

## エネルギー・環境新技術先導プログラム 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イノベーション推進部、ロボット・AI部、IoT推進部、材料・ナノテクノロジー部及び環境部は、「エネルギー・環境新技術先導プログラム」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み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、平成27、平成28、平成29年度に採択し、委託期間を終了した先導研究テーマ全62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

#### 【事後評価①】

- ・平成27年度採択テーマのうち、平成28年度で終了したテーマ・・・16件  
(事後評価実施時期：平成29年6月19日～23日)

#### 【事後評価②】

- ・平成27、平成28、平成29年度採択テーマのうち、平成29年度で終了したテーマ  
・・・46件  
(事後評価実施時期：平成30年6月20日～7月18日)

※事後評価を実施した先導研究テーマは別紙の通り。

### 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、a)及びb)に基づく書面評価、c)に基づくヒアリング評価を実施した。

- a) 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)
- b) 補足資料(委託業務成果報告書を補足する資料)
- c) 発表スライド(委託業務成果報告書の要約。ヒアリング時に使用。)

#### (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5段階(S・A・B・C・D)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"><li>・ 成果は目標値をクリアしているか。</li><li>・ 全体としての目標達成度はどの程度か。</li></ul>
2) 成果の意義・波及効果	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 成果には新規性・独創性・革新性があるか。</li><li>・ 成果は世界的に見てどの程度の水準にあるか。</li><li>・ 成果は新たな技術領域を開拓することにつながるか。</li><li>・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・成果は関連分野への技術的波及効果及び経済的波及効果を期待できるものか。</li> <li>・研究の実施自体が当該分野の研究開発を促進するなどの波及効果を生じているか。</li> </ul>
3) 政策・長期ビジョンへの有効性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・今後の国プロ化に向けて有効な成果となっているか。</li> <li>・国プロ化に有効な検討がなされているか（技術課題、開発目標、開発スケジュールの策定、実施体制の提案を含む）。</li> </ul>
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=4、A=3、B=2、C=1、D=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5段階の評価を決定した。

評価点	評価
3.20～4.00	極めて優れている
2.40～3.19	優れている
1.60～2.39	妥当である
0.80～1.59	概ね妥当である
0.00～0.79	妥当とは言えない

事後評価結果の5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の通り。

#### 【事後評価①・②共通】(全62件)

評価	件数
極めて優れている	4
優れている	28
妥当である	26
概ね妥当である	4
妥当とは言えない	0

### 4. 事後評価委員名簿(敬称略)

※所属・役職は評価実施時点のもの。

#### 【事後評価①】平成28年度で終了したテーマ

氏名	機関名	役職
池谷 知彦	一般財団法人電力中央研究所	研究参事
井藤 幹夫	国立大学法人大阪大学	准教授
牛山 泉	学校法人足利工業大学	理事長

太田 健一郎	国立大学法人横浜国立大学	名誉教授
海江田 秀志	一般財団法人電力中央研究所	研究参事
亀山 秀雄	国立大学法人東京農工大学	名誉教授
工藤 知宏	国立大学法人東京大学	教授
猿渡 俊介	国立大学法人大阪大学	准教授
清水 徹	学校法人慶應義塾 慶應義塾大学	特任教授
新 誠一	国立大学法人電気通信大学	教授
宝田 恭之	国立大学法人群馬大学	教授
谷本 一美	国立研究開発法人産業技術総合研究所	電池技術研究部門長
當舎 利行	国立大学法人熊本大学	特任教授
徳田 憲昭	一般財団法人エネルギー総合工学研究所	プロジェクト試験研究部 部長
福岡 淳	国立大学法人北海道大学	教授
益 一哉	国立大学法人東京工業大学	教授
山口 真史	学校法人トヨタ学園 豊田工業大学	シニア研究スカラ

【事後評価②】平成29年度で終了したテーマ

氏名	機関名	役職
青柳 桂一	一般財団法人マイクロマシンセンター	副理事長
池谷 知彦	一般財団法人電力中央研究所	研究参事
石田 英之	学校法人立命館立命館大学	招聘研究教授
伊藤 公久	学校法人早稲田大学	教授
井藤 幹夫	国立大学法人大阪大学	准教授
牛山 泉	学校法人足利工業大学	理事長
大須賀 公一	国立大学法人大阪大学	教授
太田 健一郎	国立大学法人横浜国立大学	名誉教授
太田 有	学校法人早稲田大学	教授
大沼 繁弘	国立大学法人東北大学	学術研究員
海江田 秀志	一般財団法人電力中央研究所	首席研究員
亀山 秀雄	国立大学法人東京農工大学	名誉教授
川上 登福	株式会社経営共創基盤	取締役マネージングディレクター
川口 博	国立大学法人神戸大学	教授
木村 文彦	国立大学法人東京大学	名誉教授
黒木光広	電気事業連合会	副部長
小松崎 常夫	セコム株式会社	顧問
近藤 和博	事業創出推進機構株式会社	執行役員
里見 知英	燃料電池実用化推進協議会	事務局次長 兼 企画部長
猿渡 俊介	国立大学法人大阪大学	准教授

清水 徹	学校法人東洋大学	教授
高橋 里美	元 国立大学法人京都大学	客員教授
巽 孝夫	国際石油開発帝石株式会社	シニアコーディネーター
田中 庸裕	国立大学法人京都大学	教授
民谷 栄一	国立大学法人大阪大学	教授
當舎 利行	国立大学法人熊本大学	特任教授
徳永 雅亮	元 日立金属株式会社	
鳶島 真一	国立大学法人群馬大学	教授
中川 仁	浜松ホトニクス株式会社	顧問
中澤治久	一般社団法人火力原子力発電技術協会	専務理事
二瓶 好正	学校法人東京工芸大学	理事
濱田 秀昭	国立研究開発法人産業技術総合研究所	名誉リサーチャー
福岡 淳	国立大学法人北海道大学	教授
細田 祐司	一般社団法人日本ロボット学会	理事・事務局長
松本 英之	セレス企画	代表
丸山 宏	株式会社 Preferred Networks	PFN フェロー
安井 公治	三菱電機株式会社	技師長
柳本 潤	国立大学法人東京大学	教授
山内 清隆	日本ボンド磁性材料協会	理事
渡邊 洋治	SMBC日興証券株式会社	シニアアナリスト

## ■評価実施テーマと評価結果

## 【事後評価①】

研究テーマ名：	特長ある機能性液体材料の実用化に向けた研究
委託先：	国立大学法人北陸先端科学技術大学
総合評価：	妥当である
コメント：	自己組織化を用いた液体プロセス等アプローチが新しく、クラスターゲル酸化物材料を用いて TFT を形成したこと、金属配線の基本特性を確認したこと、残された技術課題も明確化したことは評価する。今後は、産業界との連携を深めて完成度を高め、従来手法に比べて品質やデバイス性能等で勝っていることを実証していただきたい。

研究テーマ名：	GMR素子のスピン注入磁化反転を用いた電動アクチュエータの研究開発
委託先：	学校法人芝浦工業大学、国立大学法人東北大学
総合評価：	概ね妥当である
コメント：	スピン注入磁化反転により、GMR素子がアクチュエータとして動作する可能性を示したことは、新規性のある試みとして評価できる。しかし、磁化反転に高電流密度を必要とすることが判明し、省エネ効果の見積もりも未達であった。実用に至る道筋が見えない結果となったのは残念である。

研究テーマ名：	大規模高速センシングシステムの開発とその応用
委託先：	国立大学法人東京大学、株式会社エクスピジョン
総合評価：	極めて優れている
コメント：	カメラ、加速度、ジャイロ、触覚センサの 1000Hz (1ms 間隔)でのサンプリングを実現しており、目標に向かった開発ができたものと判断される。また、コンソーシアムでの活動は多くの企業が参加していることから、本事業の成果の水平展開も期待できる。今後は、ビジネスで勝つための戦略を明確にしつつ、事業化に向けた取り組みの強化を期待したい。

研究テーマ名：	高機能暗号を活用した革新的ビッグデータ処理の研究開発
委託先：	国立大学法人東京大学、国立大学法人横浜国立大学、国立大学法人神戸大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、電子商取引安全技術研究組合
総合評価：	優れている
コメント：	高機能暗号の方式と仕様、高機能暗号モジュールの設計仕様、作製仕様とそのプロトタイプ開発方針、国際標準化など、高機能暗号の活用に向けた多角的かつ網羅的な調査及び仕様検討がなされており、目標は達成しているものと判断される。今後、海外での先行事例も踏まえ、ビジネスで勝つための開発方針を明確化することが望まれる。

研究テーマ名：	革新的な省エネルギー型データベース問合せコンパイラの研究開発
委託先：	国立大学法人東京大学、株式会社日立製作所
総合評価：	極めて優れている
コメント：	省エネルギー型データベースに向けた所々の検討が実機ベースになされており目標は達成しているものと判断される。実機を用いての評価が多くなされており、実現可能性や将来性が期待されることから、早急な普及拡大に向けた検討、実行を期待する。

研究テーマ名：	ビッグデータ処理を加速・利活用する脳型推論システムの研究開発～新原理デバイス・回路による超高速・低消費電力ハードウェア技術の開発とそのシステム化～
委託先：	国立研究開発法人産業技術総合研究所、学校法人早稲田大学、パナソニックセミコンダクターソリューションズ株式会社、国立大学法人北海道大学
総合評価：	優れている
コメント：	深層学習チップの設計・試作・評価において、必要素子のばらつきも含めて学習する仕組みを実現するなど検討項目の一部に提案時目標を超える成果が出ている点など、評価できる。今後は、微細化によるプロセッサに勝るというベンチマーク、TPU(Tensor Processing Unit)とソフトウェアも含めたベンチマークを明確にした上での研究推進を期待する。

研究テーマ名：	低電力積層型半導体用高密度自己組織化配線技術の研究開発
委託先：	国立大学法人東北大学、株式会社東芝、国立研究開発法人物質・材料研究機構、国立大学法人東京大学
総合評価：	優れている
コメント：	自己組織化配線の導通を確認するなど、目標は達成しているものと判断される。半導体製造技術の次世代要素技術として、競合技術の中での位置づけを明確にしつつ、他の応用展開も検討することが望まれる。

研究テーマ名：	プラスチック光ファイバが創る超省電力8Kネットワーク社会の実現
委託先：	学校法人慶應義塾
総合評価：	優れている
コメント：	計画時の目標はほぼ達成しているものと判断される。普及拡大には、多くのAV機器メーカーを巻き込まなければならない。実用化・商品化の視点を取り入れるためにユーザーとなりえる企業も巻き込んでの体制づくりが必要であると思われる。また、システム（ドライバ等、周辺技術を含む）としての成立性の早期立証を期待する。

研究テーマ名：	多孔性材料と金属触媒との革新的複合化技術による高性能水素貯蔵材料の研究
委託先：	パナソニック株式会社、国立大学法人北海道大学
総合評価：	概ね妥当である
コメント：	水素貯蔵技術として、マイルドな条件で水素吸脱着する水素吸蔵材料の開発という意義ある目標を設定してゼオライト等の多孔質体とPd等による水素吸蔵への効果をトライしたことは評価できる。ただし、ゼオライトへの水素吸蔵効果が認められないと意味が少なく、さらに良い特性を示す材料の提案を期待する。

研究テーマ名：	次世代亜鉛空気電池による分散型蓄エネルギーシステムの研究開発
委託先：	シャープ株式会社、株式会社日本触媒
総合評価：	妥当である
コメント：	空気系電池としては、今までにない成果を得ている。亜鉛のデンドライト抑制、長寿命化、空気極の分極抑制、二酸化炭素の影響抑制など、種々の問題点を解決して進めている。 デンドライト抑制、CO <sub>2</sub> の影響は、寿命・耐久性についての検討が必要であり、空気極の触媒技術の高度化に期待する。

研究テーマ名：	蓄電池代替、埋込み超電導蓄電コイル積層体の研究開発
委託先：	アイシン精機株式会社、株式会社 D-process、国立大学法人名古屋大学、学校法人トヨタ学園 豊田工業大学、学校法人関東学院 関東学院大学
総合評価：	妥当である
コメント：	SMES 実現に向けてトレンチ構造によるエネルギーの高密度化を図るため、その製造プロセス技術をステップを踏んで進めており、新しい試みとして興味深い。但し、期待される YBCO のデータが無く、実用化を見据えた試算、評価で YBCO を想定するならば、YBCO を使うにあたっての課題を抽出し、その対策に着手する必要がある。

研究テーマ名：	バイオミメティックな超分子ナノ空間の創出によるCO <sub>2</sub> の高効率回収、及び資源化技術の研究開発
委託先：	パナソニック株式会社、国立大学法人大阪大学
総合評価：	概ね妥当である
コメント：	独自の材料開発デザインコンセプトに基づいて、新しいアプローチにより手法確立を目指したラボベース研究成果は出ている。しかし実験の成果が基礎実験レベルで未開発や未確認の点が多く長期ビジョンへの有効性があるとは言えない。事業化に必要な「道筋」を再度考えて、アウトプット⇒アウトカム⇒インパクトがつながる計画を必要とする。

研究テーマ名：	正方晶B <sub>2</sub> ・FeCo基合金による革新的永久磁石の開発
委託先：	国立大学法人秋田大学、国立大学法人東北大学、公立大学法人滋賀県立大学
総合評価：	優れている
コメント：	FeCo基合金による永久磁石は従来のFeNbB基合金の磁石より遥かに優れ、また、希土類金属も使わないため、実用化の暁には電気自動車用モーターなど波及効果はきわめて大きいと、計算結果を実材料に落とし込むプロセス開発において、さらに革新的な技術開発が必要と思われる。早急に組成の最適元素組み合わせを決定し、薄膜からバルク生成を行い実用化につなげることを期待したい。

研究テーマ名：	動静脈産業連携による循環制御型資源再生技術-情報技術を活用したレアメタル等金属を高効率にリサイクルする革新プロセスの開発-
委託先：	国立研究開発法人産業技術総合研究所、大栄環境株式会社、DOWAエコシステム株式会社、東芝環境ソリューション株式会社、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社
総合評価：	妥当である
コメント：	本研究において動脈側と静脈側の連携による資源再生技術において大きく展望が開かれた意義は重要であり、産業界においてこれらの技術を実装した場合の波及効果はきわめて大きいといえるが、次々に出てくる新製品にどう対応していくのか、企業側の協力体制やその意欲が不明なところもあるのが課題である。



研究テーマ名：	新機能材料創成のための高品位レーザー加工技術の開発
委託先：	国立大学法人京都大学、国立大学法人大阪大学
総合評価：	優れている
コメント：	波長の異なる 2 ビーム照射や誘電率制御によるレーザー微細加工技術が実現でき、ナノ構造の付与を実証している。生体応用、太陽電池他その適用範囲は広範であり、将来的な波及効果は高いと期待される。的確なニーズの把握と、これを踏まえた早急な社会実装を期待したい。

研究テーマ名：	CO <sub>2</sub> レーザー照射による超臨界水雰囲気高温岩体の掘削システム開発
委託先：	日本海洋掘削株式会社、株式会社超臨界技術研究所、株式会社テルナイト、国立大学法人東北大学、国立大学法人大阪大学
総合評価：	妥当である
コメント：	超臨界状態の岩盤は従来の手法では掘削が難しいとされるため、新たな掘削方法としてレーザーを用いる技術の提案は評価できる。また、本研究の実施に相応しい企業・大学が参加しており、実験装置や実験結果の評価など効率的に研究が進められている。

【事後評価②】

研究テーマ名：	超臨界地熱開発実現のための革新的掘削・仕上げ技術の創出
委託先：	国立大学法人東京大学、国立大学法人東北大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、地熱エンジニアリング株式会社、地熱技術開発株式会社
総合評価：	妥当である
コメント：	世界的にも新しい概念である熱衝撃破壊に基づく掘削の実用化を目指した研究で、掘削のメカニズムやビットの形状などよく考えられている。また、掘削工法だけでなく、坑井内の泥水循環の数値シミュレーション、ケーシング及びパッカーなど周辺技術についても検討されており、掘削のシステム開発として取り組まれており評価される。急減圧模擬実験はこれまでに例のない現象を把握しており、貴重な成果と言える。 研究開発は5グループにより実施されたが、それぞれのグループの情報共有が円滑になされないと、効率的・効果的な研究成果は生まれにくく総花的な開発に終わる可能性がある。特に、現場の経験に基づく知見がフィードバックされないと単なる理論的なシミュレーションに終わる恐れもあることから、その意味でも、強力なリーダーシップが望まれる。また超臨界地熱開発は、長い研究開発期間が必要となるテーマであることから、ロードマップを作成し、各々のテーマでどこまでが達成できて、どの部分が今後の開発に必要であるかを明示することが次のステップへ移行するためにも必要と考える。

研究テーマ名：	金属水素間新規熱反応の現象解析と制御技術
委託先：	株式会社テクノバ、日産自動車株式会社、国立大学法人九州大学、国立大学法人東北大学
総合評価：	妥当である
コメント：	これまでの知見にない発熱現象の兆候を確認したことの科学的意義は評価できる。しかし、試験条件が曖昧であり、発熱現象の確認と分析結果だけが成果として報告されており、現象の持続性・単位当たりの容量や金属等の原材料の再生等についての可能性の確認が報告されておらず、エネルギー技術として今後の研究開発の方向性を示すに至っていない。 基礎技術の解明が継続して必要であり、発生プロセスの実証研究と併せて基礎研究を行うことが望まれる。

研究テーマ名：	超高性能バルク熱電材料（ZT20以上）の創製
委託先：	住友電気工業株式会社、学校法人トヨタ学園 豊田工業大学
総合評価：	優れている
コメント：	<p>従来法とは異なるナノ構造制御により、極めて高いZT値を実現する材料設計の方向性を見出し、また、実際に様々な手法を用いてナノ構造を制御した熱電変換材料が合成できることを示したことは、大変興味深い。</p> <p>実際に作り込んだ試料でも高性能化することを実証できている。一方で、得られたZT値とモデルの値との間に大きな乖離があり、得られた値が従来材料に比較して著しく高いとは言えない。そのギャップをどう埋めていくのか、技術的な検討を定量的に行う必要があると思われる。</p> <p>今回の事業で得られた成果を活かせるような利用先も考え、それに合わせた提案がほしい。また、実用化を見越したシナリオについても検討してほしい。今後、論文などで広く意見を聞くべきである。</p>

研究テーマ名：	革新的ナノスケール制御による高効率熱電変換システムの実現
委託先：	国立大学法人茨城大学、国立大学法人埼玉大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、有限会社飛田理化硝子製作所
総合評価：	優れている
コメント：	<p>ナノワイヤーの合成プロセス開発やナノワイヤーへの電極形成およびオーミックコンタクトの実現など、様々な製造・評価技術が工夫されており、その技術的進展は高く評価されうるものである。</p> <p>一方で熱電性能評価にはまだまだ課題が多く、将来的な高密度集積化も簡単ではないと思われ、電気出力としてどの程度の値（効果）が期待できるかが不明であり、目指しているような高効率熱電変換システムとなりうるかが大きな不安を感じる部分もある。</p> <p>しかし、今後の展開は期待できる。発電機構の解析などを考えて、材料開発を進めてほしい。</p> <p>今後の展開の一手段として、機構解明を最優先にした方が結果的に短期間で効率良く研究が進むのではないかと考えられる。ナノワイヤーに注視してZT&gt;10への発現機構を考慮した研究開発シナリオを提案してほしい。</p>

研究テーマ名：	電解還元によるCO <sub>2</sub> の革新的固定化研究開発
委託先：	国立大学法人長岡技術科学大学、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構、堺化学工業株式会社、日揮触媒化成株式会社
総合評価：	妥当である
コメント：	CO <sub>2</sub> の有機化合物への電解還元を効率的に推進するための電極触媒に係る基礎的知見、種々の有機化合物への反応機構についての解明・知見が蓄積された。世界に類のない研究であり今後の発展が期待される。 しかしながら、CO <sub>2</sub> の電解還元の意義が明確化されていない。余剰電力の貯蔵の観点では通常の水電解による水素貯蔵との比較の中で目標を明確化すること、CO <sub>2</sub> の固定化の観点では目的生成物をエネルギーとして再活用されるメタンとするのが適切とはいえないので、化学原料としてより付加価値の高い有機化合物を目指した研究に取り組むことが望まれる。

研究テーマ名：	データセンタ向け低消費電力・超多ポート高速光スイッチシステムの研究開発
委託先：	一般財団法人光産業技術振興協会、国立大学法人名古屋大学、日本電信電話株式会社、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：	本研究開発テーマの研究開発は着実な成果を上げている。今後は、特許やノウハウ蓄積等を通して強みとなる key 技術の囲い込みについても取り組んでほしい。国内外の大口需要家の要望に引きずられて競合と横並びの技術開発にならないように、勝つための戦略・注力ポイントを明確にしてプロジェクトを推進することを期待する。

研究テーマ名：	ナノ溶剤技術とサステナブル社会実装応用に関する研究開発
委託先：	国立大学法人東北大学、パナソニック株式会社、住友金属鉱山株式会社、国立大学法人群馬大学、国立大学法人大阪教育大学
総合評価：	優れている
コメント：	ナノ溶剤開発、ペースト化、実装評価の役割分担が上手になされており、実現性の高い研究開発が行われている。経済性を考慮したエネルギー効率の高い生産プロセスの構築を考える必要がある。

研究テーマ名：	中性粒子ビーム励起表面反応による新物質創製
委託先：	国立大学法人東北大学、東京エレクトロン株式会社
総合評価：	妥当である
コメント：	中性粒子ビーム成膜装置による InGaN 膜の作成を実現し、今後の技術開発に必要な多くの知見を得ている。膜中酸素低減など製造プロセスとして使用できるかどうかの課題が多く存在しており、コンソーシアムを作って徹底的に基礎研究を行うことが必要である。

研究テーマ名：	生物表面模倣による難付着・低抵抗表面の開発
委託先：	三菱ケミカル株式会社、国立研究開発法人産業技術総合研究所、株式会社日立製作所、国立大学法人北海道大学、学校法人千歳科学技術大学
総合評価：	妥当である
コメント：	膜材料の選定と成膜技術の開発が行われ、着氷防止効果を実地で確認したことが評価される。着氷防止フィルムの大面積化と反射防止性評価が課題である。製造方法、施工方法に必要な要素技術の洗い出しと求められる性能設定が必要である。抗菌効果については、具体的な用途開発を示すとよい。

研究テーマ名：	革新的分離技術の導入による省エネ型基幹化学品製造プロセスの研究開発
委託先：	学校法人早稲田大学、学校法人芝浦工業大学、国立大学法人広島大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、NOK株式会社、国立大学法人名古屋大学、日揮株式会社、国立大学法人山形大学
総合評価：	優れている
コメント：	様々な膜について分離特性を調査し、省エネプロセスの可能性を示した。特に Ag カチオン交換型ゼオライト膜の高いオレフィン選択性を明らかにした点は、今後の応用が期待できる。研究開発が多岐に渡っており、本プロジェクトで開発項目のスクリーニングができた。今後は、分離膜の性能向上、耐久性などの成膜技術、大面積化等実用化に向けた開発を進めるのが良いと思われる。

研究テーマ名：	空気と水をアンモニアに転換する常温常圧 1 段階プロセス
委託先：	国立大学法人九州工業大学、荏原実業株式会社、新日鉄住金エンジニアリング株式会社、国立大学法人東京工業大学
総合評価：	優れている
コメント：	明確な目標に対して必要な要素技術を並行して開発し、実用化に繋がる技術開発が行われている。単純で簡便な操作で、窒素と水からアンモニアを合成できる分散水槽型放電反応器の提案と電磁波照射の効果について高く評価できる。原料窒素あたりのアンモニア合成量が非常に低いので、プラズマの大量発生が必要となる実用化を目指したリアクターの開発が重要であり、スケールアップに資するデータの収集と蓄積が望まれる。

研究テーマ名：	低環境負荷アンモニア製造法の研究開発
委託先：	国立大学法人名古屋工業大学、日揮株式会社、学校法人名古屋電気学園 愛知工業大学
総合評価：	優れている
コメント：	世界最高の触媒回転数を示しており、基礎研究としては独創性が高い。窒素を水で還元する挑戦的な課題にトライする意欲は認める。一方、基礎的な研究に留まっており、イオン電極での錯体担持をはじめ、分離プロセスの最適化、窒素転化率の向上、電解エネルギーの抑制などが必要である。ナノバブル技術を導入して電解効率を上げられないか等を検討するとよい。

研究テーマ名：	超精密原子配列制御型排ガス触媒の研究開発
委託先：	一般財団法人ファインセラミックスセンター、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、栃木県産業技術センター、アシザワ・ファインテック株式会社、三菱ケミカル株式会社
総合評価：	妥当である
コメント：	OSDA フリー、高速合成、非晶質化を抑えた微細化など独自技術により、ゼオライトの高機能化、価格低減に大いに有効な技術である。さらなる耐久性、耐熱性向上のための方策を示すとよいと思われる。ただ、排ガス触媒という当初の目的に対して、各研究項目の成果がどのように組み合わせられて、研究開発が今後進められていくのかが示されていないので、今後のステージで提示する必要がある。

研究テーマ名：	正浸透膜法を用いた革新的省エネ型水処理技術の開発
委託先：	国立大学法人神戸大学、国立大学法人山口大学、東洋紡株式会社
総合評価：	優れている
コメント：	F0 膜法の要素技術を開発し、フィージビリティも行われている。ワークショップの開催によって、新規開発ニーズの開拓も行った。小型実証装置の成果は十分評価できるが、事業化のためのスケールアップと耐久性のある F0 膜の開発とプロセスの最適化が今後の課題である。

研究テーマ名：	リチウム金属蓄電池実現のブレークスルーとなる新規濃厚電解液の研究開発
委託先：	学校法人同志社
総合評価：	妥当である
コメント：	リチウム金属の dendrite 成長を抑制して、密に析出できる制御の可能性を示したことは有意義であり、リチウム金属の負極としての利用可能性を示せたことは、今後の展開に有意義である。リチウム電池開発の展開を広げたといえる。しかしながら、密に析出するメカニズムの解析がほとんどないので、今後期待したい。

研究テーマ名：	金属空気二次電池のための複合アニオン化合物を基軸とした革新的高活性空気極
委託先：	国立大学法人京都大学
総合評価：	妥当である
コメント：	国プロ化に向けての提案がないのが残念である。一方で、空気極への新しい触媒の可能性を見いだせたことや触媒活性が進んでいるのは評価できる。しかしながら、今後はどのような分野に利用するのか、そのためにはどのような課題を解決すべきかなど、イメージを具体化すべきであると考え。今後は、課題を抽出し、必要な性能などを整理して、研究開発シナリオを提案してほしい。

研究テーマ名：	高濃度電解液を用いる革新的デュアル炭素電池の研究開発
委託先：	国立大学法人九州大学
総合評価：	妥当である
コメント：	有機系で充放電が期待できるデュアル電池としての可能性を示した点は高く評価できる。次のレベルとして従来の電池を超える点、例えばコストを強調できる応用を見据えたチャレンジを期待する。水系電解液では、副反応との競争反応があり、効率向上などは、まだまだこれからであるが、可能となれば応用範囲が広く今後の展望が期待できる成果である。 サイクル寿命については、有機系・水系共に新機軸が必要であり、さらに、体積膨張も懸念される。具体的アイデアを基に今後の展開を頑張してほしい。



研究テーマ名：	量産型コンパクト超電導磁気エネルギー貯蔵デバイスの研究開発
委託先：	国立大学法人名古屋大学、学校法人トヨタ学園 豊田工業大学、学校法人関東学院 関東学院大学
総合評価：	妥当である
コメント：	配向度には課題が残るが、Si 基板上に YBCO 超電導体のコイルを成形できた点は高く評価できる。また、Si 微細加工によるコイル作成や Cu 膜形成においても進捗が見られ、技術的には今後の展開に期待が持てる成果が得られた。一方で、用途開拓については一層の努力を期待したい。本技術は他の蓄電方式にはない特徴を有している。強みを活かせる用途を見極めて、今後の開発目標設定に反映してほしい。その上で、メーカーを引き込んだ体制とし、実用化検討の段階に研究を進めてほしい。未だに残るフープ力に対する懸念についても、メーカーなどの知見を活用して解決してほしい。

研究テーマ名：	ビッグデータ適応型の革新的検査評価技術の研究開発
委託先：	国立大学法人名古屋大学、国立大学法人九州工業大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、株式会社島津製作所、日本電子株式会社、株式会社堀場製作所、株式会社日立ハイテクノロジーズ
総合評価：	極めて優れている
コメント：	多くの製造業における「分析計測データ」の必要性は極めて大きい。本研究開発の成果により、初めて「共創的」な形で、切磋琢磨できる環境が出来上がることとなる。今後は世界における「競争力」の強化に大きく貢献するものと期待できる。一方で国内の海外メーカーへの対応や、総合データビューアーの活用方法、ビッグデータ、AI 解析の目指す方向性を示すことは今後の課題である。今後もメーカーだけでなく、ユーザー、カスタマー及びサードパーティ等を含むコミュニティの構築についても戦略的な検討の継続、実行を期待する。

研究テーマ名：	大型超軽量構造材料の AI 利用・高解像度計測技術の研究開発
委託先：	東レ株式会社、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：	CFRP のような新しい構造材料の実用上の課題を探るために必要な計測技術として、従来方式とは異なるセル方式シンチレーターと微小フォーカス X 線源による高精細な X 線検査装置の基本技術が確立された。事業化に向けて想定マーケットとそれに合わせた技術開発ターゲット（高精細化、大面積化など）を明確にし、今後の研究開発に活かしていくことを期待する。



研究テーマ名：	CO <sub>2</sub> フリー革新的超高難易度酸化反応の研究開発
委託先：	国立大学法人大阪大学
総合評価：	妥当である
コメント：	メタンからメタノールの空気酸化合成が世界で初めて行われたことは、評価できる。安価なメタンから安価なメタノールを合成するために、如何に酸化剤である二酸化塩素を安価に入手できるか、高価なフルオラス溶媒を使う場合、如何に回転数の大幅な向上を達成するかが必要である。目標未達の項目が多く、目標設定および研究実施体制を精査する必要があったのではないかとと思われる。

研究テーマ名：	ヘテロナノ組織を活用した革新的”超”高強度銅合金の設計技術および製造技術の研究開発
委託先：	一般社団法人 日本伸銅協会、国立大学法人豊橋技術科学大学、国立大学法人金沢大学、国立大学法人東北大学、古河電気工業株式会社、株式会社神戸製鋼所、日本ガイシ株式会社、JX金属株式会社
総合評価：	優れている
コメント：	ヘテロナノ組織の導入による銅合金の高強度化技術は、実用に使える有用な成果が得られ、今後の展開に期待が持てる。ただ、導電性向上についての指導原理が明確に示されていないことや、計算科学やシミュレーションの応用は、主として状態図に立脚した定性的予測に留まっており、精度向上について、検討する必要がある。また速度論的シミュレーターの導入も必要であると思われる。

研究テーマ名：	低コスト高純度水素製造技術と革新的エネルギーシステムの研究開発
委託先：	住友電気工業株式会社、国立大学法人京都大学、株式会社IHI
総合評価：	妥当である
コメント：	再生可能エネルギーからの余剰電力を効率的に活用することを目的に、高効率の水蒸気電解を可能にするプロトン伝導性セラミック電解質について、目標とした特性の材料の開発、性能評価を実施し、今後の電解セル開発の課題を明らかにしている。また実用化のための必要要件について外形的な検討がなされている。 材料特性の研究は大きな進展が見られているが、プロセス的な検討が十分でなく、具体的に材料研究成果の装置実証、性能確認が不足している。 PCEC 開発の国際競争に勝てるような目標を定めて、総合的に研究をすることが望まれる。また、酸素利用についてのビジョンや安全性についても今後検討してほしい。

研究テーマ名：	有機ハイドライド電解合成用電極触媒の研究開発
委託先：	国立大学法人横浜国立大学、国立大学法人東京工業大学、公立大学法人大阪府立大学
総合評価：	優れている
コメント：	再生可能エネルギーからの電力を水素として効率的に輸送可能な有機ハイドライドに直接変換するための電解水素化用触媒を開発し、その反応機構の解明と目標とした特性が評価・検証された。 酸素利用や小型利用が可能であるので全国的ネットワークが形成でき、国内の地域分散型利用が可能である点は高く評価できる。 他の水素キャリアシステムとの競合条件を適切かつ十分に評価し、目標とする設備コスト、要素技術となる電解セルコストを明確にし、また利用サイドのニーズを見極めたいうえて、要素技術及びシステム開発を進めることが重要といえる。

研究テーマ名：	革新的高飽和磁束密度・低鉄損軟磁性粉体の開発
委託先：	国立研究開発法人産業技術総合研究所
総合評価：	妥当である
コメント：	本テーマの特長の一つとして、極僅かな元素添加により、Fe 並みの磁束密度を維持したまま Fe よりも低保磁力を有する金属粉が得られることである。目標値をクリアする飽和磁束密度の材料を得られたことは優れた成果である。また、合成プロセスのスケールアップと言う側面でも、波及効果が高い成果であった。 保磁力の目標値は未達であったが、極めて独創性の高い研究開発テーマであり、バルク材で目標とする磁気特性が得られるのであれば、高磁束密度の新軟磁性材料として有効な材料となり得る。また、軟磁性を示すメカニズムが明らかになれば、さらに新規な材料開発へと発展する可能性を有する。

研究テーマ名：	優れた高温特性を有する革新的交換結合磁石の研究開発
委託先：	国立大学法人長崎大学、国立大学法人九州大学
総合評価：	優れている
コメント：	従来の発想を転換し、耐熱性に優れるナノコンジット磁石を実現しようという独創性の高い研究である。計算機シミュレーションによりその実現可能性を明らかにした点は優れた成果である。一部の磁気特性で目標に対して未達ものもあるが、その原因はほぼ明らかになっており、今後の研究開発推進が期待される。 本研究が実用化するまでには、磁気特性に関する目標値の実現、バルク化等の困難な課題があるが、これらの課題を克服できれば、高耐熱性の新磁石として回転機等の小型、高効率化に極めて有効と考えられる。

研究テーマ名：	革新的正方晶 FeCo 多元合金磁石の物質・組織デザイン
委託先：	国立大学法人秋田大学
総合評価：	妥当である
コメント：	第一原理計算により、正方晶 FeCo 合金は高い磁化と大きな結晶磁気異方性を持つことが示されており、優れた希土類フリー磁石となる可能性がある。本研究では、FeCo-XY 合金の生成エンタルピーの計算により、目的とする正方晶が得られる可能性が示されたことは意義がある。 しかしながら、本テーマはシミュレーションがメインであり、現時点では、実験的に本系合金で正方晶構造を得るための方法が見いだされていない。継続的な FeCo 合金をベースとする新規な永久磁石材料の開発及びバルク化の開発に期待したい。

研究テーマ名：	超低損失と高飽和磁化を両立した軟磁性粉末材料の技術開発
委託先：	独立行政法人国立高等専門学校機構岐阜工業高等専門学校、国立大学法人名古屋工業大学、国立大学法人岐阜大学
総合評価：	優れている
コメント：	高度なランダムキューブ組織を有する鉄粉の研究はこれまでほとんど例がなく、本研究は極めて独創性の高い研究である。また、回転機や電子機器用の磁気回路部品として、その小型化や高効率化に大いに有効な、波及性の高いテーマである。 粉碎という非常に単純なプロセスであり、ランダムキューブ化できるメカニズムや手法がより明確になれば、Fe 粉末以外への技術展開の可能性も期待される。他の競合材料との比較も実施され、丁寧にまとめられている。 一部の磁気特性は目標に対して未達であったが、今後はその原因究明に期待したい。

研究テーマ名：	完全レア・アースフリー人工 L1 <sub>0</sub> -FeNi 磁石の基礎物性の解明
委託先：	国立大学法人東北大学
総合評価：	優れている
コメント：	本テーマで実現した人工 L1 <sub>0</sub> -FeNi 磁性体は、従来法と比較して、規則化のための熱処理時間が短縮された。また、得られた合金の規則度も高い。アモルファスを結晶化するという独創的な手法により、L1 <sub>0</sub> -FeNi 相を生成することを明らかにできた成果は非常に大きい。また、評価技術も優れている。 一部の特性値に目標値に対する未達があるが、原因が明確になれば、従来手法による希土類フリー磁石の限界を打ち破るものとなり、大いに注目されるポテンシャルを有するテーマである。

研究テーマ名：	酸化物系全固体二次電池実現のブレークスルーとなる固固界面制御技術開発
委託先：	国立研究開発法人産業技術総合研究所、技術研究組合リチウムイオン電池材料評価研究センター、国立大学法人東京工業大学、公立大学法人大阪府立大学、香川県産業技術センター
総合評価：	優れている
コメント：	酸化物固体電解質を使いこなすための新規な電極材料の提案、電池作製法、電池評価法など種々の検討を進めることで、今後の展開につながる多くの成果を得ている。又、今後の課題も整理されているが、酸化物でアモルファス以外の材料を使える展開も是非目指してほしい。 今後、材料・方法とも可能性の高い物・手法に集中して取り組んで効率的な開発を進めてほしい。

研究テーマ名：	熱安全性に優れた革新的な全固体有機蓄電池の創製
委託先：	日産自動車株式会社、国立研究開発法人産業技術総合研究所
総合評価：	妥当である
コメント：	バリエーション豊富な有機系材料による電極材料の低コスト化は期待できる。現在は基礎研究段階であり、学会発表や論文、特許出願の予定はあるとのことで評価できる。今後は、今回得られた知見を基に、より実用に近い材料設計を行っていく必要がある。特に有機正極材量のスケールアップの壁は未だ高いとのことであるので、その対応の戦略が必要である。またサイクル特性が得られていない点に関し、サイクル特性の向上を反応メカニズム、構造変化、イオン・電子伝導性などを解明して、改善を期待したい。固体電解質は、イオン液体からの派生で、新規なものが見出せていない。有機正極材料に適した固体電解質の適正化を検討してほしい。

研究テーマ名：	革新的エネルギー貯蔵システム等を活用した超分散エネルギーシステムの研究
委託先：	国立大学法人東京大学、国立大学法人名古屋大学、国立大学法人横浜国立大学、株式会社構造計画研究所、株式会社J P ビジネスサービス
総合評価：	妥当である
コメント：	分散エネルギーシステムのターゲットは良いが、再生可能エネルギー導入容量を想定して、想定できる系統安定化の課題を抽出して欲しい。導入量を想定して、蓄電池システムの容量をサイズ毎、周波数毎に分類して、どのサイズをどこに設定すべきかを示す事が望まれる。 周波数、電圧、エネルギーバランスを考えた評価は十分になされているが、蓄電池の全体容量、ロス分を考慮した評価があってもよい。 まだ検討基準段階であり、さらに詳細なデータを増やす必要があると思われる。

研究テーマ名：	ロボット撮影による高解像度再現可能な三次元モデルと社会実装具体化の研究開発
委託先：	富士フイルム株式会社、株式会社イクシスリサーチ、国立大学法人北見工業大学、ダットジャパン株式会社
総合評価：	妥当である
コメント：	PJ立案に関しては、有識者会議を通じて、全体の実現に必要な課題を洗い出している点が評価でき、最終的な成果は、インフラ点検のみならず、土木建築等による環境形状等情報を効率的に取得する用途に広く展開できる。また、予備的研究に関しては、2in1カメラの有用性は理解できる。

研究テーマ名：	劣悪環境下での作業機械のロボット化技術の開発
委託先：	国立大学法人東北大学、株式会社佐藤工務店、学校法人早稲田大学
総合評価：	優れている
コメント：	簡便な着脱可能なロボットを用いている点は普及を考慮し有用であり、劣悪な環境下での精度高い位置推定は波及効果が高い技術となる可能性がある。また、総花的な開発ではなく、地方中小業者による山間部土木作業のIT化及び自動化の支援に絞り込み実適用を目指すスタンスは好感が持てる。

研究テーマ名：	精密制御技術を駆使した脱硝触媒の高度利用技術開発
委託先：	国立研究開発法人産業技術総合研究所、学校法人早稲田大学、国立大学法人九州大学、学校法人成蹊学園、新日鉄住金エンジニアリング株式会社、太陽化学株式会社、一般財団法人ファインセラミックスセンター
総合評価：	妥当である
コメント：	新しい概念をベースとして革新的脱硝触媒の開発を狙ったもので、独創性や革新性が認められ、成功した時の波及効果やインパクトも大きく、プラズマ法 NH3 合成などで世界トップクラスの研究成果も得られている。 一方で、研究項目間で緊密に連携すべきであり、また、研究成果を受けて今後どのように研究を進めていくのか、具体的に提示することが望まれる。

研究テーマ名：	バイオベース化合物の連続分離変換プロセス
委託先：	京都府公立大学法人京都府立大学、長瀬産業株式会社、日本乳化剤株式会社
総合評価：	概ね妥当である
コメント：	イオン液体のセルロース溶解性と高温時不揮発性を利用し、バイオマスを一気に 5-HMF に変換しようとする戦略を評価する。また、2mm 程度の粗い粉碎原料でも良好な結果が得られている。 一方で、スケールアップ時やリサイクル時の収率低下のメカニズム解明と、今後必要な技術要素の列挙、目標レベルの設定を進めていく必要がある。

研究テーマ名：	地域バイオマスからの化成品マルチ生産システム開発
委託先：	国立大学法人九州大学、国立大学法人徳島大学、国立大学法人京都大学、国立大学法人東北大学、秋田県総合食品研究センター、国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般財団法人バイオインダストリー協会、住友ベークライト株式会社、花王株式会社
総合評価：	妥当である
コメント：	地域に特有の未利用バイオマスを、環境にやさしい水熱法を用いて各種有効成分を抽出し有効活用することにより、経済性が成立する道筋を示したことは大きな成果であると言える。一方、結晶性セルロースに経済性が依存しており、原料乾燥、運搬、保管に関する検討不足も否めないことから、今後具体的な調査検討が期待される。

研究テーマ名：	超微小な出力信号の検出を実現するナノテク材料の研究開発
委託先：	国立大学法人大阪大学、国立大学法人東京工業大学、日本メクトロン株式会社
総合評価：	優れている
コメント：	人の体から様々なデータを取得する際に重要となる、信号検出や生体とのインターフェースに関する技術などにおいて大きな成果を挙げている。社会実装（サービス）を意識して、有機半導体などの企業と連携を広げてゆくことが望まれる。

研究テーマ名：	回路・ナノセンサーの融合による高精度信号センシング技術の研究開発
委託先：	学校法人慶應義塾
総合評価：	妥当である
コメント：	早い段階からセンサ開発者と連携して、まず Proof of concept を実現するべきである。本方法の高周波帯域での応用は難しいので、IoT 用途のような低周波領域での応用に注力するべきである。

研究テーマ名：	生物機能としての生体情報の AI 活用による生活環境制御
委託先：	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、大日本印刷株式会社、日本電気株式会社、株式会社リコー
総合評価：	妥当である
コメント：	個別課題の研究開発は順調に進んでいるが、「生活環境制御」という大目標の達成のためには、それらを連携させ、全体を統合する工夫が必要である。



研究テーマ名：	生体機能を直接利用したバイオハイブリッドセンサの開発
委託先：	国立大学法人東京大学
総合評価：	優れている
コメント：	持ち運び可能な細胞センサを指向したことはアプリケーションの広がりを生むためにも重要な観点である。治験以外にもヘルスケアなどに展開が可能であり、多様なプレイヤーの参加が期待される。また、今後、信号検出やデータの評価に関する成果の蓄積が望まれる。

研究テーマ名：	生産性と省エネ化を向上させる認知行動支援VR／AR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、三菱電機株式会社、国立大学法人東京大学、学校法人名古屋電気学園愛知工業大学、公益財団法人共用品推進機構、株式会社フォーラムエイト
総合評価：	優れている
コメント：	少子高齢化が進む我が国において、熟練技能工のノウハウ伝承や高齢者・障害者の生活支援をVR/AR技術を用いて行うことは意義深い。本テーマでは特に感覚で覚える作業である溶接を例にとり、その有効性を示したことは評価できる。また、社会課題全体を多感覚・多次元の有限個の情報要素に投射し、実用性のある支援システムを実現しようとする試みも有効であり、今後の成果が期待できる。

研究テーマ名：	更なる省エネ照明社会の実現に資するIoTステーション
委託先：	国立大学法人大阪大学、株式会社SCREENホールディングス
総合評価：	優れている
コメント：	IoTにおいて、「センシング」、「表示」、「エネルギー伝達」、「照明」をインテグレートしたデバイス「IoTステーション」として利用することは全く新しい考え方であり大きな市場を生む可能性がある。提案された研究開発の項目について着実に成果を上げている。今後は、「快適性」という価値を重視した成果が出てくることを期待したい。

研究テーマ名：	高信頼IoT社会を実現する分散型基盤アーキテクチャの研究開発
委託先：	学校法人早稲田大学、日本電気株式会社
総合評価：	優れている
コメント：	動きの激しいセキュリティ分野において、新しい攻撃パターンに追従出来る機械学習を、ハードウェアトロイの検知に適用できることを示したことは評価できる。Society5.0を実現するためにサイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させることに必要なIoTの推進には欠かせない重要技術であり、大きな波及効果が期待される。

研究テーマ名：	三次元金属積層造形における新合金開発のための合金設計シミュレーション技術の研究開発
委託先：	国立研究開発法人物質・材料研究機構、一般財団法人金属系材料研究センター、新日鐵住金株式会社、日立金属株式会社、JX金属株式会社、古河電気工業株式会社
総合評価：	優れている
コメント：	先導研究として有用な成果が得られ、今後の研究開発への波及効果が期待できる。材料開発や合金設計への計算材料科学の導入は、産業政策としても非常に重要である。計算科学を統一的な軸として据え、積層造形を利用した効率的な実験と組み合わせて、画期的な合金設計開発手法を生み出すことを期待する。

研究テーマ名：	機動性に優れた広負荷帯高効率GTの開発
委託先：	一般財団法人電力中央研究所、三菱重工業株式会社
総合評価：	極めて優れている
コメント：	再エネ普及率向上と一体化した内容となっており、再エネ主電源化時の系統安定のためには必須の事業であり、評価できる。先導プログラムの成果は有益かつ新規性があり、国プロとしての今後に期待できる。

以上