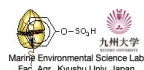


マイクロプラスチックによる魚類への影響とベクター効果

九州大学農学研究院

大嶋 雄治・高井優生・島崎洋平



1

メダカ (*Oryzias latipes*) をモデルとして用いた

- 科学的バックグラウンドが充実している
- 生物試験の世界標準魚として用いられている
- 飼育が容易である。
- 卵の膜が透明なので、体ができる発生の過程が容易に観察できる。
- 交配の遺伝学的実験法が確立している。



モデル生物として広く用いられている。

9

2 μm PS-MP (10⁷個/L, 44 $\mu\text{g/L}$) を2週間曝露したメダカの産卵数と次世代の生存率

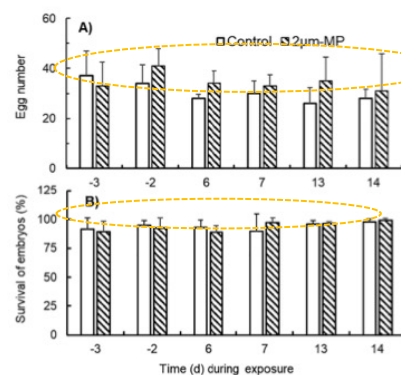
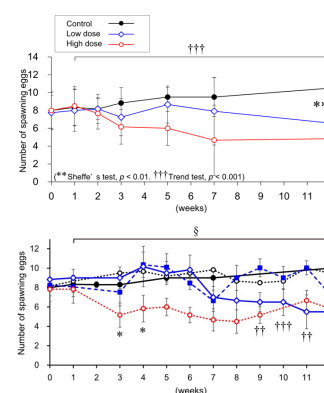


Fig. 3. Effect of microplastics (MPs) exposure on reproduction of Japanese medaka (*Oryzias latipes*). (A) Number of embryos collected; (B) survival of embryos to hatching.

2 μm MPは2週間曝露ではメダカの再生産へ影響しなかった

10

PE-MPを3週間以上 高濃度 (0.32mg/L) で曝露すると産卵が低下する。



Ingestion of polyethylene microbeads affects the growth and reproduction of medaka, *Oryzias latipes*^a

Shinichi Chisada, Masao Yoshida, Kanar Karita^a

^aDepartment of Regenerative and Health Science, Kyushu University School of Medicine, 3-1-1 Shiomoto, Fukuoka, Japan 812-8581, Japan

PE- MP (10-63 μm), Low, 0.065; High, 0.65 mg/L)



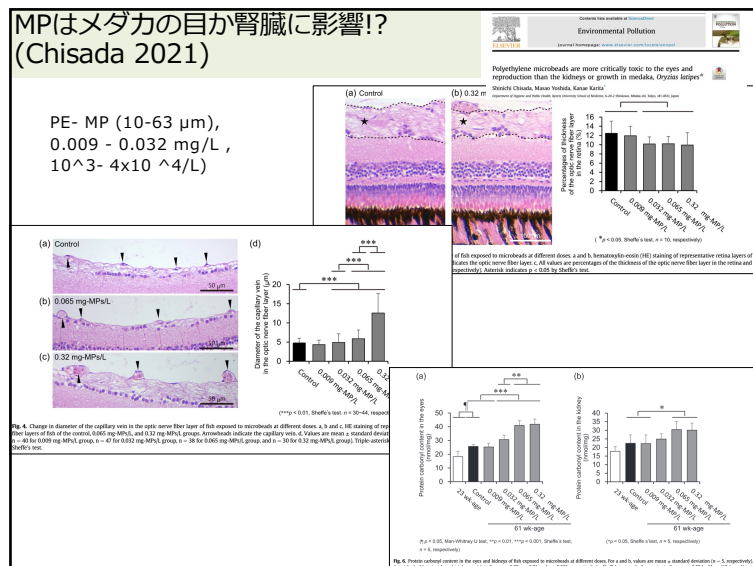
Polyethylene microbeads are more critically toxic to the eyes and reproduction than the kidneys or growth in medaka, *Oryzias latipes*^a

Shinichi Chisada, Masao Yoshida, Kanar Karita^a

^aDepartment of Regenerative and Health Science, Kyushu University School of Medicine, 3-1-1 Shiomoto, Fukuoka, Japan 812-8581, Japan

PE- MP (10-63 μm), 0.009 - 0.032 mg/L, 10³- 4x10⁴/L)

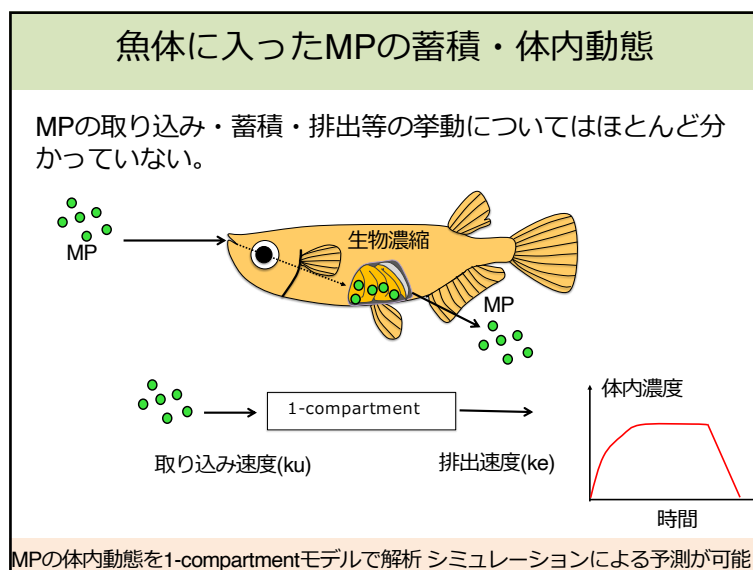
11



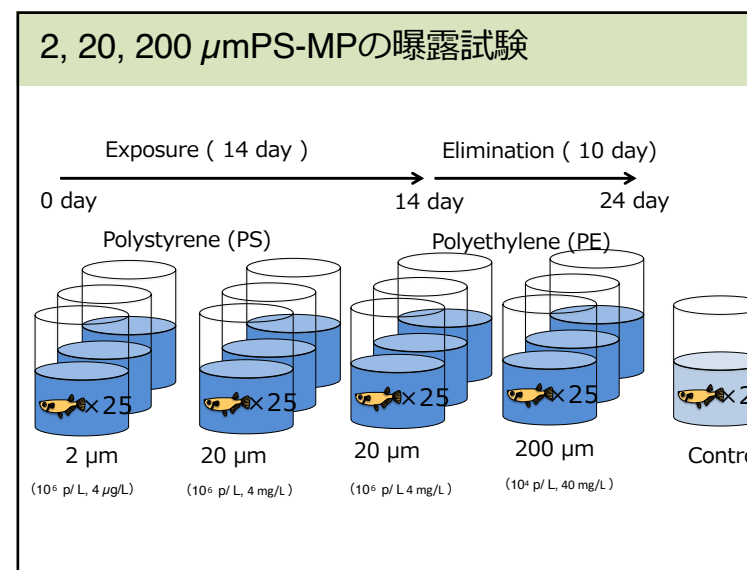
12



13



14

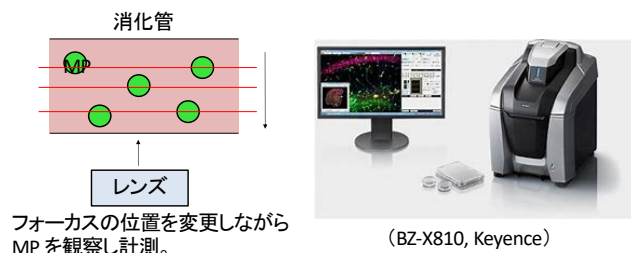
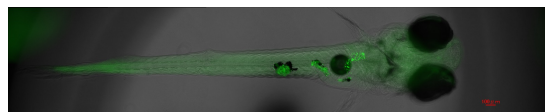


15

実験方法

消化管に存在するマイクロプラスチックの計測

蛍光顕微鏡を用いて蛍光標識されたマイクロプラスチックを観察し、消化管の中に存在するマイクロプラスチックの個数を計測した。



16

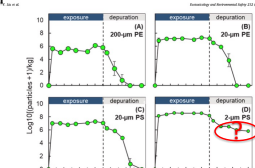
2, 20, 200 μ mMPsの曝露試験

Table 2

Pharmacokinetic parameters of microplastics (MPs) in Japanese medaka (*Oryzias latipes*)^a.

Parameter (unit)	200 μ m PE	20 μ m PE	20 μ m PS	2 μ m PS
BCF (L/kg)	74.4	25.7	16.8	139.9
k_u (L/kg $\cdot$ day)	83.7	26.7	15.8	106.1
k_e (/day)	1.13	1.04	0.94	0.76
$T_{1/2}$ (/day)	0.62	0.67	0.74	0.91
MRT (/day)	0.90	1.00	1.12	1.33

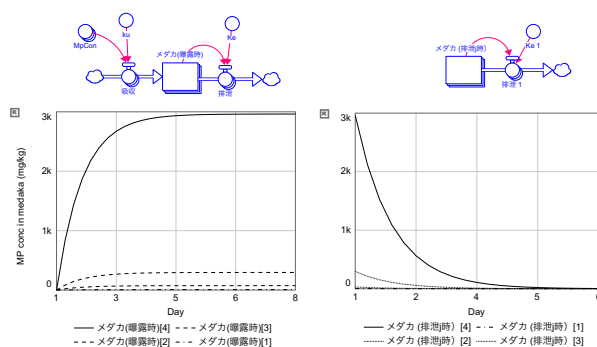
^a PE: Polyethylene MPs; PS: Polystyrene MPs; BCF: bioconcentration factor; k_u : uptake rate constant; k_e : elimination rate constant (estimated from the depuration phase); $T_{1/2}$: biological half-life; MRT: mean residence time.



20, 200 μ mMPのBCFは<100と推定された

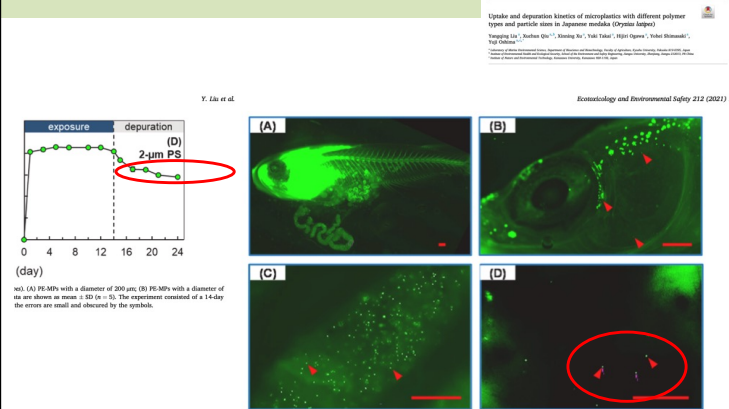
17

水中MPの濃度が0.1-40 mg/Lまで変化した場合に予想されるメダカ体内MP濃度



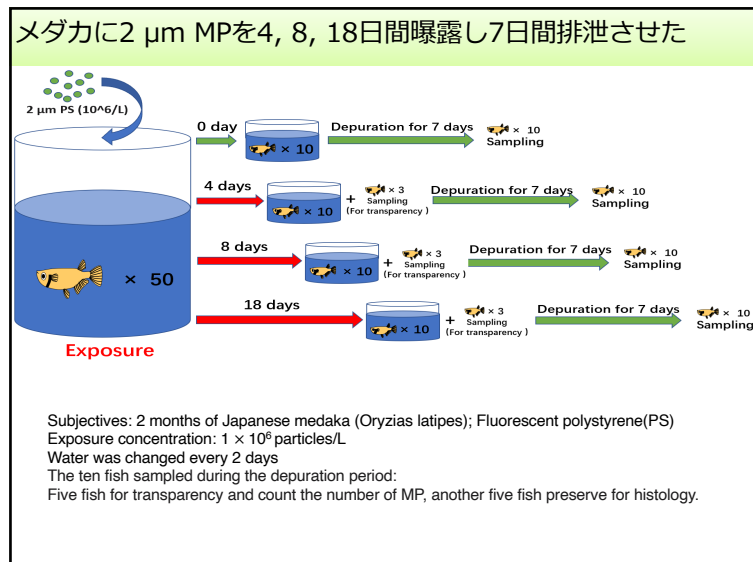
メダカ[1]=0.1 mg/L, メダカ[2]=1 mg/L, メダカ[3]=4 mg/L, メダカ[4]=40 mg/Lとして試算 (Liu et al, 2020, 200 μ m PE-MPの k_u , k_e を適用)

18

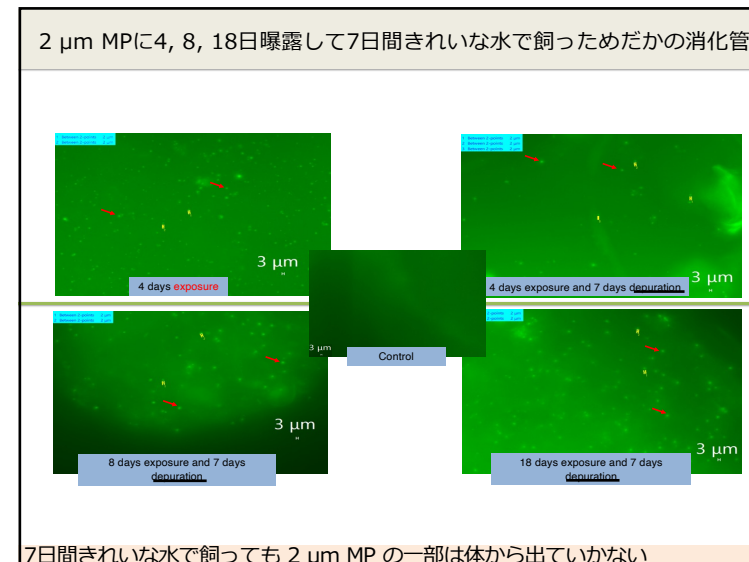
2 μ mMPは腸管内に滞留している！

MPは急速に体から出て行くが 2 μ m MPは残留する

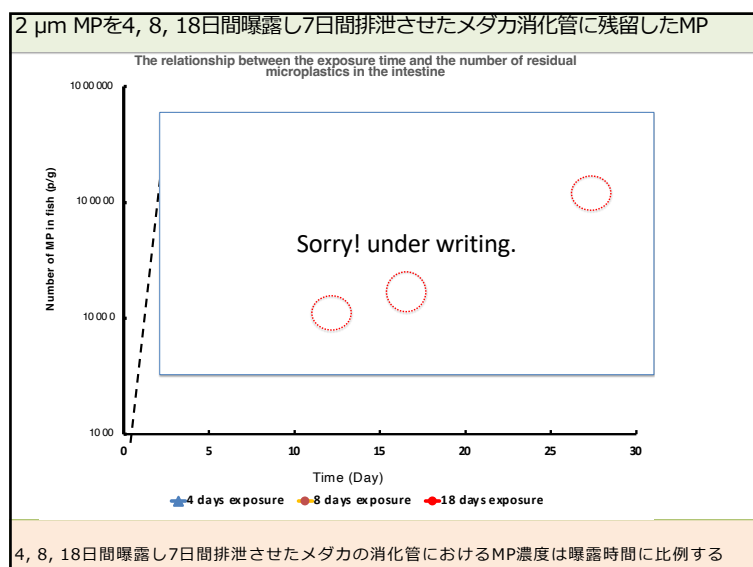
19



20



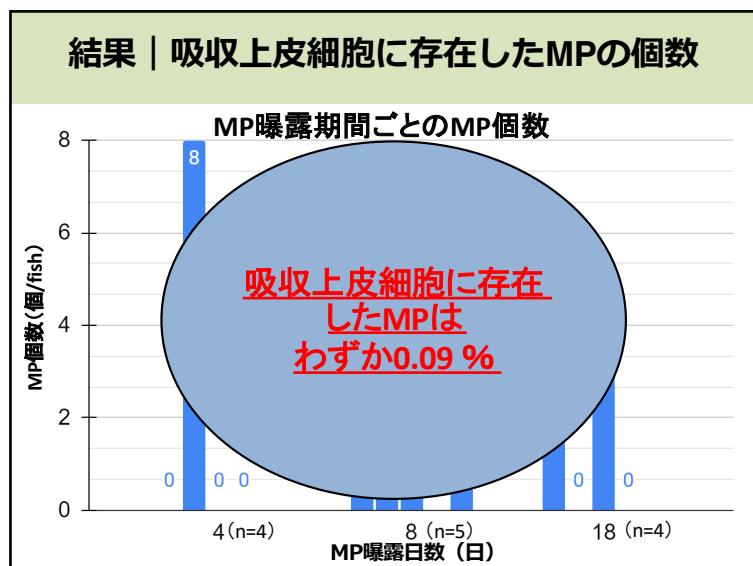
21



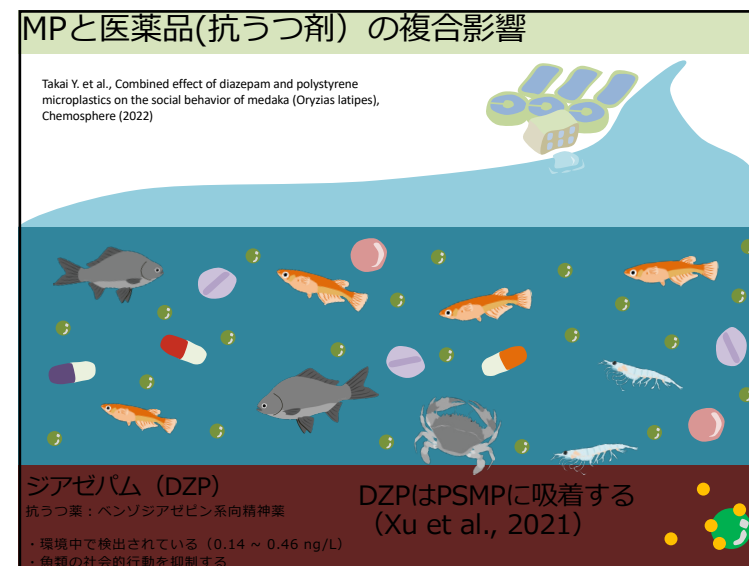
22



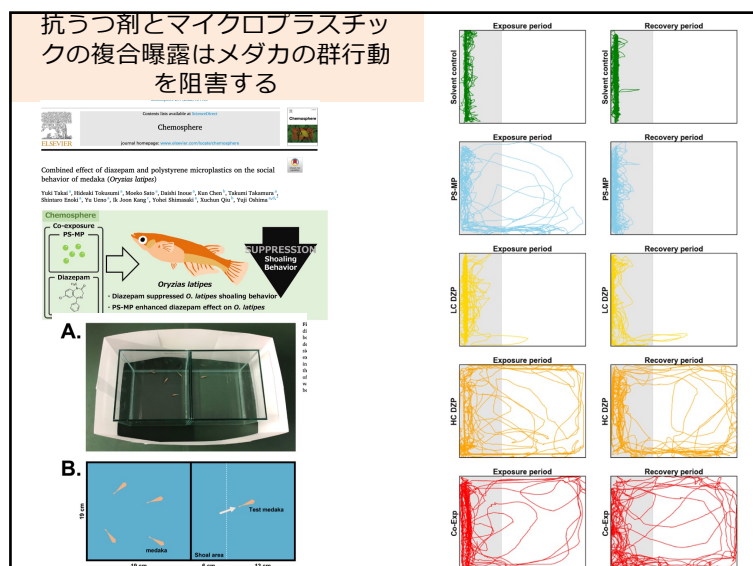
24



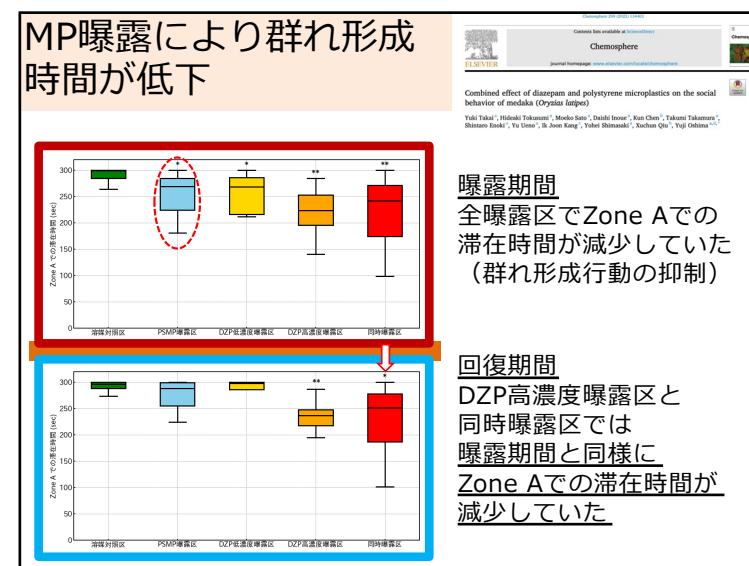
25



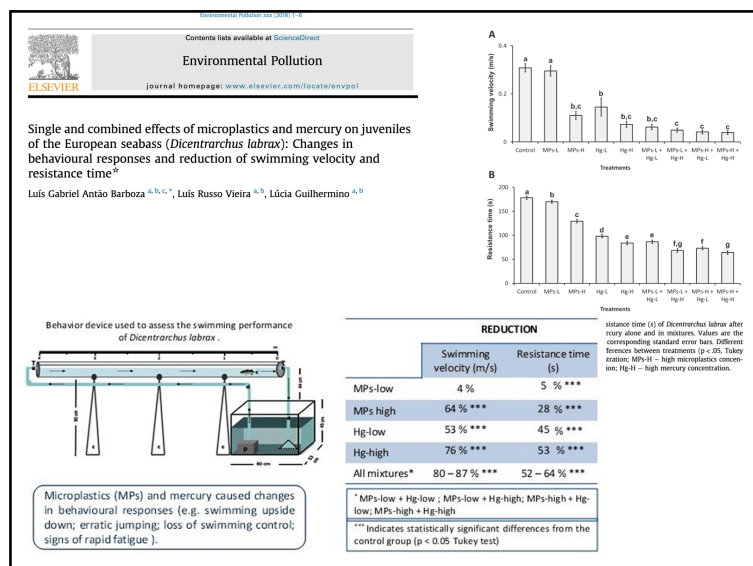
27



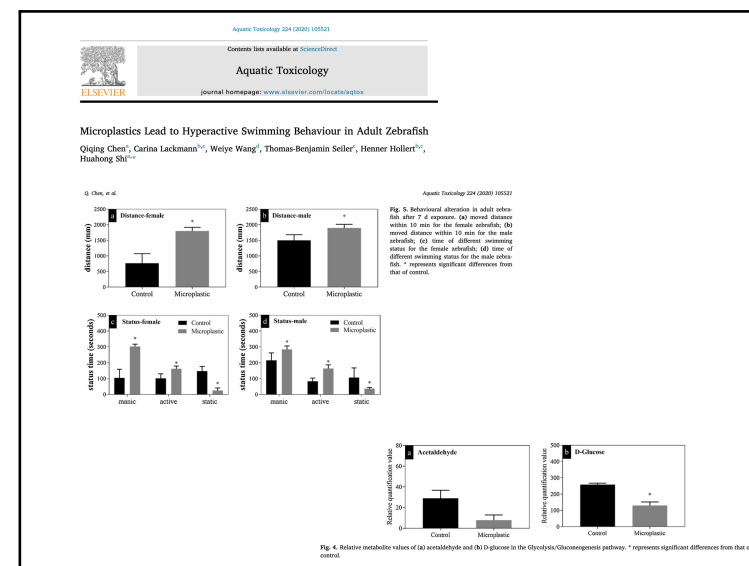
28



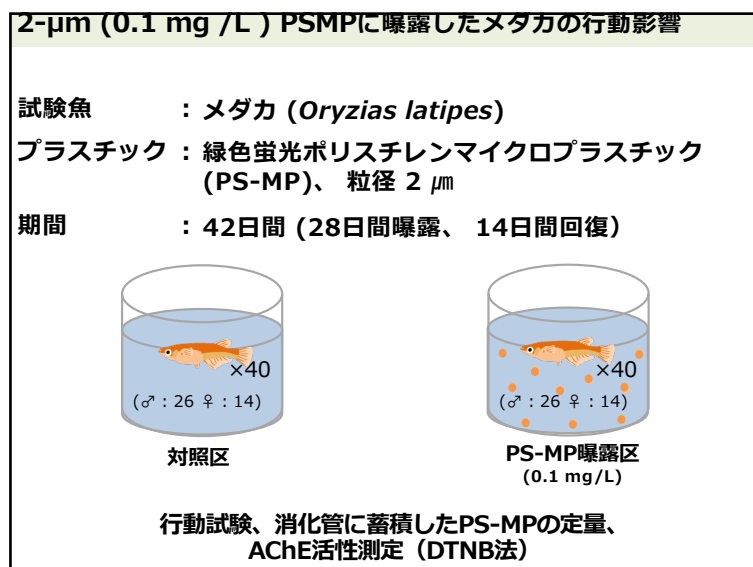
29



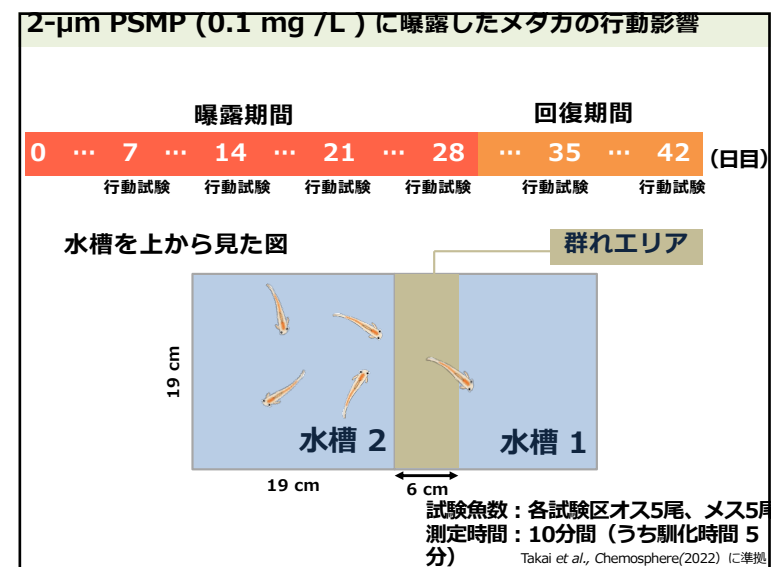
30



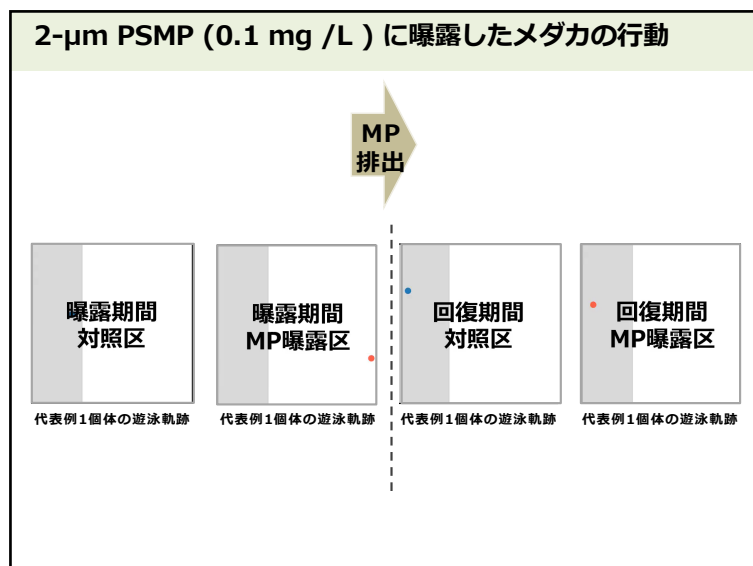
31



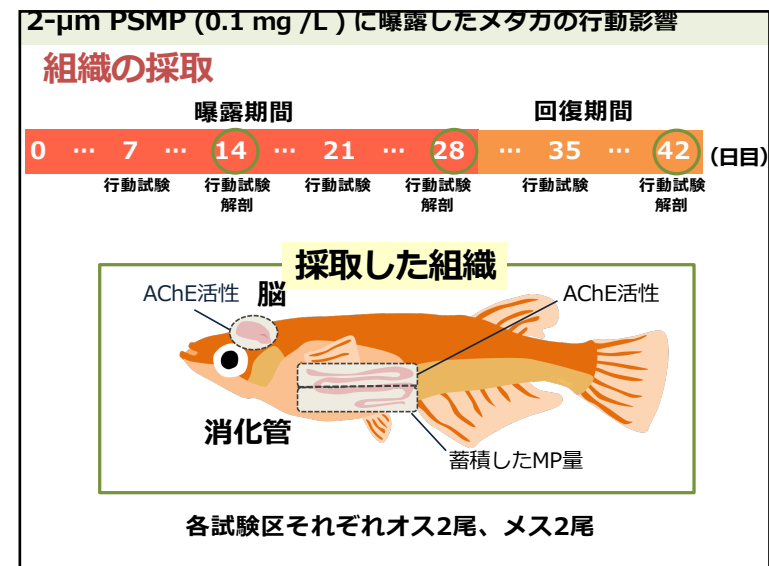
32



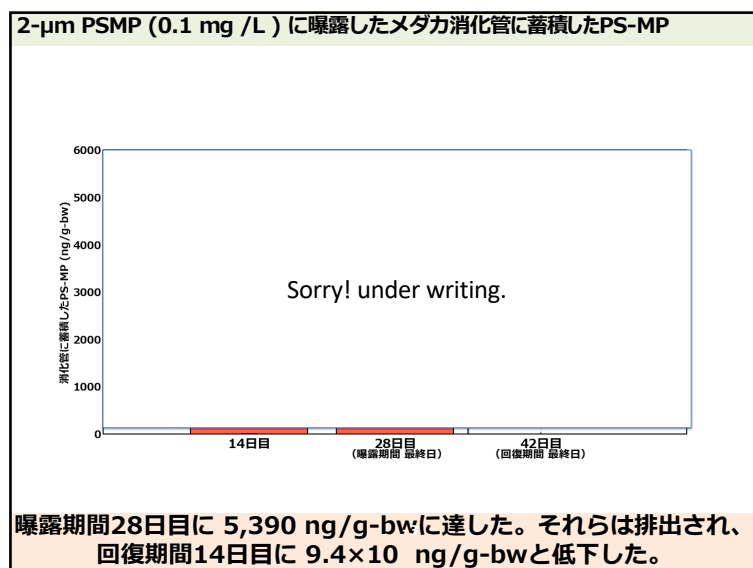
33



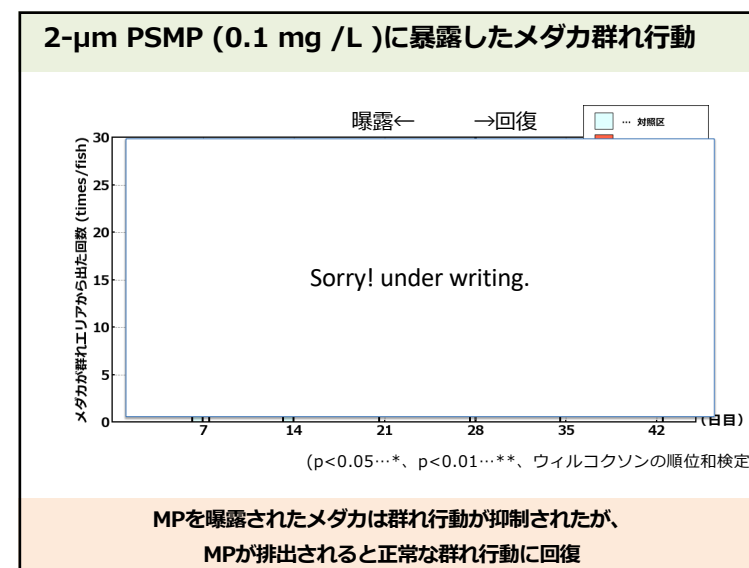
34



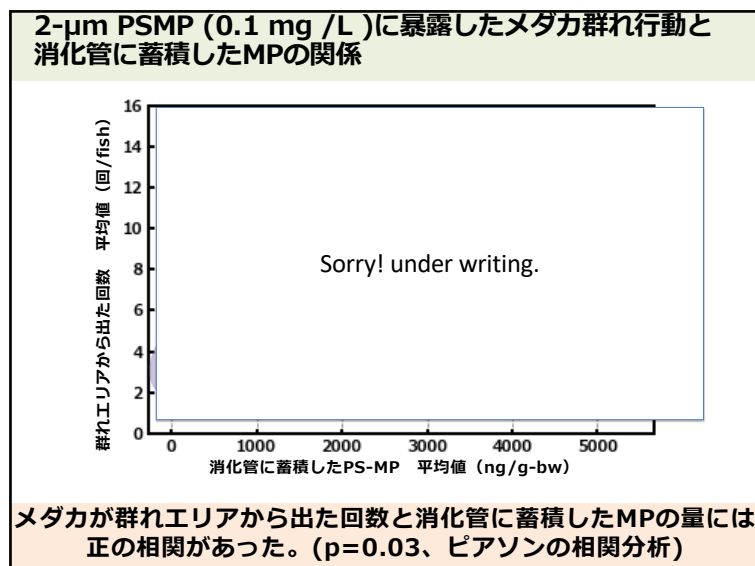
35



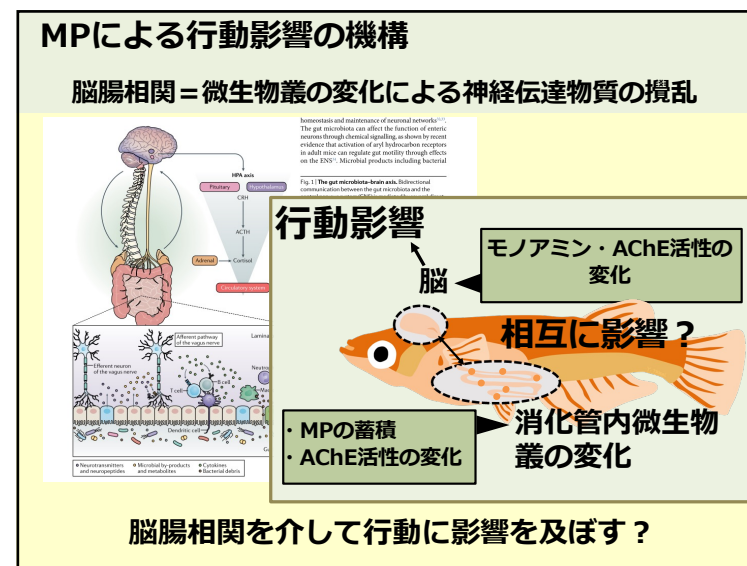
36



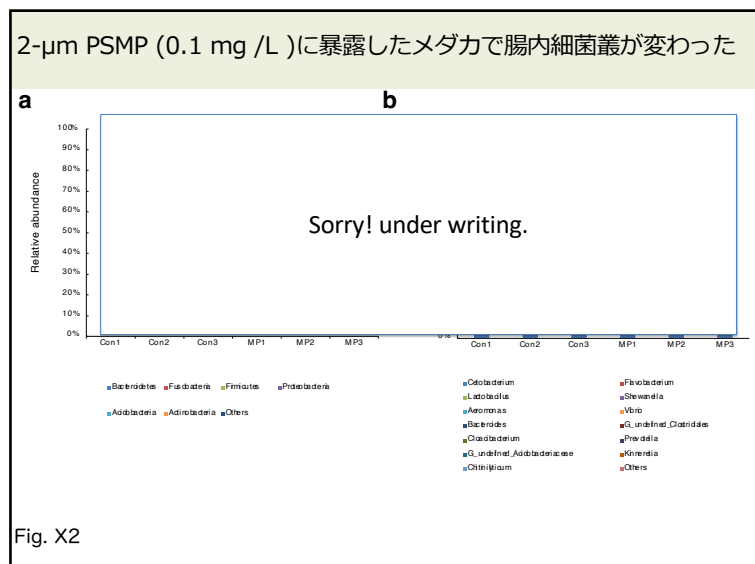
37



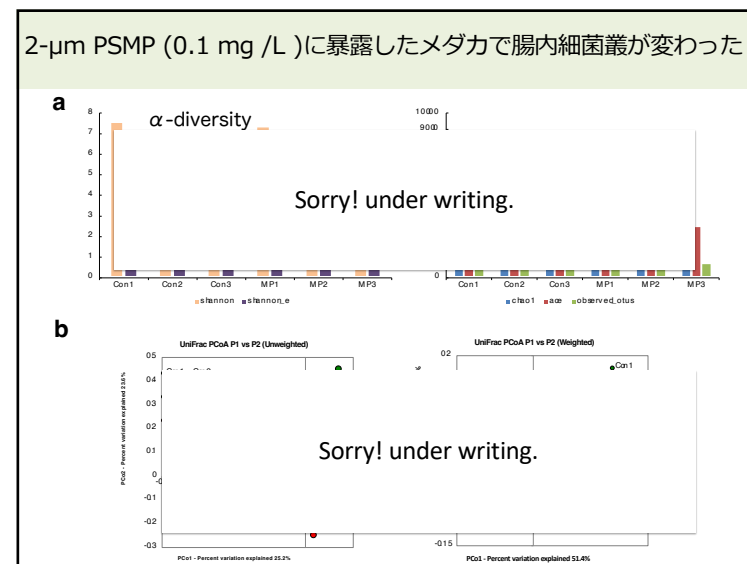
38



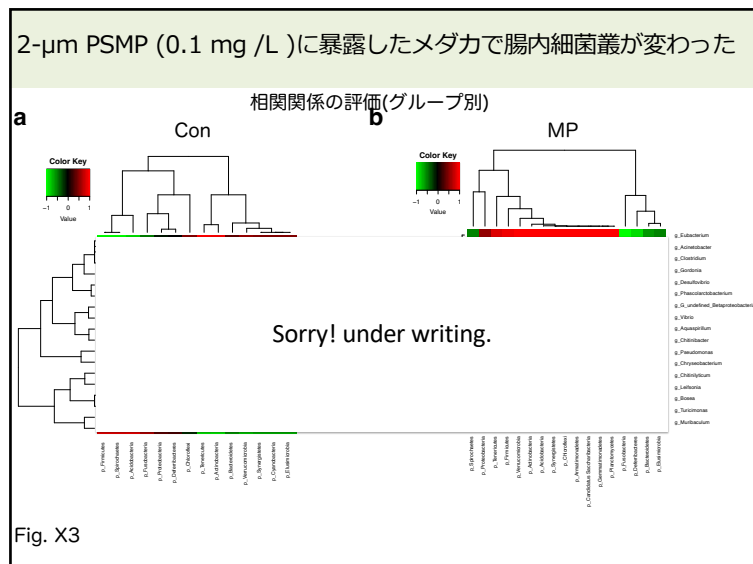
39



40



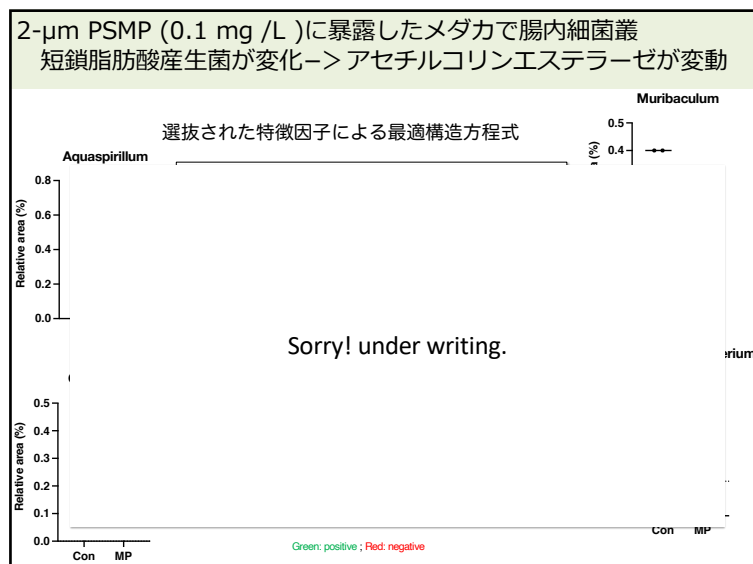
41



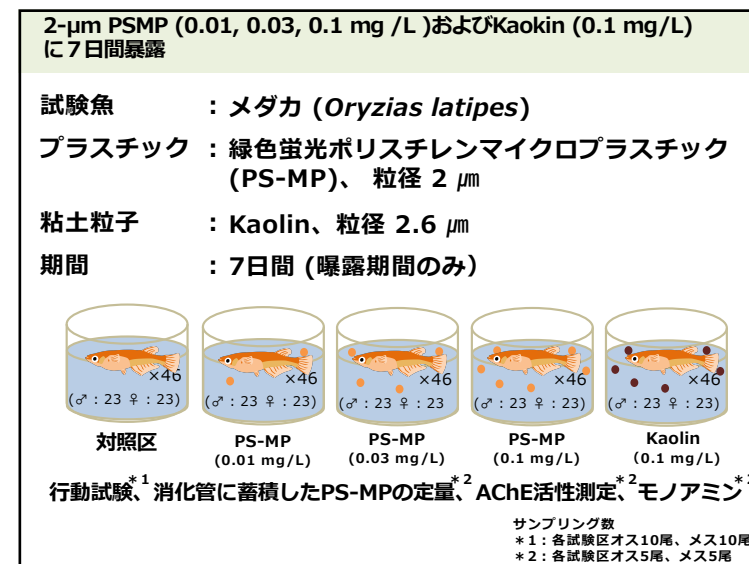
42

構造方程式モデルによる評価

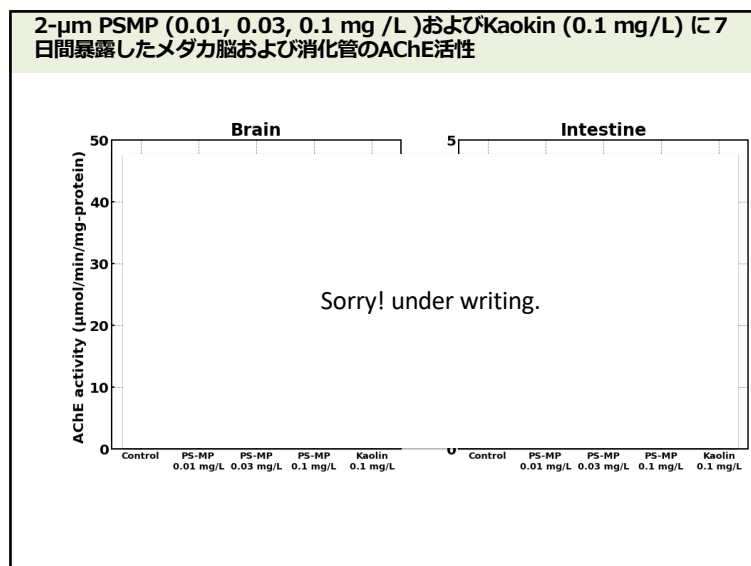
43



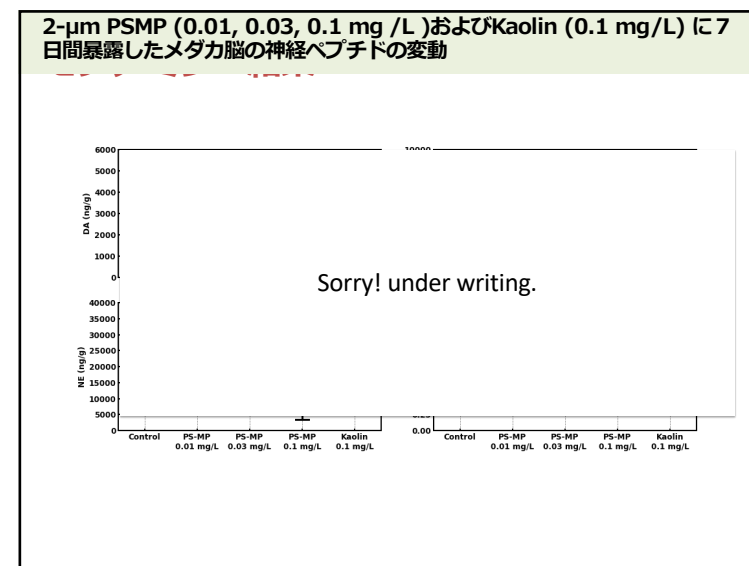
44



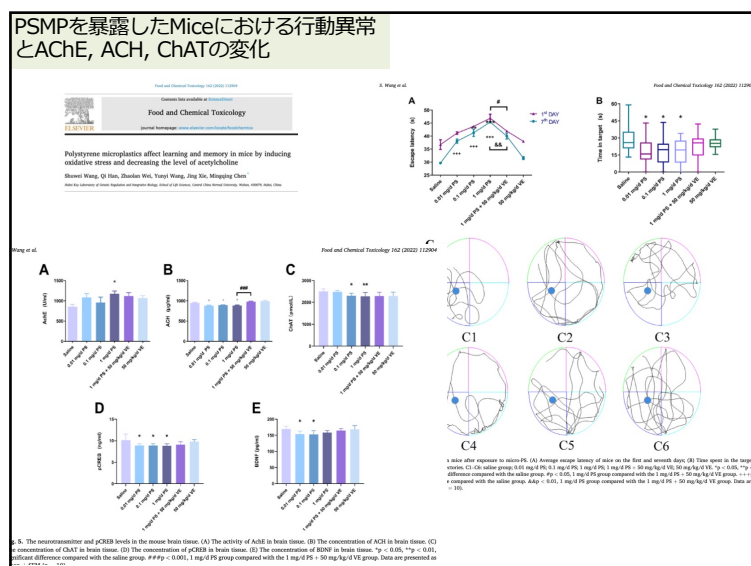
45



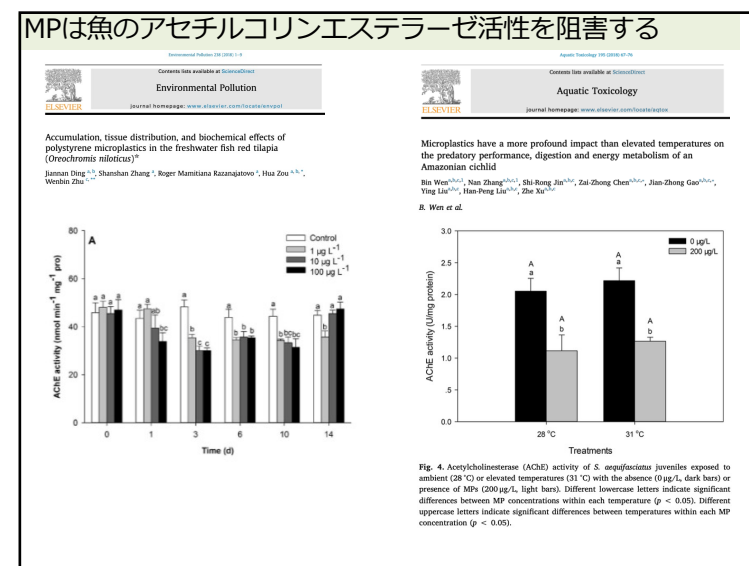
46



47



49



50

2- μ m PSMPに暴露したメダカの群れ行動

	MPの暴露濃度	行動試験を行った時点の暴露日数	行動影響の有無	行動影響がみられた時点の暴露日数
当研究室の 先行研究	0.04 mg/L	7 日	あり	7 日
曝露試験 1	0.1 mg/L	7 日 14日 21日 28日	あり	14 日 (7 日は $p=0.057$)
曝露試験 2	0.01 mg/L 0.03 mg/L 0.1 mg/L	7 日	なし	-

51

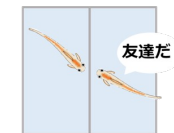
2- μ m PSMP (0.01, 0.03, 0.1 mg /L)およびKaokin (0.1 mg/L) に7日間暴露したメダカの群れ行動

行動試験について

PS-MPによる群れ行動の抑制は見られなかった。

曝露期間が7日と短かった。

飼育時の密度が高かった



AChE活性・モノアミンについて

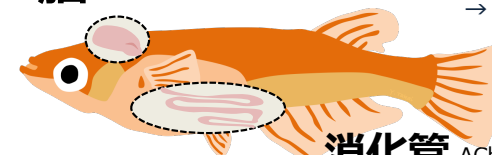
→ コリン作動性の変性 → 行動異常

脳

・AChE活性が増加

・ノルアドレナリンとセロトニンが減少

→ 社会性の低下

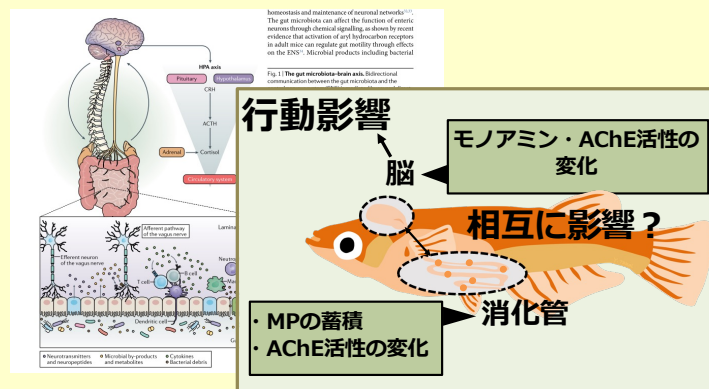


消化管

AChE活性が増加
→ 曝露初期と後期で異なる変化

52

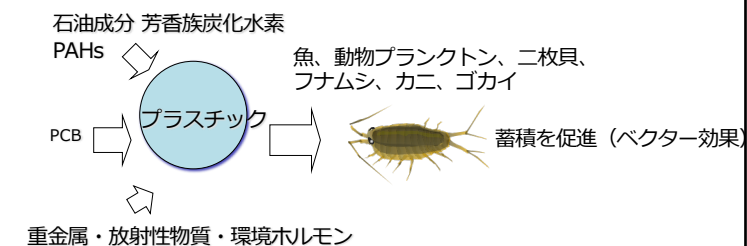
MPによる行動影響の機構の解明



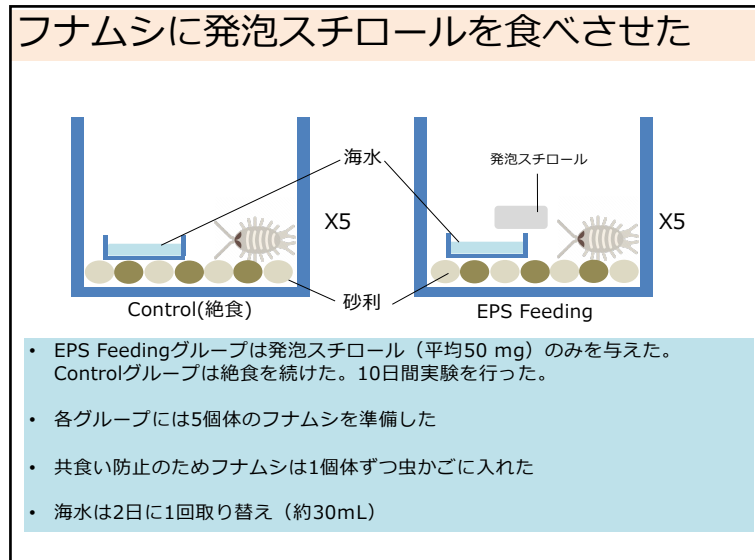
脳腸相関を介して行動に影響を及ぼす？

54

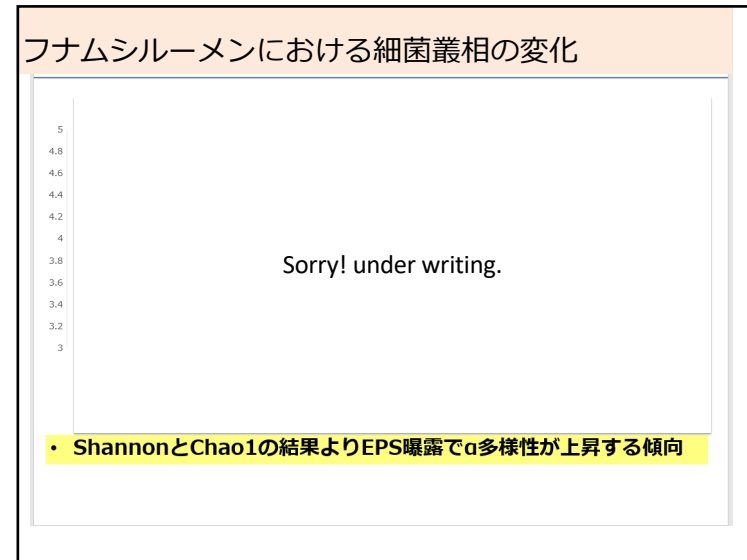
プラスチックは有害物質を高濃度に蓄積するがプラスチックが関与しているかも？



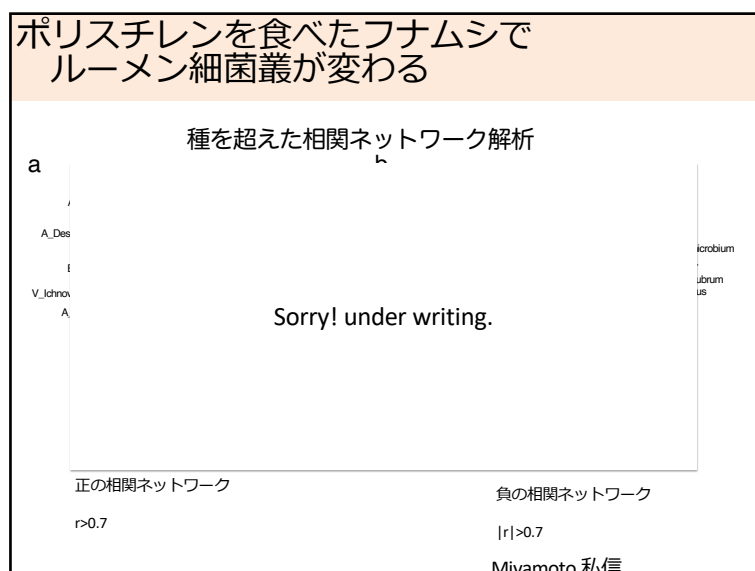
55



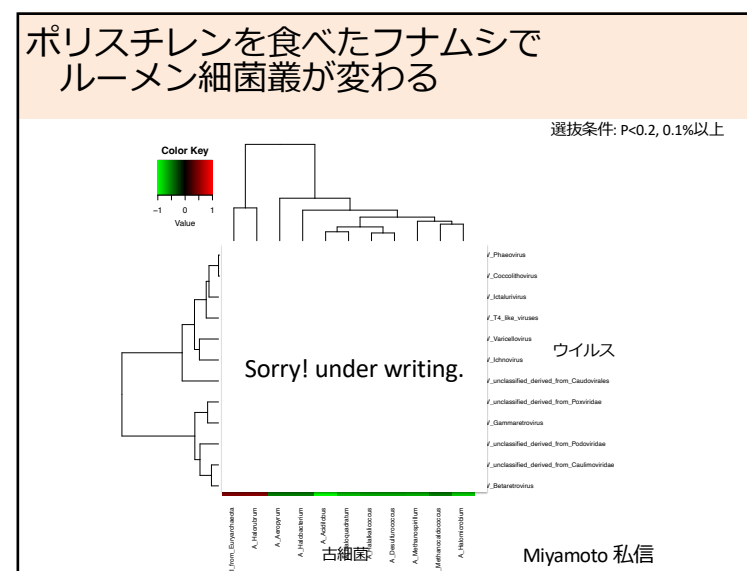
60



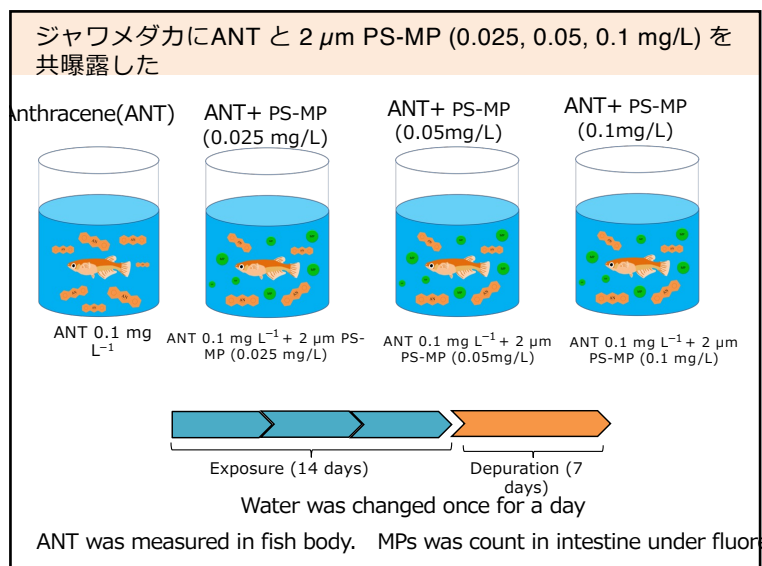
62



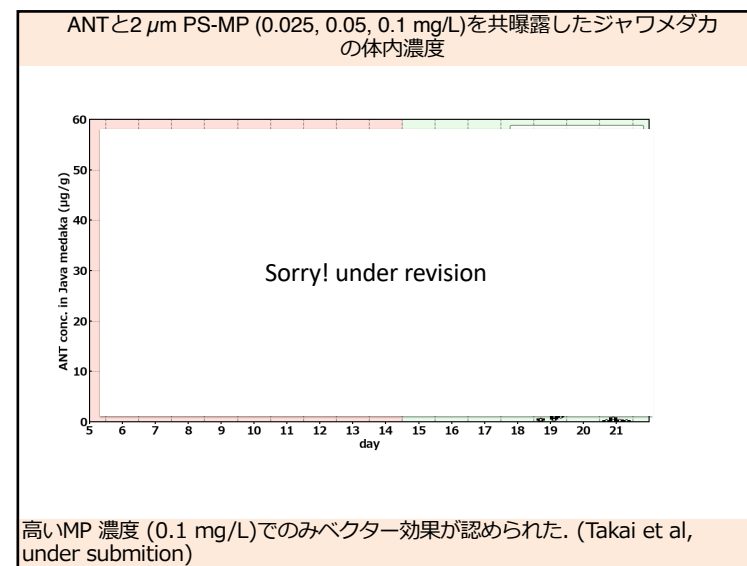
63



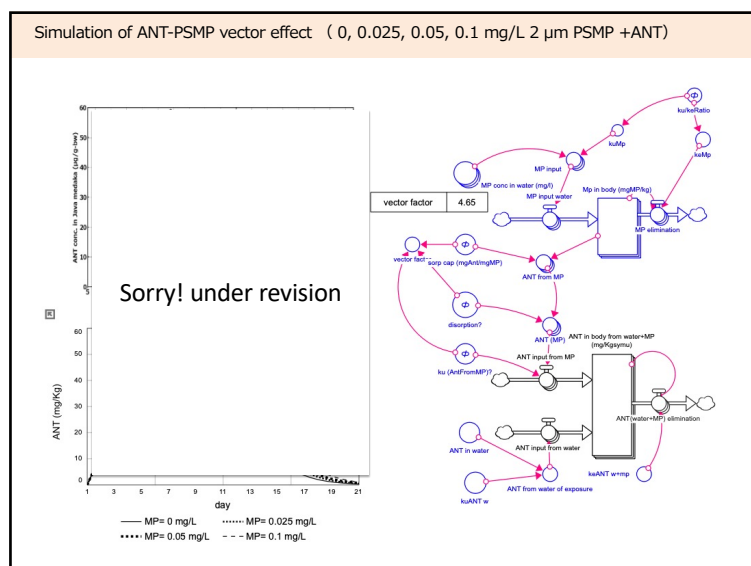
64



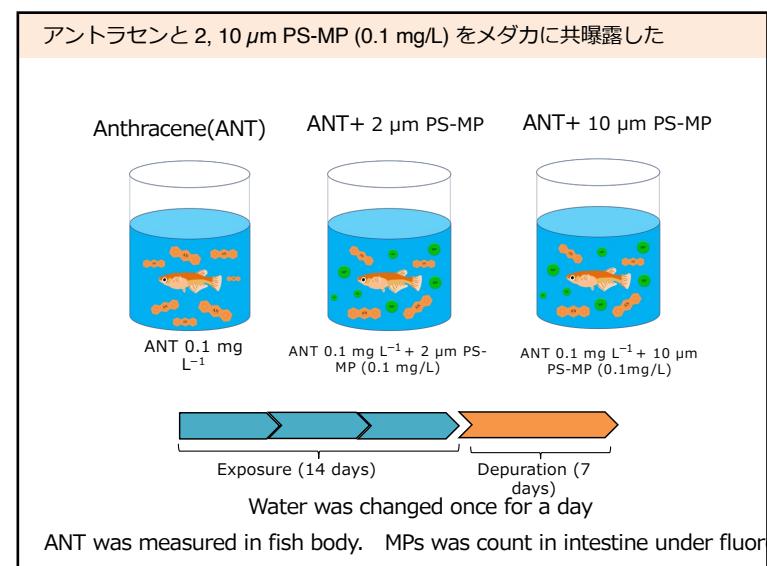
73



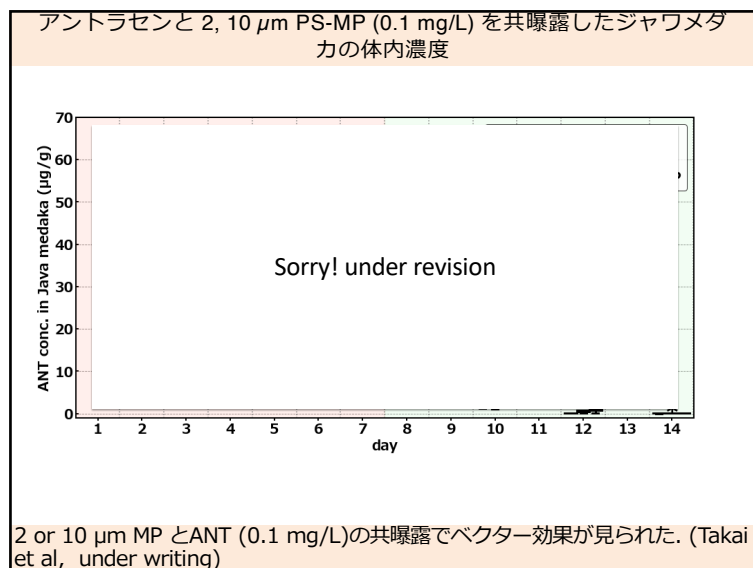
74



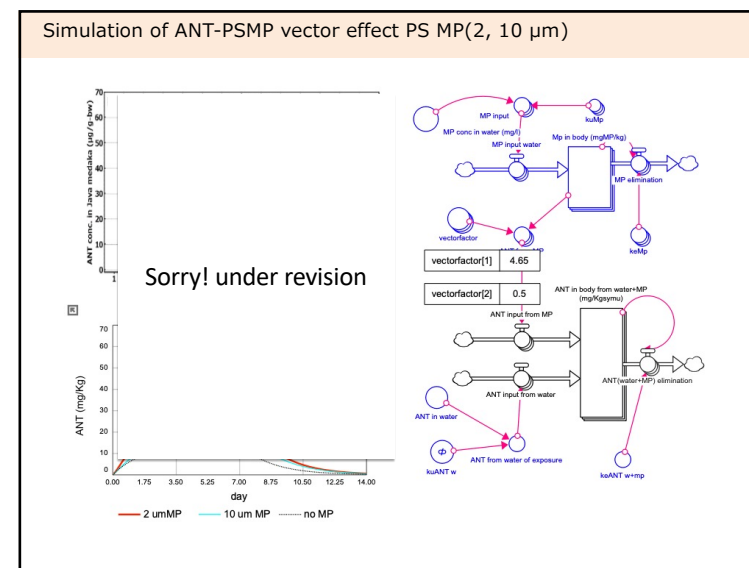
75



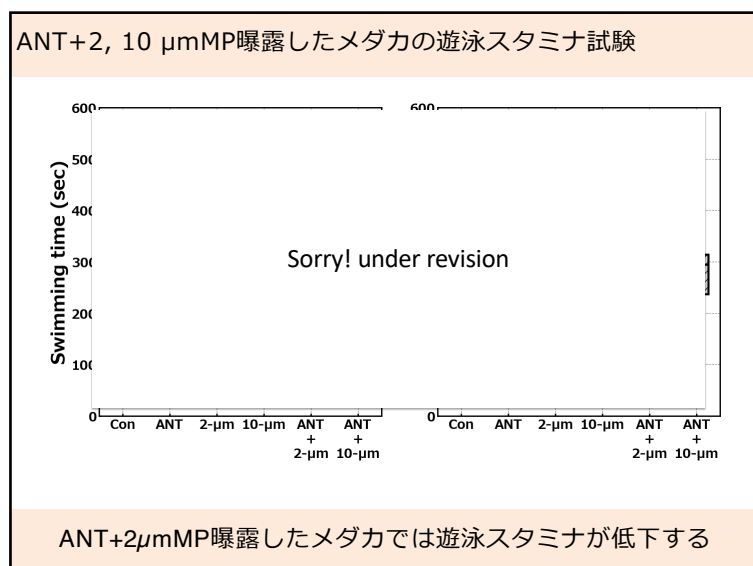
76



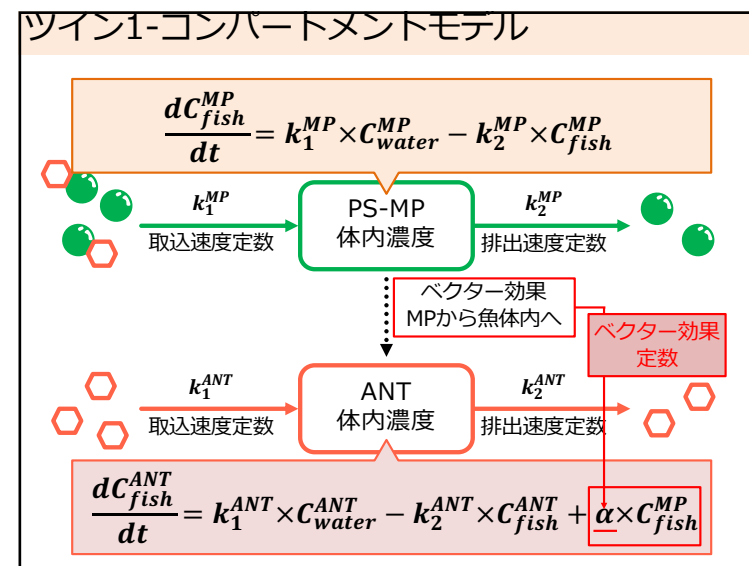
77



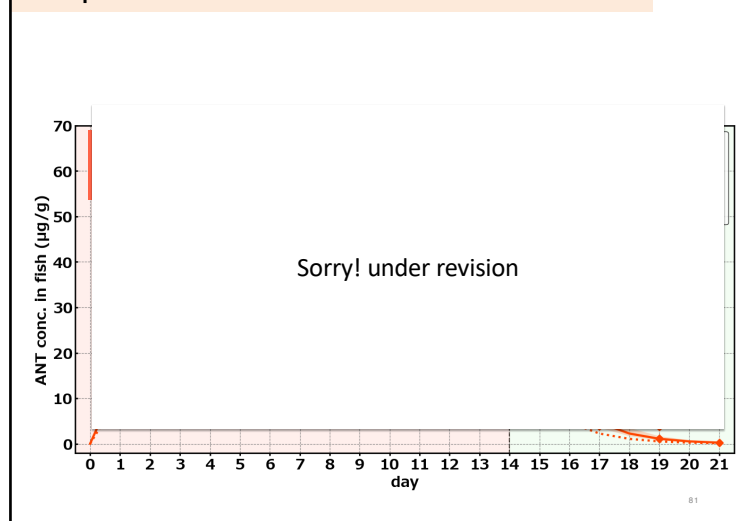
78



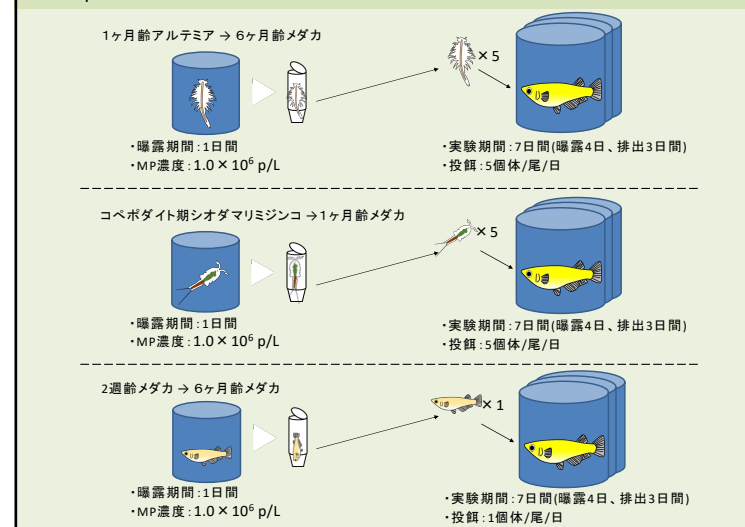
79



80

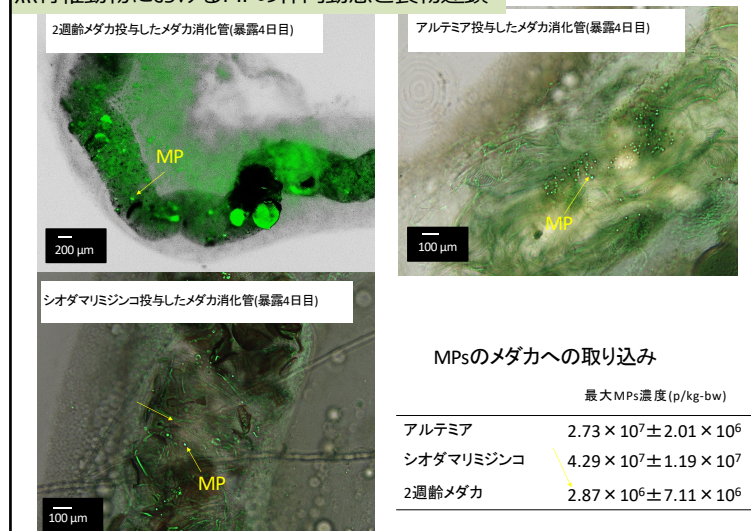
2- μ m PS-MPのベクター効果の数値化

81

6 μ m MPの餌からの取込試験

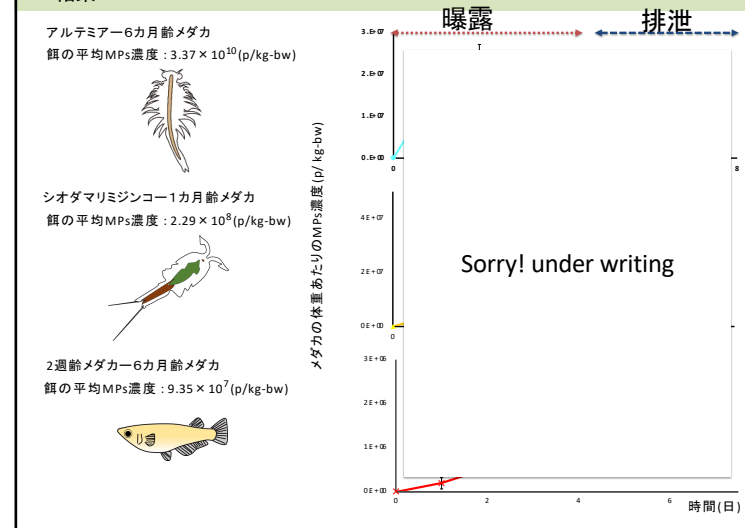
82

無脊椎動物におけるMPの体内動態と食物連鎖

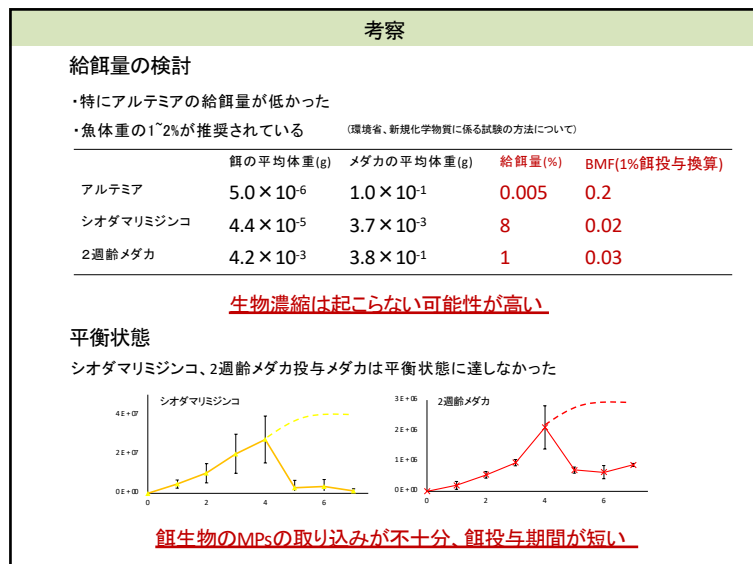


83

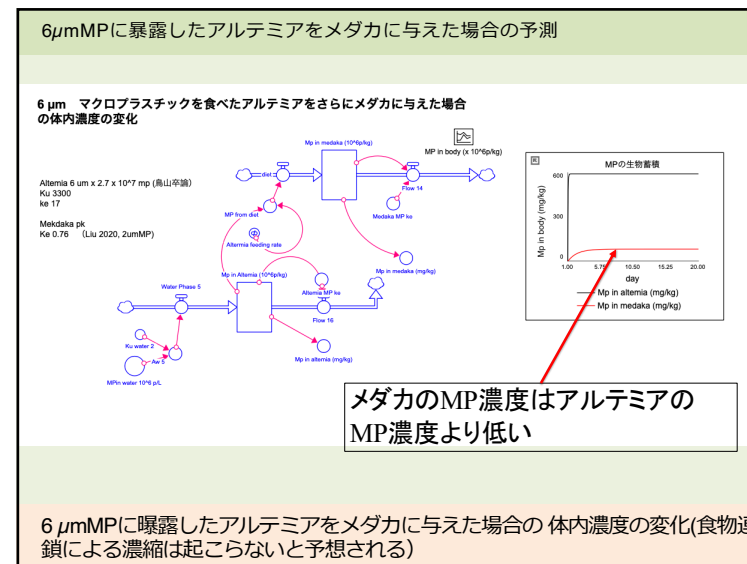
結果



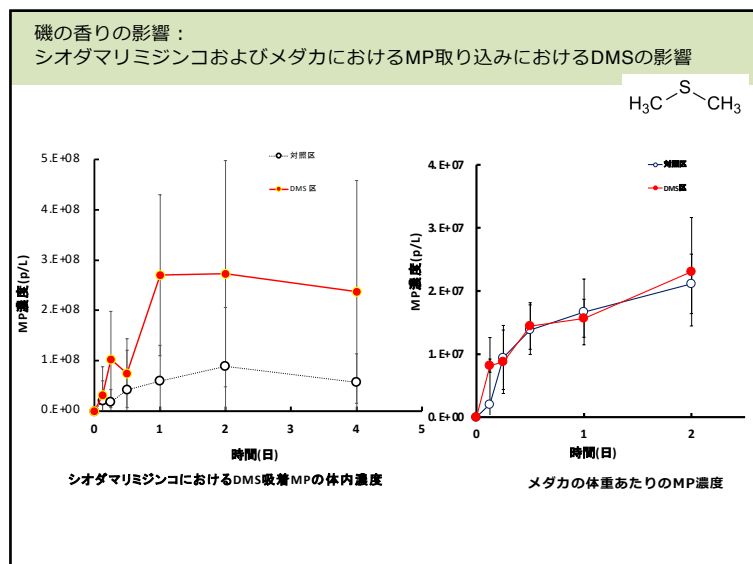
84



87



88



89



90

発表論文

1. Assas, M., Qiu, X., Chen, K., Ogawa, H., Xu, H., Shimasaki, Y., Oshima, Y., 2020. Bioaccumulation and reproductive effects of fluorescent microplastics in medaka fish. Mar. Pollut. Bull. 158, 111446. (IF, 7.9; citation, 16)
2. Liu, Y., Qiu, X., Xu, X., Takai, Y., Ogawa, H., Shimasaki, Y., Oshima, Y., 2021. Uptake and depuration kinetics of microplastics with different polymer types and particle sizes in Japanese medaka (*Oryzias latipes*). Ecotoxicol. Environ. Saf. 212, 112007. (IF, 8.2; citation -6)
3. Qiu, X., Saovany, S., Takai, Y., Akasaka, A., Inoue, Y., Yakata, N., Liu, Y., Waseda, M., Shimasaki, Y., Oshima, Y., 2020. Quantifying the vector effects of polyethylene microplastics on the accumulation of anthracene to Japanese medaka (*Oryzias latipes*). Aquat. Toxicol. 228, 105643. (IF, 7.9; citation =4)
4. 大嶋雄治, 島崎洋平, 2020, メダカにおけるマイクロプラスチックの動態とその影響. マテリアルライフ, 32, 1-5.
5. 大嶋雄治, 2020, 生物によるマイクロプラスチックの細粒化とその体内動態. 環境技術, 49, 1-5.
6. マイクロプラスチックを介した化学物質の蓄積における劣化と形状の影響. 大嶋雄治、島崎洋平、高井優生、内田祐紀 哉. 日本接着学会誌, 2022年
7. マイクロプラスチックのメダカ体内動態とそのベクター効果の推定. 大嶋雄治、島崎洋平. 科学と工業, 2022年
8. Takai Y., Tokusumi, H., Sato, M., Inoue D., Chen K., Takamura T., Enoki S., Ueno Y., Kang I. J., Shimasaki Y., Qiu X., Oshima Y., Combined effect of diazepam and polystyrene microplastics on the social behavior of medaka (*Oryzias latipes*), Chemosphere (2022,3, accepted; IF, 7.1).
9. Takai Y., Tokunaga M., Honda M., Qiu X., Shimasaki Y., Kang I.J., Oshima Y., Size effect of polystyrene microplastics on the accumulation of anthracene for Java medaka (*Oryzias javanicus*). Chemosphere (Under reviewing)
10. Takai Y., Tominaga A., Honda M., Qiu X., Shimasaki Y., Kang I.J., Oshima Y., Combined effect of anthracene and polyethylene microplastics on Java medaka (*Oryzias javanicus*). Ecotoxicology. (2023. in preparation)
11. Takai Y., Honda M., Qiu X., Shimasaki Y., Kang I.J., Oshima Y., Concentration effect of polystyrene microplastics on the accumulation of anthracene for Java medaka (*Oryzias javanicus*). Mar poll bull (2023 in preparation)