フェンバレレート（CAS no. 51630-58-1）

試験管内試験結果

１．試験項目

フェンバレレートについて、下表に示す試験項目（作用）を対象として、第 1 段階試験管内試験（レポータージーン試験）を実施した。

試験対象とした作用モード							
エストロゲン	抗エストロゲン	アンドロゲン	抗アンドロゲン	甲状腺ホルモン	抗甲状腺ホルモン	脱皮ホルモン	その他
P	N	－	N	N	N	－	－

P：EC_{50} 又は IC_{50} 値が検出
N：EC_{50} 又は IC_{50} 値が検出不可
○：試験対象としたが、実施していない作用モード
－：試験対象としなかった作用モード

２．試験方法

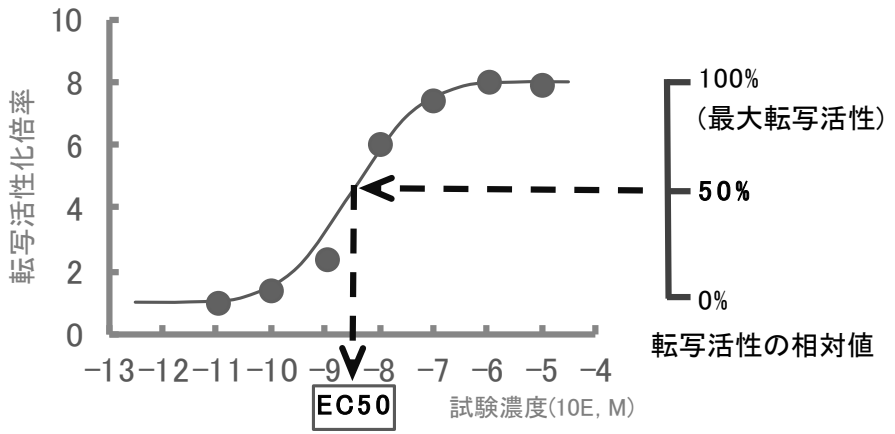
すべての試験項目のレポータージーン試験は、一過性発現細胞系による受容体遺伝子及びレポーター遺伝子等の細胞導入効率の変動を標準化できるデュアル・ルシフェラーゼ・レポーターアッセイ法を用いて実施した。

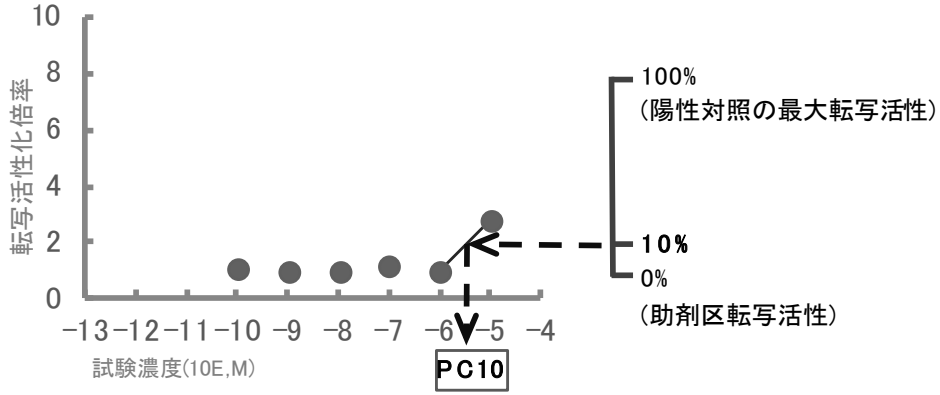
試験には、純度 95%以上の試薬を用いて行った。また、試験が適切に実施されたことの確認及び試験対象物質の転写活性化能又は転写活性化阻害の相対的な強さ（相対活性比）を推定するために、試験対象物質での試験と並行して、陽性対照物質（エストロゲン作用：17*β*-エストラジオール、抗エストロゲン作用：4-ヒドロキシタモキシフェン、アンドロゲン作用：11-ケトテストステロン、抗アンドロゲン作用：2-ヒドロキシフルタミド、甲状腺ホルモン作用：トリヨードサイロニン）による試験を実施した。試験濃度は、試薬の動物細胞に対する毒性及び培地への溶解性を考慮して決定した。

各試験は、96 穴マイクロプレートを用いて、濃度あたり 3 連以上で行った。アゴニスト検出系の試験では、ベクターを一過的に導入した培養細胞を被験物質でばく露した後、ホタルルシフェラーゼの発光強度でホルモン応答による転写活性、ウミシイタケルシフェラーゼの発光強度で内部コントロールの転写活性を測定し、それらの比（発光強度比）を求めた。

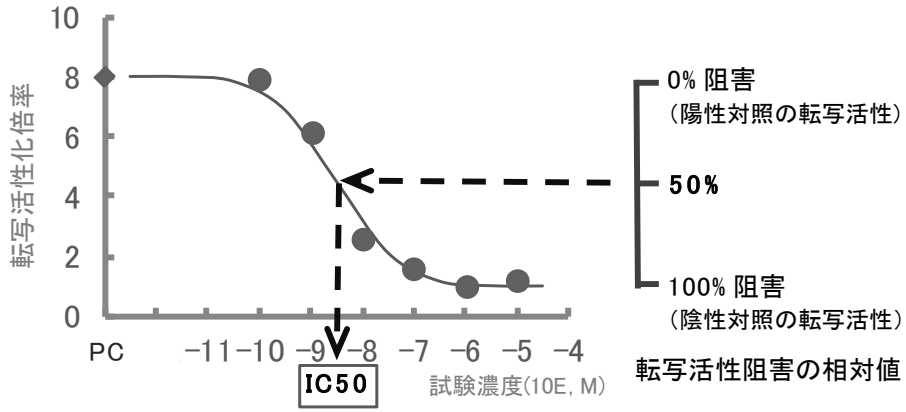
各試験濃度における転写活性化倍率（助剤対照の発光強度比に対する試験濃度での発光強度比の割合）から、以下により、アゴニスト系試験では転写活性の有無及び EC_{50} 値（又は PC_{10} 値）、アンタゴニスト系試験では転写活性阻害の有無及び IC_{50} 値（又は $linIC_{30}$ 値）を求めた。また、EC_{50} 値又は IC_{50} 値等が得られた場合には、それらを基に陽性対照物質の活性に対する比率（相対活性比）を算出した。

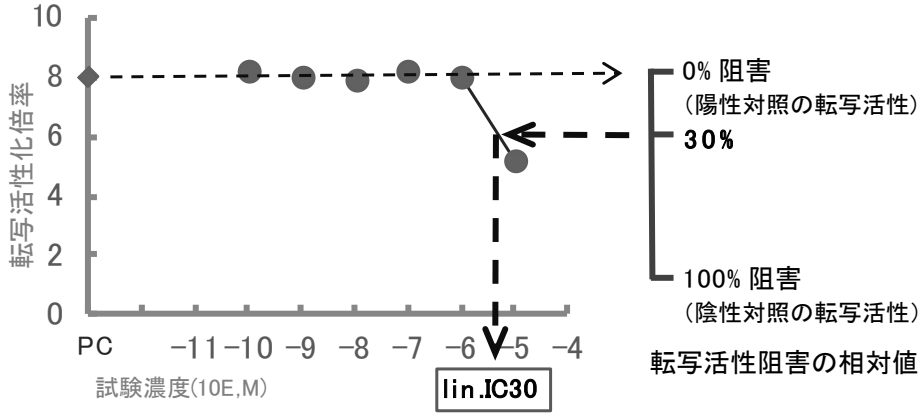
アゴニスト検出系の試験での EC_{50} 値及び PC_{10} 値の算出





アンタゴニスト検出系の試験での IC_{50} 値及び $linIC_{30}$ 値の算出

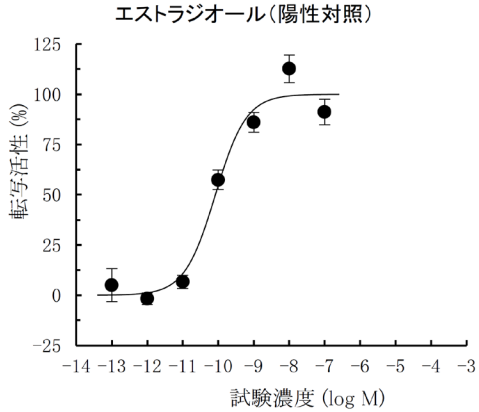


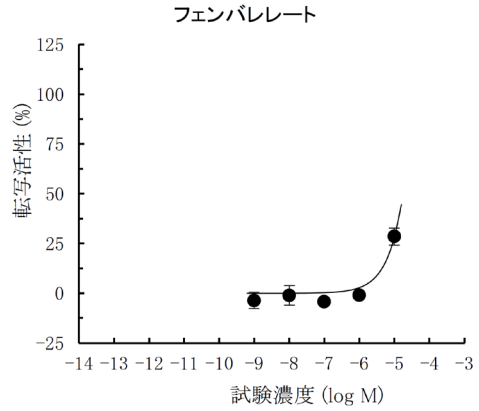


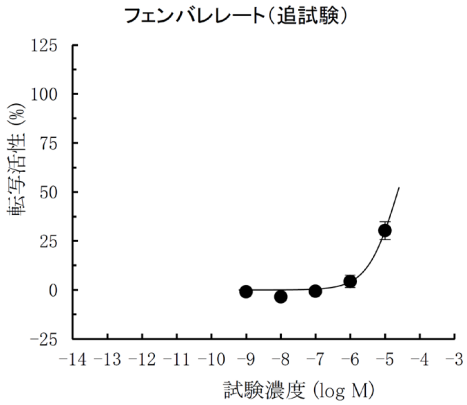
３．結果

（１）メダカエストロゲン受容体 α（ERα）レポータージーン試験（エストロゲン作用）

エストロゲン作用試験の結果、試験濃度範囲において転写活性化倍率に有意な増加がみられ、メダカ ERα に対して転写活性化（エストロゲン作用）を有することが示唆された。EC_{50} 値は得られず、PC_{10} 値は 2.4×10^{-6} M、17β-エストラジオールに対する相対活性比は 0.00049%であった。



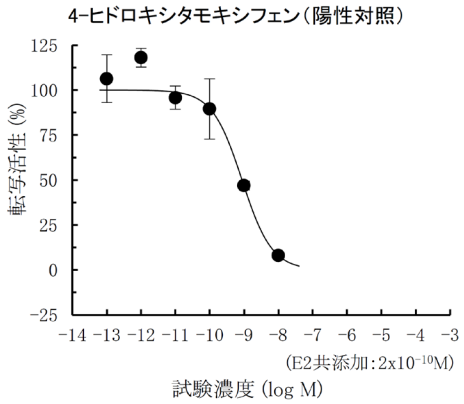


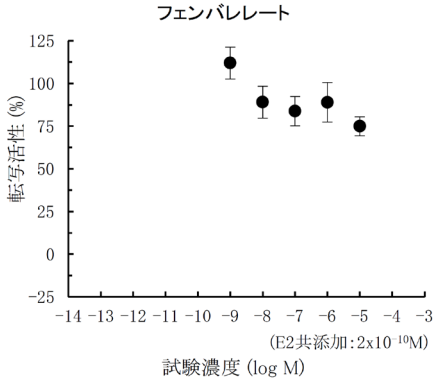


試験対象物質	エストロゲン作用	
	EC_{50} 又は PC_{10}	相対活性比
フェンバレレート	$PC_{10} = 2.4\times10^{-6}$ M	0.00049%
17β-エストラジオール	$EC_{50} = 8.4\times10^{-11}$ M $PC_{10} = 1.2\times10^{-11}$ M	

（２）メダカエストロゲン受容体 α（ERα）レポータージーン試験（抗エストロゲン作用）

抗エストロゲン作用試験の結果、17β-エストラジオール 2×10^{-10} M 共添加条件でメダカ ERα の転写活性化阻害は認められなかった。

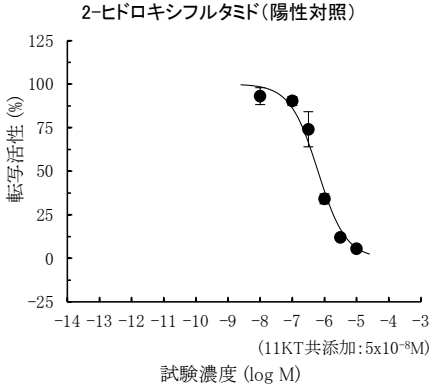


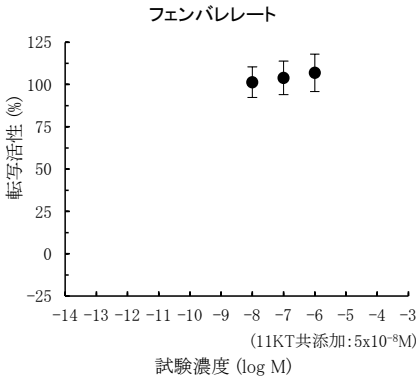


試験対象物質	抗エストロゲン作用	
	IC_{50} 又は $linIC_{30}$	相対活性比
フェンバレレート	（得られなかった）	
4-ヒドロキシタモキシフェン	$IC_{50} = 8.7\times10^{-10}$ M	

（３）メダカアンドロゲン受容体 β（ARβ）レポータージーン試験（抗アンドロゲン作用）

抗アンドロゲン作用については、11-ケトテストステロン 5×10^{-8} M 共添加条件でメダカ ARβ の転写活性化阻害は認められなかった。

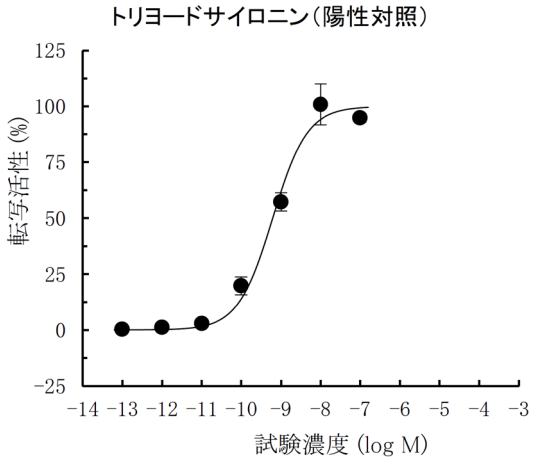


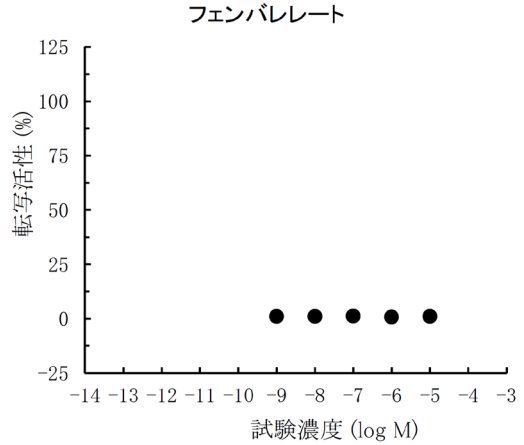


試験対象物質	抗アンドロゲン作用	
	IC_{50} 又は $linIC_{30}$	相対活性比
フェンバレレート	（得られなかった）	
2-ヒドロキシフルタミド	$IC_{50} = 3.9\times10^{-7}$ M	

（４）ニシツメガエル甲状腺ホルモン受容体 β（TRβ）レポータージーン試験（甲状腺ホルモン）

甲状腺ホルモン作用については、ニシツメガエル TRβ の転写活性化は認められなかった。

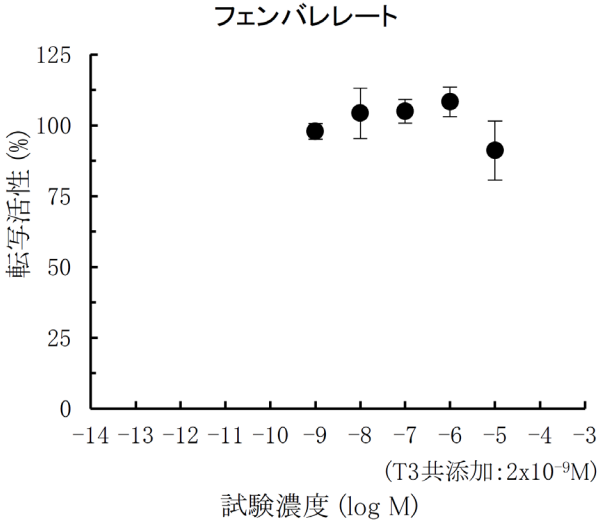




試験対象物質	甲状腺ホルモン作用	
	EC_{50} 又は PC_{10}	相対活性比
フェンバレレート	（得られなかった）	
トリヨードサイロニン	$EC_{50} = 6.2 \times 10^{-10}$ M	

（５）ニシツメガエル甲状腺ホルモン受容体 β（TRβ）レポータージーン試験（抗甲状腺ホルモン）

抗甲状腺ホルモン作用については、試験濃度範囲において、トリヨードサイロニン 2×10^{-9} M 共添加条件でニシツメガエル TRβ の転写活性化阻害は認められなかった。



試験対象物質	抗甲状腺ホルモン作用	
	IC_{50} 又は $linIC_{30}$	相対活性比
フェンバレレート	（得られなかった）	

レポータージーン試験	メダカ エストロゲン受容体 α		メダカ アンドロゲン受容体 β		ニシツメガエル 甲状腺ホルモン受容体 β		オオミジンコ 脱皮ホルモン受容体
動物細胞株	HEK293 （ヒト胎児腎臓由来細胞株）		HepG2 （ヒト肝臓腫瘍細胞株）		HEK293 （ヒト胎児腎臓由来細胞株）		CHO （チャイニーズハムスター卵巣由来細胞株）
受容体発現ベクター	medaka ER alpha/pcDNA		medaka AR beta/pcDNA		tropicalis TR beta/pcDNA		D. magna EcR/pBIND
試験レポーターベクター	ERE-TK-*Luc*		MMTV-*Luc*		TRE-minP-*Luc*		
コントロールレポーターベクター	pRL-TK-*Rluc*		pRL-TK-*Rluc*		pRL-TK-*Rluc*		pACT-dapUSP (LBD) pACT-droTaiman (LXXLL) pG5-*Luc*
試験用培地	DMEM[1)]		DMEM[1)]		DMEM		DMEM/F12[1)]
検出する作用	エストロゲン作用	抗エストロゲン作用	アンドロゲン作用	抗アンドロゲン作用	甲状腺ホルモン作用	抗甲状腺ホルモン作用	脱皮ホルモン作用
助剤（DMSO）終濃度	0.1 %	0.2 %	0.1 %	0.2 %	0.1 %	0.2 %	0.1 %
陽性物質及び共添加濃度	-	E2、0.2～1×10^{-9} M	-	11KT、1～5×10^{-8} M	-	T3、1～2×10^{-8} M	

共通条件

・培養環境及び時間：37℃、5 %CO_2、40 時間
・被験物質添加濃度（試験濃度）：最高濃度として 10^{-4}~10^{-5} M、最低濃度として 10^{-8}~10^{-11} M、公比 10
・試験容器：96 穴マイクロプレート（ただし平成 25 年度までは 24 穴マイクロプレート）
・試験液量：0.2 mL/well（ただし平成 25 年度までは 1 mL/well）
・細胞播種数：1.4×10^4 cells/well（ただし平成 25 年度までは 5×10^4 cells/well）
・連数：5 連(well)/濃度）（ただし平成 25 年度までは 3 連(well)/濃度）

備考

1) DMEM 培地は（2 mM L-glutamine 及び 10 % FCS 含有）とする

（EXTEND2010 に基づく平成 27 年度第 1 回化学物質の内分泌かく乱作用に関する検討会　参考資料 2-3 より抜粋）
（平成 30 年度第 1 回 EXTEND2016 化学物質の内分泌かく乱作用に関する検討会　資料 3-1 より抜粋）