

ホワイトソルガムの健康機能

愛媛大学農学部
菅原卓也

ホワイトソルガムとは

ホワイトソルガムはイネ科の一種で、グルテンを含まないため、グルテン(小麦)アレルギー対応食品素材として使用できることもあり、とうもろこし、大豆、小麦に続く「**第4の穀物**」として注目されている。

- ミネラルが豊富
- ビタミンB群、不飽和脂肪酸を多く含む
- 白米に比べて
 - 鉄分約4倍
 - カルシウム約2倍
 - マグネシウム約5倍
 - 食物繊維約5倍

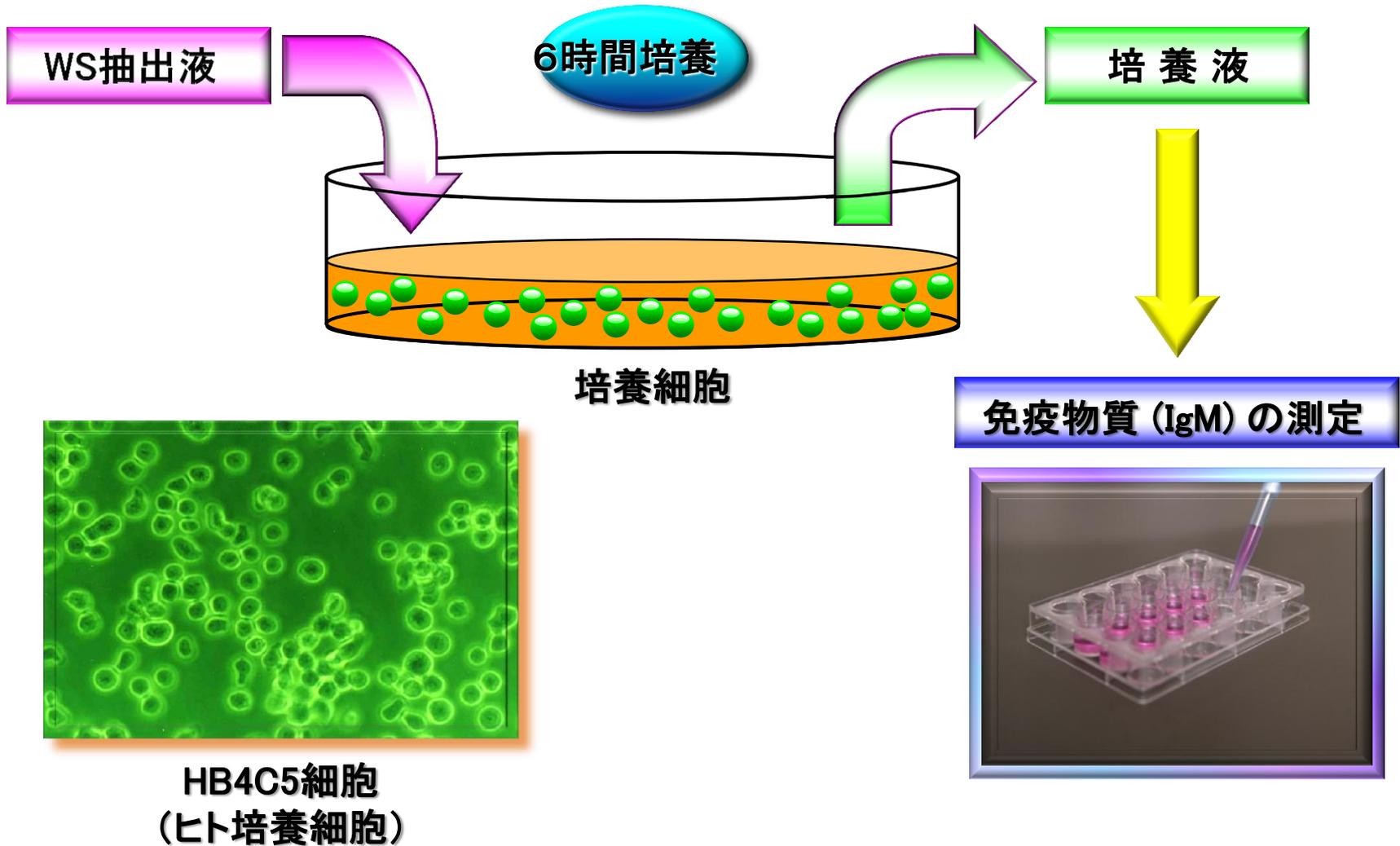
White Sorghum



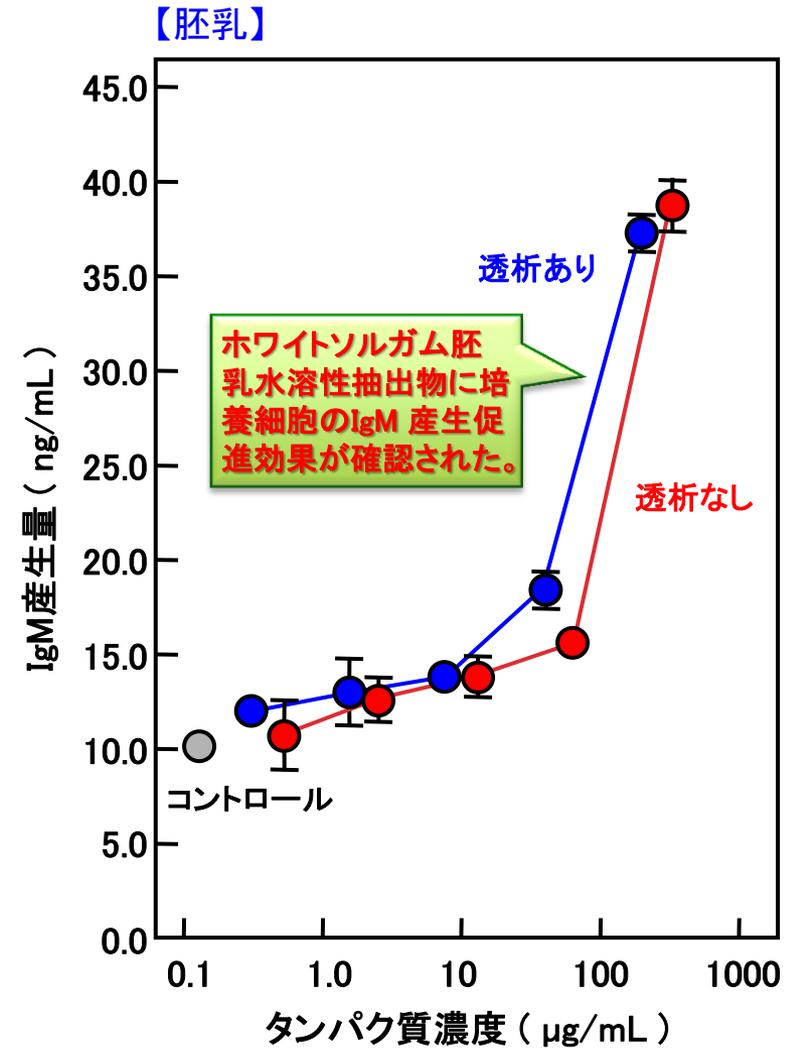
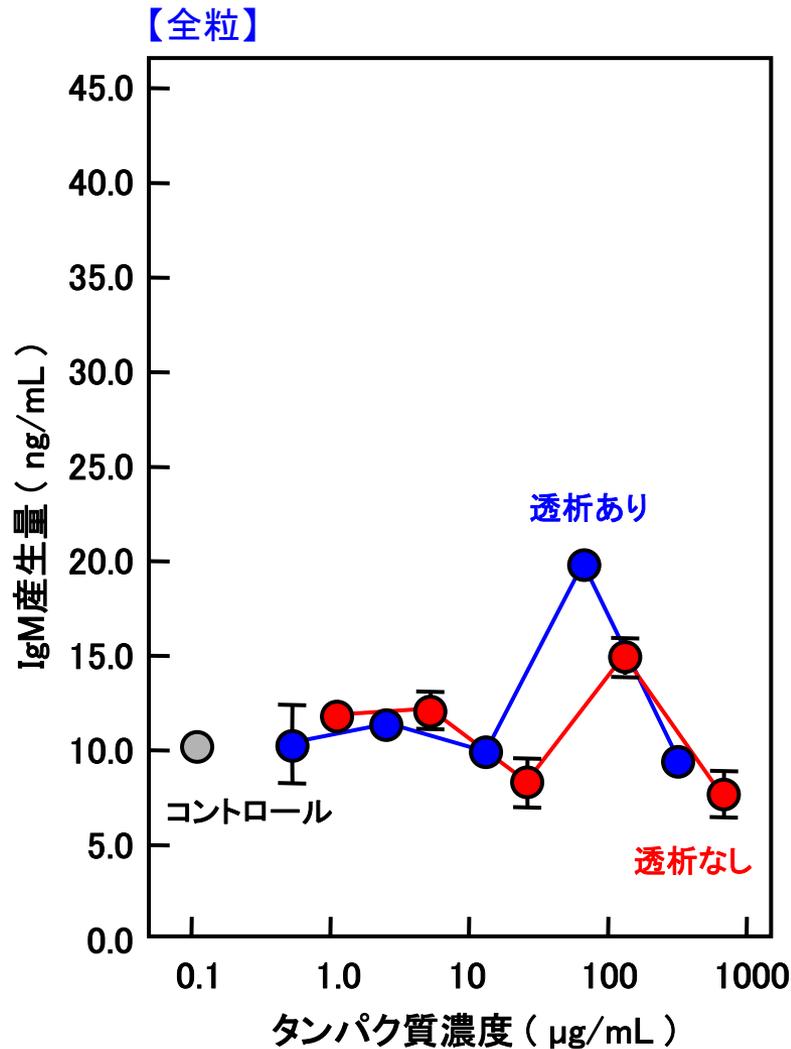


ホワイトソルガム胚乳の免疫促進活性

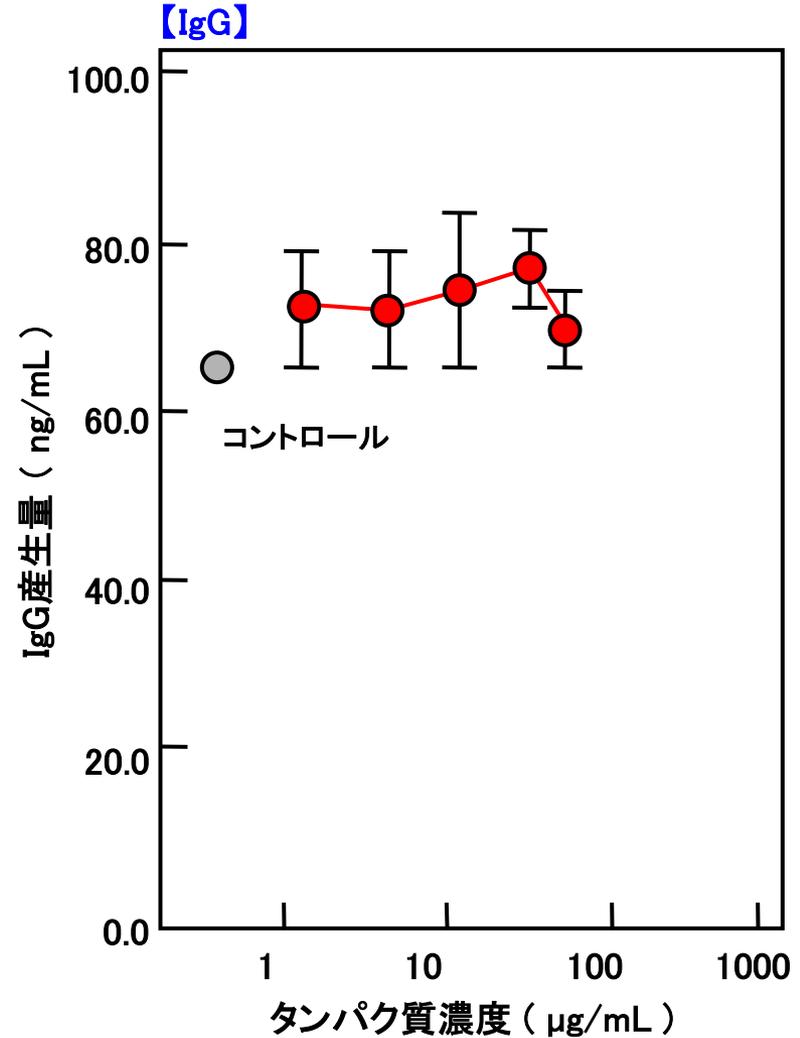
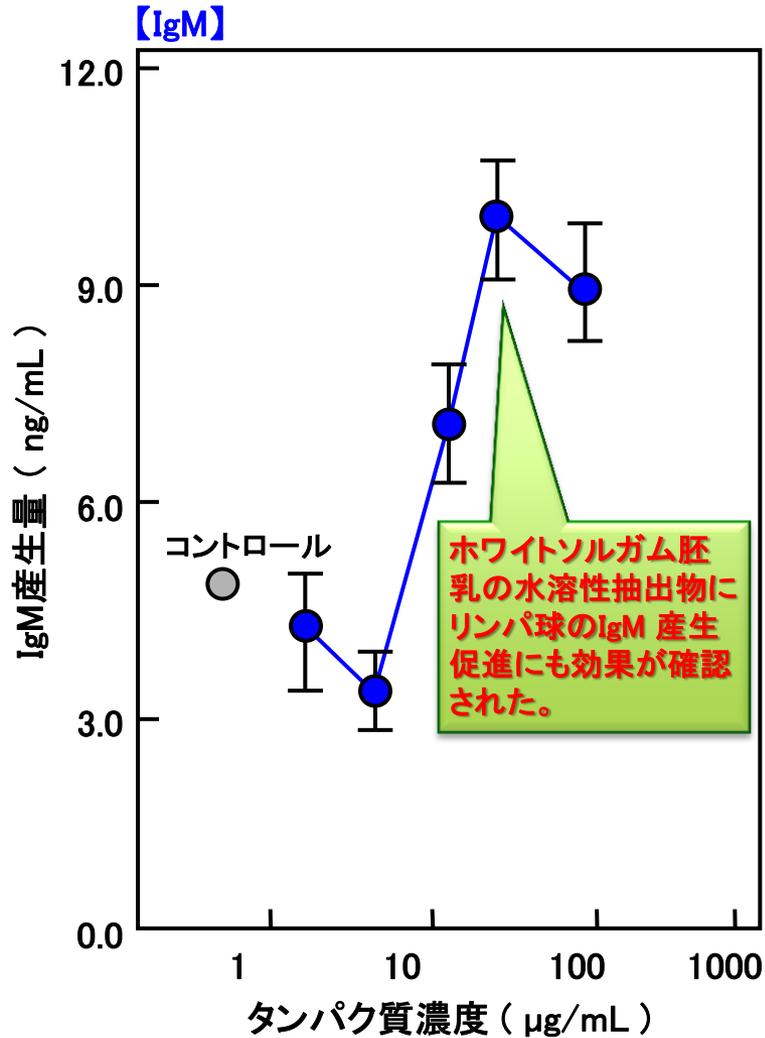
抗体產生促進効果の評価方法



培養細胞の抗体産生に及ぼす効果

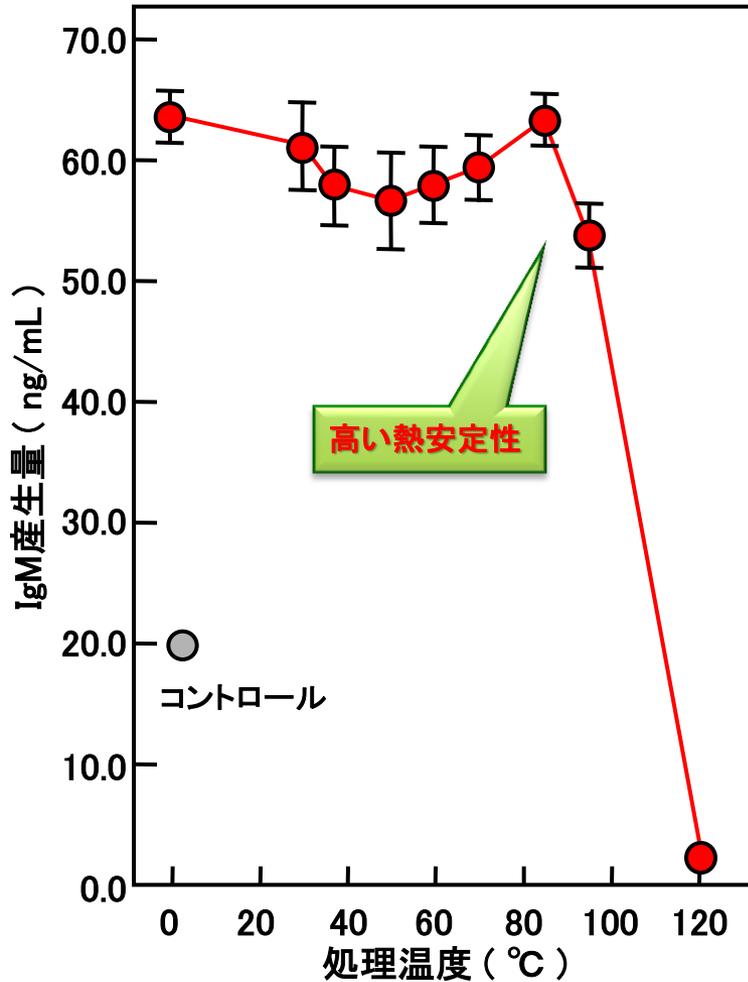


培養細胞の抗体産生に及ぼす効果

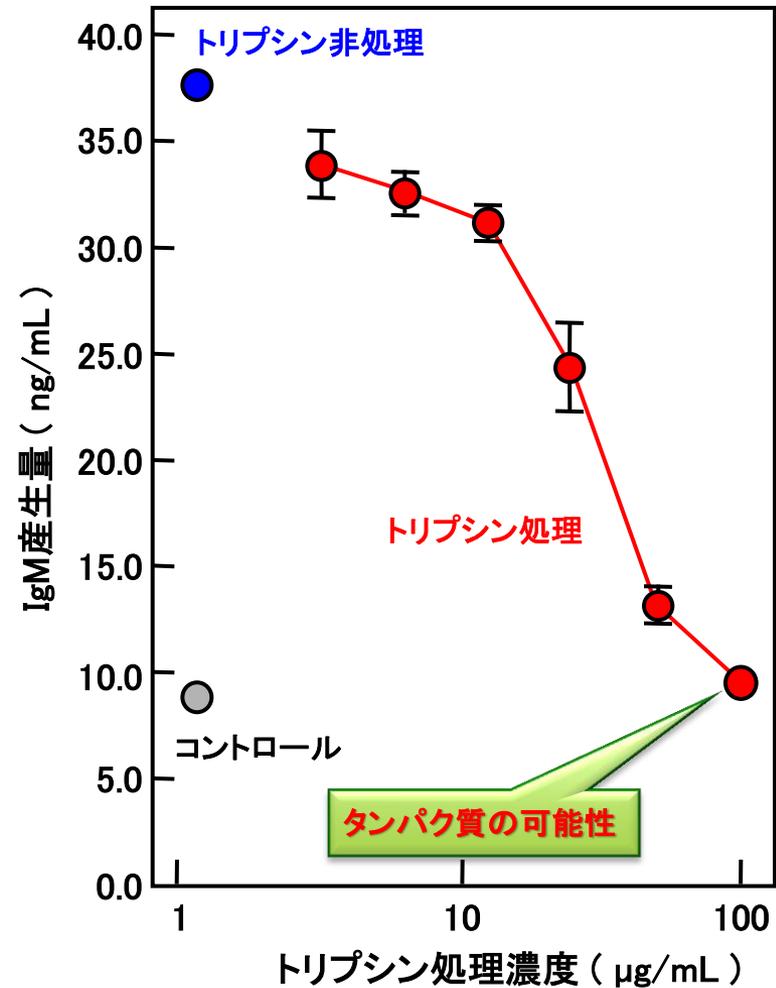


胚乳抽出物中の抗体産生促進物質の特性

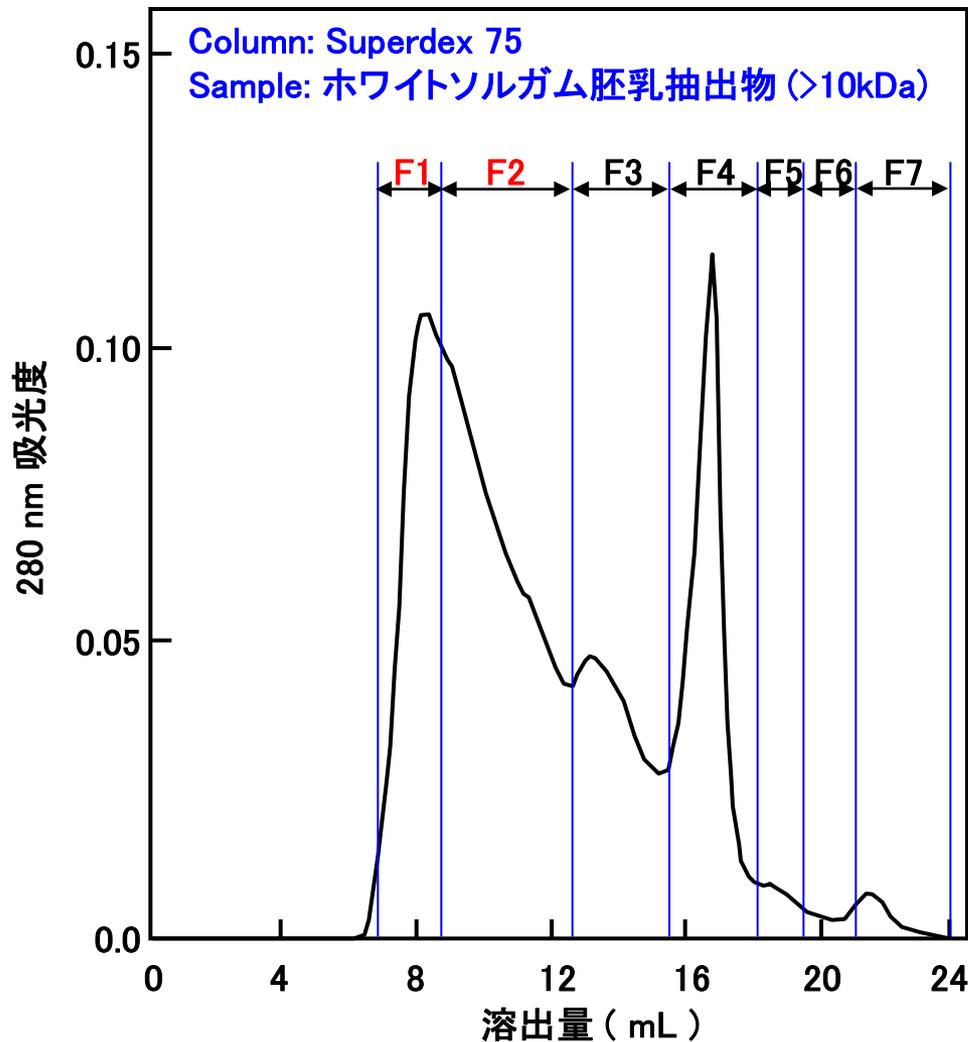
【熱安定性】



【タンパク質分解酵素処理の影響】

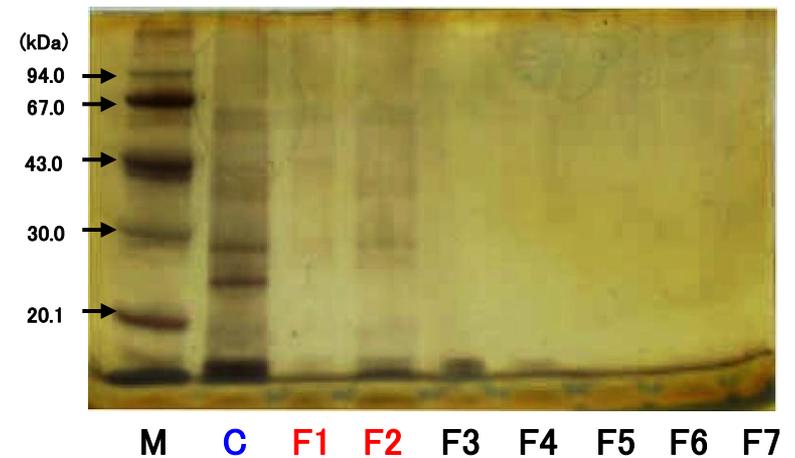


胚乳抽出物中の活性物質の精製



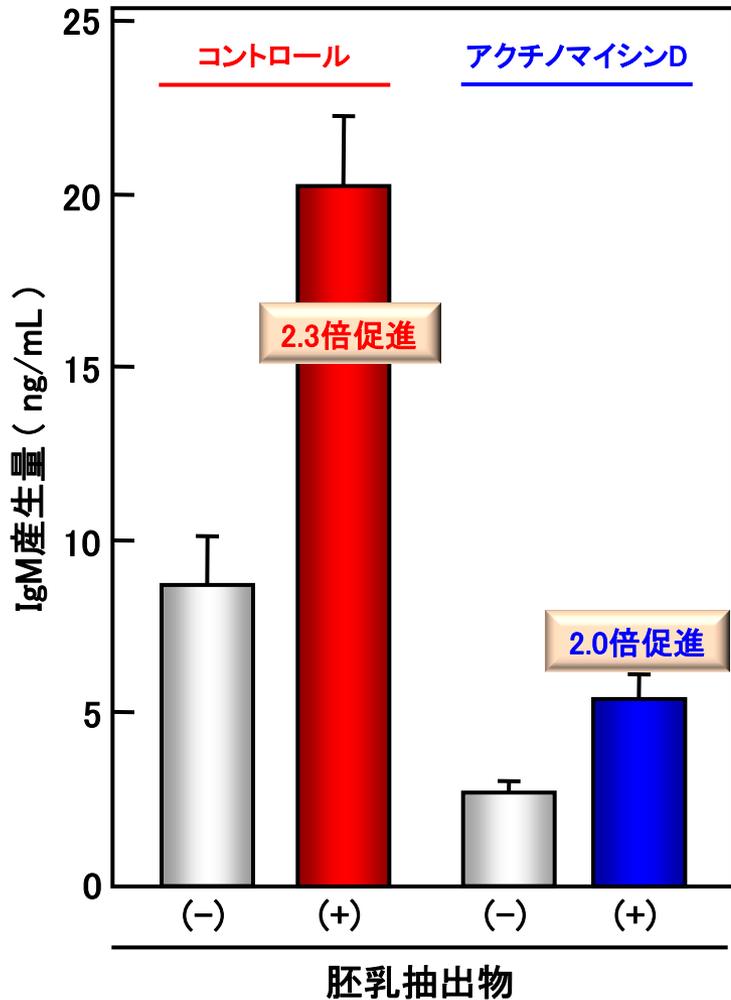
IgM産生量 (ng/mL)

Control	8.0 ± 0.2
F1	36.8 ± 2.6
F2	18.5 ± 1.4
F3	12.0 ± 0.7
F4	11.5 ± 0.8
F5	10.2 ± 0.9
F6	10.2 ± 0.2
F7	8.4 ± 0.6

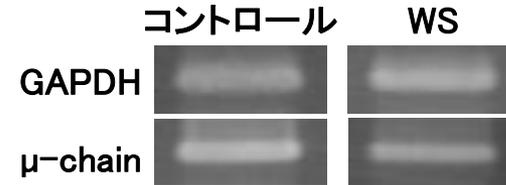


WS胚乳成分の作用機構

転写阻害下におけるWSの促進効果



抗体の遺伝子発現に及ぼす影響

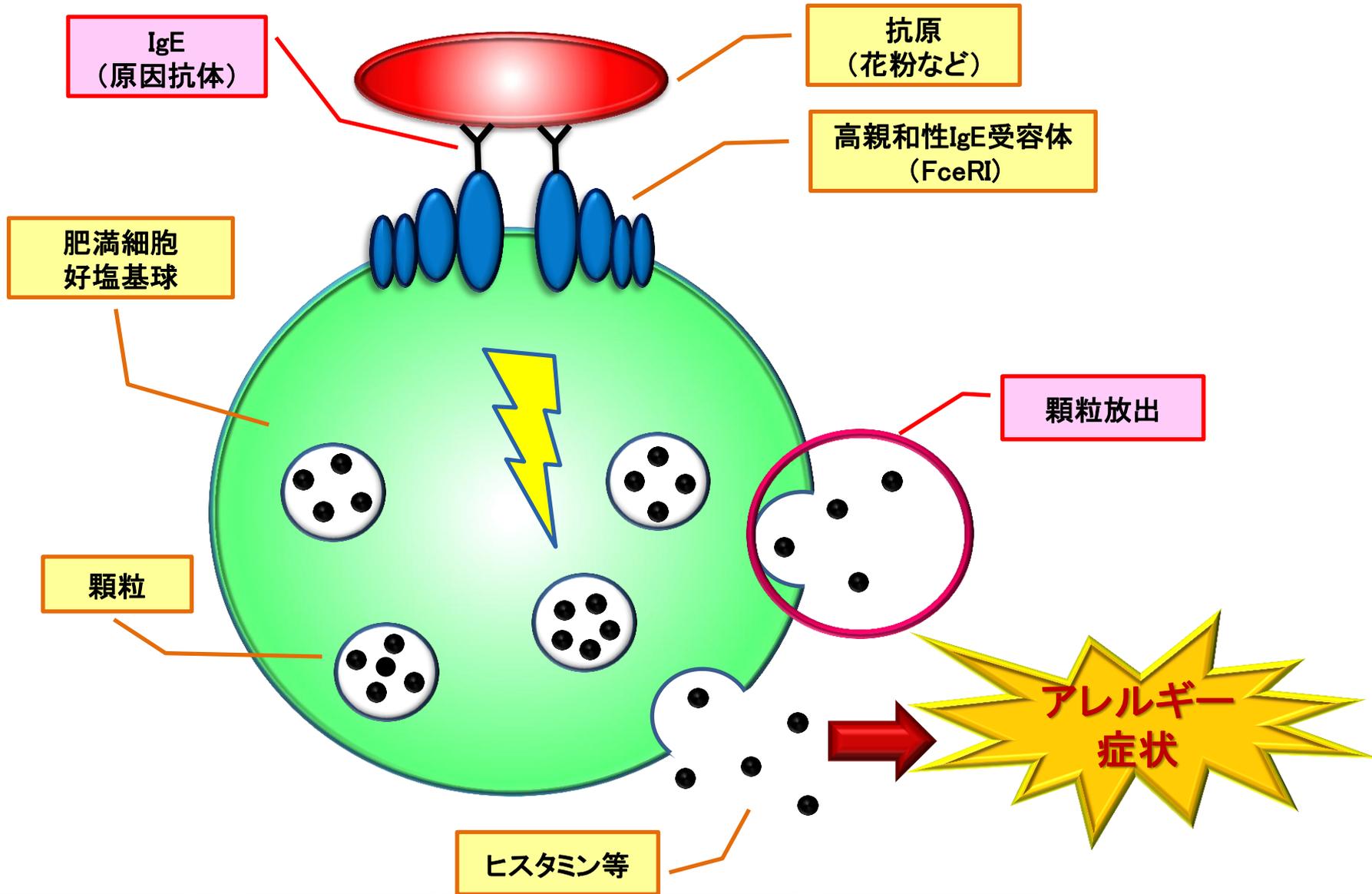


IgMタンパク質合成における、遺伝子の転写活性には影響を及ぼさない。

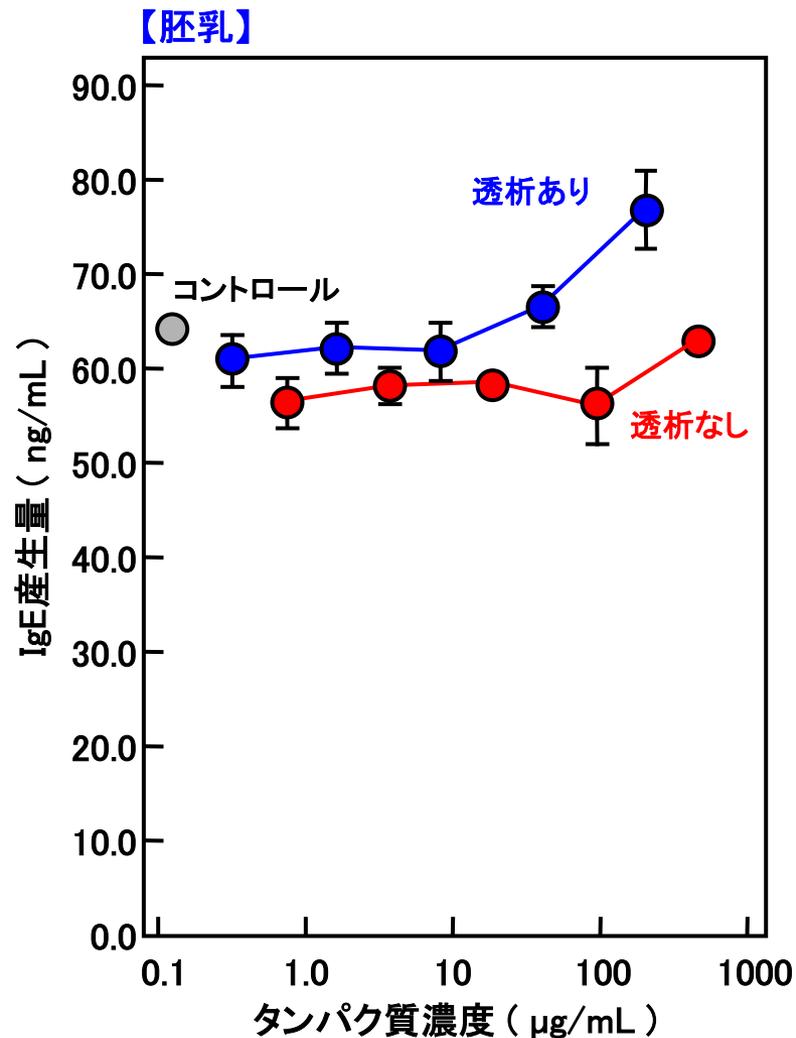
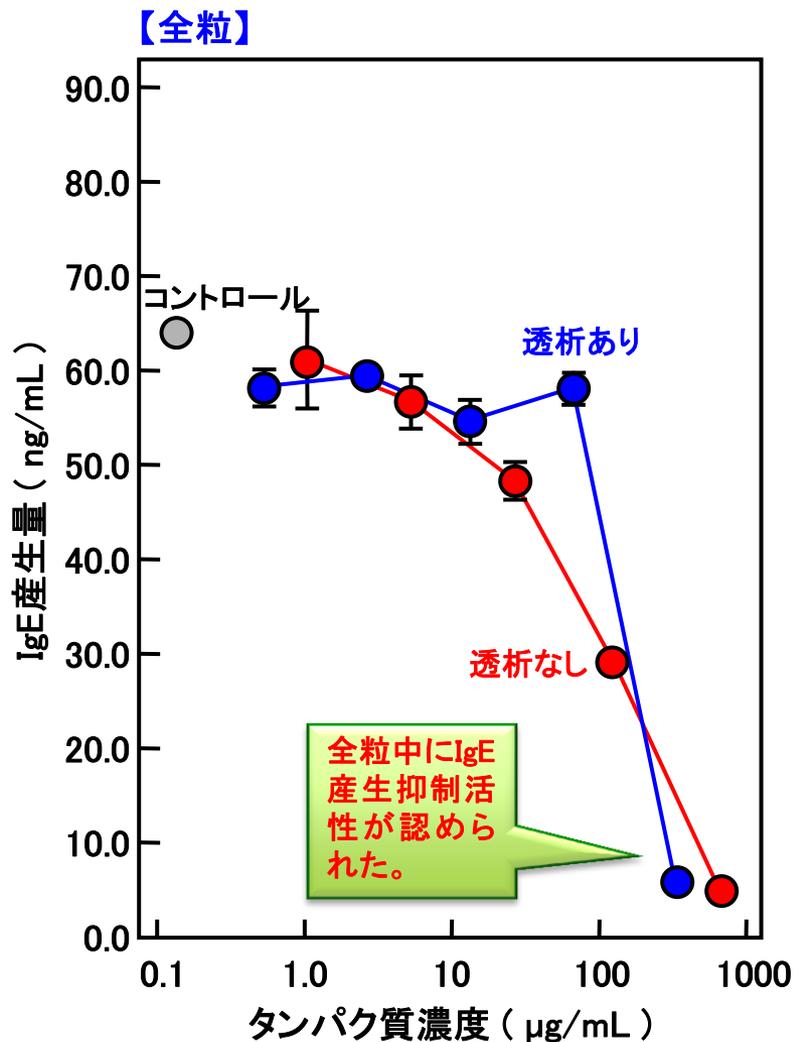
転写阻害されたHB4C5細胞のIgM産生を促進した。このことから、タンパク質合成における翻訳活性を促進することにより抗体産生を促進していることが示唆された。

ホワイトソルガムふすまのアレルギー抑制活性

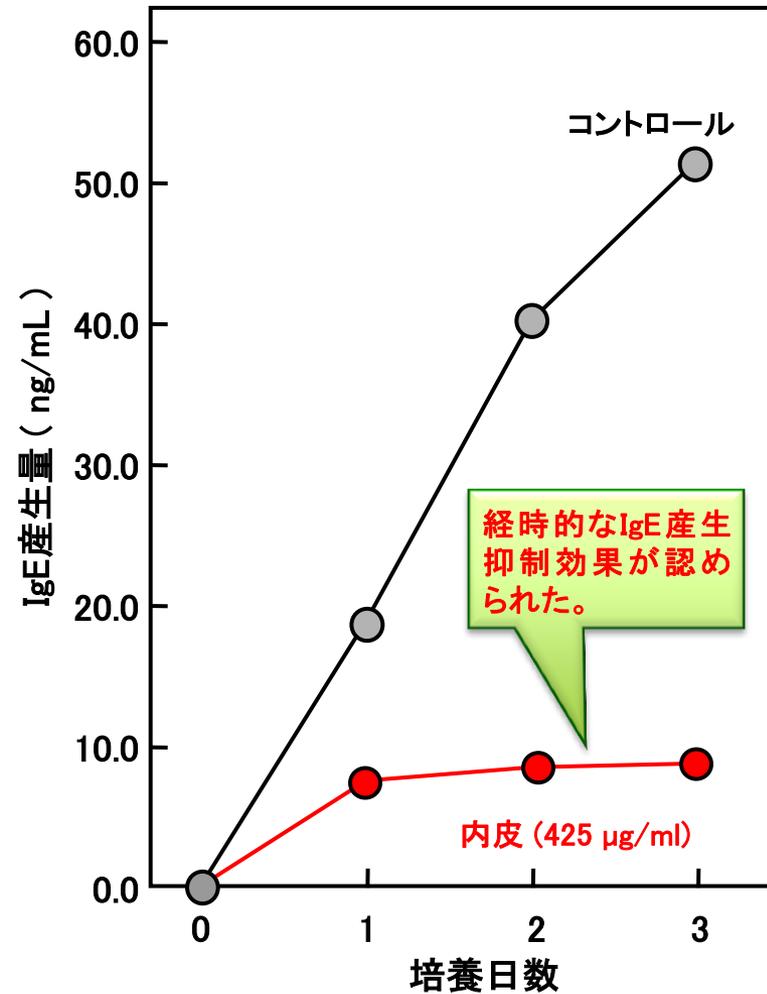
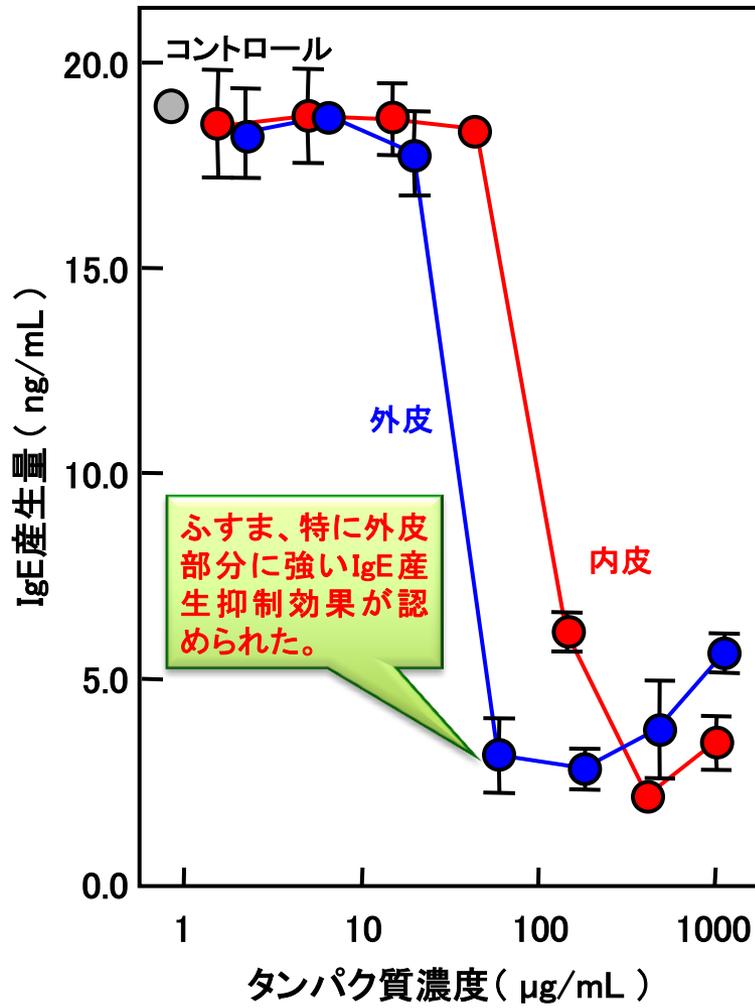
アレルギー発症のメカニズム



WSのIgE産生抑制効果

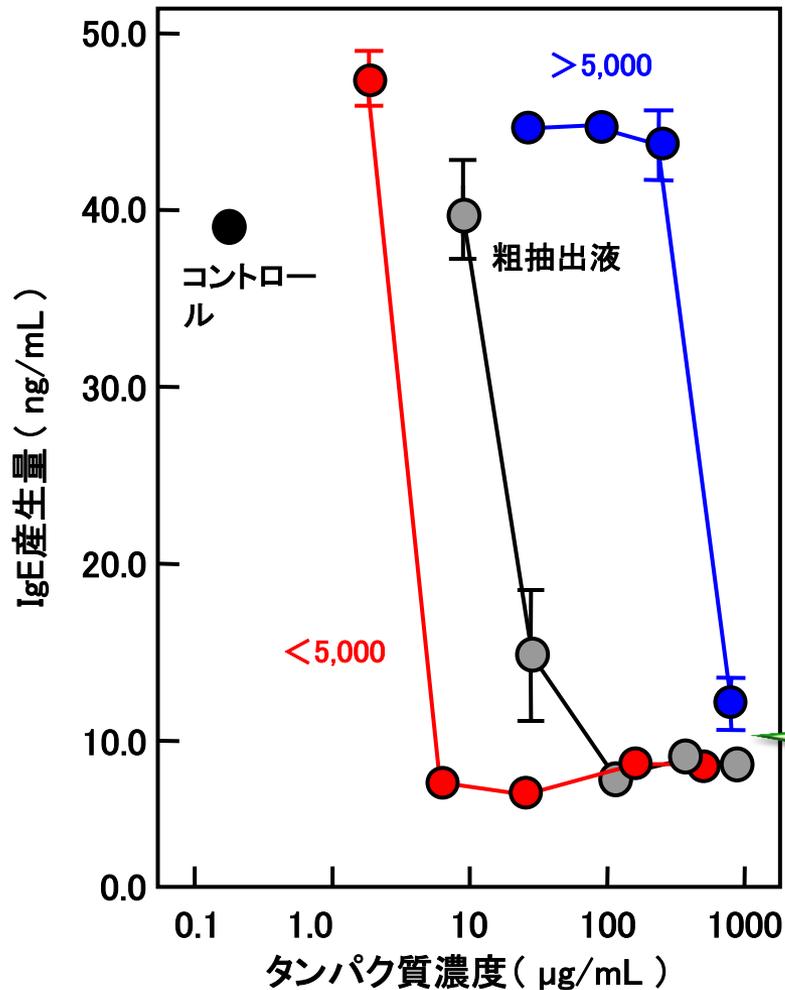


WSふすまのIgE産生抑制効果

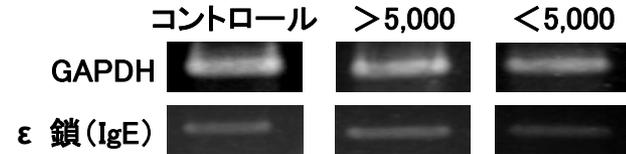


ホワイトソルガムふすまのIgE産生抑制物質

ホワイトソルガムふすまIgE産生抑制物質の分子サイズによる分画と作用機構の解明



抗体の遺伝子発現に及ぼす影響

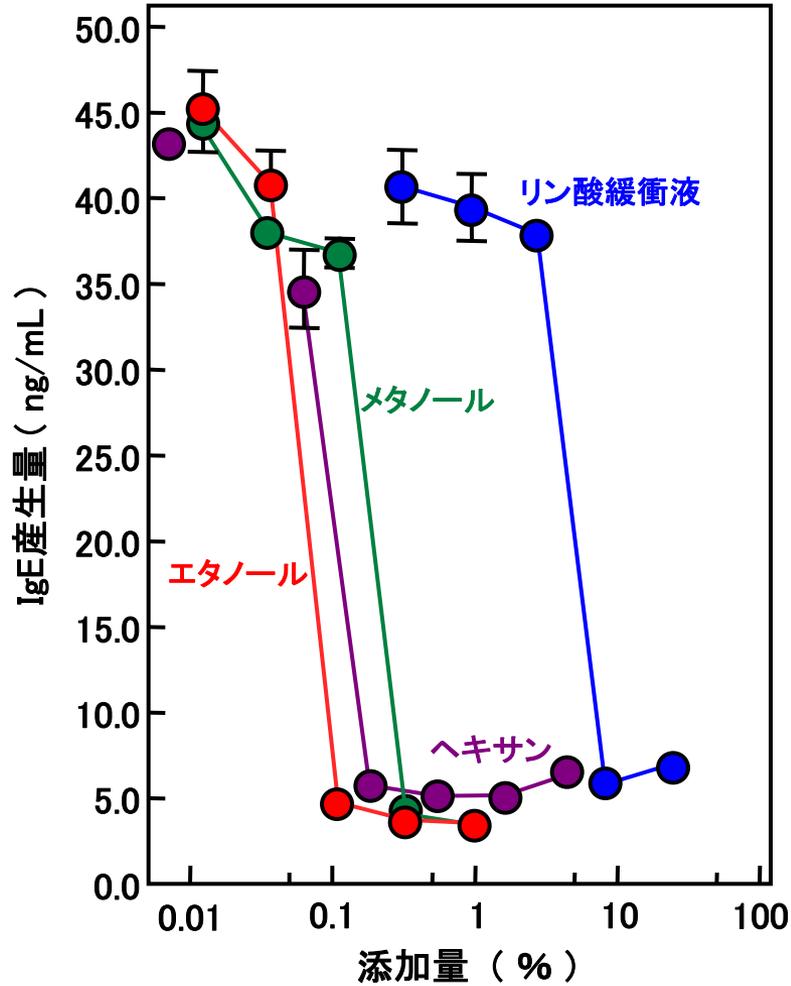


ふすま外皮水溶性低分子抽出物(分子量5,000以下)は、U266細胞におけるIgE遺伝子のmRNAへの転写を抑制することによりIgE産生を抑制していることが明らかとなった。一方、5,000以上の高分子物質は転写活性には影響を及ぼしていなかった。

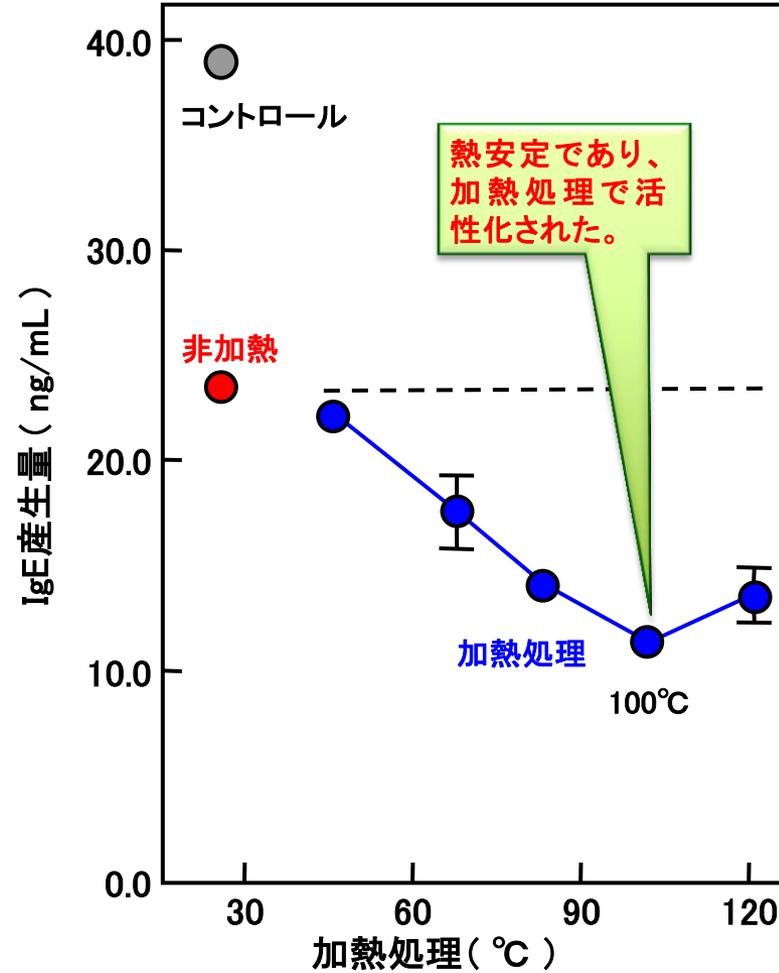
ホワイトソルガムふすま外皮水溶性抽出物を分子量の大きさの違いにより分画してIgE産生抑制効果を検討した結果、分子量5,000以下の物質と5,000以上の物質の双方に活性が認められた。5,000以下の物質は粗抽出液の10倍程度の比活性であったが、5,000以上の物質は粗抽出液よりも比活性が低かった。

WSふすまのIgE産生抑制物質

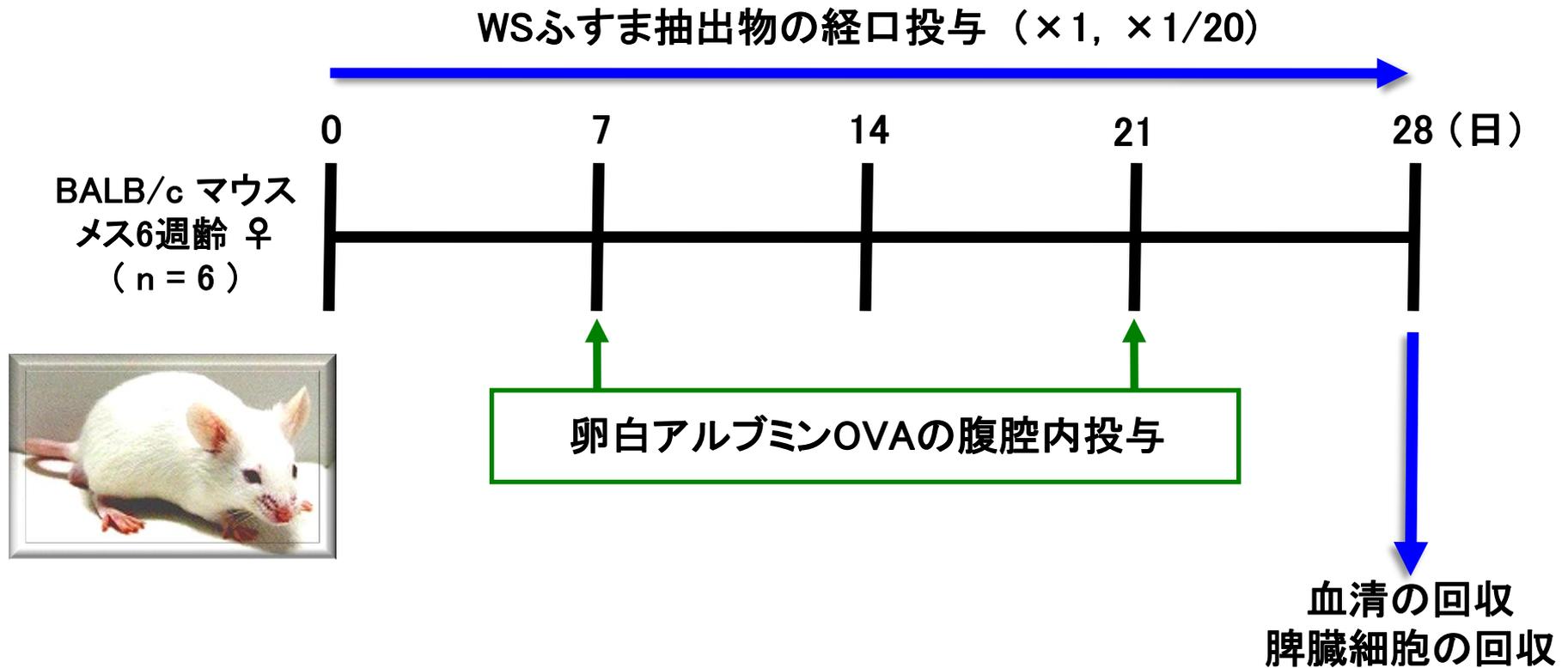
【溶媒抽出】



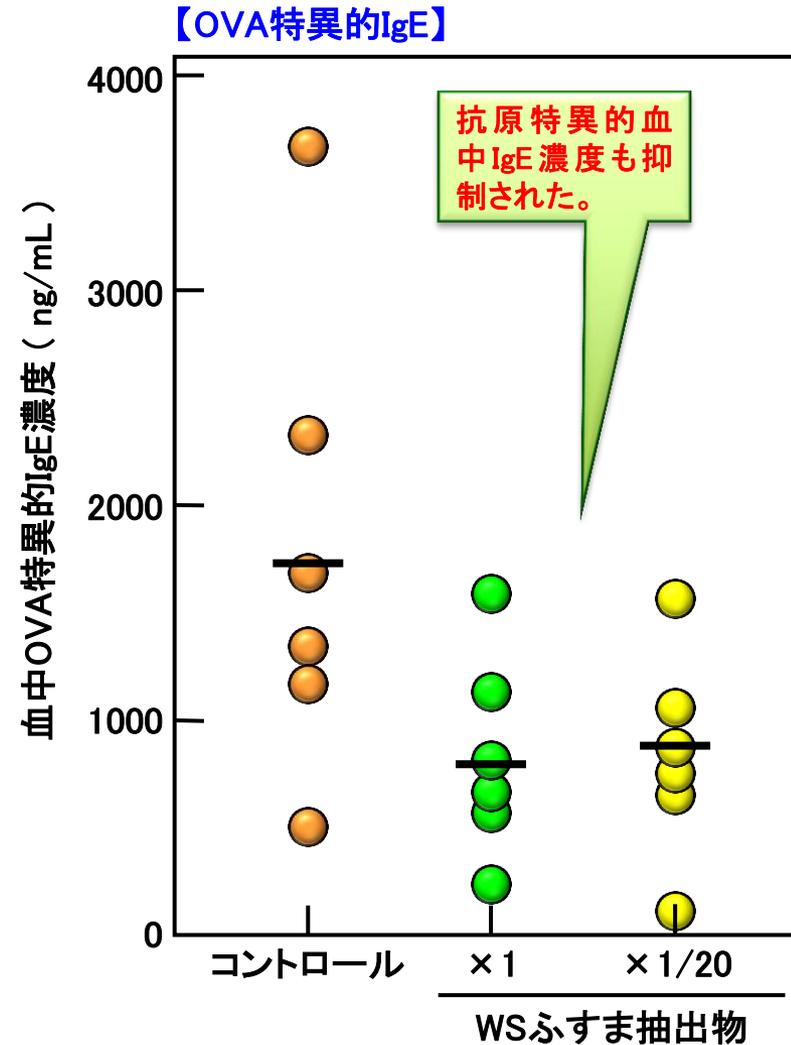
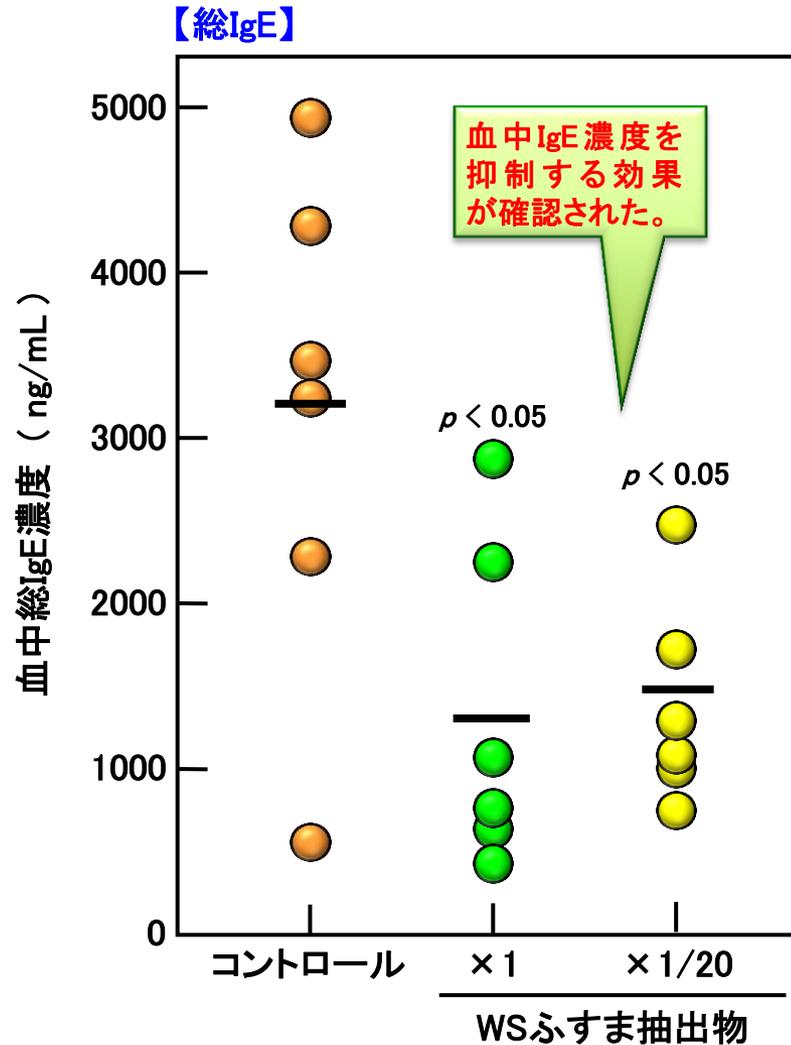
【加熱処理】



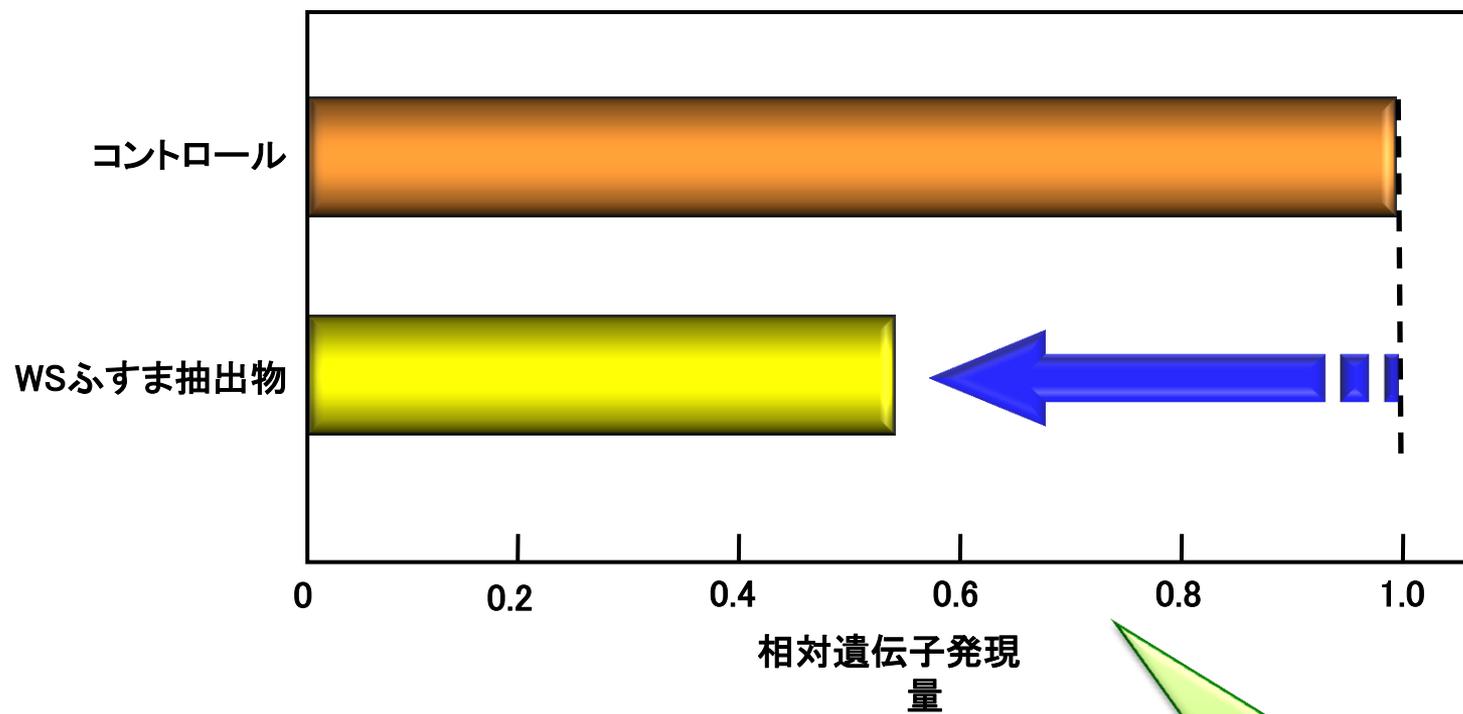
WSふすま抽出物のアレルギーモデルマウスへの経口投与



血中IgE濃度に及ぼすWSふすま抽出物の経口投与の影響



脾臓細胞のIgE遺伝子発現に及ぼす経口投与の影響



脾臓細胞の遺伝子発現を抑制することで、IgE産生を抑制していることが推察された。

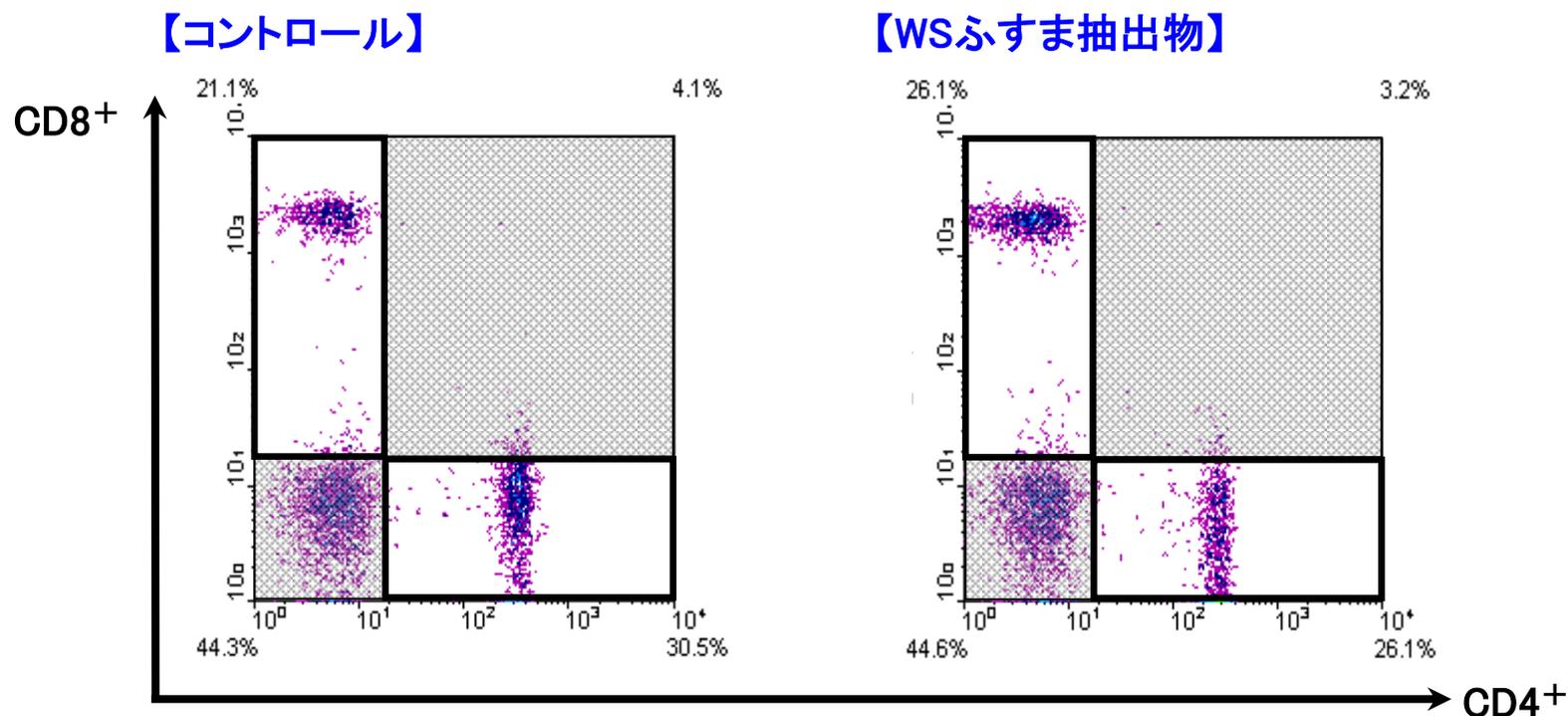
血中抗体量に及ぼすWSふすま抽出物の経口投与の影響

	血中抗体量 (mg/mL)		
	コントロール	WSふすま抽出物	
		×1	×1/20
IgG	10.6±7.1 [1.0]	13.7±9.9 [1.3]	9.8±7.4 [0.9]
IgA	1.0±0.8 [1.0]	1.1±0.6 [1.1]	1.3±1.0 [1.3]
IgM	10.7±6.1 [1.0]	12.9±7.9 [1.3]	11.1±7.1 [1.0]

[コントロール比]

IgE以外の抗体産生には影響しない。

脾臓T細胞集団に及ぼすWSふすま抽出物の経口投与の影響



	CD4 ⁺ T細胞 (%)	CD8 ⁺ T細胞 (%)
コントロール	30.5	21.1
WSふすま抽出物	26.1 ↓	26.1 ↑

ヘルパーT細胞とアレルギーの関係

T1 ヘルパーT細胞



IFN- γ

ヘルパーT細胞



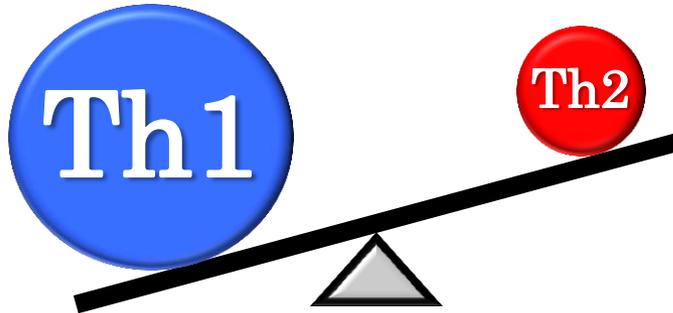
T2 ヘルパーT細胞



IL-4

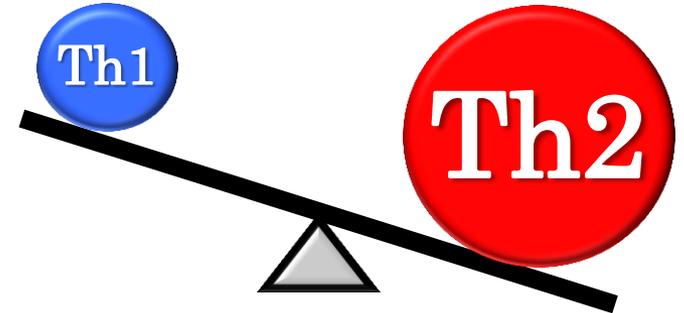
[アレルギー状態の改善]

Th1 優位



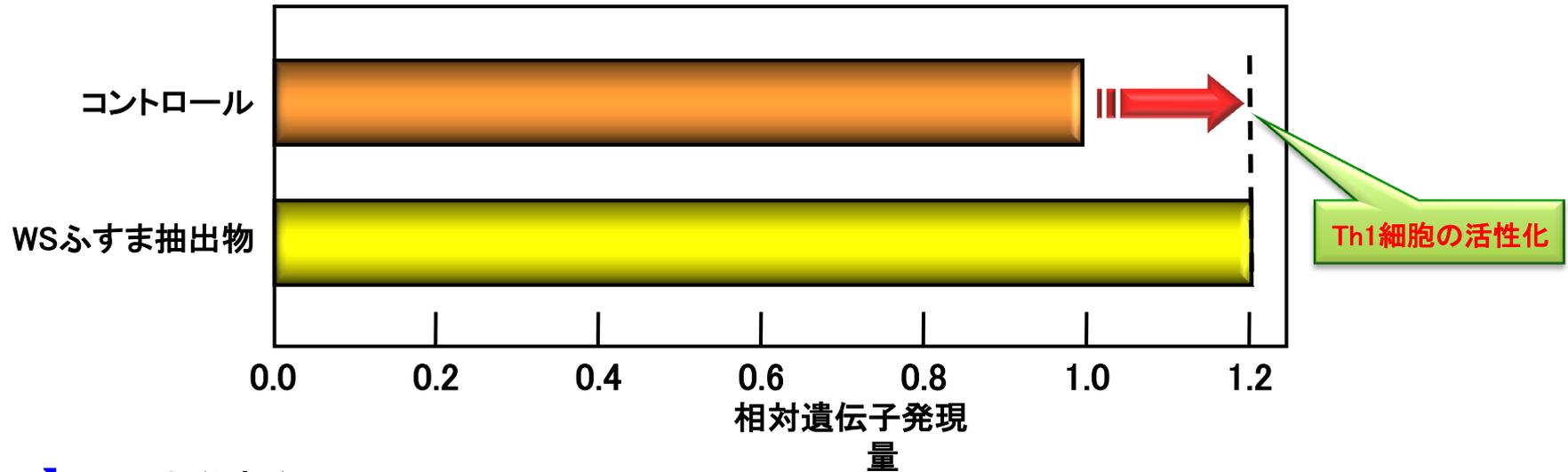
[アレルギー状態]

Th2 優位

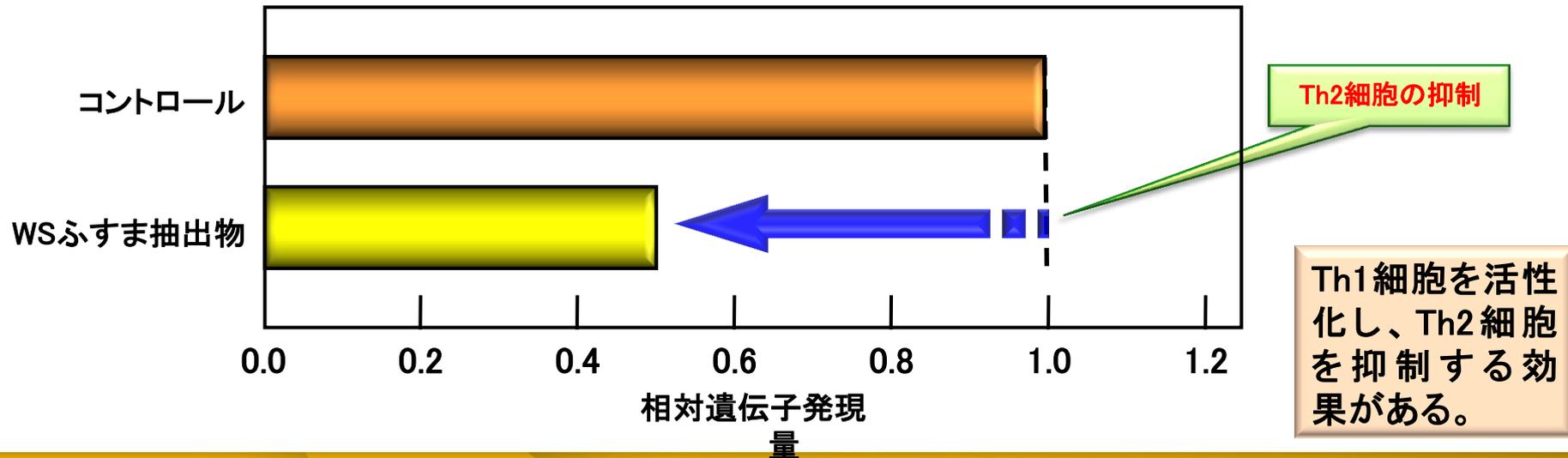


脾臓細胞のサイトカイン遺伝子発現に及ぼす影響

【IFN- γ 】→Th1サイトカイン



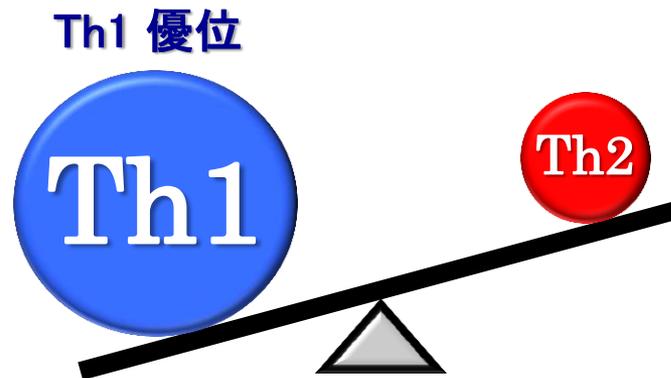
【IL-4】→Th2サイトカイン



脾臓Th1/Th2バランスに及ぼす経口投与の影響

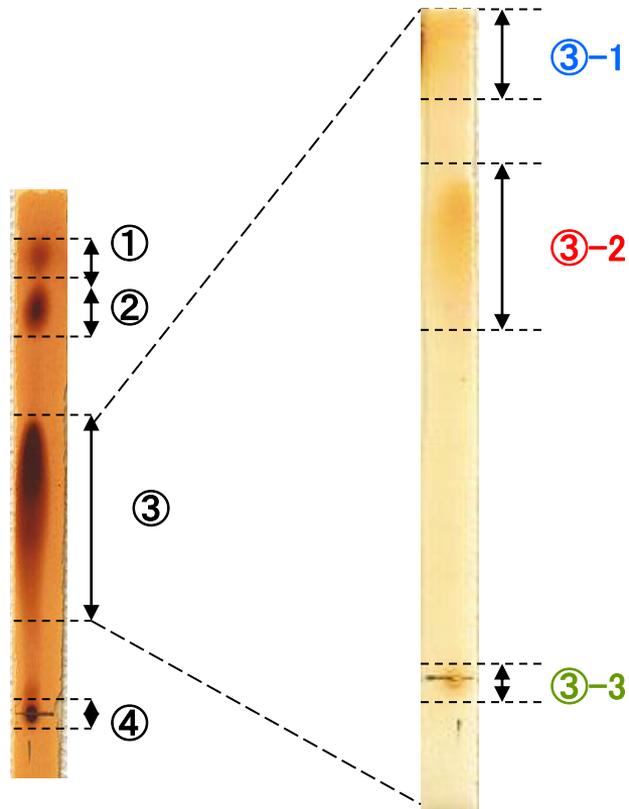
	Th1	Th2
コントロール	100	79
WSふすま抽出物	100	48 ↓

(%)

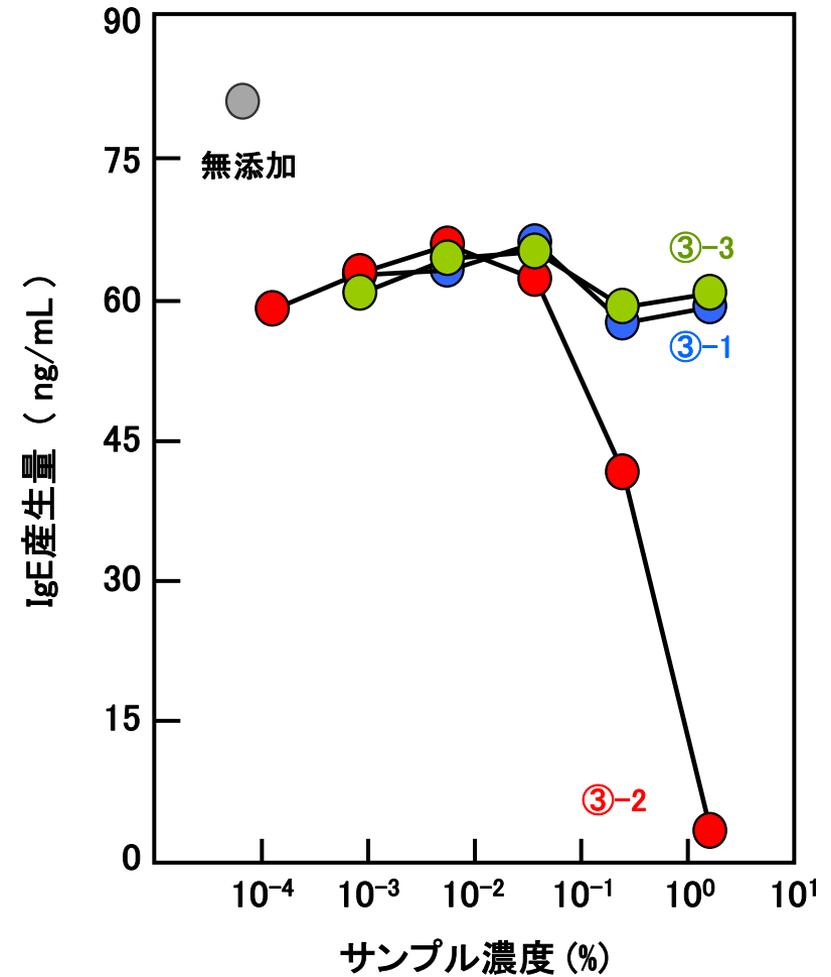


WSふすま抽出物の経口投与はThバランスをTh1優位にし、アレルギー状態を改善することが推察された。

WSふすま抽出液中のIgE産生抑制物質の精製

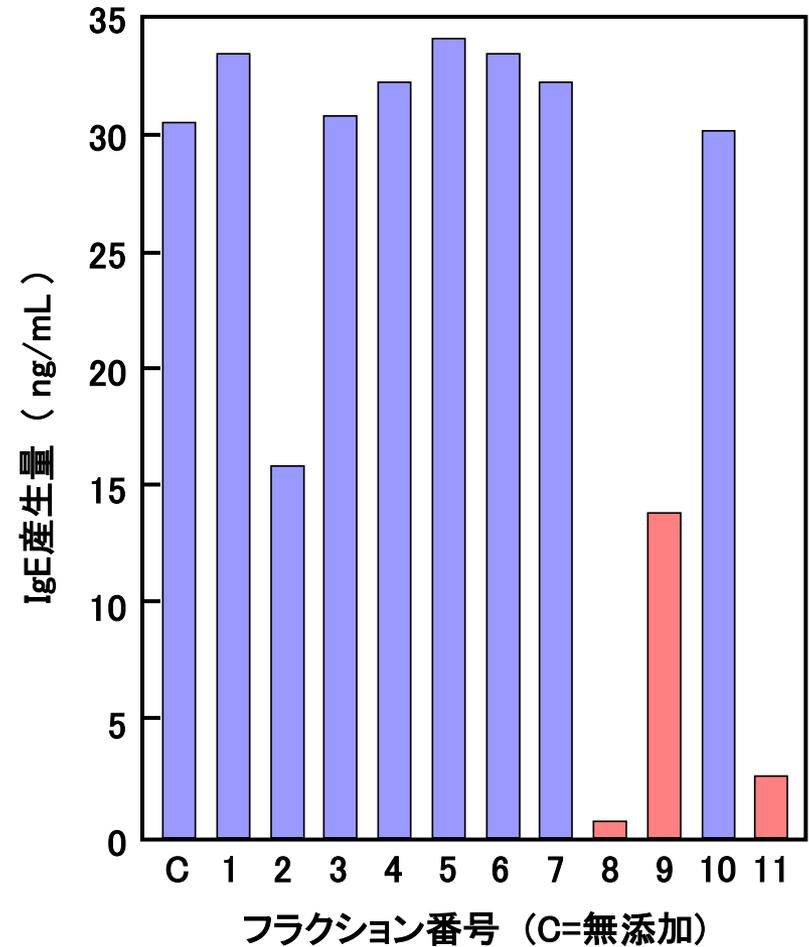
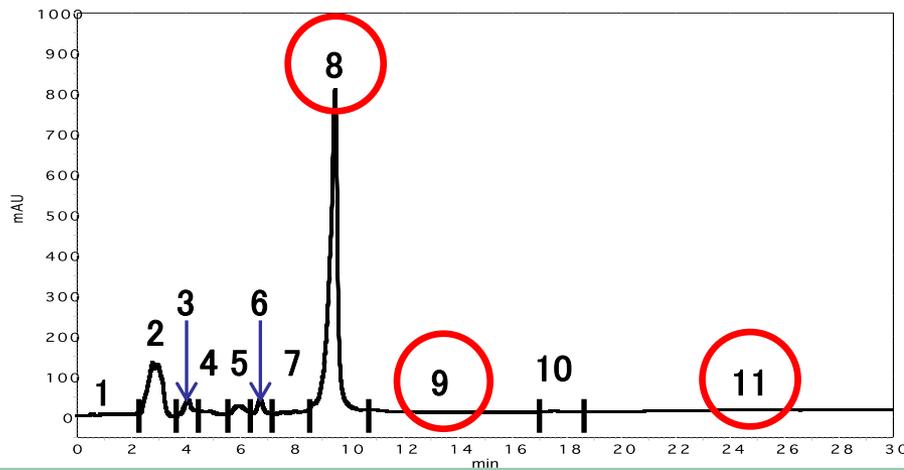


ヘキサン:酢酸エチル
=3:2



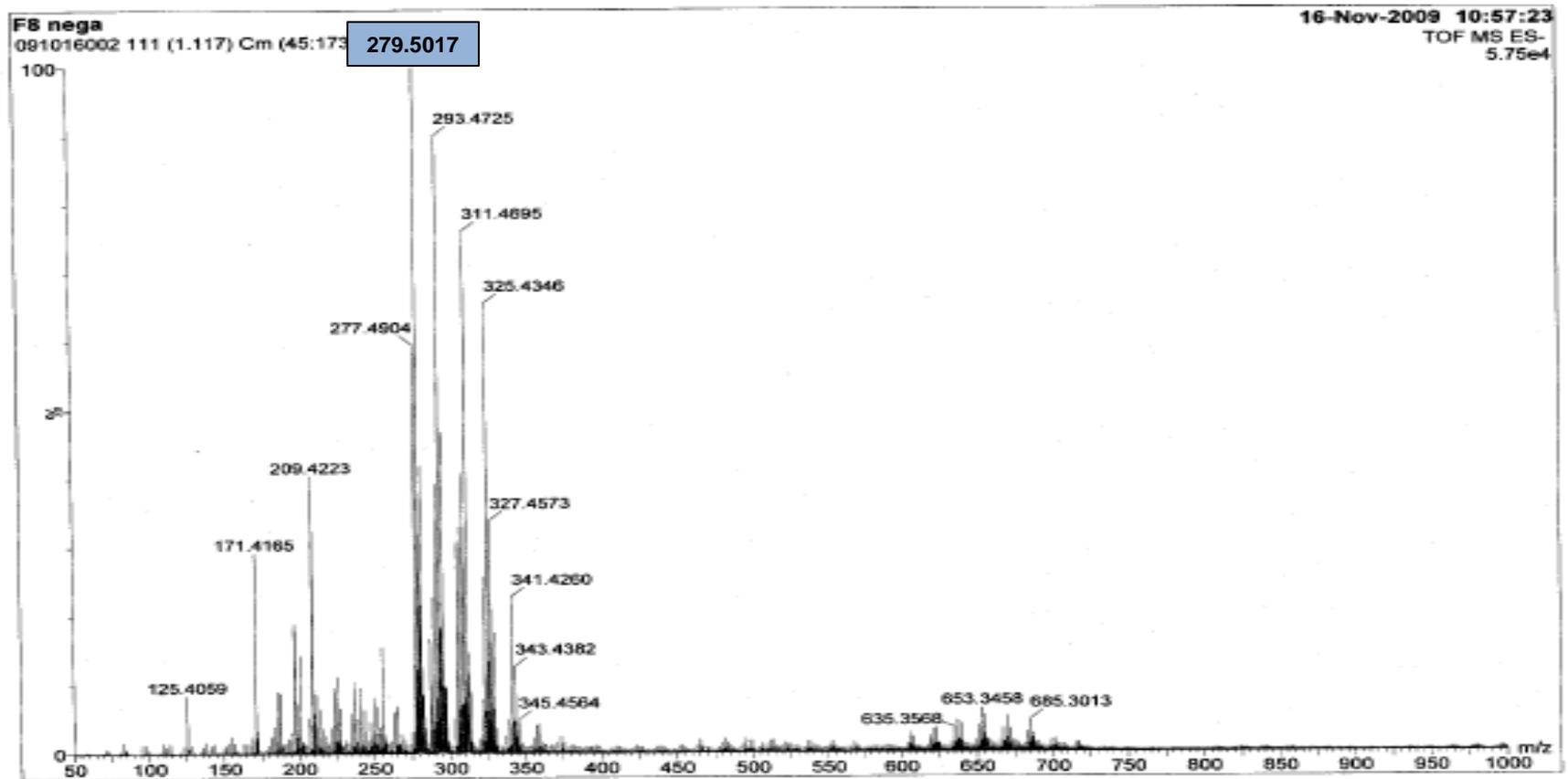
WSふすま抽出液中のIgE産生抑制物質の精製

- ★カラム : SHISEIDO CAPCELL PAK C₁₈
4.6 mm I.D. × 100 mm
- ★移動相: 40% アセトニトリル
- ★流速: 0.5 ml/min
- ★検出 : OD 210 nm



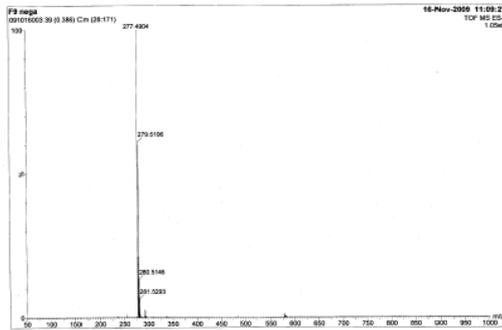
TOF-MSによるフラクション#8の解析

フラクション#8

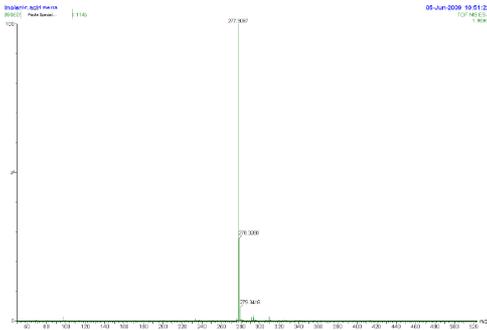


TOF-MSによるフラクション#9、#11の解析

フラクション#9



リノレン酸

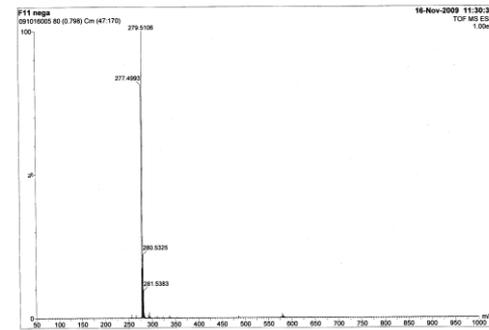


277.4904 277.3087

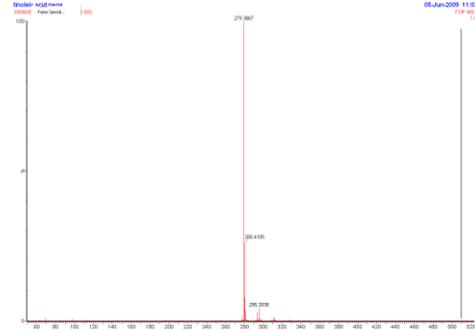


フラクション#9 リノレン酸

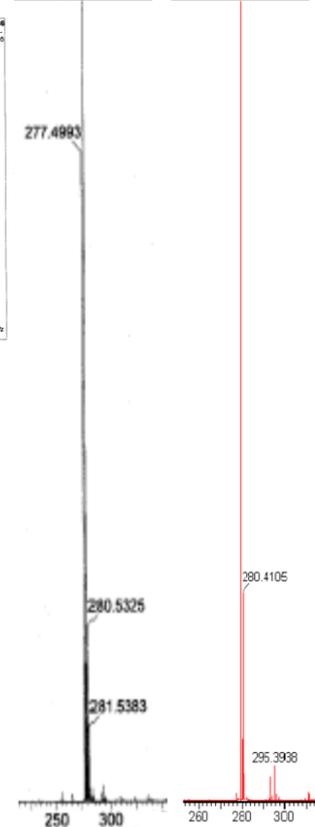
フラクション#11



リノール酸



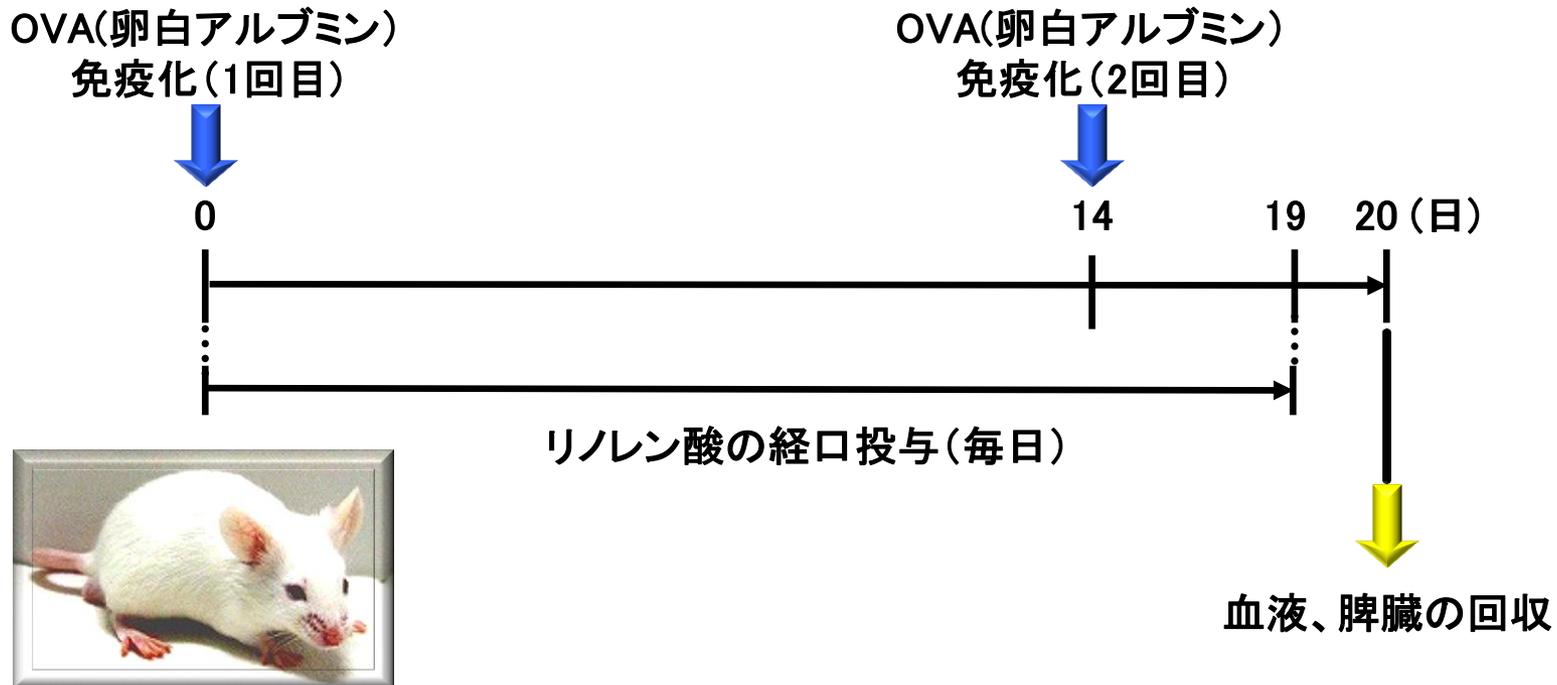
279.5106 279.3867



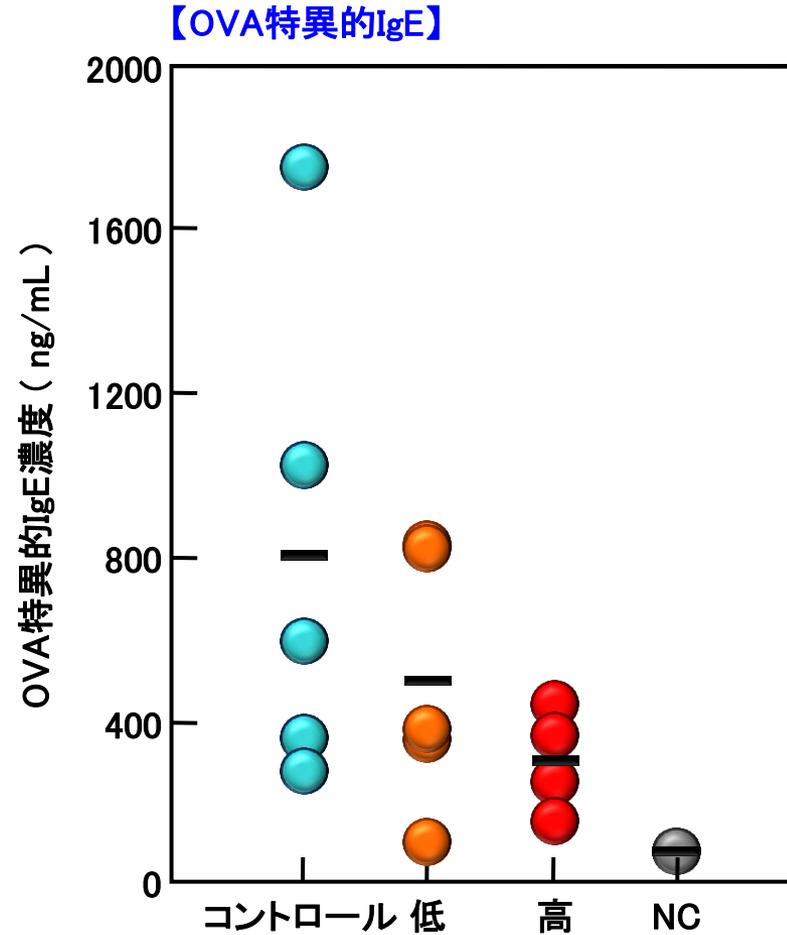
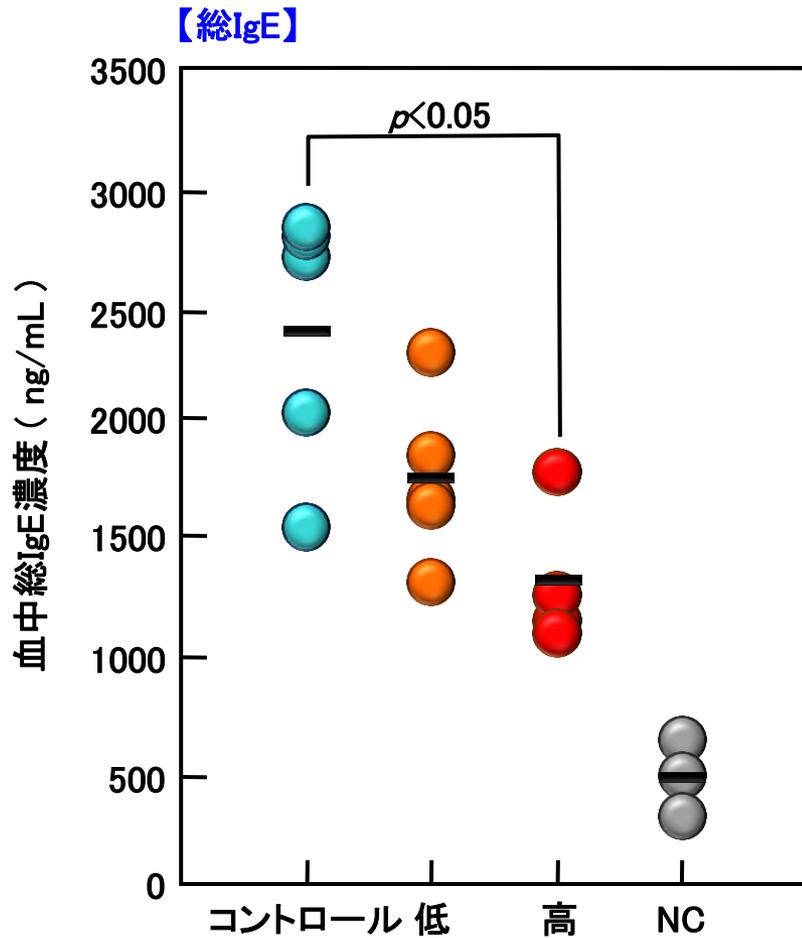
フラクション#11 リノール酸

アレルギーモデルマウスに対するリノレン酸の効果

- マウス : 6週齢メス BALB/cマウス (n=5)
- サンプル : リノレン酸
(高用量: 0.64 mg/kg/day, 低用量: 0.32 mg/kg/day)



リノレン酸経口投与が血中IgE量に及ぼす影響

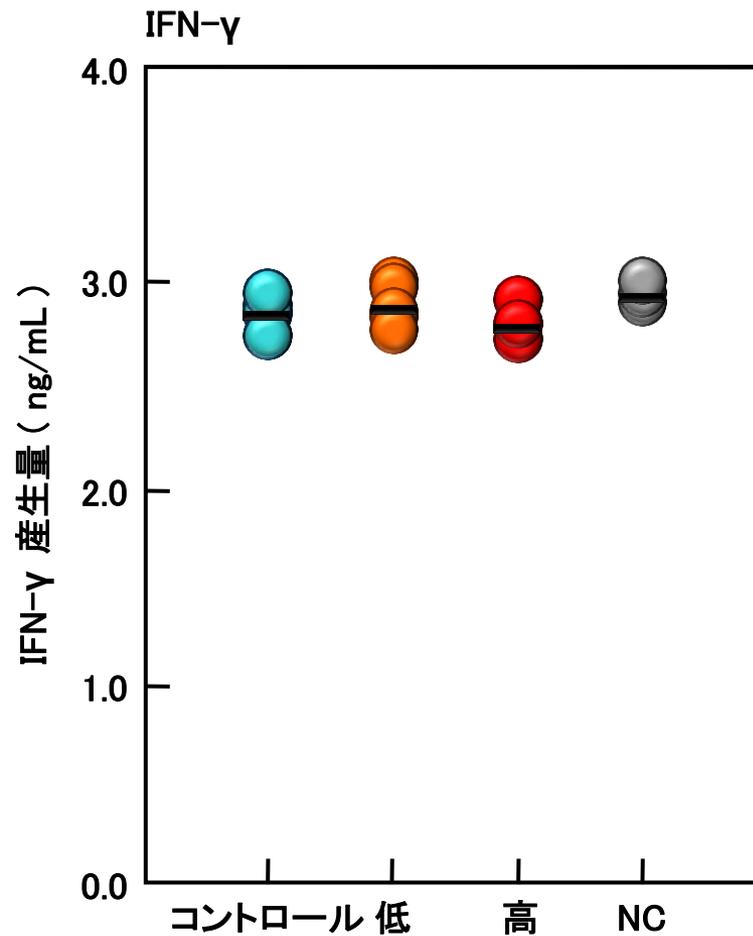
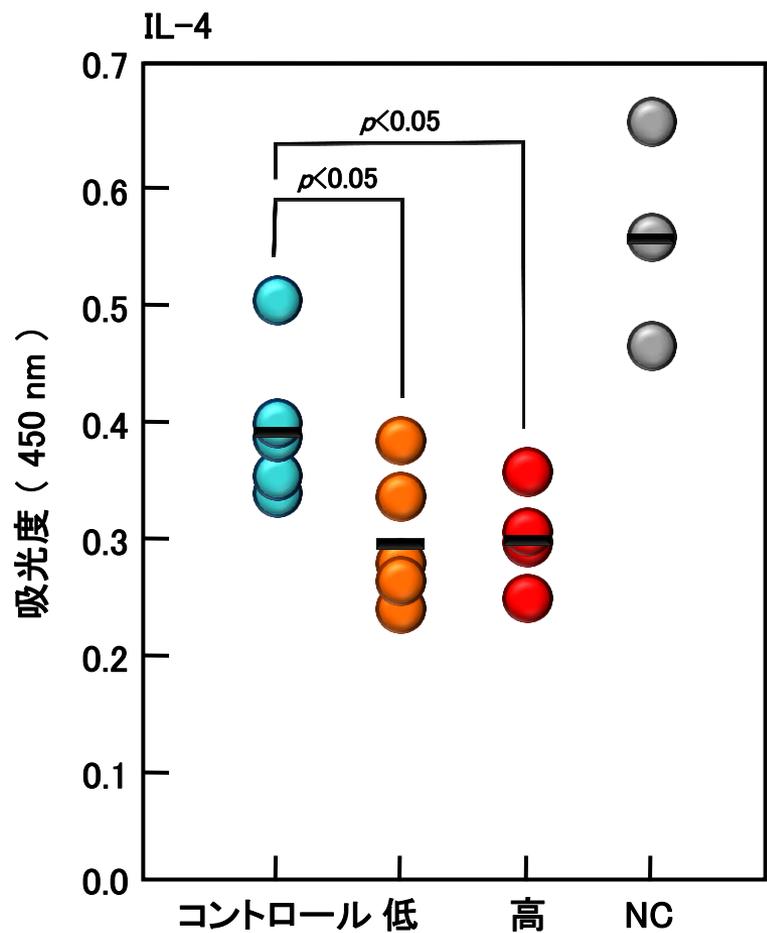


リノレン酸経口投与が血中抗体量に及ぼす影響

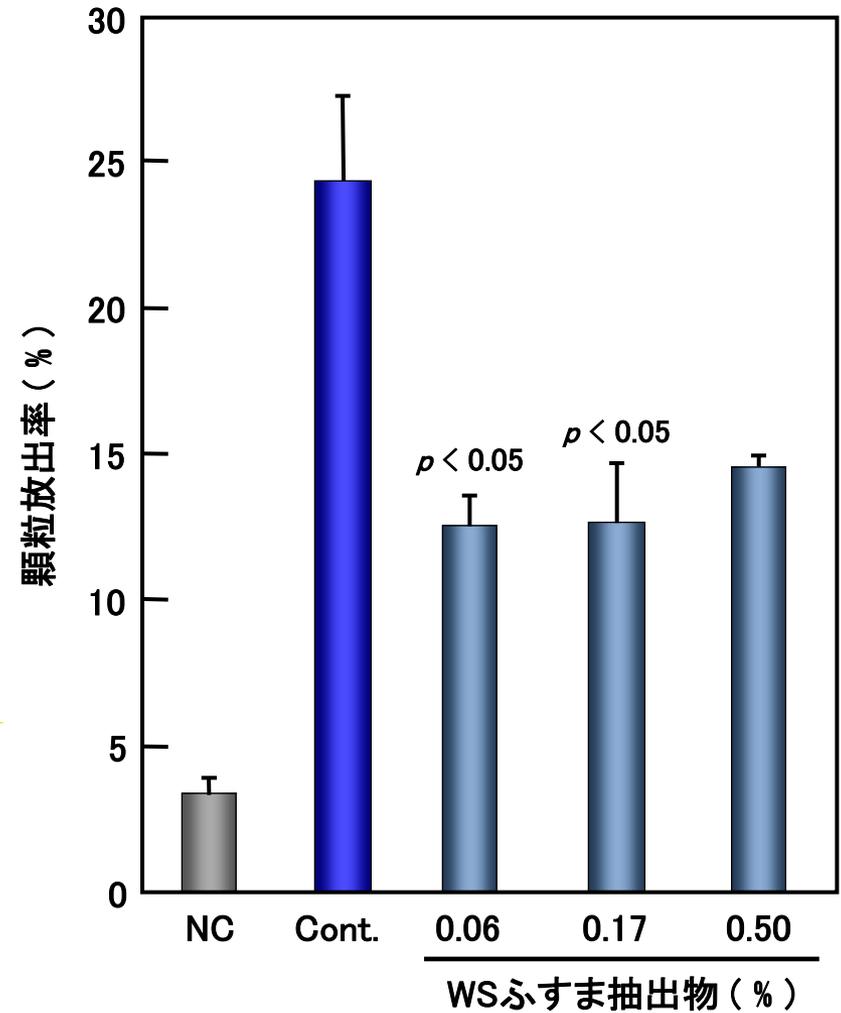
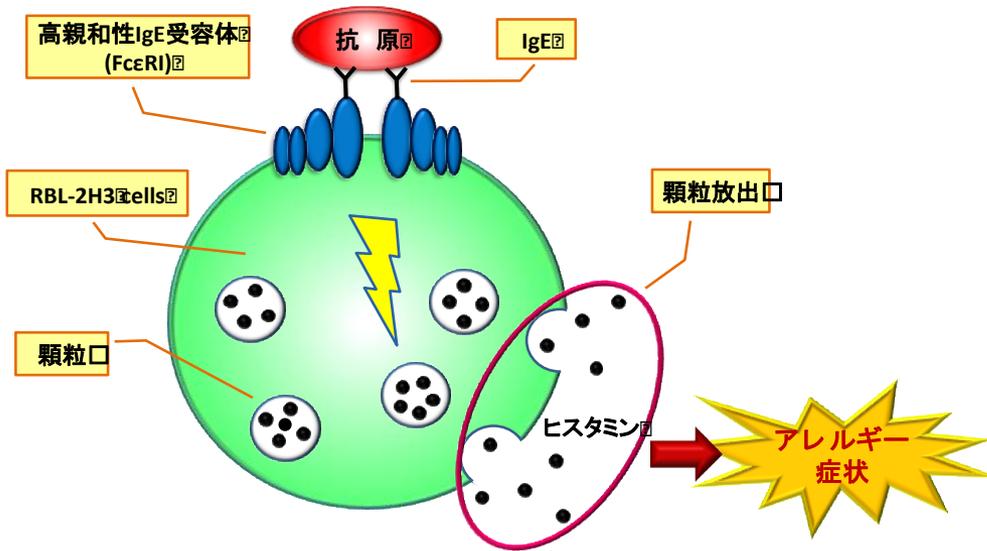
血中抗体量 (ng/mL)

	Control	リノレン酸		NC
		低	高	
IgA	1.1 ± 0.1	1.0 ± 0.2	1.0 ± 0.1	1.4 ± 0.2
IgM	1.2 ± 0.3	1.4 ± 0.3	1.2 ± 0.2	0.6 ± 0.1
IgG	2.6 ± 0.5	1.7 ± 0.3	1.4 ± 0.5	0.8 ± 0.3

リノレン酸経口投与が脾臓サイトカイン産生に及ぼす影響



WSふすまの脱顆粒抑制効果



ホワイトソルガムの健康機能

免疫促進活性

- 胚乳の水溶性成分に培養細胞やヒトリンパ球のIgMを産生する効果がある。
- 活性成分はタンパク質である可能性がある。

アレルギー抑制活性

- ふすまには、IgE産生抑制物質が複数含まれている。
- ふすま抽出物をアレルギーモデルマウスに経口投与すると、血中IgE濃度が低下するが、他の抗体の血中濃度には影響しない。
- ふすま抽出物の経口投与により、脾臓のT細胞のTh1/Th2バランスが、アレルギー改善の方へシフトする。
- ふすま抽出物中の活性物質にはリノール酸、リノレン酸に加え、分子量279.50の物質がある。
- ふすま抽出物中には、脱顆粒を抑制する物質が存在する。