

## 第5章 専門家の助言の内容

## 第5章 専門家の助言の内容

### 5.1 環境監視委員会意見

本事業においては、環境監視委員会を工事着手前の平成25年12月に立ち上げ、それ以後年に2回、令和3年2月時点で15回開催した（表－5.1.1）。また、委員は、事後調査及び環境監視調査の項目に係る分野の有識者を中心とし、地元自治体も含めた構成とした（表－5.1.2）。

各委員会において、前回委員会での指摘事項と対応方針を示しており、そのうち、事後調査の項目及び手法の設定、並びに事後調査の終了の判断に係る指摘を調査項目ごとに記載した。

なお、委員会は原則公開することとしており、資料及び議事概要については、沖縄総合事務局及び大阪航空局のホームページにおいて公表している。

（<http://www.dc.ogb.go.jp/Kyoku/information/nahakuukou/>）

表－5.1.1（1）那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会開催実績

委員会	開催年月日	議事
第1回	平成25年12月16日	① 事後調査及び環境監視調査について ② 海域生物の移植及び順応的管理について ③ 水の濁りに係る水質・底質の監視基準について ④ 陸域における緑化について ⑤ その他
第2回	平成26年6月5日	① 第1回委員会の指摘事項と対応方針について ② 平成26年度の工事内容及び環境監視体制について ③ 平成25年度における事後調査及び環境監視調査の結果について ④ 海域生物の移植及び順応的管理について ⑤ 陸域における緑化について
第3回	平成26年12月12日	① 第2回委員会の指摘事項と対応方針について ② 平成26～27年度工事内容について ③ 平成26年度における事後調査及び環境監視調査の結果について ④ 海域生物の移植（サンゴ類）について ⑤ 海域生物の移植（クビレミドロ）について ⑥ 陸域における緑化について
第4回	平成27年6月4日	① 第3回委員会の指摘事項と対応方針について ② 平成26～27年度工事内容について ③ 平成26年度における事後調査及び環境監視調査の結果について ④ 海域生物の移植（サンゴ類・クビレミドロ）について ⑤ 海域生物の順応的管理（海草藻場・カサノリ類）について ⑥ 陸域における緑化方針について
第5回	平成28年1月14日	① 沖縄県知事による環境保全措置要求への対応方針について ② 第4回委員会の指摘事項と対応方針について ③ 平成27～28年度工事内容について ④ 平成27年度における事後調査及び環境監視調査の結果について ⑤ 海域生物の移植（サンゴ類）について ⑥ 陸域における緑化方針について

表一 5.1.1 (2) 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会開催実績

委員会	開催年月日	議事
第 6 回	平成 28 年 6 月 10 日	① 第 5 回委員会の指摘事項と対応方針について ② 平成 28 年度工事内容について ③ 事後調査及び環境監視調査の結果について ④ 海域生物の移植(サンゴ類・クビレミドロ)について ⑤ 海域生物の順応的管理(海草藻場・カサノリ類)について
第 7 回	平成 29 年 1 月 16 日	① 第 6 回委員会の指摘事項と対応方針について ② 平成 28~29 年度工事内容について ③ 事後調査及び環境監視調査の結果について ④ 海域生物の移植(サンゴ類)について ⑤ 那覇空港周辺のサンゴ類の白化状況について
第 8 回	平成 29 年 6 月 28 日	① 沖縄県知事による環境保全措置要求への対応方針について ② 第 7 回委員会の指摘事項と対応方針について ③ 平成 29 年度工事内容について ④ 事後調査及び環境監視調査の結果について ⑤ 海域生物の移植(サンゴ類・クビレミドロ)について ⑥ 海域生物の順応的管理(海草藻場・カサノリ類)について
第 9 回	平成 30 年 2 月 15 日	① 第 8 回委員会の指摘事項と対応方針について ② 平成 29~30 年度工事内容について ③ 事後調査及び環境監視調査の結果について ④ 海域生物の移植(サンゴ類)について ⑤ サンゴ類の白化について
第 10 回	平成 30 年 6 月 19 日	① 第 9 回委員会の指摘事項と対応方針について ② 平成 30 年度工事内容について ③ 事後調査及び環境監視調査の結果について ④ 海域生物の順応的管理(海草藻場・カサノリ類)について ⑤ 海域生物の移植(サンゴ類・クビレミドロ)について ⑥ 沖縄県知事による環境保全措置要求への対応方針について
第 11 回	平成 31 年 2 月 1 日	① 第 10 回委員会の指摘事項と対応方針について ② 平成 30~31 年度工事内容について ③ 事後調査及び環境監視調査の結果について ④ 海域生物の順応的管理(海草藻場)について ⑤ 陸域における緑化方針について
第 12 回	令和元年 6 月 28 日	① 第 11 回委員会の指摘事項と対応方針について ② 令和元年度工事内容等について ③ 事後調査及び環境監視調査の結果について ④ 海域生物の順応的管理(海草藻場、カサノリ類)について
第 13 回	令和 2 年 2 月 10 日	① 第 12 回委員会の指摘事項と対応方針について ② 令和元年度工事内容について ③ 事後調査及び環境監視調査の結果について ④ 海域生物の移植(サンゴ類)について

表一 5.1.1 (3) 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会開催実績

委員会	開催年月日	議事
第 14 回	令和 2 年 8 月 12 日	① 第 13 回委員会の指摘事項と対応方針について ② 令和 2 年度の工事内容について ③ 事後調査及び環境監視調査の結果について ④ 海域生物の順応的管理（海草藻場・カサノリ）について ⑤ 評価書における予測結果と事後調査結果及び環境監視調査結果の比較について ⑥ 沖縄県知事による環境保全措置要求への対応方針について
第 15 回	令和 3 年 2 月 9 日	① 第 14 回委員会の指摘事項と対応方針について ② 事後調査及び環境監視調査の結果について ③ 評価書における予測結果と事後調査結果及び環境監視調査結果の比較について ④ 評価書に対する大臣意見・知事意見への対応等について ⑤ 沖縄県知事による環境保全措置要求への対応方針について ⑥ 今後の環境監視委員会の開催について

表一 5.1.2 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会 委員名簿

ご専門	氏名	所属・役職	備考
海域生物 (海域生態系)	つちや まこと 土屋 誠	琉球大学 名誉教授	委員長
海域生物 (生息環境 (水質・底質))	おおもり たもつ 大森 保	琉球大学 名誉教授	
海域生物 (海域生態系)	おかだ みつまさ 岡田 光正	放送大学 理事・副学長	
海域生物 (海藻草類)	かむら しんとく 香村 真徳	琉球大学 名誉教授	
海域生物 (生息環境 (潮流・波浪))	つかやま せいこう 津嘉山 正光	琉球大学 名誉教授	
陸域生物 (植物)	なかむら いちろう 仲村 一郎	琉球大学 農学部 准教授	
海域生物 (サンゴ類)	やまと しょうじ 山里 祥二	NPO法人 コーラル沖縄 代表	
海域生物 (生息環境)	くわえ ともひろ 桑江 朝比呂	国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術 研究所 港湾空港技術研究所沿岸環境研究領域 沿岸環境研究グループ長	
海域生物 (生息環境)	すずき たけし 鈴木 武	国土交通省 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部長	第1回～第8回
海域生物 (生息環境 (潮流・波浪))	おかだ ともなり 岡田 知也	国土交通省 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部 海洋環境・危機管 理研究室長	第9回～
豊見城市	うえはら なおひで 上原 直英	豊見城市役所 企画部長	第1回
	おおしろ もりよし 大城 盛宜		第2回～第5回
	おおしろ ひろし 大城 浩	豊見城市役所 市民健康部長	第6回～第9回
	ひが てつお 比嘉 徹夫	豊見城市役所 市民部長	第10回～第11回
	うちはら ひでひろ 内原 英洋		第12回
	かかず くみこ 嘉数 久美子		第13回
	おおしろ たつや 大城 辰也		第14回
那覇市	くりま あつし 来間 淳	那覇市役所 環境部長	第1回～第3回
	すながわ つとむ 砂川 敦		第4回～第5回
	しまだ さとこ 島田 聰子		第6回～第7回
	たまよせ たかお 玉寄 隆雄		第8回～

### 5.1.1 事後調査及び環境監視調査の概要について

#### (1) サンゴ類

項目	委員意見	対応方針
サンゴ類 海草藻場	事後調査について、供用後の頻度は年2回に減る。しかし、サンゴ類や海草藻場は台風や高水温など海況の影響が受けやすいので、そのような場合はスポット的でもいいので、追加の調査は期待できるのか【第13回資料3 p112, 159, 338】。	台風、白化、オニヒトデの大量発生などがあったときは調査できる体制は整えていきたいと考えている。 なお、工事中には平成28年度及び平成29年度夏季に白化が確認されたため、追加調査を実施した(第7回資料5及び第9回資料5)。

#### (2) 海藻草類

項目	委員意見	対応方針
海域生物 (海草藻場)	S1地点で海草藻場の調査を続ける必要性について、研究としては藻場がなくなった地点の今後の動向に興味があるが、環境監視委員会としては藻場の変化を確認していくことが重要であり、消失した地点については中止してもよいと考える【第6回資料3 p136】。	前回委員会で地点変更について了承を得た。海草藻場S1地点については調査を平成28年度春季で終了し、S7を代替地点として調査を継続している(第7回資料3p48)。
サンゴ類 海草藻場	事後調査について、供用後の頻度は年2回に減る。しかし、サンゴ類や海草藻場は台風や高水温など海況の影響が受けやすいので、そのような場合はスポット的でもいいので、追加の調査は期待できるのか【第13回資料3 p112, 159, 338】。	台風、白化、オニヒトデの大量発生などがあったときは調査できる体制は整えていきたいと考えている。
海草藻場	海草藻場について、供用後調査頻度が減少することだが、海草藻場の順応的管理の枠組みの中では、注意レベルではモニタリングを強化するとされている。今回、調査回数の頻度が減ることになるため、現状が安全レベルであるということを委員会として承認するということか【第13回資料3 p159, 338】。	ご指摘のとおり。これまで注意レベルには至っていないと理解しているため、評価書に記載した調査回数を提案している。 今後、注意レベルに至ったと考えられる場合には、モニタリングの強化案とともに委員会に提案する。

### (3) 海域生物の生息・生育環境（底質）

項目	委員意見	対応方針
海域生物 生息・生育 環境 (底質)	<p>海域生物の生息・生育環境(底質)のうち強熱減量について、St8、12に限らず、全体的に平成29年度春季・夏季は高い傾向がある。しかしCOD値は変化がみられていない。短期的な底質の変化を比較する際には、スミス・マッキンタイヤーで厚く採泥するのではなく、表層2cm程度を採取する方が適切ではないか。モニタリングの調査方法を変えることは難しいと考えるが、注視しなければならないような地点では調査方法を工夫するのも一案である【第9回資料3 p184】。</p> <p>底質について、工事の影響を判断するには、表層を見る必要がある。St.2、12、13等で表層の底質の状況について鉛直プロファイル等を把握してはどうか【第10回資料3 p236】。</p> <p>閉鎖性海域の水底質の調査結果をみると、増設滑走路と瀬長島との間の干満による海水交換の変化により滞留時間が長くなり、水底質に影響を与えていた可能性がある。海水交換について評価書時に予測していると思うが、シミュレーション結果と現状における水底質の変化を比較し、解析してはどうか。水質については陸域からの影響も考えられるため、降水後に調査を実施してはどうか【第12回資料3 p309】。</p>	<p>平成30年度夏季、冬季、令和元年度夏季、冬季に極表層底質調査を実施した(第11回資料1p4～7等)。</p> <p>護岸概成後、陸域からの影響としては、伊良波排水路からの流入が主なものであると考えている。その他の要因や解析方法については、ご意見を踏まえ検討していく。</p> <p>環境影響評価書において、滑走路の存在によって、海水交換が変化し、滞留時間が長くなると予測していた(第13回資料1p6,7)。それにより閉鎖性海域の水質(COD, T-N, T-P)は、若干濃度上昇がみられるものの、環境基準を満足し、底質は、粒度組成が細粒化する可能性があると予測していた(第13回資料1p18～19)。</p> <p>調査結果をみると、潮流については、予測結果と概ね同様の流況となっていた(第13回資料3p77)。水質は現段階で濃度上昇傾向等の大きな変化はみられておらず、底質は、St.4で変化がみられているものの、閉鎖性海域におけるその他の地点では、粒度組成の細粒化や堆積傾向は確認されていない。St.4については、底生動物の出現状況と合わせて、今後も注視していくこととする(第13回資料1p18～25)。</p> <p>また、伊良波排水路から閉鎖性海域への降雨後の濁水流入状況については、水質監視調査の中で確認している。</p>

項目	委員意見	対応方針
海域生物 生息・生育 環境 (底質)	同じ粒径だが異なる性質の底質が積もった可能性は無いか【第 12 回資料 3 p309】。	現地で採取した底質の色については、外観と写真で記録をしており、目視で確認する限り大きな変化はみられていない。ただし、何由来かどうかを判別できるような詳細な分析は行っていないが、ボックスカルバートも通水してまだ一年程度であるため、引き続き注視していく。 底質の外観観察結果の経年変化については、第 13 回資料 1p26 に示すとおり、St. 4 を除いて大きな変化がみられておらず、異なる性質の底質が積もったとは考えていない。しかし、St. 4 については、灰白等の比較的明るい色から灰オリーブ等の比較的黒い色に変化しており、底質の粒度組成も変化がみられていることから、底生動物の出現状況と合わせて、今後も注視していくこととする。
	同じ粒径であっても、由来別で底質の色等も異なっている可能性がある。調べる項目を増やすと違う結果となるかもしれない。工事の影響を検討する上で、どのような調査が必要なのか意見があれば頂戴したい【第 12 回資料 3 p309】。	
	底質が何由来であるか判別するような分析について、研究レベルではあるが、有機物由来かどうかは安定同位体比を、土砂由来かどうかは炭酸カルシウム量を、地下水が出てきているかどうかはラドンを測定すればわかる【第 12 回資料 3 p309】。	

#### (4) 海域生物の生息・生育環境（潮流）

項目	委員意見	対応方針
海域生物の生息・生育環境（潮流）	<p>潮流調査結果について、計算結果と実測値が必ずしも同様となっていないところがあるのは、調査時の風等の影響もあるのである程度仕がないと思う。潮流調査については、評価書において存在時1回の調査で終了としており、予測結果と観測結果は概ね同様の流況となっていることから、事後調査の目的は達成したと思う。</p> <p>一方で、調査結果は、例えばSt.4での濁りの要因や海草の生育に与える影響を定量的に説明する際に有用な情報になると思うので、今後活用できるよう整理してほしい【第13回資料3 p235】。</p>	<p>ご意見を参考に検討していきたい。</p> <p>改変区域西側のSt.Bと閉鎖性海域のSt.Cの時系列データを活用し、流れによるシールズ数の算定を行った（第14回資料1p8～14）。</p> <p>St.B及びSt.Cにおける代表粒径で得られたシールズ数は概ね0.05以下となっており、潮流による底質の移動はほとんど生じないものと考えられる。</p>
調査の終了	<p>調査の終了について、「存在及び供用時」とはいつのことを意味しているのか【第13回資料3 p235】。</p>	<p>評価書において、存在及び供用時に1回（2季）実施する項目となっており、埋立地の存在時となる平成30年度冬季、令和元年度夏季に調査を実施した。本調査について終了してよいか委員会に諮りたい。</p> <p>基本的には、供用開始前後で調査のフェーズが変わると考えているが、潮流については、埋立地が存在する前後で調査のフェーズが変化すると考えている。このため、増設島の護岸が概成した平成29年度冬以降の埋立地が存在している期間を「存在時」、令和2年3月末以降を供用時と考えている。</p>
		<p>評価書において、存在及び供用時に1回（2季）実施する項目となっており、埋立地の存在時となる平成30年度冬季、令和元年度夏季に調査を実施した。本調査について終了してよいか第13回委員会に諮り、了承を得た。</p>

(5) 土砂による水の濁り（水質・底質）

項目	委員意見	対応方針
微細粒子の定量的な測定について	SPSSについては、一定体積あたりどの程度の微細粒子が含まれているのか定量的な測定も行った方が良い【第1回資料5】。	ご指摘を踏まえて、SPSS (kg/m <sup>3</sup> )のみならず、代表的な地点で粒度組成についても調査を実施し、定量的なデータを取得することを加筆した。(第2回資料1p12参照) 測定済みの地点についてSPSS及び粒度組成、底生生物の結果を整理した(第2回資料3参照)。
調査の終了	底質に関して、生物の生息環境として底質、粒度組成等は重要だと思うが、その調査は継続するのか。【第13回資料3 p299】。	粒度組成、SPSS、強熱減量、COD、T-Sの調査については、p30に示している18地点で年間2季の調査を継続する。
	評価書において工事中に実施する項目となっていることから、調査は令和元年度で終了することを第13回委員会に諮り、了承を得た。	

(6) ヒメガマ群落

項目	委員意見	対応方針
調査の終了	評価書において工事中に実施する項目となっていることから、本調査は令和元年度で終了することを第13回委員会に諮り、了承を得た。 なお、「陸域改変区域に分布する重要な植物群落」の事後調査としてヒメガマ群落の生育状況の確認は継続する。	

(7) 動植物種の混入調査

項目	委員意見	対応方針
調査の終了	ツルヒヨドリは空港近くでも生育が確認されているのか。【第13回資料3 p331】。	県内に広く定着しているという報告はあるが、空港に最も近い陸域である大嶺崎周辺については、データがない。
	評価書において工事中に実施する項目となっていることから、本調査は令和元年度で終了することを第13回委員会に諮り、了承を得た。	

### 5.1.2 海域生物の移植（サンゴ類、無性生殖移植）について

項目	委員意見	対応方針
サンゴ類の移植先の評価について	サンゴ類の移植先の候補地点の評価において、波浪の影響や水深等を確認しているが、移植に適した場所であったかを評価するには、濁りや陸からの栄養塩等のファクターも入れて適地選定した方が良い【第1回資料4 p4～20】。	移植後のモニタリング項目に、「濁りの状況」を追加した。 (第2回資料3 2.1.6 参照)
サンゴ類の移植候補地について	サンゴ類の移植先について、移植の効率を考えると外力が少ない方が良いと思うので、候補地St.A、B、C以外の静かな海域として那覇港湾の波の上地区などもある。候補地St.A、B、C以外の場所への移植についても検討し、柔軟に対応してほしい【第1回資料4 p4～20】。	サンゴ類の移植先候補地として、那覇港波の上緑地における文献等を整理するとともに、水温及び濁度の連続観測を実施し、移植先としての可能性を検討した。 (第2回資料1p2～4 参照)
サンゴ移植目標について	小型サンゴの移植について、冬季は波浪の影響等により移植しづらいと思うが、4月以降は今の移植計画量より移植できると考えられる為、移植目標を増やしてほしい【第1回資料4 p4～20】。 事業者が環境保全措置として行うサンゴ類の移植については、実行可能性ということを考えると目標が高ければ高い方が良いというわけでもない【第1回資料4 p4～20】。	サンゴ移植について、平成25年度（平成26年1月～3月）の実績及び平成26年度の移植計画を整理した。
移植サンゴのモニタリング	移植サンゴの調査頻度について、年2回は良いが、移植サンゴは大型台風が接近・通過後に被度が減少することが確認されている。調査時期として大型台風の通過後を追加してほしい【第1回資料4 p4～20】。	調査時期に、「台風接近後必要に応じて追加」を追記した。 (第2回資料3 2.2、2.1.6 参照)
その他	モニタリング調査では、移植サンゴが産卵しているなどの繁殖に係る確認はあるか。確認があれば、将来、周辺のサンゴ群集の発展にも関係してくるので、ぜひ情報を集めてもらいたい【第5回資料5】。 移植サンゴについて、産卵状況を把握できる調査の実施を事務局に検討してもらっている【第5回資料5】。	移植サンゴが当該海域で産卵していることが確認されれば、過年度実施したサンゴ移植事業が当該海域のサンゴの復元に寄与していることにつながるため、固定カメラによる移植サンゴの産卵確認調査を実施する。 平成28年度及び平成29年度に産卵状況確認調査を実施した（第10回資料5-1p28等）。

項目	委員意見	対応方針
無性生殖 (移植サンゴの評価)	第7回資料4p51に記載しているサンゴの移植事業の評価について、本来は目標とする移植群体数の達成状況や適切な移植手法を用いて移植されたことを評価すべきである。しかし、サンゴ群体の生残状況や生物の生息状況等が主に評価されている。評価の方法については誤解が生じない様に再整理が必要である【第7回資料4】。	本事業では、「那覇空港滑走路増設事業に係る改変区域に生息するサンゴ類を無性生殖移植法により、改変区域外へ移植・移植する」ことが目的であった。当初計画より早期に移植目標は達成しており、その後は工事のスケジュールと調整しながら事業者が実施可能な範囲でさらに移植作業が継続された。これらのことから当初計画された移植目標（移植数量）は達成されているものと考えている。
	次回委員会の開催時期はいつ頃を予定しているか。第7回資料4p5の審議事項である移植サンゴのモニタリング継続の有無については、評価に必要な情報を蓄積した上で評価の考え方の再整理を行い、次回委員会に諮る方が良い【第7回資料4】。	モニタリング継続の有無については、評価の考え方を整理した上で次回委員会で諮ることとする。移植サンゴの調査については、平成29年度の夏季・冬季までモニタリングを継続し、平成30年度の夏季の委員会で最終結果を報告する予定である。
	環境影響評価時、モニタリング期間を移植後3年に設定した根拠は何か。評価書記載した経緯や意図を確認してほしい【第7回資料4】。	「概ね供用後3年」というモニタリング期間の根拠については、県内事業を参考に、「事後調査を行う期間は、原則として供用後の環境状態等が定常状態で維持されることが明らかとなるまで（沖縄県環境影響評価技術指針）」の期間として、3年としている。 移植生物についても移植後3年以降は、定常状態として、移植によるストレス等によらず、台風等の自然の変動とともに変化していくと考えられることから、モニタリング期間は移植後3年としている。
	サンゴの移植目標数に対して、移植後の生残率が減少している。事業者として今後の対応は考えているか。白化の翌年にはサンゴ幼生の加入量が減少することも予想されるので、それらも含めて今後の対応の方針について再検討してほしい【第7回資料4】。	評価書においては、サンゴの移植目標については数量のみを設定しており、その後の生残率等については定めていない。また、ミドリイシ属のエリア①②を除いて、比較的高い生残率を維持していると考えられることから、今後事業者としての新たな移植は検討していない。 サンゴ幼生の加入量が減少することについては、補完的に行っている有性生殖移植試験の結果に影響してくると考えられることから、注意して解析していきたい。

項目	委員意見	対応方針
	<p>サンゴ移植事業は環境保全措置という観点以外に移植の技術情報について知見を得るということも目的ではなかったか【第7回資料4】。</p>	<p>サンゴ移植については、評価書に記載した環境保全措置として「改変区域に生息するサンゴ類を無性生殖移植法により、改変区域外へ移植・移築する」ことを目的としている。その後、移植に対する国土交通大臣意見及び県知事意見の中で「目標を設定したうえで移植を行うこと」とのご指摘を受け移植数量を目標として設定している。</p> <p>移植の技術情報について知見を得ることは本来の目的ではないが、大規模な移植を行っていることから、事業により得られた知見について、移植方法、移植結果等は一度とりまとめを行っている。</p>
無性生殖 (移植サンゴの評価)	<p>サンゴ移植事業について、過去の委員会でどのような議論がなされてきたか、今後の取りまとめをする際の参考になると良い【第7回資料4】。</p>	<p>サンゴ類とクビレミドロについて、3年以上のモニタリング継続について、評価書時の目標、これまでの変化、(図表等)、工夫等の経緯(特にクビレの陸上水槽)、現状との比較などを示して、議論できるよう資料作成を行う。(第8回資料5-1及び5-2)</p>
	<p>移植サンゴのモニタリング期間の検討について、移植サンゴ類が「自然変動の中で当該海域のサンゴ群集の再生や復元の一端を担っている」ことを結論付けるには、台風や白化などのイベントにより、移植サンゴと天然サンゴが同様の生残状況を示す等の比較結果により言及することが望ましい。</p> <p>移植サンゴと天然サンゴの比較について、過年度の大型台風等の影響の解析は、近傍の海域における調査結果と同じであることは承知しているので、これらが分かるような形で考察が可能と考えられる【第8回資料5-1】。</p>	<p>同一モニタリング枠内の天然サンゴと移植サンゴについて生残状況に係る解析を試みたが、例えばミドリイシ属では枠内に天然ミドリイシが少ない、あるいは存在しないものもあり、移植ミドリイシとの直接比較や解析が困難であった。そこで本資料では、移植したサンゴは天然サンゴと同じような外的要因を受けており、産卵も同じように行われていることを示すのが最善と考え、考察した。</p> <p>過年度調査結果をもとに、天然サンゴについても台風の影響があったこと等を追記し、移植サンゴと天然サンゴの影響の比較についても考察を試みる。</p>

項目	委員意見	対応方針
無性生殖 (移植サンゴの評価)	移植サンゴ類の成育状況写真をみると、成長して大きくなっている様子が良く分かる。現在までの移植サンゴの生残数量を整理しているが、バイオマスに着目した解析を行うのも一案である。移植サンゴの増大も考察できるかもしれない【第9回資料4】。	モニタリングデータから、体積換算等のバイオマスを算定するのは困難と考えるが、ご指摘を踏まえて検討する（第10回資料5-1 p23）。
	サンゴ移植事業の総括について、事実を示すだけでなく、わかったことや得られたこと等を丁寧に整理する必要がある。また、評価書における移植に対する国土交通大臣及び県知事意見に対する回答についても併せて整理すると良い【第9回資料4】。	ご指摘を踏まえて、無性生殖移植の総括を示す（第10回資料5-1 p29）。 有性生殖移植試験のまとめについては、平成30年度冬季のサンプリング調査結果を踏まえ、当該海域における加入状況についても整理する。
	モニタリング期間については、環境影響評価書において、移植後3年を想定していた。第8回、第9回環境監視委員会（平成29年6月、平成30年2月）及び平成28年度事後調査報告書に対する環境保全措置要求（平成30年6月）を踏まえ、第10回環境監視委員会（平成30年6月）において再検討し、モニタリングを移植後3年で終了することとした。	

### 5.1.3 海域生物の移植（サンゴ類、有性生殖移植）について

項目	委員意見	対応方針
調査の継続	<p>有性生殖の件、ミドリイシ属を5月に着床具を設置し、7月には移動させているが、ミドリイシ属は7-9月まで産卵を繰り返すので、できれば長い時間置いておいてほしい。今回の短期間試験で結論づけるのは早いと考える。また、生態系のレジリエンス(回復・復元)を考えると、ここに流れ着く幼生の加入量把握は、今後の空港整備後にも重要な情報であるため、可能であれば継続していただきたい【第3回資料4】。</p> <p>有性生殖実験は環境アセスメントでは補完的に検討する事項とされている。実験を続けることについては、この実験の位置づけや手法を考えることが重要である【第3回資料4】。</p>	<p>今年度の結果からは浅場への加入量が多い結果となっている。平成27年度は有性生殖移植について引き続き調査を継続し、年変動に着目して解析をしていきたいと考えている。</p>
		<p>有性生殖移植については、今年度の試験結果を確認した上で、次年度以降について検討を行う。</p>
有性生殖 (成育サンゴ の移植計画)	<p>実海域への移植方法については、サンゴの種類ごとで寄せ植えすることは考えているか、また、カゴの設置はするのか【第6回資料4-1】。</p>	<p>移植の際の配置はそれぞれの種類の生息水深等の特徴を加味し、移植したい。カゴについては考えていなかったが、魚類の食害防止に有効であれば設置を検討したい。</p> <p>移植先に4m×4mの移植枠を敷設し、移植枠内及びその周辺に移植した。移植したサンゴには、魚類による食害を防止するため食害防止カゴを設置した。1カゴあたり移植着床具は3~5個とし、1カゴ内のサンゴはなるべく同じ種類になるよう寄せ植えを行った。</p>

項目	委員意見	対応方針
有性生殖 (移植サンゴの評価)	有性生殖移植試験は、何を目標として実施しているか。 有性生殖移植法は、那覇空港事業において実効的な手法として実施を検討するというよりは、事業期間中における事業者の実効可能な範囲の努力として試験的に実施しているという位置づけかと思う【第8回資料5-1】。	評価書では「本事業では、海域改変区域にサンゴ類が生息しており、事業の実施に伴い高被度域を含む一部のサンゴ類及びその生息環境が消失することから、これらのサンゴ類の一部を、事業者の実行可能な範囲内で無性生殖移植法により海域改変区域周辺に移植することとし、 <u>補完的に有性生殖による移植を検討、実施すること</u> 」とされており、サンゴ移植事業については、無性生殖移植を基本として、有性生殖移植は試験的に実施するという位置づけであった。
	有性生殖移植を行うことでサンゴの加入状況などについて他海域との比較が可能となる。技術情報の蓄積を望むとともに、有性生殖移植試験を通じて那覇空港海域のサンゴ群集の将来予測にも有効ではないかと考える【第8回資料5-1】。	有性生殖移植試験の初年度(平成26年度)の結果より、当該海域はサンゴ幼生の加入量が少なく、大規模な有性生殖移植を行うには有効性が低いことが考察されたが、第5回環境監視委員会において、サンゴ幼生の加入量には年変動があることが指摘され、複数年に渡り加入量調査を実施することとなった。継続調査の目的はサンゴ幼生の加入量の経年変化であり、試験期間は平成26~29年度の4年間となった(第6回環境監視委員会)。
	今年度をもって無性生殖移植に係るモニタリングは終了するという提案がある中で、その補完的な位置づけで実施される有性生殖移植は継続するということに少々違和感がある。移植サンゴ群集の増加などを確認する方が、事業の趣旨に沿っているのではないか【第8回資料5-1】。	4年間の有性生殖移植試験の実施により、当該海域においてサンゴ幼生の加入量には年変動があることが把握された。また、試験手法を工夫することで採苗率が向上する等の技術情報も蓄積された。
	有性生殖移植試験は、空港の埋立工事中であっても、当該海域で稚サンゴが着床し産卵したことを確認できたため、当該海域のサンゴ礁に工事の影響がほとんどないことがわかったことも非常に有意義であったと思う【第13回資料4】。	
	過年度環境監視委員会において有性生殖移植試験検討の実施期間を平成26~29年度の4年間とし、また移植した稚サンゴのモニタリングは令和元年度に終了することとしているため、その総括およびモニタリングの終了について、第13回委員会に諮り、了承を得た。	

#### 5.1.4 海域生物の移植（クビレミドロ）について

項目	委員意見	対応方針
モニタリング期間について	<p>移植クビレミドロの生育が良好なことから、「当初予定していた閉鎖性海域（浅場）への新たな移植は行わない」、「平成 29 年度をもって移植クビレミドロのモニタリングを終了する」ことについて、委員会として了承する。ただし、事後調査において天然域のクビレミドロの生育状況は引き続き注視することと台風等のクビレミドロの生育に影響を及ぼすような大きなイベントがあり、生育状況の確認が必要と判断された場合は適切に対応すること【第 8 回資料 5-2】。</p> <p>モニタリング期間については、環境影響評価書において、移植後 3 年を想定していた。第 8 回環境監視委員会（平成 29 年 6 月）及び平成 28 年度事後調査報告書に対する環境保全措置要求（平成 30 年 6 月）を踏まえ、第 10 回環境監視委員会（平成 30 年 6 月）において再検討し、モニタリングを移植後 3 年で終了することとした。</p>	<p>天然域のクビレミドロについては、今後もモニタリングを継続する。また、移植クビレミドロについても、クビレミドロの生育に影響を及ぼすような台風等の大きなイベントがあった場合には、生育状況の確認調査等を実施することとする。</p>

#### 5.1.5 海域生物の順応的管理（海草藻場）について

項目	委員意見	対応方針
海草藻場順応的管理の包括的目標について	<p>海草藻場について、閉鎖性海域内における面積及び被度が長期的には減少傾向であることを踏まえると、「維持／増加」という包括的目標の文言は、挑戦的に思える【第 1 回資料 4 p22～33】。</p> <p>海草藻場の包括的目標については、「トレンドを勘案したうえで」等の追記をした方が良い【第 1 回資料 4 p22～33】。</p> <p>引用された文献の図では包括的目標に戻る矢印がないが、包括的目標を変えたほうが良い状況になった時に見直すことができるよう逆向きに矢印を入れておいた方が良い【第 1 回資料 4 p22～33】。</p>	<p>ご指摘を踏まえて海草藻場の包括的目標の文章及び図を修正した。</p> <p>（第 2 回資料 1p6 参照）</p>
海草藻場の対照区について	自然変動の対照区をどこにとるかについては、よく検討したほうが良い【第 1 回資料 4 p22～33】。	<p>対照区の選定理由及び選定に係る調査結果について整理した。</p> <p>（第 2 回資料 1p8-10 参照）</p>

項目	委員意見	対応方針
その他	大規模な工事を行ったときには、必ず何らかの影響があると考えられる。順応的管理の包括的目標として、高い目標が挙げられているものの、今後は目標を達成できない事態も生じる可能性がある。その際に、事業者が実行可能な範囲も考慮しながら合理的な目標を設定することも必要と考える【第6回資料5】。	平成28年夏には沖合の護岸工事が完了し、閉鎖性海域において今後影響が出てくると考えられるため、第8回委員会では、包括的目標に対して検討していきたい。
レベルの判断	海草藻場、カサノリ類の置かれた監視レベル(安全レベル、注意レベル、対策検討レベル)を今判断するのは難しい状態にある。委員会での指摘を踏まえた上で今後も調査の継続を求める【第8回資料6】。	カサノリ類の生育基盤の比較実験の改善策(案)等の提案内容も含めて調査を継続していく。
海域生物の順応的管理(海草藻場)	<p>p3 注意レベルの目安の確認として、分布面積は維持しており、注意レベルではないが、被度が低下しているため、慎重に調査をしたいと考えているということでおいか。これについては委員会で同意する必要があると思うが、私は問題がないと考えている【第11回資料4】。</p> <p>p7 閉鎖性海域内で埋在生物が多く確認されているとのことだが、改変区域西側海域や対照区ではどのような状況か。また、埋在生物が増加した影響で海草藻場が減少した場合、それぞれをどのように評価するのかについても検討してほしい【第11回資料4】。</p> <p>回復力の指標として、地下茎の伸長スピードが重要である【第11回資料4】。</p> <p>平成29年度冬季には、改変区域西側及び対照区で被度が低下し、平成30年度夏季には、対照区では被度が回復しているが、改変区域西側海域では回復していない。台風だけが理由ではないと考えられることから、今後も注視してほしい。また、地下茎が黒くなっているということだったが、底質の酸化還元電位を計測してはどうか【第11回資料4】。</p>	<p>安全レベルであると考えているが、定点調査において被度の回復がみられていないということで、モニタリングの強化として追加調査を行っている。</p> <p>注意レベルかどうかを判断するための材料として、今回資料4において、評価書時の影響フロー図等を用いて事業による影響かどうか検討した(第12回資料4p18~25)。</p> <p>モニタリングの強化の一環として、過年度のデータはないが、埋在生物の生息孔の数も調査していきたいと考えている。</p> <p>埋在生物の生息孔の数については、改変区域西側及び閉鎖性海域の定点で平成29年度冬季から調査を実施しており、改変区域西側と比較すると閉鎖性海域の方が多い結果となっており、調査を継続し、検討していく(第12回資料4p26)。</p> <p>平成30年度に地下茎調査を実施した(第12回資料4p95~99)</p> <p>酸化還元電位の計測については、令和元年度以降、調査を実施した(第14回資料4p24, 25)。</p> <p>改変区域西側と対照区の台風以外の違いについては、事業の影響の有無について検討し、必要に応じて追加調査を行う際には、閉鎖性海域だけでなく、改変区域西側と対照区で違いにも留意する。</p>

項目	委員意見	対応方針
海域生物の順応的管理(海草藻場)	<p>注意レベルの目安として、分布域を目安としているが、構成種数が減少していることについても留意してほしい。ウミヒルモ等の光合成活性が低い種が最初に消失してしまっている可能性がある。近傍に生育している光合成活性が低い種についても DivingPAM による光合成活性の調査を行い、文献の値と比較してはどうか【第 11 回資料 4】。</p> <p>地下茎が露出したり、草体が埋没したりすることは、砂の移動によるものであると考えるが、その原因は検討しているか。</p> <p>写真によるとある程度成長した地下茎が露出している。地下茎がここまで成長するための時間は不明だが、通常は堆積物は安定していたのではないかとも考えられる。このような状態になった理由は今一度解析されるとよい【第 11 回資料 4】。</p>	<p>構成種は、St. S3 ではオオウミヒルモ、コアマモ、リュウキュウアマモ、ボウバアマモが減少し、平成 30 年度秋季にはリュウキュウスガモが確認されなかった。St. S6 では、ウミヒルモ、オオウミヒルモ、ウミジグサ、マツバウミジグサが減少し、リュウキュウスガモは継続して確認されている。リュウキュウスガモ以外の種での光合成活性調査については、今後検討する。</p> <p>改変区域西側海域では波浪によるものと考えている。閉鎖性海域については、埋在生物の活動や波浪が影響していると考えているが、現段階では推察にすぎず、今後も検討していく。</p>
	<p>海草の葉の枯死は、夏場は干潮時に底質が干上がり、葉が高温に晒されるため、冬場は寒さに晒されるためだと考えられるが、そのことを検証してはどうか。</p> <p>また、タイドプール内は海草の生育に適した環境であるように思う。人工的にタイドプールをつくり、生育試験を実施してはどうか【第 11 回資料 4】。</p>	<p>調査方法の詳細について今後相談し、検討していくこととする（第 12 回資料 4p26）。</p>
	<p>小型海草について、地下茎は表層近くにしかなく、台風等で一遍に飛んでしまうものや、すぐ生えてくるものもあるため、種別に表現してはどうか。また、波浪による浸食がどのように広がっていくのか、どのような藻類が葉上に付着しているのか等、もう少し詳細な情報も踏まえて検討してはどうか【第 12 回資料 4】。</p>	<p>地下茎を観察する際には、種ごとの違いも留意する。</p> <p>葉上の付着藻類は珪藻類が多いと考えているが、適宜確認する。</p>
	<p>種ごとの分布状況を示してはどうか【第 12 回資料 4】。</p>	<p>海草藻場の分布調査では種ごとの分布状況を把握していない。</p> <p>過年度の状況については、海草藻場底質調査において、大型海草と小型海草の有無を記録している（第 13 回資料 1p30）。</p>
レベルの判断	第 14 回委員会において、現段階では安全レベルであるとの承認を得た。	

### 5.1.6 海域生物の順応的管理（カサノリ類）について

項目	委員意見	対応方針
レベルの判断	<p>海草藻場、カサノリ類の置かれた監視レベル(安全レベル、注意レベル、対策検討レベル)を今判断するのは難しい状態にある。委員会での指摘を踏まえた上で今後も調査の継続を求める【第8回資料6】。</p> <p>第14回委員会において、現段階では安全レベルであるとの承認を得た。</p>	<p>カサノリ類の生育基盤の比較実験の改善策(案)等の提案内容も含めて調査を継続していく。</p>