

IV-8. 検討委員会の主な指摘事項と対応

表-Ⅳ. 8. 1 令和 7 年度 第 1 回検討委員会の主な指摘事項と対応

	主な意見等	意見等に対する対応
	1. 実証事業の全体像と令和7年度沖ノ鳥島調査概況について	
1	特になし	
	2-①. サンゴ幼生供給規模拡大技術の開発・実証について	
1	◇「流速 1～10cm/s や 5cm/s 以下」が幼生放流に適すると取りまとめているが、流速面で不適とされる沖ノ鳥島では実証時に「0.4～15.5cm/s」であり、大差ない。取りまとめでの記載方法を再度検討いただきたい（瀬戸委員） ◇幼生放流においては流速が大きいことで石垣島よりも沖ノ鳥島が厳しい条件と理解したが、波高に違いはあるか（佐々木委員）	●当該資料では幼生放流に適する流速の条件は規定しておらず、実証試験での流速条件を記載していた。手引きにおいて「平均流速が 2.5cm/s 程度の静穏な海域では、40m 四方程度のエリアで幼生を拡散させる場合、放流高さを基盤から 1～1.5m にすると着生率が高かった」と取りまとめた。 ●波高については、石垣島では実測しておらずナウファスの沖波データなので直接比較はできないが、現地実証の様子から沖ノ鳥島の方が高いと思われる。
	2-②. 沖ノ鳥島モニタリング結果について	
1	◇コンクリート礁では新規加入群体の生残が良くないとあるが、今後リスクニングの応用を検討する上で問題となる可能性がある。（鹿熊委員）	●ハマサンゴ属とトゲキクメイシ属を用いた試験の結果、より生残の良かったトゲキクメイシ属がコンクリート礁でのリスクニングに適していると考える。
	2-③. 面的拡散シミュレーションについて	
1	◇ファーム規模を試算する際に、周辺海域への幼生供給は「10ha に 100 個体/m ² 」を目標に計算しているが、この根拠が曖昧ではないか。（鹿熊委員） ◇着生率や生残率においては天然でのデータが分からない。周辺海域への着生密度の目標設定をする上では十分な時間を設けて議論すべきだろう。（鹿熊委員）	●10ha の根拠としては、衛星画像解析の結果 2006 年から 2022 年にかけてサンゴ面積が約 10ha 減少していたため、減少分の回復を目指すという考えである。（水産庁） ●第 1 回委員会後に実施した鹿熊委員との協議に基づき、天然岩盤の着生率や 5 年後生残率を見直してファーム規模を再検討した。
2	◇実海域で受精率に大きな影響を及ぼすと考えられる移流効果を組み込めると良い。（鹿熊委員） ◇受精モデルにおいても何らかの形で実際の現象を用いて評価すべきだろう。（茅根委員長）	●必要事項を確認して移流効果を組み込んだ。 ●実際の現象を用いることについて、本事業で得られたデータや、久米島での実験データを使用し計算条件を作成した。また、受精の精子濃度への依存性については Omori ら（2001）の論文と同様の結果となった。群体間距離と受精率については、Munby ら（2024）の論文結果と比較した。
3	◇沖ノ鳥島での幼生放流実証の再現計算においては、乱流拡散で調整するとより実証結果に近づくという説明であったが、恣意的な調整との印象を受ける。着生数が少なく偶然性が高いので、この再現性にこだわる必要性はないのではないか。（佐々木委員）	●第 1 回委員会後に佐々木委員と協議し、令和 7 年度の実証実験結果は沖ノ鳥島シミュレーションの再現性データとして適切でないと確認した。一方、実証試験の際に実施した流速調査結果や漂流ブイ追跡調査結果が流動場や浮遊幼生の再現検証データとして有用であるご助言をいただいた。これらのデータを用いた再現検証結果を記載した。

表-Ⅳ. 8. 2 令和 7 年度 第 2 回検討委員会の主な指摘事項と対応 （●＝R8 年度事業にて実施を検討、○＝R7 年度で完了予定または課題として整理）

	主な意見等	意見等に対する対応
	1. 実証事業の全体像と第1回委員会での主な指摘と対応について	
1	特になし	
	2-①. サンゴ幼生着生・育成基盤の開発・実証について	
1	◇「今後はサンゴ産卵ファームとしての活用を想定し、基盤周辺への幼生供給機能の評価を行う」となっているか、具体的にどのようにされる考えか。（鹿熊委員） ◇最終的にサンゴ産卵ファームの効果を評価するには、天然岩盤への着生率（着底でなく）と 5 年後生残率が把握されていないため、その評価手法を検討・実証することを考えるべきではないか。（鹿熊委員） ◇令和 4 年度の基盤の生残率が低下した理由について、今後さらに考察・検討されるということだが、この結果は、例えば産卵ファームの適地条件にも関わってくるので、是非お願いしたい（瀬戸委員）	●天然岩盤（浦底湾）に設定した対照点で、サンゴの新規加入状況や生残状況のモニタリングの実施を検討している。天然岩盤への着生率については、令和 8 年度以降に調査方法や課題について検討する。 ●令和 8 年度以降の事業で「サンゴ産卵ファーム形成によるサンゴ増殖効果」の評価を行う計画である。これと並行して令和 8 年度に石垣島海域での実証方針等を検討し、令和 8 年度第 1 回委員会において、具体的な評価方法や考え方、石垣での実証方針等を提示する。 ●令和 4 年度基盤で物理環境（水温等）の現地観測の実施を検討している。
	2-②. 面的拡散シミュレーションについて	
1	◇サンゴ群体間距離と受精率のシミュレーション結果について、受精率 1%以下というのは衝撃的低さだ。シミュレーション結果が 0. 3-0. 4%で、ファーム規模の試算時に 80%を用いる点に問題はないか。（鹿熊委員） ◇受精モデルに関して、拡散係数による感度解析をして、移流が支配的で拡散の影響が少ないと言えるかどうか整理しておいた方がいい。（佐々木委員） ◇計算の中で「一様かつ定常」な流れを仮定していると説明されたが、実際の海は「非定常・非一様」であり、サンゴは海が荒れていても産卵する。次フェーズでは、海底地形や乱流の影響を入れたより現実的な「非定常・非一様」の計算を行うことが望ましい。そうすると拡散係数の調整だけでは済まず、シミュレーションの高度化が必要となる。（佐々木委員）	○鹿熊委員のご指摘に対し、報告書に以下を記載した。 「実海域における受精率は不明であること、また、本業務で実施した受精シミュレーションは研究・開発段階であることから、ファームを評価するシミュレーションにおいては受精率を 80%として試算を実施した。」 ○群体間シミュレーションでの対応（以下のとおり R7d 報告書に記載した） 「今回構築したモデルは、計算条件等に関する既往知見が少なく、再現性検証を行うことが困難であり、計算条件等については、さらに検証を重ねる必要がある。そこで、本シミュレーションモデルをさらに検証するため、親群体を多くした場合の受精率を計算し、幼生収集装置での受精率や、他海域での知見と比較することで計算条件を再検討する必要がある。」 ※（指摘事項下 2 つについて）群体間シミュレーションにおいて、拡散係数、非定常・非一様な流れ等について感度解析を行い、受精率への各計算条件の感度解析を行う必要がある。本シミュレーションモデルの開発は今年度で終了するため、論文発表に向けた自主検討を来年度以降に行う。
2	◇ブイの追跡結果と計算結果はよく合っていると思う。ただ、流れの向きによって、印象が変わるため、その理由について考察があれば、信頼性が増すだろう。（佐々木委員） ◇着生エリアの設定が「被度 3%以上の箇所」で、それより低いところは再浮上させて計算しているとのことだが、25 年間分の着底図と比べると、合っていないように見える。この「被度	○佐々木委員のご指摘に対し、流速再現の考察として以下を報告書に記載した。 「西流時は東方から波が礁内に打ち込んでくるのに対し、北流時は南方から打ち込む。沖ノ鳥島の地形特性として、南側よりも東側の方が礁縁の幅が広いため、砕波等の再現が難しくなるためであることが考えられる。」 ○瀬戸委員のご指摘に対し、着生エリアは入力条件であることがわかるように以下のよう設定の詳細を報告書に記載した。また、佐々木委員へのご指摘に対しては以下の最後の文章のとおり記載した。

	3%以上」という閾値は計算にすごく効くため、妥当性や現場状況を再現していることが説明できると良い。(瀬戸委員) ◇白い箇所は低くとも被度がある場所もあるが、再浮上エリアとするのは若干恣意的な印象を持つ。着生するがその割合が低い、等の対応ができれば良いと考える。(佐々木委員)	Richmond (1985)によると、サンゴ幼生は生息環境に合わない場所に着底すると再浮上・再浮遊することが明らかになっている。そのため、本シミュレーションにおいてもその過程を取り入れた。再浮上エリアは、干出する場所や底質性状が把握できる地形・底質データ、波当たりの強弱等により設定することが求められる。しかしながら、現状でこれらの詳細データが入手できないため、ここでは過去のサンゴ被度分布を基に設定することとした。 サンゴ被度が3%未満のエリアは、礁縁部周辺の干上がる場所や波当たりの強い場所であったり、また、サンゴ生息に適さない基盤である場所と概ね一致していることがみてとれる。そのため、被度3%未満を再浮上エリア、3%以上を着生エリアと定義した。なお、再浮上エリアに着底した幼生のうち、どの程度の幼生が再浮上するのかを示す割合等は不明であるため、ここでは再浮上エリアに着底した粒子は全て再浮上・再浮遊する条件とした。
3	◇受精率にしても産卵ファームにしても、シミュレーションの評価が出来ていないと思われる。可能ならば次フェーズで是非実証によって評価していただきたい。(茅根委員長)	●シミュレーションを評価するための実証について、次年度の検討会において現実的にできること・できないことを含め具体的な内容を提示し審議していただく。現時点では以下の案が考えられる。 「実証実験の一つとして、実海域に親サンゴを配置することで着生数の増加が認められるかを確認する。また、その着生範囲が把握できる場合、シミュレーションによる着底数が比較的多い箇所と一致するかを確認する。沖ノ鳥島海域での実施が困難と判断される場合、石垣島海域等の他海域で実施することも検討する。」(※報告書にも今後の課題として記載した。) ●ファームの規模の検討では、サンゴの生態や生育に関する定量的な知見の乏しい条件を設定した上で評価を行った。今後、現地調査や室内実験等によりそれらの条件を定量的に把握することで、評価を高精度化できることが考えられる。以下はとくに評価に影響する条件項目である。(※報告書にも今後の課題として記載した。) 着生率(人工基盤・天然岩盤)、生残率(人工基盤・天然岩盤)、受精率、浮遊中の斃死率、着生エリア・再浮上エリア(再浮上エリアにおいて再浮上する割合、再浮上せずに着生する割合及び死滅する割合など) これらの条件の把握方法等についても、実現できるかどうかを含め次年度の委員会で具体案を示し審議していただく。
3-①. リスキニング手法の開発について		
	◇「ハマサンゴが死んでしまったので不適にしている」という結論は判断が早い。海外でも知見があるはずなので、種の選定についてはもう少し検討が必要だろう。(鹿熊委員)	○ハマサンゴの中でも特にオオハマサンゴだけがなぜか全部沖ノ鳥島で死亡したので、ハマサンゴ属が不適なわけではなく、種によって大きな差があると考えている。本手法を実海域で適用する際は、あらかじめ種の選定と増殖効果について実証試験などで確認することが望ましい旨手引きに記載することとする。
3-②. 高温耐性を持つサンゴ種苗生産技術について		
1	◇TTATよりも強く関与する「遺伝子B」のようなものがあって、TTATがなくてもBがあれば耐性を示す、という可能性が否定できない。また、DNAマーカーの問題ではなく、エピジェネティクス、すなわち環境因子により後天的に耐性を獲得した可能性もあると考えられる。(鹿熊委員) ◇今後の実験について、全ての組み合わせを掛け合わせる実施は大変なので、仮説を立てて絞り込んでどうか。例えば、「TTATかつ高耐性の親」のグループと、「TTATを持たずかつ低耐性の親」のグループ、この2つのグループでの交配実験に集中してはどうか。そうするとTTATが寄与しているかどうかはかなり見えてくると思う。(服田委員)	●環境要因が高水温耐性に関与している可能性はあるが、それを証明するには相当な年数がかかり本事業内での実施は不可能である。このため、まずは遺伝的な要因に専念し、DNAマーカーの特定を目指す。 ●ご意見を参考に検討する。

	3-③. 沖ノ鳥島海域のサンゴ多様性を考慮したサンゴ増殖の検討について	
1	特になし	
	4 . 有性生殖によるサンゴ増殖の手引きの改訂の概要とポイントについて	
1	◇沖ノ鳥島のような厳しい環境で、不確実な環境変動の中で管理していくことを考えると、ファーム効果のイメージ図のように「サンゴ産卵ファーム」が1カ所だけというのはリスクがあるだろう。「メタ個体群」のように、ファームを分散配置し、それぞれのネットワークで頑健性を維持するのが良いのではないか。次フェーズで検討いただけると良い。(瀬戸委員) ◇英文化の際は、第1・第2フェーズで確立した「陸上での種苗生産」や「中間育成」、それを移植する技術についても入れていただきたい。今度のオークランドでの会議などで水産庁の成果として広く配布するためにも、これまでの成果を一通り網羅した内容にしていきたい。(茅根委員長) ◇「サンゴ産卵ファーム」の目標は1haだったが、この事業でどこまで成果が評価でき、十分できなかった部分は次のフェーズで行うのか、もう少し分かりやすく記載いただきたい。(茅根委員長)	●サンゴ産卵ファームの幼生供給能力が落ちないことを前提に、リスク分散できる可能性があるので、令和8年度以降の事業においてファーム構築計画の立案時にファームの分散配置を考慮することを検討する。また、手引きに掲載しているサンゴ産卵ファームから周辺に幼生が供給されるイメージ図について、複数のファームを分散配置する概念図に修正した。 ○手引きに第1・第2フェーズで開発した「陸上での種苗生産」「中間育成」「移植」等にかかる一連の増殖手法を内容追加し対応した。英語版においても一連の流れが分かるよう取りまとめることとする。 ○手引き「第Ⅲ編7章」に、現在はまだ沖ノ鳥島で実際にファームをつくるには至っておらず、次フェーズでより確実性の高い手法を検討する方針を示している。また、事業にける技術開発の現状と主な課題を追加して示した。