フィルム型ペロブスカイト太陽電池の製造拠点を沖縄へ

イメージ図

ペロブスカイト太陽電池製造装置

2025年7月

次世代太陽電池普及機構
Next Generation Solar Spread Mechanism

ZEB PLANNER

一般社団法人
沖縄CO2削減推進協議会
Okinawa CO2 Reduction Promotion Coference

〒901-0616沖縄県南城市玉城字前川546-2
TEL098-863-5745　FAX(098)988-6302

〒900-0037沖縄県那覇市辻3-1-40
TEL(098)988-6301　FAX(098)988-6302

項　目

１．エネルギーの取り巻く環境
２．フィルム型ペロブスカイトの国策
３．ペロブスカイト製造早期実現方法
４．次世代太陽電池普及機構について
５．ペロブスカイト太陽電池について
６．スケジュール
７．費　用
８．製造容量、収入、購入材料
９．販売場所
10．リサイクル
11．ペロブスカイト太陽電池プレイヤー
12．太陽電池の種類
13．色が自由に変えられる
14．ペロブスカイトとシリコン価格比
15．各種太陽電池の感度スペクトグラフ

エネルギーの取り巻く環境 1

●世界的な紛争は、エネルギー市場に大きな影響を与え、特にエネルギーの供給源の　不安定化や価格の高騰を引き起こしています。石油や天然ガスなどの化石燃料への依存度が高い現状では、紛争の影響を強く受けるため、エネルギー供給の安定化と脱炭素化が喫緊の課題となっています。

フィルム型ペロブスカイトの国策 2

●国は太陽光の割合を2030年度の電源構成を23～29%を36～38%へ変更

●省エネ法改定を経済産業省では2026年度から、エネルギー使用量の多い工場や店舗を持つ1万2000事業者の屋根置き太陽光パネルの導入目標とし義務付ける。フイルム型ペロブスカイト太陽電池の導入を促す。

●環境省では、フイルム型ペロブスカイト太陽電池の実装モデル補助金（50億円を2025年度新規事業を開始）

●FIT制度（全量買取制度）で、フイルム型ペロブスカイト太陽電池の場合、買取価格をアップする。

ペロブスカイト製造早期実現方法

●早期実現する方法

①非常に製造が困難なため、ペロブスカイト太陽電池の大面積化、量産化が進んでいる、中国製造メーカー(同型装置購入)から熟練技術者を出向してもらい、沖縄県民の技術を育成しつつ共同製造し沖縄県産品とする。

②出資する複数会社様を募集し、装置などを所有する会社(持続可能で安全なSPCを設立し出資会社で経営)で設立し、中国製造メーカーと製造と3名出向などの契約し製造する。(利益はSPC側と中国メーカーで案分する)

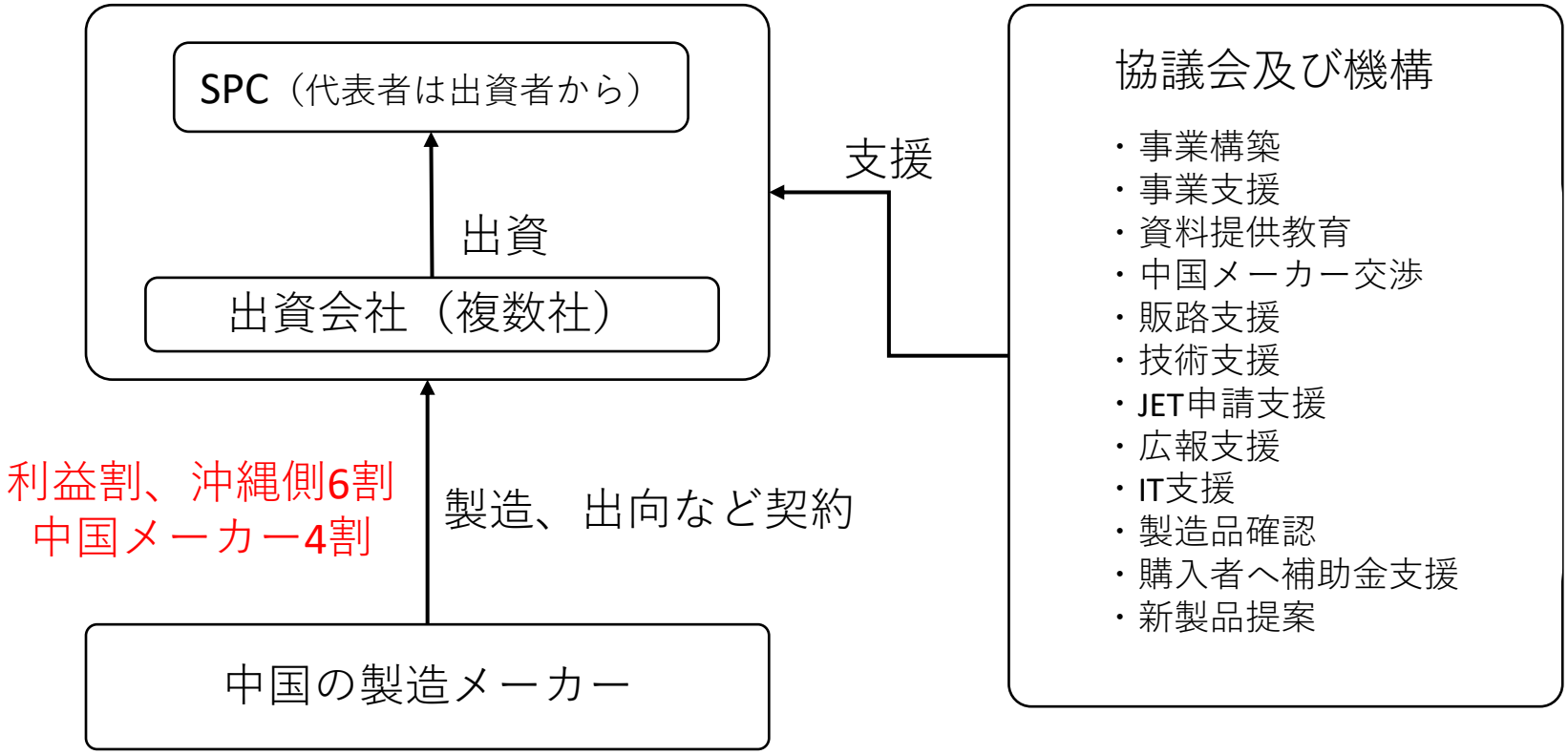
③30㎝角タイプ製造装置(複数モジュールを並列接続し封止し大面積とする方法)から行い、今後90㎝×1800㎝タイプへアップグレードする予定。

④次世代太陽電池普及機構と沖縄CO2削減推進協議会は事業サポートを行う。

協議会と機構について

●次世代太陽電池の性能向上、早期普及を目的として沖縄にSPC設立し全国へ発信や、出資会社にてSPC会社（特別目的会社）を設立してもらい、協議会及び機構は事業構築コンサルタントを行う。

●機構構成員は、会長、副会長4名とする



ペロブスカイト太陽電池について

●ペロブスカイトの名称 ロシアのウラル山脈で、19世紀後半ドイツのクロッシア鉱物学者が発見した 天然の鉱物(灰チタン石で鉱物名はチタン酸カルシウム)で、珍しい特殊な 結晶構造を持ち、この結晶構造をロシアの鉱物学者レフ・A・ペロブスキー氏 の名前からペロブスカイト構造と呼ばれる。

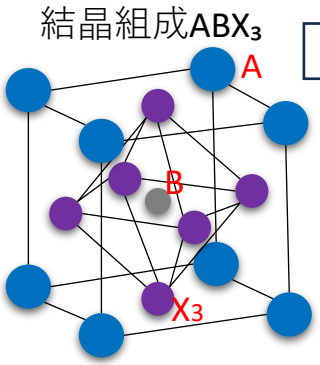
●ペロブスカイト太陽電池(PVK又はPSC)の発明者 桐蔭横浜大学の宮坂力特任教授が2009年に発明し、当初の変換効率は3% 程度で注目されていませんでしたが、現在では、次世代の最有力として注目 を浴び、研究者数も数名から世界で4万人(約半数は中国人、日本1000人) となり、小面積1㎠で変換効率26%と、過去に例を見ない速さで開発されています。

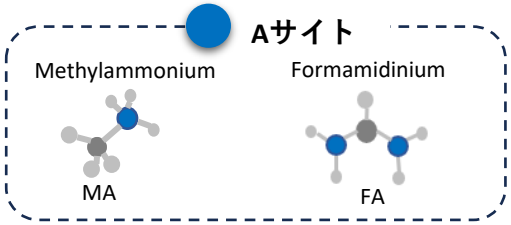
●日本の製造方法はロールtoロールで30cm幅で現在歩留まりが悪いため研究中、量産や100cm幅を目指している。

●中国の製造方法はシートtoシートで100cm幅で長年の量産技術により歩留まり良く、2022年から量産中です。

ペロブスカイト太陽電池について

●結晶構造





MA：メチルアンモニウム（有機）

FA：ホルムアミジニウム（有機）

セシウム（無機）

Aサイト：$CH_3NH_3^+$、$HC(NH_2)_2^+$、Cs^+

Bサイト：鉛Pb^{2+}、錫Su^{2+}、ゲルマニウムGe^{2+}、

Xサイト：Cl^-、I^-、Br^-（ハロゲン化物：塩素、ヨウ素、臭素）

原子の大きさ比

●塗布工程

●再処理ノウハウが必須

高性能

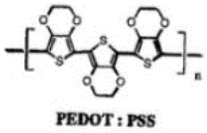
低性能

●積層状態

ペロブスカイト太陽電池について

●太陽電池構造

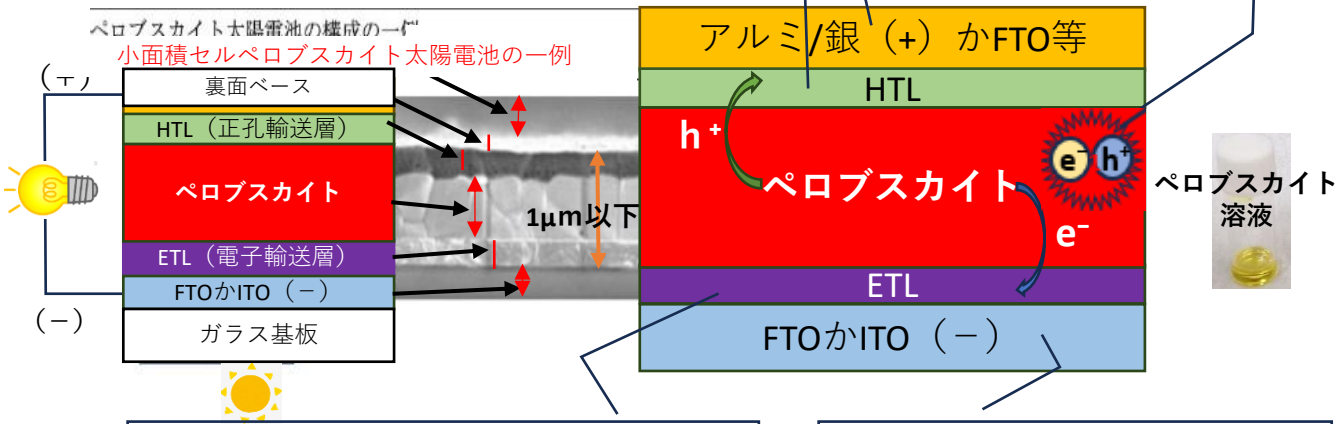
正孔輸送層：HTL（Hole transport layer）
PEDOT/PSS



ポリエチレンジオキシチオフェン（水分散液
PEDOポリマー）

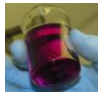
裏面電極：アルミニウム、銀、金
の電極や透明電極（FTO、ITO）

光（光子エネルギー）を吸収
し電子と正孔の対を生成



電子輸送層：ETL（Electron transport layer)

C60
（バックミスターフラーレン）



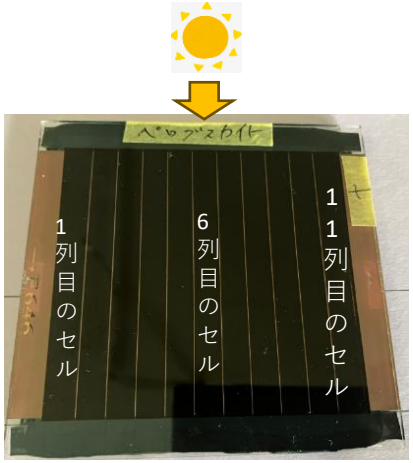
透明表面電極：FTO（フッ素ドープ酸化チタン）や

高価

ITO（インジウム錫酸化物）

ペロブスカイト太陽電池について

●シートtoシート製造工程と電流の流れ



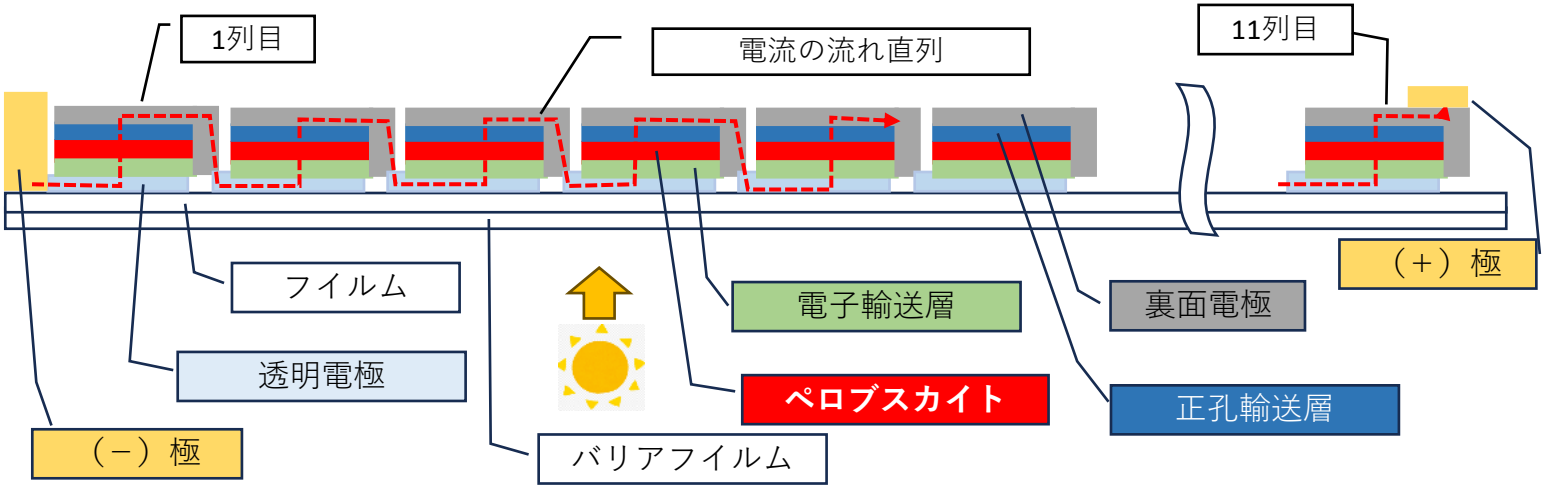
①フイルムに透明電極FTOかITOを塗布しレーザーエッチング

②透明電極の上に電子輸送層を積層

③電子輸送層の上にペロブスカイト層を積層し、その上に正孔輸送層を積層し、レーザーエッチング

④正孔輸送層の上に、裏面電極を設置しレーザーエッチング

※これで11枚のセルを直列接続が完了する



ペロブスカイト太陽電池について

●ペロブスカイトとシリコンとの比較

シリコン太陽電池とフイルム型ペロブスカイト太陽電池の比較			
	シリコン（Si）	ペロブスカイト（PVK）	備考
市販発電効率	20%超	16%以上	Siは一定の面積で多く設置できる
1KWの発電量	低い	高い（127%最低）	雨天曇天でも発電、日の出日の入り長く発電
低照度	殆ど発電しない	良く発電する	屋内LEDでも発電する
温度損失	きい0.35%/℃	小さい0.001%/℃	Siは夏場には15～20%発電量が減る
重量	重い（64g/W）	軽い（14g/W）	耐荷重が小さい屋根でも設置できる
発電層厚さ	100μm	1μm	100分の1と薄い
柔軟性	ない	ある	湾曲場所でも設置できる
主原材料	シリコン	ヨウ素、鉛	日本は、ヨウ素の生産量世界2位
輸送コスト	普通	良い	
部分影の影響	大きい	少ない	Siは1枚の葉っぱでも直列されているパネル全体に影響する
結晶構造	ダイヤモンド	ペロブスカイト	光吸収が良く発電量が多い
入射角の影響	大きい（電極有り）	小さい（透明電極）	Siは表に電極が有る、無透明光吸収層までの到達距離
環境負荷	1400℃で製造	100℃程度	Siは環境に良くない
単独補助金	無し	有り	3分の2～4分の3
償却年数	10年以上	概ね　5、6年	補助金活用時（4分の3場合）
耐久性	20～30年以上	10～15年	
製品保証	12年	5年	
有害物質	近年は規制あり減	鉛（0.43ｇ/㎡）	基準0.1wt/%（0.013wt/%基準クリアー）

※赤字の方が優位

スケジュール

●スケジュール
①ペロブスカイト太陽電池の沖縄で創造拠点を推進する為プレスリリース。

②参加出資企業を募集し確約後に装置を所有するSPC会社を設立し製造場所を特定する。

③中国製造メーカーを指名し中国視察し仮契約する。

④中国メーカーと契約締結しクリーンルーム改装や装置など購入し設置する。

⑤中国製造メーカーと契約締結、中国から技術者3名出向する。

⑥本年度で製造開始し、来年に本格稼働する(省エネ法に間に合わせる)

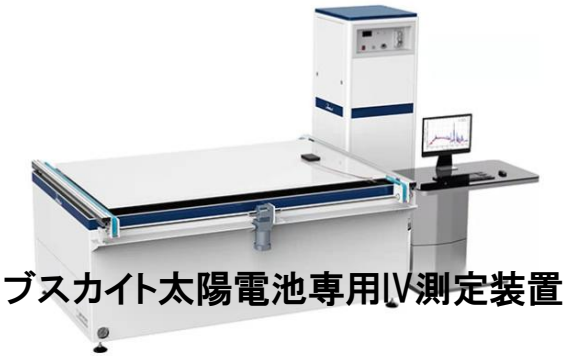
⑦30cm角タイプを年間3MW製造(変換効率16%以上とする)

⑧JET認証を取得

⑨3年か5年後90cm×1800cmタイプへ製造装置アップグレート

費　用

●初期費、装置など
①特注製造装置10億7千万円(30cm角タイプ)（90cm×1800cmタイプ63億円） ※ロボット(安川電機製)、塗布装置(三菱電機製)など込み
②ペロブスカイト太陽電池専用測定装置4千300万円
③設置工事(試運転まで)3000万円(予備費含む)
④関連機器費用5000万円(予備費含む)
⑤建物改装費3000万円
⑥クリーンルーム費用1500万円
⑦空調、変電所工事費2500万円
⑧JET認証費用2000万円(旅費など含む)
⑨事業構築コンサルタント報酬3000万円



ペロブスカイト太陽電池専用IV測定装置

合計14億4410万円(出資額) +1億5360万円(1年間の運営費)
初期費年間返済額　2億0590万円(7年返済)

●家賃
①1000㎡(30cm角タイプの場合)か3000㎡(90cm×180cmタイプの場合)
(1000㎡　1200万円/年額、3000㎡　3600万円/年額)

費　用

●光熱費、給与、経費など
①光熱費1200万円/年額
②中国から技術者3名出向4680万円/年額(総支給額)
③沖縄技術見習い5名2400万円/年額(総支給額)
④その他経費3600万円/年額　　年間合計1億4280万円(家賃含む)

製造容量、収入、購入材料、利益

●年間製造容量　3MW/年
●年間収入　3000000W×　　(税抜き)＝　　(想定価格です)

●購入材料
①バリアフイルム封止材(日本製か米国製)、透明電極(中国製)
輸送層(日本製)、パロブスカイト層と裏面電極と裏面ベース(中国製)
②3000000W×　　＝　　(税込み)、単純償却年数5.6年

●沖縄SPC側年間利益　　万円(6割)中国製造メーカー側　　万円(4割)
(年収入　　万円-返済額　　万円-年経費　　万円-材料費　　万円)

販売場所

●販売場所
①各地に代理店(拡大支援)を設け全国へ販売

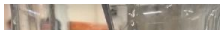
②省エネ法改正による大規模事業者(各種支援)へ販売

③環境省の補助金(申請支援)を活用する施工会社通じて、お客様へ販売

④FIT(全量買取制度)制度の事業者(提案支援)へ販売

リサイクル

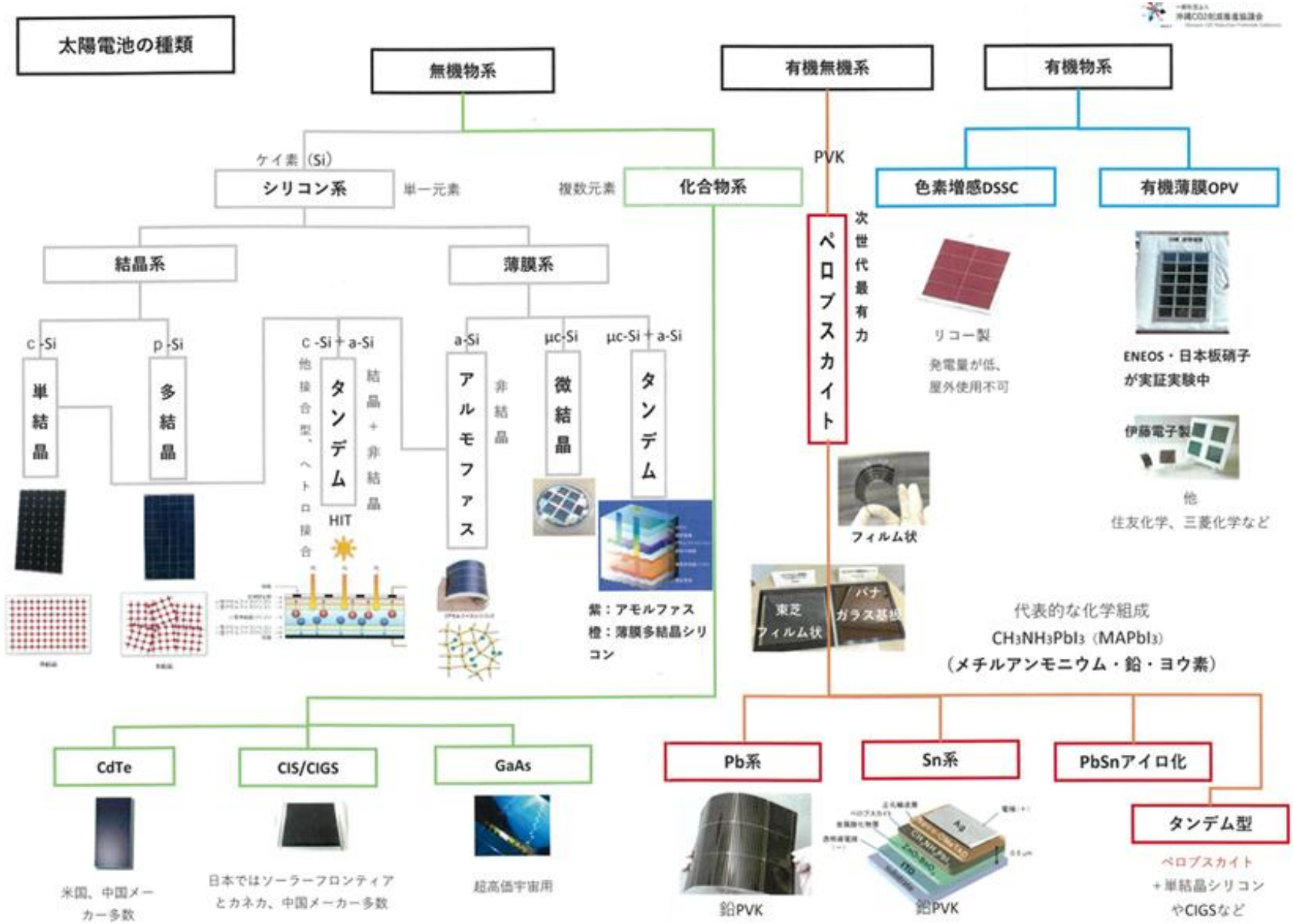
●鉛の処理
①印刷で作成するため、DM溶液にて容易に一瞬で溶解できる



ペロブスカイト太陽電池プレイヤー

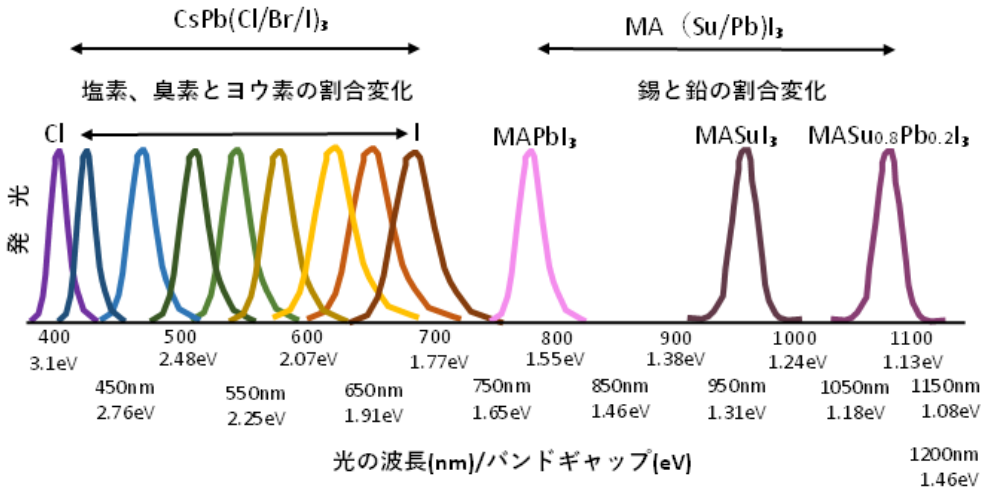
国・地域	ペロブスカイト太陽電池（単接合）		タンデム型太陽電池	
	ガラス平板型	フィルム型	ペロブスカイト*/結晶シリコン	ペロブスカイト*/薄膜系
日本	Kaneka, AISIN, Panasonic, SHARP, HOSIDEN	SEKISUI, TOSHIBA, ENECOAT, Kaneka, AISIN, SHARP, Peccell	Kaneka, TOSHIBA（ペロブスカイト/結晶Siおよび Cu_2O/結晶Si）	ペロ/CIGS
欧州	EVOLAR（米・First Solar傘下）, Perovskia	SAULE TECHNOLOGIES, Power Roll, TUBESOLAR	OXFORD PV, enel, FuturaSun, EVOLAR, MEYER BURGER, SolarNL, France PV Industrie（イル・ド・フランス太陽光発電研究所（IPVF）と仏・Voltec Solarの合弁）, GCF, GIGA PV, VOLTEC, IPVF	Flisom（ペロ/CIGS）, SAULE TECHNOLOGIES（ペロ/ペロ）, Solar Cloth（ペロ/CIGS）, midsummer（ペロ/CIGS）, TUBESOLAR（ペロ/CIGS）
米国	Caelux（タンデム型向けペロブスカイトコートガラス。印・Reliance New Energy傘下）, ENERGY MATERIALS CORPORATION, CUBIC PV, MujiElectric（形状不明）	SwiftSolar, Ascent SOLAR, ENERGY MATERIALS CORPORATION, CUBIC PV, Halldata Solar, Verde Technologies, Grape Solar	Tandem PV, ENERGY MATERIALS CORPORATION, CUBIC PV, Beyond Silicon, SwiftSolar, First Solar, REVKOR, SUNPOWER（CdTe/結晶Si）, SOLAR-TECTIC（CdTe/結晶Si）	Ascent SOLAR（ペロ/CIGS（スイス・Flisom買収）, SwiftSolar（ペロ/ペロ）, First Solar.（ペロ/他薄膜、CdTe/CIGS等II-VI系）, SOLAR-TECTIC（CZTS/結晶Si薄膜）
中国	GCL, 杭州纤纳光电科技, 纤纳光能, 极电光能 UtmoLight, 万度光能 WONDER SOLAR, 华能新能源股份有限公司, Auner 曙能, 黑晶光电, BOAMAX, 华纳控股, 无限光能 INFI-SOLAR, 中创环保（形状不明）, DaZheng 大正（江苏）微纳科技, 光晶能源, CATL, 东渐, JinkoSolar, JASOLAR, LONGi, risen, 中来股份 JOLYWOOD, JINERGY, Aikosolar, SPIC, Trinasolar, LDK, AKCOME, 通威太阳能 TW SOLAR, DASOLAR, HUASUN, 国晟能源, 合特光电, GRET, 爱旭集团, 上海电气	ペロ/CIGS, ペロ/ペロ, ペロ/ペロ
その他	greatcellenergy Halocell Energy（豪・伊）, 台灣鈣鈦礦科技（台湾）, P3C（印）, En+ GROUP（露）, SOLRA PV（イスラエル）	greatcellenergy Halocell Energy（豪・伊）, P3C（印）, 台灣鈣鈦礦科技（台湾）, Rayleigh（カナダ）, oninn（ブラジル）	Hanwha qcells（韓国）, CanadianSolar（カナダ・中国）, QDSolar（カナダ）, HYUNDAI（韓国）, SUNDRIVE（豪）, Reliance Industries Limited（印）, URE（台湾）, greatcellenergy Halocell Energy（豪・伊）, REC Solar（シンガポール）	

太陽電池の種類


太陽電池の種類
無機物系
有機無機系
有機物系
ケイ素（Si）
シリコン系
単一元素
複数元素
化合物系
PVK
色素増感DSSC
有機薄膜OPV
結晶系
薄膜系
c-Si
p-Si
単結晶
多結晶
c-Si＋a-Si
タンデム
HIT
他接合型、ヘトロ接合
結晶＋非結晶
a-Si
アモルファス
非結晶
μc-Si
微結晶
μc-Si＋a-Si
タンデム
紫：アモルファス
橙：薄膜多結晶シリコン
ペロブスカイト
次世代最有力
リコー製
発電量が低、
屋外使用不可
ENEOS・日本板硝子
が実証実験中
伊藤電子製
他
住友化学、三菱化学など
フィルム状
東芝
フィルム状
パナ
ガラス基板
代表的な化学組成
CH3NH3PbI3（MAPbI3）
（メチルアンモニウム・鉛・ヨウ素）
CdTe
CIS/CIGS
GaAs
米国、中国メーカー多数
日本ではソーラーフロンティアとカネカ、中国メーカー多数
超高価宇宙用
Pb系
Sn系
PbSnアイロ化
タンデム型
鉛PVK
鉛PVK
ペロブスカイト
＋単結晶シリコン
やCIGSなど

色が自由に変えられる

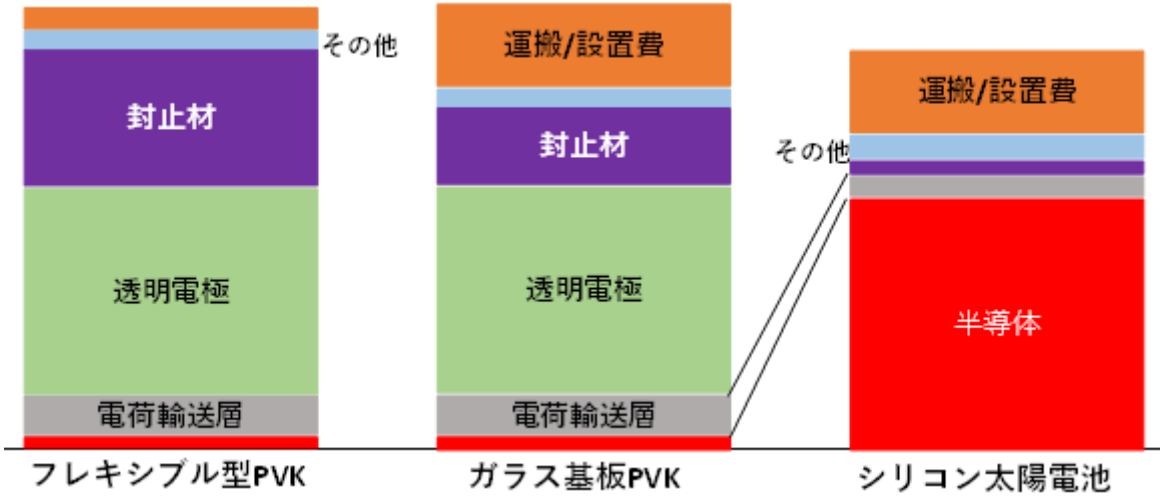
13



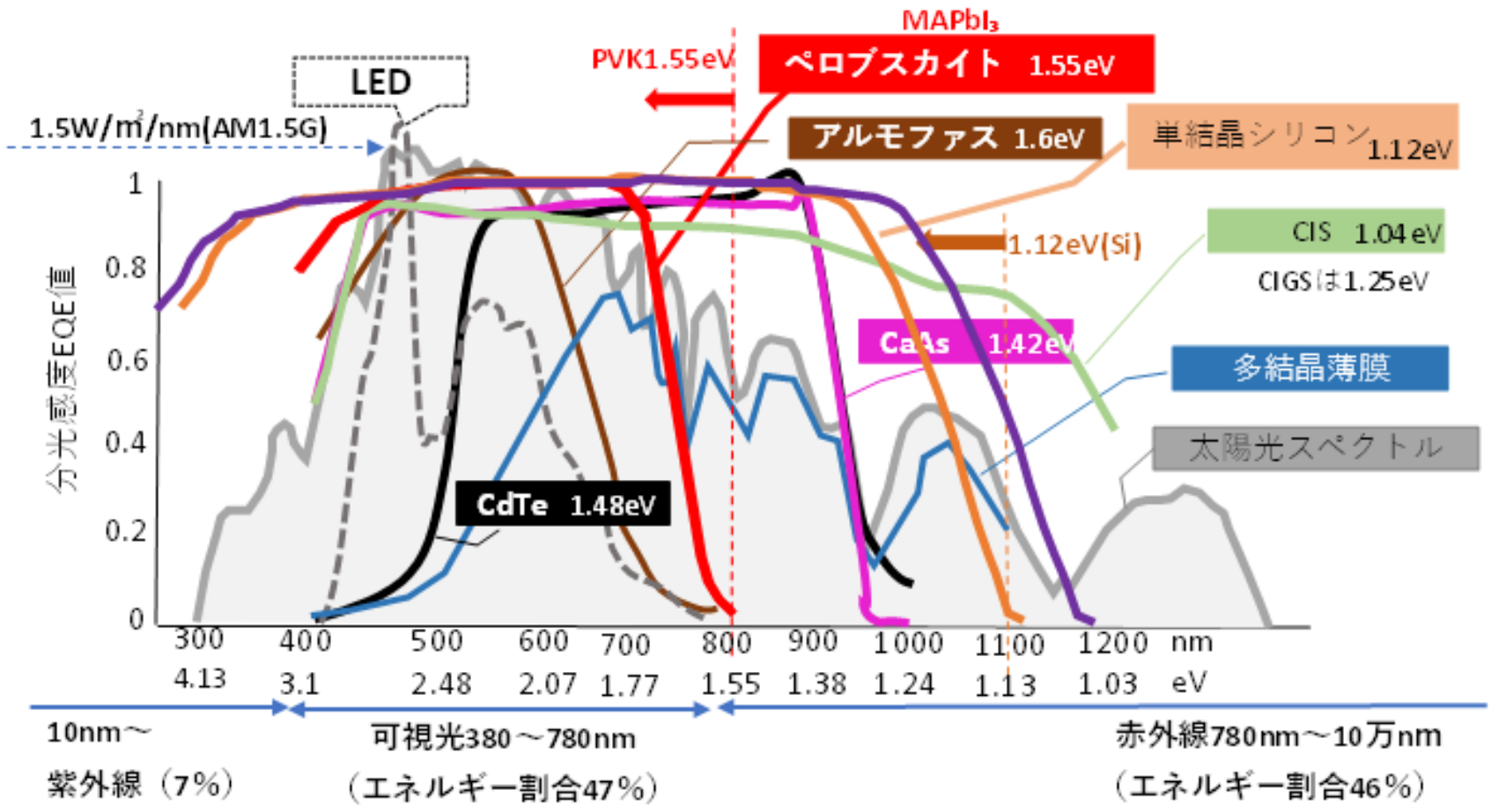
ペロブスカイトとシリコンの価格比

14

イメージ



太陽電池の感度スペクトグラフ



ご清聴ありがとうございました