

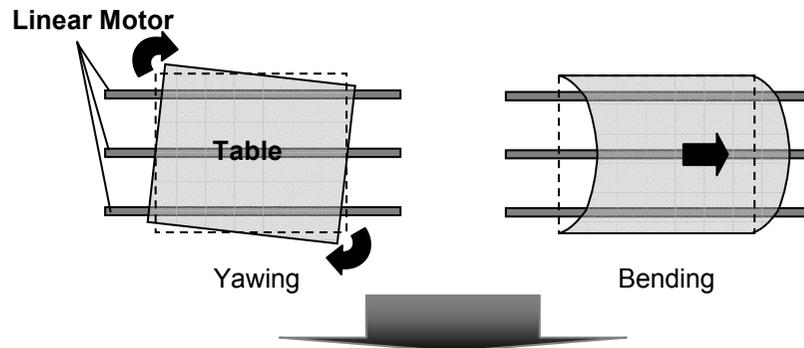
# 3軸リニアモータを用いた 工作機械用テーブルの仮想モータ制御

担当者: 梅澤 啓介

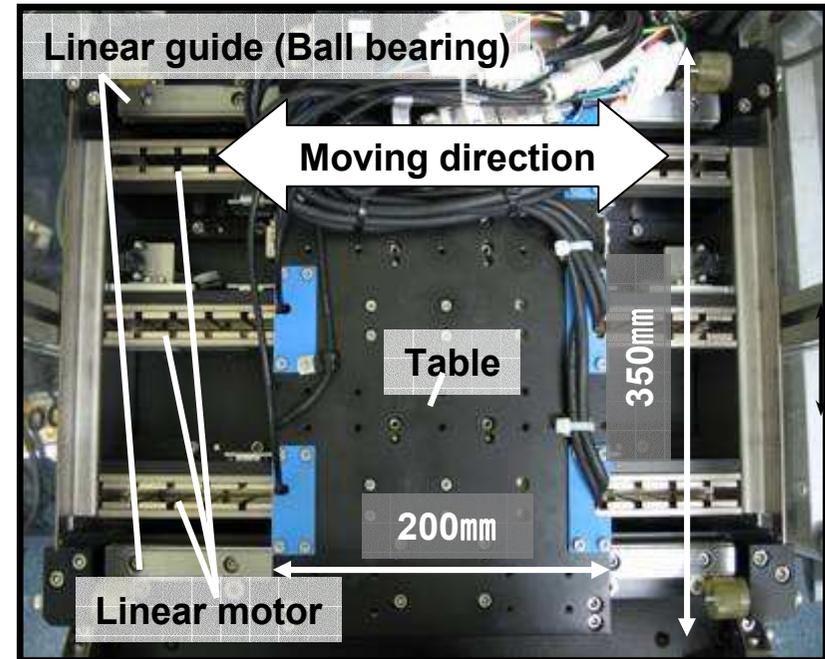
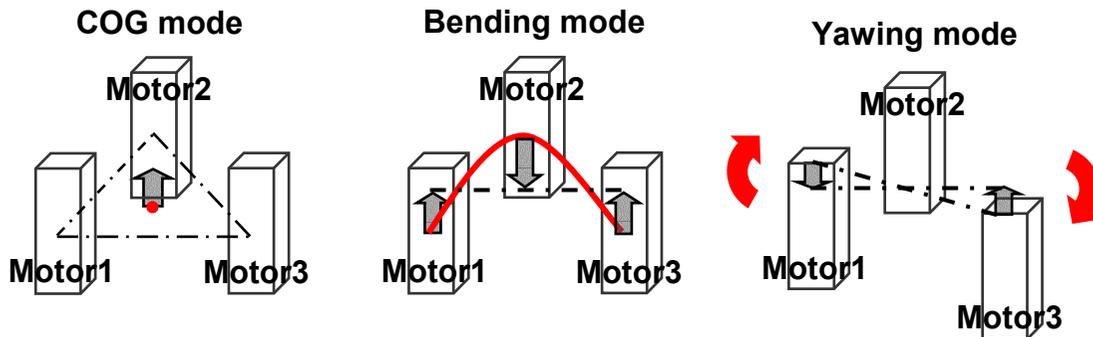
テーブルを駆動する3本のリニアモータの位置をエンコーダを用いて測定し、その結果をフィードバックすることによって位置制御と同時に振動・姿勢制御を行う。

## 問題点

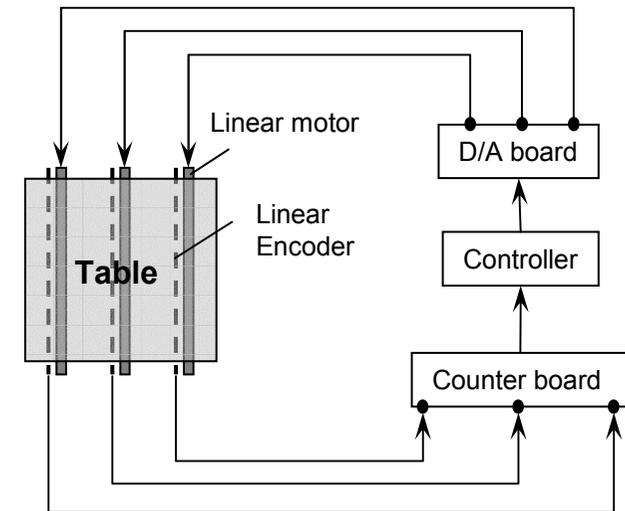
工作機械用テーブルを複数本のリニアモータにより駆動する際、各リニアモータの推力が同一にならないため振動や重心周りのヨーイングによる速度変化が発生。



仮想モータ制御法という一種のモード制御を応用し、重心位置、振動、ヨーイングの応答を独立に制御する。



The appearance of driving table with 3 linear motors



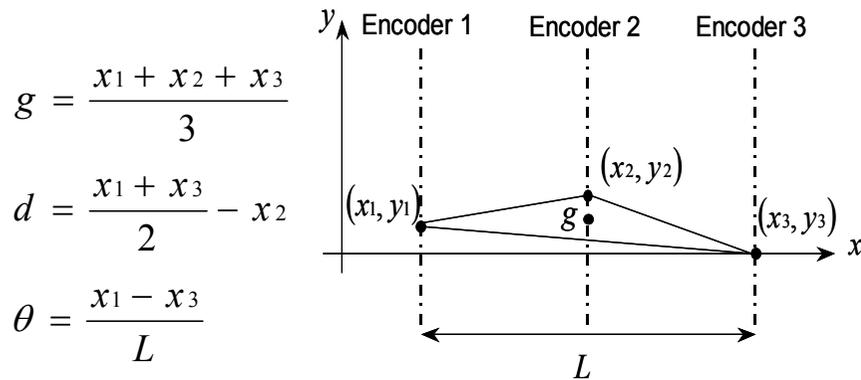
Schematic diagram of table system

# 仮想モータによる3軸リニアモータテーブル制御

各モータにそれぞれコントローラを設計するのではなく、作業空間に応じた仮想的なモータを定義し、制御系に適用する。

## 原理

以下のように各リニアモータの位置を $x_1, x_2, x_3$ とし、重心位置 $g$ , 振動振幅 $d$ , ヨーイング $\theta$ を求める。



$$g = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}$$

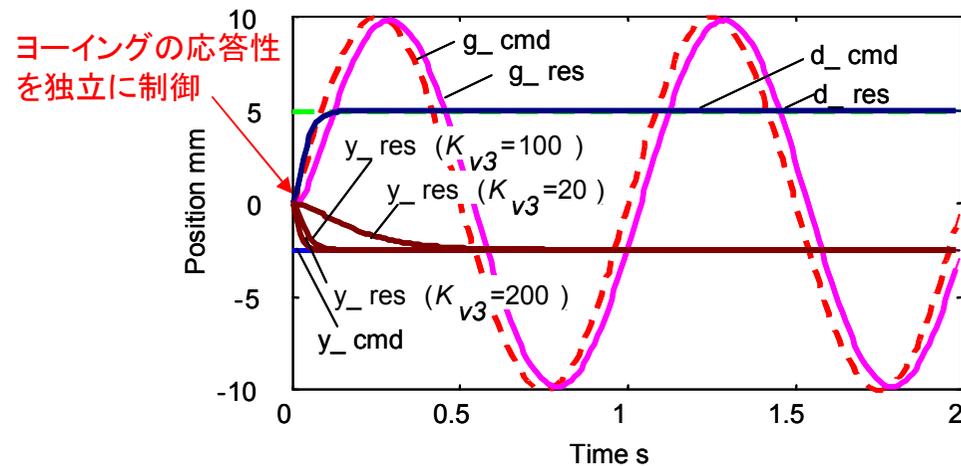
$$d = \frac{x_1 + x_3}{2} - x_2$$

$$\theta = \frac{x_1 - x_3}{L}$$

重心位置, 振動, ヨーイングの値を示す仮想的なモータをコントローラ上で定義し、直接その値(仮想モータ)を制御することによって**重心位置, 振動, ヨーイングの応答性を独立に制御**する。

実モータ(測定位置)から仮想モータ(モード)への変換行列

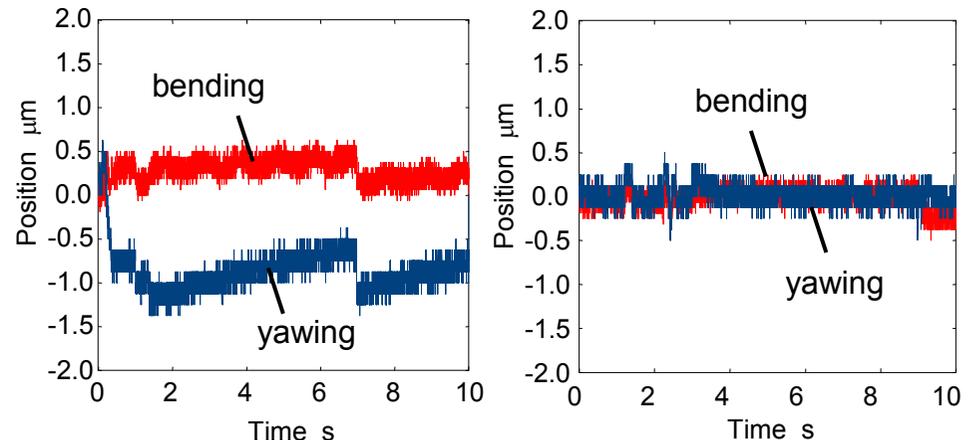
$$\begin{pmatrix} x_g \\ x_d \\ x_\theta \end{pmatrix} = Q \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} \quad Q = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$



$Kp1, Kp2 : 25, \quad Kv1, Kv2 : 100$   
 $g$ : position of the center of gravity  
 $d$ : amplitude of bending,  $y$ : yawing  
 cmd : command, res : response

Results of simulation using imaginary motor control

## 実モータ制御と仮想モータ制御の比較



a) Real motor control  
 $Kv = 80$

b) Virtual motor control  
 $Kv1 = 80 \quad Kv2 = 320 \quad Kv3 = 320$

Generated yawing and bending using real motor control and virtual motor control