

ゲノム編集育種で新たな養殖形態の構築

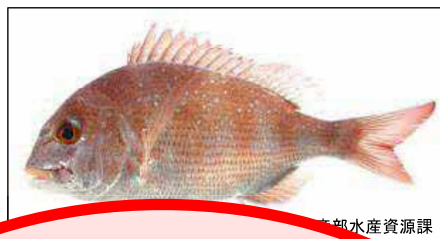
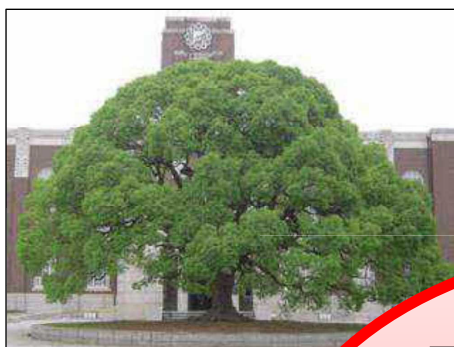
京都大学大学院 農学研究科

木下政人

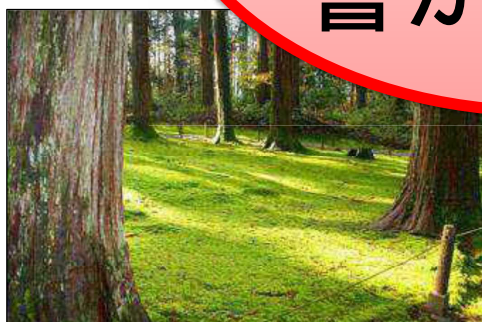
2022年2月27日

主催：徳島県 共催：消費者庁

On line



同じ言葉で
設計図が
書かれてる



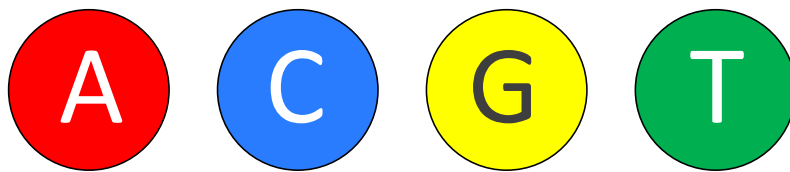
<http://blog.goo.ne.jp/tarpin2005/e/51e3aee08b0f212a558375f53dd9393e>



<http://www.pref.aichi.jp/nogyo-keiei/nogyo-aichi/tukuchaou/bunchou/>

設計図は **ゲノム** と呼ばれ、

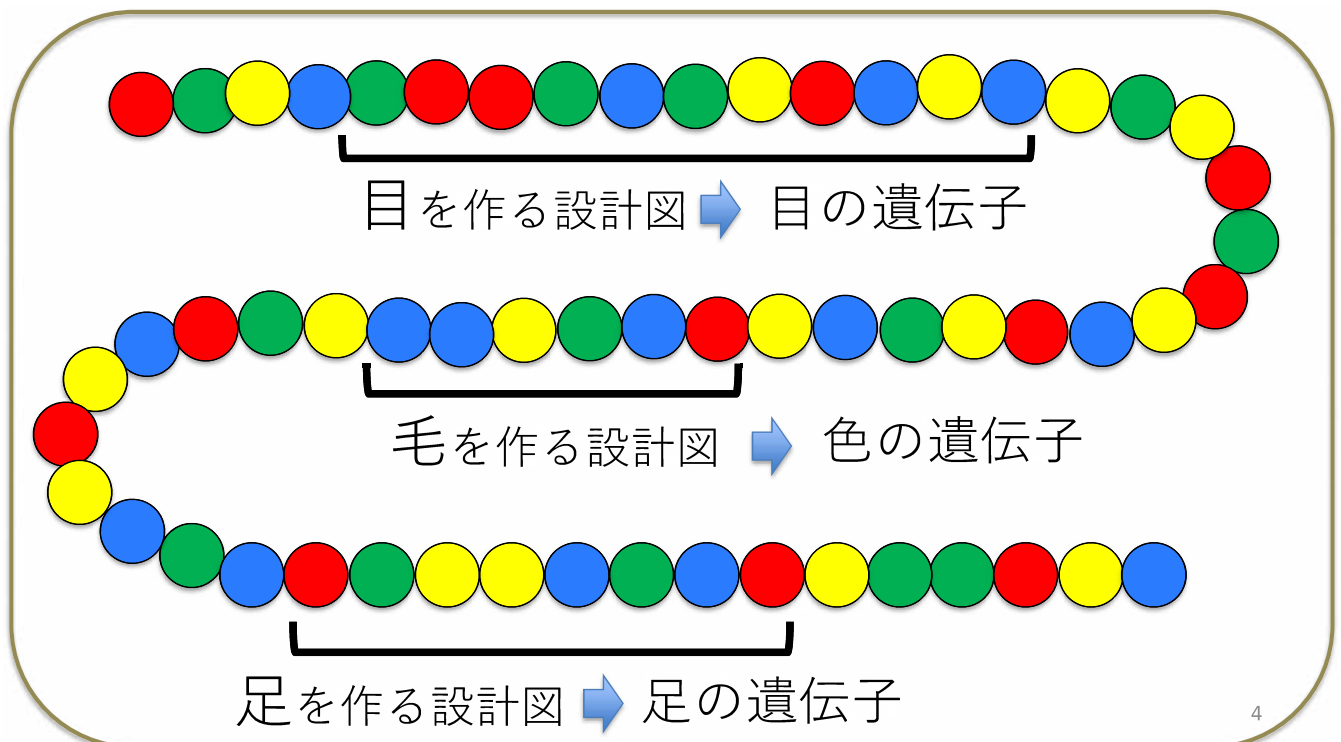
DNA という **4** 文字で書かれてる。



3

ヒトの遺伝子の数は、2万5000個程度ある。

遺伝子は、長〜い糸のように繋がっている。



4

地球上の生命の根源は同じ。でも……

ヒトゲノム



<http://www.miraikan.jst.go.jp/m/event/1308191713910.html>



https://cdn.pixabay.com/photo/2013/07/12/13/20/man-146843_960_720.png

ニワトリゲノム



http://windofweef.web.fc2.com/library/preinform/6/640/648/egg_collection.html



<http://blog.goo.ne.jp/gunma-daisuki/e/1a0f3ad9e2dd4e6586edd566057c6c00>

ヒマワリゲノム



<http://selvas.ocnk.net/data/selvas/product/a2d496dae5.jpg>



http://www.jalan.net/news/img/2016/06/1607_kanto_0-4_016.jpg

5

設計図



ゲノムの変異を集めて



利用してきた

6

	牛	豚	鶏	イチゴ	ニンジン
原種	オーロック  獠猛で巨大赤身で硬い (1627年絶滅)	イノシシ  獠猛・小型肉が臭く食用としてはクセあり	セキショクヤケイ  活動的で飛ぶ肉が硬く、筋が多い	エゾヘビイチゴ  甘さがなく小さい装飾用であり、食用ではなかった	ノラニンジン  臭みが強く、味は漢方に近く、収穫は2年に1回
	品種改良	黒毛和牛  霜降り肉 	大ヨークシャー  大型で飼いやすい赤身と脂身の割合がよく加工に適合	ブロイラー  成長速度が速く、肥満で飛ばない肉が柔らかい	あまおう  非常に甘く、丸く、大きい色もきれい

出所：各社HPより

ゲノムはどのようにして変わるのか

- ゲノムが傷つけられ、修復するときにミスをする
- 細胞が増えるときに、ゲノムのコピーミスがおる

「自然突然変異」と呼ばれる

「いつ」・「どこに」・「どれだけ」 変異が入るかわからない

人の使い勝手の良い生き物を見つけて、育ててきた

これまでの育種

新たな育種の方法として

ゲノム編集技術 が登場

狙った位置だけに変異を入れる

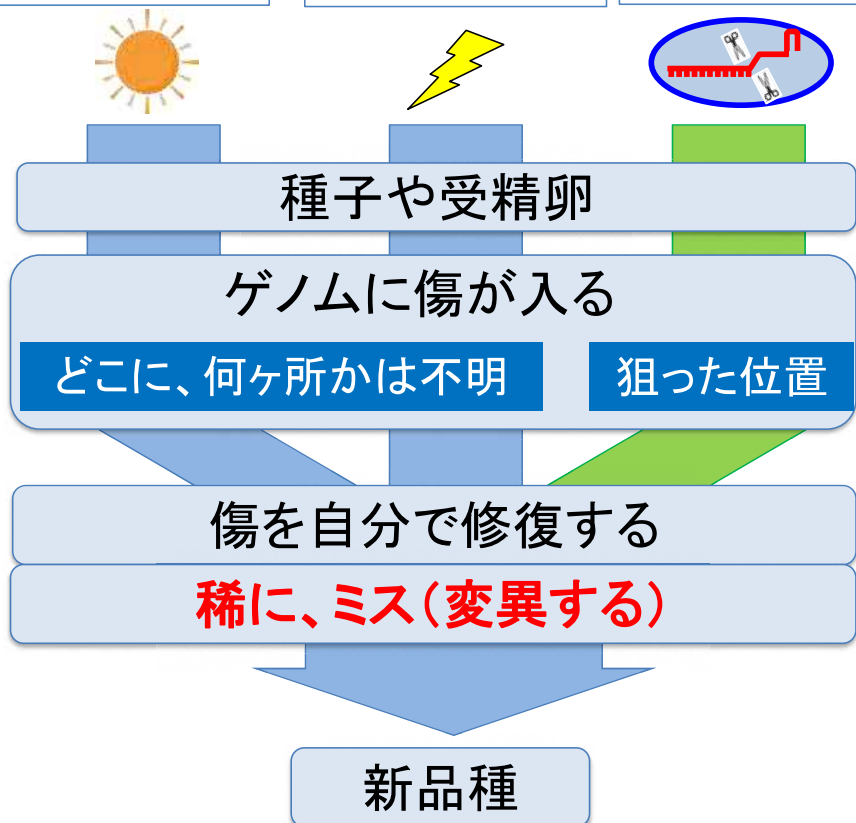
9

育種方法
の比較

自然突然変異

誘発突然変異

ゲノム編集



10

ゲノム編集で 養殖魚の品種を作る

?

その必要性は

?

水産物の育種・品種化は
進んでいない

11

ゲノム編集の水産業への貢献

世界的な

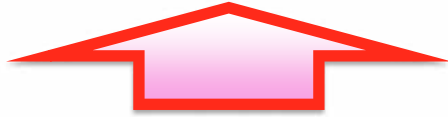
- ・健康志向の高まり
- ・ヘルシーな魚食の人気上昇
- ・人口増加による食料不足
(特に、タンパク質)
- ・天然資源保護意識の高まり

養殖業が急成長

12

日本の水産業（養殖業）は、
世界に太刀打ちできるのか？

小規模経営・高齢化・魚粉など餌料の高騰



高品質・優位性・低価格

ゲノム編集技術が
短期間での品種作製に貢献！

13

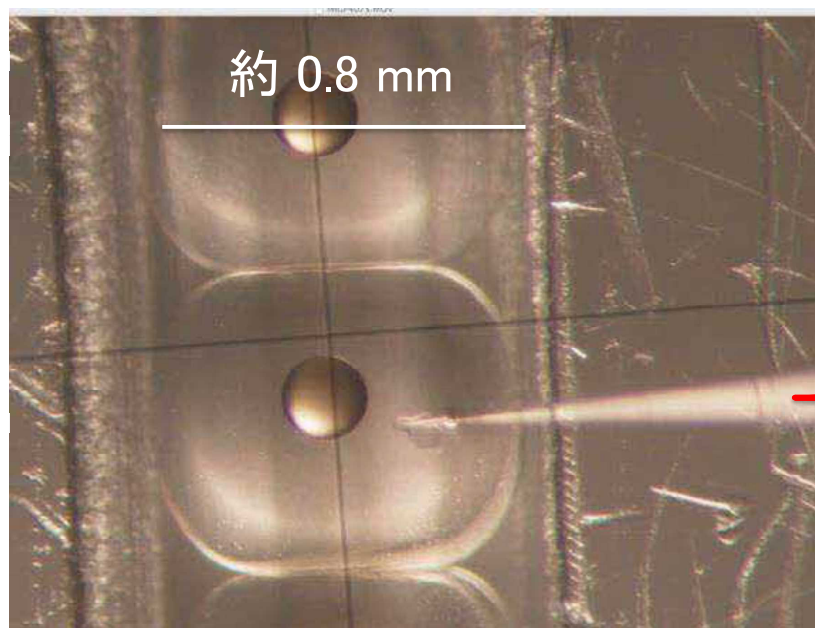
ゲノム編集技術を使って、
筋肉（可食部）の多い

マダイ を作る！



14

ゲノム編集の手順: マダイ編.....



Cas9 RNA
(またはタンパク質)



guide RNA



マダイの
ミオスタチン遺伝子に
だけくっつく

その後、分解されてなくなる

「ゲノム編集」技術で

8億個あるマダイの DNA の内、

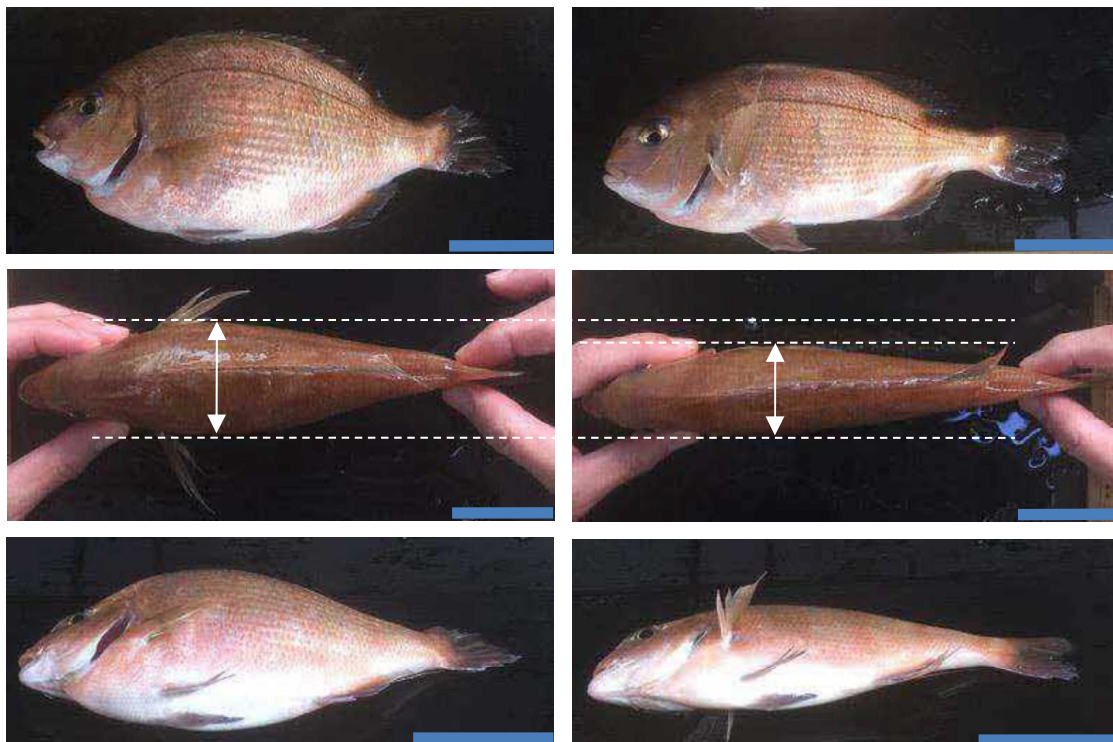
ミオスタチン遺伝子の **8個**

だけ取り除いて.....

すると…肉が分厚くなった！！

ゲノム編集マダイ

通常マダイ



17

1歳魚

ゲノム編集マダイ

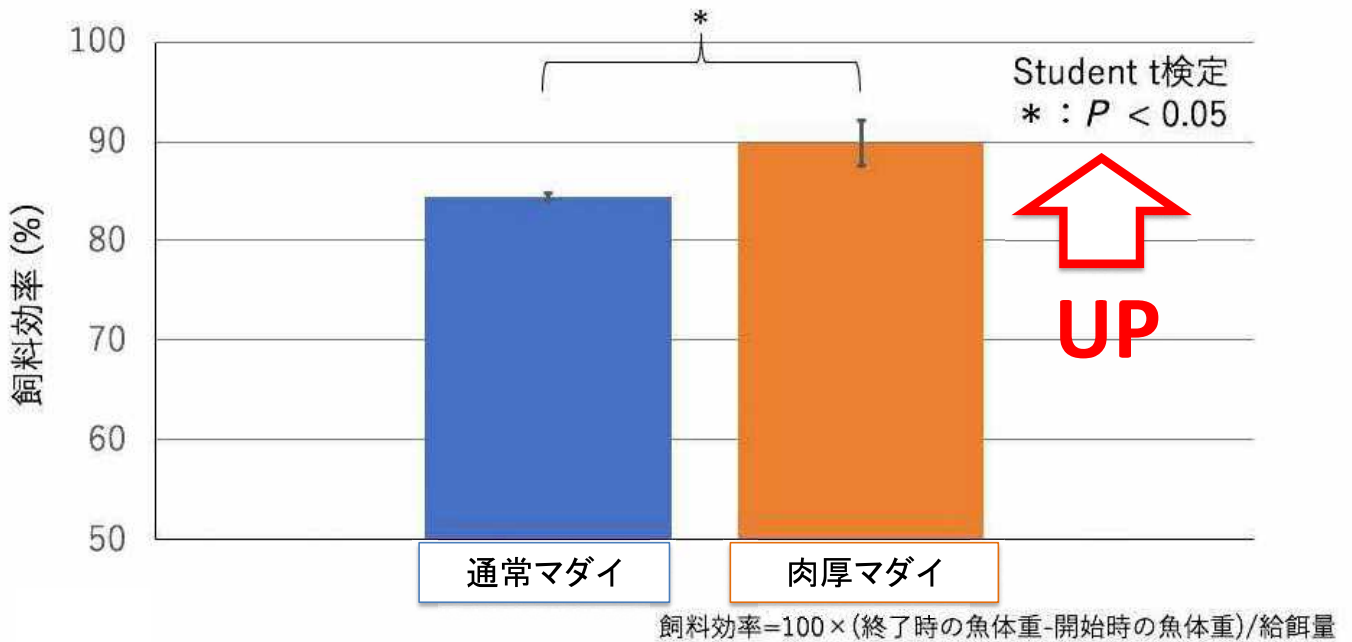
通常マダイ



今の所、**体重は 1.2 倍**

18

飼育試験期間中の飼料効率



餌の量を減らせる。→ 餌となる魚の乱獲防止。
加えて、廃棄する部分が少ない。

19

ゲノム編集で
品種を作製

2年

望む形質を
計画的に作製

これまでの方法で
品種を作製
(選抜育種)

30年以上

固定できる
形質は不確定

養殖魚ゲノム編集の課題と期待

・安全性について

- 1) 生き物としてどうなの？ 2) 食品としてどうなの？

体の成分は変化しているの？
人の体に害があるものはないの？
狙った遺伝子以外は、変化してないの？
そもそもゲノム変化することは大丈夫なの？

これまでの養殖魚と
同等

- 3) 環境にどうなの？

海に出て行ったら増えないの？ → 管理して飼育

(自然環境への適応性は
低いと考えられる)

・養殖を変える！？

- 4) 陸上養殖と地域の特徴

体の成分は変化しているの？

大きな差異は
無い

ここを編集！



遺伝子



RNA



タンパク質



代謝産物

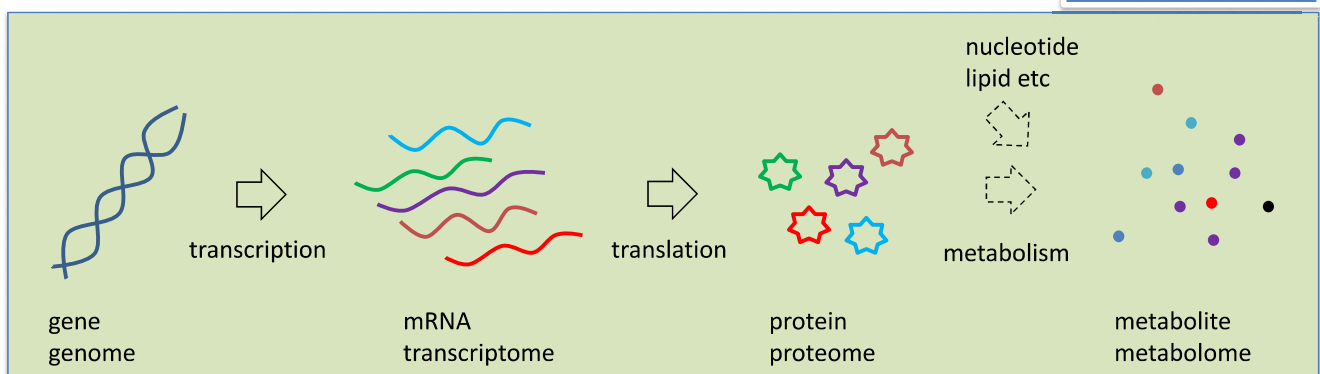
(DNAの並び)
設計図

設計図の使用す
る部分のコピー

実際に働く物質
色々な働き
生命活動

生命活動で
できたもの

428種類を分析



どうなった？

狙った遺伝子以外は、変化してないの？

変化していない

name	annotation	配列 8765432109876543210123	ミスマッチ	変異
ONT	mstn	AGCTGCTTCACGATGTCCCGG	0	
OT#1	intron camsap2	AGgTGCTTCACGcTGTCCTGG	2	none
OT#2	-	AGCTGCTTCAGgATGTCaTGG	2	none
OT#3	CDS caskin1	AaCTGgTTCACGATGTCCAGG	2	none
OT#4	intron asns	AGCTGCTTCAtGATGaCCtGG	2	none
OT#5	intron immp21	AtCTGCcTCACGATGTCCcAG	2	none
OT#6	intron_tmem145	AGC-GCTTCACGgTGTCCAGG	2	none
OT#7	CDS_mesdc2	AGCTGC-TCAaGATGTCCAAG	2	none
OT#8	intron_col4a6	AtCTGCTTCACG-TGTCCCGG	2	none
OT#9	CDS_chst8-like	AGCaGCTTCACGATGTc-CAG	2	none
OT#10	intron_flcn	AGCTGCTTCA-G-TGTCCtGG	2	none
OT#11	intron_megf6	AGC--CTTCACGATGTCCAGG	2	none
OT#12	intron_dlgap1	AGCTGCTTCAC-A-GTCCAGG	2	none
OT#13	-	AGCTGCTTTCA-GATGTCCTAG	2	none
OT#14	-	AGCTGCTGTCACGA-GTCCGGG	2	none

そもそもゲノムが変化することは大丈夫なの？

DNAがなくなるのは
自然でも起こる？

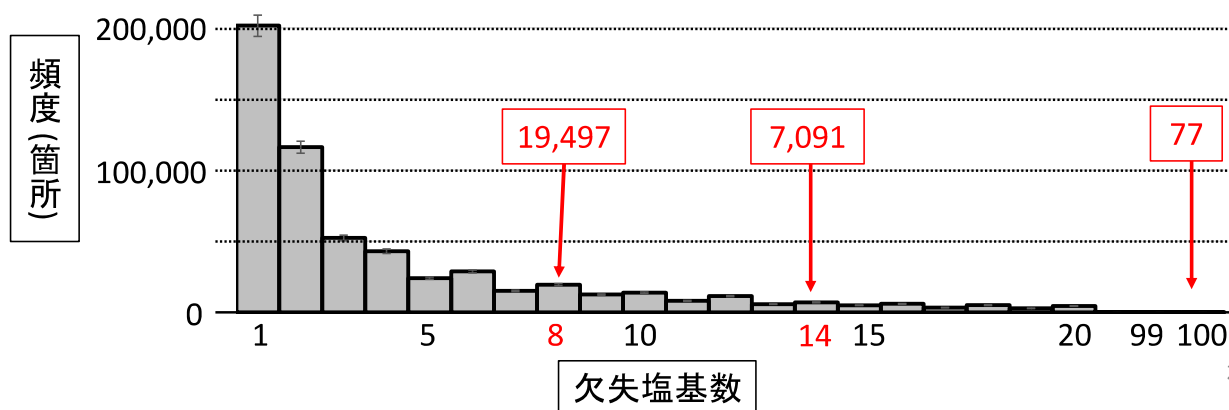


自然でも、いろんな
なくなり方が
起こってる！

野生型の養殖マダイのゲノムを調べると.....

野生型マダイ

野生型マダイ

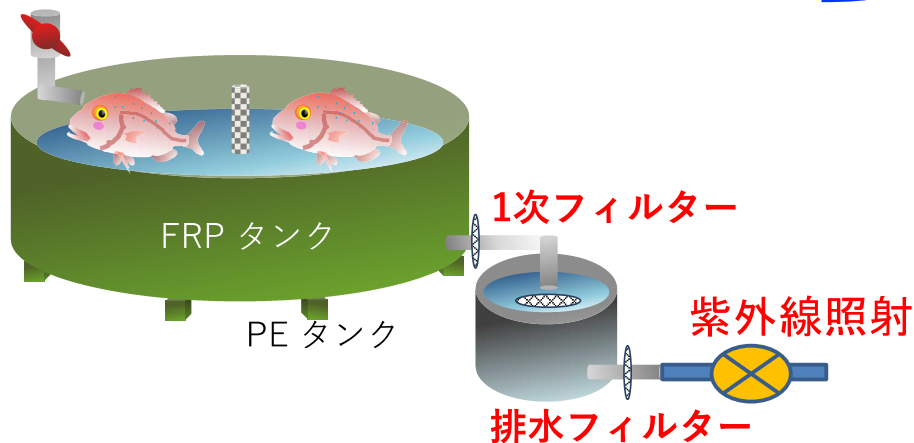


「陸上養殖」と「ゲノム編集魚」

管理が容易

- 個体の逃亡
- 受精卵の流出
- 未受精卵の流出
- 精子の流出

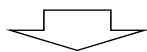
防止



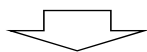
陸上養殖の可能性

これまで

天然魚を飼育



環境に適合していない



生産性が上がらない

経済的に見合わない

ゲノム編集で

魚自体を改良

- 飼育環境に適合
成長性が良い
- 市場のニーズに対応
需要が大きい
- 栄養素などが豊富
高品質/高付加価値
- 独自の特性
地域の特産品

収益性が上がる

陸上養殖のメリット

就労 生産者メリット

安全性確保
安定性確保
就労時間の固定化

養殖魚 消費者メリット

安定した環境で飼育
品質管理が容易

安全安心な魚

拡散防止 6次産業化

現地で加工
流通システムの整備

トレーサビリティの確保

- 雇用の確保
- 地域創生