

## 2021年度実施方針

新エネルギー一部

## 1. 件名：太陽光発電主力電源化推進技術開発

## 2. 根拠法：

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1号イ及び第3号

## 3. 背景及び目的・目標

我が国における太陽光発電の導入は、FIT開始後に導入が急拡大したが、規模や属性も異なる様々な事業者による参入する中で、安全面、防災面、景観や環境への影響、将来の設備廃棄等に対する地域の懸念や、FIT事業認定者が、20年間等の買い取り期間終了後も、事業を継続するのか、更に発電事業終了後に再投資が行われて持続的な導入・拡大が図れるのかといった懸念が高まっている。

また、導入拡大により従来の系統運用の下で系統制約が顕在化しており、一部地域では出力抑制等が生じている。再生可能エネルギーの出力変動を調整するための調整力の確保を含め、電力系統へ受け入れるコストは増大している。そのため、再生可能エネルギーの適地適性への対応や、大量導入を支えるネットワーク整備・運用が求められており、太陽光発電としての適切な調整力を確保するために出力制御量の低減に向けた方策や系統接続要件の整備が必要とされている。

さらに、再生可能エネルギーは主力電源化に向け電源特性に応じた電源となる事が求められており、太陽光発電は他の電源と比較して発電コストの低い「競争電源」のみではなく、「地域活用電源」として需要地に近接して柔軟に設置できる電源としても期待されている。加えて、2020年10月に2050年カーボンニュートラルの宣言があり、そのためには太陽光発電の更なる導入が必要となっている。

本事業では上記の課題に対して、従来の技術では太陽光発電の導入が進んでいない場所として重量制約のある屋根、建物壁面、移動体向けに必要とされる性能を満たし、各市場の創出・拡大に資する要素技術を開発することで、太陽光発電の新市場の創出につなげる。併せて既に導入されている太陽光発電の長期安定的な事業の運営確保として、安全性信頼性の確保、系統制約の克服等の現在顕在化している課題解決や発電設備の廃棄対策等の適切な事業環境整備に資する技術を開発する。更に上記と並行し、これらの技術を支える測定評価技術、日射量予測技術等、先進的共通基盤技術の開発や国内外の開発動向を把握し、開発を支援する動向調査等も実施する。

[委託事業／共同研究（NEDO負担率：2／3）／助成（NEDO負担率：1／2）]  
研究開発項目（I）「太陽光発電の新市場創造技術開発」

最終目標（2024年度末）

i) フィルム型超軽量太陽電池の開発（重量制約のある屋根向け）

①超軽量薄膜系太陽電池の開発

- ・ 架台を含めたモジュール重量  $3 \text{ kg/m}^2$  以下。
- ・  $30 \text{ cm}$ 角以上の大面積フィルムモジュールで変換効率  $23\%$ 以上。
- ・ 製造コスト  $15 \text{ 円/W}$ 以下の見通しを得る。
- ・ 屋外曝露  $15$ 年時点での初期変換効率に対する低下率  $10\%$ 以下。

②軽量フレキシブル結晶系太陽電池の開発

- ・ 架台を含めたモジュール重量  $5 \text{ kg/m}^2$  以下。
- ・ モジュール変換効率  $28\%$ 以上。
- ・ 製造コスト  $40 \text{ 円/W}$ の見通しを得る。
- ・ 実用化課題解決に資する要素技術を開発する。

ii) 壁面設置太陽光発電システム技術開発

①壁面設置太陽光発電システムの技術開発（非開口部、開口部）

（非開口部向け壁面設置太陽光発電システムの場合）

- ・ 壁面を想定した設置形態（東南西面への設置）で発電コスト  $14 \text{ 円/kWh}$  以下を達成する要素技術を確認する。
- ・ 建築物としての寿命  $40$ 年以上を達成する要素技術を開発する。
- ・ 面内の色調が均一なモジュールで変換効率  $20\%$ 以上を達成する。

（開口部向け壁面設置太陽光発電システムの場合）

- ・ 壁面を想定した設置形態（東南西面への設置）で発電コスト  $16 \text{ 円/kWh}$  以下を達成する要素技術を確認する。
- ・ 半透明モジュールで可視光透過率  $20\%$ 以上、変換効率  $13\%$ 以上の性能を達成する要素技術を開発する。
- ・ 窓の代替として用いる際の性能について、 $20$ 年相当の寿命を確認する。

②壁面設置基盤技術開発

評価・技術基準案等を  $3$ 件以上作成する。

③太陽光発電システム壁面大量設置実証

建築物の壁面へ太陽光発電システム設置前後での環境性能、発電性能を評価し、その効果を広く公開する。

iii) 移動体

① 超高効率モジュール技術開発

- ・ モジュール効率  $35\%$ 以上（ $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ ）
- ・ 上記モジュールと同等の効率をもつセルを使った  $3 \text{ D}$ 曲面モジュール（曲率半径  $1 \text{ m}$ を含む）
- ・ 実用サイズの複数枚処理装置（ $4$ インチ以上）においてモジュールコスト  $200 \text{ 円/W}$ （量産時  $\text{GW}$ レベル）を達成するための基板再生装置及び高速成膜装置の実証。

② 次世代モジュール技術開発

- ・ モジュール効率  $30\%$ 以上、 $3 \text{ D}$ 曲面（球面曲率半径  $1 \text{ m}$ を含む）。
- ・ モジュール価格： $70 \text{ 円/W}$ 。

## 中間目標（2022年度末）

### i) フィルム型超軽量太陽電池の開発

#### ①超軽量薄膜系太陽電池の開発

- ・ 架台を含めたモジュール重量  $5 \text{ kg/m}^2$  以下。
- ・  $30 \text{ cm}$ 角以上の大面積モジュール変換効率  $18\%$ 以上。
- ・ 製造コスト  $35 \text{ 円/W}$ 以下の見通しを得る。
- ・ 屋外曝露  $10$ 年時点での初期変換効率に対する低下率  $10\%$ 以下。

#### ②軽量フレキシブル結晶系太陽電池の開発

- ・ 架台を含めたフィルムモジュール重量  $8 \text{ kg/m}^2$  以下。
- ・ モジュール変換効率  $25\%$ 以上。

### ii) 壁面設置太陽光発電システム技術開発

#### ①壁面設置太陽光発電システムの技術開発（非開口部、開口部）

（非開口部向け壁面設置太陽光発電システムの場合）

- ・ 建築物としての寿命  $35$ 年相当の性能を確認する。
- ・ モジュール内の色調均一性と変換効率を両立させる要素技術を開発する。

（開口部向け壁面設置太陽光発電システムの場合）

- ・ 半透明モジュールで可視光透過率  $20\%$ 以上、変換効率  $10\%$ 以上の性能を達成する要素技術を開発する。
- ・ 窓の代替として用いる際の性能について、 $10$ 年相当の寿命を確認する。

#### ②壁面設置基盤技術開発

評価・技術基準等に資する測定・評価技術等を開発する。

#### ③太陽光発電システム壁面大量設置実証

壁面へ太陽電池を大量設置する際の課題を解決し、外観をアピールできる太陽光発電システムを建築物壁面へ適用する。

### iii) 移動体

#### ① 超高効率モジュール技術開発

- ・ モジュール効率  $33\%$ 以上（ $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ ）
- ・ 上記モジュールと同等の効率をもつセルを使った  $3 \text{ D}$ 曲面モジュール（曲率半径  $1 \text{ m}$ を含む）
- ・ 実用サイズの複数枚処理装置（ $4$ インチ以上）において、モジュールコスト  $200 \text{ 円/W}$ （量産時  $\text{GW}$ レベル）を達成するための基板再生装置及び高速成膜装置の試作および要素技術構築

#### ② 次世代モジュール技術開発

- ・ モジュール効率  $25\%$ 以上、 $3 \text{ D}$ 曲面（球面曲率半径  $1 \text{ m}$ を含む）。

[委託事業／共同研究（NEDO負担率：2／3）／助成（NEDO負担率：1／2）]

研究開発項目（Ⅱ）「太陽光発電の長期安定電源化技術開発」

## 最終目標（2023年度末）

### (i) 安全性・信頼性確保技術開発

#### ①-1) 安全ガイドラインの策定（傾斜地設置型、営農型、水上設置型）

実証試験と調査、シミュレーションの結果に基づき、設置環境の多様化に必要な新たな裏付けを加えて、 $2022$ 年版を発行する。

#### ①-2) 設置機器に関する基準類、ガイドラインの策定

発行、公開とセミナー等の実施を通じて、発電事業者の利用を促進する。

②信頼性評価技術、信頼性回復技術の開発（2023年）

②-1) 信頼性評価技術（構造・電気）、②-2) 信頼性回復技術（構造・電気）

開発した技術の実証を行いその結果を受けた改良により実用性と採算性を確立する。小規模発電設備（50kW未満）における評価結果をもとに普及計画を立案する。

(ii) 太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発（2023年度末）  
実モジュールサイズの実証プラントを構築し、連続運転で以下の性能を満たすこと。

- ・分離処理コスト3円/W以下の分離技術であること。
- ・資源回収率80%以上の分離技術であること。
- ・太陽電池モジュール由来の回収物がマテリアルリサイクルに資する性能であること。

(iii) 系統影響緩和に資する技術課題の検討および実証（2023年度末）

- ①経済合理性を前提とした需給乖離率3%以下のシステムの構築。
- ②経済合理性を前提として、需給調整市場の応動・継続時間の要件（一次から三次）に適合しうる計画技術・制御技術を備えたシステムの構築。

中間目標

(i) 安全性・信頼性確保技術開発（2021年度末）

①安全性に係る基盤整備（2021年度）

- ①-1) 安全ガイドラインの策定（傾斜地設置型、営農型、水上設置型）  
・暫定版として2020年版の発行

②信頼性評価技術、信頼性回復技術の開発（2021年度末）

- ・開発した技術の有効性を評価するとともに、その実証方法を具体化する。

(ii) 太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発（2021年度末）  
実モジュールにおいて、以下の技術を確立する。

- ・分解処理コスト3円/W以下。
- ・部材として再利用可能な状態で資源回収率80%以上。
- ・太陽電池モジュール由来の回収物のマテリアルリサイクル技術を開発する。

[委託事業]

研究開発項目（Ⅲ）「先進的共通基盤技術開発」

最終目標（2024年度末）

①新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発（2024年度）

新型太陽電池等について、その設置形態環境・形状を考慮した屋内屋外測定技術を確立し、海外主要研究機関の測定技術との国際整合性も考慮しつつ、室内測定においては精度±0.5%（1σ）以内を目指す。屋外環境下においては精度±1.0%（1σ）以内を目指す。性能評価技術の標準化に取り組む。

②発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発（2022年度）

1km四方程度のエリアを想定した数時間先の発電量の予測に向け、想定エリアの日射量予測情報を提供する技術を開発する。

③発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発（2024年度）

現在から翌日および翌々日程度先の日射量を予測する技術開発において、日射量予測の最大誤差を20%以上低減することを目指す。

中間目標（2022年度末）

- ① 新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発  
新型太陽電池等について、その設置形態環境・形状を考慮した測定技術を開発し、海外主要研究機関の測定技術との国際整合性も考慮しつつ、室内測定においては精度±1.0%（1σ）以内を目指す。
- ② 発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発（2022年度）  
現在から翌日および翌々日程度先の日射量を予測する技術開発において、日射量予測の最大誤差を10%以上低減することを目指す。

[委託事業]

研究開発項目（Ⅳ）「動向調査等」

最終目標（2024年度末）

- ① 移動体用太陽電池の動向調査（2024年度）  
今後の移動体用太陽電池の技術開発に資する分析、検討をまとめる。
- ② リサイクル関連の動向調査（2021年度）
  - ②-1 リサイクルに関わる調査結果を、太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発へフィードバックする。
  - ②-2 太陽電池モジュールの適正処理を実証できる企画を提案する。
- ③ 太陽光発電の動向調査（2024年度）
  - ③-1 今後の技術開発の方向性や普及方策の分析、検討に資する情報をまとめる。
  - ③-2 PVP Sでの活動を踏まえ、定期的な情報発信を行うと共に分析、検討をまとめる。

中間目標（2022年度末）

- ① 移動体用太陽電池の動向調査  
移動体用太陽電池の調査結果を中間報告書としてまとめ、関連するプロジェクトへフィードバックする。
- ③ 太陽光発電の動向調査
  - ③-1 技術開発の方向性や普及方策の分析、検討に資する調査結果を中間報告書としてまとめ、関連するプロジェクトへフィードバックする。
  - ③-2 PVP Sの活動に参画し、その内容を産業界に発信する。

#### 4. 実施内容及び進捗（達成）状況

プロジェクトマネージャーにNEDO 新エネルギー部 山崎 光浩主任研究員を任命して、プロジェクトの進行全体の企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させた。

##### 4. 1 2020年度事業内容及び進捗（達成）状況

以下の研究開発を実施した。実施体制図については、別紙を参照のこと。

###### 研究開発項目（I）太陽光発電の新市場創造技術開発

###### （i）フィルム型超軽量太陽電池の開発（重量制約のある屋根向け）

###### 1) 多様な基板上に適用可能な軽量CIS太陽電池 製造要素技術の開発

重量制約のある屋根向けに、従来のガラス基板から0.3mm厚ステンレス基板に変更した大面積超軽量CISモジュールの開発を行った。性能上、信頼性上さらには製造コスト上の要求値を満たすべく、デバイス構造・モジュール構造の改善、および生産プロセス・設備においても改善を実行。さらに、超軽量モジュールの特徴を生かすべく、新しい施工技術を開発するとともに、パートナー企業と協働しパイロット生産品の試験施工を実施、顧客目線からのさらなる改善点の抽出を行った。（実施体制：出光興産株式会社）

###### 2) 多様な基板上で実現可能なCIS太陽電池高効率化要素技術の研究開発

出光興産が作製する金属箔基板とガラス基板両方のCIS系太陽電池試料の評価を開始した。プロジェクト開始初年度となる2020年度では、特にTEM-EDX分析を中心とした評価に着手し、金属箔とガラスそれぞれの基板上における各構成層（透明導電膜層、バッファ層、CIS系光吸収層、Mo電極層、絶縁層およびそれらの界面）の構造評価や元素組成分布評価を実施した。また、次年度以降にレファレンス試料である産総研の蒸着CIS系光吸収層の研究開発においても共通して比較評価に用いる予定の外部発光量子効率（ERE）評価装置の導入、およびCIS系太陽電池試料作製に必要なレーザースクライビング装置の改修作業を実施した。

出光興産により軽量基板上に作製されたCIS光吸収層/Mo電極構造、完結した電池構造について、まず、電子構造の分析が行える7mm角程度の試料を機械的ダメージ少なく作製する手法を確立した。続いて、真空中リフトオフにより露出させたCIS裏面-Mo表面、CIS表面の評価を行い、裏面の組成が高いGa/III族比、低いS/VI族比、Na含有などガラス基板上試料の当該部分と定性的に一致するものの、Ga/III族比が0.7と高いこと、Na濃度がガラス基板上試料の界面と比べてCIS側、Mo側ともに低いことを見出した。前者はCIS層内における急峻なGa濃度傾斜の存在、後者はMo側表面への電子ドープが緩和されることを示唆している。実際、XPSにより評価した価電子帯上端の相対位置はMo側表面の方がCIS側より0.1eV高く、ホール伝導にとって有利な関係にあった。また、CIS層のas-received表面が顕著にIn, Sリッチ且つOを含むことが観測され、pn接合形成にIn(S, O)化合物が関与する可能性が示唆された。以上、軽量基板上電池の電子構造の特徴づけ、ガラス等の異種基板上電池との比較のための足掛かりを得た。

出光興産より提供を受けたフレキシブル基板上のCIS薄膜に関する再結合評価を時間分解蛍光分光により評価した。その結果、デバイス構造、ならびにバッファ層/CISヘテロ構造のいずれの試料でも、短波長入射光（400nm）に関する蛍光寿命が長波長入射光（750nm、900nm）に比べ極端に短寿命になり、界面再結合の大きな可能性を見出した。現在、電圧印加蛍光寿命観測、アドミッタンス法などの計測により界面再結合について検証している。（実施体制：国立研究開発法人産業技術総合研究所（再委託：国立大学法人鹿児島大学、国立大学法人筑波大学））

3) ヘテロ界面制御による新型バッファレスCIS太陽電池の開発

出光興産より提供を受けたフレキシブル基板ならびにガラス基板上CIS薄膜に対し、電子線誘起電流（EBIC）法を用いた光吸収層断面の電子収集効率の評価技術を開発した。その結果ガラス基板上CIS薄膜の方が、EBIC強度が強く、またEBIC信号も膜の断面方向に拡がっているとの初期的知見を得た。また、CIS太陽電池におけるバッファ層の役割を解明するためデバイス解析を行ない、n型窓層の電子親和力が重要であることを明確にした。さらに既存のMOCVD-ZnO装置を改造し、新規ZnGeO透明導電膜の開発に着手した。（実施体制：国立大学法人東京工業大学）

4) CIS太陽電池のドライプロセスによる高品質接合界面構造の開発

出光興産製のCIS太陽電池のデバイス解析を行った。フルサイズ（90cm×120cm）のCIS太陽電池集積サーキット（変換効率≒14%）を切り出して面積0.37cm<sup>2</sup>の太陽電池セルを作製し、評価した。その結果、フルサイズよりも3ポイント高い効率である約17%が得られた。小型セルでは中間目標達成の可能性を十分有することがわかった。小型セルでは曲線因子が大きく改善されたことから、曲線因子を制限する要因の洗い出しとその対応が必要であることがわかった。また、出光興産製のCIS基板に対する表面処理の検討を開始した。（実施体制：学校法人立命館）

5) 高自由度設計フィルム型ペロブスカイト太陽電池モジュールの技術開発

高効率化技術開発として、Snペロブスカイト半導体の高純度化技術を用いて、Sn-Pb混合型ペロブスカイト太陽電池の作製を検討した。デバイス構造、膜厚、および添加剤の最適化により、1000nmまでの光電変換特性を示し、JSC > 30mA/cm<sup>2</sup>で光電変換効率21%のセルを作製できることを確認した。

また、大面積塗工技術開発として、二段階溶液法の開発に取り組み、前駆体薄膜の作製法の検討、溶媒効果および薄膜構造の特性を詳細に検討し、緻密で平坦なイオン混合型ペロブスカイト半導体膜を作製できる技術を開発した。これにより、20%を超える光電変換効率を得られた。本手法を用いて、バーコーター法による大面積塗工技術開発も開始した。

また、低コストフィルム化技術開発として、透明酸化物コロイドの合成による透明導電膜、TiO<sub>2</sub>層の低温成膜材料・プロセスの開発、レーザースクライビング技術の開発に、また、耐久性確保のため、バリア性の高い封止材料の選定、封止技術開発に鋭意取り組んでいる。（実施体制：国立大学法人京都大学（再委託：公立大学法人兵庫県立大学）、株式会社エネコートテクノロジーズ、シャープ株式会社）

6) 超軽量ペロブスカイト系太陽電池の研究開発

「ペロブスカイト太陽電池の新市場創造に向けた高効率化材料技術と製造技術の開発」では、ペロブスカイト材料の組成を調整し、平均的な性能を向上させた。ガラス基板で高効率を得られた材料を用いてフィルム基板デバイスを試作し、効率19.6%を得た。タンデム太陽電池のボトムセルを改良し、SnPbペロブスカイト太陽電池として世界最高の23.3%を記録した。トップセル向け低温プロセス逆構造デバイスで1.2Vを超えるV<sub>oc</sub>を得た。グラフェントネル接合層上に順構造ペロブスカイト太陽電池を試作した。

「界面制御による高性能化技術と性能評価技術の開発」では、界面制御に着目した新規化合物開発、パッシベーション技術開発、再結合評価技術開発、効率26%に向けたデバイスシミュレーション及び、劣化機構解明や屋外暴露試験の為の環境整備を行った。

「超軽量モジュール技術の研究開発」では、SnPb系ペロブスカイトを用い、1cm角ガラスセル効率17.8%を得た。低コスト化に向け塗布速

度を改善し、ペロブスカイト層のメニスカス塗布において、5 mm/秒から5 m/分と10倍以上の高速化に成功した。

「ロールトゥロール製造技術の研究開発」では、低コスト化とさらなる効率向上を目指し、金属箔に替えてPETフィルムを超軽量基板として開発を進めた。熱履歴による基材の伸縮を最小限に抑える製造プロセスを検討し、30 cm角程度の超軽量太陽電池モジュールの変換効率を11.4%から13.2%まで向上させた。(実施体制：国立大学法人東京大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、株式会社東芝、積水化学工業株式会社、(再委託：国立大学法人電気通信大学、学校法人五島育英会東京都市大学、学校法人立命館、国立大学法人京都大学、地方独立行政法人神奈川県立産業技術総合研究所))

(ii) 壁面設置太陽光発電システム技術開発

1) ビル壁面開口部向けシースルー太陽電池の開発

高性能透過型太陽電池の実現に向け、中間バンド形成用の新規量子ドットの開発、キャリアダイナミクス解析技術の確立、近赤外光領域で最大13倍の光閉じ込め係数を実現し得る構造の設計、膜厚150 nmのコロイド量子ドット太陽電池の開発、時間依存密度汎関数法と機械学習手法を用いたコアシェル型量子ドットの光吸収・発光スペクトルのシミュレーションソフト、及びAIと波動光学解析手法を用いた3次元中間バンド太陽電池の数値計算パッケージの開発を行った。(実施体制：花王株式会社、(再委託：国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学)、国立大学法人東京大学、(再委託：タカノ株式会社)、国立大学法人電気通信大学)

2) 壁面設置(非開口部)タンデム太陽電池モジュールの開発

ペロブスカイト/結晶シリコンタンデム太陽電池を作製するとともに、シミュレーションによりデバイス構造の最適化に着手した。ペロブスカイト層に損傷を与えることなくパッシベーション膜を形成する技術や各種封止材の比較検討等、タンデム太陽電池モジュールの信頼性向上に向けた基盤技術開発に着手した。壁面モジュール用温度上昇抑止技術の有効性を検証するとともに、エレクトロルミネセンスを用いた屋外でのモジュール評価技術を改善した。(実施体制：国立大学法人新潟大学(再委託：学校法人明治大学)、国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学(再委託：国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学)、学校法人青山学院青山学院大学)

3) 開口部向けペロブスカイトBIPVモジュールの開発

ペロブスカイトタンデム用のトップセル/ボトムセル用材料組成を検討し、トップセルで効率13.9%、ボトムセルで効率18.3%を達成した。また、ホール取り出し構造を最適化し、耐熱性と耐光性の両立の見通しを得た。また、ワイドバンドギャップ用のホール輸送材料として新たにHOMO準位の異なる4種の材料を新たに合成し、一定のセル初期特性を実証した。(実施体制：パナソニック株式会社、学校法人早稲田大学)

4) 壁面設置太陽電池モジュール(非開口部、開口部)の開発

開口部太陽電池モジュールに関し、レーザー加工機を導入し短冊状に切断したセルの開発・評価に着手した。色調制御技術に関し、光学計算による検討を進め、太陽電池の出力低下を5%以内に抑制した色調制御が可能なことを確認した。また、高温高湿保存試験等の信頼性試験により、長寿命化の基本構造を開発した。非開口部太陽電池モジュールにて配線が視認できない構造を開発し、高温高湿保存試験にて3000時間以上の耐久性を有する材料選定を実施した。(実施体制：株式会社カネカ、国立研究開発法人産業技術総合研究所(再委託：国立大学法人東京工業大学))

5) 壁面設置太陽光発電システム市場拡大のための共通基盤技術の開発とガイドライン策定



①世界的にも高精度BIPV向け日射熱取得率測定設備(ISO 19457準拠)を整備中。(熱計測部分を完成。光源設置は次年度)②屋外データ取得サイトを整備し、次年度以降のデータ取得を可能にした。③IEA Task 15活動に参加(実施体制:太陽光発電技術研究組合(再委託:国立研究開発法人産業技術総合研究所))

- 6) デザイン性を考慮した後付け可能な新築・既築向けBIPVシステムの実証  
本事業における2020年度の成果は、当初の計画を上回る内容となった。具体的には、PVとロールスクリーンを組み合わせたPVロールスクリーンの試作を実施し、性能試験および安全性試験まで実施できた点にある。試作にあたっては、フレキシブルPVセルと基材とのラミネートを試行し、現時点で実用可能と考えられる組み合わせを実現した。ラミネートによって生じる様々な課題に対しても、断熱性向上や遮光効果向上を実現しつつ、ある程度の問題解決の糸口をつかんだ(実施体制:株式会社LIXIL)
- 7) ZEB達成に向けた同時同量を実現する太陽光発電システムの実証  
建物壁面への太陽電池システム実証検討として、都市近郊の住宅隣接の既築建物壁面である東京大学先端科学技術センター壁面を候補として、リニューアル工事し実証検証する方針で協議を開始した。上記の実証検証において、東京大学・大成建設(株)と連携し、電力需要検証のための太陽電池システムおよび低コスト設置工法、設置デザインの設計を開始した。(実施体制:株式会社カネカ(委託先:国立大学法人東京大学、大成建設株式会社))

(iii) 移動体用太陽電池の研究開発

1) 超高効率モジュール技術開発

移動体用途向けに曲面設置可能なモジュールで、多接合型構造による変換効率35%以上の高効率化技術開発、200円/W(GW量産時)を達成するための製造装置開発実証を目指し、①高効率・曲面モジュールのための、ボトムセル(SiおよびCIS)高効率化検討、III-V化合物2接合トップセル高効率化検討、②III-V化合物セル低コスト化のための、基板再利用工程および量産装置設計、低コストエピタキシャル成長(HVPE)技術によるセル試作およびHVPE量産装置の設計検討、スマートスタック技術による高効率セル試作、③曲面モジュールの特性評価および発電量評価に取り組んだ。(実施体制:シャープ株式会社、出光興産株式会社、太陽日酸株式会社、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人宮崎大学、国立大学法人東京大学(再委託:タカノ株式会社)、学校法人トヨタ学園豊田工業大学(再委託:国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学、学校法人明治大学))

2) 次世代モジュール技術開発

高効率ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池の開発において、トップセルと組み合わせたときに良好な特性が得られるボトムセルの構造を設計し、その低コスト作製技術開発を実施した。また、ボトムセルを用いて作製した曲面モジュールを用いて、発電特性の評価手法を検討した。ペロブスカイトセル各層材料の検討および小面積セルの試作を実施し、大面積化に向けたプロセス要素技術を検討した。(実施体制:株式会社カネカ、国立研究開発法人産業技術総合研究所)

研究開発項目(II) 太陽光発電の長期安定電源化技術開発

(i) 安全性・信頼性確保技術開発

1) 高安全PVモジュール、高安全PVシステムの技術基準案の策定

高安全PVシステム実現に資する技術基準案の策定を目指し、以下3テーマでの検討を開始し、順調に推移している。「最先端のPVシステム診断技術の技術基準の検討」では、日本大学にて、遠隔監視技術やBPD故障診断技術

開発が始まるとともに、評価試験設備の構築を行っている。「ビッグデータ活用手法の検討」では、ビッグデータ有効活用手法の提言に向け、ユースケースの抽出を開始した。潜在顧客やステークホルダへのアンケート調査、ヒアリングを行っている。「太陽電池モジュールの火災安全設計技術の開発」では、モジュール火災発生メカニズム解明に注力することとし、モジュールの発熱、アーク発生再現試験を行っている。(実施体制：太陽光発電技術研究組合(再委託：学校法人日本大学))

2) 特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のためのガイドライン策定

暫定版のガイドライン作成のために、①傾斜地設置型ガイドラインの策定について傾斜地における積雪荷重の測定開始および風洞実験計画の策定、②営農型ガイドラインの策定について、風洞実験計画の策定、③水上設置型ガイドラインの策定について、フロート接合部への載荷試験、係留索に作用する荷重などの実証実験計画の策定、風洞実験計画の策定を行った。また、④傾斜地設置型、営農型、水上設置型ガイドラインの共通事項について、電気、構造の関連文献の調査、海外事例として韓国、台湾の規制の調査、事故事例として、デスクトップリサーチおよびヒアリングを3件実施した。これらをもとにして暫定版のガイドラインの作成を行った。(実施体制：国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構、八千代エンジニアリング株式会社、一般社団法人太陽光発電協会、デロイト トーマツ コンサルティング合同会社、(再委託：学校法人北海道科学大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、公立大学法人大阪))

3) 太陽光発電の安全性・信頼性評価、回復技術の技術情報基盤整備

太陽光発電の安全性・信頼性評価、回復技術の民間企業の実用化開発を加速させるための基盤整備として、①事故情報調査、不具合メカニズム分析について、2017年から約2年間の保険事故情報にその後約1年間の情報を追加し整理した。また、②有望技術の評価(構造)について、これまでの研究成果から課題を抽出し、応用可能な既存技術のリストアップ、専門家によるリスク評価に受け継ぐために必要な非専門家による事前調査項目を整理、有望な既存技術に関する実証実験やフィールドテストの計画を行った。③有望技術の評価(電気)について、アーク検知、遮断技術の実験構築、絶縁抵抗監視の予防保全に関する基礎的な実験を行った。さらに④PV発電設備の評価・回復手法の技術情報および技術評価ガイド策定について、アウトプット資料の骨子を検討開始、評価技術の課題・要望等の抽出として「太陽光発電事業の評価ガイド」の研修概要の調査やメンテナンスや事例等の関連情報を収集した。(実施体制：国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構、SOMPOリスクマネジメント株式会社、一般社団法人太陽光発電協会)

4) 太陽光発電の長期安定電源化に向けた評価・回復の実用化促進技術開発

2020年度は福島県での現地調査を実施したが、それ以降新型コロナウイルスの影響で、打合せに伴う出張や現場調査に制限があったため、机上で検討を優先的に進めることとした。関西電力はプロジェクト全体の開発目標の設定やアプローチ対象の絞込みを実施した。エクソルとCO2Oは構造的に弱い架台接合部への補強方法を模索すべく、接着メーカーであるセメダインへの外注先として協力依頼と利用可能製品の検討、太陽光発電所の土木・構造面の課題についての実態調査、事故事例を分析した。日本地工は杭基礎の引抜試験の計画と実地試験を実施した。アジア航測は3Dカメラにより架台構造データを収集した。(実施体制：関西電力株式会社、株式会社エクソル、株式会社CO2O、日本地工株式会社、アジア航測株式会社、(再委託：国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構))

(ii) 太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発

- 1) 結晶シリコン及びC I S太陽電池モジュールの低環境負荷マテリアルリサイクル技術実証
 

フレーム分離治具、パネルセパレータ装置、パネル破碎/剥離装置を使用し、C I S太陽電池モジュールの実証開始。またエッチング/固液分離装置、篩/風力選別機を設計導入し効率的回収及び清浄化技術を検証開始。結晶シリコン用技術開発として、結晶シリコン太陽電池モジュールに含有する有価物の高効率液相回収技術を開発、パネルセパレータ装置の改造を行い検証開始。リサイクル部材(ガラス、樹脂材など)の用途開発として、コンクリート評価、カバーガラス単体の水平リサイクル検討開始。(実施体制：ソーラーフロンティア株式会社)
  - 2) 太陽電池モジュールの低温熱分解法によるリサイクル技術開発
 

分離技術の確立：太陽電池モジュールメーカー3社の評価を実施、処理条件は変わらない。触媒の開発：触媒の厚さは4.5mm早く処理できる。あらたな特性因子としてモジュールとの隙を発見、適正な条件を追加検討する。リサイクル工程開発：太陽光モジュール搭載・回収装置、リターン装置、アルミ枠除去装置を導入し、来年度から連続運転評価を開始する。省エネルギープロセス：熱分解炉、アフターバーナーのモデル化を完成。熱効率化とプレヒートにより時間短縮化(処理時間13.9分)の可能性を算出した。マテリアルリサイクル：各メーカーのガラス成分を分析。ガラスメーカーと継続して水平リサイクルの可能性を検討する。(実施体制：株式会社トクヤマ)
- (iii) 系統影響緩和に資する技術課題の検討
- 1) 太陽光発電による需給一体型システム構築上の課題抽出と対応方法の検討
 

太陽光発電の需給一体型モデルの普及にあたり、経済合理性があり、かつ系統影響緩和に資する、多拠点間の自己託送を利用したシステムの基本設計・実証プランの企画策定を行った。策定にあたっては、実際の発電量・需要量データを用い、エリアまたぎの自己託送を含む複数パターンを机上検討した。成果としては、実現可能性の高い実証プランの策定と制度面などにおける課題の確認ができた。(実施体制：東京電力エナジーパートナー株式会社、日本電気株式会社)
  - 2) 系統連係における影響緩和のための技術開発課題の抽出とその対応方法の検討
 

太陽光発電を調整力として活用するための技術開発として、短時間予測およびリアルタイム日射計測等から期待発電電力推定と上限出力制御による上げ調整力確保制御、複数地点の需給予測制御技術の技術的可能性、スポットおよび時間前市場に活用できるインバランス低減の価値、調整力市場における売電価値などの経済性評価を実施した。また、基礎的な実証実験を行うことで、今後の技術課題を抽出した。(実施体制：国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般財団法人電力中央研究所)

#### 研究開発項目(Ⅲ) 先進的共通基盤技術開発

- 1) 新型太陽電池評価要素技術の高度化・高精度評価技術の開発
 

「新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発」において、新用途開拓・拡大に向けて開発される新型太陽電池の高精度性能評価技術実現に向けて、その要素技術となる太陽電池出力角度特性や曲面太陽電池の性能評価技術の開発を進めた。また、開発されてくる新型太陽電池(ペロブスカイト・新型結晶シリコン・薄膜化合物系・III-V化合物系、多接合系等)に対応した性能評価測定技術の開発と高精度性能評価測定を実施した。屋外環境での高精度評価技術開発として、PVモジュール日射センサ(PVMS)を使用したMPPT動作下での太陽電池出力連続監視装置の開発を進め、高効率シリコン系太陽電池アレイによる精度検証を開始した。太陽電池性能評価の基盤とな

る基準太陽電池校正技術の高度化に向けて、絶対放射計測技術として新型センサの原理・構造の考案・試作を進めた。(実施体制：国立研究開発法人産業技術総合研究所)

2) 日射量の短期予測に関する研究開発

「ひまわり8号データを用いた短時間先の日射量予測技術の開発」に関して、予測技術検証のベンチマークとなるモデルを作成するとともに、計算環境の構築、入力データ・検証用データの整理、高精度な日射量予測モデルの開発のベースとなる手法・ロジックの検討を行った。また、「翌日および翌々日程度先の日射量予測技術開発に向けた可能性検討」に関して、翌日、翌々日を対象とした日射量予測の大外し事例の分析・評価を行い、今後の技術開発に必要な要件を整理するとともに技術開発に向けた可能性を検討した。(実施体制：一般財団法人日本気象協会)

3) 発電量予測評価技術の研究開発

「発電量予測評価技術の研究開発」において、発電量予測の要素技術として、PV発電所における日射から電力へのエネルギー変換過程を物理モデルにより表現した予測モデルを構築するとともに、物理モデルでは算出が難しい発電所別の特徴を考慮するための機械学習等を用いる手法の検討として、過去1ヶ月程度のデータを用いて日陰等の影響を考慮可能な手法の開発を行った。また、山梨県北杜市の協力を得て、開発する発電量予測評価技術の実証試験サイトとして用いる北杜メガソーラーの発電データ取得を継続的に行うための体制を構築した。(実施体制：学校法人東京理科大学)

研究開発項目(IV) 動向調査

① 移動体用太陽電池の動向調査

①-1) 移動体用太陽電池の動向調査(海外を中心に調査)

IEA PVPS Task 17 (PV and Transport) 等への参加、文献調査等により、自動車等への太陽電池搭載に関する動向を調査した。IEA PVPS Task 17においては、プロジェクト議長を担当し、海外専門家との共著による技術報告書を取り纏めた。また、日本の取り組みの世界に向けて発信していくため、NEDOが実施してきた太陽光発電搭載自動車実証車の走行動画を撮影した。(実施体制：みずほ情報総研株式会社)

①-2) 移動体用太陽電池の動向調査(国内を中心に調査)

移動体への搭載を目指した太陽電池の動向を調査、分析すると共に、今後の方向性を議論、展開することにより移動体分野の研究開発を加速することを目標に以下の3点を重点的に推進した。「国内におけるPV搭載移動体の研究機関、企業、利用者等を対象にした調査、分析」では、クルマユーザー層やトラックPVなどに裾野を広げた研究会を実施するなど、移動体PVコミュニティの拡大を行った。「国内におけるPV搭載移動体の普及に資するレジリエンスの定量評価、事例調査」では、災害時に車載太陽電池を活用することにより生じるメリットを定量評価するための調査、シミュレーションを開始した。「車載太陽電池の信頼性評価に資する技術検討」では、車載部品の評価規格をまとめ、車載時の応力、振動、温度等の調査を行うとともに、車載PVの解析モデル構築を行った。(実施体制：太陽光発電技術研究組合(再委託：国立大学法人長岡技術科学大学))

② リサイクル関連の動向調査

②-1) 太陽電池モジュールのリサイクルに関わる調査

太陽電池モジュールのリサイクルに関わる国内の最新動向(技術開発動向、政策動向、実施事例等)の定点観測を行い、文献、ヒアリング調査により、最新情報を取りまとめた。太陽電池モジュールのガラスの再利用の状況については、ガラスの再利用先を対象としたヒアリング調査を実施するとと

もに、太陽電池モジュール由来ガラスの受入への期待が高いガラスウールを採りあげ、その受入条件・ポテンシャルを確認するために関係者で構成されるワーキンググループを立ち上げ、基礎検討を実施した。災害に伴う太陽光発電設備への被害状況を整理するとともに、自治体、発電事業者、リサイクラーを対象としたヒアリング調査によりリサイクルの実施状況について情報収集した。使用済太陽光発電設備の排出量予測について文献調査に基づきデータ更新を行った。(実施体制：株式会社三菱総合研究所)

②-2) 太陽電池モジュールの適正処理に関わる調査

使用済み太陽電池モジュールの排出、収集・運搬および中間処理等に関する現状を把握するため、発電事業者・所有者、撤去工事・排出者、収集・運搬事業者、および中間処理事業者向けのアンケート調査を実施した。IEA PVPS Task 12 (PV Sustainability) への参加等を通じ、海外における使用済み太陽電池モジュールの発生状況等の情報を収集した。適正処理の効率化、円滑化に向けた手法の検討、実証企画の提案への参考とすべく、使用済み太陽電池モジュールの回収、運搬の効率化等に関する提案事例の調査を行った。(実施体制：一般社団法人太陽光発電協会、みずほ情報総研株式会社)

③太陽光発電の動向調査

③-1) 太陽光発電の技術および産業・市場動向の調査

重点分野としているフィルム型軽量太陽電池、壁面設置太陽光発電システム、太陽光発電の安全性・信頼性確保、太陽光発電の系統影響緩和、新型電池の評価と日射量予測に関連する技術、およびこれらに関連する市場・産業の最新動向について調査を実施した。(実施体制：株式会社資源総合システム)

③-2) 国際技術協力プログラムへ参画

2020年11月にオンラインで開催された第55回IEA PVPS Task 1 専門家会議に参加し、活動の進捗報告及び2021年度以降の計画等について審議に参加した。同会議において加盟国の市場・政策動向等を調査した。Task 1 成果物である太陽光発電の統計情報及び市場・産業動向をまとめたTrends Report 2020の作成に参加し、2020年12月にPVPSウェブサイトにおいて公表した。Trends Report については、国内での情報共有のために日本語版を作成中で、今年度内に完成予定である。国際会議の併催イベントとしてTask 1 が企画開催したワークショップにおいて、Task 1 成果物に関わる招待講演を実施した。このほか、Task 1 の副代表としてTaskの運営に携わったほか、IEA PVPSの将来戦略を策定するためのワーキンググループのオンライン会議に参加した。(実施体制：株式会社資源総合システム)

4.2 実績推移

	2020年度	2021年度
実績額推移(需給)(百万円)	3000	—
特許出願件数(件)	10	—
論文発表数(報)	63	—
フォーラム等(件)	176	—

5. 事業内容

プロジェクトマネージャーにNEDO 新エネルギー部 山崎 光浩主任研究員を任命して、プロジェクトの進行全体の企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

## 5. 1 2021年度事業内容

以下の研究開発を実施する。実施体制については、別紙を参照のこと。

### 研究開発項目（I）太陽光発電の新市場創造技術開発

#### （i）フィルム型超軽量太陽電池の開発（重量制約のある屋根向け）

##### 1) 多様な基板に適用可能な軽量CIS太陽電池 製造要素技術の開発

モジュールのさらなる軽量化及び低コスト化を達成すべく、0.3mm厚のステンレス基板の薄板化（0.15mm）の適用、またステンレス基板から異種基板材料（鋼板、ポリイミドフィルム等）適用のための基礎検証を実施する。性能面においては、コンソーシアムメンバーからの新しい変換効率向上にかかわる知見を量産移管すべく、試作開発を実行する。新施工技術開発においては、客先からのフィードバックをベースに改良を進めるとともに、量産展開への準備を図る。（実施体制：出光興産株式会社）

##### 2) 多様な基板上で実現可能なCIS太陽電池高効率化要素技術の研究開発

2020年度に導入したERE装置の立ち上げを行い、曲線因子（FF）向上に必要な要素技術開発のための指標としての有効性の検証を開始する。引き続き出光興産のCIS系太陽電池2種と産総研のCIS系太陽電池試料の比較分析を実施するとともに、Zn系バッファ層の開発を実施し、出光興産のCIS系光吸収層に適したバッファ層製膜条件の探索を行う。またレファレンス試料として、産総研の蒸着CIS系光吸収層においても同様にFF向上に必要な要素技術の研究開発に取り組む。

軽量基板上モジュールに関しては、CIS層の本質的表面の組成、電子構造、バンドギャップエネルギーの最小値を、ダメージレスエッチング技術、表面光起電力分光測定を適用することにより解明する。また、Zn系バッファを生産プロセスと同一条件でCIS上に作成し、バッファの組成・電子状態、それらの熱処理による変性、バッファ/CIS界面バンド接続を評価し、出光興産製のガラス基板上モジュール、異種軽量基板上の高効率セルと比較することで電子構造制御指針を明確化する。

界面、バルクにおける光生成キャリア再結合の切り分けに取り組み、フレキシブル基板上のCIS薄膜の効率を向上させるための知見を得ることを目指す。具体的には、ガラス基板上の製品とフレキシブル基板上の試料の蛍光寿命、アドミッタンス法、光容量法を検証し、物性と電気特性の相関を有することを明らかにしたい。また、顕微ラマン分光、顕微蛍光分光を計測し、界面近傍における組成や欠陥の面内分布がデバイス特性に与える影響を明らかにすることを目指す。（実施体制：国立研究開発法人産業技術総合研究所（再委託：国立大学法人鹿児島大学、国立大学法人筑波大学））

##### 3) ヘテロ界面制御による新型バッファレスCIS太陽電池の開発

2020年度に引き続き出光興産製のCIS太陽電池のEBIC評価を行ない、ガラス基板およびフレキシブル基板上CIS光吸収層の膜質の優劣を明確にして行く。特に少数キャリアである電子拡散長に関する評価をデバイス解析と組み合わせることで進めて行く。また出光興産提供のZn(S, O, OH)xバッファのレシピを参考にZn系バッファ層の評価に着手する。さらにMOCVD法による新規ZnGeO透明導電膜の製膜を行ない、キャリア濃度、移動度ならびに電子親和力評価を行ない、Ge添加による電子親和力可変な透明導電膜の開発を行なう。（実施体制：国立大学法人東京工業大学）

##### 4) CIS太陽電池のドライプロセスによる高品質接合界面構造の開発

2020年度に引き続き、出光興産製のCIS太陽電池のデバイス解析を行い、性能向上のボトルネックを追求する。フルサイズから切り出した小型セルに対して通常の太陽電池性能評価（電流電圧特性や量子効率測定）に加えて、接合容量法によるキャリア密度・内蔵電位の測定、さらに再結合解析を通じて、接合界面品質の定量化を行う。また、出光興産製のCIS基板を

用いて表面改質を行い、詳細な表面分析を通じて、表面改質層の物性を明確にする。(実施体制：学校法人立命館)

5) 高自由度設計フィルム型ペロブスカイト太陽電池モジュールの技術開発

S n - P b 混合型ペロブスカイト半導体膜を用いた、セル作製法の改良、最適化を進める。特に、添加剤の効果、表面処理法、電荷回収層材料の開発に焦点を当て、これらの独自技術開発により、光電変換効率の向上を目指す。

また、二段階溶液法を用いて大面積塗工への展開に適した塗工方法の開発を行い、大面積セルおよびモジュールの作製を進める。

また、低コストフィルム化技術開発として、透明酸化コロイドの合成による透明導電膜、T i O 2 層の低温成膜材料・プロセスの開発、スパッタ法での電極材料・プロセス開発、レーザースクライビング技術の開発に取り組み、フィルム上モジュールの変換効率の向上を目指す。(実施体制：国立大学法人京都大学(再委託：公立大学法人兵庫県立大学)、株式会社エネコートテクノロジーズ、シャープ株式会社)

6) 超軽量ペロブスカイト系太陽電池の研究開発

「ペロブスカイト太陽電池の新市場創造に向けた高効率化材料技術と製造技術の開発」で低温プロセスに適した材料の探索、および平坦でない表面への製膜条件の最適化を行う。「界面制御による高性能化技術と性能評価技術の開発」で、界面制御技術によるデバイスの高耐久化・大面積化及び、劣化機構解明や屋外暴露試験を実施する。「超軽量モジュール技術の研究開発」でセル開発及びモジュール化を進めると共に、インク組成最適化を行う。モジュールの重量設計を行い、架台を含め5 K g / m 2 以下の検討を行う。

「ロールトゥロール製造技術の研究開発」で受光面積0. 1 c m 2 のP E T フィルムミニセル効率20%を目指すとともに、広幅・長尺化のため1m幅パターンニング装置を導入し、幅広化によるスクライブ工程での課題抽出を進める。(実施体制：国立大学法人東京大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、株式会社東芝、積水化学工業株式会社、(再委託：国立大学法人電気通信大学、学校法人五島育英会東京都市大学、学校法人立命館、国立大学法人京都大学、地方独立行政法人神奈川県立産業技術総合研究所))

(ii) 壁面設置太陽光発電システム技術開発

1) ビル壁面開口部向けシースルー太陽電池の開発

量子ドット、バルク半導体の組成/構造の最適化及びそれらを用いた中間バンド太陽電池の作製、量子ドットの連続合成技術の開発、耐久性評価技術の確立、ナノ凹凸光閉じ込め構造を実装した太陽電池のシミュレーション解析、E L O による薄膜量子ドットセルの評価、赤外コロイド量子ドットを含むインク及びセル開発、数値最適化計算を用いた中間バンド型太陽電池の構造逆設計、また光過渡吸収を用いたコアシェル型量子ドットのキャリアダイナミクス解析を行う。(実施体制：花王株式会社、(再委託：国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学)、国立大学法人東京大学、(再委託：タカノ株式会社)、国立大学法人電気通信大学)

2) 壁面設置(非開口部)タンデム太陽電池モジュールの開発

各種封止・パッシベーション技術を駆使したペロブスカイト/結晶シリコンタンデム太陽電池モジュールの試作に本格的に取り組み、湿熱・紫外光照射・温度サイクル等の加速試験を通じてモジュールの信頼性向上技術開発に取り組む。さらに、シミュレーションによりトップセルとボトムセルの層厚や端子構造の最適化を図る。また、酸化膜コートによる防汚効果や温度上昇抑止効果等を屋内外の試験で検証するとともに、屋外モジュール評価時間の

短縮にも取り組む。(実施体制：国立大学法人新潟大学（再委託：学校法人明治大学）、国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学（再委託：国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学）、学校法人青山学院青山学院大学）

3) 開口部向けペロブスカイトBIPVモジュールの開発

ペロブスカイトタンデム用のトップセル/ボトムセルに適した電荷輸送層材料や界面処理技術を開発し、より高効率高信頼なセル要素技術の確立を目指す。また、高温高湿での耐久性向上に向けた封止構造を開発する。さらに、材料面/プロセス面の両面から低コスト化技術に取り組み、効率と信頼性を両立しながら、かつ低コストを実現する技術を開発する。(実施体制：パナソニック株式会社、学校法人早稲田大学)

4) 壁面設置太陽電池モジュール（非開口部、開口部）の開発

開口部太陽電池モジュールに関し、切断法やエッジ部パッシベーション等を検討し、切断による発電性能低下を抑制する技術を開発する。色調制御技術に関し、太陽電池の出力低下を5%以内に抑制可能な技術を選定する。また、高温高湿試験で5000時間以上の絶縁耐久性を実証し、窓代替機能について通常のガラスと比較試験を実施する。非開口部太陽電池モジュールについて、高温高湿試験で5000時間以上の耐久性を実証し、可換構造の妥当性検証を実施する(実施体制：株式会社カネカ、国立研究開発法人産業技術総合研究所(再委託：国立大学法人東京工業大学))

5) 壁面設置太陽光発電システム市場拡大のための共通基盤技術の開発とガイドライン策定

①日射熱取得率測定設備を完成させ、試験体測定を開始、データ取得する。過去のデータと比較するとともに精度検証を行い設備の改善を行う。②広帯域分光放射計(20年度取得)を用いて波長2.5μmまでの光源のスペクトル合致度とその経時変化を評価する。③屋外サイト(北社)に設置したモジュールの発電データを取得するとともに経年変化を観察する。④設置ガイドラインの原稿作成を開始する。⑤BIPVの安全・信頼性にかかわる事例収集する。⑥IEA Task 15活動の情報を日本に紹介、日本からの情報、意見を必要に応じインプットする。(実施体制：太陽光発電技術研究組合(再委託：国立研究開発法人産業技術総合研究所))

6) デザイン性を考慮した後付け可能な新築・既築向けBIPVシステムの実証

2021年度は、当初の計画通り、より実用に近づく研究開発を推進する。PVロールスクリーンには、まだ様々な課題がある。例えば、ラミネートによるシートの安定性、熱的性能と遮光性能向上および充放電回路の構築である。これらの課題をできるだけ早期にクリアにして、第4Qの実証実験開始に間に合わせたい考えである。(実施体制：株式会社LIXIL)

7) ZEB達成に向けた同時同量を実現する太陽光発電システムの実証

東京大学先端科学技術センター壁面での実証内容、およびリニューアル工事内容を決定する。実証検証を進めるにあたり、都市近郊の既築建物の壁面改修で発生しうる課題を整理し、近隣住民に対する説明会の実施やモックアップサンプル設置を通じた合意形成を図り、具体的に進捗させる。(実施体制：株式会社カネカ(委託先：国立大学法人東京大学、大成建設株式会社))

(iii) 移動体用太陽電池の研究開発

1) 超高効率モジュール技術開発

2020年度に引き続き、①曲面モジュールの試作、およびボトムセル(SiおよびCIS)の試作・評価、III-V化合物2接合トップセルの試作と高効率化検討 ②III-V化合物セルの基板再利用のためのエピー層剥離装置の試作、HVPE高速成長による高効率セルの試作、HVPE量産コンセプト検証装置の試作検討、スマートスタックによる高効率セル試作、③曲面モジュールの屋外評価および発電量の解析評価に取り組む予定である。(実施体制：



シャープ株式会社、出光興産株式会社、大陽日酸株式会社、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人宮崎大学、国立大学法人東京大学（再委託：タカノ株式会社）、学校法人トヨタ学園豊田工業大学（再委託：国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学、学校法人明治大学）

## 2) 次世代モジュール技術開発

高効率ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池の要素セル（トップセル、ボトムセル）の高効率化技術開発を実施するとともに、外部機関の活用等によりその開発を加速させる。要素セルの技術開発を通じて得た情報をもとにタンデムセル、モジュールの最適設計を実施する。また、ボトムセルを用いて作製した曲面モジュールの特性評価を実施し、モジュール特性評価手法の妥当性を検証する。トップペロブスカイトセル構造の最適化を実施するため、実用サイズタンデムセルに対応したペロブスカイト層形成技術を構築する。（実施体制：株式会社カネカ、国立研究開発法人産業技術総合研究所）

## 研究開発項目（Ⅱ）太陽光発電の長期安定電源化技術開発

### （ⅰ）安全性・信頼性確保技術開発

#### 1) 高安全PVモジュール、高安全PVシステムの技術基準案の策定

前年度に引き続き、技術基準案の策定を目指し、以下の検討を行う。「最先端のPVシステム診断技術の技術基準の検討」では診断技術の開発を進めるとともに既存技術の評価を行い、技術基準提言へつなげる。ビッグデータ活用手法の検討」では、ユースケースの抽出を進めるとともにビッグデータ活用アプリ企画検討を行う。「太陽電池モジュールの火災安全設計技術の開発」では、モジュール火災発生メカニズムの解明を進め、技術基準の方向性を出す。（実施体制：太陽光発電技術研究組合（再委託：学校法人日本大学））

#### 2) 特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のためのガイドライン策定

2020年度に引き続き、①傾斜地設置型ガイドラインの策定、②営農型ガイドラインの策定、③水上設置型ガイドラインの策定について、ガイドラインに資する実証実験を開始する。また、④傾斜地設置型、営農型、水上設置型ガイドラインの共通事項について、調査、ヒアリングを進めるとともに、暫定版ガイドラインの周知を進める。（実施体制：国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構、八千代エンジニアリング株式会社、一般社団法人太陽光発電協会、デロイト トーマツ コンサルティング合同会社、（再委託：学校法人北海道科学大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、公立大学法人大阪））

#### 3) 太陽光発電の安全性・信頼性評価、回復技術の技術情報基盤整備

2020年度に引き続き、①事故情報調査、不具合メカニズム分析について、事故情報の追加および事故情報の詳細分析および現地調査の実施、②有望技術の評価（構造）および③有望技術の評価（電気）については、文献調査や実証実験を実施する。④PV発電設備の評価・回復手法の技術情報および技術評価ガイド策定については、ヒアリング等を実施するとともに文章の作成を開始する。（実施体制：国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構、SOMPOリスクマネジメント株式会社、一般社団法人太陽光発電協会）

#### 4) 太陽光発電の長期安定電源化に向けた評価・回復の実用化促進技術開発

2020年度に続き、関西電力は全体取り纏め、既設太陽光発電所を用いた設備劣化診断を実施する。エクソルは既設太陽光発電所を用いた開発品の検査・試験等の知見を提供する。CO2Oは太陽光発電所における土木・構造面の課題についての実態調査、事故事例分析。開発品の経時変化についてO&M実務者の視点からの知見を提供する。日本地工は杭の強度判定手法、補強用アンカー、施工ツールの開発をする。アジア航測は設計図面作成ツール設計、衛星を

用いた緊急時点検技術の現地検証をする。(実施体制：関西電力株式会社、株式会社エクソル、株式会社CO2O、日本地工株式会社、アジア航測株式会社、(再委託：国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造体力評価機構))

(ii) 太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発

1) 結晶シリコン及びCIS太陽電池モジュールの低環境負荷マテリアルリサイクル技術実証

結晶シリコンの分解処理技術、用途開発を目的に受入パネルの構成部材確認用として組成分析装置を導入。2022年度以降に実施予定の技術実証ライン(5MW/年、30,000枚/年)の構築に向け、自動フレーム分離装置を導入。有害物質、難リサイクル物の分離を目的としたバックシート(BS)分離装置、割れガラス分離装置を導入。(実施体制：ソーラーフロンティア株式会社)

2) 太陽電池モジュールの低温熱分解法によるリサイクル技術開発

分離技術の確立：屋外暴露パネルの評価、最適なパネルとの隙条件の決定。触媒の開発：最終仕様での連続運転評価、耐久劣化評価。リサイクル工程開発：回収コンベア・選別機、保温槽、脱臭装置の導入。連続運転評価、自動化工程へ向けた課題の洗い出しと詳細設計。省エネルギープロセス：熱交換器の設計、効果評価。マテリアルリサイクル：ガラスメーカーとガラスの水平リサイクルの検討、評価。(実施体制：株式会社トクヤマ)

(iii) 系統影響緩和に資する技術課題の検討および実証

①太陽光発電による需給一体型システム構築上の課題抽出と対応方法の検討および実証

2021年度以降は実証プランに基づいて、経済合理性と需給予測による同時同量の有効性を確認するためのシステムを構築して実証を行う。

なお、開始時期については、今後の政策動向等を踏まえて検討することとする。

②系統連係における影響緩和のための技術開発課題の抽出とその対応方法の検討および実証

2021年度以降は、費用対効果として発電コスト相当の便益を得られることを前提とした調整力の創出能力について、評価するための実証実験を行う。

研究開発項目(Ⅲ) 先進的共通基盤技術開発

1) 新型太陽電池評価要素技術の高度化・高精度評価技術の開発

「新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発」において、新用途開拓・拡大(建物設置、移動体等)に向けて開発される新型太陽電池の高精度性能評価技術の要素技術として、太陽電池出力角度特性や曲面太陽電池性能評価技術等の開発を引き続き進める。また、NEDO開発品をはじめとする新型太陽電池の性能評価技術の開発と高精度性能評価測定を実施する。太陽電池出力連続監視装置による屋外設置高効率シリコン系太陽電池アレイの定量評価を継続して実施し、測定精度検証と高精度化のための課題抽出を行う。合わせて、様々な分光感度を有する薄膜等新型太陽電池への適用可能性を検討する。基準太陽電池校正技術においては、絶対放射照度計測技術の実用化に向けて、計測制御方式・光学系用鏡筒の開発を進める。(実施体制：国立研究開発法人産業技術総合研究所)

2) 日射量の短期予測に関する研究開発

「ひまわり8号データを用いた短時間先の日射量予測技術の開発」に関して、2020年度に引き続き、予測技術検証のベンチマークとなるモデルを用いて改良前の予測精度を整理するとともに、計算環境の構築を行い、必要な入力データ・検証用データを収集・整理する。予測モデルの実装を行い、予測結

果の精度検証を行う。パラメータ調整や手法の見直しを行い、予測モデルを高精度化する。(実施体制：一般財団法人日本気象協会)

なお、現在から翌日および翌々日程度先の日射量予測が大きく外れる課題を改善する技術開発を追加して行う。

### 3) 発電量予測評価技術の研究開発

「発電量予測評価技術の研究開発」において、2020年度に引き続き、発電量予測の要素技術として、物理モデルの改善に取り組むとともに、発電所別の特徴を考慮するための機械学習等を用いる手法の開発を継続的に行う。また、これらを組み合わせた数時間先発電量予測技術の開発および予測評価技術として予測誤差発生時の対応時間に関する評価を行う。(実施体制：学校法人東京理科大学)

## 研究開発項目(Ⅳ) 動向調査

### ① 移動体用太陽電池の動向調査

#### ①-1) 移動体用太陽電池の動向調査(海外を中心に調査)

IEA PVPS Task 17や太陽光発電国際会議等への参加、文献調査、ヒアリング等により、太陽電池の移動体利用に関する動向を継続的に把握する。太陽光発電搭載自動車により期待される効果の分析を実施するとともに、移動体用太陽電池技術開発の方向性の検討を行う。(実施体制：みずほ情報総研株式会社)

#### ①-2) 移動体用太陽電池の動向調査(国内を中心に調査)

引き続き重点3項目を中心に調査、分析を行う。研究会の継続開催などにより移動体PVコミュニティのさらなる拡大を図りつつ新たな提言の検討を行う。また、災害時における移動体PVによるメリットの定量評価を進めるとともに新たな価値創造の検討を行う。さらに、モジュール形状、モジュール搭載部位や各種条件の影響解析を進め、車載PVに固有の負荷特性と課題を明確化する。(実施体制：太陽光発電技術研究組合(再委託：国立大学法人長岡技術科学大学))

### ② リサイクル関連の動向調査

#### ②-1) 太陽電池モジュールのリサイクルに関わる調査

太陽電池モジュールのリサイクルに関わる国内の最新動向について引き続き情報収集、取りまとめを行う。ワーキンググループでの検討を踏まえ、ガラスウールを対象に、太陽電池モジュール由来ガラスの受入条件・ポテンシャルを整理する。太陽電池モジュールの災害による排出量の推定、リサイクル状況の事例整理を行う。使用済太陽光発電設備の排出量予測をより有用なものに改善し続けるために必要な調査、検討を行う。(実施体制：株式会社三菱総合研究所)

#### ②-2) 太陽電池モジュールの適正処理に関わる調査

2020年度に実施したアンケート調査の結果を詳細に分析し、また、必要に応じて追加ヒアリングを実施し、適正処理の推進に向けて、解決すべき課題や制約要因を把握する。IEA PVPS Task 12への参加等を通じ、海外における太陽電池モジュールの適正処理の現状や課題について情報収集を継続的に実施する。以上の結果に基づき、太陽電池モジュールの適正処理の効率化、円滑化に向けた手法を検討し、実証できる企画を提案する。(実施体制：一般社団法人太陽光発電協会、みずほ情報総研株式会社)

### ③ 太陽光発電の動向調査

#### ③-1) 太陽光発電の技術および産業・市場動向の調査

2020年度に引き続き、重点分野を中心とした関連の技術・産業・市場の動向について、調査分析を進めることに加え、それを基に、太陽光発電出力電源化に向け、将来(2030年)を想定した導入形態についての調査・分析を開始する。(実施体制：株式会社資源総合システム)

### ③-2) 国際技術協力プログラムへ参画

2021年6月(フランス)及び12月(オーストラリア)に予定されているタスク1専門家会議に参加する予定である。ただし、新型コロナウイルス感染症の情勢によってはオンライン開催に変更となる可能性がある。国際会議においては、自家消費やコーポレートPPAをはじめとした新たなビジネスモデルに関するワークショップを開催する予定であり、要請に応じて講演及び日本からの講演者の調整等を実施する計画である。また、2022年度に名古屋での開催が決定している太陽光発電国際会議(PVSEC-22)の機会に日本においてTask1専門家会議及び執行委員会会議(EXCO会議)の実施を計画しており、その準備を実施する予定である。(実施体制:株式会社資源総合システム)

なお、2050年カーボンニュートラルの宣言および経済産業省のグリーン成長戦略を受け、その達成のために必要となる太陽光発電に関する調査を必要に応じて、追加して行う。

## 5.2 2021年度事業規模

需給勘定3300百万円(継続)

事業規模については、変動があり得る。

## 6. その他重要事項

### (1) 評価の方法

NEDOは、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、技術評価実施規程に基づき、プロジェクト評価を実施する。

### (2) 運営・管理

NEDOは、経済産業省及び研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。また、各種太陽電池セルに関する学識経験者に加え、建築、建材、自動車等の各分野の外部有識者で構成する技術検討委員会等を組織し、知財管理や標準化等の重要事項について検討する他、事業価値や政策効果を踏まえた事業の進捗管理のために必要な指標や事業中止基準を設定し、定期的に事業を評価する。これにより、中間評価以外でも目標達成の見通しを常に把握するとともに、抜本見直しや事業の中止の判断を行う。

### (3) 複数年度契約の実施

研究開発項目(Ⅱ)の実施期間は、2020年~2023年までの4年間とする。

ただし、

「(Ⅱ)-(i)-①安全ガイドラインの策定」については、2020年~2022年の3年間、「(Ⅱ)-(iii)系統影響緩和に資する技術課題の検討および実証」については、2020年度1年間を技術課題の検討期間とし、その後3年間を検討結果に基づいた技術開発および実証期間とする。

研究開発項目(Ⅰ)、(Ⅲ)、(Ⅳ)の実施期間は、2020年~2024年までの5年間とする。ただし、「(Ⅲ)-②発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発」については、2020年~2022年の3年間とする。

ただし、事象の変化によっては期間変更を行う可能性がある。

### (4) 知財マネジメントに係る運用

研究開発項目(Ⅰ)、(Ⅱ)、(Ⅲ)の委託・共同研究事業については、「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメントと基本方針」に従ってプロジェクトを実施する。

(5) データマネジメントにかかる運用

本プロジェクトは、「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針（委託者指定データを指定しない場合）」を適用する（研究開発項目（Ⅰ）、（Ⅱ）、（Ⅲ）のみ）

(6) 標準化施策等との連携

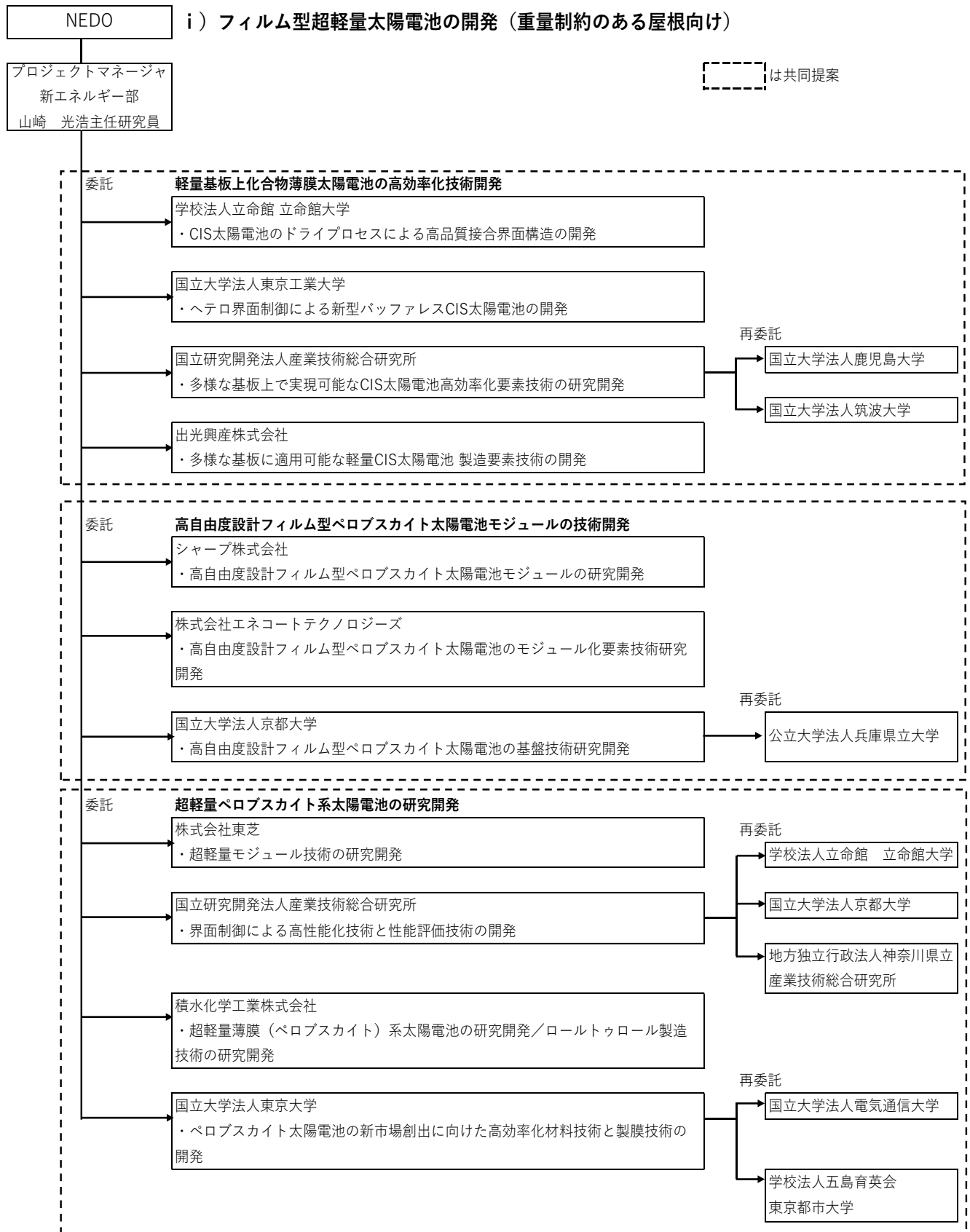
得られた研究開発成果については、標準化等との連携を図るためデータベースへのデータ提供、標準規格への提案やガイドライン作成等を行う。

7. 実施方針の改訂履歴

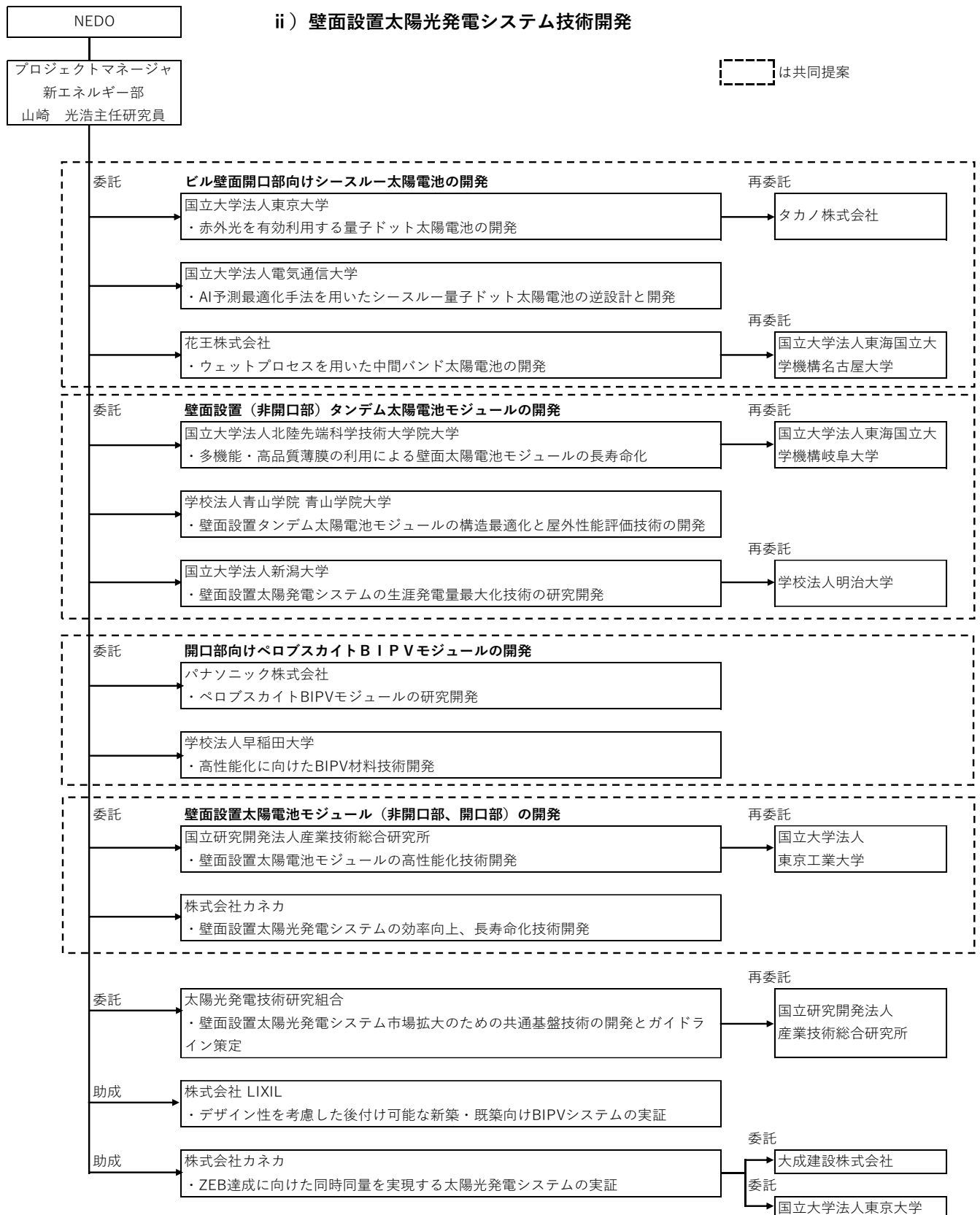
(1) 2021年〇月〇日 制定

別紙)

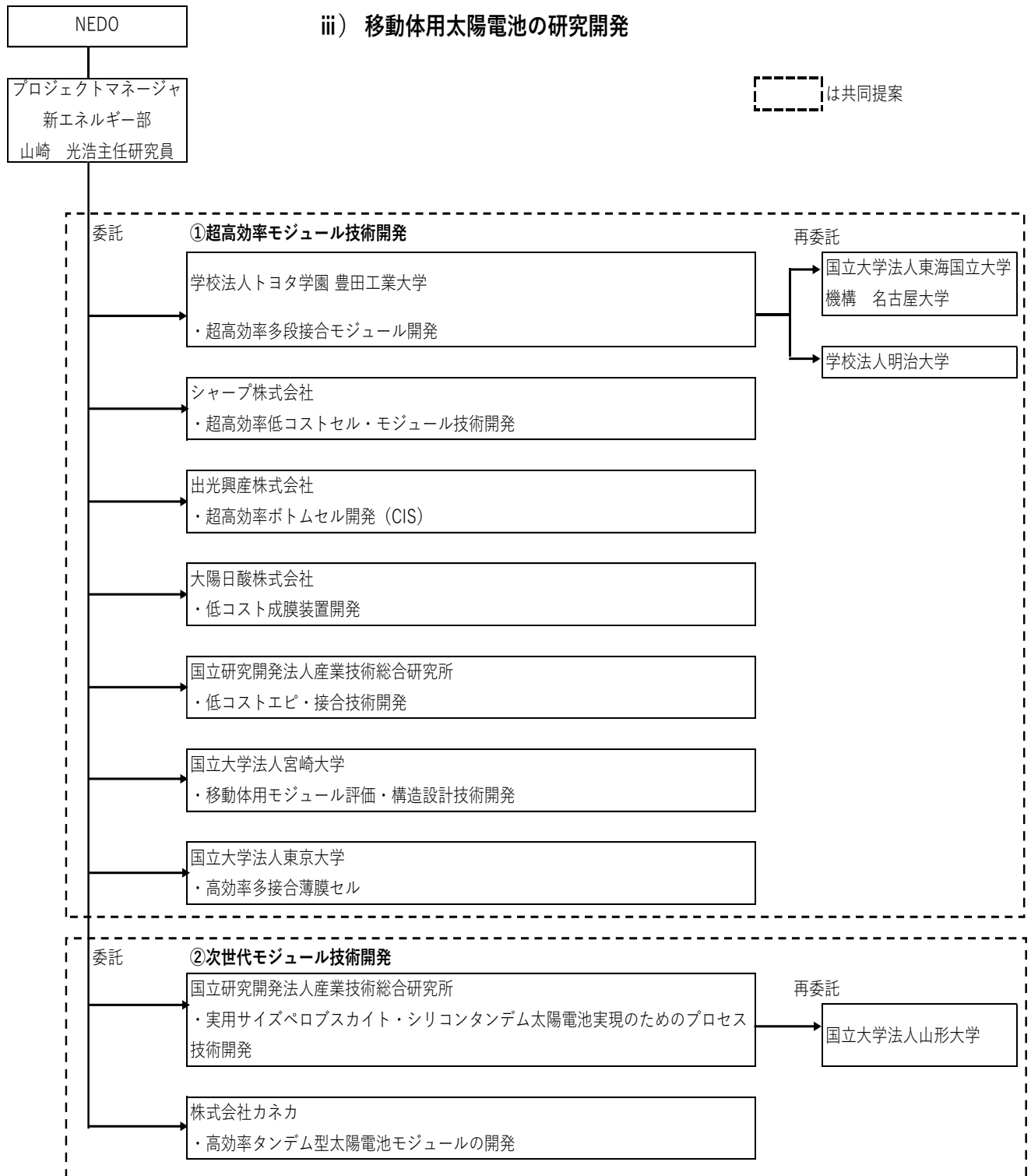
研究開発項目 (I) 太陽光発電の新市場創造技術開発



研究開発項目（Ⅰ）太陽光発電の新市場創造技術開発

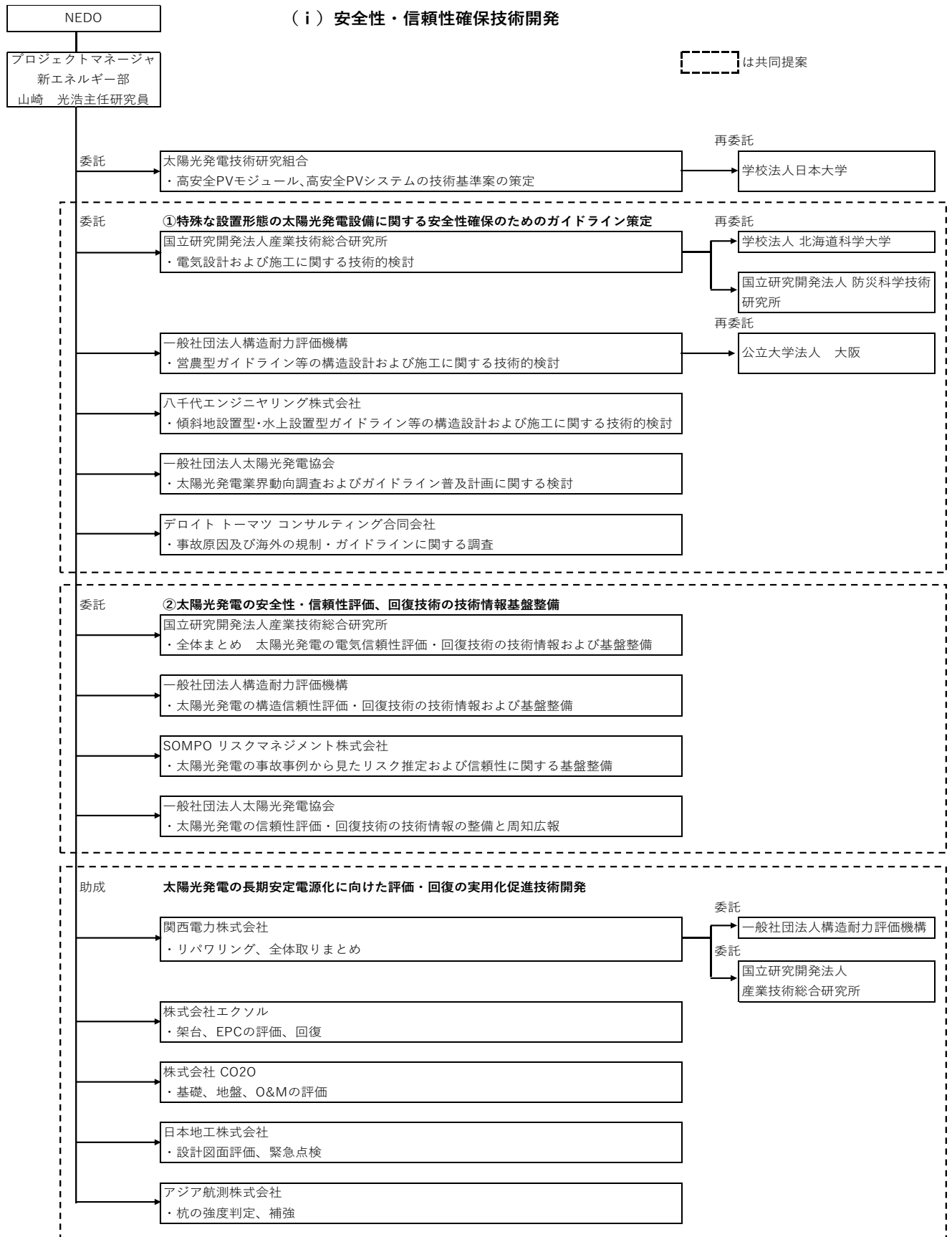


研究開発項目（Ⅰ）太陽光発電の新市場創造技術開発

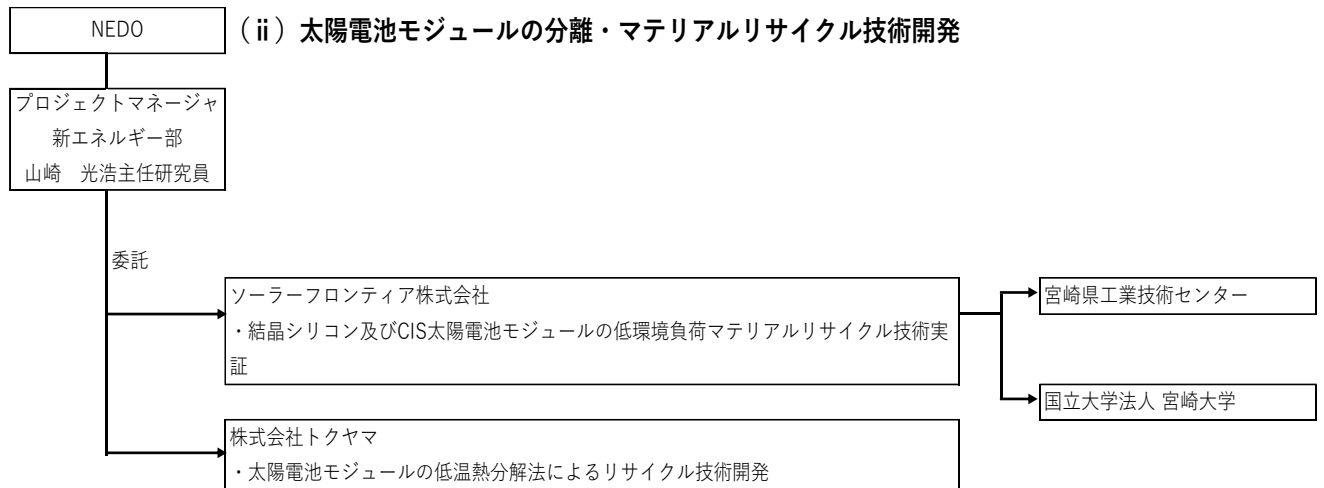




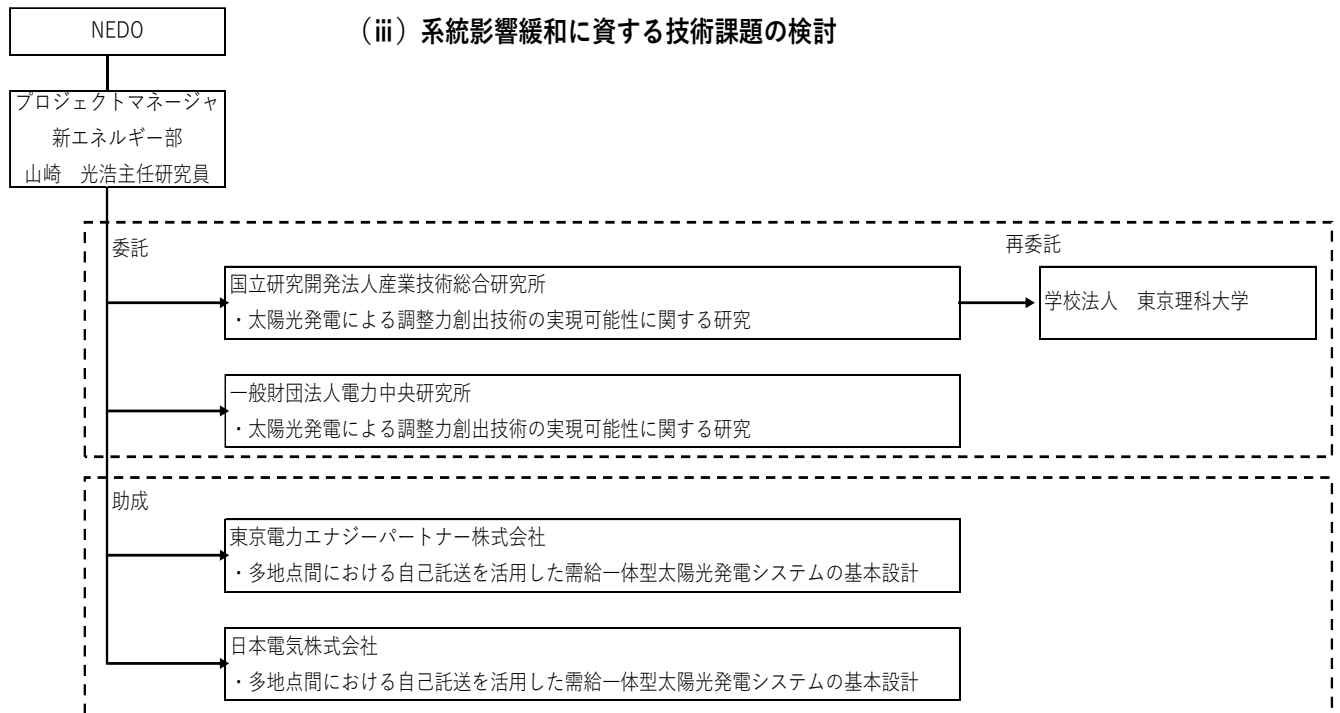
## 研究開発項目（Ⅱ）太陽光発電の長期安定電源化技術開発



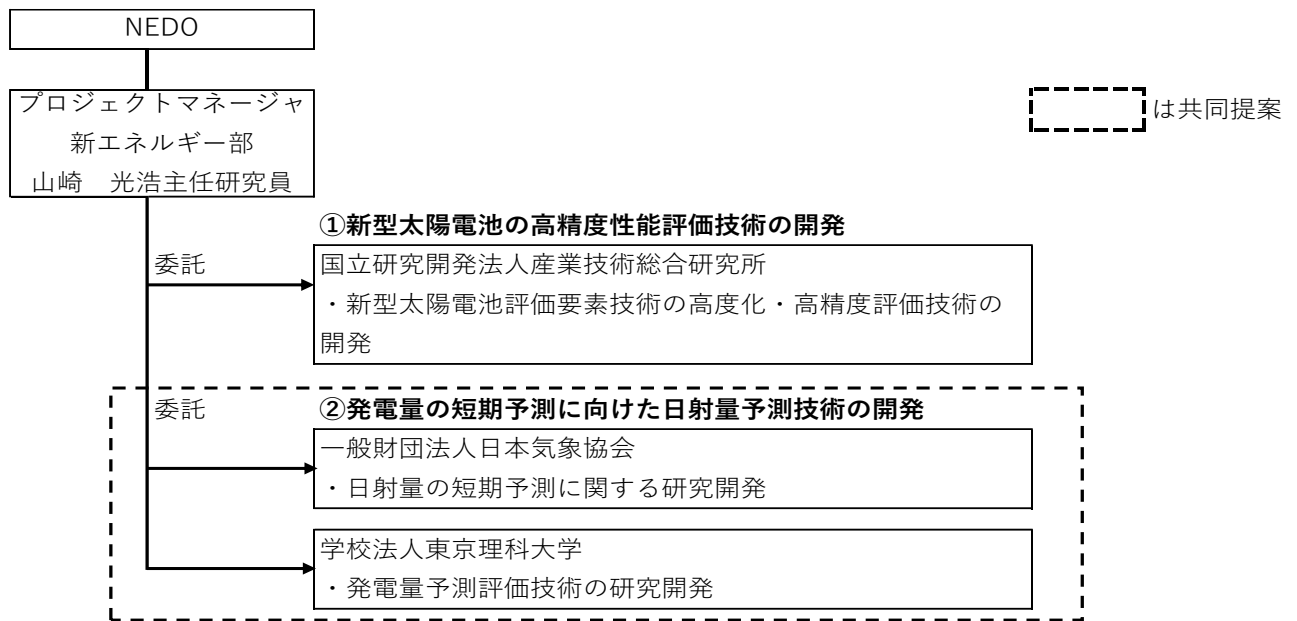
研究開発項目（Ⅱ）太陽光発電の長期安定電源化技術開発



研究開発項目（Ⅱ）太陽光発電の長期安定電源化技術開発



### 研究開発項目（Ⅲ）先進的共通基盤技術開発



### 研究開発項目（Ⅳ）動向調査

