

LUNAR CRUISER



TOYOTA

2023年07月21日
トヨタ自動車株式会社
先進技術開発カンパニー
月面探査車開発プロジェクト
プロジェクト長
山下健

ルナクルーザープロジェクトの意義・価値

産業報国

国際協力・アルテミス計画へ貢献



技術の向上

延長線上にない技術にチャレンジ

ヒトの成長

前例のない厳しい環境が人を鍛える

技術開発

フィードバック

真の循環技術
太陽と水
のみで生活・走行

地球から月、月から地球へ

月面車開発で鍛えた技術を社会に還元



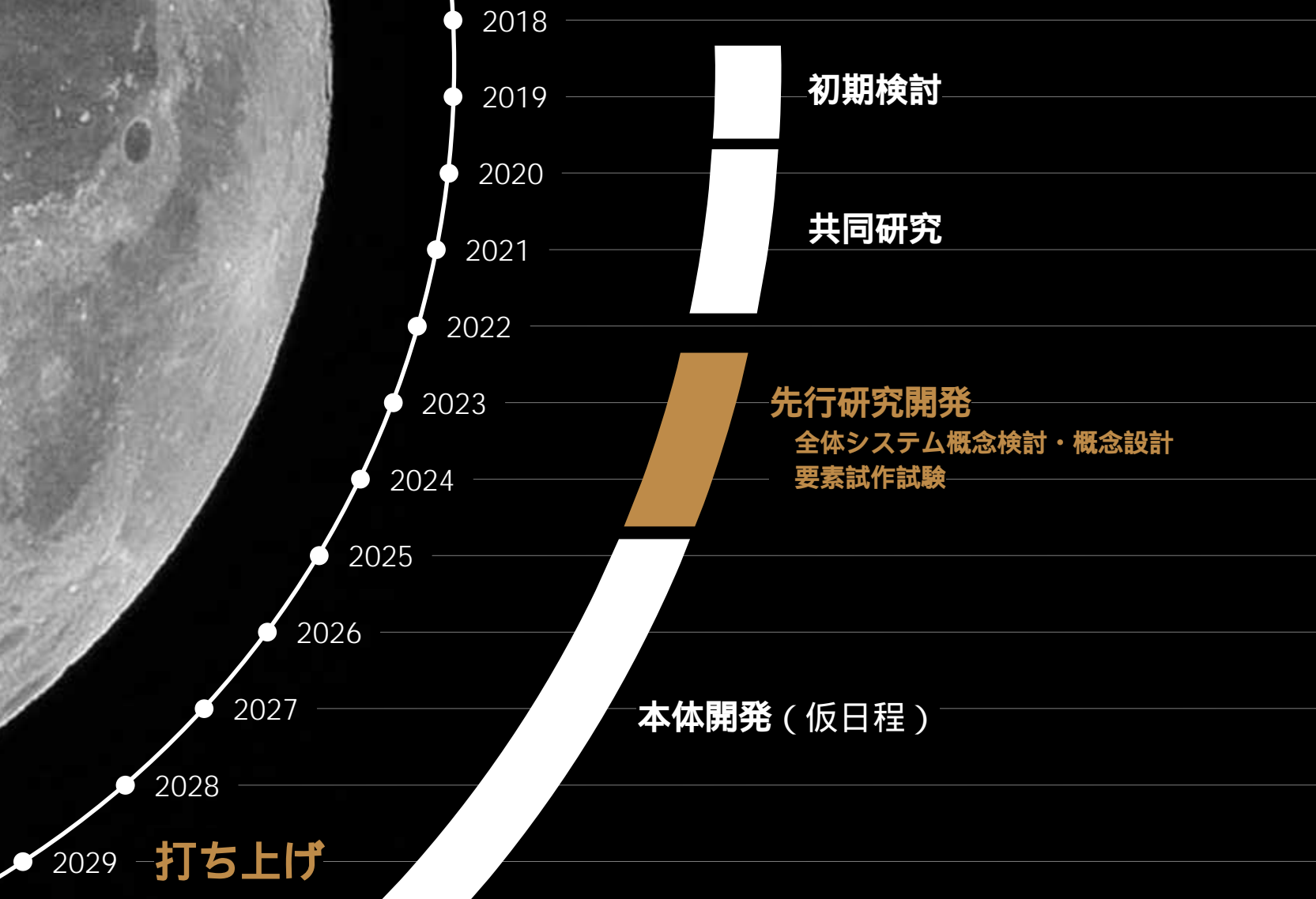
循環型社会の実現

<月> 太陽光・水・水素を使った循環型システムの開発
→ <地上> カーボンニュートラル・サーキュラーエコノミに貢献

人中心のまち・モビリティづくり

<月> 移動価値の拡張：月面車・月面社会へチャレンジ
→ <地上> 幸せに暮らせる街・誰もが安全に移動可能

全体開発状況



コア技術



再生型燃料電池
(RFC)



オフロード
走行性能



オフロード
自動運転



UX
(User Experience)
居住性,視認性,操作性等

再生型燃料電池 (RFC : Regenerative Fuel Cell)

ミッション要求・月面環境要求

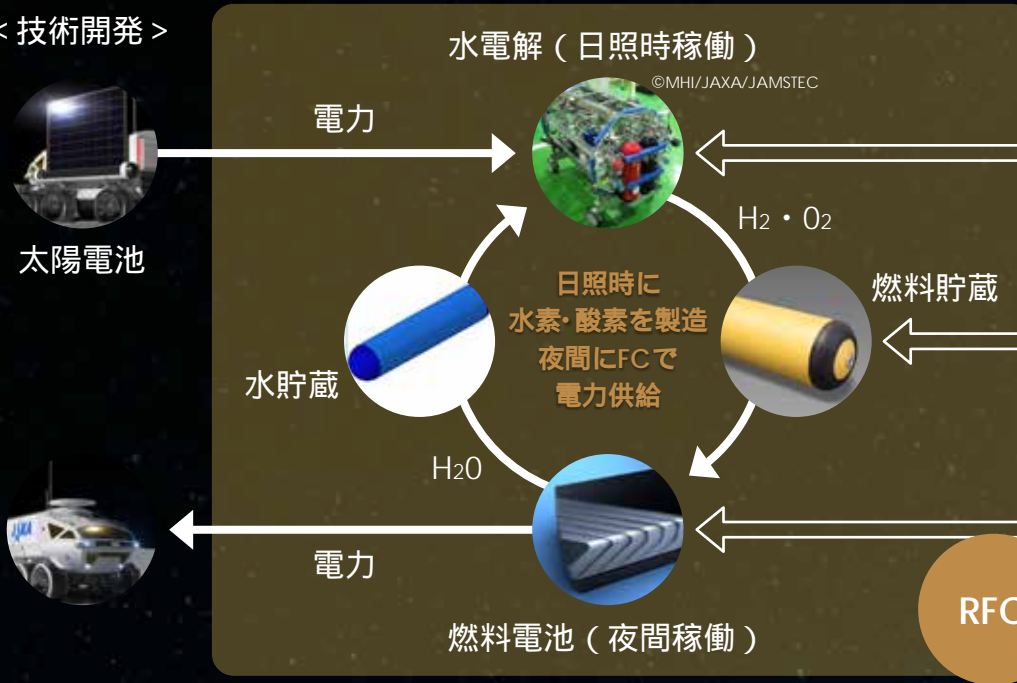
>>>

課題

太陽光もない月の夜 (14日間) を無事に過ごす

月の昼の間に大容量のエネルギーを繰り返し再生する
持続可能な小型軽量エネルギーシステム

< 技術開発 >



海洋技術の知見を活用
(MHI様連携)

タンクの更なる軽量化

専用開発による効率・
体格向上



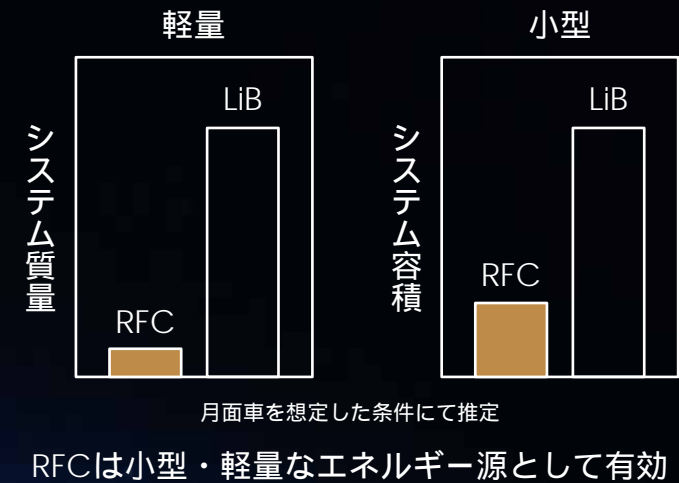
地上で鍛えた燃料電池の技術・
信頼性を月に活かす

今後の予定 | 月面での稼働を模擬した実証試験で機能・性能を確認

1 & 2 【引用元】 豊田自動織機株式会社 ホームページ

再生型燃料電池 (RFC : Regenerative Fuel Cell)

地球還元 | 持続可能な水素社会 — 住み続けられる街 —



地球

いつでもどこでも。世界中で**循環型の生活・カーボンニュートラル**に貢献する

11 離島・辺境集落 ぽつんと1軒屋

紛争地帯 難民キャンプ

水と太陽光だけ 半永久にサステナブルランニングコスト0

船舶

7 学校 公民館 HOTEL

災害時避難所

02 オフロード走行性能

ミッション要求・月面環境要求

>>>

課題

"レゴリス / クレータ / 岩石 / 傾斜"
の複合環境を安全に走破

レゴリスに適応したタイヤ開発と駆動力制御、
走破性能と電力消費の両立

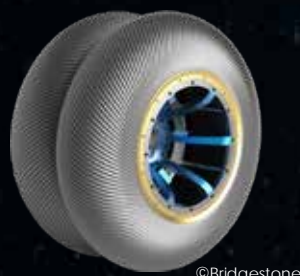
< 技術開発 >

- オフロード走行テスト車#1 -



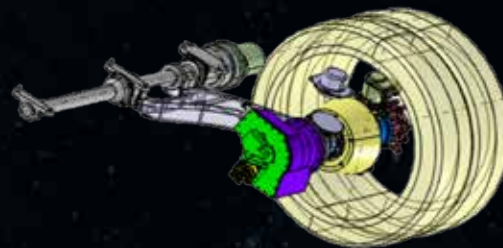
- オフロード走行が可能な、車重2tの車両
- 4輪独立インホイールモータ&転舵機構を採用し最適な運動制御を開発。

- 要素開発例 -



©Bridgestone

金属タイヤ
by ブリヂストン



ランドクルーザーで培った
堅牢な構造と、電動技術を
融合した、足回り



複合環境で高効率な
走破性能と転倒リスク
予知を目指す

今後の予定 | 原寸大のオフロード走行テスト車#2にて、オフロード走行性能開発

02 オフロード走行性能

地球還元 | 走行技術 未知の場所を走る走行・自動運転



×



×



“レゴリス（月面砂）でサラサラの地表”



Technology from Moon

道も地図もない月に向けて開発し地球上のあらゆる場所で安全に走れる走行技術として貢献

03 オフロード自動運転

ミッション要求・月面環境要求

初見のオフロード路を自動運転走行

>>>

課題

月面自己位置推定、障害物検知、回避経路策定

< 技術開発 >

行ったことない場所

どこにいるかを推定する

周辺環境を把握する

ゴールまでの経路を生成する

航法技術（自己位置推定）

電波航法

電波を用いて自己位置を推定

スタートラッカー

恒星の位置から姿勢角を推定

慣性航法

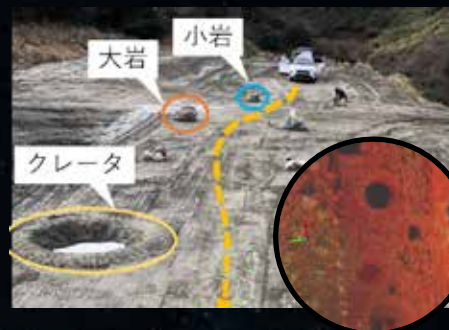
三次元の加速度から
速度、移動量を推定



LiDAR点群による障害物検知

走行可能路面判定

障害物や路面勾配を把握



回避経路生成

最適経路探索

安全に走行できる経路を生成
経路に沿って、自動運転
マニュアル運転時のガイド



今後の予定 | 原寸大のオフロード走行テスト車#2、月面模擬テストコースで、自動運転機能を開発、評価

03 オフロード自動運転

地球還元 | 走行技術 未知の場所を走る走行・自動運転

適用案

- 道なき道を安全に走行（ガーディアン, 遠隔, 自動）
- 高性能な悪路走行制御・転覆抑制
- 電費のいい悪路走行を支援（経路生成・走行）

- 災害状況の確認（遠隔, 自動）
- 危険な地域の物資輸送（遠隔, 自動）

UX (User Experience)

ミッション要求・月面環境要求

1ヶ月間 車内（狭小空間）で生活
モノクロの月面、100%オフロードを走行
（1日最大8時間、6日間連続）

>>>

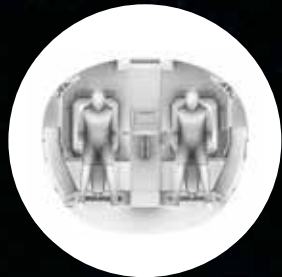
課題

精神的負荷が高く、クルーの作業効率・意欲の低下
目視による走行ルート判別が困難
操作・判断ミスリスク

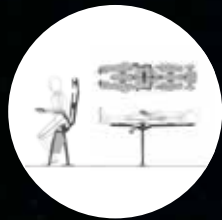
< 技術開発 >

快適な居住空間

安心・安全な操縦機能



広く感じる空間設計
・壁・天井の境界無し
・視線付近を広げる



複数シーンの姿勢を支持
（運転・生活・睡眠など）



原寸大モックアップ（居住性の検証）



軽量・小型
デバイス
（直感的な
運転操作）



重畳表示
による
運転支援



ドライビングシミュレータ
（操作性の検証）

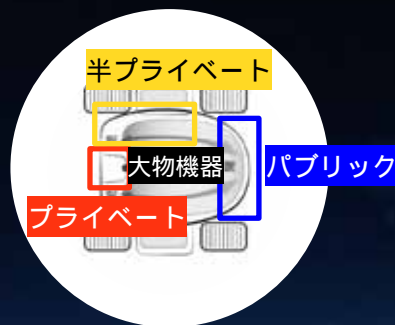
今後の予定 | モックアップ、ドライビングシミュレータを用いた検証で、ローバの安全性・快適性を向上

UX (User Experience)

地球還元 | 人中心のモビリティ設計

地球から遠く離れ、限られた狭い空間で極限状態に置かれた人へ「自由」を提供し、
安心・快適な移動・パブリックとプライベートを両立させた健やかな生活・感動体験を実現

ゾーニングにより
複数人の感情・関係性を
適正化する空間設計



直感的な
運転操作



運転者が求める
情報表示



地球

自動運転、パーソナルモビリティなど
車の在り方が多様化する中で、
人中心のモビリティ設計
に貢献

快適に過ごせる内装配置



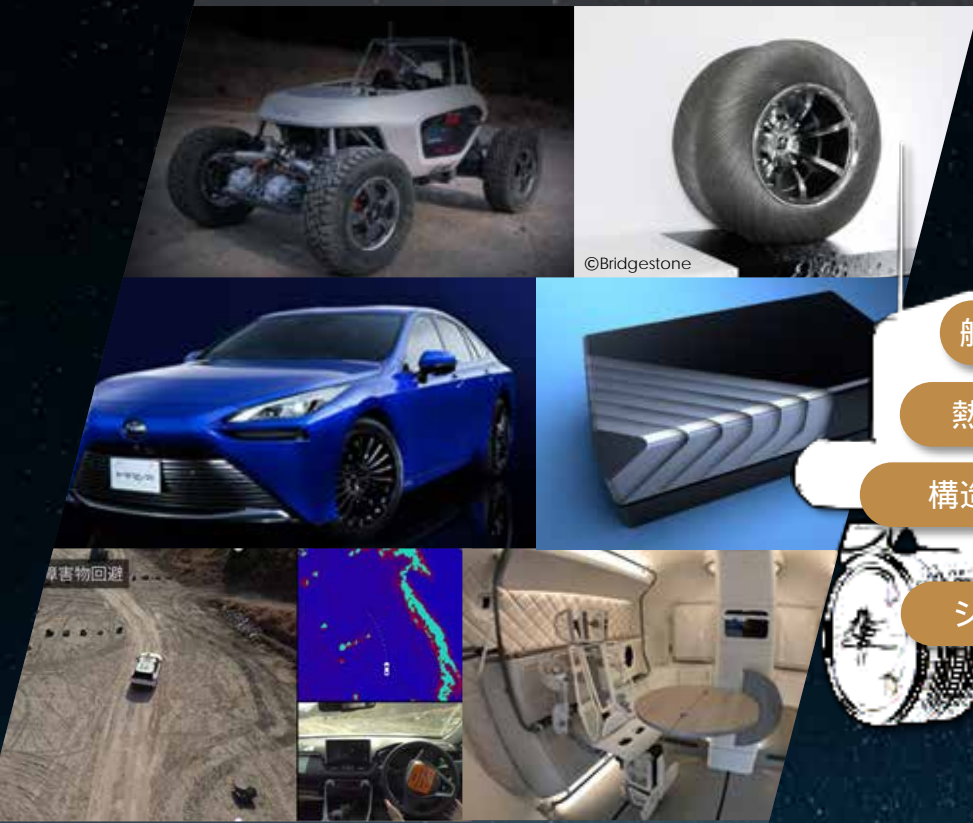
表示系

身体支持系

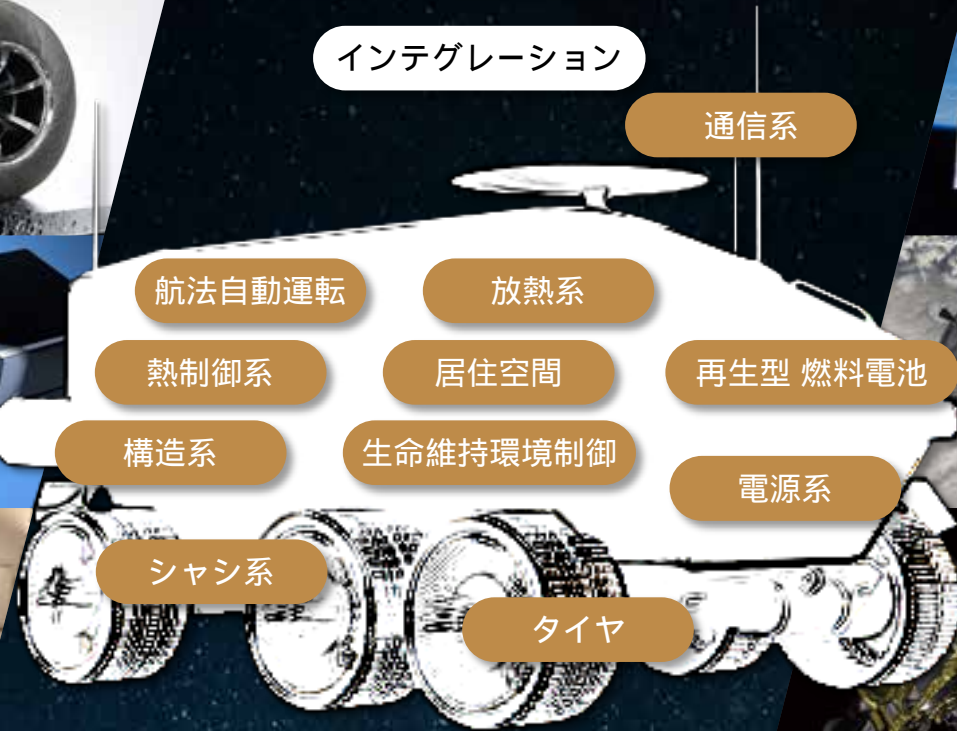
操作系



宇宙と自動車の技術融合でチャレンジ



自動車の技術



宇宙の技術



トヨタ・三菱重工の連携

2020年代半ば

2029年

有人宇宙技術で探査を支える



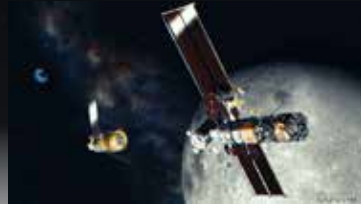
©JAXA/NASA

国際宇宙ステーション



©JAXA/NASA

宇宙ステーション補給機



©JAXA

Gateway / I-HAB

| 有人宇宙滞在技術
(与圧空間、環境制御・生命維持)



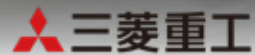
月面拠点構築

モビリティ技術で探査を支える



LUPEXローバ

©JAXA



- 宇宙機インテグレーション技術
- 耐宇宙環境技術
- 有人宇宙滞在技術

- 走行実証技術
- 月面データ



ルナクルーザー



- QDR (品質、耐久性、信頼性)
- 走行性能、燃料電池、自動運転
- 「人中心」のモビリティづくり

- | 居住空間 + 移動機能
- | 10年/1万Km以上走行



END