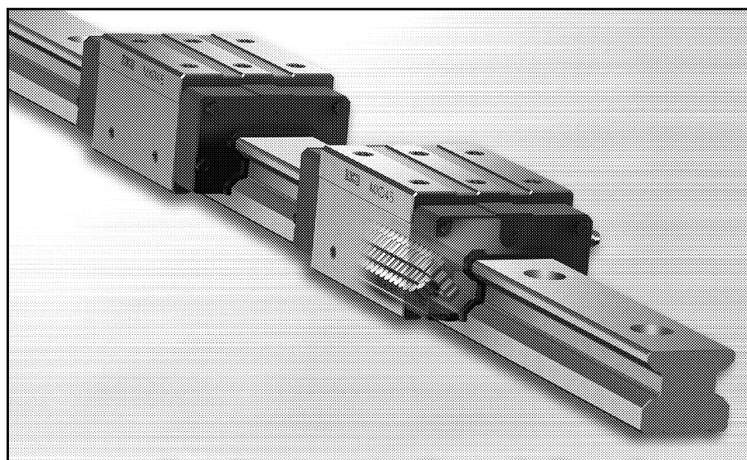
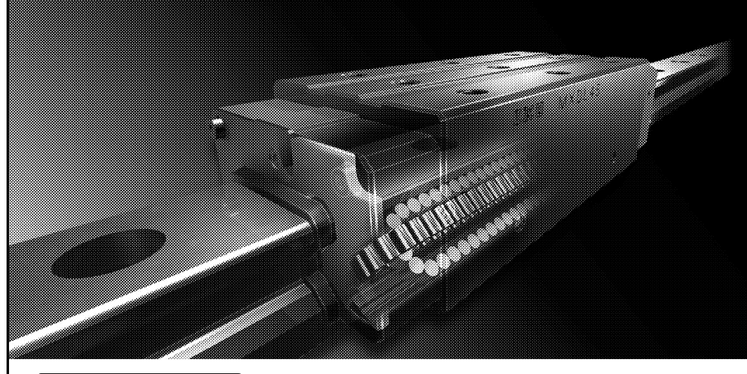


Cルーブリニアローラウェイ
スーパーX
MX
MXの特長
・ボールとは次元の異なる高性能を発揮!
・長期メンテナンスフリー!
・ニーズに応えるワイドバリエーション!

究極の超精密ローラ案内
日本トムソンのCルーブリニアローラウェイ スーパーXは、ローラの優れた特性を最大限に活かし、剛性、負荷容量、走行精度、振動減衰性などあらゆる特性で最高レベルの性能を実現した直動案内機器です。

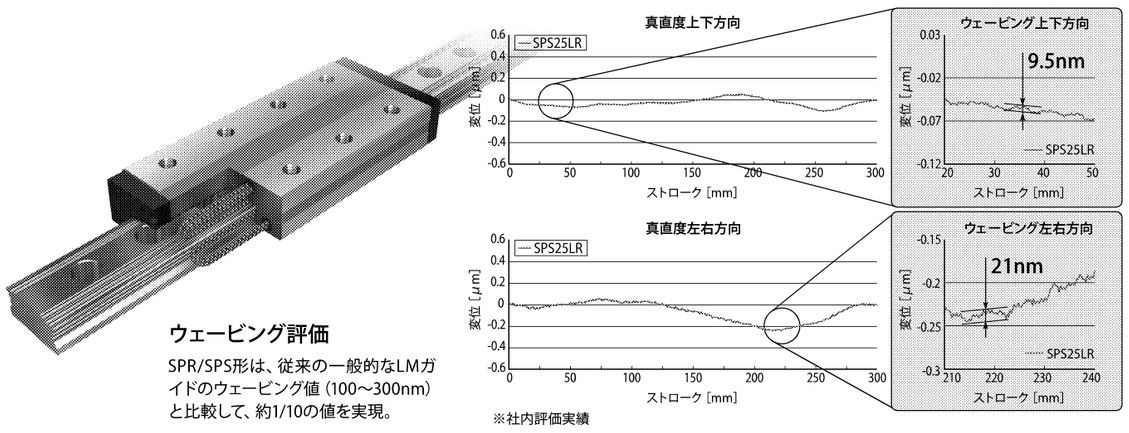


Cルーブリニアローラウェイ
スーパーX 超ロングユニット
MXL
MXLの特長
・超高精度な送り機構を実現!
・機械装置の負荷容量が向上!
・機械装置の剛性向上に貢献!

環境の軸を支える
Oil Minimum
地球環境に貢献するIKO
IKO 日本トムソン
Innovation, Know-how & Originality
http://www.ikont.co.jp/

THK
The Mark of Linear Motion
直線運動案内のトップメーカー。
「高精度」・「高剛性」・・・・・工作機械のさらなる性能向上に貢献

ボールリテーナ入りLMガイド SPR/SPS
8条列を採用し、超低ウェービング性・超高剛性を実現。



ウェービング評価
SPR/SPS形は、従来の一般的なLMガイドのウェービング値（100～300nm）と比較して、約1/10の値を実現。
※社内評価実績

THK株式会社
テクノセンター 応用技術統括部 TEL 03-5735-0225　www.thk.com

超精密工作機械を支えるナノ・サブナノメートル超精密位置決め技術の現状

静岡理工科大学名誉教授
総合技術研究所客員教授
大塚　二郎

コントローラーの性能向上、フィードバック用変位センサー（リニアエンコーダー）の高精度、高分解能化により、今ではリニアモーター駆動でサブナノメートル分解能位置決めも容易に達成できるが、リニアモーターの使用は高価になることから、小型ならボールネジ駆動で1ナノ―10ナノメートル分解能位置決め装置が不景気にもかかわらず大学や公設試に相当数売れている。しかし、これをそのまま超精密工作機械に応用するには、まだまだ問題点がある。ここでは超精密位置決め技術について述べるとともに、超精密工作機械（加工機）の現状について紹介する。

超精密位置決め技術の基礎

0・1マイクロメートル以下の位置決め精度、分解能を示す超精密位置決めが発達するにあたって、①優れたフィードバック用センサー②静・動剛性の高いメカ構造③コントローラーを含む制御技術―の三つが融合して成しとげられる。

フィードバック用センサーについては、今では測定長さ数百ミリメートルにつき分解能0・017ナノメートルのものもあり、精度はサブマイクロメートルで性能もよい。

静・動剛性の高いメカ構造については、初期の運動・駆動要素はサーボモーターとボールネジを組み合わせたものであったが、ボールネジは位置決め精度が高くなるにしたがい微振動の影響などが出るので、やがて剛性を大きくできるリニアモーターに変化していった。

制御技術についてはここ20年におけるコントローラーの発達が著しく、特にリニアモーター駆動位置決め装置ではナノメートルレベルの超精密位置決め制御を達成しやすく、しかも動剛性を大きくできるという特徴があった。2000年には非球面小径レンズをはじめとする加工精度数十ナノメートルレベルの加工機が発売されるようになった。**図1**は複雑な制御可能な最近の超精密非球面5軸加工機を示す。しかし、最近はリニアモーターのネオジム磁石の高騰、モーター自身の大きな発熱を液冷するので、高価にならざるをえない。

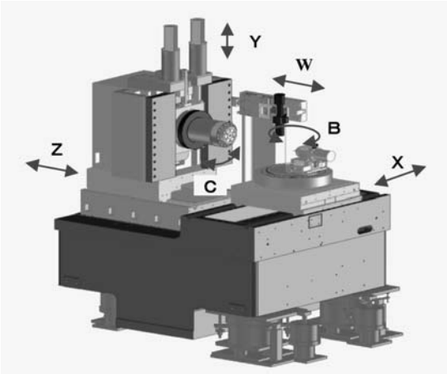


図1　非球面レンズ加工用5軸超精密加工機（東芝機械製、位置決め分解能1ナノメートル、レンズ精度数十ナノメートル）

現状

▼世界の状況

米国の工作機械企業は00年頃まで超精密加工で世界を先導したが、現在企業数は激減し、かつての姿は全くない。中国は人工衛星を上げる技術を持ち、超精密加工の力は侮りがたい。ここで精密工学について優れている国々のうち、日本人が気づいていない国にイスラエルがある。精密工学はもちろん、例えばナノバイオ分野でも世界トップであろうと予想される。

▼日本の状況

①位置決め装置

分解能の高いナノ、サブナノ超精密位置決め装置は次の場面で用いられている。

・次世代光通信分野の位置決め装置
・次世代半導体関連の検出装置
・X線顕微鏡の反射鏡位置決め装置
・フェムト秒レーザーの評価装置
・テラヘルツ波の評価装置
・DNAの観察用ステージ
・iPS細胞（人工多能性幹細胞）用装置

なお、物理研究者からサブナノメートル分解能のみならず、ピコメートルレベル分解能位置決め装置の要望が出ている。

ベンチャー企業のシグマテック（埼玉県飯能市）は独自のフィードバック変位用センサーを用いて、筆者も多少協力して**図2**の外径3ミリメートルの小径ボールネジ駆動の小型超精密位置決め装置（スステージストローク20ミリ―100ミリメートル）を低価格で提供し、日本の公設試などにかなりの台数を独占的に提供した（市村賞、文科大臣表彰）。これらが前述の分野に用いられている。

図2　1ナノメートル分解能小型超精密位置決め装置（シグマテック製）

②工作機械（加工機）

注目すべきはレンズなどを加工する超精密加工機である一方、数十ナノメートルレベル分解能で加工できる「準超精密加工機」ではなかろうか。スマートフォンのケースや女性の化粧品ケースの表面はこれらの機械で主に中国で加工されている。これらは表面の輝きが重要であって、0・1マイクロメートルのうねりがあってもNGとなる。低価格化のため、交流（AC）サーボモーターとボールネジ駆動である。

▼リニアモーターとボールネジ

06年に独の工作機械メーカー9割が一挙にリニアモーター採用をやめ、ボールネジに回帰した。13年の欧州国際工作機械見本市（EMO2013）で筆者がドイツ工作機械メーカー33社にアンケートをとったところ、「リニアモーターは高価であり、冷却を含めるとエネルギー消費が大きい」の回答が大部分であった。

あとがき

工作機械の案内で、滑りではなくリニアボールガイドが用いられるが、ステージ表面にボール直径2倍の周期のサブマイクロメートルのウェービングを発生するので、超精密工作機械や位置決め装置での使用を避けることが多かった。しかし今では高価ではあるが10ナノメートルレベルにまで減少したものも登場している。超精密工作機械による切削、研削ではナノメートル精度は難しいので、将来はさらに超精密を達成するために原子・分子を操作できる電子的、物理的、化学的加工機が主力になると筆者は考えている。

HIWIN®
Motion Control and System Technology
お客様に付加価値を創造する

事業拡大で営業募集
詳細はホームページにて
2014中部パック出展　4月9日(水)～12日(土)　小間番号 3-B3
第24回ファインテックジャパン出展　4月16日(水)～18日(金)　小間番号13-5
ハイウィン株式会社 HIWIN CORPORATION
〒651-0087　神戸市中央区御幸通4丁目2―20　三宮中央ビル3階
Tel: (078)262-5413　Fax: (078)262-5686
http://www.hiwin.co.jp　E-mail: info@hiwin.co.jp
東京支店：Tel: (042)358-4501　Fax: (042)358-4519
長野営業所：Tel: (0268)78-3300　Fax: (0268)78-3301
名古屋支店：Tel: (052)587-1137　Fax: (052)587-1350
九州営業所：Tel: (096)340-2282　Fax: (096)340-2286
ロボット事業部：Tel: (042)358-4503　Fax: (042)358-4518

立旋盤
Neo-30/40DX
VERTICAL TURNING
立型ターニングセンタ
Neo α-30/40DX
VERTICAL TURNING CENTER
お客様の「欲しい」を形に!!
人にやさしく、環境にやさしい油圧レス
『匠の技』と『最新技術』の融合!!
取得特許：国内6件、米国2件、中国3件

● 最大スイング：φ4,000mm
● 最大旋削高さ：2,500mm（オプション 3,000mm）
● 最大積載質量：20,000kg

株式会社 オーエム製作所 O-M ltd.
www.omltd.co.jp