



辺野古／環境アセス後に判明した新たな事実を発表します

普天間飛行場代替施設建設事業のため、辺野古・大浦湾では7月1日から陸上部分の工事が着工され、7月下旬からボーリング調査が予定されています。しかし、環境アセス後に、以下のような新たな事実が判明しており、日本自然保護協会では、埋立事業の中止と辺野古・大浦湾の保全を求めます。

はじめに

今回発表する事柄のうち、1) は北限のジュゴン調査チーム・ザンに調査結果をご提供いただき、日本自然保護協会が2000年代はじめより行ってきた結果などの知見を併せ、考察したものである。

2) は甲殻類の研究者である藤田喜久氏（琉球大学・海の自然史研究所）に写真の提供を受け、その写真を浦田健作博士（専攻 カルスト・システム学、洞窟学、日本洞窟学会副会長）、浅海竜司博士（琉球大学理学部物質地球科学科）の2名にご覧いただきコメントをいただいた。3) はダイビングチームすなっくスナフキンが作成した資料や集めた情報を提供いただき、当協会が調査や収集を行ってきた情報と併せたものである。4) は2013年6月に沖縄防衛局が沖縄県に提出した公有水面埋立承認願書に基づいた当協会の分析である。1)～4) のすべてが普天間飛行場代替施設建設事業により失われようとしている辺野古・大浦湾の生物多様性の豊かさに関連するため、この機会に発表するに至った。

1) ジュゴンの新たな食痕が、わずか2か月で110本以上記録されました

2005年以降、辺野古・大浦湾のジュゴンの食痕記録は少なく、環境アセスでは、この海域の利用は少ないと予測していました。しかし、2009年以降、ジュゴンは再びこの海域を利用しはじめ、利用頻度は3年間で驚くほど増えています。今年はわずか2か月の調査で埋め立て予定地内で合計110本以上の食痕を記録しました。

2) 日本初の、サンゴ礫が付着して成長した鍾乳石が発見されました

地域住民の憩いの場である辺野古沖にある長島の洞窟は、学術的に大変価値の高い鍾乳洞であることがわかりました。サンゴ礫が付着して成長した鍾乳石は、日本では報告例のない初の発見です。

3) 新種や日本初記録の生物種が次々に見つかり続けています

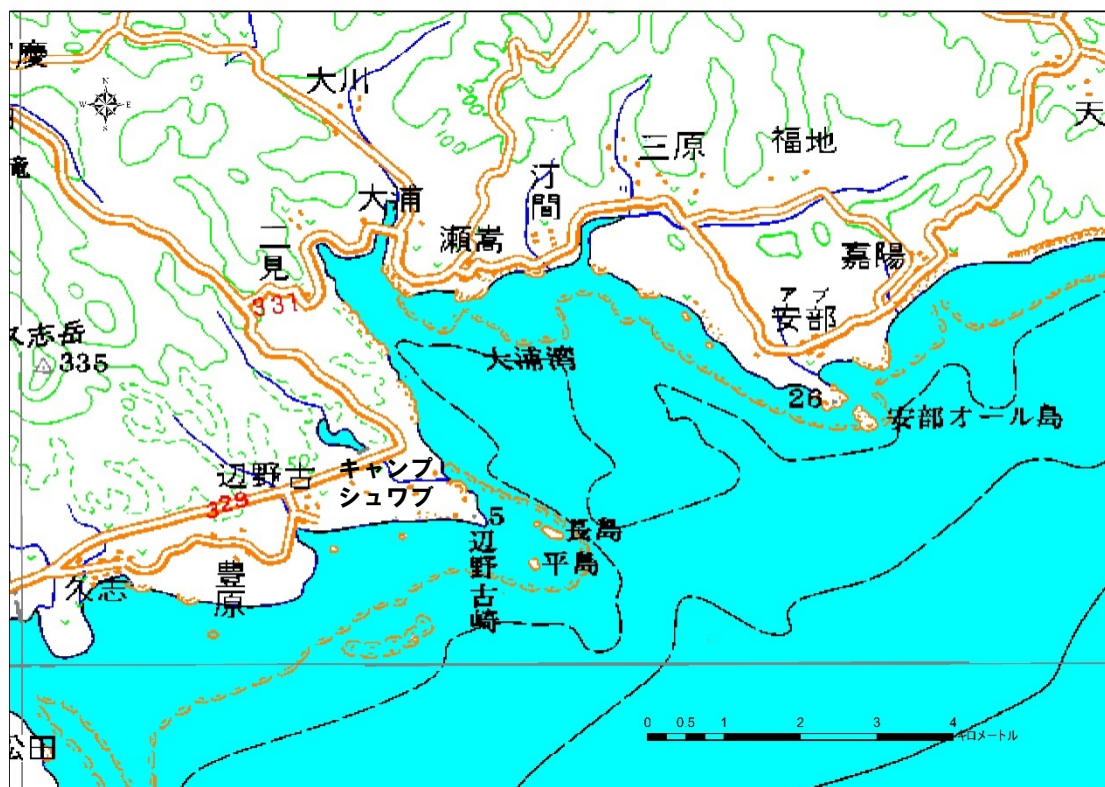
事業者が実施した環境アセス調査の結果からも本海域の生物多様性の豊かさや、多くの絶滅危惧種が生息していることがわかりますが、環境アセス終了後にも、多分野の研究により、新種や、日本初記録の生物種などの発見が続いています。

4) 環境アセス終了後に明らかになった、本事業が環境に与える影響

環境アセスの過程で情報の隠ぺいや後出しが多くありましたが、公有水面埋立手続きの過程でも、構造物の大きさが大幅に拡大されるなど、予測評価されていない環境への改変の可能性があることが判明しました。



沖縄島の名護市大浦湾の位置



名護市の東海岸、辺野古・大浦湾・嘉陽の位置



1) ジュゴンの新たな食痕が、わずか2か月で110本以上記録されました

(1) ジュゴンのこれまでの辺野古・大浦湾の利用状況（食痕）

1990年代後半のジュゴンの目視および食痕の有無の調査結果によると、ジュゴンの目視記録は東海岸に多くみられる（図1）。

ジュゴンは草食性であり、海草（うみくさ）を餌としている。ジュゴンが海草を食べると、ジュゴントレンチと呼ばれる長さ1～3メートルほどの溝のような跡が残る（図2）。

ジュゴンの食痕は、普天間飛行場代替施設建設事業に伴う環境アセスメントのボーリング調査実施（2004年）以前は、本海域の辺野古岬の南側において恒常的に発見されていた（図3）。ジュゴンの食痕は、日本自然保護協会が年に数回、実施してきたジャングサウォッチ（海草藻場調査）においても発見され、環境省の「ジュゴンと藻場の広域調査」（2001～2005年）や、事業者である沖縄防衛局（旧：那覇防衛施設局）の環境アセスメント等の環境調査（1990年代後半～2013年）でも記録されてきた。

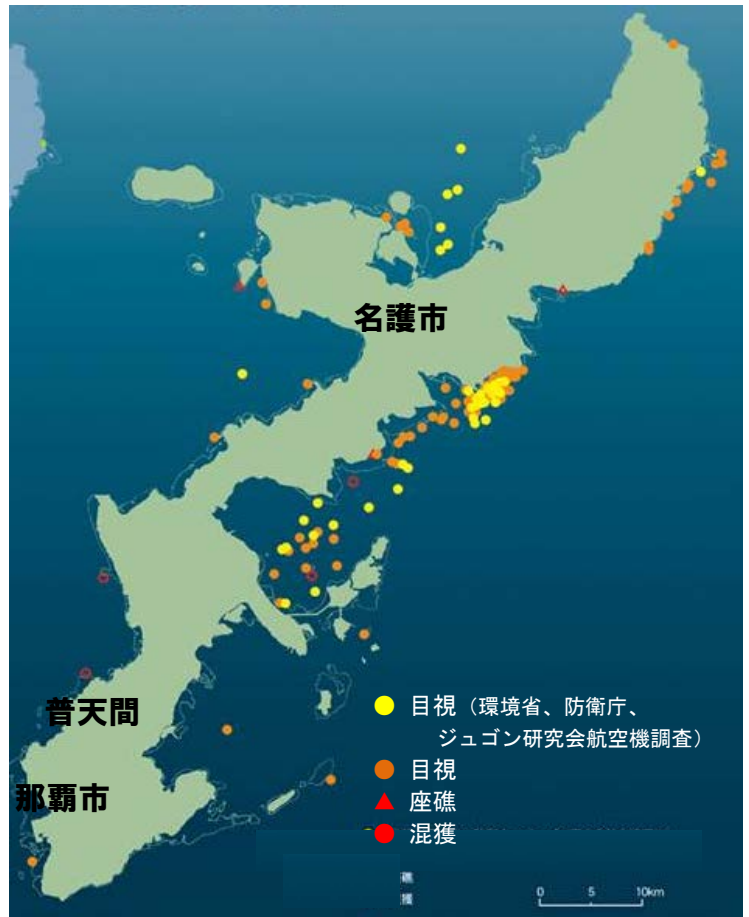


図1 ジュゴンの目視記録のまとめ（1990年代）

（制作／ジュゴンネットワーク沖縄）

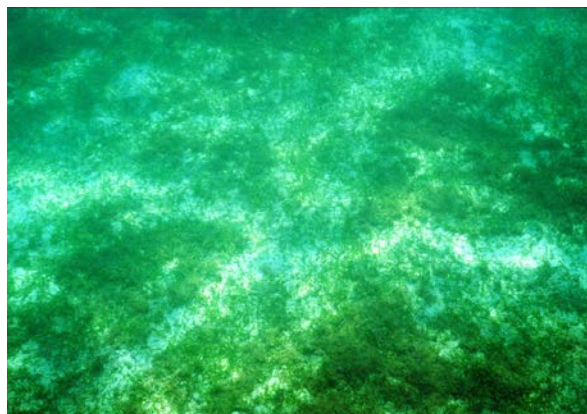


図2 ジュゴンの食痕

ジュゴンが海草を食べた痕が白っぽく溝状に見える

（1998年 細川太郎氏撮影）

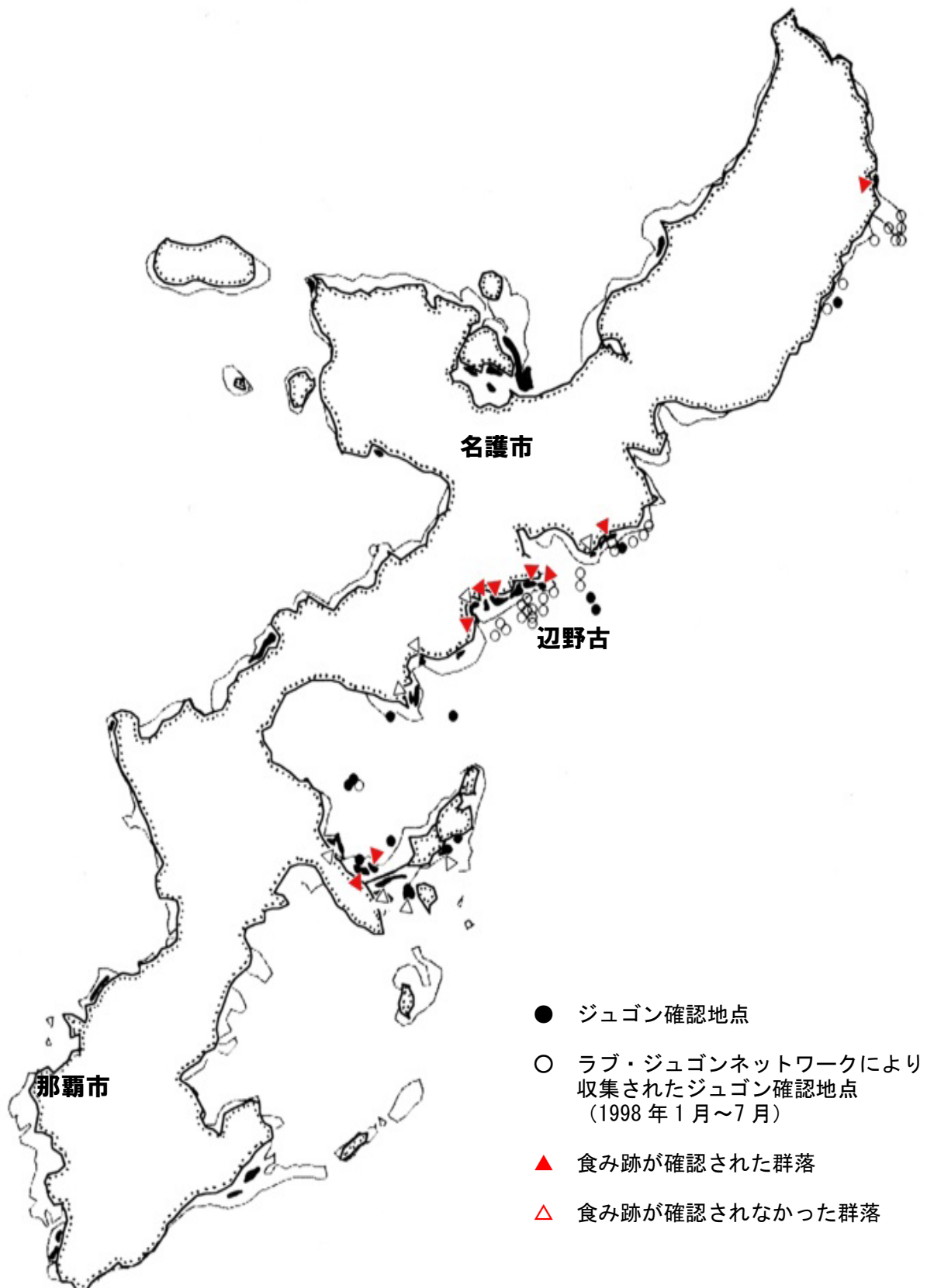


図3 食痕が確認された場所（1999年）

ジュゴン研究会（プロ・ナトゥーラフアンド第8期助成成果報告書1999年、「図4 海草群落、食み跡、ジュゴンの日中分布の関係」を改変）



ジュゴンの食痕は、2004 年以前は本海域のキャンプ・シュワブの南側において恒常的にみられたが、表 1 に示すように、2005 年～2008 年は本海域では見られなかった。おそらくは普天間飛行場代替施設移設事業（沿岸案）に伴う環境調査等や 2006 年に開始された普天間飛行場代替施設建設事業（V 字案）に伴う事前調査や環境アセスメント調査などの環境攪乱が影響したことが推測される。

2009 年には、ジュゴンは本海域の大浦湾奥部とキャンプ・シュワブ大浦湾側を利用したことが記録され、2011 年以降は大浦湾や辺野古（キャンプ・シュワブ大浦湾側）に頻繁に現れるようになった。特に、2012 年以降は利用頻度も高くなっている。これらの事実は沖縄防衛局の自主的な調査（シュワブ水域生物等調査）および、市民による発見によって明らかになってきた。

環境アセスメント(2012 年 12 月、評価書（補正後）)では、2012 年までの調査結果をもって、ジュゴンによるこの海域の利用は少ないと予測していた。

表 1 辺野古・大浦湾海域におけるジュゴンの食痕の確認の履歴（2013 年まで ○食痕あり、×なし）

年	食痕の有無	調査主体と本数等
2004 年まで	○	ジュゴンの食痕がキャンプ・シュワブ南側にて多数確認されている。 （環境省、那覇防衛施設局、ジュゴンネットワーク沖縄、ジュゴン研究会、日本自然保護協会など） （2003 年 9 月、普天間飛行場代替施設建設のための地質調査・ボーリング調査開始。2004 年 4 月、那覇防衛施設局による名護市辺野古海域の地質調査・海象調査着工。）
2005 年 H17	×	
2006 年 H18	×	
2007 年 H19	×	（事業者によるシュワブ・水域生物等調査／環境アセスメント調査の事前調査等を含む 2007～2013）
2008 年 H20	×	（普天間飛行場代替施設建設事業 環境アセスメント調査、2008.3～2009.3）
2009 年 H21	○	沖縄防衛局による、キャンプ・シュワブ大浦湾側（大浦湾西部）およびの記録あり。
2010 年 H22	×	
2011 年 H23	○	5 月、沖縄防衛局による、キャンプ・シュワブ大浦湾側（大浦湾西部）および大浦湾奥部に記録あり。 6 月、市民による食痕の記録あり。
2012 年 H24	○	4 月に 4 本、5 月に 7 本の食痕が、辺野古（大浦湾側）にて記録されている。（沖縄防衛局調査）。
2013 年 H25	○	3 月、市民により大浦湾（チリビシのアオサンゴ群集付近、深場 19.6m）の食痕を記録。 沖縄防衛局により、3 月に 5 本、5 月に 12 本、11 月に 2 本の食痕の記録あり。



(2) 2014年5月～7月のジュゴンの利用記録（食痕）

これまでの認識を大きく変えることが今年5月に明らかになった。「北限のジュゴン調査チーム・ザン」（以下、「チーム・ザン」）の調査により、2014年5月16日から7月5日の期間のみでも以下の地点において、ジュゴンの食痕が確認された。

もっとも注目すべきは2014年のジュゴンの本海域の利用状況である。2013年までもジュゴンによる利用が増える傾向を示してはいるものの、2014年の約2か月の調査では、これまでの数か月に1度という頻度の発見、そして数本から10数本という単位の本数ではなく、市民団体による日数と人数が限られた調査では正確な数を把握できないほどの多くの食痕が残されている（表2）。

また、利用されている位置も大浦湾奥部から陸に近い瀬嵩（大浦湾）、キャンプ・シュワブ大浦湾側と広範囲にわたっている。水深も、従来は浅瀬のみを利用すると考えられていたが、19.6mという深場にある海藻場も利用していることがわかった。

総合すると、特にキャンプ・シュワブ大浦湾側、つまり普天間代替飛行場移設事業による直接の埋め立て地の中が最も多く利用されている。



図4 2014年に確認された食痕

ジュゴンが海草を食べた痕が白っぽく溝状に残っている
2014年6月18日、シュワブ大浦湾側(美謝川河口)
北限のジュゴン調査チーム・ザン提供

表2 2014年のジュゴンの辺野古・大浦湾の利用記録（北限のジュゴン調査チーム・ザン提供）

調査日	場所	本数	発見者名
5月16日	シュワブ大浦湾側（美謝川河口）	約30本	チーム・ザン
5月21日	シュワブ大浦湾側（vの間）	2本	チーム・ザン
6月1日	シュワブ大浦湾側（美謝川河口）	3本	チーム・ザン 日本自然保護協会など
6月3日	瀬嵩	発見のみ	譜久里茂
6月3日	大浦湾	7本	チーム・ザン
6月5日	瀬嵩	8本	チーム・ザン
6月18日	シュワブ大浦湾側（美謝川河口）	約50本	チーム・ザン
6月22日	シュワブ大浦湾側（美謝川河口）	無計測	QAB、沖縄タイムス取材
7月1日	大浦湾	9本	チーム・ザン
7月5日	シュワブ大浦湾側（美謝川河口）	約30本	チーム・ザン



図 5 発見されたジュゴンの食痕の位置 (5 月 16 日から 7 月 5 日)



図 6 図 5 の大浦湾奥部部分の拡大図 その 1



図 7 図 5 の大浦湾奥部部分の拡大図 その 2



図 8 図 5 のキャンプ・シュワブ部分拡大図

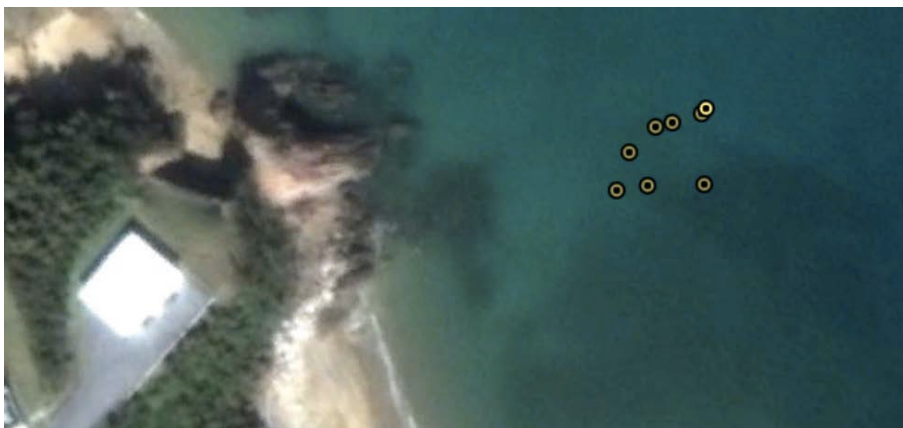


図 9 図 8 の美謝川河口 2014 年 7 月 5 日分拡大図



沖縄島周辺には現在 3 頭のジュゴンの生息が確認されており、個体 A、個体 B、個体 C と名付けられている（沖縄防衛局、2009）。そのうち個体 A と C は辺野古の北部に位置する嘉陽の海草藻場を恒常的に利用し、個体 C は時折、辺野古・大浦湾に足を延ばすことがわかっている（沖縄防衛局、2009）。

『普天間飛行場代替施設建設事業に係る環境影響評価書の補正後の環境影響評価書』では、「個体 C は行動範囲が広いと考えられますが、嘉陽地区の海草藻場を主に利用していると考えられ、辺野古地区前面の海草藻場を利用する可能性は小さいと推測されます。」と記載されている。しかし、今回の調査結果は、明らかにジュゴンが頻繁にこの海域を利用していることを示している。

嘉陽にも海草藻場はあるが 8ha と面積が小さいことから、若い個体 C がより広い藻場を求めて生息域を拡大し本海域を訪れたものと考えられている。辺野古の海草藻場は、沖縄島周辺最大の規模で面積は 173ha である。

沖縄のジュゴンの生態はまだ解明されていない。本事業に伴う環境保全措置ではジュゴンの保全は不可能である。事業を即刻中止し、国の天然記念物であり絶滅危惧 IA 類（CR）（環境省レッドリスト）であるジュゴンを保全すべきである。



「普天間飛行場代替施設建設事業に係る環境影響評価書の補正後の環境影響評価書」より抜粋

掲載項目	本文（アンダーラインは、日本自然保護協会による）
6-16-200 b) 将来の辺野古海域の藻場を餌場として利用する可能性	嘉陽沖に常在している個体 A は、これまでの調査結果からみて、嘉陽地区の海草藻場大きな変化がない限りは今後も同地区を餌場とし、辺野古地区前面の海草藻場を利用する可能性が低いと考えられます。また、個体 B は平成 16 年度以降一貫して古宇利島沖を主な生息場としていることから、今後も古宇利島沖の藻場を餌場とすることが予想されます。これに対して、個体 C は、平成 21 年度に嘉陽沖周辺を中心とした沖縄島東海岸側でのみ確認されるようになり、平成 21 年に辺野古地区（大浦湾西部）や大浦湾東部の海草藻場で確認された食跡は個体 C によるものと考えられます。 <u>個体 C は行動範囲が広いと考えられますが、嘉陽地区の海草藻場を主に利用していると考えられ、辺野古地区前面の海草藻場を利用する可能性が小さいと推測されます。</u>
6-16-209 【全個体（図6.16.1.86 参照）】 【個体 C（図6.16.1.89 参照）】	・事業実施区域周辺毎域におけるジュゴンの利用頻度分布には、大きな片寄りがあることが確認されました。利用頻度が高い毎域は、安部崎の南南東 1.5km からギミ崎の東 2km の範囲を中心とした安部～嘉陽地先の前面毎域であり、総体的に、ジュゴンは嘉陽の前面毎域を主に利用していることが示されました。 ・古宇利島沖における利用毎域は個体 B とは異なり位置となっています。 ・事業実施区域周辺毎域においては、パン崎の北東（天仁屋崎）から安部崎を経て大浦湾東側に至る範囲を、海岸から約 1km のリーフ外縁部に沿って遊泳している様子が伺えます。・なお、事業実施区域周辺毎域における不明個体の利用毎域（図6.16.1.90 参照）は、個体 C とは異なり位置となっています。
6-16-259 (3) 予測結果 1) 海面の消失 (a) ジュゴンの生息域の減少	現地調査の結果によると、事業実施区域周辺において生息する個体 A は嘉陽沖にほぼ常在しており、事業実施区域においては確認されていません。また、古宇利島沖で確認されていた 2 頭のジュゴンのうち 1 頭（個体 C）は平成 20 年度より嘉陽沖や大浦湾で確認されるようになりましたが、行動範囲は大浦湾東側毎域までの範囲にあり、施設等の存在による海面消失に伴い、ジュゴンの生息域が減少することはほとんどないと考えられます。
6-16-259 (b) 餌場の減少	事業実施区域周辺において常在する個体 A の餌場は、主に嘉陽地先のギミ崎東側の海草藻場と考えられます。また、個体 C についても、食跡の確認状況から判断して、嘉陽沖で生息している際には嘉陽地先の海草藻場を主に利用していると考えられますが、個体 C の行動範囲が広く、大浦湾内の海草藻場で確認された食跡は個体 C によるものと推察されます。このため、施設等の存在に伴う海草藻場の減少はジュゴンの餌場の減少につながる可能性が考えられるため、その影響をできる限り低減するために、海草藻場の生育範囲を拡大する環境保全措置を講じます。 なお、過去において辺野古地先の海草藻場において食跡が確認されていますが、事業実施区域周辺で確認される現在のジュゴンの行動範囲や餌場の利用状況からみて、辺野古地先の海草藻場へ移動し採食する可能性が小さいと考えられます。
6-16-259 2) 流れ、波浪、水質の変化	波浪、流れ、水質の変化の予測結果によりすると、施設等の存在に伴う波浪、流れ、水質の変化は、代替施設の周辺でみられますが、ジュゴンが餌場として利用している嘉陽地先の海草藻場の分布範囲においては変化が生じないものと予測されています。このため、施設等の存在による波浪、流れ、水質の変化がジュゴンの餌場となる海草藻場の生育環境に変化を与え、ジュゴンの生息環境に影響を及ぼすことはほとんどないと考えられます。
3) 海洋構造物の出現	埋立地及び進入灯、燃料採集船の設置予定場所では事業実施区域周辺に常在する個体 A の生息が確認されていません。一方、個体 C は行動範囲が広く、事業実施区域周辺においては天仁屋崎周辺から 6-16-260 から大浦湾東側毎域に至る範囲で確認されています。また、大浦湾内の海草藻場で確認された食跡も個体 C による可能性が考えられます。生息状況調査による個体 C の大浦湾内での確認位置を踏まえると、 <u>個体 C は大浦湾の東側毎域を主な移動経路として利用している可能性が考えられますが、大浦湾西側毎域の海草藻場で個体 C によるとみられる食跡が確認されていることから、埋立地及び進入灯、燃料採集船の設置が個体 C の行動範囲に変化を与えないかについて事後調査を行い、調査結果をもとに必要な措置を講じます。</u>
6-16-264 (c) 航空機騒音がジュゴンに及ぼす影響	ジュゴンの生息範囲のうち、 <u>個体 A が頻繁に確認されている安部から嘉陽地先の生息範囲は飛行経路から外れており、日中に個体 A が行動する範囲に対しては航空機騒音による影響が小さく、ジュゴンの沿岸域との往来に及ぼす影響も小さいと考えられます。</u> しかし、飛行機が B 滑走路を使用して離陸・着陸する際は、個体 A の餌場となる嘉陽地先の浅毎域の海草藻場の上空を通過する経路となります。 <u>嘉陽地先の海草藻場の餌場は、これまでの調査結果から主に夜間を利用されていると考えられていますが、夜間の飛行回数は、普天間飛行場の運用実態の状況から見て比較的少ないと推定されます。</u>
6-16-268 (b) 航空機による低周波音がジュゴンに及ぼす影響	<u>嘉陽地先においてジュゴンが頻繁に確認される範囲は飛行経路から外れているため（図6.16.2.2.5 参照）、航空機による低周波音が日中のジュゴンの行動に対する影響が小さいと推察されます。</u> しかし、ジュゴンが夜間に餌場として利用していると考えられる嘉陽地先の浅毎域の海草藻場は、飛行機が B 滑走路を使用して離陸・着陸する際の経路にあたります。夜間の飛行回数も比較的少ないと推定されるとともに、航空機の速度からみて影響レベルを超える時間は数秒程度と考えられるため、航空機による低周波音がジュゴンに影響を及ぼす可能性は小さいと推察されますが、低周波音がジュゴンに及ぼす影響については知見がないため、供用開始後は事後調査を行い、ジュゴンの生息状況及び藻場の利用状況の変化の有無等について確認し、



	その結果を踏まえて、必要な措置を検討し講じます。
6-16-271 6) 飛行場施設からの排水	供用時の飛行場施設からの排水に伴う水質の変化について水質シミュレーションの結果によりますと、排水に伴う水質の変化は排水口近郊に限られるものと予測されており、ジュゴンの餌場となる嘉陽地先の海草藻場における水質変化はほとんどないと考えられます。 また、過去において野古地先の海草藻場において食跡が確認されていますが、<u>現在、事業実施区域周辺で確認されているジュゴンが野古地先の海草藻場で採食する可能性は小さいと考えられます。</u>また、飛行場施設からの排水が野古地先の海草類の生育環境に及ぼす影響は小さいと予測されています。このため、飛行場施設からの排水によりジュゴンの餌場となる海草藻場に及ぼす影響はほとんどないと考えられます。
6-16-271 7) 夜間照明	<u>事業実施区域周辺において常在する個体 A は夜間には嘉陽地先海域で生息している可能性が高いと考えられます。</u>嘉陽地先海域に対する飛行場施設の夜間照明の光の影響は地形的条件からみて小さいと考えられるため、飛行場施設の夜間照明が事業実施区域周辺において常在する個体 A の生息環境に変化を与えることはほとんどないと考えられます。一方、平成 20 年度より嘉陽中や大浦湾でみられるようになった個体 C は行動範囲が比較的に広く、追跡調査において夕刻に大浦湾東側海域を移動していたことが観察されているため、<u>飛行場施設の夜間照明に誘引され、行動生態に変化が生じるおそれがあると考えられます。</u>このため、供用開始後は事後調査を行い、ジュゴンの生息状況及び藻場の利用状況の変化の有無等について確認し、その結果を踏まえて、必要な措置を検討し講じます。
6-16-272 8) 船舶の航行	予測に当たっては、<u>ジュゴンの生息が確認されている範囲の中から 5 箇所の評価点を設置し、沖側から船舶が進行してくる場合の各評価点での水中音圧レベルの時系列的変化を予測しました。</u> 予測結果は図 6.16.2.2.8 に示すとおり、船舶的代替施設に接近するとともに水中音圧レベルは上昇しますが、水中音圧レベルは最大で 103dB と推定されています。このため、供用時の船舶からの水中音がジュゴンに影響を及ぼす可能性は小さいと考えられます。
6-16-274 9) ジュゴンの個体及び個体群維持に対する影響	沖縄島周辺におけるジュゴンの確認個体数は、平成 17 年度以降、最小発見個体数が 3 頭となり現存に至っています。個体数がここまで減少した原因としては、明治～大正期にかけての捕獲の影響が大きく、さらに、戦後の食糧難の捕獲やその後の刺網等への混獲などによりその数が減少したと考えられています。<u>このように生息個体数の減少したジュゴンを保全するにあたっては、餌場となる海草藻場を保全するとともに、生息環境の保全が重要</u>と考えられます。 代替施設の設置により約 78ha の海草藻場が消失します。この海草藻場の減少がジュゴンの餌場を減少させ、環境収容力を低下させることによりジュゴンの個体群維持に影響を与えるかどうかについて、ジュゴンの個体群存続可能性分析（PVA）を行い検討しました。PVA による分析結果の詳細を表 6.16.2.2.3 に示します。ここでは、生息地を沖縄島周辺に限定した場合と先島諸島を含めた沖縄県全体とした場合について、雌の初期個体数や繁殖率を変えて数ケースを設定して計算しましたが、いずれのケースにおいても、代替施設の設置による海草藻場の消失に伴い環境収容力が低下した場合の絶滅リスクは、事業が実施されない場合の絶滅リスクと有意な差が認められない結果を示していました。 このため、<u>代替施設の設置に伴う海草藻場の消失がジュゴンの個体群維持に及ぼす影響は小さいと考えられますが、大浦湾西側海域の消滅する海草藻場においてはジュゴンの食跡が発見されていることから、ジュゴンの保全には極力配慮することとし、改變区域周辺の海草藻場の被度が低い状態の箇所や代替施設の設置により形成される静穏域を主に対象として、海草類の移植（種苗など）や生育基盤の改善により海草藻場の拡大を図る保全措置を講じることとします。</u>
9-21 第 9 章 総合評価 9.16 ジュゴンに係る環境影響評価の結果の概要(1)	調査結果 ○海草藻場の利用状況 ・海草藻場でのジュゴンの食跡は、嘉陽地区の藻場で頻繁に確認され、<u>野古地区では確認されませんでした。</u> 予測結果 ○工事中の水の濁りによる影響 ・工事中の濁りはジュゴンの生息が頻繁に確認されている嘉陽地先の海域においてはほとんど拡散しないと予測しました。 ○工事中の騒音・振動による影響 ・工事中の騒音は、杭打ち工事や捨石工事を同時に実施させる工事最盛期においてはジュゴンの生息域の一部において影響レベルを上回る可能性が考えられます。また、ジュゴンが、施工区域周辺に來遊してきた場合はジュゴンの行動に変化を与えるおそれがあり、さらに、刺し網が設置されている海域においてはジュゴンが水中音から回避行動をとった場合に刺し網にかかるおそれもあります。 ・工事中の振動が到達する範囲は工事地点の周辺に限られ、ジュゴンの行動に変化を与えるおそれはないと考えられます。 ○工事中の作業船舶の航行による影響 ・作業船舶はジュゴンの生息域を避けて航行する計画であるため、作業船舶の航行がジュゴンの行動に変化を及ぼすなどの影響はほとんどないと考えられます。 ○ジュゴンの個体及び個体群維持に対する影響 ・工事の実施にあたっては、ジュゴンへの影響をできる限り低減化する施工方法を採用するとともに、ジュゴンの生息位置を監視し、施工区域周辺に接近していないことを確認しながら工事に着手するなどの対策を講じることにより、ジュゴンの個体及び個体群の維持に努めます。



2) 日本初の、サンゴ礫が付着して成長した鍾乳石が発見されました

長島は、辺野古沖にある地域住民の憩いの場である。この長島にある洞窟が、学術的に大変価値の高い鍾乳洞であることがわかった。図3からわかるように、洞窟の入口の部分の高さは50cm程度であり、奥行きは真横に10数メートル続き、縦方向の穴につながる。

情報提供者の写真をもとにした2名の専門家の意見を以下に記す。

日本洞窟学会副会長・浦田健作氏

海岸の洞窟内に、海浜石灰質堆積物がセメントされた「ビーチロック」が形成されていることは、比較的珍しく、このように石筍にサンゴ礫が付着して成長した鍾乳石は珍しい。日本での報告例はない。

長島の洞窟で見られるものは現在も形成中の非常に新しいものであり、形成過程がはっきりわかることから、詳しい調査を実施するべきである。

長島の洞窟の写真から読み取れる発達過程：

①窟形成期

洞窟の形状は平面的で、天井に溶食くぼみが見られることから、かつての地下水面に沿って溶食拡大した、Frank Margin Cave と呼ばれるタイプの洞窟だと思われる。洞窟は現在よりも内陸に位置し、淡水または汽水で完全に水没（飽和帯）していたでしょう。そのため、海水準は現在よりも相対的に高く、おそらく地表への開口部はなかったことと思われる。

②乳石形成期

島の地下水面が低下して、洞窟が空气中（通気帯）に位置し、鍾乳石の形成が始まったと考えられる。鍾乳石の形態は暗黒帯で形成されたものなので、このときはまだ現在の入口は開口していない。地下水面の低下は相対的な海水準の低下によって引き起こされたものと思われる。

③サンゴ礫流入・含サンゴ礫鍾乳石形成期

海岸浸食によって現在の入口が開口し、波浪によってサンゴ礫が洞窟内に流入・堆積した。鍾乳石に付着したサンゴ礫は床面よりも高いため、②の鍾乳石形成開始後に一度海水準が少し上昇したあとで、現在の海水準に低下した可能性がある。

以上はあくまで写真からの判断であるが、この洞窟を詳しく調べることによって、長島・辺野古周辺地域の数万～十数万年にわたる海面変動に関連した自然史が判明する可能性がある。各時期の年代を確定するために、ぜひ鍾乳石や固着したサンゴ礫の年代測定を実施すべきである。

浦田健作 （博士 理学[地理学]）

専攻 カルスト・システム学、洞窟学

大阪経済法科大学地域総合研究所 客員教授

日本洞窟学会副会長

連絡先

804-0072 福岡県北九州市戸畑区元宮町 7-7

TEL&FAX : 093-861-3612 携帯 : 080-5272-3612



琉球大学 浅海竜司氏

海岸沿いであって、海水準に近いことに加え、浅瀬でサンゴ礁の供給があるサンゴ礁域にある場合、今回のような礫コーティングの鍾乳石が形成されることは、科学的には不思議ではないと思う。

しかし、琉球の島嶼域でみられる海岸際の鍾乳洞の多くは、海側がドロップオフのように深場になっている場合が多く、サンゴ礁などの供給がないため、長島のような鍾乳石がみられることはほとんどないと思われる。このような礫コーティングの石筍は珍しい例と言える。洞窟の形成過程や海水準変化といった地形学的・地質学的な視点から珍しい例であると言える。

浅海 竜司 所属：琉球大学理学部物質地球科学科
〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原 1 番地
電話／FAX：098-895-8831／-8552



図 1 長島の位置



図 2 長島の洞窟の位置



図3 長島の鍾乳洞の入口部分



図4 長島の鍾乳洞内部



図5 長島の鍾乳洞内部



図6 長島の鍾乳洞のサンゴ礫が
固着した鍾乳石（石筍）



図7 長島の鍾乳洞のサンゴ礫が固着した鍾乳石

洞窟の写真：藤田喜久氏（琉球大学／NPO 法人海の自然史研究所代表理事）提供

洞窟の学術的価値は 2 名の専門家の述べる通りであり、詳細な調査が必要である。こうした洞窟には光がないことから、特殊な環境に適応した生物（例えば、真洞穴性や好洞穴性生物）が生息していることが知られている。地理的に隔離分布しているため、その洞窟にしか生息していない固有種化している可能性も高く、早急に調査を実施し、生息する生物種を把握する必要がある。



3) 新種や日本初記録の生物種が次々に見つかり続けています

事業者が実施した環境アセスメント調査の結果からも、本海域は生物多様性が豊かであり、多くの絶滅危惧種が生息していることが判明している。環境アセスメント終了前後の最近になってからも、複数の分野の調査研究により、新種や日本初記録の生物種の発見が続いている。以下にその主なものを記す。

甲殻類では、わずかのべ10日間の調査の結果（2008～2009年）、61科241属496種の十脚甲殻類が得られ、少なくとも36種の未記載種および25種の日本初記録が含まれており（藤田ら 2009）、また同じ調査においてシャコ類についても3種の未記載種と4種の日本初記録種が発見された（藤田ら 2009）。さらにその後の調査研究により、オオウラコユビピンノ、イトアシロウソクエビなど4種の新種と、キザミロウソクエビやタカノツメカクレエビなどの4種の日本初記録種が論文として公表されている（Komai & Fujita, 2014など）。このように甲殻類のみをとっても本海域の生物多様性は高い。

貝類では、大浦湾の干潟における150種を記録し、辺野古・大浦湾全域では815種を超える種の記録がある（黒住ら2003、2007など）。その後も海草藻場に生息する小型（長さ7-8mm）の白い二枚貝であるザンノナミダ（2007年）や、フタツアナスカシカシパンという平たいウニの仲間の体表に寄生する小型（高さ1cmほど）の巻貝であるフタツアナスカシカシパンヤドリニナ（Matsuda, H. et. al）が発見されるなど、多様であることが複数の専門家により明らかにされた。

魚類では、これまで分布の北限が中城湾であったトカゲハゼが、大浦湾にも生息していることが判明し（昆健志ら, 2003）、日本未記録のナマコ類が少なくとも4種確認された（小淵, 2011）。

海藻類では、大葉ら（2010）により182種の生息が確認され、そのうち4種が新種であることが判明している。

イシサンゴにしては珍しく岩に固着せず、泥の上で生活し、群体が分裂することで泥場への生活を可能にしているコモチハナガササンゴの発見（Kitano et al 2013）も最近のことである。

環境省のレッドデータブックに準絶滅危惧種として記載されている7種の花から成る沖縄島最大規模の花畑の存在も貴重である。

表4 大浦湾で発見された生物種に関する文献（ダイビングチームすなっくスナフキン提供）

学会発表や報告書類のすべてを網羅している訳ではない

■論文化されたもの

		種名	カテゴリ	出典
1	刺胞動物 スギンチャク	カゲロウツブスナギンチャク	新科 新属新種	Fujii, T. & J. D. Reimer, 2011. Phylogeny of the highly divergent zoanthid family Microzoanthidae (Anthozoa, Hexacorallia) from the Pacific. Zoologica Scripta, 40: 418-431.
2	軟体動物 二枚貝	ザンノナミダ	新種	Kato, M. & K. Osuga, 2007. A new Tellinoidean bivalve in seagrass beds in the Ryukyu Archipelago. Venus, 65: 291-297.
3	軟体動物 巻貝	フタツアナスカシカシパンヤ ドリニナ	新種	Matsuda, H., D. Ueno & K. Nagasawa, 2010. A new species of Hypermastus (Prosobranchia: Eulimidae) associated with Echinodiscus tenuissimus (Echinoidea: Atrypidae) from off Okinawa, Japan. VENUS, 69: 17-23.



4	節足動物 カニ	オオウラコユビピンノ	新属新種	Naruse, T., Y. Fujita, Y. & P. Ng, 2009. A new genus and new species of symbiotic crab (Crustacea: Brachyura: Pinnotheroidea) from Okinawa, Japan. Zootaxa, 68: 59-68.
5	節足動物 エビ	ライデンテナガカクレエビ	国内初記録	Okuno, J. & Y. Fujita, 2011. Record of a pontonine shrimp, Caupetes lacertae (Bruce, 1992) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) from the Ryukyu Islands, Japan, with notes on its brachial formula and intraspecific morphological variation. Biogeography, 3: 19-23.
6	節足動物 エビ	タカノツメカクレエビ	国内初記録	奥野淳児・柳澤享・世古徹・藤田喜久, 2012. 日本初記録のタカノツメカクレエビ (新称) Periclimenes incertus Borradaile, 1915. 千葉中央博自然史研究報告, 12: 27-31.
7	節足動物 ヤドカリ	クダヒゲガニの一種	新種	Osawa, M. & Y. Fujita, 2012. New records of Albuneidae (Decapoda, Anomura) from Japan, with description of a new species of Paralbunea. pp. 245-262. In Komatsu, H., J. Okuno and K. Fukuoka (eds.), Studies on Eumalacostraca: a homage to Masatsune Takeda. Crustacean Monographs 17, Brill, Leiden.
8	節足動物 ヨコエビ	ヨコエビの一種	新種	White, K.N. & J.D. Reimer, 2012. Commensal Leucothoidae (Crustacea, Amphipoda) of the Ryukyu Archipelago, Japan. Part I: ascidian-dwellers. ZooKeys, 55: 13-55.
9	節足動物 カニ	ニシヒラトゲコブシ	国内初記録	藤井琢磨・成瀬貫, 2013. 沖縄島沿岸より採集された日本初記録のニシヒラトゲコブシ (新称) Arcania novemspinosa (甲殻亜門: 十脚目: コブシガニ科). Fauna Ryukyuna, 3: 1-6.
10	節足動物 カイアシ類	シンノカンザシ	新種	Uyeno, D., 2013. Two new species of Cardiocetes Wilson, 1917 (Copepoda: Siphonostomatoida: Pennellidae) from gobiid fishes (Actinopterygii: Perciformes) in the western Pacific Ocean. Zootaxa, 3664: 301-311.
11	節足動物 エビ (アナジャコ)	チゴスナモグリ	国内初記録	Komai, T. & Y. Fujita, 2014. New record of a callinassid ghost shrimp Paratrypaea maldivensis (Borradaile, 1904) (Crustacea: Decapoda: Axiidea) from subtidal flats in Okinawa-jima Island, Ryukyu Islands, Japan. Fauna Ryukyuna, 8: 1-7.
12	節足動物 エビ	キザミロウソクエビ	国内初記録	Komai, T. & Y. Fujita, 2014. New records of the caridean shrimp genus Processa Leach, 1814 (Crustacea: Decapoda: Processidae) from Japan, with descriptions of two new species. Zootaxa, 3794: 263-278.
13	節足動物 エビ	イトアシロウソクエビ クボミロウソクエビ	新種	Komai, T. & Y. Fujita, 2014. New records of the caridean shrimp genus Processa Leach, 1814 (Crustacea: Decapoda: Processidae) from Japan, with descriptions of two new species. Zootaxa, 3794: 263-278.
14	魚類 ハゼ	ヒシヒレオオモンハゼ	新種	Suzuki, T. & J.E. Randall, 2009. Gnatholepis yoshinoi, a New Gobiid Fish from Okinawa. Bulletin of the National Museum of Nature and Science. Series A, Zoology, 35: 83-88.

■学会での発表 (未記載種とは、学術論文などで正式に分類学的記載が行われていない生物種を意味する。「新種」とほぼ同じ意味。)

		種名	カテゴリ	出典
1	外肛動物 コケムシ	コモチカエデコケムシ		広瀬雅人・小淵正美. 2011. 沖縄大浦湾の砂泥底で得られた起立性コケムシ Lanceopora 属の 1 未記載種と芽体を用いた生殖様式. 日本動物分類学会 第 47 回大会, 沖縄.
2	棘皮動物 ナマコ	ナマコ類 未記載種 2 種、 国内初記録種 5 種	未記載種 国内初記録	小淵正美・F. Michonneau. 2012. 琉球列島のサンゴ礁内湾域から得られた大型ナマコについて. 日本サンゴ礁学会 第 14 回大会, 沖縄.



3	海藻	海藻類 未記載種 4 種	未記載種	大葉英雄・宮本奈保・松田伸也, 2010. 沖縄島東海岸におけるサンゴ礁地形の特異性と海藻植生. 日本サンゴ礁学会第 13 回大会, 東京.
---	----	-----------------	------	--

■特筆すべき分類群

		種名	カテゴリ	出典
1	刺胞動物	アオサンゴ		Yasuda, N., M. Abe, T. Takino, M. Kimura, C. Lian, S. Nagai, Y. Nakano & K. Nagaoka. 2012. Large-scale mono-clonal structure in the north peripheral population of blue coral, <i>Heliopora coerulea</i> . Marine Genomics, 7: 33-35.
2	刺胞動物	コモチハナガササンゴ		Kitano, Y., M. Obuchi, D. Uyeno, K. Miyazaki & H. Fukami, 2013. Phylogenetic and taxonomic status of the coral <i>Goniopora stokesi</i> and related species (Scleractinia: Poritidae) in Japan based on molecular and morphological data. Zoological Studies, 52: 25.
3	魚類	トカゲハゼ		昆健志・桜井雄・武井直行, 2003. 沖縄県名護市楚久地先で確認されたハゼ亜目魚類トカゲハゼ <i>Scartelaos histophorus</i> . 沖縄生物学会誌, 41: 25-32.

■そのほか、総説的なもの

				出典
1	軟体動物 貝類	巻貝類 国内初記録種 5 種 二枚貝類 国内初記録種 1 種	貝類 815 種を 確認	ウルマ貝類調査グループ, 2003. 沖縄島北東岸のサンゴ礁性貝類の現状調査. 日本自然保護協会プロ・ナトゥーラ・ファンダ第 12 期助成成果報告書: 17-31.
2	軟体動物、 貝類			黒住, 2007. 日本自然保護協会 報告書 97 号
3.	地理・堆積 物			中井・小林, 2007. 日本自然保護協会 報告書 97 号
4.	軟体動物 貝類		貝類 159 種を 確認 (大浦湾 干潟)	名和純, 2011. 琉球列島の干潟貝類相 (2) 沖縄および宮古・八重山諸島. 西宮貝類館研究報告, 6. 西宮貝類館, 神戸.
3	節足動物 甲殻類	十脚類 未記載種 36 種 国内初記録種 25 種 シヤコ類 未記載種 3 種 日本初記録種 4 種	甲殻類 496 種 シヤコ類 14 種を確認	藤田喜久・大澤正幸・奥野淳児・駒井智幸・成瀬貫, 2009. 沖縄島大浦湾沿岸における甲殻類の種多様性について (速報). 南西諸島生物多様性評価プロジェクト フィールド調査報告書. WWF Japan. 67-79.
4	魚類		魚類 110 種を 確認 (大浦川)	上原敦・西島信昇, 2003. 河口域の魚類. pp. 448-489. In 西田睦・鹿谷法一・諸喜田茂充 (編), 琉球列島の陸水生物. 東海大学出版会, 東京.
5	魚類		魚類 191 種を 確認 (汀間川)	前田健・立原一憲. 2006. 沖縄島汀間川の魚類相. 沖縄生物学会誌, 44: 7-25.

これらの発見は辺野古・大浦湾の全域におよび生物多様性が大変高く、複数の専門家（黒住ら、2003、藤田ら2009）が述べているように、今後も新種やユニークな生活史を持つ生物が発見される可能性が高いことを示唆している。



図1 埋立予定地の海底地形と調査測線

(普天間飛行場代替施設建設事業における埋め立て予定地の地形・堆積物の影響、中井・小林、2007)

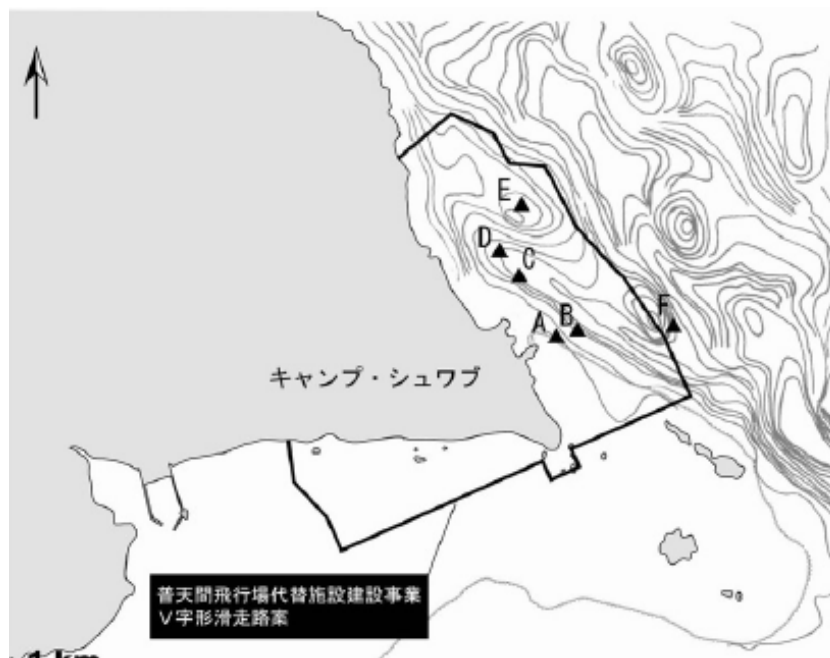


図2 埋立予定地の海底地形と底質採取位置図

(普天間飛行場代替施設建設事業における大浦湾側埋立予定地の貝類の状況、黒住 2007)

本海域のなかでも、特に埋立予定地に存在する深場の泥場は生物多様性および地形や堆積物という観点からもユニークである。理由の1つとして考えられるのが地形のユニークさとの関連である。辺野古崎沖には礁原が広がるが、そのすぐ北側は、水深の深い大浦湾が広がるためサンゴ礁自体が未発達である。辺野古崎沖礁原の北縁は、水深2～3mから数10メートルに至る急勾配の斜面となっている。沖縄のサンゴ礁は通常は裾礁(島のまわりを縁取るようにして発達するサンゴ礁)が広がり、外洋に面した波あた



りの強い場所では礁斜面として急斜面となる。しかし大浦湾の場合は外洋ではなく湾に面しており、しかも水深数10メートルを超えるような急勾配の斜面を形成している。

また、本海域以外の場所についての調査の結果、沖縄の他のサンゴ礁にはこのような多様な堆積環境が存在していないことが判明した(中井・小林2007)。

理由の2つ目として、本海域は大浦川のマングローブ林から、干潟、砂場、泥場、海草藻場、サンゴ群集と、異なる生態系が一体となり存在していることがあげられる。沖縄のサンゴ礁にしては珍しく深い場所があり、異なるエコトーンが複数接している場所であり、これがこの海域の生物多様性の豊かさを支えている。

ジュゴンの食痕が多く発見され、新種や日本初記録の生物種が多く発見される場所を、十分に調査を行わず、保全措置を検討せず、破壊しても良いのか、再考の必要がある。

埋め立てが行われ湾口部に遮断物などが作られると、生息場所の消滅による直接的な影響のほかにも、潮の流れが変化し泥の堆積や流出によりこれまでとは異なった海底環境が形成され、現在の環境に影響が出る可能性が高い(日本自然保護協会 2013など)。

これらの発見については、個々の生物の生態について不明な部分を解明し、それらを考慮したうえで環境保全措置が具体的に検討されなければならない。環境アセスは生物の種類の記載のみに焦点をあてがちであるが、地形の改変(埋立に伴う不可逆的な改変)という観点からも検討されなければならない。埋め立てを中止し、科学的な調査を行う時間を確保すべきである。



4) 環境アセス終了後に明らかになった、本事業が環境に与える影響

環境アセスの過程で情報の隠ぺいや後出しが多く存在したものの、公有水面埋立手続きの過程でも、建築物の大きさが大幅に拡大されるなど、予測評価されていない環境への改変への可能性が判明した。

(1) 護岸の大きさの変更

環境アセスの時点においては200mとされていた図1の係留機能付きの護岸の長さが、事業者から沖縄県に提出された、2013年6月に事業者から沖縄県に提出された公有水面埋立承認願書には271mと記載され、規模が大きくなっていたことが判明した。構造物の大きさの変更は潮流の変化のシミュレーションへ影響を与えるものである。環境アセスの時点から構造物の大きさの変更があること自体が問題であり、護岸の規模を変更するのならば、潮流のシミュレーションは再度実施しなければならない。

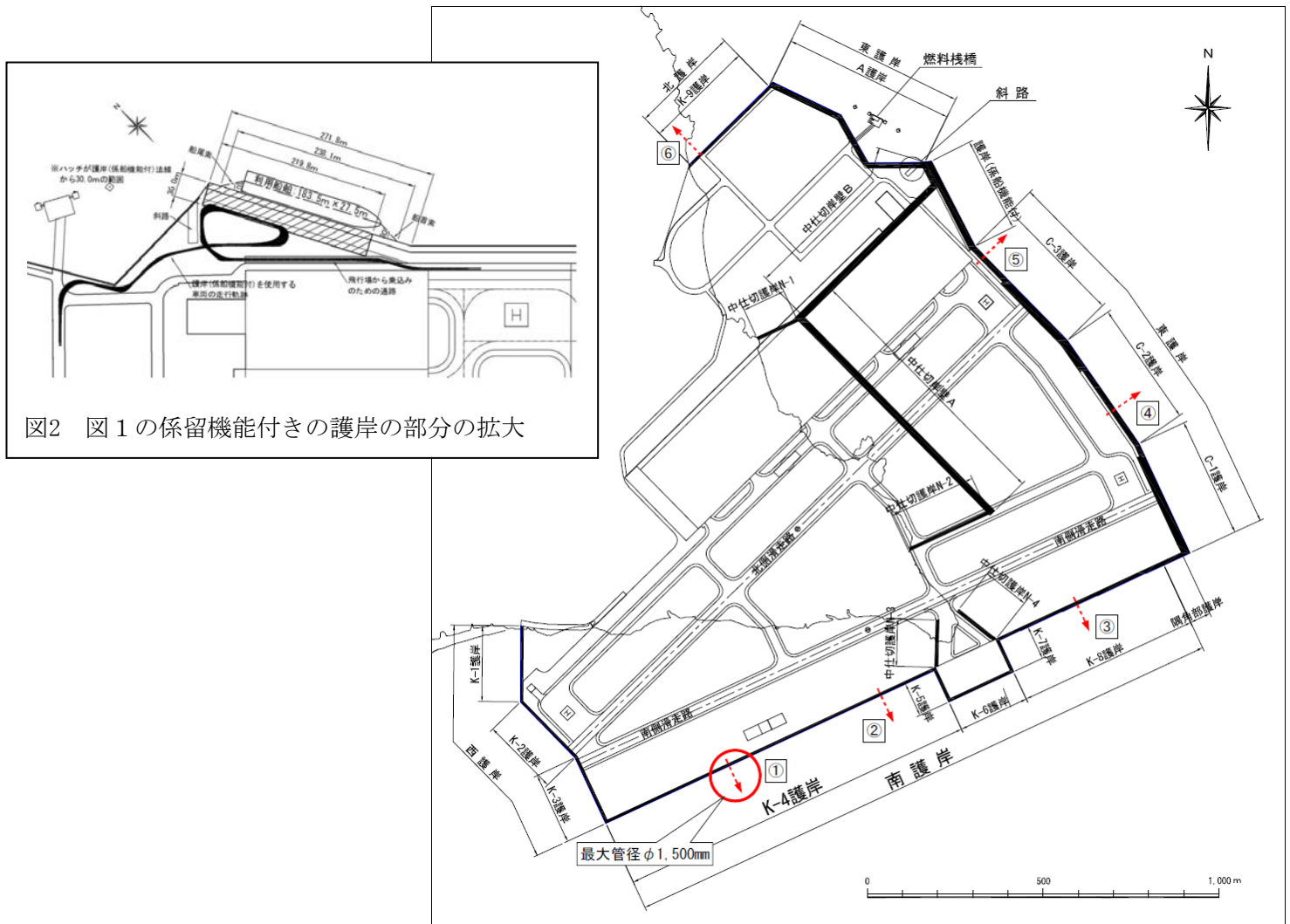


図1 係留機能付き護岸の図（普天間飛行場代替施設建設事業に伴う公有水面埋立承認願書より）



(2) 埋立土砂の調達に伴う問題点

公有水面埋立手続きの段階になり、初めて埋立土砂の具体的な調達先が明らかにされた。160ヘクタールの埋立てには2100万立方メートルの土砂が使用される。この量は10トントラック300万台以上の土砂に相当する。以下に、4つの問題について指摘する。a) 埋立土砂調達予定先の環境への影響、b) 土砂運搬船とジュゴンとの衝突の可能性、c) 海砂採取により嘉陽の海草藻場への影響が生じる可能性、d) 埋立土砂に伴う埋立地への外来種の移入。

a) 埋立土砂調達予定先の環境への影響

公有水面埋立承認願書において、埋立土砂調達予定地として瀬戸内海地区、天草地区、奄美大島地区、徳之島地区などの地名があげられているが、これらの地域から大量の埋め立て土砂を採取する際に生じる環境への影響についても、本事業と一連の事業として環境アセスが行われるべきである。

b) 埋立土砂運搬船のルートがジュゴンの移動ルートと重なることについて

沖縄島の本部町・国頭村からの埋め立て土砂調達を行う際に、調達地から辺野古・大浦湾への土砂運搬船が沖縄島北部周りで予定されていることが、公有水面埋立承認願書により明らかにされた。これは図4が示すよう、ジュゴンの移動ルートと重なる。音がジュゴンに与える影響や、これまでにジュゴンが船舶の衝突等の被害にあっていることを考えると、このルートが沖縄のジュゴンの個体群に与える影響は甚大である。

c) 海砂の採取は海草藻場などの周囲の環境に影響を与える

これまでにわかっている海底の掘削による地形変化、底質の粒度組成の変化による底生生物相の変化（松田1999）、海底地形の変化による流況の変化（高橋ら2002）が指摘されているほか、濁水の拡散が海域環境に与える影響として透明度の低下（門谷・張2000）やそれに伴う藻場の減少（高橋ら2005）が指摘されている。

本事業をこのまま進めると、辺野古・大浦湾のみならず、嘉陽の海草藻場にも影響を与えることを示している。「ジュゴンが今後も辺野古の海草藻場を利用する確率は低く、嘉陽の海草藻場を主に利用している」という環境アセス評価書（補正後）と事業者が判断しているのならば、少なくとも嘉陽の海草藻場は保全が担保されるべきである。これは事業者自身が述べている論理がすでに破たんしていることを示す。

日本のジュゴンは残された一頭づつの命が非常に重く、船舶との衝突や生息環境の悪化などの原因となる行為は、可能な限り取り除くことが必要である。

d) 埋立土砂調達に伴う外来種移入のおそれ

埋立土砂2100万立方メートルのうち、1700万立方メートルは、沖縄県外の日本本土の異なる場所から搬入される。異なる気候帯や地理地域を越えての多量の土砂の搬入は、沖縄への外来種の侵入ならびに拡散へと確実につながるものであり、その影響は計り知れない。コウジカビやセラチア菌による沖縄のサンゴ類への影響や、その他の陸域生物による海洋生物への影響が特別な懸念としてあげられ、またアルゼンチンアリの沖縄島への侵入も懸念される。アルゼンチンアリは世界の侵略的外来種ワースト100（IUCN, 2000）に入り、日本の特定外来生物に指定されるほど、環境への影響が大きい生物である。沖縄へ搬入される土砂の採取予定場のある幾つかの地域では、アルゼンチンアリが確認されており、深刻な問題となっている。これについては国際自然保護連合（IUCN）・種の保存委員会（SSC）・侵略種専門家グループに相談中である。

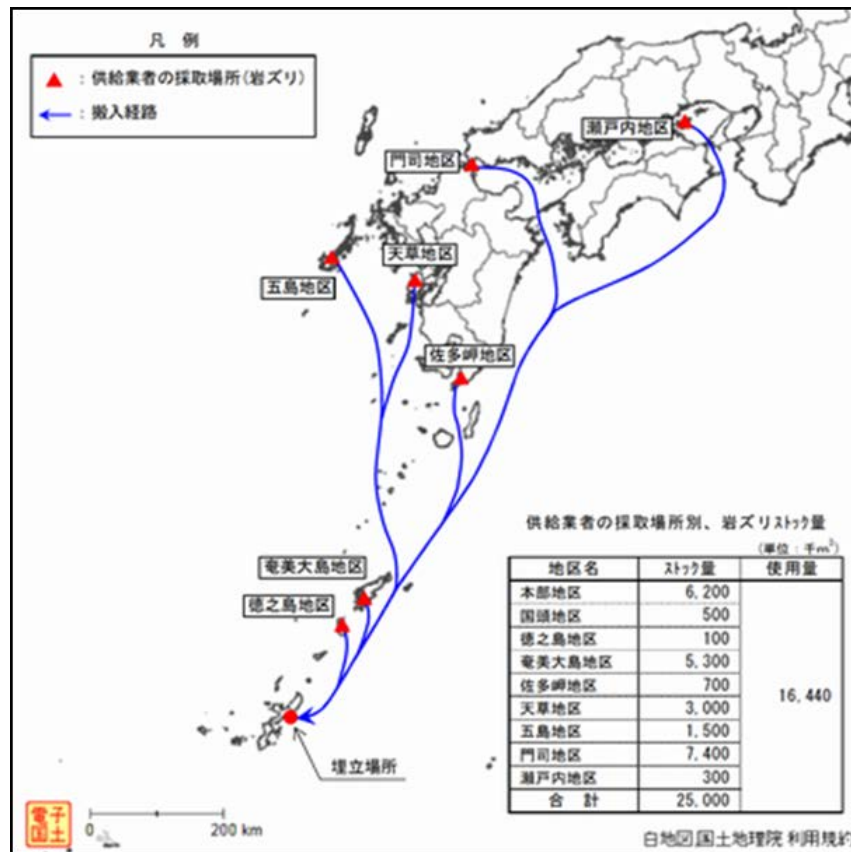


図2 埋立土砂の採取場所及び土砂運搬船の移動経路 その1
(普天間飛行場代替施設建設事業に伴う公有水面埋立承認願書より)

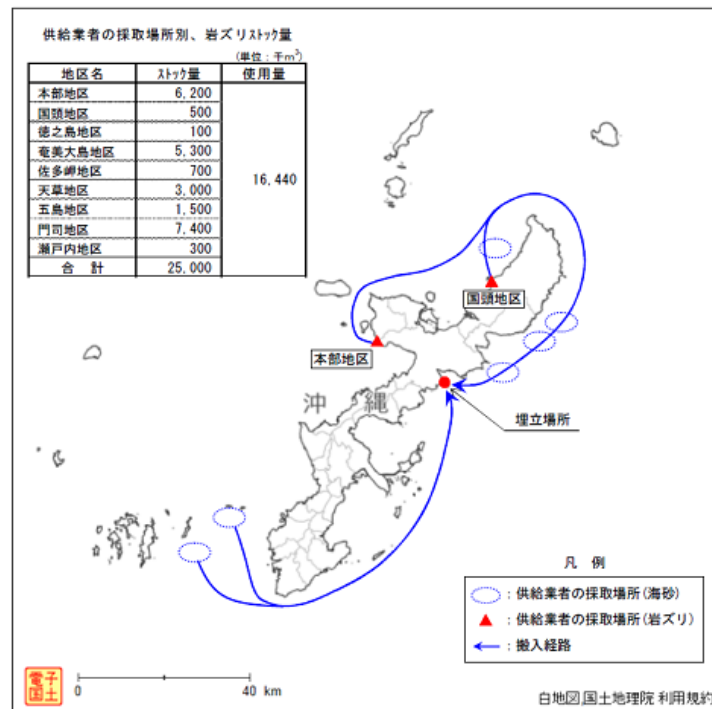


図3 埋立土砂の採取場所及び土砂運搬船の移動経路 その2 【県内】岩ズリ及び海砂
(普天間飛行場代替施設建設事業に伴う公有水面埋立承認願書より)

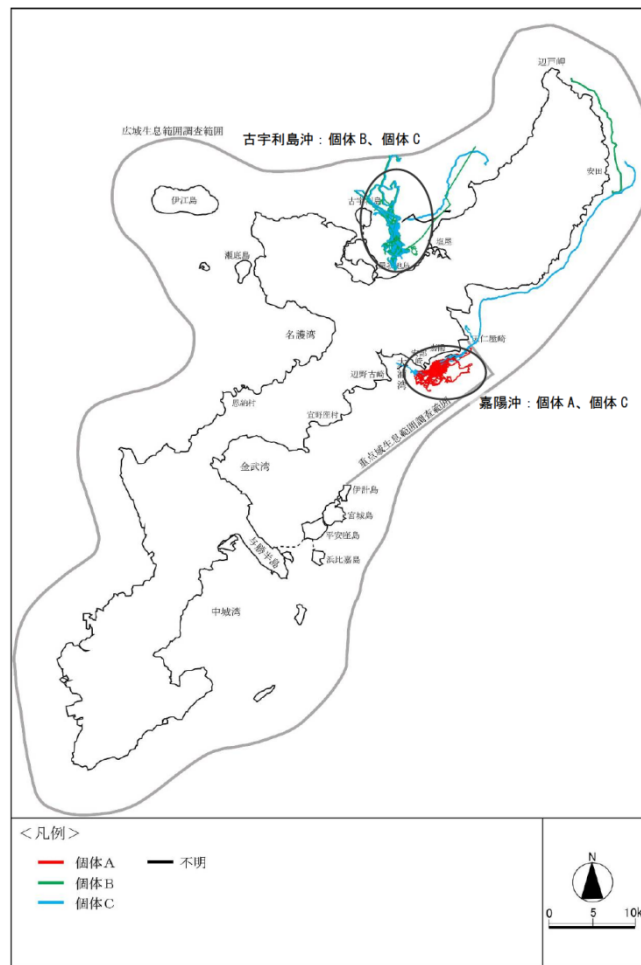


図 4 沖縄島のジュゴンの移動ルート（公有水面埋立承認願書より）

おわりに

本事業に伴う環境アセスは、2012 年 2 月に仲井眞沖縄県知事が「評価書で示された環境保全措置などでは、事業実施区域の生活環境および自然環境の保全を図ることは不可能と考える」と述べたように、環境アセス自体が科学性と民主性という 2 本の柱を尊重しない、数多くの問題を含むものであった（日本自然保護協会 2013 など）。また公有水面埋立承認に至る過程の中でも、沖縄県環境生活部が出した、事業者が示す環境保全措置では環境保全について懸念が払しょくできないとする意見とも相反する。

そもそも本事業のように、環境アセスの時点で「環境保全は不可能」と判断されたものが、公有水面埋立承認手続きにおいて、正反対の結果を出すことが可能ならば、日本の環境関連の法律自体に問題があることになる。

また埋立土砂の調達先への環境破壊への件については、環境アセスメントの制度のあり方が問われる問題である。一つの事業において、特定の山を崩して海を埋めることは一連の環境破壊ととらえられて当然であろう。環境アセスの時点で埋立土砂の調達先が具体的に明記され、土砂調達に伴う環境への影響も考慮されなければいけない。

先月沖縄にて開催された「持続可能な島嶼社会の発展に関する専門家会議～自然あふれる美ら島づく



日本自然保護協会

THE NATURE CONSERVATION SOCIETY OF JAPAN

りをめざして～」においても、海外の専門家とともに、サンゴ礁の保全の重要性が再確認されたところである。この秋には生物多様性条約第12回締約国会議が開催される。日本が議長国をつとめた2010年に採択された愛知ターゲット目標10「脆弱な生態系の保全」と目標12「絶滅危惧種の絶滅・減少を防止する」を守れない事業を進めることは国際的にも許されないことである。



琉球新報 2014 年 7 月 3 日（臨時制限区域 561.8ha）

参考：辺野古・大浦湾で予定されている臨時制限区域。工事完了日まで常時立ち入り禁止となる。