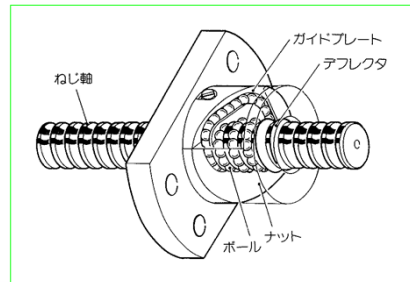




題 目：ミニチュアボールねじのニーズとKSSの取り組み

目 次

- 1) KSSの会社紹介
- 2) ミニチュアボールねじへのニーズ
- 3) KSSの取り組み
  - コパ外化、さらなる小径化
  - 高速化への対応
  - なめらかさへのこだわり
  - ロ-エンド市場への対応
  - 多様化するニーズへの対応
- 4) まとめと今後の展望



KSS CO., LTD.



1) KSSの会社紹介 ~会社概要と沿革~

KSSは、小径サイズのボールねじ、滑りねじとその応用商品を専門に製造販売する世界有数のメーカーです。

沿革

- 1960年：創業（日本精機製作所）
- 1978年：（株）篠原製作所に改称  
ミニチュアボールねじの本格生産開始
- 1984年：小千谷工場稼動
- 1987年：ケ-エスエス（株）に改称
- 1990年：現本社ビル完成
- 1995年：精密工学会  
「超精密位置決め委員会」入会
- 1996年：産学共同研究開始  
静岡理工科大、長岡技術科学大
- 1999年：小千谷工場 ISO9002認証取得
- 2002年：小千谷工場 ISO9001-2000認証取得
- 2005年：小千谷工場 ISO14001認証取得
- 2007年：上海事務所開設

代表取締役社長：	太田 品久
資本金：	120.7百万円
従業員： (2009年12月現在)	本社 23名 工場 100名 計123名
工場敷地面積：	10,954m <sup>2</sup>
工場延床面積：	5,772m <sup>2</sup>



品質ISO

JQA-QM4131



環境ISO

JQA-QM4583

KSS CO., LTD.



### 1) KSSの会社紹介

～会社概要と沿革～

2008年 経済産業省より、

「明日の日本を支える元気なモノ作り中小企業300社」

に選ばれました。



KSS CO., LTD.



### 1) KSSの会社紹介

～所在地～

#### 世界15カ国での販売チャネル

中国、台湾、韓国、シンガポール、タイ、マレーシア、インド、ブラジル、オーストラリア、米国、英国、イスラエル、イタリア、スウェーデン、オランダ



小千谷工場  
小千谷営業所  
新潟県小千谷市



中国 上海事務所  
上海 外高橋 保税區



本社  
東京都大田区矢口

KSS CO., LTD.



1) KSSの会社紹介 ~取扱い商品~

ボールねじだけでなく、送りねじ、アクチュエータなどのエイト商品も製造販売しています。



精密ボールねじ、転造ボールねじ



精密送りねじ



樹脂送りねじ (レジンド・スクリュー)



モータ直結型ボールねじ (MoBo)



各種アクチュエータ

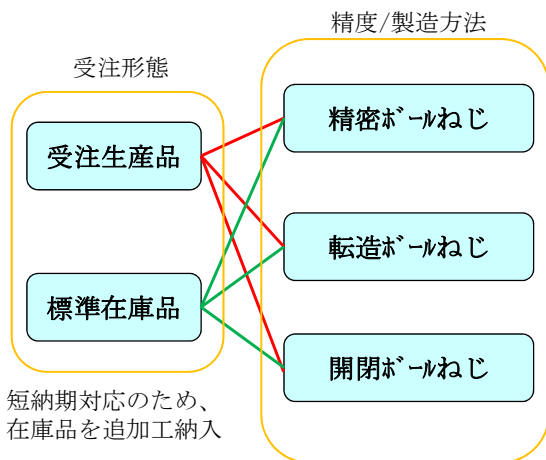


KSSシグナルグリス



1) KSSの会社紹介 ~ボールねじの分類~

ミニアボールねじの明確な定義はない。  
当社ではφ16mm (軸径) 以下のボールねじを一般的にミニアボールねじと呼ぶ。



ねじ研削加工



転造加工



開閉ボールねじ



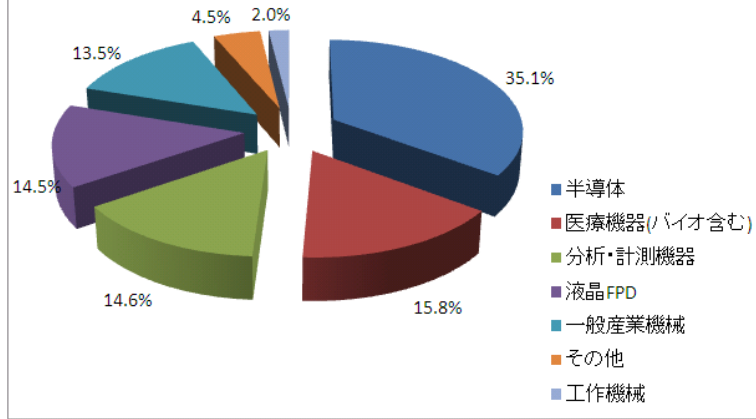


## 2) ミニチュアボールねじへのニーズ

～ボールねじの用途～

おもな使用用途；半導体、液晶などの製造、検査装置  
光学顕微鏡、X-Yステージ、医療機器

### KSS主要納入業種

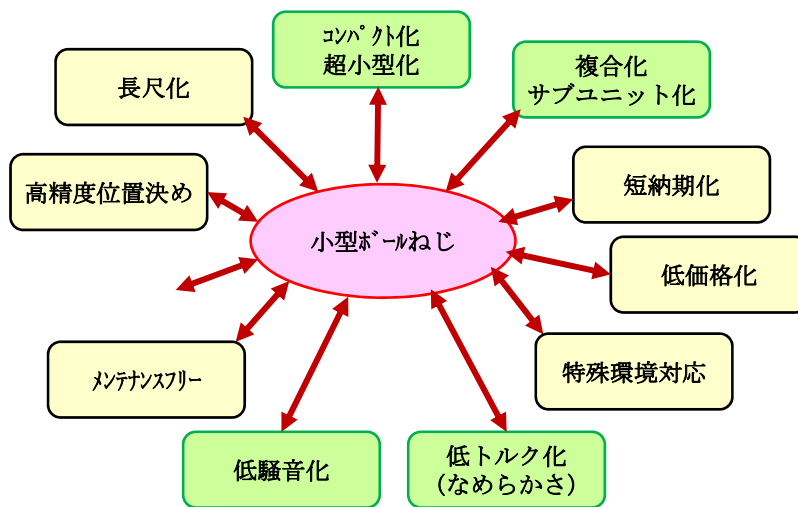


KSS CO., LTD.



## 2) ミニチュアボールねじへのニーズ

～小型ボールねじへのニーズ～



KSS CO., LTD.



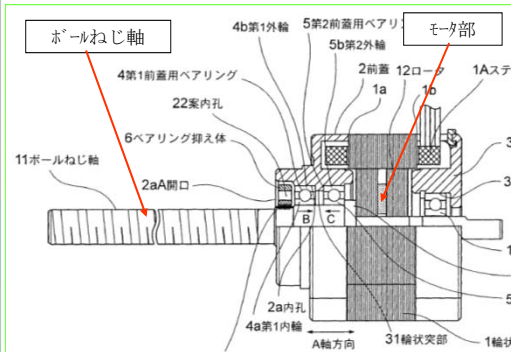
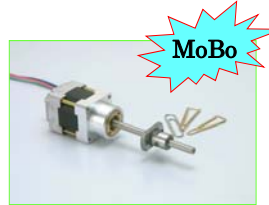
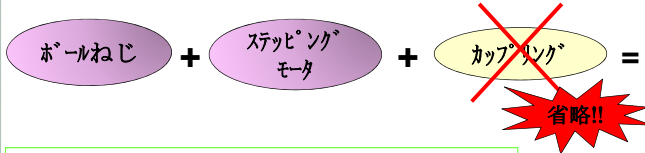
### 3) KSSの取り組み

～コンパクト化、超小径化～

MoBo

#### 3)-1 ; モータ直結型ボールねじ MoBo

モータ軸とボールねじ軸を一体化させた製品。  
カップリングレスにより、長手方向のコンパクト化に寄与



- 1) 5相ステップングモータとボールねじを直結構造
- 2) 直結構造のため芯出しが不要、装置の小型化に貢献

MoBoの構造



### 3) KSSの取り組み

～コンパクト化、超小径化～

MoBo

#### 従来品と MoBoの長さ比較

MoBoの構造

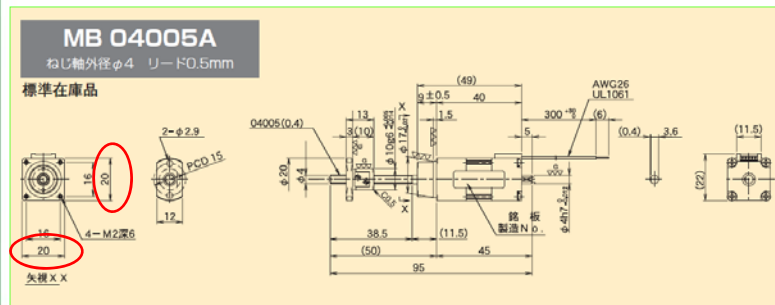


従来の構造



#### 最小サイズ MoBo寸法

最小サイズ MoBo





### 3) KSSの取り組み

～コンパクト化、超小径化～

MoBo

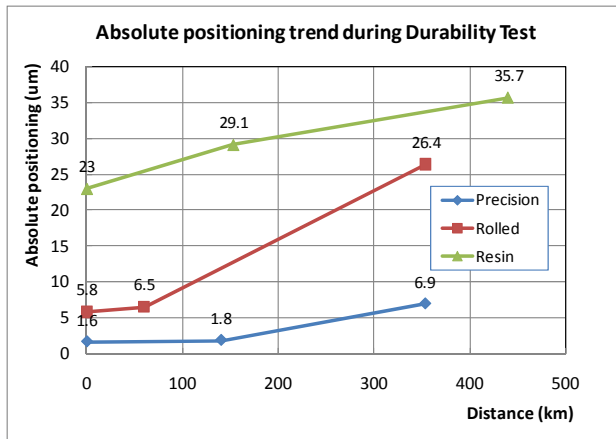
#### MoBo 耐久試験における位置決め関連精度の変化

モータに直結する送りねじの種類を自由に選択できる。⇒ メカの利点

- ・精密ボールねじ
- ・転造ボールねじ
- ・樹脂ナットすべりねじ

【絶対位置決め精度の変化】

耐久：ステージ状態で測定  
(写真参照)  
姿勢：垂直  
速度：20~30mm/s  
荷重：1.5~3kgf



KSS CO., LTD.

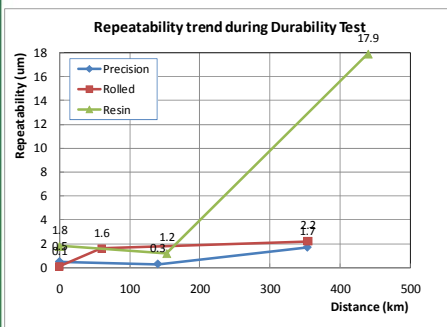


### 3) KSSの取り組み

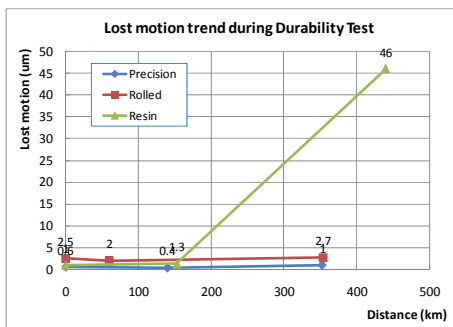
～コンパクト化、超小径化～

MoBo

【繰り返し位置決め精度の変化】



【ロストモーションの変化】



MoBo送りねじ種類別 位置決め関連精度の目安

単位：mm

	精密ボールねじ	転造ボールねじ	樹脂滑りねじ
繰り返し位置決め精度	±0.005	±0.01	±0.05
ロストモーション	0.005	0.01	0.05

KSS CO., LTD.



### 3) KSSの取り組み

～コンパクト化、超小径化～

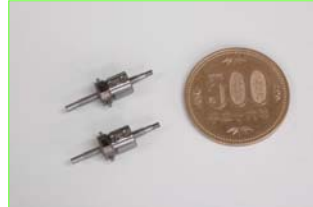
最小ボールねじ

#### 3)-2; 最小ボールねじ

φ1.8mm×0.5mm品.....ボールねじ単体としては、ここまで小さくできる。



KSS最小ボールねじ  
(軸径; φ1.8mm、リード; 0.5mm)

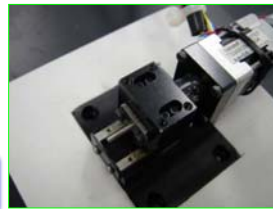


トレネロ付き超小型ボールねじ  
(軸径; φ2.0mm、リード; 0.5mm)



当社最小のボールねじ  
(φ1.8mm)を使用した  
超小型1軸ステージ  
ペン型アクチュエータ

超小型ユニット



KSS CO., LTD.

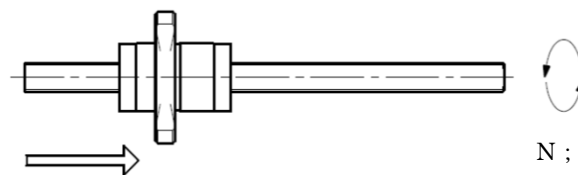


### 3) KSSの取り組み

～高速化への対応～

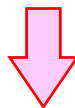
ハイリードボールねじ

#### 3)-3; ハイリードボールねじ



$$V = 1 \sim 2 \text{m/sec} = 60 \sim 120 \text{m/min}$$

位置決め用途から高速、高加減速、高速揺動用途の増加



- ① リードを大きくする.....ハイリードボールねじ (製作上の問題)
- ② 回転数を上げる.....危険速度、循環部品の破損、騒音問題

KSS CO., LTD.



### 3) KSSの取り組み

～高速化への対応～

ハイリードボールねじ

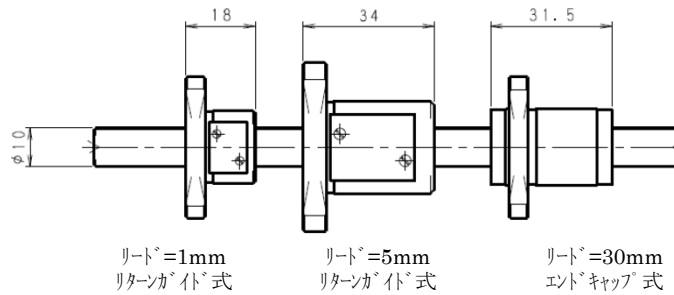
【リードの変遷】

単位：mm

軸外径	位置決め用リード	高速対応リード
φ6	0.5, 1, 2	6, 10
φ8	0.5, 1, 2	10, 12
φ10	1, 2	20, 25, 30



【ナット長さの比較】



KSS CO., LTD.

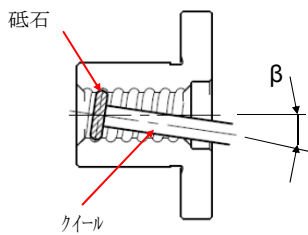


### 3) KSSの取り組み

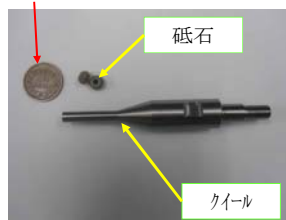
～高速化への対応～

ハイリードボールねじ

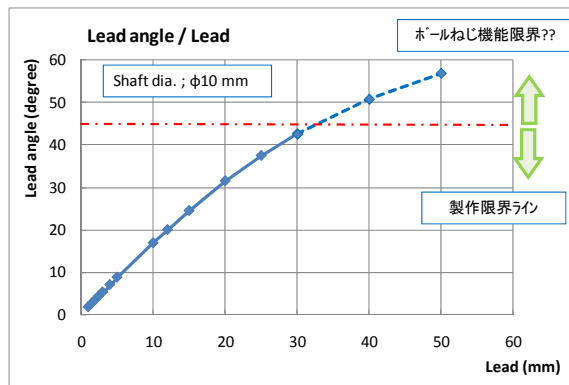
【ねじ溝研削】



10円コイン



【リードとリード角】



KSS CO., LTD.





### 3) KSSの取り組み

～高速化への対応～

高速対応ボールねじ

#### 3)-4 ; 高速対応ボールねじ

【危険速度】

$$N = \beta \times \frac{60 \cdot \lambda^2}{2\pi} \times \sqrt{\frac{E \cdot I \cdot g}{\gamma \cdot A \cdot L^4}} \quad \text{min}^{-1}$$

ミニチュアボールねじは、比較的全長が短いため、危険速度で問題となるケースは少ない。

- β ; 安全係数
- E ; ヤング率
- I ; ねじ軸断面の最小2次モーメント
- d ; ねじ軸谷径
- g ; 重力加速度
- γ ; 材料の比重
- L ; 取付間距離
- A ; ねじ軸の最小断面積
- λ ; ボールねじの取付方法によって定まる係数

【dn値】

循環部の強度に対する指標

$$dn = d \text{ (軸外径 or BCD)} \times n \text{ (許容回転数)}$$

ミニチュアボールねじでは、一般にdn=10万、15万などの数値が当てはまらない。軸外径が小さいためn（許容回転数）は大きな数字になってしまう。

型番により高速耐久試験にて確認



### 3) KSSの取り組み

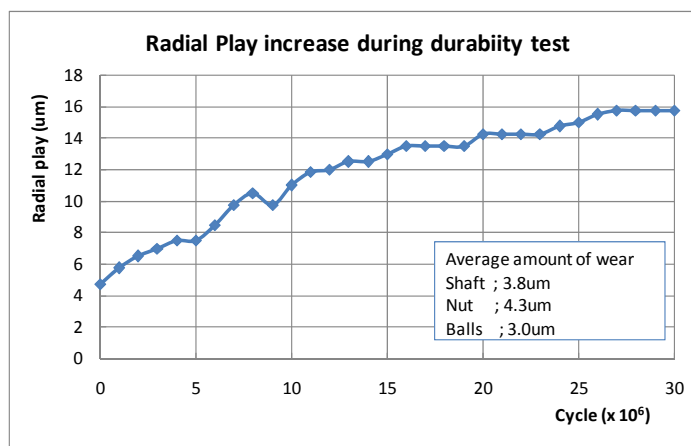
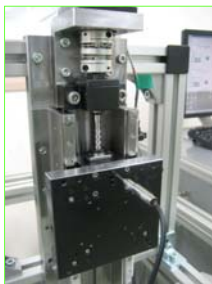
～高速化への対応～

高速対応ボールねじ

【高速耐久試験】

ボールねじ ; φ8-12 (1/16 inchボール)  
 姿勢 ; Z軸、荷重 ; 20N  
 回転数 ; max.4,000 min<sup>-1</sup>  
 加減速 ; 1.5G  
 ストローク ; 6mm (片側)

【高速耐久試験中のラジアルすきまの変化】



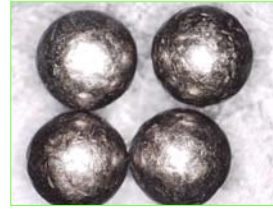


### 3) KSSの取り組み

～高速化への対応～

高速対応ボールねじ

【高速耐久試験】



循環部品の損傷

ボールの損傷

- ★ ボール、転走面の摩耗による循環阻害
- ★ 循環部品へのボール衝突



摩耗対策、循環部の強度対策の必要性

KSS CO., LTD.



### 3) KSSの取り組み

～高速化への対応～

低騒音ボールねじ

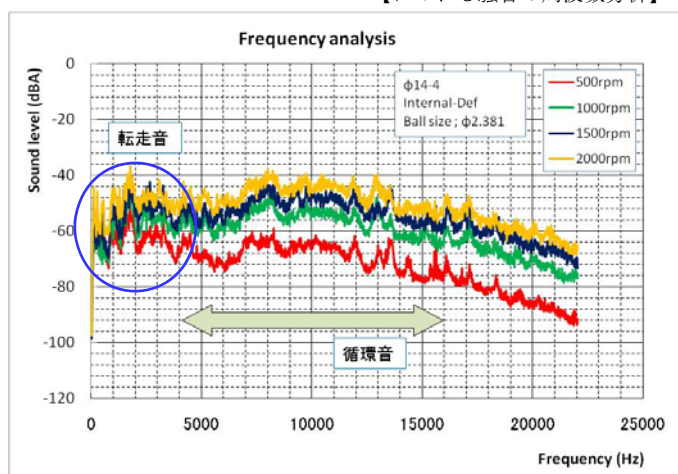
#### 3)-5 ; 低騒音ボールねじ

高速、高加減速化に伴い、ミニチュアボールねじでも低騒音化要求が増加

【ボールねじ騒音の周波数分析】

ボールねじの騒音

- ・ 転走音  
(4kHz以下)
- ・ 循環音  
(4～16kHz)



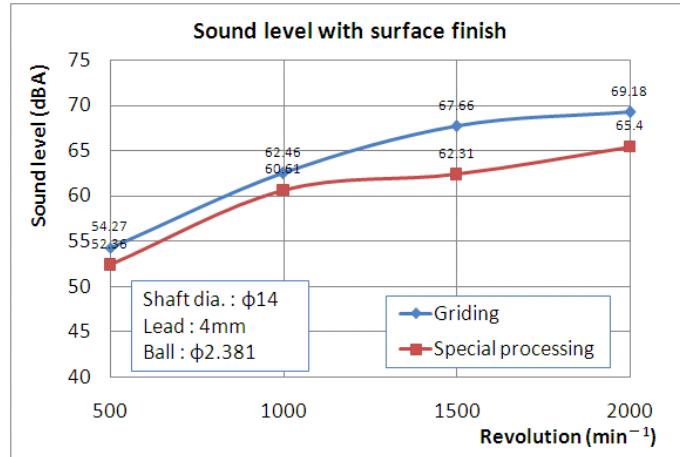
KSS CO., LTD.



【転走音の低減】

ねじ溝面粗さの改善；KSS独自の仕上げ工程

【表面仕上げによる騒音の違い】

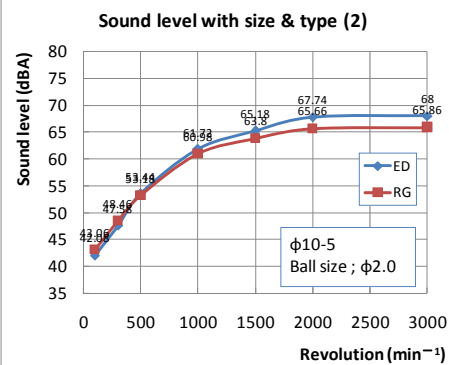
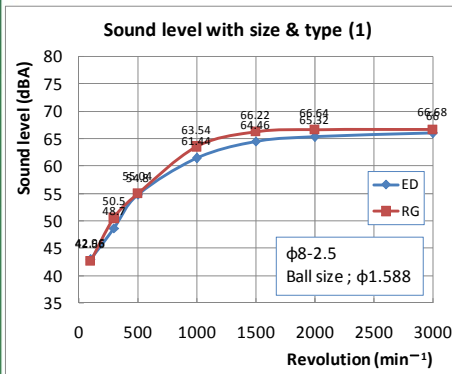


【循環音の低減】

循環方式の変更による効果は？

RG；リターンガイド式.....ボールの軌道をコイルスプリングとRGにより強制的に変更し循環

ED；エンドテフレクタ式.....ボールの軌道に沿って（接線方向に）、ボールを拾い上げる





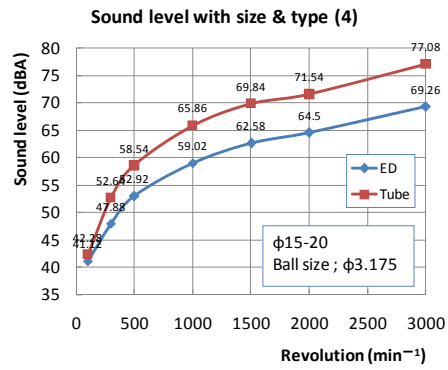
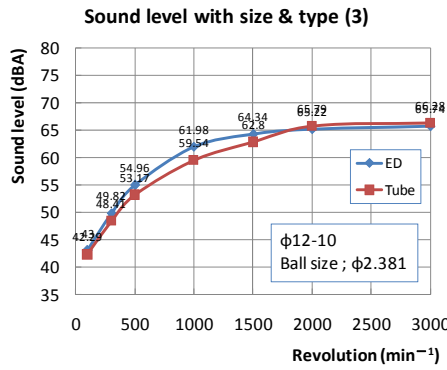
### 3) KSSの取り組み

～高速化への対応～

低騒音ボールねじ

Tube ; リターンチューブ式.....ボールの軌道をリターンチューブのタンクにより強制的に変更し循環

ED ; エントテフレクタ式.....ボールの軌道に沿って（接線方向に）、ボールを拾い上げる



軸径=φ15mm (ボール径=φ3.175) 程度のサイズで効果が出始める。



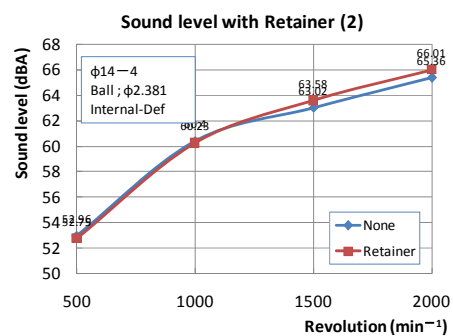
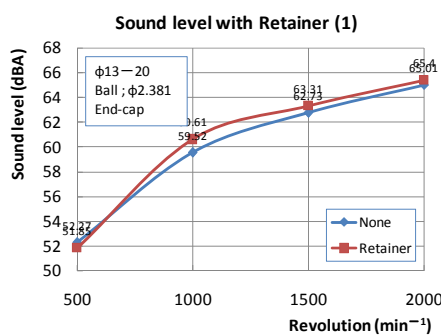
### 3) KSSの取り組み

～高速化への対応～

低騒音ボールねじ

#### 【循環音の低減】

ボール同士の衝突音低減(リテーナなどの活用) 効果は？



リテーナ挿入によるボール衝突音の低減に効果は見だせていない。  
コストアップ要因の方が大きく、推奨はできない。





3)-6 ; 低トルクボールねじ (スペーサーボールの活用)

ミニチュアボールねじは、サイズが小さい故に、低トルク要求や、わずかなトルク変動や作動感（手触り、引っかかり）に対する要求が多い

【スペーサーボール】

リナーが入らないので、作動性維持によく使用される手法

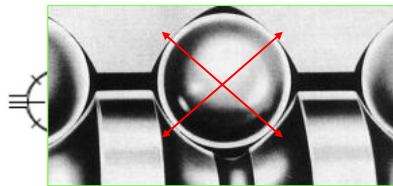


図 A-105 : オーバーサイズボールによる予圧状態  
Fig. A-105 : Preload by oversized Balls

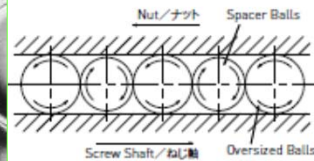
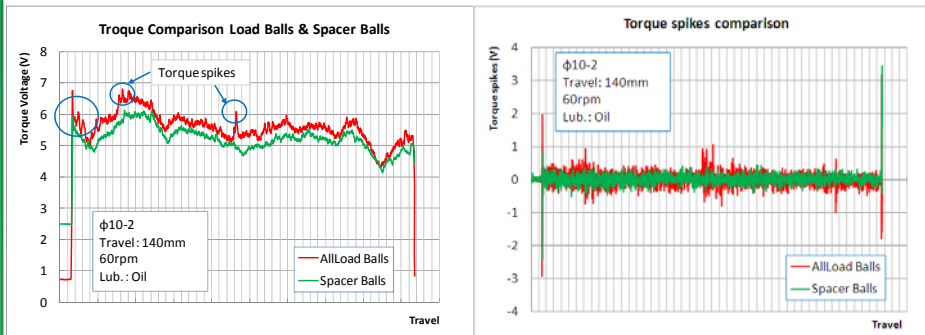


図 A-106 : スペーサーボール  
Fig. A-106 : Spacer Balls



【スペーサーボールによる効果】



スペーサーボールを挿入すると、トルクスパイクが減少する。



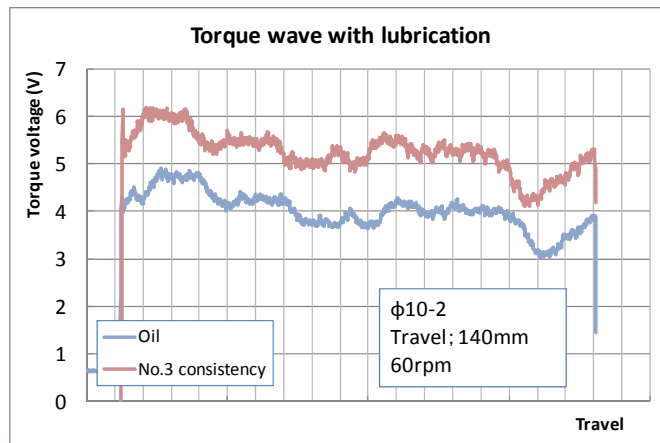
### 3) KSSの取り組み ~なめらかさへのこだわり~

専用グリス

#### 3)-7; ミニチュアボールねじ専用グリス

グリスの攪拌抵抗（ちょう度）によって、トルクが重くなる傾向あり。  
安易なグリス選定は、トルクに影響する。

【グリス塗布によるトルク値の違い】



KSS CO., LTD.



### 3) KSSの取り組み ~なめらかさへのこだわり~

専用グリス

ボールねじの作動性を阻害することなく、潤滑性能に優れた専用グリス

MSG-No.1; 精密位置決め用(作動性重視)

MSG-No.2; 一般用 (高速での粘着性に優れる)

MCG-No.1; クリーンルーム対応



【グリス性状表】

	MSG No.1 精密位置決め仕様	MSG No.2 一般仕様	MCG No.1 クリーンルーム仕様
増ちょう剤	リチウム石けん	リチウム石けん	リチウム石けん
基油	合成油	合成油	合成油
外観	淡褐色	淡褐色	ペーパージュ
混和ちょう度	310~340	265~295	310~340
使用温度範囲	-60~120℃	-60~120℃	-30~120℃

KSS CO., LTD.



### 3) KSSの取り組み

～なめらかさへのこだわり～

専用グリス

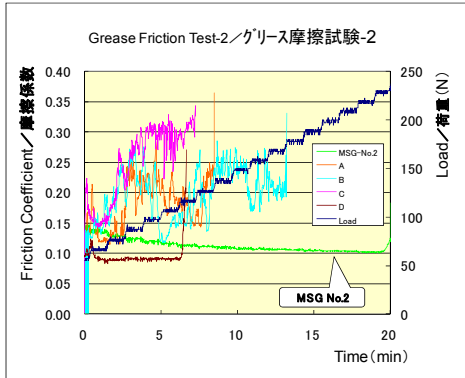
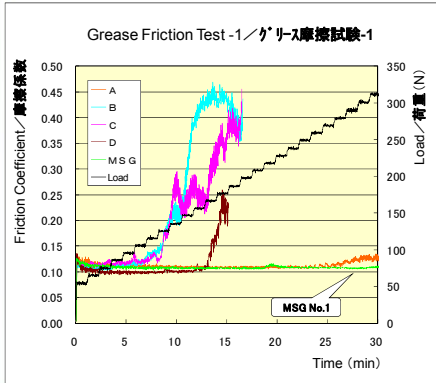
#### 【ピンオンディスク試験】

ピン ; 3/16インチ鋼球 (SUJ2, HRC60～62)  
 荷重 ; 50N⇒250N or 300N (10Nステップアップ方式)  
 ディスク材料 ; SCM415 (0.8s, HRC58～62)

A,B,D ; リチウム系グリス  
 C ; ウレア系グリス

ディスク回転数 : 100 min<sup>-1</sup>

ディスク回転数 : 500 min<sup>-1</sup>



KSS CO., LTD.

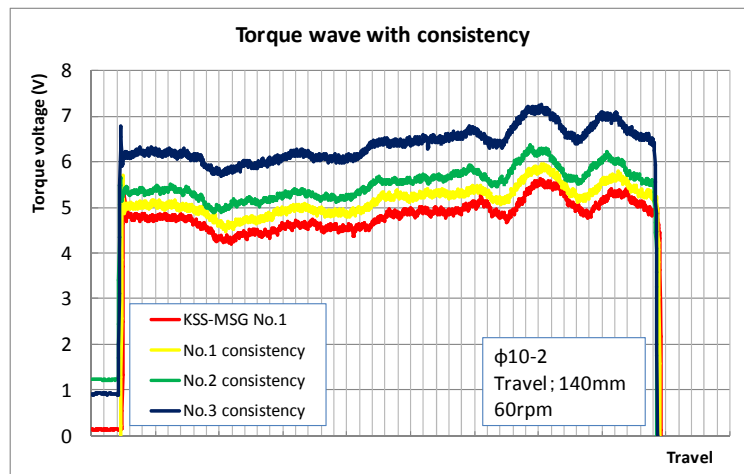


### 3) KSSの取り組み

～なめらかさへのこだわり～

専用グリス

#### 【グリスちよう度によるトルク値の違い】



KSS CO., LTD.



### 3) KSSの取り組み

～ロエント市場への対応～

つば付き転造ボールねじ

#### 3)-8 ; つば付き転造ボールねじ

軸端を太く設計でき、ミチュアサイズでも固定端の堅実設計が可能

カー装着や焼きばめの必要なし

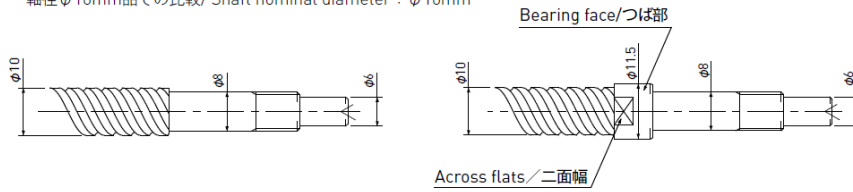
二面幅を設けることが可能

軸端径を太く設定可能  
精密ボールねじとの  
互換性設計

つば付き形状による  
軸受端面の確保



\*\*\*軸径φ10mm品での比較/ Shaft nominal diameter : φ10mm



【従来品の設計例】

【開発品の設計例】

KSS CO., LTD.



### 3) KSSの取り組み

～多様化するニーズへの対応～

ユニット化 ; アクチュエータ

#### 3)-9 ; MoBoアクチュエータ



MoBoアクチュエータ

モータ付きボールねじを応用した1軸ステッピングユニットです。組み合わせによりX・Yステージとしても使用できます。



#### 3)-10 ; 1軸アクチュエータ

本体とモータの組み合わせを自由に選択できるアクチュエータシリーズ



送りねじの選択  
精密・転造・樹脂

×

ストロークの選択

×

ねじリードの選択

×

2相 ステッピングモータ (□25)

2相 ステッピングモータ (□28)

5相 ステッピングモータ (□28)

KSS CO., LTD.



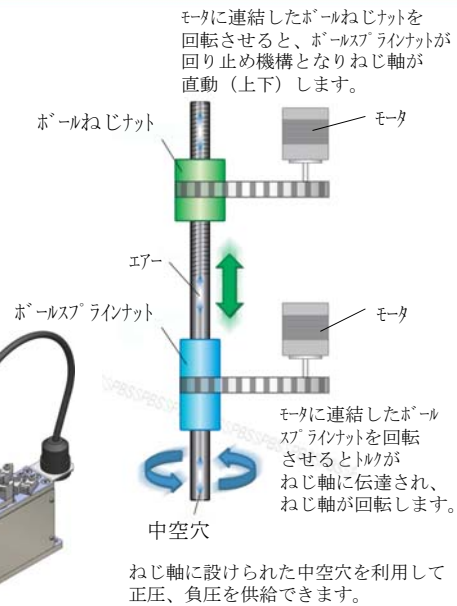
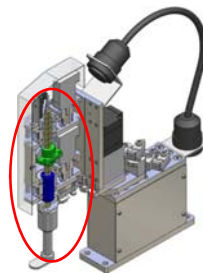


### 3) KSSの取り組み ~多様化するニーズへの対応~

複合化 ; BSSP

#### 3)-11 ; ミニチュアボールねじスライダ

- 1つの製品で直動(Z)、回転、(Θ)、吸着が可能な複合商品
- 小径ボールねじと小径ボールスライダのオーバーラップによる究極のコンパクト化を実現
- Pick & Placeやマウントなどのコンパクト、軽量化に最適



KSS CO., LTD.



### 4) まとめと今後の展望

#### まとめ

- 従来ミニチュアボールねじに要求されていた精密位置決めから、用途は拡大搬送、実装、シリンダーなど、あらゆる分野へ拡大
- 用途拡大に伴う、ニーズの多様化
- 適正精度、低価格への要望
- 超高速化、高加減速化により、ボールねじの循環部品への強度、静音化への要求

#### 今後の展望

- さらに用途拡大と、ニーズの多様化が進む  
特殊環境、メンテナンスフリー、高推力、信頼性
- リアモータとの棲み分け
- ロボットへの拡大とともに、超高精度化への2極化傾向
- 海外メカの台頭
- 新興市場での需要拡大
- 高付加価値製品の要求

KSS CO., LTD.



**KSS**  
CREATIVE MOTION SYSTEMS

Advanced Technology of "Miniature"  
>>> 洗練されたミニチュアの技術

ご清聴ありがとうございました。  
Thank you for paying your attention.



KSS CO., LTD.