

研究評価委員会
「太陽光発電システム長期安定電源化基盤技術開発」(事後評価) 分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時 : 2020年9月30日(水) 13:30~17:00

場 所 : NEDO 川崎本部 2301・2302 会議室 (オンラインあり)

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	倉持 秀敏	国立研究開発法人 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター 基盤技術・物質管理研究室 室長
分科会長代理	小林 正和	早稲田大学 理工学術院 教授 (リモート参加)
委員	小野塚 能文	株式会社日本設計 第1環境・設備設計群 副群長
委員	合田 純博	ゴウダ株式会社 取締役 事業統括部長 (リモート参加)
委員	西戸 雄輝	株式会社トーエネック 技術研究開発部 研究開発グループ 電力技術チーム 研究副主査 (リモート参加)

<推進部署>

大木 雅文	NEDO 新エネルギー部 部長
山崎 光浩(PM)	NEDO 新エネルギー部 主任研究員
近藤 信義	NEDO 新エネルギー部 主査
嶋田 聡	NEDO 新エネルギー部 主査
葛西 正	NEDO 新エネルギー部 主査

<実施者>

大関 崇	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 福島再生エネルギー研究所 再生可能エネルギー研究センター 太陽光システムチーム 研究チーム長
堀内 悟	SOMPO リスクマネジメント株式会社 リスクソリューション開発部 再生可能エネルギー・インフラグループ グループリーダー
高森 浩治	一般社団法人 構造耐力評価機構 理事
井上 康美	一般社団法人 太陽光発電協会 公共産業事業推進部長
田中 誠	太陽光発電技術研究組合(略称:PVTEC) 事務局長・技術部長
小西 啓文	太陽光発電技術研究組合(略称:PVTEC) 組合員:田淵電機株式会社 エネルギーソリューション事業本部 副本部長
白間 英樹	ソーラーフロンティア株式会社 国富工場 技術部 部長
笹井 優	株式会社トクヤマ 資源リサイクル営業グループ 主任

<評価事務局>

森嶋 誠治	NEDO 評価部 部長
武田 浩一	NEDO 評価部 主査
塩入 さやか	NEDO 評価部 主査

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 a) 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
 - b) 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組み及び見通し
 - 5.2 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
 - 6.1 研究開発項目(I)
「太陽光発電設備の信頼性・安全性向上の技術評価およびガイドライン策定に関する企画立案」
 - 6.2 研究開発項目(I)
「IoT 技術による長期安定稼働 PV システムの開発シナリオ策定と要素技術の予備検討」
 - 6.3 研究開発項目(II)
「合わせガラス型太陽電池の材料リサイクル要素技術開発」
 - 6.4 研究開発項目(II)
「太陽電池モジュールの触媒使用によるリサイクル技術開発」
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定、その他
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認

- ・開会宣言（評価事務局）
- ・配布資料確認（評価事務局）

2. 分科会の設置について

- ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき事務局より説明。
- ・出席者の紹介（評価事務局、推進部署）

3. 分科会の公開について

評価事務局より、既に資料2及び3に基づき各委員に事前説明を実施し、委員からの質問にも回答済みであるとの説明があった。議題6.「プロジェクトの詳細説明」、議題7.「全体を通しての質疑」を非公開とした。

4. 評価の実施方法について

評価事務局より、既に資料4-1～4-5に基づき各委員に事前説明を実施し、委員からの質問にも回答済みであるとの説明があった。

5. プロジェクトの概要説明

5.1 a) 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント

5.1 b) 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

評価事務局より、既に資料5に基づき各委員に事前説明を実施し、委員からの質問にも回答済みであるとの説明があった。

推進部署より補足説明があり、実施済みの事前説明と併せて、その内容について質疑応答が行われた。

【倉持分科会長】 議題5「プロジェクトの概要説明」です。進行について、事務局から説明をお願いします。

【武田主査】 議題5.1のプレゼンテーション資料は事前に郵送し、スライドショーも電子送付させていただいております。また事前に質疑応答もさせていただいておりますが、更に当分科会にして質疑応答をいただければと思います。

【倉持分科会長】 議事次第では質疑応答から始まることになっていますが、質疑応答の前にNEDOから短時間でプロジェクト概要や質問票回答の補足説明を行ってもらえますか。

【山崎PM】 それでは、新エネルギー部の山崎から、プロジェクトの概要について、説明をさせていただきます。本資料につきましては、事前に音声付ファイルで委員の皆さまにメールで送付しておりますので、全てではなくて、時間も限られていることから、5分程度でこの事業の位置付けについて、再度説明させていただければと思います。

本資料の順番は、こちらのとおりです。本日はIの事業の位置付け、必要性について簡単に補足説明をさせていただきます。なお、II以降については、この説明では割愛させていただきますが、何かご質問等いただければ、適宜、補足説明させていただきますので、よろしく願いいたします。

本事業の位置付けでございますが、2020年度に向けた1年間のFS事業となっております。ポインターで示しておりますが、こちらについては例えば信頼性安全性、リサイクルについては2014年度から5年間の事業を行ったものと、2020年度から太陽光発電の主力電源化の推進プロジェクトという事業を立ち上げています。この前身という形で、2020年度からの事業を先行する形でのFSを昨年度、実施いたしました。NEDO負担額については、2019年度3億6,700万円となっております。

こちらがより詳しく、以前および本年からの事業との関連を示したものでございます。少し簡単に説

明をさせていただきます。左側が2018年度以前のもの、まん中が本評価対象である2019年度の事業、こちらが2020年度からの事業でございます。例えば信頼性については、2018年度までについては、直接的に実施はしていませんが、これまでのNEDOの技術開発によって、アンダー50といわれる50kW未満の発電設備の信頼性の評価・回復技術が課題であることを我々としては認識しておりました。その関係で、2019年度、長期安定電源化の事業においては、信頼性の評価・回復に係る現状把握と課題整理を行い、本年度からの事業では事故情報のデータベース、更に低コストの評価・回復技術の開発に着手をしております。

2番目の柱として、安全性につきましては、昨今の風水害の増加による太陽光発電設備の破損を踏まえて、地上設置の太陽光のガイドラインを既に公開しております。このような背景の下に、更に多様化する環境、設置環境について、例えば傾斜地、水上、営農といった部分での危険性が指定され始めています。こういった所に導入が進んでいることから、こうした地域におけるガイドラインの策定に向けた現状把握と課題整理を2019年度に行いました。それを本年度から事業において、構造安全、電気安全に係るガイドライン策定に進めていく予定でございます。

リサイクルにつきましては、モジュールの過半を占めるガラスの分離技術について、技術開発を行いまして、コストとしてはW当たり5円の技術開発を達成いたしました。更に次の段階として、低コストということでW当たり3円かつマテリアルリサイクル率80パーセントを目標としております。更に調査の中で、ガラスのリサイクル可能性の観点からの実態を調査しております。それを更に2020年度の事業において、開発した技術を実証と検証、リサイクルしたガラスの用途開拓に係る調査に進展をさせていっている次第です。

それぞれの項目についての背景を補足説明させていただきます。太陽光発電については、近年、非常に導入が進んでおりますが、循環型社会の構築については安全性、信頼性の確保ということと、マテリアルリサイクル技術が必要と、我々は考えております。現時点で、2020年3月時点の累積導入量は50GWです。今後、FITの買い取り期限が切れる2030年代になると、大量の廃棄物の発生が懸念されております。そうしたことから、太陽光発電がより長く使えるような安全施工と、低コストの信頼性評価・回復技術、マテリアルリサイクル技術の開発が必要と考えている次第です。補足になりますが、このマテリアルリサイクルで、モジュールに使われているガラスをガラスに戻していくというところで、モジュールに使われているガラスについては、例えば中国製では砒素やアンチモンが含まれておまして、水平リサイクルのネックになっております。そういったところの処理も今後の課題となっていきます。

こちらが安全性についての資料です。太陽光発電設備の設置件数や設置環境の多様化に伴いまして、事故が近年増加しております。FIT導入に応じて、事故が増加しております。特に近年、懸念されておりますのが、こういった傾斜地や、2019年に発生しました台風によって水上での設置の事故事例があります。こうしたことから、傾斜地、水上、営農設置に関しての安全確保の社会的要請が高まっている次第でございます。

更に2018年度までのプロジェクトにおいて、NEDOの方では通常の地上設置の設計ガイドラインの策定を公開済みでございます。

こちらが①に示したところです。こちらについては、経産省、特に電気安全課と調整の上で、現在、電技解釈および解説というところに引用されている次第でございます。今、空白となっている傾斜地、水上、営農といったところでのガイドラインを2019年度の課題整理を受けて、2020年度から事業の中で推進をして、将来的には同様にこういった解釈に反映ということを経産省との間で調整を図っていきたいと考えている次第でございます。

次に信頼性の評価、回復技術でございます。電気事業法における定期点検の規定については、50kW

未満の小規模な発電設備については自主点検となっております。現在、件数では太陽光発電施設の約 98 パーセント、小規模な設備が占めておりまして、メンテナンスが行きわたっていない所が多いという状況で、低コストの点検保守技術の開発が必要になっています。こういった低コストの技術を開発、普及させることで、低圧の発電設備のより長寿命化、長期安定電源化が可能となることを期待しております。

次にマテリアルリサイクルですが、この必要性というのが将来的な太陽光モジュール、システムの廃棄物の削減でございます。我々の方で、排出量の予測を立てておりまして、2036年については約 17 から 28 万トンの排出量の予測をしております。これは 2015 年時点の最終処分量の 1.7 から 2.7 パーセントに相当するという事です。現時点で最終処分場の残容量が逼迫しておりますので、こういった廃棄物の低減さらにリサイクルが非常に重要になってきます。この目標値の補足でございますが、現行の埋め立て処分費用が W 当たり 2 円という非常に安い価格でありまして、これまでの事業で W 当たり 5 円を達成しております。更に将来的な目標として、W 当たり 2 円を前段階として W 当たり 3 円を目標としております。さらに、太陽光モジュールについては、約 2 割が樹脂で、それ以外がガラスと金属で構成されておりますので、サーマルリサイクルについて樹脂が可能ということで、マテリアルをマテリアルに戻すという水平的なリサイクルについては約 8 割という目標を設定している次第です。以上が事業実施に至った背景でございます。以降の資料については、割愛させていただきます。

【倉持分科会長】 それでは、事前にやり取りをした質疑応答も踏まえて、ご意見、ご質問をお願いいたします。オンラインで参加されている皆さまは、ご質問やご発言の際にはミュートを解除してから、お名前とご所属、質疑の対象とする資料番号やページ数等を特定してから、質問をしていただければと思いますので、よろしくお願いします。

概要に対するコメントをいたします。1 年という単年度の中で、ハードの技術開発だけではなく、回復等技術の評価、動向調査関等のソフト関係も含めて、広く成果が出ていると思います。短期間で、このような成果を出すのは非常に大変かと思っています。例えば、最初の方に、調査ヒアリングなどがあったと思います。多くのヒアリングをこなすのは結構大変苦労されたと思います。NEDO では、今回の優れた成果を出すために、どのような支援をされたのかということをお教えいただければと思います。技術開発でも、目標を超える良い成果が出ている点に加えて、成果発表や特許出願などを 1 年度でここまで至るのは結構大変でしょうけれども、うまくリードされていると思います。マネジメントでどのように努力されたかを教えていただきたいと思います。

【山崎 PM】 NEDO のマネジメントについて、簡単に補足をさせていただきます。本事業については、おっしゃるとおり、非常に短い期間ということで、公募等もありましたので、実質的なスタートは 2019 年の 5 月末から 6 月になりました。1 年を切る期間の中で、特に実施者等との細かい打ち合わせ、信頼性安全性とリサイクルの部分については外部有識者による推進委員会を行いました。こういった形で、年度後半ではありますが、2 回開催をして、事業の方向付け、絞るべきところは絞るといったことを行いました。予算執行についても見直しを行い、ヒアリング等を実施しました。特に実施者との密なコミュニケーションをとったこと、有識者からの意見を聞くことが大きかったと考えています。

【小林分科会長代理】 質問票をいただいたときにお伺いしたことを、あらためて質問します。今回説明いただいたスライドの 8 番、マテリアルリサイクル技術に関しての質問です。ご回答いただいた内容ですと、既にシリコンの太陽電池に対するリサイクル技術のプロジェクトが走っていて、その後継となるという説明がありました。そういう理解でよろしいですか。

【山崎 PM】 シリコンのリサイクル技術については、例えば過去の事業で、NPC と浜田という企業が既に事業化を行っています。

【小林分科会長代理】 了解しました。今回、このプロジェクトの中には、化合物のリサイクルとシリコンの

リサイクルが入っていると読み取れました。シリコンはなぜもう一回、ここに入っているのでしょうか。前のプロジェクトとの違いは何でしょうか。そして、化合物は、どのような観点で入ってきているのかを教えてくださいと思います。

【山崎 PM】 昨年度実施いたしましたシリコンのリサイクル技術では、トクヤマという企業が実施しております。この企業については、後ほど技術については詳細な説明がありますが、触媒を使った熱による分解技術ということで、これまでとは異なるアプローチで行うものでございます。そういった観点で採択をいたしました。

もう1点、CIS (CuInSe₂: 化合物半導体) については、ソーラーフロンティアが2018年度までの事業と、以前も基盤的な技術開発を行っています。それを発展させて、CISを中心としたリサイクル技術を開発していくということでございます。ご存じのとおり、ソーラーフロンティアは現在、出光に統合いたしまして、出光としてもモジュールのリサイクル技術については一つの事業の柱として行っていくということです。モジュールメーカー自らがリサイクルを行って、先ほどのような循環型社会を作っていくという一つのモデルケースであると考えています。

補足させていただきたいのは、ソーラーフロンティアのCISの技術については将来的にはシリコンにも適用可能ということが、2019年度のテーマの中で分かりました。今後、CISだけではなくて、シリコンの方も展開していくと聞いております。

【小林分科会長代理】 一番気になったのが、最後の部分です。CISの技術がシリコンにどのように適用できるのかということが正直なところ、分かっていませんでした。差し支えなければ、教えていただければと思います。

【嶋田主査】 質問に対して、ソーラーフロンティアから聞いたことしか分かりませんが、お答えします。

CISは合わせガラスで、ガラスを引きはがす状態で分離させます。結晶シリコンの場合は基盤ガラスのところバックシートとセルになっていますので、セルとカバーガラスの間にパネルセパレーターを入れて引きはがすというふうに聞いております。

【小林分科会長代理】 化合物の太陽電池とシリコンの太陽電池で材料も構造もかなり違うというのはご存じだと思いますが、応用可能なマテリアルリサイクル技術につながっているというのが理解できなかったのも、疑問に思っているというコメントをしました。今の説明も分かりにくかったので、納得できないところが正直ございます。専門家ではないので、そのように考えています。

それから、リサイクルのときに水平できないということでした。化合物の場合、もっと危険な材料が主成分として入っています。水平に至らなくても、かなりの成分が危険物としてガラスの中に残っている状態では、リサイクル自体ができないのではないかと心配もあります。そういう観点での検討はもう済んでいますか。

【嶋田主査】 おっしゃられているのは金属のリサイクルのことかと思いますが。金属に関しましては、既に前プロジェクトの際に硝酸に溶解して、精錬でマテリアルリサイクルを行うという技術を完成させております。その技術を引き続き、本プロジェクトでも使っているということです。

【小林分科会長代理】 中国製のガラスは砒素やアンチモンが入っているので、うまく水平にリサイクルできないという説明をいただきました。それと類するような危険物が、化合物の太陽電池には使われているのではないかと思います。そのときに、リサイクルしたガラスの中に、そういった原料が混ざり込むという可能性はありませんか。もし混ざったとしても、それは中国製のガラスと同じレベルなのかということをお心配しています。

【嶋田主査】 今回のソーラーフロンティアの場合は、パネルセパレーターと言いまして、引きはがしますので、カバーガラスには金属の不純物は入りません。更に1枚もので取れますので、追加される不純物はないと考えております。

【小林分科会長代理】 了解しました。大変良い技術ではないかと思えます。ありがとうございました。

【山崎 PM】 補足になりますが、ソーラーフロンティアの技術開発については、後ほど非公開セッションで同社から説明がある予定です。

【倉持分科会長】 小林委員からの質問は、質問票を読んだときに、ごもっとも私も思いました。今回の説明でも、前プロジェクトでのシリコン系に関する技術開発成果を踏まえて背景を少し説明したほうが技術選定の理解が進み良かったと思えます。2番目のご指摘は、資源性と有害性という観点かと思えます。そこはきちんと示していただいたほうが良いと思えます。有益なコメントをどうもありがとうございました。

【西戸委員】 時間もないので、少し、お伺いしたいと思います。資料5の35ページ、目標の達成状況のところ。⑦に水上ガイドラインの策定の企画立案というものがあまして、達成度は丸になっています。資料の31ページに戻ると、プロジェクト開始後に発生したため迅速に対応し、プロジェクトに反映したということが記述されています。計画以外のところで起きたことによって、迅速に対応して、しかも技術基準にまで適用できたというので、私の中ではとても評価が高いと思っているものです。達成度が丸ですが、なぜ二重丸ではないのかということをお伺いしたいと思います。

【山崎 PM】 少し補足させていただきます。もともとこのプロジェクトテーマの最初から、水上については実施予定でございました。ただ、昨年9月の台風15号によって、被災して、よりその部分の現地調査や事故原因を深掘りした次第です。なぜ二重丸にしなかったかというのは、我々の自己評価ということで丸とさせていただきます。

【西戸委員】 課題抽出だけの目標に対して、そこまでしっかり実施されたということで、二重丸にしても良かったのではないかとというのが私のコメントです。

【山崎 PM】 補足をさせていただきます。昨年度の水上の事故が政策的に経産省のほうでも非常に問題意識が高くなりました。こうした調査結果については、経産省とも共有させていただいています。

【西戸委員】 事故が起きる前に、いろいろ整備できると一番良いのではないかと思えますが、起きたときに、どう対応するのかということも非常に大切です。

【倉持分科会長】 二つコメントがあります。

一つ目です。今回、個別の成果の案内はありませんが、動向調査に関する成果として、いろいろなものが出ていて、非常に充実した内容ではないかと思えます。欲を言えば、こういう調査成果と、今回の他のプロジェクト、リサイクル技術開発やガイドラインの話とうまく連携できる部分があるので、フィードバックするようなものがあったらいいのではないかと思えます。

もう1点、最後の52ページの波及効果についてです。私の専門の廃棄物の資源循環サイドから見ると、開発目標のIIの最終処分量の削減という部分がありますが、今回のプロジェクトの成果はそこだけではなく、例えば国の循環型社会形成推進基本計画の循環利用率の向上にも大きく役立つことかと思えます。そういった観点のプラスアルファの効果があるのではないかと思えます。このような点もアピールしていただければと思います。今回、埋立処分量削減だけでストーリーができていますが、もっと広い循環という捉え方や低炭素への貢献もありますので、一緒に見せていただけると良いのではないかと思いました。

【山崎 PM】 ありがとうございます。補足をさせていただきますと、動向調査につきましては、安全のテーマとも連携する形で実施しております。特にこういったシンクタンクは海外の動向についても精通しておりますので、海外動向を含めた設置状況、規格化などを把握して、テーマの実施者等にフィードバックをしています。

波及効果について、コメントをいただき、ありがとうございます。先ほどのような、もう少し広い観点で我々も検討していきたいと考えています。

【倉持分科会長】 ありがとうございます。おっしゃるとおり、海外の動向などの情報と技術の開発、ガイドラインの作成等、より良いものができることが考えられますので、その辺も併せて説明いただければ良かったのではないかと思います。私は技術開発系の研究をしていますが、今後の技術開発の課題という意味で、非常に有益な情報が得られたのではないかと思います。

では、ここで概要に関ししては、終わりにさせていただきたいと思います。

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明

省略

7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

8. まとめ・講評

【倉持分科会長】 議題8 まとめ・講評になります。西戸委員から始めて、最後に私という順番で講評をいただきたいと思います。

【西戸委員】 今回、1年の事業ということで、さまざまな計画を実施していただきました。全体を見渡して、丸と二重丸ばかりで、成績の良い、優秀な通知表のような形で、素晴らしい成果です。中を見ても、国内で太陽光発電システム、再エネを基盤電源としてしっかり位置付けられる基礎的な部分で、次につなげられるように実施をしていただけたのではないかと思います。非常に良い成果が出ていると感じています。これも事業プロジェクトを実施、マネジメントされるNEDOがしっかりと計画と実施をした成果なのではないかということで、お礼を申し上げたいと考えております。今後、2020年から2024年にかけて、新規プロジェクトが立ち上がって、これから実施されるころだと思います。今回の成果のように、細かい部分もしっかりと詰めて次につなげられるように実施していただければと考えております。

【合田委員】 今後の循環型社会システムに対して、安全設計、施工、またマテリアルリサイクルという観点で、大きな成果が見えた発表になっていたと思います。今後、10年、20年と先を見据えたスタートラインというところで、現状でできる技術開発とこれから更に起こり得る問題解決を含めた上で、進めていただけたらと思います。

マテリアルリサイクルに関しては、産業廃棄物を極力減らすという部分において、再資源化していくものが多くなればなるほど望ましいという視点では、9割が該当します。残りの部分に関しても、技術やリサイクルで、100パーセントを目標にして、取り組んでいただきますと、また違ったアクションが見えてくるのではないかと思います。

また、災害等を含めた設計基準の部分に関しても、基準値を設けているということで、どちらかというと今までは普及メインで促進してきた、しわ寄せが出ているのではないかと思います。やはり、安定電源という部分でいきますと、施工基準の明確化が今後必要になってくると思います。今回の内容につきましても、結果としては大きな成果ではないかと思っております。

今回の発表の内容に関しては、非常に成果が大きなものだと感じております。今後も技術開発を含めて、進めていっていただければと思います。

【小野塚委員】 ライフサイクル的に生産からリサイクル、廃棄までという大きな流れの中でプロジェクト

が立ち上がっているというのを、ところどころですが、感じました。引き続き、間を埋めるようにプロジェクトを計画する上で、どこが足りていないのか、どこを底上げしなければいけないのかという旗振りを NEDO に、引き続き検討していただきたいと感じました。例えばリサイクルから見た生産や、製造から見た設計が、ここ数年来話題となっている SDGs（国連の持続可能な開発目標）のように相互に関連するようになってくれば、自然に底上げになるのではないかと感じました。

それから、高品質を目指すと、どうしても最終的にユーザー側ではコストがネックになります。例えば IoT（モノのインターネット）ではどこまでグレードを上げていくのかということがあります。小容量ならこの辺でいいのではないかと、ランク分けしてしまってもいいのではないかと判断が必要であるというふうに感じました。内容としては非常に充実したプロジェクトだと感じています。引き続き、継続していただければと思います。

【小林分科会長代理】 大変勉強になった 1 日だと思います。太陽光の利用がかなり前から叫ばれていて、システムが作られるようになって、そうするとリサイクルも考えられるようになりました。次第に太陽光が普及していっているということを認識できるようになりました。政策の問題かもしれませんが、ある政策が先に進んでしまうと、基準ができないうちに、どんどんものが作られてしまい、弊害がたくさん出てきてしまいます。そういったバランスをどこかでとっていただければいいと思います。誰が上手にコントロールしていかなければいけないことだと思います。NEDO が中心になっていただけると大変ありがたいと思います。

材料に関して言うと、先ほどから、いろいろと話を聞いているとコストが大変重要なファクターとして出ているのはよく分かりますが、材料の希少性、枯渇ということも重要だと思います。現場戦略といった言葉もありますけれども、せっかく日本の会社がうまく実現につなげている太陽電池ですから、希少金属をコストに見合う形で再利用してほしいと思います。また、結晶シリコンも次第に少なくなってきました。コストをかければできるというのは分かりますけれども、コストを含めて採用することができるかどうかということがあります。再利用原料屋さんと言えいいでしょうか、そういった方が取り組んでくれるのかは分かりませんが、太陽電池を作る、もしくは剥離するというだけではなくて、原料を再利用するところまで含んだプロジェクトにいただけると、自然にコストが下がるような回収技術を見つけていくのではないかと思います。新しいプロジェクトを NEDO が立ち上げるときに、そういったことも少し意識していただけるともっと良いリサイクルのシステムができていくのではないかと思います。いずれにしても、今後、続いていくプロジェクトだと思いますので、将来の展開が楽しみという形でまとめさせていただきたいと思います。

【倉持分科会長】 皆さんのそれぞれの立場から、有用なコメントがあり、いろいろな専門をお持ちの皆様に参加していただいて本当に良かったと思っています。

最初にも申し上げましたが、短時間のプロジェクトでありながら、非常に多くの成果が出ています。NEDO のマネジメントも高く評価できますし、実施していただいた皆さんの頑張りが大変よく分かりました。私はこれまで関連のプロジェクトなども評価してきました。そういった中で、今回、新しく、かつ適切な展開がなされ、マニュアルを作るという技術開発と少し違う方向も立ち上げていただき、太陽光発電システムがリサイクルをも含めた普及促進へ確実に向かっていると感じました。

皆さんから、いろいろコメントがありましたので、私から言うことはありませんが、事業化に近い非常に良い技術も見えてきたと思います。現在始まっている次のプロジェクトでも、引き続き、しっかりこのようなマネジメントを行っていただけて、優れた成果に結び付くようにいただければと思います。

先ほど、小林委員からお話がありましたが、資源性ということ、有害性の部分での環境保全ということも踏まえながら引っ張っていただく必要があると思います。全体の物質フローを考えながら、そう

した視点まで配慮して進めていただけるとよろしいのではないかと思います。今後の技術開発の成果に期待しています。

【大木部長】 今日長い時間、真摯にご議論をいただき、また受託事業者の進捗について確認いただきまして、ありがとうございました。冒頭にあった委員長の質問が、今回のこの1年の事業の象徴でした。我々は結果的には、いろいろな講評をいただきました。最初はこの1年でどこまで次の事業に向けて、研究開発をこれから進めるにあたってのターゲットの絞り込みなど、足固めができるかということがありました。ご案内のように、社会の制度、台風や災害、FIT制度見直し、電力自由化などと、いろいろなものがある中で、いろいろな人が使われている太陽光がどのように社会の課題になってくるかということがありました。また、リサイクルや施工の難しい部分も含めて、壊れてしまったりする形での廃棄物にならないための設計のあり方といったことを考える必要もあります。そういった中で、先生がたに色々とアドバイスをいただき、受託企業の皆さまがたのご理解と推進の中で、献身的に行っていただいたのが、次の事業につなげられた今回の結果ではないかと思っています。今日のお話でも、色々と指摘をいただきまして、まだ足りない部分もありました。コストの話はどうしても重要なところではありますし、安全性の話もちろんあります。次の事業がこれから始まります。また、制度が動く中で、フレキシブルに取り組んでいこうと思っています。今日のお話もちろん、これからも先生がたのお話を聞いて、事業の皆さまと一緒に取り組んでいきたいと思っています。うちの部のメンバーとも、心をまた新たにして一緒に取り組んでいきたいと思っています。非常に良い機会になったと思います。

【倉持分科会長】 どうもありがとうございました。それでは、以上で議題8を終了します。

9. 今後の予定

10. 閉会

配布資料

- 資料 1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料 2 研究評価委員会分科会の公開について
- 資料 3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
- 資料 4-1 NEDO における研究評価について
- 資料 4-2 評価項目・評価基準
- 資料 4-3 評点法の実施について
- 資料 4-4 評価コメント及び評点票
- 資料 4-5 評価報告書の構成について
- 資料 5 プロジェクトの概要説明資料（公開）
- 資料 6-1 プロジェクト／事業の詳細説明資料（非公開）
「太陽光発電設備の信頼性・安全性向上の技術評価およびガイドライン策定に関する企画立案」
- 資料 6-2 プロジェクト／事業の詳細説明資料（非公開）
「IoT 技術による長期安定稼働 PV システムの開発シナリオ策定と要素技術の予備検討」
- 資料 6-3 プロジェクト／事業の詳細説明資料（非公開）
「合わせガラス型太陽電池の材料リサイクル要素技術開発」
- 資料 6-4 プロジェクト／事業の詳細説明資料（非公開）
「太陽電池モジュールの触媒使用によるリサイクル技術開発」
- 資料 7 事業原簿（公開）
- 資料 8 評価スケジュール

以上

以下、分科会前に実施した書面による公開情報に関する質疑応答について記載する。

資料番号 ・ご質問箇所	ご質問の内容	回答	委員名 (敬称略)
資料5 スライド5	<ul style="list-style-type: none"> ・事故率は近年急激に増加していますが、やはり災害に起因するものが増えているのでしょうか？ ・また、50kW 未満の小規模設備において事故率が増えているのでしょうか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ・はい、風雨起因による事故の増加によるものです（独立行政法人製品評価技術基盤機構 (nite) の分析による）。 ・小規模設備の事故は、統計を取っている経済産業省にデータが無く、事故率について申し上げることは困難です。 	倉持分科 会長
資料5 スライド6	<ul style="list-style-type: none"> ・本事業は、傾斜地・水上・営農地設置のガイドライン作成に貢献すると思いますが、JIS化にも貢献するかと思えます。国策でJIS化の計画などはあるのでしょうか？JIS化にも、事故率の減少等にメリットがあるかと思った次第です。 	<ul style="list-style-type: none"> ・本事業は、現在の規格や規制をクリアするための指針となるべく事業を進めており、将来の規格等に役立つと考えておりますが、国策としての規格化は経済産業省と連携して、状況を見極めながら進める方向です。 	倉持分科 会長
資料5 スライド8	<ul style="list-style-type: none"> ・排出される太陽電池モジュールが 17-28 万トンと見積もっているが、結晶シリコン太陽電池の割合、今回実施された化合物半導体太陽電池の割合はどれくらいなのか？ ・結晶シリコン系太陽電池のリサイクルに初期から取り組まずに割合として少ないであろう別の材料系による太陽電池のリサイクルに取り組んだか不明である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・排出量の内訳は見積もっておりませんが、化合物半導体太陽電池の割合は10%以内と思われます。 ・NEDO は、H13 年から太陽電池モジュールのリサイクルの研究開発を行っています。導入量の多い結晶シリコン系太陽電池を中心に、化合物半導体なども対象に様々な解体方法を検討してまいりました。本プロジェクトの前身の「太陽光発電リサイク 	小林分科 会長代理

		<p>ル技術開発プロジェクト」(2014 年度～2018 年度実施)では、実証テーマ全5件中、結晶シリコン系に関する研究開発が4件、化合物半導体系は1件となっています。なお、今回のプロジェクトで結晶シリコン系と化合物半導体系がそれぞれ1件となっていますが、これは達成目標を高度(分解処理コスト3円/W、資源回収率80%以上)に設定したため、実施可能な事業者が限定されたことによります。</p> <p>※シリコン系太陽電池の分解技術については、前身プロジェクトで実証を行い、一部が事業化されています。</p> <p>(株)エヌ・ピー・シーと(株)浜田の共同研究の例 https://www.npcgroup.net/solarpower/reuse-recycle/dismantling</p>	
資料5 スライド8	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽電池モジュールには多くの希少元素や毒性元素が利用されている。各々の元素がモジュールあたりどれくらいの重量使われていて、それがどれくらいの重量回収されているのか? ・総重量による回収率ではなく太陽電池用原料・元素の個別回収率を教えてください。 	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽電池モジュールで使用されているシリコンや化合物半導体の組成は非公開のため、各々の元素の重量は算出できません。 ・本プロジェクトで行った CIS 系太陽電池のリサイクルでは、モジュール(重量19.4kg)のうち、発電層である CIS 膜はモジュールあたりの含有量が12gで、これを硝酸に溶解して回収することで、希少元素のマテリアルリサイクル率93%を得ています(事業原簿 p. III-68 図2、同 p. III-79 表3)。一 	小林分科 会長代理

	<ul style="list-style-type: none"> ・希少元素等を回収しないと生産すべき太陽電池用の原料枯渇につながる。そのことを軽視したリサイクルのスキームは最終的に行詰まるのではないか？ 	<p>方、シリコン系太陽電池のリサイクルでは、処理後のセルやリボンほぼ全量が回収されますが、そのまま精錬にまわしているため、個別の元素の回収率の算出は行っていません。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本プロジェクトで実施した二つの事業は、埋立廃却量削減のため、重量比で大半を占めるガラスのリサイクルが前面に出ていますが、発電層であるシリコンセルや化合物半導体、配線材料などの回収も含まれております（これらは製錬所に送られ、インジウムや銀等を分離・リサイクルされます）。 	
<p>資料5 スライド8</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・コメントですが（当日にコメントすべきかもしれませんが）、循環基本計画の最終処分量の推移を眺めると、廃モジュールの排出量はかなりのインパクトがあり、今後の最終処分量の目標達成に大きな影響を与える可能性があります。そのような書きぶりもあるかと思いました。また、本リサイクル技術の開発は循環基本計画の目標値（資源生産性や循環利用率）にも貢献されるかと思いました。 ・これは質問ですが、埋立処分費を計算していますが、廃モジュールすべてを埋め立てるという計算でしょうか？ パーツごとに処分場先が異なるように思いますが（安定型（←ガラス等）、管理型（←電極や回路等？）、そのように計算されていますか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ・ありがとうございます。書きぶりも、今後の参考にさせていただきます。 ・埋立処分費（2円/kW）は、経産省の太陽光発電設備の廃棄等費用の確保に関するワーキンググループの中間整理のデータを使用しています。 ※本事業の分離処分コストが、中間整理 (https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/shin_energy/) 	<p>倉持分科 会長</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ・サーマルリサイクルという言葉は最近使われないように思いますので、サーマルリカバリーの方が良いかと思えます。 	<p>taiyoko_haikihyo_wg/pdf/201901210_01.pdf) の p. 10 に記載の PV パネルの中間処理費 (0.14 万円/kW) と (0.07 万円/kW) 最終処分費の合計を下回ることを最終目標としています。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・今後の参考にさせていただきます。 	
資料5 スライド12	<ul style="list-style-type: none"> ・EU 等におけるガイドラインや規格化などの状況は日本と同じ状況でしょうか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ・水上設置では、世界銀行グループによる水上の基準に関するハンドブック (Where Sun Meets Water (2019)) が発行されています。また、IEC での規格化も検討されているとのことです。 <p>(https://www.esmap.org/where_sun_meets_water_handbook)</p>	倉持分科 会長
資料5 スライド15, 16	<ul style="list-style-type: none"> ・処理コストはどうなっているのでしょうか？ (以前の NEDO 事業の目標値 5 円/W もしくは本目標値 3 円/W と比較して) 	<ul style="list-style-type: none"> ・スライド 1、スライド 16 共に、処理コストは非公開とのことです。ただ、同時に得られた情報によると、いずれの方法でも埋め立ての場合の処分費用 2 円/W より高額になります。 	倉持分科 会長
資料5 スライド20	<ul style="list-style-type: none"> ・CO2 削減とありますが、CO2 排出削減かと思えますが、リサイクル技術について LCA で試算して削減効果があると裏を取っているという理解でよろしいでしょうか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ・前プロジェクトにおいて、これらの前身プロセスの LCA を試算し CO2 削減に有効となりました。なお、今回もラインが完成後に LCA を試算して有効性を確認する予定です。 	倉持分科 会長
資料5 スライド22, 26	<ul style="list-style-type: none"> ・研究開発目標と根拠において「IoT・・・予備的検討」の位置づけがよくわからなかった。低コストな点検・保守技術の開発ということでしょうか？唐突な感じがしました。 	<ul style="list-style-type: none"> ・はい、この事業は、特に 50kW 以下の小規模発電設備にも適用可能な、低コストの遠隔点検・保守技術の開発を目指し、そのシナリオ策定と予備検討を行い、2020 年度以降につなげることを主目的と 	倉持分科 会長

		しています。	
資料5 スライド 23	<ul style="list-style-type: none"> ・新規マーケットとして、既設建築物への ZEB 化を検討した根拠について理解できていません。市場が大きいからでしょうか？持続可能な点から良いのでしょうか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ・ZEB の導入ポテンシャルは高く、第五次エネルギー基本計画でも省エネルギー強化の一環として ZEB を目指すとしています。さらに、建築物の大多数を占める既設建築物のエネルギー消費量の削減も重要な課題であり、その実現には太陽光発電の屋根だけではなく壁面への設置が不可欠であるという認識から、ZEB 化促進に関する対策を検討いたしました。 	倉持分科 会長
資料5 スライド 36	<ul style="list-style-type: none"> ・MLPE をはじめ、大体の項目が既存技術ではないのか？既存技術を取り込んだら、既知の通り性能が上がった、という説明は理解できない。既存技術における懸案事項が解決された、等の説明にならないのはなぜか。 	<ul style="list-style-type: none"> ・本事業はシナリオ策定と予備検討とし、次年度以降につなげることを主目的としました。例えば MLPE では、安全性重視の方針のもと、さらに国内産業などを勘案し、仮説として遮断機能を最重要としました。次年度以降の開発につながる予備検討として遮断機能の検証を行った次第です。ご指摘の点は、2020 年度（今年度）の NEDO 事業（「安全性・信頼性確保技術開発（高安全 P V モジュール、高安全 P V システムの技術基準案の策定）」）等で対応していきます。 	小林分科 会長代理
資料5 スライド 37	<ul style="list-style-type: none"> ・希少元素の太陽電池モジュールに占める重量割合は低い。総重量だけで回収率を議論しているのは希少元素の回収技術が上がったことを示すことは不可能。希少元素等の回収率に言及すべきではないか。 	<ul style="list-style-type: none"> ・モジュール中の希少元素は、シリコン系太陽電池の場合、ほぼ全量が分離回収されます。ただ、それらはそのまま精錬業者に引き渡しているため、各元素個々の回収率の算出は行っていません。これはガラスを高品位で回収する技術の開発を優先していることによりますので、今後、希少元素の回収 	小林分科 会長代理

		技術の開発が必要となった場合の課題として検討したいと考えます。	
資料5 スライド 37, 38	・樹脂の割合が20%とありますが、資源回収率が90%という記載があり、矛盾しているように見えます。	<p>・太陽電池モジュールの概要として、スライド8で、燃焼させて熱としてリサイクル可能な樹脂部の量を20%としています(デュポン株式会社HPより)。この場合、残った固形部(マテリアルリサイクル可能な部分)は80%となります。</p> <p>ここで、スライド37では、樹脂部は燃焼させずに回収しているため、固形部が90%を超えました。またスライド38は、熱分解で回収されたガラス(11.06kg)とセル(0.82kg)に、事前に取り外したアルミ枠(2.28kg)と端子ボックス(0.3kg)の重量(合計14.46kg)を、処理前のモジュールの重量(15.98kg)で除した値です(事業原簿Ⅲ-85より)。</p>	倉持分科 会長
資料5 スライド39, 44	<p>・営農とは畜産も含まれるのでしょうか？</p> <p>・海外における安全性や信頼性に関する動向は調査されていないのでしょうか？</p>	<p>・営農型太陽光発電は農地の有効活用と農業者の収入拡大を目的としたものです。よって、農地でないもの(畜舎等)は含まれません。</p> <p>・本調査の、施策や研究開発動向の一部として対象となっています。</p>	倉持分科 会長
資料5 スライド40, 44	・これまでも排出量予測を行っていたと思いますが、本事業での違いは特に何でしょうか？	・新たに、出力の急激な劣化やFIT後の事業見直しを行った場合等のモデルを想定した排出量予測を行いました(非公開)。	倉持分科 会長
資料5 スライド	・目的と概要にある普及阻害要因と解決策という文言がありますが、成果の記載からでは、	既設建築物へのBIPV導入制約(サイズや意匠の整合性、取り付け方法、直流電気安全性、隣接建物の	倉持分科 会長

45(41)	それらの具体がよくわからなかった。	影を考慮した発電量予測等) について調査・分析を行い、項目ごとに今後の対策と提案をまとめています。	
資料5 スライド 51	・信頼性評価の所で、技術開発計画の企画の策定から 2022 年度にはガイドラインとありますが、その前に開発した技術を実証等する必要はないのでしょうか？	・本事業とその後の調査（2020 年度からの事業で実施）を元に、緊急性を要する項目について 2020 年度にガイドラインの暫定版を策定しますが、それまでの間に判明した問題や課題について 2021 年度から実証を行います。	倉持分科 会長
資料5 スライド 52	・最終処分量の削減とともに、サーマルリカバリー（化石燃料大害）による CO2 排出削減も期待されるのではないのでしょうか？	・はい、埋立費用だけでなく CO2 排出量の削減も期待できます。おおまかな数値を見積もっておりますが、未検証な部分があるため非公開です。	倉持分科 会長
資料7 事業原簿 Ⅲ-79(ソーラー フロンティア)表 4	・記載の年間処理量を増量することで処理コストのさらなる低減につながるのか、見込みについてご教示ください。	・年間処理量として 200MW 以上の試算を行っていないため正確ではありませんが、低減できると思います。 ただし、1つの工場では 200MW 程度が最大量とみています（廃掃法・広域認定・運搬コスト・リサイクル用途・等を勘案し、地域毎に工場を作っていくことを想定しています）。	小野塚委 員