

ソーラーカーの開発は どこまで進んだのか？

東海大学 学長補佐

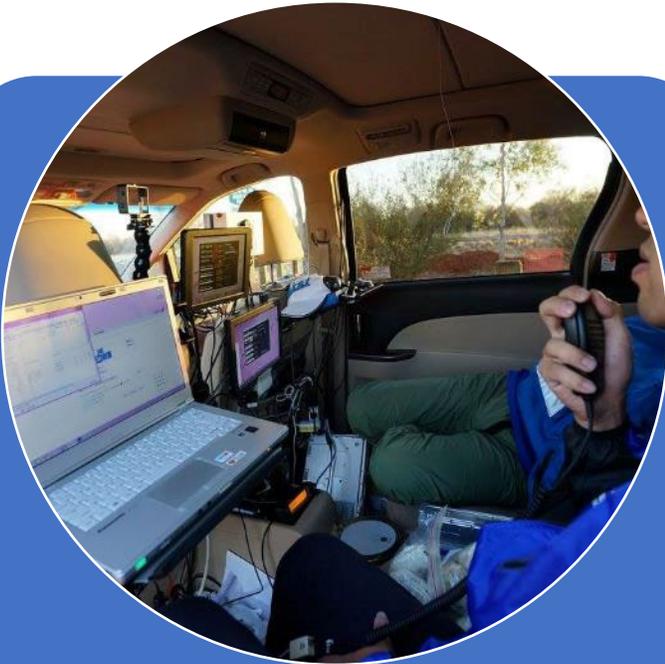
東海大学 工学部 機械システム工学科 教授

日本太陽エネルギー学会 理事&フェロー

木村 英樹



Bridgestone World Solar Challenge



Brain Sports



Cultivation of New
Engineers



Showcase of Leading
Edge Technologies

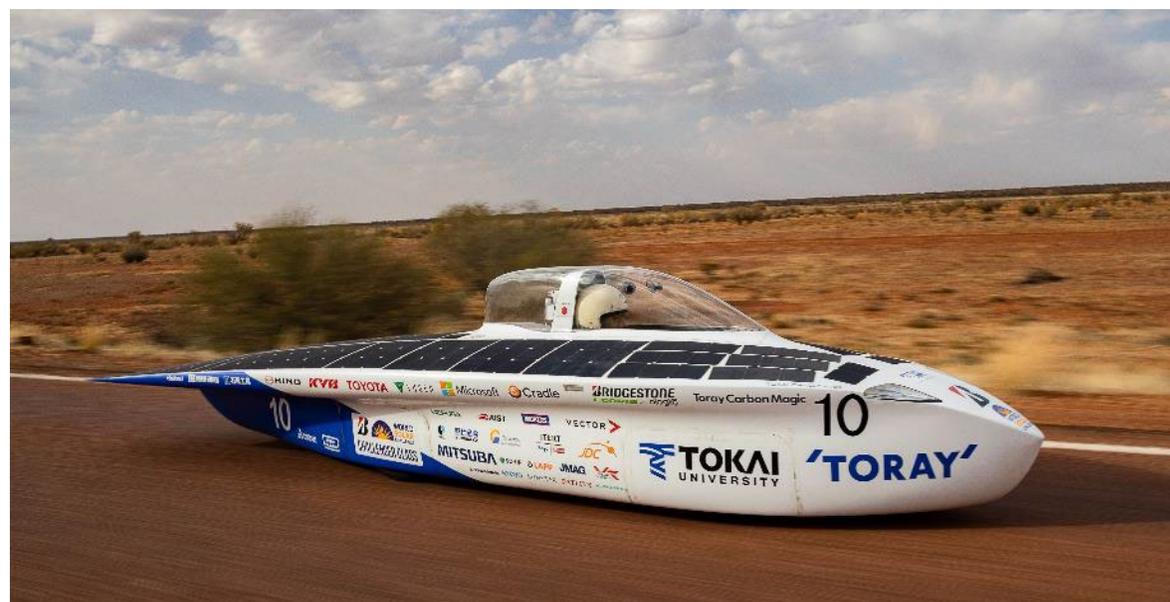


ソーラーカー開発はどこまで進んだのか？

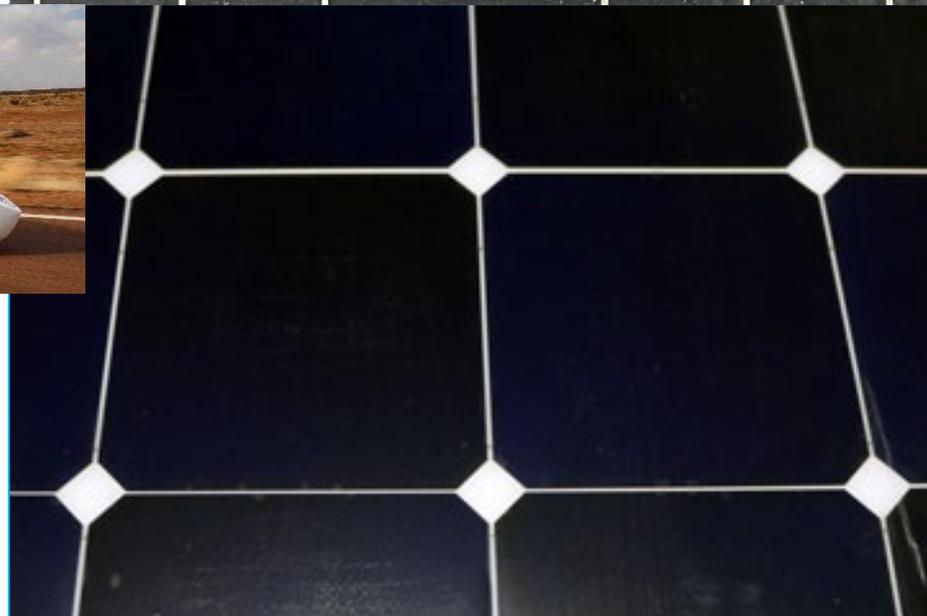
- 太陽電池の発電性能
- モーター・インバーターの進化
- ボディの軽量化
- 空気抵抗の低減
- バッテリーの蓄電性能の向上
- タイヤの転がり抵抗係数の低減
- 運行戦略の高度化



- 大会レギュレーションの変更

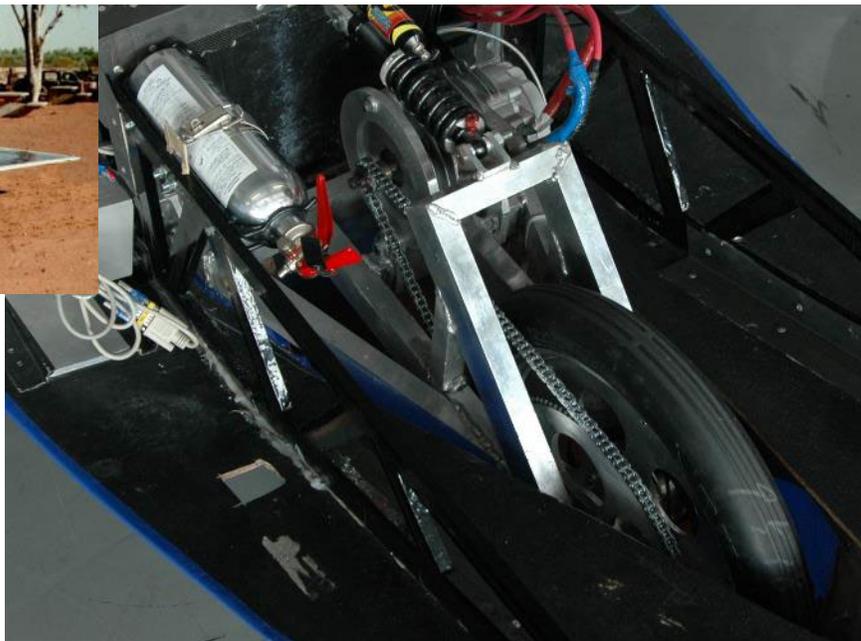


太陽電池



- 単結晶シリコン太陽電池の変換効率
 - 16～17% (1990年代)
- ↓
- 23～24% (現在)
-
- p型→n型基板
 - 表面電極→裏面電極
 - 熱拡散→CVD&ヘテロ接合

モーター



- 伝達方式：チェーン減速→ダイレクトドライブ
- 鉄芯：ケイ素鋼板コア→アモルファスコア
- マグネットワイヤー：丸線→平角線
- 変換効率：90%→98%

タイヤ

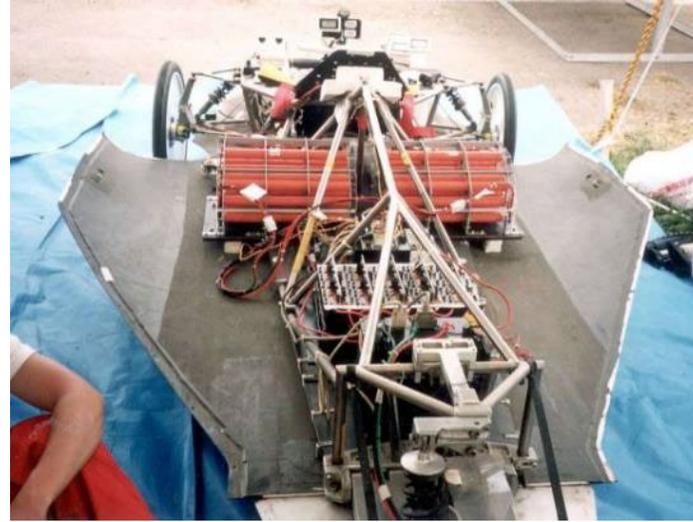
- ・黎明期はソーラーカー用のタイヤが存在しないことから、自転車またはオートバイ用のタイヤを流用、またはそれを元に開発したバイアスタイヤを使用していた。



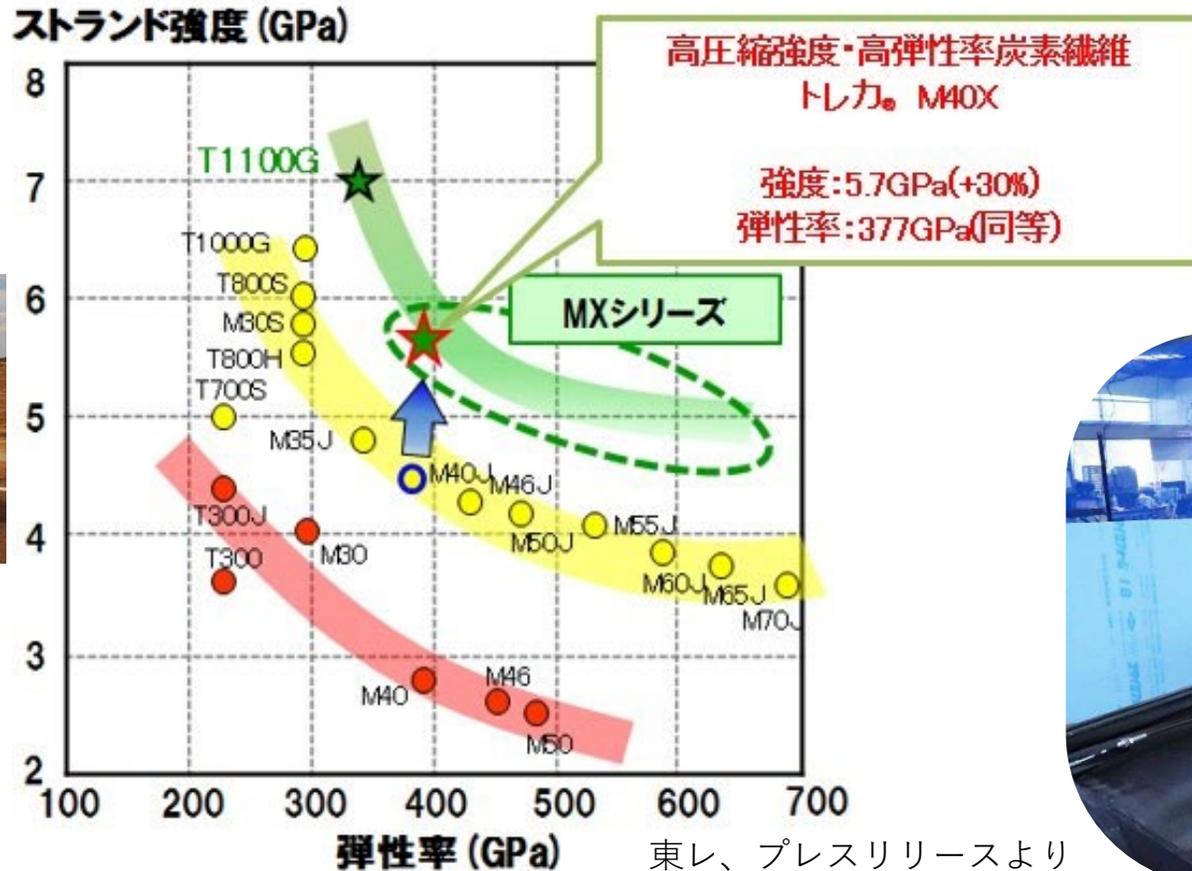
- ・ラジアル構造、チューブレス、低損失ゴムなどを採用したソーラーカー専用タイヤが登場
- ・転がり抵抗は半分以下に



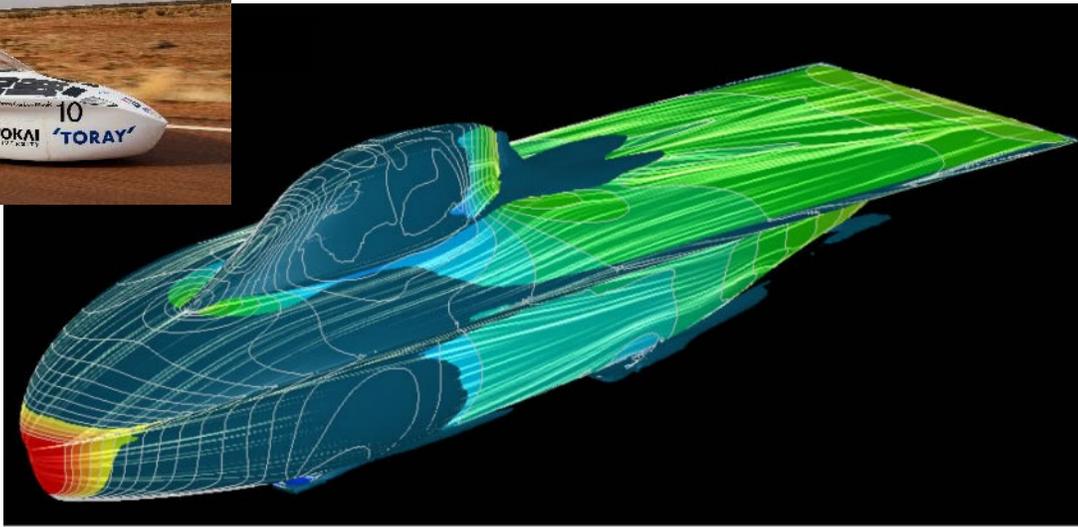
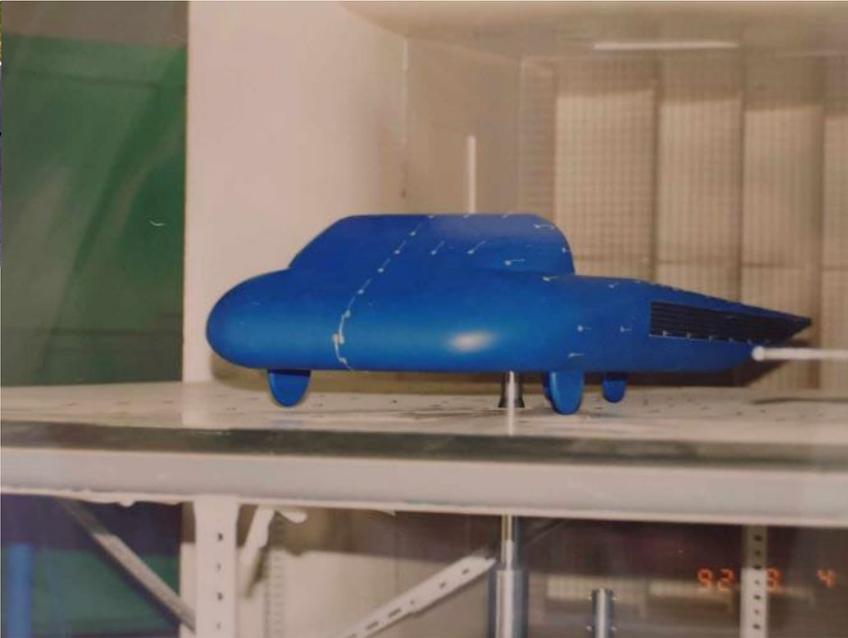
ボディ



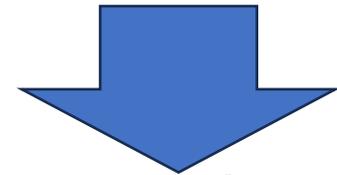
- 金属パイプフレームから炭素繊維強化プラスチックへ
- 炭素繊維そのものも進化
- 車体の軽量化
- 140kg程度の車体も登場



空力開発



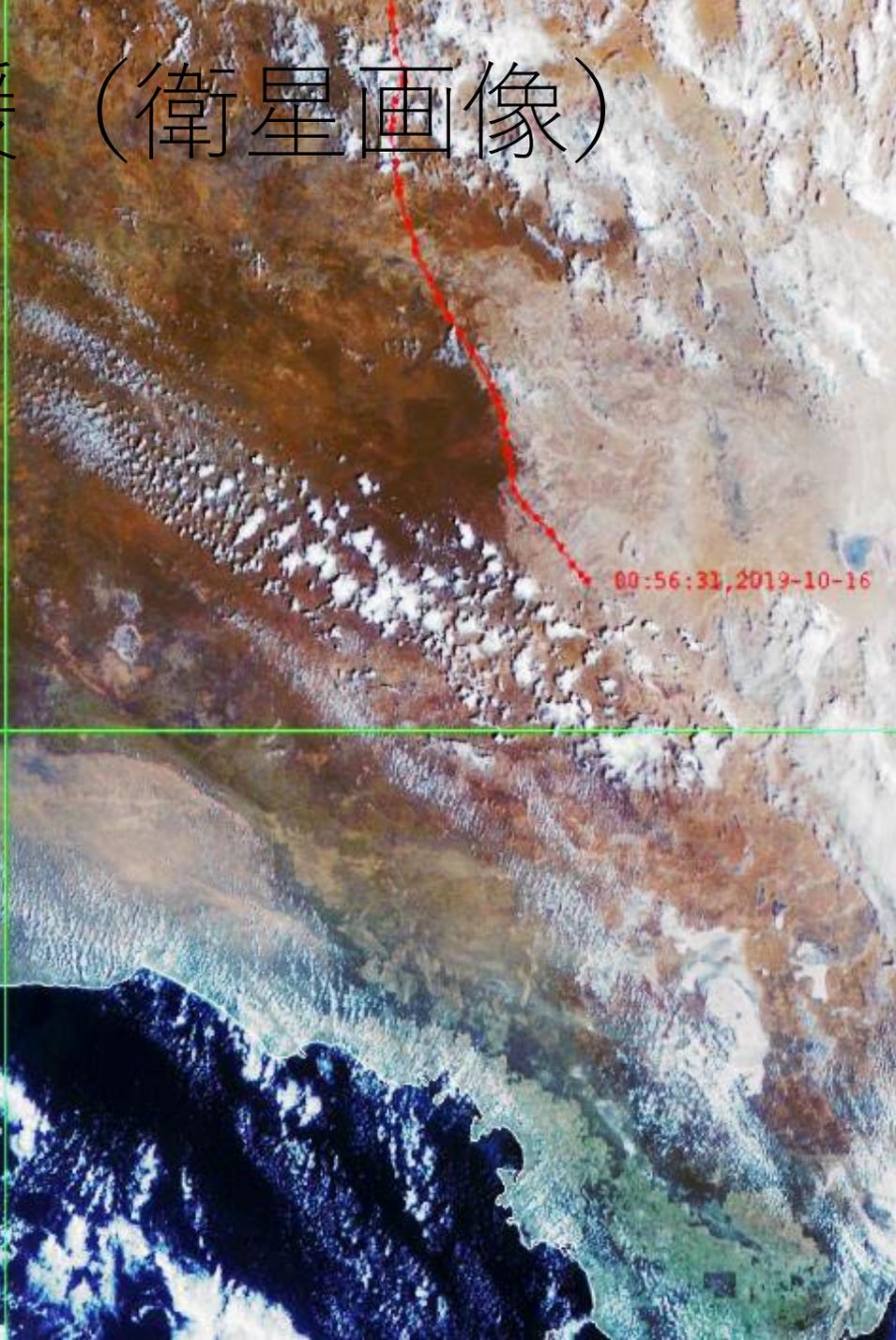
- スケールモデルを用いた風洞試験
- 形状変更にかかる時間がかかり、精度を高めることが困難



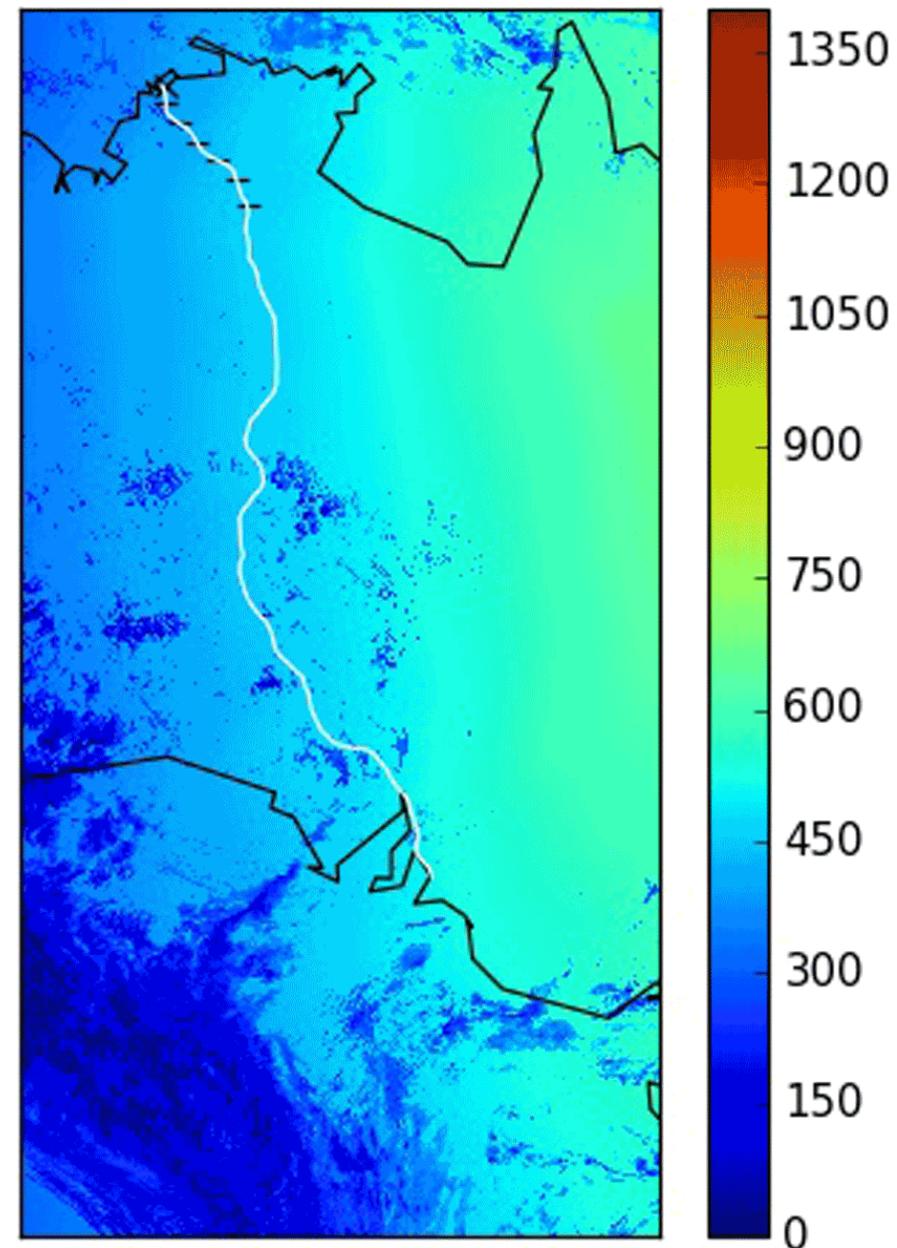
- CFD: Computational Fluid Dynamics (数値流体力学) を用いた解析
- サーバーの計算能力向上により再現性が向上
- C_D 値は優秀な乗用車の半分以下に?
- 前方投影面積はも乗用車の半分以下に



戦略支援 (衛星画像)



surface short wave flux
2019/10/12 08:00



EXAM SYSTEM by H. TAKENAKA

カーボンニュートラルを実現するソーラーカーの技術構成要素

太陽光発電

太陽電池、発電電力マキシマイザー



バッテリー

リチウムイオン電池、
バッテリー管理システム、
スーパーキャパシタ



エネルギーマネジメント

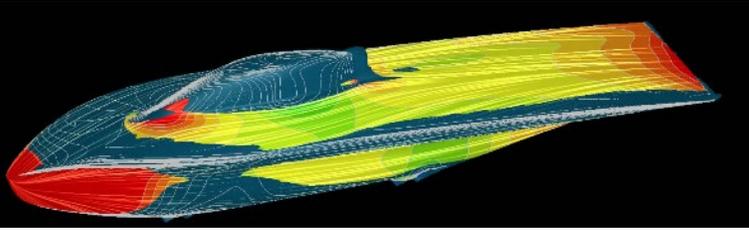
走行&発電エネルギー予測、テレメトリー、衛星画像処理による日射量推定

創

エネルギー

省

制



軽量 + 低空力ボディ

炭素繊維強化プラスチック
CFRP、数値流体解析CFD

高効率モーター

鉄系アモルファス箔積層コア
ダイレクトドライブDD
セラミック軸受け
インバーター



技術以外の要素

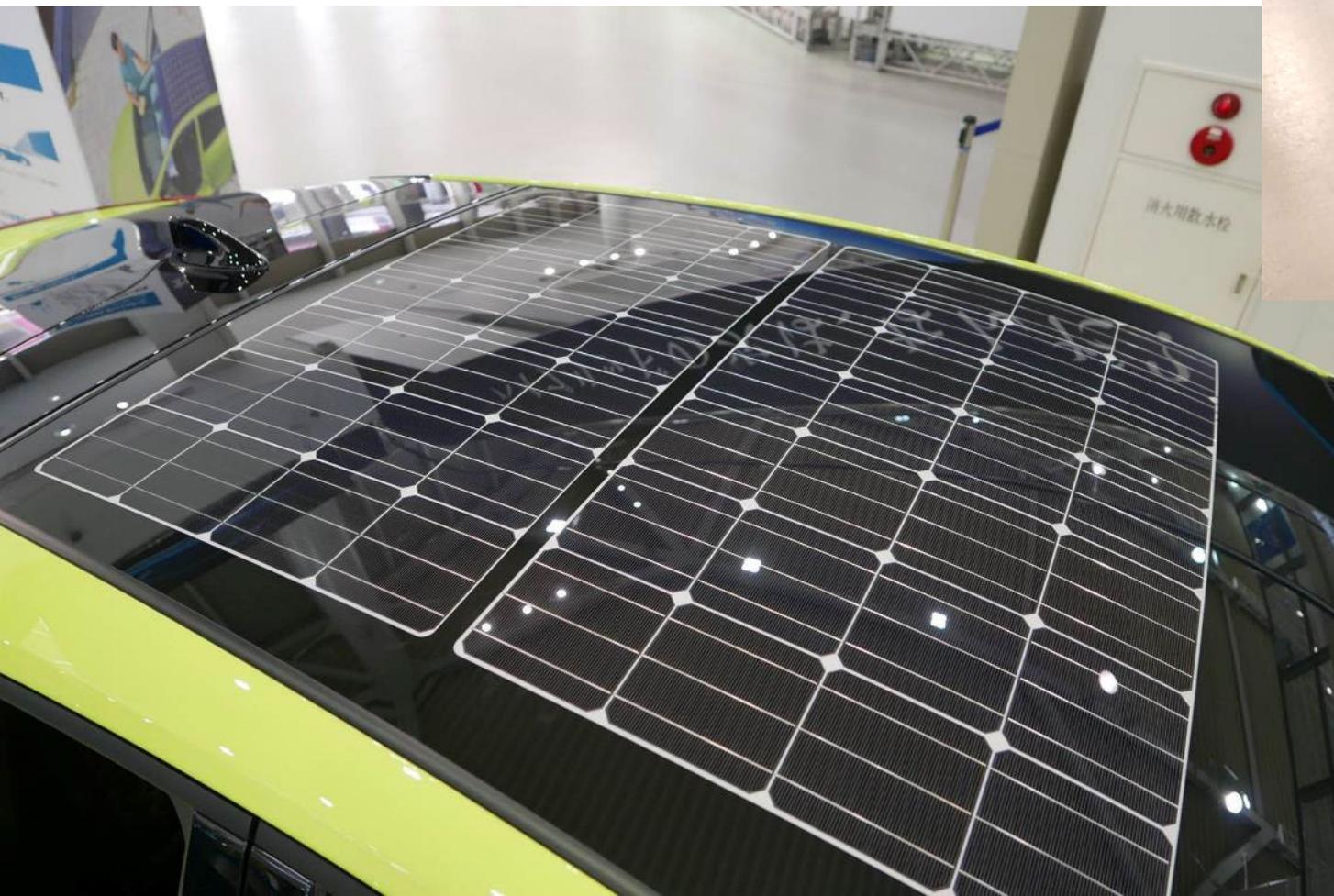
広報・ロジスティクス・予算管理・
キャンプ・国際交流など

2011 World Solar Challengeで二連覇

- パナソニック（三洋電機）製HIT太陽電池モジュールを搭載し、91.54km/hの平均速度で二度目の優勝



Toyota Prius PHV with Solar Module



東海大学ソーラーカーへの
太陽電池搭載実績（車載＋
曲面実装）がきっかけ

Toyota
bZ4X
with Solar Module



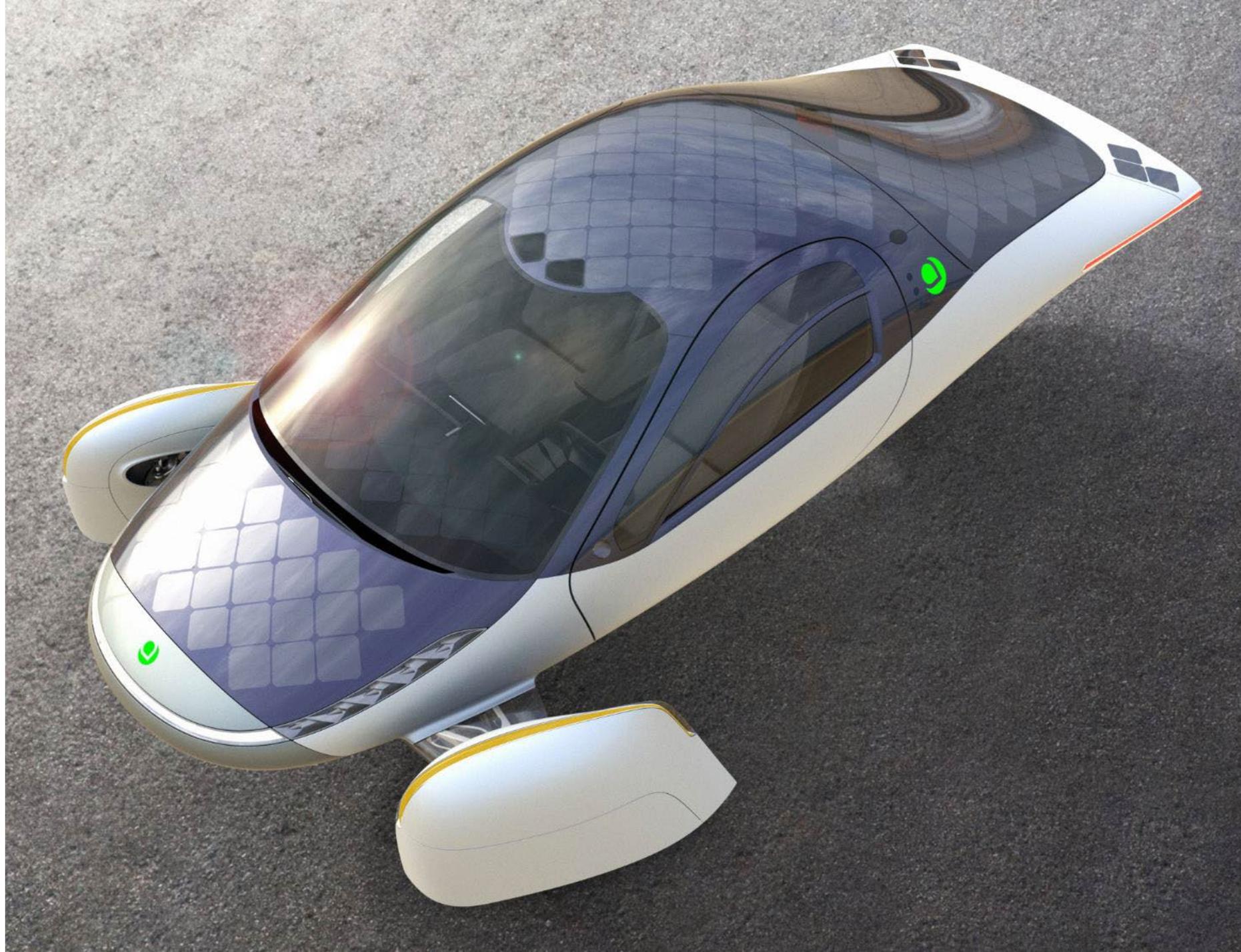
<https://global.toyota/jp/newsroom/toyota/36254708.html>



オランダ発 Light year 0

<https://lightyear.one/>

Aptera



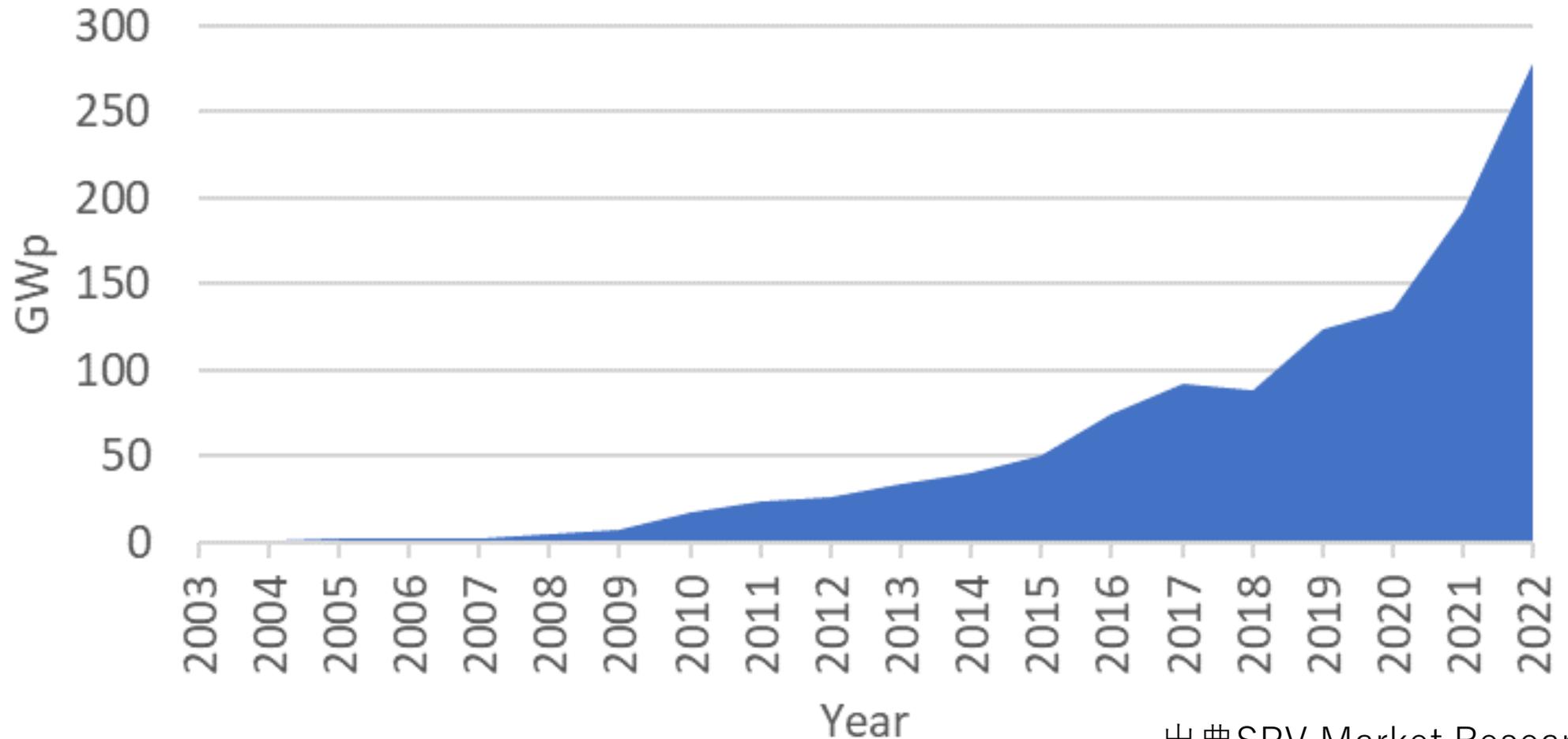
<https://aptera.us/>

最新ソーラーカーの性能

- 全長5m、全幅1.2m、全高1.1m
- 車体重量140kg（バッテリー込み）
- 太陽電池はシリコン系4m²
- 1kWの電力で80km/h以上の平地巡航が可能
- 5kWhのリチウムイオンバッテリーで、400km以上を走行可能
- 速度を落とせば500km以上も
- オーストラリアであれば、1日650km程度を移動できる
- CD値は0.1を切らないと説明が付かない？



太陽電池生産量の推移

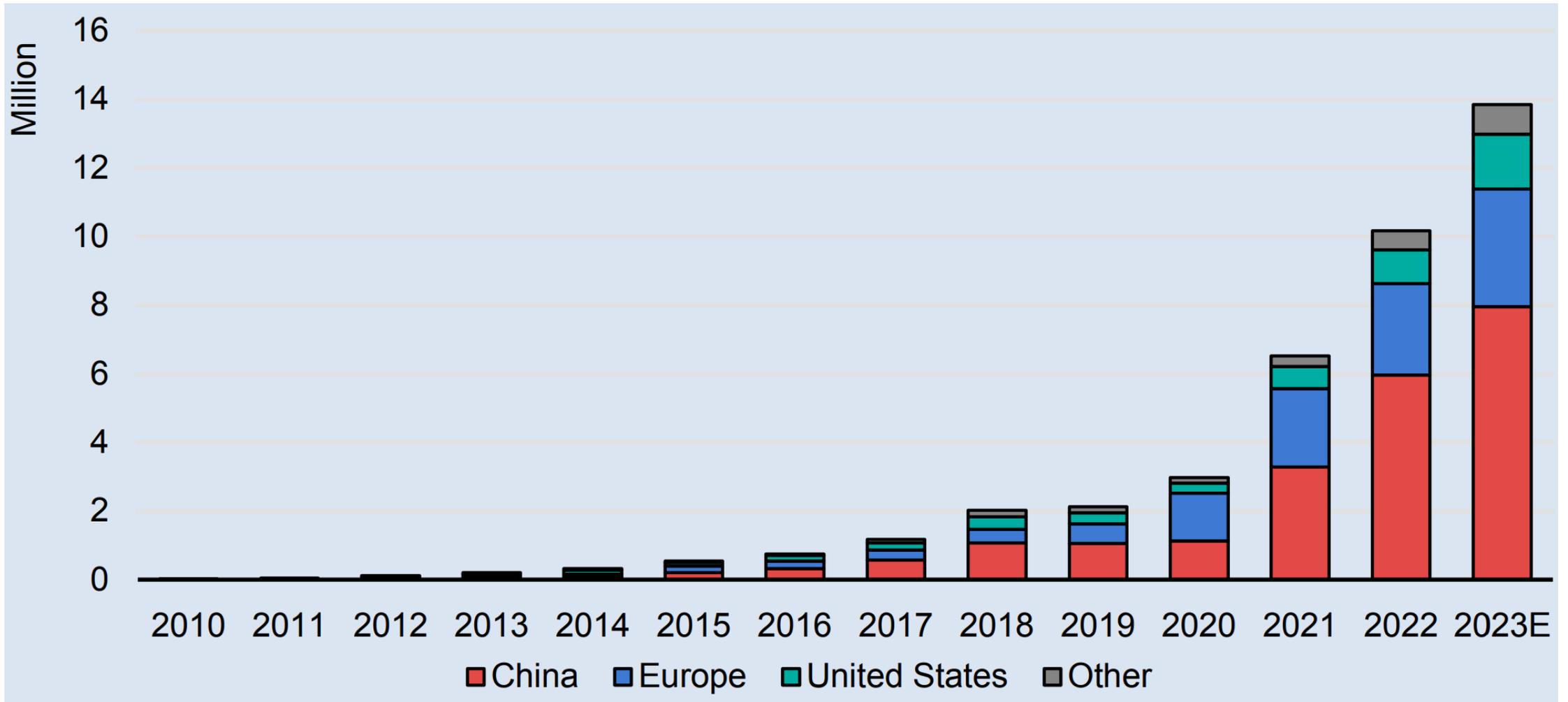


出典SPV Market Research

100万kW（キロワット）の発電所 = 1GW

2022年だけでも数百基分が生産されたことに！！エネルギー基準でも数十基分に相当

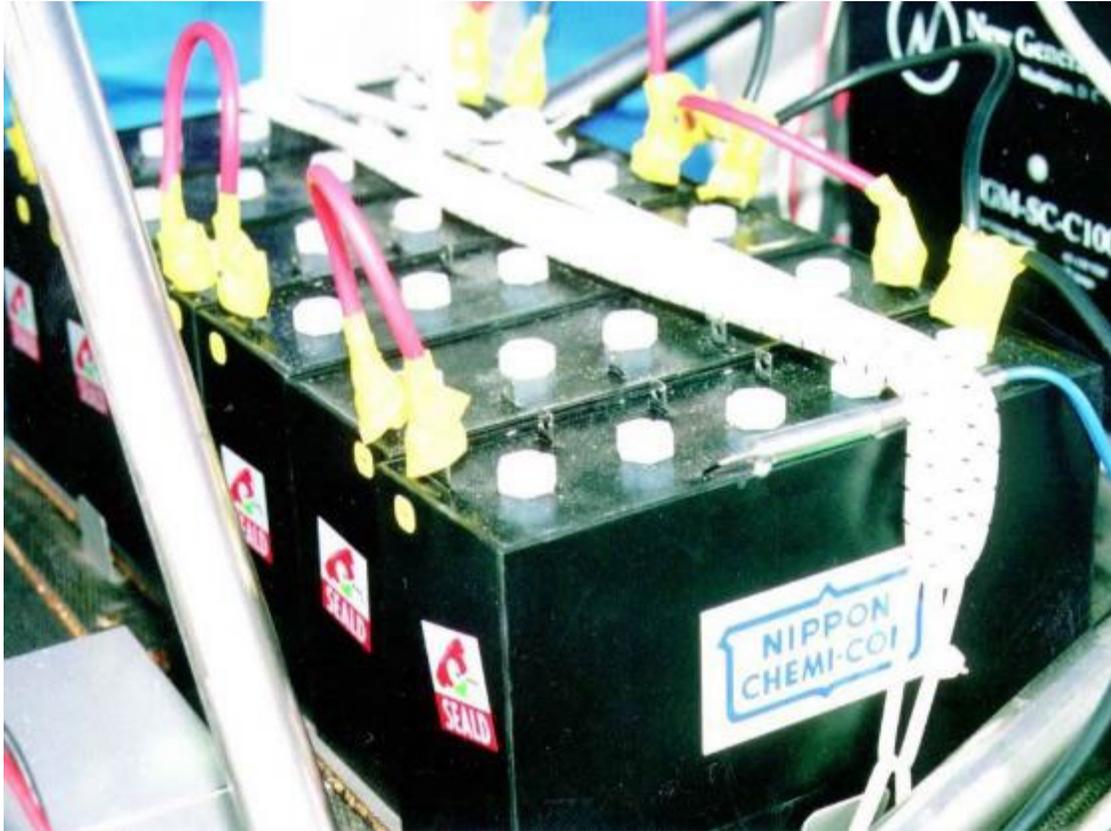
EVの出荷台数



IEA Global EV Outlook 2023より

2022年は、BEVだけでも1000万台超え
2023年は1400万台 & 全体シェア20%

1997年に東海大学ソーラーカーで 電気二重層キャパシタの搭載試験



- 注：加減速が少ないオーストラリア大会では使用していません

日本ケミコン 電気二重層キャパシタ

- 巨大容量コンデンサ
- マツダ i-ELOOPなどで採用
- 東海大ソーラーカーに1997年に世界初搭載

DLCAP™

Electric Double Layer Capacitors

2020

CAT.NO.1009H



低転がり抵抗タイヤ

BRIDGESTONE

株式会社ブリヂストン



ソーラーカー用低転がり抵抗タイヤ
ブリヂストン ECOPIA with Ologic 95/80 R16

直径が大きく、幅が狭い
ラジアルタイヤ



BMW i3 (BMWサイトより)

ソーラーUAV（ソーラー無人飛行機）



衛星通信を利用した運航管理システムの研究開発

各機関の強みを生かした相互連携

高高度無人実証実験機の研究開発



飛行システムの
設計・開発



機体の設計・開発、
全体組み込み



ドローン通信系の
設計・開発

NEDOプロジェクト

- 2017年度「ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト」



