

【課題番号】 5MF-2503

【研究課題名】 PFAS の魚類に対する有害性・蓄積特性の評価とその予測手法の開発

【研究期間】 2025 年度（令和 7 年度）～2027 年度（令和 9 年度）

【研究代表者（所属機関）】 石橋弘志（国立大学法人愛媛大学）

#### 研究の全体概要

ペル及びポリフルオロアルキル化合物（PFAS）のうち、ペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）やペルフルオロオクタン酸（PFOA）など数種については、残留性有機汚染物質（POPs）条約等で世界的に規制されている。また、PFOA（C8）と比較して炭素鎖の長い C9～C21 の長鎖ペルフルオロカルボン酸（LC-PFCA）は、2025 年のストックホルム条約第 12 回締約国会議（COP12）において、廃絶対象物質（附属書 A）への追加が議論される予定である。しかし、PFOA と比較して、LC-PFCA の生態毒性、特に有害性に関する情報はほとんどない。また、魚類において LC-PFCA は PFOA よりも高蓄積性を示すことから、低濃度の長期曝露により有害性を示す可能性が考えられる。本研究では、魚類に対する有害性の指標として繁殖及び次世代影響に着目した。これらの有害性評価は持続可能な生態系保全に有益な情報を提供できる。一方、近年 PFOS 及び PFOA 以外の 1 万種以上の代替及び新規 PFAS の存在が指摘されており、それらの包括的な評価手法の基盤構築は喫緊の課題である。

本研究では、LC-PFCA（及びその前駆物質）を対象に、①環境中存在濃度の魚類（メダカ）曝露による繁殖及び次世代影響評価、②オミクス解析を用いた繁殖阻害メカニズムの解明、③魚類体内の蓄積・代謝特性の評価を行い、環境リスク評価のための基礎データを集積する。また、②及び既存データベースの作用機序に関するビッグデータを活用し、1 万種以上の PFAS を対象に④人工知能技術（AI）を用いた代替及び新規 PFAS の繁殖阻害や蓄積性などの有害性予測手法の開発を目指す。

以上により、魚類の繁殖阻害を指標とした LC-PFCA の有害性に加えて、その作用機序や体内蓄積・代謝特性に関する知見が集積され、環境リスク評価のための基礎データが得られる。また、AI を用いた代替及び新規 PFAS の有害性予測手法の開発は、今後の総合的な PFAS 管理施策の立案や、代替及び新規 PFAS の監視システム構築に大きく貢献できる。これらは国際的な POPs 条約関連機関や国内省庁が環境施策を立案するための有益な基礎情報となる。

## 研究課題名: PFASの魚類に対する有害性・蓄積特性の評価とその予測手法の開発

研究代表機関名: 愛媛大学

### 【研究背景】

- PFASのうちPFOSやPFOAなどは、POPs条約等で世界的に規制され、国内では化審法の第一種指定化学物質に指定  
→PFOA(C8)と比較して炭素鎖の長い**LC-PFCA(C9~C21)の生態影響に係る有害性情報は不足**
- 魚類に対するLC-PFCAの生物濃縮係数(BCF)は $K_{ow}$ /水分分配係数( $K_{ow}$ )と相関関係を示しLC-PFCAの高蓄積性が示唆  
→LC-PFCAは実環境で低濃度であっても**慢性・長期曝露によりBCFが高くなり、その結果、有害性も高くなる可能性**
- 一方で**1万種以上の代替及び新規PFASの存在が指摘**されているが、個別物質ごとの環境調査やリスク評価は不可能  
→PFASの生態系に対する**影響を包括的に把握、評価するための新たな分析法や評価法の確立**が必要

### 【研究目的】

長鎖ペルフルオロカルボン酸(LC-PFCA)を中心に、**メダカ**に対する有害性(繁殖・次世代影響)と蓄積特性を評価  
繁殖影響の作用機序を解明し、その情報をもとに人工知能(AI)技術を用いた有害性予測手法を開発

### 【研究計画・研究体制】

(下線: サブテームリーダー)

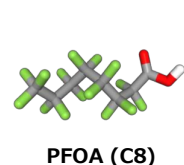
サブテーム1 (愛媛大学: 石橋・鎌迫)  
**魚類を用いた有害性評価とその作用機序の解明**

- 環境濃度等のメダカ繁殖及び次世代影響評価
- 難水溶性物質へのマイクロカプセル投与法の検討
- メタ解析による繁殖阻害メカニズムの解明



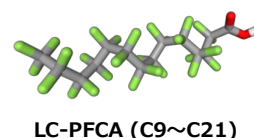
サブテーム2 (愛媛大学: 高橋・川嶋・水川)  
**魚類体内の蓄積・代謝特性の評価**

- LC-MS/MS等による分析法の開発
- 生物濃縮性や前駆物質の代謝動態解析
- 瀬戸内海沿岸等の魚類等における調査
- LC-PFCAの生態リスクの包括的評価

サブテーム3 (九州工業大学: 飯田・前田)  
**人工知能(AI)技術を用いた有害性予測手法の開発**

- 魚類蓄積性データの拡充と(非)線形予測モデル構築
- 1万種PFASを対象とした高蓄積性(BCF)PFASの予測
- 予測モデルの結果の検証と予測精度の向上

環境政策等への貢献、  
環境産業等への活用  
(アウトカム)

- 生態系の視点に基づく生態毒性・有害性等を活用したリスク評価・管理の推進
- オミクス技術やバイオインフォマティクス解析を活用した生態毒性試験法の高度化
- 優先的に有害性評価や環境・生物モニタリングが必要なPFAS候補物質の提言