

モノグラフ No.3 コマから衛星まで

目次

まえがき	ii
序章	1
第1章 角運動量とトルク of 概念説明	3
1.1 コマの運動	5
1.2 輪まわし	6
1.3 皿まわし	8
1.4 地球の歳差運動	9
1.5 人工衛星の太陽同期軌道	10
1.6 コマと地面との摩擦の影響	11
1.7 コマの運動と砲弾の運動の類似性	13
1.8 並進運動と回転運動の類似性	14
第2章 ニューテーションとは	17
2.1 インパルストルク (角力積) の影響	17
2.2 ジャイロトルクとニューテーション	19
2.3 地上でのニューテーションの実験	20
2.4 ニューテーションのベクトル図	22
2.5 外部からのトルク連続の場合の考え方	24
2.6 回転ベクトルの複素平面での表現法	25
第3章 回転運動の解析	27
3.1 座標軸の選び方	27
3.2 回転体単体の微小傾き角運動方程式の導出	28
3.3 回転速度を増速したときの固有値の変化(根軌跡)	31
第4章 軸対称回転体のスピン軸の自由運動	35
4.1 回転軸の挙動の直観的表示法	35
4.2 スピン衛星などの中立系($k=0$)の自由運動	37
4.3 一端を支持された水平ゴマの場合	39
4.4 直立したコマ(不安定バネ系)の自由運動	41
4.5 磁気軸受等の復元(安定)バネを有する系	43

4.6	モーメントムホイール搭載対称衛星の姿勢運動	44
4.7	軌道座標系に対する運動方程式	46
4.8	モーメントムホイール搭載非対称衛星の姿勢運動	50
4.9	磁気浮上回転体の奇妙な挙動	55
4.9.1	実係数運動方程式による解析	56
第5章	外部トルクによるスピン軸の挙動	61
5.1	角運動量ベクトル中心回転の証明	61
5.2	隕石の衝突によるスピン衛星の姿勢運動	62
5.3	単スピン衛星のスピン軸方向変更(Reorientation Maneuver)	64
5.4	単スピン衛星のジェット連続噴射による姿勢運動(皿まわし)	67
第6章	減衰を考慮した回転体の運動の解析(眠りゴマの原理)	71
6.1	磁気軸受の制御との関係	72
6.2	減衰のあるコマの運動方程式と特性根	74
6.3	細長いコマはなぜ不安定か?	78
6.4	逆立ちゴマの原理	80
6.5	非対称バイアスマーメントム衛星の制御	83
第7章	磁気浮上ゴマについて	87
エピソード		88
7.1	無制御磁気浮上のバックグラウンド	88
7.2	磁気浮上概要	89
7.3	永久磁石相互間の磁気力の等価表面電流法による解釈	90
7.3.1	平行電流相互間の力	92
7.3.2	浮上力曲線の検討	96
7.3.3	浮上力最大点付近の浮上安定性(並進鉛直剛性)	97
7.3.4	磁気浮上ゴマの傾きの安定性(傾き剛性)	98
7.3.5	磁気浮上ゴマの水平(ラジアル)方向の安定化	98
7.4	渦電流の説明	99
7.4.1	コマの浮上位置付近の磁力線分布	101
7.4.2	コマ円盤部内部の導体箔の渦電流	102
7.4.3	コマの水平変位による渦電流の効果	103
7.4.4	コマの傾きによる渦電流の効果	105
7.5	コマの運動に対する渦電流の減衰効果	107
7.6	減速による逆立ちゴマ状況の出現	108

7.7	コマの傾きによる浮上力の低下	109
7.8	磁気浮上ゴマのその他の特徴	110
7.9	無制御型磁気軸受について	112
7.10	能動制御の原理の概要	114
第 8 章	非対称剛体の中間主軸まわりのスピン	117
8.1	角速度 ω が軸に近い場合	118
8.2	角速度 ω が z 軸に近い場合	120
8.3	角速度 ω が y 軸に近い場合	120
8.4	対称に近い場合	123
8.5	ヤコビ(Jacobi)の楕円関数との関連	123
第 9 章	コマの運動の幾何学モデルと磁気軸受の制御への応用	127
9.1	状態変数による磁気軸受とコマの傾き運動の運動方程式	127
9.2	コマの自由運動の幾何学モデル	130
9.3	定常歳差運動と定常章動運動	133
9.3.1	コマの自由運動軌跡の作図法	134
9.3.2	定常歳差運動と定常章動運動のための条件	135
9.4	幾何学モデルの制御への利用	137
9.5	長サンプリング周期デジタル制御	138
9.5.1	制御方法の基本的な考え方	138
9.5.2	具体的な計算	139
9.5.3	シミュレーション例	144
第 10 章	回転体の制御技術者のための新手法	145
10.1	複素数単位” j ”の混用の背景	145
10.2	j の混用の妥当性	146
10.2.1	複素ゲイン	146
10.2.2	A, B が伝達関数の場合	148
10.2.3	伝達関数の分母が複素係数を含む場合	149
10.3	複素係数伝達関数と M - j 法による補償法	151
10.4	M - j 法の応用例	154
(a)	むだ時間に対する補償	154
(b)	磁気軸受におけるラジアルセンサの取り付け位置	154
(c)	1次遅れに対する補償	155
(d)	磁気軸受でのアナログ制御例	156

第 11 章 正負モード分離回路による回転体の制御法	161
11.1 複素伝達関数のメリットの概要	161
11.2 正負両モードを有するモデルの 1 例	162
11.3 周波数選択通過複素フィルタによる両モードの分離	163
11.3.1 周波数選択通過複素フィルタについて	163
11.3.2+モードだけの選択減衰	165
11.4 複素ノッチフィルタによる選択減衰	168
11.4.1 複素ノッチフィルタによる減衰法	168
11.5 電磁石の遅れの補正を含む複素ゲインの例	171
11.6 ジャイロ運動の制御への応用	173
11.7 M-j 法に関する結び	175
付録	179
重心と質量中心	179
月面の地球指向面が変化しない理由	182
隕石、彗星の崩壊理由	183
質量噴射なしの軌道増速法	183
1. スイングバイ	183
2. ソーラーセイリング	184
3. 重力傾度トルクの利用	184
(5.14) 式の誘導	185
参考文献	187
あとがき	190
牽引	191