

市民電力ゼミ 2023年4月21日

# 期待高まる『ペロブスカイト』 の現状と展望

---

桐蔭横浜大学 医用工学部 臨床工学科  
教授 池上和志

# 脱炭素社会に貢献する「桐蔭発」のペロブスカイト太陽電池

ペロブスカイト太陽電池とは？

桐蔭横浜大学で発明の  
次世代型太陽電池

低コスト  
簡易な製造方法、安価な材料

高効率(25%以上)

低照度でも高い効率

フレキシブル化

課題  
温度・湿度・光耐久性

高耐久化

高効率化

モジュール化

高耐放射線化

高効率と高耐久性を有する  
ペロブスカイト太陽電池モジュールの開発

IoT電源として事業化

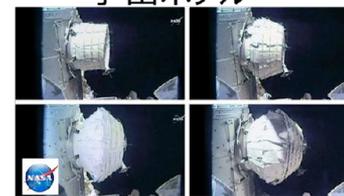
宇宙用途への展開

Internet of Things

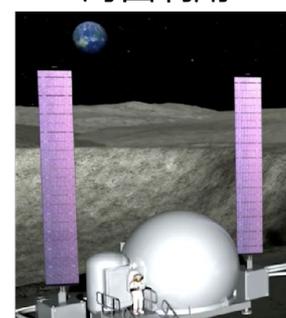
ウェアラブル機器

モニタ機器

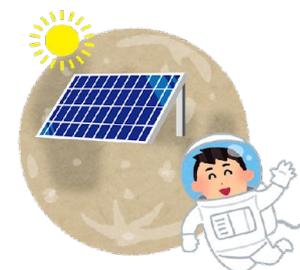
宇宙ホテル



月面利用



宇宙用太陽電池



## 2030年度における電源構成の目標

	分類	2019年時点	2030年 (目標)	2030年 (令和3年発表)
非化石	再生可能エネルギー	18%	22～24%	36～38%
	水素・アンモニア	0%	0%	1%
	原子力	6%	20～22%	20～22%
化石	LNG	37%	27%	20%
	石炭	32%	26%	19%
	石油など	7%	3%	2%

※「エネルギー基本計画(素案)の概要」(経済産業省)より作成



## 2030年度目標における再生可能エネルギー(36~38%)の内訳

分類	電源構成の比率(2030年度の目標)
太陽光	約15%
風力	約6%
地熱	約1%
水力	約10%
バイオマス	約5%

※「エネルギー基本計画(素案)の概要」(経済産業省)より作成。



# カーボンニュートラルな未来へ。

カーボンニュートラルへの挑戦こそが、  
日本に次の成長をもたらす原動力。

今こそ、技術大国・日本の出番です。  
世界を変えるイノベーションを、次々と。

そして、ひとりひとりの力を合わせて、  
カーボンニュートラルな未来へ。  
2050年。そこには、新しい日本が待っています。



公募等情報



洋上風力発電の低コスト化



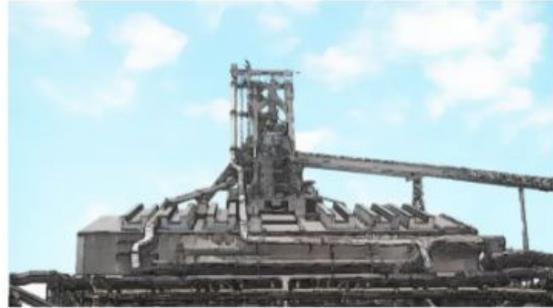
次世代型太陽電池の開発



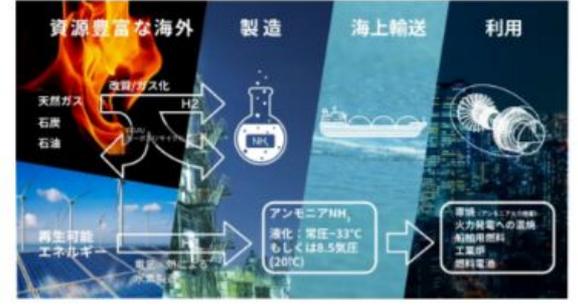
大規模水素サプライチェーンの構築



再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造



製鉄プロセスにおける水素活用



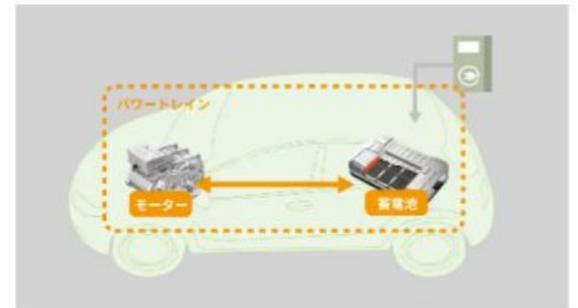
燃料アンモニアサプライチェーンの構築



CO<sub>2</sub>等を用いたプラスチック原料製造技術開発



CO<sub>2</sub>を用いたコンクリート等製造技術開



次世代蓄電池・次世代モーターの開発



## プロジェクト概要

---

2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、太陽光発電を含む再生可能エネルギーの主力電源化を目指し、最大限導入を進めていく必要があります。平地の少ない我が国において、太陽光発電の適地を確保する手段の一つとして、既存の技術では設置できなかった、耐荷重の小さい工場の屋根やビル壁面等への導入が考えられます。そうした場所への設置を実現するためには、電池の軽量性や壁面等の曲面にも設置可能な柔軟性等を兼ね備え、性能面（変換効率や耐久性等）でも従来のシリコン太陽電池に匹敵する次世代型太陽電池の開発が不可欠です。

そこで本プロジェクトでは、次世代型太陽電池（ペロブスカイト太陽電池）の基盤技術の開発や、製品レベルの大型化を実現するための各製造プロセス（例えば、塗布工程、電極形成、封止工程など）の個別要素技術の確立に向けた研究開発を行うことを通して、現時点における従来型シリコン太陽電池と同等の発電コスト14 円/kWh 以下の達成を2030年までに目指します。



# グリーンイノベーションによるペロブスカイト太陽電池開発の目標

## ①実験室サイズでの性能向上

具体的な課題例：

- ・変換効率の更なる向上
- ・長期に安定した性能を維持する耐久性

### 太陽電池セルに係る基礎技術の確立

- ・最適な材料組成の開発
- ・結晶構造等に係る要素技術の開発
- ・物性や電池性能を適切に把握する技術の開発等

## ②大型化・耐久性向上

具体的な課題例：

- ・性能を維持しつつ、大型化およびモジュール化する技術
- ・様々な耐久性等の試験のクリア

### モジュール化に係る要素技術の確立

- ・均一に塗布する技術の開発
- ・耐久性を向上させる封止技術開発上記を実現し、高品質化する製造プロセスの要素技術の開発等

## ③実装・実用化

具体的な課題例：

- ・ユーザー企業等の用途を考慮した製品化等の本格検討
- ・実際の屋外環境において性能を維持

### 量産技術の確立と実証試験

- ・ユーザー企業の用途を考慮した仕様のすり合わせ
- ・量産レベルで高い品質を維持しつつ、低コスト化する技術の開発等

①次世代型太陽電池基盤技術開発事業

②次世代型太陽電池実用化事業

③次世代型太陽電池実証事業

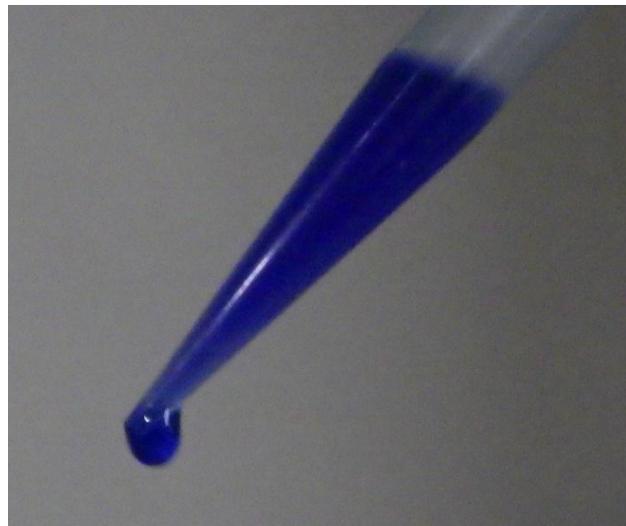


# ペロブスカイト太陽電池の研究開発の課題

## ① 実験環境



## ② 滴下量・速度



## ③ 回転速度、乾燥



## ④ 膜厚・表面解析



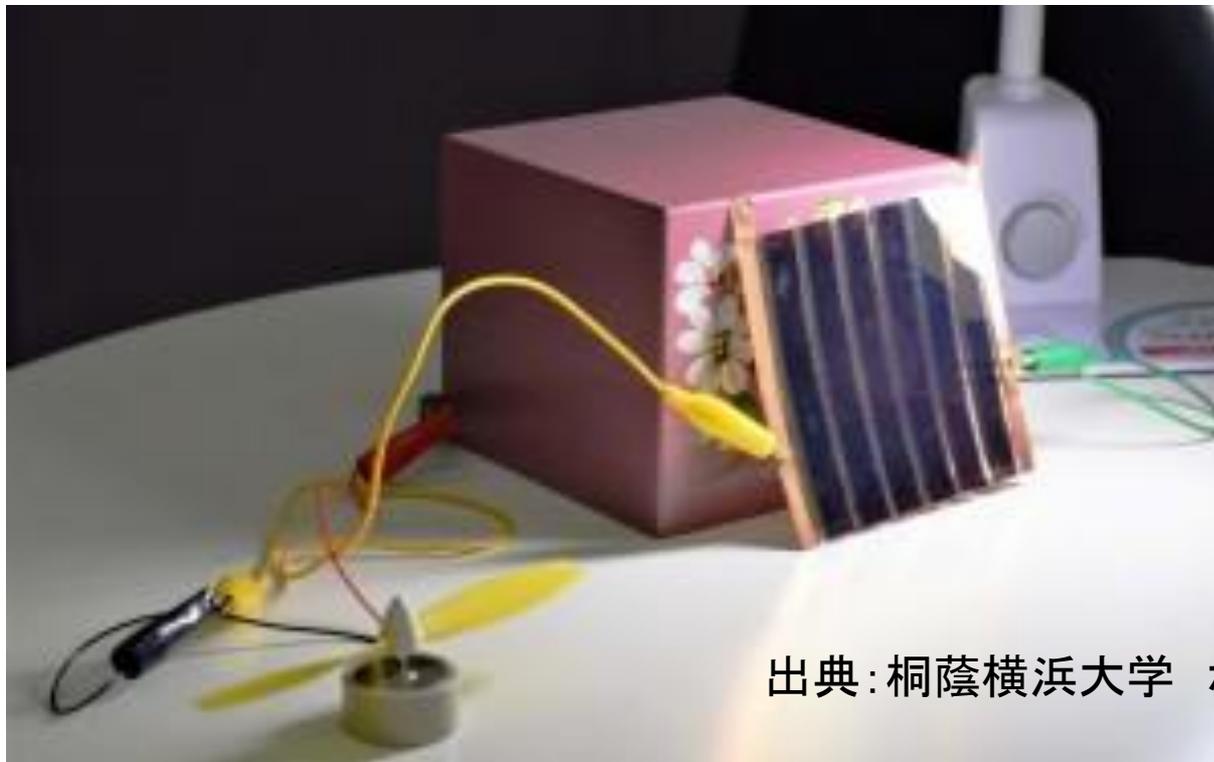
## ⑤ 特性評価



ペロブスカイト塗布の省力化・自動化  
⇒塗布溶液の改良  
⇒溶液供給を含めたシステム構築  
⇒さらに作製した太陽電池の評価へ

## ペロブスカイト太陽電池、なぜ注目？

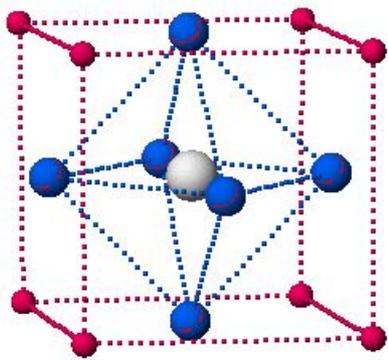
- ☺ 簡易な製造プロセスで、高効率太陽電池を実現できる。
- ☺ プラスチック基板等、軽量フレキシブル基板への作製も可能
- ☺ 既存のシリコン太陽電池との「タンデム化」も可能
- ☺ 太陽電池の用途の拡大  
→ 従来の未設置スペースへの太陽電池の設置



出典：桐蔭横浜大学 ホームページ



# ペロブスカイト型結晶 perovskite $ABX_3$ (X = ハロゲン)

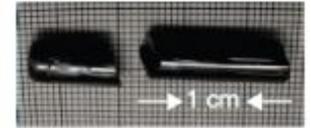
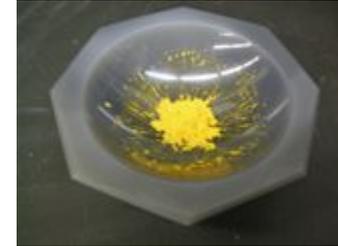


● A : 有機基<sup>+</sup>

● B サイト: 鉛<sup>2+</sup>, スズ<sup>2+</sup>

● X サイト: ハロゲン<sup>-</sup>  
(I<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>)

## 有機無機ペロブスカイト結晶 ( $ABX_3$ )



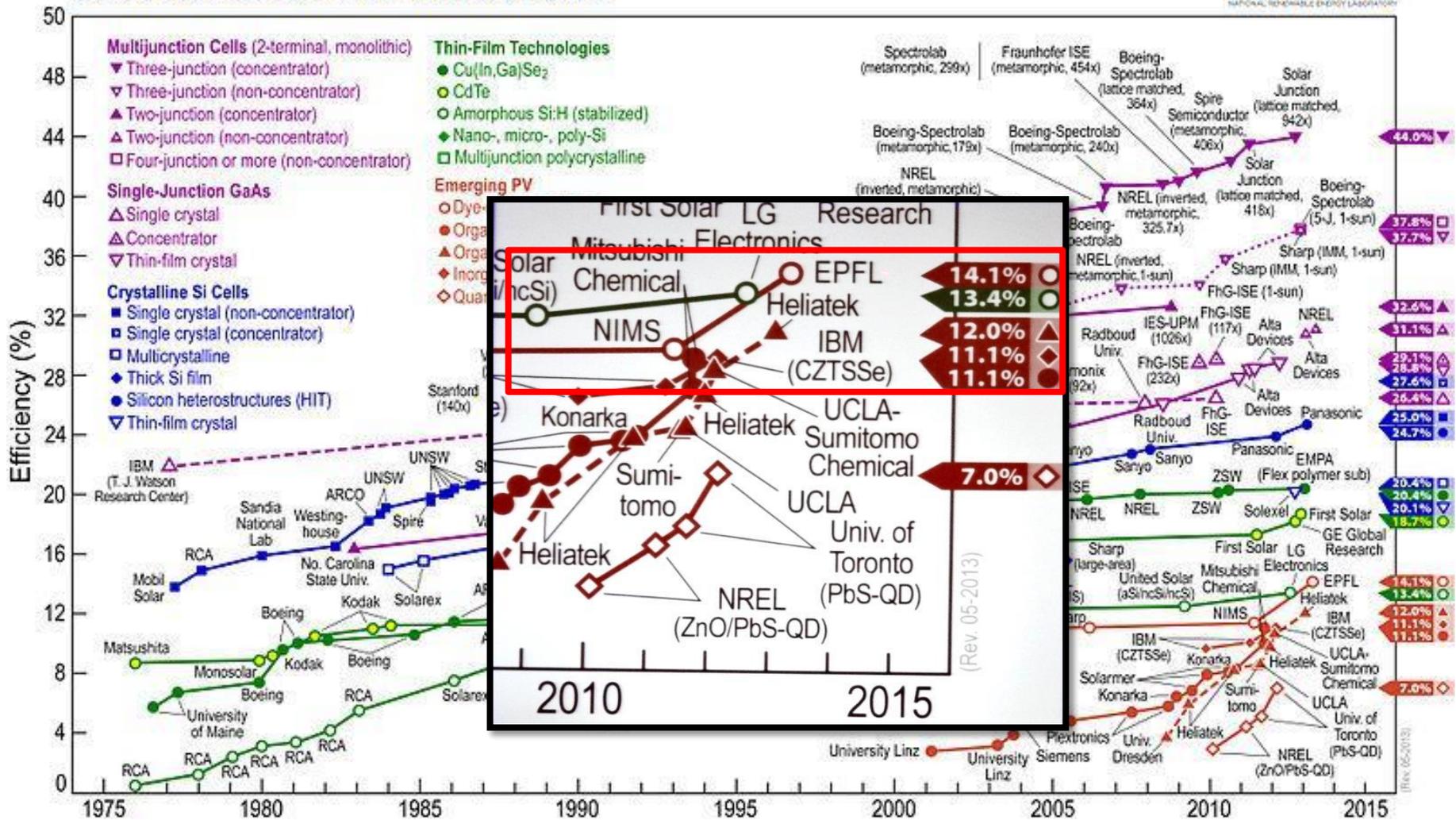
### 特質

- ・ イオン結晶であり液体に溶けるために塗布によって成膜できる
- ・ 強い光吸収をもつ半導体であり、薄膜 (< 1 $\mu$ m) で発電できる
- ・ A, B, Xを変えて光吸収波長(バンドギャップ)を変えられる
- ・ 化学合成によって自由な組成を作れる

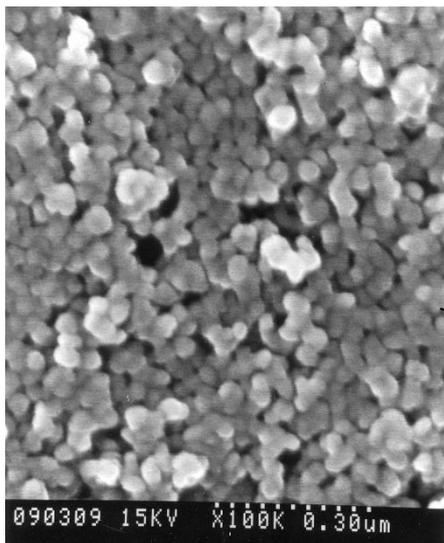


# Is the Perovskite PV a member of DSSC ? 2012 Oct

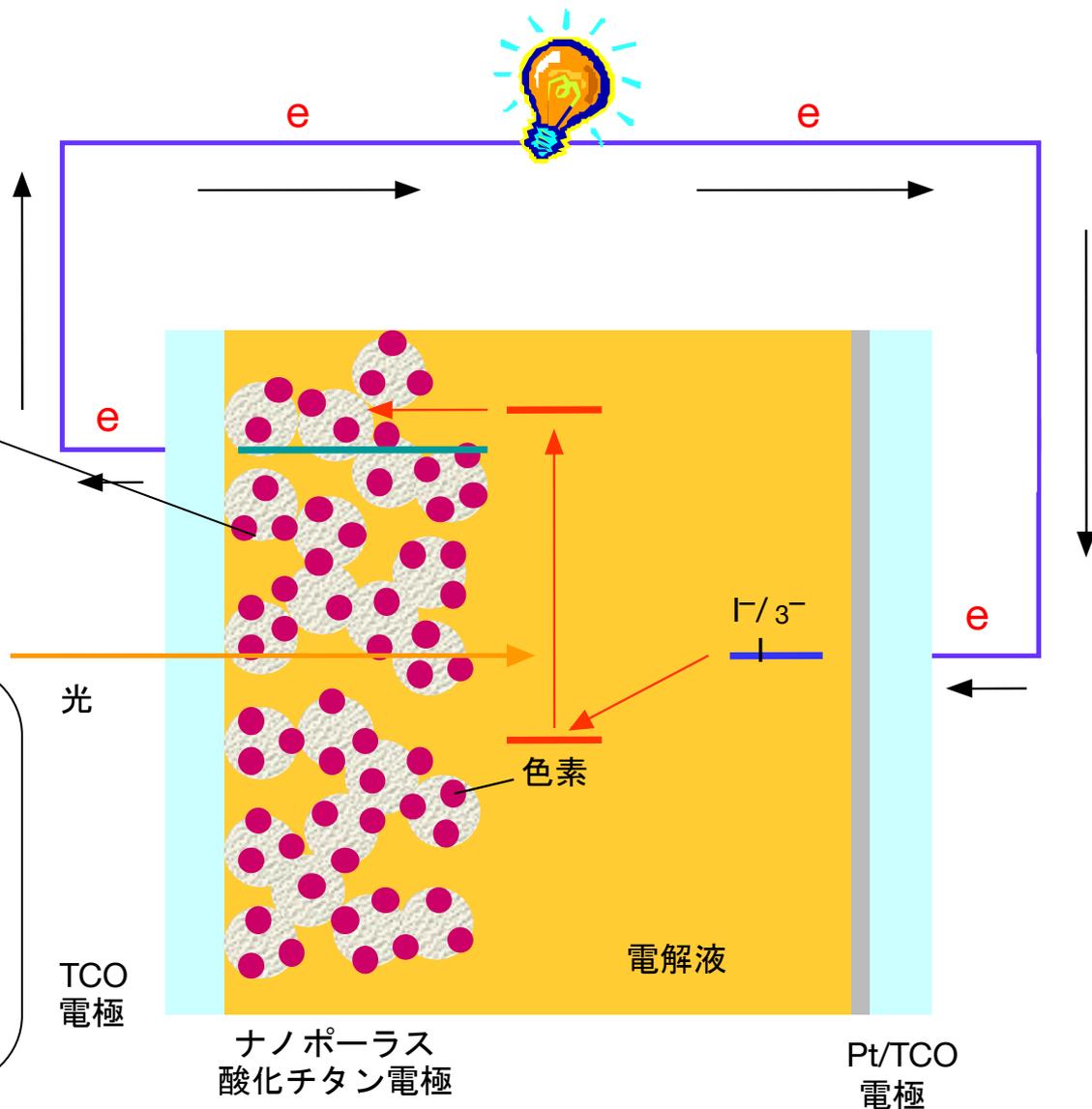
## Best Research-Cell Efficiencies



# 色素増感太陽電池の構造



- 電極 ( $F-SnO_2$ )
- 酸化チタン  
(ナノポーラスチタニア)
- 電解質 (ヨウ素レドックス)
- 色素 (有機、Ru錯体)



# 色素増感太陽電池の歴史

1968年 Gerischerら 酸化物半導体の光電気化学特性

1970年代 第1期 研究黄金期

1976年 坪村ら ZnO焼結体セル

ZnO単結晶電極、色素は電解液に添加

単色光で変換効率 1.5%、多孔質構造の重要性、  
吸着色素のみ増感作用を示す、等の基礎の確立

多孔質ZnOを使用した色素増感型太陽電池。  
ただし色素溶液を使用：色素を電極に吸着させず。

坪村、松村ら（大阪大学）

*Nature*, 1976, 261, pp402.

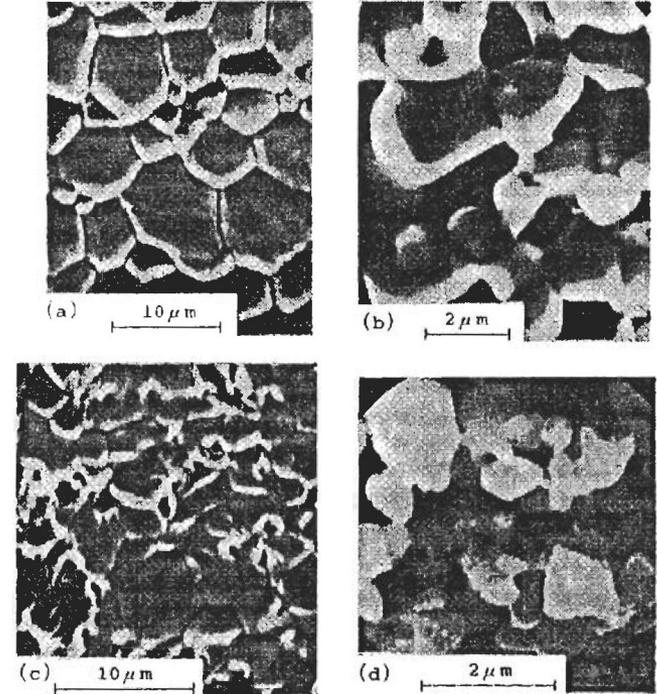


図3 各種ZnO粉末から得られた焼結体のSEM写真<sup>16)</sup>  
(a) 純粋のZnO粉末、(b) 2 mol/lの塩酸水溶液で1分間処理したZnO粉末、(c) ZnCO<sub>3</sub>粉末を25% (重量) 加えたもの、(d) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を0.5 mol%加えたもの。焼結条件にいずれも1300℃、1時間。

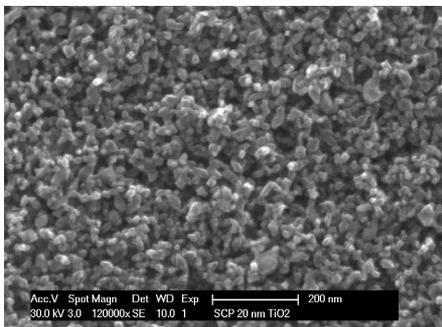


# 色素増感太陽電池の歴史

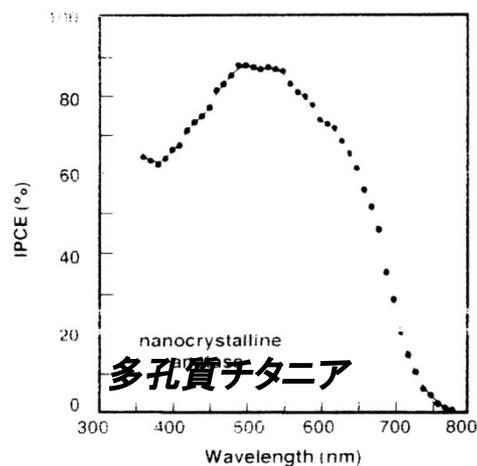
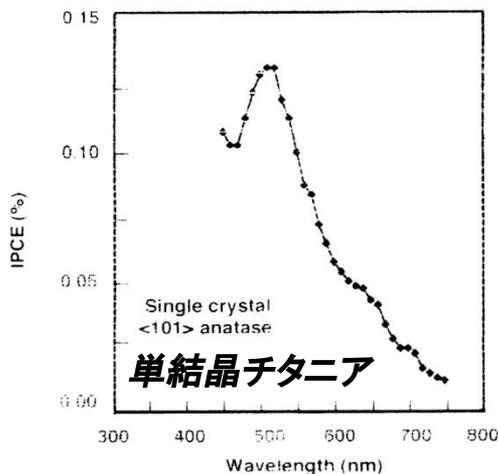
1991年 Grätzelセル

1990年代 第II期 研究黄金期

1993年 ルテニウム錯体 (N3)で変換効率10% (Grätzel)



多孔質チタニアを用いることにより  
光吸収効率を1000倍に、、、



変換効率7.1%、TiO<sub>2</sub>ナノ粒子焼結、ルテニウム錯体色素、ヨウ素レドックス

LETTERS TO NATURE

## A low-cost, high-efficiency solar cell based on dye-sensitized colloidal TiO<sub>2</sub> films

Brian O'Regan\* & Michael Grätzel†

Institute of Physical Chemistry, Swiss Federal Institute of Technology, CH-1015 Lausanne, Switzerland

THE large-scale use of photovoltaic devices for electricity generation is prohibitively expensive at present: generation from existing commercial devices costs about ten times more than conventional methods<sup>1</sup>. Here we describe a photovoltaic cell, created from low-to medium-purity materials through low-cost processes, which exhibits a commercially realistic energy-conversion efficiency. The device is based on a 10- $\mu\text{m}$ -thick, optically transparent film of titanium dioxide particles a few nanometres in size, coated with a monolayer of a charge-transfer dye to sensitize the film for light harvesting. Because of the high surface area of the semiconductor film and the ideal spectral characteristics of the dye, the device harvests a high proportion of the incident solar energy flux (46%) and shows exceptionally high efficiencies for the conversion of incident photons to electrical current (more than 80%). The overall light-to-electric energy conversion yield is 7.1–7.9% in simulated solar light and 12% in diffuse daylight. The large current densities (greater than 12 mA cm<sup>-2</sup>) and exceptional stability (sustaining at least five million turnovers without decomposition), as well as the low cost, make practical applications feasible.

\* Present address: Department of Chemistry, University of Washington, Seattle, Washington 98195, USA.

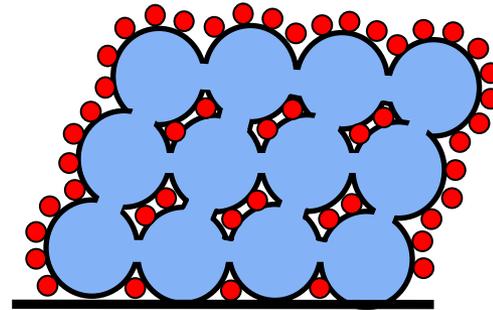
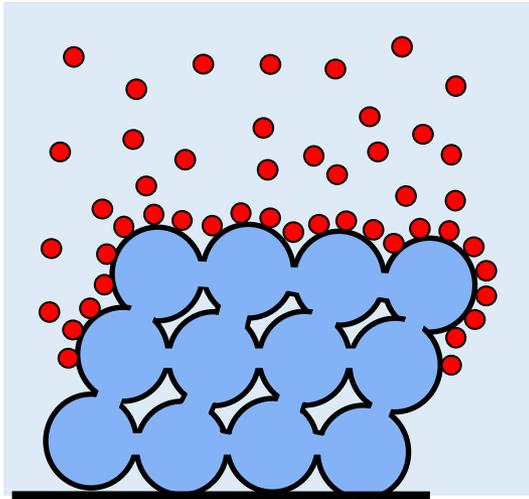
† To whom correspondence should be addressed.

NATURE · VOL 353 · 24 OCTOBER 1991

737

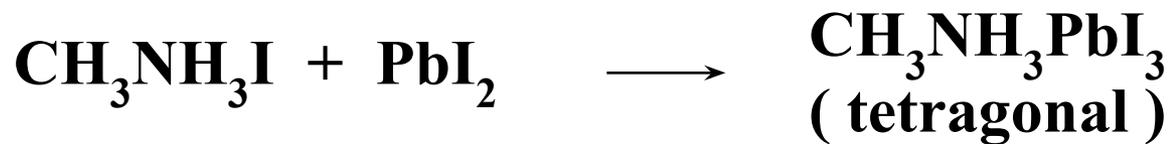
*Nature*, 1991, 353, pp737.

ペロブスカイト太陽電池は 色素増感太陽電池の色素から。



色素吸着酸化物  
半導体電極

特徴： 自己組織的な結晶化反応 (CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub>の場合)



CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>I

+



PbI<sub>2</sub>

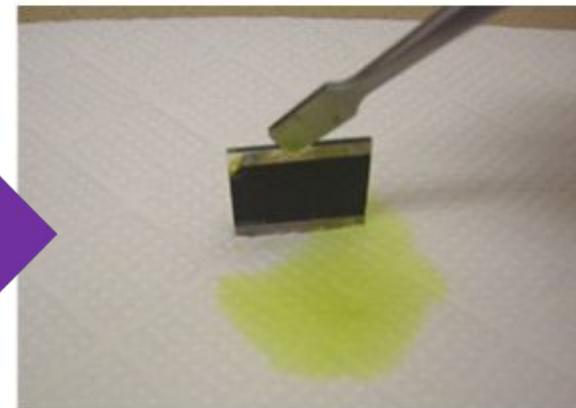
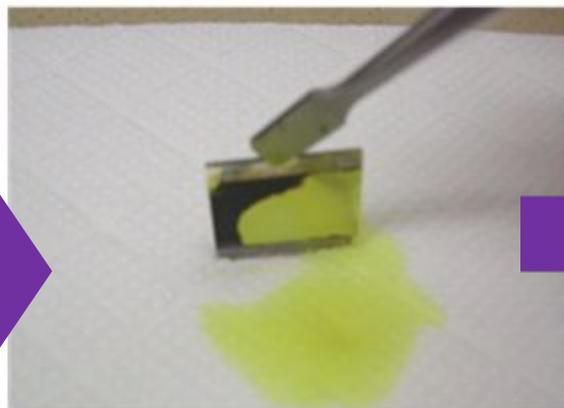
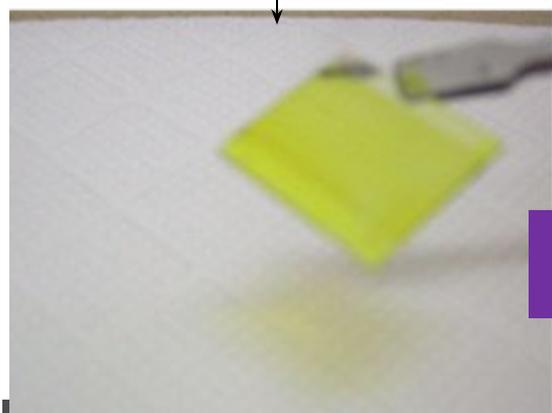
→



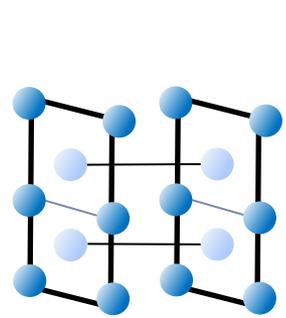
CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub>



in GBL

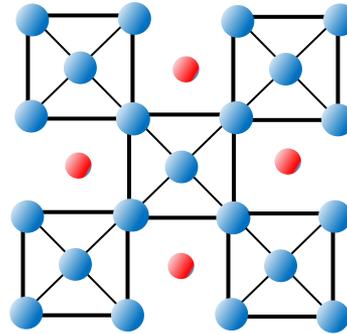


# Formation of Perovskite structure

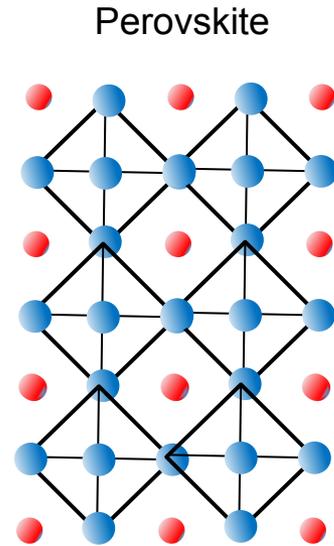


PbI<sub>2</sub>  
density 6.16 g/cm<sup>3</sup>

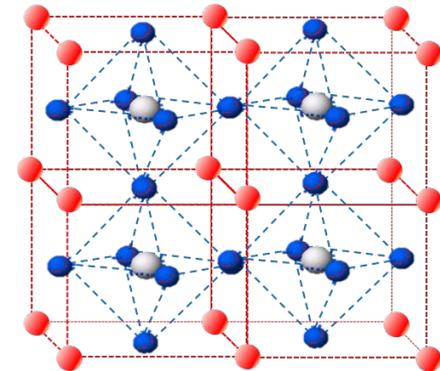
Integration of  
methylammonium  
iodide



Higher  
temperature



(CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>)PbI<sub>3</sub>  
density 4 g/cm<sup>3</sup>



Scienceexpress

## Efficient Hybrid Solar Cells Based on Meso-Superstructured Organometal Halide Perovskites

Michael M. Lee,<sup>1</sup> Joël Teuscher,<sup>1</sup> Tsutomu Miyasaka,<sup>2</sup> Takuro N. Murakami,<sup>2,3</sup> Henry J. Snaith<sup>1\*</sup>

We report on a solution-processable solar cell that overcomes the fundamental losses of organic absorbers and disordered metal oxides. We followed the ETA approach and used a perovskite absorber and mesoporous TiO<sub>2</sub> as the transparent n-type component, and 2,2(7,7(-tetrakis-(*N,N*-di-*p*-methoxyphenylamine)9,9(-spirobifluorene))) (spiro-OMeTAD) as the transparent p-type hole conductor. These devices ex-

# ETA (Extremely Thin Absorber) 太陽電池

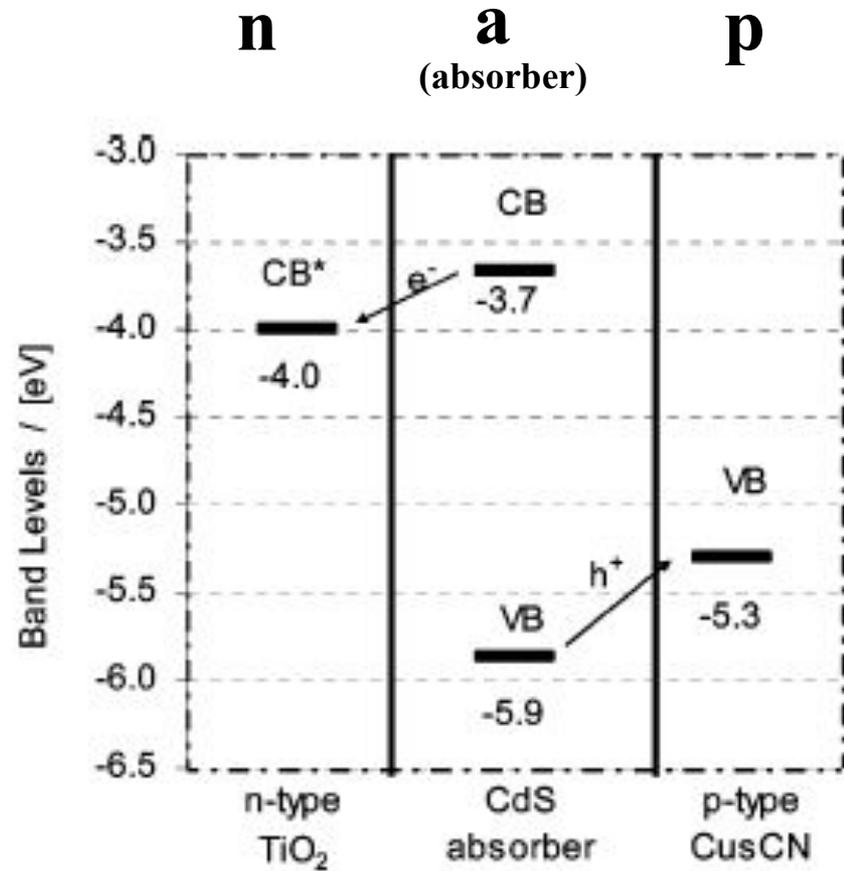
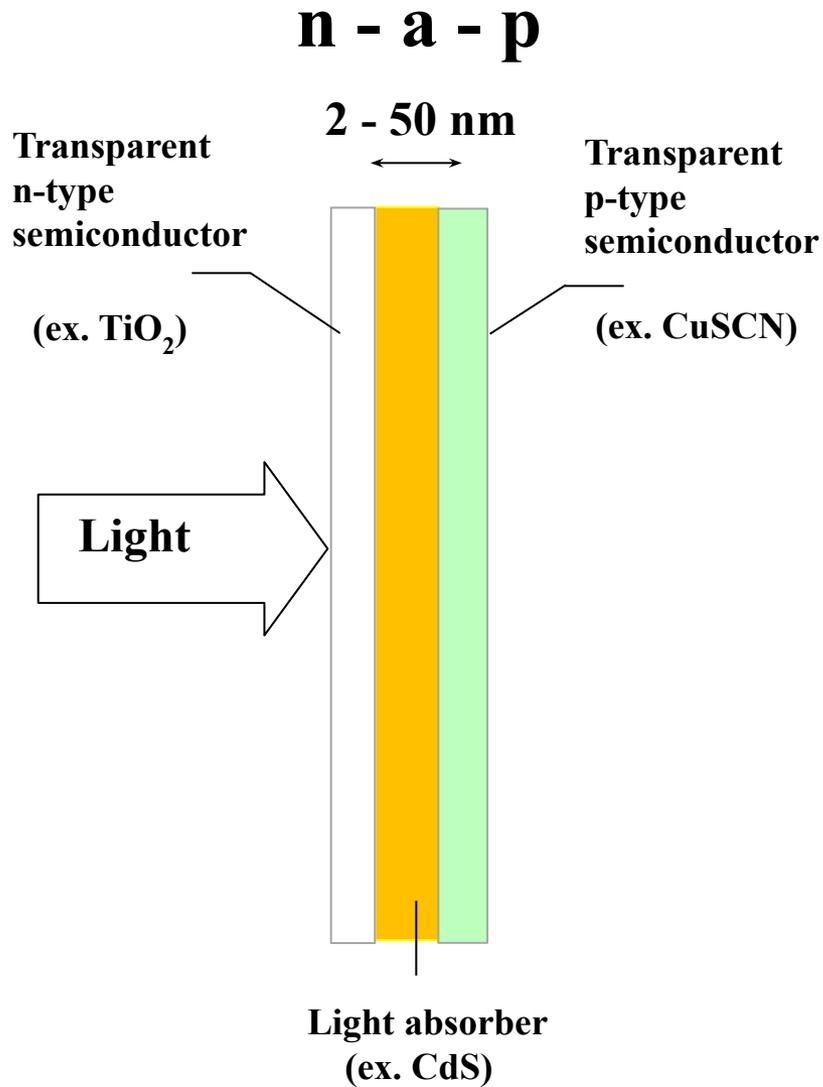
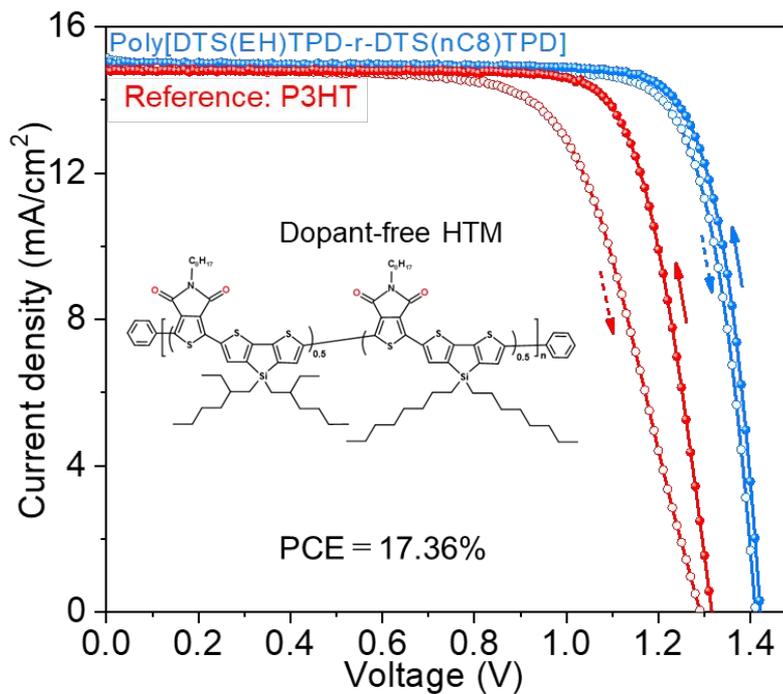
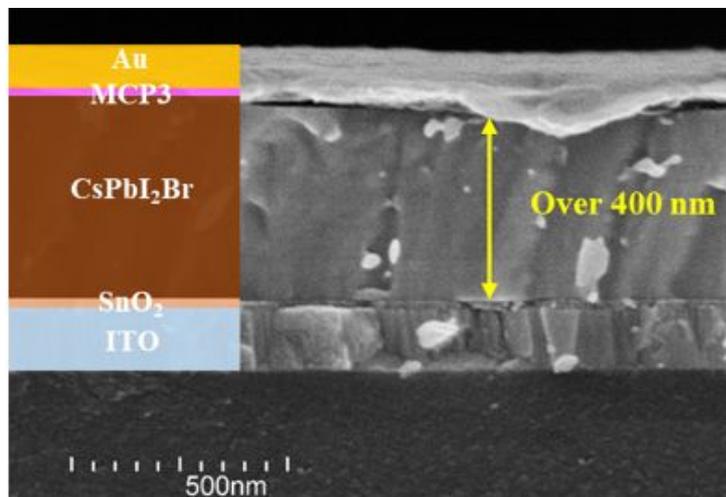


Figure 4. Measured energy band levels of components of the  $\text{TiO}_2/\text{CdS}/\text{CuSCN}$  cell;  $\text{CB}^*$  of  $\text{TiO}_2$  was taken from the literature; CB of the CdS coating was calculated by adding the absorption onset of 2.2 eV to the VB value; and VB values were measured as ionization potentials.



CsPbI<sub>2</sub>Brと無ドーブの高分子正孔輸送材料poly(DTSTPD-r-BThTPD)を用いるペロブスカイト光電変換素子の断面構造とJ-V特性（正孔輸送材料P3HTとの比較）

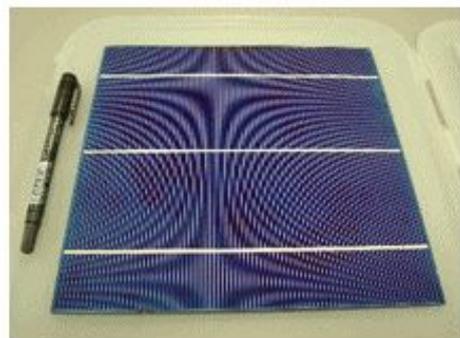
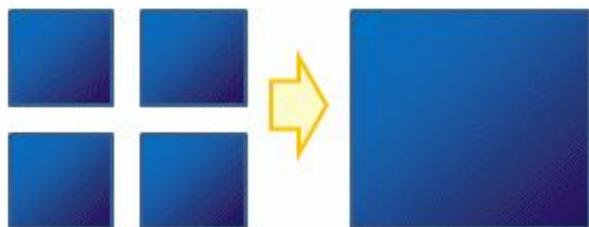


圧倒的に薄い



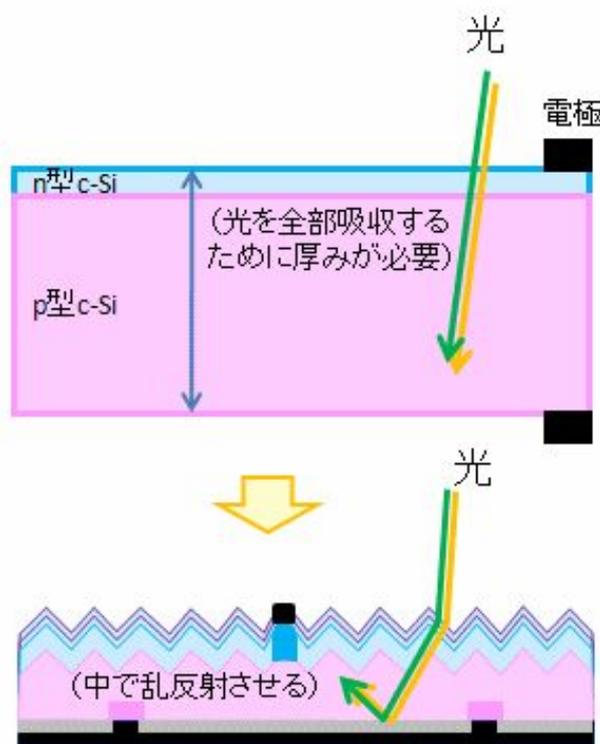
# シリコン太陽電池は、厚みは $300\mu\text{m}$ ( $0.3\text{mm}$ )

ウエハの大型化  
( $10\text{cm}$ 前後 $\rightarrow 20\text{cm}$ 角以上)

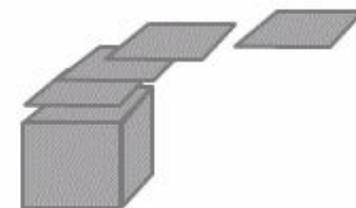


21cm角多結晶シリコン太陽電池  
(提供: Q-Cells)

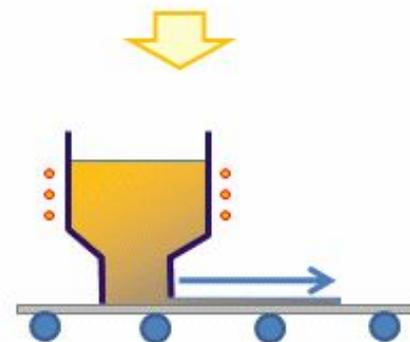
ウエハの薄型化  
( $300\mu\text{m}$ 以上 $\rightarrow 150\mu\text{m}$ 以下)



リボンシリコンウエハ



Siインゴット(塊)を  
切断・研磨して  
ウエハを作成  
(一般的な手法)

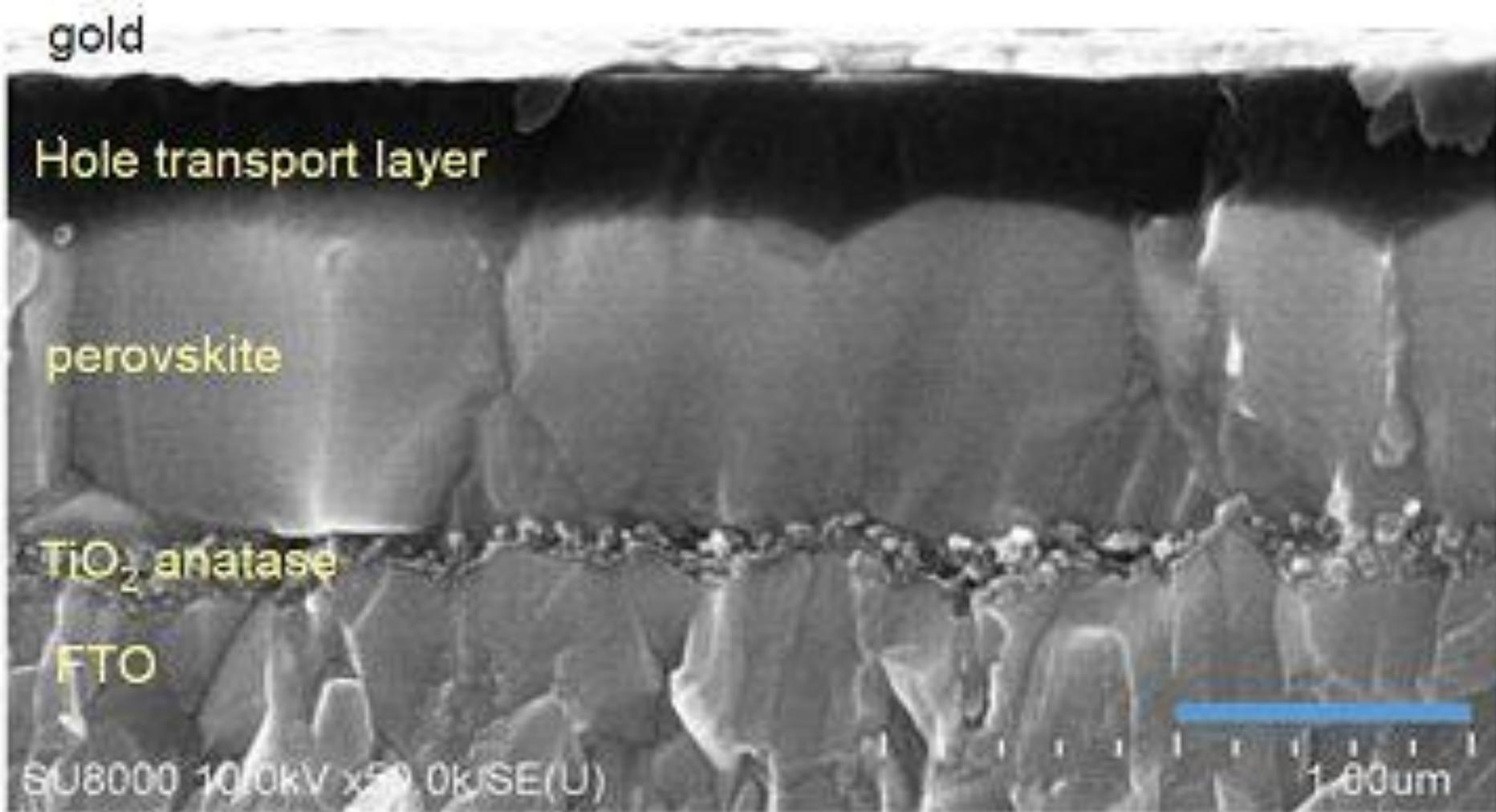


融けたシリコンを  
直接シート状にする

出典:産総研 さまざまな太陽電池



# ペロブスカイト太陽電池の発電層は、 $1\mu\text{m}$ 以下

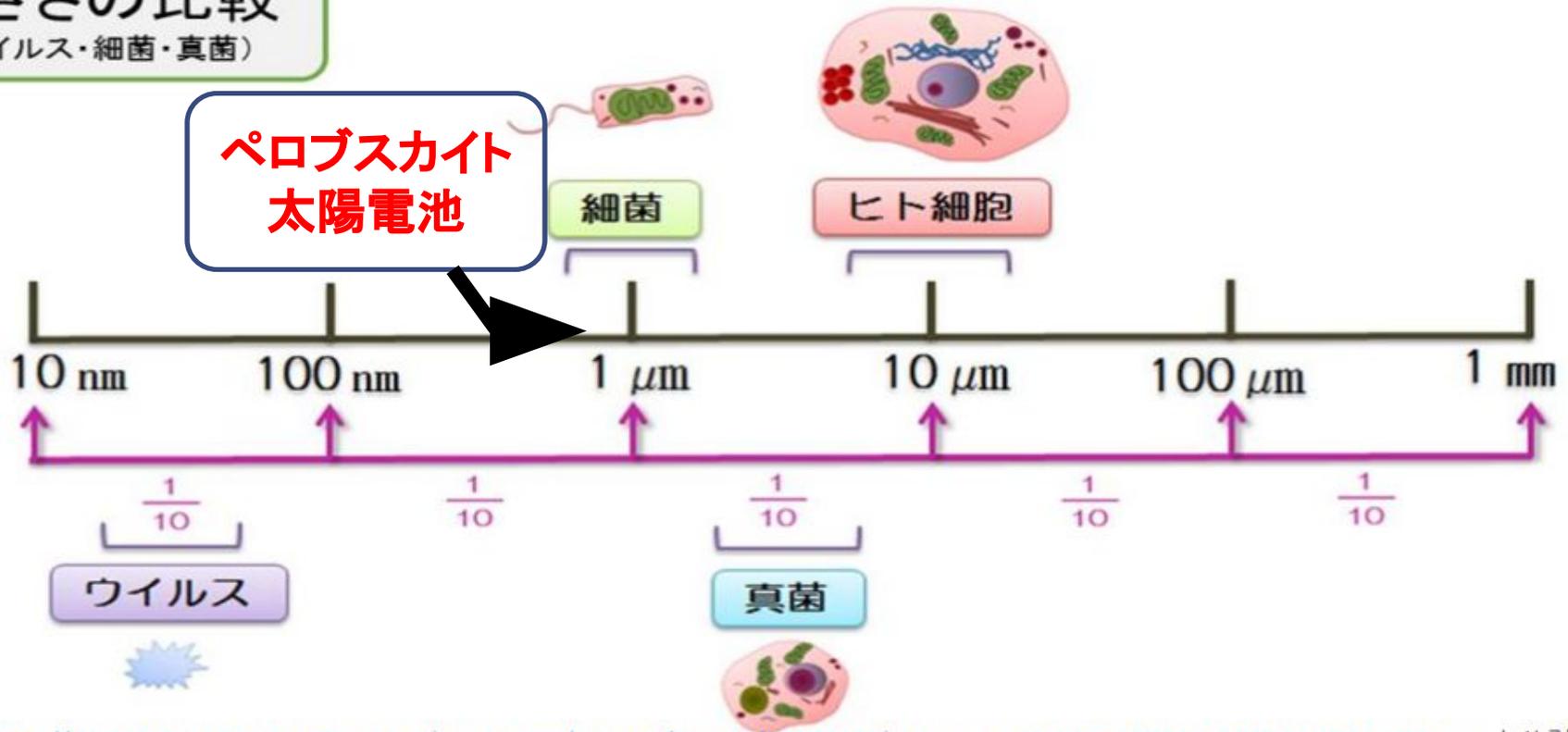


# 1μmがどれくらい薄いかな？

## ウイルス / 細菌 / 真菌 の大きさ

### 大きさの比較

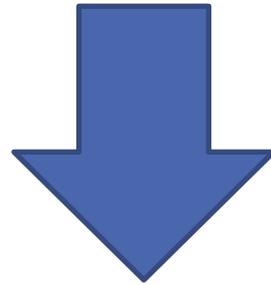
(ウイルス・細菌・真菌)



[https://d2l930y2yx77uc.cloudfront.net/production/uploads/images/18180832/picture\\_pc\\_8b39fcd5f9f718a58758fa12f36a20fa.png](https://d2l930y2yx77uc.cloudfront.net/production/uploads/images/18180832/picture_pc_8b39fcd5f9f718a58758fa12f36a20fa.png)より引用



圧倒的に薄い  
使用する材料が少ない。



どのようにビジネスにするか？



# ペロブスカイト結晶の発見と、太陽電池への応用

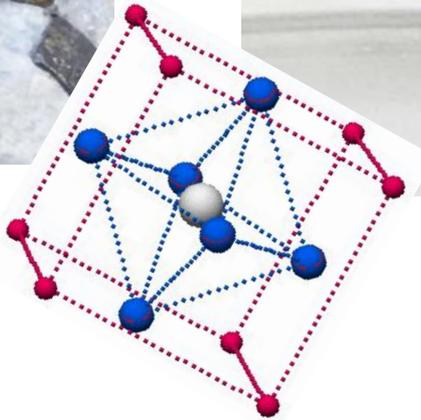
- ペロブスカイト太陽電池は、鉛を原料にした太陽電池



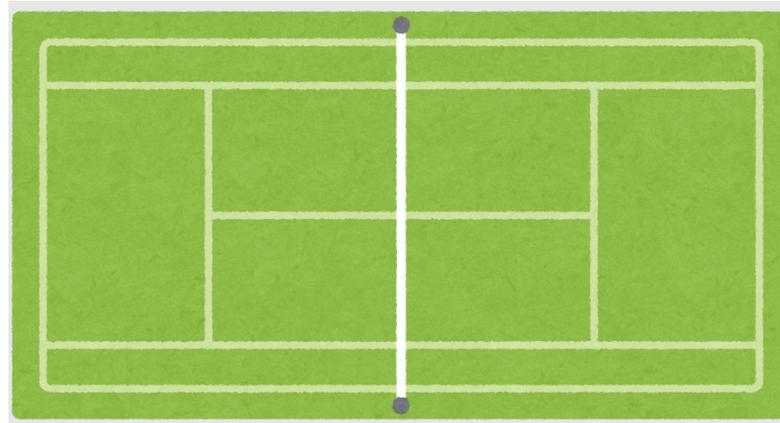
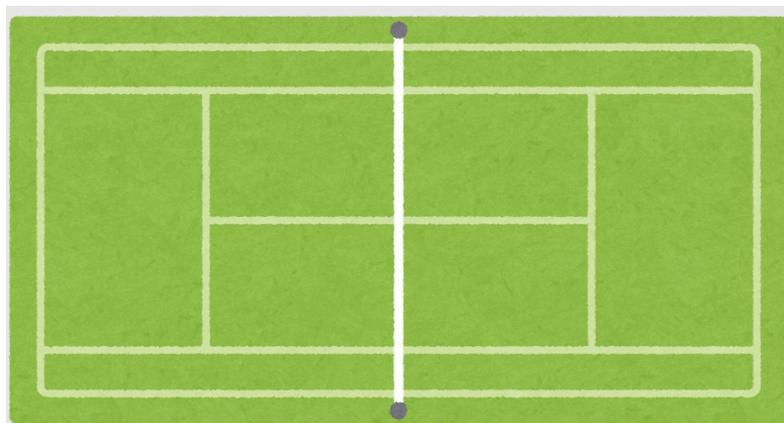
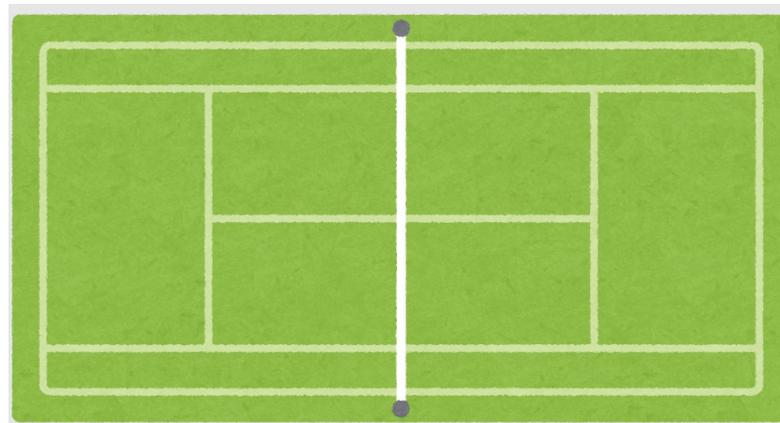
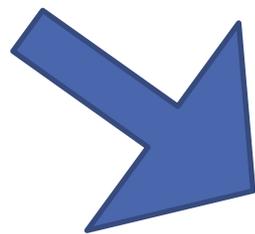
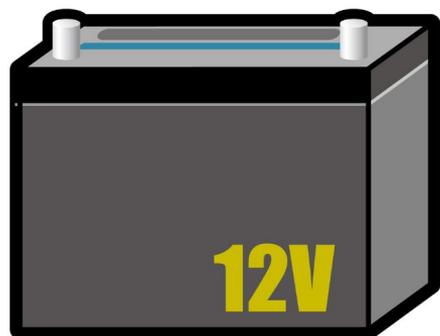
$\text{CaTiO}_3$   
1850~



$\text{MAPbBr}_3$   
1978~



- 車のバッテリーは鉛電池ですが、あれ1つから、約700平方メートルのペロブスカイト太陽電池が作れます。(ヘンリー・スネイス談)



# エプソンのプリンターが「インクで儲ける」仕組みを自ら覆した理由

山田英夫：早稲田大学ビジネススクール教授 [著者の新規記事を通知](#)

連載 [事例で学ぶ「ビジネスモデルと戦略」講座](#) [特集・連載の更新を通知](#)

2020.9.12 5:15 [会員限定](#)

[いいね!](#)

[シェアする](#)

[Tweet](#)

337

[B!](#)



[A](#)

[A](#)

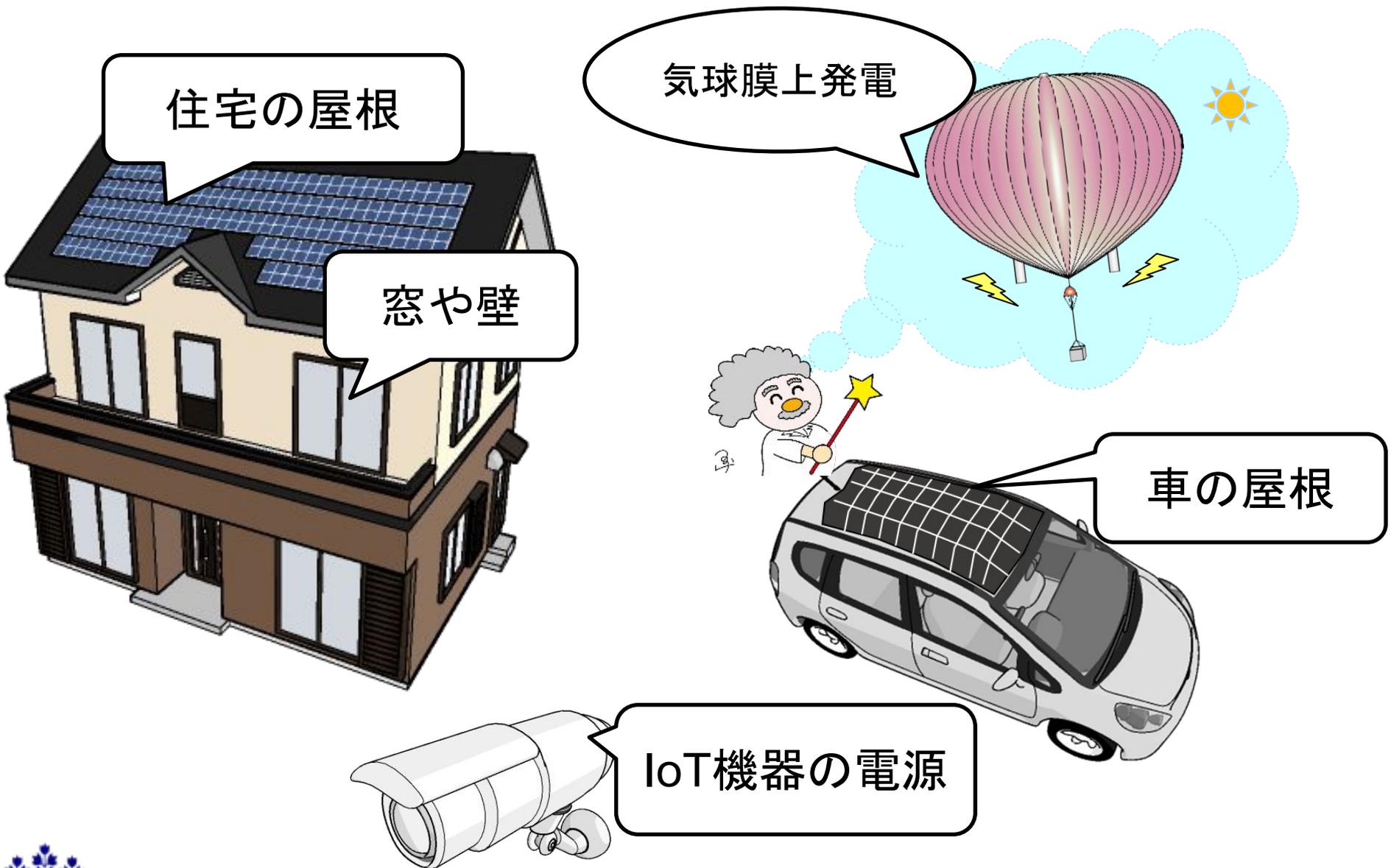


大容量インクタンク搭載インクジェットプリンター（EW-M630TB） 写真：エプソン提供

一度確立したビジネスモデルを革新するようなアイデアを実現することは非常に難しい。しかしビジネスの環境が大きく変わる中、同じビジネスモデルが通用し続ける保証もない。どのようにビジネスモデルを進化させていくべきなのか。エプソンの事例から、そのヒントを学ぼう。（早稲田大学ビジネススクール教授 山田英夫）



# ペロブスカイト太陽電池の期待される用途



---

# 安心・安全な生活の実現へ



# ペロブスカイト太陽電池の気球実験 成層圏プラットフォームでの利用可能性



大気球実験 大樹町北海道 © JAXA ISAS

2020年、2021年 桐蔭横浜大学 院生も実験  
参加





ヘリウムガスを充てんされた小型気球BS21-07号機  
(一番右奥の白い気球が飛翔用)(クレジット:JAXA)



2020-10-13

# 雲上の基地局「HAPS」。無人航空機の成層圏テスト飛行とスマホ同士の通信に世界で初めて成功



IT&mirai

通信エリア

ソフトバンクのこと

5G

6G

ギジュツノチカラ



# ソフトバンク、気球基地局を被災地に初投入 被災者のスマホ制限速度も撤廃

2016/4/17 23:13

経済 | 産業・ビジネス



ソフトバンクが初投入した気球基地局 = 17日、福岡県八女市

ソフトバンクは17日、熊本県を中心とした地震で携帯電話がつながりにくくなっていることを受けて、気球を使った携帯電話の基地局を災害の被災地で初めて投入した。

ソフトバンクによると、気球基地局を使うと、気球の周辺5～10キロメートルの範囲で同時に200人が、ソフトバンクや同社の格安スマホブランド、ワイモバイルの携帯電話で通話が可能になるという。



広告

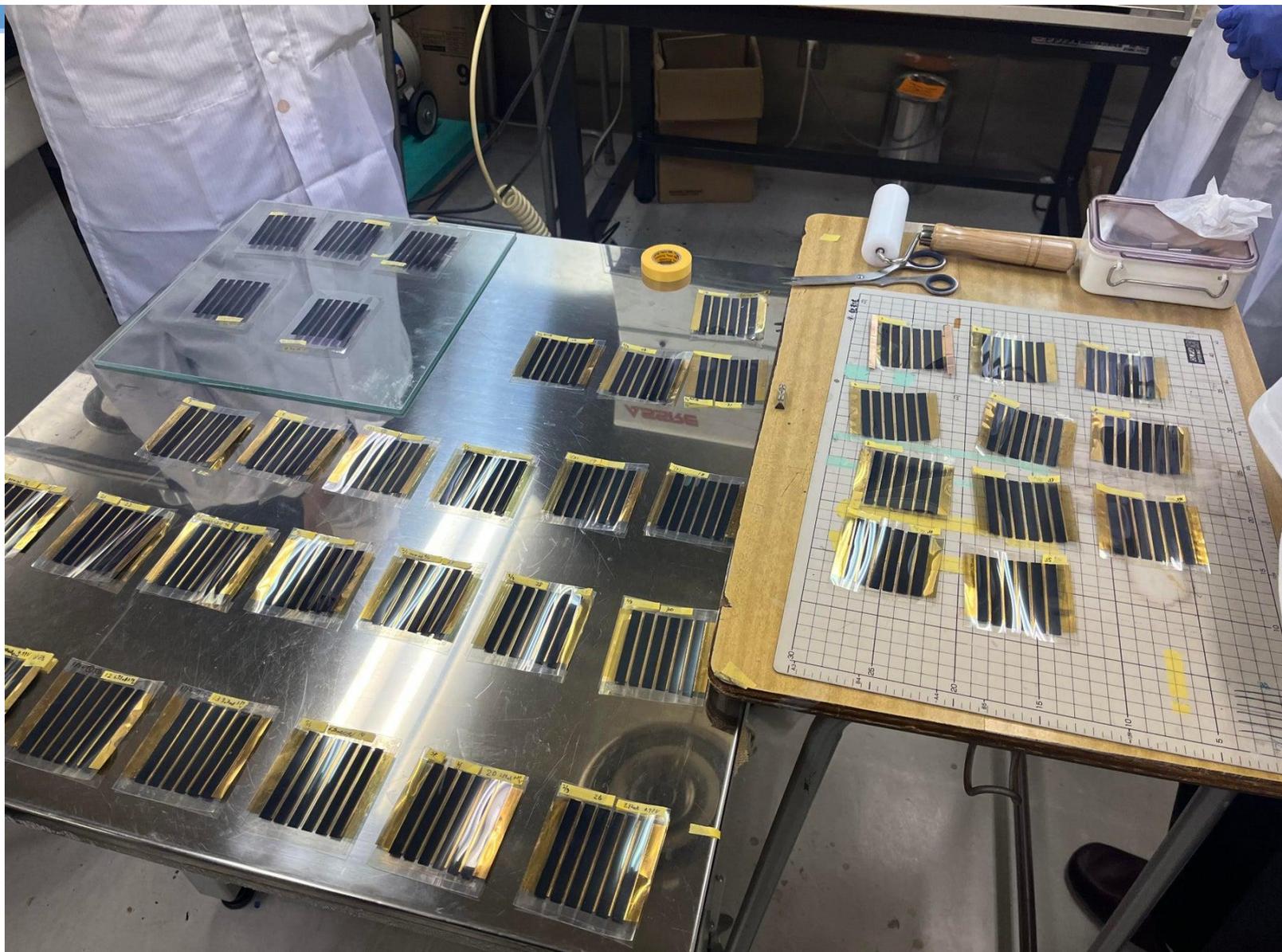


打ち上げたのは、福岡県八女市の国道442号沿いの高巣公園付近。福岡県から熊本県の阿蘇地方に向かう重要なルートで、携帯電話の通話が必要になると判断して場所を選定した。

---

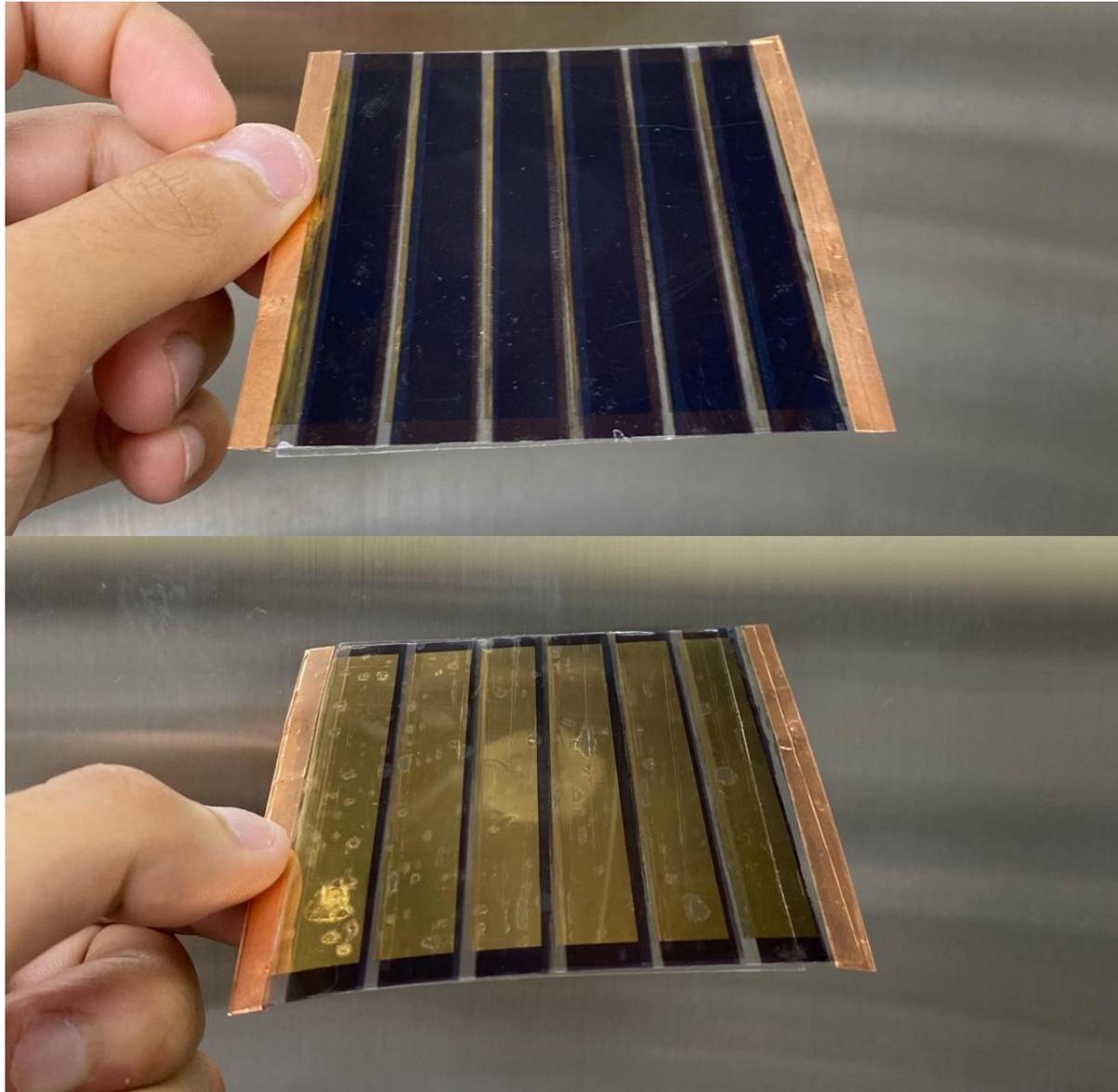
# ペロブスカイト太陽電池の研究室 での製作



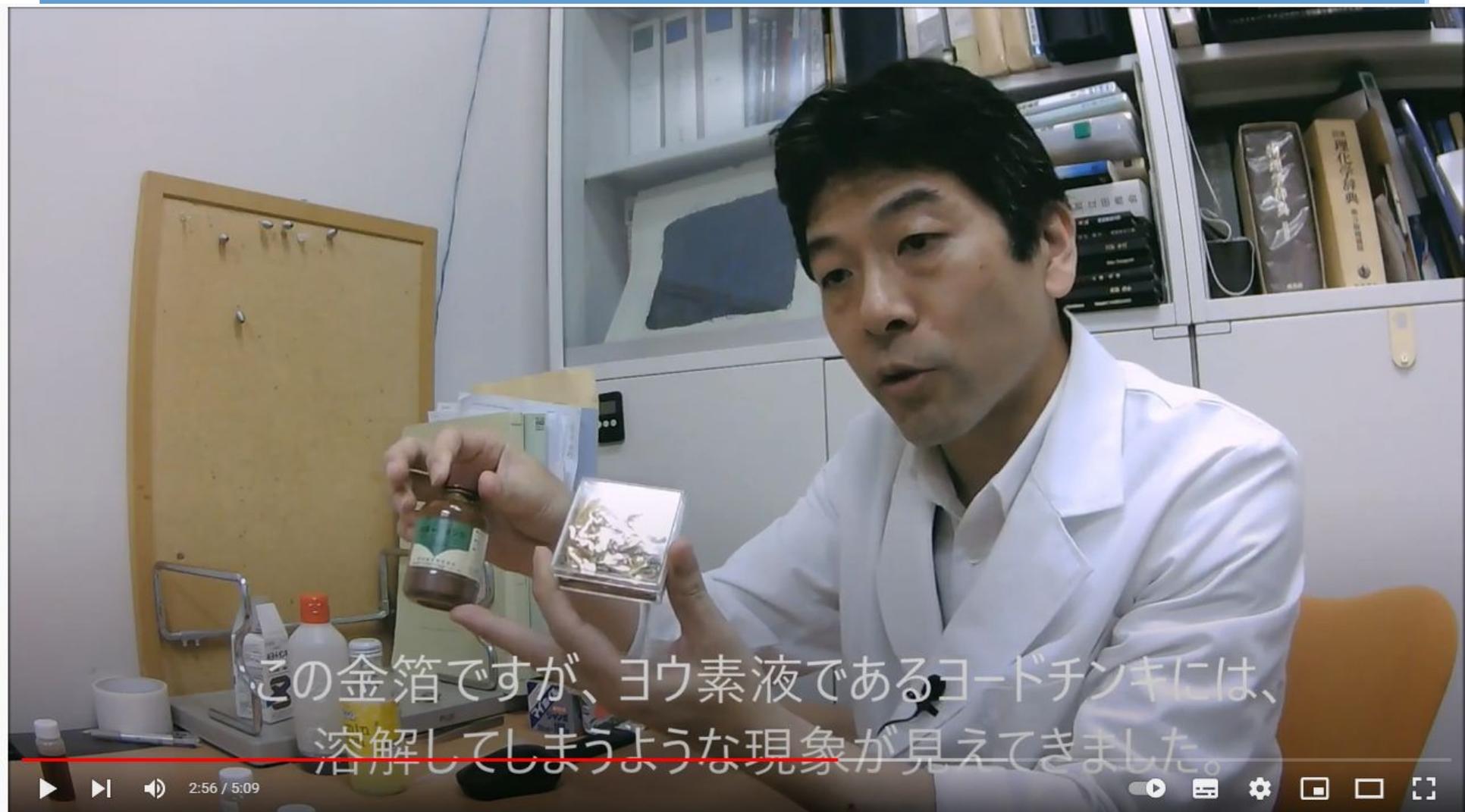


# 実験後の金箔





金箔は再利用しています。



この金箔ですが、ヨウ素液であるヨードチンキには、溶解してしまうような現象が見えてきました。

#桐蔭横浜大学 #ドリブル #桐蔭学園

【桐蔭おもしろ体験教室2021】「ヨードチンキでナノテクノロジー」桐蔭横浜大学 医用工学部 教授 池上和志

200 回視聴 2021/07/06 桐蔭おもしろ体験教室2021 (旧称: おもしろ理科教室) の開講が決定いたしました! ...もっと見る

👍 高評価 🗳️ 低評価 ➦ 共有 📄 オフライン 📌 クリップ 📁 保存 ...



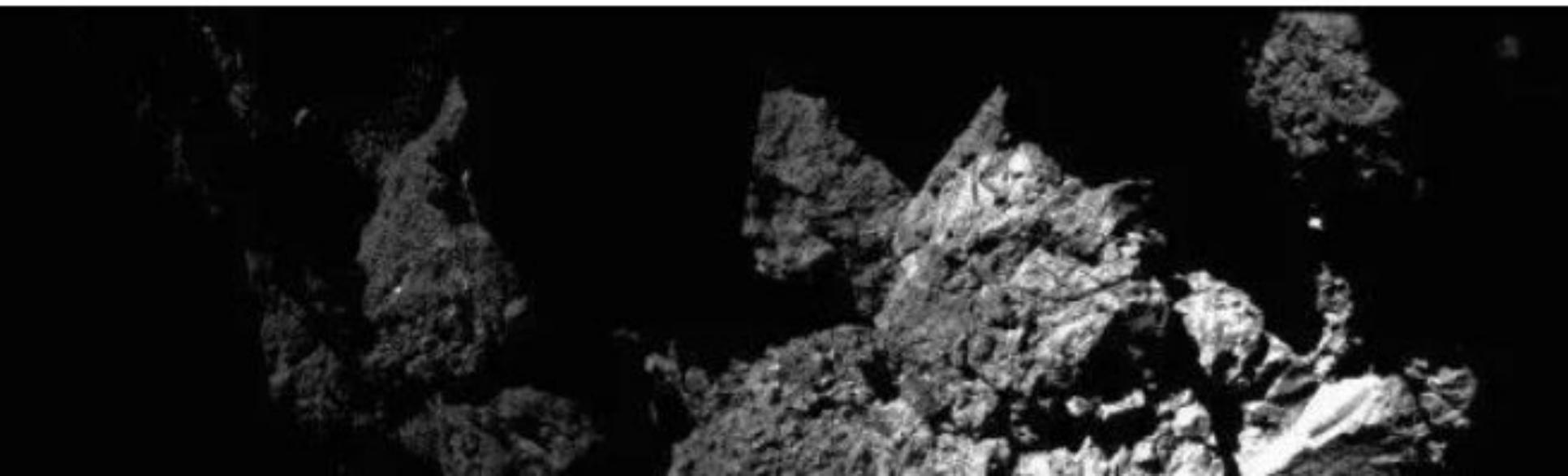
---

# 宇宙用太陽電池と 室内用太陽電池の関係



## ロゼッタから切り離された「フィラエ」、太陽電池に問題：目的地から1km離れて彗星着地

彗星への着地に成功した「フィラエ」だが、着地時点に2回失敗したため、着地地点は最初の目的地から1kmほど離れている。日陰のため、太陽光発電がほとんどできないという問題がある。



## 「フィラエ」の近況

---

なんと言っても気になるのは、史上初の彗星着陸を達成した「フィラエ」(英語での発音は「フィーリー」「フィーリィ」という感じです)のその後です。フィラエは不安定な姿勢で彗星に着陸し、観測データを送ってきたものの、その後日照の状態が悪くなって通信が途絶えました。もしかしたら太陽電池に光が当たればまた息を吹き返すかもと言われていましたが…

- ▶ [ESAの彗星着陸機「フィラエ」がチュリュモフ・ゲラシメンコ彗星に着陸！ | ファン!ファン!JAXA!](#)

なんと、約7ヶ月後の2015年6月13日、「フィラエ」との通信が復帰しました。太陽電池に光が当たり、再び電力を取り戻した「フィラエ」は、「ロゼッタ」を通じて地球に信号を送ってきたんです。すごい！その後断続的に通信ができていましたが、今のところ最後の交信は2015年7月9日。通信が途絶える前の探査機の状態は良好だったとのことなので、また太陽電池に光が当たれば声を聞かせてくれるかもしれませんね。

ファン！ファン！JAXA より

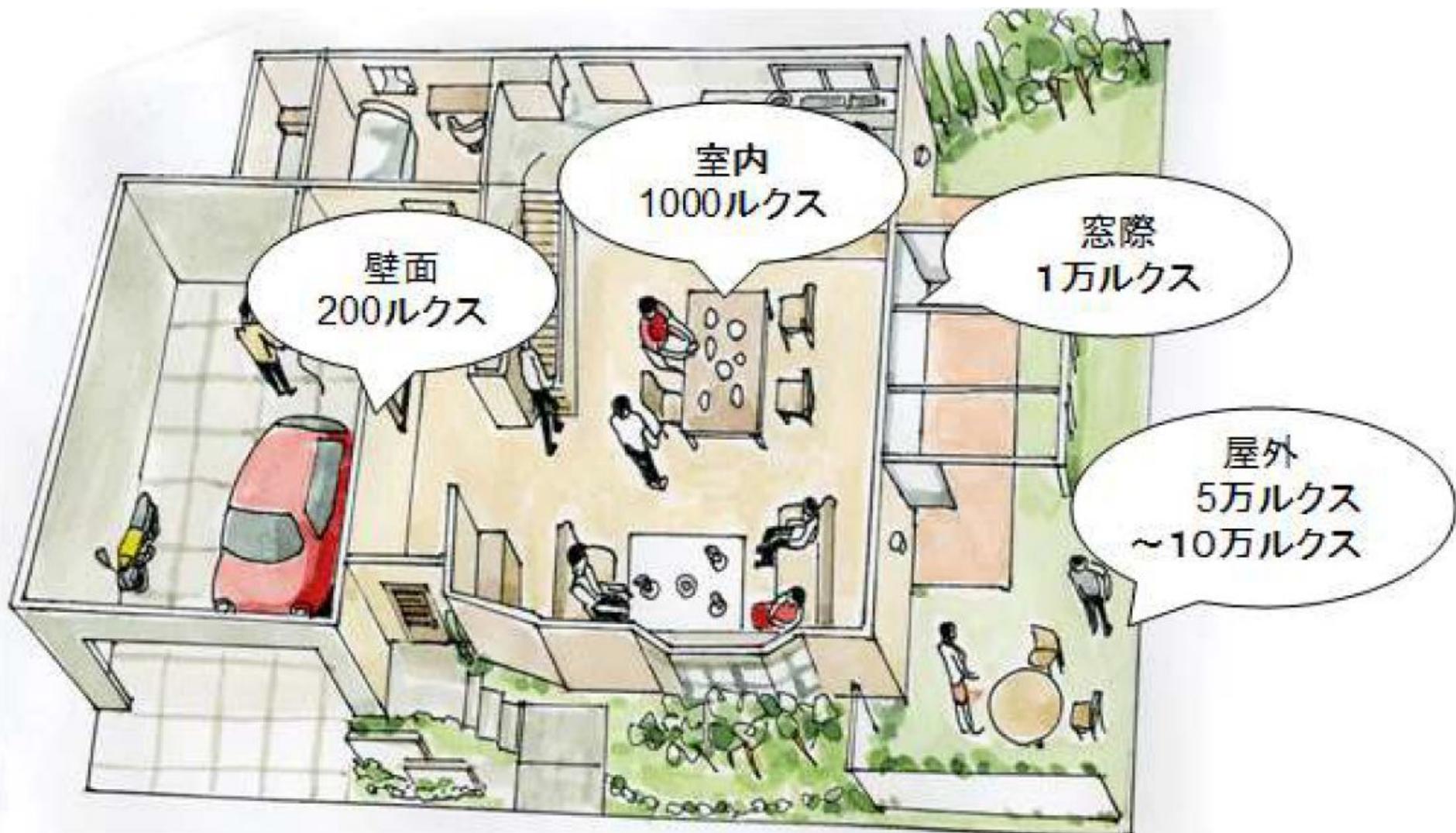


# 宇宙用太陽電池としてのペロブスカイト太陽電池

1MeV 電子線照射 $1 \times 10^{16}/\text{cm}^2$ 照射	シリコン 太陽電池 Si	3 接合化合物 太陽電池 InGaP/GaAs/ Ge	ペロブスカイト 太陽電池 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$
Pmax 保存率	0.60	0.62	1.0
照射前変換効率	17.0%	28.5%	20.0% (仮定)
照射後変換効率	10.2%	17.7%	20.0%

出典 宇宙研の半導体デバイス研究  
— 深宇宙探査船団を実現するために —  
宇宙機応用工学研究系特任教授 廣瀬 和之





## Dopant-Free Polymer HTM-Based CsPbI<sub>2</sub>Br Solar Cells with Efficiency Over 17% in Sunlight and 34% in Indoor Light

Zhanglin Guo,\* Ajay Kumar Jena, Izuru Takei, Masashi Ikegami, Ayumi Ishii,

Youhei Numata, Naoyuki Shibayama, and Tsutomu Miyasaka\*

*Adv. Func. Mat.* 2021, 31, 2103614

### 屋外 1sunの光量

Perovskite	J <sub>SC</sub> (mA cm <sup>-2</sup> )	V <sub>OC</sub> (V)	FF (%)	PCE (%)
CsPbI <sub>2</sub> Br	15.0	<b>1.42</b>	81.3	<b>17.4</b>

1.42Vは太陽電池として最高電圧

### 屋内 1/500 sunの光量 屋内 LED照明光 (200 lux)

Perovskite	J <sub>SC</sub> (μA cm <sup>-2</sup> )	V <sub>OC</sub> (V)	FF (%)	PCE (%)
CsPbI <sub>2</sub> Br	21.0	<b>1.14</b>	86.0	<b>34.2</b>

>1.1Vは屋内素子として最高電圧

光環境を選ばず、屋外から屋内までの光量において1000W/m<sup>2</sup>~1W/m<sup>2</sup>の広い範囲で高効率の発電ができる。もちろん曇天/雨天も利用できる。



# 屋内 IoT デバイスの電源として最も有力 (照明 200 luxにおける発電能力)

	Comparison of output power from PV cells			
PV cells	Crys. Si	Amorph. Si	DSSC	Perovskite
				 © Ricoh
Sunlight 100 mW/cm <sup>2</sup> (100,000 Lux)	22mW/cm <sup>2</sup>	10.3mW/cm <sup>2</sup>	14 mW/cm <sup>2</sup>	20~23mW/cm <sup>2</sup>
Indoor light 77 μW/cm <sup>2</sup> (200 Lux)	0.9μW/cm <sup>2</sup>	6.5μW/cm <sup>2</sup>	20μW/cm <sup>2</sup>	22μW/cm <sup>2</sup>

**SMART R MOUSE**  
(光学センサー方式マウス)  
RICOH EH DSSC2832搭載



© Ricoh



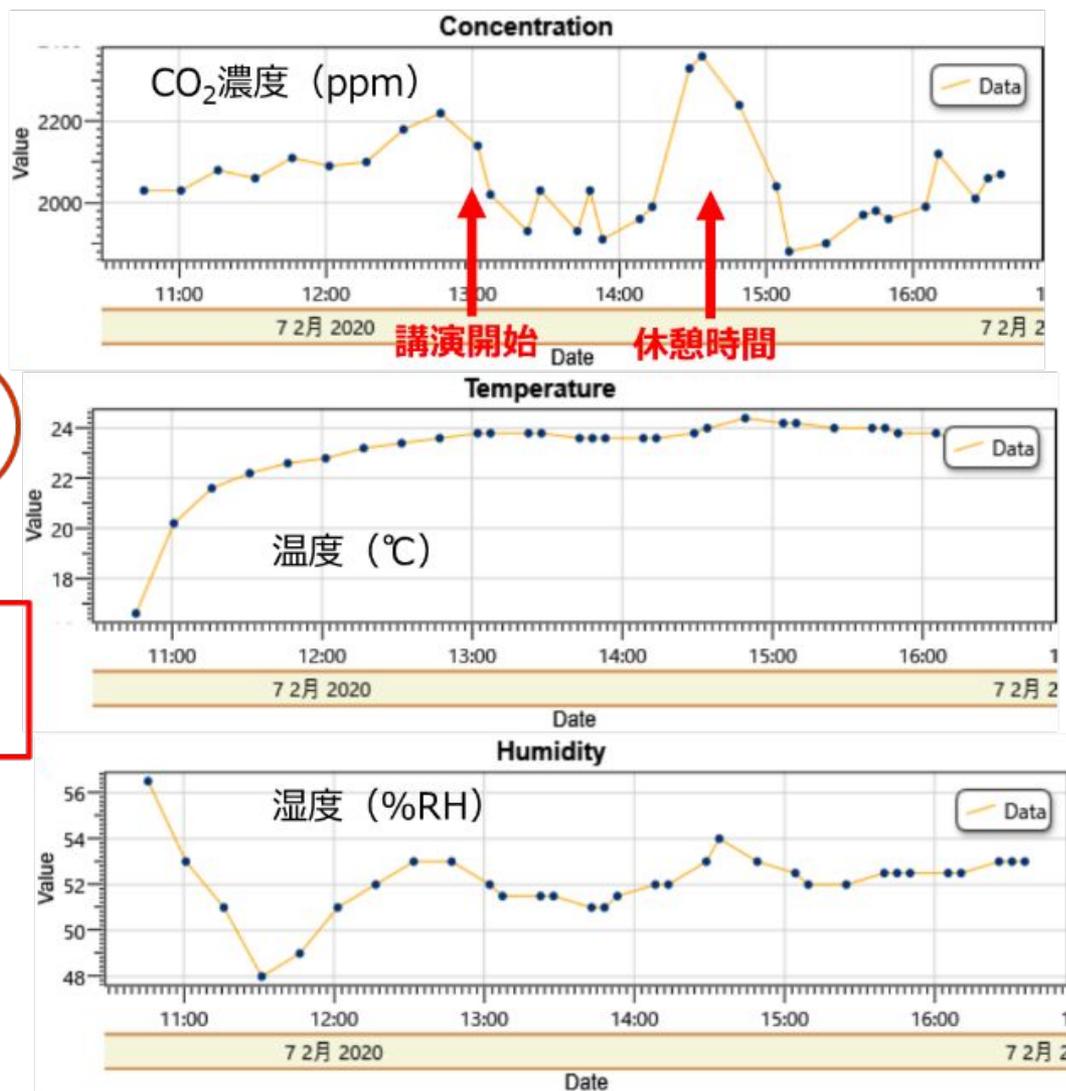
# 省エネに貢献する環境センサー ペロブスカイト太陽電池による駆動

## <実証実験>

太陽電池搭載CO<sub>2</sub>センサー



宇宙探査ハブ・イノベーション  
フォーラム (2020.2.7)  
会場でのCO<sub>2</sub>濃度測定デモ



出典 JAXA 宇宙探査イノベーションハブ 成果報告より



# ペロブスカイト太陽電池の利用拡大

交流電源

直流電源

家庭用交流100V

ACアダプタが  
必要



販売価格：2500円

直接駆動



例えば、通信機器

屋内用太陽電池

充電し  
ながら  
駆動



乾電池で利用

ほとんどすべての家庭用電  
気機器はDCで駆動する。



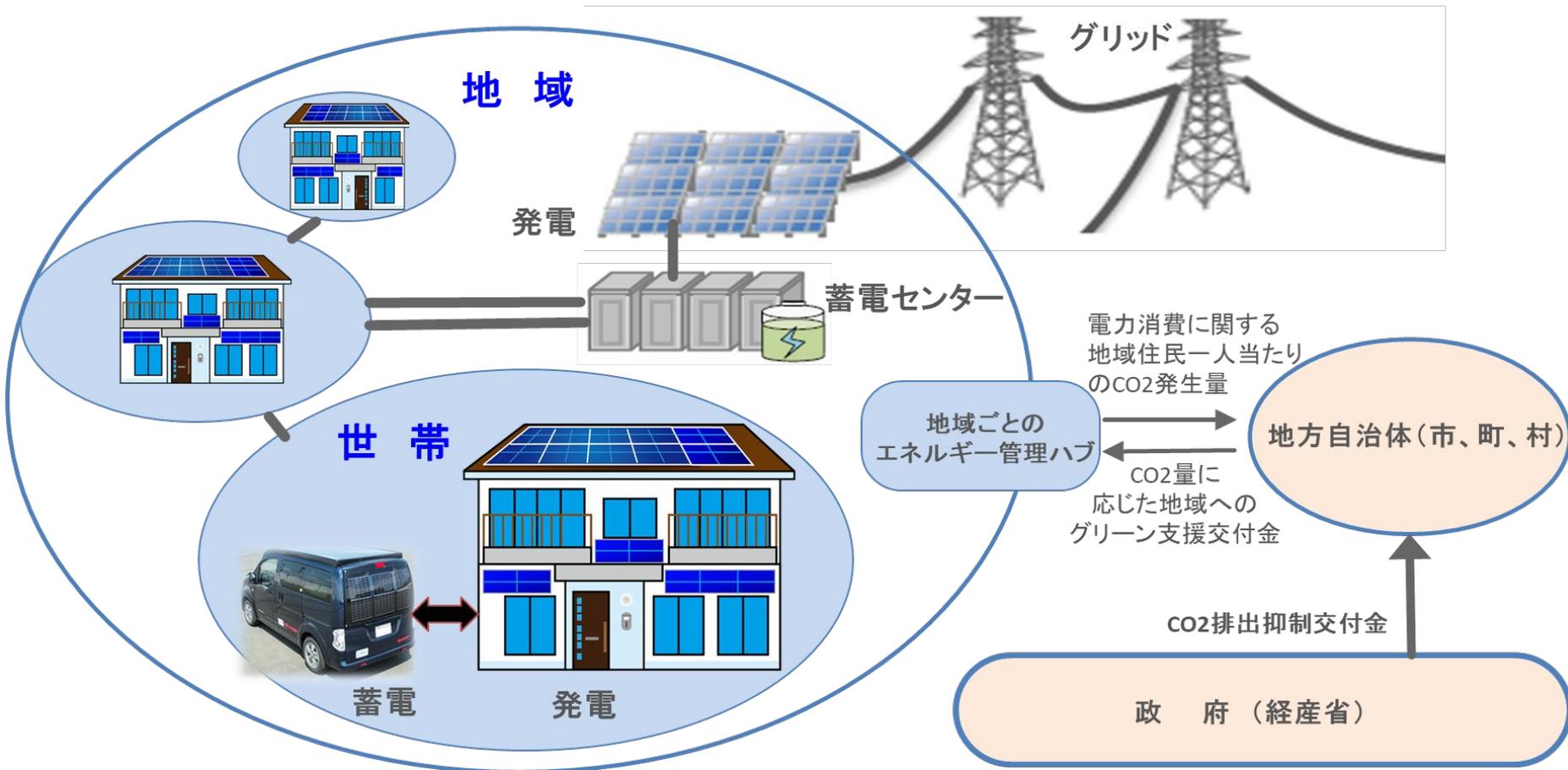
---

カーボンニュートラルを目指して



# 再生可能エネルギー開発の方向性 カーボンニュートラルを目指す

国民のすべてが、地域エネルギーコミュニティの住民として登録し、CO2排出の評価を受ける

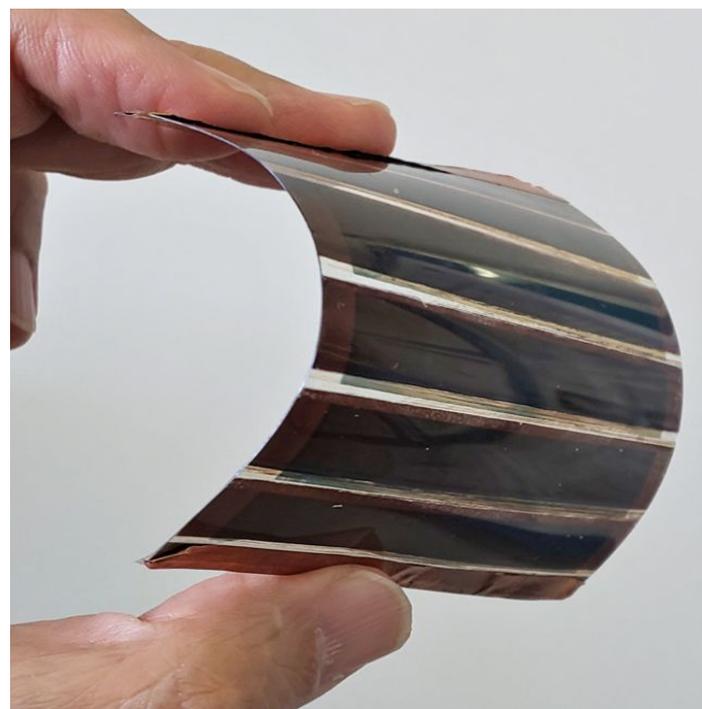
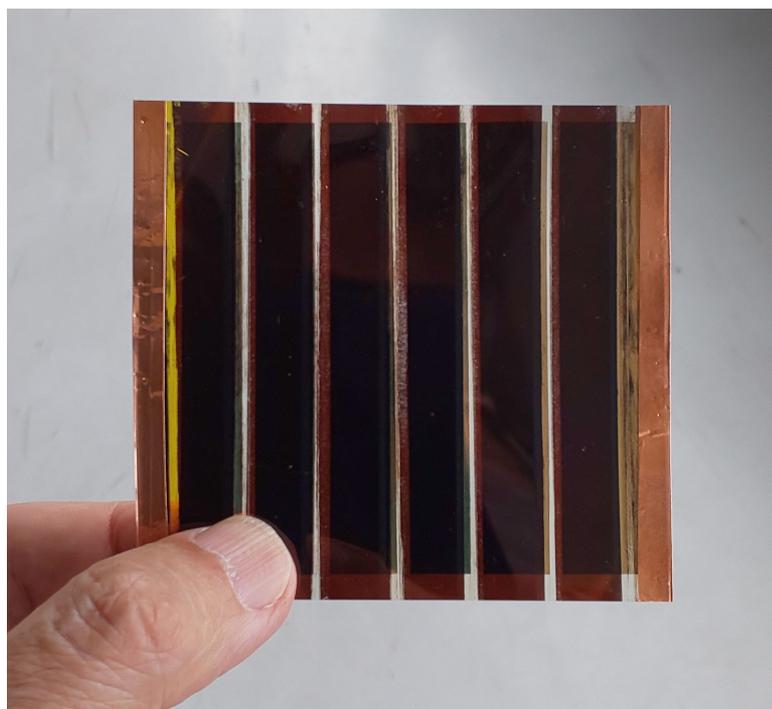


## 地域エネルギー共有グリッドコミュニティ



6セル直列ペロブスカイトフィルムモジュール、ラボ試作品  
厚さ, <math>< 130 \mu\text{m}</math>  
サイズ, 7x7cm; 重量 2.0g

**原価: 約100円(うちペロブスカイト約2円)**

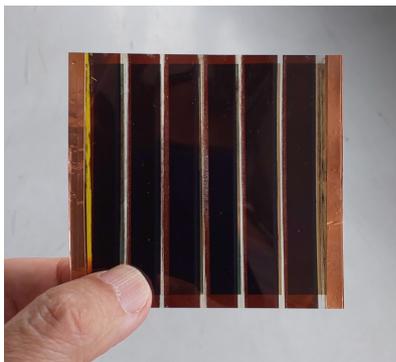


ガスバリアフィルム封止品、製作: 2021年10月6日



# ペロブスカイト太陽電池はどのような製品か？

ペロブスカイト太陽電池は、部品である。



プロダクト  
+ デザイン =  
プラットフォーム

SMART R MOUSE  
(光学センサー方式マウス)

RICOH EH DSSC2832搭載



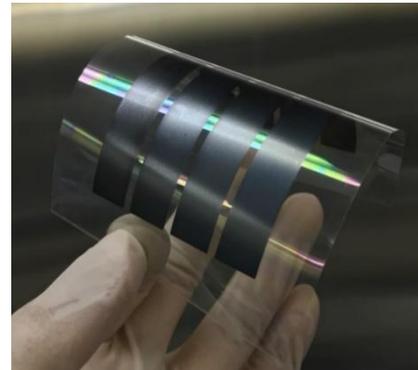
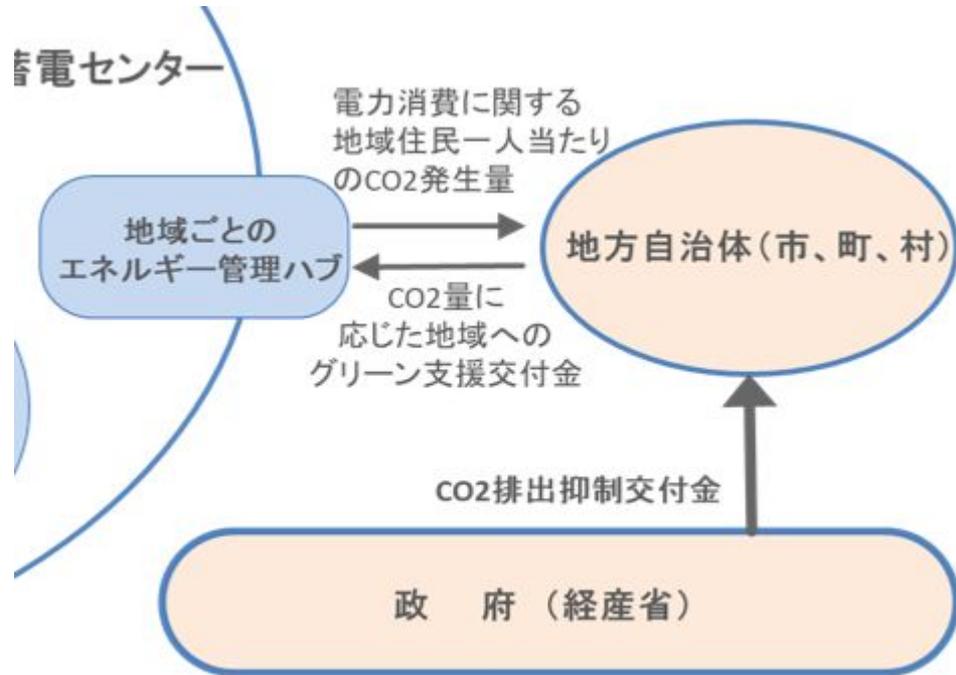
© Ricoh

		製造設備	事業化
産	製品の信頼性・安全性を重視。	○	○
官	社会実装を進めたい。実証試験を進めたい。	×	×
学	性能を上げたい。効率をあげて論文を書きたい。	×	×

ペロブスカイト太陽電池の材料開発、製造プロセス開発の信頼性向上に  
寄与する、小規模の実証試験、プラットフォームの構築



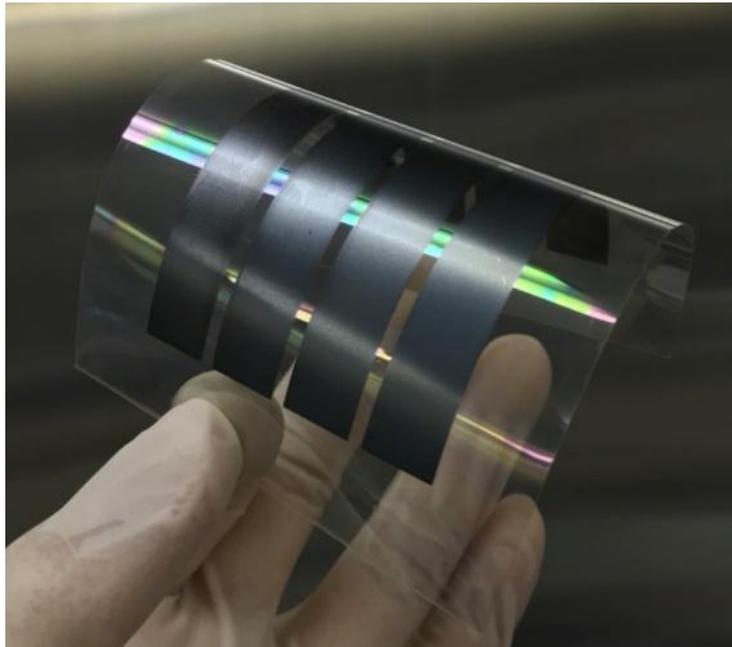
# カーボンニュートラルを目指す、「プロダクトデザイン」



# インクジェット法によるペロブスカイト太陽電池の作製

## ペロブスカイト太陽電池モジュール

### 4直列モジュール



### フレキシブル太陽電池モジュール

### デザイン性のあるモジュール





積水化学工業が製造するペロブスカイト太陽電池  
30cm幅の製品。（出所：積水化学工業）



# 高効率・低コスト・軽量薄膜ペロブスカイト太陽電池の高耐久化開発

ペロブスカイト太陽電池とは？

桐蔭横浜大学で発明の  
次世代型太陽電池

低コスト  
簡易な製造方法、安価な材料

高効率(25%以上)

低照度でも高い効率

フレキシブル化

課題  
温度・湿度・光耐久性

高耐久化 高効率化 モジュール化 高耐放射線化

高効率と高耐久性を有する  
ペロブスカイト太陽電池モジュールの開発

IoT電源として事業化

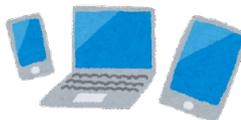
宇宙用途への展開



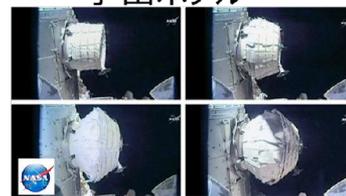
Internet of Things

ウェアラブル機器

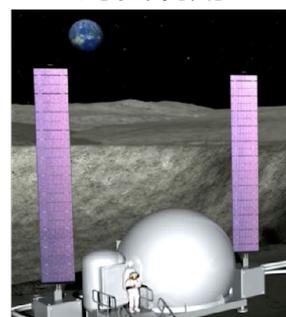
モニタ機器



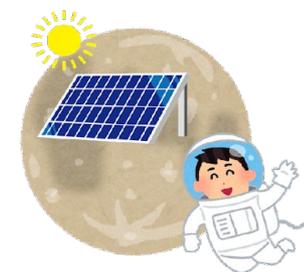
宇宙ホテル



月面利用



宇宙用太陽電池



謝辞 JAXA、株式会社リコー、紀州技研工業株式会社、兵庫県立大学、

神奈川県産業技術総合研究所(KISTEC)

Toin University of Yokohama