

「マグネシウム空気電池と太陽電池を組み合わせた ハイブリッド・ソーラーカーの可能性」(実証と展開)



玉川大学 工学部 エンジニアリングデザイン学科

TSCP(Tamagawa Sustainable Chemistry-powered –vehicle Project)

斉藤 純





目次



- TSCP紹介
- 開発車両 ハイブリッド・ソーラーカー
- 走行試験ハイブリッド・ソーラーカーMg空気電池のみでの走行試験
- ・課題と今後の期待



000

玉川大学 TSCP



Tamagawa
Sustainable
Chemistry-powered-vehicle
Project

持続可能なエネルギー社会の実現を目指して有用なエネルギーを創生する 創造的かつ実践的なエンジニアリング教育

再生可能エネルギーと資源循環型エネルギーを組み合わせた車両の開発



- エネルギーの創生・有効利用の研究
- もの作り
- 環境やエネルギーへの意識向上





車両製作



マスターモデル→メス型製作



CFRP積層・加熱成形





プリプレグ積層



加熱



焼き上がり



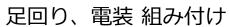


車両製作



シャーシ製作









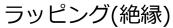


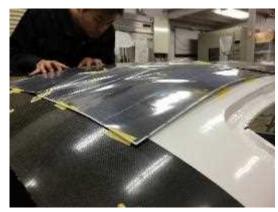


車両製作









太陽電池の貼り付け









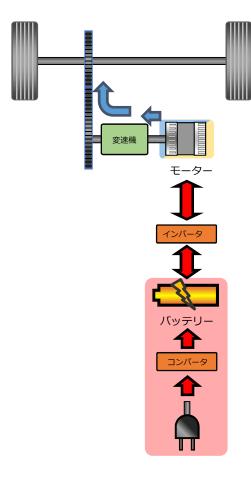




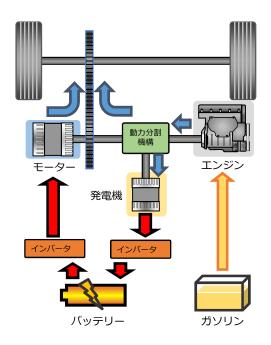
ハイブリッド・ソーラーカー



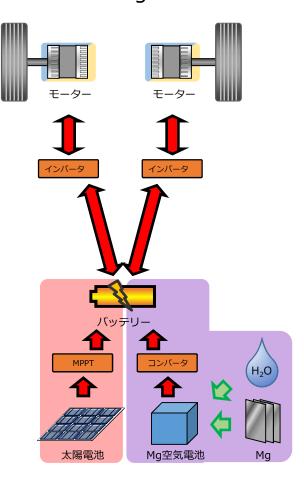
EV · BEV



HV・HEV シリーズパラレル型



ハイブリッド・ソーラーカー 太陽電池+Mg空気電池

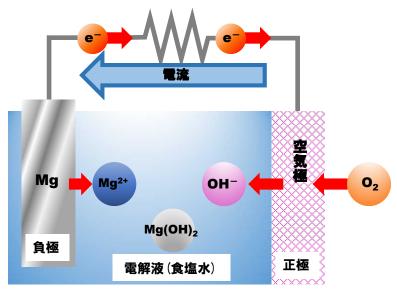






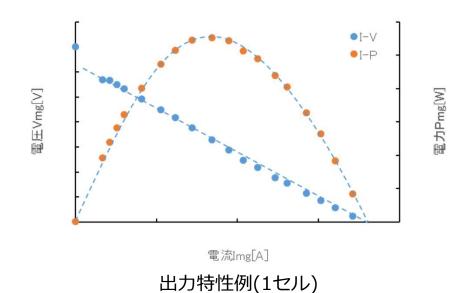
マグネシウム空気電池





マグネシウム空気電池の反応

(負極)Mg → Mg²⁺ + 2e⁻ (正極)O₂ + 2H₂O + 4e⁻ → 4OH⁻ (全体)2Mg + O₂ + 2H₂O → 2Mg(OH)₂↓



• 負極にマグネシウム、正極に空気極(炭素が主材料)

- 電解液は主に食塩水
- 海水中でナトリウムに次いで2番目に多く、地球の海水中に 1800兆トンあると言われている
- ・ 循環利用可能な燃料(エネルギーキャリア)への期待
- 容量や出力可能な電流は大きいが、単体では瞬間的に大きなパワーを取り出すには不向き
- 出力電流を制限し、長時間出力する





マグネシウム空気電池による車両の走行





『未来叶い』

太陽電池とマグネシウム空気電池のハイブリッドシステム

- ・太陽電池の発電の変動をマグネシウム空気電池で補う
- ・スマートフォン充電用電池のセル本体は市販状態のまま無改造



『Mg空気電池実験車両』

市販EVベース

2017年 蓄電池無し、

マグネシウム空気電池による発電のみで走行



2018年 太陽電池とマグネシウム空気電池のハイブリッドシステムマグネシウム空気電池は車載型と据置型で試験



S-Mg concept

小型実験用車両 開発中

メカニカル充電方式

- ・マグネシウムを燃料にして走行
- ・太陽電池とマグネシウム空気電池のハイブリッドシステム



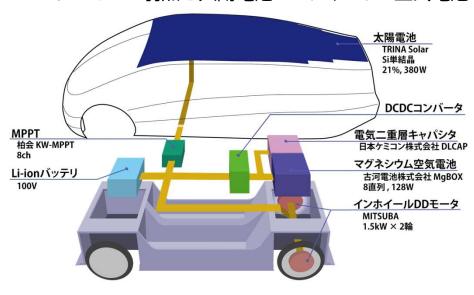


未来叶い



太陽電池+マグネシウム空気電池のハイブリッドシステム

ソーラーカーの弱点を太陽電池とマグネシウム空気電池の組み合わせで克服





■全長3,700×全幅1,500×全高1,125mm

■乗車人数 :2名 ■車両重量 :360kg

■モーター :ダイレクトドライブ1.5kW ×2輪

■最高速度 :100km/h

降り注ぐ太陽光から発電 して電力を得る。







市販されている スマートフォン充電用電源を使用

天候に左右されない、夜間も走行できるソーラーカー



World Green Challenge



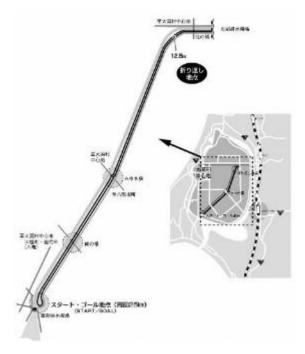
秋田県大潟村ソーラースポーツライン (一周25km)

グリーンフリートクラス(新技術開発車両)にエントリー

大会日程

- ・入村・車検・予選
- ·大会1日目(9:00~17:00)
- ・大会2日目(8:00~16:00)
- ·大会3日目(8:00~16:00)

3日間 8時間+8時間+8時間 = 24時間





出典:大潟村ソーラースポーツライン, http://www.ogata.or.jp/sightseeing/solar_sports_line.html





大会成績





未来叶い

2016年 22周(7周,8周,7周)=550km

グリーンフリートチャレンジクラス 優勝

2017年 15周(7周,8周,7周)=375km

グリーンフリートチャレンジクラス 3位

2018年 32周(11周,11周,10周)=800km

グリーンフリートチャレンジクラス 2位

2019年 27周(9周,10周,8周)=675km

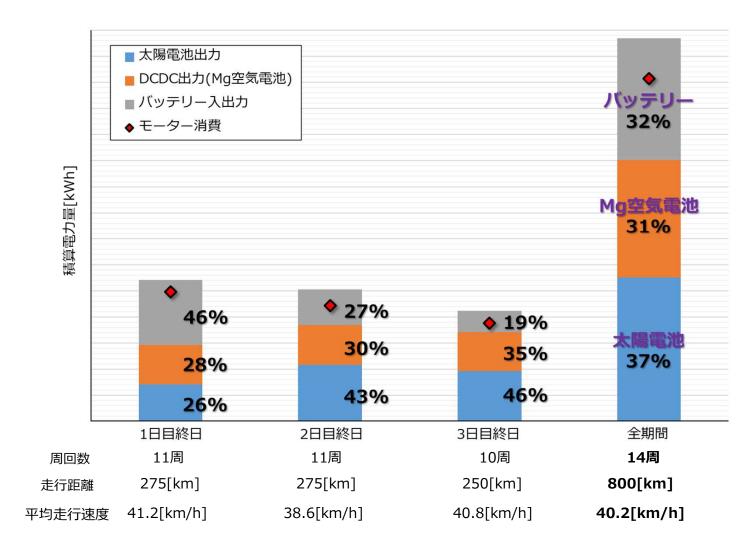
グリーンフリートチャレンジクラス 優勝





エネルギー収支 (未来叶い WGC2018 全期間)





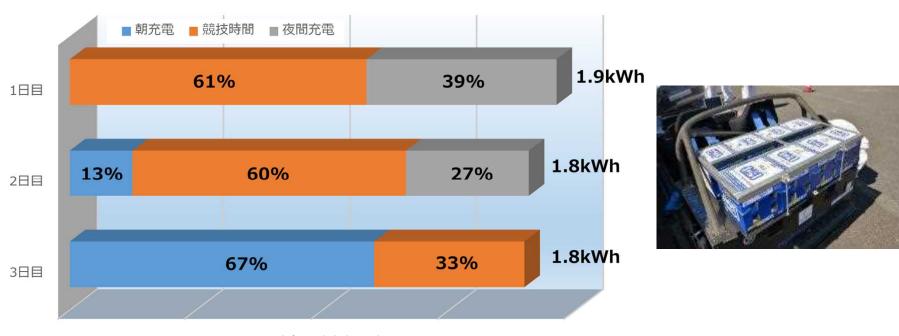
電費 60.8[km/kWh]





Mg空気電池の出力 (未来叶い WGC2018 全期間)





Mg空気電池出力 電力量[Wh]

- 3日間で3セットのスマートフォン充電用Mg空気電池を使用
- 市販状態よりも2.6倍でオーバードライブ
- 定格容量の8割程度を出力することができている



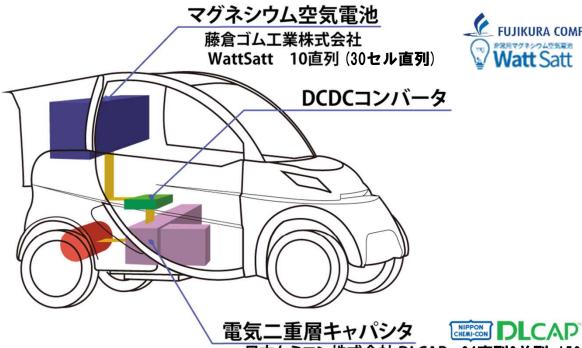


Mg空気電池実験車両(蓄電池非搭載)



市販EVをマグネシウム空気電池の発電のみで走らせる

マグネシウム空気電池でどれだけ走ることができるだろうか









■全長2,345×全幅1,260×全高1.510mm

■乗車人数 :1名 ■車両重量 :460kg ■モーター出力 :4kW

日本ケミコン株式会社 DLCAP 24直列3並列 150[F], 60[V]

走行前に電力を充電して おくための蓄電池を 市販電気自動車から外して、









市販のスマートフォン充電用電源と、 エネルギーバッファとして電気二重層キャパシタ を搭載。



マグネシウム空気電池の発電のみで走行する。

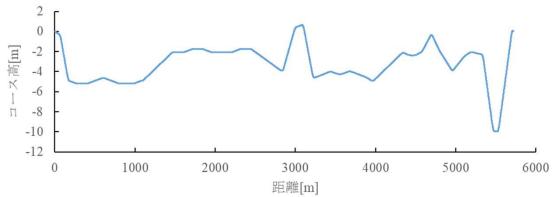


試験走行 Mg空気電池実験車両(蓄電池非搭載)



一般財団法人 日本自動車研究所(JARI)





周回路 郊外道路を模擬 1周約5.7[km] 最大勾配5.9%の起伏













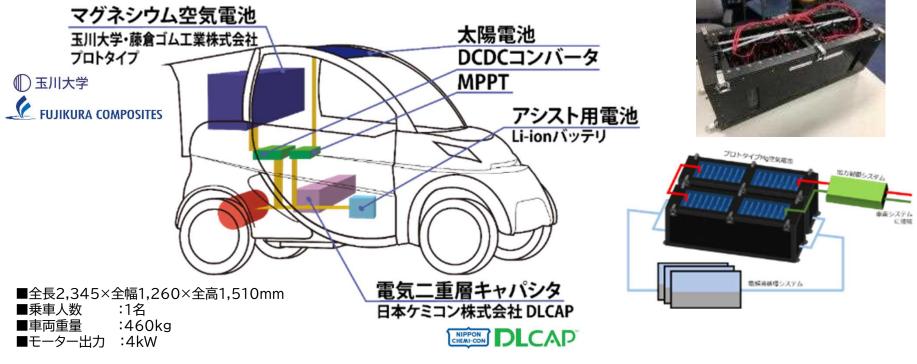


Mg空気電池実験車両(ハイブリッド・ソーラーカー)



市販EVベース 太陽電池+マグネシウム空気電池のハイブリッドシステム

マグネシウム空気電池で走る電気自動車の走行性能を向上





消費パワーが多い市販電気自動車ベース で走行性能を高めるためにハイブリッドシ ステムに拡張。

変動する消費パワーを補い、エネルギーを 安定供給。

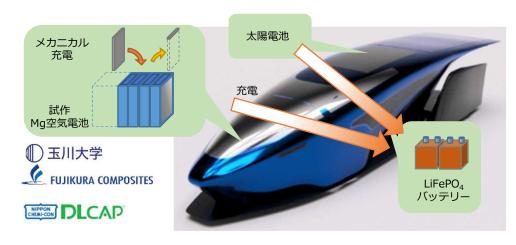


S-Mg concept (開発中)



メカニカル充電方式マグネシウム空気電池で走行する

マグネシウムをエネルギーキャリア(=燃料)としたインフラモデルの構築・実証試験





- ■全長3,000×全幅690×全高630mm
- ■乗車人数 :1名
- ■モーター出力 :150W×2

【メカニカル充電方式】

出力が完了したマグネシウム空気電池のマグネシウム電極を = 差し替えることで実質的な充電ができる。

- ・マグネシウムを燃料にして発電
- ・送電網に依らないインフラ(離島・遠隔地・災害時など) →マグネシウムによるエネルギー貯蔵・輸送・地産地消の実現







スマートフォン充電用電池を無改造/電極流用試作電池 で使用してきて

・出力特性

低電圧(1.4~0[V/cell])

大電流(数十[A])

- ⇒ 低電圧で動作する高効率DC-DCコンバータ
- ⇒ キャパシタで出力の平滑化

・ 電解液(NaCl水溶液)

副生成物 $(Mg(OH)_2)$ は不動態 \rightarrow 内部抵抗増、出力低減

発電領域の不純物濃度低減 → 約40%出力容量増(実験より)

副生成物を含むとスラリー状になる → 除去が困難

- ⇒ 排出物を散布してしまうことなく回収できる
- ⇒ 副生成物からの再精錬・資源循環利用への期待

・空気極のライフ





10kWhのエネルギーで走行できる距離



(シミュレーション)

10[kWh] = マグネシウム 約10[kg]程度

●想定車両1(ハイブリッド・ソーラーカー「未来叶い」)



2人乗り実験プラットホーム車両

ハイブリッドシステム







想定走行路(久米島)

●想定車両2(軽トラック)



車両+乗員1名+荷物50kg = 950kg ※その他の車両諸元は推定値を用いて計算

10[kWh]のエネルギーで走行できる距離

	【シミュレーション】	
想定車両	久米島一周 消費エネルギー (平均速度:40km/h)	電源10kWhでの 走行可能距離
ハイブリッド・ソーラーカー 未来叶い	0.99kWh (電費:39km/kWh)	約10周 (393km)
軽トラック	4.1kWh (電費:9.3km/kWh)	約2.4周 (93km)

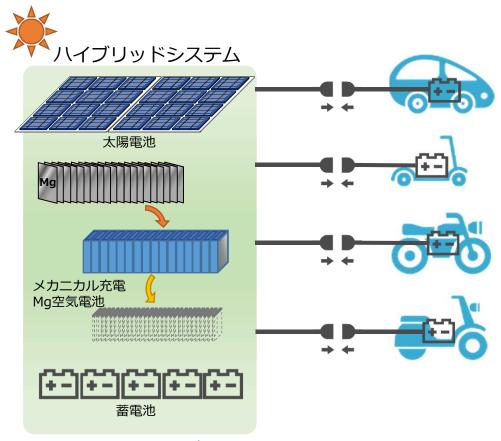
※勾配を含んで平均速度40km/hになるように調整して算出した概算値





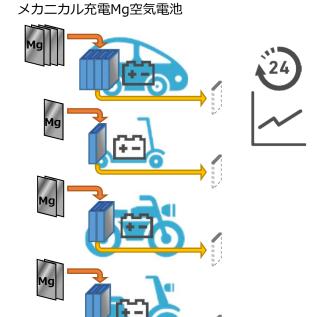
マグネシウムを燃料とした電力供給





オフグリッド充電ステーション

軽自動車サイズ、超小型モビリティ、 L7e/L6e/L5e(EU)、 電動バイク、マイクロモビリティ(ミニカー)



車載式

高容量を活かして 使用時以外でも発電継続 「自己回復するモビリティ」





エネルギーキャリアへの期待



EVシフト・電動化

➡エネルギー変換効率向上と、CO₂排出低減

走行するためのエネルギー

→エネルギー資源の多様化



再生可能エネルギーは低密度・不安定

- ・エネルギーキャリアへの変換による貯蔵・輸送
 - ⇒ **再生可能エネルギー**の有効活用
 - ⇒ **未利用エネルギー**の有効活用
 - ⇒ 地域環境に適合したエネルギー調達・生成
- ・循環利用可能なエネルギーキャリアとして期待









World Green Challenge



再生可能エネルギー有効活用の技術 新しいエネルギーの創生に向けての技術実験の場 若い技術者にとってのチャレンジの場 競技を通じた技術・人間力の切磋琢磨







ご清聴ありがとうございました。







玉川大学TSCP

- 持続可能なエネルギー社会の実現を目指して有用なエネルギーを創生する
- 共に考え、共に創り出す。創造的かつ実践的なエンジニアリング教育

玉川大学 工学部 エンジニアリングデザイン学科

TSCP代表

斉藤 純

E-mail saitoj@eng.tamagawa.ac.jp



