

## 第4章 海外研究機関等との協定業務補助

### 1. 概要

本事業が開始された平成24年度に実施した先進地視察業務において、オーストラリア・タウンズビル市を訪れ、オーストラリア海洋科学研究所（Australian Institute of Marine Science、以下AIMS）やジェームズクック大学でオニヒトデ関連研究に携わっている主要な関係者と面会した。その際、AIMSのピーター・ドハティ博士から、オーストラリアにおいて今後優先的に着手すべきオニヒトデ研究課題は沖縄県においても共通しているであろうこと、そして、情報交換など研究協力を行うことが双方にとって有益であるという見解が示され、研究計画が正式にまとまった段階で協定関係の締結にむけた協議を行うことで合意をみた。

沖縄県側では、平成24年10月と平成25年1月に開催されたオニヒトデ総合対策事業検討委員会での諮問を経て、過去のレビューに基づいた調査研究計画が策定された。AIMSでは平成24年7月にケアンズ・フィッツロイ島で開催されたオニヒトデワークショップで採択された優先課題に基づく研究計画が平成25年10月に基本方針としてまとめられた。11月には沖縄県とオニヒトデ総合対策事業共同企業体（JV）のメンバーがAIMSを訪問し、双方の計画を開示・比較し、どの分野において協力が可能かを協議した。このときの協議内容に基づいて沖縄県側で作成した覚書原案がAIMS関係者にも回覧され、平成26年3月に「沖縄県とオーストラリア海洋科学研究所によるオニヒトデ研究および総合的対策に関するパートナーシップ協定（以下、協定と省略）」が正式に締結される運びとなった。同年の先進地視察で再訪したAIMSでは、協定にもとづいて双方の調査研究に関する情報交換と共同研究分野の可能性について協議するとともに、グレートバリアリーフ視察およびオニヒトデ幼生捕食実験への技術協力を行った。

平成27年度はAIMSに加えてグレートバリアリーフ海中公園局も訪問先し、行政機関としてオニヒトデ防除にむけた水質改善への取り組みについて担当者から聞き取りを行った。平成28年度には、オニヒトデの大量発生防除を主目的のひとつとする水質管理行政の情報収集に重点を置き、クイーンズランド州政府が所管するグレートバリアリーフ事務所とオーストラリア連邦科学産業研究機構（ブリスベン支部）を訪問し、水質対策とオニヒトデ研究に関するプレゼンテーションを受けた。AIMSでは、これまでと同様、オニヒトデ研究者と面会して進捗状況に関する情報交換を行った。

平成29年7月、同年度のAIMSへの訪問時期を調整するなかで、オニヒトデ研究の主担当者であるスベン・ウチッケ博士から、サンゴ礁保全を包括する発展的な内容で協定を延長したい旨の申し出があった。沖縄県側でも協定を延長する意向があったことから、平成29年度のAIMS訪問ではオニヒトデに関する調査研究の情報交換に加え、協定延長についての協議も行うこととした。事前調整の結果、沖縄県から2名、オニヒトデ総合対策事業共同企業体から2名が平成30年1月23日にAIMSを訪問し、双方の調査研究の進捗に関する報告と協定内容および協定締結時期に関して協議することとなった。出張行程および会合スケジュールは次ページ以降に示した。

## 2. 訪問行程および協議スケジュール

平成 29 年度の先進地視察の全体行程は平成 30 年 1 月 20 日から 25 日にかけての 6 日間、うちオーストラリア国内での滞在は 22 日午前から 24 日午後までの 3 日間であった。旅程は表 4-2-1 に、AIMS での会合プログラムは表 4-2-2 に示した。各地の訪問先および面会者は下記のとおりである。

出張者：

沖縄県環境部 棚原憲実 環境企画統括監  
沖縄県自然保護課 津波昭史 主任技師  
オニヒトデ総合対策事業共同企業体 岡地 賢  
オニヒトデ総合対策事業共同企業体 田賀麻美

出張期間：

平成 30 年 1 月 20 日（出発）～平成 30 年 1 月 25 日（帰着）

訪問先および面会者：

オーストラリア国立海洋科学研究所  
Dr. Sven Uthicke（スベン・ウチッケ博士）主席研究員/オニヒトデチームリーダー  
Dr. Britta Schaffelke（ブリタ・シャッフエルケ博士）上主席研究員/プログラムリーダー  
Dr. Richard Brinkman（リチャード・ブリンクマン博士）上主席研究員/プログラムリーダー  
Dr. David Souter（デビッド・ソウター博士）上席研究員/リサーチマネージャー  
Dr. Hugh Sweatman（ヒュー・スウェットマン博士）主席研究員/モニタリングリーダー  
Dr. Frederieke Kroon（フレデリック・クルーン博士）主席研究員/熱帯水質チームリーダー  
Dr. Lona Hoj（ローナ・ホイ博士）研究員/沿岸生態系・産業プログラム  
Dr. Cherie Motti（チェリー・モッティ博士）主任研究員/化学ラボラトリーマネージャー

表4-2-1. 平成29年度オニヒトデ総合対策事業・先進地視察業務の行程.

日付	曜日	時刻		行程および面会者	宿泊先
1/20	土	15:05	17:20	JL912 那覇⇒羽田 (バス) 羽田⇒成田	成田泊
1/21	日	11:00	23:05	(岡地合流) JL773 成田⇒メルボルン	アイビスバジェットホテル (Ibis Budget Melbourne)
1/22	月	8:00 9:55 12:00	9:25 11:40 17:00	VA0819 メルボルン⇒シドニー VA1519 シドニー⇒タウンズビル (タウンズビル近郊 国立公園等視察)	タウンズビルセントラルホテル (Townsville Central Hotel)
1/23	火	8:00	16:00	AIMS訪問・協定に関する協議 (夕刻 AIMS主催バンケット)	タウンズビルセントラルホテル (Townsville Central Hotel)
1/24	水	13:55 16:55	15:50 20:15	VA0374 タウンズビル⇒ブリスベン VA0342 ブリスベン⇒メルボルン (メルボルン空港にて乗り継ぎ)	機内泊
1/25	木	0:45 12:20	8:35 15:15	JL774 メルボルン⇒成田 (バス) 成田⇒羽田 JL915 羽田⇒那覇	

表4-2-2. 先進地視察で訪問した AIMS の会合プログラム(その1)



Visit of Okinawa Prefectural  
Government  
Agenda  
23-01-2018  
AIMS Board Room

23-01-2018			
Time	Topic	Discussion	Who
0830-0845	Welcome	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introductions</li> <li>• Purpose of meeting</li> </ul>	Sven Uthicke
0845-0900		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to AIMS research</li> </ul>	Richard Brinkman
0900-0920	Research Updates:	CoTS research in Okinawa/Japan	Ken Okaji
0920-0935		Coral Reef Preservation and Rehabilitation in Okinawa	Mr <b>Norimi Tanahara</b>
<i>0930-1000 Morning Tea</i>			
1000-1025	Research Updates: AIMS	Introduction to AIMS CoTS research <i>Nutritional ecology, Monitoring: larval ecology and eDNA</i>	Sven Uthicke
1025-1045		<i>Predation: Fish eDNA</i>	Frederieke Kroon
1045-1105		<i>Monitoring: Current state of GBR outbreak</i>	Hugh Sweatman
1105-1125		<i>Biological control: Microbes</i>	Lone Hoi
1125-1200		<i>Biological control: Sensory chemicals</i>	Cherie Motti
<i>1230-1300 Lunch</i>			
1300-1400	SeaSim tour		Matt Kenway
1400-1545	Discussions about extension of the MOU between AIMS and the Okinawa Prefecture	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Scope</li> <li>• Timeline</li> <li>• Location of signing</li> </ul>	Japanese delegation, David Souter, Richard Brinkman, Britta Schaffelke, Frederieke Kroon, Sven Uthicke
1545-1600	MEETING CLOSE		
1830	Dinner: location TBA		all

表4-2-2. 先進地視察で訪問した AIMS の会合プログラム(その2)

Participants	Role/Agency
Mr Norimi Tanahara	Okinawa Official, Head Deputy Director General, Dept. Environmental Affairs
Mr Akifumi Tsuha	Chief, Nature Conservation Division
Dr Ken Okaji	Consultant, Coralquest Inc.
Ms Asami Taga	Consultant, Okinawa Environment Science Center
Dr David Souter	Research manager, AIMS
Dr Richard Brinkman	Program leader, AIMS
Dr Britta Schaffelke	Program leader, AIMS
Dr Frederieke Kroon	Team leader, AIMS
Dr Sven Uthicke	Research Scientist, AIMS
Dr Lone Hoj	Research Scientist, AIMS
Dr Cherie Motti	Experimental Scientist, AIMS
Dr Hugh Sweatman	Research Scientist, AIMS



図4-2-1. AIMS での主要面会者(左から、デビッド・ソウター博士、ブリタ・シャッフエルケ博士、棚原企画統括監、スベン・ウチツケ博士、津波主任技師、岡地、田賀、リチャード・ブリンクマン博士)

### 3. 訪問先機関での情報交換および協議の概要

過年度と同様、訪問日の午前中は沖縄県と AIMS の双方から、それぞれ実施しているオニヒトデ研究の進捗状況に関するプレゼンテーションを行った。今回は AIMS 側のプレゼンテーションスライドが提供されなかったため、音声記録に基づいて次項で内容を概説する（沖縄県側のスライドは本章末の 4. 付録に掲げた）。午後に行った協定に関する協議では、現在の協定を発展させて、サンゴ礁保全全般に関する調査研究の提携を沖縄県と新たに結びたいとの意向が確認できた。この背景には、AIMS が他の研究機関や政府関係部局と共同でグレートバリアリーフの回復をめざしたサンゴ礁修復プログラムに着手するうえで、サンゴ移植事業を積極的に展開している沖縄県との情報交換が不可欠だという判断がある。沖縄県側もこれを歓迎し、AIMS が訪問に先立って提案したとおり、オニヒトデ研究を含めサンゴ礁保全を包括する内容の協定を新たに結ぶことで合意した。協議の詳細は 3-2. 協定更新に向けた協議の議事録を参照されたい。

#### 3-1. オーストラリア海洋科学研究所 (AIMS) のオニヒトデ研究概要

##### 3-1-1. スベン・ウチッケ博士のプレゼンテーション概要

- グレートバリアリーフでは 1960 年代以降通算 4 回目のオニヒトデ大量発生が進行中である。これまでと同様、北部で一次発生が始まって南部へ二次発生が拡大していくパターンを示している。ただし、南端部のスウェイン礁は独立して大量発生が起きているようである。
- AIMS は約 30 年間にわたってオニヒトデの発生状況とサンゴの現存量を調べる広域サンゴ礁モニタリングを継続しているほか、最近の数年間には大量発生メカニズム解明を目的とする幼生餌料研究、海流研究、遺伝子マーカーによる個体密度推定と捕食者解明、そして忌避・誘引物質探索に注力している。
- ウチッケ博士のチームは、グレートバリアリーフに流入する栄養塩がオニヒトデ幼生の餌となる植物プランクトンを増殖させることが大量発生をひき起こすという「幼生生き残り仮説」の検証に関連する研究と、遺伝子マーカーによる個体群密度推定、いわゆる環境 DNA の研究を行っている。幼生研究は AIMS 内の飼育実験施設 “SeaSIM” で開発したオニヒトデ幼生の自動給餌飼育システムを利用している。
- 過年度には、特定の脂肪酸を持った植物プランクトンがオニヒトデ幼生の成長を加速させることや、水温が上昇すると少ない植物プランクトン量でも成長が速くなるという結果が得られている。最新の結果としては、幼生の成長が餌の密度よりもむしろ幼生の密度に影響を受けることがわかった。
- これまでに見出された様々なオニヒトデの遺伝子マーカーを使って、オニヒトデの繁殖期に野外で採集したプランクトンサンプル中の幼生密度を推定できるようになった。また、環境 DNA を分析することで成体の存在を検出するための基礎データを取得している。
- 一昨年の野外調査の結果、グレートバリアリーフ中部の海水サンプルから最多で 1 トン当たり 37 個体の幼生が確認できた。これは石西礁湖で取得されたデータと似たオーダーである。サンゴ礁上に固定されたレジャー施設（ポンツーン）で連続的に採取した海水の幼生密度変化を見ると、水温 28℃ をこえた満月の前後にピークがあり、オニヒトデの繁殖行動が月周期と関係ある可能性も示唆された。
- 昨年実施した環境 DNA の予備調査では、遺伝子マーカーの検出量とオニヒトデ密度には良い相

関が得られており、今後は採水の頻度を下げて検出精度を向上する方法を検討する。環境 DNA による個体密度推定は大量発生 of 早期発見につながる重要な技術だと考えている。

- 沖縄県と AIMS の協定にもとづく共同研究により、これまで 3 件の論文を出版できたほか、2016 年にハワイで開催された国際サンゴ礁学会でオニヒトデセッションの共同開催も実現した。双方にとってこの協定は有益であったと言える。

### 3-1-2. フレデリック・クルーン博士のプレゼンテーション概要

- ウチッケ博士による「幼生生き残り仮説」の検証と並行して、オニヒトデを食べる魚類などの減少が大量発生 of 引き金になるとする「捕食者減少説」に関する研究を行っている。これまでの野外観察により、オニヒトデが大量発生している場所では、他の生物に捕食されたと思われるオニヒトデが見つかるが、捕食した生物が何かはわかっていない。そこで、まずは魚類を対象として、糞にオニヒトデの痕跡が含まれるかどうかを遺伝子マーカーで調べる実験を行っている。
- 予備実験として、オニヒトデを食べることが知られている数種類のフグを実験室内の水槽に入れ、餌として生きたオニヒトデを与えて飼育し、捕食を観察した後に糞を採取して遺伝子マーカーが含まれることを確認した。つぎに、オニヒトデが発生しているサンゴ礁で 162 個体の種々の魚類を採取し、室内実験と同様の手法でオニヒトデの遺伝子マーカーを調べたところ、3 個体からマーカーが検出され、そのうち 2 個体の糞中にはオニヒトデのトゲも見つかった。
- 今年の野外調査は繁殖期に行い、幼生や稚ヒトデを捕食する可能性のある小型魚類（スズメダイ類、ベラ類など）約 450 個体を採取して糞のサンプルを持ち帰った。データは解析中である。
- この手法でオニヒトデの有効な捕食者となる魚類が特定できれば、グレートバリアリーフのグリーンゾーン（禁漁区）とブルーゾーン（一般利用区）とでデータを比較したい。もし有効な捕食者が水産有用種であるならば、大量発生 of 予防的措置としてグリーンゾーンを増やすなど新たなゾーニングプランに反映させることができるかもしれない。

### 3-1-3. ヒュー・スウェットマン博士のプレゼンテーション概要

- AIMS のモニタリングチームは約 30 年間にわたってグレートバリアリーフ全域でマンタ法による目視観察調査を実施している。オニヒトデの密度変化を調べることも主目的のひとつで、各地で取得したデータの変化を見ることで大量発生がどのように始まり、どのように拡大してゆくかがわかってきた。
- グレートバリアリーフの大量発生は、おおむねケアンズ付近の北部海域から始まり、南北へ拡大するパターンが 1980 年代以降 3 回みられた。南端のスウェイン礁海域には北部から始まる一連の大量発生とは関係なく 2012 年から大量発生が続いており、同じグレートバリアリーフの中でも他の海域とは異なる個体群変動のメカニズムがあると考えている。
- スウェイン礁は南端というだけでなく大陸から約 200 キロ離れており、陸域から流出する栄養塩の影響は受けにくい。また、スウェイン礁の南側には渦をえがくような独特の海流があつて遠方の海域とつながっている可能性があり、一次発生が起きるメカニズムが北部海域とは異なっている可能性があるのも興味深い。湧昇流（深場の栄養塩を海面に持ち上げる）の影響も考えられる。
- 大量発生時にマンタ法で取得されるオニヒトデ密度の平均値は、2 回目、3 回目の大量発生と

比べて4回目（2011年～）は非常に低い。この理由としては、2016年と2017年の大規模白化現象や台風によるサンゴ被度の低下が第一であろうが、第二には、2012年以降に活発に行われるようになったオニヒトデの薬液注射駆除（牛胆汁エキス）の効果があらわれている可能性がある。オニヒトデ駆除はグレートバリアリーフ海中公園局がマリンレジャー協会に委託して行われているが、駆除数や駆除前後の個体密度など詳細はわかっていない。

#### 3-1-4. ローナ・ホイ博士のプレゼンテーション概要

- 微生物を利用したオニヒトデ駆除や忌避物質や誘引物質を使った駆除、遺伝学的駆除に関する研究を行っている。農業分野では外来種の導入による駆虫や競争植物除去がよく知られているが、海洋環境ではまだ可否についての議論が多いため、とりわけ種特異性を確認することに注力している。
- オニヒトデの生物駆除はこれまで何度も提案されては立ち消えになってきた経緯がある。現在は化学的・遺伝学的な分析技術が発展して以前よりずっと詳細な観察や代謝経路の解明ができるようになった。また、かつては禁止されていたグレートバリアリーフでのオニヒトデ駆除が、現在は積極的に行われるようになり、さらなる効率化をめざして生物駆除が再検討されるようになった。かつての生物駆除の概念とは違う、新しい手法や戦略をたてることができるだろう。
- 細菌や菌類はオニヒトデの身体のあらゆる場所に様々な種類が存在し、バランスをとりながら一定の比率を保っている。しかし、死亡したオニヒトデの細菌相を調べたところ、あるものは多く、別のものは少なくなっているなど、バランスが崩れていることがわかった。とりわけ精巣には寄生性の、管足・体壁にはスピロヘータ様の微生物が増加していることが死亡個体の特徴であった。それらはオニヒトデに特異的な病原体かもしれない。腕が壊死している個体にはある種のビブリオ菌が関係しているケースもあった。
- グレートバリアリーフと沖縄で採集されたオニヒトデの精巣サンプルをゲノム解読したところ、両者には共通する部分が多かった。データベースと照合したところ、熱帯では非常に珍しいタイプの細菌が見つかった（科レベルで新しいかもしれない）。似たものはイギリスのイセエビからしか見つかっておらず、生物駆除に利用できる可能性があるため培養を試みている。
- 死亡個体のウイルス相を調べると、カリフォルニア沿岸でヒトデの大量死を引き起こしたものと似たウイルスも見つかった。おそらく体細胞に影響をあたえると思われるが詳細は今後分析する予定である。
- サンゴが食べ尽くされていない状態でも、地域的な大量発生集団が急速に消滅する現象が以前から知られている。餌不足が原因でないことは明らかなので、感染性の病原体が疑われており、そうした現象が起きたときにサンプルを採集したい。大量発生して個体密度が上がると免疫が変化するかもしれないので、その点についても調査をすすめたい。野外で壊死した個体から細菌を採取し、他の個体に感染するかどうか調べるといった手法も考えられる。

#### 3-1-5. チェリー・モッティ博士のプレゼンテーション概要

- 化学物質を介した生物反応や個体間コミュニケーションについて研究している。
- オニヒトデは棘に数種類の毒を持っていて、外敵への防御となっている。かれらが集団を形成するのもまた防御手段のひとつであり、集まるためには何らかの化学物質、たとえばサンゴを



食べるために胃を反転させるときや、サンゴが消化されるときに海水中に放出される物質を感じていると思われる。また、繁殖行動（同調産卵）を引き起こす化学物質にも個体を集める作用があるかもしれない。

- オニヒトデは腕の先端に眼点を持っているが、それ自体は明暗しか感じるができない。もともと夜行性なのでサンゴを探すためには腕や管足の感覚器を使って化学刺激を感じているはずである。そうした化学刺激（ケミカルシグナル）が駆除に利用できると考え、ヒトデ全般とオニヒトデのケミカルシグナルについてレビューをまとめた。
- オニヒトデの集団形成を水槽で再現できるか実験した。円形水槽の周囲に18個体のオニヒトデを等間隔に配置し、24時間後までの行動を見る実験を繰り返したところ、冬より夏、つまり繁殖期のほうが集まる傾向が高かった。また、Y字水路（Yメイズ）の上流（二股の一方）からはオニヒトデ集団の水槽から採取した海水を、もう一方からは濾過海水を流してみたところ、下流に置いた個体は前者を選択する傾向がみられた。
- 集団形成とは反対に、オニヒトデが何を忌避するかという研究も行っている。オニヒトデの捕食者であるホラガイを材料とし、前述のY字水路の二股の一方にオニヒトデを置き、そちらに向けて反対側からホラガイの飼育水を流すと、オニヒトデは二股のもう一方へと逃げた。このような忌避物質も駆除に利用できるだろう。
- 今年からの新たなプロジェクトとして、ホラガイの人工飼育（養殖）技術と行動研究を開始している。昨夏の飼育実験では、ホラガイに産卵、孵化させて、ベラム（遊泳捕食肢）を持つまで83日間培養することに成功した。うまくゆけば自然のホラガイを増やして生物駆除につなげたい。当面の課題としてホラガイの野外での行動把握や食性なども調べるつもりである。
- パプアニューギニアで採集したホラガイのゲノム解析を行っていて、ゲノム情報に基づいて作られるタンパク質から、いつ、どのような方法（化学刺激）で繁殖するかも調べる予定である。また、ホラガイの側からみて、どのような化学刺激でオニヒトデを見つけて捕獲行動をとるかも調べる。
- オニヒトデのゲノム解読研究を、クイーンズランド大学、サンシャインコースト大学、OIST（佐藤教授）と共同で実施している。目的のひとつは、ケミカルシグナルを受けるG-タンパク質結合受容体がどこにどれくらいあるかを調べることである。さらに、海水中に存在する多くのタンパク質のうち、どれがオニヒトデの受容体と結合するかを調べている。これまでに、蛍光タンパク質を使って染色・撮影する方法によりG-タンパク質受容体は管足と感覚足（腕の先端の吸盤がない管足）に集中していることがわかった。

## 3-2. 協定更新に向けた協議の議事録

### 3-2-1. 議事概要（合意内容）

日時：平成30年1月23日（火） 14:30-15:30

場所：オーストラリア国立海洋科学研究所 会議室

出席者： 棚原企画統括監、津波主任技師、岡地（通訳）、田賀（通訳補助）  
スベン・ウチッケ博士（SU）、ブリタ・シャップフェルケ博士（BS）  
リチャード・ブリンクマン博士（RB）、デビッド・ソウター博士（DS）  
（カッコ内のイニシャルは議事中的略称）

協定延長に関して AIMS と沖縄県代表団との間で議論した結果、下記のとおり合意した。

1. AIMS と沖縄県のこれまでの協定に、サンゴ礁保全を含めて新たな協定として締結する。
2. 覚書の日付は調印式の日でよい（サンゴ礁保全を含めるとタイトルから変えることになり単純な延長ではなくなるため）。
3. 公式に交わす協定文書には含めないが、調査研究や協力活動の優先度リスト（リサーチアジェンダを作成する）。
4. 平成30年6月に AIMS から2名を沖縄に招いて調印式とシンポジウムを開催する。
5. AIMS と沖縄県の双方で覚書の文言と調印式およびシンポジウム日程を調整する。

### 3-2-2. 議事

SU： 午前中は双方の調査研究結果をアップデートできて、とても建設的なセッションとなりました。すでにご出席の皆さんからはいろいろなコメントをいただいておりますが、午後は AIMS と沖縄県の協定覚書（MOU）の延長に関して意見交換をしたいと思います。デビッド・ソウター博士は午後からのご参加で、今後どのような協力ができるかということにご意見をいただきます。ここからはブリタ・シャップフェルケ博士とリチャード・ブリンクマン博士に座長をお願いします。

RB： AIMS へ再訪いただきありがとうございます。これまでの協定覚書を、どのように協力できるかということのガイドにしましょう。最初に沖縄県を代表される方々に、AIMS と沖縄県の協定を発展、延長されたいかどうか、ご意向を確認したいと思います。

棚原： 沖縄県としましては、この協定の延長をぜひお願いしたいです。従来のオニヒトデに加えて、さらにサンゴ礁の保全についても連携して調査研究をすすめたいと考えています。

RB： 感謝いたします。

棚原： 我々としては協定の延長と追加研究について前向きに検討していますが、AIMS 側はどのようにお考えでしょうか。

RB： 私たちの側でも、この協定にオニヒトデ以上の内容を盛り込む価値について話し合いました。昨日、オーストラリア連邦政府から AIMS に対し、サンゴ礁修復事業（Reef Restoration Program）の策定について依頼があったばかりで、沖縄県との協定を延長することはとても良い機会だと考えています。また、AIMS は国際サンゴ礁イニシアチブ（International Coral Reef Initiative、以後 ICRI）のなかでもリーダー的役割を担うことになっています。



図4-3-1. AIMS での協議の状況

- DS : オーストラリアはモナコと共同で ICRI の事務局を今年の後半から 2 年間つとめることになっています。AIMS は、ICRI の枠組みの一部である国際サンゴ礁モニタリングネットワーク (Global Coral Reef Monitoring Network) のリーダーとなる提案もしました。
- RB : AIMS が現在もっているサンゴ礁修復事業の調査研究に対する関心と、国際的なサンゴ礁保全のリーダーシップを担うことにともない、同様な立場にある他国の公的機関と協定を結ぶことには価値を見出しています。
- RB : この場で協議すべき点のひとつが、協定覚書の内容をどのくらい詳細にするかということです。現在の協定は高いレベルにあります (註一特定の調査研究や活動の詳細な内容にせず包括的・概説的である)。協定覚書自体はこのまま高いレベルとして、調査研究項目を付属文書に記載しますか？ つまり、協定覚書にはこれまでのようにオニヒトデ、サンゴ礁修復や保全に関わる幅広い協力について記載し、それとは別に、具体的なワークプランを記載する文書を交わすということです。むろん、我々は沖縄県側が覚書をどのような形式にしたいかをうかがい、意向を受け入れます。
- 棚原 : 沖縄県としては、オニヒトデにサンゴ礁保全を加えて、現在のようにゆるやかな覚書にしたいと考えています。沖縄県は単独で調査研究をすすめているのではなく、毎年度に様々な機関に委託しているので、覚書では特定の活動を厳密に決めないようにしたい。
- SU : サンゴ礁保全に関する調査研究は含めず延長したいということか？
- 岡地 : そうではない。サンゴ礁保全を含めて内容を拡大する意向はある。沖縄県は研究機関ではなく行政機関であり、調査研究を外部に委託しているので、覚書に特定の活動を掲げることによる縛りを受けないことを望んでいる。
- RB : 特定の調査研究活動を含めないということだろう。それは理解できる。
- BS : 私もその理由は十分理解できる。現在の覚書はオニヒトデの調査研究に関する情報交換と人材交流と明確に述べているので、オニヒトデの部分を「サンゴ礁保全に関する調査研究」

と書き換えるだけでよいのではないか。そして、例としてオニヒトデやサンゴ礁修復技術、水質保全など付け加えればよい。それらの中から、あるいはそれら以外でも、何らかの共同研究や協力関係が立ち上がればよいし、そうでないとしても、広い意味の協力関係をむすぶるのであればよい。オニヒトデからサンゴ礁保全に内容を拡大するというのが我々の希望であるし、そうしていただけるならゆるやかな覚書でかまわない。

RB： 同意する。沖縄県側ですでに覚書に変更点を書き入れてくださっていて、「増大する脅威のなかでのサンゴ礁保全」と言及している。ここにもう少し詳細な語句を付け加えた文書を付属すればよいと思う。あるいは、サンゴ礁保全とだけ記載して、その他は覚書のひろい傘の下でもよい。

BS： そうですね、「サンゴ礁保全に関する調査研究」でよいと思います。

棚原： 基本的には現状の修正案でよいと考えている。ただし、「共同研究 (collaborative research)」という文言はできれば含めないようにしたい。

岡地： 理由は先ほども述べたとおり沖縄県が行政機関であって研究機関ではないためだ。

BS： もしお好みの文言があるなら追加提案していただきたい。私たちとしても検討する。

RB： 沖縄県は研究機関ではないため、AIMS と共同研究を実施すると覚書のなかで言及できないことはよくわかりました。では、日本側の研究者と AIMS とで共同研究を行うことを沖縄県がサポートする旨の文言は含められるでしょうか。

SU： 現在の協定でも“foster”（醸成する）と述べられている。

RB： “facilitate”（支援する）としてより明確に述べたほうがよいのではないか。沖縄県は調査研究を行わないが、AIMS との共同研究を全面的に支援する、といった内容で。

岡地： “foster increased collaboration”という一節があるが、それではどうか。

SU： では、その部分をそのまま引き継ぐということか。

岡地： すべてそのままでもよい。

棚原： 情報交換や調整などの支援は問題ない。

RB： では、覚書の内容について話し合いをすすめ、沖縄県側が同意する文言を AIMS 側で覚書のドラフトを作成する際に含めるということによろしいか。

岡地： 覚書のなかで文法的な誤りなどもあれば指摘していただきたい。

BS： 了解した。沖縄県側でも希望する文言があれば含めていただき、双方で合意できればよい。

RB： 覚書を高いレベルのままにすることは合意できました。では、どの研究分野での協力を優先するかという文書を、公式なものとはしないまでも、双方で取り交わすことについてはいかがでしょうか？例えば、オーストラリア側のサンゴ礁修復事業では、世界で行われている修復再生事業について対費用効果などについてレビューを行うことになっていますが、それが野心的なのか現実的なのか我々はまだわかりません。そうした特定の協力分野をリストアップした文書を、覚書と同じ公式文書ではなく、付属文書にしたいと考えています。そうすることで覚書をより意義あるものにできるでしょう。例えば、AIMS にとっては連邦政府に対して、沖縄県にとっては国内で同じ調査研究を実施している別の機関や国に対し、国際的な提携関係があると言えるのは良いことでしょう。先ほど議論した支援活動に対しても有益ではないでしょうか。

棚原： 問題ありません。

RB： よろしいですね。

- BS : 詳細でなくてよいが、優先順位リストの各項目にスケジュールなどのプランを付けてはどうか。お互いの活動を共有することで、例えばどちらかが何らかの調査研究を行うときにはパートナーが必要な支援をするといったことができると思う。
- 棚原 : 賛成です。
- RB : 現在の協定は2018年3月に終了しますが、延長するにあたり（協定をむすぶ期間が）途切れないほうがよいですか？それともご希望の日付がありますか？
- 棚原 : ひとつずつ回答します。いまのところ急いではおりません。4月1日でなくてもけっこうです。
- SU : 協定覚書の文言が変わるので、延長と言うよりは新規ではないでしょうか。
- 岡地 : 更新ということですね。
- RB : タイトルから変える必要がある。先ほど沖縄県側からコメントがあったように、「調査研究」を含む幅広い活動の協力なので。
- DS : 例えば、タイトルに ”renewed (更新) ”や”revised (改訂) ”と含めては？目的のなかに「～延長の必要を認識して（註 英文契約書などで通常使われる”recognizing the need for ～”）」と記述してもよいと思う。
- 津波 : AIMS 側としても日付にはこだわっていないということですか。
- RB : 切れ目が生じても問題はない。新たな協定であるので AIMS にとっても日付が途切れることが特に重要なことではない。デビッド、サンゴ礁修復事業のうえで日付など合わせておくものは何かないでしょうか。
- DS : サンゴ礁修復事業に関しては、AIMS としてまず実現可能性を検討したい。AIMS、オーストラリア政府ともに単独ではできない事業なので、(これまで修復事業を実施してきた) 各国、各機関の協力を得たい。オーストラリアから他国へ技術を適用できるかどうかについても検討しなくてはならず、国際的なパートナーシップを AIMS は求めている。
- 棚原 : 沖縄県としても国際的な協力を歓迎します。各国での影響を把握できてよいことと思います。
- RB : 協定のスコープ、そして、覚書の日付にこだわらないということは合意できました。次に協定に関するスケジュールについて合意する必要があります。スケジュールを検討するなかで、まず、(AIMS の) 組織としてどのレベルの人を署名者とするべきでしょうか。前回、AIMS からはジェイミー・オリバー、沖縄県側からは環境部長ですね。同様のレベルの人でよいでしょうか。
- 岡地 : 沖縄県側は、AIMS からどなたかを沖縄に招聘して署名してもらおうことと、その日にシンポジウムを開催することを想定しています。
- RB : わかりました。前回と同様、研究部長レベルの人が沖縄へ行くということですね。スペインはむろん沖縄を訪問したいと思っているようです。
- DS : 私も代表となれるかもしれない。
- 棚原 : サンゴ礁修復事業の関連で、植え付け場所などご覧になるということでしたら来沖の機会にご案内します。
- RB : それはありがたいです。午前中のプレゼンテーションによれば、サンゴを移植した範囲は沖縄本島西海岸で3ヘクタールということでしたが。
- 岡地 : そうです。西海岸を含め県内合計でということですよ。

- BS : 前は「サンゴの日」にあわせて訪問しましたが、今回はいかがですか？なにか特別な日があるのですか？
- 津波 : できれば6月にしたい。
- BS : 6月は理事会、野外調査やマレーシアでの国際会議などいろいろある。調整しなくてはならない。
- 津波 : 調印式とシンポジウムをあわせて1日で開催する予定です。
- RB : 6月何日とまで決まっていなければ、その頃のマレーシアの国際会議の日程をみて、いつなら沖縄へ行けるか提案できます。シンポジウムはオニヒトデだけでなくサンゴも含めますか？
- 棚原 : 詳細はまだ決めていませんが、今年はサンゴ礁年なので、メインはサンゴとしたいです。そのなかでオニヒトデについても取り扱うということです。
- RB : ではオニヒトデに加えてオーストラリアの修復事業についてもプレゼンできますね。良いプランだと思います。次のステップは覚書ですが、そちらについては、まずは沖縄県側で修正・レビューしたものをAIMSへ送ってもらい、こちら側で再度法的・文法的な側面をレビューすることとします。私たちからは、誰が、いつ沖縄を訪問できるかを調整してお知らせします。
- 岡地 : 了解しました。私が沖縄県側の連絡窓口となりますので、覚書、日程、その他の連絡をお受けします。
- RB : よろしくお願ひします。スベン、あなたは沖縄県との協定を当初からリードしてきたので、今回もAIMS側の窓口になってくれますか。
- SU : 私ではよろしければ。
- BS/DS : 異存ありません。
- SU : 岡地さん、私とあなたがそれぞれの連絡窓口となることに沖縄県代表団も了承していただけますか。
- 棚原 : 了解しました。あと1つ、沖縄にお招きできるのはお二方です。
- BS : もし2人以上派遣するようなら、その費用はむしろAIMS側で負担します。
- RB : 他に話し合うことはありますか？
- 棚原 : 先ほど議論した調査研究の優先順位リスト（以下、リサーチアジェンダ）は、覚書の見直しと並行してすすめますか？
- RB : 並行ですすめてよいと思いますが、リサーチアジェンダのほうは時間が必要でしょう。というのも、オニヒトデはすでに双方実施しているのですぐにできますが、サンゴ礁修復事業のほうではこれから協力体制の計画をたてることになるからです。
- 棚原 : リサーチアジェンダがシンポジウムの時までにはできればよいと考えています。
- BS : 可能でしょう。覚書は高いレベルのものとして、リサーチアジェンダは時宜に応じて変更可能な内容のものを作成できると思います。
- SU : 以上ですね。今日の議事と覚書（案）は回覧します。たいへん建設的でした。本日は長時間ありがとうございました。

(以上 49分33秒)

# 4. 付録（沖縄県側のプレゼンテーション資料）

## 4-1. オニヒトデ研究

**1**

**2**

**Okinawa's COTS program 2012-2018**

Comprehensive management program of Crown-of-Thorns Starfish outbreaks in Okinawa

1. Develop early detection techniques  
Establishing a framework for community-based monitoring of adult and juvenile COTS
2. Research on causal factors  
Evaluating the relative importance of causal factors of COTS outbreaks in Okinawa
3. Establish an effective / efficient solution  
Review previous control programs  
Discussion on a future comprehensive COTS program

**3**

Highlights in FY2017

1. Juvenile ecology
2. Larval nutrition
3. Water quality
4. Larval transport

Photos courtesy of Drs M. Yamaguchi (embryo) / R. Babcock (spawning)

**4**

**Juvenile ecology**

Juvenile growth in Okinawa

**5**

Manza

Sunabe

Comparison of Juvenile growth

**6**

Diameter (mm)

2013年調査の成長曲線 (連続)

2014年調査の成長曲線 (上)

**7**

COTS Growth curve

Diameter (mm)

2013 2014 2015 2016

**8**

Mortality rate survey

Random quadrat + N-mixture model was infeasible

曼珠村 (個体密度)

北谷町 (個体密度)

図 4-4-1 (1). 沖縄県オニヒトデ総合対策事業のプレゼンテーションスライド。

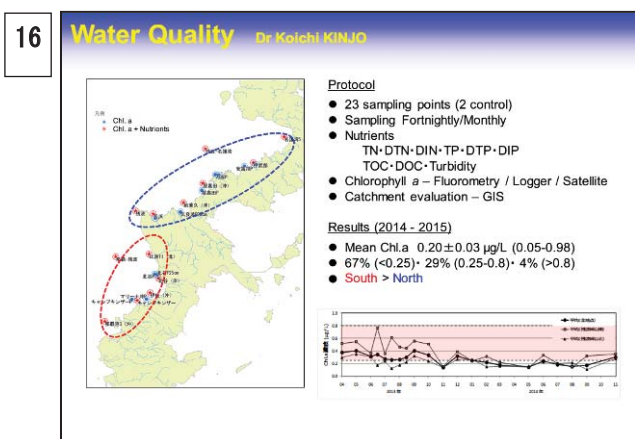
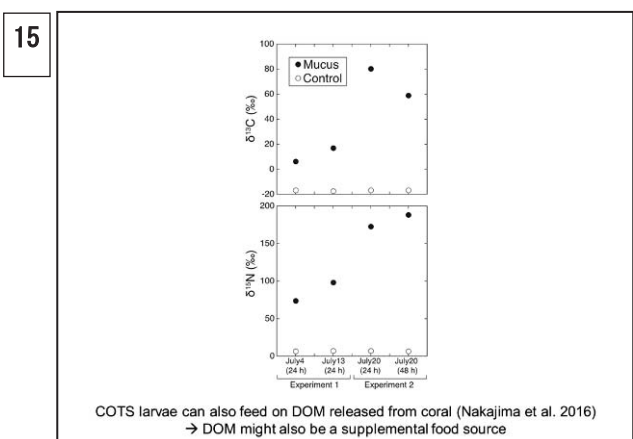
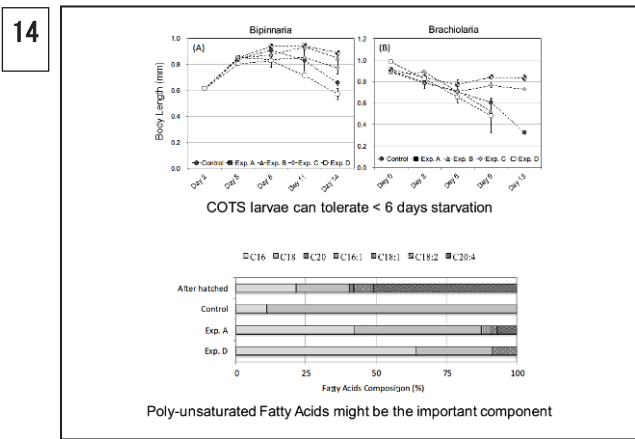
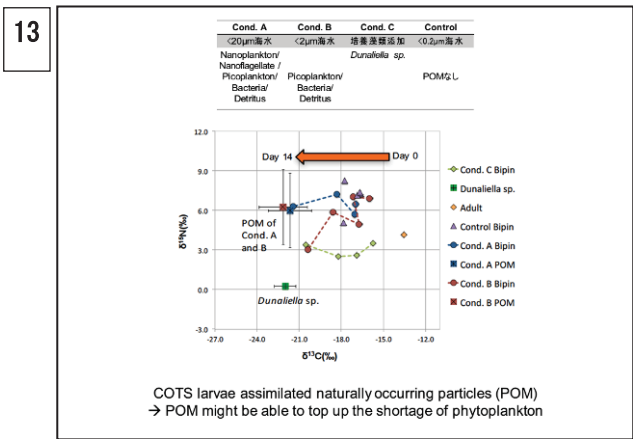
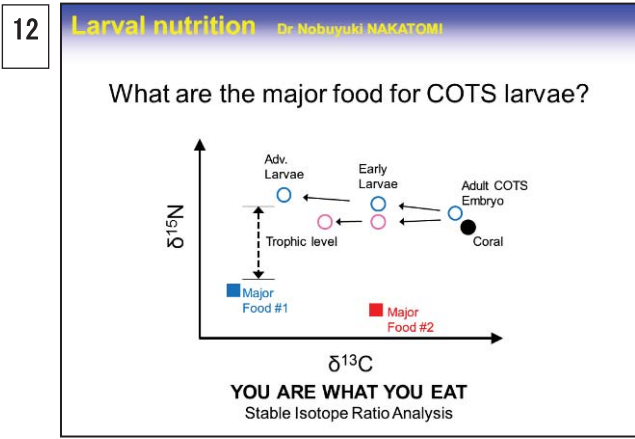
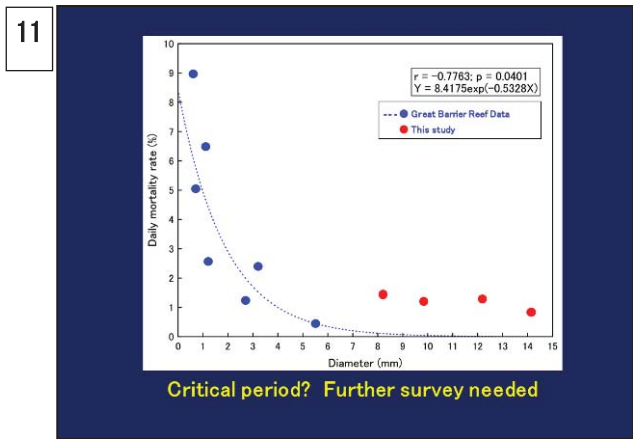
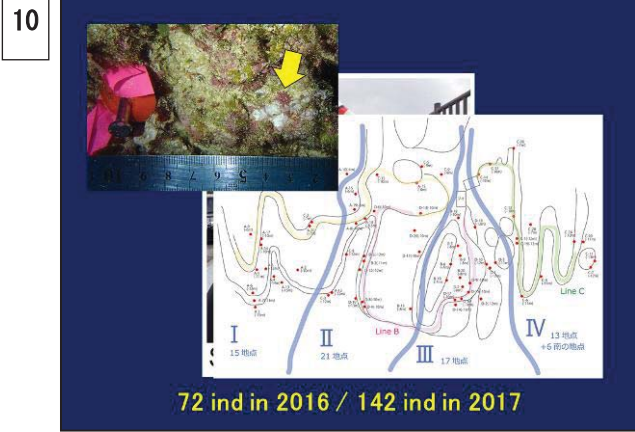
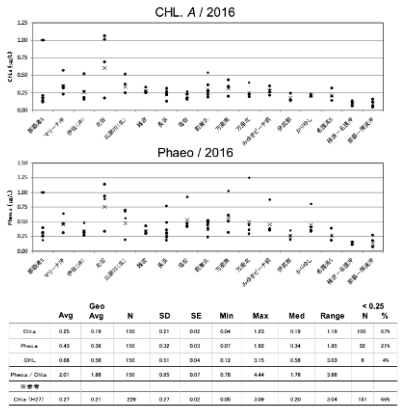


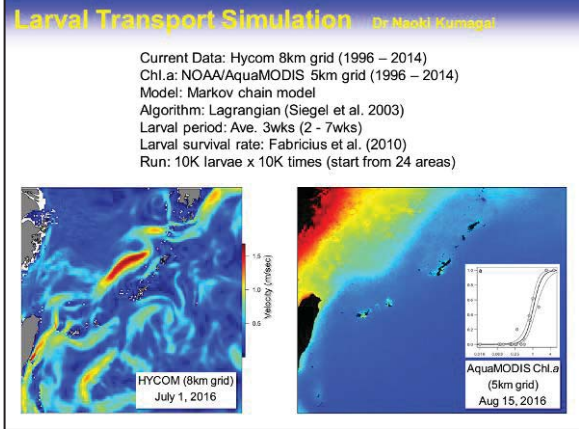
図 4-4-1 (2). 沖縄県オニヒトデ総合対策事業のプレゼンテーションスライド.



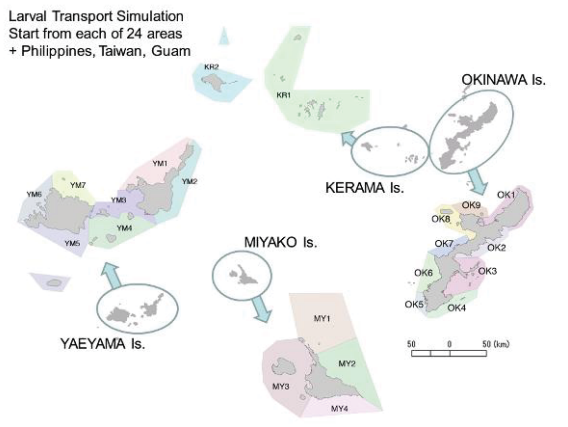
17



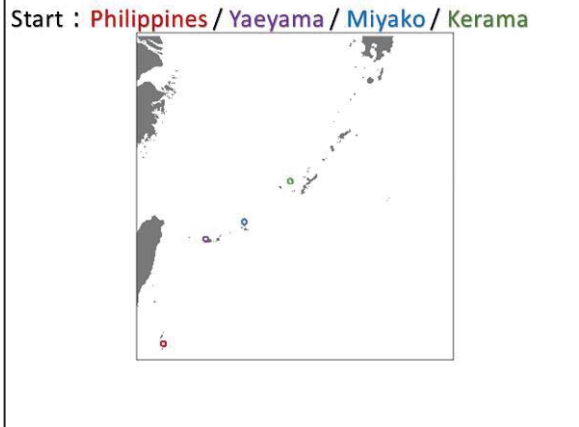
18



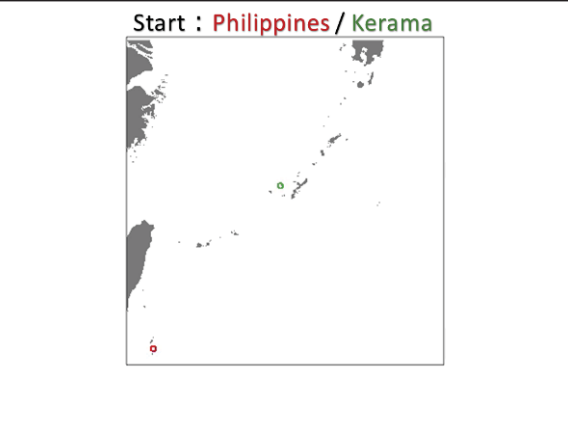
19



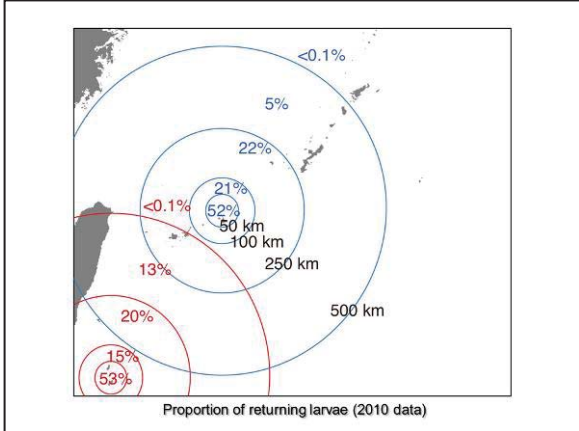
20



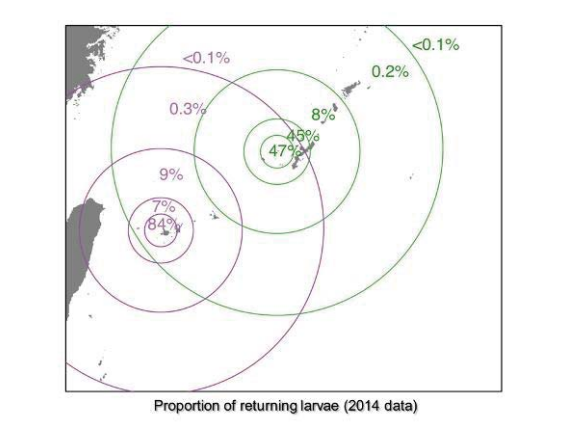
21



22



23



24

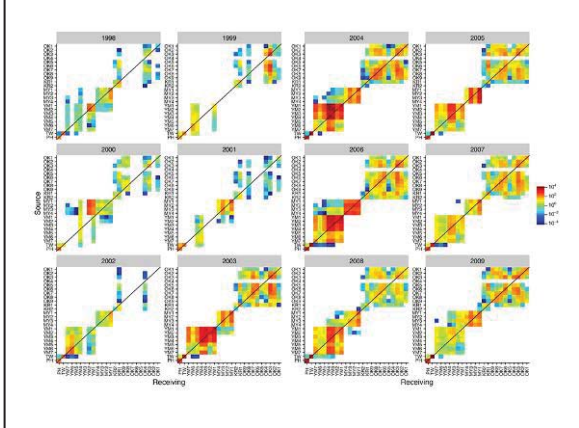


図 4 - 4 - 1 ( 3 ). 沖縄県オニヒトデ総合対策事業のプレゼンテーションスライド.

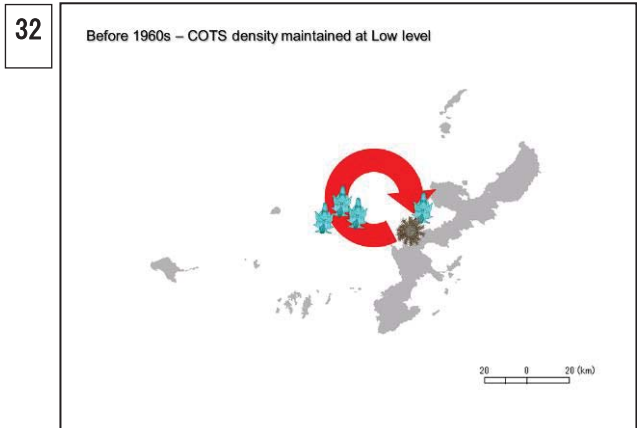
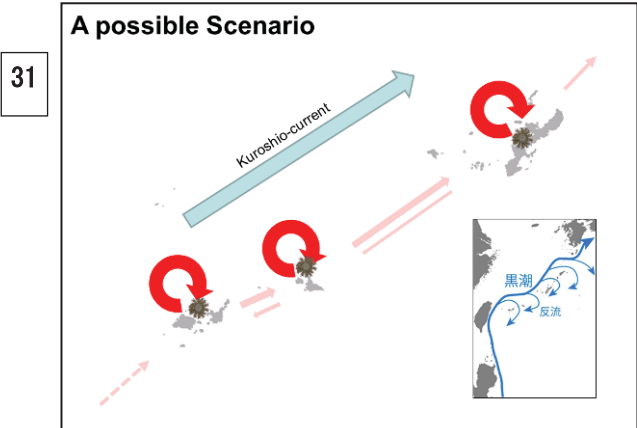
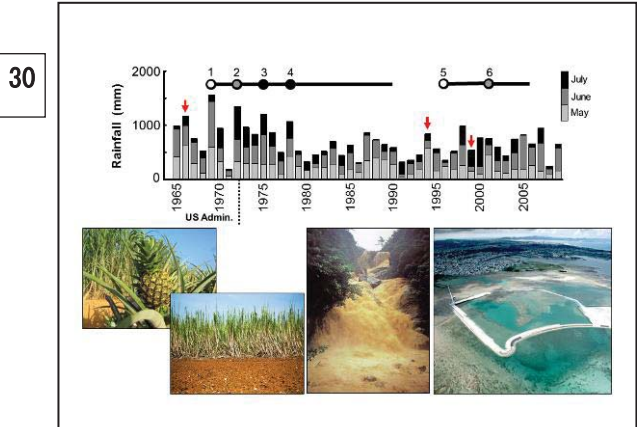
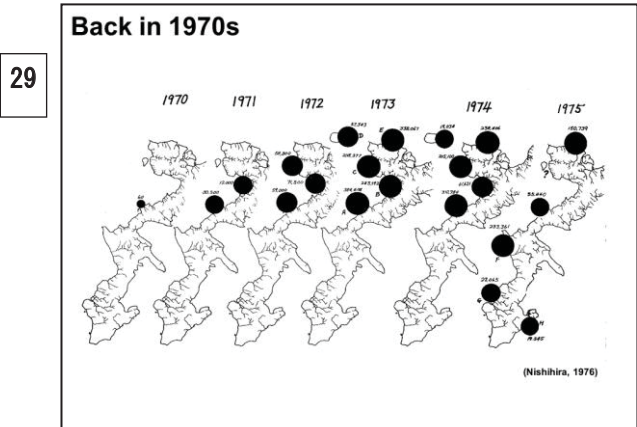
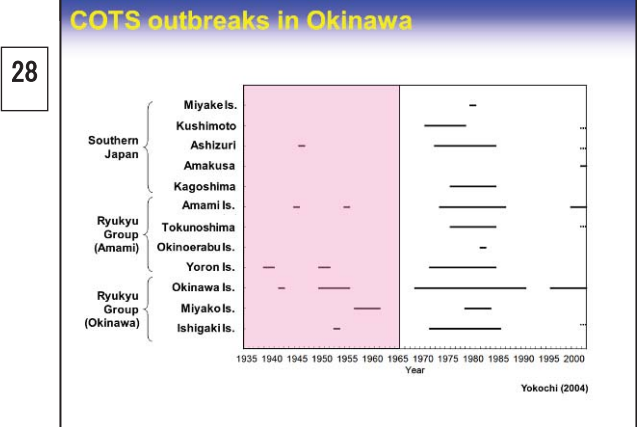
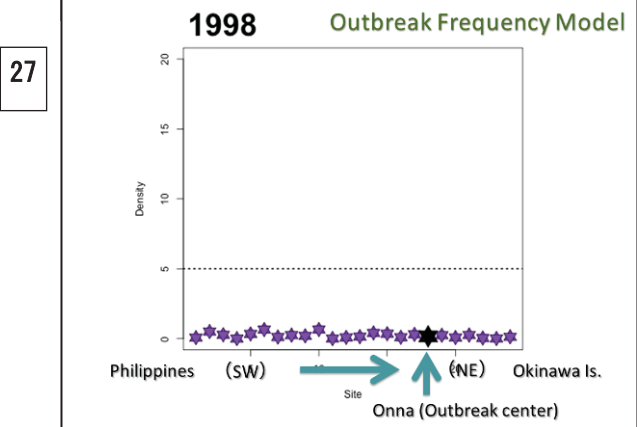
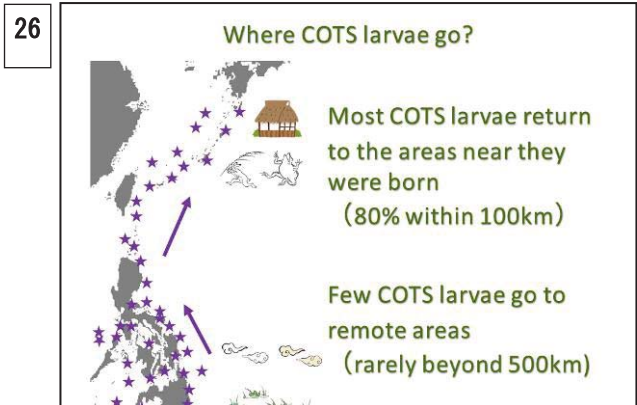
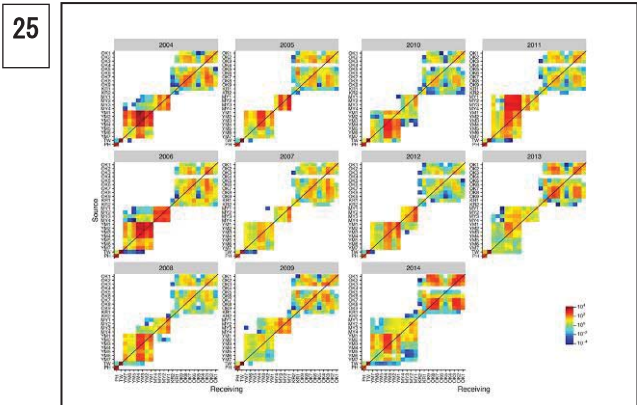
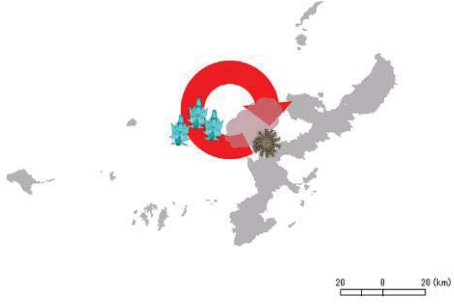


図 4-4-1 (4). 沖縄県オニヒトデ総合対策事業のプレゼンテーションスライド.

33

1960s – 1970s Nutrient Runoff exacerbated  
due to active land / coastal development



34

Consequence – Primary outbreak followed by  
Prolonged secondary outbreaks  
COTS density maintained at HIGH level

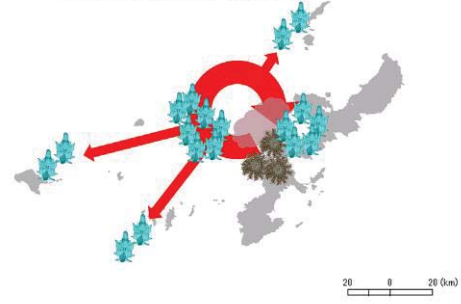


図 4 - 4 - 1 (5). 沖縄県オニヒトデ総合対策事業のプレゼンテーションスライド.

## 4-2. サンゴ移植事業の資料

1

2

### サンゴ礁保全再生事業

**1. 事業年度**  
2010年度～2016年度

**2. 事業目的**  
沖縄県のサンゴ礁は様々な攪乱要因(白化現象、オニヒトデ大量発生、赤土流出など)により、衰退しているため、サンゴ礁再生手法の確立や地域のサンゴ礁保全活動を支援することにより、豊かなサンゴ礁生態系の保全・再生を促進する。

3

### 3. 主な事業内容

**①サンゴ再生に関する調査研究**

- サンゴの遺伝子解析等の研究
- 有性生殖法によるサンゴ種苗の大量生産技術の開発
- サンゴ種苗の中間育成技術の開発

**②サンゴ礁再生実証試験**

- 有性生殖法によるサンゴ種苗の植付
- 無性生殖法による種苗の植付

**③サンゴ礁保全活動支援**

- 地域のサンゴ礁保全活動を支援
- サンゴ礁保全教育・啓発活動を促進

OISTでの遺伝子解析

サンゴの植え付け

普及啓発活動

4

### 4. 主な成果

**①サンゴ再生に関する調査研究**

- サンゴの個体識別を可能とするマイクロサテライトマーカーの開発
- タカセガイ育成礁を利用した中間育成技術の開発によりサンゴ種苗の生残率が向上
- 有性生殖法によるサンゴ種苗の大量生産に成功(約1万7千本)

マイクロサテライトマーカーの開発

中間育成中のサンゴ種苗(タカセガイ育成礁)

生産されたサンゴ種苗

5

### 4. 主な成果

**②サンゴ礁再生実証試験**

- 約15万本のサンゴ種苗を、再生実証海域(恩納、読谷、慶良間)の約3.42haへ植付(世界初)

再生実証海域(3海域)

恩納、読谷、慶良間海域

再生地点

再生されたサンゴ礁(恩納村)

6

### 4. 主な成果

苗の育成(1日目)

苗の育成(19日目)

観サンゴ育成種(前兼久)

苗の育成(6ヶ月後)

植付エリア(前兼久)

7

生残率の推移(前兼久)

生残率の推移(恩納)

平均直径(上)と被度(下)の推移(前兼久)

平均直径(上)と被度(下)の推移(恩納)

8

### 4. 主な成果

**③サンゴ礁保全活動支援**

- 県内76団体に補助金を交付し、ボランティア団体等によるサンゴ礁保全活動を支援

海の環境学習会

海中清掃活動

オニヒトデの駆除

図4-4-2(1). 沖縄県サンゴ再生事業のプレゼンテーションスライド.

389

9

### 5. 事業成果の発信

①学会等での事業成果の発信

- ・事業成果について国内外の学会誌等への論文の投稿やサンゴ礁学会等で発表。

②県民への事業成果の発信

- ・県内各地（本島、宮古、八重山）でシンポジウムを開催

OISTでのシンポジウム      国際サンゴ礁学会      サンゴの祭フェスタ in うらな祭り

10

### 6. 今後の課題

①サンゴ種苗の植付にはコストがかかる

- ・無性生殖法によるサンゴ種苗の植付（1本あたり2,000円）
- ・有性生殖法によるサンゴ種苗の植付（1本あたり2,700円～3,500円）

※初期投資コストを除き、習熟した作業員が行ったと仮定

②サンゴの白化対策

- ・1998年以降の高海水温等の影響による大規模白化現象により中間育成中のサンゴ種苗や植付たサンゴに大きな被害が発生した

③地域での継続したサンゴ礁保全活動

- ・地域で継続してサンゴ礁保全活動を行う体制の構築

サンゴの植付      白化したサンゴ      オニヒトデの駆除

11

### サンゴ礁保全再生地域モデル事業

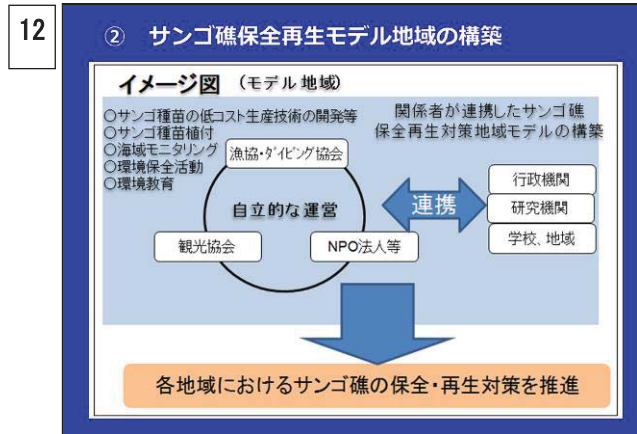
#### 1. 事業年度

2017年度～2021年度

#### 2. 主な事業内容

① サンゴ種苗の植付費用の低コスト化及び白化対策技術の開発、再生されたサンゴ礁の調査等

サンゴ種苗植付費用の低コスト化      サンゴの白化対策（遮光ネット）      再生されたサンゴ礁の海成生態系影響調査



13

### オニヒトデ対策普及促進事業

事業期間 2018年度～2021年度

事業目的

これまでのオニヒトデ総合対策事業（2012～2017）において実証されたオニヒトデの大量発生予防について、実行可能な手法を検証しながら技術の精度向上を図るとともに、大量発生メカニズムの解明をさらに進め、地域で実施可能な大量発生防止対策を全国的に普及させる。

主な事業内容

- 地域団体と連携した大量発生防止対策等
- 様々な地域において、大量発生予防手法にかかるモニタリング等を実施し、地域での実行可能性を検証しながら技術の精度向上を図る。また、予防手法を活用したオニヒトデ防除活動の普及を支援する。
- 地域団体等による大量発生予防（稚ヒトデ、オニヒトデ、食痕数、サンゴ被度等のモニタリング）を活用した駆除等の実施、検証
- 事業遂行負担軽減対策

事業イメージ

オニヒトデ総合対策事業（2012～2017）の成果

- 駆除行動範囲における大量発生予防検証（稚ヒトデモニタリング等）
- 大量発生メカニズムの解明（水温による発生プランクトン以外の有機物の発生等の発見等）

地域団体と連携した大量発生防止対策

- 地域団体等
  - 漁協
  - ダイビング協会
  - 観光協会等
- 補助
  - 技術の普及
- 委託
  - 事業者
- 研究機関
  - OIST
  - 琉球大学
  - 他 等

オニヒトデ対策の普及促進

- 大量発生予防（稚ヒトデ、オニヒトデ、食痕数、サンゴ被度等モニタリング）を活用した駆除等の実施、検証
- 栄養塩負荷軽減対策
- 稚ヒトデモニタリングトレーニング
- 事業遂行負担軽減対策・技術の開発
- オニヒトデ発生・成体調査研究
- 稚ヒトデトラップの開発
- オニヒトデトラップの開発 等



図 4-4-2 (2). 沖縄県サンゴ再生事業のプレゼンテーションスライド.

