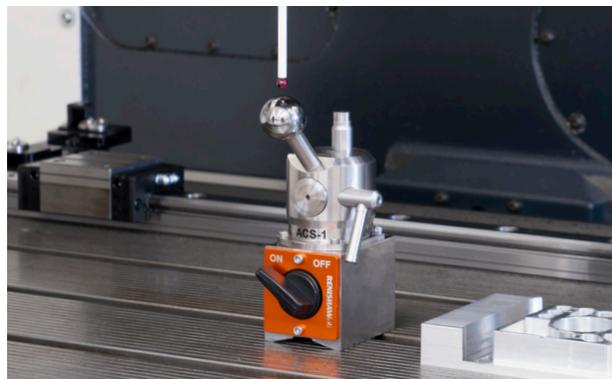
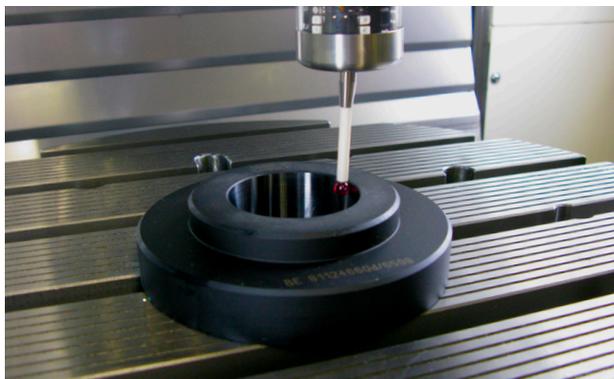


工作機械用プローブのキャリブレーション

はじめに

初めて使うとき、または使用から時間が空いたとき、プローブの各取付け状況に合わせた特性や個体差を把握する必要がある。把握しておくことで、CNC 内で実行する計測ソフトウェアで工具オフセットやワークオフセットなどを正確に算出できるようになり、加えて、計測システムから除去しきれない固有の特質や傾向を補正できるようになる。

このような特性や差異を把握することを、業界ではプローブのキャリブレーションと一般に呼んでいる。



すべての計測はキャリブレーションを通じて確立した値をベースにして行われ、そして一度生じた誤差はキャリブレーションを行うまでなくなることはないため、プローブの正確なキャリブレーションの重要性はいくら誇張してもし過ぎることはない。

典型的な主軸プローブの場合、キャリブレーションを行うことで以下に挙げる要素を確立することができる。

- **プローブの電子的な長さ** (プリトラベルを含む)。機械変数に格納され、キャリブレーションによって、このプリトラベルが補正されて、その影響が計測値から除去される。プリトラベルの詳細については、TE411「タッチトリガープローブセンサーの技術革新」を参照のこと。
- **プローブの物理的な長さ**。工具オフセットに格納。
- **電子的なスタイラス球半径** (プリトラベルが含まれるため、スタイラス球の物理的な寸法とは異なる)。
- **主軸中心線からのスタイラス球の芯ずれ量**。スタイラス球の中心から機械主軸の中心線までの XY 軸方向の距離のことを言い、通常は補正したうえで計測を行う。ただし、補正できない機械もあるため、芯ずれ量は機械的に最小限に抑える必要がある。

注: 本書では、ワーク計測用プローブを適切にキャリブレーションする流れと重要性について焦点を当てている。キャリブレーションを実施する手順については、プローブソフトウェアに付属のマニュアルを参照すること。

キャリブレーション方法

プローブキャリブレーションの方法は多様にあるものの、実のところは使用する基準形状を除き、ほぼ共通である。

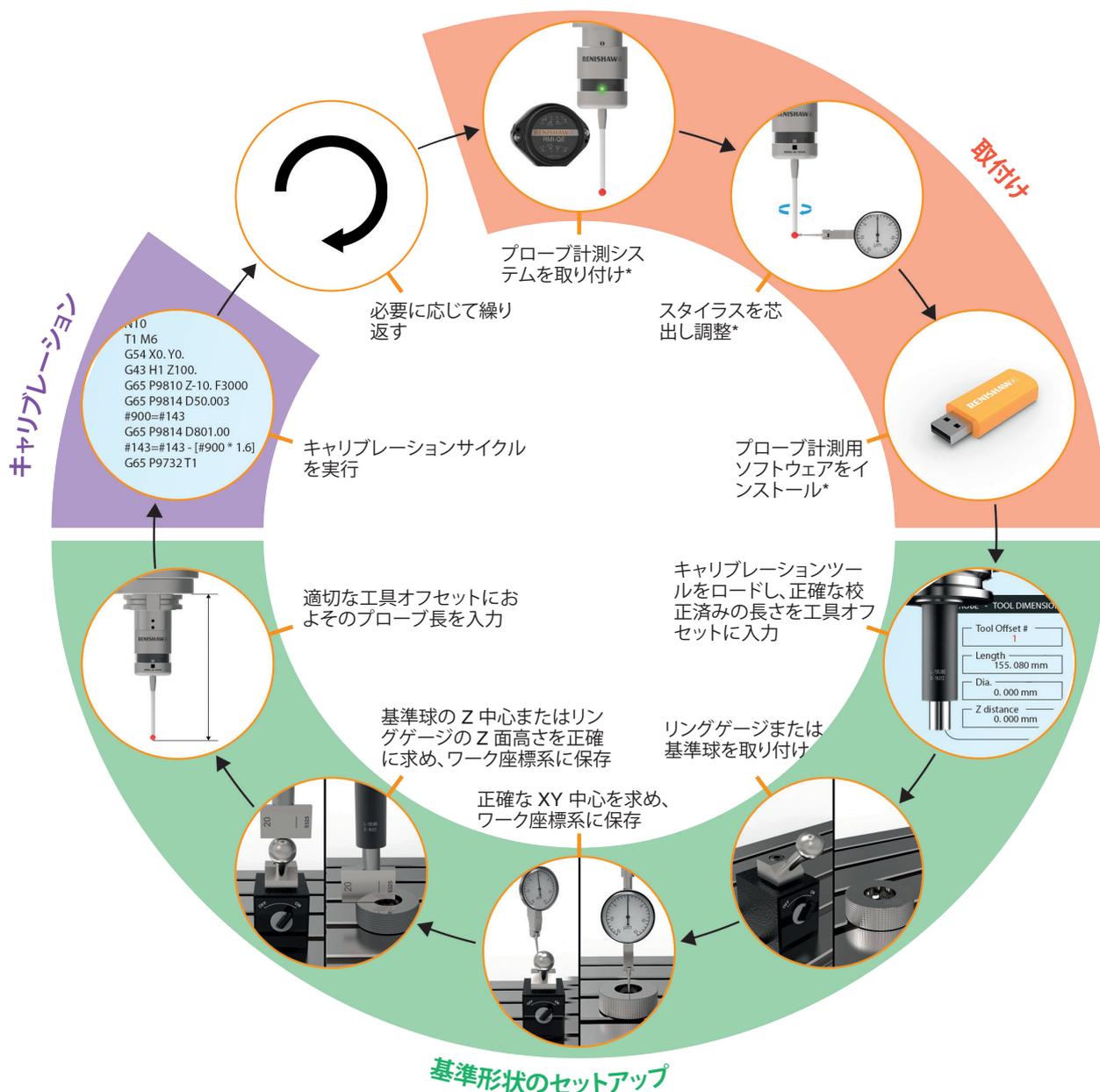
本書では、以下のプローブキャリブレーションの方法について記載する。

180°主軸オリエンテーション機能なしでリングゲージまたは基準球を使用する	3-5
180°主軸オリエンテーション機能ありでリングゲージまたは基準球を使用する	6-8
180°主軸オリエンテーション機能なしで ACS-1 (複合基準球) を使用する	9-11
180°主軸オリエンテーション機能ありで ACS-1 (複合基準球) を使用する	12-14
その他の方法	15

プローブシステムのキャリブレーションは、初めて使うとき以外にも、特に以下のような場合に適宜行う必要がある。

- スタイラスを交換したとき (同じ仕様のスタイラスであったとしても)。
- 機械またはプローブが衝突した後、または機械に大規模な修理を行ったとき。
- 定期的な点検やメンテナンスの一環として。または、プローブの計測パフォーマンスに懸念があるとき。

180°主軸オリエンテーション機能なしでリングゲージまたは基準球を使用する



* 本書では解説なし

取付け

- キャリブレーション対象のプロブ計測システムを、メーカーの推奨事項に従って取り付け、動作できるようにしておく。
- まず始める前に、スタイラスの先端が主軸中心線とそろよう機械的に調整することが推奨される(芯出し調整)。主軸オリエンテーション機能 (Fanuc では M19) がない機械の場合、芯出し調整が極めて重要である(主軸が回転したときに、スタイラス球の振れを最小限に抑えるため)。振れは、低圧のダイヤルゲージをスタイラス球に当てて測るのが一般的で、シャンク取付け面にある数本のねじで調整する。スタイラスの芯出し調整の詳細については、関連するプロブのインストールガイドを参照されたい。
- プロブ計測用のソフトウェアサイクル(マクロ)が CNC に未インストールの場合は、適切にインストールする。

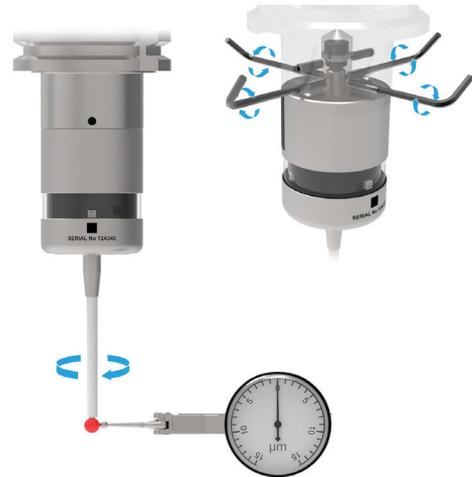


図 1: 芯出し調整

基準形状のセットアップ

- 正確な長さがわかっているキャリブレーションツールを機械にロードする。キャリブレーションツールの長さ(ツールに刻印されていたり、校正証明書に記載されていたりする)が一般的)を関連工具オフセットメモリに入力する。
- 正確な直径がわかっているリングゲージまたは基準球を機械テーブルにしっかりと固定する。リングゲージまたは基準球の直径は、キャリブレーションサイクルの引数として入力する。
- リングゲージまたは基準球の XY 中心を正確に求める。キャリブレーションソフトウェアに、主軸オリエンテーションを使って自動で中心位置を求める機能が実装されている場合は、この手順は省略しても問題ない。そうでない場合は、ダイヤルゲージを主軸ノズド端に取り付け、360°回転させて読取り値が一定になるまで基準形状または主軸の位置を調整する。その後 XY 中心の値を現在のワークオフセットとして設定する。
- キャリブレーションツールを使って Z 軸方向の基準面を求める。具体的な方法は、ユーザーの好みと機械側の仕様により異なる(15 ページの「その他の方法」も参照)。一般的な方法としては、リングゲージまたは基準球の上面に置いたブロックゲージまたはすきまゲージにちょうど触れる(ブロックゲージまたはすきまゲージを抵抗なく動かせる程度)までキャリブレーションツールをゆっくり降ろす。キャリブレーションツールの既知の長さ、ブロックゲージまたはすきまゲージの厚さ、そして基準球を使用している場合は基準球の半径から、リングゲージ上面または基準球中心の Z 位置を正確に求め、Z 位置を現在のワーク座標系に登録する。なお、実際の計算は、機械で使用されている工具オフセットのシステムに依存する。

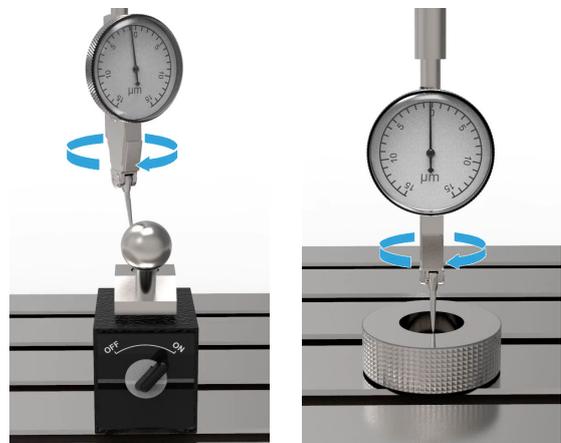


図 2: XY 中心の確立



図 3: Z 方向のワークオフセットの設定

キャリブレーション

ここで、現在のワークオフセットは、リングゲージの上面の中心、または基準球の中心で XYZ がゼロになっている (図 4 参照)。

CNC にて、付属ソフトウェアのプローブキャリブレーションルーチンを実行する。X、Y および Z の基準位置 (該当するワークオフセット) を求めるために使用した方法に関係なく、ここでのルーチンの動作は同じになる。

- Z 基準面 (基準球またはリングゲージの上面) がプローブで計測され、電子的な長さ と 物理的な長さの差がマクロ変数に、物理的な長さが工具オフセットメモリにそれぞれ格納される。
- XY 基準面 (基準球の外周またはリングの内径) が計測され、電子的なスタイラス球半径と XY 方向の芯ずれ量が算出される。算出した結果は、それぞれマクロ変数 (例: Fanuc の場合は #500~#503) に格納される。

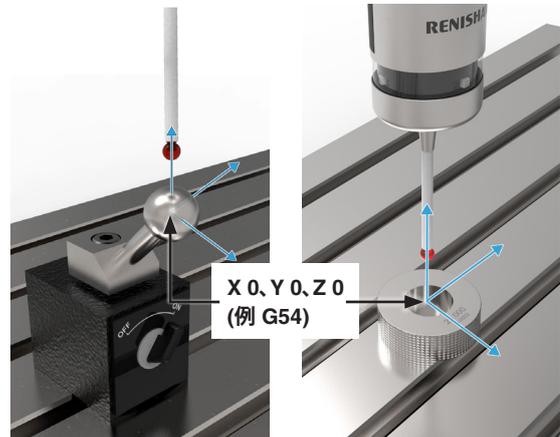
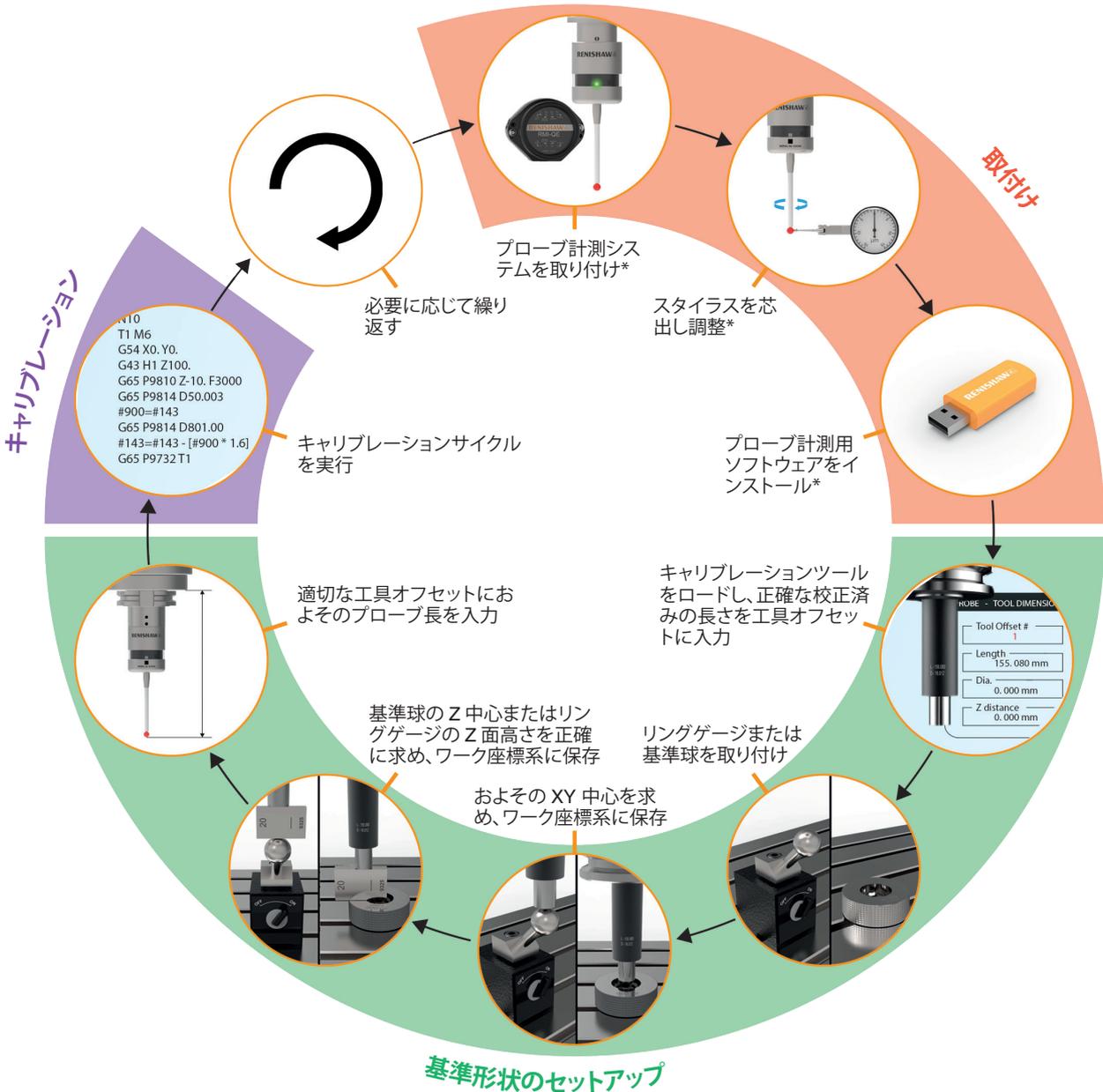


図 4: XY 方向芯ずれ量のキャリブレーション

180°主軸オリエンテーション機能ありでリングゲージまたは基準球を使用する



* 本書では解説なし

取付け

- キャリブレーション対象のプロープ計測システムを、メーカーの推奨事項に従って取り付け、動作できるようにしておく。
- まず始める前に、振れを抑えるために、スタイラスの先端が主軸中心線とそろよう機械的に調整することが推奨される(芯出し調整)。振れは、低圧のダイヤルゲージをスタイラス球に当てて測るのが一般的で、シャンク取付け面にある数本のねじで調整する。スタイラスの芯出し調整の詳細については、関連するプロープのインストレーションガイドを参照されたい。
- プロープ計測用のソフトウェアサイクル(マクロ)がCNCに未インストールの場合は、適切にインストールする。

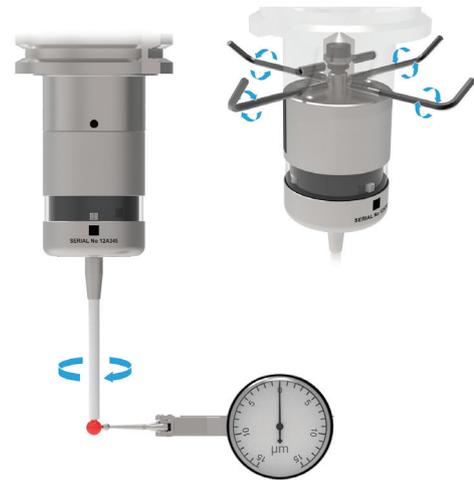


図 1: 芯出し調整

基準形状のセットアップ

- 正確な長さがわかっているキャリブレーションツールを機械にロードする。キャリブレーションツールの長さ(ツールに刻印されていたり、校正証明書に記載されていたりする)が一般的)を関連工具オフセットメモリに入力する。
- 正確な直径がわかっているリングゲージまたは基準球を機械テーブルにしっかりと固定する。リングゲージまたは基準球の直径は、キャリブレーションサイクルの引数として入力する。
- キャリブレーションツールをリングゲージのおよそのXY中心にジョグモードで配置する。付属のキャリブレーションソフトウェアに、主軸オリエンテーションを使って自動で中心位置を求める機能が実装されている。およそのXY中心の値を現在のワークオフセットとして設定する。
- キャリブレーションツールを使ってZ軸方向の基準面を求める。具体的な方法は、ユーザーの好みと機械側の仕様により異なる(15ページの「その他の方法」も参照)。一般的な方法としては、リングゲージまたは基準球の上面に置いたブロックゲージまたはすきまゲージにちょうど触れる(ブロックゲージまたはすきまゲージを抵抗なく動かせる程度)までキャリブレーションツールをゆっくり降ろす。キャリブレーションツールの既知の長さ、ブロックゲージまたはすきまゲージの厚さから、リングゲージ上面または基準球中心のZ位置を正確に求め、Z位置を現在のワーク座標系に登録する。なお、実際の計算は、機械で使用されている工具オフセットのシステムに依存する。

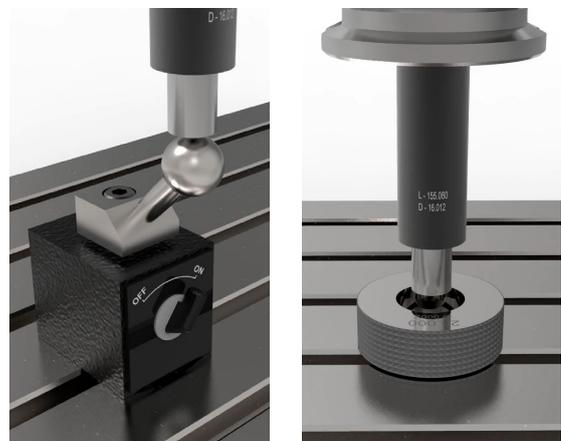


図 2: およそのXY中心



図 3: Z方向のワークオフセットの設定

キャリブレーション

ここで、現在のワークオフセットは、リングゲージの上面の中心、または基準球の中心で XYZ がゼロになっている (図 4 参照)。

CNC にて、付属ソフトウェアのプローブキャリブレーションルーチンを実行する。X、Y および Z の基準位置 (該当するワークオフセット) を求めるために使用した方法に関係なく、ここでのルーチンの動作は同じになる。

- Z 基準面 (基準球またはリングゲージの上面) がプローブで計測され、電子的な長さ と 物理的な長さの差がマクロ変数に、物理的な長さが工具オフセットメモリにそれぞれ格納される。
- XY 基準面 (基準球の外周またはリングの内径) が計測され、電子的なスタイラス球半径と XY 方向の芯ずれ量が算出される。算出した結果は、それぞれマクロ変数 (例: Fanuc の場合は #500~#503) に格納される。

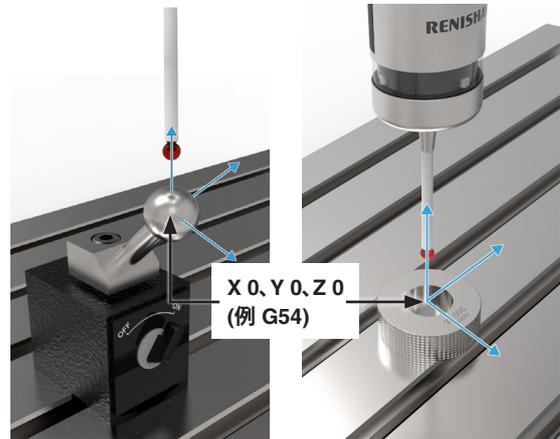
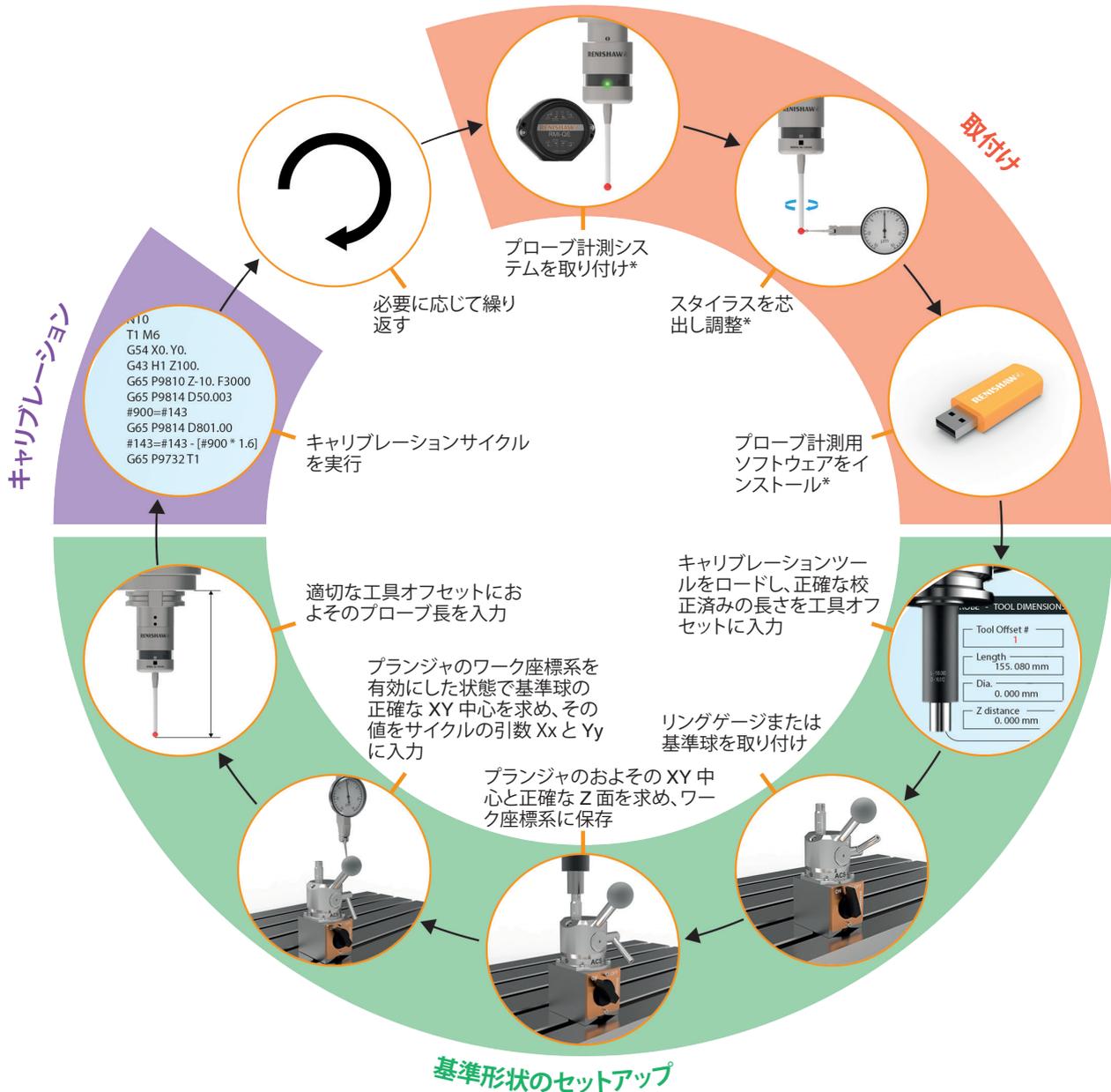


図 4: XY 方向芯ずれ量のキャリブレーション

180°主軸オリエンテーション機能なしで ACS-1 (複合基準球) を使用する


* 本書では解説なし

取付け

- キャリブレーション対象のプロブ計測システムを、メーカーの推奨事項に従って取り付け、動作できるようにしておく。
- まず始める前に、スタイラスの先端が主軸中心線とそろそろよう機械的に調整することが推奨される(芯出し調整)。主軸オリエンテーション機能 (Fanuc では M19) がない機械の場合、芯出し調整が極めて重要である(主軸が回転したときに、スタイラス球の振れを最小限に抑えるため)。振れは、低圧のダイヤルゲージをスタイラス球に当てて測るのが一般的で、シャンク取付け面にある数本のねじで調整する。スタイラスの芯出し調整の詳細については、関連するプロブのインストールガイドを参照されたい。
- プロブ計測用のソフトウェアサイクル(マクロ)が CNC に未インストールの場合は、適切にインストールする。

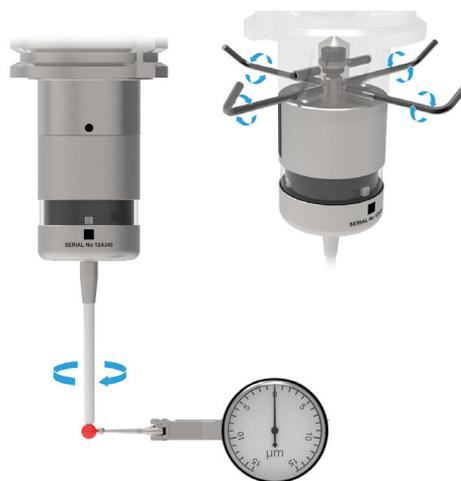


図 1: 芯出し調整

基準形状のセットアップ

- 正確な長さがわかっているキャリブレーションツールを機械にロードする。キャリブレーションツールの長さ(ツールに刻印されていたり、校正証明書に記載されていたりすることが一般的)を関連工具オフセットメモリに入力する。
- 正確な直径がわかっている基準球を取り付けた ACS-1 を機械テーブルにしっかりと固定する。基準球の直径は、キャリブレーションサイクルの引数として入力する。
- キャリブレーションツールを使って Z 軸方向の基準面(ACS-1 のプランジャ)を求める。ACS-1 のロックを解除した状態で、キャリブレーションツールをプランジャの中心かつ上方に配置し、ワーク座標系に保存する(およその値で問題ない)。最大移動量を超えないよう注意しながら、プランジャを押し込む。プランジャをロックし、Z 軸方向でワーク座標系を設定する。
- ACS-1 の基準球の正確な XY 中心を求める。ダイヤルゲージを主軸ノーズ端に取り付け、360°回転させて読取り値が一定になるまで基準球または主軸の位置を調整する。プランジャのワーク座標系を有効にした状態で、値をサイクルの引数 Xx と Yy に入力する。

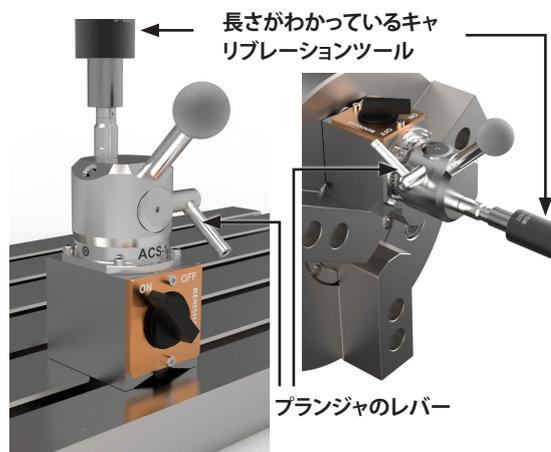


図 2: Z 方向のワークオフセットの設定

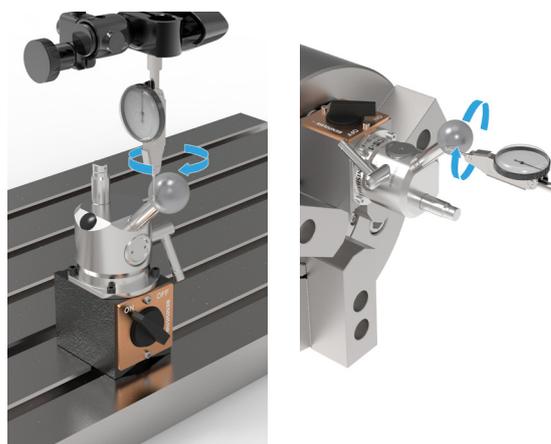


図 3: XY 中心の確立

キャリブレーション

ここで、現在のワークオフセットは、プランジャの上面の中心でXYZがゼロになっている(図4参照)。

CNCにて、付属ソフトウェアのプローブキャリブレーションルーチンを実行する。

- Z基準面(この例ではプランジャの上面)がプローブで計測されて電子的な長さが算出され、値が工具オフセットメモリに格納される。
- XY基準面(この例では基準球の外周)が計測され、電子的なスタイラス球半径とXY方向の芯ずれ量が算出される。算出した結果は、それぞれマクロ変数(例: Fanuc の場合は#500~#503)に格納される。

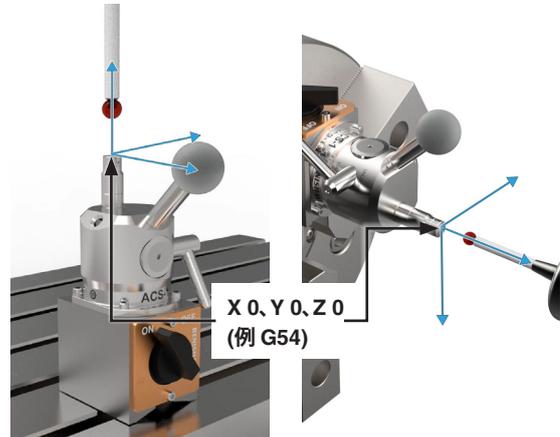
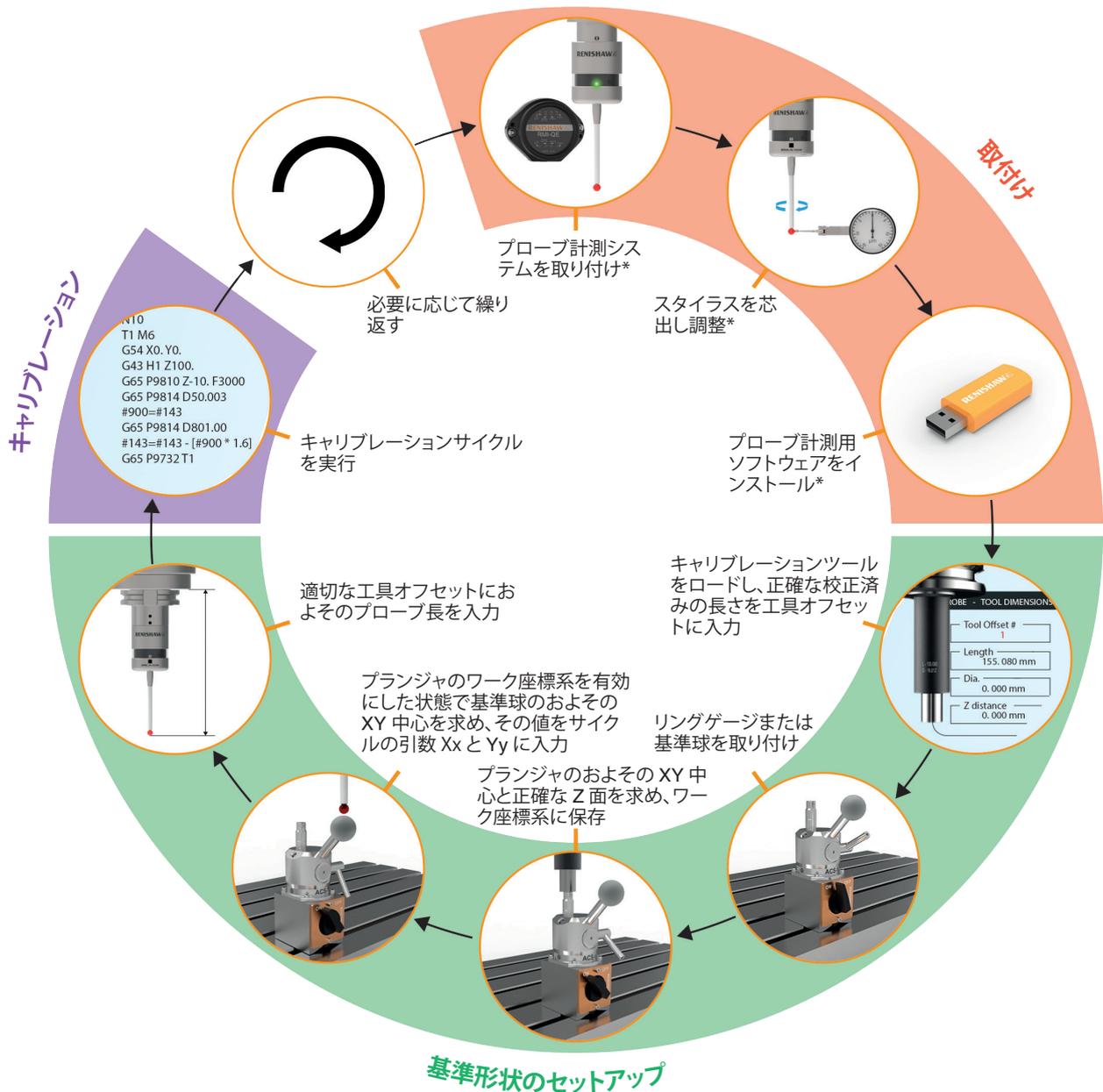


図4: XY方向芯ずれ量のキャリブレーション

180°主軸オリエンテーション機能ありで ACS-1 (複合基準球) を使用する


* 本書では解説なし

取付け

- キャリブレーション対象のプローブ計測システムを、メーカーの推奨事項に従って取り付け、動作できるようにしておく。
- まず始める前に、振れを抑えるために、スタイラスの先端が主軸中心線とそろよう機械的に調整することが推奨される(芯出し調整)。振れは、低圧のダイヤルゲージをスタイラス球に当てて測るのが一般的で、シャンク取付け面にある数本のねじで調整する。スタイラスの芯出し調整の詳細については、関連するプローブのインストレーションガイドを参照されたい。
- プローブ計測用のソフトウェアサイクル(マクロ)がCNCに未インストールの場合は、適切にインストールする。

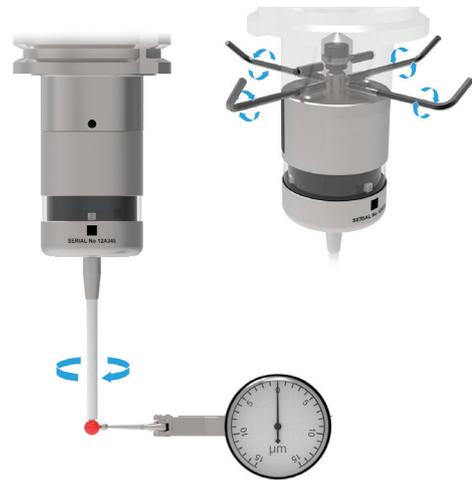


図 1: 芯出し調整

基準形状のセットアップ

- 正確な長さがわかっているキャリブレーションツールを機械にロードする。キャリブレーションツールの長さ(ツールに刻印されていたり、校正証明書に記載されていたりすることが一般的)を関連工具オフセットメモリに入力する。
- 正確な直径がわかっている基準球を取り付けた ACS-1 を機械テーブルにしっかりと固定する。基準球の直径は、キャリブレーションサイクルの引数として入力する。
- キャリブレーションツールを使って Z 軸方向の基準面(ACS-1 のプランジャ)を求める。ACS-1 のロックを解除した状態で、キャリブレーションツールをプランジャの中心かつ上方に配置し、ワーク座標系に保存する(およその値で問題ない)。最大移動量を超えないよう注意しながら、プランジャを押し込む。プランジャをロックし、Z 軸方向でワーク座標系を設定する。
- ACS-1 の基準球のおよその XY 中心を求める。プランジャのワーク座標系を有効にした状態で、値をサイクルの引数 X_x と Y_y に入力する。

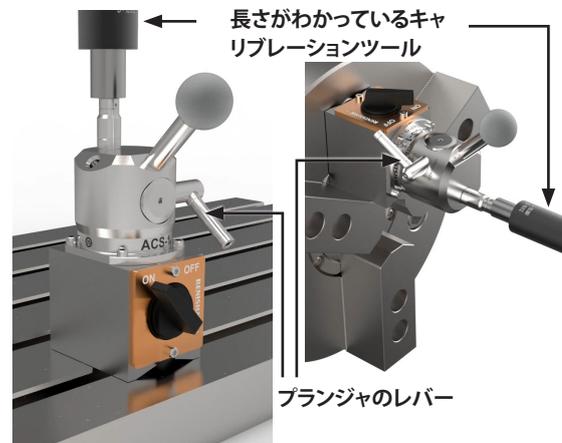


図 2: Z 方向のワークオフセットの設定

キャリブレーション

ここで、現在のワークオフセットは、プランジヤの上面の中心でXYZがゼロになっている(図4参照)。

CNCにて、付属ソフトウェアのプローブキャリブレーションルーチンを実行する。

- Z基準面(この例ではプランジヤの上面)がプローブで計測されて電子的な長さと物理的な長さが算出され、値が工具オフセットメモリにそれぞれ格納される。
- XY基準面(この例では基準球の直径)が計測され、電子的なスタイラス球半径とXY方向の芯ずれ量が算出される。算出した結果は、それぞれマクロ変数(例: Fanucの場合は#500~#503)に格納される。

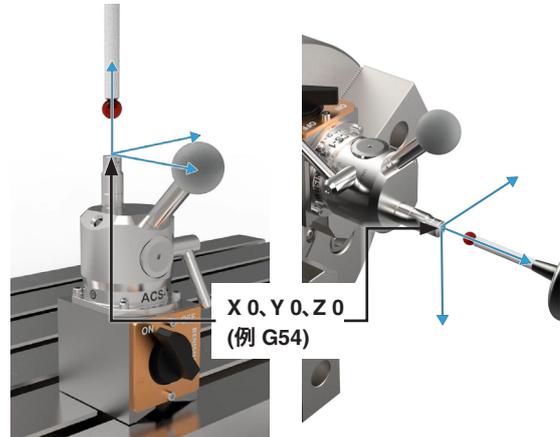


図 4: XY 方向芯ずれ量のキャリブレーション

その他の方法

基準形状のセットアップ

工作機械の進歩と同様、プローブキャリブレーションにもさまざまな方法があり、それぞれにメリットが存在している。

- **内径で XY 芯ずれ量を求める方法:** ヒューマンエラーや計測ミスを避けられない、ダイヤルゲージでリングゲージの中心を求める手法をとらずに、機内のワークを加工して内径を用意する。この穴の中心は正確に把握できているため、スタイラス球の XY 芯ずれ量を求めるキャリブレーションに応用することができる。スタイラス球の XY 芯ずれ量を求めた後、リングゲージは電子的なスタイラス球半径を求めるためだけに使用する (リングゲージの中心位置を正確に把握していなくても問題ない)。
- **加工面 (Z 基準面) で電子的なプローブ長と物理的なプローブ長を求める場合:** 長さがわかっているキャリブレーションツールの代わりに、加工が正確にできるミーリング工具を使用できる。この工具で加工した面を Z 基準面と見なし、電子的なプローブ長のキャリブレーションを行う。これにより、すきまゲージを手で扱うことによる誤差を避けることができる。ただし、この方法はトレーサブルではなく、回転軸のない機械にしか適さないことを留意しておく必要がある。

www.renishaw.com/machinetool



#renishaw

☎ 03-5366-5315

✉ japan@renishaw.com

© 2025 Renishaw plc. 無断転用禁止。RENISHAW® およびプローブシンボルは、Renishaw plc の登録商標です。レニショー製品の名称および呼称ならびに「apply innovation」マークは、Renishaw plc およびその子会社の商標です。その他のブランド名、製品名または会社名は、各々の所有者の商標です。Renishaw plc. イングランドおよびウェールズにおいて登録。会社登録番号: 1106260。登録事務所: New Mills, Wotton-under-Edge, Glos, GL12 8JR, UK。本書作成にあたり細心の注意を払っておりますが、レニショーは、法律により認められる範囲で、いかなる保証、条件提示、表明、損害賠償も行いません。

パーツ No.: H-5650-2078-02-A