

2022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遍在性への対応や、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、2021年10月に閣議決定された第6次エネルギー基本計画では、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、電化の促進、電源の脱炭素化が鍵となる中で、再生可能エネルギーに関しては、S+3Eを大前提に、2050年における主力電源として最優先の原則の下で最大限の導入に取り組むとされており、太陽光発電の更なる導入が必要不可欠となる。

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 kg/m^2 以下。
- ・ 30 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 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 kg/m^2 以下。
- ・ モジュール変換効率 28% 以上。
- ・ 製造コスト 40 円/W の見通しを得る。

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 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 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 D 曲面モジュール（曲率半径 1 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 円/W （量産時 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 D 曲面（球面曲率半径 1 m を含む）。
- ・ モジュール価格： 70 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 kg/m^2 以下。
- ・ 30 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 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 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 D 曲面モジュール（曲率半径 1 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 円/W （量産時 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 D 曲面（球面曲率半径 1 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) 安全性に関わる基盤整備

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）（2023年度）

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（2023年度）

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）

① 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。

② 経済合理性を前提としたリサイクルシステムの構築。

(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）

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。

[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翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発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。

③翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発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
 - 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。（２０２２年度）
 - ②-3 各研究開発テーマからの評価に必要なデータを収集し、評価を行うとともに評価結果を各研究開発テーマへフィードバックする（２０２３年度）。
- 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。
 - ③-3 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まとめ、関連するプロジェクトへフィードバックを行う（２０２２年度）。

中間目標（２０２２年度）

- 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 2021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

出光興産製のCIS太陽電池に対して、特に光吸収層／バッファ層界面の分析評価を進めるとともに、産総研製のCIS太陽電池との比較評価を行った。TEM-EDX分析により得られたZn系バッファ層の膜厚評価の結果等を参考に界面構造の制御を実施し、CIS光吸収層表面の銅欠乏相とアルカリ金属効果の相関性を突き止めた。得られた知見を超軽量フレキシブルミニモジュール（集積型10cm角程度）に応用し、世界最高となる変換効率18.6%を達成した。また、外部発光量子効率（ERE）測定による評価技術を確立すべく、装置の立ち上げを行った。産総研製CIS太陽電池を測定したところ、ERE~0.396%が得られ、中間目標であるERE~0.3%を上回る値が得られた。（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））

2) 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

出光興産製のCIS太陽電池に対して、低コスト化ならびにバッファ層の役割解明を目指し、温水への浸漬、アンモニア水への浸漬、酢酸亜鉛を溶かしたアンモニア水への浸漬などの表面処理を行ない、Zn(O, S, OH)xバッファ層を製膜したサンプルと、表面処理のみのサンプルとの比較を行なった。その結果、アンモニア水に浸漬したサンプルにおいて、バッファ層を設けずに変換効率18.6%が得られ、表面処理後にi-ZnO/n-ZnO:B構造の透明導電膜(TCO)を設けるだけで高効率なCIS太陽電池が得られることを明らかにした。また、出光興産製のCIS太陽電池を用いて電子線励起電流(EBIC)法による光吸収層断面の電子収集効率を評価し、変換効率20%台を示すCIS太陽電池と同等の収集効率を示すことを見出した。（実施体制：国立大学法人東京工業大学）

3) 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内再結合分離解析を行い、バッファ層／CIS界面、およびCIS空乏層内での再結合に大きな改善の余地があることを明らかにした。また、出光興産製のCIS基板を用いて、大気中で130°Cのアニール処理6時間を施すことで、表面改質を行った。その結果、開放電圧のロスを低減させることに成功し、アニール処理の無いもの（効率10.6%）に対して、効率15.7%まで改善することに成功した。さらに、再結合分離解析を行うことで、バッファ層／CIS界面における再結合係数を1/6程度に低減できることを明らかにした。（実施体制：学校法人立命館）

4) 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

Pb-Sn混合ペロブスカイトを用いたp-i-n型太陽電池で、独自の表面パッシベーション技術により、23.6%の光電変換効率を達成した。また、開発した単分子正孔回収材料を用いたPb系のp-i-n型太陽電池で、23.0%の光電変換効率と連続光照射条件下(MPPT、>100h)でも高い安定性が得られることを見出した。封止技術については、フィルム封止ガラス基板セルにて60°C/90%RH恒温恒湿試験における1、

000h後の初期特性維持率85%以上を達成した。85°C/85%RH恒温恒湿試験については、ゲッター剤を導入することで、耐久性向上の効果があることを確認した。フィルム化、集積化については、レーザーパターニング条件の最適化を進め、7.5cm角フィルム10段モジュールにて変換効率14.6%を得ている。さらなる大面積化、モジュールの高効率化に向けて、ダイコーター、インクジェット、ディスペンサーでの大面積塗工の開発を進めている。低コスト化については、Agスパッタプロセスの開発により、Au蒸着等同等の初期性能を得た。また、印刷可能な透明導電性薄膜材料として、酸化物ナノ粒子の合成(M-In-Sn-O(ITO), M-SnO₂)を実施し、合成のプロセスを確立した。(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)

5) 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、フレキシブル基板デバイスの面積拡大に向けてプロセス条件を調整し、小面積セル効率21.4%の材料を用い、有効面積2.76cm²のフレキシブル3直列モノリシックミニモジュールで効率20.4%を得た。また、トップセル向けワイドギャップペロブスカイトをダイコーターで大面積製膜するとともに、トップセルのグラフェントネル接合層上への作製プロセスを構築した。ボトムセル用SnPb混合ペロブスカイトセルは正孔輸送層を改良し、高温耐久性が向上した。

「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、これまで開発したペロブスカイト層とホール輸送層との界面修飾材料を発展させ、自己組織化単分子層として正孔輸送機能を有する界面制御材料を開発し、塗布プロセスによる逆構造セルにてPTAAよりも開放電圧とフィルファクターを向上させ、変換効率を約2割向上(効率17.9%)させた。また、界面再結合の評価技術開発ではJ-V特性、EQESペクトル、再結合発光の量子収率を組み合わせ、輻射再結合・無輻射再結合損失を定量評価する技術を確立した。さらにPSCモジュールの屋外暴露試験を開始した。他方、デバイスシミュレータを用いた最適デバイス設計を検討し、シングルセルにおいてペロブスカイト層のキャリア拡散長が10マイクロメートルかつバンドギャップ分布を二段階傾斜構造とすることで効率29.9%が達成可能であると試算した。

「超軽量モジュール技術の研究開発」では、中間目標であるフレキシブル基板30cm角の大面積モジュールにて変換効率18%実現に向け開発を進めた。大面積・高効率化を実現するために、大面積塗布技術の改良、塗布プロセスの最適化などを実施し、フレキシブル基板30cm角モジュールにて変換効率16.6%(自社測定)を観測した。また、さらなる高効率化のために、インク組成や層構造の最適化などの要素検討を実施し、フレキシブル基板5cm角モジュールにて変換効率19.6%、0.5cm²セルにて変換効率21.1%(自社測定)を観測し、中間目標実現に向けて技術的な目途を得た。

「ロールトゥロール製造技術の研究開発」では、新規の界面材料を適用することにより、全工程ロールトゥロールで製造した受光部2mm角のミニセルの変換効率を16.4%から18.6%まで向上させた。さらに塗工工程の乾燥プロセスを最適化することにより30cm角程度の超軽量太陽電池モジュールの変換効率を13.2%から14.7%まで向上させた。また幅広化によるスクライブ工程での課題抽出を進めるために、1m幅ターニング装置を導入した。(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))

6) 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

軽量モジュールの低コスト化については、単セル構造へのモジュール構造の変更により、低電圧化が可能となり、太陽光発電システムの低コスト化寄与する可能性が確認された。太陽光発電システムの軽量化については、工期に制約がある屋根向けにモジュールの軽さを活かした新規工法を開発し、従来工法と比べて半分の工期で完工できる高速施工法の開発に成功した。

高効率化の研究開発については、ガラス基板で開発された高効率化技術を金属基板へ適用することで、大判(90cm×120cmサイズ)でのモジュール変換効率14.9%(産総研測定)まで改善した。(実施体制:出光興産株式会社)

(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

花王Gでは、キャリアの逆流抑制に向けたコアシェル型量子ドットの合成及び評価、価電子帯準位の低いQDの開発、ワイドバンドギャップペロブスカイトベースセルの性能改善、QD複合化中間バンドセルの性能改善、東大ラボの稼働開始、耐久性評価系の構築を行った。東大Gでは、QDセルにおける光閉じ込め構造や赤外CQDインクによる緻密QD層を開発し、LBIC・PL複合評価装置を構築した。電通大Gでは、コアシェル型QDのDFET物性計算と逆設計を行い、強化学習を用いた中間バンド太陽電池の光閉じ込め構造設計を実施した。(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

2端子型ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池で概ね20%の変換効率を得た。発電量の試算により、当該太陽電池の南面設置の優位性を示した。高照度条件下での屋外EL撮像に成功した。高温高湿下での窒化シリコン膜の高い安定性を確認した。タンデム太陽電池モジュール化時の温度や部材の要件を明確化した。モジュール化したペロブスカイト試料のキャリア寿命測定に成功した。酸化マグネシウム膜による放熱効果を確認した。(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/ボトムセル製膜プロセス、界面処理技術を開発し、トップセルで効率15.8%、ボトムセルで効率21.3%を達成、四端子タンデムセルで20.7%の変換効率を確認した。また、ミニモジュールにおいて、耐熱性と耐光性の両立の見通しを得た。さらに要素技術として、新たに合成した15種余りのトップセル用ホール輸送ポリマーから無ドーブで13%超を示す3種を選定し、また800nm厚みのペロブスカイト層の塗布法を確立した。(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

非開口部太陽電池にて、開発した配線が視認できない構造で、高温高湿保存試験でIEC規格5倍相当の5000時間を確認した。開口部太陽電池を製作し、可視光透過率20%換算で、モジュール効率10%以上を達成した。開口部太陽電池用セルの高効率化を進め、セル(40mm×5mm)効率で16.6%(事業目標換算効率:16.9%以上に対して)を得た。色調制御に関し構造色技術により、複数の色相で角度依存性が緩和できる可能

性を確認した。(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壁面PV設置用の設計・設置ガイドラインの目次案を作成し、執筆を開始。屋外暴露中の着色PVモジュールの発電量データ取得及び設置半年後の外観確認を実施。②日射熱取得率装置の設置を完了。複数の夏条件、冬条件でのデータを取得し、結露対策、気密維持対策などの改良を実施。また、北杜市にて垂直に設置した5種類のモジュールの屋外曝露の評価データを取得し、データ分析を実施。③海外での建築物設置PVの信頼性、安全性に関する基準、規格の調査実施。④IEA Task15への参加。報告書の国内紹介。国内外の景観に関する条例、規制の壁面PVへの制約、影響調査実施。(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

PVロールスクリーンシステム(PVロールスクリーン、駆動部装置、充放電回路)の開発が完了し、既に製作フェーズに入っている。PVロールスクリーンは、デザイン性も考慮し、カラーモジュールにも対応している。現在実現しているカラーバリエーションは、紫(PVセルカラー)、青色、緑色、テラコッタ色、黄色、白色、銀色、薄銀色の計8色である。(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を活用した太陽電池設置実証内容について、取付太陽電池種類・設置方法・電気システム等の具体的な内容を協議し、実証システムの基本設計まで完了した。また、広角化技術を活用したモックアップサンプルを作製し、東京大学先端科学技術研究センター門扉へ設置し、意匠性を検証した。(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)およびIII-V化合物2接合トップセル高効率化検討、4端子型モジュール設計、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(>28%達成)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、シミュレーション技術を活用したタンデムセルの構造設計および要素セル(トップセル、ボトムセル)の高効率化技術開発を実施した。また、ボトムセルを用いた曲面モジュールの試作を行い、屋内外での特性評価における測定系を構築および測定の妥当性を検証した。また、実用サイズタンデムセルに対応したペロブスカイト層および電子・正孔輸送層の材料ならびに成膜技術を構

築するとともに、ペロブスカイトセルの高開放電圧化及び変換効率の向上を進めた。(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：国立大学法人山形大学))

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テーマでの検討を行っており、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、BPD故障診断技術などの新規技術開発を行い、従来法に対する優位性を確認するなどの成果を得た。また、技術基準を策定すべき診断技術候補をリストアップするとともに技術基準素案の策定を開始した。「ビッグデータ活用手法の検討」では、中小PVの安全性に資するユースケースを重点的に調査し、現状を把握するとともに課題抽出と対応策提言を行った。「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しており、屋外実証試験で火災起因となるアークを強制的に発生させることが可能となった。また、予兆の可能性などの有力な知見を得た。(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年度までの結果も含め、傾斜地設置型、営農型、水上設置型の設計・施工ガイドライン(2021年版)を策定、公開をした。実証実験として、(i) 傾斜地設置型ガイドラインの策定に関する積雪荷重の測定開始、風速増加の数値流体解析(CFD)の実施、(ii) 営農型ガイドラインの策定に関する遮光率等の異なるモデルの風洞実験を実施、(iii) 水上設置型ガイドラインの策定に関する実システムにおける係留索に作用する荷重の計測を開始、コネクタ水没試験の継続などを実施した。また、(iv) 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、海外事例として英国、ドイツ、フランス、米国、韓国、台湾の規制の調査、事故事例についてヒアリングを実施、ガイドラインの周知のためのWEBによる説明会を開催した。(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、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) 傾斜地設置型並びに営農型太陽光発電施設を対象とした凍上対策ガイドラインの策定

初年度は、11月下旬までに、積雪寒冷地の傾斜地、営農地で使用が想定される布基礎と杭の実物大模型を施工することができた。また、杭については凍上対策として、置換工法を適用したケースも施工している。さらに、温度計、土圧計、荷重計といった各種の計測機器も埋設した。施工後、基礎と杭の凍上・融解沈下挙動を明らかにすることを目的とした水準測量を開始し、凍結深さ、凍上力などの計測も併せて開始している。計測の結果、初冬の12月下旬頃から、凍結深さに対して十分な埋設深さが確保できていない浅い杭では、凍上が発生することが明らかとなった。なお、今冬は暖冬のため、凍結深さが浅く、布基礎では1月下旬まで凍上が発生していないことを確認している。ただし、厳寒期である2月には布基礎でも凍上が発生するものと推測している。(実施体制：国立大学法人北見工業大学)

4) 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

(i) 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年半の情報を追加し整理し、個別事例の詳

細分析、モジュールの耐風圧試験の実施等を行った。さらに、他の保険会社の事事故情報の提供を受け、約800件の事例の統計的分析を行った。また、(ii) 有望技術の評価(構造)について、オンサイトによる非専門家による構造関係の情報収集ツール、杭の支持力をオンサイトで簡易的に診断・評価、地盤の締固め度測定、構造計算書の不備事項等確認リストの作成、地盤補強および表土洗堀防止技術に関する技術の調査を行った。(iii) 有望技術の評価(電気)について、発電性能分析に関して、現在テクニカルデューデリで発電特性評価方法、目視確認における限度見本について目視事例収集、アーク検知、遮断技術の実験、絶縁抵抗監視の予防保全に関する高抵抗領域の測定方法の検討を行った。さらに(iv) PV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の作成、太陽光発電の設計に係る図書を収集等、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)

5) 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

2021年度は基盤整備側との情報連携を行い、本技術開発側では、実用化に向けて技術開発が必要である、「現地での図面化」、「架台の補強」、「杭基礎の補強」、に焦点を絞り進めることとした。各社の取組内容は以下。

(関西電力) 市場ニーズ想定、プロジェクト全体取り纏め。

(エクソル) アルミ、鋼製、単管に対する接着剤を用いた引張せん断接着試験。杭長弾性波試験。架台柱下端～杭頭接続用ベースプレート引張性能試験等、架台補強案の各種性能試験。

(CO2O) 太陽光発電所90サイト(DC出力約1,063MW)を抽出し、それぞれの立地の基礎地盤、基礎、地盤の変状の履歴について実態調査・事事故事例分析を実施。

(日本地工) アンカーによる杭基礎補強は、試作品やアンカー施工用マシンのベースが完成

(アジア航測) 3Dカメラの選定、各種ソフトウェアを利用した図面作成の試行。(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))

6) 次世代のO&Mを支える発電電力量評価等の技術開発

来年度から本格的な実証活動を実施するための下準備を中心に、以下のような事項を実施している。

(1) 主要な遠隔監視システムの仕様整理および遠隔監視システムCSVデータの自動ダウンロード用RPAの設定(10機種程度)

(2) 複数の発電所での発電電力量解析の実施とその結果の類型化

(3) 遠隔監視システムによる日常監視結果の深堀、人監視と自動監視の平行実

施

(4) 遠隔でインピーダンス等を自動測定するための準備(発電電力量解析との比較検証用)

(5) 新検査用の検査項目・確認シートの作成とその試行

(6) 上記の参考として市町村別落雷データの集計、パネルメーカー向けアンケートを実施。(実施体制：一般社団法人新エネルギーO&M協議会、株式会社エナジービジョン)

(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

2020年度に導入した、フレーム分離治具、パネルセパレータ装置、パ

ネル破碎／剥離装置を使用してC I Sモジュールのリサイクル処理実証を実施し、2021年12月末にて6,929枚(1,247.2kw)の実績を得た。さらに市場から1,000台以上の結晶シリコンモジュールを回収し、それを元に各種材料の用途開拓と必要な材料品質を調査し、パネル分解コストと材料リサイクル率が高次元にて両立する様に各々のモジュールに対応した分解および選別方式を開発し、パネル重量構成比90%以上の材料リサイクル率見込みを達成した。またPV材料を応用したコンクリート2次製品開発において新たな知見を獲得、現時点にて2回の学会発表を行いPV材料リサイクルコンクリートの認知を促進した。(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

処理コストのステータスは3.76円/Wまで達成した。今後の連続運転とバーナー性能UPにより処理時間を短縮させる。

分離技術の確立：各処理条件を決定し、1.5時間連続運転まで実施(3月には3時間連続運転を予定)。処理速度を12枚/hrまで上げることができた。

触媒の開発：触媒の種類や厚さ等の最適条件を決定した。

リサイクル工程開発：回収コンベア、保温槽、排気ダクト、選別機(2月末)を導入し、連続運転が可能となる工程を完成した。

省エネルギープロセス：モデルを用いて時間短縮効果を予測し、分離技術開発の仕様を決定した。

材料リサイクル：板ガラスメーカーから、熱分解処理後のガラスが、板ガラス材料としてプラントテスト可能であると評価された。また、金属回収メーカーから、セル、リボンが有価であると評価された(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) 系統連系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

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、2020年度に実施したフィジビリティスタディ(FS)の結果をもとに、新たに「太陽光発電による調整力創出技術の実証研究」の開発テーマを2021年度下期から開始した。2021年度においてはHeadroom制御方法の開発に向けて、単地点における制御方式について検討を行うとともに、当該制御における経済合理性評価の観点から、電力市場モデルの検討および最適計画アルゴリズムの検討を行った。また、次年度からの実証システムの実装に向けて、同システム構成の検討および既存設備を活用するための準備を実施した。

(実施体制：国立研究開発法人産業技術総合研究所、学校法人東京理科大学、東芝エネルギーシステムズ株式会社)

研究開発項目(Ⅲ) 先進的共通基盤技術開発

1) 新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発

新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発として、曲面太陽電池モジュールの性能評価測定を実施し、モジュール形状・照度分布を踏まえた出力特性の解析を行った。また、セル諸特性やセル接続、日射条件が曲面太陽電池モジュールの発電性能に及ぼす影響をモデル解析した。多接合型を含む各種新型太陽電池の性能評価測定技術の開発を進め、NEDO開発品等の新型太陽電池の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)を使用した太陽電池出力連続監視装置の開発を進め、高効率結晶シリコン系太陽電池アレイでの検証実験を実施した。屋内測定結果との比較等から、1%程度の僅かな出力変化を高

精度に検出できることを確認した。また、高効率結晶シリコン系太陽電池のPERCにおいて、夏季に特性が低下する高温光誘起劣化(LETID)を観測した。様々な新型太陽電池への適用に向けて、PVMSの性能仕様の検討と試作、モジュール測定システムの構築を進めた。基準太陽電池校正技術では、世界気象機構(WMO)が主宰する国際直達日射比較(IPC)に参加し、世界標準器群(WSG)との差の大幅な改善(0.9%→0.1%)を実証した。また、太陽電池の分光感度特性の入射角依存性を高精度に評価するためのSCレーザを利用した光学系を開発した。(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、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・整理した。物理-AIモデルの実装を行い、予測結果の精度検証、パラメータ調整や手法の見直しを行った。

(実施体制：一般財団法人日本気象協会)

3) 翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発

「日射量予測に特化した気象モデル」、「複数機関の気象モデル予測値の統合」、「アンサンブル予報に基づく信頼度予測」の技術開発に関して、計算環境の整備・維持、解析で用いる気象モデル予測値等のデータ収集・整理、既往モデルの過去予測計算、および、ベンチマークの予測精度検証を実施した。さらに、パラメータ調整や予測手法の高度化検討を行った。また、「気象庁GPVを利用した日射量予測の特性分析」として、気象庁予報データの日射量予測結果を調査するとともに、アンサンブル予報データを入力とした機械学習モデルの検討を実施した。(実施体制：一般財団法人日本気象協会、国立研究開発法人産業技術総合研究所)

4) 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、メガソーラー、中・小規模発電所、住宅用等の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実施した。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開始した。(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IEA PVPS Websiteより公開した。また、今後の活動計画を作成した。

「太陽光発電システム搭載自動車検討委員会」において、太陽光発電システム搭載自動車に関する情報の共有、今後の方向性に関する議論を行った。

(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、海外やトラック

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シミュレーションを開始し、災害時に必要な太陽電池搭載車台数の導出などの定量評価を行った。「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の調査を行うとともに、車載用曲面PVモジュールの応力解析（実験と計算）などの信頼性に関わる技術開発を行った。（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）の定点観測として、文献調査、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に関するグ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、受入基準（第一版）を作成した。公表情報をベースに、太陽電池モジュールの災害時の排出量に関する定量情報を整理した。使用済太陽光発電設備の排出量予測の更なる精緻化に向けて、文献調査に基づき導入量・排出量予測の更新を行った。（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

2020年度に実施したアンケート調査の結果を分析し、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した。IEA PVPS Task 12 (PV Sustainability) 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を収集した。以上の結果に基づき、太陽電池モジュールの適正処理の円滑化に向け、考えられる使用済み太陽電池モジュールの回収・運搬パターンの整理、その効率化に資するモデルの作成と特徴・課題の整理を行い、将来モデルの検討を行った。（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

実施計画書に沿って調査を進めている。国内外でカーボンニュートラルに向けた議論が活発化しており、そのための太陽光発電の役割や、電力・エネルギーとしての位置づけの議論、実現に向けた技術や市場の発展も加速している。一方で、世界的な新型コロナウイルス感染の拡大により、多くの国際会議等が延期、またはオンライン開催となっており、本調査においてもオンライン会議システム等を積極的に活用した。市場・産業については、海外では欧州連合、ドイツ、米国、中国および世界全体、また国内の状況について、導入量、価格、発電コスト、市場規模等について調査した。また海外の研究機関、産業団体等から発表された市場予測等を分析した。

技術動向については太陽光発電の主要国際会議（IEEE-PVSC、EU-PVSEC、PVSEC）等にオンラインで参加し、重点分野（①フィルム型軽量太陽電池、②壁面設置太陽光発電システム、③太陽光発電の安全性・信頼性確保、④太陽光発電の系統影響緩和、⑤新型電池の評価と日射量予測）を中心に、新たな市場展開に繋がる技術についても幅広く情報収集した。（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

IEA PVPSタスク1の協力活動に参画した。タスク1の成果物であるSnapshot Report及びTrends Reportの制作に参画したほか、日本における太陽光発電の動向を分析・調査し、National Survey Report Japan 2020（2020年の動向の詳細報告）及びAnnual Report 2021（2021年の動向のまとめ）を作成し、提出した。オンラインで開催されたタスク1専門家会議に参加し、日本の最新動向を報告するとともに、各国の太陽光発電の動向を調査した。さらに、タスク1副OA（副代表）として、執行委員会会議に参加したほか、執行委員会の下で参加を要請された、情報の普及及びタスク活動の枠組み、タスク1で収集する情報のデータベース化及び統計情報の整合性に関するワーキンググループのオンライン会議に参加し、今後のIEA PVPSの全体的な活動に関わる審議に貢献した。このほか、タスク1が欧州太陽光発電国際会議（EUPVSEC2021）の併催イベントとして開催したワークショップにおいてタスク1成果物に関する講演を実施したほか、国内外の太陽光発電に関するシンポジウム等で招待講演を行った。（すべてオンライン開催）。（実施体制：株式会社資源総合システム）

③-3) 次世代型太陽電池の新市場への導入・実装に向けての動向調査

重量制約のある屋根・建物壁面に関する業界ヒアリング調査方法の検討を行った。次世代型太陽電池（ペロブスカイト太陽電池等）の国内外の開発・技術動向の調査および、従来型太陽電池サプライチェーンの実態調査と分析を実施した。次世代太陽電池の導入見通しの方法検討および各種統計調査を実施した。また、発電コストや製造コストに関する情報、エネルギー・ペイバック・タイムに関する前提条件等の情報について各種文献から調査した。また、発電コストの試算・感度分析のためのツールを更新した。（実施体制：みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社、株式会社資源総合システム）

4. 2 実績推移

	2021年度	2022年度
実績額推移（需給）（百万円）	3300	—
特許出願件数（件）	40	32
論文発表数（報）	107	81
フォーラム等（件）	352	178

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 2022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

東工大、立命館大とも連携し、各機関で開発された要素技術を産総研に集約する。曲線因子（FF）の改善に重点を置き、小面積セルを基本として性能向上のための要素技術の開発を行うとともに、得られた成果を産総研製超軽量ミニモジュールの作製に応用し中間目標の達成を目指す。既に達成している $ERE \sim 0.3$ と合わせて、小面積セルの $FF \sim 82\%$ 、 10cm 角程

度の超軽量ミニモジュールで変換効率19%などの中間目標達成が具体的な目標となる。

(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）)

2) 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年度は数値解析により、 $Zn(O, S, OH)_x$ などのバッファ層を設けなくても低電子親和力なn型TCOを光吸収層上に積層することにより高効率CIS太陽電池が得られることを示した。また、この低電子親和力n型TCO材料として有機金属気相堆積法による $Zn-Ge-O$ を開発した。2021年度は、前年度の表面処理技術と $Zn-Ge-O$ 技術とを組み合わせ、低コスト・バッファレスCIS太陽電池を開発、バッファ層の役割を解明する。また、産業技術総合研究所、立命館大学と連携し、各機関で開発する高効率化要素技術を産業技術総合研究所に集約することにより超軽量ミニモジュール(10cm角程度)で効率19%の達成を目指す。(実施体制：国立大学法人東京工業大学)

3) 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

2021年度の検討では表面改質に6時間程度を要したため、これよりも短時間で実現できる新表面改質法における改質条件(雰囲気・温度・時間など)を詳細に検討する。さらに、Zn系のバッファ層の適正化と組み合わせることで、高品質な接合界面構造を実現する。産業技術総合研究所、東京工業大学と連携し、各機関で開発する高効率化要素技術を産業技術総合研究所に集約することで、超軽量ミニモジュール(10cm角程度)で効率19%の達成を目指す。(実施体制：学校法人立命館)

4) 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

均一性の確保、結晶性の制御に適した塗工手法の開発、パターン設計を含む集積化技術の開発を行い、300mm口のフィルムモジュールで変換効率18%を達成する。耐久性については、水分耐性構造導入による耐久性改善モジュール技術の確立し、屋外暴露10年に相当の加速試験で特性劣化率10%以下を実現し、軽量(5kg/m²未満)かつ低コスト(製造コスト35円/W)なフレキシブル太陽電池の見通しを得る。透明導電膜材料については、引き続きプロセス温度の低温化、低抵抗化を図ることに加え、光透過性の導電性細網と有機導電性薄膜の作製を行う。また、タンデム型太陽電池の作製についても、特に光マネジメントの観点から、トップセルの表面透明(電極)層およびボトムセルとの接続の中間層材料の開発に取り組む。(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)

5) 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、単セルの性能向上で大きな技術成果を挙げてきたが、これらの知見をタンデムセル・モジュールに利用すべくその研究に注力する。タンデムセル・モジュールについても軽量基板デバイス高性能化と大面積製膜に適した製膜条件を検討し、その条件により適した材料探索を進める。

「界面制御による高性能化技術と性能評価技術の開発」で、界面制御材料において高効率化の指針となる構造を探索しつつ、ペロブスカイト組成の最適化も図り、小型セルで効率22%を達成する。また、界面制御材料等の導入による高耐久化も進め、光照射500時間・85℃加熱1000時間後で10%以内の減少率を達成する。また再結合評価をペロブスカイト太陽電池の材料・プロセスの最適化にフィードバックさせ、課題の抽出および課題解決を進める。

「超軽量モジュール技術の研究開発」効率と耐久性の両立のため、MAPbI₃系からFA系や金属イオンを含むペロブスカイトについて大面積プロセ

ス化への適用を含めて検討する。また欠陥の少ない膜質を実現するための成膜プロセス開発を行い、塗布、加熱、乾燥などの必要な装置側の改良も合わせて実施し、フレキシブル基板30cm角モジュールにて変換効率18%を達成する。また、耐久性については、上記材料系での効果をフレキシブル基板5cm角モジュールにて検証する。

「ロールトゥロール製造技術の研究開発」では、基材の撓みや塗工工程の乾燥分布の改善を行い、幅方向の変換効率分布の改善を目指す。さらに新規のレーザーパターニング装置を導入し、スクライブ工程での非発電エリアを低減さ、モジュールの変換効率を14.7%から18%まで向上させる。また広幅・長尺化のため1m幅塗工機を導入し、幅広化による塗工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ソー太陽電池の開発

花王Gでは、QDの更なるブラッシュアップを行うとともに、QD複合化中間バンドセルの性能改善、特に量子ドット発電効率の向上を目指す。また、耐久性改善因子の特定及び改善検討を実施し、大面積塗工技術の開発に着手する。東大Gでは、最適光閉じ込め構造を実装した透過性薄膜QDセルの開発、及びLBIC・PL複合評価装置の光学系改良を行う。電通大Gでは、コアシェル型QDにおける輸送解析や「透過率、光学効果と変換効率」を同時に扱う多目的デバイス最適手法を開発する。(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

透明電極層の最適化を図り、2端子型ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池で25%の変換効率を達成する。3および4端子型タンデム太陽電池における南面設置の年間出力を推定する。数秒以内での屋外EL撮像を実現する。35年相当の安定性・ガスバリア性を備える窒化シリコン製膜条件を明確化する。モジュール化の際に性能低下を生じないタンデム太陽電池のラミネート条件を確立する。酸化膜コートによるモジュールの効果的な放熱・防汚条件を明確化する。(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/ボトムセルの厚膜化および光学接合技術を開発、および新たに合成ポリマーを改良・適用し、タンデムセルの高効率化を目指す。また、封止構造の検討を実施し、高温高湿および屋外曝露に対する耐久性を向上させる。さらに、効率と信頼性を両立しながら、材料面/プロセス面の両面から、モジュールコストを低減させる。(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

非開口部太陽電池にて、建築物として寿命35年相当の性能確認、色調均一性と変換効率を両立させる要素技術開発を行う。開口部太陽電池にて、可視光透過率20%のモジュールで変換効率10%以上となる要素技術開発、窓の代替性能10年相当の寿命を確認する。開口部太陽電池のストライプセルに関し、小面積セル開発を通じて更なる細線化と高効率化を図る。構造色

を用いた色調制御に関し、更なる光学損失低減と製造コスト低減に向けた開発を行う。(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ガイドライン策定に必要な課題を特定し、解決策を検討。意匠性に関わる色差試験を屋外暴露後に実施。これらをまとめて国内市場向けガイドライン策定。②SHGC評価装置の試験運用として、様々な試験体に対して試験的に熱量計測装置を運用し、データを蓄積しながら高精度化を進める。また、垂直設置モジュールについて直達及び散乱日射強度が発電量に及ぼす影響を解析し、高精度な発電量評価技術を開発する。③漏電事例を中心に安全性を調査する。本年度は事例の多い屋根設置にて壁面設置に関係性が高いものを中心に取り上げる。報告書の一次案(中間報告書)作成する⑤2020年から参加してきたTask 15活動結果を記したレポートと国内建築業界の動向調査結果を報告書にまとめる(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年度に設計・製作したPVロールスクリーンシステムをビルの窓部に設置して、実証評価を1年間、実施する。実証評価では、屋内設置による垂直面でのPV発電データ及び窓周り熱環境データ取得を行い、そのデータを分析して報告書にまとめる。(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

2022年度当初目標である東京大学先端科学技術センター壁面を活用した太陽電池設置実証について、広角化技術を活用した太陽電池モジュールの製作し、実証システムの設置を完了させ、ZEBインバランス評価を開始する。(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

2021年度に引き続き、①高効率・曲面モジュール実現のための、ボトムセル(SiおよびCIS)およびIII-V化合物2接合トップセルをスタックした4端子型モジュー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層剥離装置の試作(多数枚処理化)、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セル面積化、③曲面モジュールの屋外評価および発電量モデル化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、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

2021年度に引き続き、要素セルの高効率化技術開発及びペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池セルにおける界面や電極等における損失低減策を検討する。また、ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池モジュールの高出力化を目指した実用化技術を開発する。更に、モジュールの信頼性評価を開始する。また、実用サイズセルに適用可能なペロブスカイトトップセルの作製技術を確立するとともに、タンデムセルの試作を行う。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：国立大学法人山形大学))

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」では新規診断技術の開発を進めるとともに技術基準案の策定を本格化させる。「太陽電池モジュールの火災安全設計技術の開発」では、モジュールアーク発生へ影響する要因分析のための実証試験を実施し、火災発生メカニズムの解明を進める。（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

2021年度までの実証実験を継続するとともに、（ⅰ）傾斜地設置型ガイドラインの策定に関する杭基礎の引き抜き載荷試験の実施、（ⅱ）営農型ガイドラインの策定に関する杭基礎の引き抜き載荷試験の実施、（ⅲ）水上設置型ガイドラインの策定に関する風洞実験、フロート間の接合部の強度評価を行う。また、（ⅳ）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、海外の規制、民間ガイドラインの事例および事故事例の調査を継続する。これらの実証実験の結果等およびワーキンググループによる議論を踏まえ、傾斜地設置型、営農型、水上設置型の設計・施工ガイドラインの改訂版を策定するとともに、周知のためのWEBによる説明会を開催する。（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、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) 傾斜地設置型並びに営農型太陽光発電施設を対象とした凍上対策ガイドラインの策定

2年目である2022年度は、傾斜地で使用されている杭の凍上対策についても検討を行い、凍上対策を施した太陽光発電施設の傾斜地での実施工を実施する。また、実物大実験に加えて、基礎および杭の適切な埋設深さに関する熱伝導解析も実施する。以上の実物大実験、熱伝導解析に加えて、必要に応じて各種の室内実験も実施する。これらの研究成果を取りまとめて、凍上対策のガイドラインを策定、今年度改定する傾斜地設置型ガイドラインに反映する。（実施体制：国立大学法人北見工業大学）

4) 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

2021年度に引き続き、（ⅰ）事故情報調査、不具合メカニズム分析については、事故情報の追加および事故情報の詳細分析ならびに現地調査を実施する。（ⅱ）有望技術の評価（構造）および（ⅲ）有望技術の評価（電気）については、文献調査や実証実験を継続的に実施する。（ⅳ）PV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素案を作成する。（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、SOMPOR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）

5) 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

（関西電力）プロジェクト全体取り纏め、既設太陽光発電所を用いた設備劣化診断

（エクソル）架台補強案に対し、施工性、経済性の観点から改善・各種評価試験を実施

（CO2O）太陽光発電所における基礎・地盤に関する評価手順書作成予定

（日本地工）補強用アンカーは実設備での検証、コスト低減。杭の強度判定手法は、各種データの取得、実設備での検証を重ね、システム確立に向けて調整予定

(アジア航測) タブレットを用いた現地情報取得、ユーザーによる寸法や部材種類をハンド入力する図面生成手法の確立。ソフトウェアの仕様要件検討を実施。(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))

6) 次世代のO&Mを支える発電電力量評価等の技術開発

2021年度実施項目の継続の他、実証活動を中心に主に次のような事項を実施する。

- (1) 発電電力量解析の類型化を元にした阻害要因調査と解析結果の検証
- (2) 実際の発電電力量解析結果について、複数の想定阻害要因を組み合わせて阻害要因を推定する手法の仮説・試行
- (3) 遠隔監視システムによる日常監視結果の平行実施結果を踏まえた自動判定手法の確立(含、発電電力量解析との相互補完)
- (4) 新検査用の事故ハザードに係る評価テーブルの作成
(実施体制: 一般社団法人新エネルギーO&M協議会、株式会社エナジービジョン)

(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

2021年度に導入したエッチング装置と選別装置にて実証運転を行い、CIS構成材料の回収効率とコストについて実績値を算出する。さらに導入したラマン分光装置にて回収した結晶シリコンモジュールのデータベースを拡充し、2021年度に開発を行った分解選別技術の設備導入に向けた仕様にフィードバックを行う。またコンクリート2次製品開発においては前年度得られた知見に基づく製品の開発と公的認証に向けた評価を継続する。(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

- ① 自動化装置(搭載・回収装置)を導入し、工程の全自動化まで完成さ、育成・改善を実施し、年度末までに24時間運転を実施する。
- ② 板ガラスメーカーへ、熱分解処理済み板ガラス約1tを板ガラス材料としての評価を依頼する。
- ③ 2022年度中に太陽電池パネル置場400m²を建設し、30tの評価用板ガラスと太陽電池パネルの保管場所を確保する。(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および実証

系統連系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

2022年度は翌年度からのデータ収集開始に向けて、実証システムの実装を行うとともに、複数地点における制御方法の検討や地点の構築、前年度に検討した各種アルゴリズムの改良・シミュレーション等を行う。また、太陽光発電を利用した調整力活用技術の導入ポテンシャルについての調査を実施する。

(実施体制: 国立研究開発法人産業技術総合研究所、学校法人東京理科大学、東芝エネルギーシステムズ株式会社)

研究開発項目(Ⅲ) 先進的共通基盤技術開発

1) 新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発

新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発として、高精度化に向けた要素技術の開発を引き続き進める。曲面太陽電池の性能評価技術として、セルの諸特性や照度空間分布を考慮した曲面太陽電池モジュールの発電性能評価技術の開

発を進める。NEDO開発品をはじめとする新型太陽電池の高精度性能評価測定を実施し、多接合型を含む新型太陽電池の性能評価技術の高精度化と測定精度の検証を進める。太陽電池出力連続監視装置による屋外設置高効率結晶シリコン系太陽電池アレイの定量評価を引き続き実施し、屋内測定との比較による測定精度の検証とその高精度化を図る。また、試作PVMSを用いた新型太陽電池の出力連続監視技術の開発を進める。基準太陽電池校正技術においては、Si単位系で自己校正可能な絶対放射計測技術について光学鏡筒と電気計測部を開発を進め基本技術を確立する。また、SCレーザを用いた分光感度特性の入射角依存性評価技術について、測定の自動化を行い、基本技術を確立する。なお、本研究開発の一部についてはGI基金側で実施する予定である。(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、2021年度に引き続き、予測モデルの構築・検証に必要なデータを収集する。また、実際の運用での利用も見据えたプログラムの構築、パラメータの調整を行い、新たな日射量の短時間先予測モデルを開発する。(実施体制：一般財団法人日本気象協会)

3) 翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発

「日射量予測に特化した気象モデル」、「複数機関の気象モデル予測値の統合」、「アンサンブル予報に基づく信頼度予測」の技術開発に関して、2021年度に引き続き計算環境を維持するとともに、気象モデルの物理過程等の検討、統合条件の検討、信頼度の算定手法の検討を実施する。

また、「気象庁GPVを利用した日射量予測の特性分析」に関して、計算環境を整備・維持するとともに、2021年度に引き続き、気象庁予報データの特性分析および領域モデルの数値計算実験、アンサンブル予報データを入力とした機械学習モデルの高度化検討を実施する。さらに、「大外し低減予測技術の開発と評価」として、2022年度までに実施した各技術開発の成果を組み合わせた大外し低減予測について、日射量予測が大きく外れる事象の改善効果を検証する。(実施体制：一般財団法人日本気象協会、国立研究開発法人産業技術総合研究所)

4) 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、2021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、メガソーラー、中・小規模発電所、住宅用等の発電所別のデータや発電特性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実施する。加えて、短期予測として数時間先の予測精度向上に向けた手法の開発を行い、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。国内外の動向を取り纏めるとともに、太陽光発電搭載自動車により期待される効果の分析、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国際的視点でも進

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。2021年度までの検討結果を踏まえ、太陽電池モジュール由来ガラスをガラスウールに再利用するために必要となる検討(カレットの溶出試験、ガラス受入可能性評価等)を行う。太陽電池モジュールの災害による排出量、リサイクル状況の定点観測及び、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)

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

2021年度に引き続き、太陽光発電の主力電源化の推進およびそのための技術開発の方向性や普及策検討に資するための海外・国内の技術・産業・市場の調査を定点観測的に継続実施し、技術動向のトレンドを把握する。2022年度は特に2030年~2050年を想定した将来の太陽光発電の市場や導入形態、必要な技術等についての調査に力を入れて実施する。(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年度に引き続き、タスク1の国際協力活動に参加する。日本の太陽光発電に関する詳細報告書National Survey Report 2021を提出するために、導入量や価格、政策枠組み等の調査を実施する。また、タスク1の要請により、2021年導入量速報値をSnapShorReport作成のために分析して、報告する予定である。春季及び秋季に開催されるタスク1専門家会議に参加するほか、執行委員会の下で活動しているワーキンググループにも参加し、IEA PVPS及びタスク1の今後の方向性に関する審議に貢献していく。さらに、2022年度は、2022年11月に名古屋で開催される第33回太陽光発電国際会議(PVSEC-33)の時期に、日本がホストとして執行委員会会議及びタスク1専門家会議を開催する計画であり、事務局業務を実施する。(実施体制：株式会社資源総合システム)

③-3) 次世代型太陽電池の新市場への導入・実装に向けての動向調査

2021年度に引き続き、次世代型太陽電池の開発・技術動向調査および導入見通し、発電コスト、エネルギー・ペイバック・タイムに関する文献調査を進める。重量制約のある屋根・建物壁面に関して業界ヒアリング/アンケート調査を実施し、次世代型太陽光発電の社会実装に向けた課題やニーズを整理するとともに、目指す実証イメージを明確にする。導入見通しは、導入シナリオを検討して定量化を行う。また、発電コストの試算・感度分析を行い、発電コスト目標達成のためのシナリオ検討を行う。またエネルギー・ペイバック・タイムの算定と算定にあつての課題検討を行う。(実施体制：みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社、株式会社資源総合システム)

5. 2 2022年度事業規模

需給勘定3050百万円(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年度に技術課題を検討したので、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

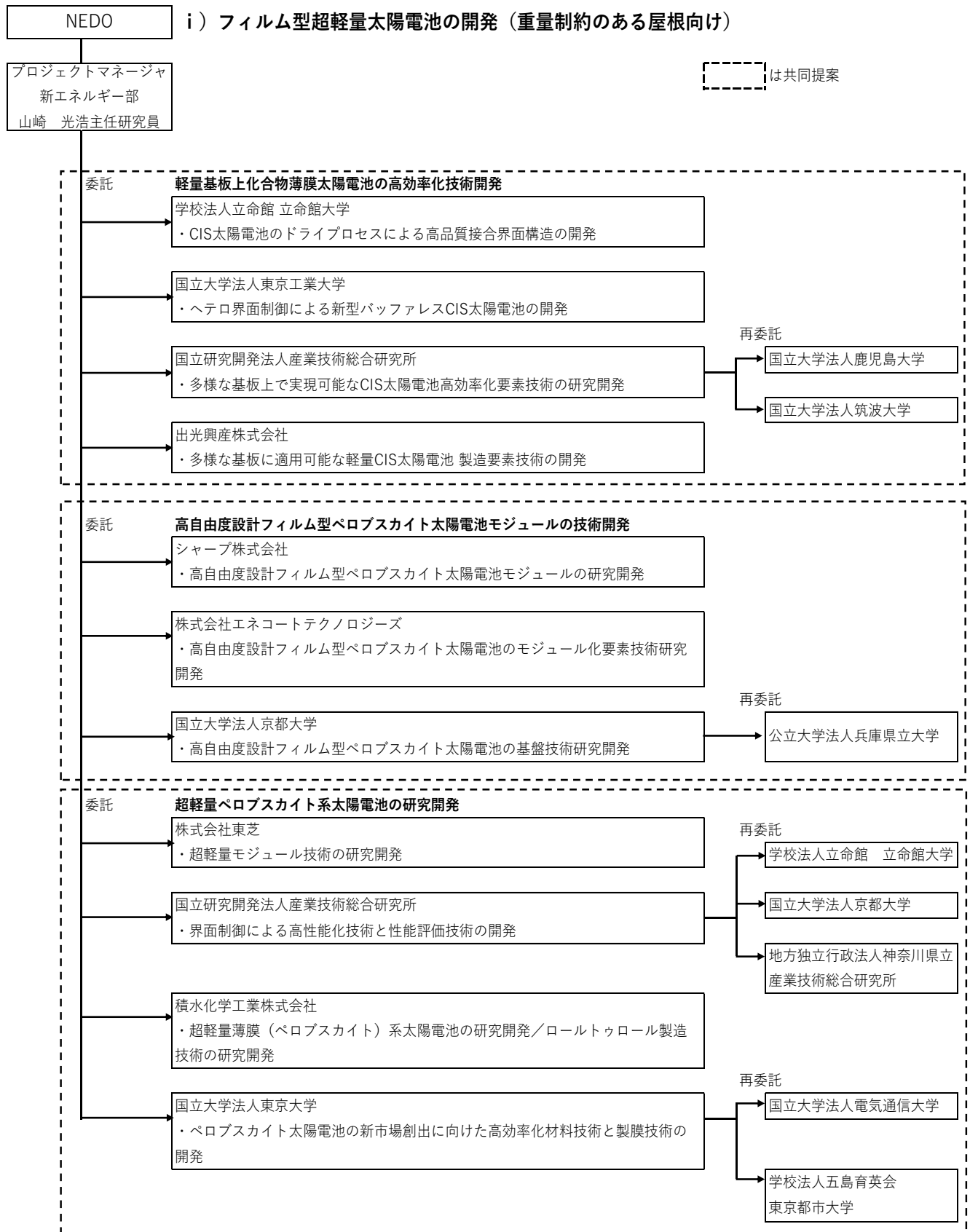
得られた研究開発成果については、標準化等との連携を図るためデータベースへのデータ提供、標準規格への提案やガイドライン作成等を行う。

7. 実施方針の改訂履歴

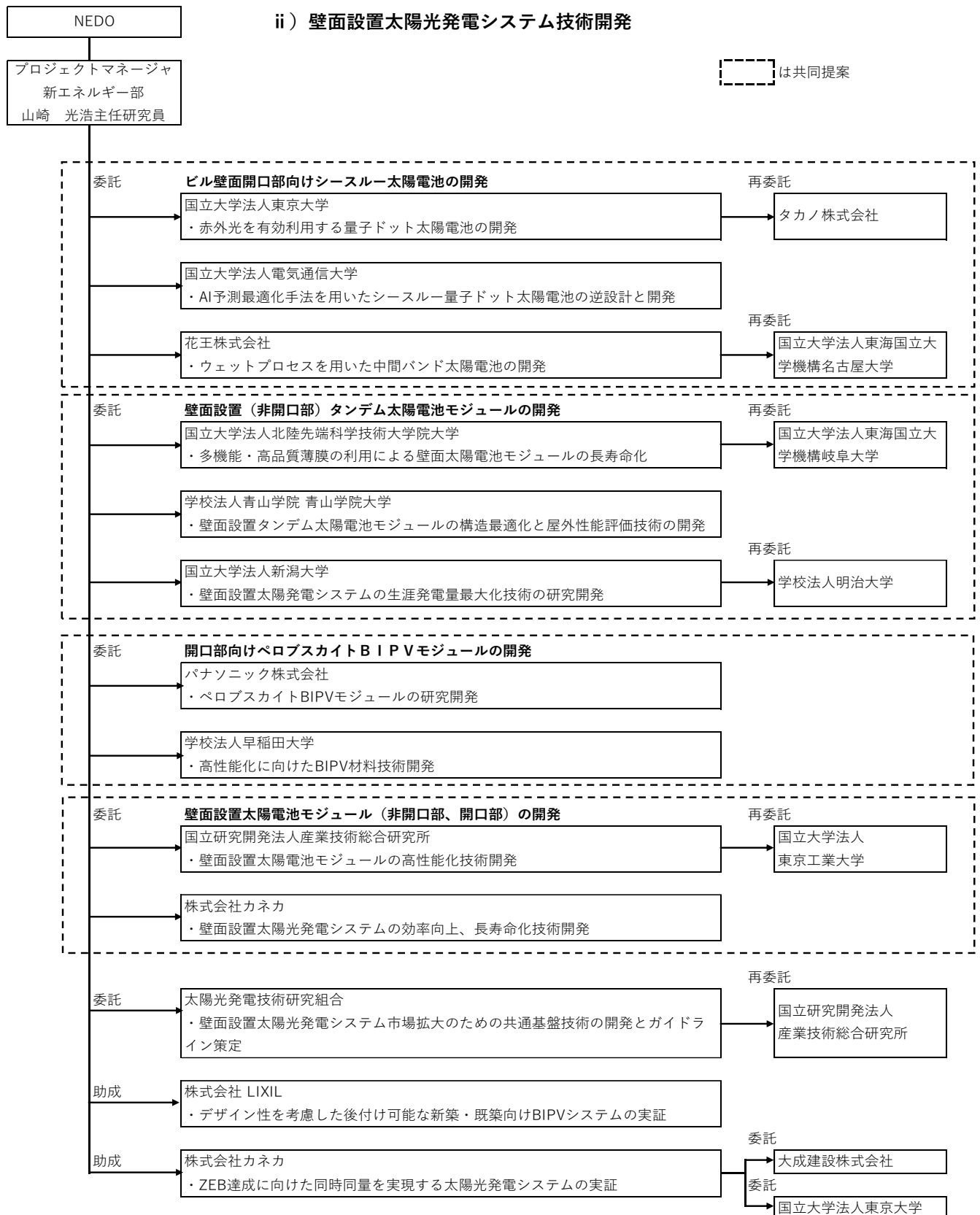
(1) 2022年3月31日 制定

別紙)

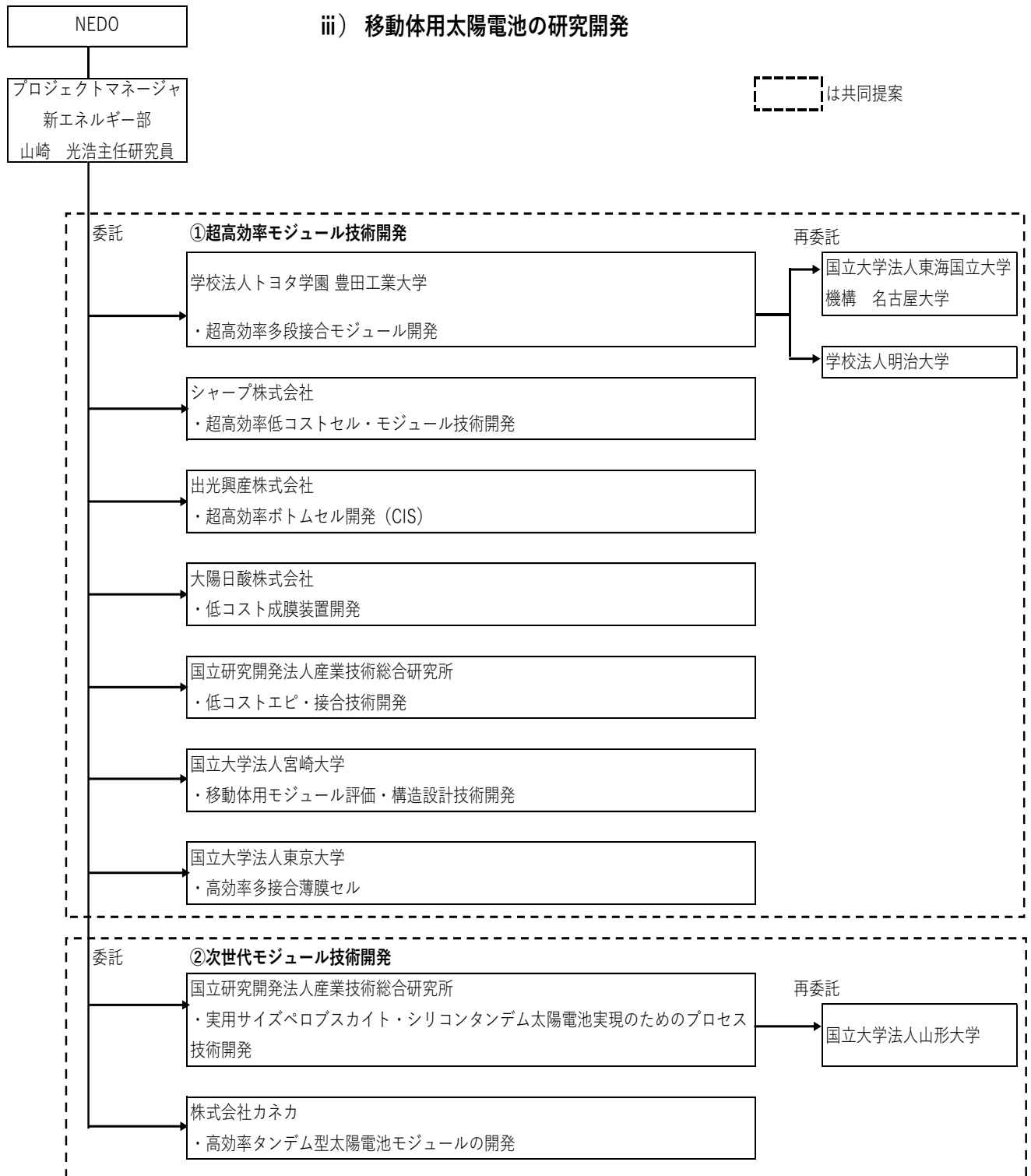
研究開発項目 (I) 太陽光発電の新市場創造技術開発



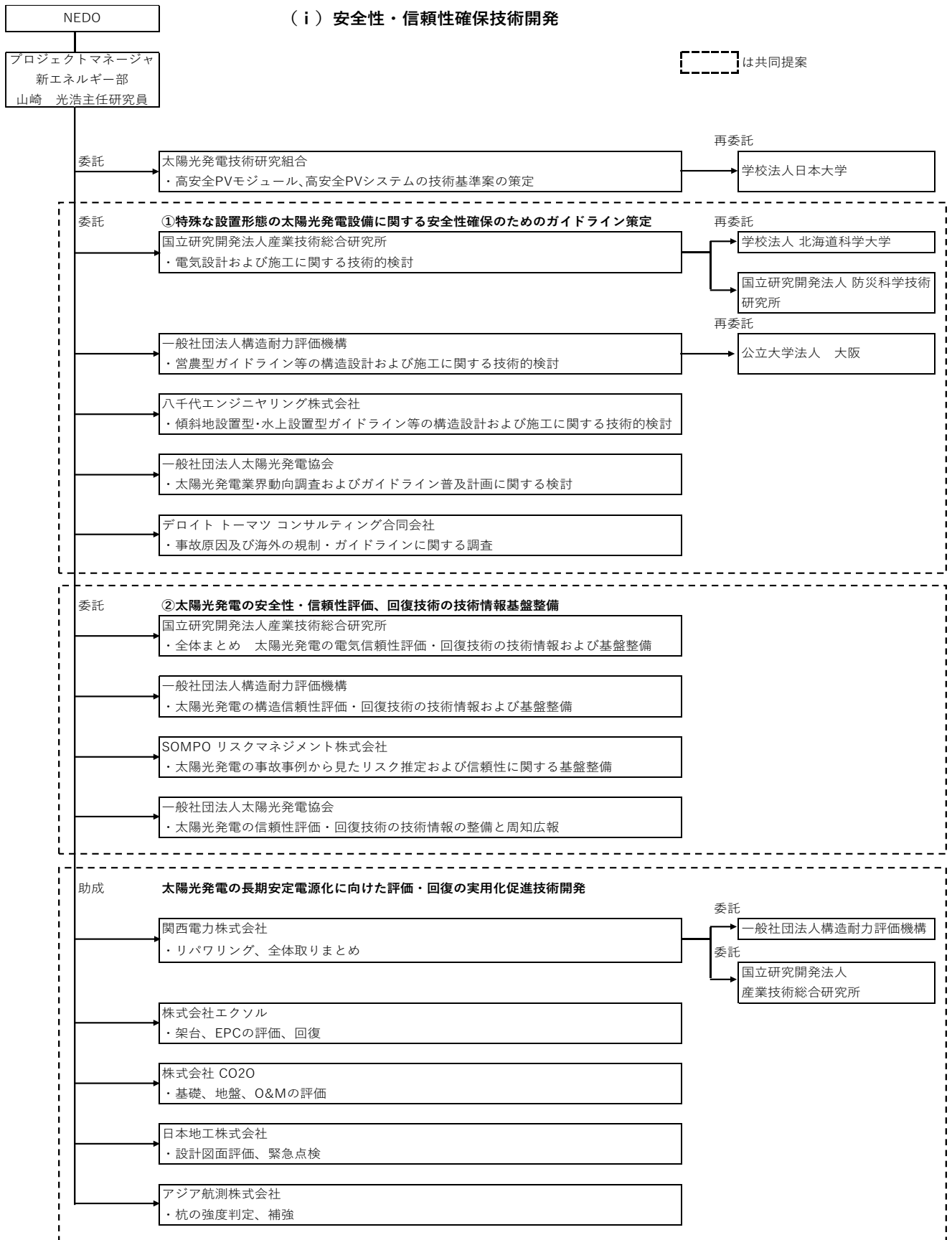
研究開発項目（Ⅰ）太陽光発電の新市場創造技術開発



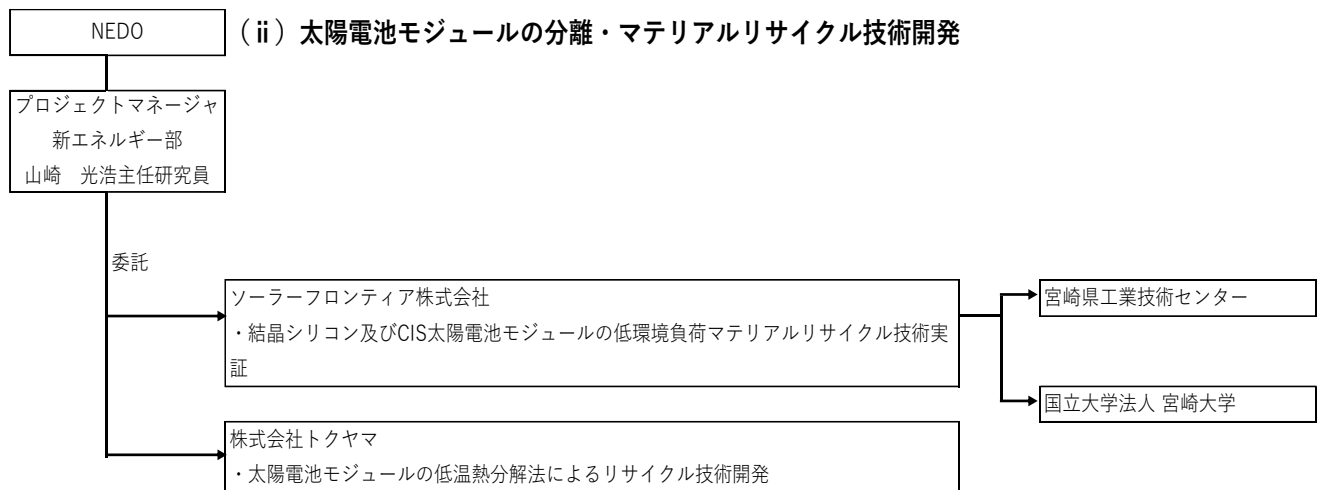
研究開発項目（Ⅰ）太陽光発電の新市場創造技術開発



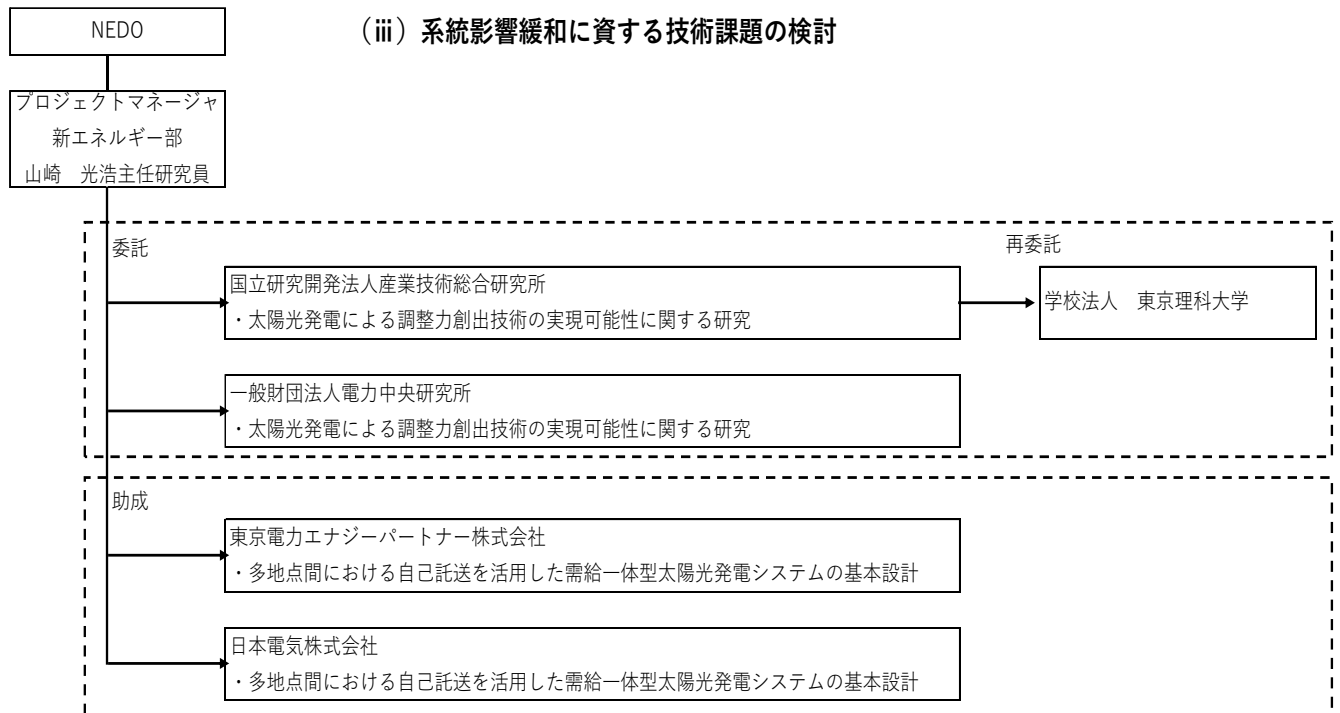
研究開発項目（Ⅱ）太陽光発電の長期安定電源化技術開発



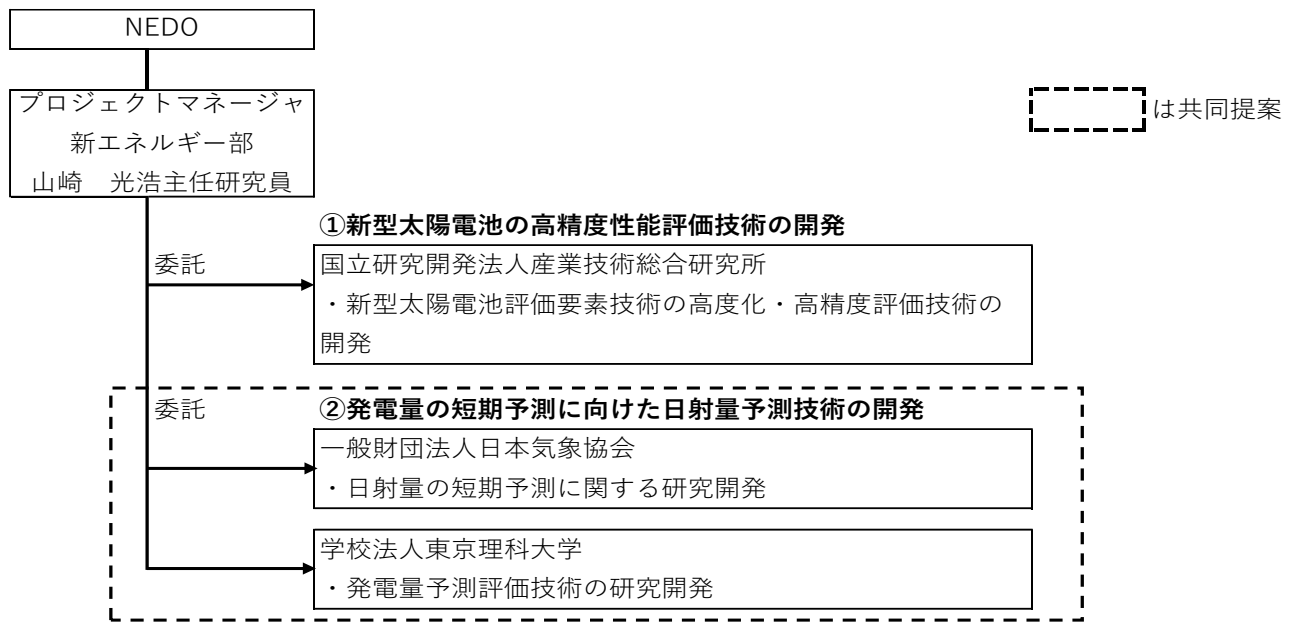
研究開発項目（Ⅱ）太陽光発電の長期安定電源化技術開発



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

