

平成 27 年度科学技術重要施策アクションプラン(AP) 個別施策記入様式

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|-------------------------------|----------|-------------------|----------------------------------|-------------|-----|--|--|--|
| 提出日 | 平成 26 年 7 月 17 日 | | | 府省庁名 | 経済産業省 | | | | | |
| (更新日) | (平成 27 年 4 月 3 日) | | | 部局課室名 | ①: 製造産業局化学課 ②: 商務情報政策局情報通信機器課 | | | | | |
| 第 2 章 第 1 節 | 重点的課題 | 新規技術によるエネルギー利用効率の向上と消費の削減(消費) | | | | | | | | |
| | 重点的取組 | (6) 需要側におけるエネルギー利用技術の高度化 | | | | | | | | |
| 第 2 章 第 2 節 | 分野横断技術 | — | | | | | | | | |
| | コア技術 | — | | | | | | | | |
| H27AP 施策番号 | 工・経 13 | | | H26 施策番号 | 工・経 22 | | | | | |
| H27AP 提案施策名 (H26AP 施策名) | 革新的印刷技術による省エネ型電子デバイス製造プロセス開発 (H26AP 施策名: 同上) | | | | | | | | | |
| AP 施策の新規・継続 | 継続 | | 各省施策実施期間 | H22 年度(補正)～H30 年度 | | | | | | |
| 研究開発課題の公募の有無 | なし | | 実施主体 | 新エネルギー・産業技術総合開発機構 | | | | | | |
| 各省施策実施期間中の 総事業費(概算) | 数十億円 | H27 年度 概算要求時予算 | 830 | うち、 特別会計 | 830 | うち、 独法予算 | 830 | | | |
| ※予算の単位は すべて百万円 | | H27 年度 政府予算案 | 830 | うち、 特別会計 | 830 | うち、 独法予算 | 830 | | | |
| | | H26 年度 施策予算 | 888 | うち、 特別会計 | 888 | うち、 独法予算 | 888 | | | |

1. AP 施策内の個別施策(府省連携等複数の施策から構成される場合)

| 個別施策名 | 概要及び最終的な到達目標・時期 | 担当府省/ 実施主体 | 実施期間 | H27 予算 (H26 予算) | 総事業費 | H26 行政事業レビュ一事業番号 |
|-----------------------------------|--|-----------------------------|---------------------------|--------------------|------|------------------|
| 1 革新的印刷技術による省エネ型電子デバイス製造プロセス開発 | 印刷技術を駆使して、薄型・軽量・柔軟・耐衝撃性・大面積などの特徴を有したエレクトロニクス素子・回路の製造プロセスを確立する。 | 経済産業省/ 新エネルギー・産業技術総合開発機構 | H22 年度 (補正) ～H30 年度 | 830 (888) | 調整中 | 新 26-0046 |

2. AP 連携施策等、提案施策に関連する他の施策・事業

| 施策番号 | 関連施策・事業名 | 担当府省 | 実施期間 | H27 予算 |
|------|----------|------|------|--------|
| | | | | |

3. 科学技術イノベーション総合戦略 2014 との関係

| | |
|--|--|
| 第 2 章及び工程表における記述 | ①本文 第 2 章 第 1 節 18 ページ 11 行目 …工場・プラント等生産プロセスにおけるエネルギー利用効率向上に係る技術開発も推進する。… ②工程表 23 ページ 需要側におけるエネルギー利用技術の高度化<省エネプロセス技術> エレクトロニクス製造プロセスの省エネ化技術の開発 |
| SIP 施策との関係 | — |
| 第 2 章第 2 節(分野横断技術)への提案の場合、貢献する政策課題(第 2 章第 1 節) | — |
| 第 2 章第 3 節との関係 | — |
| 第 3 章の反映 (施策推進における工夫点) | イノベーションシステムを駆動する ①組織の「強み」や地域の特性を生かしたイノベーションハブの形成 具体的には、企業、公的研究機関が参画して技術研究組合を設立し、それぞれが得意とする技術を密接に連携して研究開発を推進している。 |

4. 提案施策の実施内容（バックキャストによるありたい社会の姿までの取組）【本項目は1ページ以内に収めること】

| | |
|-------------------------------|--|
| ありたい社会の姿 (背景、アウトカム、課題) | <p>半導体やディスプレイは今後も大きな需要拡大が見込まれることから、生産によるエネルギー消費も急速に増加すると予想され、また、ディスプレイ分野では電子ペーパーや超大型表示装置など有望な新製品の開発が期待されるが、そのためには高効率な生産プロセスを開発することが必要であり、これらは低炭素社会を実現するために急務となっている。</p> <p>本施策では、従来の電子回路製造プロセスに比べ大幅な工程削減・エネルギー消費削減が可能な印刷技術を駆使して、薄型・軽量・柔軟・耐衝撃性・大面積などの特徴を有したエレクトロニクス素子・回路の製造プロセスを確立するとともに、その素子・回路を利用した省エネ型電子デバイスの製造プロセスの確立を目指す。具体的には、電子ペーパーやウェアラブル端末などのデバイスをターゲットとする。</p> <p>この省エネ型デバイスの普及による使用時のエネルギー消費量の削減、製造プロセスの工程数の大幅な減少による省エネ化等を合わせることにより、CO₂排出量削減が可能となり、気候変動問題の解決に貢献。</p> |
| 施策の概要 | <p>印刷技術によるエレクトロニクス素子・回路の製造プロセスを開発するため、低温焼成インクの開発、高精度貼り合わせ技術の開発、電子ペーパー等の省エネ型デバイスの製品化技術を開発する。</p> <p>具体的には、(1) 半導体素子・配線用低温焼結部材の開発、(2) 印刷・乾燥プロセスの高度制御技術の開発、(3) 大面積の薄膜トランジスタ(TFT)の開発、(4) 一貫製造ラインによる高生産性シートデバイス連続製造技術の開発、(5) 新規デバイス構造の性能評価を行う。</p> |
| 最終目標 (アウトプット) | <p>TFTアレイの連続製造技術として、以下の要素技術を確立し、一貫製造ラインに適合させて、プロセスを仕上げる。(H23-H27)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特性ばらつき抑制 (H25中間: $\sigma < 20\%$、H27最終: $\sigma < 10\%$) : 表示素子として従来製品同等の階調性を実現する為の目標値。 ・位置合わせ精度向上 (H25中間: 精度$\leq 20\mu\text{m}$、H27最終: 精度$\leq 10\mu\text{m}$) : 表示素子として従来製品同等の高精細を実現する為の目標値。 ・印刷速度向上 (H25中間: 目標設定なし、H27最終: タクト$\leq 90\text{秒}/\text{m}^2$) : 従来技術である蒸着型プロセスを用いる液晶ディスプレイ生産速度と同等以上の能力を実現する為の目標値。 <p>さらに、仕上げた連続製造プロセスを用いて作製した印刷TFTアレイとシステム融合化による新規の省エネ型フレキシブルデバイスの開発を行う。(H28-H30)</p> |
| ありたい社会の姿に 向け 取組むべき事項 | <p>実用化に必須の課題は、①印刷や熱処理工程の短タクト化、②トランジスタ特性の均一性の確保である。①短タクト化に関しては、高速連続印刷技術が必要不可欠であり、②均一性の確保については、工程中に変形しやすいプラスチック基板(フィルム)上の位置合わせ技術と使用材料の乾燥温度の低温化技術が必要不可欠である。</p> <p>①短タクト化については高速印刷装置(フレキソ、インクジェットなど)の導入と連続印刷可能な版の材質やインク材料の溶剤選定等で対応している。②均一性の確保については配線印刷部分に改質を施すことによる高精度の配線印刷技術、基板面上の歪みに沿って位置を補正しながら印刷する装置、プラズマ照射によって低温・短時間でインクを焼結させる技術の開発等で対応している。</p> <p>また、実用化を図る上で知財戦略は重要な課題と認識しており、引き続き、実施者と共に検討していく。</p> |
| 国費投入の必要性、 事業推進の工夫(効率性・有効性) | <p>本技術は、材料メーカーからセットメーカー、装置メーカーそれぞれの技術融合によって達成できるものであり、開発リスクが高く、研究開発費用も高い。また、本技術により、エレクトロニクス分野において韓国企業等に差をつけられつつある現在の構図を一気に逆転する可能性があり、産業競争力強化のため、我が国の技術を結集させ、国のイニシアティブの下で実施する必要がある。</p> <p>プロジェクトの内、共通基盤部分(各種デバイスの基板を作る部分)については、製品コストと品質の両立の実現の為に設定した特性ばらつき抑制・位置合わせ制度・印刷速度に関する数値目標の実現は、極めて技術的難易度が高く、民間企業のみで開発を行うにはリスクが高い。一方で、省エネ生産プロセスの確立や省エネデバイスの普及によるCO₂排出削減は喫緊の社会的要請であり、国の委託事業として実施する必要がある。当該部分は技術研究組合に委託している。また、アプリケーション部分(出口に近い部分)については、各社固有事業に比較的近いため、補助事業として支援している。研究成果を活用した印刷エレクトロニクス技術・製品の事業化の推進・普及については民間企業が行う。</p> |

| | |
|----------------------------|--|
| 実施体制 | <p>実施機関：新エネルギー・産業技術総合開発機構 委託：次世代プリンテッドエレクトロニクス技術研究組合 補助（2/3）：（株）リコー、凸版印刷（株）、大日本印刷（株）</p> <p>材料メーカー、印刷業、デバイスメーカー、大学、公的研究機関の参加により、民間のみの取組では困難な部材、プロセス、デバイス化技術を水平・垂直統合した集中研を設置し、プリンテッドエレクトロニクス共通基盤技術を確立する。</p> <p>集中研における基盤技術開発は委託とする一方で、民間企業による応用・実用化技術開発については補助率2/3とすることにより、製品化を見据えた効率的な研究開発を実施する。</p> <p>なお、NEDOにおいて定期的に研究開発の進捗状況を確認するなど、効率的な推進に向けた適切な体制が取られている。</p> |
| 府省連携等 | <p>本事業は、出口（適用先）を見据えて、材料メーカーを所管する製造産業局化学課と、ユーザーとなるデバイスメーカーを所管する商務情報政策局情報通信機器課とが連携して推進している。</p> <p>また、文科省が実施しているJST ERATOプログラムの「染谷生体調和エレクトロニクスプロジェクト」と、事業化段階における相互の成果活用を見据えて、当該事業の関係者間で進捗に関する情報交換を行う事により、連携を図っていく。</p> |
| H26AP 助言内容及び対応 (対象施策のみ) | |

5. 過去2年間の検証可能な達成目標、取組及び成果

| 時期 | 目標 (検証可能で定量的な目標) | 成果と要因分析 |
|-----------------------|---|--|
| H25 年度末 (H25 対象施策) | 要素技術の統合による連続製造試作ラインの立上げ | 【達成】これまで開発してきた要素技術の統合を進め、連続製造試作ラインを構築。最大の課題である高速連続印刷のため、低タクト印刷技術開発、乾燥・焼成工程の低温プロセス化開発、大面積均質化印刷技術の開発、印刷 TFT アレイの高動作速度化技術の開発を行い、プロジェクト早期実用化の道筋を示した。 |
| | 特性バラツキ低減 A4TFTアレイ ばらつき $\sigma < 10\%$ 位置合わせ精度向上 層間アライメント精度 $\leq 10\mu\text{m}$ | 【達成】版形成等の印刷技術の高度化を行い、最終目標を達成し、均質化印刷技術を開発した。 |
| | 印刷速度向上 精度 $\leq 20\mu\text{m}$ 、150°C以下の印刷 ¹ $\pm 1\mu\text{m}$ で動作周波数 0.3MHz | 【達成】低温用材料開発と位置補正技術確立により低タクト化印刷を検討し、低温プロセス (150°C以下) を確立した。 |
| H26 年度末 (H26 対象施策) | 印刷個別要素技術を標準製造ラインへ整合し高度化 | 【達成】アライメント処理・平坦化処理等個別開発した要素技術を標準製造ラインに適用し、標準製造ラインの高度化を図った。 |
| | デバイス試作評価による実用化課題の抽出 | 【達成】電子ペーパー・圧力センサ向け TFT を試作し、各デバイスの動作を確認。実用化のための課題を抽出した。 |
| | | 【達成・未達成】 |

6. 今後3年間の検証可能な達成目標及び取組予定

| 時期 | 目標 (検証可能で定量的な目標) | 達成に向けた取組予定 |
|-------------------------------|---|---|
| H27 年度末 | 1 要素技術の集積による連続印刷プロセス開発 (生産 $\pm 1\text{ト}\leq 90\text{秒}/\text{m}^2$) | 高度化した標準製造ラインで条件最適化により、さらなる低温化 (120°C以下) を検討し、低タクト化 (高速化) を成す。 また、小型連続印刷装置による製造実証を行う。 |
| | 2 高性能フレキシブルデバイスの製造実証 | デバイス実用化検討による製造実証を行う。 |
| | 3 | |
| H28 年度末 | 1 省エネ型新規フレキシブルデバイスの開発 | デバイス製造実証の成果に基づき、様々なデバイスマーカーと共同して新規用途開拓を加速し、新たな省エネ型デバイスを検討する。 |
| | 2 | |
| | 3 | |
| H29 年度末 | 1 省エネ型新規フレキシブルデバイスの開発 | デバイス試作による実用化課題を抽出し、課題解決策を検討する。 得られた新規デバイスは製造実証まで行う。 |
| | 2 | |
| | 3 | |
| 【参考】関係する計画、通知等 | | 【参考】添付資料 |
| ・第4期科学技術基本計画（平成23年8月19日、閣議決定） | | ① 工・経13-1_【PR資料】革新的印刷技術による省エネ型電子デバイス製造プロセス開発 |

平成 27 年度科学技術重要施策アクションプラン(AP) 個別施策記入様式

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|-------------------------------|----------|-------------------|----------|---------|-----|--|--|--|
| 提出日 | 平成 26 年 7 月 17 日 | | | 府省庁名 | 経済産業省 | | | | | |
| (更新日) | (平成 27 年 4 月 3 日) | | | 部局課室名 | 製造産業局化学課 | | | | | |
| 第 2 章 第 1 節 | 重点的課題 | 新規技術によるエネルギー利用効率の向上と消費の削減(消費) | | | | | | | | |
| | 重点的取組 | (6) 需要側におけるエネルギー利用技術の高度化 | | | | | | | | |
| 第 2 章 第 2 節 | 分野横断技術 | — | | | | | | | | |
| | コア技術 | — | | | | | | | | |
| H27AP 施策番号 | 工・経 14 | | | H26 施策番号 | — | | | | | |
| H27AP 提案施策名 (H26AP 施策名) | 微生物触媒による創電型廃水処理基盤技術開発 (H26AP 施策名: —) | | | | | | | | | |
| AP 施策の新規・継続 | 新規 | | 各省施策実施期間 | H24 年度～H27 年度 | | | | | | |
| 研究開発課題の公募の有無 | なし | | 実施主体 | 新エネルギー・産業技術総合開発機構 | | | | | | |
| 各省施策実施期間中の総事業費(概算) | 数十億円 | H27 年度 概算要求時予算 | 200 | うち、特別会計 | 200 | うち、独法予算 | 200 | | | |
| ※予算の単位はすべて百万円 | | H27 年度 政府予算案 | 200 | うち、特別会計 | 200 | うち、独法予算 | 200 | | | |
| | | H26 年度 施策予算 | 200 | うち、特別会計 | 200 | うち、独法予算 | 200 | | | |

1. AP 施策内の個別施策(府省連携等複数の施策から構成される場合)

| 個別施策名 | 概要及び最終的な到達目標・時期 | 担当府省/実施主体 | 実施期間 | H27 予算 (H26 予算) | 総事業費 | H26 行政事業レビュー事業番号 |
|-------------------------|--|-----------------------------|---------------|--------------------|------|------------------|
| 1 微生物触媒による創電型廃水処理基盤技術開発 | 化学プラント等の廃水処理工程の省エネ化が見込まれる微生物燃料電池について小型実証装置を製作し、これにより H27 年度末までに廃水処理能力が現行の活性汚泥処理法と同等以上で、かつエネルギー削減率 80% 以上の性能が発揮できることを確認する | 経済産業省/ 新エネルギー・産業技術総合開発機構 | H24 年度～H27 年度 | 200 (200) | 調整中 | 0477 |

2. AP 連携施策等、提案施策に関する他の施策・事業

| 施策番号 | 関連施策・事業名 | 担当府省 | 実施期間 | H27 予算 |
|------|----------|------|------|--------|
| — | — | — | — | — |

3. 科学技術イノベーション総合戦略 2014 との関係

| | |
|------------------|---|
| 第 2 章及び工程表における記述 | ①本文 第 2 章 第 1 節 18 ページ 11 行目 …工場・プラント等生産プロセスにおけるエネルギー利用効率向上に係る技術開発も推進する。… ②工程表 23 ページ 需要側におけるエネルギー利用技術の高度化<省エネプロセス技術> 化学品製造プロセスの省エネ化技術の開発 |
| SIP 施策との関係 | — |

| | |
|--|--|
| 第2章第2節(分野横断技術)への提案の場合、貢献する政策課題(第2章第1節) | — |
| 第2章第3節との関係 | — |
| 第3章の反映 (施策推進における工夫点) | <p>イノベーションシステムを駆動する</p> <p>①組織の「強み」や地域の特性を生かしたイノベーションハブの形成</p> <p>具体的には、企業、大学が参画し、それぞれが得意とする技術を密接に連携して研究開発を推進している。</p> |

4. 提案施策の実施内容（バックキャストによるありたい社会の姿までの取組）【本項目は1ページ以内に収めること】

| | |
|-------------------------------|---|
| ありたい社会の姿 (背景、アウトカム、課題) | <p>石油化学プラントには、ナフサ分解・ガス分留・蒸留や産業廃水の処理等のプロセスがあり、多大なエネルギーを消費しているとともに、産業廃水の処理後に残存する大量の汚泥処理にも多大なエネルギーが消費されており、大量のCO₂発生源となっている。例えば、現在の廃水処理には、活性汚泥処理法という微生物処理法が広く用いられているが、曝気（廃水に酸素を供給すること）に多大なエネルギーを消費し、また電力供給が止まると処理ができなくなるという問題を抱えている。一方、21世紀になって有機物を分解して電気を発生させる微生物（発電菌）が発見され、このような微生物を用いた微生物燃料電池が考案された。</p> <p>本施策では、廃水中の有機物を微生物が分解する際に発生する電気エネルギーを効率よく取り出し、この電気エネルギーを廃水処理システム自体の運転電力等へ活用するとともに、汚泥の大幅削減が図れる微生物燃料電池の実用化に必要な基盤技術を開発する。</p> <p>創電型廃水処理技術（微生物燃料電池）が国内の工場廃水処理の10%に採用されることにより、CO₂排出量の削減が可能となり、気候変動問題の解決に貢献。</p> |
| 施策の概要 | <p>微生物燃料電池の小型実証装置（1立方メートル程度）を用いた実証試験を行い、安定した廃水処理、省エネルギーのための最適な運転技術を確立する。具体的には、下記①～⑥の課題について研究開発を実施する。</p> <p>①触媒の開発 微生物燃料電池のカソード（陽極）に適した安価な酸素還元触媒の開発、及び微生物アノード（陰極）の電気化学的解析を行う。</p> <p>②カソードの開発 安価な電極基板材料を開発しベンチスケールの微生物燃料電池のカソード用空気拡散電極に適用する。</p> <p>③アノードの開発 微生物親和性が高く安価な電極基板材料を開発し、ベンチスケールの微生物燃料電池のアノードに適用する。</p> <p>④微生物制御技術の開発 電流生成微生物の代謝経路の網羅的解析を行って、廃水に適合した発電微生物集団を迅速に形成させる技術、及び微生物集団を安定に機能させるための技術を開発する。</p> <p>⑤効率化システムの開発 廃水処理前後工程を考慮した効率化システムの開発を行う。</p> <p>⑥実証試験 ①～⑤で開発した小型実証装置を用い、安定した廃水処理、省エネルギー化を実証するとともに、省エネルギーのための最適な運転技術を確立する。</p> <p>一方、諸外国の開発状況は、例えば、中国では清華大学を中心とした研究チームが、実証装置（1000L規模）を年内に稼働させる予定。米国ではペンシルベニア州立大学が250L規模の装置を開発した。（実用化まで至った技術は現状無い）</p> |
| 最終目標 (アウトプット) | 小型実証装置（1立方メートル程度）により、廃水処理能力が現行の活性汚泥法と同等以上で、かつエネルギー削減率80%以上を目標とする。 |
| ありたい社会の姿に 向け 取組むべき事項 | 実用化を図るために省エネルギー性能のみならず処理コストについても重要視する必要があるため、廃水処理コストを現行の活性汚泥処理法と同等以下にする必要がある。この課題を解決するために、低コスト電極製造技術の開発に力を入れていく。 また、実用化を図る上で知財戦略は重要な課題と認識しており、引き続き、実施者と共に検討していく。 |
| 国費投入の必要性、 事業推進の工夫（効率性・有効性） | 本技術は、技術的なハードルが高く、開発費用が大きいこと等から重要性は認識されつつも、民間のみでは取り組みにくい分野であるため、国が主導して実施する必要がある。 |
| 実施体制 | 実施機関：新エネルギー・産業技術総合開発機構【プロジェクト管理】 委託：東京大学（再委託：神戸大学）、東京薬科大学、積水化学株式会社、パナソニック株式会社【プロジェクト実施】 ※プロジェクトリーダー：東京大学 橋本和仁教授 なお、NEDOにおいて定期的に研究開発の進捗状況を確認するなど、効率的な推進に向けた適切な体制をとっている。 |
| 府省連携等 | 本技術（産廃汚泥の大幅な削減等）の将来的な展開先として想定されている下水処理場への導入について、国土交通省と情報交換等の連携を図る。 |
| H26AP 助言内容及び対応 (対象施策のみ) | — |

5. 過去2年間の検証可能な達成目標、取組及び成果

| 時期 | 目標 (検証可能で定量的な目標) | 成果と要因分析 |
|-----------------------|--------------------------------------|---|
| H25 年度末 (H25 対象施策) | 代謝経路解析に基づく微生物制御技術の課題抽出 | 【達成】実証試験対象廃水の主要含有有機物 2 種について、代謝機構とそれに関与する微生物種及び代謝系遺伝子を同定 |
| | 工業的に使用できる価格の新規アノード材料の開発 | 【達成】高価な炭素系材料に代わる新たな安価アノード材料を開発し、従来の炭素系材料と同等の性能を確認 |
| | | 【達成・未達成】 |
| H26 年度末 (H26 対象施策) | 小型実証装置 (1m ³ 程度) の製作・性能向上 | 【達成】積水化学の工場内に実証試験用廃水設備 (1 m ³) を設置。省エネ率 80%を達成するに必要な目標電力を確認。昨年 11 月より安定した発電を継続中。 |
| | 装置の最適なアノード構成および低コスト電極の製造技術の確立 | 【達成】発電量を安定・向上させる添加剤を開発。汚泥発生量の測定手法を開発し、活性汚泥法に対して汚泥発生量が 1/3 以下に低減することを確認。微生物内代謝機構を解析し、微生物膜安定性向上の方策を明確化。 |
| | | 【達成・未達成】 |

6. 今後3年間の検証可能な達成目標及び取組予定

| 時期 | 目標 (検証可能で定量的な目標) | 達成に向けた取組予定 |
|---------|--|--|
| H27 年度末 | 1 1m ³ サイズの装置により、廃水処理率が現行の活性汚泥法と同等以上、かつエネルギー消費 20%以下の達成 | 1m ³ サイズの小型実証装置を用いて最適な運転技術を確立し、これにより、目標の技術レベルの達成を確認 |
| | 2 実用化技術として、コスト低減、早期の市場導入に対して大きな寄与が期待できる技術レベルの確立 | 実用化技術として早期の市場導入に対して大きな寄与が期待できるレベルの低コスト電極材料を開発し、実証試験設備サイズでの電極の仕様（各材料の種類、サイズ・形状、電極製作方法）を決定 |
| | 3 | |
| H28 年度末 | 1 | |
| | 2 | |
| | 3 | |
| H29 年度末 | 1 | |
| | 2 | |
| | 3 | |

| 【参考】関係する計画、通知等 | 【参考】添付資料 |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| ・第4期科学技術基本計画（平成23年8月19日、閣議決定） | ① 工・経14-1_【PR資料】微生物触媒による創電型廃水処理基盤技術開発 |