

研究事業評価調書（平成20年度）

作成年月日	平成20年12月15日
主管の機関・科名	窯業技術センター・研究開発科

研究区分	経常研究（応用）
研究テーマ名	新規なリン吸着材を活用した排水高度処理システムの構築

研究の県長期構想等での位置づけ	
構 想 等 名	構 想 の 中 の 番 号 ・ 該 当 項 目 等
ながさき夢・元気づくりプラン （長崎県長期総合計画 後期 5か年計画）	重点目標： 競争力のあるたくましい産業の育成 重点プロジェクト： 明日を拓く産業育成プロジェクト 主要事業： 今後成長が期待できる産業の集積・育成
ながさき夢・元気づくりプラン （長崎県長期総合計画 後期 5か年計画）	重点目標： 安心して快適な暮らしの実現 重点プロジェクト： 環境優先の社会づくり推進プロジェクト 主要事業： 閉鎖性水域などの水環境の保全
長崎県科学技術振興ビジョン	（1）豊かな生活環境の創造のための科学技術振興
長崎県新産業創造構想	1. 新エネルギー・環境産業の振興

研究の概要
<p>1 研究の目的</p> <p>（1） 本事業で誰（何）の【対象】 大村湾や諫早湾干拓調整池などの県内閉鎖性水域を対象とする。</p> <p>（2） 何（どのような状態）を【現状】 栄養塩類であるリンを含んだ排水を高度処理せずに水環境に放流することで、富栄養化問題の原因である水環境中のリン濃度が上昇し、赤潮やアオコの発生による水産業や農業への悪影響、更には異臭による周辺住民の生活環境が悪化している現状がある。</p> <p>（3） どのようにしたい。【意図】 排水や水環境中からリンを除去するだけでなく、リンを資源として回収する排水高度処理技術を確立し、水環境の浄化を行う。最終的には、研究開発したリン回収型排水高度処理システムを県内企業に技術移転し、排水処理に係わる環境ビジネスを創出したい。</p> <p>2 事業実施期間 平成19年度から平成20年度まで 2年間</p> <p>3 事業規模 15,023千円 総事業費（総人件費 8,875千円、総研究費 6,148千円）</p> <p>4 研究の目的を達成するために必要な研究項目</p> <p>①カラム試験によるリン回収材の定量的評価</p> <p>②リン回収材の改良</p>

③リン回収装置の検討

5 この研究成果による社会・経済への波及効果の見込み

経済的効果としては、水資源関連の全体市場は2005年度において4,664億円、2010年度には5,697億円が見込まれていることから急成長が期待されている状況であり、本事業の成果により、長崎県における排水処理に係わる環境ビジネスの創出に寄与できる。また、浄化資材の開発・製造においては無機系材料製造業、排水処理装置の維持管理においては環境計量証明事業所に対しての貢献が期待でき中小企業の活性化につながる。社会的効果としては大村湾をはじめとした長崎県の水環境を浄化・修復することで周辺住民の生活環境の改善、水産業の振興、観光産業の振興に寄与できる。

6 参加研究機関等

- ① 窯業技術センター 役割：リン回収材の改良およびリン回収装置の構築

① 研究の必要性

1 社会的・経済的背景

- 本県大村湾や諫早湾干拓調整池に代表される閉鎖性水域では栄養塩類の蓄積により徐々に富栄養化が進んでいることから赤潮やアオコ被害が深刻化してきており、水産業や農業への悪影響が懸念されている。また、周辺住民の環境浄化への関心が高まる中、その対策は行政的課題となっている。
- 本県では、これまでに富栄養化の原因物質であるリンの除去を材料化学の視点で解決すべく研究に取り組んできた。リンの吸脱着が繰り返し可能な物質を見出し、多孔質基材表面に担持することでリン回収材の開発を行った。またリン回収プロセスに関する要素技術について検討を行い、多くの材料でアルカリ処理が有効であることが明らかになりつつある。今後は開発したリン回収材とリン回収プロセスを活用したリン回収装置へのステップアップが必要である。
- リンは肥料や様々な材料の物性向上材として添加される重要な工業原料であるが、現在、世界的規模でリン資源の枯渇が問題となっている。リン回収のプロセスやリンのリサイクル技術を意識した事業に取り組むべき時期にきている。
- 水処理関連市場は成長段階にある。県内には製造業、環境計量証明事業所などの排水処理事業に参画可能な中小企業が多数存在するため、早期の上市に向けた取り組みが必要である。

2 県民又は産業界等のニーズ

県内大村湾においては、富栄養化が進んでおり水揚げ高は年々減少している。また環境問題に関する県民の関心が高まっており、有識者からも大村湾の富栄養化解決策のひとつとして排水処理施設への高度処理導入の必要性が指摘されている。これらのことから大村湾の浄化は行政的課題として重要である。

また産業振興の観点からは、水資源関連の全体市場は2005年度においては4,664億円であり、2010年度には5,697億円が見込まれていることから急成長が期待されている。本県には無機系材料の製造業や環境計量証明事業所など、排水処理用資材の製造ならびに装置の維持・管理に参画し得る産業・技術基盤があり、上記市場への参入が可能と考えられる。

3 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性

リン除去技術に関しては、大学や公的研究所、公設試験場、民間等で多くの研究がなされ、

凝集沈殿法、晶析脱リン法、生物学的処理法などが提案され、実用化しているものもあるが、リン回収型のリン吸着法に関しては、研究している機関も少なく、技術として多くの課題を残している。

リン回収型のリン吸着材の開発、さらにシステム化にあたっては、基礎的な研究の蓄積が必要であり、開発期間を要することから中小企業が取り組みにくい課題であるため、県の研究機関による実施が必要である。

② 効率性

1 研究目標 必要な研究項目と期間、年度ごとの活動目標値（定量的目標値）とその意義

研究項目	活動指標	19年度		20年度		目標値の意義
		目標値	実績値	目標値	実績値	
①カラム試験によるリン回収材の定量的評価	リン固定能評価	10件	10件	-		リン回収材の特性を定量的に評価することで改善点を見出す
	リン脱離能評価	10件	10件	-		リン回収材の特性を定量的に評価することで改善点を見出す
②リン回収材の改良	多孔質基材の検討・改良	5件	5件	-		リン吸着速度ならびに吸着量の向上
	マクロ形状の改良	5件	5件	-		リン吸着速度ならびに吸着量の向上
	リン酸イオン以外のイオンによる妨害要因の解決	5件	5件	-		リンの選択的吸着能の向上
③リン回収装置の検討	改良したリン回収材に適した実験室レベルのリン回収装置について検討	3件 (H19 ～ H20)	2件	3件 (H19 ～ H20)		簡易リン回収装置についての検討・試作

2 活動指標を設定した理由

（他の活動指標と比較して、効率よく研究成果を得られると見込んだ理由）

①を設定した理由

リン回収材の特性を定量的に評価することで改善点を見出すため。

②を設定した理由

リン吸着速度、吸着量の向上およびリンの選択的吸着能の向上を図るため。

③を設定した理由

簡易リン回収装置について検討・試作し、実用化の可能性を探るため。

3 研究実施体制について

上記活動指標は、窯業技術センターで実施する

4 予算

研究予算 (千円)	計	人件費	研究費	財 源			
				国庫	県債	その他	一財
				全体予算	15,023	8,875	6,148
19年度	9,117	4,699	4,418				4,418
20年度	5,906	4,176	1,730				1,730
年度							

※：過去の年度は実績、当該年度は現計予算、次年度以降は案

③ 有効性

1 成果目標

研究項目ごとの期間、年度ごとの成果目標値（定量的目標値）とその意義

研究項目	成果指標	19年度		20年度		目標値の意義
		目標値	実績値	目標値	実績値	
①連続リン吸着処理条件の確立	リン除去率	80%	80%			流速や吸着材充填量などの条件の適切な組み合わせにより、5mg-P/L模擬排水を連続処理し、処理水リン濃度1mg-P/L以下を実現する
②リン回収装置の作製	実験室レベルのリン回収装置の作製件数			1件		実用化を想定した実験室レベル（10Lスケール）のリン回収装置の設計、作製

2 各研究項目における解決すべき課題及び想定される解決方法

研究項目①：（課題） リン回収型排水高度処理システムの実用化にあたり、排水のリン濃度を1mg-P/L以下に連続処理して放流することが望まれている。

（解決方法） カラム試験により、流速や吸着材充填量などの条件を適切に組み合わせることで、5mg-P/L模擬排水を連続処理し、処理水リン濃度1mg-P/L以下を実現する。

研究項目②：（課題） リン回収型排水高度処理システムの実用化にあたり、システムの有効性を見出すために実験室レベルのプロトタイプを作

製・評価し、スケールアップの可能性について考察する。
(解決方法) 実用化を想定した実験室レベル(10Lスケール)のリン回収装置を設計・作製・評価する。

3 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

研究項目①：凝集沈殿法等、従来技術の課題であったスラッジを出さないリン吸着法による排水連続処理で排水中のリンを80%除去でき、尚且つリン吸着限界に達した吸着材よりリンを脱着して吸着材の活性化ならびにリン資源回収を行うことができる次世代技術である。

研究項目②：H17～H18年度に開発した繰り返しリン吸脱着が可能であることを特徴とした新規な材料を用いたリン回収システムであり、高いリン吸着能力を有していることから、従来のリン除去技術と比較して排水処理効率の向上、装置のコンパクト化が期待できる。

また、リンを吸脱着可能な吸着材であるため、吸着材がリン吸着限界に達した際にはリン脱着工程で吸着したリンの脱着・回収を、リンを脱着限界に達して吸着材の再生が完了した際にはリン吸着工程で排水からリンの除去を自動的に流路を切り替えることで繰り返し行うことができ、吸着材の回収や補充、再充填等の工程を省くことが可能であるため、装置のミニマムメンテナンス化が期待できる。

4 成果の概要

開発した吸着材を用いたリン回収型排水高度処理システムの骨子を作製し、5mg-P/L模擬排水を用いた実験により、リン除去率80%以上となる模擬排水流量ならびに吸着材充填量の条件を見出した。

5 成果の社会・経済への還元シナリオ

※ 他の研究への応用の可能性、成果の移転方法、実用化の見通しを含む
研究開発後の市場導入へのステップは以下のとおりである。

- 平成17～18年度 新規なリン回収材の開発およびリン回収プロセスに関する要素技術の確立(既実施)
- 19～20年度 新規なリン回収材を活用した実験室レベルの排水高度処理システムの構築(本研究)
- 20～24年度 装置の小規模閉鎖性水域への適用(競争的外部研究資金に提案)
- 25～26年度 装置の中・大規模排水処理施設の高度処理への適用(国・地方公共団体および大手ゼネコンへの提案)(最終目標)

リン吸着材については県内の陶磁器製造業、セメント・コンクリート製品製造業に、リン回収型排水高度処理システムについては県内の一般機械・器具製造業、環境計量証明事業所への技術移転を検討している。また、そのユーザーとして大手ゼネコンも考えられる。

【研究開発の途中で見直した内容】

研究評価の概要		
種類	自己評価	研究評価委員会
事前	<p>(18年度) 評価結果 5 (総合評価段階：※数値で)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 必要性 閉鎖性水域の富栄養化が県内外で進行し、漁業被害や観光、住民への影響が拡大しており、大村湾などを対象とする技術開発は、社会的課題であると共に、産業振興の視点においても取り組む必要があると考えられる。 ・ 効率性 既出願特許のリン除去速度に優れた素材を活用することで、新たな水処理システムを構築し提案できる。また、県内外の関係者から情報収集し、システムに反映させるため効率性は高い。 ・ 有効性 本研究の要素技術であるリン除去材は吸着速度に優れるため、装置の処理能力は大幅に改善される。担当者はプロセス工学を専門としており、システムの要件を的確に提示できるため有効性は高い。 ・ 総合評価 本研究は、H17～19年実施の経常研究において開発したリン除去材をベースにしているが、システム開発の要素が新たに加わっており、上記経常研究の成果をプロセス工学的に発展させ、実用化を目指すものである。 	<p>(18年度) 評価結果 4 (総合評価段階：※数値で)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 必要性 必要性は認めるが、リン除去だけでよいのか。 ・ 効率性 製品ターゲットを絞り込んで、コストの比較をしてほしい。 ・ 有効性 市場性・有効性ともに期待できるが、連続処理を克服してほしい。 ・ 総合評価 対象を絞って検討を行い、それが成功してから他への展開を図るべき。また、今後は中国市場を睨んだ開発をしてほしい。

対応	<p>対応</p> <ul style="list-style-type: none">・必要性：富栄養化対策には窒素除去も重要であるが、窒素除去は近年、生物学的処理が進展しており、本研究で開発する装置と既製の窒素除去装置を組み合わせることにより、リンと窒素の同時除去を検討します。・効率性：市販吸着材と研究開発品のコスト及び性能を比較し、交換・再生型のカートリッジ方式の製品をターゲットに絞り込みを行います。・有効性：カートリッジ方式の連続処理法について検討します。・総合評価：カートリッジ方式の製品にターゲットに絞り込み、その成果を基に他への展開を図ります。海外市場の現状についても調査致します。
----	---

途 中	<p>(20年度) 評価結果 A (総合評価段階：)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 大村湾など、本県閉鎖性水域の富栄養化問題は未だ解決されていない。また、諫早干拓地においては営農が開始され、干拓調整池のアオコ対策としてのリン除去技術確立の重要性がますます高まっている。さらに、資源としてのリンは、既にアメリカが戦略物質として輸出を制限しているが、アメリカに続き、中国においても輸出関税を引き上げる動きがあることから、排水等からのリン資源回収技術確立の重要性がますます高まっている。 ・効率性 吸着材の評価件数、改良件数ともに目標値を達成しており、順調に進捗している。リン回収型排水高度処理システムの構築では、県内外の関係者から情報収集し、システムに反映させており、効率性は高い。 ・有効性 排水の流速や吸着材の充填量を適正化することで、連続処理によるリン吸着率80%の目標を達成しており、順調に進捗している。リン回収型排水高度処理装置の作製も、既に装置の骨子を作製している段階であり、最終目標を達成する見込みである。 ・総合評価 諫早干拓地の営農が開始され、県内閉鎖性水域の富栄養化対策技術の必要性・重要性がますます高まっている。更にリン資源の国際的注目度が高まっている中、排水や水環境中のリンを除去・回収する技術が求められている。今後は、更なる吸着材の改良と排水連続処理条件の適正化を行い、リン除去・回収効率を高め、実験室レベルのリン回収装置を作製する。 	<p>(20年度) 評価結果 (総合評価段階：A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 リン資源回収は世界的な課題でもあり、閉鎖性水域の富栄養化対策としても必要性は高い。回収リンの工業的利用についても検討する必要がある。 ・効率性 リン回収のデータが不十分であり、スピード感に欠けている。研究として順調といえるが、コスト面、実用性について検討を要する。 ・有効性 リン資源の回収は有効な研究分野ではあるが、他のリン除去・回収システムとの比較、コスト面での検討などを明らかにし、実用的なシステムにする必要がある。 ・総合評価 重要なテーマであり、資源・環境両面から有望なシステムであるが、研究から実証に向けて、コスト、回収リンの利用など課題が多く、スピードを上げて積極的に進めて欲しい。
--------	--	--

	<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>必要性の項目で指摘があった回収リンの工業的利用について、現段階ではリン酸、或いはリン酸ナトリウム結晶の状態として回収することを検討しており、これらの応用としては、洗剤、触媒、金属表面処理剤等を想定しているが、今後も検討を重ねていく。</p> <p>効率性の項目で指摘があったリン回収データの不足については、現在までにリン脱着液の通水条件及び吸着材へのリン吸着量が及ぼすリン脱着効率への影響についての知見を得るべく10通りの実験を実施している。更なるデータの充実を図るべく、今後、リン脱着液濃度やリン脱着液の通水条件を変化させて6通りの実験を実施する予定である。</p> <p>効率性及び総合評価の項目で指摘があった研究のスピード感の欠如については、科学技術振興課の客員研究員事業の活用による外部の研究者との交流によって研究のスピードアップ化を図るとともに、コストや実用面について十分に検討していく。</p> <p>効率性及び有効性の項目で指摘があった実用性の検討については、本研究で構築しているシステムの性能評価が終了した後にある程度見通しが得られる算段であるが、更なる発展として競争的外部資金導入による都市部の下水処理施設での実証試験及びスケールアップ化も検討している。</p> <p>有効性の項目で指摘があった他のリン除去・回収システムとの比較及びコスト面での検討について、従来技術との比較を現在までに実施し、良好な結果を得ている。また、同じタイプのリン回収型吸着材の情報を収集し、性能・コスト面での比較を行っているところである。</p>
<p>事後</p>	<p>(21年度) 評価結果 (総合評価段階：)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 必要性 ・ 効率性 ・ 有効性 ・ 総合評価 	<p>(21年度) 評価結果 (総合評価段階：)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 必要性 ・ 効率性 ・ 有効性 ・ 総合評価

対応	対応
----	----

■ 総合評価の段階

平成20年度以降

(事前評価)

- S＝積極的に推進すべきである
- A＝概ね妥当である
- B＝計画の再検討が必要である
- C＝不適當であり採択すべきでない

(途中評価)

- S＝計画以上の成果をあげており、継続すべきである
- A＝計画どおり進捗しており、継続することは妥当である
- B＝研究費の減額も含め、研究計画等の大幅な見直しが必要である
- C＝研究を中止すべきである

(事後評価)

- S＝計画以上の成果をあげた
- A＝概ね計画を達成した
- B＝一部に成果があった
- C＝成果が認められなかった

平成19年度以降

(事前評価)

- S＝着実に実施すべき研究
- A＝問題点を解決し、効果的、効率的な実施が求められる研究
- B＝研究内容、計画、推進体制等の見直しが求められる研究
- C＝不適當であり採択すべきでない

(途中評価)

- S＝計画を上回る実績を上げており、今後も着実な推進が適當である
- A＝計画達成に向け積極的な推進が必要である
- B＝研究計画等の大幅な見直しが必要である
- C＝研究費の減額又は停止が適當である

(事後評価)

- S＝計画以上の研究の進展があった
- A＝計画どおり研究が進展した
- B＝計画どおりではなかったが一応の進展があった
- C＝十分な進展があったとは言い難い

平成18年度

(事前評価)

- 1：不適當であり採択すべきでない。
- 2：大幅な見直しが必要である。
- 3：一部見直しが必要である。

- 4：概ね適当であり採択してよい。
- 5：適当であり是非採択すべきである。

（途中評価）

- 1：全体的な進捗の遅れ、または今後の成果の可能性も無く、中止すべき。
- 2：一部を除き、進捗遅れや問題点が多く、大幅な見直しが必要である。
- 3：一部の進捗遅れ、または問題点があり、一部見直しが必要である。
- 4：概ね計画どおりであり、このまま推進。
- 5：計画以上の進捗状況であり、このまま推進。

（事後評価）

- 1：計画時の成果が達成できておらず、今後の発展性も見込めない。
- 2：計画時の成果が一部を除き達成できておらず、発展的な課題の検討にあたっては熟慮が必要である。
- 3：計画時の成果が一部達成できておらず、発展的な課題の検討については注意が必要である。
- 4：概ね計画時の成果が得られており、必要であれば発展的課題の検討も可。
- 5：計画時以上の成果が得られており、必要により発展的な課題の推進も可。