

目 次

第1章 私たちを取り巻く宇宙	1
1.1 宇宙の成り立ち	1
1. 宇宙：多くの銀河系	1
2. 太陽系：太陽とその惑星	4
3. 地球：構造と磁場	6
コラム 地球における生命の誕生と進化	7
1.2 宇宙とはどのような環境なのか？	
—地球近傍の国際宇宙ステーション—	11
1.3 宇宙船内での生活に伴う健康影響	14
1. 微小重力：どのような状態になるのか？ 人体への影響は？	14
2. 宇宙放射線：地上でも影響を受けているか？	16
3. 閉鎖空間：人体にはどのような症状が起こるのか？	19
第2章 人類の宇宙への挑戦	23
2.1 人が宇宙へ飛び立つ	23
1. 有人宇宙飛行の歴史と展開	23
2. 生物科学実験の展開	27
2.2 地球での宇宙実験？	36
1. 地球で実験をする意味とは	36
2. 地球で微小重力を利用する実験	37
3. 実験室での長時間模擬微小重力実験	43
4. 粒子線加速器の利用	46
第3章 微小重力が要因と考えられる生物影響	49
3.1 微小重力が健康に及ぼす影響	49

1. 宇宙で悪酔い? (宇宙酔い)	49
2. 顔が膨らみ, 足が細くなる (体液シフト)	51
3. 筋肉が弱くなる	56
4. 骨が弱くなる	58
5. 免疫力が弱くなる	61
コラム 微小重力の生物影響を調べた宇宙実験の流れ	64
3.2 生物影響の解明に向けて —これまでの宇宙実験の紹介—	68
1. 植物の根の重力屈性と水分屈性	68
2. キンギョのウロコによる骨の重力応答	71
3. 線虫における筋萎縮と老化	74
3.3 模擬微小重力などによる地上での実験	83
1. 動物を用いた骨カルシウム代謝への影響	83
2. ヒトの代謝系や筋骨格系への影響 (ベッドレスト法)	84
3. 細胞の重力応答 (クリノスタットや観測ロケット)	84
4. 最近の細胞シグナル伝達研究 (パラボリックフライトとクリノスタット実験)	86
第4章 宇宙放射線が要因と考えられる生物影響	88
4.1 宇宙放射線が健康に及ぼす影響	88
1. 血液検査によるチェック	88
2. ライトフラッシュ, 白内障	93
3. 発がんリスク	94
4. 中枢神経障害 (脳障害)	97
4.2 宇宙実験の歩み	98
1. 細胞致死や突然変異誘発を指標にした実験の開始	98
2. 微小重力による影響も視野に入れた実験の進展	101
3. 微小重力との相乗効果に否定的な見解を導き出した実験	107
4. 相乗効果についての地上検証実験 (模擬微小重力の利用)	112
4.3 生物影響の高感度検出 “LOH 宇宙実験”	117
1. 実験の狙いとデザイン	117

2. 細胞が放射線被ばくを受けたことの証拠	120
3. 低線量被ばくに特有な“耐性能力”の獲得	122
コラム JAXA が推進する最近の “宇宙放射線の生物影響を調べる実験”	125
第5章 JAXA による宇宙開発と宇宙環境の利用	127
5.1 ISS「きぼう」の装置 —生命科学分野の宇宙実験のために—	127
1. 細胞培養装置	128
2. クリーンベンチ	132
3. 顕微鏡	132
4. 冷凍冷蔵庫	134
5. 水棲生物飼育装置	135
6. 小動物飼育装置	136
7. 宇宙放射線の線量計	139
8. 船外実験プラットフォーム	140
5.2 開発が期待される装置（システム）	141
1. バイオチップの利用	141
2. リアルタイム観測・解析	144
3. 軌道上1Gの構築	145
5.3 これからの宇宙実験	147
1. DNAの酸化損傷を生物影響の主要因として着目する	148
2. 微小重力と放射線の“複合効果”を考える	149
3. 宇宙実験で調べられていない生命現象への挑戦	151
5.4 宇宙からの地球観測（地球環境を考える）	155
1. 心配な地球環境	155
2. 地球観測衛星	157
3. 太陽光発電衛星の打ち上げ（地球のエネルギー問題の解決）	158
第6章 宇宙への夢	160
6.1 宇宙の有効利用にあたって	160

1. 医療・工学分野での応用（高品質なタンパク質の結晶）	160
2. 再生医療に向けて	161
3. アンチエイジング（抗老化）に向けて	163
4. リハビリへの応用（姿勢制御）	166
6.2 宇宙に向けて拡大される人類の活動領域	168
1. 宇宙旅行の夢	168
2. 宇宙への移動（宇宙／軌道エレベーター）	169
3. 宇宙で住める空間	173
4. 人が住める惑星に改造（テラフォーミング）	177
5. 惑星から惑星へ（人工冬眠への挑戦）	180
あとがきにかえて	183
引用文献	188