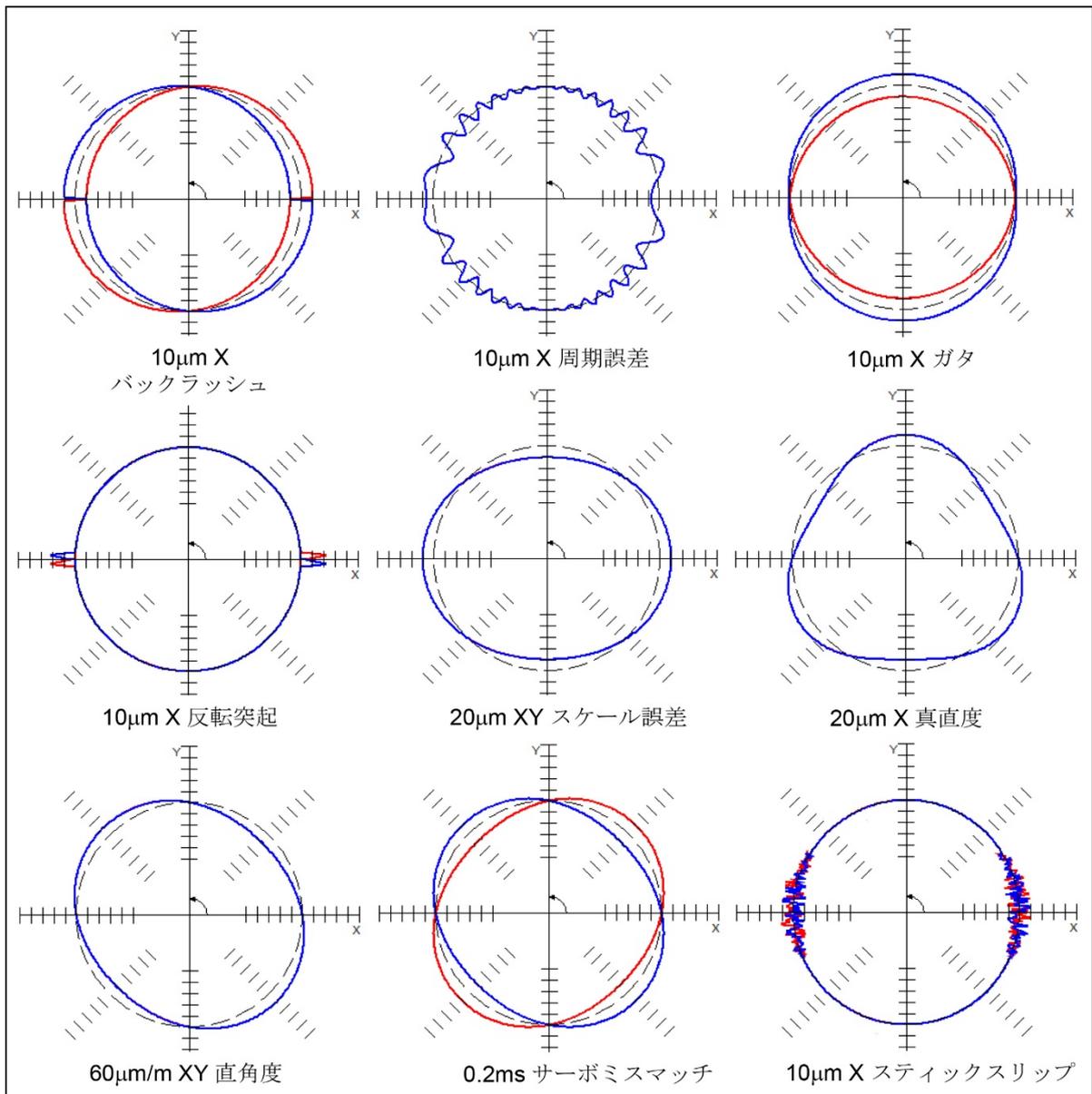


図 4 - 各種工作機械誤差によるプロットのゆがみ

工作機械の誤差が 1 種類または 2 種類であれば、目視でプロットを確認して誤差の原因を特定することができるが、工作機械には多数の誤差が同時に存在していることが多いため、誤差原因の目視特定は、不可能ではないにしても困難を極める。

図7に、X軸とY軸の両方に誤差を持つ工作機械から取得したプロットの例を示す。このプロットから各機械誤差を目視で特定するのは非常に難しい。この問題に対処するために、レニショー製ボールバー用ソフトウェアには、高度数学アルゴリズムが実装されており、このアルゴリズムによって、機械に存在する各誤差の診断や定量化が実現している。

図8に、図7で示したデータをボールバー用ソフトウェアで解析した結果を示す。赤と青の軌跡が生データを、その背面にある黒の軌跡がフィットした結果を示している。左の領域には、特定された各機械誤差が数値で表されている。

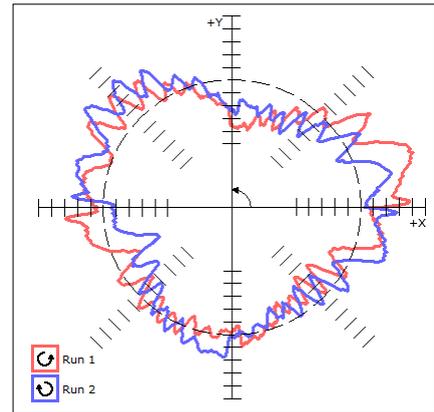


図5 - 複合的なエラープロット

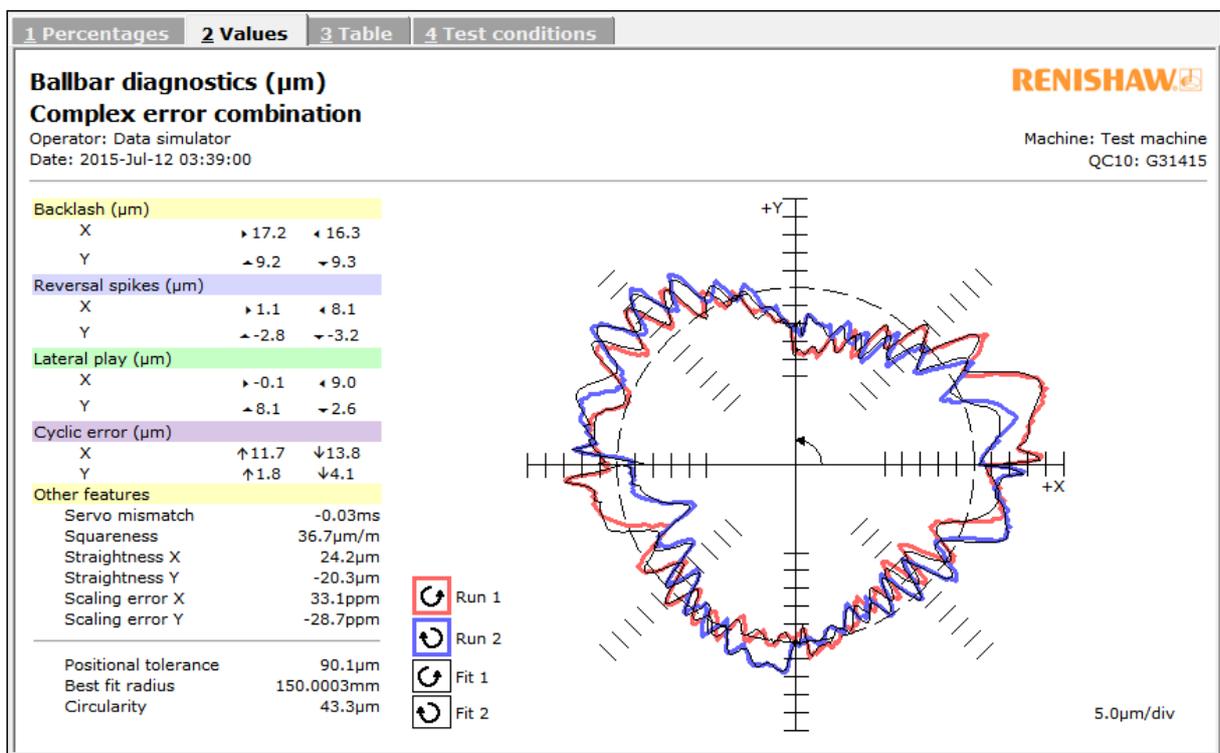


図6 - ボールバーで取得した誤差の診断結果（「値」タブ）

ボールバーの長さをボールバーキャリブレータ（図9参照）でキャリブレーションしておくこと、（スケール誤差間のミスマッチではなく）X軸とY軸のスケール誤差それぞれをボールバーテストにより検出することが可能となり、また、テスト対象の機械がテスト領域内で達成できる位置決め公差を推定することも可能となる。



図7 - ボールバーキャリブレータ

ボールバー用ソフトウェアでは、図 10 のように、プロットのゆがみへの影響度順に誤差原因を分類し、影響度の高いものから順にリスト化することもできる。

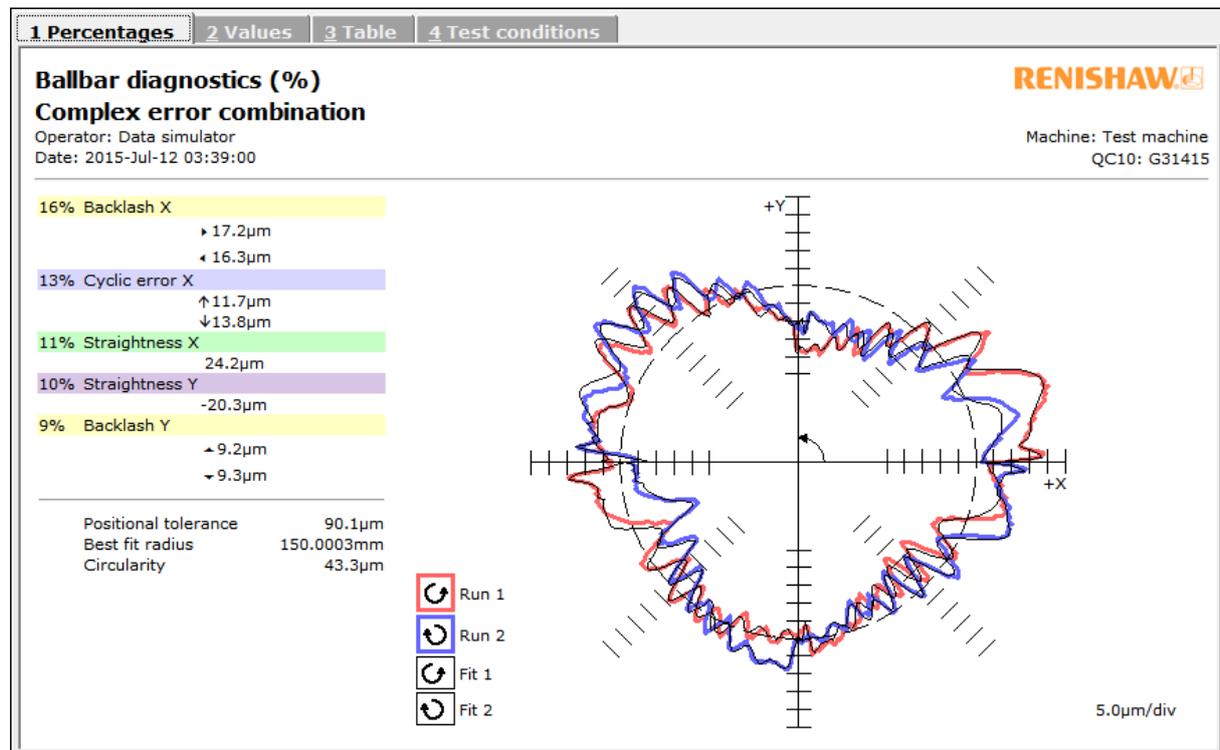


図 8 - ボールバーで取得した誤差の診断結果（「パーセント」タブ）

この例では、プロットが非円形になっている（ゆがんでいる）ことの一番大きな原因が X 軸のバックラッシュであることがわかる。

ボールバーテストの所要時間はわずか数分で、診断結果もすぐに確認できるため、工作機械の性能を評価し、改善措置が必要な箇所を特定するための究極的に素早くかつ効果的な方法と言える。

また、金属を一切加工せずに、「円形・ひし形・四角形」切削テストで取得できるであろう結果に対しての目安を得ることもできるため、貴重な時間とコストを節約することにも繋がる。

## ボールバーテストのアドバンスセットアップ

ボールバーテストを「円形・ひし形・四角形」切削テストの前段階として実行する場合は、下記に注意してボールバーテストをセットアップする必要がある。

- ボールバーテストの半径** - 最適な結果を得るためには、「円形・ひし形・四角形」切削テストで使用するテストパーツの大きさに近い半径のテスト円でボールバーテストを行う必要がある。レニショーの標準ボールバーキットで対応可能なテスト半径は 100mm、150mm、250mm、300mm、400mm、450mm、550mm および 600mm で、ボールバーキャリブレーションは 100mm、150mm および 300mm のキャリブレーションに対応している。また、半径 50mm のテスト用にスモールサークルキットも用意しており、このキットには 50mm のキャリブレーションが可能なボールバーキャリブレーションも含まれている。これらの制約を考慮した、ボールバーテストに推奨する半径を ISO 10791-7 のテストパーツごとに図 11 に示す。

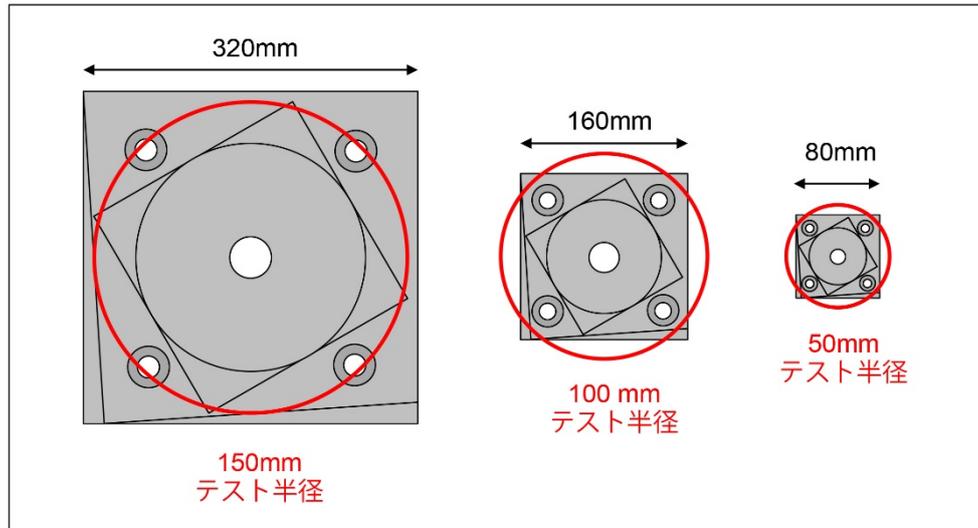


図 9 - ISO 10791-7 の 80×80mm、160×160mm および 320×320mm テストパーツに推奨のテスト半径

- **ボールバーの長さのキャリブレーション** - 最適な結果を得るためには、テスト開始前に、ボールバーの長さをボールバーキャリブレータを使ってキャリブレーションする必要がある。キャリブレーションすることにより、位置決め公差に関する結果が解析結果に含まれるようになる。また、物体の熱膨張補正が実行されるよう、テストパーツの熱膨張率と予想温度をボールバー用ソフトウェアに入力しておくことも効果的な手法である。

注：ISO 10791-7 のテストパーツを穴 D1～D4 の目標位置決め公差 0.050mm で加工する場合は、物体の熱膨張補正は重要ではない。正確な熱膨張率と温度が不明な場合は、熱膨張率としては 0.0ppm/°C を、物体温度としては 20°C を入力すればよい。

- **テスト位置** - ボールバーテストは、テストパーツを置く場所を中心に行う。
- **テスト時の送り速度** - ボールバーテストは、切削テスト時の仕上げ切削と同じ送り速度で行う。
- **テスト時の円弧** - ボールバーテストは、若干のオーバーシュートのある 360° 円弧にて行う（プログラミングの簡素化を目的として、オーバーシュートは 90° または 180° を推奨）。オーバーシュートをセットすることで、軸反転時の形状を正確に取得できるようになる。
- **テスト回数** - 時計回りに 1 回と反時計回りに 1 回の計 2 回。両方向に 1 回ずつ行うことで、診断に必要な情報がそろふ。

## ボールバーデータの解析

ボールバーで取得したデータは、ボールバー用ソフトウェアで解析する必要がある。プロットの真円度、診断で算出した機械誤差および位置決め公差結果（図 8 参照）を「円・ひし形・四角形」切削テストで使用するテストパーツの公差（表 1 参照）と比較することで、切削テストを行った場合の潜在的な問題を推定することができる。\*

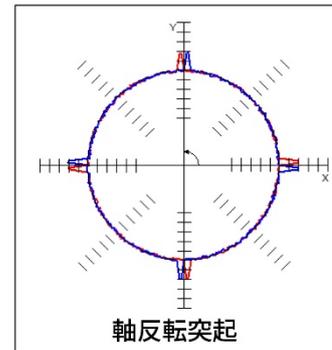
\* 切削テストには、主軸のふれ、振動、工具交換の際の繰り返し精度、などボールバーテストにはない誤差原因が存在するため、この点に関して注意する必要がある。また、テストの形状やサイズも同じではない。そのため、測定結果の直接的な相関関係は成り立たない。直接的な相関関係は成り立

たないものの、ボールバーテストの結果から、加工済みのテストパーツで要求される公差が満たされないことがわかっている場合は、是正措置をとることが推奨される。

ボールバーテストの結果は、下記のように切削テストでの公差と比較することができる。

- **加工円の真円度。** ボールバーテストの結果が、ISO 10791-7 における円 P の目標真円度公差（または ASME B5.54 における突起状の円 L の目標真円度公差）を超える真円度誤差を示した場合、加工円が公差外になる可能性がある。

- 「パーセント」タブ（図 10 参照）を参考に、ボールバーテストで得られた真円度誤差の主要原因を特定し、適宜是正措置をとる。
- ただし、主要原因が大きな外向きの突起の場合は、加工円には大きな影響は及ばない可能性がある。これは、この外向き突起は、切れ刃半径の複合的な影響により、打ち消される可能性があるためである（ただし、仕上げ面に目に見えるほどの傷が残る可能性が高い）。



- **4 個のコーナー穴の位置決め公差。** ボールバーテストで得られた位置決め公差（図 8 の「値」タブ参照）を、4 個のコーナー穴に要求される位置決め公差と比較する。ボールバーテストで得られた位置決め公差が目標位置決め公差の 2 倍を超える\*場合、4 個の穴のうち 1 個または 2 個の穴の位置が公差外になる可能性がある。

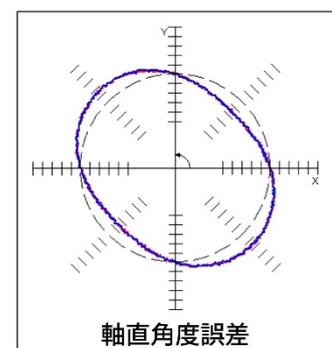
- 「パーセント」タブ（図 10 参照）を参考に、主要原因を特定し、適宜是正措置をとる。

\*注：ボールバーテストでは、テスト円内のどこかに位置する 2 形状間に関する位置決め公差の目安が得られる。一方、ISO 10791-7 と ASME B5.54 での目標公差は中心の穴を基準に規定されているため、形状の間隔や様々な機械誤差の影響が半減する。

- **加工面の角度精度。** ボールバーテストで得られた直角度診断結果（図 8 の「値」タブ参照）を、加工したひし形形状、四角形状および 93° 面に要求される角度公差と比較する。この際、ボールバー診断に適合させるために、ISO 10791-7 での垂直度公差を  $\mu\text{m}/\text{m}$  単位の角度または arc 秒に変換する必要がある。

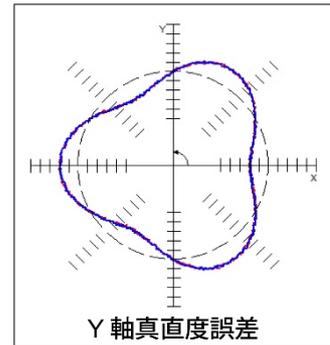
ISO 10791-7 の 320mm×320mm テストパーツの基準面 B に対しての辺 H の垂直度公差 0.02mm を例にとると、辺 H の長さは 320mm であるため、長さ 320mm に対しての 0.02mm の公差は、 $0.02 \div 320 = 62.5 \mu\text{ラジアン}$ 、すなわち約 13arc 秒相当となる。

- ボールバーテストから取得した直角度誤差が目標角度公差を超過する場合、加工面の角度が公差外になる可能性が高く、機械の直角度の調整または補正が必要になる場合がある。

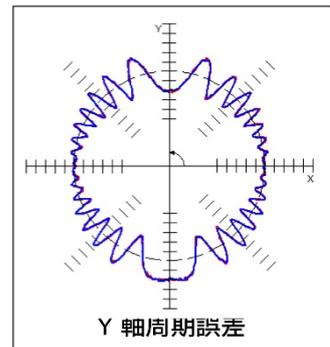


- **加工面の真直度。** ボールバーテストで得られた真直度診断結果（「値」タブ参照）を、加工したひし形形状および四角形状ならびに 3° 面および 93°面に要求される真直度公差と比較する。

- ボールバーテストから取得した真直度誤差が目標真直度公差を超過する場合、加工面が公差外になる可能性が高く、機械の軸ガイドの真直度の調整または補正が必要になる場合がある。

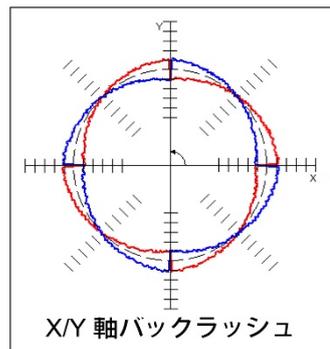


- ボールバーテスト診断から取得した軸の周期誤差がひし形形状の目標真直度公差を超過する場合、加工面の真直度に問題が生じる可能性がある。注：周期誤差は四角形状面の真直度には影響しないため、3° 面および 93° 面に影響が出ることはほぼない。



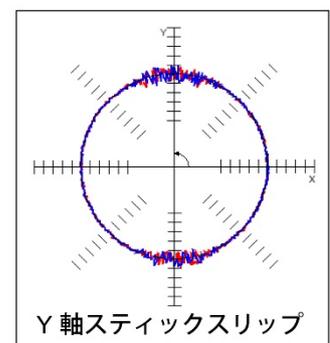
- **コーナー穴内のざぐり穴の同軸度。** ISO 10791-7 および ASME B5.54 いずれでも、穴の位置は、ざぐり穴の位置と反対方向でアプローチする必要があると指定している。そのため、X軸およびY軸のガタおよびバックラッシュの診断値を、コーナー穴およびざぐり穴に要求される同軸度公差と比較することを推奨する。

- ボールバーテストから取得したバックラッシュおよびガタが目標同軸度公差を超過する場合、穴の同軸度が仕様外になる可能性が高く、バックラッシュの調整や補正、またはガイドのガタの調整が必要になる場合がある。



- **円ならびに 3° および 93° 面の表面仕上げ。** 3° 面 および 93° 面の加工時、1つの軸がほぼプログラム通りの送り速度で動作し、もう一方の軸はその送り速度のおよそ 20 分の 1 の送り速度で動作する。軸の潤滑やクリアランスに問題があると、動作が遅いほうの軸にスティックスリップが起こる可能性があり、それにより 3° 面または 93° 面の仕上げ面（平坦さや、極端な場合には真直度）に問題が生じる。また、軸反転エリア周辺で、加工円の仕上げ面にも問題が生じる可能性がある。

- ボールバーテストで取得したトレースに、軸の反転位置周辺で、いずれかの軸のスティックスリップを示す過度なノイズが現われている場合は、軸のガイドの潤滑やクリアランスの調整が必要になる場合がある。



上記のセクションでは、機械に内在する潜在的な問題を、切削テストに先駆けてボールバーテストにて検出する方法を記載した。検出した問題を解消できれば、切削テストを行う必要がある場合には、より高い信頼度レベルにてテストを実施することが可能になる。

## ボールバーテストのメリット

- 金属加工を実際に行う前に、潜在的な問題を特定でき、時間とコストを節約できる。
- 問題の検出後には、ボールバー用ソフトウェアが、注意すべきエリアをハイライト表示する。
- 最適なサイズのテストパーツがない大型の工作機械でも、ボールバーテストなら実施可能。  
(エクステンションバーを使えば、テスト半径 1350mm まで QC20-W で対応可能)

- 短時間でテストできるため、定期的に実行し工作機械の性能履歴の構築が可能。そのため、トレンドを確認でき、問題が重大なレベルに達する前に計画的にメンテナンスを実行できる。図 12 に、ボールバー用ソフトウェアでの工作機械の履歴グラフの一例を示す。このソフトウェアでは、真円度、直角度、バックラッシュなど診断した形状についての時系列グラフを生成することができる。

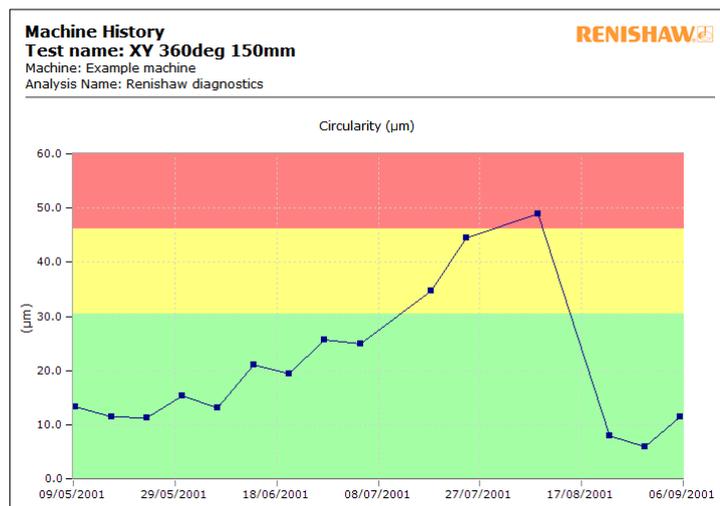


図 10 - 工作機械の性能履歴

## 切削テストのメリット

切削テストは、下記のようなボールバーテストでは検出できない誤差要因を検出することができる。

- 主軸の問題（アライメント、振動、ベアリングの摩耗など）
- 切削負荷に起因する工作機械のゆがみ
- 工具のがたつきやクーラントに関する問題に起因する新たな表面仕上げに関する問題
- 工具交換繰り返し精度の問題（ASME B5.54 の場合、コーナーの穴 4 個の各穴とざぐり穴の加工前に工具交換を行う必要がある）

## 最後に

本書では、「円形・ひし形・四角形」切削テストの概要と、「円形・ひし形・四角形」切削テストにおいて機械性能の評価に用いられる各種測定について記述した。また、レニショー製ボールバーシステムとボールバー用ソフトウェアを用いて、切削テストで実際に金属を加工する前に、工作機械性能を評価する方法および、それにより時間とコストが節約できることを記載した。

初期の工作機械性能をベンチマークしておけば、ボールバーテストを用いて工作機械性能の変化をモニターし、トレンドを特定することもできるため、問題が発生する前に定期的なメンテナンスを実施できるようになる。

## 補足 1 - ASME B5.54 の推奨事項

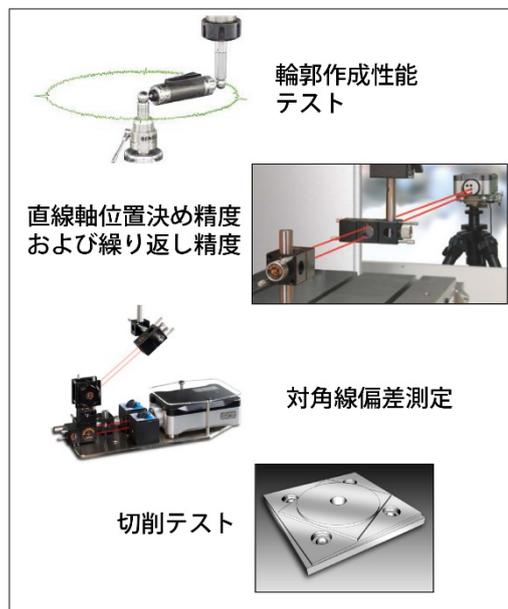
ASME B5.54 の Appendix A3<sup>11</sup> の記載は一読する価値がある。具体的には、3 軸機の性能を短時間で推定するために最低限必要な推奨テスト群が、下記のとおり挙げられている。

**A3.1 輪郭作成性能テスト**：ボールバーなどを使用して 3 平面にて円を描く。

**A3.2 直線軸位置決め精度および繰り返し精度**  
テスト：レーザー干渉計などを使用して各軸に対して行う。

**A3.3 直方体の対角線 4 本に沿った対角線偏差**  
テスト：レーザー干渉計を使用して行う。

**A3.4 精密輪郭形成テスト**：基礎的な「円形・ひし形・四角形」切削テストなど。



## 補足 2 - 円錐台切削テスト

図 11 - ASME B5.54 にて推奨のテスト群

NAS979、ASME B5.54 および ISO 10791-7 には、5 軸機用の円錐台切削テストも記述されている。このテストでは、5 軸すべてを同時に動かし、図 14 の左側に示すような、斜めの円錐状の断面を持つテストパーツを加工する。

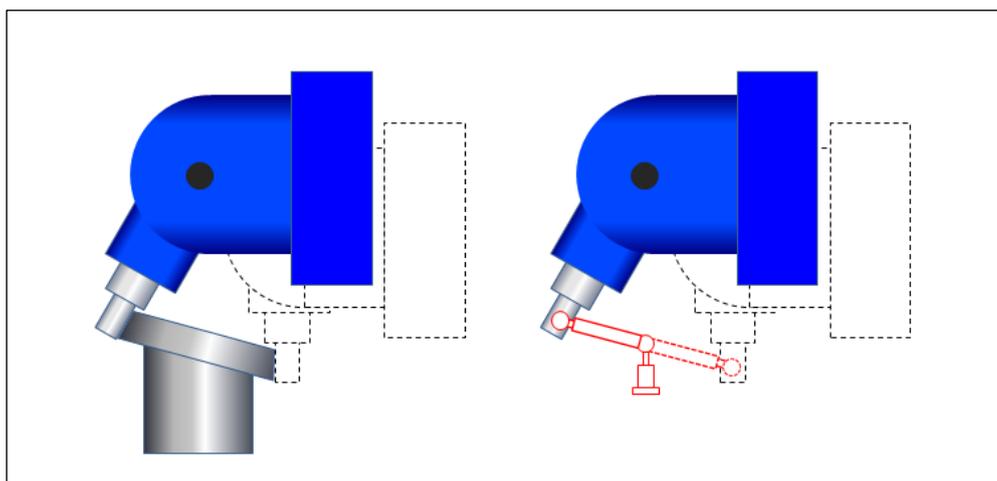


図 12 - 5 軸機用円錐台切削テスト

図 14 の右側のようにセットアップすれば、工作機械での加工を想定した円錐台の真円度をボールバーを使って評価することもできる。真円度はボールバー用ソフトウェアによって正確に算出されるものの、本来は 3 軸機テストから生じる問題を診断するものであるため、工作機械の誤差診断については慎重に判断する必要がある。

## 参考資料

1. National Aerospace Standard NAS979 (*Uniform Cutting Tests - NAS series - Metal cutting equipment specifications*).Section 4.3.3.5.1 - Composite cutting test.
2. International Standard ISO 10791-7 2014:Test conditions for machining centres - Part 7:Accuracy of finished test pieces.
3. American Standard B5.54-2005 Methods for Performance Evaluation of Computer Numerically Controlled Machining Centres.Section 8.2 Precision contouring test.
4. US Patent No US4435905 A - Telescoping magnetic ball bar test gage - James B. Bryan
5. International Standard ISO230-4:2005 - Test code for machine tools - Part 4: Circular tests for numerically controlled machine tools.
6. American Standard B5.54-1992 Methods for Performance Evaluation of Computer Numerically Controlled Machining Centres.Section 5.9.3 Contouring Performance Using Telescoping Ball Bars.
7. American Standard B5.54-2005 Methods for Performance Evaluation of Computer Numerically Controlled Machining Centres.Section 7.11 Contouring Performance Using Telescoping Circular Tests.
8. American Standard B5.57-2012 Methods for Performance Evaluation of Computer Numerically Controlled Lathes and Turning Centers.
9. Japanese standard JIS B-6190 (Japanese equivalent to ISO 230-4, see ref 5 above)
10. Chinese standard GB/T17421.4 (Chinese equivalent to ISO 230-4, see ref 5 above)
11. American Standard B5.54-2005 Methods for Performance Evaluation of Computer Numerically Controlled Machining Centres.Appendix A3 Recommended minimum test set.

レニショー株式会社  
〒160-0004  
東京都新宿区四谷4-29-8  
レニショービル  
T 03-5366-5316  
F 03-5366-5320

名古屋支社  
〒461-0005  
愛知県名古屋市東区東桜1-4-3  
大信ビル  
T 052-961-9511  
F 052-961-9514

E [japan@renishaw.com](mailto:japan@renishaw.com)  
[www.renishaw.jp](http://www.renishaw.jp)

**RENISHAW**   
apply innovation™

## レニショーについて

レニショーは、製品開発と製造における技術革新では確固たる実績を伴って、エンジニアリング技術のグローバルリーダーとしてその地位を確立してきました。1973年の創業以来一貫して、生産工程に生産性の向上を、製品に品質向上をもたらし、コスト効率の高い自動化ソリューションを実現する最先端の製品を提供しております。

世界各国のレニショー現地法人および販売代理店のネットワークを通して、群を抜く優れたサービスとサポートをお客さまに提供いたします。

### 取り扱い製品:

- ・ 設計・試作・製造用アプリケーションに使用する積層造形技術、真空鋳造技術
- ・ 歯科技工用CAD/CAMのスキニングシステムおよび歯科技工・補綴製品
- ・ 高精度の位置、角度、回転角度フィードバックを提供するエンコーダシステム
- ・ 三次元測定機(CMM)およびゲーシングシステム用治具
- ・ 加工済みパーツを比較計測するゲーシングシステム
- ・ 極限の過酷な環境で機能する高速レーザー測定・測量システム
- ・ 工作機械の性能測定およびキャリブレーション用レーザーシステムとボールバーシステム
- ・ 脳神経外科アプリケーション用医療機器製品
- ・ CNC工作機械での段取り・芯だし、工具計測、寸法計測用プローブシステムおよびソフトウェア
- ・ 非破壊方式の素材分析用ラマン分光分析システム
- ・ 三次元測定機(CMM)の測定センサーシステムおよびソフトウェア
- ・ 三次元測定機(CMM)および工作機械プローブ計測のアプリケーション用各種スタイラス

世界各国でのレニショーネットワークについては、Web サイトをご覧ください。[www.renishaw.jp/contact](http://www.renishaw.jp/contact)



レニショーでは、本書作成にあたり、細心の注意を払っておりますが、誤記等により発生するいかなる損害の責任を負うものではありません。

© 2017 Renishaw plc 無断転用禁止

仕様は予告無く変更される場合があります。

RENISHAW および RENISHAW ロゴに使用されているプローブシンボルは、英国およびその他の国における Renishaw plc の登録商標です。

apply innovation およびレニショー製品およびテクノロジーの商品名および名称は、Renishaw plc およびその子会社の商標です。

本文書内で使用されているその他のブランド名、製品名は全て各々のオーナーの商品名、標準、商標、または登録商標です。



H - 5650 - 2059 - 01

パーツ No.: H-5650-2059-01-A  
発行: 2017年11月