

二自由度共振アクチュエータのベクトル制御に関する研究

大阪大学大学院工学研究科 知能・機能創成工学専攻 平田研究室

研究背景・目的

リニア共振アクチュエータ

- 交流電圧の印加により、往復運動をするアクチュエータ。
- 小型・高速駆動などの特長を有し、様々な製品に応用。
- ばね共振を利用することでさらなる高効率駆動が可能。



エアコンプレッサ



電気シェーバ



電動歯ブラシ



人工心臓

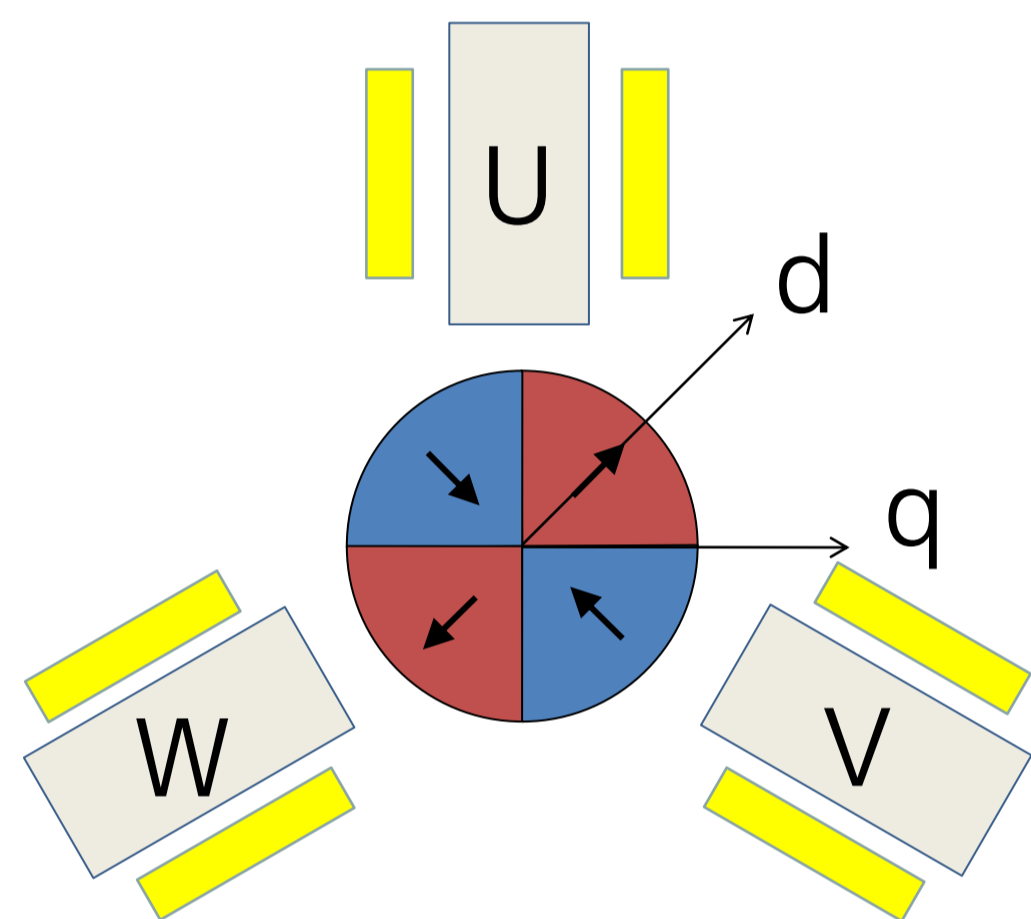
多自由度化

- 応用分野の拡大により、多自由度駆動可能なアクチュエータの研究が行われている。
- エアギャップ方向への駆動は制御と支持が難しい。

- エアギャップ方向にも駆動軸を有する、二自由度共振アクチュエータおよび制御手法の提案。
- 三次元有限要素法を用いた動作特性の解明。
- 試作機による提案アクチュエータおよび制御手法の有効性の検証

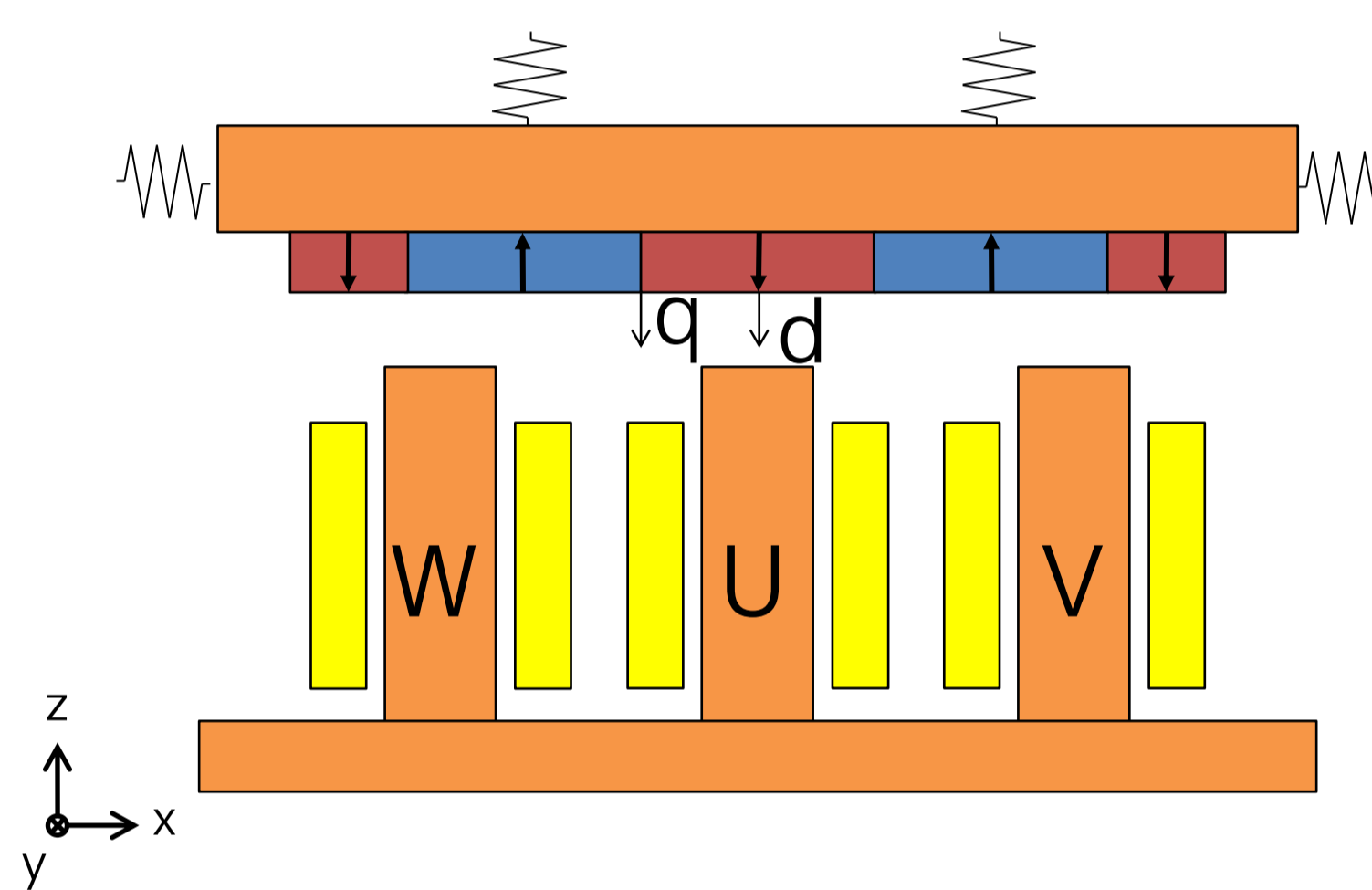
ベクトル制御と二自由度共振アクチュエータへの適用

回転機

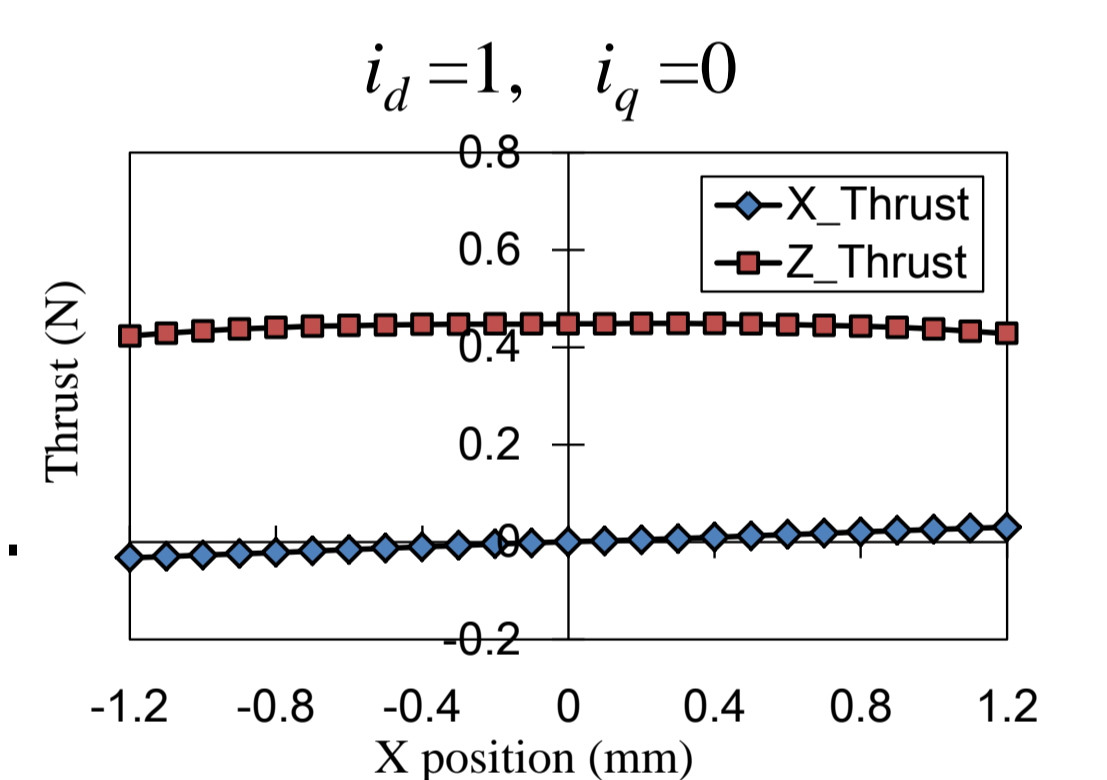
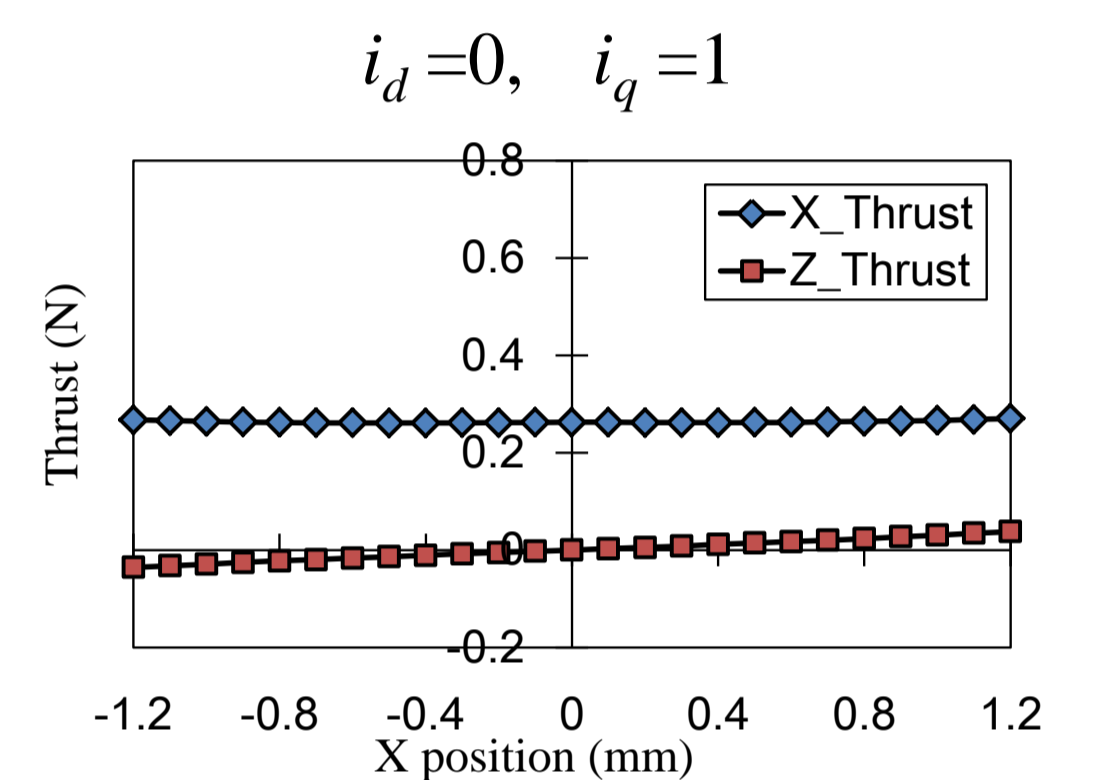


- U,V,Wの3相に流す電流を制御することにより回転子に働くトルクを制御する。
- 一般にはq軸（トルク）成分を任意の値に制御、d軸（界磁）成分はトルクに寄与しないためにゼロになるように制御する。

二自由度共振アクチュエータ

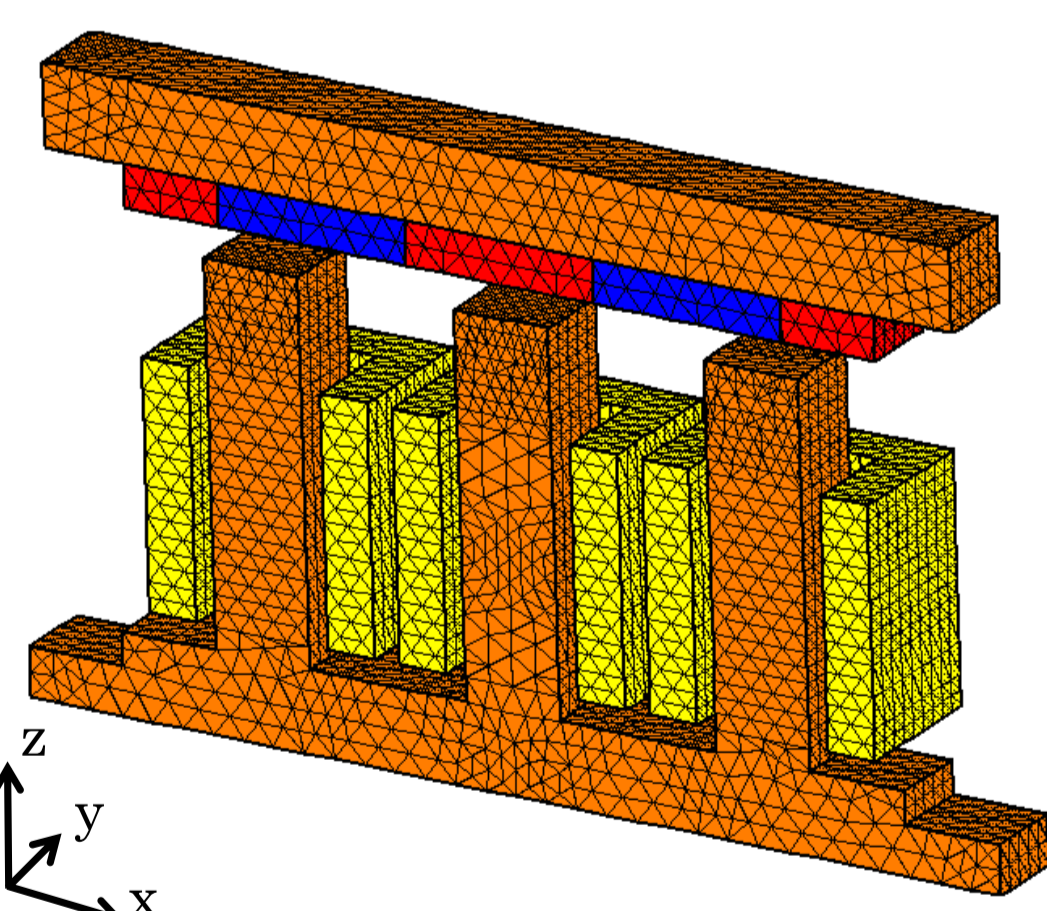


- 回転機と同様に三相交流によって駆動。
- q軸（トルク）成分でx方向の推力を、d軸（界磁）成分でz方向の推力を制御する。



三次元有限要素法による解析と試作機による検証

FEMによる解析



FEM model (1/2 region)

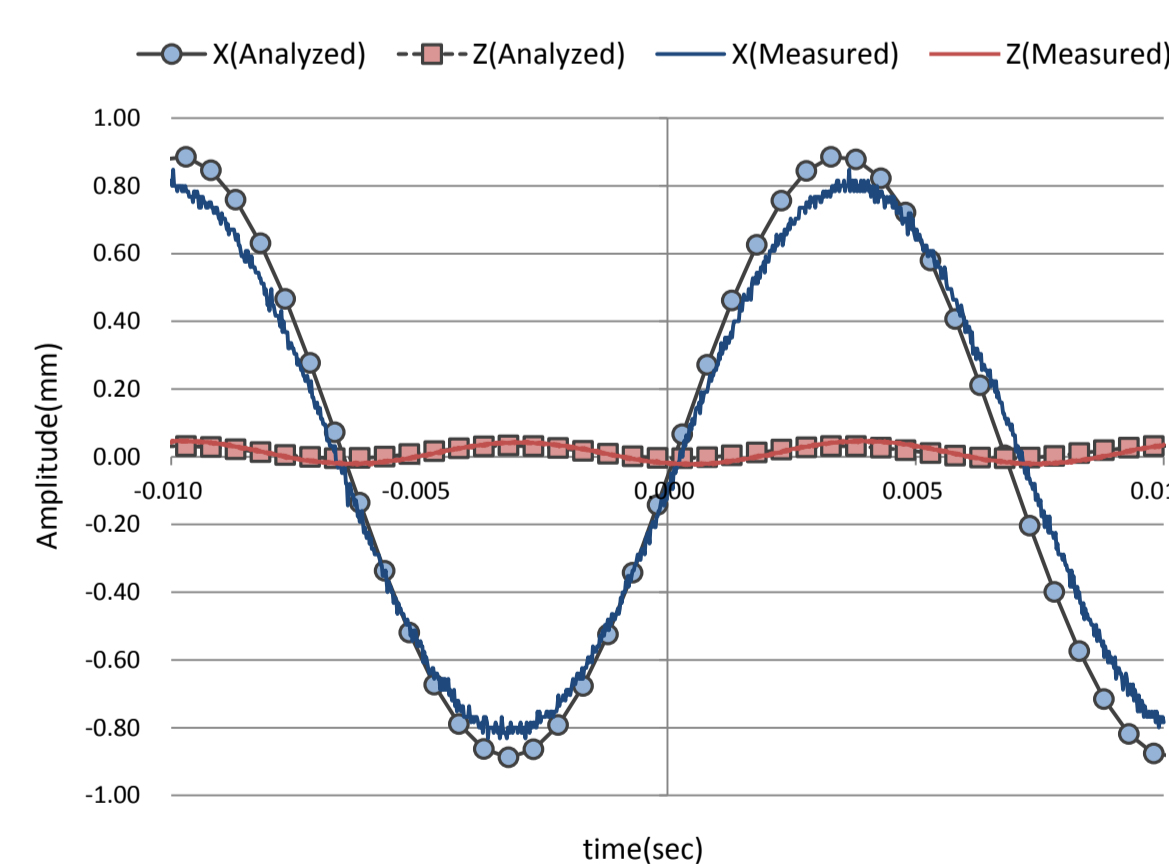
解析諸元	
Number of elements	306,400
Number of edges	367,200
Number of unknown variables	347,800
Number of steps	9900
Time division (μsec)	100
Total CPU time (hours)	240

Intel Core™i7, CPU 3.06GHz

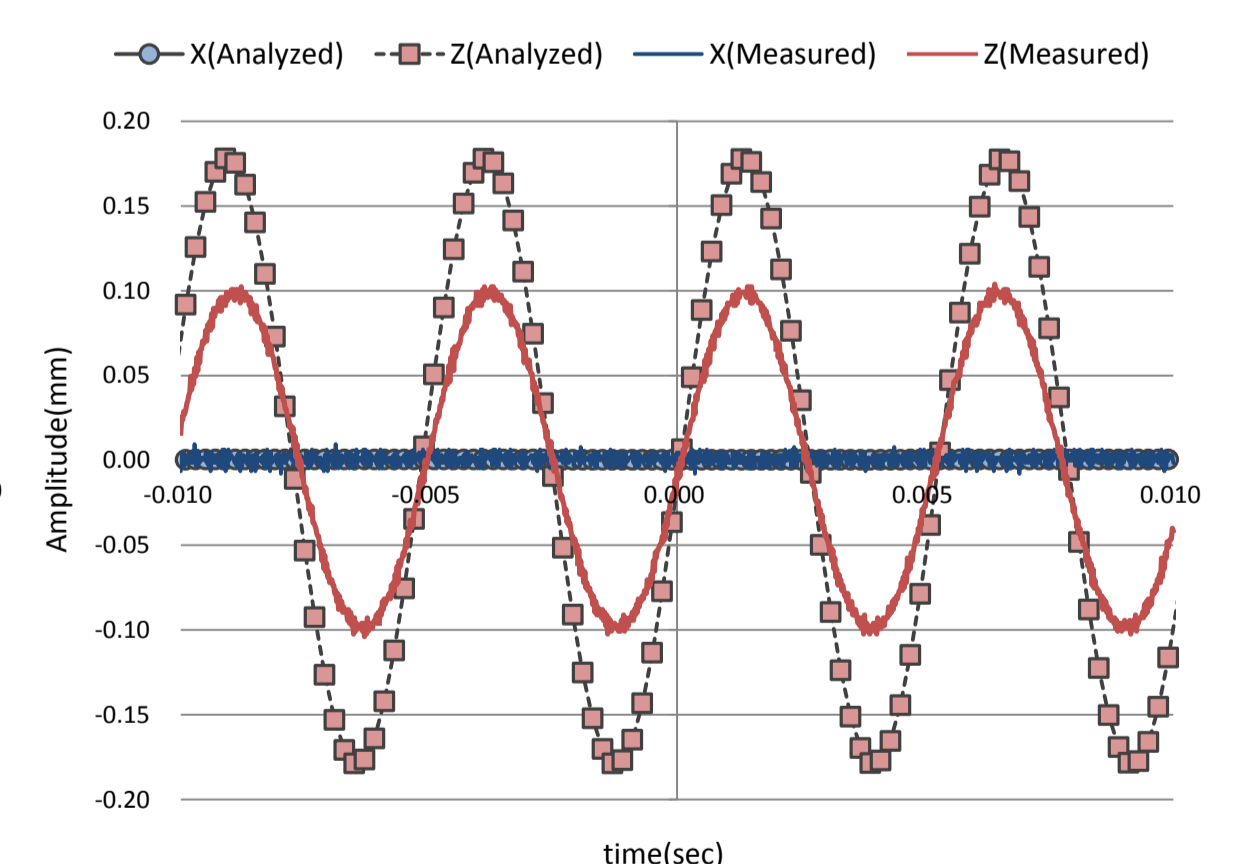
解析条件		
Coils	Maximum voltage (V)	3.6
	Resistance (Ω)	0.16
X-axis	Number of turns (turn)	45
	Mass of mover (g)	53.76
Z-axis	Spring constant (N/mm)	11.50
	Viscous damping coefficient (N·s/m)	0.10
Z-axis	Mass of mover (g)	24.78
	Spring constant (N/mm)	40.75
	Viscous damping coefficient (N·s/m)	0.25

解析・実験結果

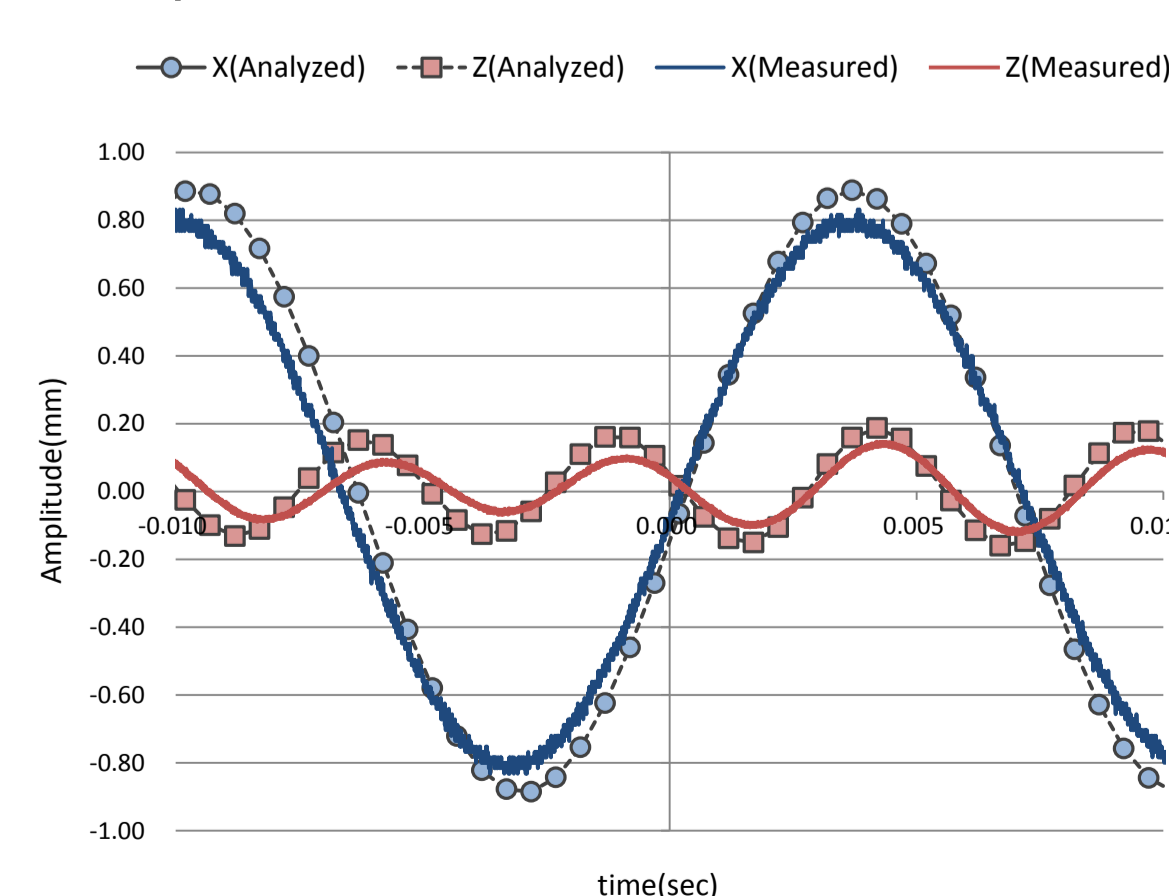
X軸駆動



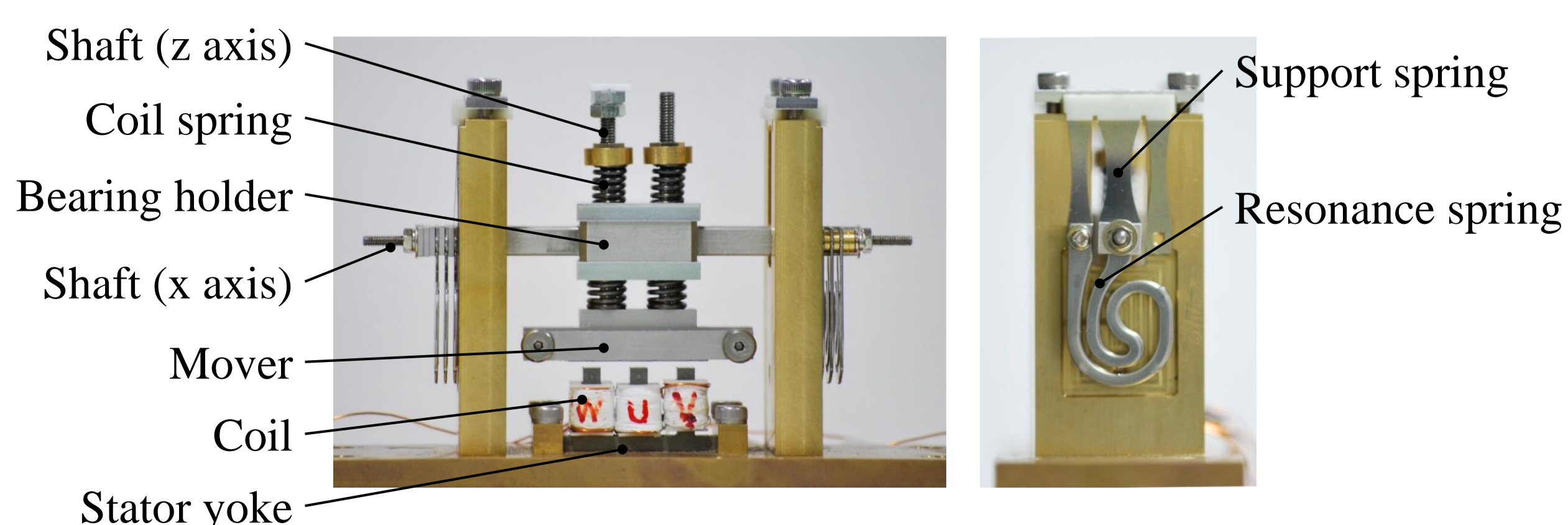
Z軸駆動



両軸同時駆動



試作機による検証



- 有限要素法を用いた解析より動作特性を解明
- 実験結果は解析結果と良好に一致し提案アクチュエータの有効性を確認