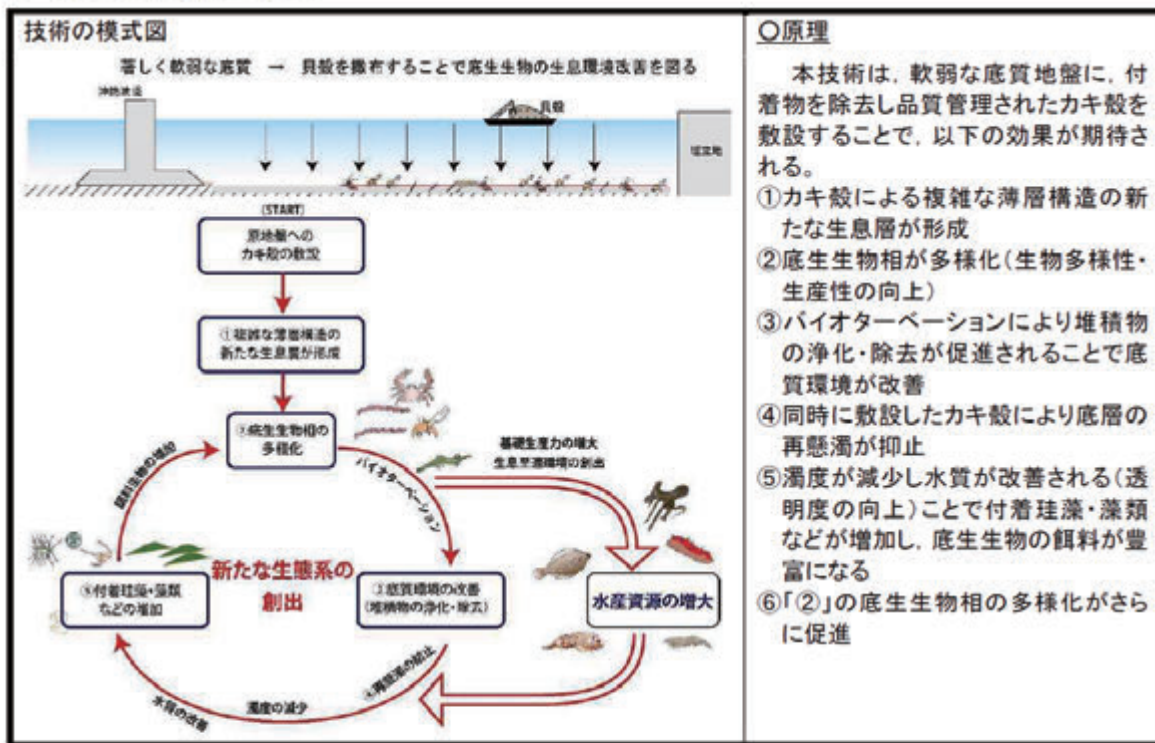


実証対象技術／環境技術開発者	貝殻による生物生息環境改善技術 ／海洋建設株式会社、全国漁業協同組合連合会、株式会社大本組
実証機関	一般財団法人 みなと総合研究財団
実証試験期間	平成 24 年 8 月 1 日 ～ 平成 25 年 3 月 28 日
実証の目的	敷設したカキ殻層に底生生物を増殖させ、それによる沈降有機物の捕食等を通じて円滑な物質循環機能を再生し、底棲魚介類を始めとした水産資源を回復する。

1. 実証対象技術の概要



○他の技術との差異

- 底質改善の既存技術としては覆砂が挙げられるが、本技術が対象とする海域においては以下のような課題がある。

覆砂の課題

覆砂材として利用される海砂はかさ密度が高いため、軟らかいシルト質の底質に対しては埋没する恐れがある。また埋没しなくても、沈降有機物の堆積等により効果が次第に低下する可能性がある。さらに、海砂採取による環境悪化の懸念から、代替材を活用することが望まれている。

- 上記の課題に対して本技術では、以下の3点が改良されている。

- ①カキ殻はかさ密度が小さく、軟らかいシルト質の底質上に敷設しても埋没しにくく、効果が長期にわたり持続することが想定される。
 - ②カキ殻敷設によって形成される海底面の凹凸やカキ殻間に形成される適度な隙間が生物の生息空間となり、多種多様な底生生物が生息することにより、バイオターベーションによって堆積物の除去等も促進され、効果が持続することが想定される。
 - ③二枚貝の殻を基盤として用いるので、調達しやすい上に養殖産業自体から出る廃棄物を有効活用する副次的効果がある。
- 以上のことから、浅海域における軟らかいシルト質の底質改善技術として、既存技術に比べ本技術は、多様な底生生物の生息空間の創出、効果の持続性、廃棄物の資源化の観点から有効であるものと考えられる。
 - 本技術は年平均低潮位 L.W.L-1～-10m の沿岸海域を対象としたものであり、潮間帯(干潟)及びそれに続く極く浅海域を対象としたカキ殻敷設による底質改善技術とは一線を画するものである。

- また本技術は、過去2年間(平成22～23年度)の長期モニタリングにおいて、底生生物相の多様化や堆積物の再懸濁抑制といった効果が実証されているものである。

○適用条件、適用環境

- 港湾区域など閉鎖性海域で流れが停滞し、シルト・粘土分の割合が高く、底生生物が減少している海域(沖合浅場:年平均低潮位(L.W.L.)-1～-10mの沿岸海域)を対象とする(図1)。
- 試験区が設置されている場所の底質の含水率は70%程度であることから、含水率70～80%程度の粘性土でも本技術は適用可能である。

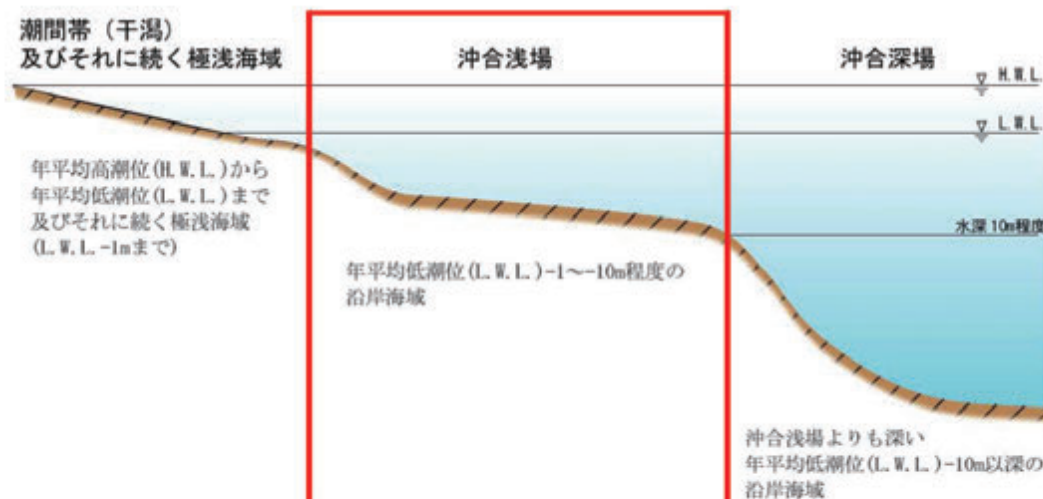


図1 実証対象技術の適用海域

- ただし、強固な塩分躍層の形成など、水塊構造の物理的な要因により貧酸素水塊の発生が恒常化している海域は、底生生物の斃死に伴いバイオターベーションの効果が発現しない可能性が高いため、本技術の適用海域から除外する。

2. 実証試験の概要

○実証試験実施場所の概要

海域の名称 (図2参照)	■ 岡山県倉敷市小原地先(水島港内) ■ 管理者:岡山県
主な利用状況 (図2参照)	■ 当該海域は、港湾法上の国際戦略港湾、港則法上の特定港に指定されている水島港の港湾区域内に位置している。 ■ 当該海域の東半分は泊地や航路として利用されており、航行船舶も輻輳している。 ■ なお当該海域では、漁業は全く行われていない。
規模 (図2参照)	■ 試験区域は、平成21年12月に岡山県と海洋建設(株)がカキ殻を敷設した海域であり、地盤高はC.D.L.±0～-8m程度である。 ■ 試験区(面積約1,000㎡;縦32m×横32m)は、一文字防波堤背後の地盤高C.D.L.-1.8m付近に設置されている。
海域の課題	■ 当該海域では、夏季～秋季に図3に示すような負の環境変化が発現している。 ■ こうした負の環境変化を引き起こしている根本的な原因は「流れが弱く、沈降有機物量が多い」ことである。ここで、負の環境変化は、対象海域の中の滞留域(流れが弱い場所;図4)で主に現出している。 ■ したがって、当該海域の環境を再生するには、「滞留域の環境を改善していくこと」が最も大切な取り組みであると考えられる。

岡山県倉敷市小原地先(水島港内)

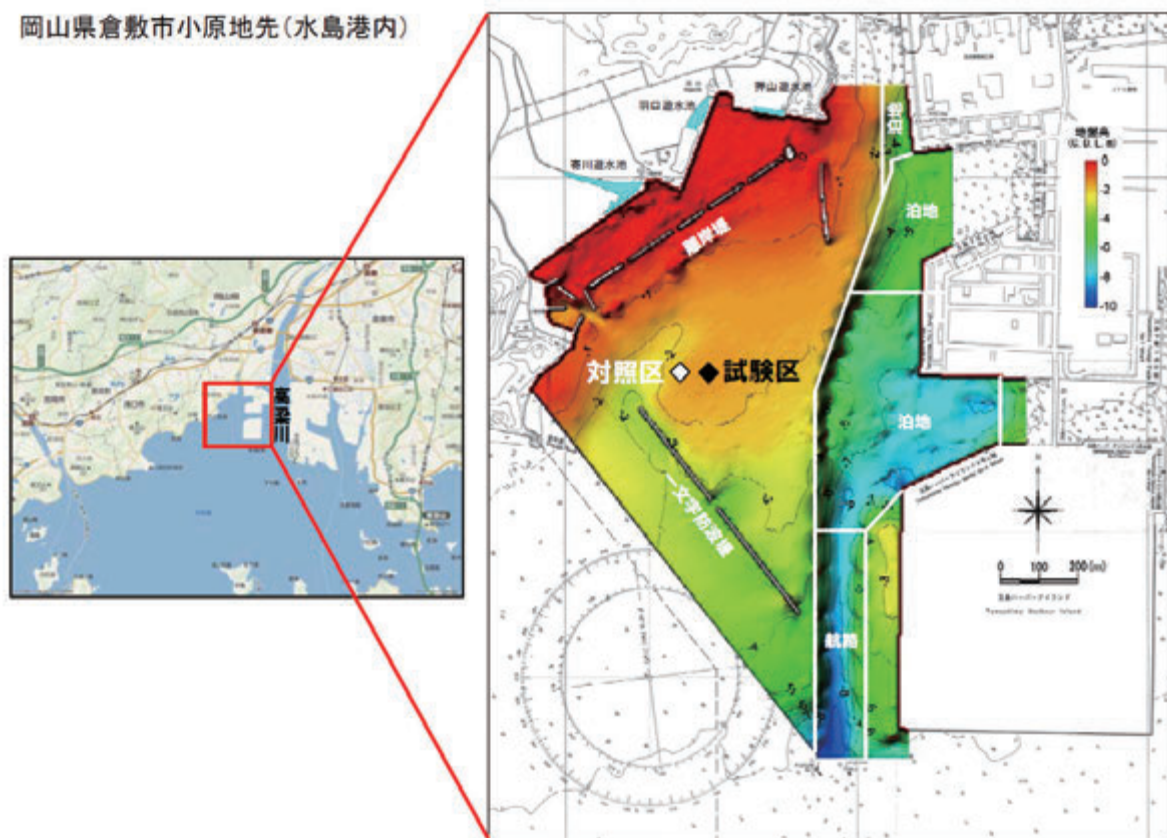


図2 実証試験実施場所

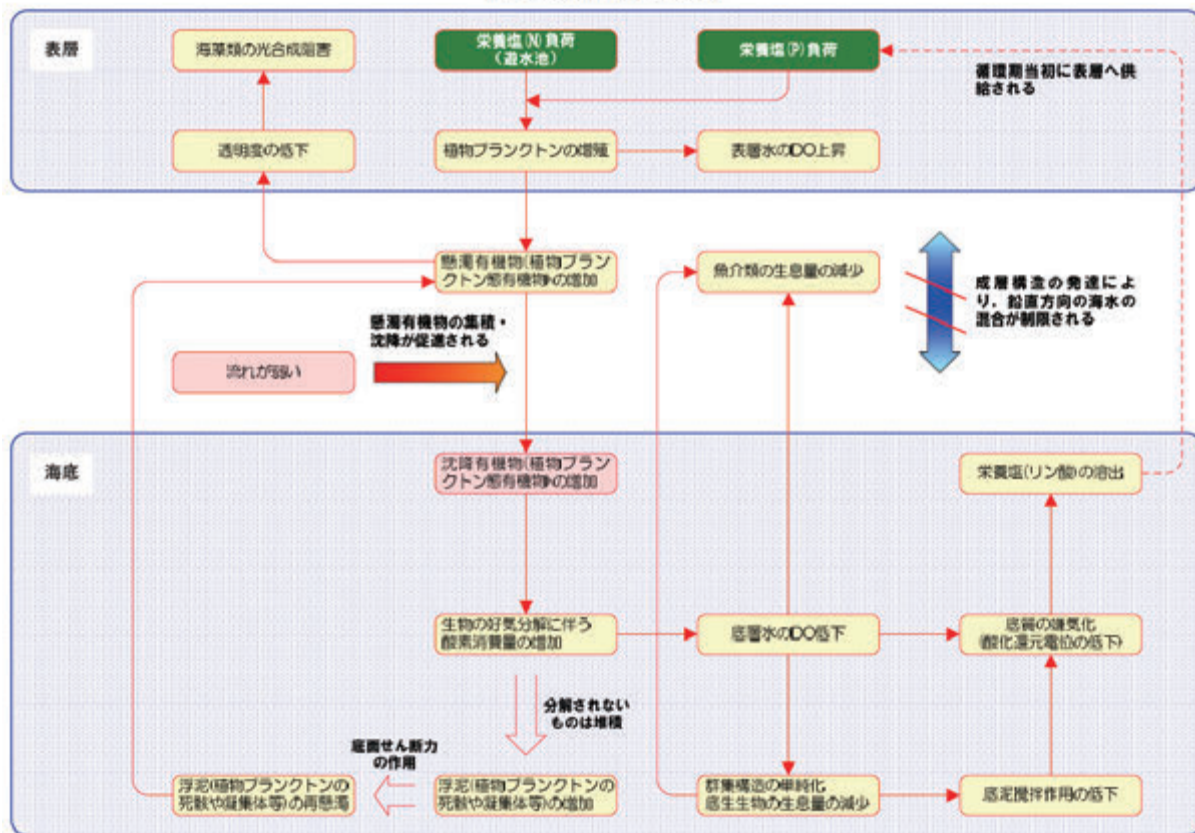
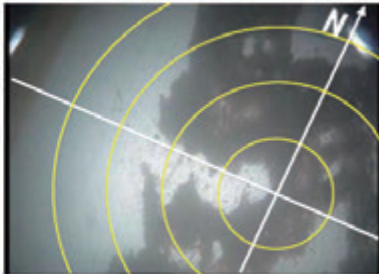
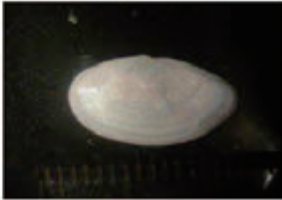


図3 実証試験実施場所において夏季～秋季に発現している負の環境変化

海域の 状況	水質	■ 高梁川の河口部に位置していることもあり、有機物や栄養塩の負荷が大きい海域である。 ■ 公共用水域の水質測定結果でも、COD (1.8～5.3mg/L)、全窒素 (0.31～1.22mg/L) 及び全リン (0.05～0.14mg/L) の分析値には環境基準 (COD: 3mg/L [B 類型], 全窒素: 0.3mg/L [Ⅱ 類型], 全リン: 0.03mg/L [Ⅱ 類型]) の値を上回るものが多く見られる。 ■ ただし、DO は 7.2～9.3mg/L であり、環境基準 (5mg/L) を全て満足している。
	底質	■ 底土は、シルト・粘土分の割合 (79.4～98.8%) が高い細粒土である。また、有機物含量 (COD: 5.3～19.0mg/g) が高く、硫化物濃度 (0.10～0.31mg/g) も水産用水基準 (0.2mg/g) を超過するケースが見られる。 ■ 沈降粒子中の有機物 (沈降有機物) の多くは植物プランクトン態有機物であり、これは物理的に不安定な浮泥層として挙動し、短い時間スケールでの底面せん断力の変化に応じて海底面で頻繁に堆積と巻き上げを繰り返している。このため、底層水の濁度も短時間で大きく変動している。   沈降粒子の堆積状況 沈降粒子の再懸濁状況 水中 CCD カメラで撮影した目盛板上の沈降粒子堆積状況写真 図中の黄色線間隔は 2cm である。
	潮流	(上げ潮時) ■ 試験区と対照区が設置されている一文字防波堤の西側堤体背後では、流れが弱い、概ね東向きの流向を示している (図 4 参照)。 (下げ潮時) ■ 試験区と対照区が設置されている一文字防波堤の西側堤体背後では上げ潮時と同様に、流れが弱く、概ね東向きの流向となっている (図 4 参照)。
	生物生 育環境	■ 夏季～秋季には、汚濁指標種 (シズクガイ、イヨスダレ、ダルマゴカイ等) の割合が高くなり、群集構造が単純化する。 ■ また、マクロベントスの大部分が斃死する領域 (滞留域) も存在する。    シズクガイ イヨスダレ ダルマゴカイ ■ なお、砂泥性藻場を形成するコアマモやアマモは全く繁茂していない。

○実証対象技術の設置後の状況

- 本実証試験は、岡山県(水産課)と海洋建設(株)が農林水産省の「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」で平成21年12月に設置した試験区と対照区を利用して実施する。
- 試験区と対照区の大きさは縦32m×横32m(面積:約1,000㎡)であり、一文字防波堤背後の地盤高C.D.L-1.8m付近に設置されている(図2)。
- 試験区内には、海中のカキ殻集積場(岡山県備前市日生町頭島地先)に6ヶ月間以上保管されていた、岡山県備前市日生町産の全形のカキ殻(身肉等がほぼ完全に分解されたもの)が500㎡程度(目標敷設高50cm)敷設されている。



試験区に敷設したカキ殻

カキ殻敷設から1年4ヶ月が経過した平成23年4月でも、試験区の地盤高は周囲よりも高い状態が保たれている。しかしながら、海底面の形状は一定ではなく、±20cm程度の凹凸が見られる(図5)。

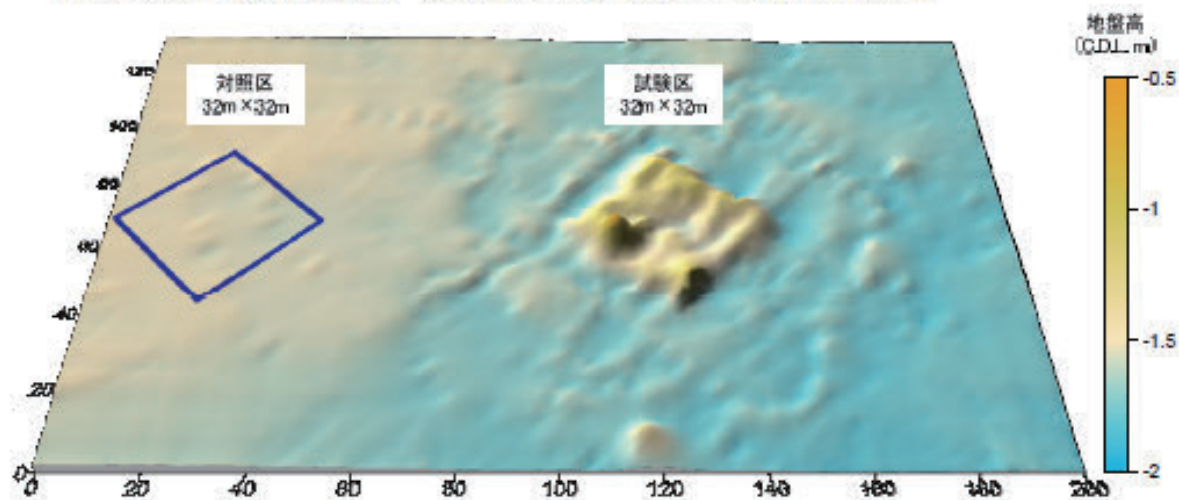


図5 試験区と対照区の地盤高(カキ殻敷設から1年4ヶ月後:平成23年4月)
地盤高の基準はC.D.L.である。

- カキ殻層は、厚さ10cm当り4~7個程度のカキ殻が重なり合って形成している。
- ここでカキ殻には、「カキ殻の有効利用に係るガイドライン」(平成18年6月、岡山県)の品質管理基準を満足する性状のものが使用されている(表1)。

表1 試験区に敷設したカキ殻の性状

項目	分析値	基準
COD(OH)	5.0mg/g	20mg/g 以下(乾泥)
硫化物	0.1mg/g 未満	0.2mg/g 以下(乾泥)
ノルマルヘキサン抽出物	0.25mg/g	0.1%以下(1,000mg/kg 以下)

注:) 基準は、「カキ殻の有効利用に係るガイドライン」(平成18年6月、岡山県)の品質管理基準である。



カキ殻層

3. 維持管理にかかる技術情報

○使用資源量・生成物処理量

項目	単位(適宜設定)	結果
特になし	—	—

○維持管理項目

管理項目	技術者の 必要性	一回あたりの 管理時間	管理頻度
特になし	☐ 要 ☐ 不要	—	—

○維持管理に係るその他の特記事項

特になし

4. 実証試験結果

○実証試験の目標と結果

調査項目	目標水準
底生生物	底生生物の種類数・個体数が対照区よりも試験区で有意に多くなる。
魚介類	魚介類の種類数・個体数が対照区よりも試験区で有意に多くなる。
有機物含有量等	底質の化学的な環境が対照区よりも試験区で有意に良くなる。

マクロベントス(図6)

- マクロベントスの個体数は調査期間を通じて、対照区より試験区で 2~4 倍以上多かった。分散分析による比較でも、試験区と対照区の個体数には、有意水準 5%では差が検出されなかったが、有意水準 10%では差が検出された($P=0.097<0.1$)。
- 試験区では、平成 24 年 8・10 月には環形動物門、同年 12 月には節足動物門の占める割合が高かった。これに対して対照区では、平成 24 年 8・12 月には軟体動物門、同年 10 月には節足動物門が多く出現した。
- 調査時期を通じて、底生生物の種類数は対照区より試験区で 2~5 倍程度多かった。分散分析による比較でも、試験区と対照区の種類数には 5%の有意水準で差が検出された($P=0.038<0.01$)。
- 試験区における主な出現種は、平成 24 年 8 月ではマルミエガイとカタマガリギボシソメ、同年 10 月ではマルミエガイ、同年 12 月では *Monocorophium* 属の一種であった。
- 対照区における主な出現種は、平成 24 年 8 月ではシズクガイとムツハリアケガニ、同年 10 月ではモヨウツノメとムツハリアケガニ、同年 12 月ではアラムシロ、カラムシロ及びモヨウツノメであった。ここで、平成 24 年 8 月に優占したシズクガイは汚染指標生物に該当する種である。

魚介類(図7)

- 試験区内における魚介類の種類数は調査期間を通じて、対照区内のその 2~4 倍程度であった。分散分析による比較でも、試験区と対照区の種類数には、有意水準 5%では差が検出されなかったが、有意水準 10%では差が検出された($P=0.055<0.1$)。また、対照区内と試験区周囲ではハゼ科とマナマコしか出現しなかったが、試験区内・外周ではクロダイ、マダコ、イシダコ、イシガニも出現した。
- 魚介類の個体数は、平成 24 年 8・10 月では試験区内・外周で最高値、対照区内で最低値を記録し、同年 12 月では試験区内で最高値、試験区周囲で最低値を記録した。ここで、試験区内の個体数は対照区内のその 1.3~6 倍程度であった。分散分析による比較でも、試験区と対照区の個体数には 5%の有意水準で差が検出された($P=0.048<0.05$)。

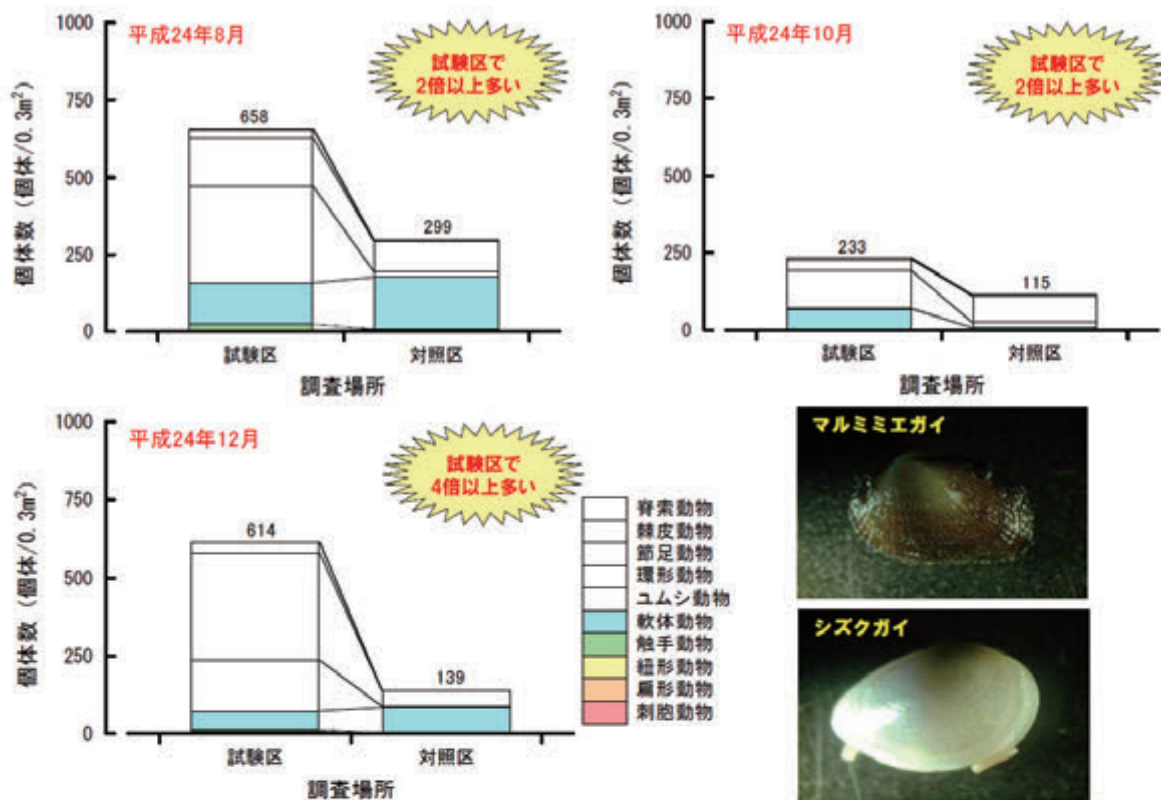


図6 試験区と対照区に出現したマクロベントスの門別出現状況の推移

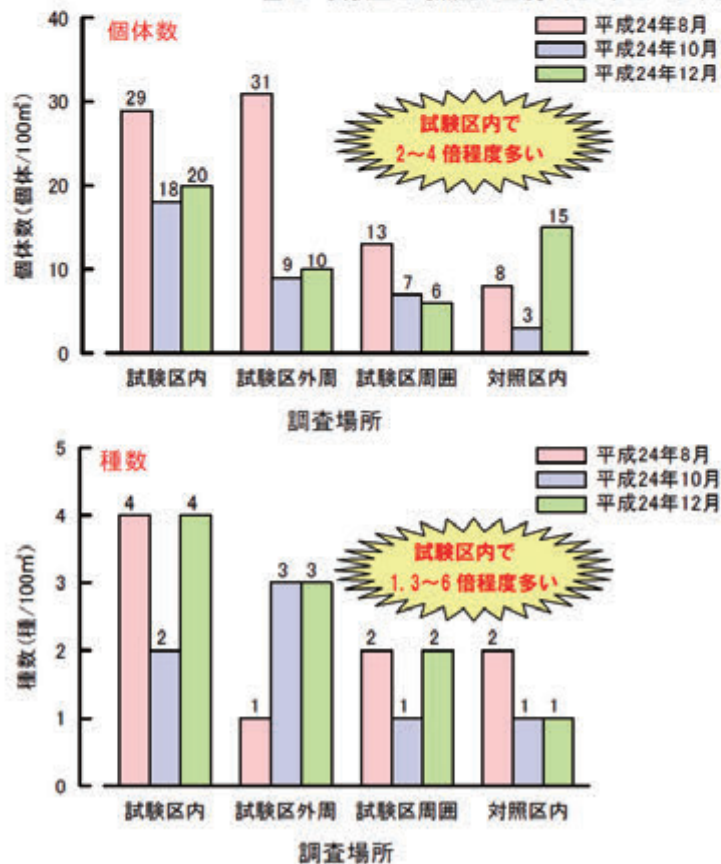
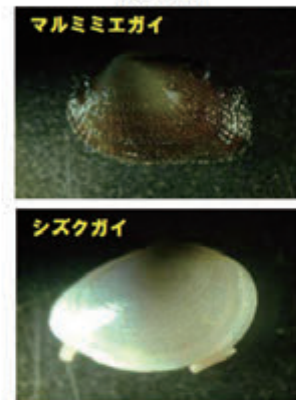


図7 試験区内、試験区外周、試験区周囲及び対照区内における魚介類の種数と個体数の推移



試験区内の海底



試験区内に出現したマナマコ



試験区外周に出現したイダコ



底質の有機物含有量等(表 2)

- カキ殻敷設から約 3 ヶ年が経過した現在でも、試験区には厚さ数十 cm 程度のカキ殻層が形成されていた。
- 調査期間を通じて、酸化還元電位の計測値は対照区より試験区で高い値を記録した。
- COD と硫化物の分析値は、平成 24 年 8・10 月では対照区より試験区で低い値を示したが、同年 12 月では試験区と対照区でさほど大きく違わなかった。
- 強熱減量の分析値は、調査時期に関係なく対照区より試験区で高い値を示した。これは、試験区の堆積物には微小なカキ殻等が多く含まれている(カキ殻の一部が揮散するため、強熱減量の値が高くなる)ことが原因であると考えられる。

表 2 試験区と対照区の海底から採取した堆積物の分析結果

項目	平成 24 年 8 月		平成 24 年 10 月		平成 24 年 12 月	
	試験区	対照区	試験区	対照区	試験区	対照区
酸化還元電位(mV)	+131	+53	+5	-211	+147	+127
含水率(%)	73.1	71.9	74.3	71.4	72.4	72.3
強熱減量(%)_550℃	11.0	9.1	11.0	9.0	10	8.8
強熱減量(%)_900℃	15.0	12.0	15.0	11.0	14	11
COD(mg/g)	19	20	20	23	20	20
硫化物(mg/g)	0.09	0.14	0.15	0.19	0.13	0.11

○実証試験の結論

- ・ カキ殻敷設から約 3 ヶ年が経過した現在でも、試験区では厚さ数十 cm 程度のカキ殻層が形成され、底生生物や魚介類が対照区よりも多く生息していることが確認された。また、試験区の底質は、対照区のそれに比べて酸化還元電位が高く好気的な状態が維持されていたことが確認された。

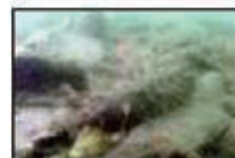
○実証試験についての技術実証検討会の見解

- ・ 他の実水域への適用可能性を検討する際には、次の 3 点に留意する必要がある。
 - ① 強固な塩分躍層の形成など、水塊構造の物理的な要因により貧酸素水塊の発生が恒常化していない海域であること。
 - ② 現場海域の底質条件を踏まえてカキ殻の敷設層厚を決定すること。
 - ③ カキ殻の利用に際し、カキ殻が廃棄物と判断される場合があるので、この技術については、事業実施地域を管轄する地方公共団体の廃棄物部局の意見を踏まえた上で実施すること。

5. 参考情報

注意:このページ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。

○技術データ

項目		環境技術開発者 記入欄			
技術名称		貝殻による生物生息環境改善技術			
企業名		海洋建設株式会社、全国漁業協同組合連合会、株式会社大本組			
連絡先	TEL/FAX	TEL(086) 473-5 508 / FAX(086) 473 - 5574			
	Web アドレス	http://www.kaiyoh.co.jp			
	E-mail	ttanaka@kaiyoh.co.jp			
設置方法		①シェルサンド ↓ ②運搬 ↓ ③投入 ↓ ④底質改善  ▲品質管理されたシェルサンド  ▲現場への運搬  ▲シェルサンドの投入  ▲底質改善 (ナマコ等の生息)			
設置・調整期間		3ヶ月			
コスト概算 計算の仮定(設置面積等)をここに記載		費目	単価(円)	数量	計(円)
		イニシャルコスト	現場条件による		
		土木費	現場条件による		
		資材費	10,000	1トン袋 (0.7m3)	10,000
		ランニングコスト(月間)	0	0	0

○その他 本技術に関する補足説明(導入実績、受賞歴、特許・実用新案、コストの考え方の補足 等)

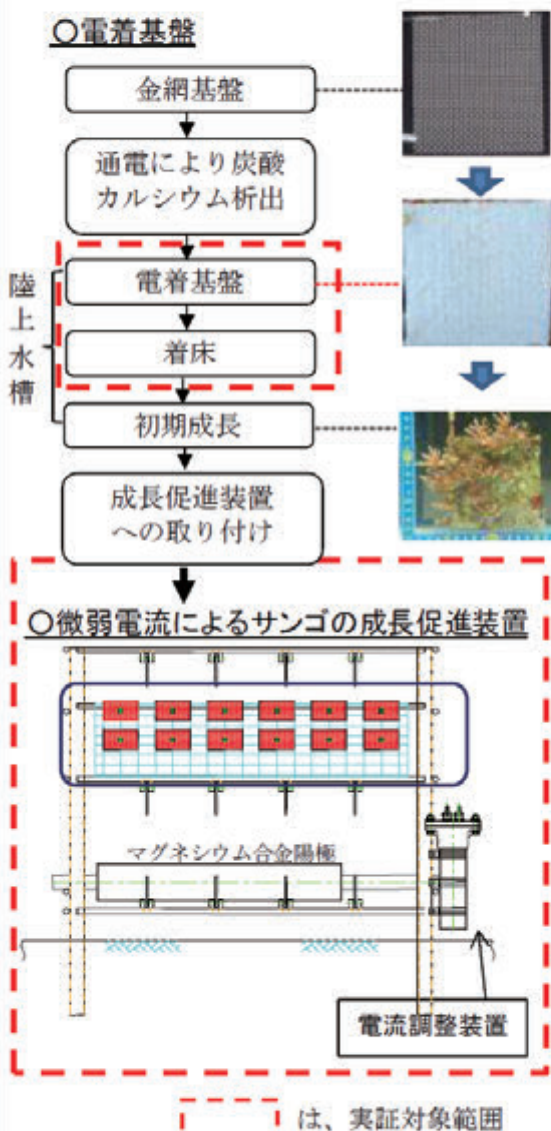
[参考資料]

- 岡山県:カキ殻の有効利用に係るガイドライン, 平成 18 年 6 月.
- 岡山県:カキ殻を利用した総合的な底質改良技術ガイドライン, 平成 24 年 3 月.
- 岡山県:昭和 57~平成 23 年度公共用水域及び地下水の水質測定結果.
- 岡山県備中県民局 水島港湾事務所・株式会社エイトコンサルタント:21-8.単県 玉島地区造成(小原地先海域環境調査)委託業務 報告書, 平成 20 年 3 月.
- 岡山県備中県民局 水島港湾事務所・株式会社エイトコンサルタント:21-18.単県 玉島地区造成(小原地先海域環境調査)委託業務 報告書, 平成 21 年 3 月.
- 岡山県備中県民局 水島港湾事務所・株式会社エイト日本技術開発:21-16.単県 玉島地区造成(小原地先海域環境調査)委託業務 報告書, 平成 23 年 8 月.

実証対象技術	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
環境技術開発者	三菱重工鉄構エンジニアリング株式会社
実証機関	一般財団法人 みなと総合研究財団
実証試験期間	平成 24 年 8 月 1 日～平成 25 年 3 月 29 日
実証の目的	電着基盤による稚サンゴの着生促進効果の検証 微弱電流によるサンゴの成長促進効果の検証

1. 実証対象技術の概要

技術の模式図

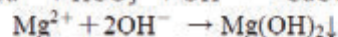
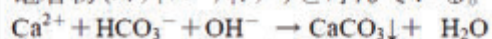


原理と目的

○電着基盤

①鋼材と流電陽極（マグネシウム合金陽極）を接続し海水中に浸すと、鋼材表面に電流が通電し、鋼材表面ではアルカリ成分 OH^- が生成する。

②海水中的カルシウムイオン Ca^{2+} 、炭酸水素イオン HCO_3^- およびマグネシウムイオン Mg^{2+} は以下の式に示す沈殿物を形成して鋼材表面に付着する。この付着物を電着物（エレクトロコーティング）と呼んでいる。



③電着物は造礁サンゴの骨格の主成分である炭酸カルシウムに近いので、稚サンゴが着生しやすい特長がある。

④この原理を活用して金属基盤に電流を流して表面に炭酸カルシウムを析出させた基盤が電着基盤で、稚サンゴの着生促進を目的とする。

○微弱電流によるサンゴの成長促進装置

①電場（電流密度）が形成されている場所ではサンゴの成長が速いことが知られている。

②これは、電場がサンゴの石灰化やサンゴに共生している褐虫藻の光合成活性を高めるためであることが判明している。

③この原理を活用した技術が微弱電流によるサンゴの成長促進装置で、マグネシウム合金陽極により微弱電流の電場を発生させ、着生したサンゴの成長促進を目的とする。なお、本技術実証試験における微弱電流とは、外部電源（商用電源や蓄電池）を用いなくて $5 \sim 100 \text{mA/m}^2$ 程度の電場（電流密度）を形成することができる規模の電流を示す。

2. 実証試験の概要

(1) 実証試験実施場所の概要

海域の名称 主な利用状況 規模	・沖縄県石垣市伊原間地先 ・(株)シービーファームがサンゴの受精等を行うサンゴの養殖場として利用している。 ・実証試験は水深 7m 程度の海底。面積は 20m×20m の範囲。						
海域の課題	2007 年以前は海域全体がサンゴ礁地帯であった。2007 年の海水温上昇により、この海域のサンゴが減少した。そのため、サンゴの回復には人為的なサポートが必要である。						
海域の状況	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="438 660 638 795">水質</td><td data-bbox="638 660 1353 795"> サンゴの生育にとって良好な水質環境を有している。 COD, 1.0mg/L, T-N, 0.081-0.084mg/L, T-P, 0.005-0.006mg/L (1012.9.) COD, 0.7-0.8mg/L, T-N, 0.059-0.14mg/L, T-P, 0.004-0.005mg/L (1013.2.) </td></tr> <tr> <td data-bbox="438 795 638 840">底質</td><td data-bbox="638 795 1353 840"> サンゴ礁地形で、底質は琉球石灰岩とサンゴ砂である。 </td></tr> <tr> <td data-bbox="438 840 638 1209">生物生育環境</td><td data-bbox="638 840 1353 1209"> 環境省の石垣島モニタリングセンター「2004年 石垣島周辺海域サンゴ礁モニタリング調査結果」によると当該海域はサンゴ被覆度が70～90%の地域となっていて、サンゴにとって「生育空間」が良好な地域となっている。 また、環境省の生物多様性センター「2008 年 西表石垣国立公園石西礁湖及びその近隣海域におけるサンゴ礁モニタリング調査報告書」によると、2007 年の大白化では相当のダメージを受けており、被覆度は 50～75%程度まで落ち込んでいる。現在は 2007 年以前ほどには戻ってはいないが、稚サンゴが多くみられるようになり、全体として回復傾向にある。 </td></tr> </table>	水質	サンゴの生育にとって良好な水質環境を有している。 COD, 1.0mg/L, T-N, 0.081-0.084mg/L, T-P, 0.005-0.006mg/L (1012.9.) COD, 0.7-0.8mg/L, T-N, 0.059-0.14mg/L, T-P, 0.004-0.005mg/L (1013.2.)	底質	サンゴ礁地形で、底質は琉球石灰岩とサンゴ砂である。	生物生育環境	環境省の石垣島モニタリングセンター「2004年 石垣島周辺海域サンゴ礁モニタリング調査結果」によると当該海域はサンゴ被覆度が70～90%の地域となっていて、サンゴにとって「生育空間」が良好な地域となっている。 また、環境省の生物多様性センター「2008 年 西表石垣国立公園石西礁湖及びその近隣海域におけるサンゴ礁モニタリング調査報告書」によると、2007 年の大白化では相当のダメージを受けており、被覆度は 50～75%程度まで落ち込んでいる。現在は 2007 年以前ほどには戻ってはいないが、稚サンゴが多くみられるようになり、全体として回復傾向にある。
水質	サンゴの生育にとって良好な水質環境を有している。 COD, 1.0mg/L, T-N, 0.081-0.084mg/L, T-P, 0.005-0.006mg/L (1012.9.) COD, 0.7-0.8mg/L, T-N, 0.059-0.14mg/L, T-P, 0.004-0.005mg/L (1013.2.)						
底質	サンゴ礁地形で、底質は琉球石灰岩とサンゴ砂である。						
生物生育環境	環境省の石垣島モニタリングセンター「2004年 石垣島周辺海域サンゴ礁モニタリング調査結果」によると当該海域はサンゴ被覆度が70～90%の地域となっていて、サンゴにとって「生育空間」が良好な地域となっている。 また、環境省の生物多様性センター「2008 年 西表石垣国立公園石西礁湖及びその近隣海域におけるサンゴ礁モニタリング調査報告書」によると、2007 年の大白化では相当のダメージを受けており、被覆度は 50～75%程度まで落ち込んでいる。現在は 2007 年以前ほどには戻ってはいないが、稚サンゴが多くみられるようになり、全体として回復傾向にある。						



(2) 実証対象技術の状況

①電着基盤による稚サンゴの着生促進効果調査（実証試験１）

フロー図にしたがって電着基盤の実証試験を行った。電着基盤を陸上水槽内に設置し、5月7日夜のサンゴの産卵時に採取した卵と精子を受精させ、誕生したプラヌラ幼生を5月11日から12日に電着基盤に着生させ、その後着生数の変化を実体顕微鏡で観察した。

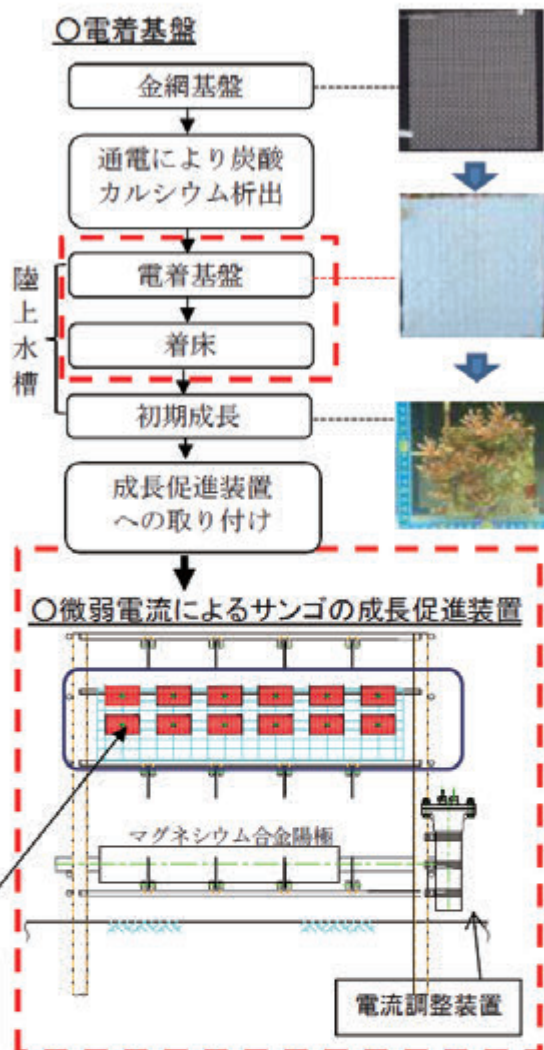
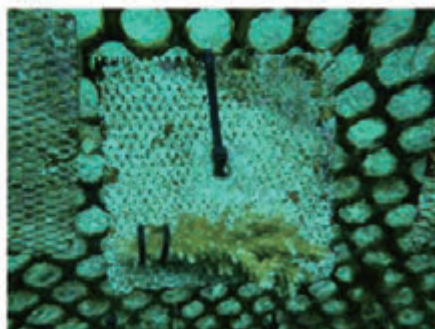
対照区として、従来からサンゴの増殖に用いられている素焼きタイル基盤にもサンゴを着生させた。

②微弱電流によるサンゴの成長促進効果調査（実証試験２）

試験は、実海域に試験装置2基を試験区として設置し、海中において電着基盤にサンゴを取り付け、経過を観察した。装置の電流密度（電場）は、 $5\text{mA}/\text{m}^2$ （金属の電気防食程度）と $50\text{mA}/\text{m}^2$ に加え、対照区として「通電無し」を試験区近傍に設定し、同様にサンゴを取り付けて経過を観察した（合計3ケース）。

各ケースには、魚類等からの食害防止のためのカゴとネットを設置した。

電着基盤(10cm×10cm)にサンゴ断片を取り付けた試験体



実験フローと微弱電流によるサンゴの成長促進装置

は、実証対象範囲

●食害防止対策



(3) 海域環境調査

流況調査、水質調査、連続水質調査を試験区海域と周辺の天然礁海域で実施した。

3. 維持管理にかかる技術情報

(1) 使用資源量・生成物処理量

項目	単位	結果
消耗品及び電力使用量	-	マグネシウム合金陽極が消耗するまでメンテナンスの必要はない
汚泥や廃棄物の物理的・化学的特徴と頻度	-	汚泥や廃棄物の発生はない
薬剤	-	薬剤の使用はない

(2) 維持管理項目

管理項目	技術者の必要性	一回当たりの管理時間	管理頻度
維持管理に必要な作業項目	不要	-	-
使用者に必要な維持管理技能	不要	-	-

(3) 維持管理に係るその他の特記事項

特になし

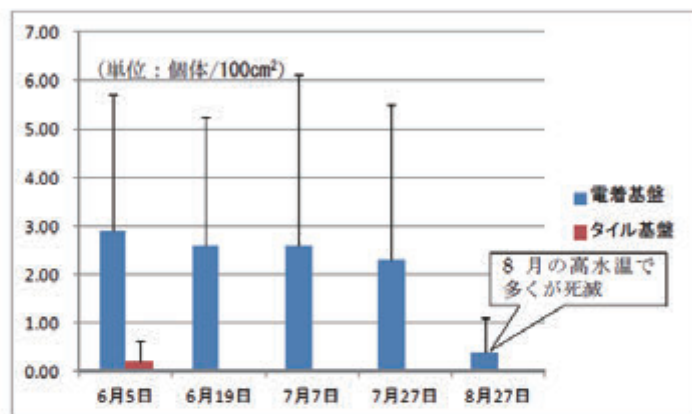
4. 実証試験結果

(1) 実証試験の目標

実証項目	目 標
電着基盤による稚サンゴの着生促進効果調査	従来用いられている素焼タイル基盤に比べて電着基盤の方が稚サンゴの加入量が多い
微弱電流によるサンゴの成長促進効果調査	電場無しに比べて電場有りの方がサンゴの成長が速い

(2) 電着基盤による稚サンゴの着生促進効果

電着基盤の効果調査結果として、基盤の違いによる稚サンゴの加入量とその後の生残量を示す。サンゴの幼生は各基盤に5月10, 11日に着生させた。8月27日までのモニタリング調査結果によると、従来型のタイル基盤と比較して、電着基盤では、顕著に稚サンゴの加入量とその後の生残量が多い。



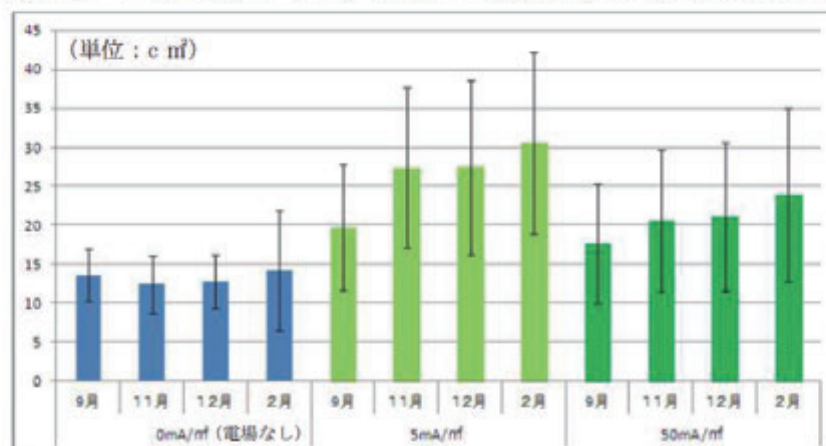
基盤の違いによる稚サンゴの加入量とその後の生残量 (個/100cm²)

(3) 微弱電流によるサンゴの成長促進効果

サンゴ面積の変化の状況を示す。

成長量は、明らかに電場無しの場合よりも電場有りの場合の方が大きく、微弱電流による電場形成の効果が確認できる。

電場（電流密度）の条件別にみると、5mA/m²の微弱電流で有意な効果が確認できる。



電場影響下におけるサンゴ面積の変化

5. 過去に調査した試験データの活用

(1) 電着基盤による稚サンゴの着生促進効果

2009年に石垣島と阿嘉島で実施された野外実験では、従来用いられている素焼タイル基盤と比較して電着基盤では稚サンゴの初期着床個体数は高く、実証試験と同様の傾向を示している。

(2) 微弱電流によるサンゴの成長促進効果： 長期的な効果試験

電場無しを含めて4種類の電場が形成できるサンゴ棚を石垣島海域に設置し、3種類のサンゴを枝折り法（無性生殖）で棚に取付けてモニタリングを行った。モニタリングは、3回/年程度行っている。取り付け後2年目の結果はサンゴの種類によって電場の影響が異なるが、20～100mA/m²の電場がサンゴの成長を促進する結果が得られている。

【(1) 及び (2) の出典】 鯉淵幸生・木原一禎・山本悟・近藤康文 (2010) 微弱電流がサンゴの着床や成長に及ぼす影響、土木学会論文集 B2(海岸工学)、Vol.66, No.1, 1216-1220.

6. 実証試験結果の結論

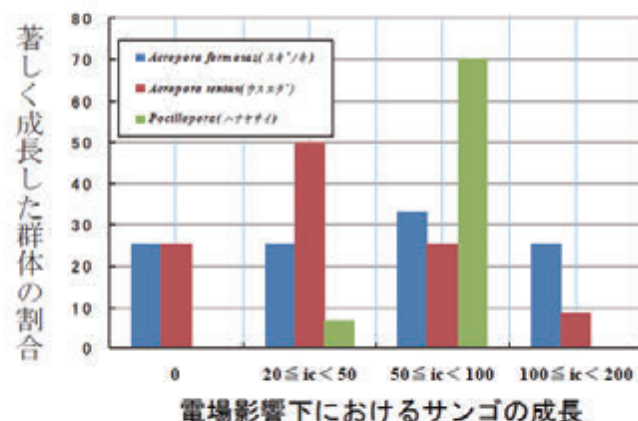
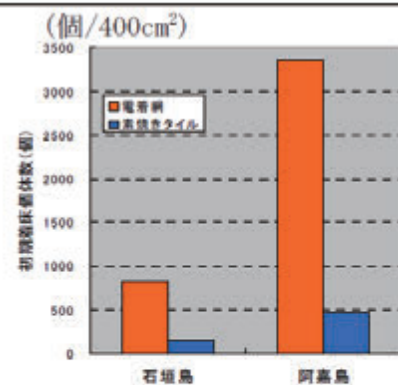
(1) 電着基盤による稚サンゴの着生促進効果

本実証試験によると、従来型の素焼タイル基盤と比較して、電着基盤では顕著に稚サンゴの加入量が多く、本技術の優位性を示している。この結果は、これまでの報告と同様の傾向を示しており、再現性が検証された。

(2) 微弱電流によるサンゴの成長促進効果

本実証試験によると、平成24年9月23日にサンゴ断片を設置してから平成25年2月23日の第4回モニタリング調査までの153日間の短期的な成長促進効果について、成長量は電場無しの場合よりも電場有りの場合の方が有意に大きく、微弱電流による電場形成の効果が確認できる。ただし、対照区と試験区で照度が異なる影響を考慮する必要がある。

電場（電流密度）が有する長期的なサンゴの成長促進効果については、本実証試験で



は試験期間の関係から明確にならないが、過去の調査結果によると取り付け後2年目ではサンゴの種類によって電場の影響が異なるが、20～100mA/m²の電場がサンゴの成長を促進する結果が得られている。

技術の概要と本試験によって明らかになった技術の特徴を以下に示す。

技術名	電着基盤	微弱電流によるサンゴの成長促進装置
技術の概要	金網基盤に電流を流して表面に炭酸カルシウムを析出させた基盤	マグネシウム合金陽極により微弱電流による電場を発生させる装置
実証事業としての意義	従来用いられている素焼タイル基盤に比べて、電着基盤の方が稚サンゴの加入量が多かったことにより、本技術による稚サンゴの着生促進効果が検証された。	電場無しに比べて、本成長促進装置における電場有りの条件でサンゴの成長が有意に速かったことにより、本技術によるサンゴの成長促進効果が検証された。
期待される導入効果	本技術を導入することにより、効率的に稚サンゴを増殖することが可能になる。	本技術を導入することにより、サンゴ礁の再生の期間短縮が可能になる。
技術としての新規性	従来は素焼タイルなどが用いられており、電着基盤の新規性・優位性は高い。	従来技術では微弱電流による検討はなされていない。従来技術では外部電力を必要として維持管理が必要なこととサンゴへの悪影響も懸念された。本技術は電気防食程度の微弱電流を用いることから、外部電力を用いず、サンゴへの悪影響もない点が新規性・優位性は高い。
従来技術に対する優位性		
普及拡大にむけた課題	稚サンゴの成長促進効果に関する検証	長期的な成長促進効果の検証 他の環境因子との関係の検証 種類別の効果の検証

7. 技術実証検討会の見解

(1) 電着基盤による稚サンゴの着生促進

① 技術的課題や改善の方向性

- ・今回実証できなかった稚サンゴが着生した後の初期成長まで効果を確認するためには、陸上水槽における適切な光量管理と海水温度の管理が必要である。

(2) 微弱電流によるサンゴの成長促進

① 技術的課題や改善の方向性

- ・既存の知見により成長促進の効果がサンゴの種類によって異なることから、できるだけ多くの種類を対象とすることや、様々な適用形態（防波堤・岸壁・魚礁等）への技術的な検討を行うことが望ましい。

② 他の実海域への適用可能性を検討する際の注意点

- ・他の実海域においても、本技術の効果を適切に発揮させるためには、流況や水深等の適用条件を明らかにすることが重要である。

8. 参考情報

注意：このページ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、環境省および実施機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○技術データ

項目		環境技術開発者 記入欄			
技術名称		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			
形式		電流発生：流電陽極方式			
企業名		三菱重工鉄構エンジニアリング株式会社			
連絡先	TEL/FAX	TEL(045)200-8310/FAX(045)200-8352			
	Webアドレス	http://www.mhi-bridge-eng.co.jp			
	E-mail	kazuyoshi.kihara@mbe.mhi.co.jp			
設置方法		サンゴ増殖棚(～150kg)：浮力体取付による人力設置(ダイバー作業) # (150Kg～)：漁船巻き上げ装置より設置			
設置・調整期間		ニーズに応じて対応可			
コスト概算 (10基で試算)	費用		単価(円)	数量	計(円)
	イニシャルコスト				
	サンゴ棚 2.0×2.0m		300,000	1	300,000
	ランニングコスト(月間)				
	メンテナンスフリーである。				

○その他 本技術に関する補足説明(導入実績、受賞歴、特許、実用新案、コストの考え方の補足、等)

○製品特性：

- ・流電陽極法(電源レス)の採用により、設置後のメンテナンスが不要。
- ・有害物質の排出がない。(海水中の物質を電着物質として固定化)
- ・簡易な構造であるため、構造体の地元調達が可能。(大型工場を必要としない)

○特許

1 特願2005-363132	特許第4652221号	珊瑚育成装置及び珊瑚育成用構造物
2 特願2006-199599	特許第4931047号	珊瑚幼生捕獲育成装置
3 特願2006-223553	特許第4942422号	サンゴ育成用構造物
4 特願2007-173207	特許第4939320号	サンゴ造礁用構造物の電流計測方法及びサンゴ造礁用構造物の電流計測装置
5 特願2007-259939	特許第4825768号	サンゴの光合成活性評価装置
6 特願2008-212226	特許第4950146号	サンゴ育成装置及びサンゴ育成方法
7 特願2010-226071	審査中	サンゴ育成方法
8 特願2010-534852	審査中	サンゴ育成方法及び電着鉱物析出サンゴ着生基礎体の製造方法、並びに電着鉱物析出サンゴ着生基礎体

○受賞歴

- 1 地球環境シンポジウムパネル 14回、15回、17回 において通算三回地球環境技術賞を受賞

○主要論文

- 1 K. Kihara, H. Taniguchi, Y. Koibuchi, S. Yamamoto, Y. Kondo and Y. Hosokawa (2013) Enhancing settlement and growth of corals using feeble electrochemical method, *Galaxea*, in printing
- 2 微弱電流がサンゴの着床や成長に及ぼす影響,土木学会論文集B2(海岸工学) Vol.66, No.1, pp1216-1220, 2010
- 3 微弱電流を利用したサンゴ増殖に関する研究,海洋開発論文集 pp467-472
- 4 電着技術を用いたサンゴ基盤の構築と微弱電流によるサンゴの活性効果,海洋開発論文集, pp375-379, 2010
- 5 電着技術を利用したサンゴ増殖に関する電場について,日本サンゴ礁学会第14回大会,講演要旨集, p55, 2011
- 6 サンゴ電着棚の5年間に及ぶ成長,日本サンゴ礁学会第15回大会, 2012

V. これまでの実証技術一覧

実証年度	実証番号	実証機関	実証技術	申請者
平成 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（H i ビーズ）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	サカイオーボックス株式会社
	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24年度は、以下の8分野を対象技術分野として事業を実施しました。

- (1) 自然地域トイレし尿処理技術分野
- (2) 有機性排水処理技術分野
- (3) 閉鎖性海域における水環境改善技術分野
- (4) 湖沼等水質浄化技術分野
- (5) 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）
- (6) 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）
- (7) VOC等簡易測定技術分野
- (8) 閉鎖性海域における水環境改善技術分野

■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。

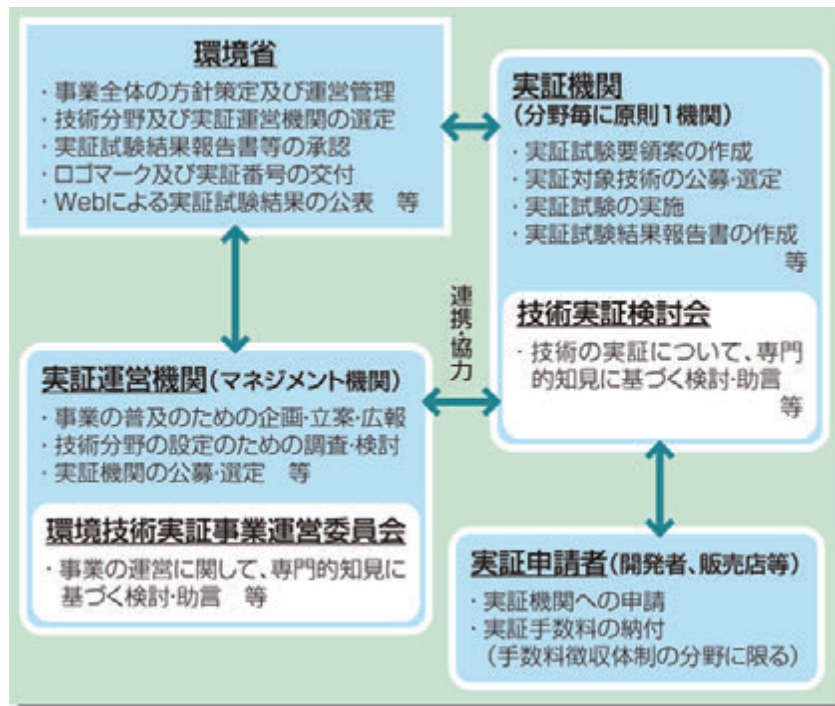


図 6-2：平成24年度における『環境技術実証事業』の実施体制

各技術分野について、実証システムが確立するまでの間（原則として分野立ち上げ後最初の2年間）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24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。

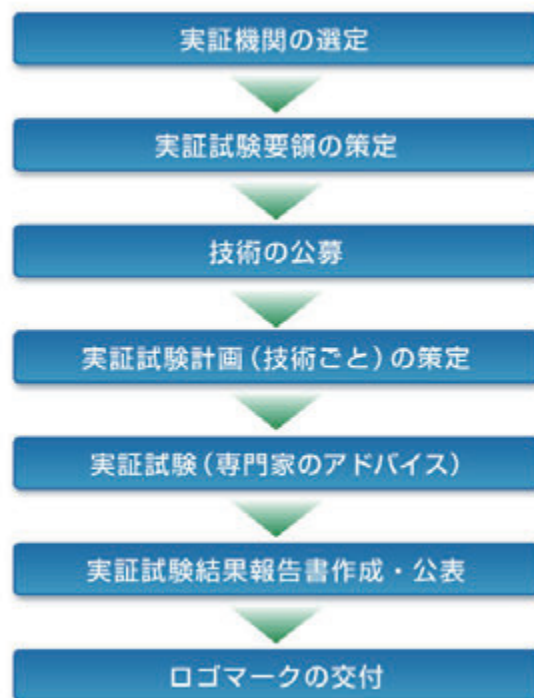


図 6－3：平成24年度における『環境技術実証事業』の流れ

■なぜ閉鎖性海域における水環境改善技術分野を対象技術分野としたのか？

閉鎖性海域は、汚濁物質が蓄積しやすいなど固有の条件を抱えています。これまで COD や窒素・りんを対象とした水質総量削減を実施してきましたが、依然として貧酸素水塊や赤潮等が発生しています。このことから、「第7次水質総量削減の在り方について」（平成22年3月中央環境審議会答申）には、従来からの汚濁負荷削減対策と併せて、藻場の保全・再生及び底質環境の改善が盛り込まれました。

環境省は、引き続き水質総量削減の着実な推進を図るとともに、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。

■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

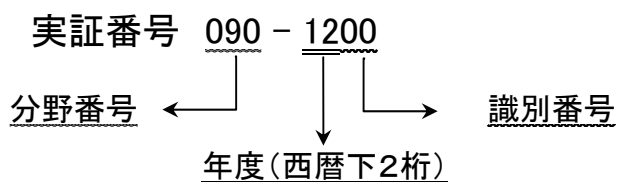
閉鎖性海域における水環境改善技術分野において実証試験を行った実証対象技術については、環境省が行う本事業の実証済技術である証として、1つの実証済技術に対し1つの実証番号が付

された固有の環境技術実証事業ロゴマーク（個別ロゴマーク）を交付しています。これらの変更により、以下のような効果を期待しています。

1. 実証申請者にとって、固有の個別ロゴマークを実証済技術が掲載されたカタログやウェブサイト等に掲載することにより、次のことから実証済技術（製品）の付加価値を高めることができます。
 - ① 技術（製品）毎の固有のロゴマークであること。
 - ② 製品カタログ等に掲載された個別ロゴマークと同じ個別ロゴマークが掲載された実証試験結果報告書を示すことで、実証済技術（製品）の技術的裏付けになる。
2. 実証済技術（製品）を購入・採用するエンドユーザーにとって、製品カタログと実証試験結果報告書の双方に同じ固有の個別ロゴマークが掲載されることで、双方の繋がりがより明確になります。さらに、実証試験結果報告書に掲載の個別ロゴマークの実証番号を確認することで、実証済技術の実証試験結果を容易に知ることができます。



【平成24(2012)年度版表記例】



■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

環境省総合環境政策局総務課 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:03-3581-3351(代表)

●「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)