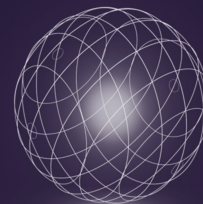


☆デジタル技術、落下塔、相似則、スペースチャンバー...

既存の試験設備、技術を活用し過酷な宇宙環境を地上で再現する方法とは！！

地上での宇宙環境の 作り方,再現と実験の進め方



●発行予定：2026年3月末 ●体裁：A4判 約400頁 ●ISBN：978-4-86798-143-6 ●価格は裏面をご確認ください

本書のポイント

宇宙環境の特徴

- ①超高空、極端な温度差、荷電粒子、宇宙放射線...
地上とは違う複合的な要素が支配する特殊な環境とは
- ②地上では実現できない長期間の微小重力
- ③低温地での設置が有利なデータセンターの月面運用
- ④超高空による半導体、電子部品、新素材の開発

宇宙環境の作り方と再現

- ①真空と熱 宇宙環境の主要な要素を地上で高精度に再現
- ②微小重力を含む宇宙環境をデジタル空間に作り出す方法
- ③シミュレーションとの組み合わせによる精緻な宇宙環境モデル構築
- ④地上で再現できる要素と再現できない要素はなにか
- ⑤ISS、サブオービタル軌道、CLDでの実験計画の立て方

宇宙環境下での実験

- ①宇宙環境の事前影響評価と地上試験の精度向上
- ②どのような材料が宇宙環境から影響を受ける可能性があるか
- ③時間スケールや実験手法に応じた実験プラットフォームの選び方
- ④特殊な環境を活用した高性能材料の生成と新薬開発
- ⑤極限環境下による科学実験の精度向上、革新的な製品開発のヒント

ぜひご試読ください

執筆者(敬称略)

(同)スペースシステムサポーターズ 高橋 実
 (同)スペースシステムサポーターズ 市川 憲二
 (国研)宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 白川 正輝
 (株)日本総合研究所 加藤 大樹
 黒須スペース&サステナビリティ(同) 黒須 聡
 (国研)宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 篠宮 元
 長島・大野・常松法律事務所 大久保 涼
 西村あさひ法律事務所 石戸 信平
 東京海上ディーアール(株) 青島 健二
 旭合同法律事務所/(株)キッズライン 川村 将輝
 三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株) 肥塚 直人
 (株)DigitalBlast 安養寺 正之
 (株)管製作所 工藤 雅嗣
 Letara(株) 福本 泰弘
 (株)スペースデータ 矢田 裕紀
 東京大学 吉川 一朗
 豊橋技術科学大学 中村 祐二
 神戸大学大学院 田川 雅人
 高砂熱学工業(株) 柴田 克彦

中京大学
 大阪大学
 (株)DigitalBlast/(株)SpaceBlast
 (国研)宇宙航空研究開発機構 (JAXA)
 (国研)宇宙航空研究開発機構 (JAXA)
 筑波大学
 筑波大学
 (国研)宇宙航空研究開発機構 (JAXA)
 有人宇宙システム(株)
 東京電機大学
 三重大学
 東京電機大学
 香川大学
 (国研)宇宙航空研究開発機構 (JAXA)
 福岡工業大学
 東京薬科大学
 名古屋大学
 自然科学研究機構生命創成探究センター
 自然科学研究機構生命創成探究センター
 自然科学研究機構生命創成探究センター

村中 崇信
 坂和 洋一
 堀川 真吾
 山田 貢
 東端 晃
 工藤 崇
 高橋 智
 芝 大
 中手 直哉
 横谷 香織
 加藤 浩
 安部 智子
 鈴木 利貞
 木村 駿太
 三田 肇
 山岸 明彦
 山岡 和貴
 矢木 真穂
 谷中 冴子
 加藤 晃一

NTT(株)
 NTT(株)
 NTT(株)
 日鉄ケミカル&マテリアル(株)
 明治大学
 高砂電気工業(株)
 高砂電気工業(株)
 宇宙ビジネスコンサルタント
 九州大学
 日揮グローバル(株)
 清水建設(株)
 清水建設(株)
 鹿島建設(株)
 (株)小松製作所
 三菱重工業(株)
 (株)竹中工務店
 (株)2moon
 (株)大林組
 AstroX(株)
 スパークス・アセット・マネジメント(株)

前田 裕二
 岩下 秀徳
 木内 笠
 森 亮
 佐藤 直人
 平谷 治之
 牧野 マイト
 齊田 興哉
 渡辺 隆行
 宮下 俊一
 鶴山 尚大
 鳴海 智博
 大野 琢也
 宮井 慎一郎
 甲斐 毅
 高井 勇志
 伊巻 和弥
 淵田 安浩
 和田 豊
 大貫 美鈴

第1章 宇宙環境、月面環境の特性

第1節 宇宙環境の特性

1.全体の理解 (衛星高度と気圧他)	2.太陽光とスペクトル
3.放射線環境	4.プラズマ環境
5.重力加速度の高度依存性	6.磁場の強さ
7.宇宙空間 熱的環境	

第2節 宇宙環境の利用 ～「きぼう」を用いた実験促進～

1.きぼう利用の推進方策	2.きぼうの利用環境
3.ISS/きぼう利用成果	

第3節 宇宙環境利用の現状と今後の展望

1.軌道上における宇宙環境利用	2.月面等における宇宙環境利用
-----------------	-----------------

第4節 月面環境の特徴と月面産業

1.月面環境の特徴	2.月面産業
-----------	--------

第2章 宇宙法の概要

第1節 宇宙法の概要と押さえるべきポイント

1.国際法としての宇宙法	2.行政法としての宇宙法
3.私法及び国際私法における宇宙法	4.押さえるべきポイント

第2節 宇宙法における損害責任の考え方とクロスウェーバー条項

1.宇宙法における損害責任の考え方	2.クロスウェーバー条項とは
3.私人間の契約におけるクロスウェーバー条項	4.国内法上のクロスウェーバー条項
5.国家間の合意におけるクロスウェーバー条項	

第3節 主要国の宇宙活動法整備

1.米国	2.英国
3.フランス	4.ニュージーランド

第4節 宇宙産業参入時に求められるGRC (ガバナンス・リスク管理・コンプライアンス)

1.コンプライアンス	2.リスク管理
3.ガバナンス	4.まとめ：宇宙ビジネス進出のプロセス

第5節 宇宙活動法の改正動向と民間企業にもたらす影響

～NewSpace時代における法制度の変革と企業戦略への示唆～

1.宇宙活動法の現状と課題	2.改正検討の経緯と政策的背景
3.改正の方向性と具体的内容	4.民間企業への影響に関する分析

第6節 宇宙におけるルール形成の現状、課題と特許制度

1.宇宙におけるルール形成の現状と課題	2.宇宙と特許制度に係る課題
3.宇宙におけるオープン&クローズ戦略	

第3章 宇宙環境の作り方、再現方法

第1節 民間の宇宙実験の利用促進と

小型ライフサイエンス実験装置「AMAZ (アマツ)」の開発

1.会社紹介	2.小型ライフサイエンス装置「AMAZ」について
--------	--------------------------

第2節 宇宙の真空・熱環境を地上で再現する【Φ1mスペースチャンパー】

1.宇宙環境の物理的条件と地上再現の意義	2.Φ1mスペースチャンパーの技術的詳細
3.スペースチャンパーを用いた実験の進め方と活用事例	

第3節 デジタルツイン技術を活用した宇宙環境の構築

1.Unreal EngineとOmniverseの比較	5.未来展望
2.JAXAデータを活用したISS船内環境の技術的再現	
3.体験型コンテンツとしてのISSシミュレーション展開	
4.JAXAとの共創	

第4節 シミュレーションと紫外光を用いた室内実験による宇宙風化作用の再現

1.室内実験による宇宙環境模擬の意義	2.実験系の構築
3.紫外光照射プロトコル	4.検出器
5.紫外光源の選定と特性	6.表面変質の計測手法
7.実験結果とシミュレーションの接続	8.再現実験の代表例

第5節 相似則による宇宙火災の再現：地上での宇宙防災検討に向けて

1.宇宙火災と相似則	2.相似則を導出する手順の実例と確認
3.宇宙における燃焼現象の相似則	

第6節 宇宙環境の影響評価と地上実験の精度向上

1.地上試験装置を用いた宇宙環境の影響評価	2.地上実験の精度向上
-----------------------	-------------

第7節 キャビン内の空気質・温熱環境基準と予測

1.国際宇宙ステーションの環境基準	2.QOL向上のための快適環境
3.キャビン内の環境予測	

第8節 地球低軌道プラズマ環境再現技術の理論と実装

1.宇宙開発の転換と環境試験における課題	2.LEOプラズマの物理特性と相似則の定義
3.広帯域環境模擬を実現するデカップリング実装技術	4.微弱信号診断における不確実性の特定と克服

第9節 大型パワーレーザーを用いた

実験室での宇宙プラズマ研究—レーザー宇宙物理学

1.無衝突衝撃波生成	2.乱流磁場増幅
3.磁気リコネクション	

第4章 宇宙環境下での研究、実験の進め方

第1節 宇宙環境を利用した実験の意義と産業応用

1.宇宙環境の特徴と実験条件	2.主要な実験実施領域
3.実験プラットフォームとその利用方法	4.宇宙実験の制約条件と普及に向けた課題
5.社会への波及効果	6.小型衛星・無人実験機等による実験の可能性
7.民間宇宙ステーションでの商業宇宙実験の発展	

第2節 ISS「きぼう」での宇宙実験の進め方と留意点

1.宇宙実験の特殊性と地上実験との違い	3.実験デザインの留意事項
2.「きぼう」日本実験棟が備える実験設備について	5.検証プロセス
4.装置開発の留意事項	

第3節 「きぼう」での生命科学実験の進め方と今後の展望

1.宇宙特有の環境での生命科学実験のデザイン構築にあたって	
2.仮説実証型の宇宙実験	

3.「きぼう」での科学利用テーマの選定から成果報告書の公開まで	
4.これまでの「きぼう」における生命科学実験と今後	
5.これまで実施された「きぼう」利用に関する生命科学系実験の公募と選定されたテーマ	

第4節 宇宙環境実験における小動物研究プラットフォームと骨格筋可塑性への影響

1.小動物の宇宙実験の歴史と小動物飼育装置の開発	3.宇宙飼育マウスの骨格筋解析
2.MHUミッション	

第5節 微小重力環境における宇宙創薬研究の実現と事業化への課題

1.有人宇宙システム(株)の宇宙開発におけるこれまでの歩み	
2.宇宙創薬研究の事業化	

第6節 陸棲シアノバクテリアを生物材料とした

宇宙実験の紹介とその結果から予測する宇宙空間移動の可能性

1.地球におけるシアノバクテリアの出現	2.陸棲シアノバクテリアNostoc sp. HK-01
3.陸棲シアノバクテリアを用いた宇宙実験	
4.紫外線耐性に寄与し宇宙環境利用も期待できるシアノバクテリアが生産する物質(群)	
5.乾燥耐性と紫外線や乾燥耐性の関係	
6.宇宙環境におけるシアノバクテリアの多岐に亘る利用の可能性	
7.陸棲シアノバクテリアNostoc sp. HK-01の宇宙空間移動の可能性	

第7節 宇宙環境試験装置を用いた実験の進め方と宇宙人材育成への取り組み

1.宇宙環境試験装置を用いた実験の進め方	
2.名古屋大学宇宙開発推進室における宇宙人材育成の取り組み	

第8節 宇宙実験を活用したアミロイド線維構造の解明

1.アミロイド線維形成の基礎と疾患との関連	2.環境因子と自己集合：重力の役割は？
3.微小重力環境におけるアミロイド形成実験	4.重力から読み解く分子集合のデザイン原理

第9節 宇宙放射線の電子機器への影響再現と宇宙放射線バリア技術への展開

1.粒子加速器を用いた宇宙放射線の影響の再現	2.宇宙放射線バリアへの展開
------------------------	----------------

第10節 シロキサン変性ポリイミド樹脂の地球低軌道宇宙船外表面への活用

1.原子状酸素の発生メカニズムと人工衛星部材に与える影響	
2.原子状酸素耐性シロキサン変性ポリイミドと原子状酸素耐性発現メカニズム	
3.シロキサン変性ポリイミドの宇宙曝露試験と今後適用が期待される用途	

第11節 低重力下における土壌の物理性と土壌の実験手法

1.低重力下における多孔質体中の物質挙動	2.低重力実験プラットフォームの選び方
3.落下塔による短時間微小重力環境を用いた断続浸潤実験手法	

第5章 宇宙、月面産業に向けた実験と開発

第1節 宇宙事業参入へのコア技術の活かし方と競争戦略

1.高砂電気工業の概要	2.高砂電気工業のビジネスモデル
3.高砂電気工業のコア技術	4.高砂電気工業の宇宙ビジネスへの参入

第2節 月面資源探査におけるビジネスと民間技術

1.月面資源	2.月面インフラに関するビジネス
3.レゴリスによるビジネス	

第3節 月資源利用技術 ～月土壌の水素還元による水製造を例に～

1.月資源利用(ISRU)	2.酸素欠損型金属酸化物の製造
3.水素還元プロセス	

第4節 月面探査・開発に関する技術戦略と月面プラント構築

1.宇宙技術戦略	2.月面アーキテクチャ
3.月面スマートコミュニティ	4.月面と変革(DX&SX)
5.月面プラントの価値	

第5節 清水建設の月面将来構想および月面建設技術開発

1.月面建設の課題と「シミズ・ドリーム」	2.レゴリスシミュラントの開発
3.月面インフラタプル居住施設	

第6節 月面人工重力居住施設「ルナグラス」一月面居住のあるべき姿とは一

1.月面居住の課題と対策	2.実現に向けた実験と施工について
--------------	-------------------

第7節 月面環境に適用する建設機械実現に向けたデジタルツイン技術の構築と活用

1.月面建設機械の開発におけるシミュレーション技術	2.掘削シミュレーションの構築
3.掘削シミュレーションによる月面建設機械の検討	

第8節 月面拠点インフラ構築に向けた取り組み

1.月面拠点インフラのアーキテクチャ	2.月面拠点インフラ構築に向けた取り組み
--------------------	----------------------

第9節 月溶岩チューブ探査を行う群ロボットシステム検証のためのシミュレータ構築

1.地上溶岩チューブ地形の3次元スキャン	2.シミュレータデザイン
3.シミュレーション実施例	

第10節 月面居住の運用とそれらを支えるサービスロボットの活用

1.月面1000人居住社会の姿と前提条件	2.月面居住における「運用」の考え方
3.QoL向上から見た月面生活サービス	4.月面インフラとサービスロボット活用シナリオ
5.1000人規模運用を支えるサービスロボット運用モデル	

第11節 宇宙環境下を考慮した宇宙エレベーターの開発と実験の進め方

1.建設に関する課題	2.ケーブル材料の宇宙曝露実験
3.ケーブル(テザー)の力学解析	4.クライマー

第12節 「ロックン方式」を軸とした宇宙輸送技術の開発とインフラ実現

1.ロックン方式の価値：宇宙輸送を「性能×運用」で最適化する	
2.AstroXの宇宙輸送技術：機体・通信・自律制御を統合したシステム設計	
3.ランチャ・気球系：吊り下げ式レールランチャと姿勢制御が鍵である	
4.代表ミッションと成立性：フライトシークンス(SOE)と段構成の見取り図	
5.インフラ実現：航行安全・運用・回収を一体で成立させる	

第13節 宇宙産業を形成するプレイヤー

1.スペーストランスフォーメーションで広がる宇宙産業	3.異業種企業の宇宙産業参入
2.躍進する宇宙スタートアップ	5.宇宙産業における人材
4.宇宙と他の技術分野との融合	
6.宇宙と異業種の融合がもたらすイノベーション	

第14節 宇宙産業が拓く市場と今後の展望

1.宇宙産業の現在地	2.メガコンステレーションの時代
3.地球観測でソリューション提供	4.軌道上サービスで宇宙環境保全
5.有人宇宙飛行と宇宙環境利用	6.恒久的月面基地の開発
7.宇宙市場への投資	8.多極化で変容する宇宙市場
9.宇宙産業は未来産業	

