

令和 3 年度国民参加による 気候変動情報収集・分析委託業務

令和 4 年 3 月 7 日

三重県

	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
課題										
妥当性確認										
普及啓発										

【将来予測の実施】

－ 海水温の将来予測情報の入手と解析 －

1. 入手した海水温の将来予測情報
2. 基準期間における予測値と測定値との比較
3. バイアス補正の手法の検討
 - ①衛星データを用いた方法
 - ②測定データを用いた方法
4. バイアス補正実施結果

－ 海水温の上昇によって、養殖水産物(黒ノリ、真珠、マダイ)にどのような気候変動影響をもたらすのか、定量的に予測 －

1. 黒ノリへの影響予測実施結果
2. 真珠（アコヤガイ）への影響予測実施結果
3. マダイへの影響予測実施結果
4. 総括

【将来予測計算の妥当性確認】

【普及啓発等】

【まとめ】

将来予測の実施

海水温の将来予測情報の入手と解析

1. 入手した海水温の将来予測情報

国立研究開発法人海洋研究開発機構（JAMSTEC）から海水温の将来予測情報を入手し、三重県沿岸域全域の水溫データを抽出して使用した。

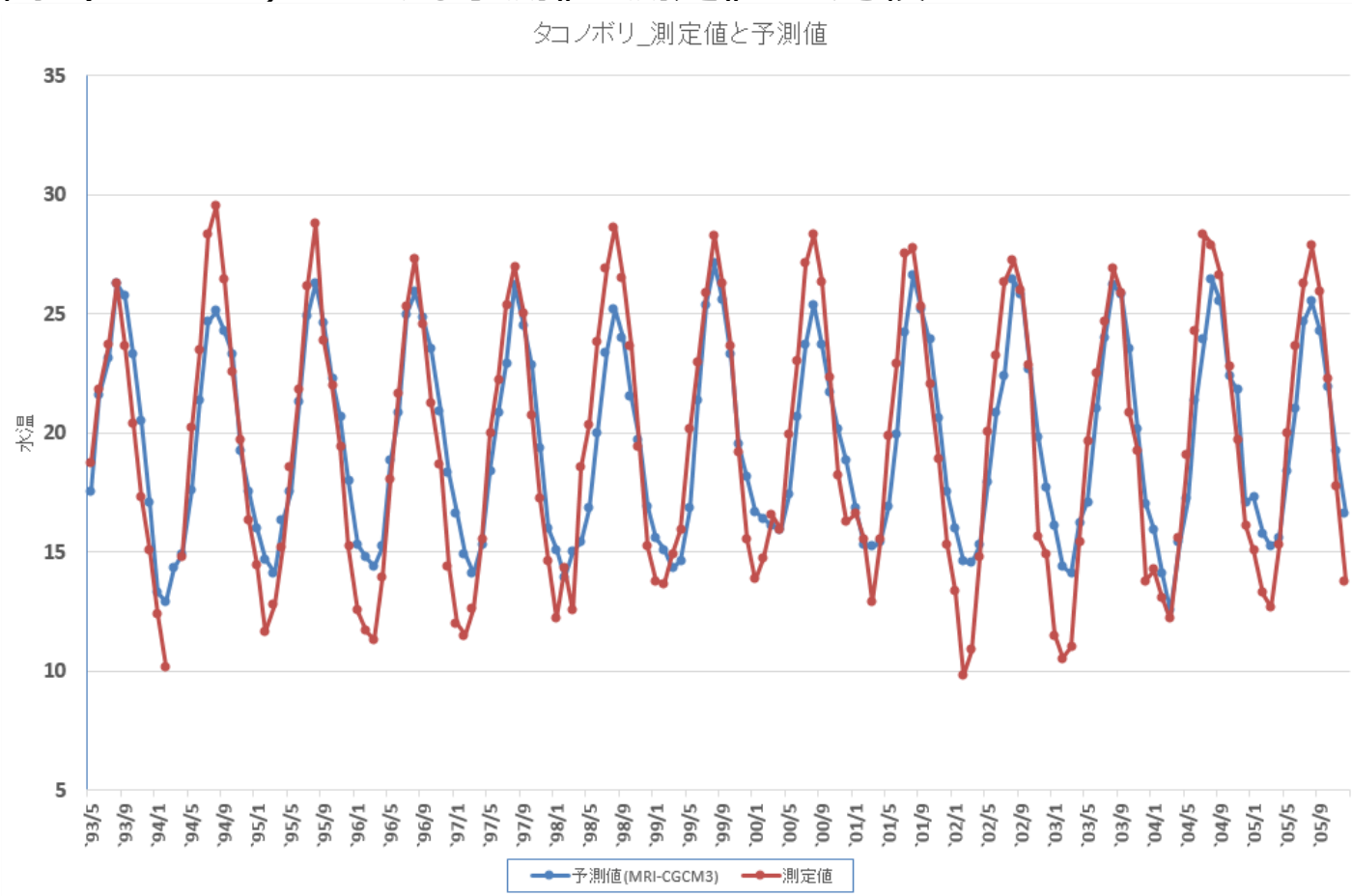
表 1 入手した将来予測情報

データセット名	日本近海域2kmデータセット: FORP-JPN02
気候モデル	MIROC5,MRI-CGCM3, GFDL-ESM2M,IPSL-CM5A-MR
気候パラメータ	水温、塩分、海面高度等
排出シナリオ	RCP2.6シナリオ、RCP8.5シナリオ
予測期間	historical(1991-2005)、 21世紀中頃(2041-2055)、 21世紀末(2086-2100)
エリア	日本近海域三重県沿岸域全域

将来予測の実施

海水温の将来予測情報の入手と解析

2. 基準期間（historical）における予測値と測定値との比較



予測値と測定値との間で最大 3℃近い誤差を確認した。

図1 測定値と予測値との比較

⇒ 本事業では、「30度を超える年間日数変化」などの具体的な日数変化の予測を目指していることから、バイアス補正が必要であると判断し、その方法の検討を行った。

将来予測の実施

海水温の将来予測情報の入手と解析

3. バイアス補正の手法の検討

①衛星データを用いた方法

(複数の観測衛星データを融合した全球高解像度客観解析海面水温データを用いる方法)

表層海水温を面的に直接得ることを目的として衛星観測データから作成された東北大学全球高解像度客観解析海面水温データを用いたバイアス補正を検討した。

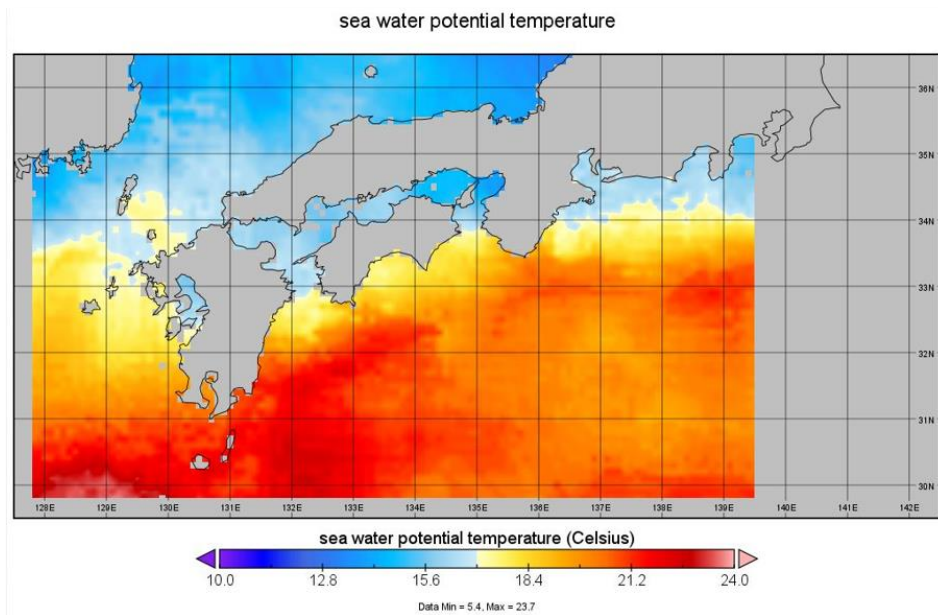


図2 全球高解像度客観解析海面水温データから三重県近海を抽出した結果

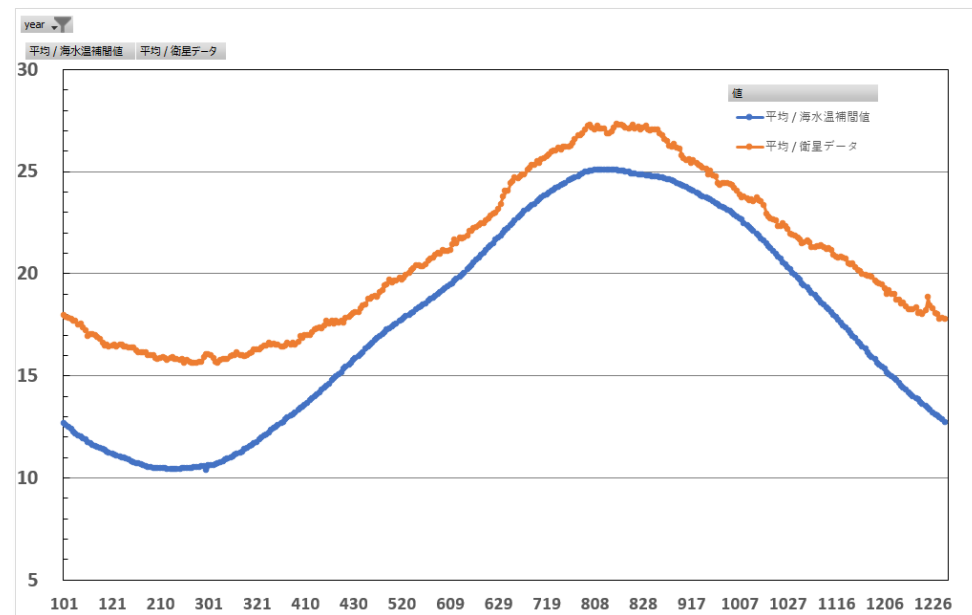


図3 測定値から線形内挿して算出した海水温と衛星データとの比較

利点：幅広い地点の海水温データを用いることができる

欠点：沿岸近くを観測できないマイクロ波を用いているため、実測値との乖離がある可能性がある

将来予測の実施

海水温の将来予測情報の入手と解析

3. バイアス補正の手法の検討

②測定データを用いた方法

三重県近海で実施している伊勢湾浅海定線調査等の実際の測定値を用いたバイアス補正を検討した。

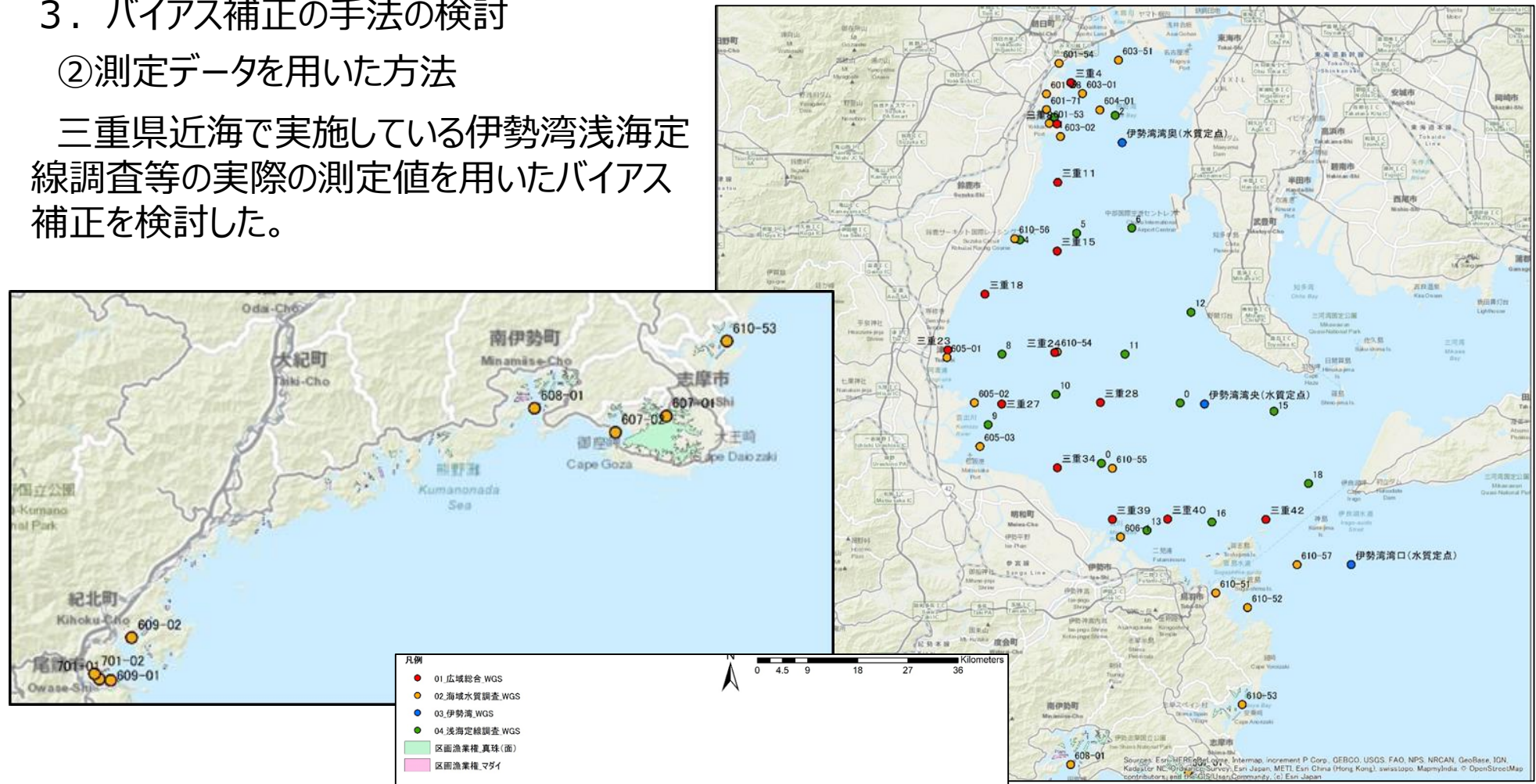


図4 測定地点

利点：測定結果の信頼性が比較的高い、様々な深さの測定データがある

欠点：測定地点や測定日が限定的である

将来予測の実施

海水温の将来予測情報の入手と解析

3. バイアス補正の手法の検討

有識者（三重大学 立花教授）からの助言

変化量のエリアでの分布をみるなど、広域での分布を見たい場合は衛星データが使いやすいが、水温の絶対値を見たい場合は、観測値を用いる方法で良いであろう。

表 2 影響予測を行う水産物と予測項目（再掲）

影響予測を行う水産物	予測項目
黒ノリ（スサビノリ）養殖	◎養殖開始時期：23℃に低下する時期の変化 ◎養殖期間：養殖開始（23℃）から10℃（海域によっては8℃）に低下する時期と日数 ◎食害（クロダイ、アイゴ、グレ）を受ける期間：生息可能な水温11℃ ◎病害（赤腐れ病）発病リスク：18℃以上でリスクが高くなる ◎生長不良期間の変化：20℃で継続する期間の変化
真珠養殖	○生存上限水温を超える日数：30℃以上になる日数 ○アコヤガイが避寒を要する日数：15℃未満になる日数（追加） ○赤変病予防期間：15℃との差の累積が100を満たす時期（追加）
マダイ養殖(魚病含む)	○養殖適水温の日数：20℃から28℃の範囲となる年間日数及び養殖適地 ○生存上限水温を超える日数：30℃以上になる日数（追加）

⇒本事業では、前述したとおり「30度を超える年間日数変化」などの具体的な日数変化の予測を目指しており、水温を絶対値として用いるため、バイアス補正の手法として「測定データを用いた方法」が妥当であると判断した。

将来予測の実施

海水温の将来予測情報の入手と解析

4. バイアス補正実施結果

影響予測会議にて、バイアス補正を実施する海域を協議し、バイアス補正を実施した。

表3 バイアス補正を行う海域

	海域名	バイアス補正基準点及び使用したデータ	影響評価の実施地点
1	桑名	伊勢湾浅海定線調査観測点(ST)1、2	伊曾島(温泉)
2	四日市	伊勢湾浅海定線調査観測点1、2	—
3	白子	伊勢湾浅海定線調査観測点4	白子
4	津	伊勢湾浅海定線調査観測点8	津(クロノリ)
5	松阪	伊勢湾浅海定線調査観測点9	大口
6	伊勢	伊勢湾浅海定線調査観測点13	大淀
7	鳥羽	伊勢湾浅海定線調査観測点16、18	桃取、答志、菅島(表)、菅島(裏)
8	英虞湾	英虞湾汚染対策調査(タコノボリ)	タコノボリ
9	的矢湾	県公共用水域観測データ610-53	的矢湾
10	五ヶ所湾	県公共用水域観測データ608-1	五ヶ所湾
11	南伊勢町	熊野灘沿岸定線観測調査観測点1	迫間浦、阿曽浦～古和浦(阿曽浦及び神前浦)
12	尾鷲湾	熊野灘沿岸定線観測調査観測点8	錦、引本浦、大曽根、三木浦

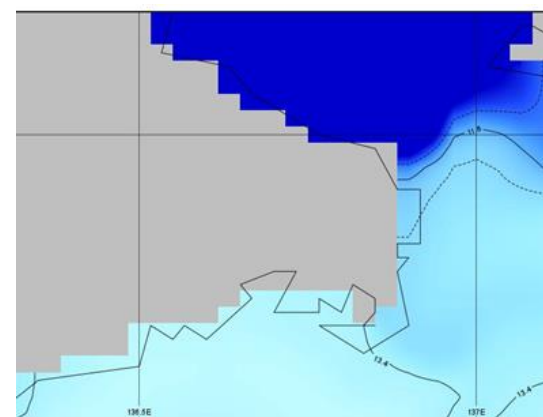


図5 1991/3/7の水温分布(鳥羽)

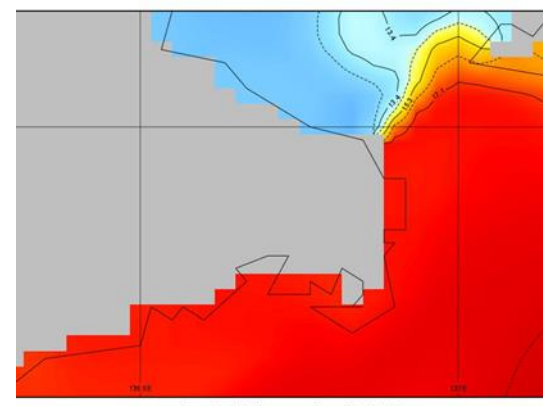


図6 2086/3/7の水温分布(鳥羽)

※便宜上、特定の一日の画像を比較している。

3
度
程
度
上
昇

将来予測の実施

海水温の将来予測情報の入手と解析

4. バイアス補正実施結果

影響予測会議にて、バイアス補正を実施する海域を協議し、バイアス補正を実施した。

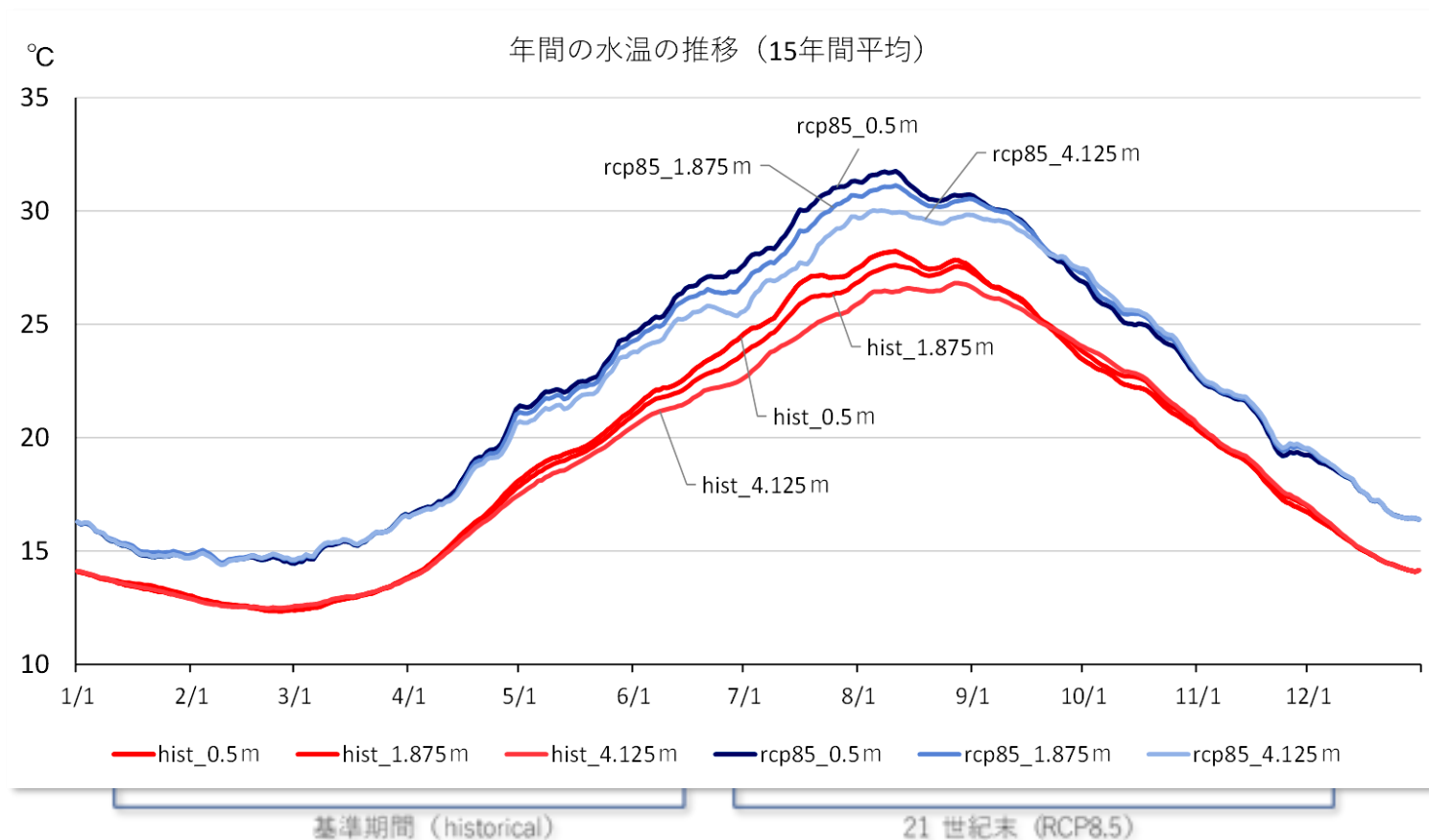


図7 バイアス補正後の年間水温推移（15年平均）_英虞湾（タコノボリ）_基準期間（historical）及び21世紀末（RCP8.5）

将来予測の実施

海水温の上昇によって、養殖水産物(黒ノリ、真珠、マダイ)にどのような気候変動影響をもたらすのか、定量的に予測

1. 黒ノリへの影響予測実施結果

バイアス補正後の海水温予測データを用いて、養殖水産物の影響予測を実施した。

①黒ノリの養殖開始時期（23℃に低下する時期の変化）

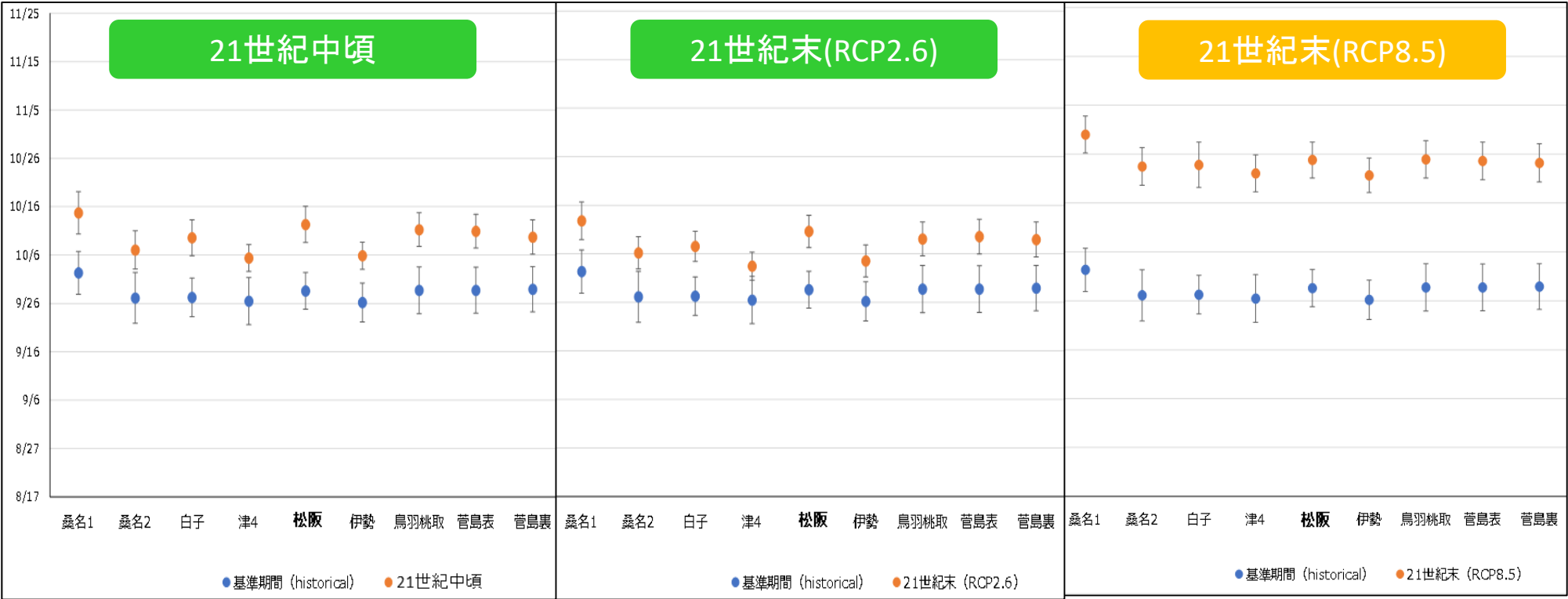


図8 黒ノリの養殖開始時期（桑名、白子、津、松阪、伊勢、鳥羽桃取、菅島）

※バーは95%信頼区間

○基準期間では9月中旬～10月初頭なのに対して、21世紀末（RCP8.5）では10月中旬～11月初頭に約1ヵ月程度遅延する見込みである。

○黒ノリの養殖は表層近くで行われるため、影響予測に用いる水深は0.5mとした。

将来予測の実施

海水温の上昇によって、養殖水産物(黒ノリ、真珠、マダイ)にどのような気候変動影響をもたらすのか、定量的に予測

1. 黒ノリへの影響予測実施結果

バイアス補正後の海水温予測データを用いて、養殖水産物の影響予測を実施した。

②黒ノリの養殖可能期間（養殖開始後に水温が最低水温に達して2℃上昇するまで）

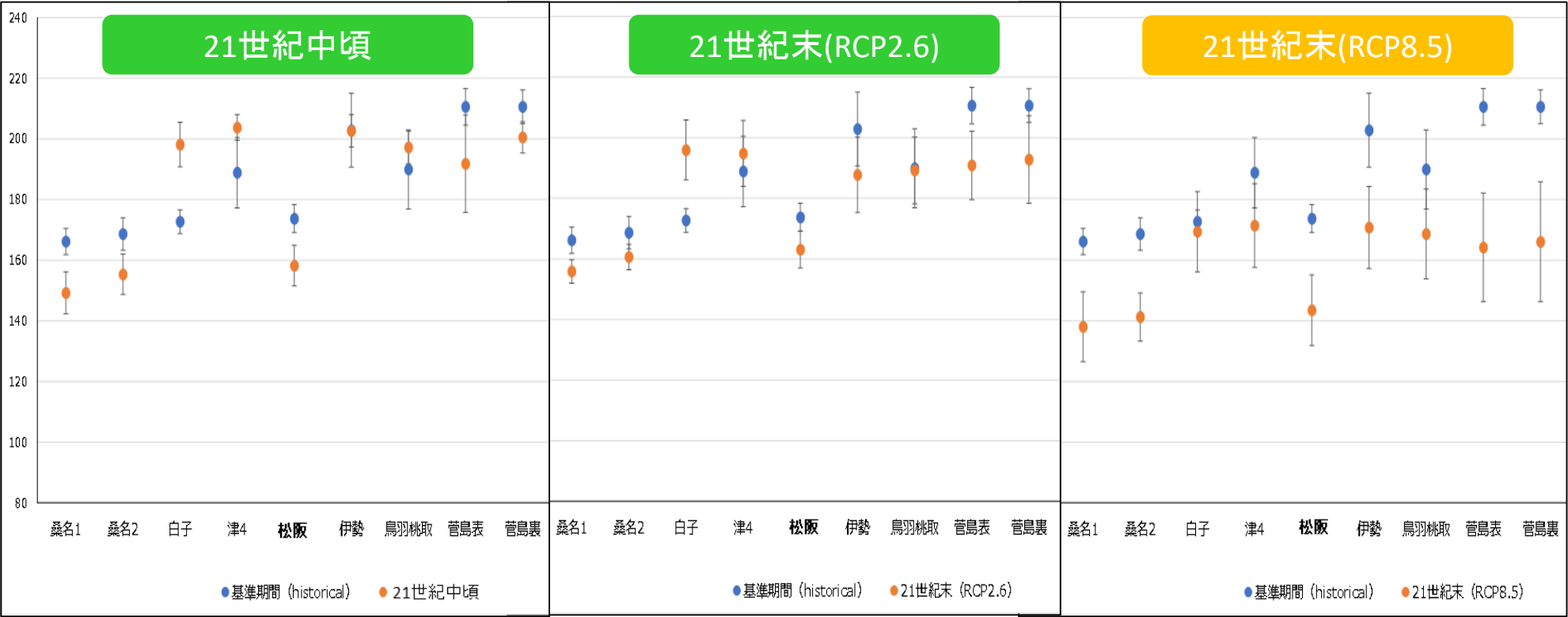


図9 黒ノリの養殖可能期間（桑名、白子、津、松阪、伊勢、鳥羽桃取、菅島）

※バーは95%信頼区間

○基準期間では170～220日程度なのに対して、21世紀末（RCP8.5）では130～180日程度と30日間程度減少する見込みである。

○黒ノリの養殖は表層近くで行われるため、影響予測に用いる水深は0.5mとした。

将来予測の実施

海水温の上昇によって、養殖水産物(黒ノリ、真珠、マダイ)にどのような気候変動影響をもたらすのか、定量的に予測

2. 真珠（アコヤガイ）への影響予測実施結果

バイアス補正後の海水温予測データを用いて、養殖水産物の影響予測を実施した。

①アコヤガイの生存上限水温を超える年間日数（水温が30℃以上になる日数）

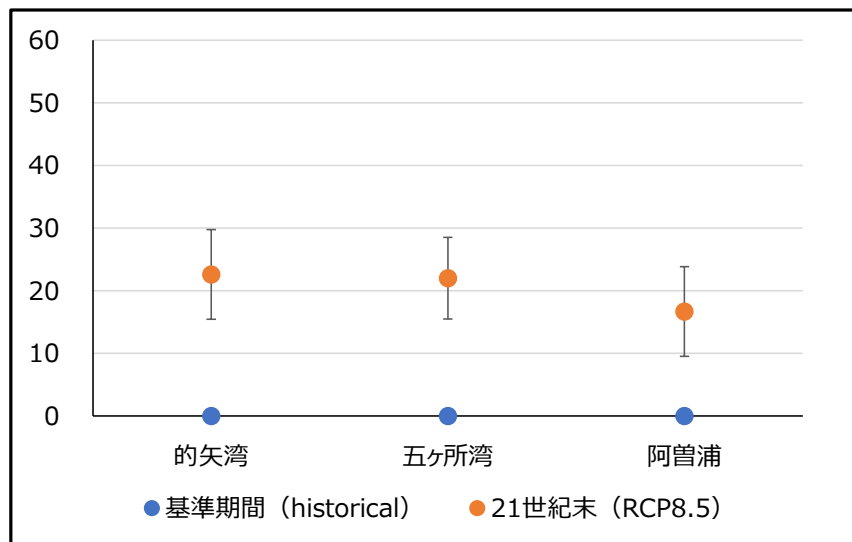


図10 水温が30℃以上になる日数_水深0.5m（的矢湾、五ヶ所湾、阿曽浦）

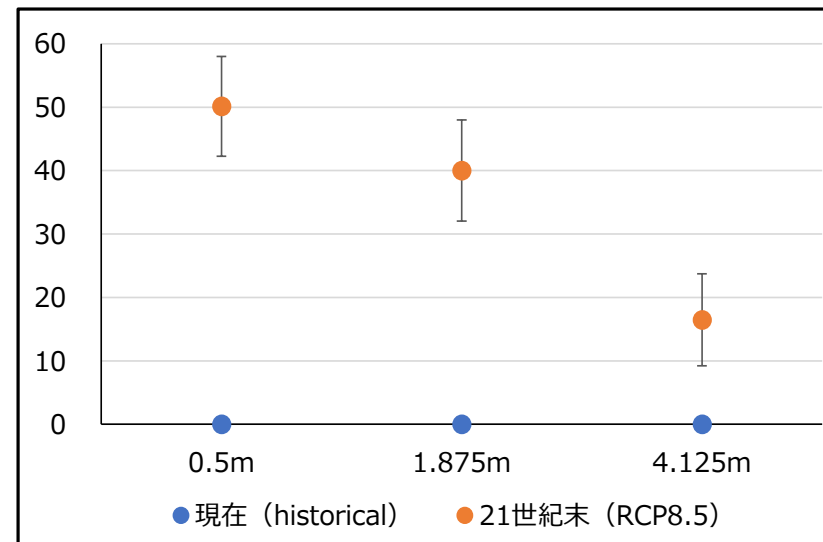


図11 水温が30℃以上になる日数_水深0.5m、1.875m、4.125m

（英虞湾（タコノボリ））

※バーは95%信頼区間

○すべての海域において基準期間では0日なのに対して、21世紀末（RCP8.5）では水深0.5mで50～20日程度増加する見込みである。

○また、水深が深くなるにつれて減少する見込みである。

○真珠（アコヤガイ）の養殖は水深2m付近までで行われており、高水温対策として深吊り（5m付近）が推奨されているため、影響予測に用いる水深は0.5m、1.875m、4.125mとした。

将来予測の実施

海水温の上昇によって、養殖水産物(黒ノリ、真珠、マダイ)にどのような気候変動影響をもたらすのか、定量的に予測

3. マダイへの影響予測実施結果

バイアス補正後の海水温予測データを用いて、養殖水産物の影響予測を実施した。

①マダイの稚魚の生存上限水温を超える日数（30℃以上になる年間日数）

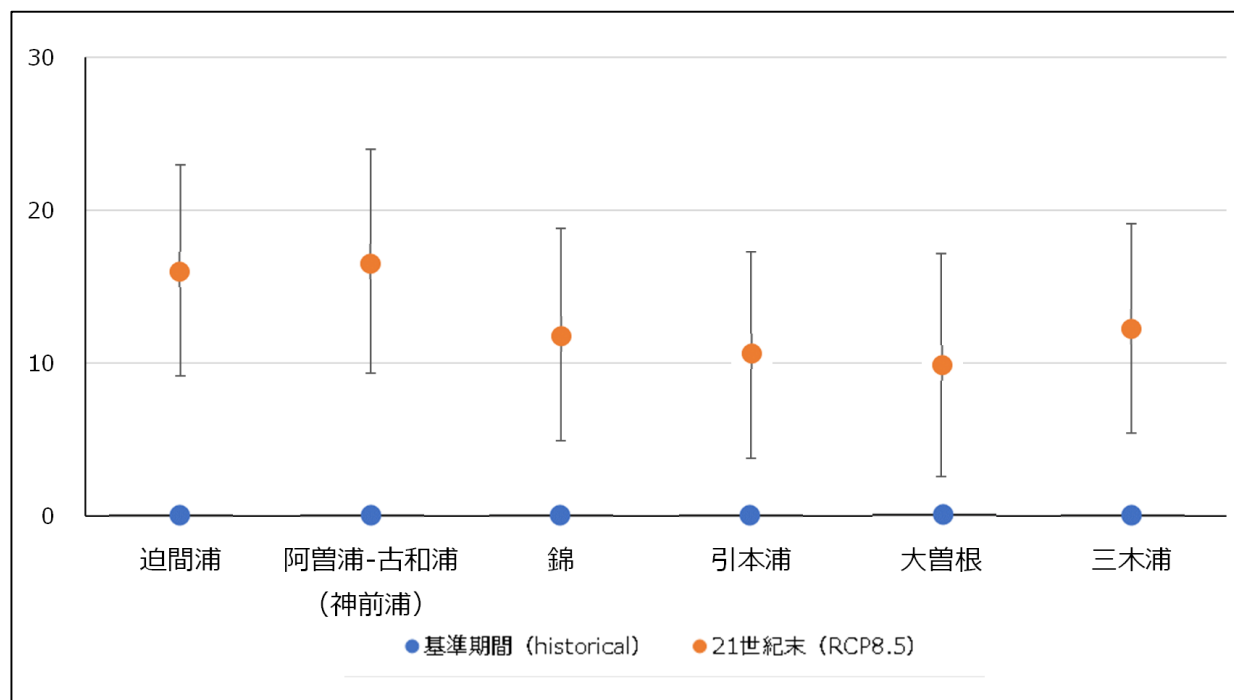


図12 マダイの稚魚の生存上限水温を超える日数（迫間浦、神前浦、錦、引本浦、大曽根、三木浦）

※バーは95%信頼区間

○すべての海域において基準期間では0日なのに対して、21世紀末（RCP8.5）では水深0.5mで10～20日程度増加する見込みである。なお、他の水深では0日の見込みである。

○マダイの養殖は10m～15mまでで行われるため、影響評価に用いる水深は0.5m、1.875m、4.125m、7.5m、12.25mとした。

将来予測の実施

海水温の上昇によって、養殖水産物(黒ノリ、真珠、マダイ)にどのような気候変動影響をもたらすのか、定量的に予測

4. 総括

○黒ノリ

養殖開始日が遅延し、養殖可能期間が減少することが見込まれており、生産量に大きな影響が出ることが懸念されるため、黒ノリ養殖が維持されていくためには、新たな品種作出をはじめ、環境変化に適応した養殖手法にかかる技術開発が必要となると考えられる。

○真珠（アコヤガイ）

夏期の高水温によるへい死率の上昇や真珠形成の停滞や異常による真珠品質の低下が起こる恐れがあるため、真珠養殖を継続していくためには、育種による高水温耐性の高いアコヤガイの作出、沖合など水深の深い海域での深吊り等の養殖技術の開発が必要になると考えられる。

○マダイ

表層では、マダイの稚魚の生存上限水温を超える日数が増えてくると見込まれているが、表層以外では、マダイに適した水温日数が増える方向にあることからマダイを表層に上げることなく中層以下で給餌する等の手法が導入されれば基準年以上に短期間での成長が期待できるのではないかとと思われる。

将来予測計算の妥当性確認

打合せ、影響予測会議

開催日等	主な内容
水産研究所(浜島)打合せ_真珠 (令和3年4月5日)	- 令和2年度国民参加事業の計画書等について改めて説明 - 真珠について
水産研究所(白子)打合せ_黒ノリ (令和3年4月19日)	- 令和2年度国民参加事業の計画書等について改めて説明 - 黒ノリ養殖に必要な予測水深について
水産研究所(尾鷲)打合せ_マダイ (令和3年4月22日)	- 令和2年度国民参加事業の計画書等について改めて説明 - マダイの養殖適水温について
水産研究所(浜島)打合せ(Web) _真珠 (令和3年6月21日)	- M-GISへの入力が完了したデータの確認 - 海水温の補正をしたグラフの共有
水産研究所(白子)打合せ(Web) _黒ノリ (令和3年7月5日)	- M-GISへの入力が完了したデータの確認 - 海水温の補正をしたグラフの共有
水産研究所(浜島)打合せ(Web) _真珠 (令和3年7月9日)	- M-GISへの入力が完了したデータの確認 - 海水温の補正をしたグラフの共有
水産研究所(尾鷲)打合せ(Web) _マダイ (令和3年7月15日)	- M-GISへの入力が完了したデータの確認 - 海水温の補正をしたグラフの共有
第1回影響予測会議(Web) _マダイ (令和3年11月16日)	- 尾鷲周辺海域の水温上昇予測について - 養殖適地の検討と今後の作業について
第2回影響予測会議(Web) _黒ノリ (令和3年11月19日)	- 白子周辺海域の水温上昇予測について - 今後の作業について
第3回影響予測会議(Web) _真珠 (令和3年11月26日)	- 鳥羽周辺海域の水温上昇予測について - 今後の作業について

将来予測計算の妥当性確認

打合せ、影響予測会議

開催日等	主な内容
第4回影響予測会議（Web）_黒ノリ （令和3年12月13日）	・ バイアス補正の実施結果 ・ 養殖水産物への影響予測結果について ・ 完了報告書の作成について
第5回影響予測会議(Web)_真珠 （令和3年12月17日）	・ バイアス補正の実施結果 ・ 養殖水産物への影響予測結果について ・ 完了報告書の作成について
第6回影響予測会議(Web)_マダイ （令和3年12月20日）	・ バイアス補正の実施結果 ・ 養殖水産物への影響予測結果について ・ 完了報告書の作成について
第7回影響予測会議(Web) _黒ノリ （令和4年1月13日）	・ 養殖水産物への影響予測結果について ・ 完了報告書の内容について
第8回影響予測会議(Web) _マダイ （令和4年1月17日）	・ 養殖水産物への影響予測結果について ・ 完了報告書の内容について
第9回影響予測会議(Web) _真珠 （令和4年1月21日）	・ 養殖水産物への影響予測結果について ・ 完了報告書の内容について

将来予測計算の妥当性確認

有識者へのヒアリング

開催日等	主な内容
三重大学 松田教授（令和3年4月15日）	・ 昨年度の計画書に対する対応方針の説明
三重大学 立花教授（令和3年4月16日）	・ 昨年度の計画書に対する対応方針の説明
三重大学 立花教授（令和3年10月26日）	・ 事業の経過報告と意見聴取
三重大学 松田教授（令和3年12月6日）	・ 事業の経過報告と意見聴取
三重大学 松田教授（令和4年2月3日）	・ 事業の経過報告と意見聴取
三重大学 立花教授（令和4年2月7日）	・ 事業の経過報告と意見聴取

普及啓発等

企画展示、講演会

開催日等	主な内容
三重県立図書館 企画展示 (令和3年6月1日から30日)	• 三重県立図書館でパネル展示など
三重県生涯学習センター 企画展示 (令和3年7月15日から10月15日)	• 三重県生涯学習センター内の情報コーナー「みるシル」でパネル展示など
三重県環境学習情報センター スキルアップ講座（サンワーク津） (令和3年12月5日)	• 三重県環境学習情報センターの環境学習地域リーダー養成 スキルアップ講座での講演
津市環境基礎講座（津市環境学習センター） (令和3年12月11日)	• 新雲出川物語推進委員会主催の津市環境基礎講座で、適応分野について講演
三重県気候変動適応センター事業報告及び意見交換会（令和4年2月9日）	• 国や環境部局以外も含めた県職員向けに報告
「気候変動による水産物への影響予測」説明会（令和4年2月10日）	• 三重県水産研究所職員向けに説明

普及啓発等

企画展示、講演会

開催日等	主な内容
三重県生涯学習センター 企画展示 (令和4年2月15日から3月15日)	・ 三重県生涯学習センター1Fエントランスで企画展示
県内の中学校での出前授業 (令和4年2月18日)	・ 理科の先生より依頼があり、三重県の環境問題を中心に講演
三重県生涯学習センター共催講座 (令和4年2月23日)	・ みえ生涯学習ネットワークの会員と生涯学習センターが共同開催する講座で、「気候変動と適応」について講演
三重県環境学習情報センター スキルアップ講座 (オンライン) (令和4年3月4日～21日)	・ 令和3年12月5日に行った、環境学習地域リーダー養成 スキルアップ講座と同じ内容でのオンライン講座
ウミガメネットワーク三重学習会 (令和4年3月12日)	【予定】 ・ ウミガメネットワーク三重の環境学習会で「気候変動一般」について講演 (MieMu連携講座)

○令和元年、2年、3年度国民参加による気候変動情報収集・分析委託業務を振り返って

気候変動適応に関係する分野は幅広く、それぞれが非常に専門的なため、本事業を実施するにあたって多くの関係者の方に多大なるご協力をいただいたおかげで、どうにか実施することができました。

また、その結果得られた三重県内の適応事例（1年目）や養殖水産物への影響予測（2・3年目）については、三重県における適応策や緩和策の推進に資する非常に価値あるものとなりました。

本事業1年目で得られた三重県内の適応事例については、普及啓発時に紹介することにより気候変動をより身近に感じたなどの声をいただいております、気候変動を遠く離れた地域の遠い未来の話ではなく、差し迫った問題であるとの認識を新たにさせていただく契機となっています。

本事業2・3年目で得られた養殖水産物への影響予測については、今後の県内養殖業の方向性に大きく影響を与える内容であり、今後、研究機関や水産行政機関への情報提供や、養殖業者への普及啓発を行い、適応策の推進を図っていきます。