

ゲノム編集技術を用いた 「おとなしいマグロ」作出の試み

玄 浩 一 郎

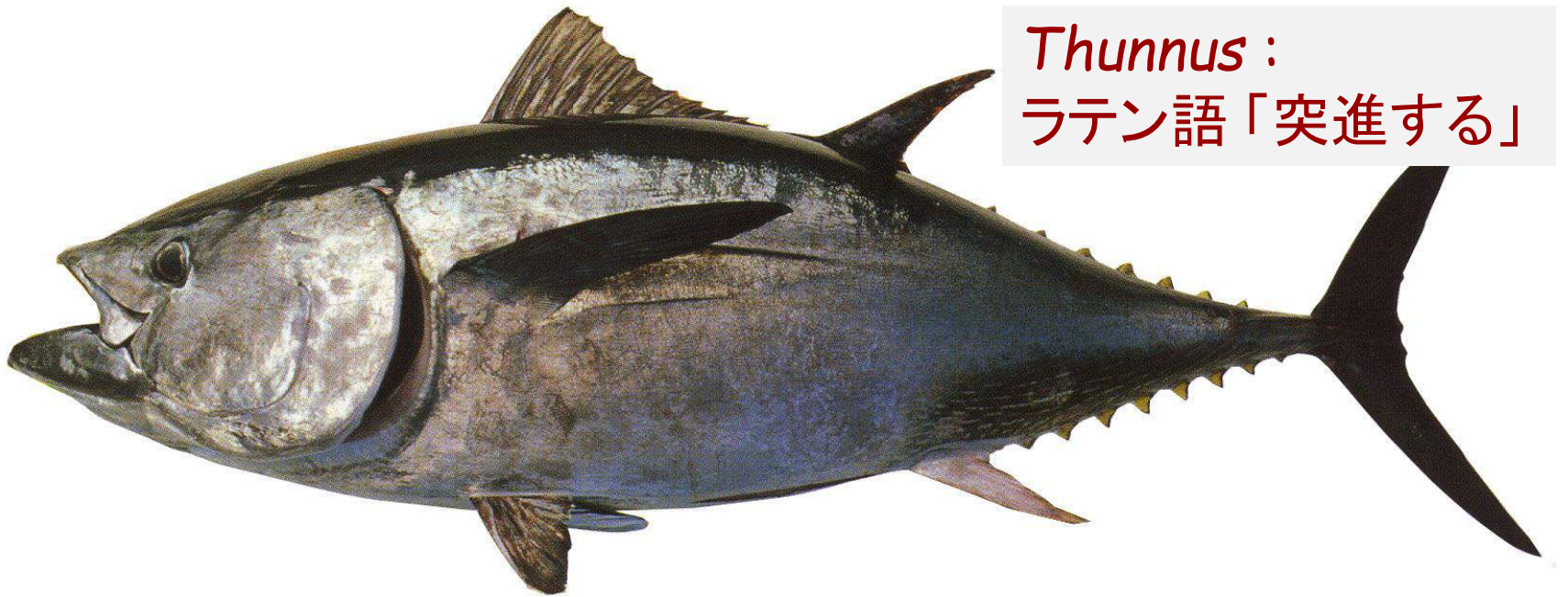
水産研究・教育機構 西海区水産研究所
まぐろ増養殖研究センター

マグロ (= クロマグロ)

英名 *Bluefin tuna*

学名 *Thunnus orientalis*

Thunnus :
ラテン語「突進する」



FL 200 cm, BW 190 kg (5歳魚)

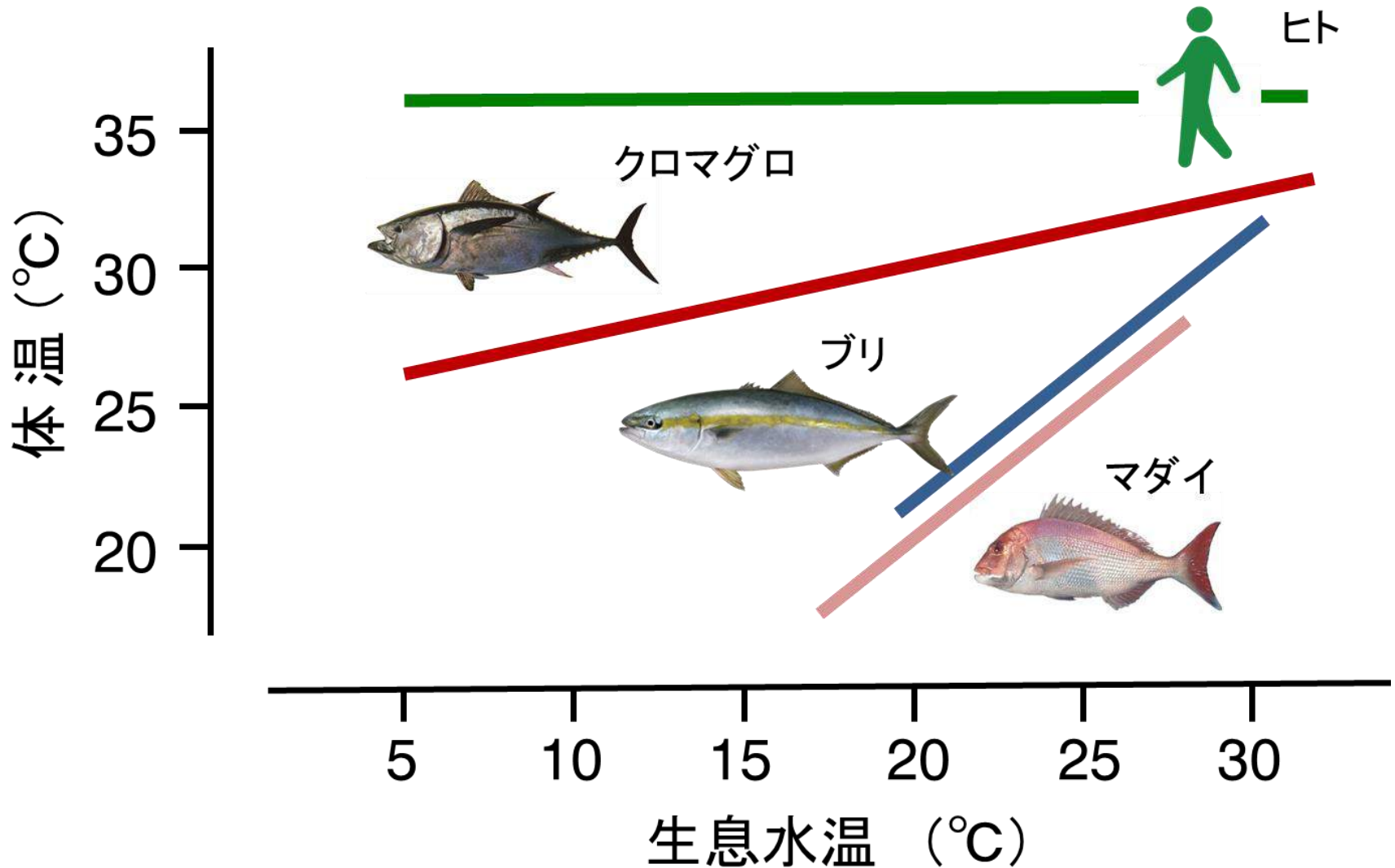
世界にいるマグロの仲間

マグロ類(1属8種類)



マグロの特徴 その1

体温を保持できるので、生息水温の影響を受けない



マグロの特徴 その2

他の魚と比べて非常に高速で泳ぐことができる

体型が紡錘形



尾びれを大きく速く動かすための筋肉（側隆起縁）が発達

水の抵抗を減らすための鰭（小離鰭）

マグロの特徴 その3

他の魚と比べて非常に速いスピードで成長する

親魚



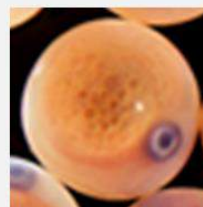
卵



1 mm



1 mm



6 mm

3か月後



300 mm



70 mm



60 mm

マグロの特徴 その4

非常に神経質な性格

(=光などの刺激に非常に敏感に反応)



カミナリ



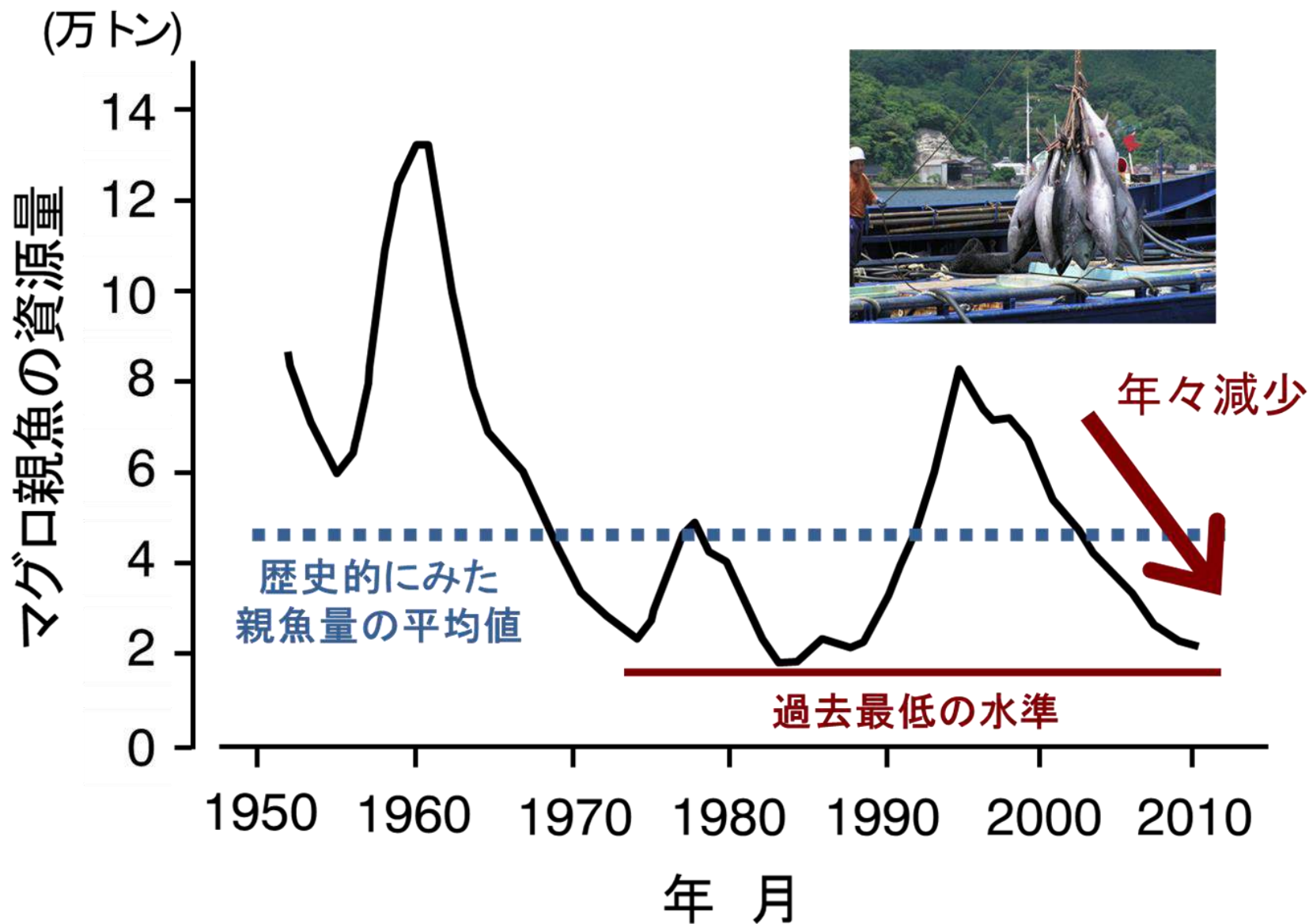
フラッシュ



車のライト

その他、他魚種の急接近によっても驚く

天然マグロの資源は危機的な状況にある



これまでのクロマグロ養殖



日本沿岸での
天然種苗の捕獲

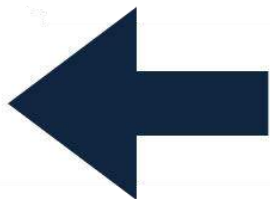


天然幼魚
(ヨコワ)

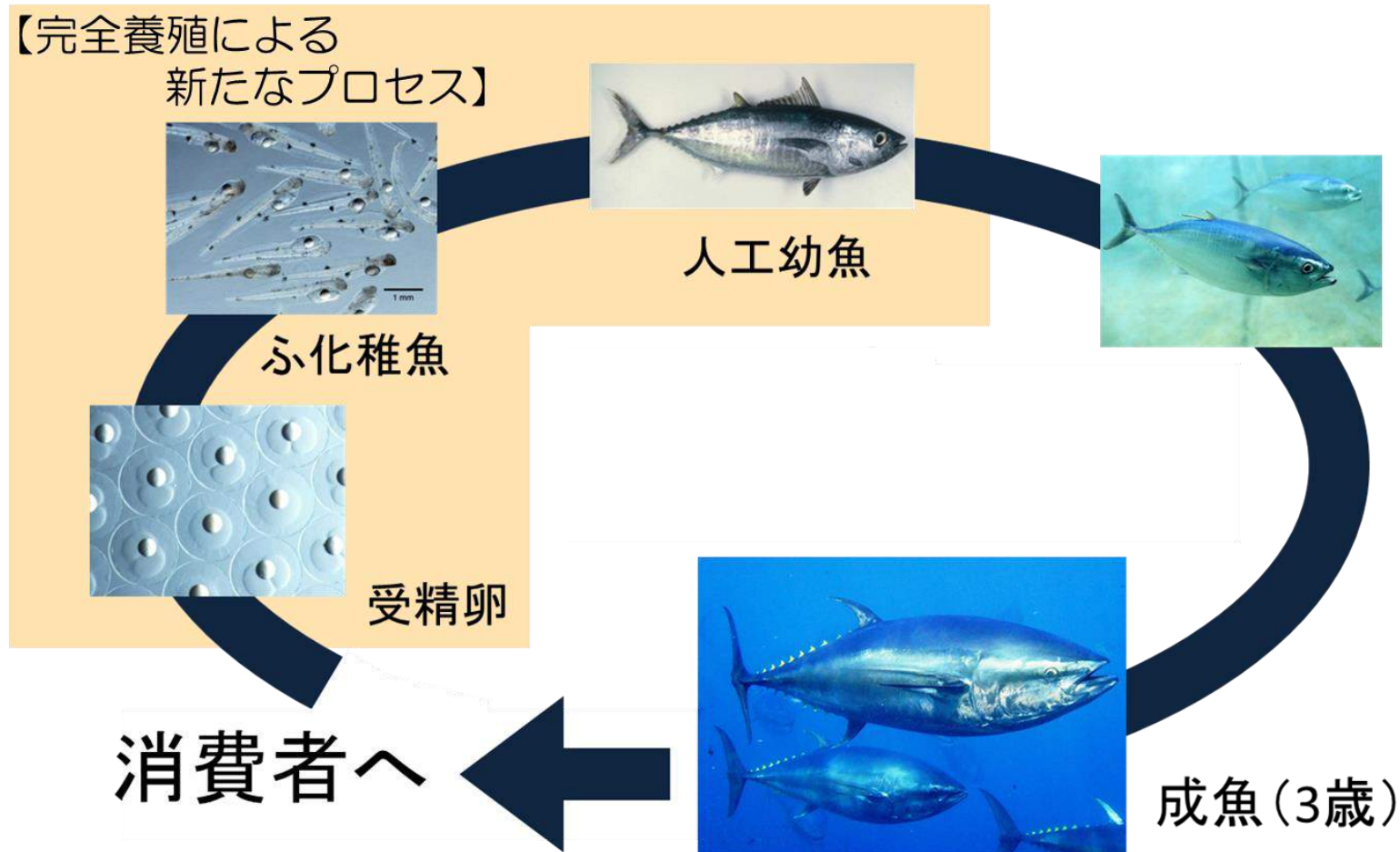


成魚(3歳)

消費者へ



これからのクロマグロ養殖



完全養殖技術は2002年に近畿大学が成功したが、マダイやブリ等と比較して、卵から人工幼魚までの生産効率が未だに極めて低く、改善が望まれている

西海区水産研究所 まぐろ増養殖研究センター

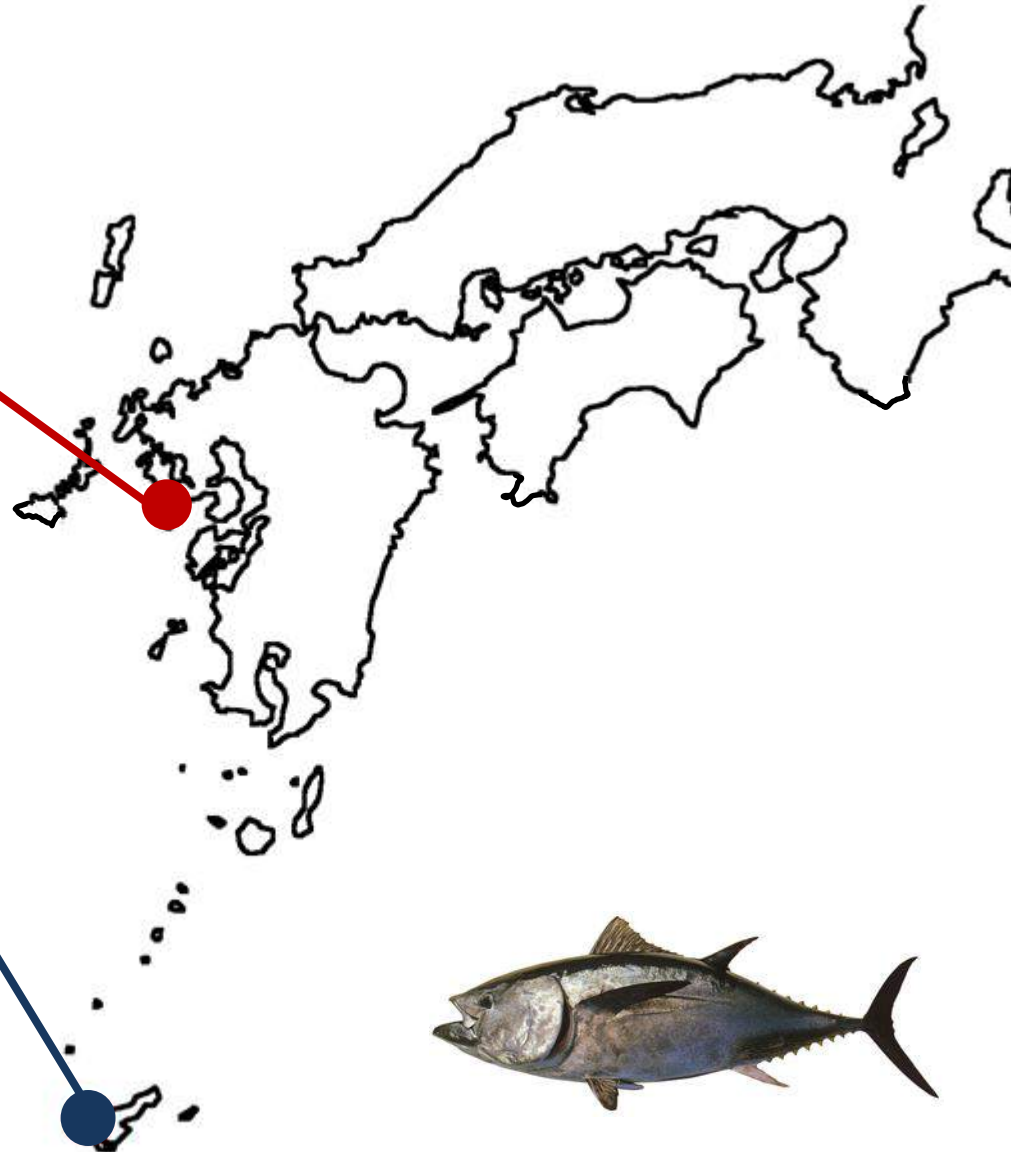
2011年4月1日発足

成熟制御グループ (長崎)

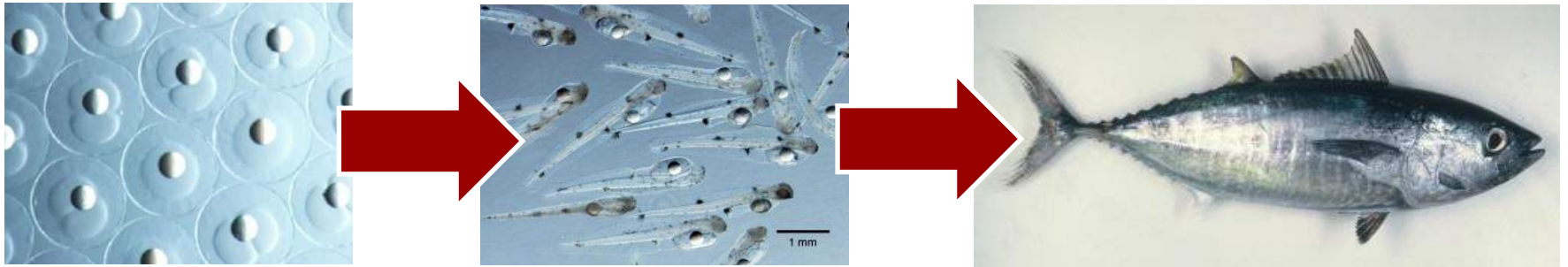
「卵が採れない」問題を
解決するための研究開発

種苗量産グループ (奄美大島)

「子供の餌や飼育」問題を
解決するための研究開発



完全養殖技術の確立・普及にあたっての問題



- 👉 卵が採れない！
- 👉 赤ちゃん用の良い餌がない！
- 👉 赤ちゃん～子供の飼育方法がない！
- 👉 飼いやすくて、おいしいマグロを作る
（育種改良）技術がない！

これら知見にもとずいて、環境制御が可能な陸上水槽を用いたクロマグロの成熟・産卵技術の開発基盤研究に国内外に先駆けて着手！！

まぐろ増養殖研究センター 親魚棟



2013年竣工

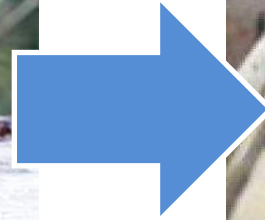


2014年に成功

育種改良とは・・・



イノシシ



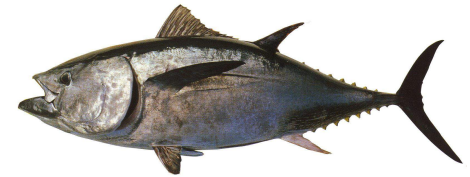
ブタ

利用価値の高い作物や家畜の新種を人為的に作り出したり、改良したりすること

マグロ養殖で育種改良が望まれている形質

☀ 極めて神経質な性質

(光など外部刺激に非常に敏感)



☀ マグロ特有の遊泳能力

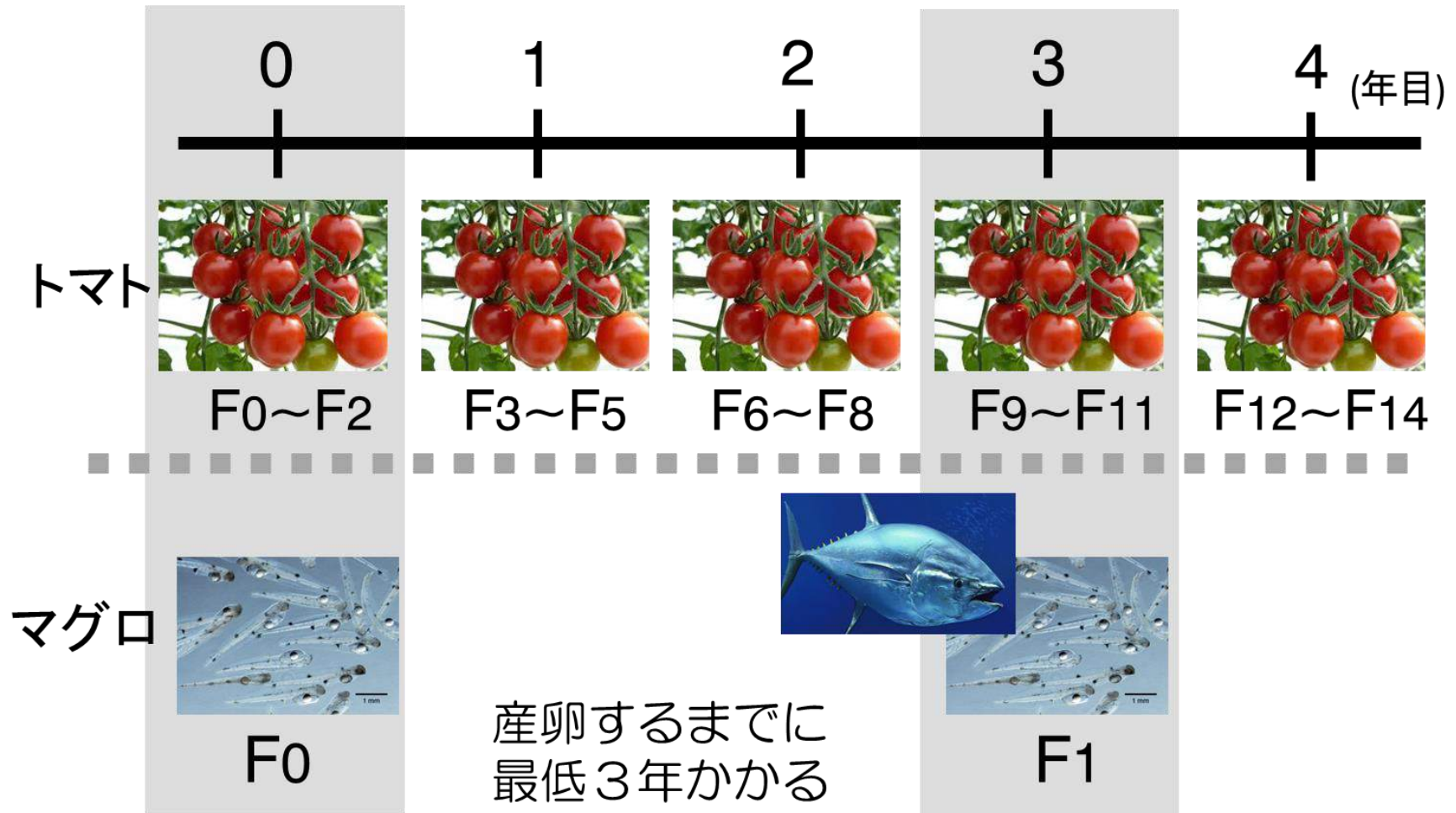
(他魚種と比べて非常に高速で遊泳)

これら形質が災いして、養殖生産現場では衝突による死亡(衝突死)が多発

➡ 養殖生産者にとって
甚大な経済的損失



マグロを育種改良するにあたっての問題 ①



✳ 世代交代に長い年月がかかる (トマトの10倍)

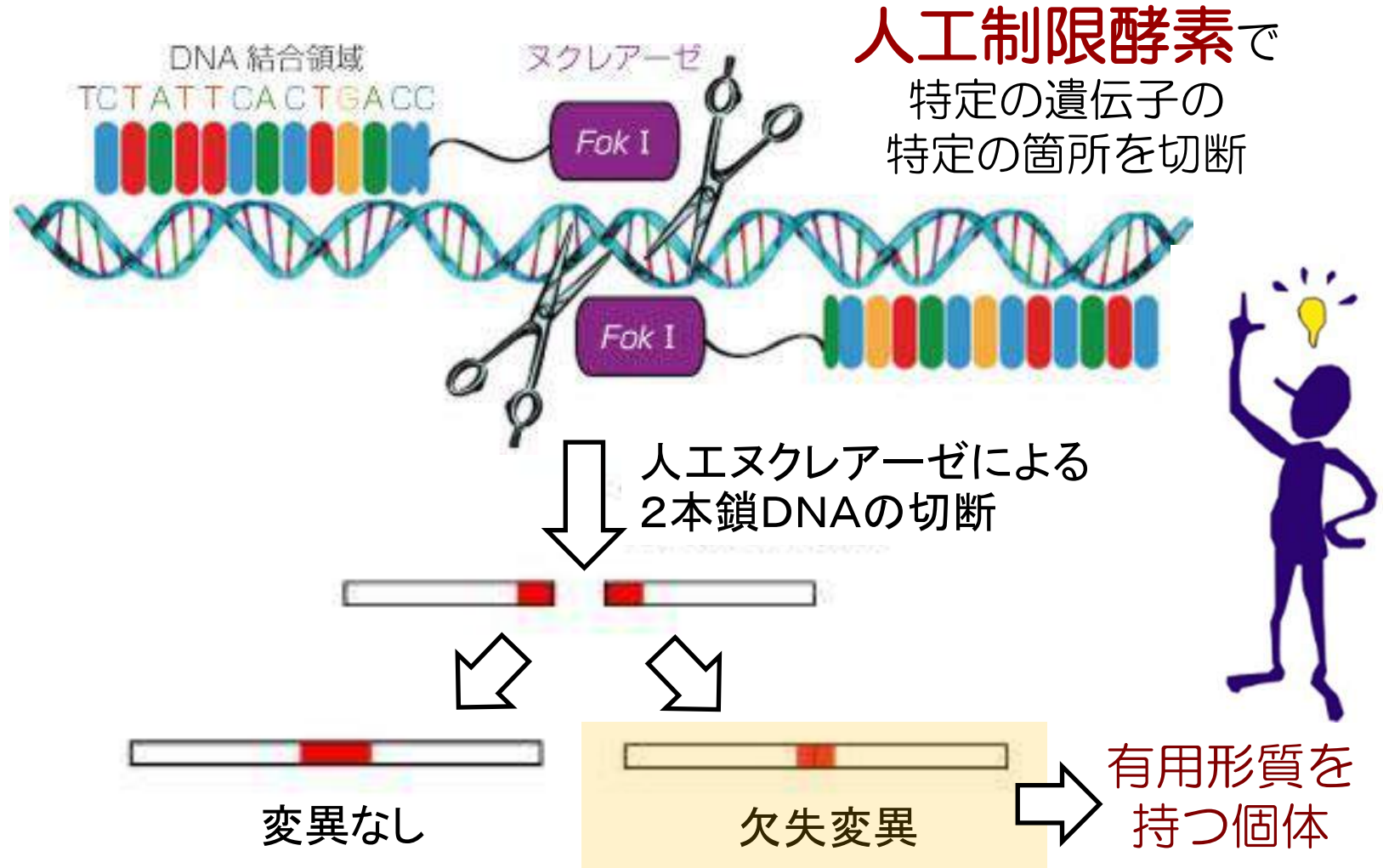
マグロを育種改良するにあたっての問題 ②



マグロ生け簀
直径 40m
水深 20m

- ✳ 非常に大きな生け簀で飼育しているため、利用価値の高い個体ができてもそれを選別できない

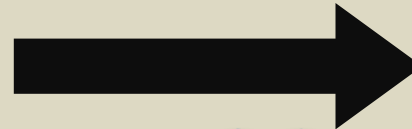
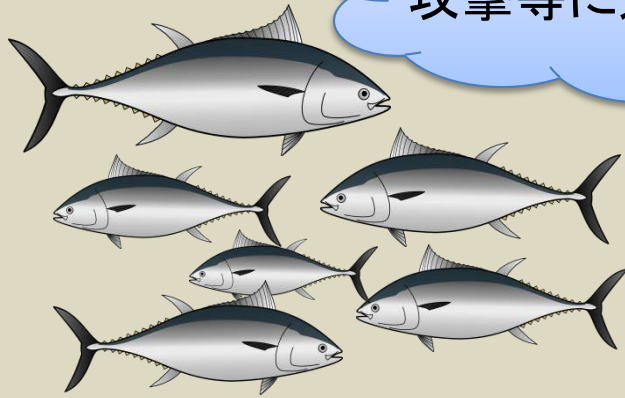
新しい育種技術としてのゲノム編集とは



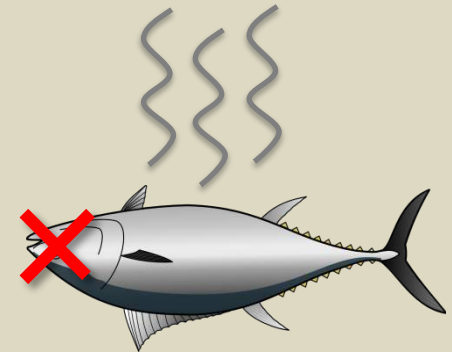
☀ 短期間で農水産物の育種改良が可能になる

マグロ養殖で育種改良が望まれている形質

不意な光や他魚からの
攻撃等に過敏に反応



高速で遊泳

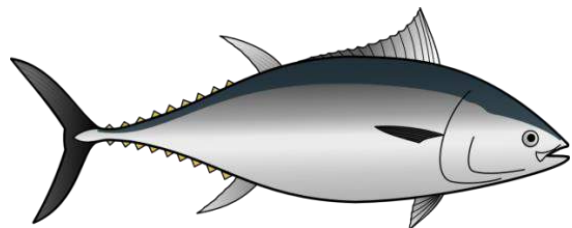


衝突死

= 甚大な経済損失



行動等に関わる遺伝子のゲノム編集の
実施、有望個体の取得とその形質評価



養殖適性を有する育種素材の開発
社会的受容に必要な科学的知見の蓄積

私たちにとって、
利用価値の高いマグロができるが、
ゲノム編集したものは安全なのか？



ゲノム編集と遺伝子組換えとの違いは？

	遺伝子組換えで できる農水産物	ゲノム編集で できる作農水産物
目的	他の生物の遺伝子を利用する (新しい設計図を入れる)	その作物自身の遺伝子の 必要な部分だけ変える (設計図を少し書き変える)
従来の育種と 比較して	従来の育種では できないものも作れる	科学的には従来育種で できたものと同等
最終製品に 外来遺伝子が	残る	残らない

魚類におけるゲノム編集技術の特徴

- ① 人工制限酵素で遺伝子を切断しているだけで、魚類の遺伝子に**外来遺伝子を組み込んでいない**
 - ② 人工制限酵素の**RNAやタンパク質**を受精卵に直接顕微注入することで、ゲノム編集魚の作出が可能である
- 水産機構と水産庁(やゲノム編集学会)が、カルタヘナ法に係わらないゲノム編集魚について、取り扱いを検討中
 - 水産機構では機構内で開発したゲノム編集魚(マグロ等)の取り扱いに関する内部規定を作成中
 - 規制当局(農林水産省 消費・安全局他)とゲノム編集魚の開発に携わる研究者との間で情報交換会を開催

ゲノム編集マグロの安心・安全に関わる調査 (社会的受容に必要な科学的知見の蓄積の一例)

- ① 有害物質(毒やアレルギー源)を持っていないか？
- ② マグロの遺伝子に外来遺伝子が入っていないか？
- ③ 自然界でゲノム編集のような欠失が起こっているか？
- ④ 生け簀でゲノム編集マグロが卵を産んだ場合、
周辺環境に影響(勝手に増える等)を及ぼさないか？
- ⑤ 養殖海面で飼育したゲノム編集マグロが生け簀から
逃亡しても大丈夫なのか？

育種改良で利用価値の高い魚を効率良く作る (= 将来にわたっておいしい魚を安く食べられる)

養殖魚種



ゲノム編集技術
による育種改良

行動に関わる遺伝子

求められる形質

飼育しやすい



餌効率に関わる遺伝子

少ない餌で成長する



栄養に関わる遺伝子

うまみ成分が多く含まれ
健康(DHA等)に良い



可食部形成に関わる遺伝子

肉厚で可食部多い