

福島第一原子力発電所 海洋生物の飼育試験の開始について（1 / 2）

< 参 考 資 料 >
2022年9月29日
東京電力ホールディングス株式会社
福島第一廃炉推進カンパニー

- 地域の皆さま、関係者の皆さまをはじめ、社会の皆さまのご不安の解消やご安心につながるよう、ALPS処理水を含む海水の水槽で海洋生物を飼育し、通常の海水で飼育した場合との比較を行い、その状況をわかりやすく、丁寧にお示ししたいと考えています。
- また、トリチウム等の挙動については、国内外で数多くの研究がされてきており、それらの実験結果を踏まえて、まずは半年間の試験データを収集し、過去の実験結果と同じように「生体内でのトリチウムは濃縮されず、生体内のトリチウム濃度が生育環境以上の濃度にならないこと」もお示ししたいと考えています。
- 2022年3月から、発電所近海の海水を用いたヒラメの飼育練習を開始し、飼育ノウハウの蓄積や設備設計の確認等を行いました。一方、寄生虫の影響による死亡や、寄生虫駆除を目的とした塩水浴*の塩分濃度等の違いによる死亡を経験し、運用改善を行い、モックアップ水槽での飼育練習を7月より開始いたしました。
- 飼育練習を踏まえて、9月13日から、『飼育試験準備』に移行し、飼育試験用水槽および周辺設備を、発電所の管理対象区域内に新たに5系統設置し、海洋生物（ヒラメ）を新たに受け入れ、ならし飼育等を開始しました。

*塩水浴：海水の塩分と寄生虫の体内浸透圧との差を利用し、寄生虫にダメージを与えて駆除効果を得る方法

<2022年9月13日までにお知らせ済み>

飼育試験の概要

- このたび、準備②（飼育試験準備）において、飼育試験用水槽等設備の機能確認が完了し、ろ過系（バクテリアの定着）やヒラメの生育等の状況が良好なことが確認できたことから、9月30日から、次の段階である『飼育試験』に移行します。
- まずは、初期データとして飼育試験用水槽の海水並びにヒラメの採取をします。その後、10月初旬に、海水を入れた5系統のうち、2系統について、ALPS処理水を適量添加してトリチウム濃度を約1,500 μ g/Lに調整します。
- 次に、残りの3系統のうち、1系統について、放水トンネル出口周辺のトリチウム濃度が30 μ g/L程度であることから、ALPS処理水を適量添加してトリチウム濃度を約30 μ g/Lに調整した上で、追加的な飼育試験を11月頃から開始します。
- なお、残りの2系統は、海水を入れた飼育試験用水槽として運用します。

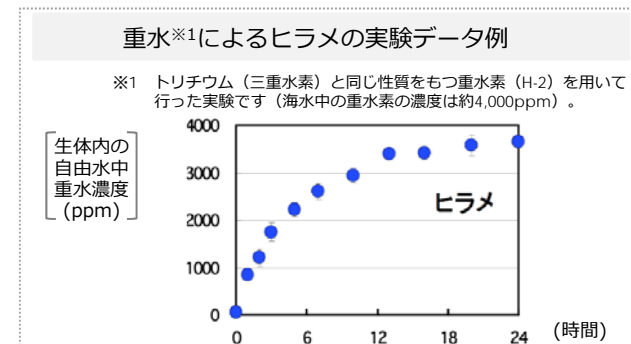
福島第一原子力発電所 海洋生物の飼育試験の開始について（2 / 2）

飼育試験を通じてお示ししたいこと

海水にALPS処理水を加えた水槽と、通常の海水の水槽でヒラメ等を飼育し、

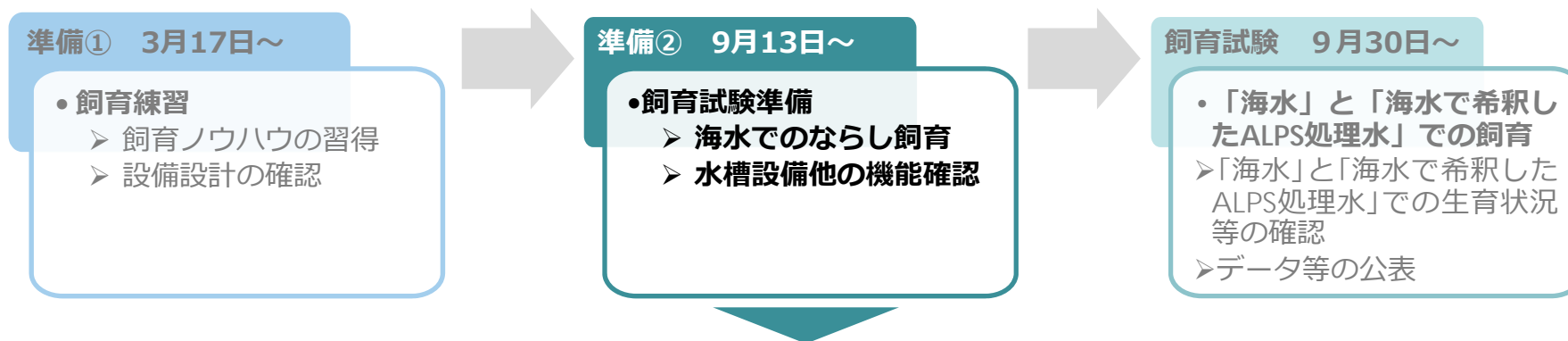
- ① その状況をわかりやすく丁寧にお示ししたい
- ② 過去の実験結果と同じように「生体内でのトリチウムは濃縮されず、生体内のトリチウム濃度が生育環境以上の濃度にならないこと」もお示ししたい

- ①については、飼育水槽のカメラによるWEB公開や、飼育日誌のホームページやTwitterでの公開を通じて、飼育試験の様子を日々お知らせいたします。また、海水で希釈したALPS処理水で飼育した海洋生物と、通常の海水で飼育した海洋生物の飼育環境（水質、温度等）、飼育状況（飼育数の変化等）、分析結果（生体内トリチウム濃度と海水内トリチウム濃度の比較等）などを、毎月とりまとめて公表してまいります。
- また、地域の皆さまや関係の方々にご視察いただくだけでなく、生物類の知見を有している専門家等にも、適宜、ご確認いただきます。
- ②については、生体内のトリチウム濃度等の挙動については、これまで、国内外で数多くの研究がなされ、以下のような知見が得られています。飼育試験では、これらの知見と同様の結果が得られることを、飼育対象生物の分析・評価を通じて確認します。
 - トリチウム濃度は生育環境以上の濃度にならない
 - トリチウム濃度は一定期間で平衡状態に達する
- 飼育試験のとりまとめは、今後、半年間の試験データを収集し、過去知見との整合を評価するなどして2022年度末に公表します。



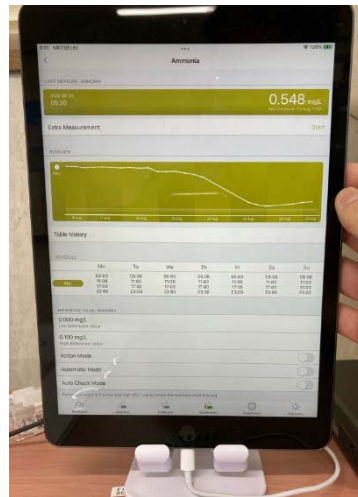
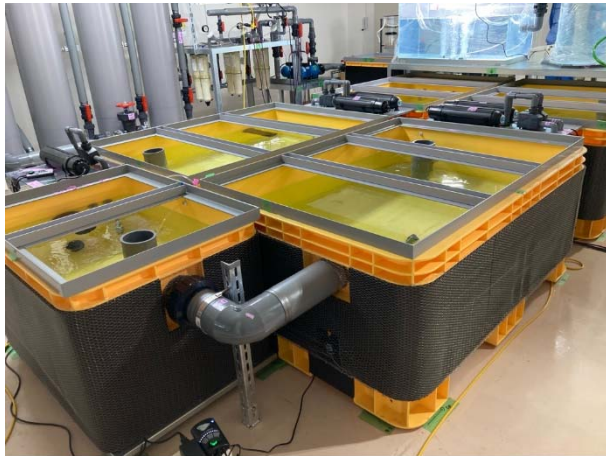
1. 実施してきた飼育試験準備（準備②）の概要

- 準備②（飼育試験準備）では、飼育試験用水槽等の機能確認・ろ過系（バクテリアの定着）確認等を目的に、発電所敷地内（管理対象区域内）の飼育試験用水槽において、ヒラメを発電所周辺の海水を用いて飼育してきました。
- 飼育試験用水槽等の機能確認の他、ろ過系（バクテリアの定着）や、ならし飼育においてヒラメの生育等が良好なことなどの成果を得ました（下表参照）。



段階	飼育等のイメージ	成果	期間	場所
準備② [飼育試験準備]	<ul style="list-style-type: none"> ● 設備：飼育水槽 5 系列（通常海水） ● 飼育：ヒラメ：800尾程度（2022年生まれ） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 飼育試験用水槽等の機能確認 ● ろ過系（バクテリアの定着）確認 ● ヒラメの搬入、ならし飼育 ● ヒラメの病気有無の確認 ● 実設備での運用手順等の確認 	9月	発電所敷地内 - 管理対象区域内 - - 正門近傍 -

1. 実施してきた飼育試験準備（準備②）の概要（続き）



飼育試験用水槽等の主な確認項目

- 水槽、配管等の漏えい確認
- 水温、流量の確認
- UV殺菌装置動作確認
- pH、塩分濃度

ろ過系（バクテリアの定着）の主な確認項目

- アンモニア濃度
- 亜硝酸濃度
- 硝酸濃度
- 固形物の除去性能

飼育試験用水槽等の機能確認、ろ過系（バクテリアの定着）確認の様子



ヒラメの搬入、ならし飼育の様子



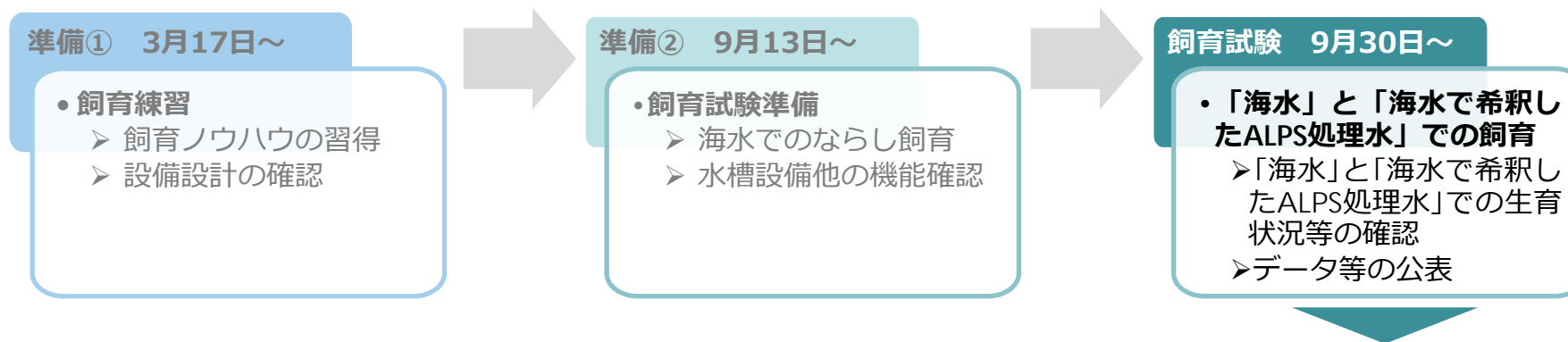
ヒラメ病気有無の確認の様子

2. 飼育試験の開始

- 準備②（飼育試験準備）において、飼育試験用水槽等の機能確認が完了し、ろ過系（バクテリアの定着）やヒラメ^{※1}の生育等の状況が良好なことが確認できたことから、9月30日から、次の段階の『飼育試験』に移行します。
- 飼育試験では、「海水」と「海水で希釈したALPS処理水^{※2}」の双方の環境下で飼育し、生育状況を比較するとともに、生体内のトリチウム濃度等の分析・評価を実施します。

※1：海洋生物類中のトリチウム濃度の分析を適切に行うため、海洋生物毎に飼育開始時期を分けて実施する。

※2：トリチウム濃度1,500ベクレル/ℓ（海水希釈後のALPS処理水中のトリチウム濃度の運用目標値）と30ベクレル/ℓ（放射線影響評価結果における放水トンネル出口周辺のトリチウム濃度）

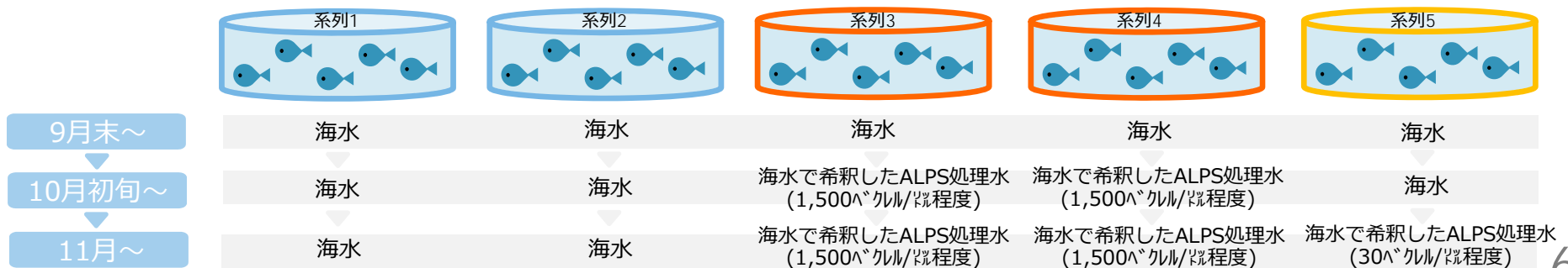


段階	飼育等の概要	主な達成目標	期間	場所
飼育試験	<ul style="list-style-type: none"> ● 次スライドを参照ください 	<ul style="list-style-type: none"> ● 魚類等の生育状況の公開 透明性高く、積極的な情報公開 ● 放射能に関するデータの公表 	9月30日以降、順次開始	発電所敷地内 - 管理対象区域内 - - 正門近傍 -

3. 飼育試験（ALPS処理水海洋放出開始前）の概要

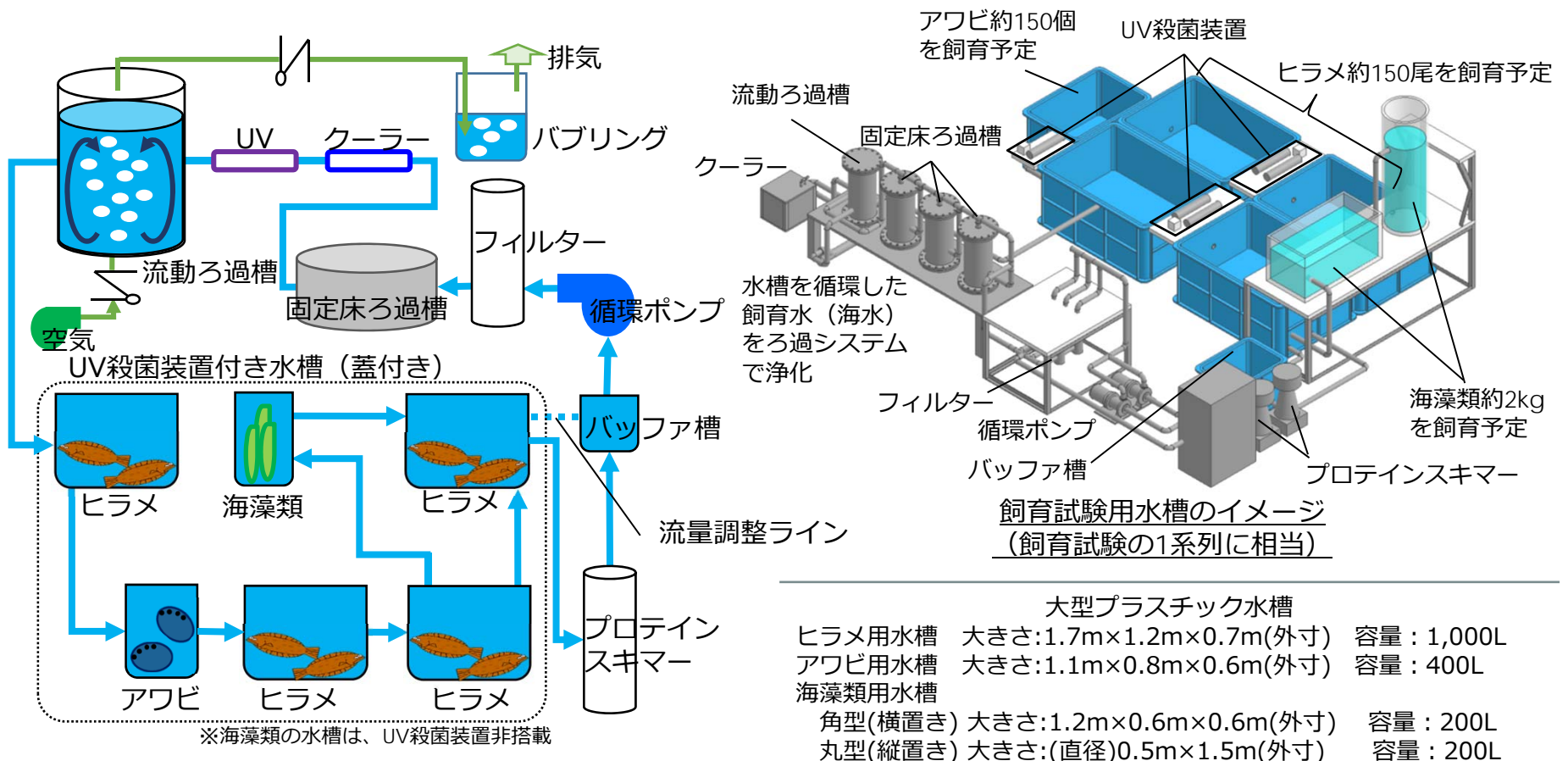
- 飼育試験では、初期データとして飼育試験用水槽の海水並びにヒラメを採取した後、海水希釈後のALPS処理水中のトリチウム濃度の運用目標値が約1,500ベクレル/ℓ未満であることから、10月初旬に、海水を入れた5系統のうち、2系統について、ALPS処理水を適量添加してトリチウム濃度を約1,500ベクレル/ℓに調整します。
- 次に、残りの3系統のうち、1系統について、放水トンネル出口周辺のトリチウム濃度が30ベクレル/ℓ程度であることから、ALPS処理水を適量添加してトリチウム濃度を約30ベクレル/ℓに調整を行い、追加的な飼育試験を11月から開始します。
- なお、残りの2系統は、海水を入れた飼育試験用水槽として運用します。

飼育対象	<ul style="list-style-type: none"> • 当面の飼育対象生物 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 魚類：ヒラメ（幼魚） 800尾程度（追加的な飼育試験含む） ➢ 貝類：アワビ（稚貝） 800個程度（追加的な飼育試験含む） ➢ 海藻類：アオサ、ホンダワラ 数kg程度
飼育開始時期	<ul style="list-style-type: none"> • 2022年9月30日以降、順次開始
飼育環境	<ul style="list-style-type: none"> • 発電所周辺の海水と、発電所周辺の海水で希釈したALPS処理水にて比較飼育を実施します。 • 発電所敷地内（管理対象区域：正門近傍）に閉鎖循環式の飼育水槽5系列を設置します。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 海水2系列、海水で希釈したALPS処理水3系列 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 30ベクレル/ℓ程度×1系列（追加的な飼育試験）、1,500ベクレル/ℓ程度×2系列 ➢ ALPS処理水の添加を除く飼育条件は同等



【参考】 飼育試験用水槽のイメージ

- 7月から運用を開始したモックアップ水槽での飼育練習において、大きな課題が確認されていないことから、飼育試験用水槽は現在のモックアップ水槽と同じ設計にすることとしました。



飼育試験用水槽系列イメージ
(飼育試験の1系列に相当)

飼育試験用水槽のイメージ
(飼育試験の1系列に相当)

大型プラスチック水槽		
ヒラメ用水槽	大きさ:1.7m×1.2m×0.7m(外寸)	容量:1,000L
アワビ用水槽	大きさ:1.1m×0.8m×0.6m(外寸)	容量:400L
海藻類用水槽		
角型(横置き)	大きさ:1.2m×0.6m×0.6m(外寸)	容量:200L
丸型(縦置き)	大きさ:(直径)0.5m×1.5m(外寸)	容量:200L

※実際の水槽の大きさ及び容量は異なる場合があります。

4. 飼育試験を通じてお示ししたいこと（1 / 2）

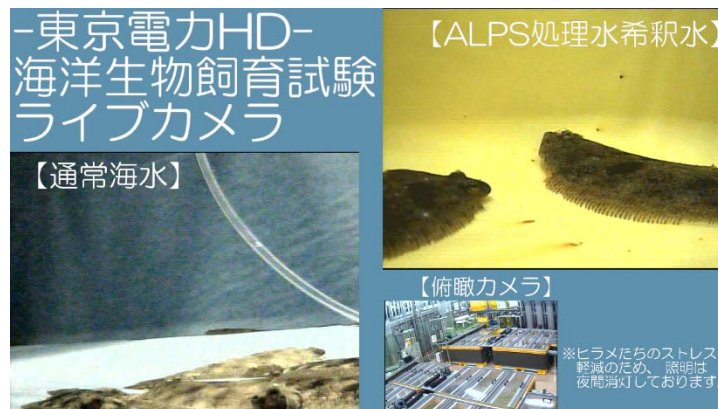
- ① 地域の皆さま、関係者の皆さまをはじめ、社会の皆さまのご不安の解消やご安心につながるよう、海水で希釈したALPS処理水の水槽で海洋生物を飼育し、通常の海水で飼育した場合との比較を行いその状況をわかりやすく、丁寧にお示ししたい。

試験で確認すること

- 「海水」と「海水で希釈したALPS処理水」の双方の環境下で海洋生物の飼育試験を実施し、飼育状況等のデータにより生育状況の比較を行い、有意な差がないことを確認します。

情報公開の方針

- ①については、飼育水槽のカメラによるWEB公開や、飼育日誌のホームページやTwitterでの公開を通じて、飼育試験の様子を日々お知らせいたします。また、海水で希釈したALPS処理水で飼育した海洋生物と、通常の海水で飼育した海洋生物の飼育環境（水質、温度等）、飼育状況（飼育数の変化等）、分析結果（生体内トリチウム濃度と海水内トリチウム濃度の比較等）などを、毎月とりまとめて公表してまいります。
- また、地域の皆さまや関係者の皆さまにご視察ただただけでなく、生物類の知見を有している専門家等にも、適宜、ご確認いただきます。



◀ 海洋生物飼育試験ライブカメラ(イメージ)

- 通常海水は青い水槽、海水で希釈したALPS処理水の水槽は黄色い水槽のため、背景の色が違います。
- 今後各所からのご意見を踏まえて、レイアウトなどは、より見やすく適宜更新してまいります。

4. 飼育試験を通じてお示ししたいこと（2 / 2）

- ② トリチウム等の挙動については、国内外で数多くの研究がされてきており、それらの実験結果を踏まえて、まずは半年間の試験データを収集し、過去の実験結果と同じように「生体内でのトリチウムは濃縮されず、生体内のトリチウム濃度が生育環境以上の濃度にならないこと」をお示ししたい。

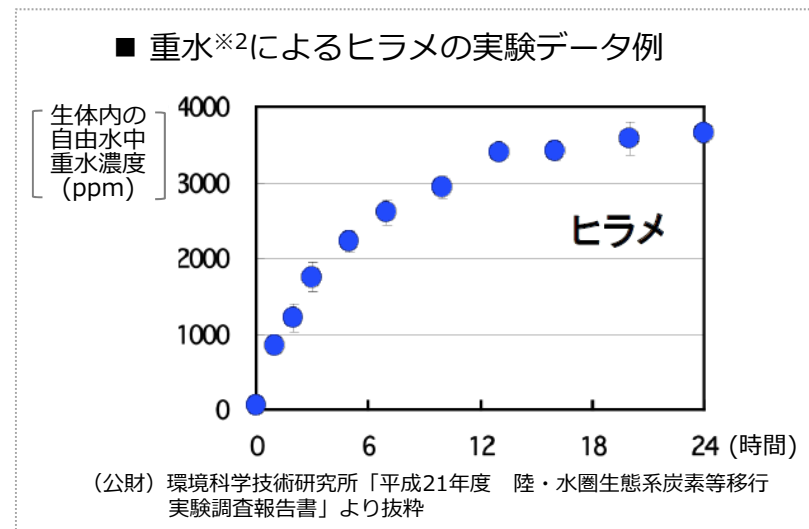
国内外の実験結果※1

- トリチウム濃度は生育環境以上の濃度にならない
- トリチウム濃度は一定期間で平衡状態に達する

※1 生体内のトリチウムには、組織自由水型トリチウム（以下、FWT）と有機結合型トリチウム（以下、OBT）の2種類があり、それぞれについて国内外での実験結果があります。

※2 トリチウム（三重水素）と同じ性質をもつ重水素（H-2）を用いて行った実験です（海水中の重水素の濃度は約4,000ppm）。

- FWT（自由水形トリチウム）：
生物の体内で、水の形で存在しているトリチウム。
- OBT（有機結合型トリチウム）：
生物の体内で、炭素などの分子に有機的に結合しているトリチウム



試験で確認すること

- 海水で希釈したALPS処理水の水槽（トリチウム濃度が約1,500ベクレル/ℓ）のヒラメ・アワビ・海藻類のトリチウムを分析・評価※3し、トリチウムが一定期間で平衡状態に達すること、平衡状態に達したトリチウム濃度は生育環境以上にならないことを確認します。
 - 併せて、トリチウムが平衡状態に達した海洋生物を海水の水槽に移し、トリチウムが下がることも確認します。

※3 OBTについても、今後、半年間の試験データを収集し、過去知見との整合を評価するなどし、その濃度は生育環境以上にならないことを確認します。

5. 飼育試験で得られたデータの公表予定

- 飼育試験で得られたデータについては、準備が整い次第、毎月公表を予定します。
- さらに、飼育試験のとりまとめとして、2022年度末に評価の公表を予定しています。評価においては、以下の測定結果等を分析し、過去知見との整合などを行います。
 - 飼育対象生物すべてのトリチウム測定結果(通常海水での飼育海洋生物を含む)^{※1}
 - 専門家による評価（見た目評価等も含む）等
- なお、海藻類の分析・評価及び公表は、海藻類の採取、飼育に合わせて実施します。

※1 閉鎖循環式の飼育環境下において、長期間の飼育が可能な海洋生物はヒラメに限られると、飼育練習を通じて知見を得ており、専門家からも同様のご意見をいただいていることから、OBTはヒラメのみ分析・評価対象とします

	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
スケジュール	▼飼育試験開始（ヒラメ／初期データ採取、24時間LIVE配信開始） ▼ALPS処理添加（トリチウム濃度約1,500 ^{ベクレル/リットル} の海水） ▼飼育開始（アワビ） ▼追加的な飼育試験開始 （トリチウム濃度約30 ^{ベクレル/リットル} の海水での試験）						
公表内容		▼データ公表	▼データ公表	▼データ公表	▼データ公表	▼データ公表	▼評価
			▼ヒラメ、アワビ のトリチウムの推移		▼ヒラメ、アワビ のトリチウムの推移 (追加的な試験)		

※飼育試験の状況により、公表内容や公表時期が変更になる可能性があります。

※海藻類は、生育する季節に飼育開始予定（ホンダワラは秋から冬、アオサは来春以降）

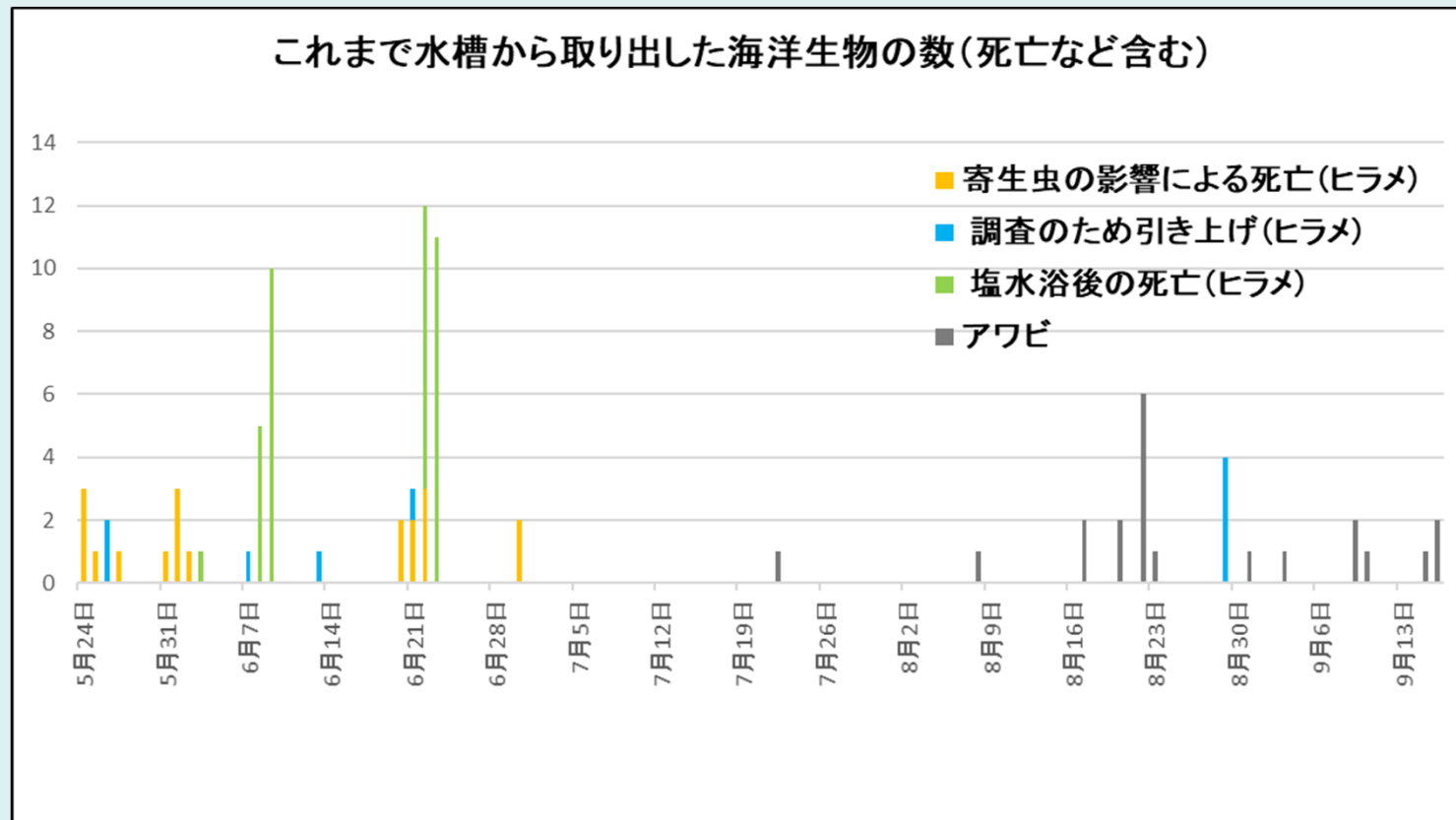
6. スケジュール

試験段階	場所	2021年度		2022年度				2023年度	
		3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q
準備①-1: 飼育準備水槽 準備①-2: モックアップ水槽 (飼育練習)	発電所敷地内 - 管理対象区域外 - - 協力企業棟近く等 -	飼育準備水槽における飼育ノウハウの習得、別水槽でのバクテリア育成		【現在】 モックアップ水槽における飼育ノウハウの習得、バクテリアの成長他					
準備② (飼育試験準備)	発電所敷地内 - 管理対象区域内 - - 正門近傍 -	飼育試験用ヒラメの孵化、成長【孵化】		飼育試験設備の機能確認、ヒラメ等のならし飼育、病気の有無の確認、バクテリアの定着他 【搬入】					
飼育試験				飼育試験				飼育試験で得られたデータの公表	

今後の進捗により、スケジュールは変わることがあります。

【参考】 海洋生物の飼育状況

水槽系列	分類	飼育数の変化	
		水槽から取り出した海洋生物類の数	生残数（2022年9月16日現在）
1	通常海水	ヒラメ：64（寄生虫の影響による死亡19 調査9、塩水浴後の死亡36） アワビ：21	ヒラメ：76 アワビ：9



※ 8月から飼育練習を開始したアオサ（一年草）は、成熟後に立ち枯れしたことを確認

【参考】当社ホームページ、ツイッターでの飼育状況公開

<海洋生物飼育日誌>

2022年9月14日9時

天気 晴

水温 17.9℃

昨日に引き続き、管理対象区域内の水槽へヒラメ約400尾を搬入しました。飼育試験用の水槽には黄色と青色の2色があります。黄色水槽はALPS処理水を添加する予定で、青色水槽は通常海水だけの比較用です。なお今後の日誌では飼育試験のことをお伝えしていきます。(山)



【当社ホームページ公開例】

- 日々の飼育状況を3月17日より、当社ホームページ、ツイッターで公開中。

– ホームページアドレス：<http://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/breedingtest/index-j.html>

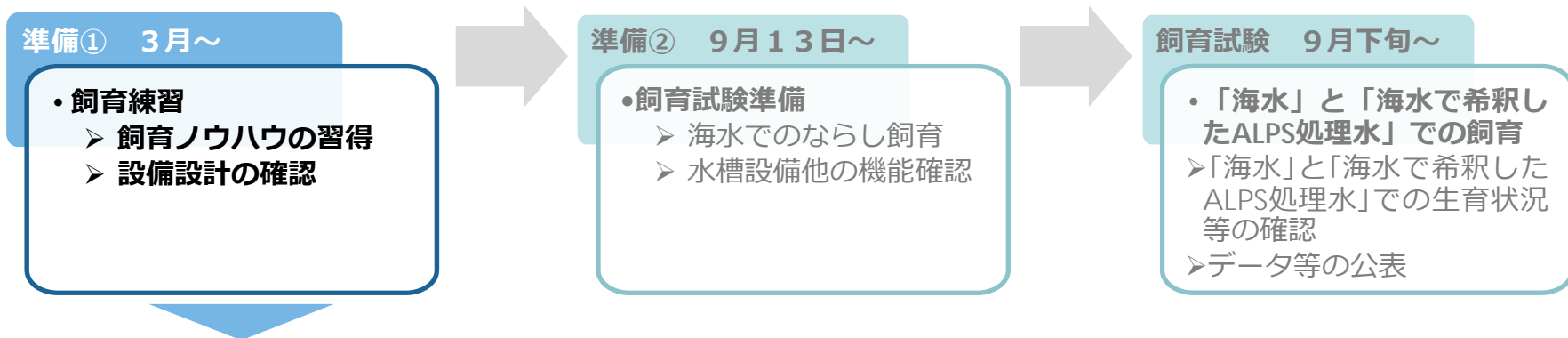
– ツイッターアドレス：<https://twitter.com/TEPCOfishkeeper>



【ツイッター公開例】

【参考】実施してきた飼育練習の概要（準備①）

- 準備①（飼育練習）では、飼育ノウハウの習得・飼育試験用水槽の詳細設計の確定等を目的に、発電所敷地内（管理対象区域外）の飼育準備水槽及びモックアップ水槽において、ヒラメ・アワビ・アオサを発電所周辺の海水を用いて飼育してきました。
- モックアップ水槽で行った、寄生虫の駆除・抑制を考慮した水槽設計の見直しや寄生虫駆除等の運用改善が有効であることを確認する等の成果を得ました（下表参照）。



試験段階	飼育等のイメージ	成果	期間	場所
飼育練習	飼育準備水槽 <ul style="list-style-type: none"> ● 設備：飼育水槽1系列（通常海水） ● 飼育：ヒラメ 140尾 	<ul style="list-style-type: none"> ● 飼育ノウハウの習得 	3月～7月	発電所敷地内 - 管理対象区域外 - - 協力企業棟近く -
飼育試験に向けたノウハウの習得他	モックアップ水槽 <ul style="list-style-type: none"> ● 設備：飼育水槽1系列（通常海水） ● 飼育：ヒラメ、アワビ、海藻類（アオサ） ヒラメは飼育準備水槽から移送（80尾）、アワビ30個、海藻類約2Kg 	<ul style="list-style-type: none"> ● 飼育ノウハウの習得 ● 飼育試験用水槽の詳細設計の確定 ● 水槽以外の飼育設備に対する要求事項の抽出 ● 飼育、運用手順書の策定 	7月～9月	発電所敷地内 - 管理対象区域外 - - 西門近傍 -

- 飼育練習では、社外の専門家による専門的・技術的なサポートを得つつ、社内にヒラメ飼育の経験者を確保しながら、日常的な水槽・水質管理・ヒラメ、アワビ等の生育状況の確認を実施してきました。

社外専門家からいただいたご意見

- 寄生虫の完全駆除はとても難しいが、現在の飼育練習での設備、運用、及び寄生虫対策はこれまでの知見と照らし合わせても遜色がないので、引き続き、現在の管理を継続していけば良いと考える。ただし、飼育期間が長くなると想定されるので、現在の上手く管理している状態を維持していくことが課題になると考える。
 - 海洋生物の飼育について、基本的なことは出来ており問題はないと考える。より長期間の飼育を目指し、溶存酸素の維持方法や水槽内、ろ過（浄化）槽内での水流等について更なる工夫をした方がよい。
- 飼育準備水槽で得た経験から、寄生虫の駆除・抑制を考慮した水槽設計の見直し、受入れのタイミングでの寄生虫駆除（塩水浴）等の運用改善を行いました。

主な寄生虫対策

- 〔寄生虫を持ち込まない対策〕
水槽受入れのタイミングで塩水浴を実施し、寄生虫をモックアップ水槽に持ち込まない
 - 〔寄生虫を拡げない対策〕
各水槽にUV殺菌装置を設置し、寄生虫（卵含む）が他の水槽に拡がる前に駆除する
 - 〔寄生虫を検知する対策〕
ヒラメを定期的に抜き取り、検査を行う（寄生虫の早期発見につなげる）
飼育準備水槽の寄生虫卵の所在を調査し、必要に応じ、追加的対策の検討を実施する
- モックアップ水槽で得た経験から、アワビ飼育に適切な水質を維持できるよう、使用するろ材・流速条件を定めるなど、運用を見直しました。
 - 飼育試験に向けて、飼育試験準備の段階で更なる改善を図ってまいります。