

## グリーンイノベーション基金事業

### 「次世代蓄電池・次世代モータの開発」プロジェクトに関する 研究開発・社会実装計画（案）

令和 3 年〇月〇日

経済産業省

製造産業局

商務情報政策局

## 目次

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 1. 背景・目的 .....             | 3  |
| 2. 目標 .....                | 9  |
| 3. 研究開発項目と社会実装に向けた支援 ..... | 19 |
| 4. 実施スケジュール .....          | 23 |
| 5. 予算 .....                | 28 |

## 1. 背景・目的

- 自動車・蓄電池産業の重要性と課題解決の方向性
  - 温暖化対策に向け、世界的に自動車の電動化の動きが加速している。欧州や中国は、電気自動車・プラグインハイブリッド自動車の普及を戦略的に進めており、急速に普及が拡大する一方、日本では、欧州や中国に比べ、普及が遅れている。また、各国で燃料電池トラック・バスの開発支援の取組が強化されている。我が国経済の大黒柱である自動車産業の競争力の維持・強化のためには、電動化の取組を加速する必要がある。
  - 電動車の普及に向けては、車両価格の低減等による社会的受容の拡大、充電インフラ・水素ステーション等のインフラ整備、蓄電池・燃料電池・モータ等の電動車関連技術・サプライチェーン・バリューチェーンの強化が課題となる。特に、軽自動車・商用車等ユーザーのコスト意識や車体設計上の制約が厳しい自動車の電動化については、小型・軽量の蓄電池・モータの開発が必要となる<sup>1</sup>。また、自動車のライフサイクルでの CO<sub>2</sub>削減の観点から、高効率なモータの開発に加え、蓄電池やモータの製造時・廃棄時の CO<sub>2</sub>削減も重要な課題となる。
  - 加えて、蓄電池やモータには、リチウム、ニッケル、コバルト、黒鉛、ネオジウム、ジスプロシウム等の資源が大量に使用される<sup>2</sup>ことから、資源制約の克服の観点から、よりサプライチェーンリスクの低い材料の開発や、リサイクルの実現も課題である。
  - 本プロジェクトでは、こうした課題に対し、①蓄電池やモータシステムの性能向上・コスト低減、②材料レベルからの高性能化、省資源化、③高度なリサイクル技術の実用化に向け、技術的な課題の解決を図ることで、将来的な自動車の電動化を支える基盤技術や蓄電池・モータの産業競争力の強化、サプライチェーン・バリューチェーンの強靱化を目指す。
- 本プロジェクトを取りまく現状と課題解決の具体的方策
  - 電動車用として、液系リチウムイオン電池や駆動用モータは実用化されているが、本プロジェクトで開発される技術については、①性能面、環境負荷面を中心に優れた特性を持ち、既存の蓄電池・モータを置換していく形での社会実装、②既存の技術では電動化することが難しかった領域のモビリティの電動化の実現（新規領域の開拓）という形での社会実装が想定される。
  - 電動化の進展に伴う蓄電池やモータの世界市場の拡大<sup>3</sup>を見据え、大規模投資やルール形成の促進と合わせて、蓄電池やモータの次世代技術を開発し、我が国の産業競争力の強化につなげていく必要がある。

<sup>1</sup> 大型車向けのモータについては、積載物の有無や登坂/平地走行の違いで、モータに求められるトルク性能が大幅に変化することに対する対応も必要となる。

<sup>2</sup> 特に、コバルト、黒鉛、ジスプロシウムは特定国への供給依存度が高い。

<sup>3</sup> 車載用蓄電池については、2030 年に、約 5 倍（2018 年からの金額ベースの比較。「エネルギー・大型二次電池・材料の将来展望 2018」及び「エネルギー・大型二次電池・材料の将来展望 2019」（株式会社富士経済）に基づく計算）～約 16 倍（2019 年からの容量ベースの比較。「Global Renewables Outlook 2020」（IRENA）の Planned Energy Scenario に基づく計算）、自動車の駆動用のモータ・ジェネレーターについては、2030 年に、約 5 倍（2019 年からの金額ベースの比較。「2020 年版 HEV, EV 関連市場徹底分析調査」（株式会社富士経済）に基づく計算）に成長するとの民間調査がある。

- 次世代蓄電池として期待される全固体電池については、高容量化、安全性の向上などを実現できると期待されており、既に小型のものに関しては、一部実用化が始まっている。一方、自動車のエネルギーソースとしての水準に達するためには、大型化、高効率生産の実現などの課題がある。特に、材料の均一な成形に加えて、電極活物質と電解質の界面形成を大型蓄電池で実現するためには、量産化を見据えた規模での生産技術の研究開発が必要となる。
- また、今後、大型のモビリティや FCV、更にはドローンなどにおいては、高い入出力特性を有する蓄電池が利用されると見込まれるが、高入出力系の蓄電池は、容量が小さいという特性があり、現行の EV で利用される蓄電池並みの容量を持ちつつ、現行の HEV 並みの高入出力特性を有する蓄電池の開発も期待される。
- 蓄電池材料については、サプライチェーンリスクの低減の観点から、欧州、米国などにおいて、大規模な研究開発プロジェクトの方向性が示されるなど、取組が活発化<sup>4</sup>しており、特に、正極のコバルトレス化、黒鉛負極を代替する技術の開発などが課題として掲げられている。
- また、蓄電池は、これまでの自動車製造時に発生していた GHG とほぼ同量の GHG をその製造時に排出すると言われている。加えて、蓄電池需要の急拡大に伴い、資源の供給不足が懸念されている。こうした課題に対応し、各国において生産技術革新やリサイクル促進に向けた取組<sup>5</sup>が強化されている。こうした課題に対応し、我が国でも、国内でのルール形成と合わせ、材料も含めた低炭素生産技術及びリサイクル技術の強化が必要となる。
- 蓄電池のサプライチェーン強化については、具体的には、少なくとも以下①～③の取組が必要であるが、このうち、本プロジェクトでは、②を実施する。
  - ① 大規模投資の促進・資源の確保
  - ② 蓄電池の高性能化、資源リスク対応、生産性向上、製造プロセスの低炭素化、リユース・リサイクル促進など、蓄電池のエコシステムを俯瞰した次世代蓄電池・材料関係技術開発
  - ③ CO<sub>2</sub>排出削減やリユース、リサイクル等に関するルール形成
- 蓄電池の高性能化に向けた技術開発と同時に、モビリティに求められるパワーや積載性と、自動車の航続距離に対する電力消費効率を両立させ、①限られたエネルギー貯蔵システム（蓄電池容量、水素タンク）の搭載で航続距離を拡大することで、車両の軽量化を通じた電費の向上、車両としての利便性の向上による電動化可能な領域の拡大（商用車等）、②電動化により増加する電力消費量の抑制（電力システムへの負荷の抑制）を図ることが重要である。

<sup>4</sup> 欧州は、官民連携によるバッテリーアライアンスで材料技術等も含めた技術力強化を図っている。米国は、「100-Day Reviews under Executive Order 14017」（2021 年 6 月公表）にて、資源リスク・材料供給リスクから、省資源材料の開発や国内での資源開発・材料投資の必要性に言及。

<sup>5</sup> 欧州は、バッテリー規則案（2020 年 12 月公表）において、蓄電池のカーボンフットプリントや蓄電池のリユース、リサイクルに関する規律案を発表。米国は、上記レポートにて資源リスクに対応し、リサイクルの推進の必要性に言及。民間レベルでも、これまでとは大きく異なる生産技術（例えば、活物質塗工時に溶媒を使用しない蓄電池生産技術や、正極材料の乾式製造など）への挑戦を一部海外企業が表明するなど、取組が活発化している。

- モータシステムは、モータ、インバータ、ギア等で構成され、電気信号を制御するインバータを通してバッテリー等からの電気エネルギーをモータへ伝達し、モータから発生した動力を、ギアを通して運動エネルギーとしてタイヤ等に伝えることでモビリティが駆動する。この一連の過程において各機器で損失が発生する。
- モビリティに求められるパワーや積載性とシステム効率を両立させるには、①出力密度（kW/kg）の向上、②小型化・軽量化、③損失低減、④効率的な熱マネジメント等が必要となる。
- これらを実現するためには、①磁性材料の性能等の向上に加えて、②一例として、モータの高回転化などのアプローチがあるが、必要となるトルクを確保するためには、ギアによる減速幅が大きくなり、機械損失（ギアの摩擦によるエネルギー損失）が増大するといった課題がある（逆に、低回転のままトルクを確保しようとすると、ギャップ面積を大きくするなどが必要となり、モータが大型化してしまう。）。また、③永久磁石モータにおいては、熱により磁石の性能が落ちてしまうことから、そもそも熱を発生させない工夫に加えて、冷却効率の向上が必要となるが、液冷、空冷など、一長一短（例えば、効率的な放熱のために冷却機構を組み込むと大型化、重量化してしまうなど）の様々なアプローチがある。④銅損（モータのコイルの電気抵抗によるエネルギー損失）の低減のために高電圧化すると、インバータが大型化するという課題もあることから、コイルの工夫により、そもそも損失を低減させるアプローチも有効となる。こうした、様々な課題を解決するためには、モータの材料から構造、ギアやインバータなどのあり方など、駆動系をシステムとして捉え、要素間のバランスをとりながらモータシステム全体としてのイノベーションを図る必要がある。
- また、車体設計上の制約が厳しく、既存の技術では電動化することが難しかった軽自動車や商用車、更には空飛ぶクルマ等の領域のモビリティの電動化を促進していくためには、モータシステムの小型化・軽量化と一層の高出力化を両立する技術開発を進める必要がある。小型軽量・高出力のモータシステムは一般乗用車の電動モビリティの設計自由度や性能向上にも資するものであり、世界的に開発競争が進んでいる<sup>6</sup>。
- 近年では、モータシステムの高出力化の実現のために高回転化と多段ギア活用の方角で開発が進んでいるが、システム効率の向上には課題も生じており、システム効率向上と出力密度向上を同時に達成する抜本的な技術開発が必要とされている。
- また、モータの構成部品である磁性材料にはコバルト、ネオジウム、ジスプロシウム等のレアメタル・レアアースが使用されることから、よりサプライチェーンリスクの低い材料の開発にも留意しながら取り組んでいくことが重要である。
- こうした課題や世界的な潮流に対応し、本プロジェクトでは、モビリティの電費の向上や電動化の適用領域の拡大を可能とする次世代モータ技術開発を促進し、日本としての産業競争力の維持・強化を図る。

<sup>6</sup> 例えば、2020年10月に中国汽车工业协会が発表した「省エネルギー車と新エネルギー車の技術ロードマップ2.0」では、モータ単体で2030年に6.0kW/kg、2035年に7.0kW/kgの出力密度を目指すという目標が掲げられている。

- こうした蓄電池やモータに関する取組は、技術開発のリスクが高い上、上述のとおり、世界的に国を挙げての技術強化の動きが活発化しており、グローバル競争に勝ち抜き、いち早く技術開発・社会実装を実現するためには、民間企業単独では困難であることから、国として積極的な支援を講ずる必要がある。
- なお、次世代蓄電池・モータが十分な競争力を有するためには、その後の投資も含めて促進していく必要があることから、①国内での電動車の普及による需要の安定的な拡大を図る。また、特に蓄電池については、②大規模投資の促進によるスケール化・低価格化、③CO<sub>2</sub>排出やリサイクル等に関する国内・国際ルール形成を同時に進めることで、世界に通用する技術の国内での社会実装を促していく。

## ● 関連基金プロジェクトと既存事業

- 既存事業
  - 既存事業として、蓄電池関連では、「省エネ型電子デバイス材料の評価技術の開発事業」「電気自動車用革新型電池技術開発」といった関連事業が存在。
  - 前者の事業は全固体リチウムイオン電池の材料評価基盤技術開発を目的としており、その過程で、全固体電池に関する基盤的な知財・技術的知見が蓄積されており、本基金プロジェクトでは、これらの基盤を活かし、実用化に向けた研究開発を加速する。また、後者の事業はさらにその先の技術である革新型電池（ハロゲン化物蓄電池・亜鉛負極蓄電池）の基礎基盤的研究開発を目的としており、当該事業とは開発対象・研究開発段階が異なる。
  - モータ関連では、「輸送機器の抜本的な軽量化に資する新構造材料等の技術開発事業」において、高性能新規磁性材料等を開発するとともに、実装によるモータ評価等を行う事業が存在。この既存事業はモータ用高性能磁石の基礎研究を行っているが、まだ試作段階である。そのため、本基金プロジェクトにおいて、こうした研究の成果を実用化に速やかにつなげるために、開発した磁石を使ったモータの小型化・高効率化や耐久性・信頼性向上に向けた開発等を行い、社会実装を目指す。

### 【予算事業】

- 省エネ型電子デバイス材料の評価技術の開発事業（2014～2022 年度、2021 年度予算額 26.3 億円の内数）  
 ([https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan\\_fy2021/pr/en/sangi\\_taka\\_12.pdf](https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2021/pr/en/sangi_taka_12.pdf))
- 電気自動車用革新型電池技術開発（2021～2025 年度、2021 年度予算額 23.8 億円）  
 ([https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan\\_fy2021/pr/en/sangi\\_taka\\_1](https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2021/pr/en/sangi_taka_1))

[6.pdf](#))

- 輸送機器の抜本的な軽量化に資する新構造材料等の技術開発事業（2012～2021 年度、2021 年度予算額 29.9 億円の内数）  
（[https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan\\_fy2021/pr/en/sangi\\_taka\\_04.pdf](https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2021/pr/en/sangi_taka_04.pdf)）

- グリーン成長戦略の実行計画における記載（抜粋）

- （５）自動車・蓄電池産業

- ① 電動化の推進・車の使い方の変革

- ＜今後の取組＞

- ウ）蓄電池・燃料電池・モータ等の電動車関連技術、サプライチェーン、バリューチェーン強化  
大規模投資支援、技術開発・実証や軽自動車・商用車等の電動化支援、中小企業等のサプライヤーや自動車販売店・整備事業者、サービスステーション（SS）等の自動車関連産業の電動化対応・業態転換・事業再構築とそれを支えるデジタル開発基盤の構築に取り組む。

- 電動車の基幹部品である電池・モータやその材料については、将来の自動車産業の競争力を左右する。サプライチェーン強靱化の観点から、一定以上の規模を有するそれらの生産拠点の国内立地を図る。

- また、後述のとおり、次世代電池の技術開発を進めるほか、モータについては、農機や建機、ドローンや空飛ぶクルマ等、近接領域のモビリティの電動パワートレインも併せて取組を進めることが、サプライヤーも含めた産業競争力強化の上で有効であると考えられることから、モビリティ用のモータシステムの性能（重量、体積、出力等）の向上や材料開発等に取り組む。

- （略）

- ③ 蓄電池

- ＜今後の取組＞

- 電動化の進展という変化の中でも、国内の自動車製造の安定的な基盤を確保するため、2030 年までのできるだけ早期に、国内の車載用蓄電池の製造能力を 100GWh まで高めるとともに、蓄電池サプライチェーンの強化に向け、蓄電池材料を含めた大規模投資を促す。こうした大規模投資によるスケール化や技術力の強化により、2030 年までのできるだけ早期に、電気自動車とガソリン車の経済性が同等となる車載用の蓄電池パック価格 1 万円/kWh 以下、太陽光併設型の家庭用蓄電池が経済性を持つシステム価格 7 万円/kWh 以下（工事費込み）、工場等の業務・産業部門に導入される蓄電池（業務・産業用蓄電池）が経済性を持つシステム価格 6 万円/kWh（工事費込み）を目指す。また、家庭用、業務・産業用蓄電池の合計で 2030 年までの累積導入量約 24GWh（2019 年までの累積

導入量の約 10 倍) を目指す。さらに、2030 年以降、更なる蓄電池性能の向上が期待される次世代蓄電池の実用化を目指す。具体的には、まずは全固体リチウムイオン電池の本格実用化、2035 年頃に革新型電池（フッ化物電池・亜鉛負極電池、多価イオン電池等）の実用化を目指す。このため、以下のような取組を行い、成長市場を取り込む。  
(略)

#### ウ) 研究開発・技術実証

全固体リチウムイオン電池・革新型電池の性能向上、蓄電池材料の性能向上、蓄電池や材料の高効率・高品質・低炭素生産プロセス、リユース・リサイクル、定置用蓄電池を活用した電力需給の調整力等の提供技術等の研究開発・技術実証等に取り組む。

例えば、現行リチウムイオン電池の 2 倍以上の体積エネルギー密度を実現する全固体リチウムイオン電池を、2030 年に本格量産するために必要な技術開発に取り組む。その際、マテリアルズインフォマティクスや放射光・中性子線による解析技術の活用等により、効率的な研究開発を進めるほか、液系リチウムイオン電池と全固体リチウムイオン電池の材料の共通性も踏まえ、材料開発に当たっては、液系リチウムイオン電池の低価格化に資する性能や生産性の向上も意識し、研究開発・技術実証を行う。

#### エ) 蓄電池のリユース・リサイクルの促進

蓄電池は、ニッケル、コバルト等のレアメタルや、大量のエネルギーを使用することから、リユースやリサイクルを促進することが重要である。このため、使用後利用できる場合には再度車載用パーツとして活用、又は定置用蓄電池として利用し、利用できなくなった場合には鉱物資源を効率回収するために、研究開発や技術実証に取り組む。また、後述する標準化等の取組を進めるとともに、蓄電池のリユース・リサイクルの促進に向けた制度的枠組みを含めて検討する。



## 2. 目標

### ● アウトプット

#### ➤ 研究開発の目標

##### 1. 蓄電池

##### 1-1. 高性能蓄電池・材料の研究開発

蓄電池そのものの開発については、①2030年にパックでの体積エネルギー密度が現行の2倍以上となる700~800Wh/L以上<sup>7</sup>となる蓄電池（高容量系）、②2030年にパックでの出力密度が2000~2500W/kg以上<sup>8</sup>、かつ、体積エネルギー密度が200~300Wh/L以上<sup>9</sup>となる蓄電池（高入出力系）の本格実用化に向け、必要となる要素技術・生産技術を確立する。その他の性能指標については、個別申請毎に、事業者において設定することとするが、実用化に向けて、必要十分な研究開発目標として設定されていることを要する（②の高入出力系蓄電池については、特に、適用する用途を明確化するとともに、それに対応した目標が設定されているか十分に確認することとする。）。特に、価格目標またはそれに類する目標（生産性等）を設定することは必須とする。また、液系リチウムイオン電池において、2030年までの早期に蓄電池パック価格1万円/kWhという価格水準を目指していることを踏まえ、上記のような高性能蓄電池の普及が十分期待できる水準の価格を達成することが見込まれるかについて、採択審査時に個別に判断することとする。なお、複数事業者の連携により研究開発に取り組む場合であって、全体としては、上記の電池性能目標を目指す、ある特定の事業者の担当する研究開発領域については、上記の電池性能目標そのものではなく、その実現に資する別の目標を設定することが適当と考えられるときは、事業者自らが申請の際に適切な目標を設定することとする。

また、材料関係の研究開発・生産技術開発については、①上記のような高性能蓄電池の材料、②液系リチウムイオン電池の材料であって特に資源依存性の高い材料の代替材料のうち、現行材料よりも性能向上が期待できる材料、③製造時GHG排出量を大幅に低減することを可能とする生産技術を対象に、研究開発を進める。以下のような技術に関する研究開発を支援の対象とするが、その対象とな

---

<sup>7</sup> 事業提案は700Wh/Lから受け付けるが、後述のとおり、インセンティブ措置については、800Wh/L以上を達成した場合のみ受けられるものとする。

<sup>8</sup> 事業提案は2,000W/kgから受け付けるが、後述のとおり、インセンティブ措置については、2,500W/kg以上を達成した場合のみ受けられるものとする。

<sup>9</sup> 事業提案は200Wh/Lから受け付けるが、後述のとおり、インセンティブ措置については、①出力密度が3,000W/kg以上となるものについては、200Wh/L以上、②出力密度が3,000W/kg未満となるものについては、300Wh/L以上を達成した場合のみ受けられるものとする。

る材料は、正極材、負極材、固体電解質など、様々な材料が想定されることから、画一的な目標は設定せず、申請者が自ら野心的な目標を設定することとする。ただし、実用化に向けて、必要十分な研究開発目標として設定されていることを要する。特に、価格目標またはそれに類する目標（生産性等）を設定することは必須とする。

- ・パックでの体積エネルギー密度が 700~800Wh/L 以上となる蓄電池の材料技術

- ・パックでの出力密度が 2000~2500W/kg 以上、かつ、体積エネルギー密度が 200~300Wh/L 以上となる蓄電池の材料技術

- ・コバルト、黒鉛等の特定国依存度の高い材料の使用量を著しく低減することを可能とする材料技術

- ・材料製造時 GHG を大幅に低減することを可能とする生産技術

加えて、材料関係の研究開発・生産技術開発については、設定した目標が、既存の材料と比較して、性能、生産性等の観点から十分に野心的な目標であること、また、価格目標またはそれに類する目標（生産性等）については、液系リチウムイオン電池において、2030 年までの早期に蓄電池パック価格 1 万円/kWh という価格水準を目指していることを踏まえ、性能と想定される材料価格とのバランスが取れているかについて、採択審査時に個別に判断することとする。GHG 排出量の低減を主たる目的とする生産技術開発<sup>10</sup>については、GHG 排出量の大幅な低減（例えば、原材料由来 GHG や製造時の投入エネルギー量の削減により、当該事業者が開発に取り組む材料の製造時 GHG 排出量（エネルギー由来 + 原材料由来、CO<sub>2</sub>換算値）を概ね 1 割以上削減することや、化石燃料を使用していたプロセスの電化を図ることなど）が期待できるかについても判断することとする。未だ実用化水準にない材料の開発を主たる目的とする事業において、生産技術開発に取り組む場合（比較すべき既存の生産技術がない場合）でも、既存の材料系を用いて製造された蓄電池と比較して、GHG 排出量の比較で、十分に競争性を有する水準の生産技術であることを確認することとする。

#### 1-2. 蓄電池のリサイクル関連技術開発

リチウムイオン電池のリサイクルについては、概ね、市場価格（化合物・金属単体いずれかの価格。応募時点で、応募者が根拠とともに、固定値として設定する（市場変化等により見直す必要がある場合には、後述の目標の見直しのタイミングで行うものとする。）。その妥当性については、採択審査の確認対象とする。）の同等のコストで、蓄電池材料として再利用することを可能とする品質で、金属単体換算で、

<sup>10</sup> 既存材料の生産プロセスの改善を図るプロジェクトなど。全固体電池特有の材料や、未だ実用化水準にない材料の開発を主たる目的とするものは除く。

リチウム 70%以上、ニッケル 95%以上、コバルト 95%以上<sup>11</sup>を回収することを見据えることのできる技術の開発を目指すこととする。ただし、ある金属の回収率を上記水準より高めるために、別の金属の回収率が下がってしまう場合には、リサイクル事業に関する申請者の戦略の妥当性を判断した上で、回収率の変動を認めることとする。

## 2. モータ

限られた蓄電池容量に対する航続距離を拡大していくため、平均のモータシステム効率として 85%以上<sup>12</sup>の実現を目指す。

同時に、より幅広いモビリティ領域の電動化を可能とするため、モータシステムの小型軽量高出力化の目標として、モータ単体<sup>13</sup>で 8.0 kW/kg、モータシステム<sup>14</sup>として 3.0 kW/kg の出力密度を目指す。

また、価格目標またはそれに類する目標（生産性等）に関する目標を設定することは必須とするが、画一的な目標は設定せず、申請者が自ら実用化に向けて、十分野心的な目標を設定することとする。

なお、複数事業者の連携により研究開発に取り組む場合であって、全体としては、上記のモータシステムの目標を目指す、ある特定の事業者の担当する研究開発領域については、上記のモータシステムの性能目標そのものではなく、その実現に資する別の目標を設定することが適当と考えられるときは、事業者自らが申請の際に適切な目標を設定することとする<sup>15</sup>。

### （目標設定の考え方）

- 1-1. 高容量系の蓄電池については、液系リチウムイオン電池との競争により市場を獲得するものであることから、現行の液系リチウムイオン電池の技術では実現困難な、現行の 2 倍以上の 700～800Wh/L を目標として設定。これにより、同体積の蓄電池を積載した場合、航続距離が単純計算で 2 倍以上になるほか、蓄電池積載の難しい小型車や商用車などの自動車の電動化がより加速されることが期待できる。また、高入出力系の蓄電池については、現行の HEV 用の蓄電池と同等程度の出力密度かつ現行の EV 用の蓄電池と同等程度の体積エネルギー密度を両立することを目標として設定。これにより、大型車やドローンなど、パワーとエネルギー貯蔵（航続距

---

<sup>11</sup> 回収率については、申請者がリサイクル事業として行う工程への投入物と回収物との比較において行うこととするが、回収物は蓄電池材料として使用できる金属単体又は化合物であることを要することとする。

<sup>12</sup> モータ・ギア・インバータに加え、冷却による損失も加味した効率

<sup>13</sup> コイル・ステータコア・ロータに加え、ハウジング、ベアリング、シャフト等、駆動のために必要な構造物を含む。

<sup>14</sup> モータ・ギア・インバータの組み合わせ。

<sup>15</sup> 複数事業者の連携全体として、モータシステムそのものの開発は実施せず、材料開発のみが行われるような取組は、本事業の対象とはしないことに留意。

離)の両立が必要なモビリティの電動化の促進などが期待できる。

材料関係は、技術要素が多岐に渡ることから、本計画では、個別には目標設定せず、事業者から提示された定量的な目標を評価するものとするが、蓄電池の高容量化、高入出力化、資源リスクの低減、製造時の GHG 排出量の低減に資する取り組みを支援すること、価格についても、液系リチウムイオン電池の価格低減を踏まえた水準を目指すことを明確化した。また、GHG 排出削減の取組については、原材料由来 GHG の排出削減や化石燃料を使用するプロセスの電化など、電力の原単位が改善してもなお排出されてしまう GHG の削減に効果が期待できる取組についても対象とすることを明確化した。

- 1-2. リサイクルについては、①経済性、②蓄電池への再利用が可能な品質にすること、高い回収率を同時に達成することが課題である。また、今後、蓄電池需要が電動車普及に従い伸びる中で、リチウム、ニッケル、コバルトについては需給が逼迫すると見込まれており、リサイクルを一定のコスト内で高水準に実現することを目指し目標設定<sup>16</sup>した。

2. モータについては、限られた蓄電池に対する航続距離の拡大、電力使用量の低減の指標として、モータシステム効率を目標として設定。既存の電動車に搭載されている現行のモータシステム効率平均値からの大幅な改善を目指す。

モータシステム効率と合わせて、モビリティの電動化領域拡大や高性能化を実現する小型軽量化・高出力化を表す指標であるモータシステムの出力密度(kW/kg)を目標として設定。既存の一般的な電動車に搭載されている現行モータの出力密度はモータ単体で 4.0kW/kg 前後、モータシステムとして 1.0～1.5 kW/kg 程度と言われており、その大幅な改善を目指す。

また、価格目標またはそれに類する目標については、社会実装を目指す上で重要な要素であることから、事業者から提示された目標を基に評価を行うこととした。

なお、レアメタル・レアアースの使用量低減については具体的な数値目標設定は行わないが、レアメタル・レアアースの使用量を低減するなど、サプライチェーンリスク低減の方向性を見通した上でモータ開発を行う。

#### (目標達成の評価方法)

いずれの研究開発項目についても、事業者の秘密情報に配慮し、目標達成については、総合評価を行うことを原則とし、設定した目標ごとには達成判定は公表しない。また、インセンティブ措置の計算については、原則として、後述のとおりとする。

また、資源価格の著しい変動により達成判定に大きな影響が出てしまう目標について

<sup>16</sup> 2020 年 12 月に公表された欧州バッテリー規則案においても、2030 年において、上記目標と同水準のリサイクル率を目指すことが規定されている。

は、応募時に、資源価格を固定値として設定し、その設定根拠を記載し、その妥当性については、採択審査時の確認を経た場合、当該固定値をベースに達成判定を行うものとする（事業終了時までの資源価格変動は考慮しない。）ことを原則とするが、次の段落に示すとおり、状況変化に応じ、目標を見直す際、合わせて当該固定値を見直す必要がある場合等、合理的な理由がある場合には、当該固定値を見直すこととする。

なお、蓄電池、モータともに技術進展の加速化が世界的に想定されることから、当初設定した目標の妥当性については、最低限<sup>17</sup>、個別の事業者の事業における最終のステージゲートの際に、有識者を交えて検証し、目標の修正をすべきと判断された場合には、目標の変更を行う<sup>18</sup>とともに、インセンティブ措置についても、変更後の目標において計算をすることとする。

1-1. 蓄電池については、事業終了時点で、蓄電池の性能（容量・出力等）及び事業者自らが設定した目標により、総合的に達成度を評価するものとする。なお、価格又はそれに類する目標については、商用化段階に想定される設備投資・資源価格等をベースに合理的な試算を行い、目標達成度を評価するものとする。

材料技術については、目標及びその評価方法も含めて、事業者が提案し、採択審査時に、研究開発内容との整合性、水準の妥当性を判断することとする（例えば、標準の蓄電池系に開発した材料を適用した際の能力等により評価すること、シミュレーション技術を用いて評価すること、商用化段階のプロセスを想定し、生産性やGHG排出量を合理的な仮定の下に試算することなどが想定される）。なお、価格又はそれに類する目標については、商用化段階に想定される設備投資・資源価格等をベースに合理的な試算を行い、目標達成度を評価するものとする。

1-2. リサイクル技術については、品質、回収率、価格水準により、総合的に評価を行う。なお、価格目標については、商用化段階に想定される設備投資・資源価格等をベースに合理的な試算を行い、目標達成度を評価するものとする。

2. モータシステム効率値については、モビリティ用途ではストップ＆ゴーが多く、また坂道発進や高速道路走行も想定され、モータの回転数、トルクおよび出力が大きく変化する中で、幅広い帯域全体にわたってのシステム効率を向上させることが重要であるため、最高効率値ではなく、WLTCモード（世界統一試験サイクル）等の一定のモード走行時のシステム効率の全体平均値として評価する。

価格目標またはそれに類する目標については、商用化段階に想定される設備投資・資源価格等をベースに合理的な試算を行い、目標達成を評価するものとする。

---

<sup>17</sup> 目標の変更は、事業者自ら又は NEDO からの提案により随時可能とするが、いずれの場合も、目標を変更する場合には、有識者を交えた検証を必須とする。

<sup>18</sup> 本研究開発・社会実装計画に明記されている目標の変更にあたっては、産業構造審議会の下に設置された適切な WG 等において、計画の変更の審議を要するものとし、それ以外の個別に事業者が設定した目標の変更にあたっては、NEDO において適切に対応するものとする。

なお、モータシステムとしては、多様なモビリティに展開可能なコンポーネントプラットフォームとして、電気エネルギーの入力から運動エネルギーの出力までの役割を担う機器システム範囲、具体的にはインバータ、モータ、ギア、冷却装置等の補機類までをモータシステムとして一体的に捉えることとし、個別のモビリティの設計等に固有のシャシーや車輪軸などの動力伝達装置は含まないものとする。

#### (1) 蓄電池のインセンティブの計算方法

蓄電池のインセンティブについては、以下の方法にて、計算を行うことを想定するが、指標の性質に応じて、採択審査時に、個別に考え方を設定する<sup>19</sup>こととする。

$$\begin{aligned} & (\text{事業者が達成した性能 a}) / (\text{事業者が設定した性能目標 A}) \\ & \times (\text{事業者が達成した性能 b}) / (\text{事業者が設定した性能目標 B}) \\ & \times \dots (\text{設定した目標の分だけ乗じる}) \\ & \times \text{インセンティブ (満額 (10\%) 分)} = \text{インセンティブ (実際の支払い)} \end{aligned}$$

※以下の個別目標については、上記計算式の要素に代えて、以下を要素とする。

##### ①高容量系蓄電池の体積エネルギー密度目標

$$(\text{事業者が達成した体積エネルギー密度}) / 800$$

達成した体積エネルギー密度が 800Wh/L 未満となった場合、0 として計算。

##### ②高入出力系蓄電池の出力密度、体積エネルギー密度目標

$$(\text{事業者が達成した出力密度}) / 2500$$

達成した出力密度が 2500W/kg 未満となった場合、0 として計算。

$$(\text{事業者が達成した体積エネルギー密度}) / 200 \text{ or } 300$$

達成した体積エネルギー密度が 200Wh/L (達成した出力密度が 3000W/kg 以上の場合) 又は 300Wh/L 未満 (出力密度が 2500W/kg 以上の場合) となった場合、0 として計算。

##### ③リサイクルにおける価格目標

$$(\text{事業者が設定した物質 A 市場価格 } a_1) / (\text{達成した物質 A 回収コスト } a_2)$$

$$\times (\text{事業者が設定した物質 B 市場価格 } b_1) / (\text{達成した物質 B 回収コスト } b_2)$$

$$\times \dots (\text{事業者が設定した目標分だけ乗じる})$$

ただし、上記計算にあつては、ある物質と別の物質の回収工程が一体不可分であり、回収コストを配分することが合理的でない場合には、コストを配分することができない範囲において、コスト及び市場価格をそれぞれ合算した値を元に、達成率を合算で

<sup>19</sup> 例えば、何ら研究開発の成果がなくとも達成度が 0 とはならないような設定は回避する必要があることから、個別に設定を行うこととする。

計算することとする。

また、以下のいずれかに該当する場合、達成度は 0 として計算する。

- ・コスト目標を設定した物質が 2 以上の場合に、2 つ以上の目標において回収コストが 2 倍以上となった場合
- ・コスト目標を設定した物質全ての市場価格の総計に対し、回収コストの総計が 2 倍以上となった場合

#### ④リサイクルにおける品質

蓄電池材料として再利用できない品質と判断される場合には 0 とし、再利用できる品質と判断される場合には 1 とする。

### (2) モータのインセンティブの計算方法

モータのインセンティブについては、以下の方法にて、計算を行うこととする。

(事業者が達成したシステム効率の達成度合い)

- × (事業者が達成した出力密度の達成度合い)
- × (事業者が達成した価格目標又はそれに類する目標の達成度合い)
- × インセンティブ (満額 (10%) 分) = インセンティブ (実際の支払い)

(事業者が達成したシステム効率の達成度合い) については、システム効率 85%以上を達成した場合には以下の式により計算し、85%未満の場合には 0 とする。

$$0.5 + 0.5 \times (\text{事業者が達成したモータシステム効率} - 85) / 5^{20}$$

(事業者が達成した出力密度の達成度合い) については、

- ・モータ単体の出力密度 8.0kW/kg
- ・モータシステムの出力密度 3.0kW/kg

のいずれかを達成した場合は 0.5、いずれも達成した場合には 1.0 とし、いずれも達成しなかった場合には 0 とする。

(事業者が達成した価格目標又はそれに類する目標の達成度合い) については、

(事業者が設定した価格目標又はそれに類する目標) / (事業者が達成した価格又はそれに類する指標)  
で計算することとする。

---

<sup>20</sup> 85%の効率を実現した場合、達成度は 0.5 となり、90%の効率を実現した場合に、達成度が 1 となる。

※蓄電池、モータともに、複数事業者の連携により研究開発に取り組む場合に、ある特定の事業者の担当する研究開発領域について、蓄電池やモータシステムの性能目標そのものではなく、その実現に資する別の目標を設定したときは、上記の蓄電池に関するインセンティブ計算の方法に準じ、目標ごとに達成評価を行い、それらに乗じる形でインセンティブの金額を算出する。

※蓄電池、モータともに、達成度が1を超える個別目標については、達成度を、1として計算する（過剰達成は計算に反映しない）ことを原則とするが、過剰達成することにより特に価値があるものと認められる個別目標については、応募時に申請をし、採択審査時に認められれば、過剰達成分をそのまま計算式の要素として用いることを認める。また、計算の結果、インセンティブの支払額の計算が、満額（10%）を超える場合には、満額の支払いとし、満額以上には支払わない。

#### （目標の困難性）

1. 高容量系電池の一例として期待される全固体電池については、界面形成（特に実用化に耐える規模の蓄電池に大型化した場合には困難性が一層増す）、均一な電極形成（塗工等）や電解質との積層、電極と電解質との接合のための加圧などの工程の高効率化などの本質的な課題があり、車両に搭載できる実用的な蓄電池のメドは立っていない状況。高入出力系蓄電池については、出力と容量のトレードオフの関係を克服する蓄電池系や材料の開発などの本質的な課題があり、目標とする水準の実現の目途は立っていない状況。

材料については、個別具体のプロジェクト毎の判断となるが、全固体電池用の材料については、上記のとおり、実用化のメドは立っておらず、また、資源リスクを低減する材料については、複数の候補が構想されているものの、いずれも性能や耐久性、安全性に課題がある。生産技術については、GHG 排出削減のためには、現在の確立されている生産技術とは異なる新規プロセスが必要であり、リスクが高い。

リサイクルについては、ニッケルやコバルトの回収率を上げようすると、品質が低下してしまうといった背反関係の克服や、軽金属であるリチウムを回収するための湿式プロセスを高効率・低コストで実施するためのプロセス開発といった課題があり、目標として定めた水準の回収率を低コストで実現することは極めて困難といえる。

2. モータシステムにおける近年の研究開発のトレンドとして、モータをより高速回転化して多段ギアで減速することで低回転領域での高トルク化を実現する方向で開発が進んでいる。しかし、ギアの多段化によるサイズ・重量の増大によりモータシステム全体としての出力密度向上は現在の技術水準では飽和しつつあり、またモータシステム効率にも課題がある。本プロジェクトでは、モータシステム効率と出力密度を同時に大



幅に向上させることを目標<sup>21</sup>として掲げており、従来の取組の延長性にはない抜本的な技術革新が不可欠である。

- アウトカム

今回開発に取り組む蓄電池・モータの実用化と普及により、期待される世界の CO<sub>2</sub>削減効果、予想される市場規模について、以下の前提に基づき機械的に算出した。

- CO<sub>2</sub>削減効果（ポテンシャル推計）

- 約 2.6 億トン/年（2040 年）

- 約 9.4 億トン/年（2050 年）

【算定の考え方】

今回開発に取り組む蓄電池・モータの実用化により、EV、PHEV の普及が加速し、IEA が示した 2℃未満シナリオ（B2DS）<sup>22</sup>に基づくペースで、EV、PHEV が普及すると仮定した。2040 年においては、EV、PHEV の普及台数の 30%、2050 年においては 50% が本プロジェクトの成果を活用した EV、PHEV である仮定し、これらすべてが ICE（Internal Combustion Engine）車からの代替とした場合の、CO<sub>2</sub>削減効果を試算した。

- ① EV、PHEV の普及台数<sup>22</sup>

- (2040 年) EV : 411 百万台、PHEV : 184 百万台

- (2050 年) EV : 911 百万台、PHEV : 342 百万台

- ② ICE 車のライフサイクル CO<sub>2</sub>排出量<sup>23</sup> : 34.3 t/台

- Well-to-tank<sup>24</sup> : 4.6 t/台

- Tank-to-wheel<sup>25</sup> : 23.7 t/台

- 車両製造 : 5.0 t/台

- 組立・廃棄・リサイクル : 1.0 t/台

- 蓄電池製造 : 0.0 t/台

---

<sup>21</sup> 中国自動車工業会が発表した「省エネルギー車と新エネルギー車の技術ロードマップ 2.0」では、モータ単体で 2030 年に 6.0 kW/kg、2035 年に 7.0 kW/kg を目指すという目標が掲げられているが、本事業では更に 8.0 kW/kg という野心的な目標を掲げることとしている。

<sup>22</sup> IEA: Energy Technology Perspectives 2017 (<https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2017>)

<sup>23</sup> IEA : Global EV Outlook 2020 (<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020>)

<sup>24</sup> 井戸から車のタンクまで、すなわち、燃料/電気の製造等のプロセスのこと

<sup>25</sup> 車のタンクから車輪まで、すなわち、自動車の走行時のこと

③ 事業成果が搭載された EV、PHEV のライフサイクル CO<sub>2</sub>排出量<sup>26</sup>

EV : 17.9 t /台

- Well-to-tank : 9.2 t/台
- Tank-to-wheel : 0.0 t/台
- 車両製造 : 4.4 t/台
- 組立・廃棄・リサイクル : 1.0 t/台
- 蓄電池製造 : 3.3 t/台

PHEV : 23.2 t /台

- Well-to-tank : 8.9 t/台
- Tank-to-wheel : 7.1 t/台
- 車両製造 : 5.4 t/台
- 組立・廃棄・リサイクル : 1.0 t/台
- 蓄電池製造 : 0.8 t/台

④ 事業成果が搭載された EV、PHEV の普及率

(2040 年) 普及台数の 30%

(2050 年) 普及台数の 50%

⑤ EV、PHEV の稼働年数 : 10 年

計算式 : ①×④× (②-③) /⑤

➤ 経済波及効果 (世界市場規模推計)

○EV・PHEV の市場規模

約 62 兆円 (2040 年)

約 182 兆円 (2050 年)

【算定の考え方】

IEA が示した 2℃未満シナリオ (B2DS) による EV、PHEV の普及台数に基づき、事業成果が搭載された EV、PHEV の 2040 年、2050 年の販売台数を上述の普及率を考慮して推計。

2040 年、2050 年における EV、PHEV の販売価格は 200 万円とした。

---

<sup>26</sup> IEA 「Global EV Outlook 2020」の試算を基に、本事業の効果 (エネルギー密度向上による蓄電池の軽量化、モータによる電費向上 15%) を考慮して算出。電力の CO<sub>2</sub>排出係数は、518g/kWh (2018 年世界平均値) を利用している。

### 3. 研究開発項目と社会実装に向けた支援等

- 【研究開発項目 1】高性能蓄電池・材料の研究開発

- 目標：2030 年に、車載用として求められる性能・サイズ等の水準のパックで、①体積エネルギー密度 700～800Wh/L 以上となる蓄電池（例えば全固体電池）、又は②出力密度が 2,000～2,500W/kg 以上、かつ、体積エネルギー密度が 200～300Wh/L 以上となる蓄電池の実現を見通せる技術やその実現に資する材料技術を開発する。また、コバルト、黒鉛等の特定国依存度の高い材料の使用量を著しく低減することを可能とする材料技術、材料製造時 GHG を大幅に低減<sup>27</sup>することを可能とする生産技術を開発する。

- 研究開発内容：

【（2/3→1/2 補助→1/3 補助）＋（企業の場合はインセンティブ 1/10）】

高性能蓄電池の実用化に向けた課題<sup>28</sup>に対応する技術として、例えば、全固体電池における固固界面形成の難しさを克服する技術（材料表面の加工や活物質－電解質の接着の維持など）や高効率生産技術、蓄電池構造（バイポーラ<sup>29</sup>など）、蓄電池の抵抗の低減と容量の維持を実現する蓄電池系の開発や、こうした蓄電池に関する材料開発<sup>30</sup>等により、高性能蓄電池の 2030 年頃の実用化を目指すとともに、蓄電池サプライチェーンのサステナビリティ向上のため、資源リスクの緩和や GHG 排出量の削減を目指す研究開発を実施する。目標達成に向けた技術的アプローチや開発対象が複数存在することから、複数事業の採択を想定し、事業期間中の絞り込みについては、技術的アプローチや社会実装のターゲットの違い等を勘案した上で、実施の可否を含めて後述するステージゲートのタイミングで判断することとする（技術的アプローチや社会実装ターゲットが大きく異なると認められる場合、絞り込みは行わない）。なお、LCA 及びサプライチェーンの安定性確保の観点からの事業リスク分析及びその対応策についても提案を必須とし、その対応の十分性については、採択審査時及びステージゲートにおいて確認することとする（採択段階では、研究が進展しなければ判明しないリスクも想定されることから、リスク分析及び対応策立案に関する今後の方針の提案でも可とする。研究段階が進むに

---

<sup>27</sup> 例えば、原材料由来 GHG や製造時の投入エネルギー量の削減により、当該事業者が開発に取り組む材料の製造時 GHG 排出量（エネルギー由来＋原材料由来、CO<sub>2</sub>換算値）を概ね 1 割以上削減することや、化石燃料を使用していたプロセスの電化を図ることなど。

<sup>28</sup> 省エネ型電子デバイス材料の評価技術の開発事業、電気自動車用革新型電池技術開発において、全固体電池や革新型電池の基盤的技術や業界共通の課題（材料評価系の確立等）については、委託事業として実施中。

<sup>29</sup> 集電体の両側に、異なる極（正極・負極）の材料を塗布した構造

<sup>30</sup> 例えば、以下のような取組を想定している。

(a)正極材：全固体電池に適用可能材料や生産技術の開発、コバルトフリー化にも対応した正極材の高効率生産プロセス、低炭素製造プロセス開発

(b)負極材：次世代負極（シリコン系、金属リチウムなど）の技術開発、低炭素製造プロセス開発

(c)全固体電解質：イオン伝導度の改善等の材料の高性能化、量産技術開発

(d)上記に付随して、活性の高い高性能正極・負極を液系電池でも適用可能とするような電解液等の開発、高性能正極・負極の導電性や耐久性の向上に向けた導電材・分散剤・バインダー等の開発

つれて、より具体的な分析及び対応策を要することとする。）。特に、カーボンフットプリントについては、ステージゲートにおいて定量的な分析及び今後の技術開発のポテンシャルを考慮した上でも競争性を持ち得ない水準の GHG 排出量となっていないかについて確認をすることとする。

#### （委託・補助の考え方）

- 高性能蓄電池は、実用化に向けた本質的な課題<sup>31</sup>があり、本格普及のメドが立っていないことから、事業開始段階～試験プラントの建設までの補助率は 2/3 とする。試験プラントの運転段階では、そのリスクに応じて、補助率を 1/2、1/3 と順次逡減させる。材料関連技術についても、実用化に遠い、野心的な事業を支援することから、事業開始段階～試験プラントの建設までの補助率は 2/3 とし、試験プラントの運転段階では、そのリスクに応じて、補助率を 1/2 から 1/3 に逡減させる。
  - 研究開発として取り組む内容に TRL の異なる、又は TRL 向上の経過が異なることが見込まれる技術が含まれる場合であって、採択審査時に、年度単位で同一の補助率を適用しないことが合理的と判断されたときは、個別の技術ごとに異なる補助率を適用することを可能とする。
- 【研究開発項目 2】蓄電池のリサイクル関連技術開発
    - 目標：概ね、市場価格（化合物・金属単体いずれかの価格）の 1 倍以下のコストで、蓄電池材料として再利用することを可能とする品質で、金属単体換算で、リチウム 70%以上、ニッケル 95%以上、コバルト 95%以上<sup>32</sup>を回収することを見据えることのできる技術の開発
    - 研究開発内容：

蓄電池のエコシステムにおける CO<sub>2</sub>削減、リサイクル関係の技術開発を行う。

【（2/3 補助→1/2 補助→1/3 補助）＋（企業の場合はインセンティブ 1/10）】

蓄電池に含まれるリチウムやニッケル、コバルトなどの金属を回収するには、湿式法や乾式法があるが、その工程で、例えば湿式法は、溶媒抽出を行うため薬剤などを多量に必要とする、蓄電池に再利用可能な品質での回収が困難、乾式法は、ニッケルやコバルトの回収率を上げようとすると、品質が低下してしまう背反関係がある、軽金属であるリチウムの回収は不可能といった課題がある。こうした課題を解決するため、湿式法・乾式法の改良（工程前の処理方法の改善や、湿式法・乾式法の組み合わせなども含む。）に関する研究開発・実証試験を実施する。目標達成に向けた技術的アプローチが複数存在することから、複数事業の採択を想定し、事業期間中の絞り込みについては、技術的アプローチや社会実装のターゲットの違い等を勘案した上で、実施の可否を含めて後述するステージゲートのタイミングで判断することとする（技術的アプローチや社会実装ターゲットが大きく異なると認められる場合、絞り込みは行わない）。なお、

<sup>31</sup> 例えば、全固体電池については、固固界面の安定的な形成や、実用化水準までの大型化、高効率生産、金属リチウム負極の適用など、高入出力系蓄電池については、蓄電池の抵抗の低減と容量の維持を実現する蓄電池系・材料の開発などが挙げられる。

<sup>32</sup> 回収率については、申請者がリサイクル事業として行う工程への投入物と回収物との比較において行うこととするが、回収物は蓄電池材料として使用できる金属単体又は化合物であることを要することとする。

LCA の観点からの事業リスク分析及びその対応策についても提案を必須とし、その対応の十分性については、採択審査時及びステージゲートにおいて確認することとする（採択段階では、研究が進展しなければ判明しないリスクも想定されることから、リスク分析及び対応策立案に関する今後の方針の提案でも可とする。研究段階が進むにつれて、より具体的な分析及び対応策を要することとする。）。特に、カーボンフットプリントについては、ステージゲートにおいて定量的な分析及び今後の技術開発のポテンシャルを考慮した上でも競争性を持ち得ない水準の GHG 排出量となっていないかについて確認することとする。

（委託・補助の考え方）

- 野心的な目標を掲げ、処理プロセスを大幅にイノベーションする事業を支援することから、試験プラントの建設までは補助率 2/3、試験プラントの運転段階では、そのリスクに応じて、補助率を 1/2、1/3 と順次逡減させる。
  - 研究開発として取り組む内容に TRL の異なる、又は TRL 向上の経過が異なることが見込まれる技術が含まれる場合であって、採択審査時に、年度単位で同一の補助率を適用しないことが合理的と判断されたときは、個別の技術ごとに異なる補助率を適用することを可能とする。
- 【研究開発項目 3】モビリティ向けモータシステムの高効率化・高出力密度化技術開発
    - 目標：モータシステム効率<sup>33</sup>として 85%の実現を目指すと同時に、モータ単体<sup>34</sup>で 8.0kW/kg、モータシステム<sup>35</sup>として 3.0kW/kg の出力密度を目指す<sup>36</sup>。
    - 研究開発内容：  
【（（委託→）2/3 補助→1/2 補助→1/3 補助）+（企業の場合はインセンティブ 1/10）】

モータシステムは主にモータ・ギア・インバータで構成され、モータは主にコイル・磁石・電磁鋼板を主要部材とする機構として構成される。本事業では、これらをシステムと捉えて実施する研究開発を支援する。

モータは、既に単体としては、最高効率が限界近くまで向上しているため、システムとしての効率性を向上させるためには、①様々な負荷状況でも効率を向上させる、②ギアやインバータにおける損失を低減させる、といった観点が重要となる。一方、こうした観点でモータシステムを設計しようとすると、モータの材料（磁石や電磁鋼板等）やモータの構造、冷却方法、ギアやインバータの構造等から見直す必要があり、これらの多岐に渡る技術変数を踏まえて、量産性やコスト面まで含めた最適な組合せを探索し実現する取組を支援する。目標達成に向けた技術的アプ

<sup>33</sup> モータ・ギア・インバータに加え、冷却による損失も加味した効率

<sup>34</sup> コイル・ステータコア・ロータに加え、ハウジング、ベアリング、シャフト等、駆動のために必要な構造物を含む。

<sup>35</sup> モータ・ギア・インバータの組み合わせ。

<sup>36</sup> 複数事業者の連携により研究開発に取り組む場合であって、全体としては、上記のモータシステムの目標を目指す、ある特定の事業者の担当する研究開発領域については、上記のモータシステムの性能目標そのものではなく、その実現に資する別の目標を設定することが適当と考えられるときは、事業者自らが申請の際に適切な目標を設定することとする。

ローチが複数存在することから、複数事業の採択を想定し、事業期間中の絞り込みについては、技術的アプローチや社会実装のターゲットの違い等を勘案した上で、実施の可否を含めて後述するステージゲートのタイミングで判断することとする（技術的アプローチや社会実装ターゲットが著しく異なると認められる場合、絞り込みは行わない）。

なお、開発するモータシステムについてレアメタル・レアアースの使用量低減の戦略についても示すことを要する。また、技術の有用性は LCA の観点からも判断されるため、LCA も事業期間内に検証することを要する。

#### （委託・補助の考え方）

- モータシステムのシステム効率と出力密度向上の同時達成を目指す技術開発は、モビリティ電動化の拡大には不可欠な取組であるが、既存技術を刷新する前例のない野心的な取組であり技術的ハードルとリスクは高いことから、事業開始段階～試験プラントの建設までの補助率は 2/3 とする。試験プラントの運転段階では、そのリスクに応じて、補助率を 1/2、1/3 と順次遞減させる。
  - なお、現時点では TRL が低い材料技術（概ね TRL3 以下）については、①当該材料技術の革新をモータシステム開発と一体的に行うことが社会実装に向けて特に有効であり、②10 年間の開発期間中にモータシステムの実用化に向けた技術進展と歩調を合わせる形で TRL の十分な向上が見込まれる場合には、本基金事業の対象とする。また、概ね TRL4 に到るまでの期間については、委託事業とし、TRL4 を超えた適切なタイミングで補助事業に移行するものとする。
  - 研究開発として取り組む内容に TRL の異なる、又は TRL 向上の経過が異なることが見込まれる技術が含まれる場合であって、採択審査時に、年度単位で同一の補助率を適用しないことが合理的と判断されたときは、個別の技術ごとに異なる補助率を適用することを可能とする。
- 社会実装に向けた支援等  
グリーン成長戦略に記載のとおり、自動車の電動化に向けた政策を進めるとともに、サプライチェーン強靱化の観点から、電動パワートレイン関係の国内立地を図る。また、蓄電池ライフサイクルでの CO<sub>2</sub>排出見える化や、材料の倫理的調達担保、リユース・リサイクルの促進等について、制度的枠組みを含め、その在り方の検討を進めていく。

## 4. 実施スケジュール

### ● プロジェクト期間

#### ➤ 【研究開発項目 1】高性能蓄電池・材料の研究開発

ラボ・スケールで実験的に検証した蓄電池性能が、量産スケールで試作した蓄電池で再現出来ず、開発の手戻りが多いため、実装スピードが上がらないことが課題。このため、試験プラントで生産実証を行うことを主眼とし、2030 年頃の本格的な量産開始にこぎ着けることを目標に、遅くとも 2029 年度内には本事業を終了し、企業における製品開発フェーズに移行する。このため、遅くとも 2025 年頃までには、試験プラントの建設に着手し、2020 年代後半は、蓄電池の試作・性能評価と工程へのフィードバックにあてることを想定する。2030 年度以降は民間企業に取り組みを移行、蓄電池製造、搭載車両の販売につなげていく。

材料に関する研究開発については、2030 年以降に実用化される技術についても、取り組む必要があることから、2021 年度から 2030 年度の最大 10 年間を研究開発期間とすることを可能とする。なお、技術の不確実性を考慮して要素技術開発と低炭素化社会実現への寄与を検証する期間を最初に設定し、開発内容の妥当性を判断してから試験プラントの建設に進むことを想定する。なお、蓄電池としての評価が重要であることから、2020 年代後半には、蓄電池に組み上げた上での評価も行うことを想定する。

#### ➤ 【研究開発項目 2】蓄電池のリサイクル関連技術開発

使用済みリチウムイオン電池の処理は確実に必要となるが、使用済み蓄電池が多量に発生するのは蓄電池の普及から遅れて到来する。一方で蓄電池が有機物や無機物、固体から液体、軽元素から重金属まで含有する構成のためリチウムイオン電池のリサイクルは技術的困難性が高い。技術開発を確実に実施するための十分な時間を確保する観点から 2021 年度から 2030 年度の最大 10 年間を想定する。リサイクルであっても経済性は求められるため、回収率のみならず、低コスト性も両立できるかについて、パイロットラインの設置前に、開発内容の妥当性を判断してから、パイロットラインでの検証、の流れで取り組みを進める。

例えば、2020 年代前半までに低コスト回収技術の基礎的な開発を終了し、併行して実施する LCA 評価手法を適用して有用性を判定して継続可否を判断、2020 年代中盤に技術の高度化実証開発をおこない処理技術の基本の確立、2020 年代後半には、パイロットラインの設置と検証を行うことを想定する。その後民間企業へ取り組みを移行して使用済み蓄電池のリサイクルによる循環社会を実現する。

#### ➤ 【研究開発項目 3】モビリティ向けモータシステムの高効率化・高出力密度化技術開発

モビリティの電動化に向けて、モータシステム開発は常に取り組む必要があることから、事業期間は、2021 年度から 2030 年度の最大 10 年間を研究開発期間とすることを可能とす

るが、事業終了後早期に社会実装することを見据え、例えば、革新材料およびモータシステムについて、基本設計や要素技術評価・開発は、2020 年代半ばまでには完了し、システムとしての機能性等の試作開発を 2027 年度頃までには終了、その成果を踏まえて、2030 年までに生産技術確立を図るなど、実現に向けたマイルストーンを適切に設定することを要する。なお、技術の不確実性を考慮して要素技術開発段階において、低炭素化社会実現への寄与を検証することを要する。

- キーマイルストーン・ステージゲート設定

研究開発目標の達成には、様々なアプローチが考えられることから、具体的な達成方法・スケジュールは提案者の創意工夫に委ねることを原則とするが、以下の通り、事業化段階の切れ目において、キーマイルストーン及びステージゲートを設定し、事業の進捗を見て、継続可否を判断する。いずれのタイミングにおいても、原則追加公募は想定していないが、その必要性が確認された場合には追加公募を行う。

- 【研究開発項目 1】高性能蓄電池・材料の研究開発

高性能蓄電池の開発

- ◇ 蓄電池設計・プロセス検討フェーズ（2024 年度中に事業継続判断）
- ◇ 中規模生産ラインの設置、検証フェーズ
- ◇ 量産化・コスト低減に向けた生産技術開発フェーズ（2027 年度末に事業継続判断）
- ◇ 量産化・コスト低減に向けた実証フェーズ

高性能蓄電池材料の研究開発

- ◇ 要素技術開発と材料ポテンシャルの検証フェーズ（2023 年度末に事業継続判断）
- ◇ 小規模生産ラインでの材料特性、生産プロセス検討フェーズ（2025 年度中に事業継続判断）
- ◇ 中規模生産ラインの設置、検証フェーズ
- ◇ 量産化・コスト低減に向けた生産技術開発フェーズ（2028 年度末に事業継続判断）
- ◇ 量産化・コスト低減に向けた実証フェーズ

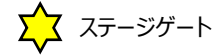
- 【研究開発項目 2】蓄電池のリユース・リサイクル関連技術開発

- ◇ 回収技術や評価手法の基本技術開発フェーズ（2023 年度末に事業継続判断）
- ◇ 回収技術の高度化実証開発フェーズ（2026 年度末に事業継続判断）
- ◇ 中規模処理ラインの設置、検証フェーズ
- ◇ 処理量拡大・コスト低減に向けた処理技術開発フェーズ（2029 年度末に事業継続判断）
- ◇ 多量処理・コスト低減に向けた実証フェーズ



- 【研究開発項目 3】モビリティ向けモータシステムの高効率化・高出力密度化技術開発
  - ◇ 革新材料検討評価・要素技術開発及びシステム基本設計検証・要素技術開発フェーズ（2024 年度末に事業継続判断）
  - ◇ 革新材料試作開発及びシステム試作開発検証フェーズ（2027 年度中に事業継続判断）
  - ◇ 量産化・コスト低減に向けた生産技術開発・実証フェーズ

表 1 : プロジェクト・社会実装の想定スケジュール



|                                       | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 【研究開発項目1】高性能蓄電池・材料の研究開発               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 高性能蓄電池の開発                             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 高性能蓄電池材料の開発                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 【研究開発項目2】蓄電池のリサイクル関連技術開発              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| リサイクル関連技術開発                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 【研究開発項目3】モビリティ向けモータシステムの高効率化・高出力化技術開発 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| モータシステム                               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

※TRLは低いものの、モータ開発と一体的に取組を進めることが特に有効であり、かつ、10年間の開発でTRLの十分な向上が見込まれる材料技術については、委託事業として開始（途中で助成事業に移行）することを可とする。

表2：社会実装スケジュール

⑤自動車・蓄電池産業の  
成長戦略「工程表」

●導入フェーズ： 1. 開発フェーズ 2. 実証フェーズ 3. 導入拡大・コスト低減フェーズ 4. 自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法： ①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

|                                   | 2021年                                     | 2022年 | 2023年 | 2024年 | 2025年                     | ～2030年 | ～2040年                                                                                   | ～2050年 |
|-----------------------------------|-------------------------------------------|-------|-------|-------|---------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 電動化の推進・車の使い方の変革                   | 電動車・インフラの導入拡大                             |       |       |       |                           |        | <b>2050年のモビリティ社会の理想像</b><br>例：移動の安全性・利便性の飛躍的向上、移動時間の活用革新、「動く蓄電池」の社会実装、モビリティの新たな付加価値の提供 等 |        |
|                                   | エネルギー政策と両輪での政策推進                          |       |       |       |                           |        |                                                                                          |        |
|                                   | 蓄電池・燃料電池・モータ等の電動車関連技術・サプライチェーン・バリューチェーン強化 |       |       |       |                           |        |                                                                                          |        |
|                                   | 車の使い方の変革                                  |       |       |       |                           |        |                                                                                          |        |
|                                   | 電動車の普及に向けたアジア等との連携                        |       |       |       |                           |        |                                                                                          |        |
|                                   | 電動車の災害時対応                                 |       |       |       |                           |        |                                                                                          |        |
| 燃料のカーボンニュートラル化<br>(合成燃料(e-fuel)等) | 合成燃料の製造技術の開発                              |       |       |       | 大規模製造の実証                  |        | 導入拡大・コスト低減                                                                               | 自立商用化  |
|                                   | 合成燃料の革新的製造技術の開発                           |       |       |       |                           |        |                                                                                          |        |
| 蓄電池                               | 蓄電池のスケール化を通じた低価格化                         |       |       |       | 新たなエネルギー基盤としての蓄電池産業の競争力強化 |        | 車載用、定置用など、様々な種類の蓄電池を電力グリッドに接続し、調整力として活用                                                  |        |
|                                   | 鉱物資源の確保                                   |       |       |       |                           |        |                                                                                          |        |
|                                   | 研究開発・技術実証                                 |       |       |       |                           |        |                                                                                          |        |
|                                   | 蓄電池のリユース・リサイクルの促進                         |       |       |       |                           |        |                                                                                          |        |
|                                   | ルール整備・標準化                                 |       |       |       |                           |        |                                                                                          |        |

## 5. 予算

（分野別ワーキンググループでの審議結果を踏まえ、研究開発項目及び研究開発内容等を必要に応じて修正した後、今後の分野別ワーキンググループにおいて、各項目の予算額と予算根拠を提示予定）

（参考）改訂履歴

・2021 年〇月 制定