

電気分解と膜処理による染色排水の脱色と再利用技術開発
評価報告書

目 次

はじめに

評価検討会 委員名簿

評価検討会 審議経過

評価報告書概要

第 1 章 評価の実施方法

- 1．評価目的
- 2．評価者
- 3．評価対象
- 4．評価方法
- 5．評価項目、評価基準

第 2 章 プロジェクトの概要

- 1．基本計画
- 2．関連資料

第 3 章 評価

- 1．事業の目的・政策的位置付けの妥当性
- 2．研究開発等の目標の妥当性
- 3．成果、目標の達成度の妥当性
- 4．波及効果、事業化についての妥当性
- 5．研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性
- 6．総合評価
- 7．今後の研究開発の方向等に対する提言
- 8．個別要素技術に関するコメント
- 9．産業構造審議会評価小委員会の意見・提言

第 4 章 評点法による評点結果

参考資料 1 経済産業省技術評価指針（平成 17 年 4 月 1 日）

参考資料 2 事業実施者 提出資料

：産業構造審議会評価小委員会終了後に記載。

はじめに

経済産業省のエネルギー使用合理化技術開発費補助事業の一環として実施された「電気分解と膜処理による染色排水の脱色と再利用技術開発」プロジェクトは、繊維の染色工程で発生する染色排水の処理について、従来と比較し大幅なエネルギーの使用合理化を実現できる、水の脱色技術及び再利用技術を開発することを目的として、平成15年度及び16年度の2年間に実施されたものである。今回の評価は、事後評価として平成17年度に「電気分解と膜処理による染色排水の脱色と再利用技術開発評価検討会」(委員長：白井汪芳・国立大学法人信州大学理事(研究・産学連携・地域連携担当))において実施されたものである。

このプロジェクトは、繊維の染色工程で色などの面で課題となっている染色排水の処理及び再利用について省エネルギー化・コストダウンを図る技術を開発し、普及させることによって、染色排水による水質汚濁問題の解決、限りある水資源の有効利用、従来技術よりもエネルギー効率のよい技術の開発による省エネルギーの推進及び二酸化炭素排出量の削減の達成、を目指すものである。すなわち、水質汚濁問題の解決、水資源の有効利用、エネルギーの使用合理化及び二酸化炭素排出量の削減に係るものであり、いずれも社会的要請が高い内容である。

本検討会では、事業の目的・政策的位置付け、研究開発等の目標及び成果・達成度、波及効果・事業化、研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性を評価し、今後の方向等について提言した。

本書はこれらの評価・提言をとりまとめたものである。

平成18年3月

電気分解と膜処理による染色排水の脱色と再利用技術開発事業検討会

電気分解と膜処理による染色排水の脱色と再利用技術開発評価検討会 委員名簿

委員長 白井 汪芳 国立大学法人信州大学理事（研究・産学連携・地域連携担当）

委員 荒木 宏光 社団法人日本染色協会理事・技術部長

上甲 恭平 学校法人京都女子学園京都女子大学家政学部教授

山崎 義一 日本化学繊維協会主幹・技術グループ長

和田 正武 学校法人帝京大学経済学部教授

プロジェクト推進課（事務局）：経済産業省製造産業局繊維課
課長：宗像 直子
経済産業省産業技術環境局技術評価調査課
課長：柴尾 浩朗

プロジェクト立ち上げ時：経済産業省製造産業局繊維課
課長：山本 健介

1．第1回評価検討会（平成18年2月28日（火））

評価検討会の公開について
評価の在り方と評価の手順等について
プロジェクトの概要について
今後の評価の進め方について（コメント依頼）

2．第2回評価検討会（平成18年3月27日（月））

評価報告書（案）の審議

評価報告書概要

プロジェクト名	電気分解と膜処理による染色排水の脱色と再利用技術開発
上位施策名	繊維産業施策
推進課	製造産業局繊維課

プロジェクトの概要

繊維の染色工程における大きな懸案事項である排水の再利用を目的とした処理法について、従来と比較し大幅なエネルギーの使用の合理化を実現できる、以下のような技術の開発を行う。

- a) 電気分解法による脱色技術及び浮遊固形物の除去技術開発
- b) 排水の再利用を行うための膜処理技術

予算額等

開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体
平成15年度	平成16年度	-	平成17年度	小松精練(株)、東レ(株)、江守商事(株)
H15FY予算額	H16FY予算額	総予算額	総執行額	
100,000千円	100,000千円	200,000千円	180,422千円	

目標・指標

- a) 電気分解法による脱色技術及び浮遊固形物の除去技術開発
 水質改善目標：活性汚泥法により処理した水と比較し、色度を50%削減、透視度を3倍改善、浮遊固形分を40%削減する。
 省エネルギー目標：従来の電気分解法と比較し、電力使用量を50%削減する。
- b) 逆浸透膜を用いた染色排水の再利用技術の開発
 水質改善目標：水の再利用率を80%以上、塩除去率を99%以上にする。
 省エネルギー目標：従来の中圧分離膜での処理と比べ、電力使用量を50%削減する。

成果

平成15・16年度に事業を行った結果、プロトタイプを設置を完了した。また、目標としていた指標に関しては、以下のような結果が得られた。

- a) 電気分解法による脱色技術及び浮遊固形物の除去技術開発

	目標	結果
水質改善目標		
色度	50%削減	79%削減
透視度	3倍改善	3倍程度改善

浮遊固形分	40%削減	47%削減
省エネ目標		
電力使用量	50%削減	28%増加

水質改善目標については達成できたものの、省エネルギー目標については達成できていない。

これについては、排水の連続処理を行うと、電気分解槽に設置した電極の表面にスケールが徐々に堆積してしまう結果、抵抗が大きくなり、消費電力が増加していたことが判明した。本事業終了後に研究を続けたところ、電流密度（電極単位面積当たりの電流）という観点から検討し、スケールが付着しない条件を見出した。また、これにより、電極枚数を減らすことが可能となった。

ここまでの検討の結果、電流密度をポイントとして、この指標に基づき電極サイズを縮小することがエネルギー消費の削減への最大の対策となることがわかったため、今後は電極のサイズや数などについて最適な組合せを求めることを目標として、研究を続けることとする。

なお現時点では、他業種向けの排水処理による予備テストの結果であるが、従来法と比較し32%削減の段階まで達成している。

b) 逆浸透膜を用いた染色排水の再利用技術の開発

	目標	結果
水質改善目標		
再利用率	80%	65%
塩除去率	99%	98%
省エネ目標		
電力使用量	50%削減	51%削減

省エネルギー目標については達成し、水質改善目標のうち塩除去率もほぼ達成できたものの、再利用率が達成できていない。これについては、今後、

- ・現在の再利用率は、安定運転が可能な範囲における設定としており、この設定での運転条件での長期間の安定運転確認

- ・逆浸透膜の膜面流量の確保と再利用率の向上を両立させる運転条件の可能性の検討

が必要である。なお、本事業終了後に研究を続けた結果、再利用率を71%まで高めることが可能であることが判明した。現在、更に再利用率を高めるべく、研究を続けている。

評価概要

1．事業の目的・政策的位置付けの妥当性

染色工業にとって、着色排水、水の再利用は大きな課題となっているが、それを解決するための技術開発を行う余力がないのが現状である。この技術開発を行い、法令で規制されていない高い水準を目指すことに対して、国が支援を行うことは妥当である。今後については海外への普及も望めるが、追加的な施策における国の関与については検討する必要がある。

2．研究開発等の目標の妥当性

目標の設定については妥当であったと言える。また、各項目について数値目標が設定されていたことで、より明確であった。一方、将来のコストダウンの可能性の評価や、工程での水質に応じた水処理の採用の検討が課題として挙げられる。

3．成果、目標の達成度の妥当性

目標についてはほとんどが事業期間内に達成され、達成できなかった目標についても、事業期間終了後の研究によって達成される可能性が大きくなっており、妥当であると言える。発生する水素の利用方法及び安全対策などに、検討の余地が残っている。

4．波及効果、事業化についての妥当性

電気分解法においては廃棄物の削減効果、水の再利用技術については、今後の水資源の不足を睨んだ事業展開が特に注目点として挙げられ、波及効果は期待できる。現在の日本では工業用水が安価であるため更なるコストダウンが求められるが、将来技術、更には海外での実用化など、今後の展開が望めると考えられ、概ね妥当であると言える。

5．研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

研究開発マネジメント、体制、資金、費用対効果など、妥当であると考えられる。特に研究開発体制については、開発要素の各分野で技術力が高い企業が集まり行われ、事業終了後の改善・改良の取組においても十分対応できるものであり、適切である。

6．総合評価

多くの目標が達成されており、一部未達の目標についても、事業期間終了後の検討により、達成できる可能性が大きくなっている。電気分解による排水の水質向上、膜処理による水の再利用は、環境調和技術として評価できるものであり、今後、国内染色工業の中だけではなく、他業種あるいは海外市場へ広げること期待できる。

評価項目	平均点	標準偏差
1．事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.60	0.55
2．研究開発等の目標の妥当性	2.40	0.55

3 . 成果、目標の達成度の妥当性	2 . 4 0	0 . 5 5
4 . 波及効果、事業化についての妥当性	2 . 2 0	0 . 8 4
5 . 研究開発マシ* ヂト・体制・資金・費用 対効果等の妥当性	2 . 2 5	0 . 5 0
6 . 総合評価	2 . 4 0	0 . 5 5

第1章 評価の実施方法

プロジェクト評価は、「経済産業省技術評価指針」（平成17年4月1日。以下「評価指針」という。）に基づいて、以下のとおり行われた。

1．評価の目的

「評価指針」において、評価の基本的考え方として、評価目的に

- (1) 研究開発に対する経済的・社会的ニーズの反映
- (2) より効率的・効果的な研究開発の実施
- (3) 国民への施策・事業等の開示
- (4) 資源の重点的・効率的配分への反映
- (5) 研究開発機関の自己改革の促進

を定めるとともに、評価の実施に当たっては、

- (1) 透明性の確保
- (2) 中立性の確保
- (3) 継続性の確保
- (4) 実効性の確保

を基本理念としている。

プロジェクトに関する評価とは、「評価指針」における評価累計の一つとして位置づけられ、プロジェクトそのものについて、「評価指針」に基づき、事業の目的・政策的位置付けの妥当性、研究開発等の目標の妥当性、成果、目標の達成度の妥当性、波及効果、事業化についての妥当性、研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性の評価項目について、評価を実施するものである。その評価結果は、本プロジェクトの実施、運営等の改善や技術開発の効果、効率性の改善、さらには予算等の資源配分に反映させることになるものである。

2．評価者

評価を実施するにあたり、「評価指針」に定められた「評価を行う場合には、被評価者に直接利害を有しない中立的な者である外部評価の導入等により、中立性の確保に努めること」との規定に基づき、外部評価者・専門家で構成する検討会を設置し、評価を行うこととした。

これに基づき、評価検討会を設置し、プロジェクトの目的や研究内容に即した専門家や、経済・社会ニーズについて指摘できる有識者等から評価委員会名簿にある5名が選任された。

なお、本評価検討会の事務局については、指針に基づき経済産業省製造産業局繊維課が担当した。

3．評価対象

対象プロジェクト

電気分解と膜処理による染色排水の脱色と再利用技術開発（実施期間：平成15年度から平成16年度）を評価対象として、研究開発実施者（小松精練株式会社、江守商事株式会社及び東レ株式会社）から提出されたプロジェクトの内容、成果等に関する資料、説明に基づき評価した。

4．評価方法

評価検討会においては、実施者からの本プロジェクト実施に関する資料提供、説明及び質疑応答、並びに委員による意見交換が行われた。それらを踏まえて、本プロジェクトに則した評価項目・評価基準のもとで評価を実施し、評価報告書（案）を審議、確定した。

また、評価の透明性の確保の観点から、知的財産保護、個人情報で支障が生じると認められる場合等を除き、評価検討会を公開として実施した。

5．評価項目・評価基準

評価検討会においては、経済産業省産業技術環境局技術評価調査課において平成17年8月1日に策定した「経済産業省技術評価指針に基づく標準的評価項目・評価基準について」の「プロジェクトに関する評価」の「中間・事後評価」に沿った評価項目・評価基準とした。

1．事業の目的・政策的位置付けの妥当性

(1)国の事業として妥当であるか、国の関与が必要とされる事業か。

- ・国民や社会のニーズに合っているか。
- ・官民の役割分担は適切か。

(2)事業目的は妥当で、政策的位置付けは明確か。

- ・事業の科学的・技術的意義（新規性・先進性・独創性・革新性・先導性等）
- ・社会的・経済的意義（実用性等）
- ・プログラム化されたプロジェクトは当該プログラムに適合しているか、プログラム化されていないプロジェクトは上位の施策等に照らして位置付けが明確か。

2．研究開発等の目標の妥当性

(1)研究開発等の目標は適切かつ妥当か。

- ・目的達成のために具体的かつ明確な研究開発等の目標及び目標水準を設定しているか。
- ・目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

3．成果、目標の達成度の妥当性

(1)成果は妥当か。

- ・これまで得られた成果（論文の発表、特許の出願、プロトタイプの作製等）は何か。
 - ・目標に照らして妥当な成果が得られたか。
 - ・目標に照らして妥当な成果が得られるか。
- (2)目標の達成度は妥当か。
- ・設定された目標（設定された指標を含む）の達成度はどうか。
 - ・目標以外で得られた成果を含めた場合の達成度はどうか。

4．波及効果、事業化についての妥当性

- (1)波及効果は妥当か。
- ・事業目的に適合した波及効果を生じたか、期待できるか。
 - ・当初想定していなかった波及効果を生じたか、期待できるか。
- (2)事業化については妥当か。
- ・事業化はどのようになっているか。
 - ・事業化の見通し（事業化の体制、導入普及、コストパフォーマンスの向上、標準化等の進捗状況、事業化までの期間、事業化とそれに伴う経済効果等）は立っているか。

5．研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

- (1)研究開発計画は適切かつ妥当か。
- ・事業の目的を達成するために本計画は適切であったか（想定された課題への対応の妥当性）。
 - ・採択スケジュール等は妥当であったか。
 - ・選別過程は適切であったか。
 - ・採択された実施者は妥当であったか。
- (2)研究開発実施者の事業体制・運営は適切かつ妥当か。
- ・適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか、いたか。
 - ・全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか、いたか。
 - ・目的達成及び効率的実施のために必要な、実施者間の連携／競争が十分に行われる体制となっているか、いたか。
 - ・成果の受け取り手（活用・実用化の想定者）に対して、成果を普及し関与を求める体制を整えているか、いたか。
- (3)資金配分は妥当か。
- ・資金の過不足はなかったか。
 - ・資金の内部配分は妥当か。
- (4)費用対効果等は妥当か。
- ・投入された資源量に見合った効果が生じたか、期待できるか。
 - ・必要な効果がより少ない資源量で得られるものが他にないか。

(5)変化への対応は妥当か。

- ・社会経済情勢等周辺の状況変化に柔軟に対応しているか（新たな課題への対応の妥当性）
- ・代替手段との比較を適切に行ったか。

6．総合評価

総合的な評価を行う。

第2章 プロジェクトの概要

1．基本計画

本技術開発は、繊維の染色工程において、色などの面で課題となっている染色排水の処理について、

a) 電気分解法による脱色技術及び浮遊固形物の除去技術開発

b) 逆浸透膜を用いた染色排水の再利用技術の開発

を行うことにより、染色排水による水質汚濁問題の解決、限りある水資源の有効利用、従来技術よりもエネルギー効率のよい技術の開発による省エネルギーの推進及び二酸化炭素排出量の削減の達成、を目指す。

2．関連資料

(1)社会的・技術的な背景

1997年12月に京都で開催された「気候変動枠組条約第3回締結国会議」で採択された「京都議定書」では、先進国全体に対して、第1約束期間（2008年～2012年）における温室効果ガスの排出量を、原則1990年比5%の削減を行う義務を規定しており、そのうち我が国は、6%の削減を約束している。昨年2月16日にその京都議定書が発効し、温室効果ガスの削減約束の達成が義務となった。

そのため、温室効果ガス削減に向けた取組は、今後さらに進められることとなる。本事業は、染色排水の処理における省エネルギー化を図ることにより、二酸化炭素排出量の削減に貢献するものである。今後、各分野に対する省エネルギー化及び二酸化炭素排出量の削減の社会的要請はさらに強まることが確実である。

染色の排水処理の方法としては、活性汚泥法と凝集沈殿法の組み合わせが主流であるが、この方法では投入する薬剤及び排水処理の際に排出される汚泥の処理のコストが大きく、各社の導入が低迷する要因となっていた。本事業では、高電圧・低電流型のアルミニウム電極による電気分解処理システムを新規に開発し、排水における色の高い除去効率や汚泥量の削減に加え、低電流型の装置開発による省エネルギーを実現するものである。

また、染色排水については、社団法人日本染色協会加盟各社の事業所のうち、約半数

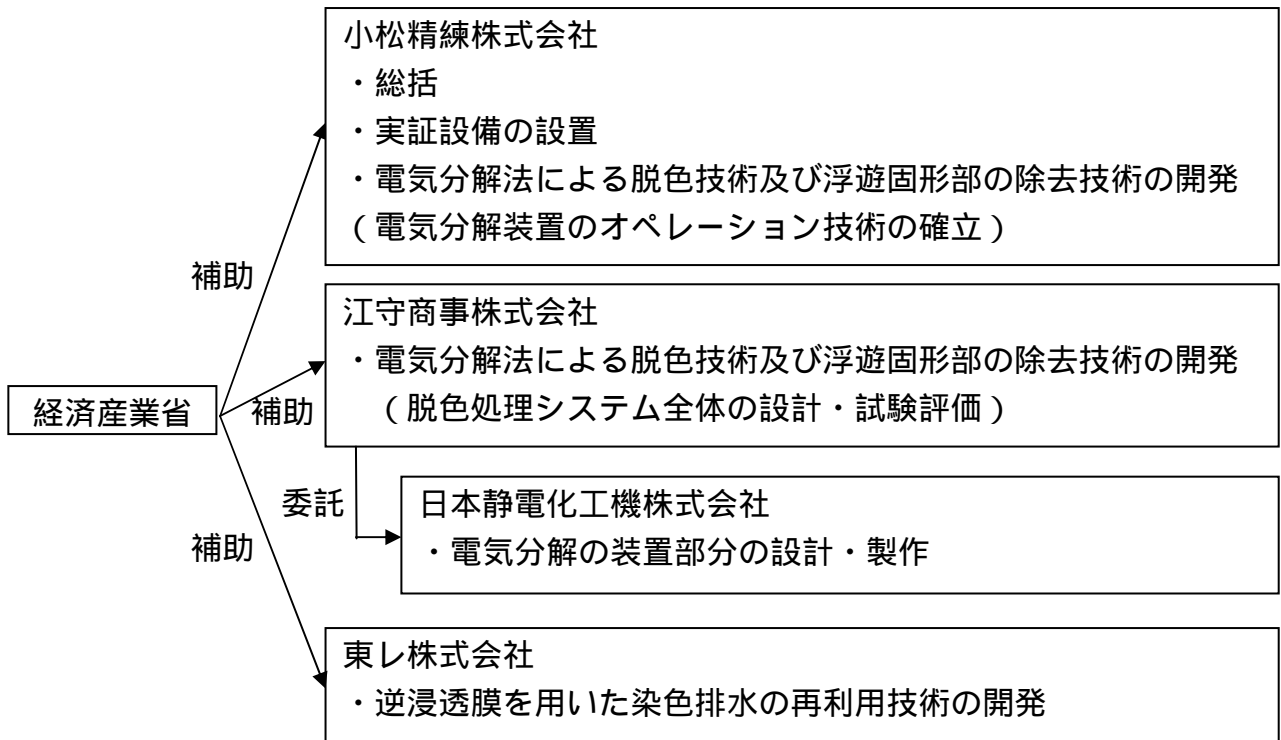
が「排水の色に問題がある」と感じている。排水の色度規制に関しては、現時点では和歌山市条例で定められている以外にはないが、環境への負荷低減や地域住民への配慮から色度改善に向けて全国各地で取り組み、「染色は環境にやさしい」という点をアピールすることで、国内・海外問わず高い評価を受けている我が国の染色加工業が、今後とも国内で操業するための礎とする。

さらに、染色工程は多量の水が必要であり、限りある水資源をどのように効率よく使用するのが大きな課題となっている。従来の膜分離を用いた技術はエネルギーコストが高いことから、再利用水の価格が工業用水の価格に比べて高くなるため、染色排水の再利用技術は実用化されていなかった。今回の新しい再利用技術の開発により、染色工程で大量に使用される工業用水、地下水の節減を図ることができる。

(2) 研究開発スケジュール及び予算推移

	平成15年度	平成16年度
電気分解法による脱色技術及び浮遊固形物の除去技術の開発		
逆浸透膜を用いた染色排水の再利用技術開発		
年度別予算（石特補助・百万円）	100	100

(3) 研究開発体制



(4)研究開発項目の目標と成果

目標

a) 電気分解法による脱色技術及び浮遊固形物の除去技術開発

アルミニウム電極を用いた電気分解システムから、アルミニウムを溶出させて水酸化アルミニウムを形成させることにより、従来の凝集沈殿法等で用いられている無機凝集剤ポリ塩化アルミニウム投入による凝集に比べて凝集活性の高い状態で使用し、既設の凝集沈殿法のコスト内で色度改善を目指すとともに、アルミニウムの排水負荷を軽減させ、さらに電気分解そのものも従来の低電圧・高電流タイプから高電圧・低電流タイプを使用することにより、省エネルギーにも寄与する。

b) 逆浸透膜を用いた染色排水の再利用技術の開発

排水処理を行った後、従来は海や河川へ放流していた染色排水を、新規逆浸透膜による再利用技術を開発することにより工場内で再利用すると同時に、従来の中圧分離膜での処理よりも、エネルギー消費を削減する。

成果

平成15・16年度に事業を行った結果、プロトタイプの設置を完了した。また、目標としていた指標に関しては、以下のような結果が得られた。

a) 電気分解法による脱色技術及び浮遊固形物の除去技術開発

	目標	結果
水質改善目標		
色度	50%削減	79%削減
透視度	3倍改善	3倍程度改善
浮遊固形分	40%削減	47%削減
省エネ目標		
電力使用量	50%削減	28%増加

水質改善目標については達成できたものの、省エネルギー目標については達成できていない。これについては、排水の連続処理を行うと、電気分解槽に設置した電極の表面にスケールが徐々に堆積してしまう結果、抵抗が大きくなり、消費電力が増加していたことが判明した。本事業終了後に研究を続けたところ、電流密度（電極単位面積当たりの電流）という観点から検討し、スケールが付着しない条件を見出した。また、これにより、電極枚数を減らすことが可能となった。

ここまでの検討の結果、電流密度をポイントとして、この指標に基づき電極サイズを縮小することがエネルギー消費の削減への最大の対策となることがわかったため、今後は電極のサイズや数などについて最適な組合せを求めることを目標として、研究を続けることとする。

なお現時点では、他業種向けの排水処理による予備テストの結果であるが、従来

法と比較し32%削減の段階まで達成している。

b) 逆浸透膜を用いた染色排水の再利用技術の開発

	目標	結果
水質改善目標		
再利用率	80%	65%
塩除去率	99%	98%
省エネ目標		
電力使用量	50%削減	51%削減

省エネルギー目標については達成し、水質改善目標のうち塩除去率もほぼ達成できたものの、再利用率が達成できていない。これについては、今後、

- ・ 現在の再利用率は、安定運転が可能な範囲における設定としており、この設定での運転条件での長期間の安定運転確認
- ・ 逆浸透膜の膜面流量の確保と再利用率の向上を両立させる運転条件の可能性の検討

が必要である。なお、本事業終了後に研究を続けた結果、再利用率を71%まで高めることが可能であることが判明した。現在、更に再利用率を高めるべく、研究を続けている。

第3章 評価

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

染色工業にとって、着色排水の処理、水の再利用は大きな課題となっているが、それを解決するための技術開発を行う余力がないのが現状である。この技術開発を行い、法令で規制されていない高い水準を目指すことに対して、国が支援を行うことは妥当である。今後については海外への普及も望めるが、追加的な施策における国の関与については検討する必要がある。

< 肯定的意見 >

- ・ 国の内外を問わず高い技術レベルの我が国染色工業の負のイメージを着色水の削減、水の再利用、省エネルギー、CO2排出量の削減等環境問題の解決を図ることによって払拭させるための事業で、目的、政策的位置付けともに極めて明快である。
- ・ 排水の脱色・再利用については、染色企業は必要とは感じつつも、自ら技術開発を行うだけの資金的余裕がない。国からの経済的支援が得られることは、極めて有効かつ必要であると考えられる。
- ・ 現在、日本の繊維産業は中国など諸外国との競争にさらされ、中小企業を中心に廃業が続いている。繊維産業は地場産業としての位置づけは、今でも大きいものがある。

本事業は、染色企業にとっては利益を上げる意味では負の投資である。しかし、地球環境保全の意義からして、排水処理・水の再利用技術はたいへん重要な課題であり、一業種により推進できるものではなく、国が関係する事業として妥当である。

- ・ 染色工業は多量の水を使用する。将来技術として染色排水の再利用技術開発は重要である。この技術が完成すれば、水不足が深刻な中国へ技術支援出来る。
- ・ 排水の水質に対する要求は厳しくなり、産業にとっては、その対応は重要課題である。現状にとどまることなく、更に努力し、排水の減少、質の向上を図ろうとする本研究の目的は、十分評価できる。特に、現在法令で規制されていない水準を目指すところに、政府支援の意味がある。
- ・ 従来の凝集剤使用とは異なる電解方式、又、日本が誇る浸透膜技術の更なる改良技術は、十分革新性を持つ。

<問題点・改善すべき点>

- ・ 水の再利用技術を染色加工工程ごとで組み入れることにより、廃水処理条件も軽減されるのでは。
- ・ 膜を使ったりサイクル・システムが、ただちに日本国内で普及するかは疑問だが、海外での需要に期待できるかもしれない。どこまで政府が役割を分担すべきか？ 政府と民間の役割分担が、かならずしもはっきりしない。

2. 研究開発等の目標の妥当性

目標の設定については妥当であったと言える。また、各項目について数値目標が設定されていたことで、より明確であった。一方、将来のコストダウンの可能性の評価や、工程での水質に応じた水処理の採用の検討、が課題として挙げられる。

<肯定的意見>

- ・ 研究開発目標・指標ともに非常に明確に設定されている。
- ・ 技術目標と同時に経済的な目標が設定されており、適切である。排水の脱水レベルは一般市民が見ても十分理解が得られるレベルであり、妥当と考える。また、膜処理による再利用においても各分析項目に対し数値目標が設定されており、明確である。
- ・ 排水処理技術に電気分解を利用する技術は、これまでも検討されてきた。しかし、今回のようにアルミの溶出で生成する水酸化アルミニウムによる凝集法は興味深い。また、水の再利用に膜技術を応用することは容易に考えられることであるが、排水の水質を考えるとコスト的に不可能であった。今回は、電気分解処理法を組み込むことで超低压膜の使用が可能になったことから、コスト的にも見通しが付いたことは注目に値する。
- ・ 染色排水の再利用はこれまで行われておらず比較対象が無いが、概ね妥当と云える。
- ・ 研究目標は、水質 コストの2つの面からの設定が必要であろう。近い将来の商業化をめざすのであれば、既存技術と比べ、水質向上の目標ばかりでなく、将来のコストダウンの可能性についても、評価する必要がある。

<問題点・改善すべき点>

- ・先ほども述べたが、事業所においては各工程で排水する内容物が概ね一定している場合など、その水質に応じた水処理を組み合わせることで、合理的な水の再利用が可能になると思われる。その結果、排出される水は水処理後の排水であるため、排水処理の方法も変わることになるかもしれないが、今回の電気分解法を応用することで、さらなる再利用が可能になるのではないのでしょうか。

3．成果、目標の達成度の妥当性

目標についてはほとんどが事業期間内に達成され、電力使用量等達成できなかった重要な目標についても、事業期間終了後の研究によって達成される可能性が大きくなっており、妥当であると言える。発生する水素の利用方法及び安全対策などに、検討の余地が残っている。

<肯定的意見>

- ・電気分解法では省エネ目標以外、逆浸透膜法では再利用率以外全て目標をクリアーしていて大きな成果が得られたと思う。
- ・電気分解法については、色度、透視度、SSについては目標を達成している。電力使用量は現状未達であるが、今後目標達成の可能性は大きいと考える。膜処理については、再利用率に課題は残るが、ほぼ目標を達成したと考える。
- ・小スケール装置での結果と実機とで、現象が異なることはよくあることであるが、本実験では、その欠点を装置そのものの改良や、実験条件を模索することから、適切な結果を導き出していることは評価できる。
- ・電気分解処理について、省エネ効果はさらなる改善が必要。スラッジの減少は評価出来る。
- ・成果は、既存の技術との比較で、水質、コスト面から、明らかにされている。妥当な成果、達成率が得られたと考えられる。

<問題点・改善すべき点>

- ・排水処理であるが、他の染色業種への応用は、活性汚泥による前処理があるので問題ないと考えられるが、水酸化アルミにより凝集できなかった内容物についても調べておく方が、今後の展開にとって良いように思われる。
- ・電気分解がアルミのイオン化のみに寄与しており、発生する水素の利用が、単なるコロイドの浮上のみでは、効果的と云えないし、安全性からの面でも一工夫が必要。
- ・膜技術は、工業用水並のリサイクル水を作るには、やや高級すぎたかもしれない。飲み水並の水質をつくる必要があるかどうか？

4．波及効果、事業化についての妥当性

電気分解法においては廃棄物の削減効果、水の再利用技術については、今後の水資源の不足を睨んだ事業展開が特に注目点として挙げられる。また、コストにも直結する電力使用量の目標についても、事業終了後に対策を講じており、今後の波及効果は期待できる。現在の日本では工業用水が安価であるため更なるコストダウンが求められるが、将来技術、更には海外での実用化など、今後の展開が望めると考えられ、概ね妥当であると言えよう。

< 肯定的意見 >

- ・ 事業目的に合致した波及効果が期待できる。事業化についても十分検討されている。
- ・ 電気分解法において、廃棄汚泥量を 1 / 3 に減量できた成果は大きい。
- ・ 排水処理は、地域との関係でかなり複雑な工程を採る事業所があり、電気分解法が波及するものと期待される。さらに、水資源に対する意識変化やゼロエミッションの推進が拡大すると水の再利用技術が必要となり、本事業の展開が望めるものと期待できる。
- ・ 電気分解法によるスラッジ削減効果と、色素分の除去効果は大きく、従来法（活性汚泥 + 凝沈 + 活性炭処理）との対比で、事業化の見通しがある。
- ・ 本技術は、日本はもとより、むしろ工業用水の不足、価格の高い海外での実用化が考えられ、産業としての波及効果は大きい。又、染色排水処理以外への応用も考えられる。

< 問題点・改善すべき点 >

- ・ 膜処理は、設備投資費・運転費共にまだまだ経済的負担が大きい。
- ・ 今後、水を大量に使用する業種において応用可能であるか、具体的な検討が必要である。
- ・ 膜処理による排水再利用は、現状の日本では安価な工業用水が十分ある。将来技術として評価している。
- ・ 日本での事業化については、更にコストダウンを図る必要があるが、まだ改良の余地は残されており今後が期待できる。

5 . 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

研究開発マネジメント、体制、資金、費用対効果など、妥当であると考えられる。特に研究開発体制については、開発要素の各分野で技術力が高い企業が集まり行われ、事業終了後の改善・改良の取組においても十分対応できるものであり、適切である。

< 肯定的意見 >

- ・ 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等は妥当であると思う。
- ・ 本事業の推進者である企業は、染色加工業が集積した地域であり、先導的役割を持つ企業群であることは、研究開発企業群とすることに問題がない。さらに、事業終了後の改良・改善への取り組みにおいても十分対応できる企業群であると考えられる。
- ・ 研究開発体制は適切。資金配分も概ね適切と思われる。

- ・ 研究プロジェクトは、日本でもこの分野でもっとも技術力の高い企業によって実施されたと考えられる。

6．総合評価

多くの目標が達成されており、一部未達の目標についても、事業期間終了後の検討により、達成できる可能性が大きくなっている。電気分解による排水の水質向上、膜処理による水の再利用は、環境調和技術として評価できるものであり、今後、国内染色工業の中だけではなく、他業種あるいは海外市場への展開や、エネルギー使用の合理化への寄与にも期待できる。

< 肯定的意見 >

- ・ 総合的に優れた研究開発事業と判断できる。
- ・ 電気分解については、省エネ目標は未達であるが、廃棄汚泥量を 1 / 3 に減量し、かつ、色度、SS、透視度において目標を達成できた意義は大きい。膜処理については、再利用率に課題は残るが、技術的には確立したものと考えられる。
- ・ 本電気分解排水処理は、着色成分除去だけでなく排水の水質向上が見込めたことにより、今後他の事業所にも波及するものと期待される。さらに、この方式は小規模でも可能であり、先に述べた各工程毎での処理にも応用できるかもしれない。また、水の再利用にも目処が付いたことは、環境保全の推進にも貢献するものであり、この技術も排水の水質向上が欠かすことが出来ないことから、今後は各業種に合った排水処理との組み合わせが望まれるものと思われる。
- ・ 環境調和技術として評価出来る。
- ・ 環境技術は日本産業の比較優位分野であり、この分野での新しい開発テーマを発掘、実施することは、必要である。日本の得意技術である膜技術を利用した排水処理システムの開発は十分意味がある。研究成果もあがっており、将来海外市場もねらうことができよう。

< 問題点・改善すべき点 >

- ・ 目標が達成できていない項目も見られたが、今後の社会、エネルギー情勢に対応させながら地道に改善されることを望む。
- ・ 電気分解法を採用しながら、アルミの電気分解による従来法より効率が高いとの活用のみであり、水素の利用も含めて、もう一工夫がほしい。
- ・ 政府と民間との役割分担。どこまで政府が支援すべきかについては、検討の余地があるかもしれない。

7．今後の研究開発の方向等に関する提言

今後に向けては、引き続き実証試験を行いながら、更なるコストダウンの実現等を目指すべきである。

- ・ 計画に従って、早期に事業化しその効果をPRすべきである。我が国の他の染色会社への波及を行うとともに我が国のオリジナル技術として海外へ大いに輸出するべき

と思う。

- ・（電気分解について）

省エネ目標達成のためと、長時間運転における設備の稼動安定性を確認するために、実証試験を継続することが望ましい。廃汚泥の処理コストは、このテーマが計画された4年前よりもさらにアップ傾向にあり、廃汚泥発生量は今後も減量する方向での検討が必要と思う。

- ・（膜処理について）

RO水とMF水の組み合わせを検討して、再利用率を高めると同時にコストダウンを図ることがポイントと思う。実際に染工場では比較的硬度の高い水もそのまま使用されており、水質が安定しておれば、ある程度硬度成分が含まれていても、実用上問題ない考える。

- ・ 染色加工業の各業種・業態を分析し、各工程から排出される水質を見直し、それぞれに応じた小規模排水処理技術を構築するような取り組みが望まれる。
- ・ 水処理は日進月歩で開発が進むものと思われるが、コストのより一層の低減が望まれる。また、今回は染色用水としての再利用を目的としていたことから、MF膜とRO膜の中間的性能を持つ膜が開発されれば工程が短縮され、コスト等の経済面でも前進するように思われる。
- ・ 研究テーマは、実用化に近いものであり、今後、マーケットニーズを十分把握し、コストダウン等の努力を行う必要があるが、それは国の役割を離れたものとなるであろう。普及のための施策を考えるかどうかは、検討課題であろう。

8. 個別要素技術に関するコメント

電気分解法による脱色技術及び浮遊固形物の除去技術開発

【成果に対する評価】

- ・ 工程内での水素発生に伴う安全性を確保されたい。
- ・ A1イオンはアルツハイマーの原因になることも一部で云われているが、排水中の量を少なくする方法の改善も欲しい。
- ・ 色度、透視度、SSについては目標を達成している。廃汚泥量を従来法の1/3に減量できた成果は大きい。電力使用量は、現状では未達であるが、今後達成できる可能性は十分あると考える。
- ・ 実機規模では、水質目標値を達成するために電極枚数や電流量など最適条件設定に苦労された様子が察せられる。しかし、省エネでは十分でないとい総括されているが、さらなる電極配列などの工夫により早晩達成されるものと期待される。
- ・ 計画に合った達成度と判断する。省エネルギー効果は水素の有効利用を含めて総合的に検討する。
- ・ 面白い成果がでたと思われる。アルミ電極板の消耗・取り替え頻度、システムの長期運転時の信頼性などが、今後のテーマか？

【実用化の見通しに関する評価】

- ・ 計画通り早期に実用化することを希望する。
- ・ 実用性は大きいと評価する。従来からある凝集沈殿や加圧浮上設備に取って代わる可能性がある。今後は、各種の染色排水に対する稼動安定性を確認するために、継続して現場試験が行われることが望ましい。また、発生する水素については、十分な安全対策が必要である。
- ・ 他地域では多工程の排水処理システムを採用している事業所もあり、本装置の導入は期待されるものと思われるが、排水処理の規制によっては現状を維持されるところが多いように思われる。
- ・ 今後スラッジ等の産廃処理がさらに問題となるため、実用化の見通しはある。
- ・ 十分実用化の可能性があるが、長期に運転を行い、システムの信頼性を高めるなどの努力が必要だろう。

逆浸透膜を用いた染色排水の再利用技術の開発

【成果に対する評価】

- ・ 逆浸透膜の目詰まり等細かい技術的改善点、ノウハウが多いことと思う。
- ・ 塩除去率と省エネルギーについては目標を達成し、技術確立した成果は大きい。再利用率については、RO水とMF水との組み合わせの検討がさらに必要と考える。
- ・ 逆浸透膜を用いた染色排水の再利用技術は、排水処理水の水質にかなり影響を受ける欠点はあるが、得られた水質はたいへん高いものになっており、初期の目標は達成されている。しかし、コスト的にMF膜とRO膜との組み合わせを工夫する、また、MF膜とRO膜の中間の特性を持つ膜を開発するなど、もう少し工程を工夫することが必要ではないかと思われた。
- ・ 計画に合った達成度と判断する。
- ・ リサイクル水の水質が、飲み水並みとなり、やや、目標が高すぎたかもしれない。

【実用化の見通しに関する評価】

- ・ 計画通り早期実用化を望む。
- ・ 技術的には、実用化のレベルにあると考える。後は、経済的な採算性をどう取るか。目標水質をどのレベルに置くかがポイントと思う。
- ・ 逆浸透膜を用いた染色排水の再利用技術は他の水処理で用いられているが、膜のコストやランニングコストを考えると導入は困難であるとされてきた。現時点では、まだ難しいのかもしれないが、今後は、あらゆる産業で水の再利用技術は必須技術をなると考えられることから、今から、染色加工業においても不可能だとする思いこみを払拭するような具体的なデータ作りが必要であるように思われる。
- ・ 染色用水は、安定した水質要求がある。日本の水質は良く、工業用水も安価なため、現状では、コスト的に再利用の方法は難しい。将来地球規模で水不足への対応が必要とされるが、それに備えた技術として評価できる。
- ・ 現状ではコストが高く、日本での普及はむずかしそう。コストダウンの努力が必要だろう。又海外市場をねらうことが考えられる。

第4章 評点法による評点結果

「電気分解と膜処理による染色排水の脱色と再利用技術開発」に係るプロジェクト評価の実施に併せて、下記に基づき、本評価検討会委員による「評点法による評価」を実施した。その結果は「3. 評点結果」のとおりである。

1. 趣旨

評点法については、「評価結果を出来る限り分かりやすく提示すること」「プロジェクト間の相対評価をある程度可能にすること」を目的として、平成12年度のプロジェクト評価から実施し、現在ではほとんどすべてのプロジェクト評価で行われている。

現在、評価結果を省内の政策形成のプロセスに活用していくことが強く求められており、評点法についても 評価結果をよりの確に表示し、プロジェクト等間の相対比較を容易なものとするにより査定等の際に活用されるものとしていくことが必要とされた。

このため、評点法のあり方について、産業構造審議会評価小委員会の下の「基本問題に関するWG」で検討を行い、産業構造審議会第15回評価小委員会（平成17年7月25日）において結論を得たものである。

具体的には、プロジェクト評価（中間・事後）の評点方法は、以下のとおりとする。

評点の段階

現在、評点の段階については5段階（5，4，3，2，1）であるが、「可」とするプロジェクトと「不可」とするプロジェクトとを明確にする上では、5段階の各段階均等割よりも、「不可」を含む段階がある方が適当であること、また、評価委員の評価のしやすさから4段階評価が適当と考えられることから、4段階評価（A（優）、B（良）、C（可）、D（不可））とする。

総合点の活用

総合点については、資源の重点的・効率的配分への反映などプロジェクト全体の評価として活用するために有効であり、評価方法としては現行の評価項目の評点の平均値ではなく、プロジェクト全体に総合点を付けることとする。

2. 評価方法

各項目ごとに4段階（A（優）、B（良）、C（可）、D（不可）<a，b，c，dも同様>）で評価する。

なお、4段階はそれぞれ、A（a）= 3点、B（b）= 2点、C（c）= 1点、D（d）= 0点に該当する。

評価シートの記入に際しては、評価シートの《判定基準》に示された基準を参照し、

該当と思われる段階に を付ける。

大項目（ A , B , C , D ）及び小項目（ a , b , c , d ）は、それぞれ別に評点を付けている。

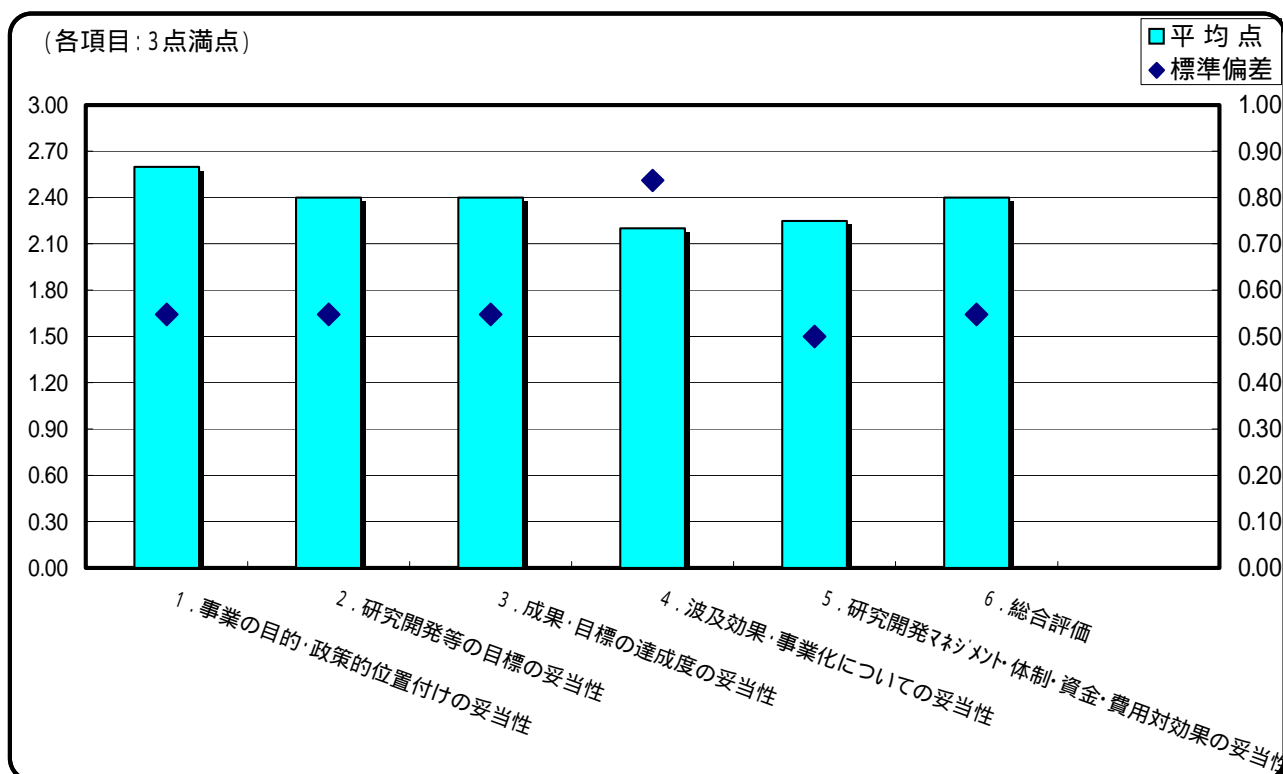
総合評価は、各項目の評点とは別に、プロジェクト全体に総合点を付ける。

3. 評点結果

評点法による評点結果を以下に示す。

電気分解と膜処理による染色排水の脱色と再利用技術開発

評価項目	平均点	標準偏差
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.60	0.55
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.40	0.55
3. 成果・目標の達成度の妥当性	2.40	0.55
4. 波及効果・事業化についての妥当性	2.20	0.84
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果の妥当性	2.25	0.50
6. 総合評価	2.40	0.55



平成18年3月29日
小松精練株式会社
東レ株式会社
江守商事株式会社

「電気分解と膜処理による染色排水の脱色と再利用技術開発」第2回事後評価検討会
<問題点・改善すべき点>の対応策

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

- ・水の再利用技術を染色加工工程ごとで組み入れることにより、廃水処理条件も軽減されるのでは。

一般的に排水処理においては、極力川上で1次処理を行っておくことが、集合排水の負荷削減やトータルとしてのコストダウンに繋がることはご指摘の通りであり、工程毎の排水の水質を分析し、その水質に応じた処理方法を検討することは重要と考えています。染色加工業ではバッチ式の工程も多く使用染料や染色助剤の種類が一定ではないため、排水を集めて処理した方が水質変動が少なく処理がしやすい場合もありますので、導入検討の際には総合的に判断した上で検討したいと思います。染色工程最後の水洗工程の水(カウンターカレント法を採用していない水洗工程)或いは、熱交換機を通した水を回収していない場合などは、軽減された再利用システムが可能と考えます。また、着色排水と無色排水を分離処理することにより脱色の負荷を減らすことも可能と考えます。・・・

2. 研究開発等の目標の妥当性

- ・先ほども述べたが、事業所においては各工程で排水する内容物が概ね一定している場合など、その水質に応じた水処理を組み合わせることで、合理的な水の再利用が可能になると思われる。その結果、排出される水は水処理後の排水であるため、排水処理の方法も変わるようになるかもしれないが、今回の電気分解法を応用することで、さらなる再利用が可能になるのではないのでしょうか。

の回答と同様

3. 成果、目標の達成度の妥当性

- ・排水処理であるが、他の染色業種への応用は、活性汚泥による前処理があるので問題ないと考えられるが、水酸化アルミにより凝集できなかった内容物についても調べておく方が、今後の展開にとって良いように思われる。

ご指摘の通り、電気分解で凝集されるもの、されないものという検討は必要と思われます。参考として電気分解前後の水質を調査した結果の一例を示します。

(単位：mg/l)

		電気分解前	電気分解後
有機成分	CODMn	78	32
	CODMn(口液)	63	29
	CODCr	260	64
	TOC	64	20
無機成分	アルミニウム(口液)	0.84	0.08

- ・電気分解がアルミのイオン化のみに寄与しており、発生する水素の利用が、単なるコロイドの浮上のみでは、効果的と云えないし、安全性からの面でも一工夫が必要。

発生する水素が非常に微量であるため、換気で充分と考えておりましたがご指摘通り何か考慮すべきと思います。

また、同様の理由でエネルギーの回収という観点からも電気分解の規模がどの程度から現実性を持つのか考えてみる必要があると思います。

- ・膜技術は、工業用水並のリサイクル水を作るには、やや高級すぎたかもしれない。飲み水並の水質をつくる必要があるかどうか？

MF膜等一般的な膜では懸濁物質の除去のみしかできません。水の再利用するためにはイオン成分等溶解成分を除去する必要があるため、RO膜は必須であり今回の検討は適切であったと考えております。ただご指摘の通りROろ過水は水質が非常に良いため、今回の事業の中でも一部検討しておりますがMFろ過水との配合により水質調整して、コストダウンする方向で考えております。

4. 波及効果、事業化についての妥当性

- ・膜処理は、設備投資費・運転費共にまだまだ経済的負担が大きい。

排水を下水道に放流している事業所もあり、そのような事業所では水を再利用することにより、用水代だけではなく下水道代も軽減できます。都市部においては上下水道代で700円/m³かかっている地域もあります。将来、水不足、水質基準が厳しくなった場合には適用市場が広がると考えます。

また、再利用率の向上等による更なるコストダウンも必要と考えております。・・・

- ・今後、水を大量に使用する業種において応用可能であるか、具体的な検討が必要である。

水を大量に使用する業界としては、製紙、古紙再生、食品製造(澱粉の製造他)等のほか、エレクトロニクス関連の洗浄水への応用が考えられ、油性成分や固形分の除

去が必要な工程への電気分解、膜処理の単独または組合せについて業界の実態を調査してゆき波及効果を高める努力をしたいと考えております。

また、都市部に存在するクリーニング業など、工業用水や下水道費用の高い工場への展開も調査して、本プロジェクトの成果の活用を図りたい。

- ・膜処理による排水再利用は、将来技術として評価している。

と同様。また環境対応として水質基準が厳しい地域(東京湾、伊勢湾、瀬戸内等)、海外への適用も考えられます。

- ・日本での事業化については、更にコストダウンを図る必要があるが、まだ改良の余地は残されており今後が期待できる。

6 . 総合評価

- ・目標が達成できていない項目も見られたが、今後の社会、エネルギー情勢に対応させながら地道に改善されることを望む。

- ・電気分解法を採用しながら、アルミの電気分解による従来法より効率が高いとの活用のみであり、水素の利用も含めて、もう一工夫がほしい。

今後電気分解法を採用していただけるケースの規模に応じて、水素の有効利用策を検討することを配慮してゆきたい。

