

「エネルギー・環境新技術先導研究プログラム」終了テーマ事後評価について

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術研究開発機構は、「エネルギー・環境新技術先導研究プログラム」において採択した先導研究テーマのうち、終了したテーマに対して、事後評価を実施しております。

本事後評価は、先導研究テーマの目標に対する達成度、国家プロジェクトに向けた取組等を確認するとともに、今後の研究開発に役立てて頂くことを目的に実施しております。

この度、2019、2020及び2021年度に採択し、事業が終了した先導研究テーマ全32件についての事後評価を終了致しましたので、下記のとおり公表いたします。

記

1. 事後評価実施テーマと評価実施時期

- ・2019年度採択テーマのうち、2021年で終了したテーマ・・・ 1件
- ・2020年度採択テーマのうち、2021年で終了したテーマ・・・ 2件
- ・2020年度採択テーマのうち、2022年で終了したテーマ・・・ 18件
- ・2021年度採択テーマのうち、2022年で終了したテーマ・・・ 11件

※事後評価を実施した先導研究テーマは別紙1のとおり。

2. 事後評価の方法

(1) 事後評価の手順

各テーマに対して当該技術分野を担当する複数の評価委員により、以下①②に基づき評価を実施した。

- ①委託業務成果報告書（業務委託契約約款（一般用、大学国研用）第24条に基づき提出されたもの）
- ②補足資料（委託業務成果報告書の要約や補足資料）

(2) 事後評価項目と評価基準

以下の評価項目と基準に基づき、各項目を4段階（S・A・B・C）で評価した。

評価項目	評価基準
1) 目標の達成度	<ul style="list-style-type: none"> ・成果は目標値をクリアしているか。 ・全体としての目標達成度はどの程度か。 ・外部要因等により目標未達であっても、成果が出ていたり、対応策が適切になされているか。
2) 成果の意義・波及効果	<ul style="list-style-type: none"> ・成果には新規性・独創性・革新性があるか。 ・成果は、世界的に見てどの程度の水準にあるか。 ・成果は経済的波及効果を期待できるものか。 ・当該研究成果により、新たな技術領域への開拓に繋がるか。 ・関連分野への技術的波及効果や新たな研究開発を促進する効果があるか。

	・進捗に応じて、特許や論文・学会発表など成果の公表が適切になされているか。
3) 今後の展開（国家プロジェクト化や社会実装に向けた取組）	・国プロ化や社会実装に有効な取組がなされていたか（研究開発推進委員会活動や情報発信、実施体制の検討を含む）。 ・国プロ化や社会実装など今後の展開が明らかになっているか（①技術課題、②開発目標、③開発スケジュールの策定、④実施体制の提案を含む）。
4) 総合評価	上記1)～3)の評価項目を踏まえての総合的な評価。

3. 事後評価結果

各評価委員の「4) 総合評価」について、S=3、A=2、B=1、C=0 と数値に換算し、事後評価を実施した複数の評価委員の平均評価点を算出し、当該テーマの評価点とした。この評価点に基づき、当該テーマに対して、以下の4段階の評価を決定した。

評価点	評価
2.6～(3.0)	極めて優れている
1.6～(2.5)	優れている
1.0～(1.5)	妥当である
0.0～(0.9)	妥当とは言えない

事後評価結果の4段階評価による内訳は以下の通り。また、各テーマの評価は別紙1のとおり。

【事後評価】（全32件）

評価	件数
極めて優れている	0
優れている	25
妥当である	6
妥当とは言えない	1

事後評価の委員については別紙2のとおり。

■評価実施テーマと評価結果

研究テーマ名：	汎用普及に資する長期安定小型熱電池の開発
委託先：	国立大学法人茨城大学 国立研究開発法人物質材料研究機構 株式会社ミツバ
実施期間：	2019年7月24日～2021年9月30日
総合評価：	優れている
コメント：	シリコン系材料を使用したIoT機器の分散型電源としての基本技術の研究が十分になされ、目標達成を実現していることが認められる。また、汎用性の高い電源として、材料開発からモジュール開発まで総合的に開発されていることなど、実用化・社会実装に向けた開発展開がなされている点も高く評価したい。 なお、今後の実用化・社会実装に向けて、低温側の温度確保の具体化に取り組み、BiTeIに対する発電性能や製造コストの優位化を見据えた上で、今後の研究開発を進めることが望まれる。また、耐久性試験の実施や研究成果の積極的発表についても期待したい。
研究テーマ名：	二酸化炭素循環型地熱発電システムの開発
委託先：	一般財団法人電力中央研究所 地熱技術開発株式会社 国立大学法人九州大学
実施期間：	2020年6月1日～2022年2月28日
総合評価：	優れている
コメント：	地球温暖化防止に向けた二酸化炭素の削減・利用に資するような研究を先導研究として取り組み、新たな地熱発電技術の可能性を示すことができたこと、国内では先駆的な研究となっている点については評価できるものである。 また、2年間という短期間で、CO2が温度変化に伴う密度差によって自らが循環するサーモサイフォン現象について、室内実験ではあるが実証し、物理（温度、圧力）条件についても明らかにした成果は評価に値する。 CO2利用による貯留層形成や透水性への影響や掘削等の技術面やコスト面での検討は今後の課題である。
研究テーマ名：	高容量バッテリーの異常リスク低減・安全化技術開発
委託先：	株式会社村田製作所 【再委託】学校法人東京理科大学 【再委託】国立大学法人横浜国立大学 【再委託】一般財団法人日本航空機開発協会
実施期間：	2020年6月1日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	リチウムイオン電池の弱点である安全性をカバーするため、異常の発生予測、異常発生時の対応、および異常を発生させない材料、という多視点での対策について、斬新なアイデアや学術的な知見と実用化技術をうまく連携させ、独自の発想とコンセプトを基に技術実証まで進めることで、大きなポテンシャルを感じる技術の新規性・有効性を確認し、基礎開発に成功している。本研究の成果は、環境・経済・政策面でインパクトが大きい航空機電動化に向けた動きを加速するものと期待される。 一方で、本研究での高安全化の完全検証には一部未達成も認められ、航空機搭載に求められるより高いエネルギー密度の高安全電池バックを仕上げる道のりには多難が見込まれる。これらのことを踏まえ、社会実装に向けてユーザー視点を取り込んだ要求整理と定量的目標設定を早期に進めるべく、航空装備品メーカーやOEMとの連携による開発体制拡充が望まれる。
研究テーマ名：	高性能大容量スクロール圧縮機の研究開発
委託先：	学校法人大阪電気通信大学
実施期間：	2020年6月1日～2021年12月31日
総合評価：	妥当である
コメント：	温暖化ガス削減に寄与し脱炭素社会への貢献ができる技術であり、エラストックデザインや3点補助クランク方式を検討・評価し、寸法大型化の方向で大容量・高効率スクロール圧縮機が実現できるという可能性を示している点を評価する。 本研究成果は社会実装・実用化に近づいている状況にあると思われるが、排熱の実態把握、関係業界・事業者のニーズやコストの検証、冷媒試験の実施など、社会実装・実用化に向けていくつかの課題があると思われる。こうした課題解決のためには、本研究開発は大学単独で実施されたものであるが、メーカーとの共同実施による研究開発が有効と思われる。 なお、様々な圧縮機形式の中で、今回提案のスクロールスクロス圧縮機の優位性について、開発対象とした350KW機の意味付けも含めた整理が必要ということも指摘したい。
研究テーマ名：	Society 5.0 を実現する自律分散型IoTセンサ機器のための熱電変換電源システムの開発
委託先：	国立大学法人大阪大学産業科学研究所 国立大学法人大阪大学工学研究科 国立大学法人神戸大学 国立大学法人京都大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 トッパン・フォームズ株式会社
実施期間：	2020年6月1日～2021年3月19日
総合評価：	妥当とは言えない
コメント：	実用化に向けて重要な実装技術、電源回路、熱制御技術の3点をまとめて開発する課題設定、計測・解析等の研究手法は評価できる。一方、本研究開発ではそれぞれの開発課題について設計技術開発にとどまっていることを踏まえ、社会実装・実用化に向けて最終的どのようなものを作るかという観点から、試作による実証やシステム全体としての開発に取り組むことが課題であると思われる。 また、15Kでの温度差確保には冷却側の確立に向けた検討が必要であり、産業界の意見をより多く反映し、実用化のインパクトや波及効果を示すことが望ましいということも指摘したい。

研究テーマ名：	体温でIoTデバイスを駆動する熱化学電池の開発
委託先：	国立研究開発法人産業技術総合研究所 東洋インキSCホールディングス株式会社 株式会社日本触媒
実施期間：	2020年6月1日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	熱化学電池の性能向上とともに充電機能を開発したこと、体温やプラント配管発熱を使いIoTデバイスの駆動を実証した点について、実用化・社会実装の土台となる優れた成果として認められる。また、成果発表を十分に行っている点も評価でき、大きな起電力を持ち小さなΔTで動作する電池として今後の実用化・社会実装に向けた取組を期待したい。 なお、発電量の絶対値が小さい点や自然対流放熱における放熱側との温度差確保が難しい点を踏まえ、他のデバイスとの差別化を図ると同時にセンサー側との連携を行うなどの方向性を十分に見定めながら、今後の研究開発を進めることが望まれる。また成果目標の未達項目についてはその検証と改善が望まれる。

研究テーマ名：	磁気機能性ナノ冷凍機油による冷媒圧縮機の高効率化
委託先：	国立大学法人静岡大学 株式会社デンソー 株式会社フェローテック
実施期間：	2020年6月1日～2022年3月18日
総合評価：	妥当である
コメント：	従来の延長線上にない冷媒圧縮機の高効率化の開発を行い、低粘度・高飽和磁性・冷媒との高親和性を同時に達成できるバランスの取れたMNROの開発が必要であることを明示された点を評価する。 なお、本技術開発についてはさらなる基礎的な検討が必要と思われる、課題整理とその解決方法の検討が必要。また、一部到達していない目標値については、社会実装において最も重要なマイルストーンでもあり、原因解明とともに解決方法の検討を期待したい。

研究テーマ名：	合金系潜熱蓄熱マイクロカプセルを基盤とした高速かつ高密度な蓄熱技術の研究開発
委託先：	国立大学法人北海道大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 株式会社日本触媒
実施期間：	2020年6月1日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	材料から蓄熱体・ユニットまで開発し、研究目標が十分に達成しており、各種耐久性評価等において社会実装・実用化に向けた成果が得られていることが認められる。また、本技術の応用範囲は幅広く、サーマルエンジニアリングに新しい選択肢をもたらす可能性を秘めていることを高く評価したい。 なお、今後の研究開発を効率的に進める観点から、本技術の応用範囲が広いがゆえに、実用化・社会実装に向けては、技術の導入効果の大きい分野を対象を絞り込むなどが望ましい。また、蓄熱以外の機能性材料としての活用、水素吸蔵合金との組み合わせ、化学反応器における蓄熱効果が高いシステムの設定等についても併せて検討することが考えられる。

研究テーマ名：	高速スイッチング可能でタフなSiCモジュール技術開発
委託先：	国立研究開発法人産業技術総合研究所 サンケン電気株式会社
実施期間：	2020年6月1日～2022年3月31日
総合評価：	優れている
コメント：	難しい課題に挑戦し、基礎的ではあるがその可能性を検証しており、学術的な価値は高い。特に、CMOSドライバーを含めたモノリシックSiCパワーデバイスが世界で初めて実現した点は高く評価でき、将来的な普及拡大により、省エネ化に寄与すると期待される。 ただし、パワーデバイスのモジュール化は三次元実装を含めて多様な視点から開発が進められており、その中においてこの研究項目の実用的な視点からの位置づけの明確化が望まれる。

研究テーマ名：	高放熱大面積ダイヤモンド基盤技術の研究開発
委託先：	国立研究開発法人産業技術総合研究所 三菱電機株式会社
実施期間：	2020年6月1日～2022年3月31日
総合評価：	優れている
コメント：	難しいテーマに挑戦し、高硬度のダイヤモンドがGaNデバイスに原子レベルで接着できることを実証した。横方向熱拡散の効果も明確に示されており、学術的な成果は高く評価できる。また、915MHz活用技術を開発したこと及びモザイクダイヤモンドに関する技術はたいへん優れている。今後、デバイス特性などの具体的評価を行い、製造技術としての特長や課題及び社会情勢にも目を向けて、本技術の活用を目指すターゲット分野の明確化、社会実装スケジュールの早期化が望まれる。

研究テーマ名：	窒素資源循環のための膜分離を利用した廃水からのアンモニア高効率分離回収の研究開発
委託先：	国立大学法人神戸大学 学校法人工学院大学 株式会社ダイセル 木村化工機株式会社
実施期間：	2020年6月1日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	目標は充分クリア出来ており、優れていると評価する。 具体的には、DS開発に対して詳細データが獲得されているなど、窒素循環に対して貢献できる技術である。 更に、F0、DSの技術など、要素技術の水平展開も期待できる。 同時に、プロジェクト運営が優れており、積極的に成果の情報発信をしていること、次の社会実装に向けた取組がなされていることなどが評価出来る。 一方、課題としては、多様な廃水（原水水質）に対する適用性の評価が必要であり、今後も検討を進め、窒素循環の社会実装に貢献して欲しい。

研究テーマ名：	未利用冷熱による燃焼ガス中CO2の回収技術の開発
委託先：	国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学 東邦瓦斯株式会社
実施期間：	2020年6月1日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	LNGの冷熱を利用したCO2回収のアイデアはユニークであり、計画通り研究を進め、各研究項目とも目標を達成しており、「優れている」と評価する。 一方、固有技術の課題抽出、コスト試算、将来の見込みについて、更に検討を進めてほしい。特許戦略の強化なども行いつつ、実用化に向けて継続した研究に期待する。

研究テーマ名：	多層プラスチックフィルムの液相ハイブリッドリサイクル技術の開発
委託先：	国立大学法人東北大学大学院工学研究科 国立研究開発法人産業技術総合研究所 宇都興産株式会社 三菱エンジニアリングプラスチック株式会社 東ソー株式会社 凸版印刷株式会社 東西化学産業株式会社 恵和興業株式会社
実施期間：	2020年6月1日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	多層プラスチックフィルムは、現在有効なリサイクル技術が確立されておらず、本研究開発では、有機溶剤を使用せず水熱処理でハイブリッドリサイクル（加水分解性樹脂はケミカルリサイクル＋非加水分解性樹脂はマテリアルリサイクル）を連続で行う技術と装置を開発した。回収モノマーの回収率が目標未達ではあるが、ハイブリッドリサイクルできる可能性を見出した。連続処理装置については、小型装置を試作しモデルテストにて目標の回収量を達成した。後継プロジェクト「革新的プラスチック資源循環プロセス技術開発・石油化学原料化プロセス/複合プラスチックからのモノマー回収液相プロセスの開発」に採択されており、この先導研究でやりきれなかった課題の達成や、社会実装に向けての様々な実験（異物混入による影響確認、実フィルムでのリサイクルテスト、連続処理装置の改良や大型化、回収されたモノマーやポリマーの品質評価など）により、課題設定し、着実に成果を出されることを期待する。

研究テーマ名：	CFRPへの金属コールドスプレー法による耐雷性能向上に関する研究開発
委託先：	国立大学法人東北大学大学院工学研究科 東レ株式会社
実施期間：	2020年6月2日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	全体として、目標を達成できていると判断される。先導研究としての成果は十分に得られている。 CFRPの表面に導電層を形成する本手法は、斬新的であり、汎用性が高く、社会的波及効果が高い技術であると認められる。また、耐雷性試験と熱サイクル試験により実用性を確認できたのは大きな成果である。一方で検討がやや不十分な点も見受けられ、コールドスプレー後の表面処理（被覆）方法の検討、および従来法と比較した場合のコストメリットについての検討が必要と思われる。 基本プロセスは確立できたので、複雑形状やスケールアップに対応したプロセス改良、界面強度評価、電食を含む長期耐久性評価、詳細な耐雷性評価など、新たな連携先も模索しつつ、実用化へ向けた課題解決に注力してほしい。今後国家プロジェクトを実施する際には、航空機メーカーもメンバーに加えた方が良いと思われる。

研究テーマ名：	高レート生産可能な航空機構造材に関する研究
委託先：	帝人株式会社 【再委託】東海国立大学機構 名古屋大学 【再委託】川崎重工株式会社
実施期間：	2020年6月2日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	いずれの研究開発項目においても、目標は達成されており、先導研究の成果として十分であると判断される。 30分以内のタクトタイムで、296MPaのCAI強度を実現できるブリブレグは革新的で他に例を見ない。また単なる材料開発にとどまらず、開発されたブリブレグ用樹脂の成形挙動や成形したCFRPの強度発現メカニズムについても深く考察している点が高く評価できる。また、次世代エアモビリティへ適用すべく、複数企業間での相互連携により構造試作を実施しているのも良い。一方で検討がやや不十分な点もあり、研究項目B-1の数値解析結果においては、モデルの妥当性について検討が必要と思われる。 樹脂開発・解析技術・成形技術において、土台となる基盤技術は確立されたと思われ、更なる開発と実用化を期待している。今後はeVTOL等の機体を製造するメーカーとも連携すると良いと思われる。

研究テーマ名：	自動車の早期低炭素化を実現する内燃機関／燃料組成の開発
委託先：	国立大学法人広島大学 国立大学法人大分大学 国立大学法人茨城大学 国立大学法人東北大学 学校法人日本工業大学 ENEOS株式会社 出光興産株式会社 コスモ石油株式会社 トヨタ自動車株式会社
実施期間：	2020年6月1日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	本技術は、段階的にカーボンニュートラル化を進めていく上で重要な技術であり、全ての研究開発項目について当初の目標を達成している。エンジン車から電気自動車への過渡期でもCO2排出削減に貢献できる可能性が高いと考えられる成果が得られており、燃料と燃焼の双方からアプローチし、適切な組み合わせについて科学的な根拠が示されている点についても評価できる。今後、更に発展させるためには、燃料側、エンジン側のステークホルダーとの調整を進めることが必要である。また、社会実装に向けては、コスト面、供給体制等の検討や様々な点を考慮した規格化が必要であるが、どのようなシナリオで、どの程度の時間スパンで行うのかを明確にし、早期に導入されるように進めてほしい。

研究テーマ名：	先端実装技術を用いた多重直並列構成アダプティブ電源の研究開発
委託先：	学校法人福岡大学 公益財団法人福岡県産業・科学技術振興財団 学校法人長崎総合科学大学 イサハヤ電子株式会社
実施期間：	2021年4月1日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	事業化体制に近いフォーメーション(垂直統合型事業体制)を複数機関で構築し、短期間(1年弱)で成果を得たことは素晴らしい。特に、限られた期間、COVID-19等の影響下という条件にも関わらず、積極的に成果を公開・発信する姿勢が見られる。 具体的な成果として、①世界に先駆けてパワー半導体を部品内蔵基盤に実装した、②コンバータをブロックのように組み合わせ、直列入力・並列出力を実現した、③アダプティブ・エネルギー・マネージメント制御を開発した、などがあげられる。また、これらの実施により、基礎的なデータを取得している。特に、熱データについては貴重なものと思われる。 デバイスレベル、要素技術にとどまらず、システム全体としての検証を期待する。現在のカーボンニュートラルを目指す社会では、2030年には温室効果ガスの排出量を46%削減することを目指している。一刻も早い技術の実現が期待されるため、全体のシステム設計、工程の統括において、効率の良い開発体制、指導体制を構築することで、より早期の開発に努めてほしい。

研究テーマ名：	大容量洋上風力発電導入拡大のための再エネと蓄電池を伴うM-Gセット
委託先：	一般財団法人電力中央研究所 【再委託】学校法人上智学院 【再委託】学校法人明治大学
実施期間：	2021年4月1日～2022年3月18日
総合評価：	妥当である
コメント：	構成機器の物理特性を上手に利用して系統安定化を図る技術の開発で、国内外で実施されるインバータ関係の開発とは一線を画する取り組みであり、種々のケーススタディを行って実用レベルに近づいたことを示した点は評価できる。 M-Gセットについて、コストパフォーマンスや有利な点を伸ばす方策を考える必要がある。また、装置が大きくなること、電力変換装置を直結するような先駆的な挑戦ではないことから、費用対効果を明示し、導入に対する国民の理解を得る努力が必要である。 さらに対外との比較により当該技術の優位性を強調できるとよい。

研究テーマ名：	電子デバイスの熱マネジメントのための接着接合技術の開発
委託先：	国立研究開発法人産業技術総合研究所 セメダイン株式会社
実施期間：	2021年4月1日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	高度な計測技術とシミュレーション技術の開発により、優れた接着・接合技術を見出すための手法を開発し、これを適用してプロトタイプの新規接着剤の作製を行い、高い目標達成率に達成していること、綿密なシミュレーションによる接着材、接着方法、条件の設計や特性分析等については優れた成果として評価する。 今後は、具体的なターゲットを絞った研究開発に発展させていくとともに、コンソーシアムを活用しつつ、成果発表を積極的に行うことを含め、社会実装・実用化に向けた取組を推進していくことを期待したい。

研究テーマ名：	大型海藻類の完全利用に向けた基盤技術の開発
委託先：	国立大学法人三重大学
実施期間：	2021年4月1日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	主要な大型海藻類バイオマスであるホンダワラ類褐藻類において、ポリフェノール収率の大幅な改善、抗糖化剤としてのフロロタンニン類の有効性の確認、アカモクによる抽出効率を初めて示したことなど、設定した研究目標をクリアし、今後の大型プロジェクト獲得への基礎的知見が得られた。 今後は、製造プロセスとしての全体最適化の研究、国際製造プロセスとしての経済性とエネルギー消費量によるCO2原単位の推定、より広いバウンダリーにおける精密なLCA算定、事業化構想実現のためのコンソーシアム形成など、国家プロジェクト化や社会実装に向けた取り組みを進めて欲しい。

研究テーマ名：	海産性微細藻類培養拠点のための研究開発
委託先：	国立大学法人筑波大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 株式会社大洋サービス
実施期間：	2021年4月1日～2022年3月18日 (国立大学法人筑波大学、株式会社大洋サービス) 2021年4月1日～2022年6月30日 (国立研究開発法人産業技術総合研究所)
総合評価：	優れている
コメント：	ハプト藻の培養水源を特定したこと、ハプト藻による消化液中の窒素・リンの回収を可能としたことなど、メタン発酵システムにおける消化液処理の課題解決や微細藻類による化成品生産実用化への糸口を示した。 今後は、製造プロセスとしての化学工学的な研究アプローチやプロセス設計・評価等を実施して技術の検証を行い、国家プロジェクト化や社会実装に向けた取り組みを進めて欲しい。

研究テーマ名：	新概念結晶シリコン太陽電池モジュールの開発
委託先：	国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学 国立大学法人新潟大学 学校法人青山学院 青山学院大学 国立大学法人東海国立大学機構 岐阜大学
実施期間：	2021年5月12日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	・短期間の研究開発(1年弱)ながら、従来モジュールに比べてPID耐性に優れていることを示した。成熟した従来法による太陽電池モジュールを見直す良い機会を与えた点は高く評価できる。 ・太陽電池モジュールに要求される長寿命とリサイクルのしやすさという相矛盾した特性を追求するため大胆に試みられた研究で、得られた成果は大いに評価できる。 ・今後、明らかにされた課題の解決を進め、企業との連携を通じて、新概念結晶シリコン太陽電池モジュールが実用化されることを期待する。

研究テーマ名：	多様な走行環境に対応した自動運転車両及び安全性評価の研究開発
委託先：	株式会社ティアフォー 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
実施期間：	2021年5月12日～2022年3月18日
総合評価：	妥当である
コメント：	本研究の開発要素はシミュレーション、性能確認実験に関するものであり、それらは実証に向けた基本性能を十分に有していることが示され、各要素技術の開発が目標通りに達成されている。 本研究の成果が公開されることで、各要素の参入障壁が下げられ、自動運転の普及展開に寄与することが期待される。 今後、社会・ユーザにとって価値のある自動運転ODD、自動運転車両要件、センシング要件などを明確にする活動（「RoAD to the L4」等）と歩調を合わせた取り組みをしていくことにより、社会実装を加速する可能性がある。 一方で、今後、出口戦略を考えるに当たって、自動運転の目標性能と本研究の目標（および前提条件）の関係性を明確にしていくことが望ましい。また、自動運転の安全性に関しては十分な検証が必要である。受託者が新たな課題として挙げているように、より詳細なユースケースでの安全性検証が今後望まれる。 本研究を研究のための研究、実証のためのツールで終わらせず自動運転の社会実装の加速に適用するためには、普及時に車両、コンポーネント、インフラを開発・量産・提供・社会実装するプレーヤをどのように連携していくかが重要なポイントである。国際競争力向上に資する技術の独創性、革新性の向上を目指しながら、より綿密な計画を立て、プロジェクト連携を進めてほしい。

研究テーマ名：	空飛ぶクルマ・大型ドローン用途向け超軽量吸音・遮音材料の開発
委託先：	国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学 株式会社日本触媒
実施期間：	2021年5月12日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	本研究は、超軽量吸音材料および遮音材料の最適設計と評価等の基礎的な研究であり、カーボンナノチューブとコンポジット材料の開発により、従来の1/3～1/5程度の密度の材料で超軽量・吸音・遮音性能を有する騒音低減効果を達成している意義は大きい。特に室内騒音低減効果は十分に期待でき波及効果は大きいと想定される。 軽量の吸音材、遮音特性に関しては目標を達成できた点は評価できる。試作品による評価試験、機体メーカーへのヒアリングにより製品化への課題も明確になっている。 今後、いかに無人航空機や空飛ぶクルマに使ってもらうかという観点から製法や材料構造を検証されることを期待する。 一方、社会実装に向けた取組については課題が残っている。騒音問題の核心は、室内もさることながら環境への負荷低減が最大の課題である。空飛ぶクルマなどが将来、多数飛び交う未来社会において、社会実装できるかどうかは、この騒音低減にかかっている。今後、機体メーカーと連携するなどして、この課題に取り組んでいただきたい。

研究テーマ名：	静音で高速な、プロペラのない“空飛ぶクルマ”の研究開発
委託先：	学校法人慶應義塾
実施期間：	2021年5月12日～2022年3月18日
総合評価：	妥当である
コメント：	本研究はイオン推進力（垂直方向スラスト力）で機体を飛行させる研究であり、基礎研究からイオン推進力（垂直方向スラスト力）に関する基礎的や主要なパラメータを得たことは評価できる。しかしながら、その妥当性については検証をさらに重ねる必要がある。 実用化へ向けた性能、コスト面の課題は山積みではあるが、プロペラのない“空飛ぶクルマ”実現へ向け基盤となる研究成果が得られた意義は大きい。実験的に特性を把握できた点は評価でき、短期間で測定法を開発し特性の把握が可能になりつつある研究プロセスの効率の高さも優れている。 一方、実験パターン・実験データが少なく、基礎研究としての有効性検証が不十分である。再度、基礎に立ち返って、機体も数kgのサイズ感で大気中と重力場での有効性をじっくりと検証すべきである。騒音を発しない機構は評価できるので、極端なスケールアップを目指すのではなく小型の飛行体としての活用を検討していただきたい。まだ研究初期の段階で改善すべき点は山積しているため、効果の大きい改善を実験結果から抽出し優先的に進めて行くことを期待する。更なる技術課題の克服に合わせ、実用化へ向けた現実的なコスト削減・ビジネスプラン創出について、各領域のステークホルダーとなり得る企業や団体と連携して研究開発を推進してもらいたい。

研究テーマ名：	バイオ分離・還元ナノ粒子化技術による貴金属回収・高付加価値化の研究開発
委託先：	三菱マテリアル株式会社 公立大学法人大阪 大阪府立大学
実施期間：	2021年5月12日～2022年3月18日
総合評価：	妥当である
コメント：	・目標の達成度について、酵母を用いたAuイオンの回収率と金ナノ粒子の評価・機能化に係る数値目標を達成または上回っている点は評価できる。 ・成果の意義と・波及効果について、市販酵母を用いた低濃度の金の回収方法として新規性、簡易な抽出・回収工程で実施できる点は本テーマの開発意義として評価できる。一方で、波及効果については、Auナノ粒子の合成手法については材料開発分野における競合や優位性の観点も比較しながら検討を進めること、および乾式法と比較したCO2削減効果、環境負荷等のより一層の検討を期待する。 ・今後の展開について、実験レベルとは異なるスケールアップ研究による課題の抽出および問題解決に関わる検討・対策がなされた点は評価できる。一方で、今後のスケジュール、実施体制等の詳細検討および金以外の貴金属・卑金属の回収・リサイクルについても有効なプロセス開発へ拡張できる可能性への検討にも期待したい。

研究テーマ名：	二次元材料の高速・液相コーティング技術の研究開発
委託先：	国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学
実施期間：	2021年5月12日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	・目標とするナノシートの合成と、成膜装置の開発は計画通り進行したと評価できる。歩留まりや被覆率を数値で示したのは、今後の展開において重要なパラメータになると判断できる。多層膜の生成ができることによって、非常に多くの多層膜構造の設計が可能になることを示している、研究目標が新たに発生したことはすばらしい。 ・アイデア、初期投資・コスト、低温プロセス、拡張性などに優れており、面内の稠密度（被覆率）>95%、面内のドメイン配向なしで問題の無い応用については、必要に応じて適用可能な基板サイズや、歩留まりを改善していけば、今回の研究開発の範囲内で、十分に実用化・商用化可能な技術・手法を開発・確立したと考えられる。 ・短期間で、これまでになかったナノシートの製膜技術を立ち上げ、さらに製膜装置の大規模化、高スループット化を目指した取り組みを推進した点を評価したい。また、目標にあげた成果はすべて達成し、短期間ながら、特許、論文、学会発表など、十分な外部発表を行った点も高く評価したい。今回開発した技術は、今後ナノシート膜の応用を進めるうえでの1つの重要技術となるかもしれない。

研究テーマ名：	超長寿命CFRP補強コンクリートの研究開発
委託先：	学校法人金沢工業大学 国立大学法人東京大学 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所
実施期間：	2021年5月12日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	CFRPCの強度・寿命に関する基礎的なデータや解析モデルの開発を着実に進め、目標はほぼ達成されている。また、実洋上風力への適用可能性を示しており、将来の展開を見据えて、基準化についての活動を考慮している点も評価できる。 一方で、競争力を確保するための競争領域をどのように設定するか、また、競争領域における知財や競争力を高めていく方策については不十分であった。今後は、実用化に向けて、CFRPの利用は素材コストや製造コストの影響も大きいので、従来コンクリートの鉄筋をCFRPCへ置き換えた場合のトータルコストを見極め、ライフサイクルコストの低減も目標に実用化に向けた研究を進めていただきたい。

研究テーマ名：	超長寿命グラフェン被覆鋼材および塗料の開発
委託先：	国立研究開発法人産業技術総合研究所 株式会社仁科マテリアル 学校法人千葉工業大学 国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学
実施期間：	2021年5月12日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	グラフェン被覆を用いた腐食防止効果の基礎的なデータや腐食メカニズムに関する知見が獲得されており、目標はほぼ達成されている。また、将来の防食技術として、大きな市場性と社会的貢献が期待できる技術であるといえ、重要な技術については特許等も取得し、技術的優位性を確保しようとしているところも評価できる。また、国際的な優位性や類似技術に対する優位性をなるべく定量的に示すことが重要である。 一方で、実用化の観点からコスト低減による課題解決に取り組むことが必要。基本性能は実現できても必要な量を製造できなければ社会実装へ繋がらないので、大量生産と現実的なコストで製造が可能な方法の確立に期待したい。また、研究発表以外のアウトリーチ活動を進め、国家プロジェクトの立ち上げや社会実装の推進に取組んでいただきたい。

研究テーマ名：	システム補償型超長寿命エレクトロニクスの研究開発
委託先：	国立大学法人大阪大学
実施期間：	2021年5月12日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	全ての研究開発項目が適切に進行し、必要な要素技術に関して基礎的な検討結果が得られており、目標はほぼ達成されている。また、開発されたセンサシステムの省エネ効果、橋梁点検に用いた場合のコスト削減、事業化後の新しいビジネスモデルの創出が期待できる。さらに、ゼネコン等と連携し、実ニーズを取り込もうとしている努力は評価できる。 一方で、経済的効果については、センサシステムを使用した場合の差分の金額をプラス項目とマイナス項目で個別積み上げし、もう少し詳細に検討して頂きたい。今後は、維持管理を業務として行っている組織と議論し、システム化や電装を含めた専門家や企業等々の連携を強化、組織化することができると一層飛躍すると思われる。

研究テーマ名：	固体-固体相転移を利用した長期蓄熱材料の開発
委託先：	国立大学法人 東京大学 株式会社デンソー
実施期間：	2021年5月12日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	・ 長期蓄熱材料を開発する手法と開発した材料を評価する手法について、見通しが得られた点で評価できる。 ・ 提案者が提唱している蓄熱材量の蓄熱と放熱の時間軸で制御することで、工場・自動車・発電所などで出て来る熱を半永久的に保存できる長期蓄熱マテリアル概念に基づく本開発技術群を、蓄熱材料にかかる理論的設計指針の構築に留まらず、その量産システムにかかる基盤技術まで構築してきたことは、高く評価できる。 ・ 比較的低温の未利用熱エネルギーの利用のために有効と考えられる成果を得ている。材料開発において理論的な設計指針の確立にも取り組んでいる。また、材料の開発だけでなく量産システムの構築にも取り組んでいる。 ・ 前例のない提案者発の新材料の蓄熱性能を明らかにし、当初の目標値を達成したことは極めて高い評価が与えられるべきである。材料評価をメーカー側で行えることもよい連携である。さらに実験室レベルから、大量合成技術まで高めた取り組みも優れた成果である。 ・ 今後、具体的に材料を開発することと、その評価を行うことが必要となるが、その際に、利用先を想定し、開発材料を蓄熱システムとして組んだ時にどのような効果が得られるのかという検討も合わせて進めて戴きたい。

研究テーマ名：	高効率ナノセルロース製造のための革新的量子ビーム技術開発
委託先：	大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 国立研究開発法人産業技術総合研究所
実施期間：	2021年5月12日～2022年3月18日
総合評価：	優れている
コメント：	電子ビーム照射によるCNF生成の効率化向上のメカニズムが明らかになり、バイオマス利活用に向けた電子ビーム技術の応用基盤が作られたと評価できる。 今後は、他のバイオマス変換技術に比べての優位性をより明確にし、具体的な製造設備や運用コスト、安全性等の将来の実用化に向けた検討を進めて欲しい。

事後評価委員名簿（敬称略、順不同）

氏名	機関名	役職
青木 雄一郎	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 航空技術部門 航空機ライフサイクルイノベーションハブ デジタル構造材料技術チーム	チーム長
青木 義満	慶応義塾大学 理工学部 電気情報工学科	教授
阿部 雅人	株式会社ベシスコンサルティング 研究開発室	チーフリサーチャー
石田 東生	国立大学法人筑波大学 社会工学域	名誉教授
伊東 明美	東京都市大学 理工学部 機械工学科	教授
岩田 拓也	国立研究開発法人産業技術総合研究所 インダストリアルCPS研究センター	主任研究員
上田 政人	日本大学 理工学部 機械工学科	准教授
江面 浩	国立大学法人筑波大学	教授
遠藤 哲郎	国立大学法人東北大学 国際集積エレクトロニクス研究開発センター	センター長/教授
大谷 繁	一般社団法人地球温暖化対策技術会	技術顧問
奥村 朋久	株式会社日本政策投資銀行	課長
小野 直樹	学校法人芝浦工業大学	教授
小野田 弘士	学校法人早稲田大学 理工学術院 大学院環境・エネルギー研究科	教授
兼橋 真二	国立大学法人東京農工大学 大学院工学研究院応用化学部門	准教授
亀山 秀雄	国立大学法人東京農工大学	名誉教授
神田 康晴	国立大学法人室蘭工業大学 大学院工学研究科 しくみ解明系領域	准教授
木田 祥治	独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構	特命調査役
喜多川 和典	公益財団法人日本生産性本部 コンサルティング部	エコ・マネジメント・センター長
北崎 智之	国立研究開発法人産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 ヒューマンモビリティ研究センター	研究センター長
北見 勝信	栗田工業株式会社 イノベーション本部 IB部門	部門長
久保内 昌敏	国立大学法人東京工業大学 物質理工学院 応用化学系	教授
隈部 肇	一般社団法人日本自動車部品工業会/株式会社デンソー/株式会社J-QuAD DYNAMICS	ITS部会 代表委員/執行幹部/代表取締役社長
河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社	上席主任コンサルタント
近藤 昭彦	国立大学法人神戸大学	教授
齊川 路之	一般財団法人電力中央研究所 グットイノベーション研究本部	首席研究員
齋藤 理一郎	国立大学法人東北大学 大学院理学研究科 物理学専攻	教授
櫻井 庸司	国立大学法人豊橋技術科学大学	名誉教授
佐藤 信太郎	富士通株式会社 富士通研究所 研究本部 量子研究所	所長
佐藤 千明	国立大学法人東京工業大学 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所	教授
塩野 毅	国立大学法人広島大学 大学院先進理工系科学研究科	教授
首藤 登志夫	東京都立大学法人 東京都立大学 大学院都市環境科学研究科 環境応用化学域	教授
白土 良太	特定非営利活動法人 ITS Japan	理事
陶 昇	株式会社堤水素研究所/石坂産業株式会社	執行役員営業本部長/非常勤顧問
鈴木 真二	国立大学法人東京大学 未来ビジョン研究センター	特任教授
田岡 久雄	学校法人西大和学園 大和大学 理工学部 理工学科	教授
高倉 秀行	学校法人立命館立命館大学 総合科学技術研究機構	上席研究員
高尻 雅之	学校法人東海大学 工学部応用化学科	教授
高野 浩貴	国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学 工学部 電気電子・情報工学科	准教授
多賀谷 英幸	国立大学法人山形大学	名誉教授
竹井 勝仁	一般財団法人電力中央研究所	研究アドバイザー
田籠 功一	西日本技術開発株式会社	特別参与 技術顧問

氏名	機関名	役職
田中 健一	三菱電機株式会社 開発本部	技術統括
田中 秀尚	株式会社三菱総合研究所 サステナビリティ本部 分散型エネルギーソリューショングループ/スマートリージョン本部	シニアコンサルタント
谷口 研二	国立大学法人大阪大学	名誉教授
遠山 岳史	日本大学 理工学部	教授
戸高 法文	日鉄鉱山コンサルタント株式会社	部長
長嶋 哲矢	三菱重工業株式会社	主席技師
中島田 豊	国立大学法人広島大学	教授
野波 健蔵	一般社団法人日本ドロコンソシアム(JDC)	会長
野村 政宏	国立大学法人東京大学 生産技術研究所情報・エレクトロニクス系部門/LIMMS/CNRS-IIS 国際連携研究センター	教授/センター長
橋本 征二	学校法人立命館 立命館大学 理工学部環境都市工学科	教授
平瀬 祐子	学校法人東洋大学 理工学部 電気電子情報工学科	准教授
府川 伊三郎	株式会社旭リサーチセンター	シニアリサーチャー
福嶋 容子	シャープ株式会社 Smart Appliances & Solutions事業本部 要素技術開発部	課長
藤田 淳一	国立大学法人筑波大学大学院 数理物質科学研究科	教授
藤田 照典	学校法人中部大学 先端研究センター	特任教授
藤村 靖	日揮ユニバーサル株式会社 平塚事業所	事業所長兼研究所長
舟橋 良次	国立研究開発法人産業技術総合研究所 ナノ材料研究部門	首席研究員
正田 英介	公益財団法人 鉄道総合技術研究所	フェロー
松田 浩	国立大学法人長崎大学大学院工学研究科 システム科学部門	教授
松波 弘之	国立大学法人京都大学	名誉教授
丸山 一平	国立大学法人東京大学大学院工学系研究科建築学専攻/国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科 都市環境学専攻	教授
宮崎 康次	国立大学法人九州工業大学 大学院工学研究院	教授
山口 真史	学校法人トヨタ学園豊田工業大学	名誉教授
山崎 由大	国立大学法人東京大学 大学院 新領域創成科学研究科 人間環境学専攻	教授
山田 明	三菱重工業株式会社	総合研究所 顧問
山本 秀樹	N T T物性科学基礎研究所 多元マテリアル創造科学研究部	部長・上席特別研究員
湯木 将生	三菱UFJキャピタル株式会社	執行役員/戦略開発部長/投資第一部長
雪田 和人	愛知工業大学 工学部 電気学科 兼 エコ電力研究センター	教授
渡辺 和徳	一般財団法人電力中央研究所 エネルギートランスフォーメーション研究本部	プラントシステム研究部門長 研究参事

※所属・役職は評価実施時点のもの。