

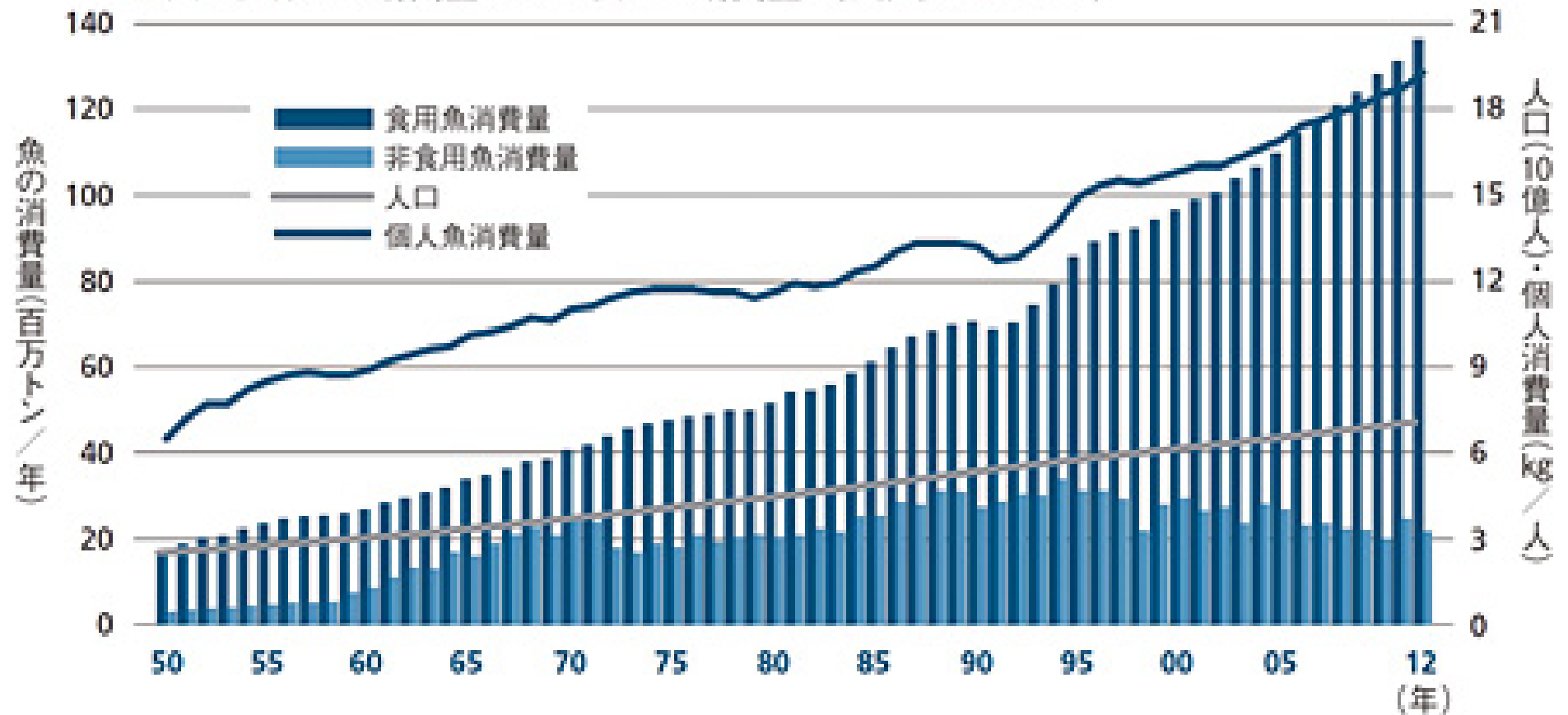
「将来の環境変化に対応する革新的な食料生産技術の創出」

日本型持続可能な 次世代養殖システムの開発

中山一郎

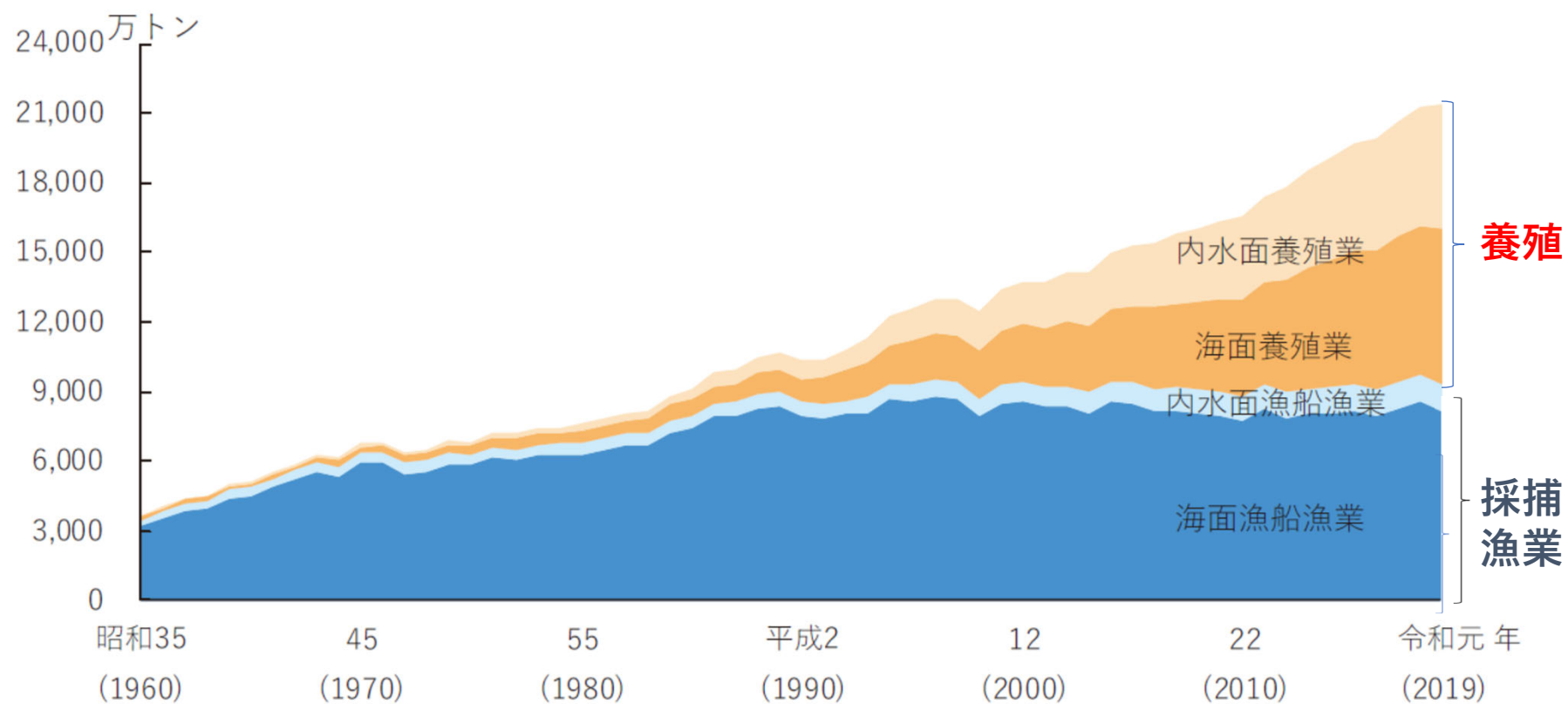
東京大学生産技術研究所リサーチフェロー
水産研究・教育機構理事長

■図1 世界の魚消費量、人口、個人魚消費量の推移 (FAO 2014)



世界での水産物消費は急速に伸びている 60年間で**約7倍**！

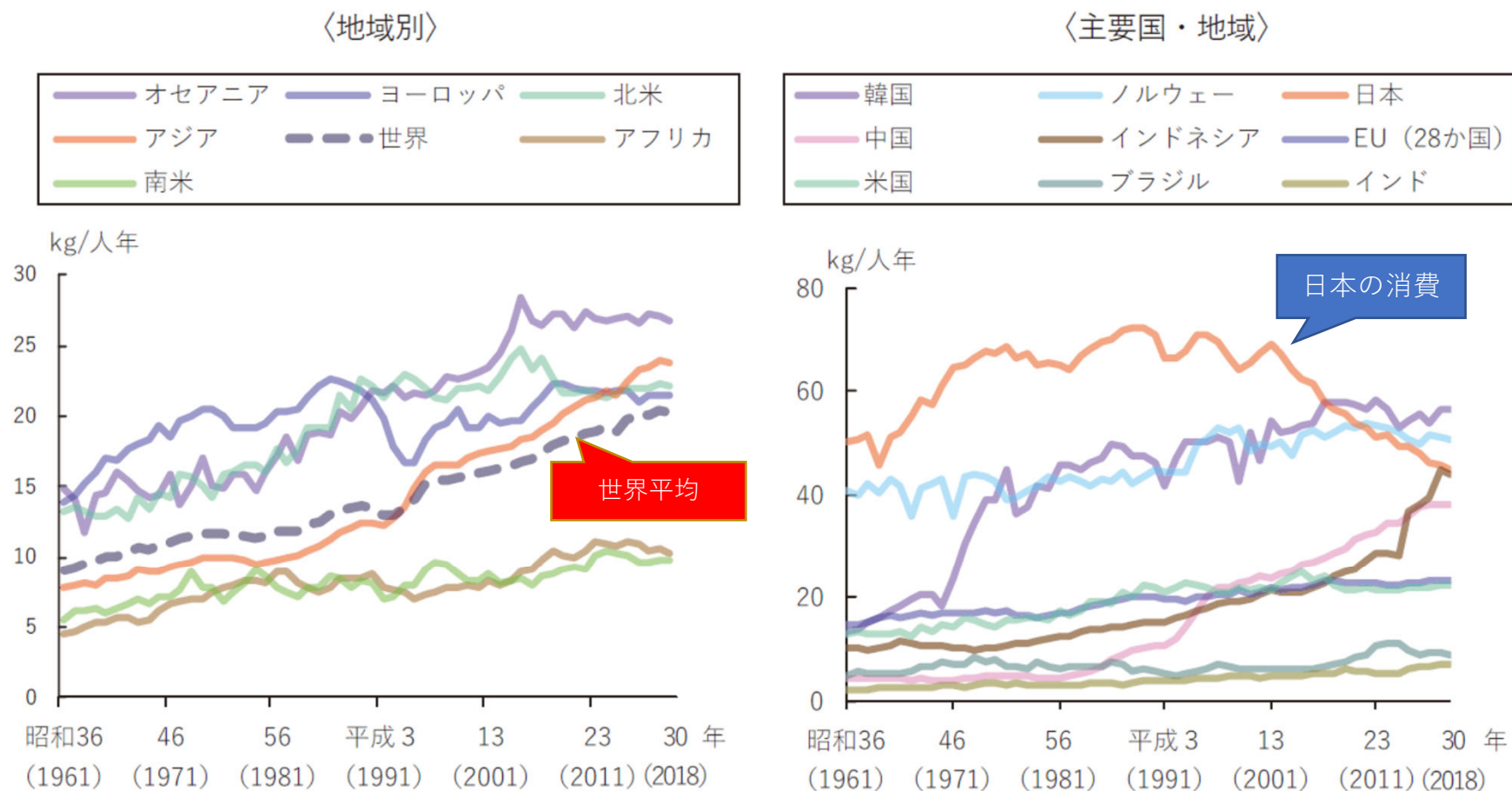
図表特-1-3 世界の漁業・養殖業生産量の推移



資料：FAO「Fishstat (Capture Production、Aquaculture Production)」(日本以外の国) 及び農林水産省「漁業・養殖業生産統計」(日本) に基づき水産庁で作成

日本の水産物の消費の現状は？

図表特-1-1 世界の1人1年当たり食用魚介類消費量の推移（粗食料ベース）

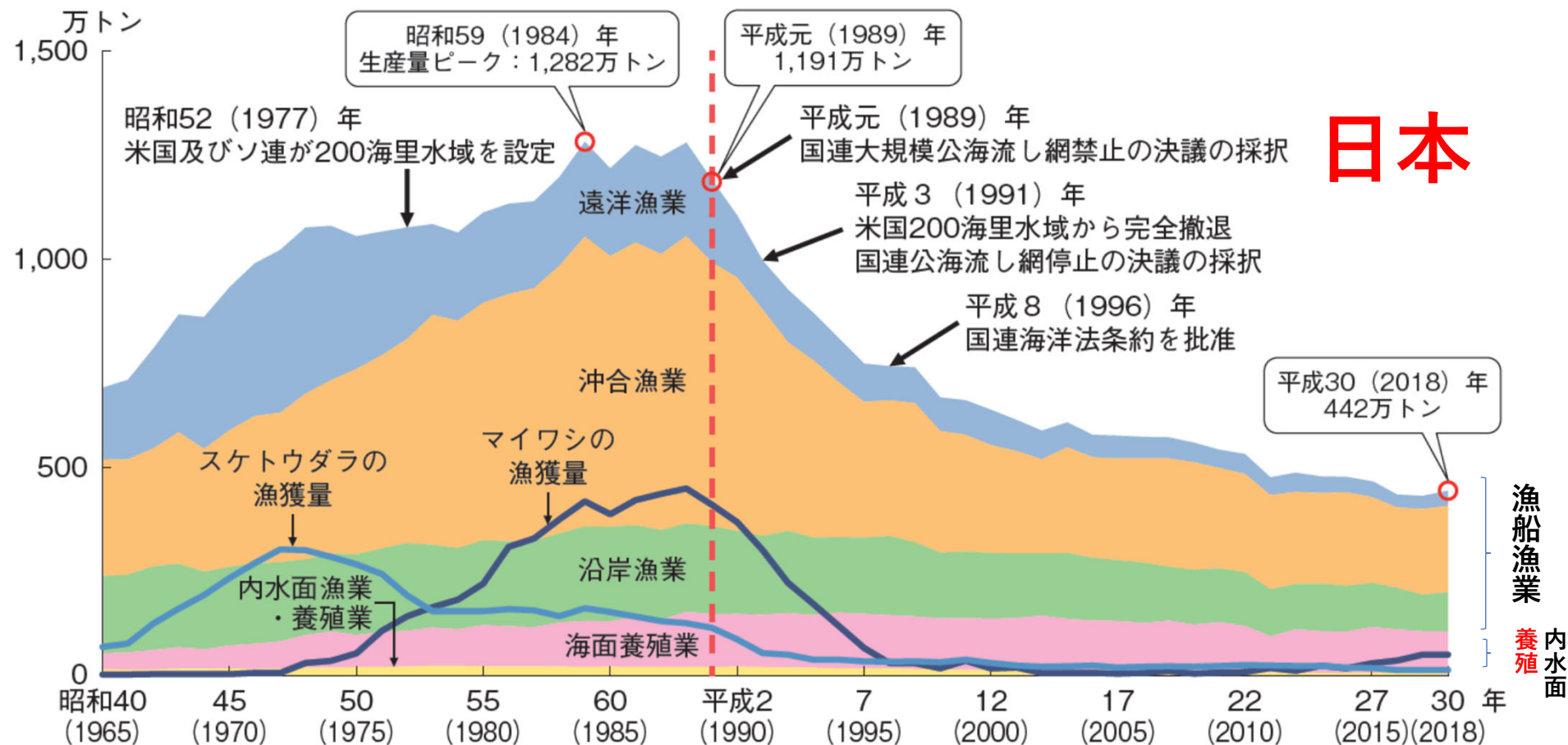


資料：FAO「FAOSTAT (Food Balance Sheets)」(日本以外の国) 及び農林水産省「食料需給表」(日本)

注：粗食料とは、廃棄される部分も含んだ食用魚介類の数量。

日本の水産業の生産の現状は

図特－１－１ 我が国漁業生産量の推移及び漁業を取り巻く状況の変化



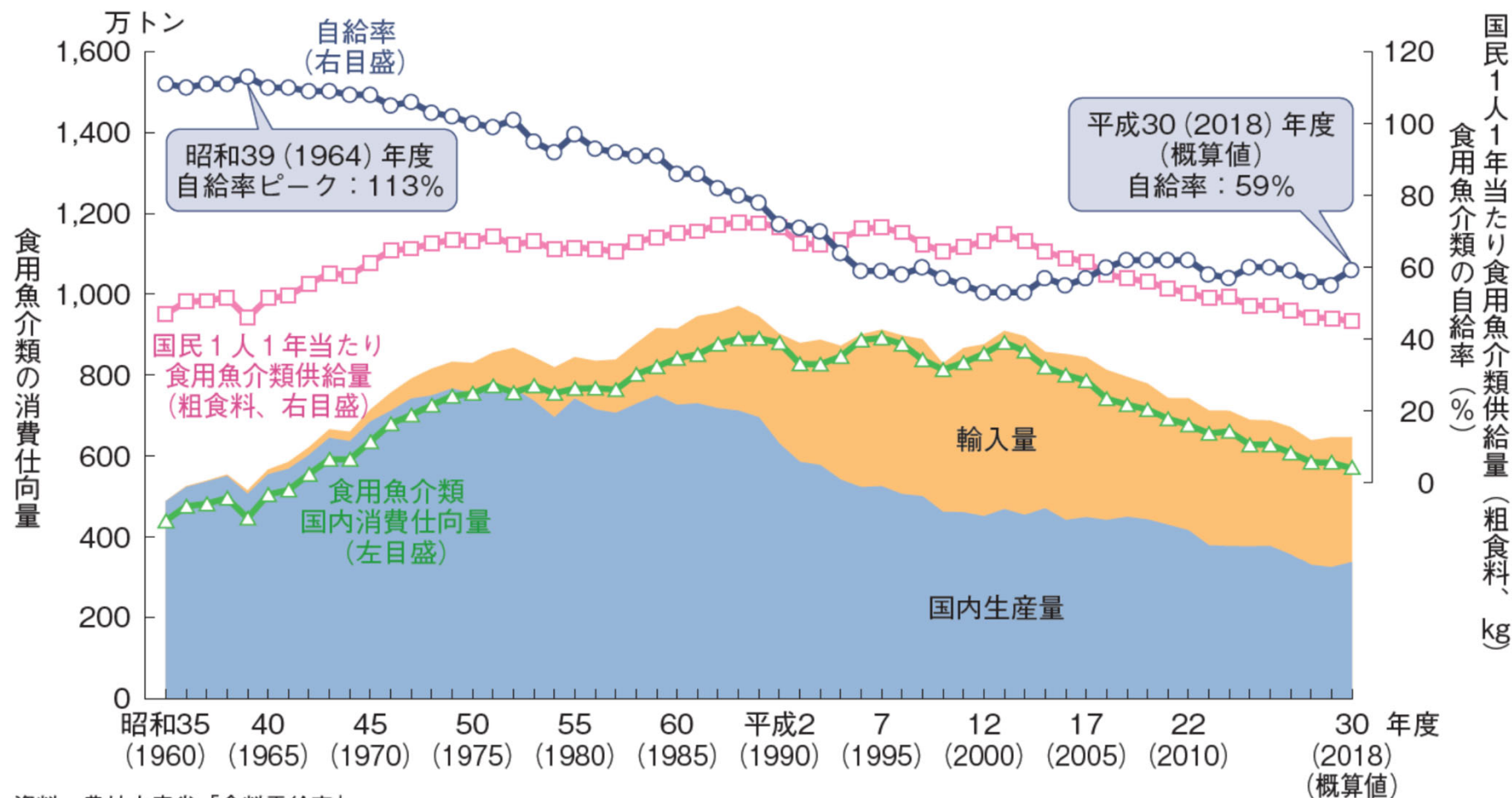
日本

資料：農林水産省「漁業・養殖業生産統計」

注：漁業・養殖業生産量の内訳である「遠洋漁業」、「沖合漁業」及び「沿岸漁業」は、平成19 (2007) 年から漁船のトン数階層別の漁獲量の調査を実施しないこととしたため、平成19 (2007) ～22 (2010) 年までの数値は推計値であり、平成23 (2011) 年以降の調査については「遠洋漁業」、「沖合漁業」及び「沿岸漁業」に属する漁業種類ごとの漁獲量を積み上げたものである。

生産量

図4-2 食用魚介類の自給率の推移



資料：農林水産省「食料需給表」

注：自給率 (%) = (国内生産量 ÷ 国内消費仕向量) × 100

国内消費仕向量 = 国内生産量 + 輸入量 - 輸出量 ± 在庫増減量

水産物の自給率

輸入分1兆7000億円の市場

世界では水産物消費がすごい勢いで伸びている
日本は停滞

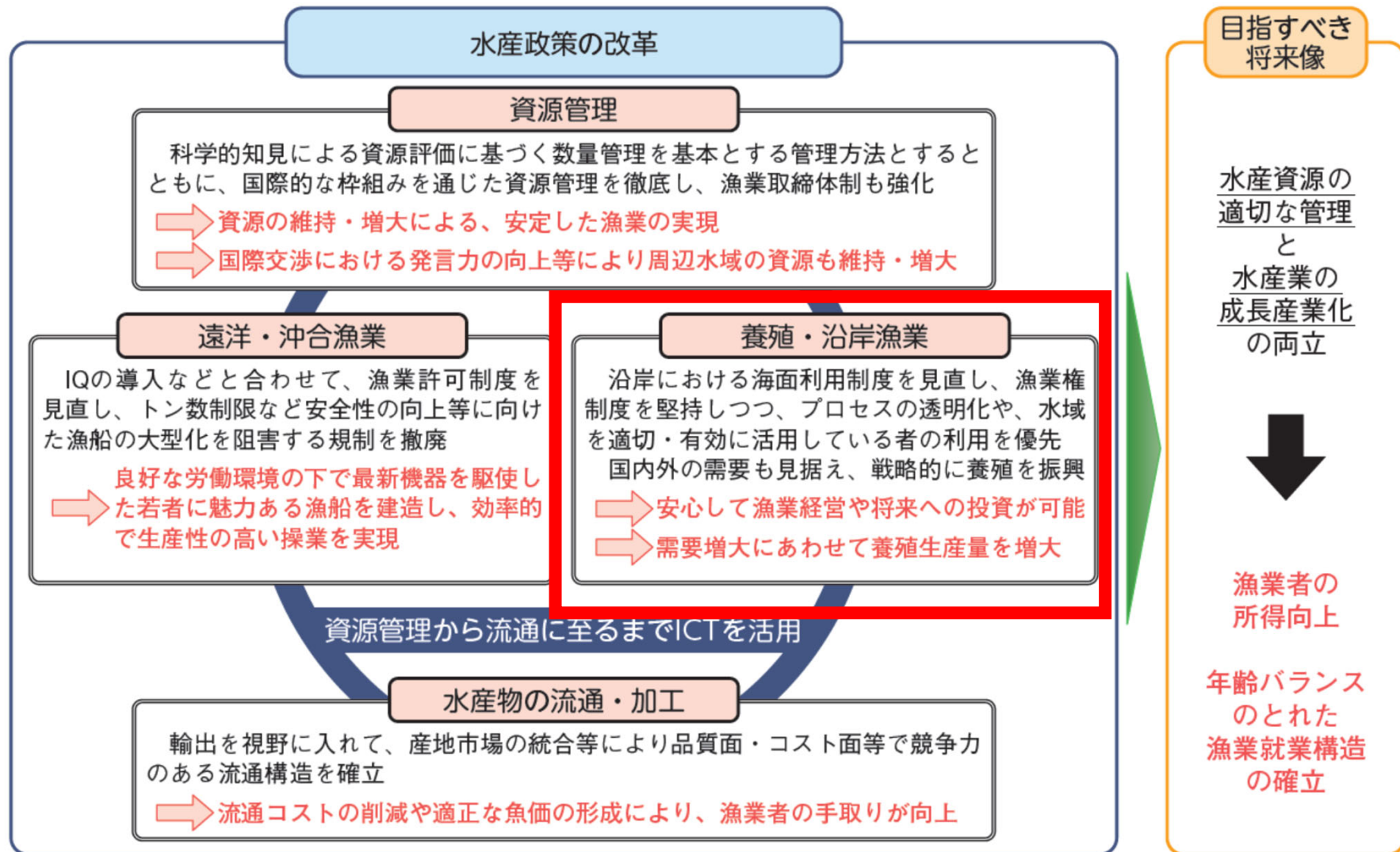
世界の水産物の供給源は「養殖」
農業・畜産の歴史をたどっている

残念ながら日本は世界一の魚食国では無くなった
とはいえ

世界有数の魚介類消費国である

我が国 水産業の振興 70年ぶりの漁業法改正

昨年（2020年12月施行）



養殖業成長産業化総合戦略について

令和3年7月

水産庁

第5 養殖業成長産業化を進める取組内容の例

- 養殖業の成長産業化を図るため、戦略的養殖品目ごとに関係者が連携・協力した取組み。
- 取組みに当たっては、持続可能で多様性と包摂性のある社会を実現するSDGsに貢献。

1 養殖業成長産業化の枠組みの構築

- ・ 生産から販売・輸出に至る養殖バリューチェーンの各セグメント、行政、試験研究等で構成される養殖業成長産業化推進協議会の設置・連携強化
- ・ 先端的養殖モデル地域の重点開発の取組や浜の活力再生プラン等のプロジェクト型事業の活用を推進

2 養殖生産物の新たな需要創出・市場獲得の推進

- ・ 輸出拡大に向け機能的なバリューチェーンの構築に資するシステム・機器整備等に取り組む
- ・ 輸出拡大に必要な養殖魚類等の品質保持技術の実用化に向けた技術開発
- ・ 水産エコラベルについての事業者・消費者に対する情報発信と認証取得の促進、輸出の促進に向けた取組を推進

3 持続的な養殖生産の推進

- ・ 海外需要や国内需要の量や質の変化を踏まえた生産拡大や質を追求する養殖生産に取り組む
- ・ 低魚粉飼料を用いた魚類養殖のコスト低減技術、少量給餌もしくはやや少給餌回数などで高成長を示す高効率飼料の開発及び魚粉代替原料の生産技術の開発を進める
- ・ ワクチンの開発や普及の加速化等により、抗菌剤に頼らない養殖生産体制を推進
- ・ 輸出を視野に入れて浮沈式生簀等の導入や大規模沖合養殖システムの導入、新技術を用いた協業化の促進等による収益性向上を進める
- ・ 成長産業化に繋がる陸上養殖の管理の枠組みや制度の検討に必要な調査等の取組を進める
- ・ 自動給餌機や自動網掃除ロボット、出荷時の尾数カウントシステムなどのICT及びAIの活用により省人化・省力化を推進
- ・ 金融機能が適切に発揮されるよう、養殖業の生産・経営実態を踏まえた適正な資産評価システム「魚類養殖業事業性評価ガイドライン」の導入等活用等による資金調達の円滑化を図る
- ・ 貝類のへい死について、過密養殖を避けるなどの適切な養殖管理の徹底、へい死等が確認されている漁場からの移動時の注意、水温や溶存酸素等のモニタリング、作業は貝類に負担の少ない時期に実施、波浪の影響が出ないように施設を調整等による管理作業の見直しや徹底

4 研究開発の推進

- ・ 国立研究開発法人水産研究・教育機構が中心となって設置した「水産増養殖産業イノベーション創出プラットフォーム」のもと、産官学の連携による活動と異分野融合を通じて、必要な研究開発・市場開発を推進
- ・ 閉鎖性海域における栄養塩類の不足等による水産資源への影響に対応するため、栄養塩類と水産資源の関係解明の調査研究を行うとともに、栄養塩類の管理や食害対策等による取組により、栄養塩類の不足や気候変動等に対応できる生産手法の開発等を推進
- ・ 養殖生産物の生産状況モニターや成長曲線、給餌等コスト表示システムの導入に加え、海水温等、赤潮、貝毒及び魚病等の漁海況の状況予測等を表示するシステムの導入を進める
- ・ ノリの食害対策として、囲い網方式の防除ネットの設置等による取組みのほか、音響等のスマート技術を活用した対策による被害の軽減
- ・ 陸上養殖及び遠隔自動給餌システムを備えた大規模沖合養殖など、生産性の向上だけでなく気候変動による災害リスクの高まりや労働安全・省力化にも対応した新たな養殖生産システムや、それに適応する新養殖魚種の研究開発を進める
- ・ 高成長系統、低魚粉配合飼料で成長の良い系統、耐病性系統、高温耐性系統、貧栄養に耐性のある系統の他、市場ニーズに合った付加価値の高い系統等の優良形質を有する系統の作出を進める

みどりの食料システム戦略

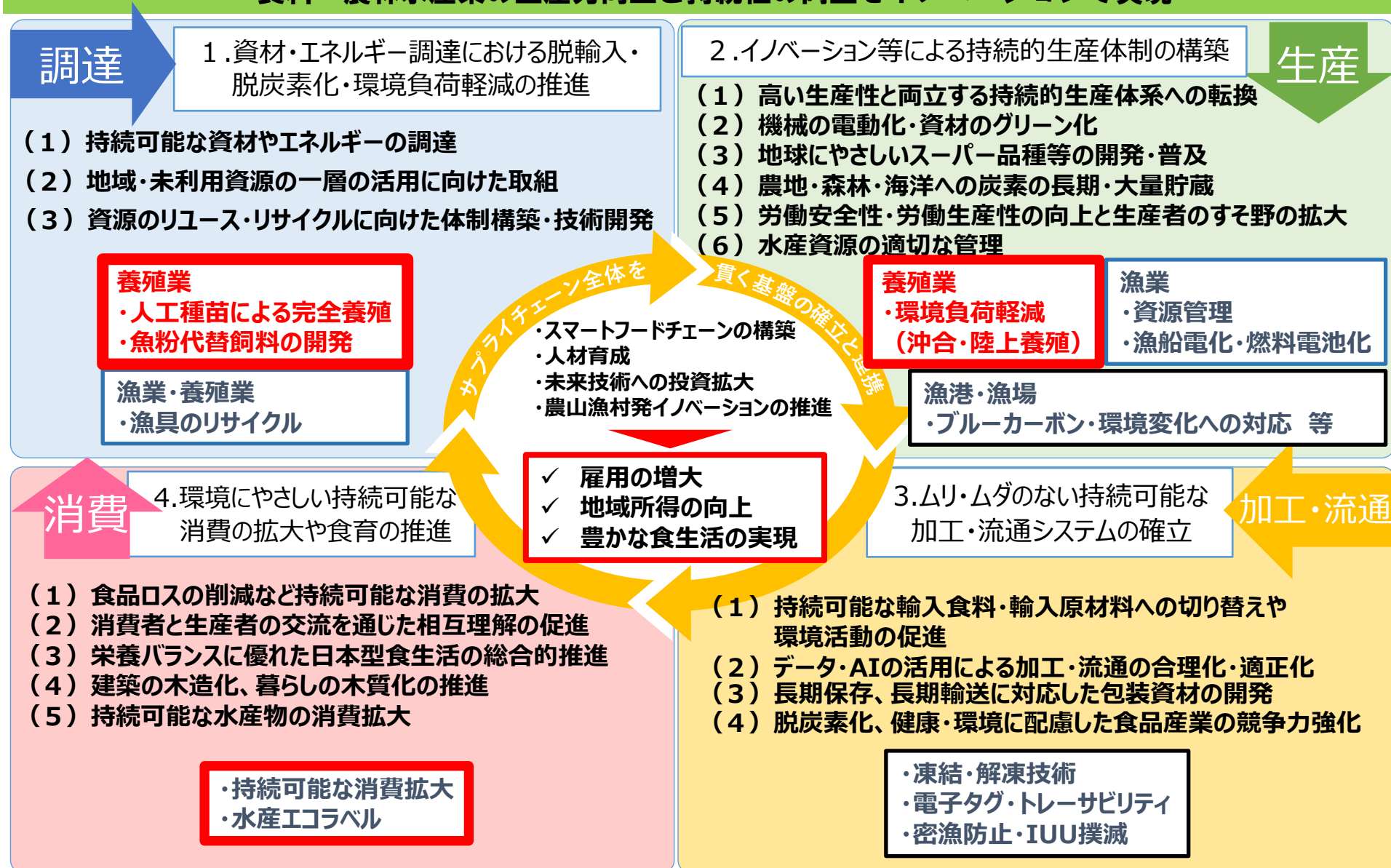
～食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現～

(本体)

令和3年5月
農林水産省



みどりの食料システム戦略（具体的な取組：水産関連事項） ～食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現～



出典：水産庁資料を加工して作成（赤字は今回紹介する機構の取組事例）

日本の排他的経済水域



出展：国土交通省

世界は水産養殖へ急速に展開 60年間で7倍

日本は1980年代には世界最先端だったが...

輸入分1兆7千億円分の市場はすでにある

→ これを取り戻す

世界の需要はさらに伸びる → 輸出産業へ

養殖業の振興がキー

養殖の振興に日本は何をやるか

養殖の三要素

- 餌： 基本は魚に魚を与えて育てる
魚粉、魚油に依存
- 種： 育種 農業・畜産に比較して歴史が浅い
せいぜい数十年
- 場： 養殖システム
海外ではサケに特化した大規模システムが進展

モデル魚 サバ



塩サバ：加熱用



生サバ：刺身用

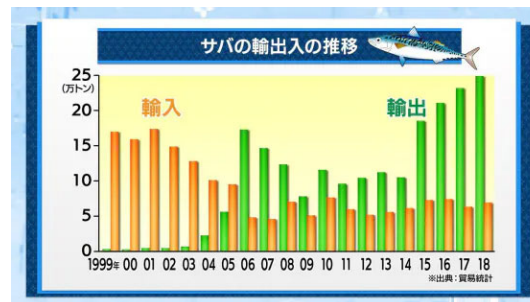
- ・日本の次世代型養殖のモデル
- ・戦略魚種の一つとして最適
- ・多獲性魚種の大規模養殖実績はない
- ・同種内で、品質の多様化が可能（ブランドサバ）

- ・サバ科：マサバ、ゴマサバ、大西洋サバ、スマ、サワラ、カツオ、マグロなど
- ・国内生産：サバ 40万トン漁獲 養殖約数10トン
（マグロは1.5万トン、人工種苗1,000トン）
- ・世界市場：世界中で食べられている 日本の漁獲の半分（25万トン）は輸出
- ・栄養素：高タンパク質、DHA・EPA、ビタミンB2・B6・B12・D等栄養豊富
- ・価格：1kg 数百円で取引されるものから、最高級は7,000円/kg以上（関サバ等）
- ・輸入量：ノルウエーから15万トン/年輸入



アフリカ等で大人気の日本産サバ缶詰

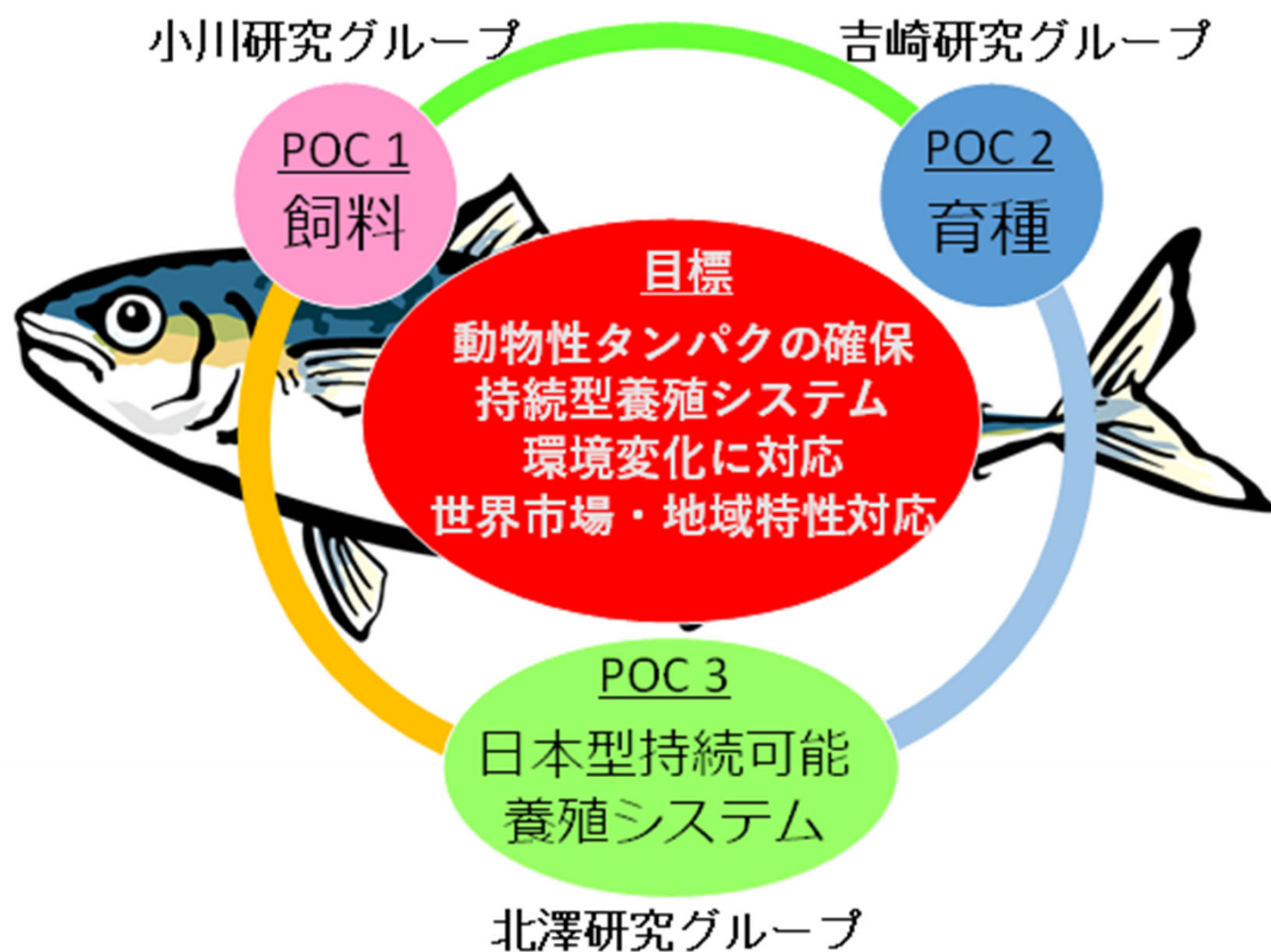
出典：geishabrand.com



日本からの輸出伸びている



日立造船・弓ヶ浜水産の陸上養殖プラント



将来の環境変化に対応する革新的な食料生産技術の創出

研究開発課題名：生態系に学ぶ資源循環型養殖餌料の開発

研究開発代表者：小川 順 京都大学大学院農学研究科・応用生命科学専攻 教授

共同研究機関：日本水産株式会社、慶應義塾大学、理化学研究所



目的：

循環型資源である植物資源から魚までの食物連鎖を、発酵微生物・腸内細菌などの機能を活用して駆動し、現養殖における魚から魚への環境負荷の高いシステムを、自然循環を取り入れた持続可能なシステムへと転換する。

研究概要：

現状の課題

- ・魚の必須栄養素を魚で供給。
- ・魚の必須栄養素に由来する機能的代謝物が特定されていない。
- ・魚の消化管研究は極めて少なく腸内細菌機能の解明や活用が不十分。

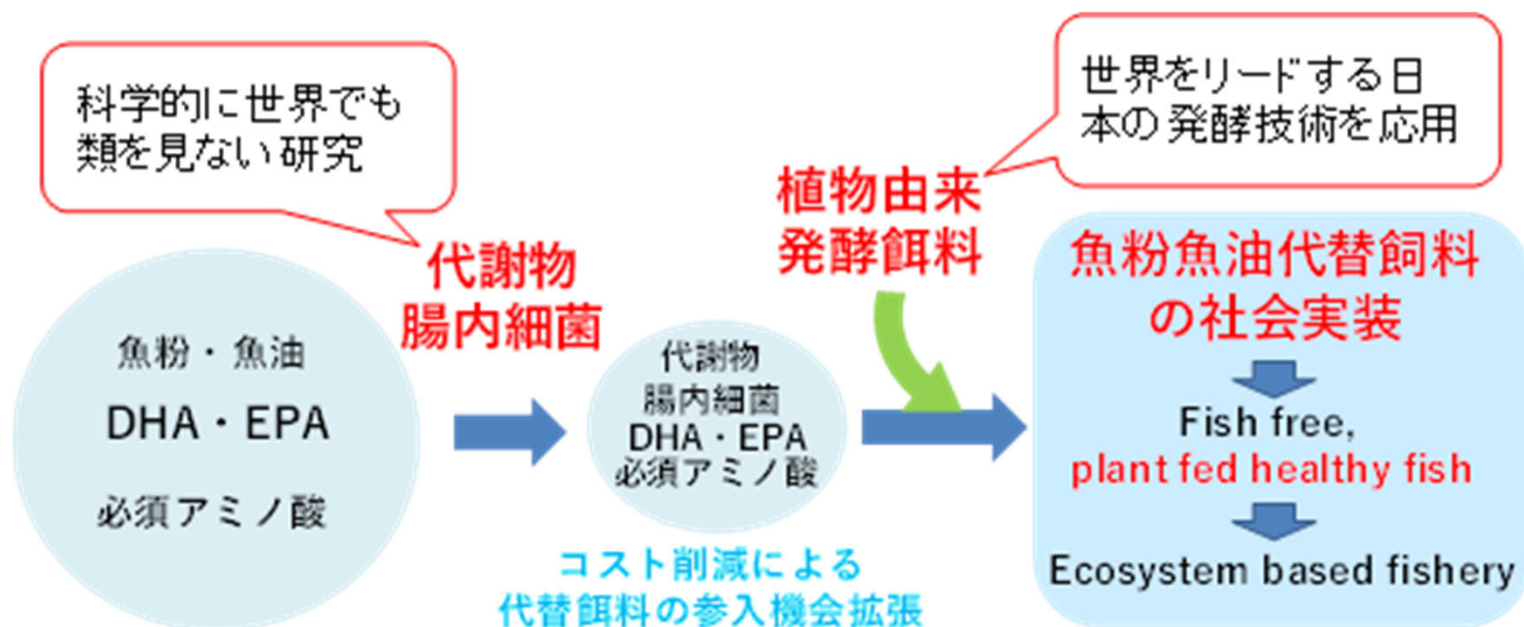
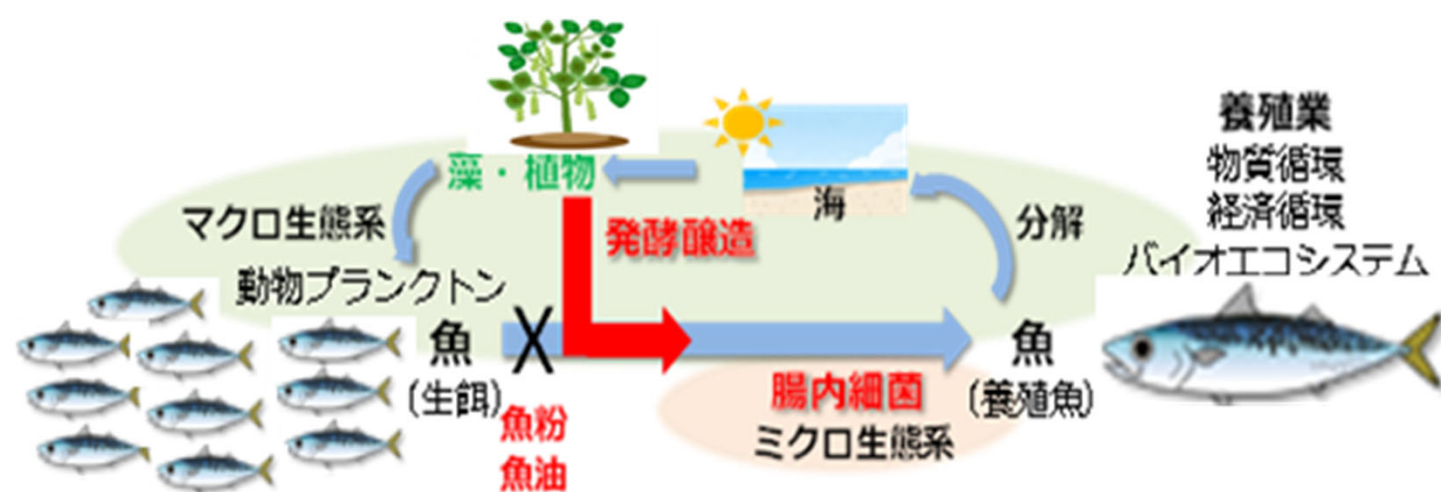
解決手段

- ・必須栄養素に由来する代謝物を同定し、その生理機能を検証、飼料素材として開発する。
- ・必須栄養素を産生・変換する腸内細菌を単離し、そのプロバイオティクス機能を検証する。
- ・植物素材から必須栄養素（脂肪酸・アミノ酸）を充分量含有する発酵物を生産する。
- ・養殖魚のオミクス解析から見いだされるマーカーを活用し、効率的な餌料評価系を構築する。

目標

・発酵技術、バイオプロセス技術、オミクス解析技術、腸内細菌機能開発などを介して、餌料の発酵生産を起点に、共生微生物機能を活用し、プランクトン、小型魚類、大型魚類への食物連鎖を養殖産業において実現する。



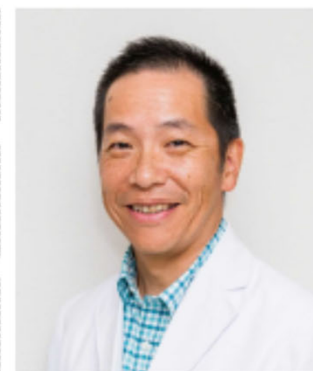


将来の環境変化に対応する革新的な食料生産技術の創出

発生工学とゲノミックセレクションを融合した次世代型魚類育種

研究開発代表者：吉崎 悟朗 東京海洋大学 学術研究院 教授

共同研究機関：東京大学、長崎県総合水産試験場



目的：

発生工学的技術とゲノミックセレクションを融合することで、従来法では実現できない正確、高効率、かつ迅速な“魚類の高度育種法”を確立し、高品質な養殖用種苗の生産系を構築する。

研究概要：

養殖魚の高品質化に育種は“要”になる技術である。本研究では、魚類育種の最大の阻害要因である“世代時間の長さ”という課題を、代理親魚技術と代理親魚の超早熟化による世代加速により克服する。さらに、この世代加速技術と、複数の形質を同時に改善することが可能である総合指数ゲノミックセレクション法とを融合した他に類のない魚類育種プログラムを構築する。

加えて、代理親魚技術を利用することで、海賊版種苗の生産防止を実現する遺伝的不妊化（genetic lock）処理を施した種苗を大量生産する技術および、作出した品種を生殖細胞の状態で液体窒素内に超低温保存し、保存細胞から遺伝的劣化を引き起こすことなく、何時でも優良種苗の生産を可能とするシステムを構築する。

以上の一連の技術により、次世代型育種と呼ぶべき、新たな育種法のゴールドスタンダードを構築し、日本の養殖業を持続的に活性化することを目指す。

発生工学とゲノミックセレクションを融合した次世代型育種

世代時間の短縮

*代理親魚技術
*親魚の早熟化

1世代＝数ヶ月

ゲノム情報を駆使した育種

*総合指数ゲノミックセレクション

複数形質を同時かつ高精度に改善

新規優良品種

+ゲノム編集による不妊化

不妊魚の大量生産

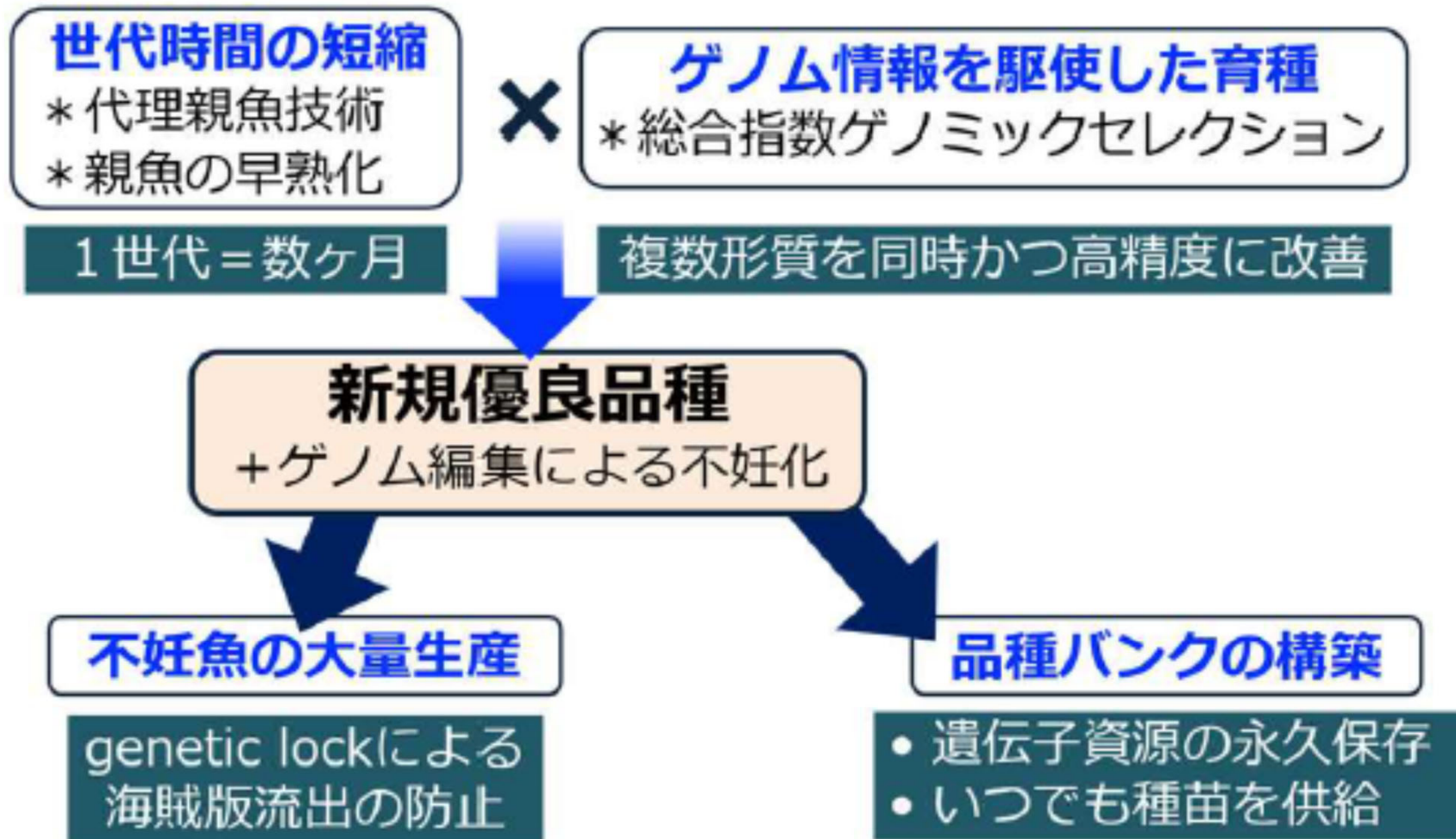
genetic lockによる
海賊版流出の防止

品種バンクの構築

• 遺伝子資源の永久保存
• いつでも種苗を供給

高品質なジャパンブランド種苗を創出

発生工学とゲノミックセレクションを融合した次世代型育種



高品質なジャパンブランド種苗を創出

JST 未来社会創造事業 日本型持続可能な次世代養殖システムの開発 代表：中山一郎
東京海洋大吉崎研、東京大菊池研 課題



[トップ](#) > [メンバー](#) > 北澤 大輔

北澤大輔のホームページへようこそ！

[東京大学](#) / [生産技術研究所](#) / [大規模実験高度解析推進基盤](#) / [海洋生態系工学](#)

(協力教員：[海中観測実装工学研究センター](#))

(協力講座：東京大学大学院工学系研究科/[システム創成学専攻](#))

住所：〒277-8574 千葉県柏市柏の葉5-1-5 東京大学生産技術研究所附属千葉実験所研究実験棟Ⅱ 共通研究実験室

〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1 東京大学生産技術研究所総合研究実験棟(An棟) An-514

[Phone] 04-7136-6966 (柏) 03-5452-6656 (駒場)

[Fax] 04-7136-6967 (柏) 03-5452-6657 (駒場)

[Email] dkita@iis.u-tokyo.ac.jp [Researchmap] [こちらのページ](#)をご覧ください。

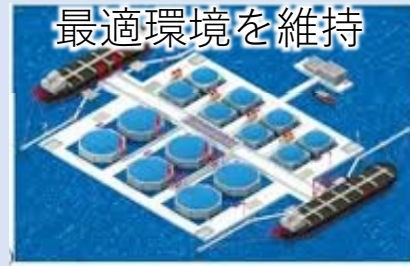


大規模な沖合洋上養殖

洋上風力発電
クリーンエネルギー



メガフロート養殖施設
最適環境を維持



多様性に富む沿岸養殖



地域の特性にあった
多様な品種・系統
餌・環境

養殖できる魚から消費者が欲する魚の生産へ

消費者：美味しさ(味、脂ののり)、機能性、健康に良い

生産者：成長、増肉係数、耐病性、飼育のしやすさ、育成者の権利

低環境負荷：魚油・魚粉フリー、低排泄、逃亡対策(不妊化)

世界
市場

地方
創生

「餌」「育種」「環境」をコアに
次世代養殖システムパッケージ



サバをモデル

企業と連携

水産企業、発酵企業
造船・エンジニアリング
情報通信系企業等

地域のブランド作り・差別化

漁業者・漁業協同組合
地方自治体
国研、公設試験場等

新産業創出

JST 未来社会創造事業 2021-2025年度

「将来の環境変化に対応する革新的な食料生産技術の創出」

POC 1

魚の成長・健康を向上できる植物資源由来の飼料を、既存の天然魚由来の飼料と同程度の機能・コストにて供給しうる技術を開発する

POC 2

高成長かつ健康な養殖魚を5年以下で育種し（従来法では数十年以上）その品種の保全と半永久保存法を開発する

飼料

育種

目標

動物性タンパク質の確保
世界市場・地域特性対応
持続型養殖システム
環境変化に対応

日本型持続可能な
次世代養殖システム

POC 3

多様な環境、さまざまな魚種に適用できる養殖システムパッケージを設計する

大規模な沖合洋上養殖

洋上風力発電
クリーンエネルギー

養殖基地

最適環境を維持

多様性に富む沿岸養殖

地域の特性にあった
多様な品種・系統
餌・環境