

# ミネベア 技術説明会

～HDDスピンドルモーター及びベアリングについて～

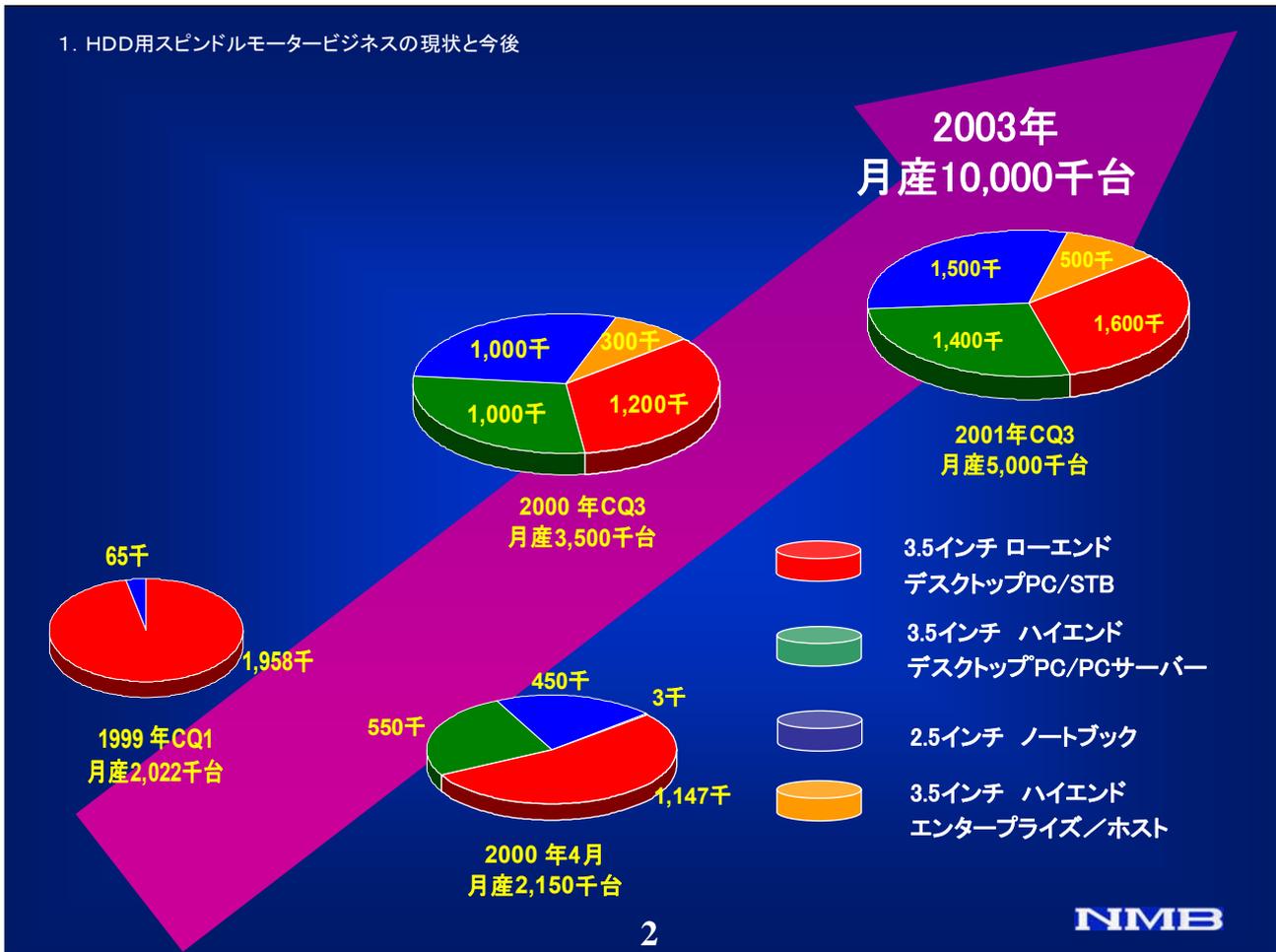
2000年3月24日

**NMB**

## 目次

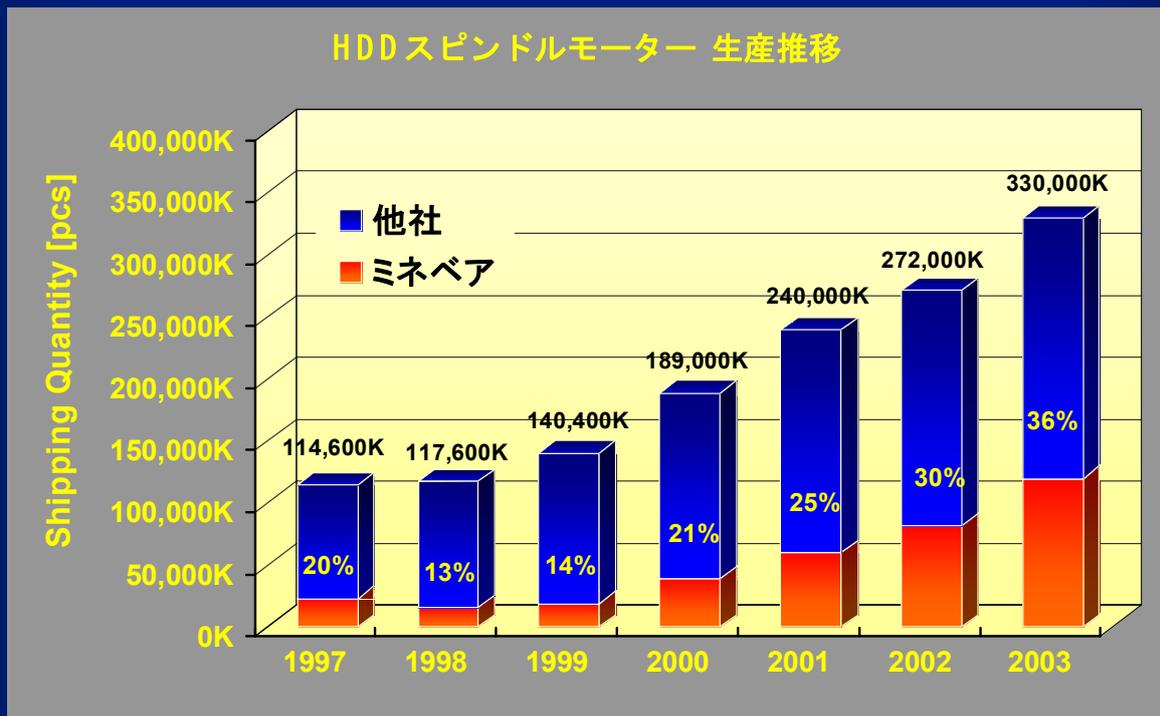
1. HDD用スピンドルモータービジネスの現状と今後
2. ROモーターの現状と技術的特長
3. 流体軸受けに関して
4. 流体軸受けがボールベアリングビジネスに与える影響
5. ROベアリングの新たな展開
6. ミネベアのHDDモーター開発・製造体制
7. まとめ

目次に従い技術面を中心にミネベアのHDD用スピンドルモータービジネス及び流体軸受を含めたベアリングビジネスの概要を説明します。



2000年4月現在のスピンドルモーターの月産台数は2,150千台ですが、本年第3四半期には月産3,500千台、2001年第3四半期には月産5,000千台を見込んでいます。

図の3.5インチハイエンドデスクトップとは、現在世界一高容量と言われている3.5インチハードディスク用のスピンドルモーターです。2003年には月産10,000万台を見込んでいます。

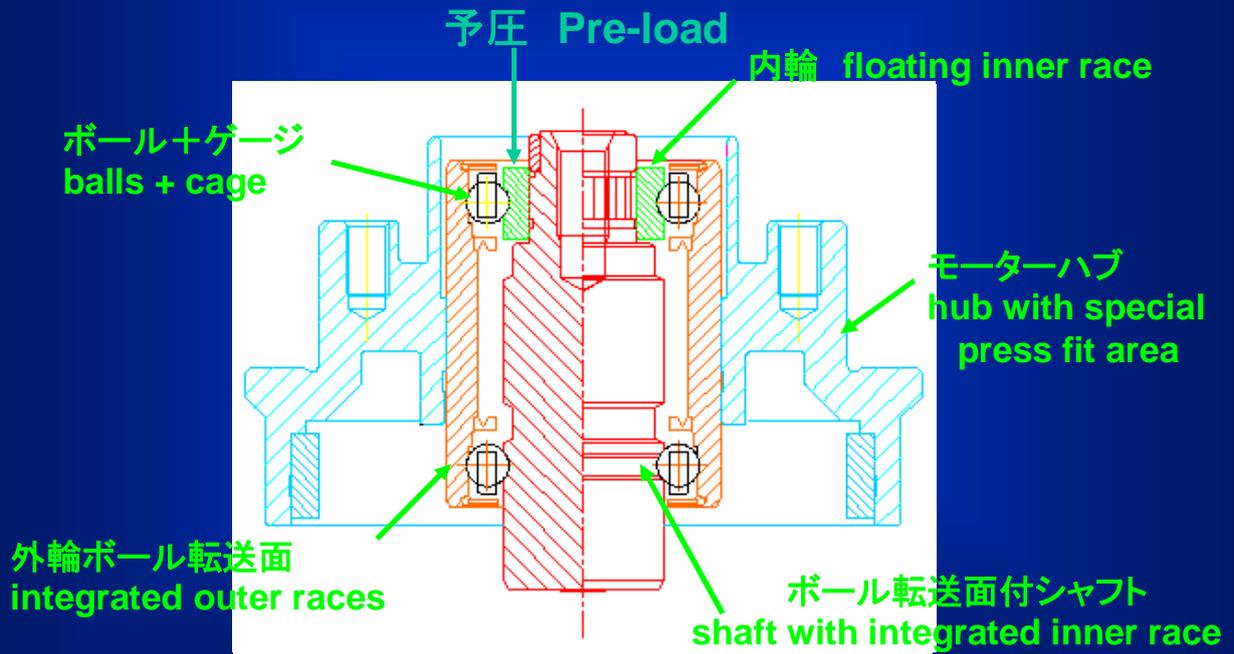


年間生産台数 K=1,000台  
 他社はミネベア以外の合計、データ提供:ピクシーピナクルコーポレーション

当社製スピンドルモーターの市場シェアは2000年の21%から2003年の36%まで順次増加が見込まれています。

市場規模はピクシーピナクルコーポレーションの推計値に約10%を加えています。

## ROベアリングの構造

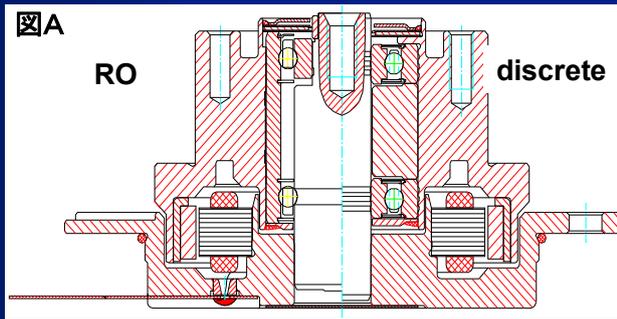


4

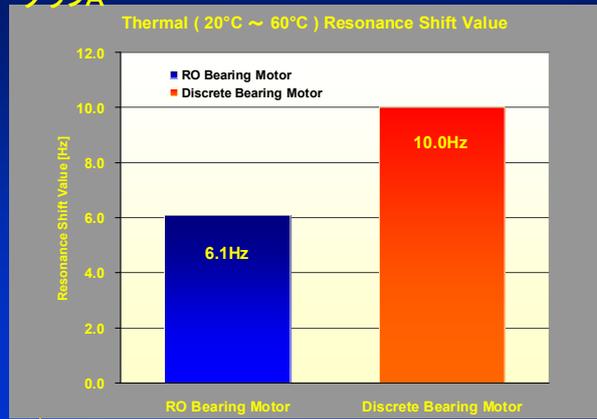
NMB

ROベアリングは、2つのボール転送面を持ち筒状に繋がっている外輪と1つの転送面を持つシャフトと1つの転送面を持つ内輪から構成されています。

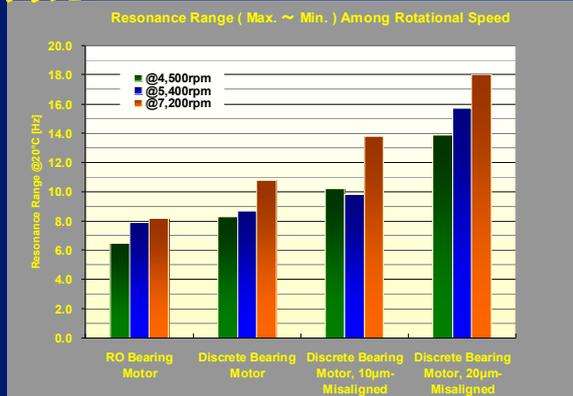
2. ROモーターの現状と技術的特長



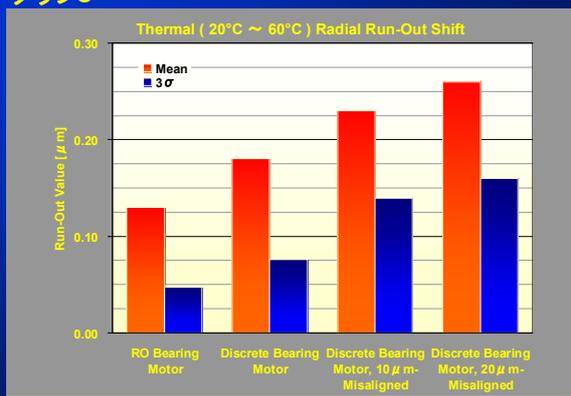
グラフA



グラフB



グラフC

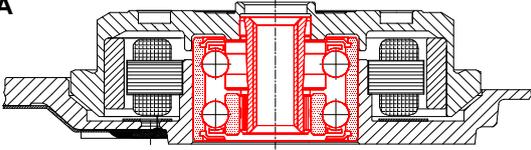


ROベアリングモーターは温度変化に強く、ミスアライメントが発生しないという大きな特長を持っています。

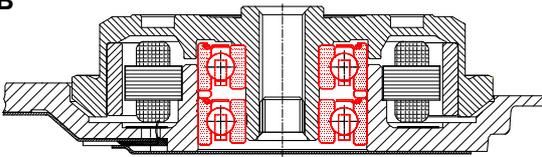
ROベアリングのディスクリートベアリングに対する優位性は、グラフA・Bに示すレゾナンス変化量、グラフCに示すラジアルランアウトの変化量からも明らかです。

## 2.5インチスピンドルモーターの特性

図A

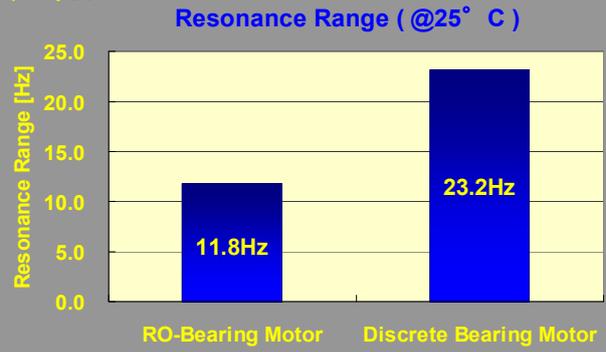


図B

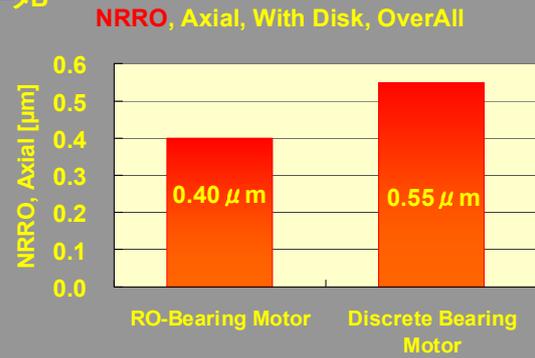


～ROベアリングの高剛性特性は、  
NRRO・共振点に優位性あり～

データA



データB



高い精度が要求される2.5インチノートブック用のスピンドルモーターでは、NRROとレゾナンスに優れているROベアリングが高く評価されています。

## セラミックボールROベアリングの優位性

### 温度変化が予圧に与える影響

#### 鋼球:

同一材質 → 線膨張係数同じ

温度変化(予圧抜け)に関する問題なし

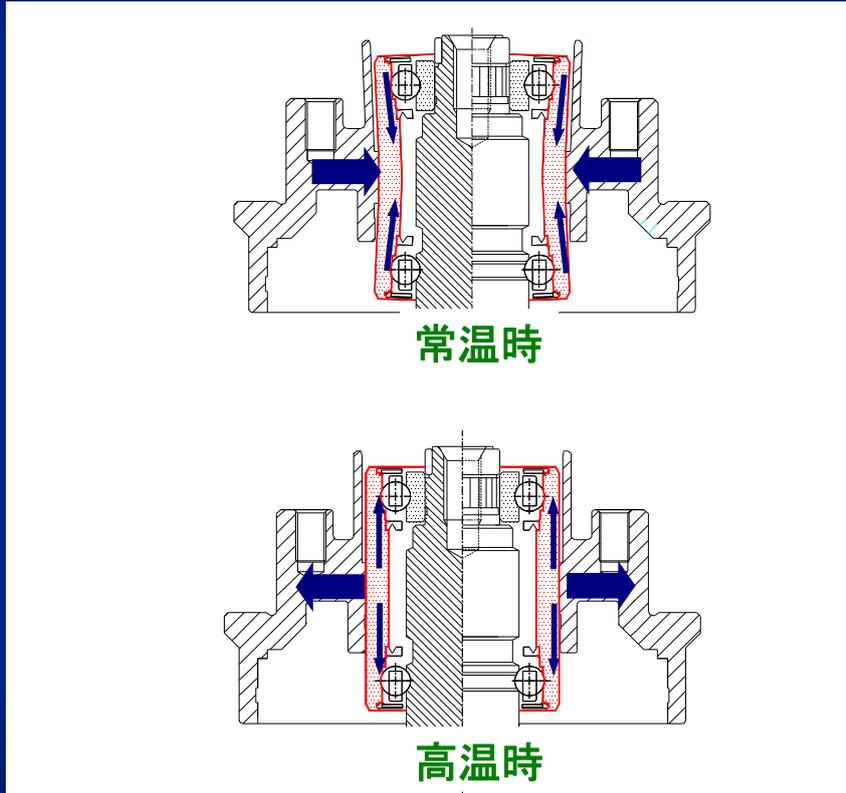
#### セラミック・ボール:

異なる材質 → 線膨張係数相違

温度変化(予圧抜け)に関する問題発生

一般に線膨張計数が異なるセラミックボールをボールベアリングに使用すると予圧抜けの問題が生じます。

## セラミックボールROベアリングの予圧抜け対策

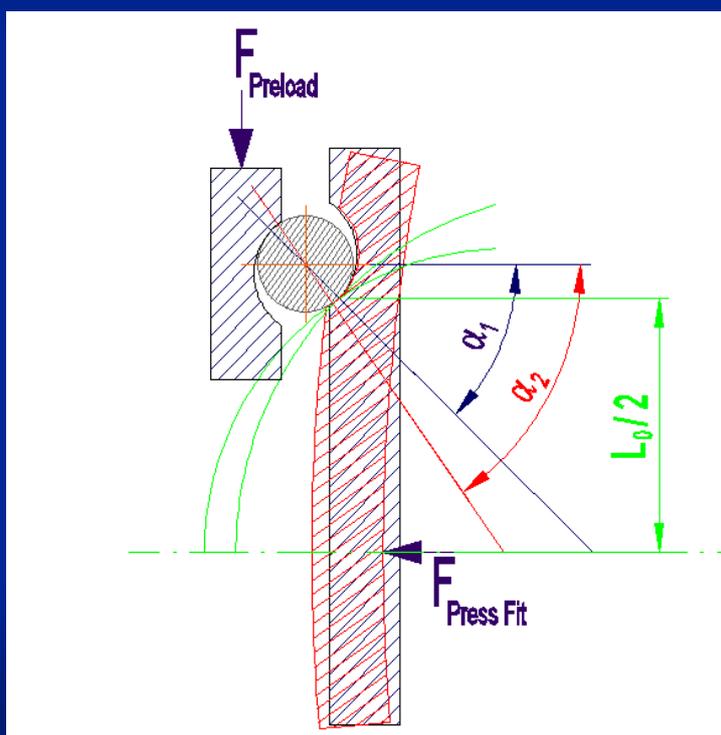


8

NMB

ROベアリングは、あらかじめ外輪を変形させることにより温度が変化しても予圧抜けが生じない構造になっています(特許申請済み)ので、セラミックボールも問題無く使用することができます。

## 温度変化による外輪と接触角の変化原理

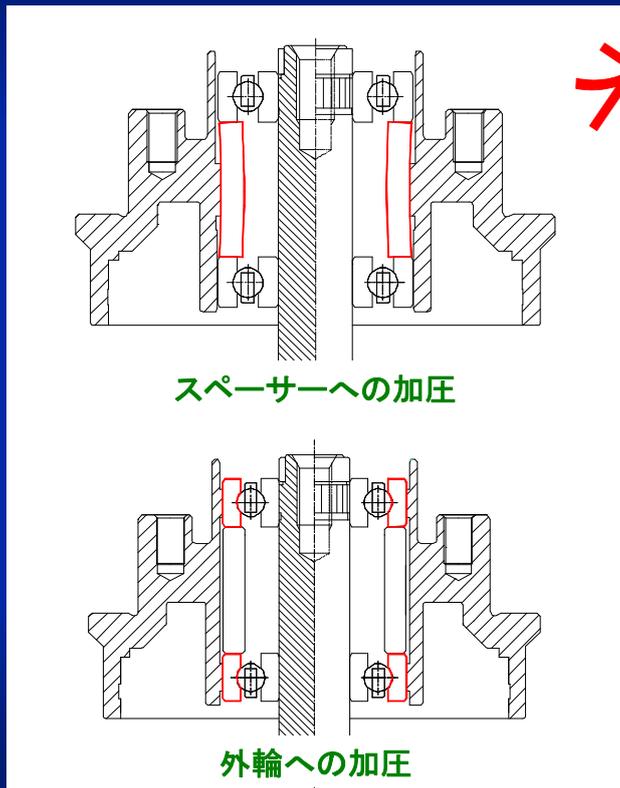


9

NMB

ROベアリングでは、温度上昇により外輪が変形する場合にも、コンタクトアングルが若干変化するのみで予圧抜けは生じません。

### セラミックボールディスクリットベアリングの場合

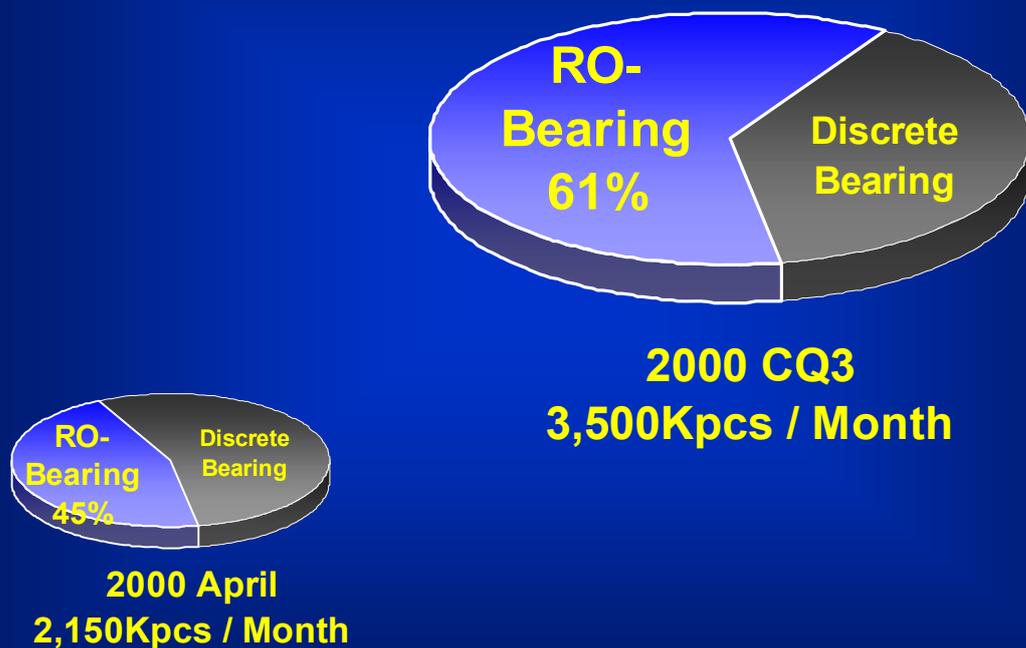


10

NMB

ディスクリットベアリングでは、ROベアリングの様な予圧抜け対策を講ずることはできません。

## ROベアリングモーター生産割合の推移



当社製2.5インチ用および3.5インチハイエンドデスクトップ用スピンドルモーターは全てROベアリングを使用しています。  
ROベアリングの比率は今後更に増加する傾向にあります。



**“コストが満足できなければこのビジネスはダメ”**

当社は、流体軸受はボールベアリングが2個なくなる分コストが安くなってはならないと考えています。

## シーゲートからのアプローチ

世の中には頭の良い  
人がいる。

設備投資：ボールベアリング2個+シャフト1個 > 流体軸受1個

信頼性：デザイン、ノウハウが優れている。  
(バリ、コンタミ、油漏れ)

単位生産数量当たりの流体軸受の設備投資額がボール  
ベアリング+シャフトより少なく、信頼性も高いという理由で  
提携決定。

シーゲート社の開発した流体軸受は、コスト・信頼性の両面で当社の考える必要条件を満たしています。

## スピンドルモーター設備投資

4百万個／月の既存ライン

6百万個／月の新設工場

+ 75億円

10百万個／月

流体軸受の生産

年内に量産開始

流体軸受は年内に量産を開始します。

タイ国バンパイン地区に、投資額75億円にて生産能力6,000万個のスピンドルモーター専用工場を建設する予定です。

新工場完成後は、既存の生産ラインと合わせて当社の生産能力は10,000万個になります。

## 軸受タイプ別スピンドルモーター性能比較

	Discrete	RO	FDB
NRRO	△	○	◎
高速回転寿命	△	○	◎
騒音	○	○	◎
負荷特性	◎	◎	△
トルク	○	○	?
耐衝撃性	○	○	?
温度変化	○	◎	?
コスト	◎	◎	?
回転方向	双方向	双方向	一方向
組み込み易さ	○	◎	?

(注)ROはセラミックボール使用

流体軸受に付けられている「？」マークは、コンセプト・設計・作り方次第で変わるという意味です。比較表より、ROベアリングのディスクリートベアリングに対する優位性は明らかです。

## 軸受タイプ別スピンドルモーター性能比較

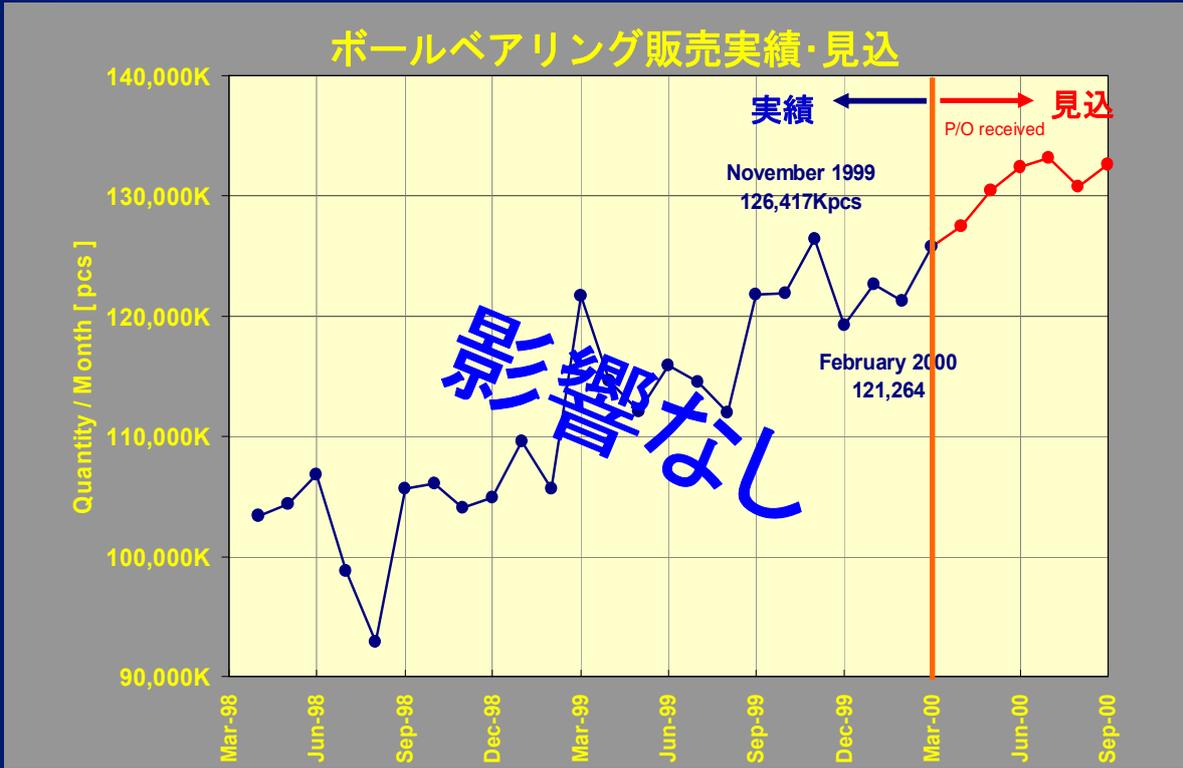
	Discrete	RO	FDB
NRRO	△	○	◎
高速回転寿命	△	○	◎
騒音	○	○	◎
負荷特性	◎	◎	△
トルク	○	○	○
耐衝撃性	○	○	○
温度変化	○	◎	○
コスト	◎	◎	◎
回転方向	双方向	双方向	一方向
組み込み易さ	○	◎	○

(注)ROはセラミックボール使用

当社の生産する流体軸受では、「？」マークは全て○又は◎に変わります。流体軸受はNRROと騒音の面でボールベアリングに対して優位性を持ちますが、HDDが高速で回転する時にはディスクに起因する負荷変動、風切音により流体軸受は優位性を失います。

当社の生産する流体軸受には、高速回転対応デザイン・2.5インチ用デザインもありますが、現時点で直ぐに流体軸受の特長を最も生かせる分野はAVHDDを含むローエンドであると考えます。

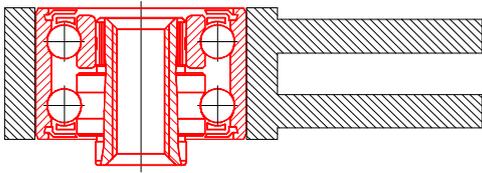
当社の生産する流体軸受の最大の利点はコストの低さですが、この面でも用途的にはローエンドが最適であると考えています。



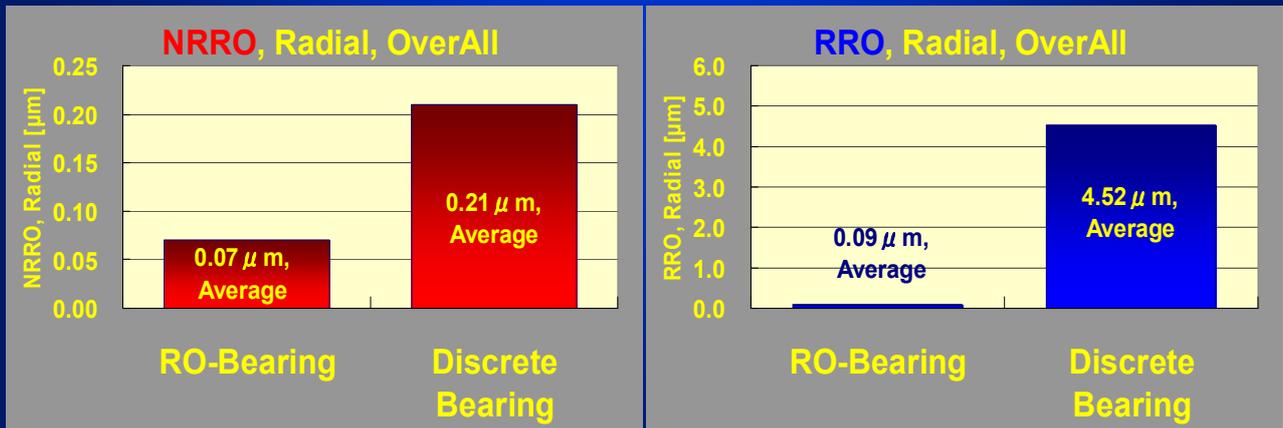
流体軸受はNRRO・騒音で優位性を持つ反面、負荷変動への対応力・回転方向等の弱点がありますので用途は限られると考えます。

仮にスピンドルモーター用ベアリングが全て流体軸受に置き換わる場合にも当社のボールベアリングビジネスは殆ど影響を受けません。

例1: 高精度ピボットアッシー

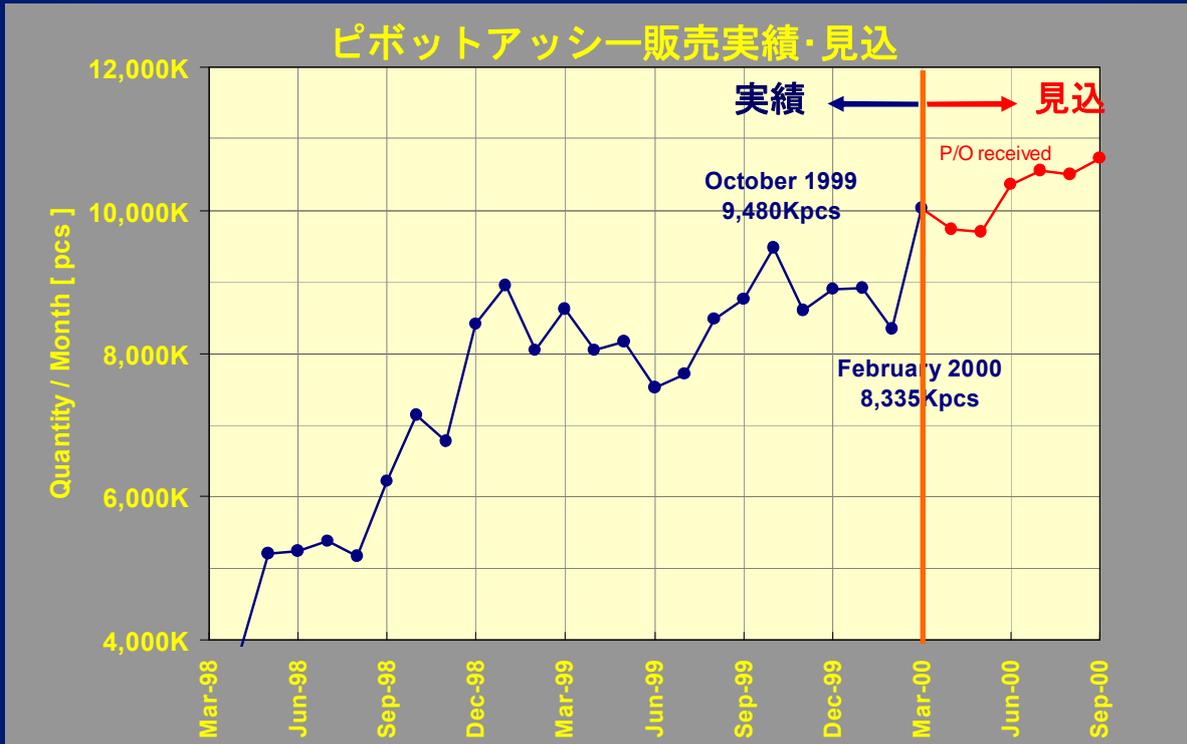


ROベアリングは現在好調であり不安はないが、今後新たな展開を図る。



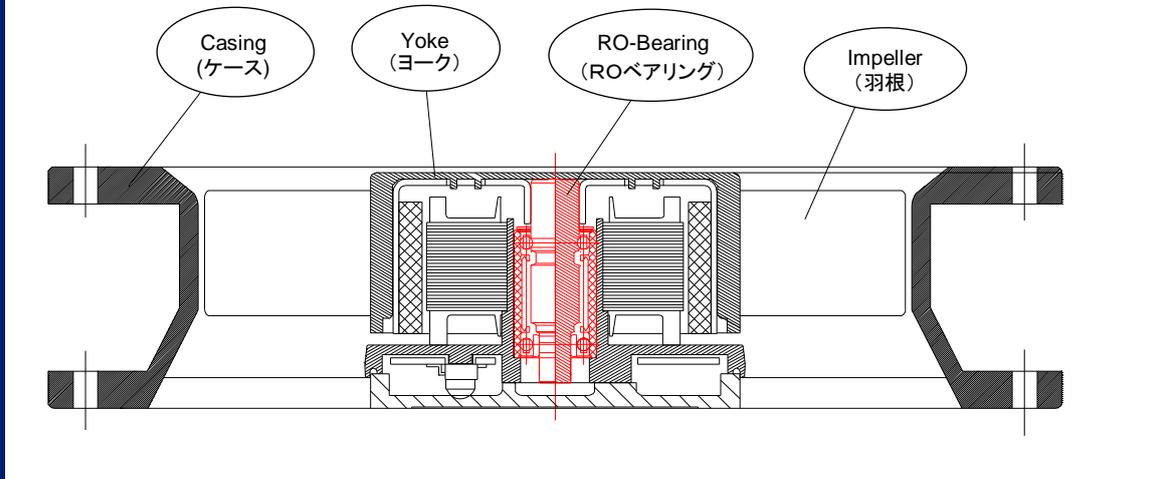
ROベアリングとディスクリットベアリング仕様ピボットの回転精度比較

ROベアリングの新たな展開としては高精度ピボットが考えられます。  
HDDではディスクを回転させるスピンドルモーターのみでなく、ヘッドを制御するピボットアッシーでも更なる高精度が要求されます。

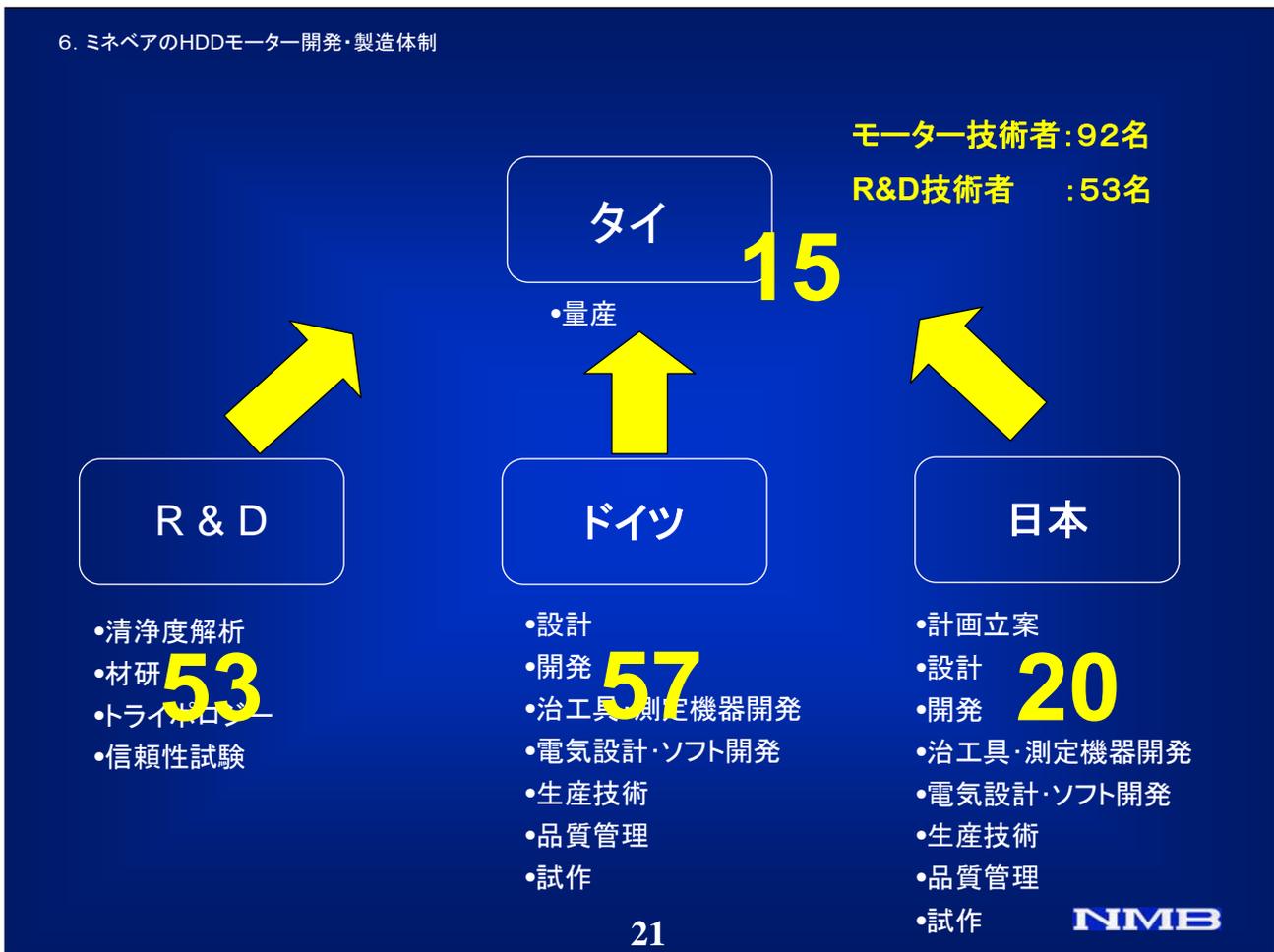


当社製ピボットアッシーに対する需要は今後更なる増加が見込まれています。

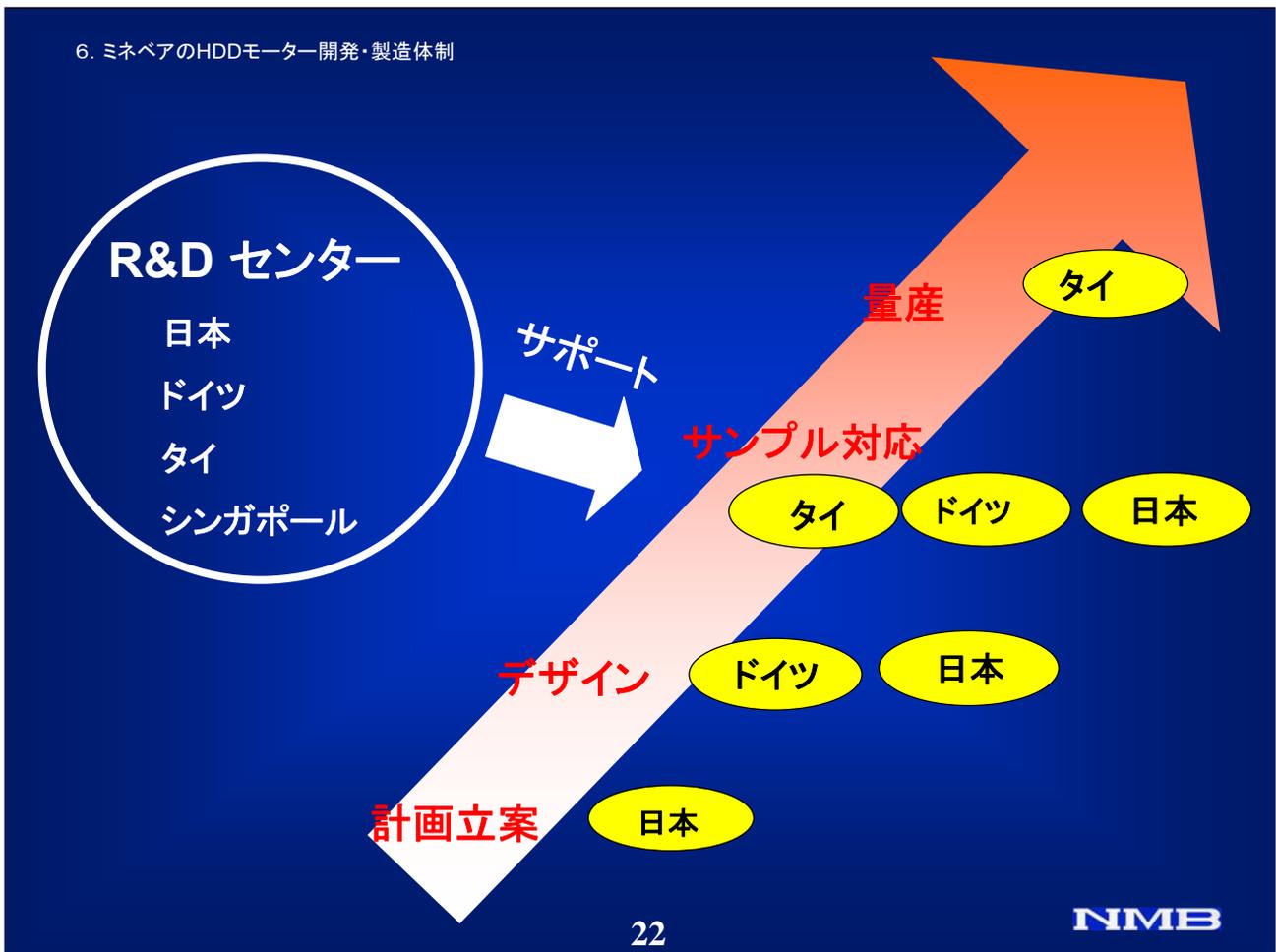
## 例2: 超高性能・高信頼性ファンモーター



ROベアリングの次なる展開としては、超高性能・高信頼性ファンモーターが考えられます。  
ROベアリングを使用することにより安定した回転が得られます。  
更にセラミックボールを使用することにより従来の3倍以上の寿命が得られます。  
高性能・高信頼性ファンモーターは、航空宇宙、情報通信ほか様々な分野での利用が期待されています。



現在ミネベアは、92名のスピンドルモーター技術者と53名のR&D技術者を擁しています。設計・開発の陣容では、ドイツが日本より大きくなっています。



スピンドルモーターの開発及び設計は日本とドイツで行っています。量産は全てタイで行います。各地のR&Dセンターがこれをサポートしています。

1. 当社のHDDスピンドルモーターは今後急速に伸びて行く。
2. HDDスピンドルモーターはここ暫くROが主流となる。
3. 当社の流体軸受は価格／信頼性の両面で優れている。
4. 流体軸受はボールベアリングビジネスに影響を与えない。
5. ROベアリングは他の高付加価値製品にも使用される。
6. ミネベアはグローバルな開発・生産体制を持っている。

本日のプレゼンテーションをまとめると以上の通りとなります。