

環境技術実証事業 広報資料



閉鎖性海域における 水環境改善技術分野

平成28年度実証対象技術の環境保全効果等



環境省

目次

I. はじめに	
■ 広報資料策定の経緯	1
II. 用語の解説	2
III. 閉鎖性海域における水環境改善技術分野と実証試験の方法について (平成28年度)	3
■ 閉鎖性海域における水環境改善技術とは？	
■ 実証試験の方法について	
■ 実証対象技術	
■ 実証項目について	
IV. 平成28年度実証試験結果について	7
■ 実証機関	
■ 実証試験結果報告書の概要	
V. これまでの実証対象技術一覧	20
VI. 「環境技術実証事業」について	21
■ 「環境技術実証事業」とは？	
■ 事業の仕組みは？	
(1) 事業の実施体制	
(2) 事業の流れ	
■ なぜ閉鎖性海域における水環境改善技術を実証対象技術分野としたのか？	
■ 実証番号を付した固有の環境技術実証事業ロゴマーク (個別ロゴマーク) について	
■ 環境技術実証事業のウェブサイトについて	

I. はじめに

■ 広報資料策定の経緯

環境省では環境技術の普及促進を目指して、「環境技術実証事業（ETV 事業。以下、「実証事業」といいます。）」を実施しています。この実証事業では、さまざまな分野における環境技術（個別の製品も含めて、幅広く「環境技術」という言葉を使います。）を実証しています。

ここでいう実証とは、「第三者である試験機関により、既に実用化段階にある技術（製品）の性能が試験され、結果を公表」することです。技術や製品の実用化等の前段階として行う「実証実験」とは異なる意味であり、また、JIS 規格のように何かの基準をクリアしていることを示す認証でもありません。（事業の詳細は本冊子の IV 以降をご覧ください。）

本冊子（広報資料）は、この事業において平成 28 年度に実証された技術（製品）について、その環境保全効果等を試験した結果の概要を示したものであり、環境技術や、環境技術を使った環境製品の購入・導入をお考えのユーザーのみなさんに、実証された技術（製品）や関連する技術分野を知っていただき、積極的な購入・導入を促すために作成したものです。

なお、平成 27 年度以前に実証された技術に関する試験結果を含め、より詳しい詳細版が環境技術実証事業ウェブサイト内の「実証結果一覧」(<http://www.env.go.jp/policy/etv/verified/index.html>)にあります。是非ともご覧ください。

II. 用語の解説

この広報資料では、実証事業や閉鎖性海域における水環境改善技術分野に関する以下のような用語を使用しています。

表 2 - 1 : 本冊子で使用されている用語の解説

用語	定義・解説
＜実証事業に関する用語＞	
実証対象技術	実証試験の対象となる技術を指す。本分野では、「閉鎖性海域における水環境改善技術」を指す。
実証試験実施場所	実証対象技術が適用され、実証試験が実施される場所・海域を指す。
実証項目	実証対象技術の性能や効果を測るための試験項目を指す。本技術分野においては「化学的酸素要求量（COD）」等。
実証機関	実証試験の実施、閉鎖性海域における水環境改善技術分野の運営全般を担う機関を指す。
実証申請者	技術実証を受けることを希望する者を指す。開発者や販売店等。

Ⅲ. 閉鎖性海域における水環境改善技術分野と実証試験の方法について (平成28年度)

■閉鎖性海域における水環境改善技術とは？

本事業が対象としている閉鎖性海域における水環境改善技術分野の対象となる技術とは、以下のいずれかの効果を発揮することを主たる目的とする技術全般を指します。

(ア) 水質及び底質を現地で改善する技術

- ① 「水質の改善」は、海域に関する生活環境項目の改善とする。
- ② 「底質の改善」は、有機物、硫化物などの改善及び窒素・りん溶出抑制とする。

(イ) 生物生息環境の改善に資する、海域に直接適用可能な技術

- ① 藻場・干潟の保全・再生技術
- ② 貧酸素水塊・青潮の発生、赤潮の発生等、生物生息環境の悪化をもたらす現象を抑制・解消する技術
- ③ その他、生物生息環境を改善する技術

■実証試験の方法について

実証試験は、閉鎖性海域における水環境改善技術分野で共通に定められた「実証試験要領」に基づき実施されます。閉鎖性海域における水環境改善技術分野では、平成21年度以降は手数料徴収体制による実証試験を実施しています。実証試験では、実際の水域における、実証対象技術の以下の効果を実証します。

- 水質改善効果
- 底質改善効果
- 生物生息環境改善効果

また以下の技術情報を収集・整理します。

- 実証対象技術の維持管理上の特性
- 実証対象技術の設置、維持管理にかかる費用

■実証対象技術

実証対象技術の選定は、企業等から申請された技術・製品の内容に基づいて行われます。申請内容が記入された実証申請書を、以下の各観点に照らし、総合的に判断した上で実証機関が対象とする技術を選定し、手数料徴収体制では実証運営機関の承認を得ることとなっています。

(1) 手数料徴収体制

a. 形式的要件

○ 申請技術が対象技術分野に該当するか。

(また実証機関が公募の際に技術の種類を特定している場合、これに該当するか。)

○ 申請内容に不備はないか

○ 商業化段階にある技術か

○ 実験終了後、実証対象技術を撤去するなど、原状回復が可能か

b. 実証可能性

○ 予算、実施体制等の観点から実証が可能であるか

○ 実証試験計画が適切に策定可能であるか

○ 実証試験にかかる手数料を実証申請者が負担可能であるか

c. 環境保全効果等

○ 技術の原理・仕組みが科学的に説明可能であるか

○ 原状回復が困難となるような、副次的な環境問題等が生じないか

・生態系及び人間に対する安全性は確保できるか

・適切な移入種対策をとることは十分に可能か

○ 環境保全効果が見込めるか

○ 先進的な技術であるか

○ その技術に独自性が認められるか

■実証項目について

閉鎖性海域における水環境改善技術分野の実証試験は、実証試験実施場所の特性と、実証対象技術の目的を考慮し、実証試験の目的を定めます。実証機関は、効果の実証に関連し、所定の調査項目について目標を設定します。

実証機関は各調査項目について、関連JIS、関連規制、公的機関の定める調査方法やガイドラインに従い、試料採取頻度、試料採取方法、測定分析方法を決定します。技術実証委員会が十分な精度を確保できると判断した場合は、これ以外の方法を採用してもよいこととします。

(1) 効果の実証に関する調査項目

○水質改善調査項目

海域に関する生活環境項目の改善を目的とする技術について、実証機関は表 3-1の中から所定の調査項目を選び、その目標を設定します。表 3-1の他にも、関連する項目について、適宜検討します。

表 3-1 : 水質改善調査項目 (海域に関する生活環境項目)

項目
水素イオン濃度 (pH)、化学的酸素要求量 (COD)、 溶存酸素量 (DO)、大腸菌群数、n-ヘキサン抽出物 (油分等) 全窒素 (T-N)、全リン (T-P)、全亜鉛 (T-Zn)

○底質改善調査項目

底質の改善を目的とする技術について、実証機関は、表 3-2 を参考に所定の調査項目を選び、その目標を設定します。表 3-2 の他にも、関連する項目について、適宜検討します。

表 3-2 : 底質改善調査項目の例

項目
全有機炭素 (TOC)、COD _{sed} 、強熱減量、硫化物

○生物生息環境関連調査項目

実証機関は、生物生息環境の改善効果を実証するための調査項目を検討します。生物生息環境には、上記の表 3-1、表 3-2 に示した以外の、広義の水質や底質の改質、生物量の増加などが含まれます。実証機関は、環境技術開発者と協議のうえ、生物生息環境の改善効果を実証するための調査項目を設定します。

(2) 維持管理に係る技術情報について

実証機関は、実証対象技術の維持管理上の特性を考慮し、表 3-3 に示された標準的な調査項目の過不足を検討し、調査項目を決定します。

表 3-3 : 維持管理に関する標準的な調査項目

分類	項目	調査内容・方法等	関連費用等
使用資源	電力等消費量	全実証対象機器の電源の積算動力計によって測定 (kWh/日)	電力使用料
	薬品等の種類と使用量	適宜	薬品費
	その他消耗品の種類と使用量	適宜	消耗品費
生成物	生成物の種類と発生量	発生する生成物の種類と重量。またその処理方法	処理費用または販売収入
維持管理性能	実証対象技術の設置に要する期間	日数 (単位は適宜)	—
	実証対象技術の維持管理に必要な人員数と技能	作業項目毎の最大人数と作業時間 作業の専門性、困難さ	人件費

(3) その他の補助的な調査項目

実証機関は、(1) から (2) に含まれていない項目についても、調査項目の必要性を検討し、適宜調査項目として定めます。

表 3 - 4 : その他の調査項目の具体例

項目	
海域に関する項目	● 水温、塩分
その他実証試験実施場所に関する項目	● 実証試験実施場所の潮位、波高、天候、降水量、最高気温、最低気温（最寄りの測候所のデータを利用）

実証試験を行う際の基本的考え方、試験条件・方法等を定めた「実証試験要領」、及び実証試験要領に基づき詳細な試験条件等を定めた「実証試験計画」は、事業のホームページ (<http://www.env.go.jp/policy/etv/>) でご覧いただくことができます。

IV. 平成 28 年度実証試験結果について

■実証機関

○日本ミクニヤ株式会社

<実証機関連絡先>

日本ミクニヤ株式会社

〒213-0001 神奈川県川崎市高津区溝口3-25-10

TEL : 044-833-3928 FAX : 044-822-1689

■実証試験結果報告書の概要

実証番号	実証申請者 (技術開発者)	実証技術名
090-1601	日の丸産業株式会社	日の丸方式（キレートマリン等）による環境改善技術

実証対象技術 ／環境技術開発者	日の丸方式（キレートマリン等）による環境改善技術／ 日の丸産業株式会社
実証機関	日本ミクニヤ株式会社
実証試験期間	平成 28 年 7 月 18 日～平成 28 年 10 月 22 日
実証の目的	嫌気性の底質にキレートマリンを設置し、鉄イオンとケイ素を溶出させることで、硫化水素の発生抑制や底質改善、水質改善の効果を検証する。

1. 実証対象技術の概要

本実証技術は、嫌気性の底質にキレートマリンを設置し、鉄イオンとケイ素を溶出させることで、硫化水素の発生抑制や底質改善、水質改善を期待している。

実証対象技術の原理を以下に示す（図 1-1）。

<底質改善>

- ① 嫌気性の底質にキレートマリンを設置することで、鉄イオンとケイ素が溶出される。
- ② 鉄イオンは、嫌気性の底質で硫化水素イオンと反応し硫化鉄となり、硫化水素の発生を抑制する。

$$\text{HS}^- + \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{FeS} + \text{H}^+$$
- ③ 硫化水素の発生を抑制することで、底生生物の生息しやすい環境が形成され、生物量や生物の多様性が向上する。
- ④ また、溶出したケイ素や鉄イオンは、付着珪藻に取り込まれることで付着珪藻を増加させる。付着珪藻を捕食する底生生物や、巻き上がった付着珪藻を捕食する二枚貝などの成長促進が期待される。

<水質改善>

- ① 底質から溶出した鉄イオンやケイ素は、水中の珪藻類に取り込まれることで、珪藻類が増加する。
- ② 増加した珪藻類が水中の無機態窒素やリンを取り込むことで、水中の無機態窒素やリンの減少につながる。

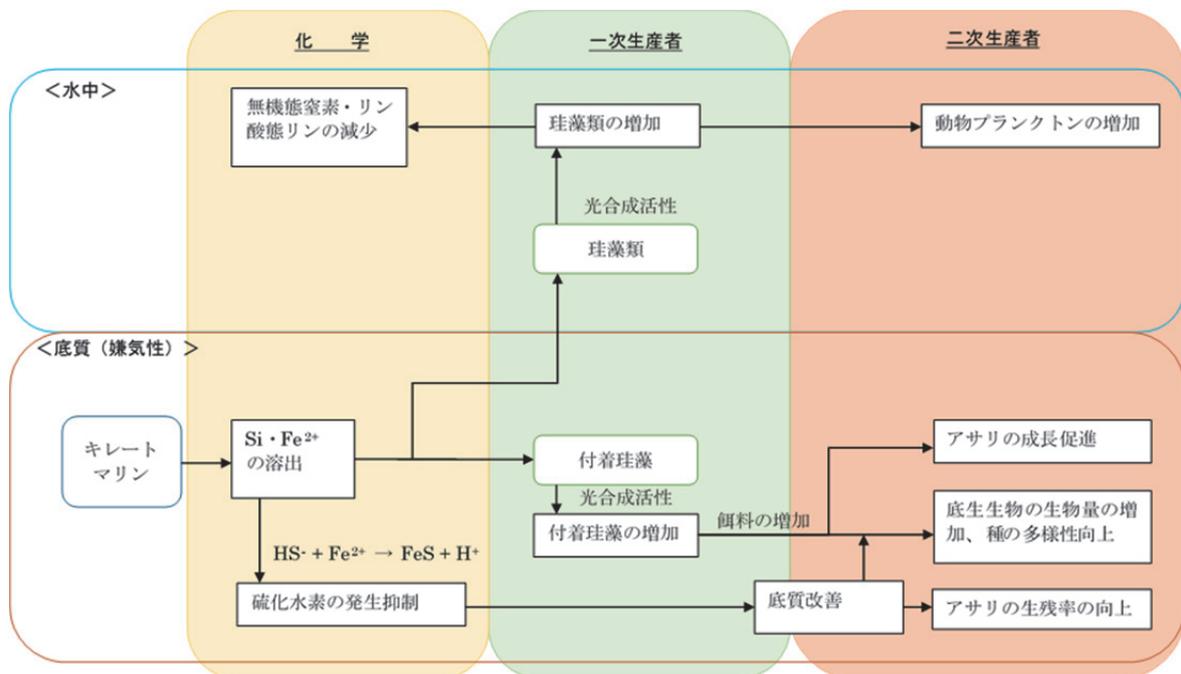


図 1-1 実証対象技術の原理

2. 既存の試験結果の引用

2.1 試験実施者

財団法人 広島県環境保健協会

2.2 試験内容

広島市南区を流れる猿猴川の護岸にキレートマリンを設置することで、底質、間隙水及び底生生物に与える影響について調査を実施した。

2.3 試験結果

1) 硫化水素の発生抑制について

底質の経年変化を図 2-1 に示す。

平成 23 年度の対照区では、ORP が-339mV、pH が 7.1 であり、硫化水素が発生しやすい環境が形成されている。しかし、平成 23 年度の実験区は、ORP が-216mV、pH が 6.9 であり、硫化水素が発生する環境条件に至っていないと想定された。

このことから、キレートマリンによる硫化水素発生抑制の可能性が示唆された。

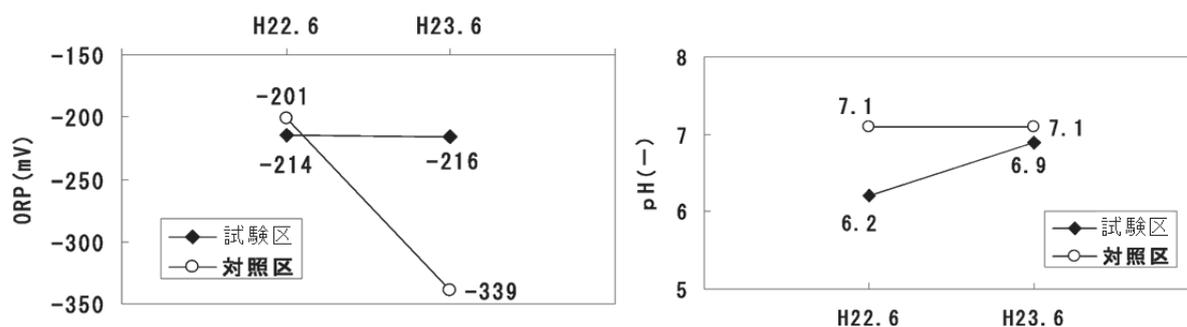


図 2-1 底質の経年変化

2) 底生生物について

試験区では 18 種 345 個体、対照区では 13 種 113 個体の生物が確認され、種類数、個体数とも試験区が対照区よりも多い結果を示した。

2.4 実証試験に用いた材料

本実証試験に用いたキレートマリンの概要を図 2-2 に示す。

<キレートマリンL型>

商品名		キレートマリンL	
商品分類		キレート鉄発生材（底質、水質改善材）	
		外形寸法容量	
		重量：4kg/1個 直径：175mm 高さ：115mm 風袋：3個/束 商品コード： 0784026	
用途・特徴		効果：キレート鉄の溶出 水質底質の改善 成分：竹炭、鉄粉、高炭素セラミック、キレート材 使用量： （海、川の場合）1個/1㎡ （池の場合）1個/4㎡ （水槽の場合）1個/1㎡（1t）	
容量	入数	重量	サイズ
	3個入	約16kg	縦350mm×横380mm×厚み120mm

<キレートマリンK型>

商品名		キレートマリンK2	
商品分類		キレート鉄発生材（底質、水質改善材）	
			
パッケージ		中身	
		たて：500mm よこ：400mm 厚み：100mm （中身） 約10~20mm 容量：（約10kg） 商品コード： K2；0784044	
用途・特徴		効果：キレート鉄の溶出 水質底質の改善 成分：竹炭、鉄粉、高炭素セラミック、キレート材	
容量	入数	重量	サイズ
	単品	約10kg	縦500mm×横400mm×厚み100mm

図 2-2 実証試験に用いたキレートマリン

3. 実証試験の概要

実証試験の実施概要を以下に示す。

3.1 実証試験実施場所の概要

実証試験の実施場所：広島県尾道市浦崎町戸崎干潟（松永湾内）

海域の特徴	
主な利用状況	松永湾は、福山市の西部と尾道市の東部に囲まれた北方にくぼんだ入り海である。この湾は東から福山市の沼隈半島及びこの半島西部か、さらに西に突き出した小半島によって囲われ、ほぼ全域が陸地によって囲まれる。海水の出入りは、狭い戸崎瀬戸と尾道水道の2箇所を通じて行われる。 現在、干潟は本郷川と藤井川の合流地点付近を中心に、204haが残されている。広島県内では最大の干潟である。松永港区の航路整備の浚渫土砂を利用した人工干潟（海老地区、灘地区、百島地区）がある。また、尾道の漁獲は、たちお、たい類、たこ類、ひらめ・かれい類、貝類などが主となっている。
実証試験実施場所の規模	松永湾は、面積12km ² 、干潟面積4.3km ² 、藻場面積0.2km ² 、自然海岸の延長1.7km（自然海岸の占める割合4.0%）で周囲を陸に囲まれた閉鎖性海域である。実証試験は、戸崎干潟での実施を予定しており、試験区域の規模は約300m ² （10m×10mを3区画）を想定している。
水質の状況	試験区域周辺の平成27年度の水質は、pHが8.0～8.2、DOが6.9～10mg/L、窒素が0.07～0.21mg/L、リンが0.015～0.036mg/Lとなっている。鉄イオンは、定量下限値（0.1mg/L）以下となっている。また、水産庁の調査結果では、当該海域において渦鞭毛藻（Karenia mikimotoi）の赤潮が年間数回発生している。 出典）広島県の公共用水域水質測定結果
底質の状況	備後灘の含泥率、強熱減量、COD、T-P、T-Nは、東部海域から西部海域に向かって低くなる傾向がみられる。 試験区域周辺の底質はシルト質で、含泥率が13.0%、中央粒径0.24mm、強熱減量が3.8%、T-Nが0.28mg/g、T-Pが0.15mg/gとなっている。 出典）広島県HP（2011年更新）
生物生息環境	試験区域周辺の松永湾、海老地区、灘地区、百島地区では、アサリが多く確認されている。当該海域にはキセルハゼ、トビハゼ、タビラクチ（重田ら、未発表）が生息している。 出典）環境省HP
課題	○水質、底質、生物生息環境の点から、どのような改善が必要とされているか。 当該海域は、渦鞭毛藻類を中心とした赤潮の発生が年に複数回発生しており、生物生産性の確保の観点から改善が必要である。さらに、当該海域では鉄イオンの不足も指摘されている。 ○改善計画等、どのような検討が進められているか。
実証試験環境	○実証対象機器等の搬入は確保できるか 可能（陸路による） ○電気は利用可能か 不可 ○実証試験の攪乱要因となるような特性はないか 無し（自然現象を除く） ○試料採取は可能か 可能 ○実証試験の時期 7月～10月
有識者の見解	実証試験を行う上での留意すべき点 ・本技術が対象とするプランクトンの種類、増殖の原理等の前提条件を明確にする必要がある。また、渦鞭毛藻類の増加等、環境への悪影響が生じていないか、長期的なデータに基づく確認が必要である。 ・海水の流動があるため、水質の比較・評価は難しいが、底質では評価が可能であると考えられる。現実的な実証項目に絞る必要がある。 ・本技術の効果として挙げられている鉄分の溶出について、事前に試験海域の鉄分を測定した方がよい。

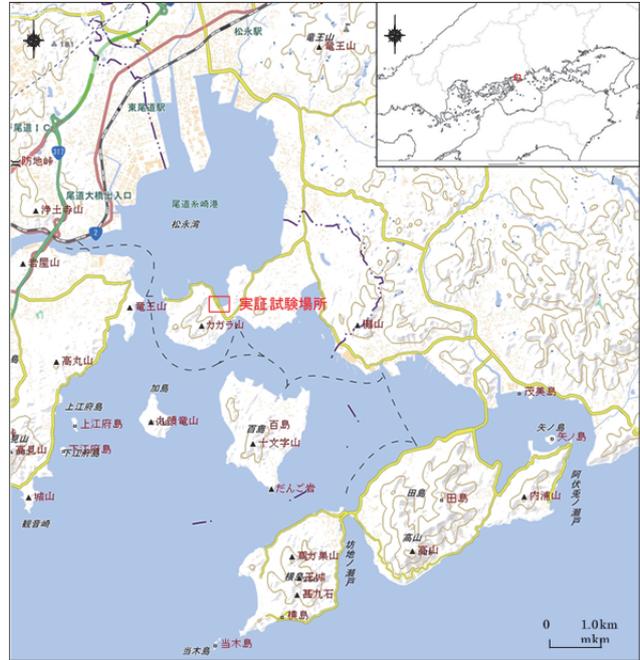


図 3-1 実証試験場所（広島県尾道市 松永湾）

3.2 実証試験区の配置状況

試験概要を図 3-2、試験区域の概要を図 3-3 に示す。

実験場所として同程度の地盤高に、10m×10mの試験区域を3区画（試験区①：キレートマリンL型×100個、試験区②：キレートマリンK型×20kg、対照区）設置して、試験を行った。

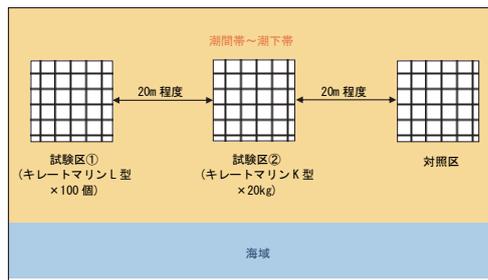


図 3-2 試験概要

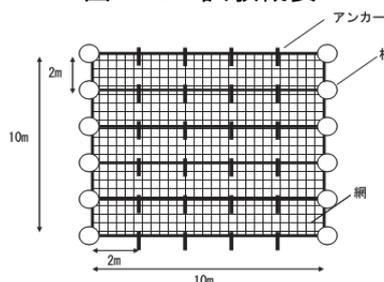


図 3-3 試験区域の概要

3.3 実証試験区の底質

各試験区において、キレートマリン設置前に底質の分析を行った。表 3-1、表 3-2 に結果を示す。

表 3-1 各試験区におけるキレートマリン設置前の底質分析結果

試験区①(キレートL型)

7月	表層			5cm			10cm			15cm		
	泥温(°C)	pH	ORP(mV)									
N1	28.7	7.26	63	28.2	7.16	14	27.9	7.45	-17	27.5	7.49	-26
N2	28.4	7.40	49	28.0	7.35	-15	27.2	7.42	-18	27.1	7.45	-19
N3	28.4	7.71	81	28.0	7.30	-6	27.8	7.52	10	27.4	7.48	83
平均値	28.5	7.46	64	28.1	7.27	-2	27.6	7.46	-8	27.3	7.47	13
標準偏差	0.1	0.19	13	0.1	0.08	12	0.3	0.04	13	0.2	0.02	50

試験区②(キレートK型)

7月	表層			5cm			10cm			15cm		
	泥温(°C)	pH	ORP(mV)									
N1	27.9	7.55	41	28.0	7.30	-2	27.6	7.58	-4	27.6	7.54	-26
N2	27.9	7.69	51	27.8	7.31	-3	27.8	7.48	9	27.7	7.46	0
N3	27.8	7.63	57	27.8	7.38	-9	27.5	7.56	-12	27.1	7.52	-82
平均値	27.9	7.62	50	27.9	7.33	-5	27.6	7.54	-2	27.5	7.51	-36
標準偏差	0.0	0.06	7	0.1	0.04	3	0.1	0.04	9	0.3	0.03	34

対照区

7月	表層			5cm			10cm			15cm		
	泥温(°C)	pH	ORP(mV)									
N1	27.9	7.55	41	28.0	7.30	-2	27.6	7.58	-4	27.6	7.54	-26
N2	27.9	7.69	51	27.8	7.31	-3	27.8	7.48	9	27.7	7.46	0
N3	27.8	7.63	57	27.8	7.38	-9	27.5	7.56	-12	27.1	7.52	-82
平均値	27.9	7.62	50	27.9	7.33	-5	27.6	7.54	-2	27.5	7.51	-36
標準偏差	0.0	0.06	7	0.1	0.04	3	0.1	0.04	9	0.3	0.03	34

表 3-2 各試験区におけるキレートマリン設置前の底質分析結果

	強熱減量 (%)	AVS(mg/L)	強熱減量 (%)	AVS(mg/L)	強熱減量 (%)	AVS(mg/L)
N1	2.4	0.049	2.5	0.029	2.6	0.013
N2	-	0.062	-	0.044	-	0.020
N3	-	0.059	-	0.038	-	0.003
平均値	-	0.057	-	0.037	-	0.012
標準偏差	-	0.006	-	0.006	-	0.007

3.4 実証試験の実施工程

実証試験の実施工程を表 3-3 に示す。

表 3-3 実証試験の実施工程

実証試験 (現地)	施工前		施工		施工1ヶ月後	施工3ヶ月後
	7/18	7/19	7/20	7/22	8/18	10/22
施工			●	●		
事前調査	●	●				
現地調査	●	●			●	●

メソコスム実験	設置時	設置1日後	設置2日後	設置8日後	設置14日後	設置19日後
	8/15	8/16	8/17	8/23	8/29	9/3
屋外	●	●	●	▲	▲	▲
備考				※水温、pH クロロフィル _a	※水温、pH クロロフィル _a	※水温、pH クロロフィル _a

3.5 実証試験の調査項目と調査方法

・水質調査

実証海域の状況を把握するため、水質調査を実施した。水温、塩分、DO、pH、クロロフィル a については、多項目水質計（AAQ JFE アドバンテック㈱社製）を用いて測定した。

・間隙水調査

日の丸方式（キレートマリン等）の基本原理である、鉄イオンやケイ素が溶出されるか確認を行った。また、鉄イオンの溶出により、底質中の硫化水素が抑制されているかを検証した。サンプリングにはシリンジを用いて、表層から深度 10cm 程度の試料を採取（各 N=3）した。なお、10 月調査では表層 10cm の他に、表層 5cm の試料も採取した。採取した試料は、現地で遠心分離を行い、硫化水素及び鉄イオンは検知管を用いて分析を行った。ケイ酸は、室内に持ち帰り室内分析を行った。

・底質調査

キレートマリンを底泥に設置することで、硫化水素が固定されたかどうかを検証するため、底質調査を実施した。現地の底質及びキレートマリンの状況（色や性状など）を目視にて観察した。その後、底質の採取を行った。酸化還元電位は ORP 計、pH は pH 計を用いて表層、5 cm、10cm、15cm の鉛直測定を行った。AVS は表層から深度 10cm 程度の試料を採取し、検知管分析を行った。強熱減量は、表層から深度 10cm 程度の試料を採取し、分析機関に搬入し、室内にて分析を行った。クロロフィル a は、表層 5mm 程度の試料を対象にコドラート（方形枠 5cm×5cm×5 箇所 N=1）による定量採集を行い、室内にて分析を行った。なお 10 月調査では、クロロフィル a は N=3 で試料を採取した。

・底生生物調査

キレートマリンを還元状態の底泥に設置することで、硫化水素が固定され、底生生物の生残率が向上するかを把握するため、底生生物調査を実施した。底生生物は、コドラート（方形枠 25cm×25cm）による定量採集を行い、1mm 目合のふるいを用いてふるい分けを行った。ふるいに残った試料をホルマリン固定（10%）し、室内にて同定を行った。

・底生微細藻類調査

キレートマリンから溶出される鉄イオンやケイ素により、底生微細藻類が増加するか把握するため、底生微細藻類調査を実施した。底生微細藻類は、表層 5mm 程度の試料を対象にコドラート（方形枠 5cm×5cm×5 箇所 N=3）による定量採集を行い、ホルマリン固定（5%以下）した後、室内にて同定を行った。

・アサリの成育試験

キレートマリンから溶出される鉄イオンやケイ素により、珪藻類が増加し、それを餌とするアサリの成育促進に繋がるかを検証するため、成育状況を把握した。試験は、育成籠（50cm×50cm×50cm）にアサリを 50 個体（詳細は、現地の生息密度の程度で調整）入れ、各試験区に 3 箇所設置した。殻長、殻高、殻幅、湿重量を測定し、アサリの生残率も併せて把握した。調査による底質の攪乱を抑制するため、8 月調査では各試験区 1 つの育成籠のみを対象とした。10 月調査では、殻長、殻高、殻幅に加えて、軟体部重量を測定し、肥満度を算出した。

・メソコスム試験

日の丸方式（キレートマリン等）の基本原理である、鉄イオンやケイ素の溶出、珪藻類の成長の促

進、水中の無機態窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}+\text{NO}_2\text{-N}$ ）や無機態リンの低減について検証した。透明な水槽を設置し、容器内のクロロフィル a、無機態窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}+\text{NO}_2\text{-N}$ ）、リン酸態リン、硫化水素、鉄イオンの観測を行った。なお、補足的に水温及び pH も併せて計測した。無機態窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}+\text{NO}_2\text{-N}$ ）、リン酸態リンについては、容器内の水を直接採取した。採取した試料は、暗冷保存した状態で室内にて分析を行った。水温、pH、クロロフィル a については、多項目水質計を用いて測定した。硫化水素及び鉄イオンについては、検知管で分析を行った。付着珪藻は、5cm×5cm コドラートを用いて定量採集を行った。

4. 実証試験結果

4.1 実証項目及び目標水準

本実証試験の実証項目と目標水準を表 4-1に示す。

表 4-1 実証項目及び目標水準

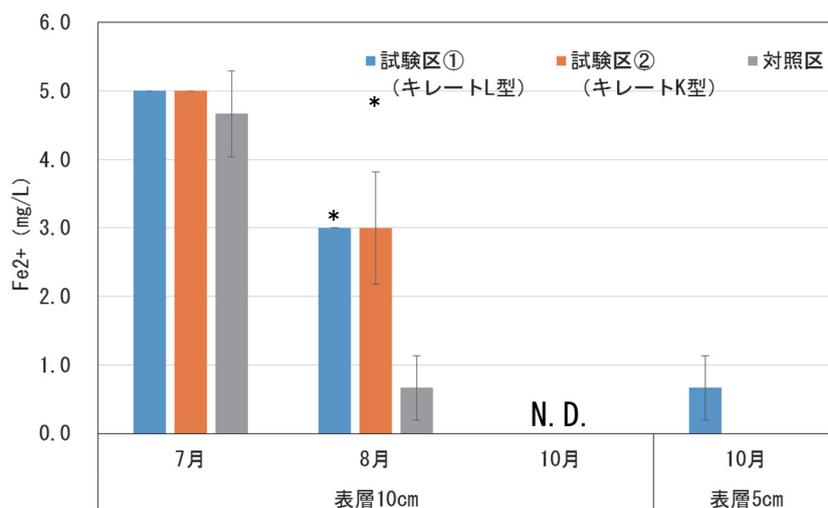
実証項目	目標水準
① 硫化水素の発生抑制	対照区に比べ硫化水素濃度が試験区で低いこと 項目：硫化水素
② 付着珪藻の増加	対照区に比べ底生微細藻類、クロロフィル a が試験区で高いこと 項目：底生微細藻類、クロロフィル a
③ 底生生物の生物量の増加、種の多様性の向上	対照区に比べ底生生物の生物量、種の多様性が試験区で高いこと 項目：底生生物

4.2 硫化水素の発生抑制について

4.2.1 間隙水への鉄イオンの溶出

間隙水中の鉄イオンの測定結果を図 4-1 に示す。

- ・鉄イオンは、施工前の7月に試験区①（キレート L 型）と試験区②（キレート K 型）で 5.0mg/L、対照区で $4.7\pm 0.6\text{mg/L}$ を示した。
- ・8月では試験区①（キレート L 型）で 3.0mg/L、試験区②（キレート K 型）で $3.0\pm 0.8\text{mg/L}$ 、対照区で $0.7\pm 0.5\text{mg/L}$ を示し、対照区と比較して、試験区①（キレート L 型）、試験区②（キレート K 型）が有意に高かった（ウィルコクソン順位和検定、 $p<0.05$ 、 $n=3$ ）。
- ・10月の表層 10cm で測定した鉄イオンは、各試験区とも検出されなかったが、表層 5cm では試験区①（キレート L 型）でのみ鉄イオンが検出され、 $0.7\pm 0.5\text{mg/L}$ であった。
- ・以上のことから、キレートマリン L 型、K 型ともに鉄イオンが溶出されていると推察された。さらに、キレートマリン L 型では、継続性も見られた。



対照区と比較してウィルコクソン順位和検定 (*:p<0.05) (n=3)

図 4-1 間隙水中の鉄イオン

4.2.2 間隙水中の溶存硫化物、底質中の酸揮発性硫化物 (AVS)

間隙水中の溶存硫化物、底質中の AVS の測定結果を図 4-2 に示す。

- ・溶存硫化物は、試験期間中、各試験区とも検出されなかった。
- ・底質中の AVS は、キレートマリン設置時(7月)に既に有意な差が確認されたため、各試験区の7月を基準とし、7月からの増減量で評価した。試験区①は、対照区に比べ高い傾向にあることが示唆された。試験区②は、増加する傾向は見られなかった。
- ・以上のことから、試験区①では、キレートマリンを設置した下の層で発生した硫化物イオンが、キレートマリンから溶出した鉄イオンと反応し硫化鉄となり、固定された結果キレートマリン周辺で底質中の AVS が高くなったと考えられた。従って、キレートマリンを設置することで、周囲で発生する硫化物イオンを底質に固定する効果が考えられた。

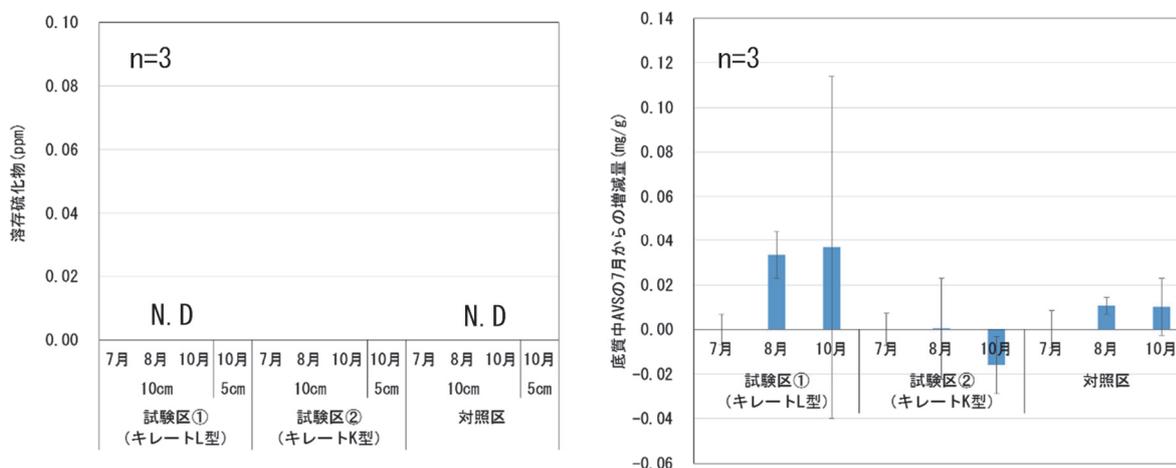


図 4-2 間隙水中の硫化物(左図)と底質中のAVS(右図)

4.2.3 硫化水素の発生抑制について

対照区において硫化水素の発生が見られなかったため、硫化水素の発生抑制効果の評価までには至らなかった。ただし、キレートマリンの原理である鉄イオンの溶出と硫化物の固定効果（試験区①のみ）を捉えることができた。

4.3 付着藻類の増加について

間隙水中のケイ素、付着藻類および羽状目珪藻の結果を図 4-3 に示す。

- ・ 間隙水中のケイ素は、対照区と比べて、有意な差は確認されなかった。
- ・ 付着珪藻の平均細胞数は、対照区と比べて試験区①、②ともに有意な差は確認されなかった。ただし、試験区②は対照区と比べて高くなる傾向が見られた。
- ・ 羽状目珪藻の細胞数は、対照区と比べて試験区①、②ともに有意な差は確認されなかった。ただし、試験区①、②ともに対照区と比べて高くなる傾向が見られた。
- ・ 環境変動や供給と消費の観点から、本試験ではケイ素の溶出効果までは現地で確認できなかったが、付着珪藻の種組成の変化から、安定的にアサリの餌となる羽状目珪藻類が定着しやすい環境が形成されている可能性が考えられた。

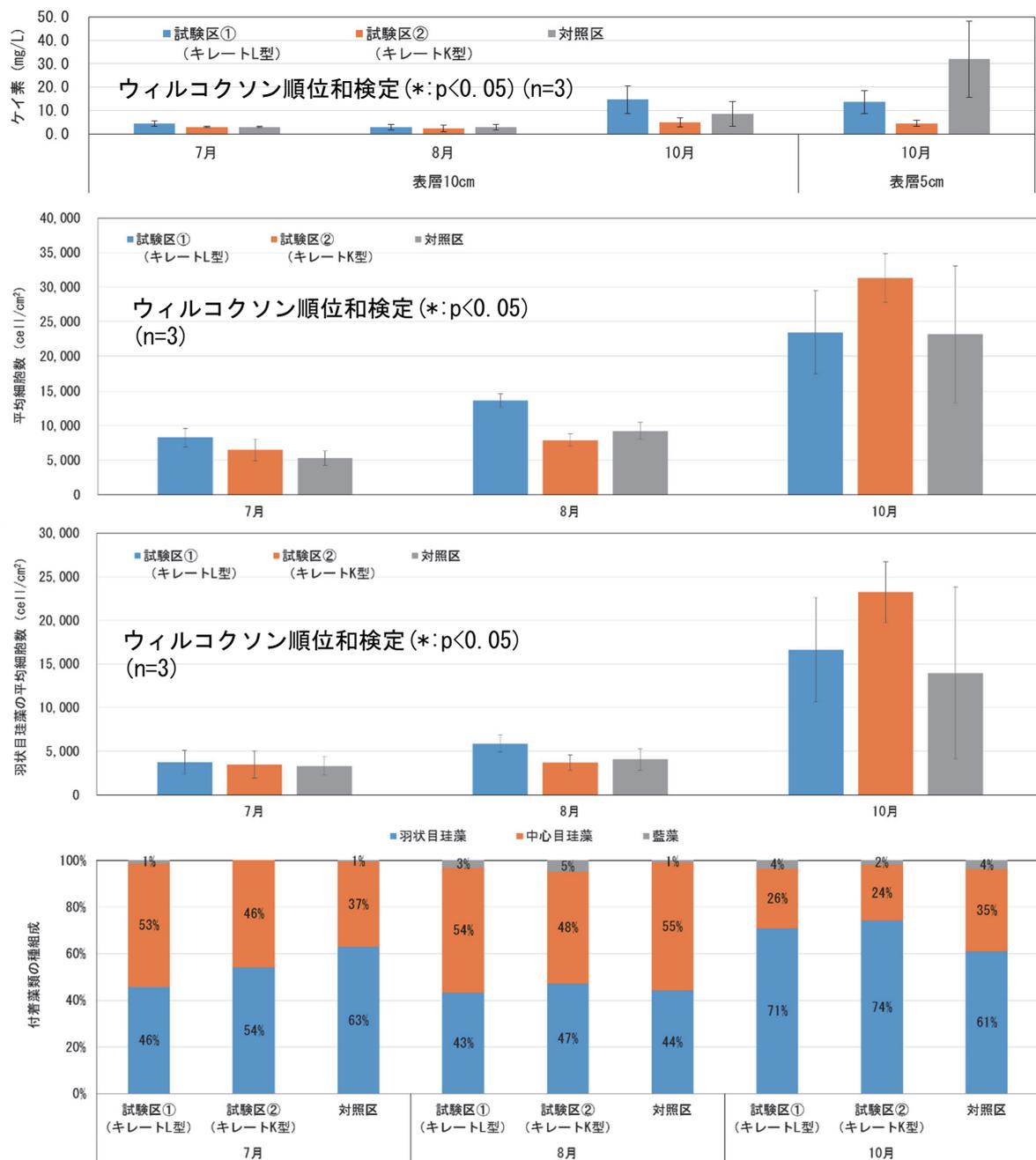


図 4-3 間隙水中のケイ素、付着藻類および羽状目珪藻の結果

4.4 底生生物の生物量の増加、種の多様性の向上について

底生生物の個体数（対照区に対する試験区の割合）を表 4-2、図 4-4 に示す。

- ・ 確認された底生生物の種構成は、季節変動が大きく、7 月と 10 月では構成種が大幅に異なるため、対照区を基準（対照区を母数）として評価した。
- ・ 対照区に対する試験区①の個体数の割合は、増減は見られなかったが、試験区②は 7 月より 10 月で高くなる傾向が見られた。
- ・ 本実証試験では、対照区を基準とした試験区②で底生生物の生物量（個体数）の増加傾向が見られた。しかし、底生生物の多様度が対照区と差は確認されなかった。

表 4-2 底生生物の個体数（対照区に対する試験区の割合）

	個体数(個体/m ³)			対照区に対する試験区の割合	
	試験区①	試験区②	対照区	試験区①/対照区	試験区②/対照区
7月	3,129	2,062	1,244	251.5%	165.8%
10月	2,169	2,418	853	254.3%	283.5%
変動率	69.3%	117.3%	68.6%	2.8%	117.7%

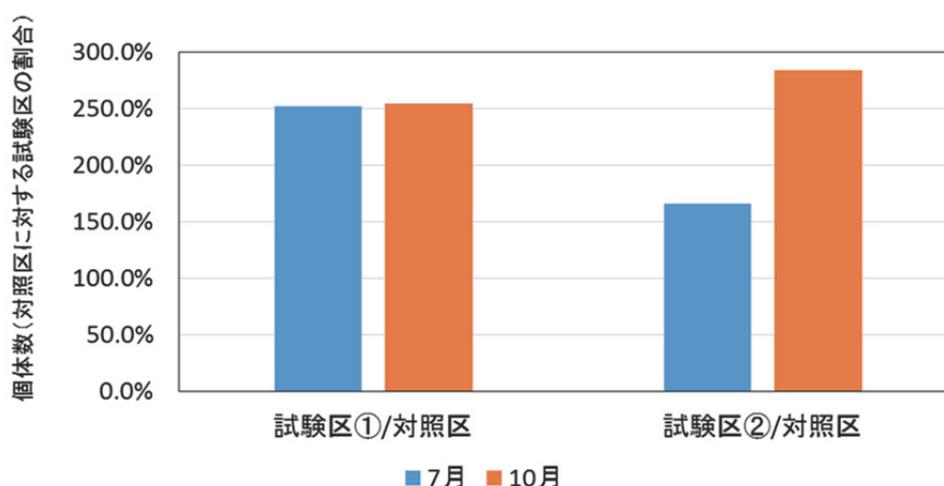


図 4-4 底生生物の個体数（対照区に対する試験区の割合）

4.5 普及拡大に向けた課題

キレートマリン L 型を設置した試験区①において、設置後 1 か月で局所的に硫化水素の発生が確認された。これは、キレートマリン L 型を底質中に 10cm 埋め込んだことで、その周辺が一時的に還元状態となり、硫化水素が発生しやすくなったためと考えられる。このことから、キレートマリン L 型については運用面に課題が確認されたため、普及拡大に向けては現地の状況や、ニーズに併せた運用方法を適宜検討することが重要である。なお、本実証試験は、3 か月間という短い期間での試験であったため、長期的に試験を行うことでキレートマリンの効果をより把握できるものと考えられる。

5. 参考情報

(※注意：以下に示された技術情報は、全て環境技術開発者が自らの責任において申請した内容であり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。)

項目		実証申請者または開発者 記入欄	
製品名・型番		日の丸方式（キレートマリン等）	
製造（販売）企業名		日の丸産業株式会社	
連絡先	TEL/FAX	TEL : 082-281-4292 / FAX : 082-281-8621	
	Webアドレス	http://www.hinomarusangyo.com/	
	E-mail	jhsmkyt@yahoo.co.jp	
設置・導入条件		<p>富栄養化した海域（窒素・リンが豊富にあり貧酸素になる海域）</p> <p>① この地域にキレートマリンを設置することで植物プランクトンの増加が見込まれる。</p> <p>② また、硫化水素を固定化する。</p> <p>その結果、窒素・リンといった有機物等の低下、硫化水素の発生抑制に伴った魚貝類の死滅率が低下する。さらに、悪臭の軽減が見込まれる。</p> <p>富栄養化になっているアサリの養殖場や悪臭が発生する地域での設置が有効。</p>	
必要なメンテナンス		－	
耐候性と製品寿命等			
コスト概算 (条件：設置費用及び製品運搬料は含みません。)		イニシャルコスト（100m ² 当たりを想定）	
		土木費	40,000円/100m ²
		資材費	20,000円/100m ²
		合計	60,000円/100m ²
		ランニングコスト	
			0円
		合計	0円

V. これまでの実証対象技術一覧

実証年度	実証番号	実証機関	実証技術	申請者
平成28年度	090-1601	日本ミクニヤ株式会社	日の丸方式（キレートマリン等）による環境改善技術	日の丸産業株式会社
平成27年度	090-1402	日本ミクニヤ株式会社	酸化マグネシウムによる底質改善技術	宇部マテリアルズ株式会社
平成26年度	090-1401	日本ミクニヤ株式会社	製鋼スラグ製品による藻類成長促進技術	日新製鋼株式会社
平成24年度	090-1201	日本ミクニヤ株式会社	人工ミネラル-M型（鉄鋼スラグを原料とした海域再生用ミネラル供給サプリメント）	国土防災技術株式会社（代表） 新日鐵住金株式会社
	090-1202	(一財)みなと総合研究財団	貝殻による生物生息環境改善技術	海洋建設株式会社（代表） 全国漁業協同組合連合会 株式会社 大本組
	090-1203		微弱電流を利用したサンゴ成長促進及び電着基盤利用技術	三菱重工鉄構エンジニアリング株式会社
平成22年度	090-1001	(財)広島県環境保健協会	石炭灰造粒物（Hiピース）による海域環境の改善技術	株式会社エネルギー・エコ・マテリア
平成21年度	090-0901	(一財)みなと総合研究財団	転炉系製鋼スラグ製品による沿岸域の環境改善技術	新日本製鐵株式会社 JFE スチール株式会社
	090-0902		製鋼スラグを用いた藻場造成・水質改善技術	JFE スチール株式会社 JFE ミネラル株式会社
平成20～21年度	090-0802	呉市	複合的沿岸環境改善技術	五洋建設株式会社 日新製鋼株式会社 株式会社マリンアース 海洋建設株式会社
	090-0803	三重県	株分けによるアマモ種苗の大量生産と種苗移植によるアマモ場造成技術	中部電力株式会社エネルギー応用研究所
平成20年度	090-0801	兵庫県	人工中層海底による閉鎖性海域における生物生息環境の改善技術	海洋建設株式会社
平成19～20年度	090-0703	宮城県	「海藻増養殖用エンチョーネット」を用いた藻場造成	共和コンクリート工業株式会社
	090-0704		簡易なアカモク藻場造成手法	サカイオーバックス株式会社
	090-0705		炭基盤材海藻育成装置	東洋建設株式会社
平成19年度	090-0701	大阪府	直接曝気方式マイクロアクアシステム	株式会社マイクロアクア
	090-0702	兵庫県	海底耕耘機によるマイクロバブルエアレーション	株式会社キューヤマ

VI. 「環境技術実証事業」について

■「環境技術実証事業」とは？

既に適用可能な段階にあり、有用と思われる先進的環境技術でも、環境保全効果等についての客観的な評価が行われていないために、地方公共団体、企業、消費者等のエンドユーザーが安心して使用することができず、普及が進んでいない場合があります。環境技術実証事業とは、このような普及が進んでいない先進的環境技術について、その環境保全効果等を第三者機関が客観的に実証する事業です。本事業の実施により、ベンチャー企業等が開発した環境技術の普及が促進され、環境保全と環境産業の発展による経済活性化が図られることが期待されます。

平成28年度は、以下の9分野を対象技術分野として事業を実施しました。

- (1) 中小水力発電技術分野
- (2) 自然地域トイレし尿処理技術分野
- (3) 有機性排水処理技術分野
- (4) 閉鎖性海域における水環境改善技術分野
- (5) 湖沼等水質浄化技術分野
- (6) ヒートアイランド対策技術分野（建築物外皮による空調負荷低減等技術）
- (7) ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム）
- (8) 地球温暖化対策技術分野（照明用エネルギー低減技術）
- (9) テーマ自由枠

■事業の仕組みは？

環境省が有識者の助言を得て選定する実証対象技術分野において、公募により選定された第三者機関（「実証機関」）が、実証申請者（技術を有する開発者、販売者等）から実証対象技術を募集し、その実証試験を実施します。実証試験を行った技術に対しては、その普及を促すため、また環境省が行う本事業の実証済技術である証として、「環境技術実証事業ロゴマーク」（図6-1）及び実証番号を交付しています。

なお、本事業において「実証」とは、「環境技術の環境保全効果、副次的な環境影響等を、当該技術の開発者でも利用者でもない第三者機関が試験等に基づいて客観的なデータとして示すこと」と定義しています。「実証」は、一定の判断基準を設けてそれに対する適合性を判定する「認証」や「認定」とは異なります。



図6-1：環境技術実証事業ロゴマーク（共通ロゴマーク）

（さらに技術分野ごとに、「個別ロゴマーク」を作成しています。）

※ロゴマークを使用した宣伝など、当事業で実証済みの技術について「認証」をうたう事例がありますが、このマークは環境省が定めた基準をクリアしているという主旨ではなく、技術（製品・システム）に関する客観的な性能を公開しているという証です。ロゴマークのついた製品の購入・活用を検討される場合には、本冊子や、各実証試験結果報告書の全体を見て参考にしてください。詳細な実証試験結果報告書については、ロゴマークに表示のURL（<http://www.env.go.jp/policy/etv/>）から確認することができます。

（1）事業の実施体制

事業運営の効率化を更に図るため、平成24年度からは、前年度まで分野ごとに設置されていた実証運営機関を一元化するなど、新たな事業運営体制（図6-2）に移行しました。

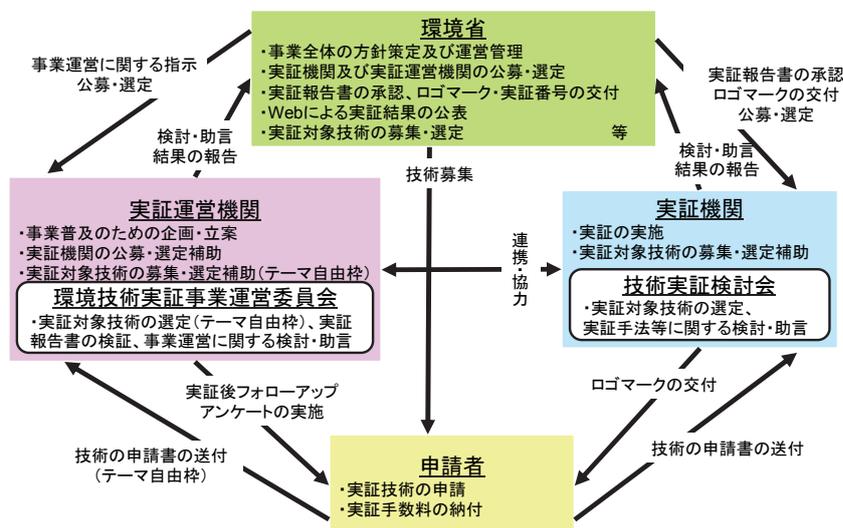


図6-2：平成28年度における『環境技術実証事業』の実施体制

各技術分野について、実証システムが確立するまでの間（分野立ち上げ後最初の2年間程度）は、実証試験の実費を環境省が負担する「国負担体制」で実施し、その後は受益者負担の考え方に基づき、実証試験の実費も含めて申請者に費用を負担いただく「手数料徴収体制」で実施しています。

事業の企画立案、広報や技術分野の設置・休廃止に関する検討、実証機関の公募・選定等の事業

全体のマネジメントについては、「実証運営機関」が実施します。実証運営機関は、公平性や公正性確保、体制及び技術的能力等の観点から、公募により選定され、平成28年度は株式会社エックス都市研究所が担当しました。

各技術分野の事業のマネジメント（実証試験要領の作成、実証対象技術の募集・選定、実証試験の実施、実証試験結果報告書の作成等）については、「国負担体制」、「手数料徴収体制」のどちらの体制においても「実証機関」が実施します。実証機関は、公平性や公正性確保、体制及び技術的能力等の観点から、公募により選定されます。

事業の運営にあたっては、有識者からなる環境技術実証事業運営委員会及び各技術分野の技術実証検討会等において、事業の進め方や技術的な観点について、専門的見地から助言をいただいています。

（2）事業の流れ

実証事業は、主に以下の各段階を経て実施されます（図6-3）。

○実証対象技術分野の選定

環境省及び実証運営機関が、環境技術実証事業運営委員会における議論を踏まえ、実証ニーズや、技術の普及促進に対する技術実証の有効性、実証可能性等の観点に照らして、既存の他の制度で技術実証が実施されていない分野から選定を行います。

○実証機関の選定

環境省及び実証運営機関は、技術分野ごとに実証機関を原則として1機関選定します。実証機関を選定する際には、公平性や公正性確保、体制及び技術的能力等の観点から、公募を行い、環境技術実証事業運営委員会において審査を行います。

○実証試験要領の策定・実証対象技術の募集・実証試験計画の策定

実証機関は、実証試験を行う際の基本的考え方、試験条件・方法等を定めた「実証試験要領」を策定し、実証試験要領に基づき実証対象技術を募集します。応募された技術について、有識者からなる技術実証検討会での検討を行い、その結果を踏まえて実証機関は対象技術を選定します。その後実証機関は、実証申請者との協議を行いつつ、有識者からなる技術実証検討会で検討した上で、実証試験計画を策定します。

○実証試験の実施

実証機関が、実証試験計画に基づき実証試験を行います。

○実証試験報告書の作成・承認

実証機関は、実証試験データの分析検証を行うとともに、実証試験結果報告書を作成します。実証試験結果報告書は、技術実証検討会等における検討を踏まえ、環境省に提出されます。提出された実証試験結果報告書は、実証運営機関及び環境省による確認を経て、環境省から承認され

ます。承認された実証試験結果報告書は、実証機関から実証申請者に報告されるとともに、一般に公開されます。



図6-3：平成28年度における『環境技術実証事業』の流れ

■なぜ閉鎖性海域における水環境改善技術を実証対象分野としたのか？

閉鎖性海域は、外海と海水が交換されにくいとため、汚濁物質が海域内部に蓄積しやすいなど固有の課題を抱えています。これまで COD や全窒素・全りんを対象とした水質総量削減を実施してきましたが、一部海域では依然として貧酸素水塊や赤潮等が発生しています。そのため、「第8次水質総量削減の在り方について」（平成 27 年 12 月中央環境審議会答申）には、汚濁負荷削減対策と併せて、干潟・藻場の保全・再生及び底質環境の改善が盛り込まれています。

環境省は、引き続き、水質浄化及び生物多様性・生物生産性の確保等の重要性を踏まえ、地域の実情に応じた総合的な取組を推進していきます。また、海域そのものを直接浄化する技術や生物生息環境を改善する技術の開発と普及を図っていきます。環境技術実証事業では、自治体等でも導入が容易で、低コストで、副産物等の発生が少ない技術を募集し、技術実証を行います。

■環境技術実証事業のウェブサイトについて

環境技術実証事業では、事業のデータベースとして環境技術実証事業ウェブサイト（<http://www.env.go.jp/policy/etv/>）を設け、以下の情報を提供していますので、詳細についてはこちらをご覧ください。

[1] 実証技術一覧

本事業で実証が行われた技術及びその環境保全効果等の実証結果（「実証試験結果報告書」等）を掲載しています。

[2] 実証試験要領

実証試験を行う際の基本的考え方、試験条件・方法等を技術分野ごとに定めた「実証試験要領」を掲載しています。

[3] 実証運営機関・実証機関／実証対象技術の公募情報

実証運営機関・実証機関あるいは実証対象技術を公募する際、公募の方法等に関する情報を掲載しています。

[4] 検討会情報

本事業の実施方策を検討する検討会、分野別WGにおける、配付資料、議事概要を公開しています。

リサイクル適正の表示：印刷用の紙にリサイクルできます

本冊子は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔Aランク〕のみを用いて作製しています。

環境技術
実証事業

ETV 環境省

<http://www.env.go.jp/policy/etv/>

●本事業に関する詳細な情報は、ウェブサイトでご覧いただけます。

<http://www.env.go.jp/policy/etv/>

このウェブサイトでは、実証試験要領、検討会における検討経緯、実証試験結果等をご覧いただけます。

●「環境技術実証事業」全般に関する問合せ先

環境省大臣官房総合政策課 環境研究技術室
〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2 中央合同庁舎5号館 TEL:03-5521-8239(直通)

●「閉鎖性海域における水環境改善技術分野」に関する問合せ先

環境省水・大気環境局水環境課 閉鎖性海域対策室
〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2 中央合同庁舎5号館 TEL:03-3581-3351(代表)