

第5回クオリアAGORA



21世紀の資源 —命の水「海水」の活用を夢見て—

木村 美恵子

タケダライフサイエンス・リサーチセンター
/(財)ルイ・パストゥール医学研究センター

第5回クオリアAGORA 講演 於：ASTEM 10F 2012.9.27

はじめに

宇宙、太陽系、そのなかの唯一の水の惑星、地球に生きる生き物、特に、我々ヒトは宇宙をもコントロールできる？、と大きな構想を立てる一方、個人の眼前の些細な事柄に拘り、争って止むことがない。また、ヒトの永遠の夢；不老長寿を求めて右往左往している。

20世紀は、石油資源、科学研究成果として原子力資源の利用を謳歌し、自然破壊、いや、ヒト自身をも自滅の道へと！ 21世紀に入り、いよいよ、ヒトの生命維持の原点である「水」不足をも齎し、世界では水の争奪戦を繰り広げている。

今、生命は海からの原点に立ち返えり、地球上の殆どを占める海、生き物の羊水「海水」を見つめ直してみたい。



QuickTime²
éLíÉvÉçÉOEâÉÄ
ç™ç±çÄÉsÉNE´ÉÉç¾å©çÈçžç½ç...çÖiKónç-çÅB

原始太陽系星雲：日本惑星協会

生命は水

QuickTime[®] 2
èLiÉvEcEOEaÉÁ
Ç™Ç±ÇÄEsÉNÉ'ÉÉÇ¾á©ÇÉÇZÇ½Ç...ÇÖiKónÇ-ÇÁB

「我ら生きている、それは海が生きているから」

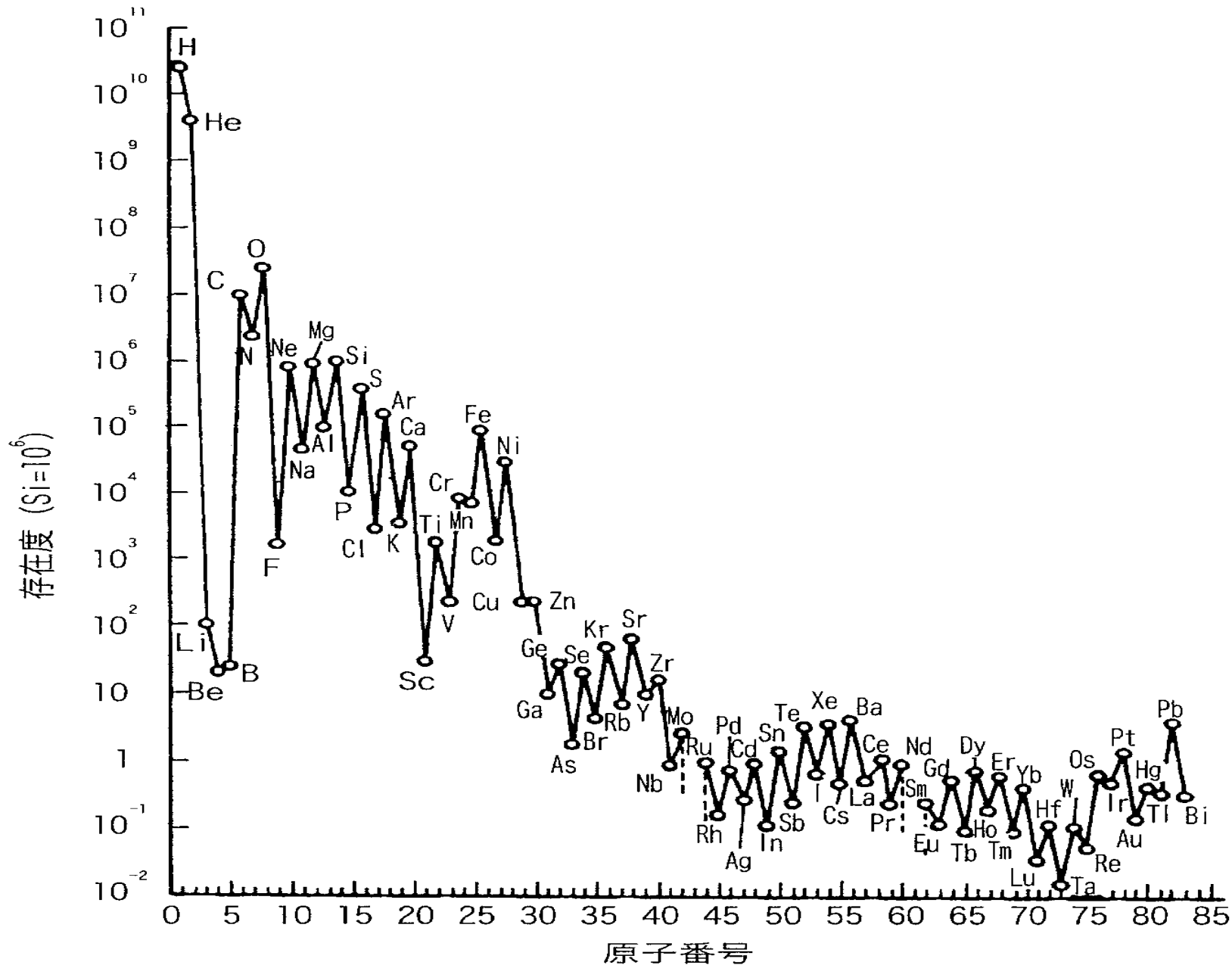
宇宙の始まり

Big Bang 137.2±1.2億年前

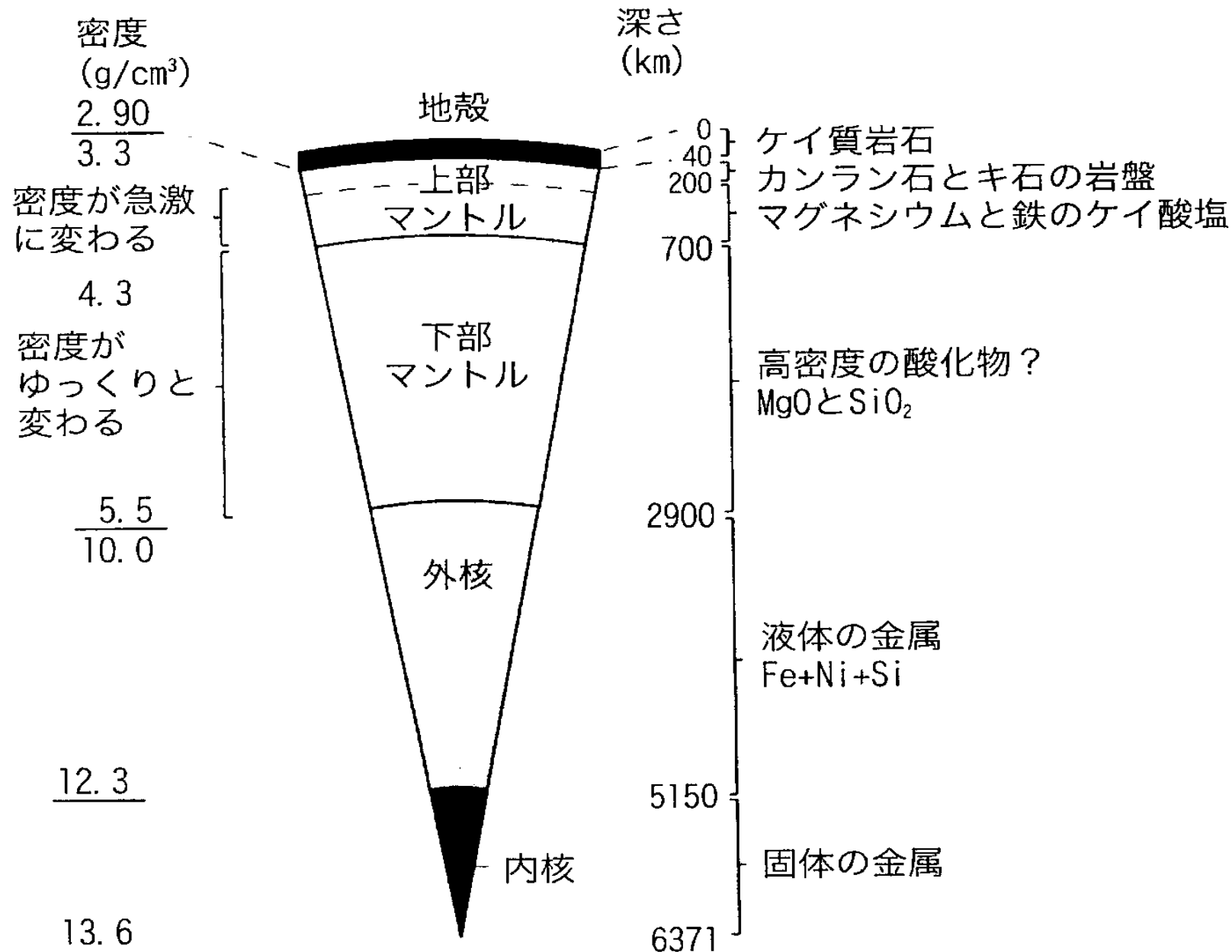
ハッブルの法則 (ジョルジュ・ルメートル)

- 水素(H)、ヘリウム(He)の出現 → 第1世代恒星の誕生
- 恒星の中心部で核融合反応 → 重い元素の合成
- 46億年前、超新星爆発 → **太陽系**は第2、第3世代
- 原始太陽系星雲の99,99%である太陽が核融合反応し輝く
- 太陽の近く岩石中心、遠く氷主体の塵発生 → 惑星に成長
- 『**地球**』のみ『**水**』のある青い惑星の運命






太陽系の元素存在度



地球の層状構造 (Andrews et al)



QuickTimeý Ç²
êLíÉvÉçÉOÉâÉÁ
Ç™Ç±ÇÃÉsÉNE´ÉÉÇ³4â©ÇÉÇžÇ½Ç...ÇÕiKónÇ-ÇÁB

重い恒星が進化

原始地球

微惑星の衝突と放射性元素の崩壊熱
→ 表層マグマオーシャン → 溶解岩石
→ 液体鉄(Fe)分離・中心部核(core)形成
→ 上層にかんらん石 $[(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4]$ 、輝石-ザクロ石 $(\text{MgSiO}_2\text{-Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12})$ → 地殻 (マントルとケイ酸塩鉱物の酸素(O)、ケイ素(Si), アルミニウム(Al)高値)

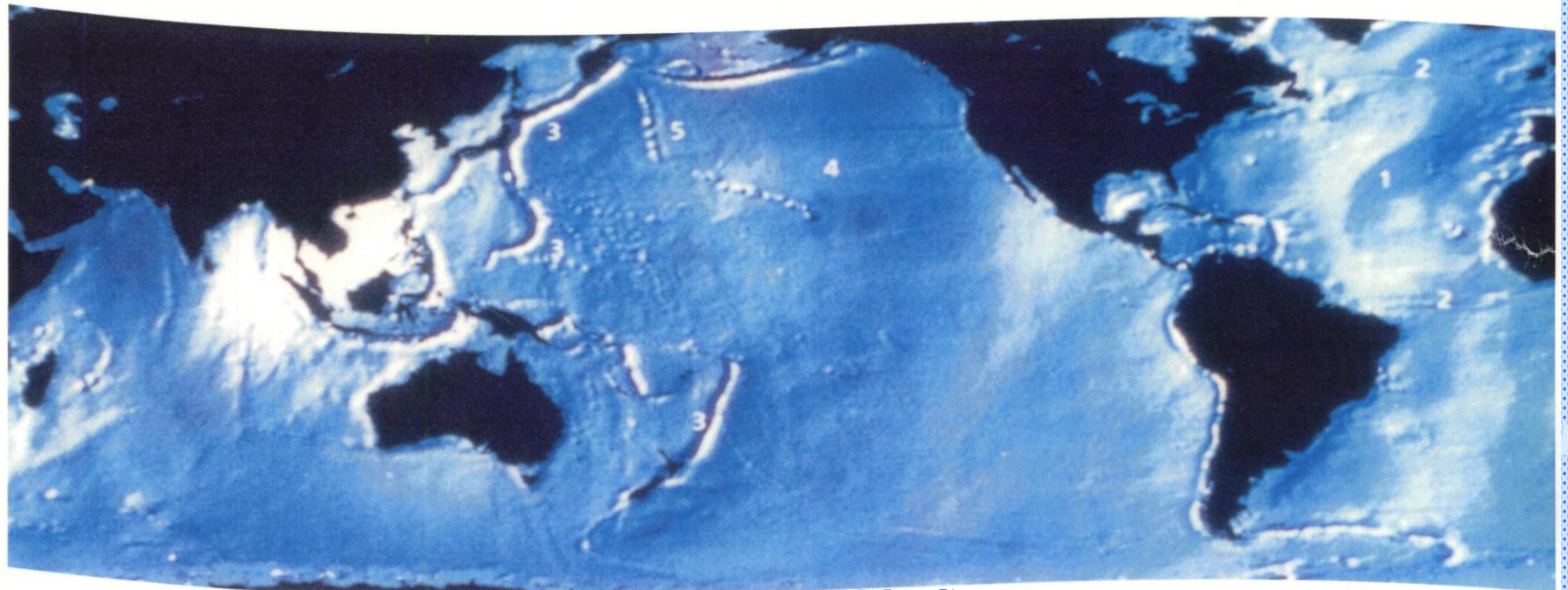
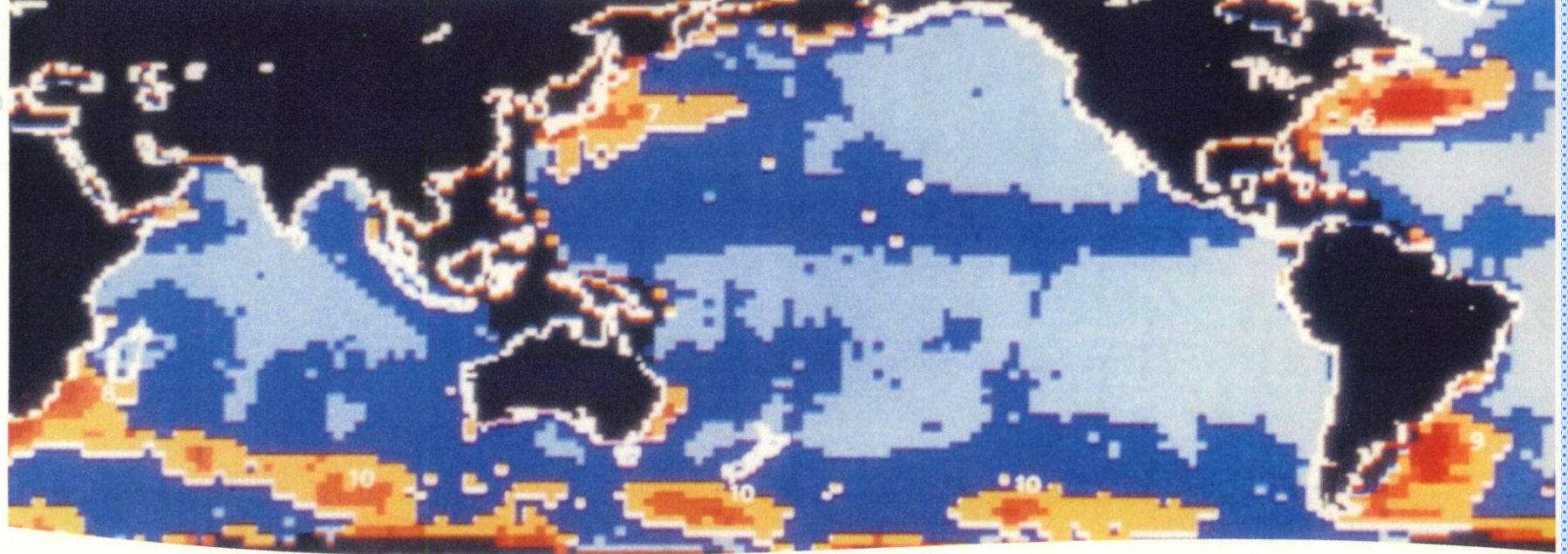
海の誕生

地球内部より水や揮発成分が脱ガス化
→ 大気 → 凝結 → 雨 → 地表温度の低下 → 「海」
→ 塩化水素、二酸化硫黄による海の酸性化
→ 岩石との反応による中和
→ 「海水」 ($\square\text{Na}^+, \text{Mg}^{2+}, \text{Cl}^-, \text{SO}_4^{2-}$)

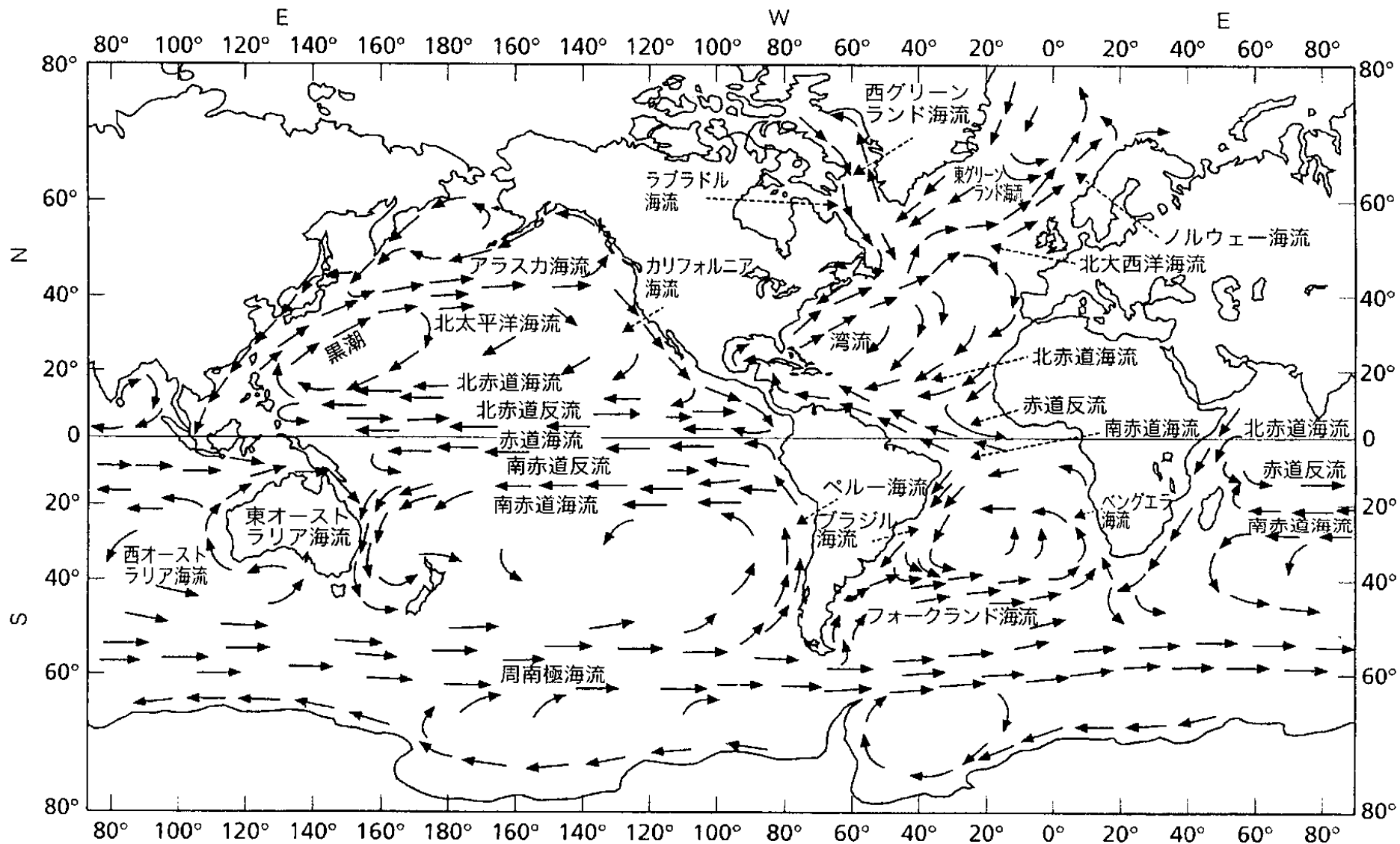
ÇRòfêØÇÃëÃãCëgêÇÃî%o ùrëÃéæ%Åj

	ãı̇êØ	ínãÖ	âCEêØ
i\ñ âix	462ÅãC	22ÅãC	Å[23ÅãC
Ne	0.00043	0.0018	0.00025
Ar	0.0019	0.93	1.6
N ₂	3.4	78	2.7
O ₂	0.0069	21	0.13
CO ₂	96	0.0032	95
SO ₂	0.019		
H ₂ O	0.14	1Å`2.8	0.03
Co	0.00004	0.000012	0.07
O ₃			0.000003

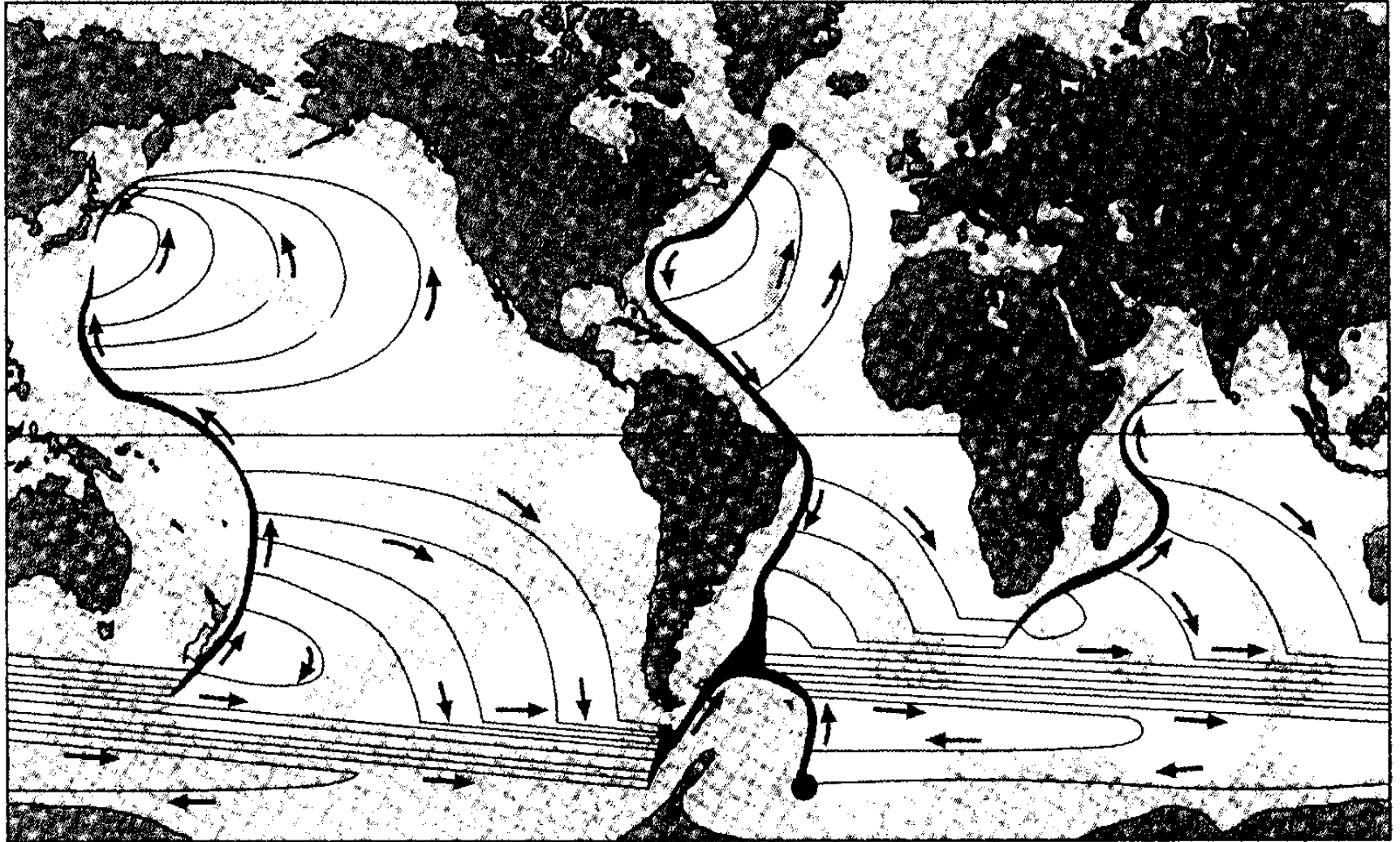
äCómÇÃíaëŽÇÕã¥énëæózãnä`ëÇ©ÇÁÇPã°Å`ÇQã°îNã,,



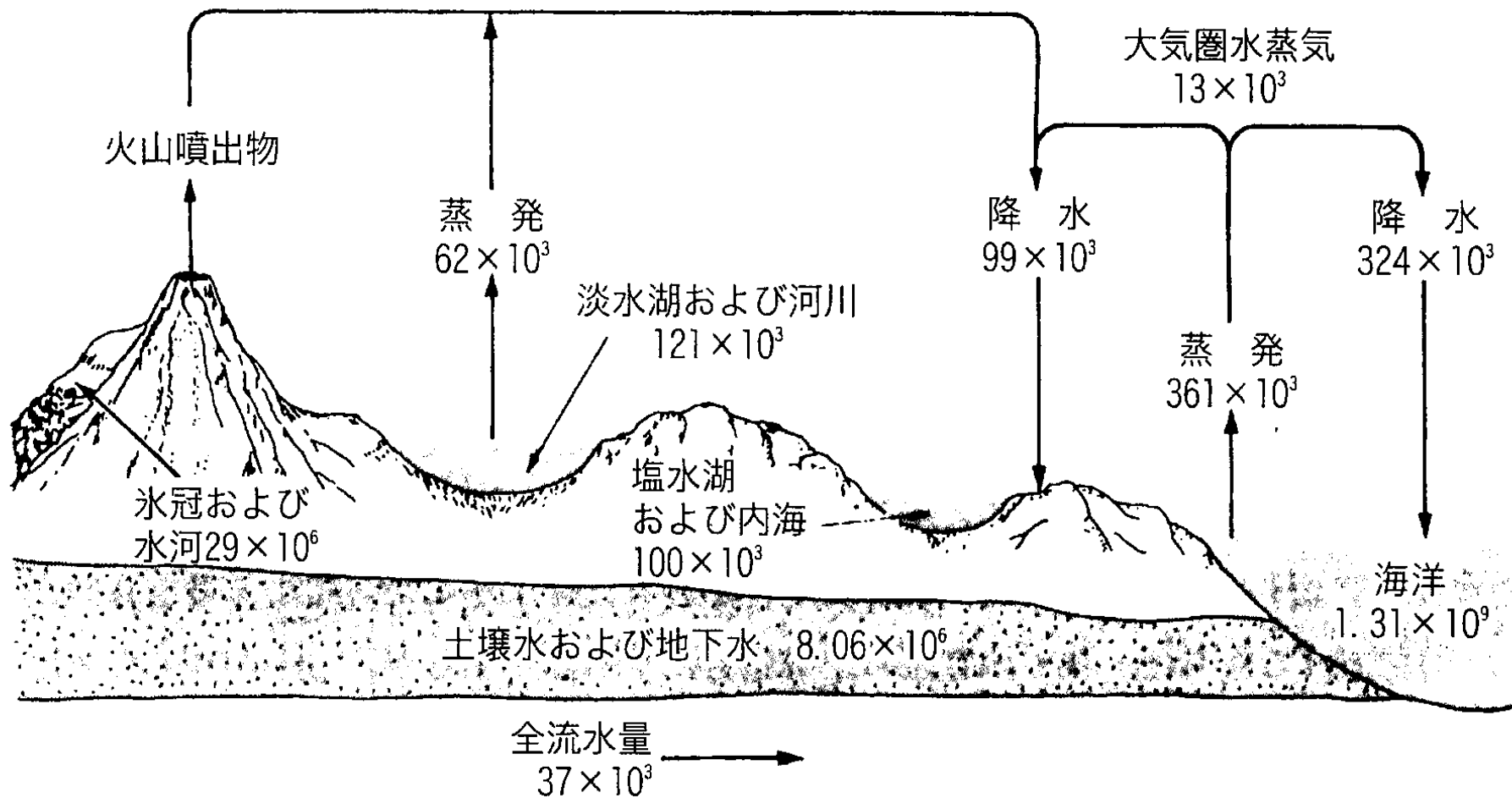
人工衛星からみた地球 by J.P.Matthews



世界の主な表層海流



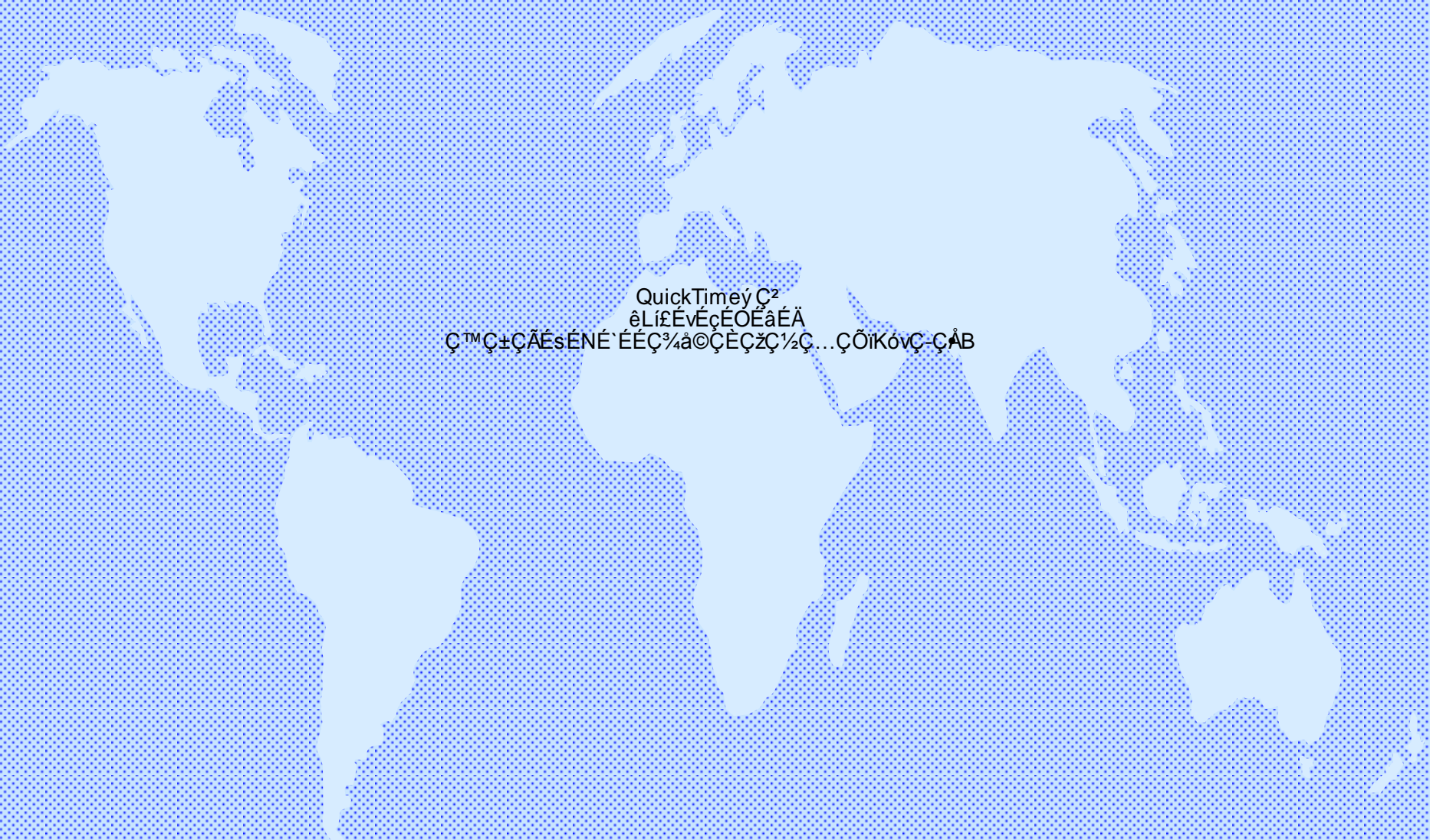
深層海水循環の模式図 (Chester)



地球表層における水の循環 (Moore & Moore)

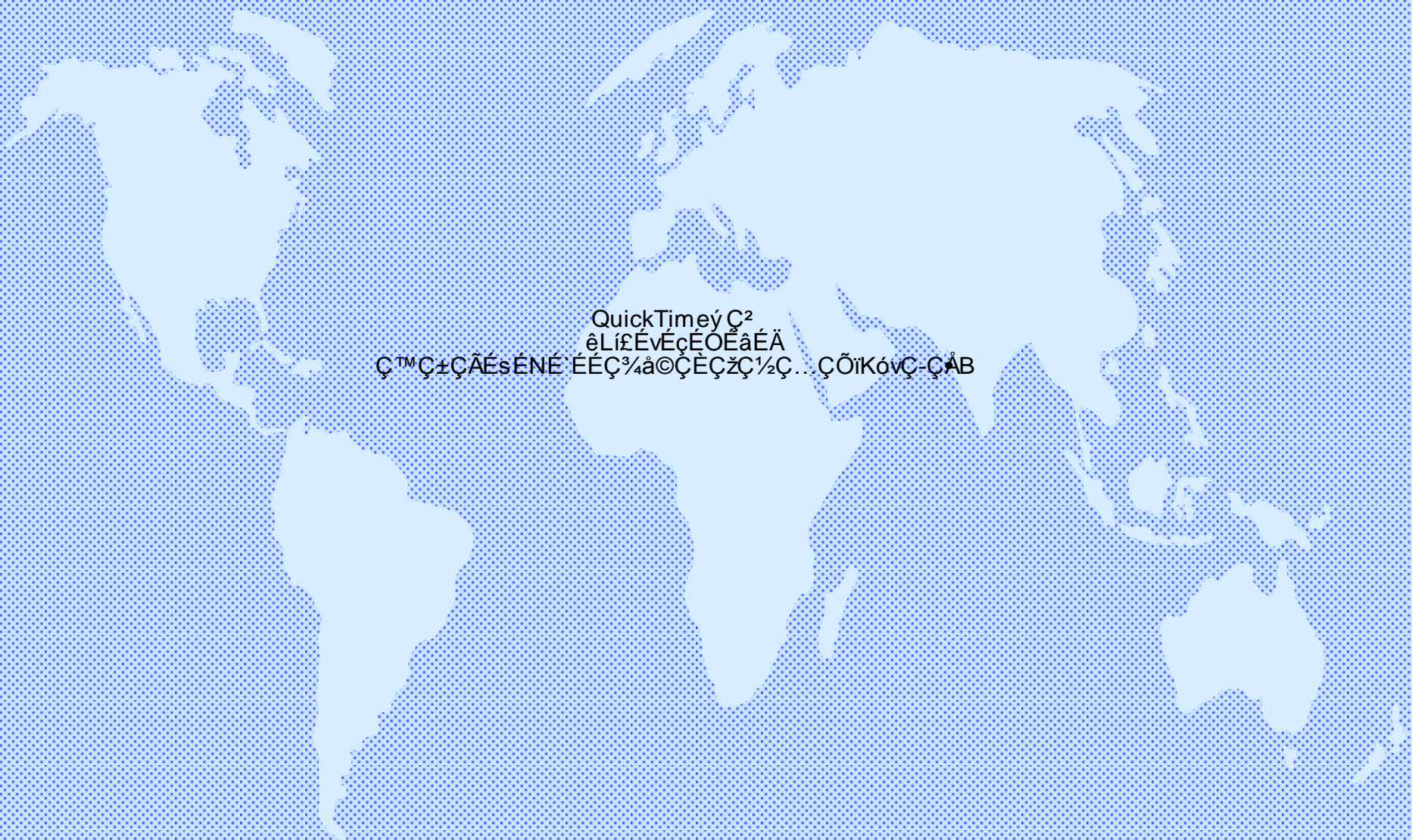
地球表層の水の分布 (大島ら)

	貯留量 (10^3 km^3)	全水量に対する 割合 (%)	全淡水量に対する 割合 (%)
塩 水			
海 洋	1349929	96.59	
塩 水 湖	94	0.007	
塩水地下水	13000	0.93	
淡 水			
氷	24230	1.734	70.24
淡 水 湖	125	0.009	0.362
河 川	1.2	0.0001	0.003
土 壌 水	25	0.002	0.072
淡水地下水	10100	0.723	29.28
大気中の水	13	0.001	0.038
生物中の水	1.2	0.0001	0.003
総 計	1397518.4	100	100



QuickTimeý Ç²
êLíÉvÉçÉOÉâÉÄ
Ç™Ç±ÇÃÉsÉNÉ`ÉÉÇ¼â©ÇÈÇžÇ½Ç...ÇÕiKóvÇ-ÇÅB

「マクロ進化と全生物の系統分類」



QuickTime[®] 2
© 1999 Apple Computer, Inc. All rights reserved.
QuickTime is a registered trademark of Apple Computer, Inc.
All other trademarks are the property of their respective owners.

生命の材料の供給源と有機物生成のエネルギー源として考えられているもの。
「地球惑星科学入門」（岩波講座地球惑星科学、1996年）

生物の進化

生命は海で発生・進化、
生物の上陸は植物から始まった

光合成： $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{光（エネルギー）} \rightarrow 6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2$

呼吸： $6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{エネルギー}$

ヘモグロビン(赤血球) 鉄
(ヘムの構造)

クロロフィル(葉緑素) マグネシウム

QuickTime[®] C²
èLíÊËvÉçÉOÉâÉÄ
Ç™Ç±ÇÃÉsÉNE´ÉÉÇ³à©ÇÉÇžÇ½Ç...ÇÖiKóvÇ-ÇÄB

QuickTime[®] C²
èLíÊËvÉçÉOÉâÉÄ
Ç™Ç±ÇÃÉsÉNE´ÉÉÇ³à©ÇÉÇžÇ½Ç...ÇÖiKóvÇ-ÇÄB

蛸や貝類の血が青いのはヘモシアニン(銅)とか亜鉛

海（海洋・海水）利用

海洋資源(漁業など水産業)

運輸交通、発電事業

淡水化海水の生活用水事業

深層海水が注目されて；

物理学的性質

海洋温度差発電海水利用ヒートポンプ + 蓄熱槽

蒸気吸収冷凍機

地球温暖化防止のため余剰CO₂の処理

化学的性質

飲料水（海水ミネラル調整水）

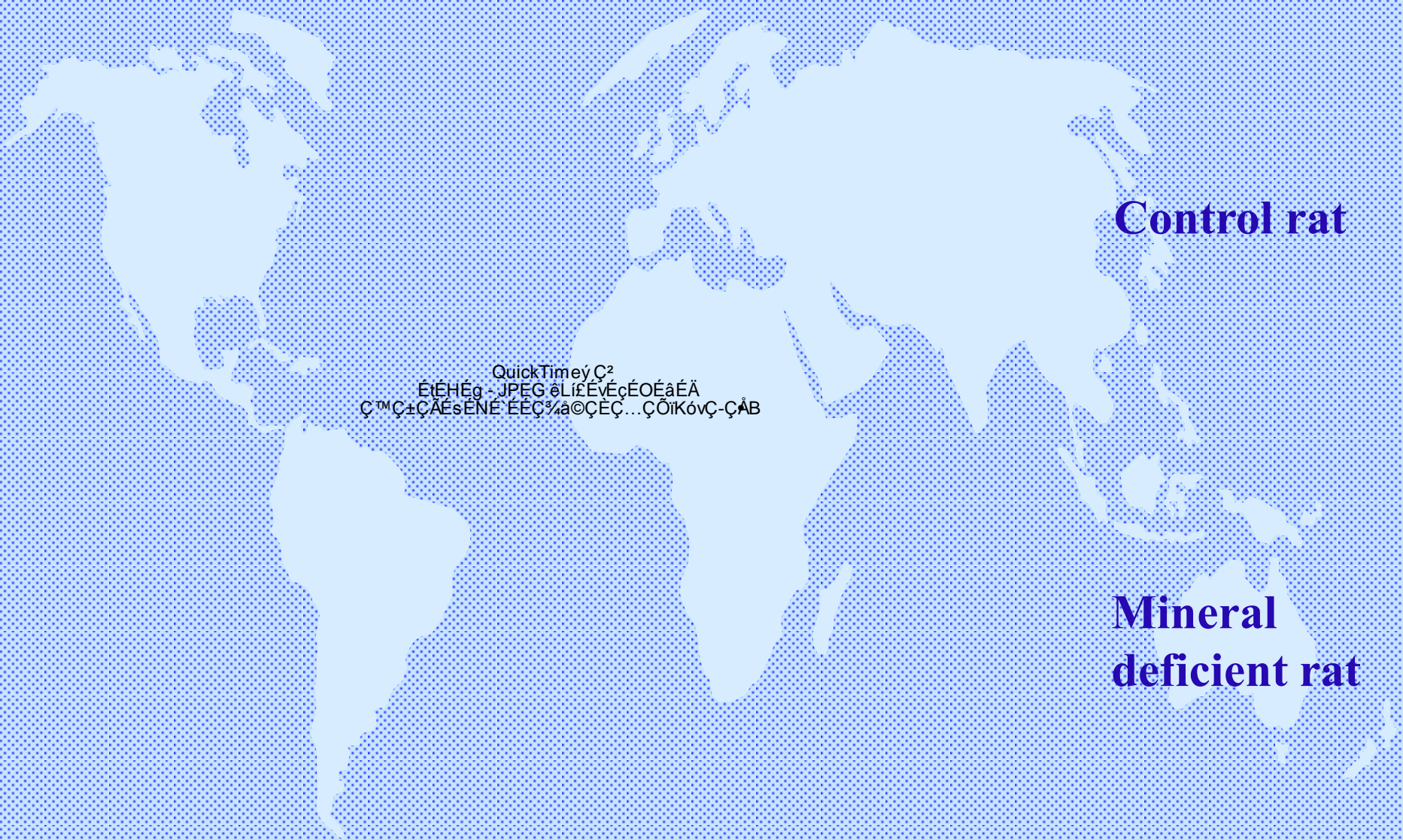
食品、化粧品、

タラソテラピー



栄養素としてのミネラル

太陽系惑星として誕生した地球のミネラル
マグネシウムと鉄



Control rat

QuickTimeýÇ²
ÉtÉHÉg - JPEG èlíÉÉÉçÉÓÉáÉÄ
Ç™Ç±ÇÄÉsÉÑÉ'ÉÉÇ%â©ÇÉÇ...ÇÖiKónÇ-ÇÁB

**Mineral
deficient rat**



QuickTimeý Ç²
ÉIÉHÉg - JPEG êLÍξÉvÉçÉOÉáEÄ
Ç™Ç±ÇÄÉsÉNE`ÉÉÇ¾å©ÇÉÇ...ÇÖIKónÇ-ÇAB

元素必須性証明の条件

- (1) その元素は常にその組織の中に存在する
- (2) その組織での濃度がほぼ一定である
- (3) 食餌などからその元素を除外すると欠乏症がみられる
- (4) しかも欠乏症は関連する生化学的変化を伴う
- (5) 欠乏症および生化学的変化はその元素を補うことにより回復する

生命元素発見の歴史（哺乳類における必須性証明）

記号	元素名	発見年	発見者	必須性証明
Fe	鉄	1745	Menghini	in
I	ヨウ素	1820	Coinlet	çbèÛëBÉÓ
Cu	銅	1928	Hart	ÉâÉbÉgÉwÉÇÉOÉçÉrÉiâ`è`
Mn	マンガン	1931	Kemmerer Orent & McCallum	É}ÉÉÉXÅAÉâÉbÉgÇÃê`íÅAóèèÉâ@îèèlá²
Zn	亜鉛	1934	Todd	ÉâÉbÉgÇÃê`íÅAêHó~ÅAíÁiÛèèùÅAèŽéBã@îâ,è
Co	コバルト	1935	Undermood & Filmer	ÉqÉcÉWÅAÉÉÉVÇ...Ç@ÇÇÉè`àÅà`éq
Mo	モリブデン	1953	Å[ÉLÉTÉiÉ`ÉiÉiÉLÉVÉ`Å[É[ÇÃààè`
Se	セレン	1957	Schwarz & Foltz	ÉâÉbÉgãÅÛéAÇÃâÖiú
Cr	クロム	1969	Schwarz & Meltz	ÉOÉâÉRÅ[ÉXè,é”ÅAéâéøè,é”
Sn	スズ	1970	Schwarz etc	ÉâÉbÉgê`í•
V	バナジウム	1971	Hopskins & mohr, Strasia Schwarz & Milne	ÉqÉâÉRÅAÉâÉbÉgÇÃê`í•
F	フッ素	1972	Schwarz & Milne	ÉâÉbÉgê`í•
Si	ケイ素	1972	Schwarz & Milne	ÉqÉâÉRÇÃê`àÅÅAÉâÉbÉgÇÃê`í™aWçúiceâ`
Ni	ニッケル	1974	Nielsen & Ollerich	ÉqÉâÉRÅAÉâÉbÉgÇÃê`àÅ
As	アセチル	1975	Nielsen	ÉÑÉMÅAÉuÉ^ÇÂî...èBÅAèøèŽó¶
Pb	鉛	1981	Richelmyer	ÉâÉbÉgê`íÅAî...èBÅAèççââ
Rb	セシウム	1995	Yokoi & Kimura	ÉJÉâÉÉÉÅè,é”

周 期 表

族 周期	I	II	遷 移 元 素										III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	1 H 1.0079																		2 He 4.00260
2	3 Li 6.94	4 Be 9.01218											5 B 10.81	6 C 12.011	7 N 14.0067	8 O 15.999	9 F 18.99840	10 Ne 20.17	
3	11 Na 22.98977	12 Mg 24.305											13 Al 26.98154	14 Si 28.08	15 P 30.97376	16 S 32.06	17 Cl 35.453	18 Ar 39.94	
4	19 K 39.09	20 Ca 40.08	21 Sc 44.9559	22 Ti 47.9	23 V 50.941	24 Cr 51.996	25 Mn 54.9380	26 Fe 55.84	27 Co 58.9332	28 Ni 58.7	29 Cu 63.54	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.5	33 As 74.9216	34 Se 78.9	35 Br 79.904	36 Kr 83.80	
5	37 Rb 85.467	38 Sr 87.62	39 Y 88.9059	40 Zr 91.22	41 Nb 92.9064	42 Mo 95.9	43 Tc (99)	44 Ru 101.0	45 Rh 102.9055	46 Pd 106.4	47 Ag 107.868	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.6	51 Sb 121.7	52 Te 127.6	53 I 126.9045	54 Xe 131.30	
6	55 Cs 132.9054	56 Ba 137.3	57~71 ランタノイド	72 Hf 178.4	73 Ta 180.947	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.0	79 Au 196.9665	80 Hg 200.5	81 Tl 204.3	82 Pb 207.2	83 Bi 208.9804	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (211)	
7	87 Fr (223)	88 Ra 226.0254	89~103 アクチノイド	104 (261)	105 (262)	106 (263)	107 (261)												

ランタノイド	57 La 138.905	58 Ce 140.12	59 Pr 140.9077	60 Nd 144.2	61 Pm (145)	62 Sm 150.34	63 Eu 151.96	64 Gd 157.2	65 Tb 158.9254	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9304	68 Er 167.2	69 Tm 168.9342	70 Yb 173.0	71 Lu 174.97
アクチノイド	89 Ac (227)	90 Th 232.0381	91 Pa 231.0359	92 U 238.029	93 Np 237.0482	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (254)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)

注：元素記号の上の数字は原子番号，下の数字は原子量。

()内の数値は天然には存在しない元素に対するもので，最長寿命の同位体の質量数。



常量必須元素



微量必須元素



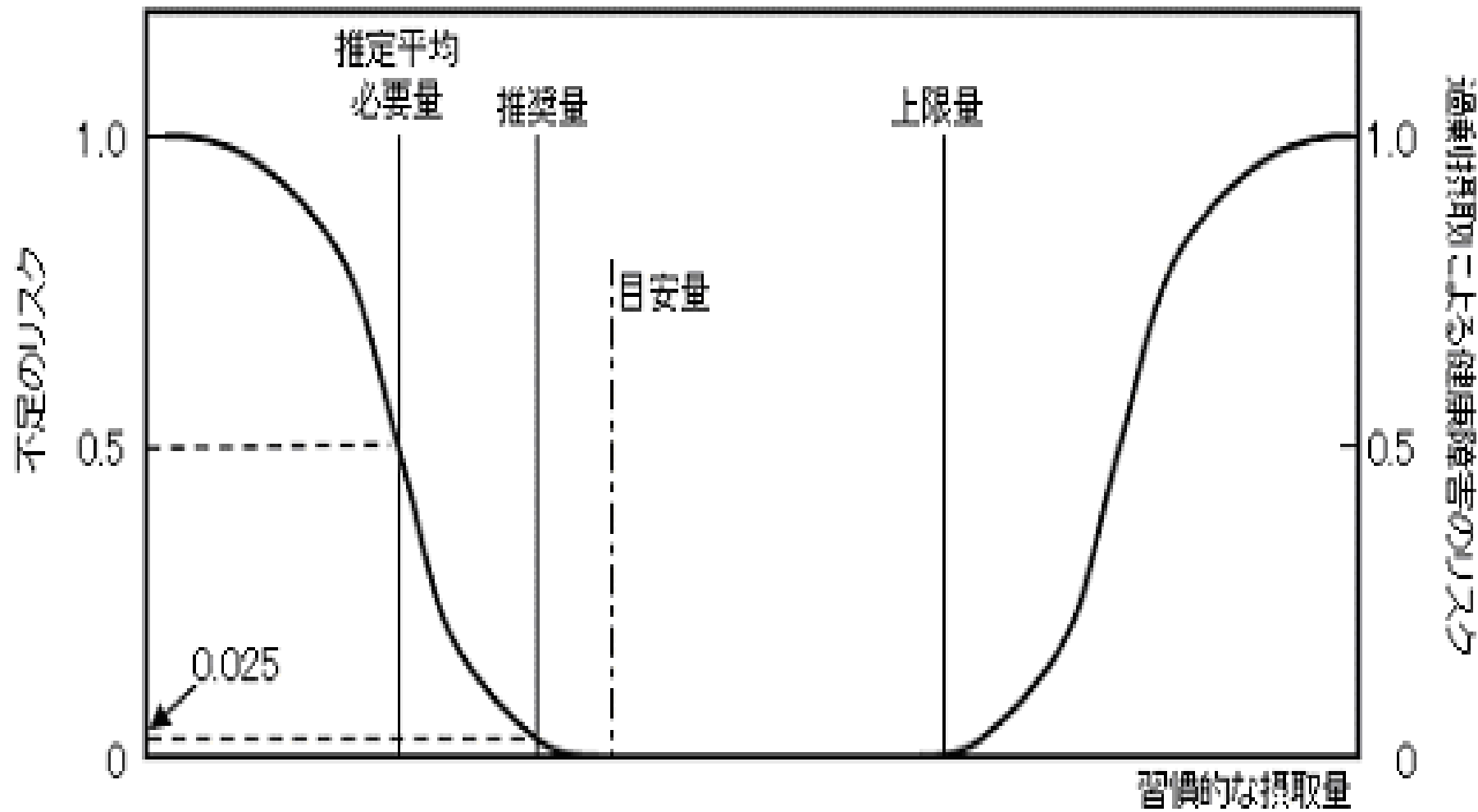
必須と考えられる元素

人体中有元素 (微量元素を含む)

	記号	割合 (%)	70kg体中の含有量 (kg)	1g中の含有量 (mg)			70kg体中の含有量 (mg)	1g中の含有量 (mg)
必須元素	O	65.0	45.50	650	微量元素	Al	60	857
	C	18.0	12.60	180		Cd	50	714
	H	10.0	7.00	100		Sn	20	286
	N	3.0	2.10	30		Ba	17	243
	Ca	1.5	1.65	15		Hg	13	186
	P	1.0	0.70	10		Se	12	171
	(%)	98.5	(g/70kg)			I	11	157
必須元素	S		175	2.5	Mo	10	143	
	K		140	2.0	Ni	10	143	
	Na		105	1.5	Cr	2	28.5	
	Cl		105	1.5	As	2	28.5	
	Mg		105	1.5	Co	1.5	21.4	
	(%)	99.4		(1g中の含有量)	V	1.5	21.4	
必須元素	Fe		6	85.7	必須微量元素			
	F		3	42.8				
	Si		2	28.5				
	Zn		2	28.5				
			(mg/70kg)					
	Sr		320	4.57				
	Rb		320	4.57				
	Pb		120	1.71				
	Mn		100	1.43				
Cu		80	1.14					

食事摂取基準の各指標解説模式図

(推定平均必要量, 推奨量, 目安量, 上限量)



無機質（ミネラル）摂取基準2010

	男性(30~49歳)					女性(30~49歳)				
	推定平均必要量	推奨量	目安量	目標量	上限量	推定平均必要量	推奨量	目安量	目標量	上限量
	(EAR)	(RDA)	(AI)	(DG)	(UL)	(EAR)	(RDA)	(AI)	(DG)	(UL)
Mg (mg)	310	370	-	-	-	240	280	-	-	-
Ca (mg)	-	-	650	600	2,300	-	-	600	600	2300
P (mg)	-	-	1,050	-	3,500	-	-	900	-	3500
Cr (μg)	35	40	-	-	-	25	30	-	-	-
Mo (μg)	20	25	-	-	300	15	20	-	-	250
Mn (mg)	-	-	4.0	-	11	-	-	3.5	-	11
Fe (mg)	6.5	7.5	-	-	55	5.5(9.0)*	6.5(10.5)*	-	-	40
Cu (mg)	0.6	0.8	-	-	10	0.6	0.7	-	-	10
Zn (mg)	8	9	-	-	30	6	7	-	-	30
Se (μg)	30	35	-	-	450	20	25	-	-	350
I (mg)	95	150	-	-	3000	95	150	-	-	3000
Na (mg)	600 (1.5g)*	-	-	(10g 未満)*	-	600 (1.5g)*	-	-	(8g 未満)*	-
K (mg)	-	-	2,000	-	-	-	-	1,600	-	-

*()は月経あり

*()は食塩相当量

日本人の微量元素摂取量の現状

	元素	摂取量	摂取基準 2010		元素	摂取量
微量 必須 元素	鉄 (Fe)	10 - 14 mg	7.5 mg	必須 と 考 え ら れ る 元 素	ホウ素 (B)	1 mg
	銅 (Cu)	1.2 - 1.6 mg	0.8 mg		アルミニウム (Al)	4.5 - 4.7 mg
	亜鉛 (Zn)	8 - 20 mg	9 mg		ストロンチウム (Sr)	2.3 mg
	マンガン (Mn)	3 - 9 mg	4 mg		カドミウム (Cd)	47 - 113 μg
	セレン (Se)	0.1 - 0.2 mg	35 mg		バリウム (Ba)	430 - 450 μg
	フッ素 (F)	2.5 mg		常 量 必 須 元 素	ゲルマニウム (Ge)	0.6 mg
	ケイ素 (Si)	41 mg			リチウム (Li)	0.1 - 2 mg
	バナジウム (V)	230 μg			カルシウム (Ca)	380 - 660 mg
	クロム (Cr)	10 - 30 μg	40 μg		マグネシウム (Mg)	200 - 300 mg
	コバルト (Co)	300 μg			リン (P)	1,100 - 1,300 mg
	ニッケル (Ni)	120 - 220 μg			ナトリウム (Na)	5,000 - 5,500 mg
	ヒ素 (As)	100 μg			カリウム (K)	2,000 - 3,200 mg
	モリブデン (Mo)	150 - 180 μg	25 μg			
	スズ (Sn)	1 mg				
	ヨウ素 (I)	0.2 - 20 mg	150 mg			
	鉛 (Pb)	150 - 230 μg				

(1日当たり、成人男子換算)



生命の羊水：海のミネラル

種の起源は海から
海のミネラルバランス

周期律表(海水中存在元素)

	I	II	遷移元素										III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	1 H																		2 He
2	3 Li 26μ	4 Be 4-30p											5 B 0.43m	6 C 2-2.4m	7 N	8 O	9 F 70μ	10 Ne	
3	11 Na 0.48	12 Mg 55m											13 Al 0-40m	14 Si 0-0.18μ	15 P 0-3μ	16 S 29m	17 Cl 0.56	18 Ar	
4	19 K 10m	20 Ca 11m	21 Sc 5-30p	22 Ti 4-300p	23 V 25-40n	24 Cr 3-5n	25 Mn 0.08-3n	26 Fe 0.02-1n	27 Co 4-300p	28 Ni 2-12n	29 Cu 0.5-6n	30 Zn 0-10n	31 Ga 5-30p	32 Ge 0-120p	33 As 5-25n	34 Se 0.5-2.3n	35 Br 0.86m	36 Kr	
5	37 Rb 1.4μ	38 Sr 91μ	39 Y 90-300p	40 Zr 10-330p	41 Nb 2-4p	42 Mo 107n	43 Tc	44 Ru <50f	45 Rh 0.4-1p	46 Pd 0.1-0.7p	47 Ag 1-45p	48 Cd 0-1.2n	49 In 0.05-2.7p	50 Sn 0-25p	51 Sb 1.5-2n	52 Te 0.4-1.5p	53 I 2-0.5μ	54 Xe	
6	55 Cs 2.3n	56 Ba 30-150n	57-71 ラ ン タ	72 Hf 0.1-2p	73 Ta 0.05-0.2p	74 W 45-70p	75 Re 40p	76 Os 15-60f	77 Ir 0.5-1f	78 Pt 0.1-1.7p	79 Au 0-200f	80 Hg 0.2-10p	81 Tl 60-80p	82 Pb 3-150p	83 Bi 0.02-0.6p	84 Po	85 At	86 Rn	
7	87 Fr	88 Ra	89-103 ア ク テ	104 ラ イ ト	105	106	107	f,p,n,μ,m → fM,pM,nM,mM,M											

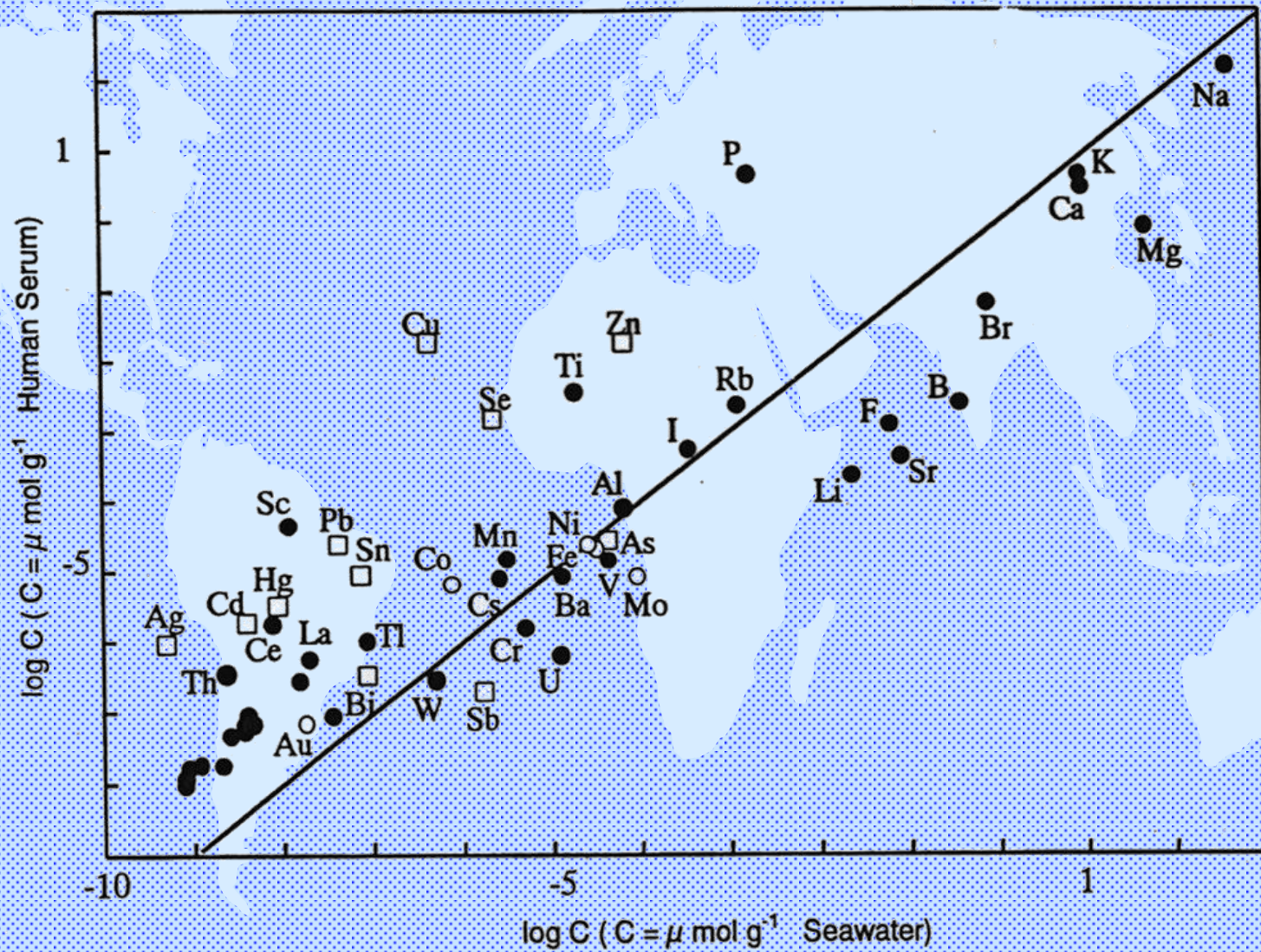
ラ ン タ	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

海水ミネラル 常量必須ミネラル 微量必須ミネラル

海水ミネラルバランスの特色

- 生物（ヒト、動物、植物）の体液中
ミネラルは海のミネラルと同バランス
- 海水中植物の生育には施肥は不要
- 海水は動植物の重要な栄養源である
- 高マグネシウムが海水ミネラル組成の特色
- 生き物として最初に植物が海から地上へ

海水中ミネラル濃度と血清中ミネラル濃度の相関関係



マグネシウム

Mg : magnesium

原子番号 : 12

原子量 : 24.0350

酸化状態 : Mg^0, Mg^{2+}

酸化還元電位 : $Mg^0, Mg^{2+} (aq) + 2e \rightarrow Mg$

地球上濃度 :

地殻 1.68%、土壌 5,000(600~6,000) ppm

海水 1.326×10^6 ppm、河川 4,100 ppm

(環境中には $MgCO_3, MgCO_4, MgCl_2$ として分布)

**元素名由来 : 古代ギリシャのマグネシア地区で採れた
色々な病気に有効な白い粉**

発見 : 1618年ウィッカー、1730年ブラック $MgCO_3$

1808年デーヴィー Mg, Ca, Si の単品分離

1831年ビューシー論文「マグネシアの金属基について」

海のミネラル マグネシウム

(海水1kg中の塩類の質量:塩分34.5のとき)

NaCl: 23.476
MgCl₂: 4.981
Na₂SO₄: 3.917
CaCl₂: 1.102
KCl: 0.664
NaHCO₃: 0.192
KBr: 0.096
H₃CO₃: 0.026
SrCl₂: 0.024
NaF: 0.003

海水中の主要イオンの組成

(重量%)

(滞留時間)

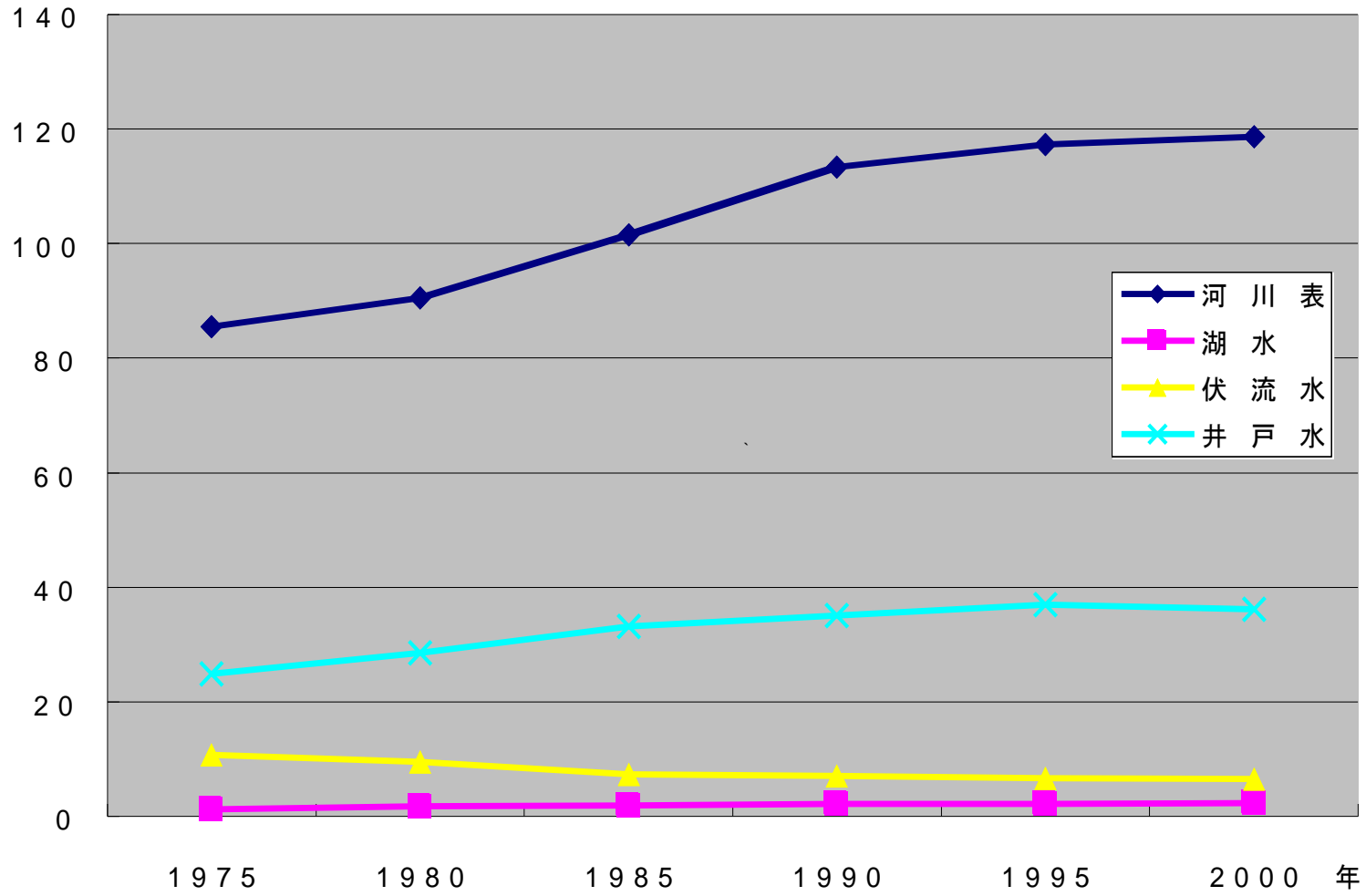
Cl⁻: 55.04	1億年
Na⁺: 30.61	2億6000万年
Mg²⁺: 3.69	1200万年
Ca²⁺: 1.16	100万年
K⁺: 1.10	700万年
Br: 0.19	1億年
Sr: 0.04	
SO₄²⁺: 7.68	1100万年
CO₃⁻: 0.30	
BO₃⁻: 0.07	
SO₄⁻: 7.68	



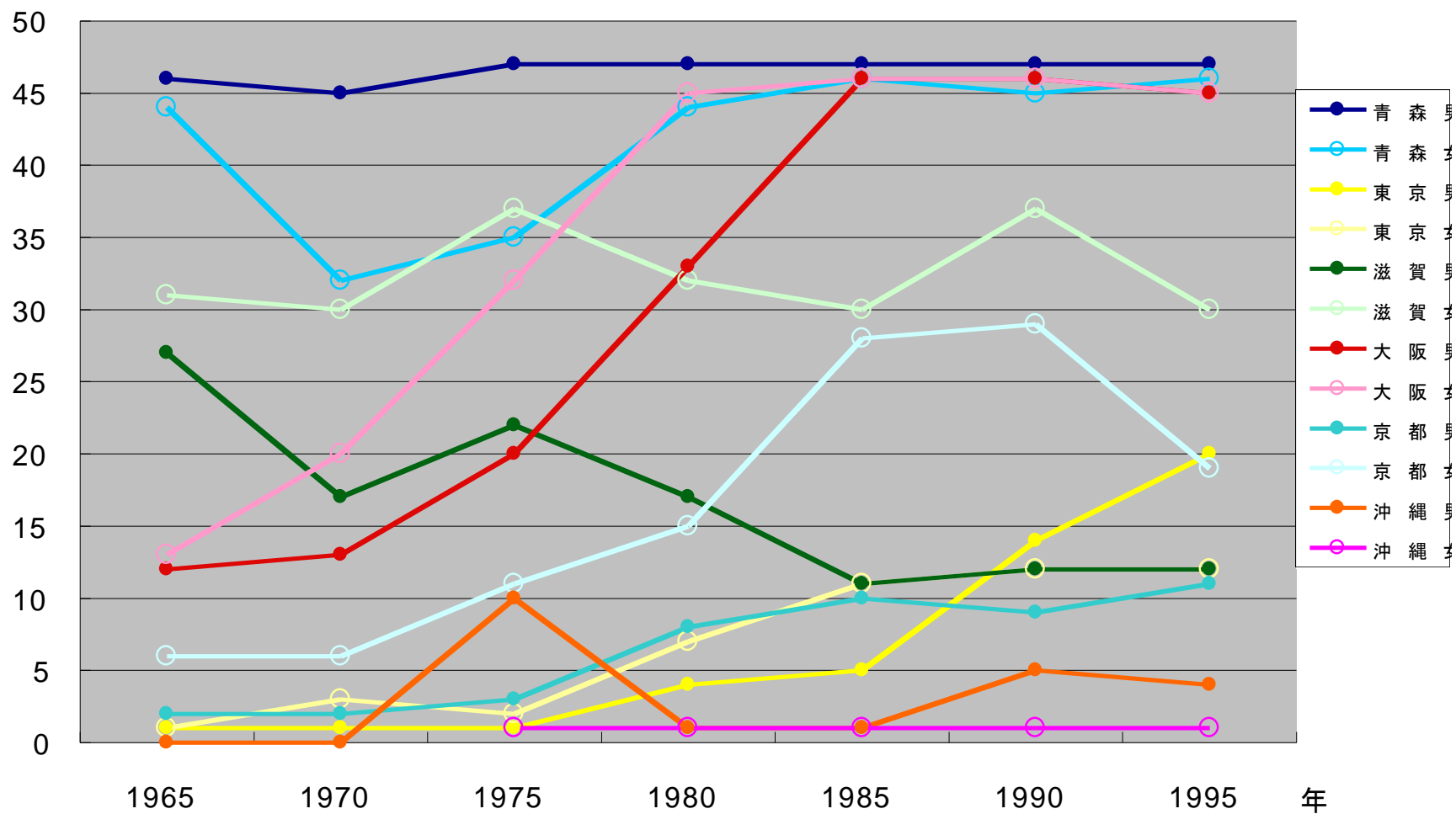
環境ミネラルと健康

(海水、河川・湖・地下水、大気)

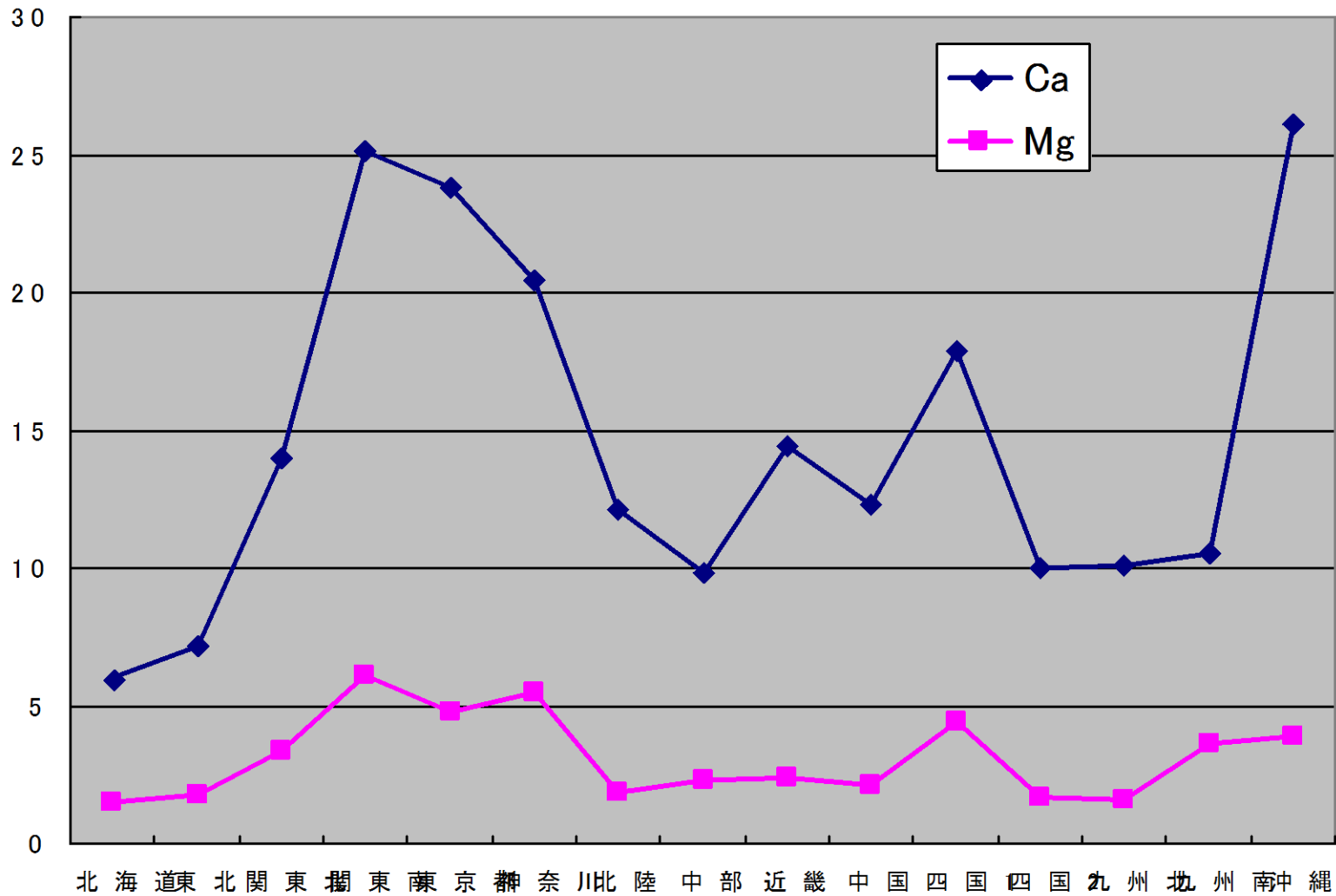
水道の水源



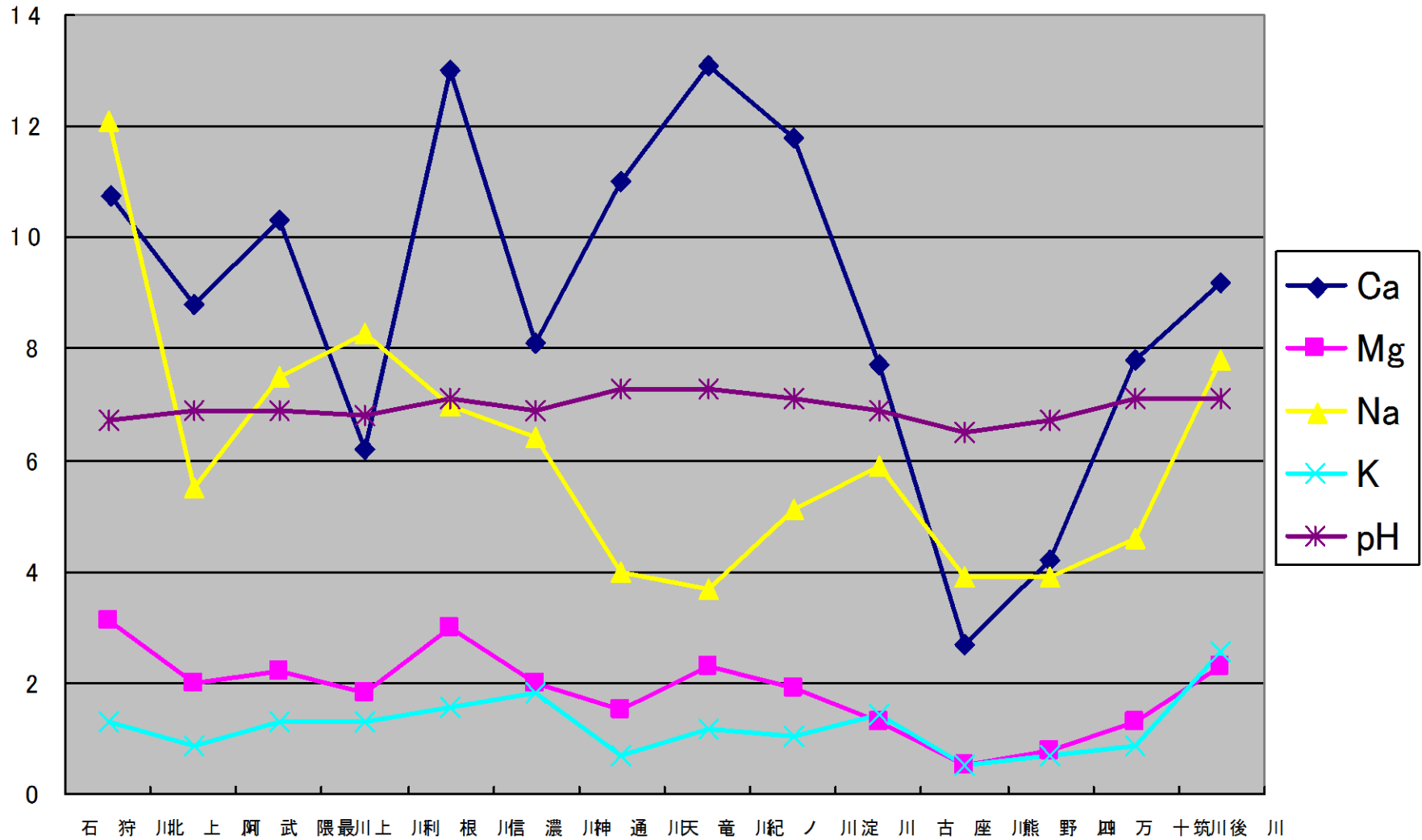
平均寿命の経年変化



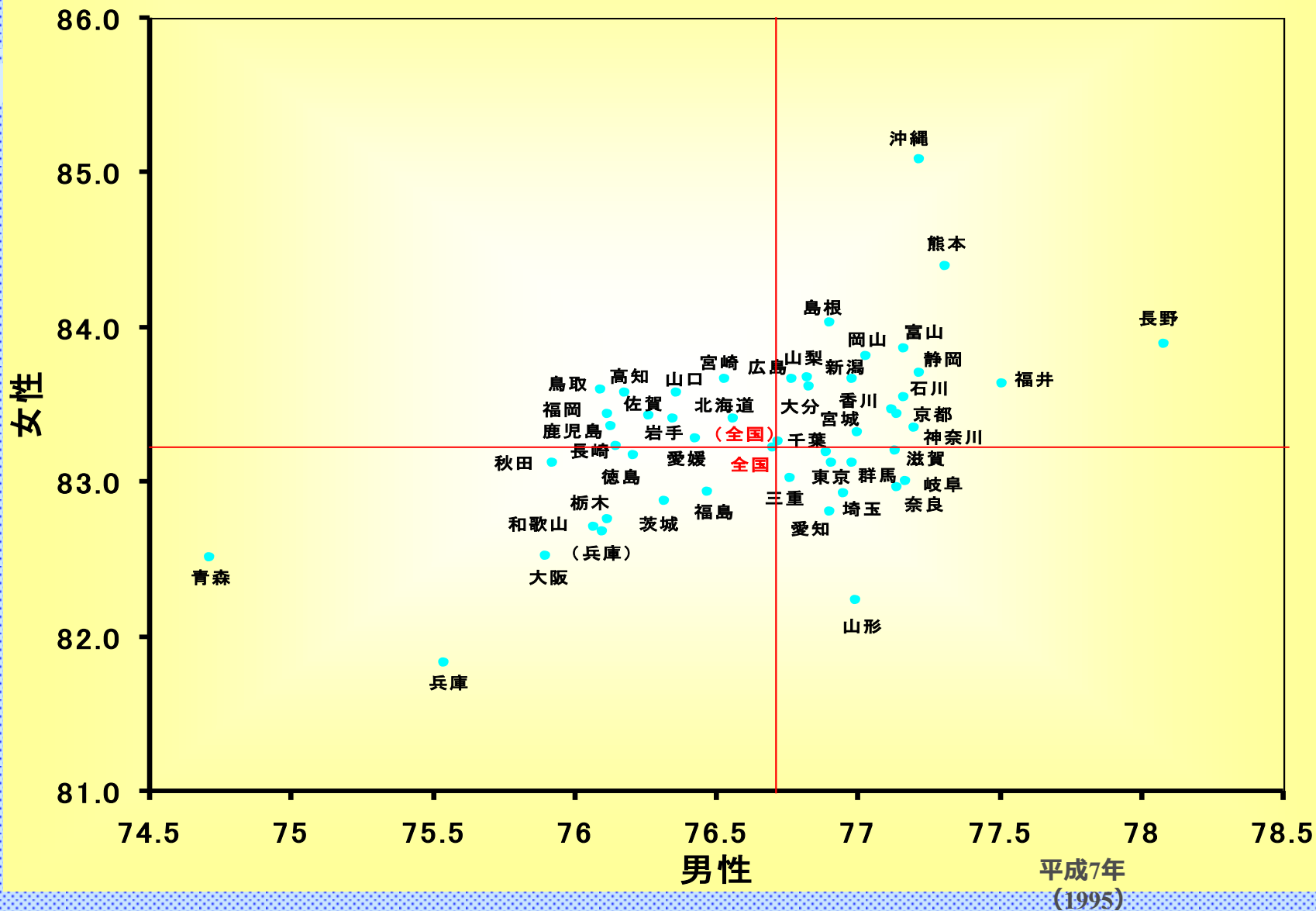
日本水道水イオン濃度



日本の河川にモネラル濃度

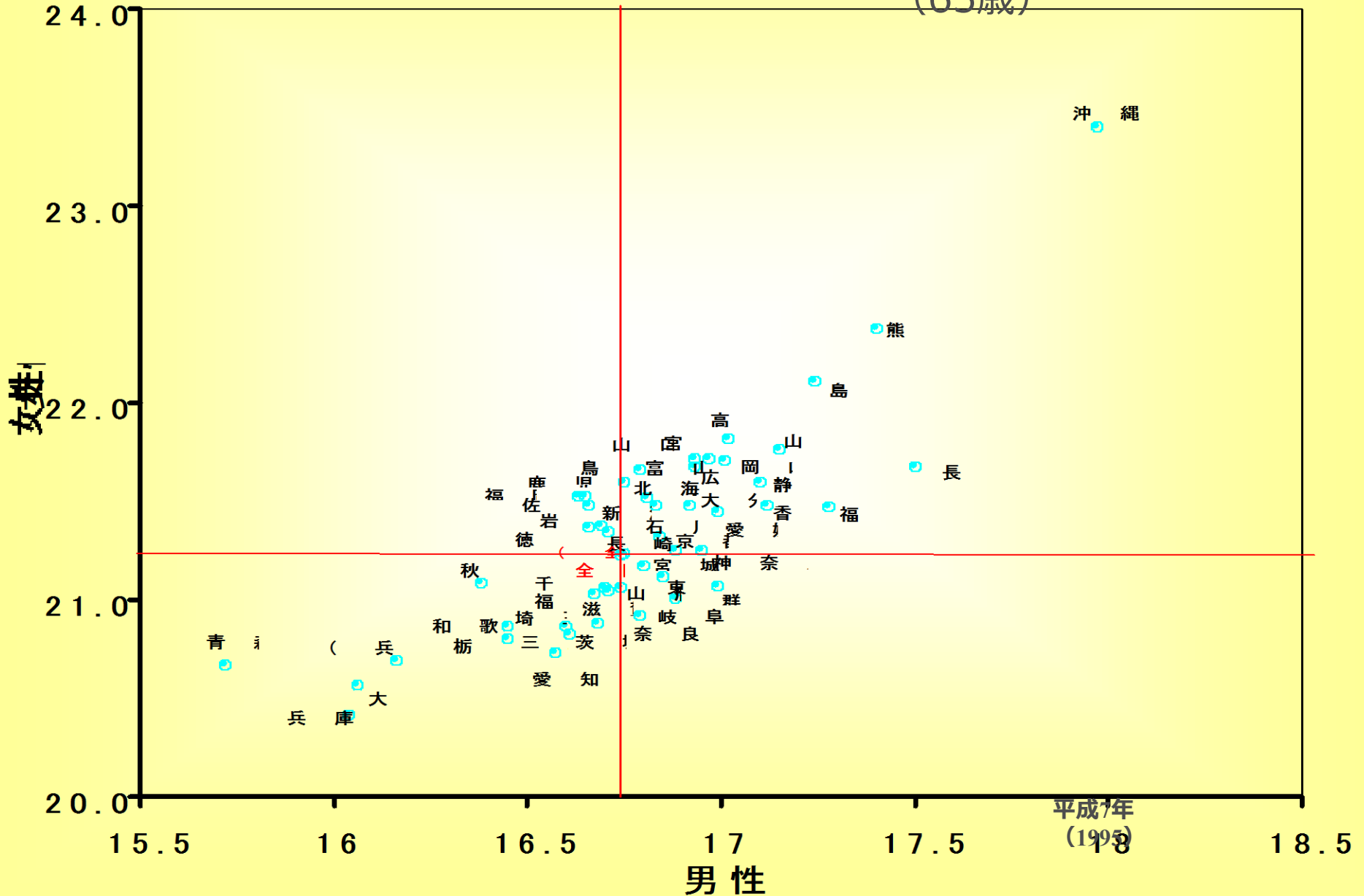


都道府県別平均寿命



都道府県別平均余命

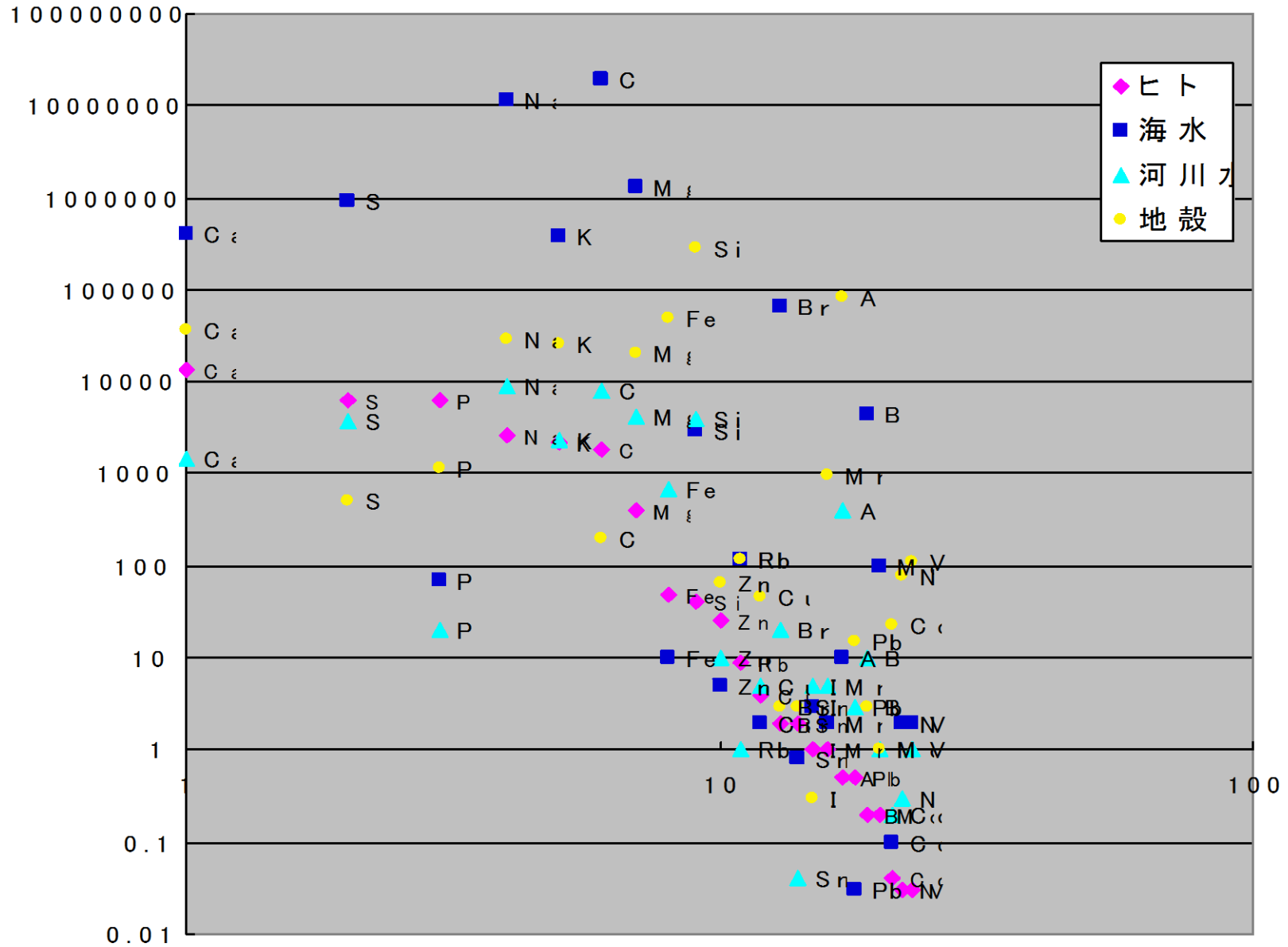
(65歳)



市販飲用水のパラメーターと硬度

商品名(国名)	項目	Na(mg/l)	K(mg/l)	Ca(mg/l)	Mg(mg/l)	硫酸塩(mg/l)	pH	硬度(mg/l)
カナディアン(カナダ)		0.64		0.8	0.13	6.18		2.52
大清水源流		3.5	1.2	9.1	2		7.2	30.75
秩父源流水		2.3	0.5	14	1		7.5	40
ボルヴィ(フランス)		8	5.4	10.4	6	6.7	7	50
六甲のおいしい水		18	0.3	24	5.7		7.7	82.8
岡山吉備の水		11	1.3	42	6.2		7.7	130
新見の水磁気ミネラル74		16	0.3	74	15		7.5	160
エビア(フランス)		5	1	78	24	10	7.2	297.5
ヴィツァ(フランス)		3.8	2	202	36	306	7.1	649
天海の水(海水)		74	69	71	200			1000
コントレツ(フランス)		8.5	3.5	467	84	1192	7.5	1503.5

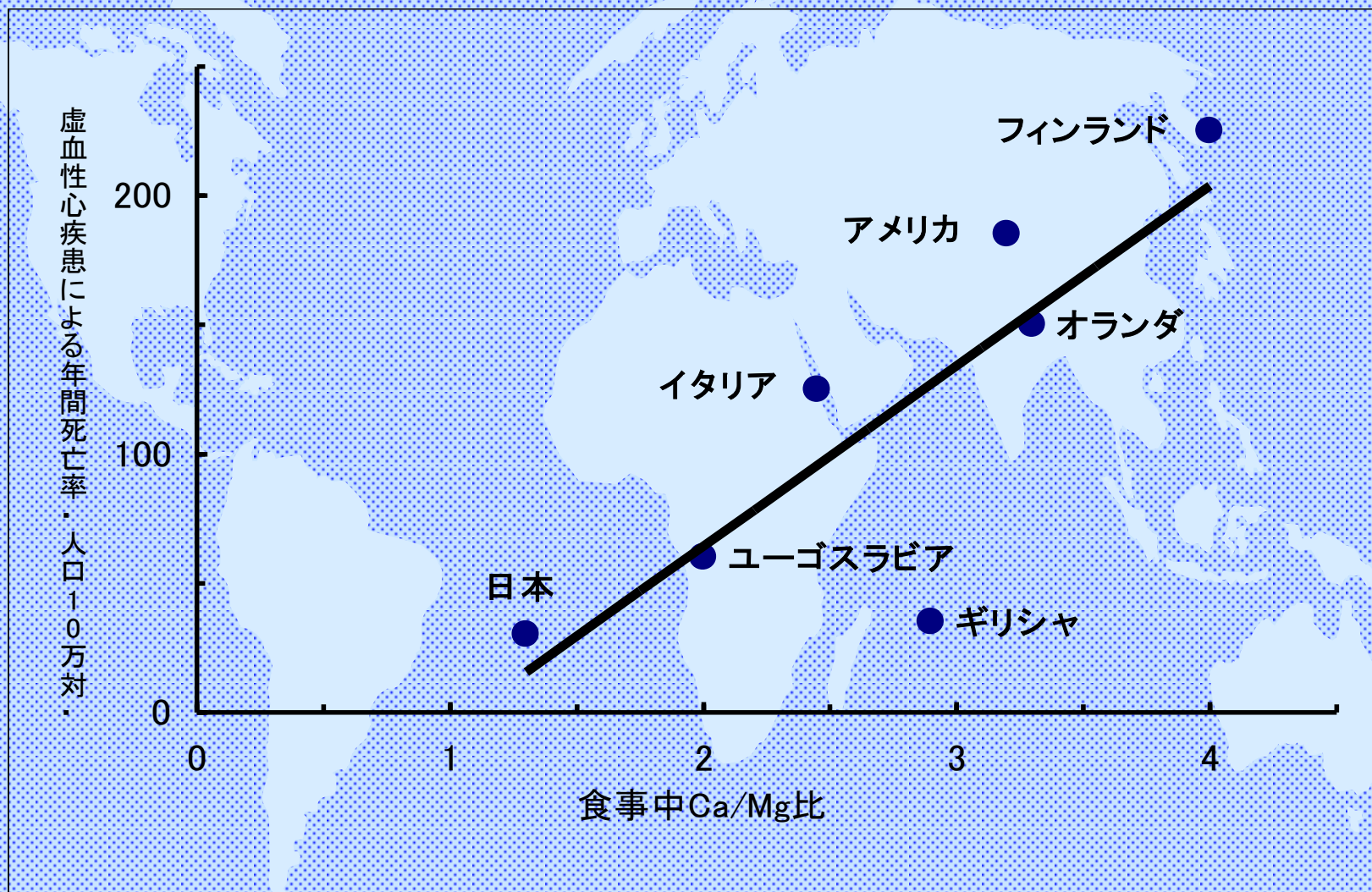
ヒト・海水・河川水・地殻中ミネラル



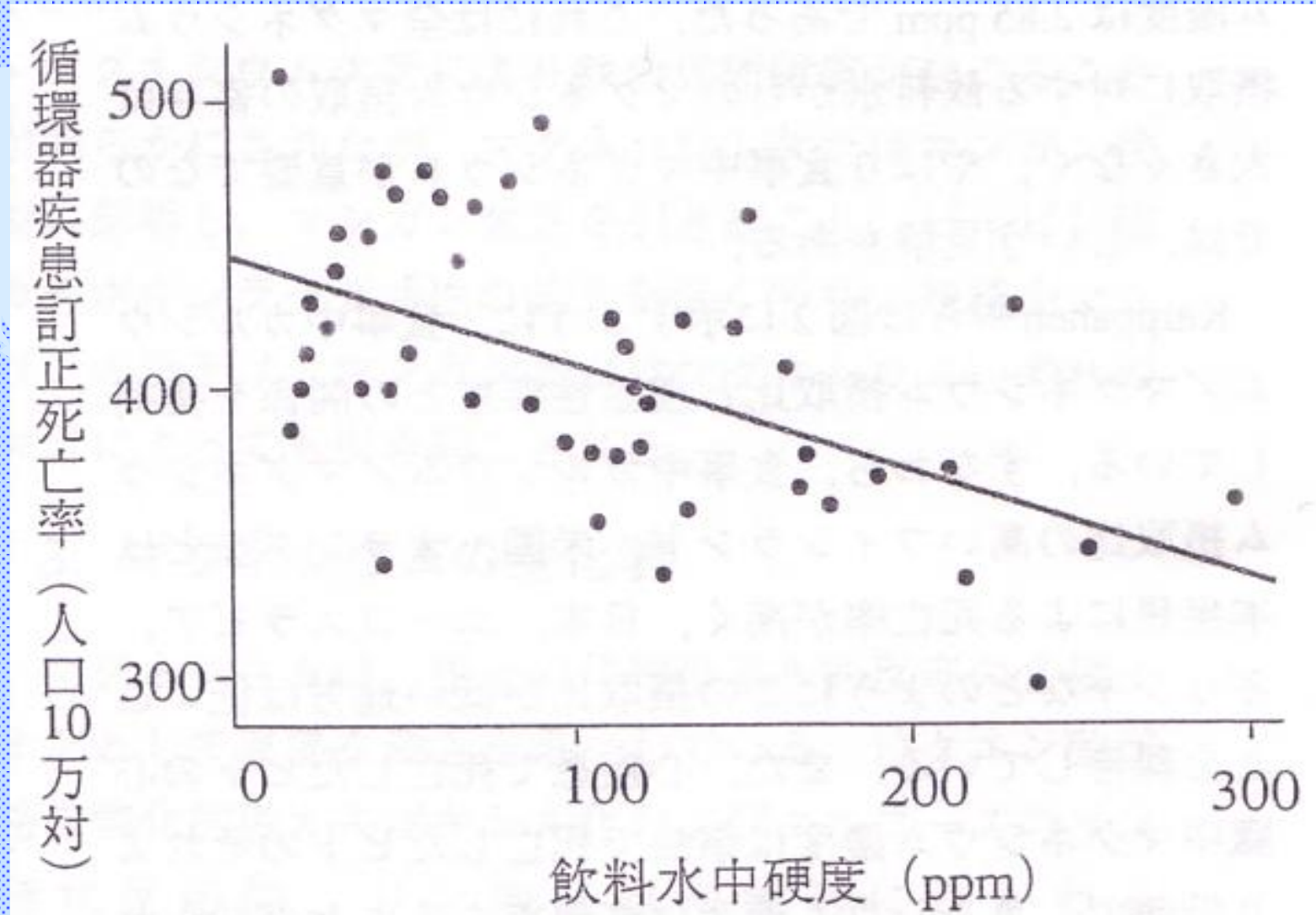
A world map is shown in the background, rendered in a light blue color with a fine dot pattern. The map is centered on the Atlantic Ocean, showing the continents of North America, South America, Europe, Africa, Asia, and Australia. The text is overlaid on the map.

マグネシウムと生活習慣病

食事中カルシウム／マグネシウム比と虚血性心疾患



循環器疾患死亡率と水の硬度



循環器疾患の危険因子

$$= Na \times Ca / K \times Mg$$

(細胞内ミネラルバランス)

→ 収縮 → 血管狭窄

コントロールラット


QuickTimeý Ç²
ÉtÉHÉg - JPEG êLí£ÉvÉçÉOÉâÉÄ
Ç™Ç±ÇÃÉsÉÑÉ`ÉÉÇ¾å©ÇÈÇ...ÇÕïKónÇ-ÇÅB

カルシウム欠乏ラット


QuickTimeýÇ²
ÉtÉHÉg - JPEG êLí£ÉvÉçÉOÉâÉÄ
Ç™Ç±ÇÃÉsÉNE`ÉÉÇ¾å©ÇÈÇ...ÇÕiKónÇ-ÇÅB

マグネシウム欠乏ラット



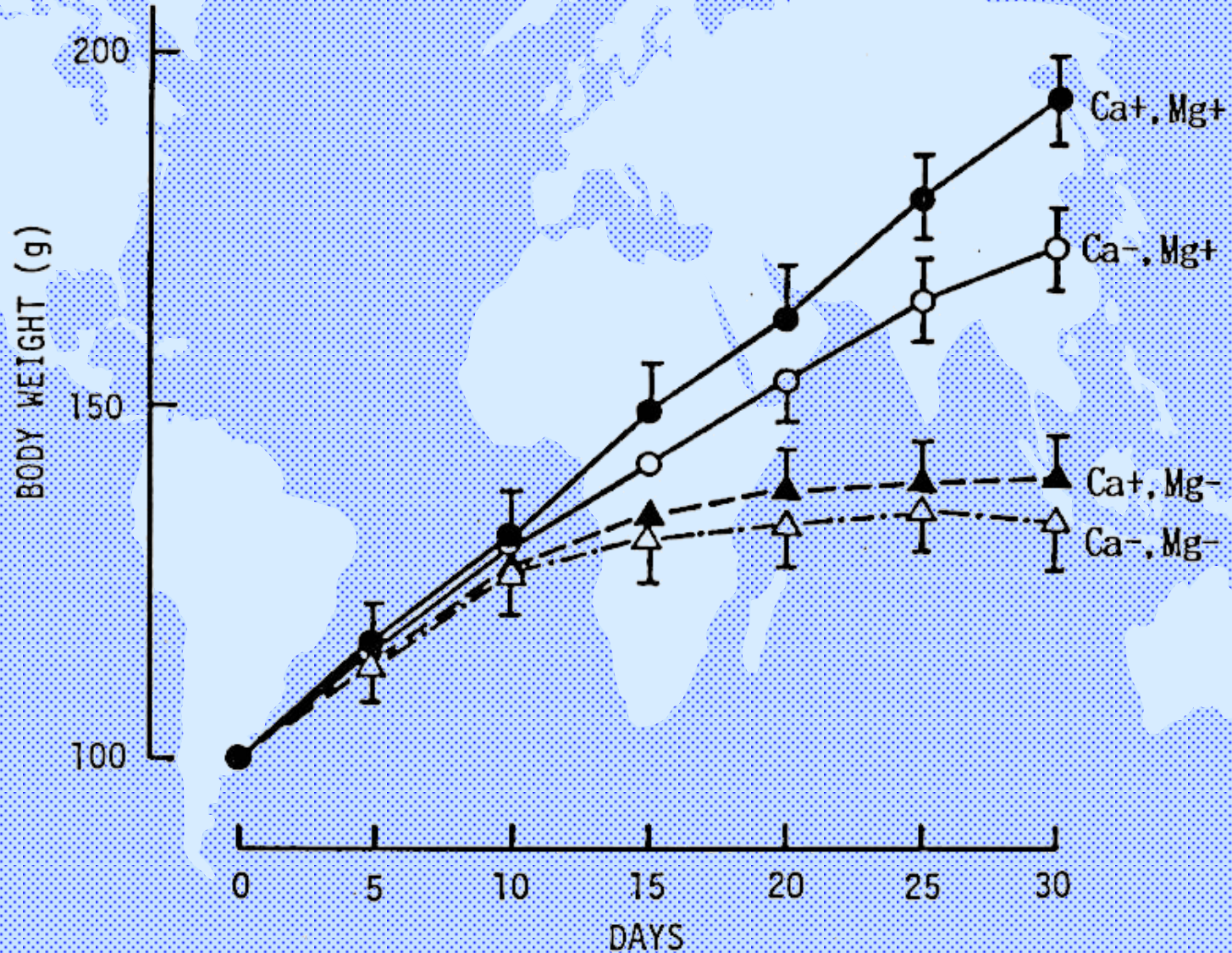


QuickTime y Ç²
ÉtÉHÉg - JPEG êLíξÉvÉçÉOÉâÉÄ
Ç™Ç±ÇÃÉsÉNE`ÉÉÇ¾å©ÇÈÇ...ÇÕïKónÇ-ÇÅB

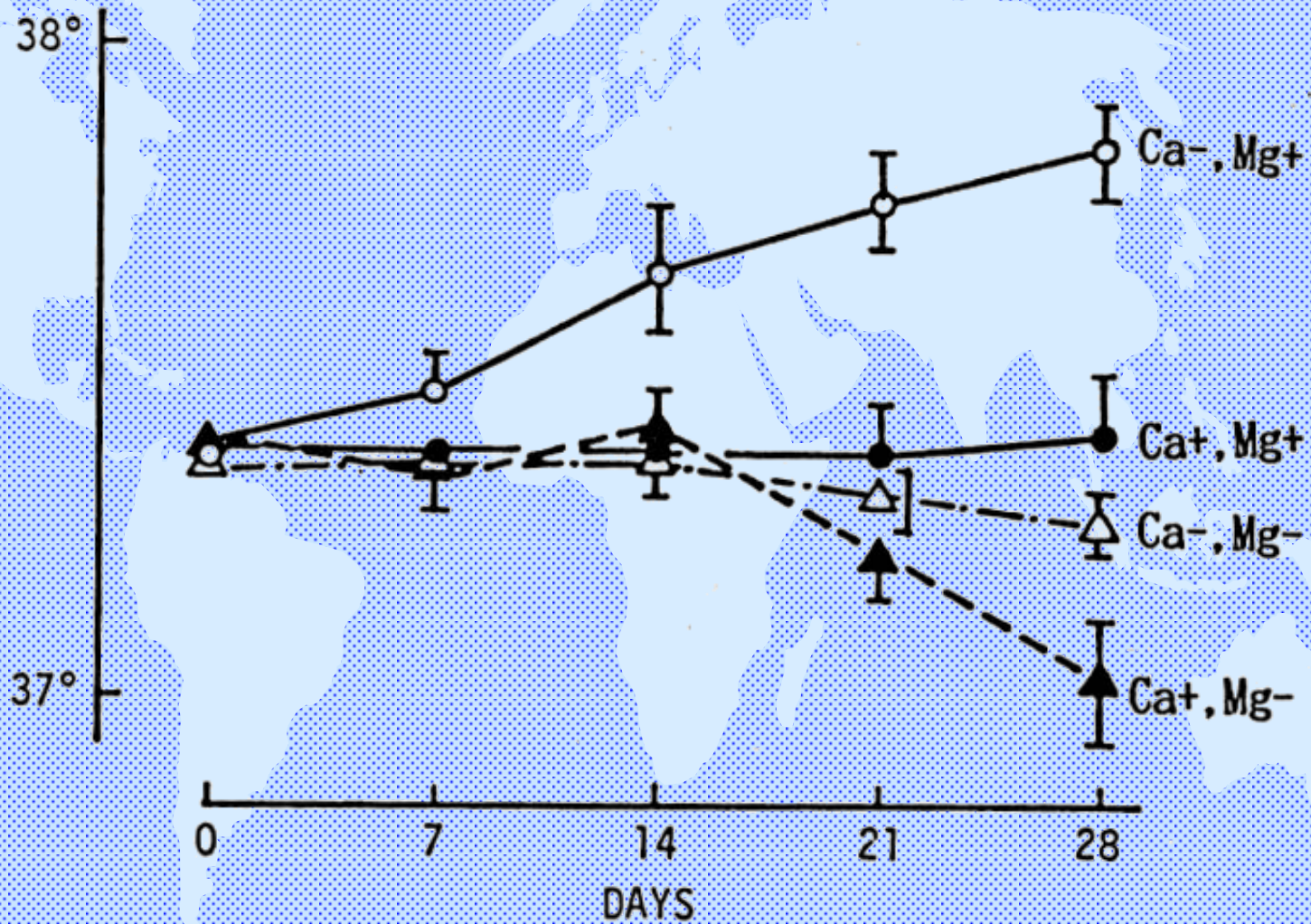


QuickTime y Ç²
ÉtÉHÉg - JPEG êLí£ÉvÉçÉOÉâÉÄ
Ç™Ç±ÇÃÉsÉNE`ÉÉÇ¾å©ÇÈÇ...ÇÕïKónÇ-ÇÅB

ラットの成長曲線

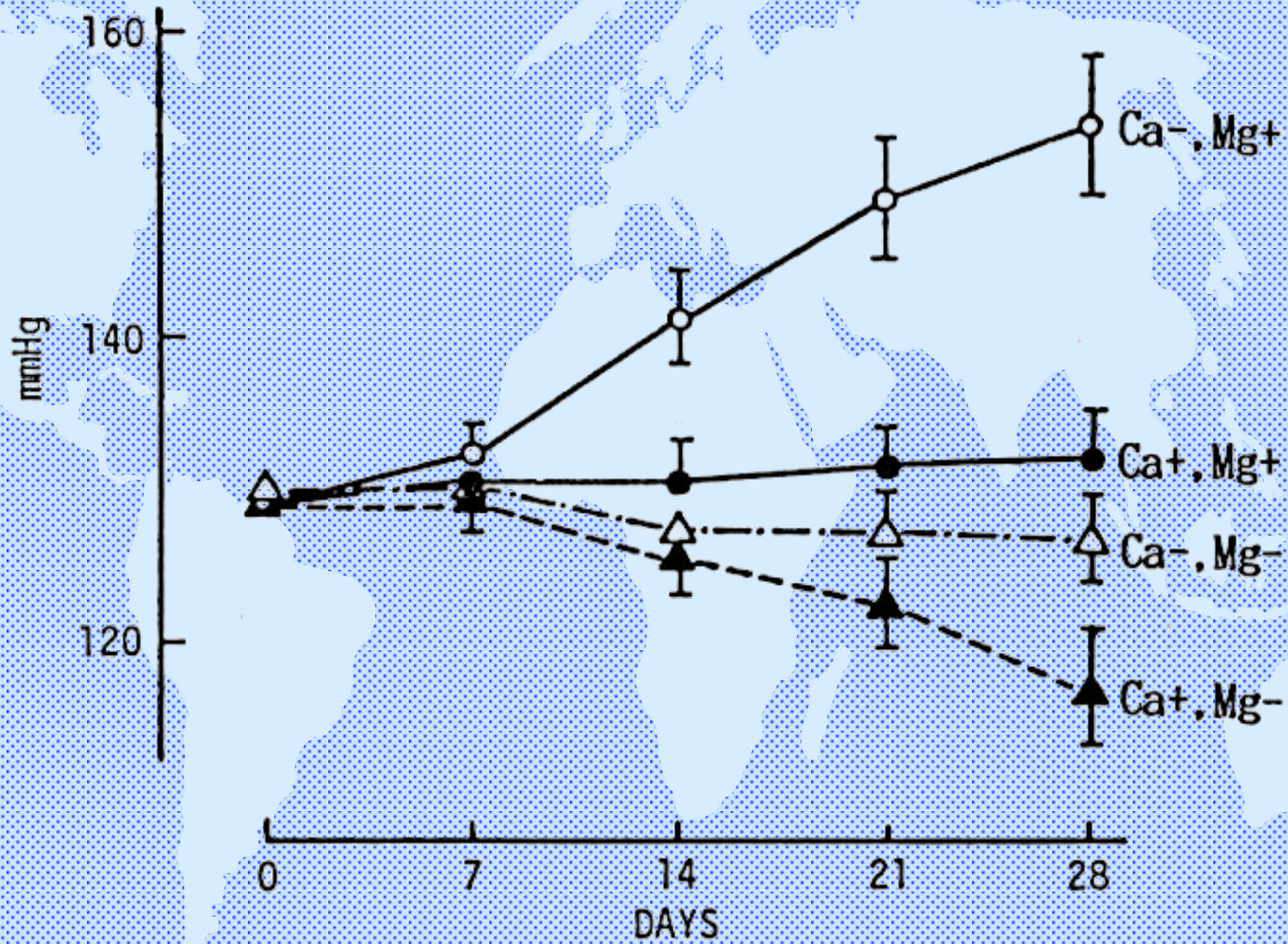


ラットの体温の変化



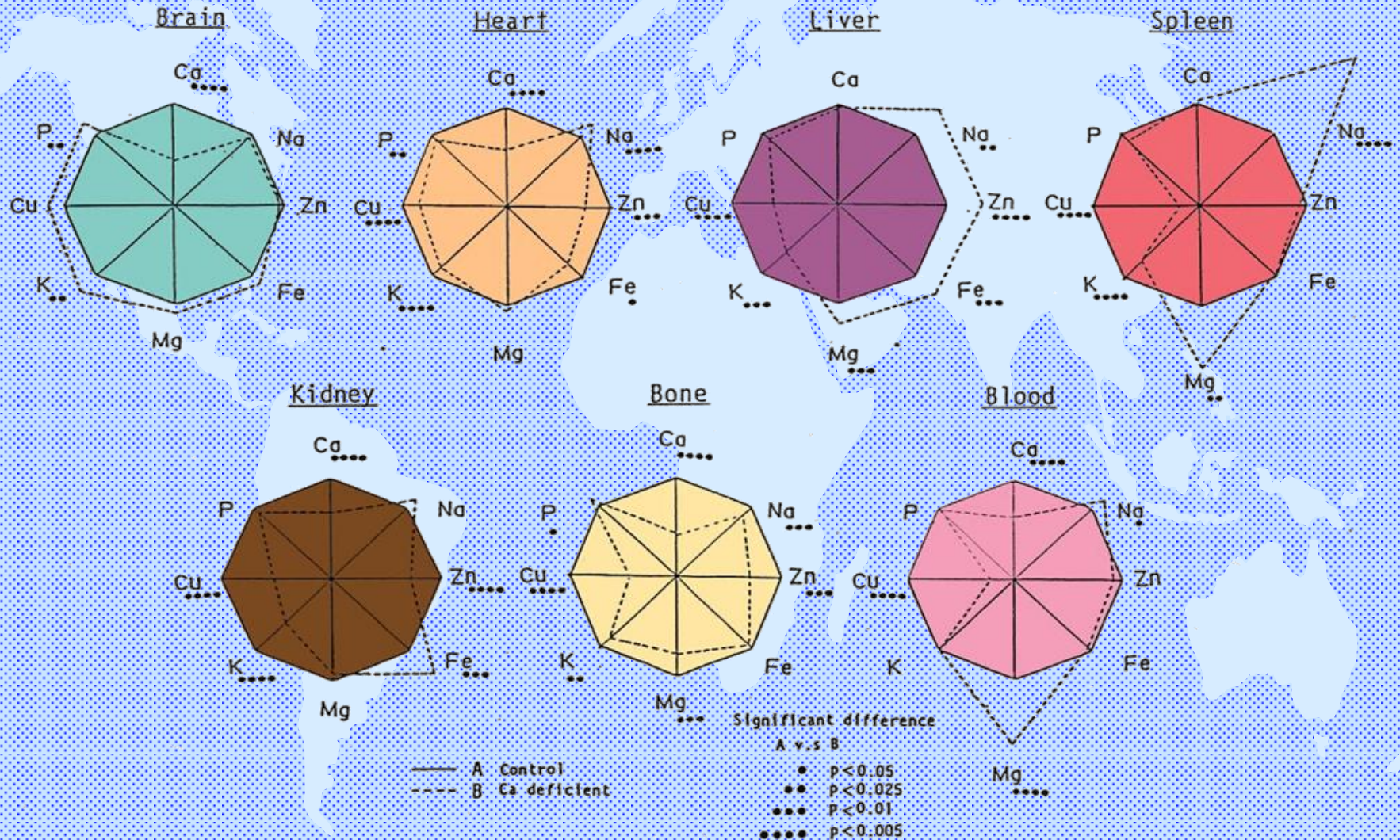
Changes in rectal temperature.

ラットの血圧の変化

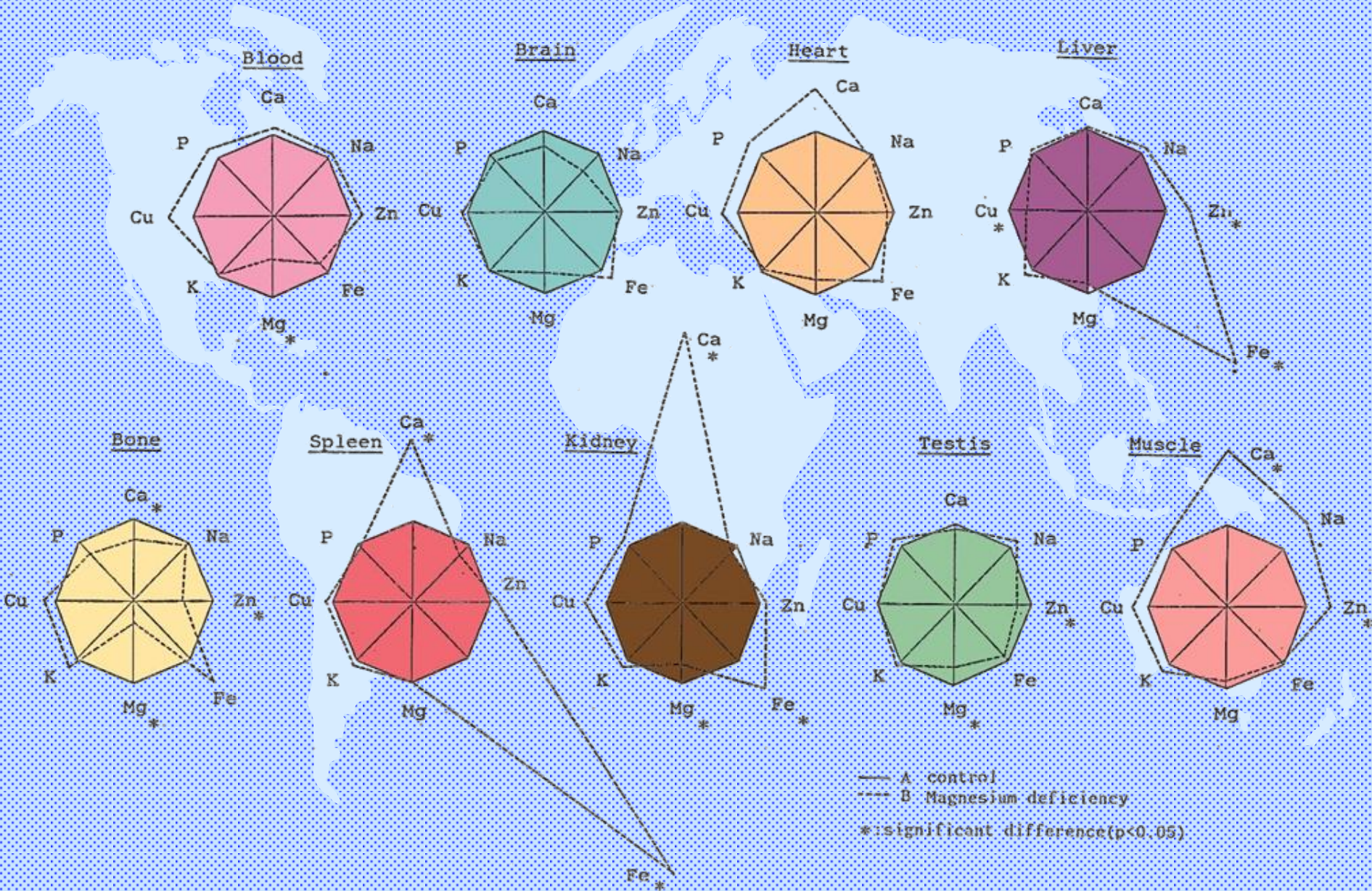


Changes in blood pressure.

MINERAL BALANCE IN VARIOUS TISSUES OF CALCIUM DEFICIENT RATS



MINERAL BALANCE IN VARIOUS TISSUES OF MAGNESIUM DEFICIENT RATS



PLASMA BIOCHEMICAL DATA

		Ca-, Mg-	Ca-	Mg-	Cont.(Ca+,Mg+)
Mg	μ /gml	4.30*	15.90*	0.85*	12.96
Ca	μ /gml	70.6*	86.4*	100.1	101.5
T-pro	g/dl	6.10*	6.03*	3.08*	3.98
Alb	g/dl	3.45*	3.60*	3.08*	3.98
A/G		1.35	1.53	1.35	1.43
PTH	ng/ml	36.7	41.1	31.8	33.9
CPK	IU/l	1534	1932*	327	570
ALP	IU/l	1152*	1551*	216*	371
Che	IU/l	558	683	448*	630
T-Cho	mg/dl	82.5	73.5	93.8*	73.8
F-Cho	mg/dl	13.5	13	14.5	11.3
P-Lip	mg/dl	125	107	115	120
TG	mg/dl	86.5	17.3*	115.0*	89
Fe	μ /gml	154	98	126	102
UIBC	μ /gml	161*	270	238	307
TIBC	μ /gml	315*	324*	364*	410

*significant difference compared to control rat(p<0.05)

ラット大腿筋



マグネシウム欠乏ラット大腿筋

QuickTimeý Ç²
ÉtÉHÉg - JPEG êLÍ£ÉvÉçÉOÉâÉÄ
Ç™Ç±ÇÃÉsÉNE`ÉÉÇ¾å©ÇÈÇ...ÇÖïKónÇ-ÇÅB

ラット心筋内動脈

QuickTimeýÇ²
ÉtÉHÉg - JPEG êLÍξÉvÉçÉOÉâÉÄ
Ç™Ç±ÇÃÉsÉÑÉ`ÉÉÇ¾å©ÇÈÇ...ÇÕiKónÇ-ÇÅB

マグネシウム欠乏ラット心筋内動脈 繊維化による血管の狭窄

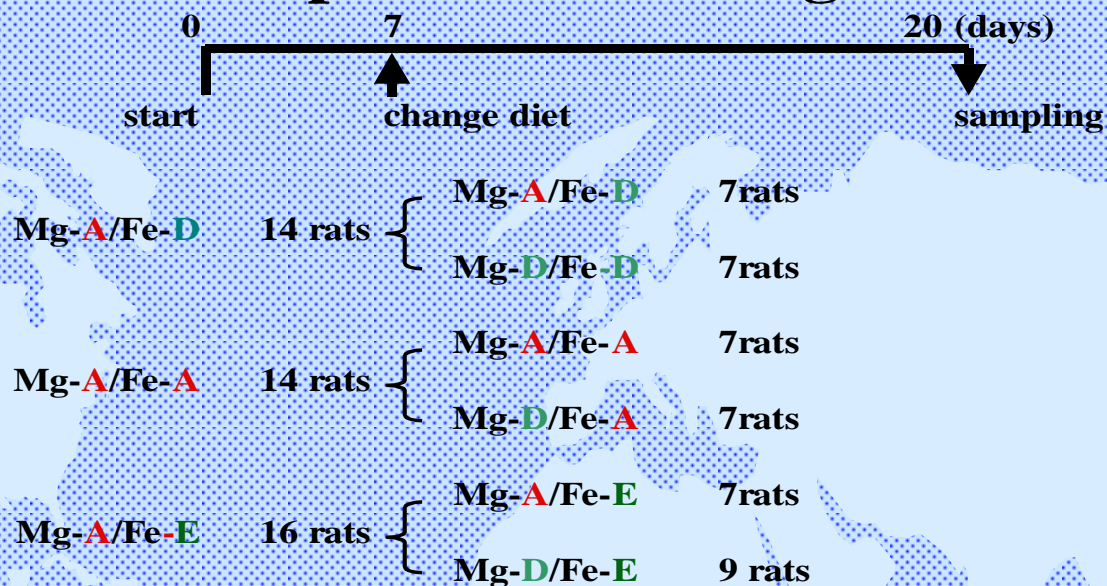
QuickTimeý Ç²
ÉtÉHÉg - JPEG êLí£ÉvÉçÉOÉâÉÄ
Ç™Ç±ÇÃÉsÉÑÉ`ÉÉÇ¾å©ÇÈÇ...ÇÕiKónÇ-ÇÅB

A light blue world map is centered in the background of the slide. The map shows the outlines of the continents in a slightly darker shade of blue. The overall background has a fine, dotted pattern.

**マグネシウム欠乏による
鉄沈着症**

-Hemochromatosis model rat-

Experimental design



Composition of Diets (%)

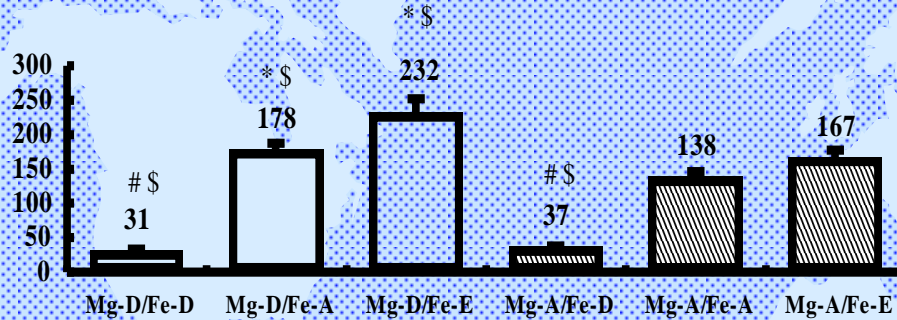
	Mg-D/Fe-D	Mg-D/Fe-A	Mg-D/Fe-E	Mg-A/Fe-D	Mg-A/Fe-A	Mg-A/Fe-E
Sucrose	33.00	32.36	31.72	31.36	30.72	30.08
Potato Starch	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Casein	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Olive oil	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Cellulose	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Mineral mixture*(Mg,Fe free)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Magnesium carbonate	0	0	0	1.64	1.64	1.64
Ferric citrate trihydrate	0	0.64	1.28	0	0.64	1.28
Vitamin mixture#	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Choline chloride	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
DL-Methionine	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30

*Mineral mixture of Mameesh and Johnson (J.Nutr.1958.65.161) excluding magnesium carbonate and ferric citrate trihydrate supplemented with selenium (0.5ug/g).

#Panvitan powder (Takeda Chemicals Industries, Ltd.,Osaka,Japan)

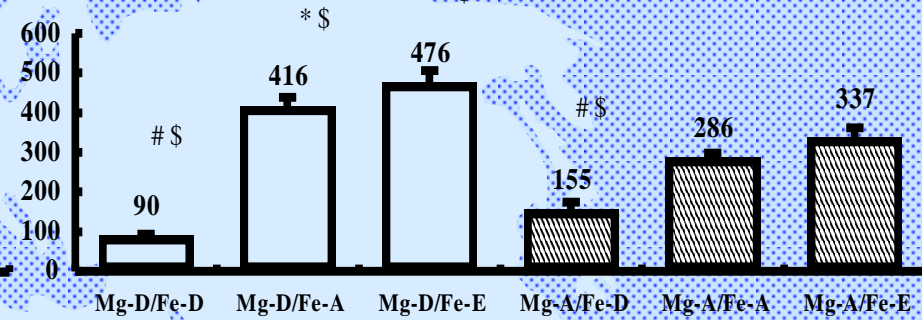
Iron Concentrations in Various Tissues of Rats-2

Iron concentrations in Liver of rats



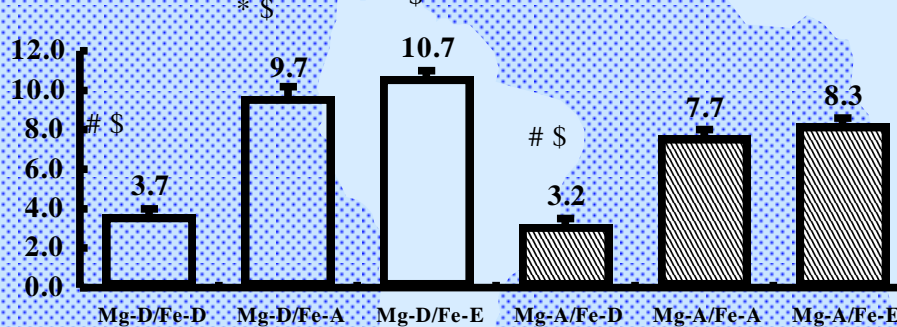
Data are mean+SEM (n=7 ~9)

Iron concentrations in Spleen of rats



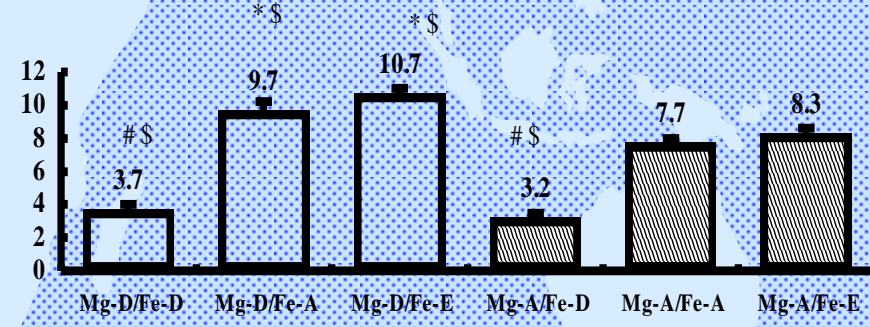
Data are mean+SEM (n=7 ~9)

Iron concentrations in Muscle of rats



Data are mean+SEM (n=7~9)

Iron concentrations in Heart of rats



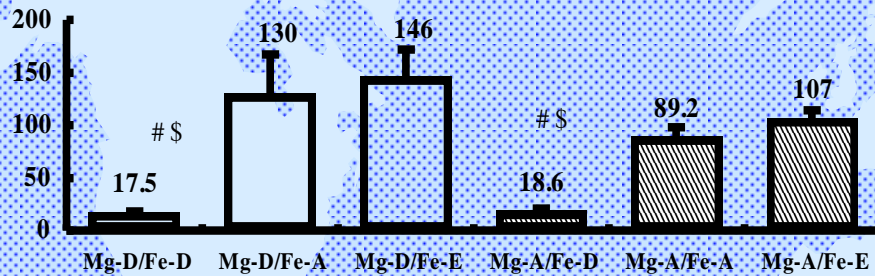
Data are mean+SEM (n=7 ~9)

Analysis of Variance -P Values

	Blood	Blood cells	Brain	Heart	Liver	Spleen	Kidney	Testis	Muscle	Tibia
Mg effect	0.001	0.136	0.488	0.001	0.001	0.001	0.858	0.185	0.001	0.001
Fe effect	0.001	0.488	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Mg × Fe	0.058	0.722	0.185	0.019	0.006	0.001	0.988	0.064	0.019	0.041

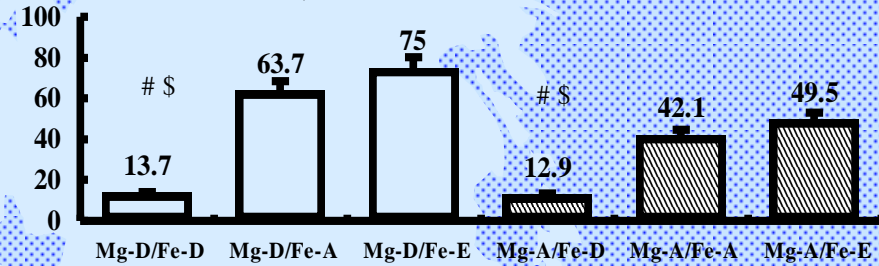
Nonheme Iron Concentrations in Liver of Rats

Total nonheme iron concentration
in Liver of rats



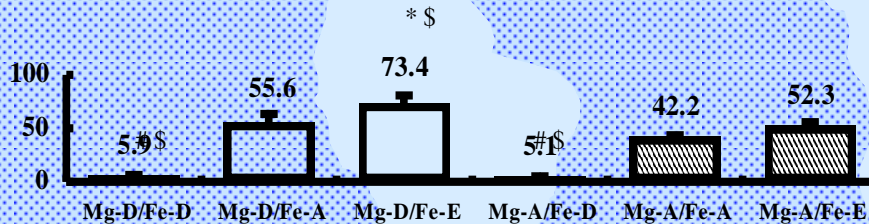
Data are mean+SEM (n=7~9)

Coagulum nonheme iron concentration
in Liver of rats



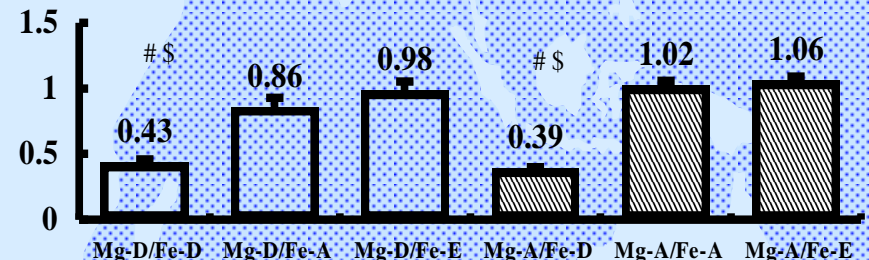
Data are mean+SEM (n=7~9)

Supernatant nonheme iron concentrations
in Liver of rats



Data are mean+SEM (n=7~9)

Supernatant Coagulum ratio
in Liver of rats



Data are mean+SEM (n=7~9)

Analysis of Variance -P Values

	Total nonheme iron	Coagulum nonheme iron	Supernatant nonheme iron	Supernatant Coagulum ratio
Mg effect	0.001	0.001	0.002	0.066
Fe effect	0.001	0.001	0.001	0.001
Mg × Fe	0.011	0.001	0.071	0.097

Effects of magnesium deficiency and iron over load on plasma biochemical Parameters

	ng/ml	g/dl	g/dl		IU/l	IU/l	IU/l	IU/l	IU/l	IU/l	IU/l	mg/dl	mg/g
mean	PTH	TP	Alb	A/G	GOT	GPT	r-GPT	ALP	LAP	CHE	AMY	UN	Tibia
Mg-D/Fe-D	28.7	5.7	3.3	1.35	180	59	3.2	330	37	521	3264	13.4	72.7
Mg-D/Fe-A	28.6	5.6	3.0	1.13	240	65	4.0	419	35	482	2948	15.9	74.7
Mg-D/Fe-E	33	5.3	2.9	1.24	201	57	2.4	388	33	497	3164	15.6	81.6
Mg-A/Fe-D	24	6.0	3.6	1.49	120	47	1.2	626	57	747	3328	14.2	81.7
Mg-A/Fe-A	24.2	6.1	3.6	1.44	90	40	0.2	739	55	680	3381	12.5	78.7
Mg-A/Fe-E	26.6	6.4	3.8	1.46	97	47	0.7	835	57	675	4235	11.2	82.5

	mU/ml	mU/ml	mg/dl	mg/dl	mg/dl	mg/dl
mean	LDH	CPK	PL	TG	T-CHO	F-CHO
Mg-D/Fe-D	258	394	142	50	93	14
Mg-D/Fe-A	346	337	125	77	90	13
Mg-D/Fe-E	397	369	129	51	89	12
Mg-A/Fe-D	433	494	103	23	66	12
Mg-A/Fe-A	356	446	110	33	75	10
Mg-A/Fe-E	329	524	102	42	71	8



Ca0

Ca1

Ca2

Ca5

Ca10

The National BioResource Project for the Rat in Japan



生活習慣病モデルラットの開発と 種の永久保存と国際登録

The National BioResource project for the Rat in Japan

The National BioResource Project for the Rat in Japan



NBRP Rat No: 0626

Strain name: MKO/Tami

Common Name: Minko Rat

Inbred Generations: F56+5 (April 2012)

Preservation Status:

Living Animals , Embryo, Sperm

Origin: MKO rat is derived from Wistar male rat which exhibited large-size and abnormal lipid metabolism.

Principal Investigator: Mieko Kimura

Takeda hospital group

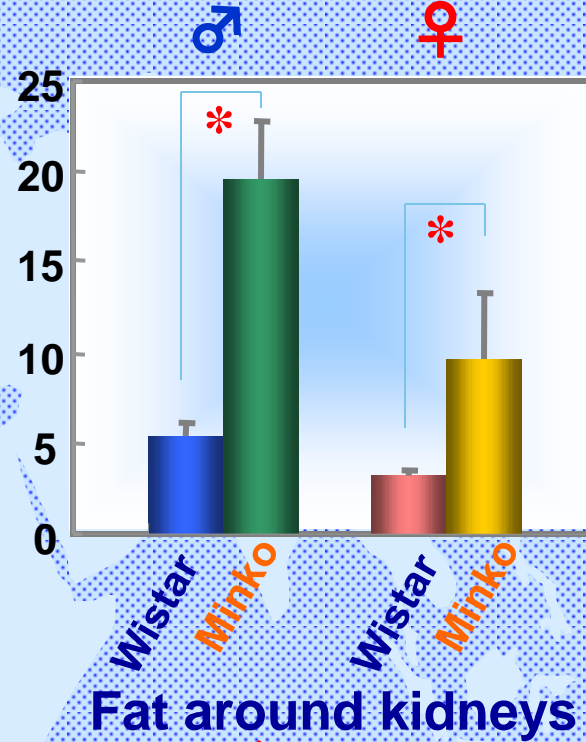
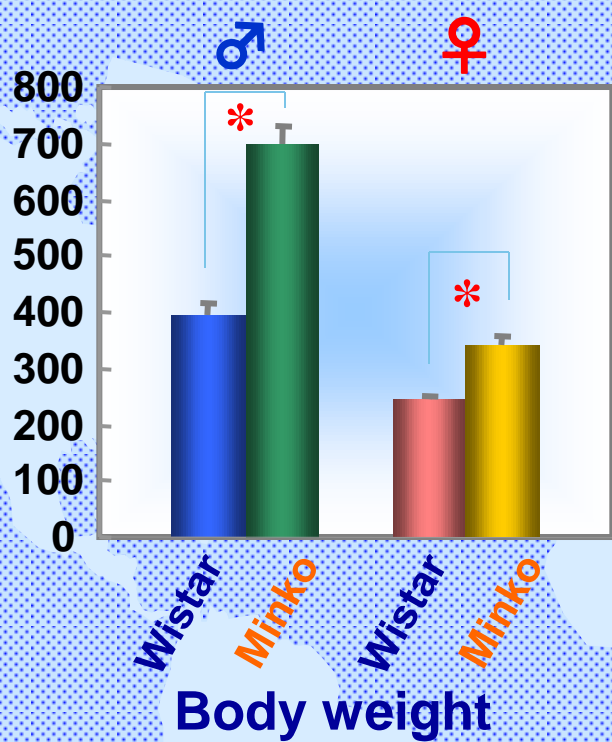
604-8113 Kyoto Japan

e-mail: kimura@takedahp.or.jp

QuickTime[®] C2
èLíÈEvÈcEOÈaÈÄ
Ç™Ç±ÇÄÈsÈNÈ'ÈÈÇ¾à©ÇÈÇ¾Ç½Ç...ÇÖiKóvÇ-ÇÄi

QuickTime[®] C2
èLíÈEvÈcEOÈaÈÄ
Ç™Ç±ÇÄÈsÈNÈ'ÈÈÇ¾à©ÇÈÇ¾Ç½Ç...ÇÖiKóvÇ-ÇÄi

Characteristics of Minko rat



* Significant difference ($p < 0.05$)

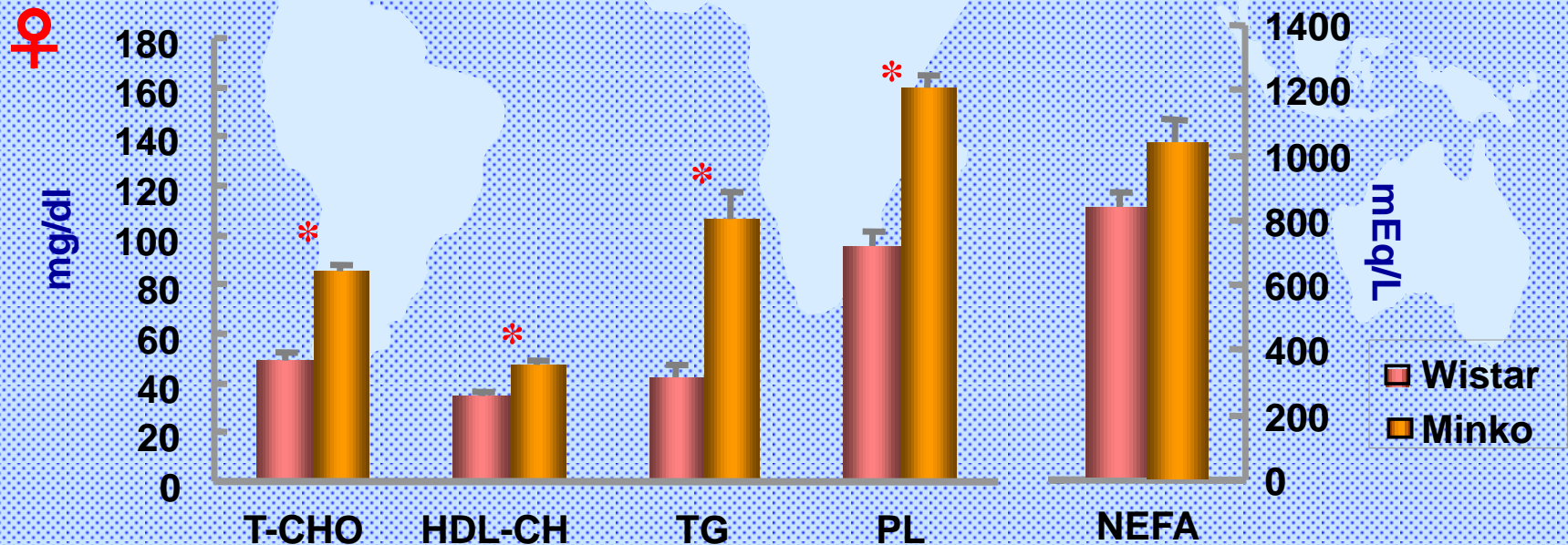
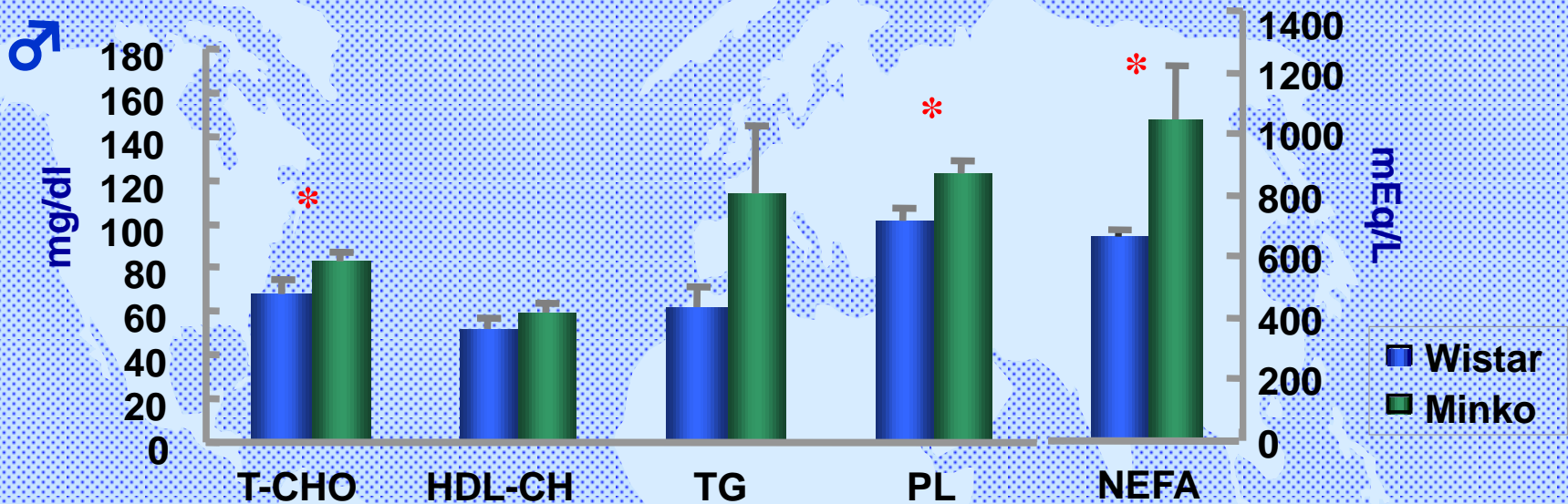
♂ Minko rat

♂ Wistar rat



Characteristics of Minko rat

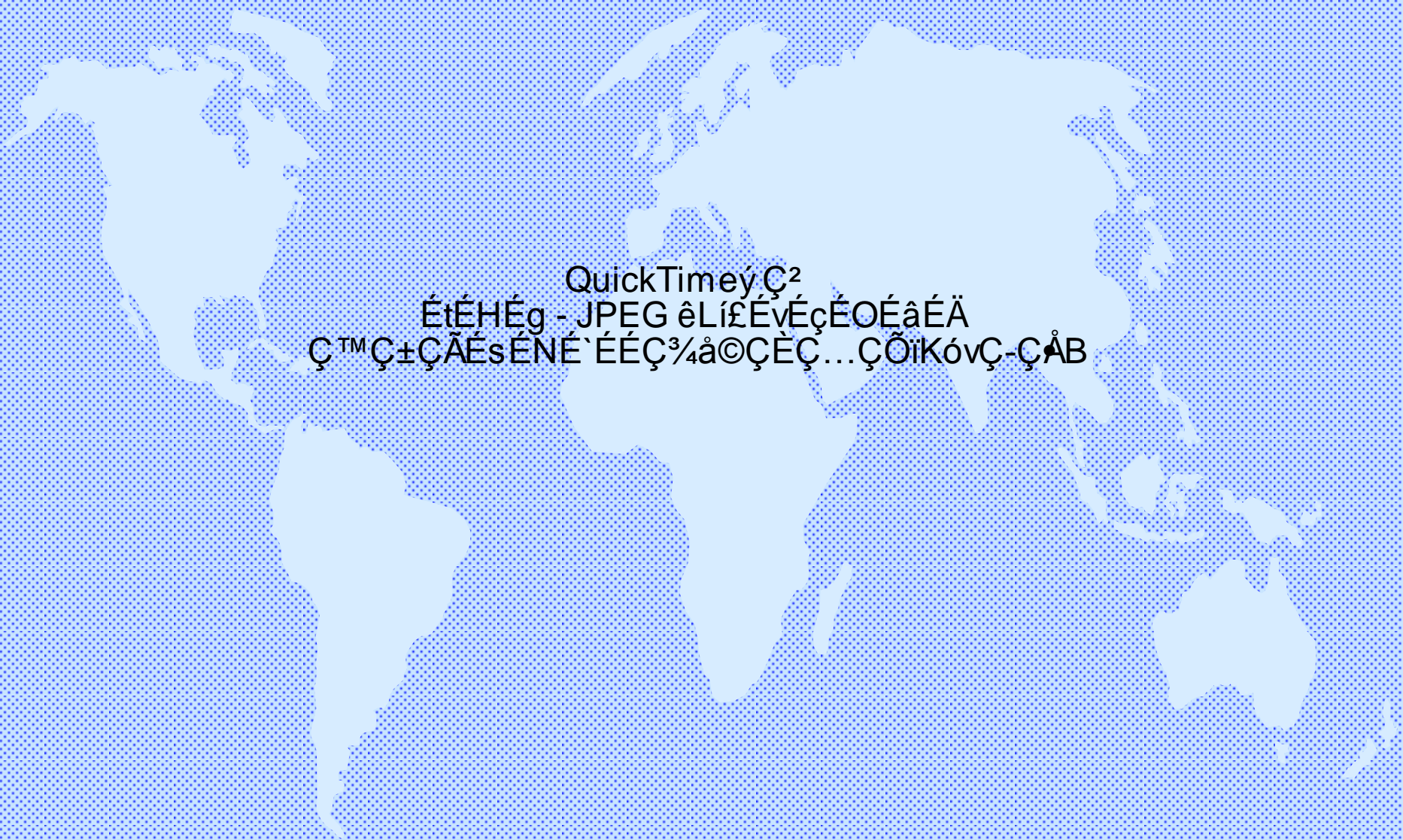
Lipid Parameters



* Significant difference ($p < 0.05$)



スポーツ選手の健康管理



QuickTimeýÇ²
ÉtÉHÉg - JPEG êLíÉvÉçÉOÉâÉÄ
Ç™Ç±ÇÃÉsÉNÉ`ÉÉÇ¾å©ÇÈÇ...ÇÕiKónÇ-ÇÅB

Comparison of NK cell activity between athletes and non-athletes

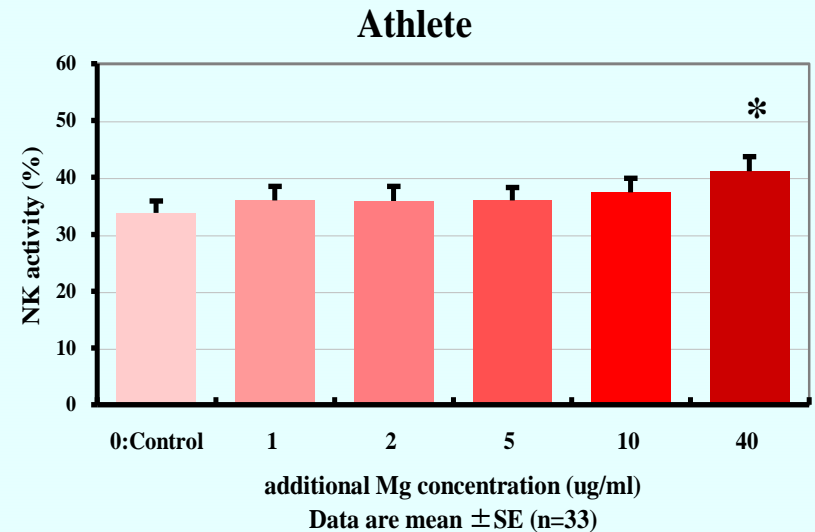
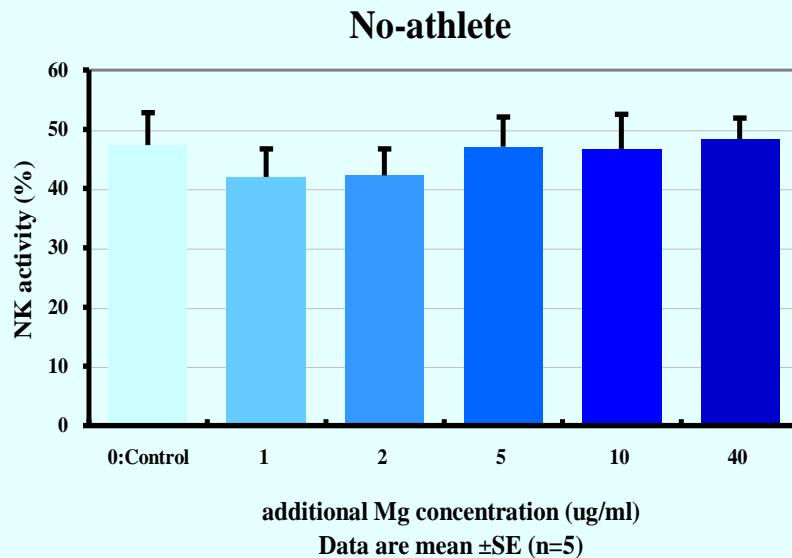
groups (No. of subjects)	non-athletes (n=19)	athletes (n=33)
NK cell activity(%) (E/T ratio; 40:1)	43.1±4.3	33.8±2.0*

Data are mean±SE *significant difference(p<0.05)

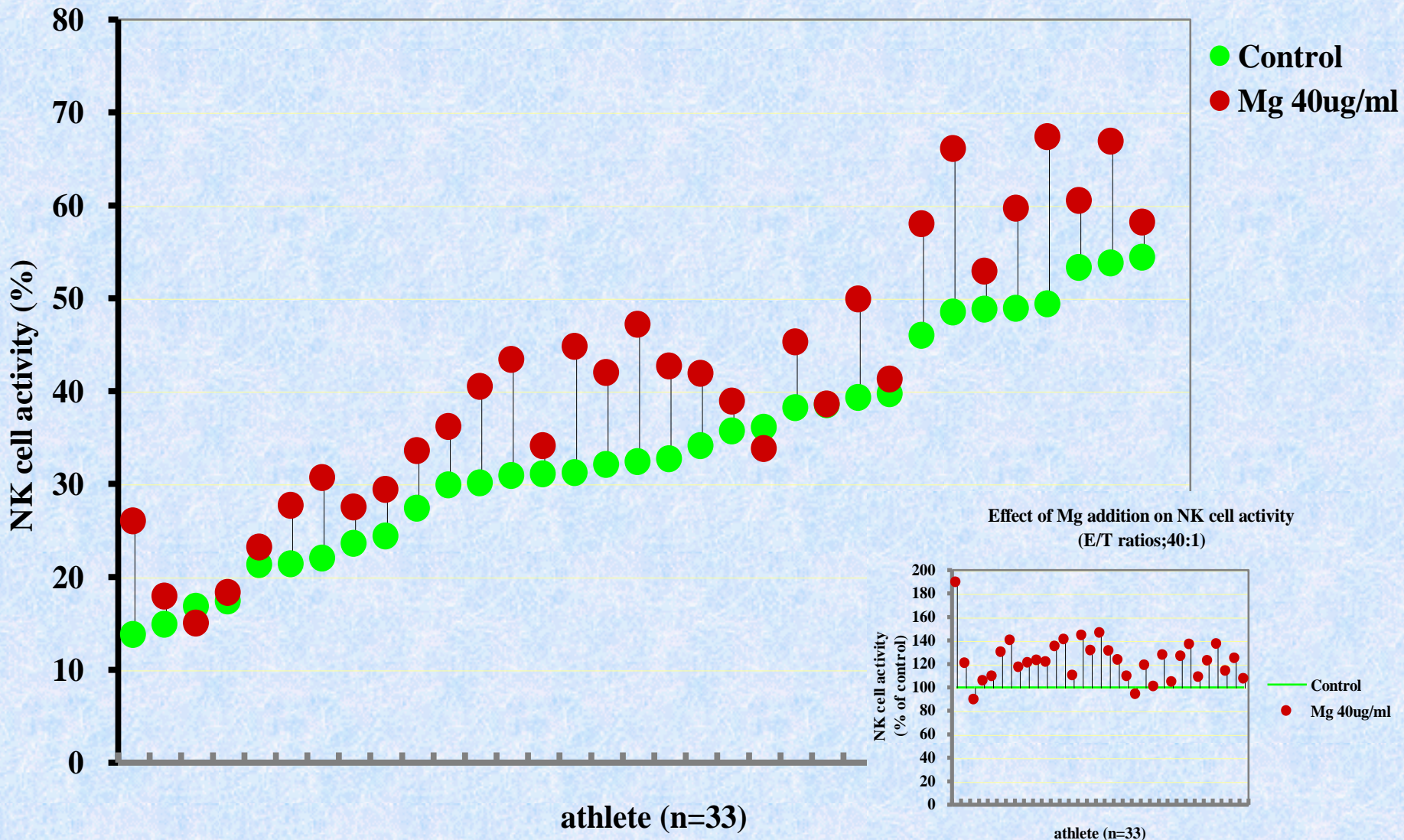
Effect of Mg addition on NK cell activity (E/T ratios:40:1) in vitro

additional Mg concentration		0:control	1 μ g/ml	2 μ g/ml	5 μ g/ml	10 μ g/ml	40 μ g/ml
NK cell activity (%)	No-athletes (n=5)	47.3 \pm 5.5	41.9 \pm 4.7	42.2 \pm 4.5	47.0 \pm 5.0	46.7 \pm 5.9	48.3 \pm 3.6
	Athletes (n=33)	33.8 \pm 2.0	36.0 \pm 2.4	35.9 \pm 2.5	36.0 \pm 2.3	37.3 \pm 2.5	41.1 \pm 2.5*

*significantly different from the control group (p<0.05)



Effect of Mg addition on NK cell activity (E/T ratios;40:1)



A world map is centered on the page, rendered in a light blue color. The background of the entire image is a darker blue with a fine halftone dot pattern. The map shows the outlines of the continents: North America, South America, Europe, Africa, Asia, and Australia.

海水から精製した飲料水

MINERAL CONTENTS IN DRINKING WATER

(mg/L)	Mg	Ca	P	Na
(1) Control (distilled water)	<1	<1	<1	<1
(2) Mg 200	200	71	69	74
(3) Mg 600	600	213	207	222
(4) Mg 1000	1000	355	345	370

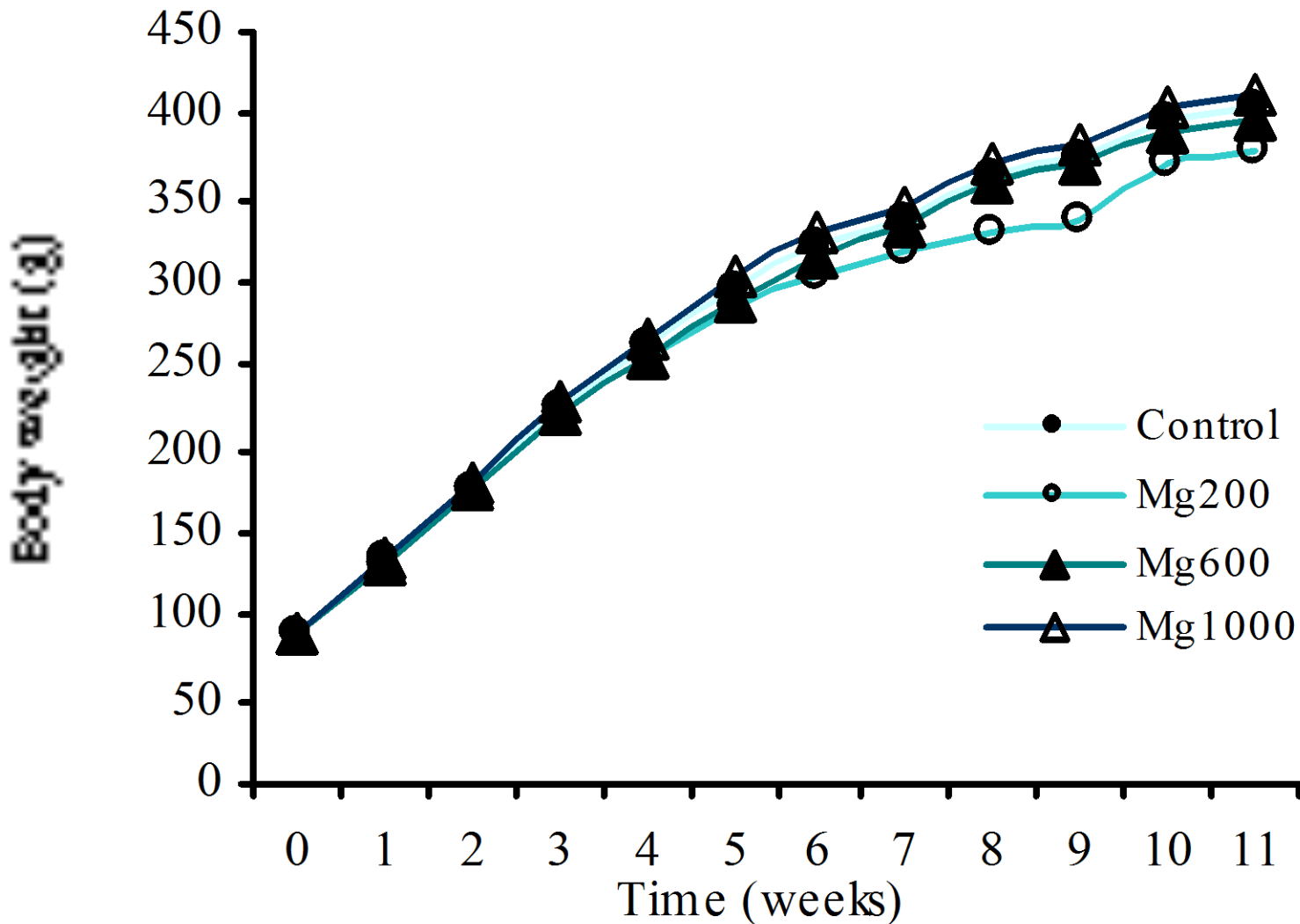


Fig.2. Effect of high Mg water intake on growth of rats.

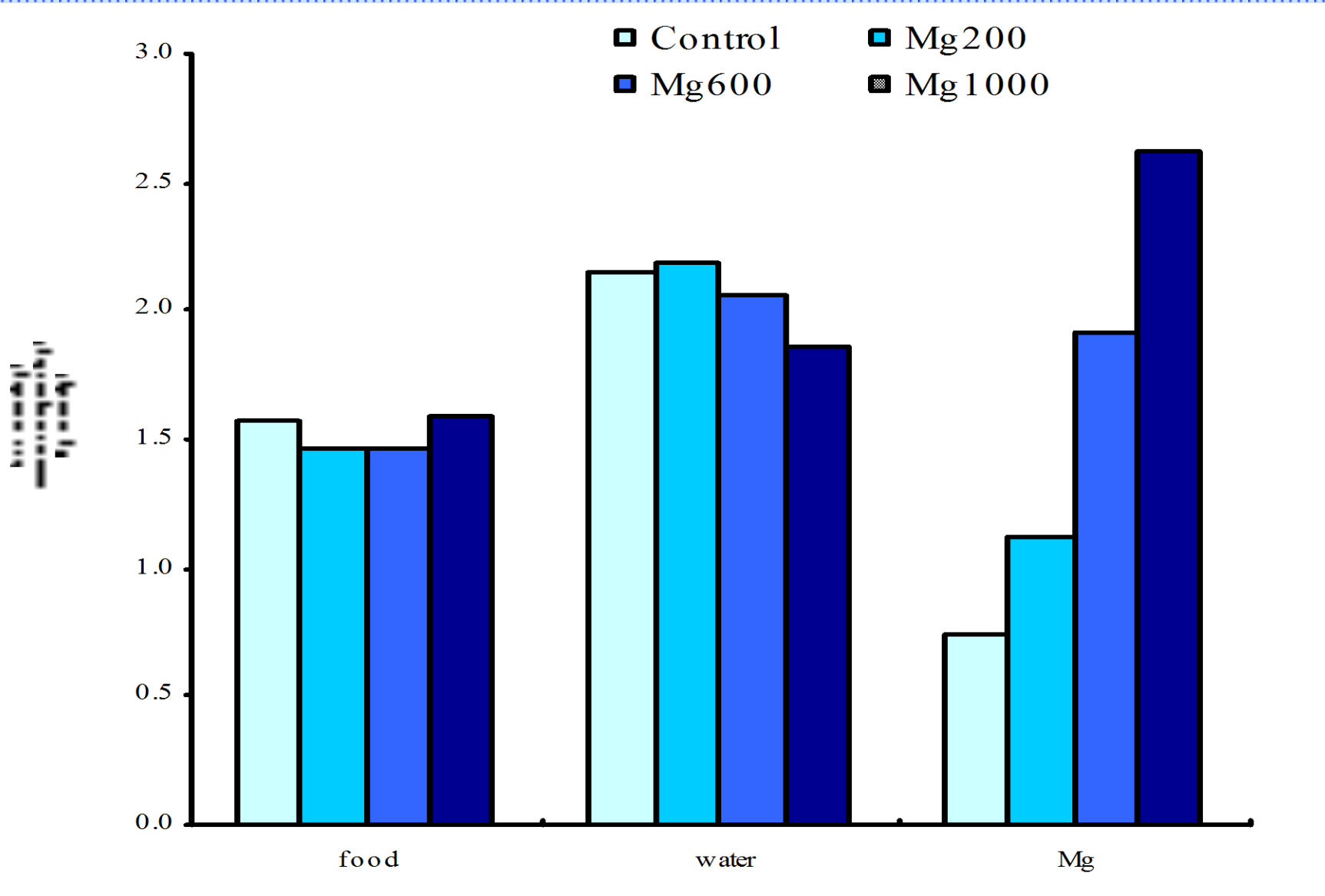


Fig.1. Total food intake, total water consumption and total Mg intake in 3-month experimental period

Data are mean \pm SE (n=8-10)

Effect of hard water administration on hematological test

control (D.W.) Hardness1000 Hardness3000 Hardness5000

WBC	(10000/ul)	6.8 ± 0.5	7.3 ± 0.7	7.6 ± 0.6	6.2 ± 0.7
RBC	(100000/ul)	774 ± 10	790 ± 12	787 ± 10	804 ± 14
Hgb	(g/dl)	16.1 ± 0.2	16.3 ± 0.2	16.3 ± 0.3	16.8 ± 0.3
Hct	(%)	41.5 ± 0.6	41.6 ± 0.6	41.9 ± 0.7	43.1 ± 0.7
MCV	(fl)	53.6 ± 0.4	52.6 ± 0.4	53.2 ± 0.4	53.6 ± 0.4
MCH	(pg)	20.8 ± 0.1	20.6 ± 0.2	20.7 ± 0.1	20.9 ± 0.1
MCHC	(%)	38.9 ± 0.1	39.2 ± 0.2	39.0 ± 0.1	39.1 ± 0.2
PLT	(100000/ul)	54.3 ± 1.9	56.8 ± 3.2	45.1 ± 3.1	45.5 ± 3.4
MPV	(fl)	6.6 ± 0.2	6.8 ± 0.2	6.9 ± 0.1	7.0 ± 0.1

Data are mean ± SE (n=8~10)

Effect of hard water administration on plasma biochemical test

		control (D.W.)	Hardness1000	Hardness3000	Hardness5000
TP	(g/d)	5.9 \square 0.1	5.9 \square 0.2	5.6 \square 0.1	5.7 \square 0.1
ALB	(g/d)	3.6 \square 0.1	3.6 \square 0.1	3.5 \square 0.1	3.5 \square 0.1
A/G		1.06 \square 0.04	1.55 \square 0.04	1.6 \square 0.05	1.57 \square 0.03
GOT	(IU/L)	102 \square 10	111 \square 20	84 \square 6	110 \square 27
GPT	(IU/L)	33 \square 2	33 \square 4	28 \square 3	43 \square 15
ALP	(IU/L)	335 \square 7	322 \square 15	324 \square 16	289 \square 14
LAP	(IU/L)	46 \square 1	46 \square 1	43 \square 1	43 \square 1
CHE	(IU/ml)	0.07 \square 0.01	0.07 \square 0.01	0.07 \square 0.01	0.07 \square 0
LDH	(IU/L)	1125 \square 75	737 \square 88	511 \square 56	764 \square 58
CPK	(IU/L)	317 \square 82	664 \square 90	435 \square 91	341 \square 38
AMY	(IU/L)	1406 \square 66	1476 \square 82	1376 \square 61	1483 \square 72
T-CHO	(mg/dl)	72 \square 3	71 \square 5	59 \square 2*	62 \square 8*
HDL-CHO	(mg/dl)	56 \square 2	57 \square 4	51 \square 1	52 \square 1
TG	(mg/dl)	29 \square 2	30 \square 3	24 \square 3	31 \square 2
PL	(mg/dl)	106 \square 5	112 \square 10	94 \square 3	101 \square 4
NEFA	(mEq/L)	0.59 \square 0.04	0.5 \square 0.06	0.44 \square 0.04	0.55 \square 0.03
UA	(mg/dl)	2.9 \square 0.3	2 \square 0.4	1.9 \square 0.3	1.2 \square 0.1
UN	(mg/dl)	13.7 \square 0.4	13.8 \square 0.3	13.4 \square 1.1	11.1 \square 0.7
CRE	(mg/dl)	0.61 \square 0.03	0.61 \square 0.02	0.62 \square 0.07	0.61 \square 0.02
Fe	(ug/dl)	129 \square 11	124 \square 9	124 \square 7	121 \square 6
TIBC	(ug/dl)	437 \square 18	453 \square 18	449 \square 13	458 \square 22

Data are mean \pm SE (n=8~10)

* :significantly different from control(p<0.05)

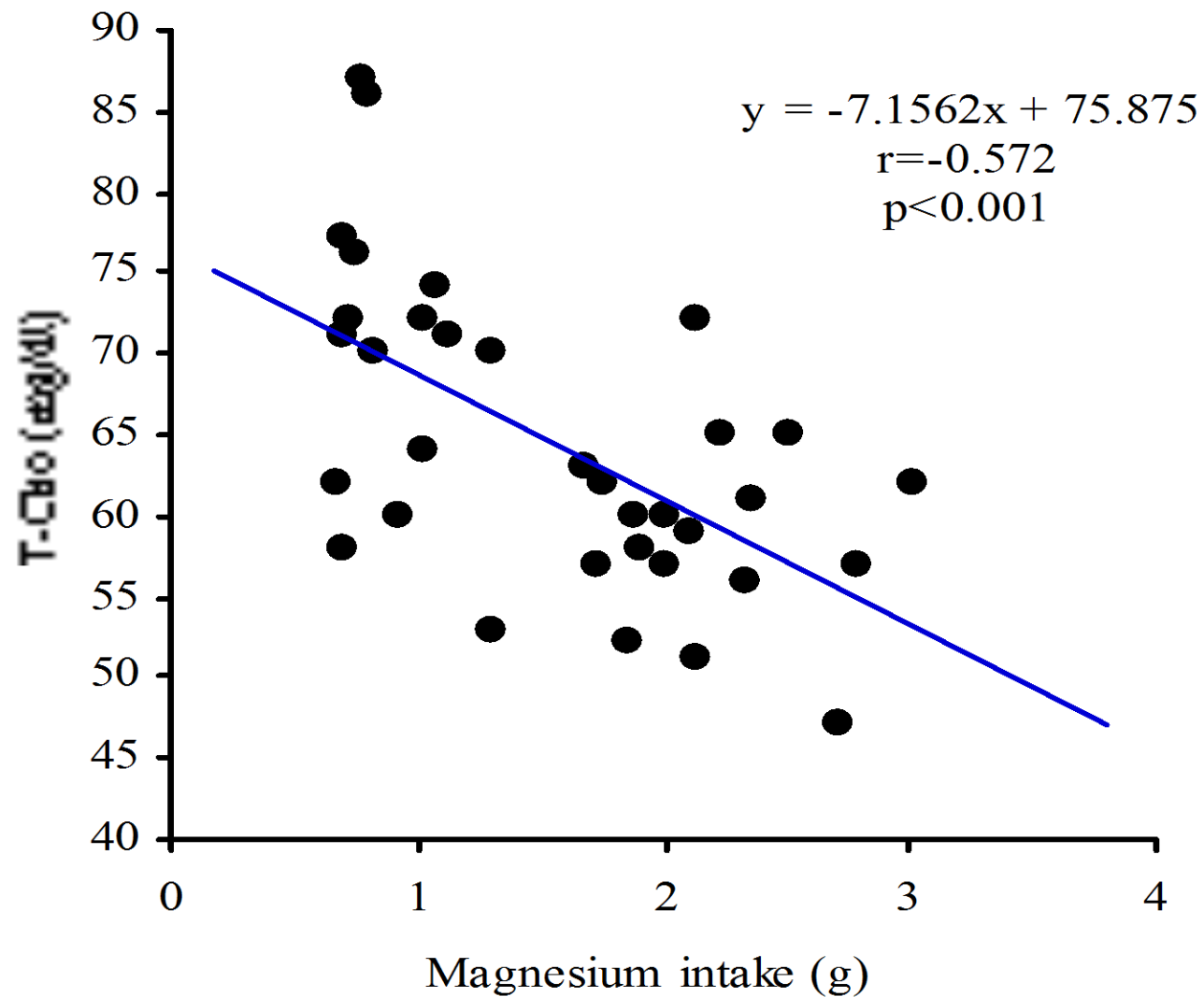


Fig.3. Correlation diagram between total magnesium intake and total cholesterol concentraton (T-Cho) in rat plasma

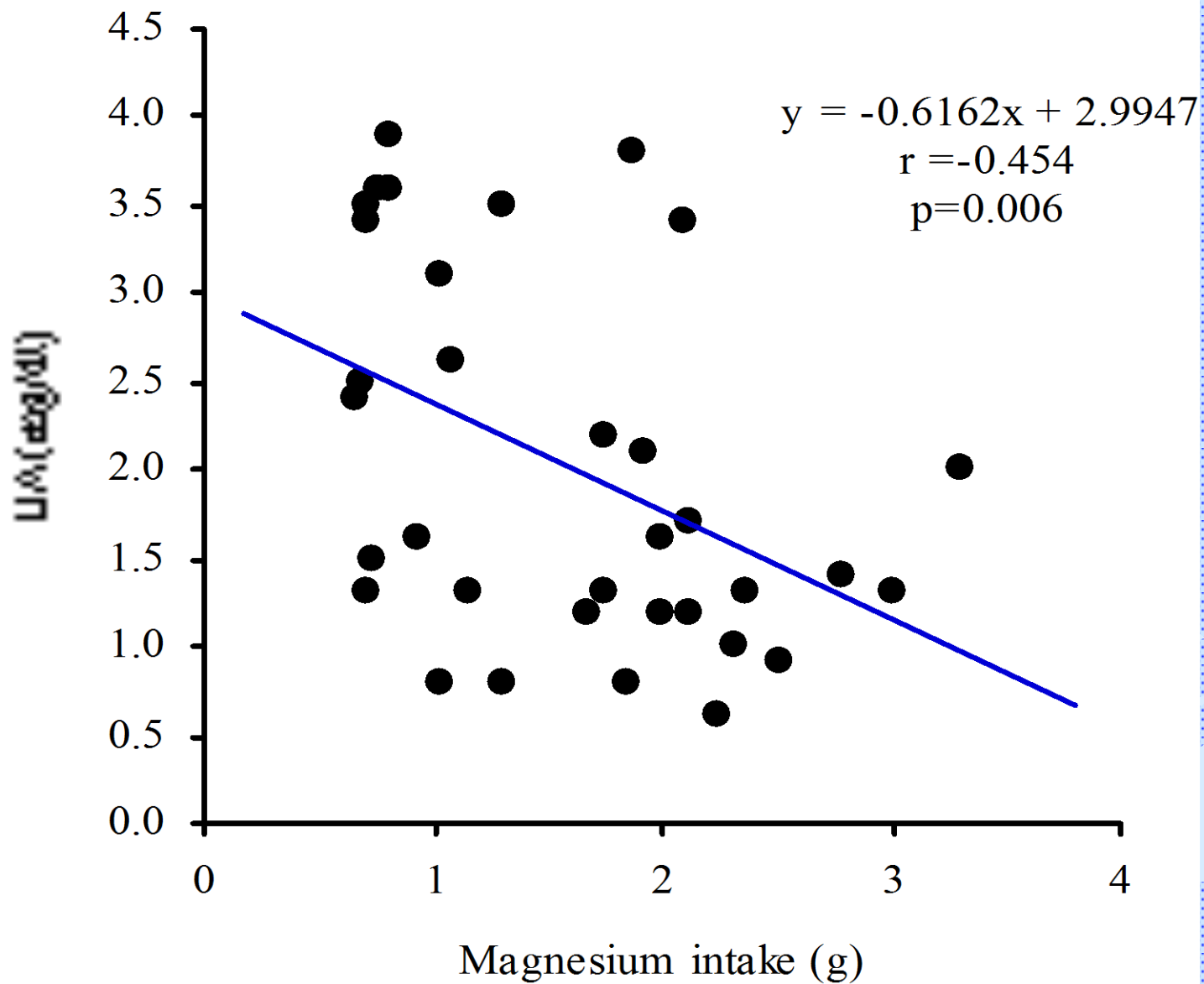


Fig.4. Correlation diagram between total magnesium intake and uric acid (UA) in rat plasma

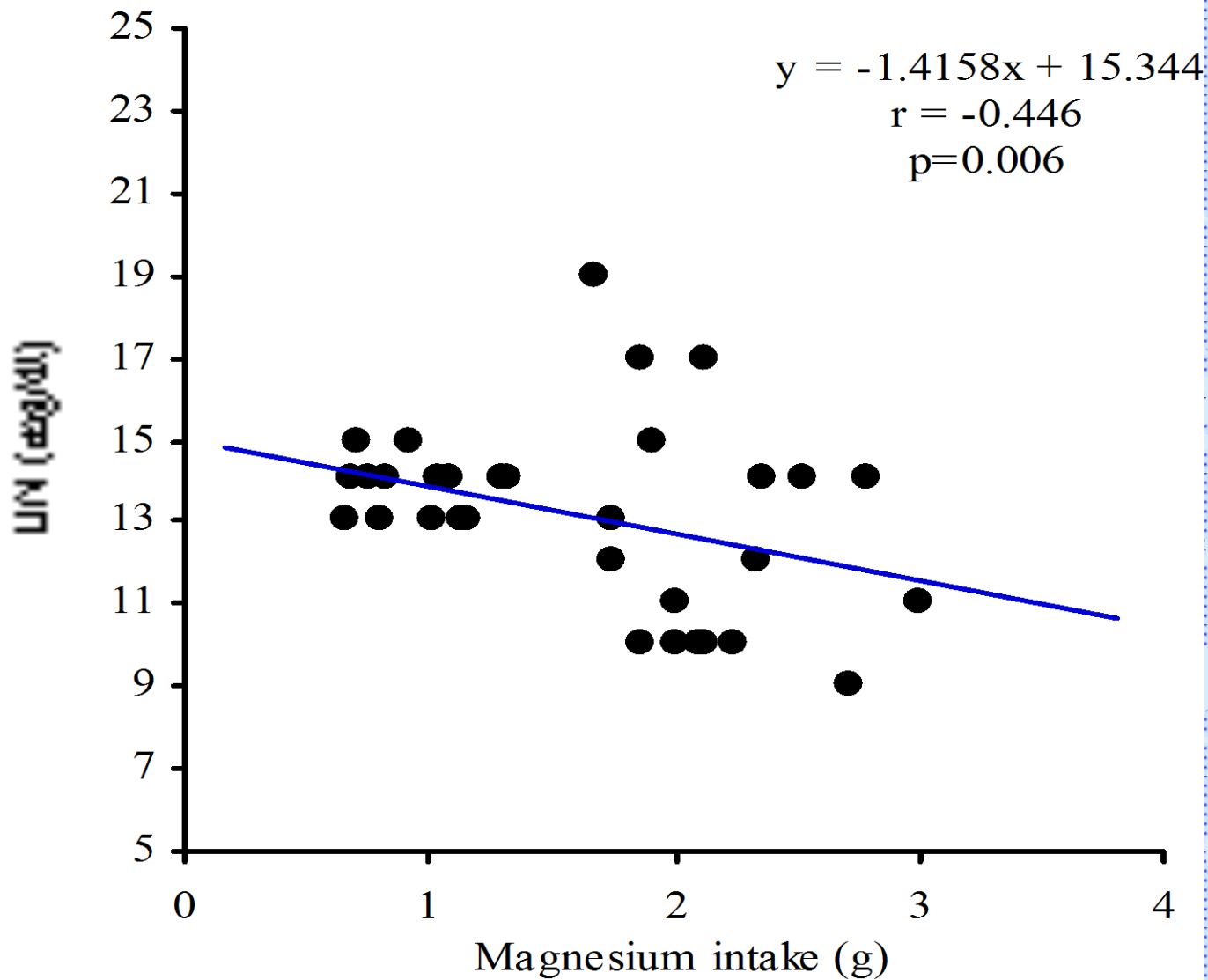
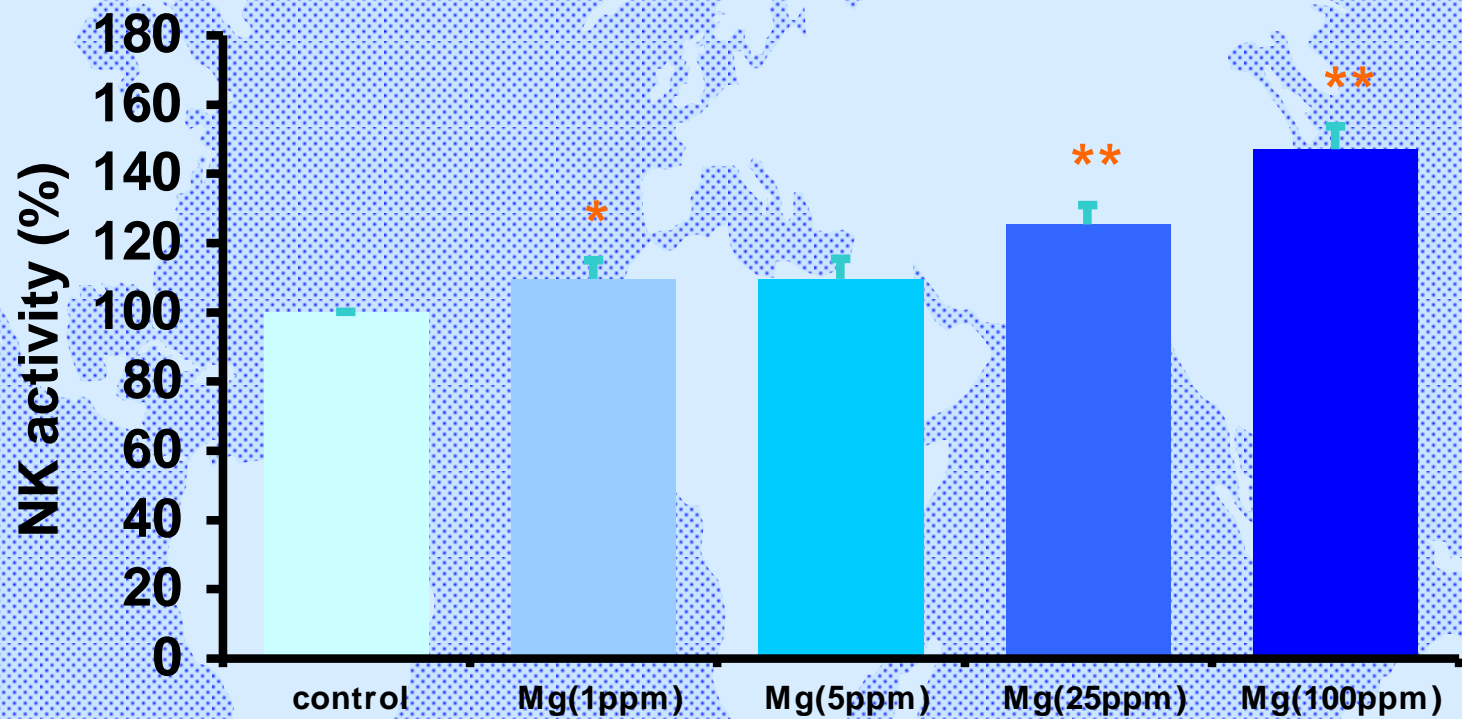


Fig.5. Correlation diagram between total magnesium intake and urea nitrogen (UN) in rat plasma

海水より作成した飲料水によるNK活性への効果



今後の課題

宇宙の中の小さな小さな惑星にほんの一時宿らせても
らっている生き物として大きな自然に感謝

青い水の惑星地球に生を与えてくれた素晴らしい
生物の羊水「海」にどっぷり浸かってみよう

その最高の資源海水によるスタートしたばかりの
植物栽培への海水利用研究の実現



ご清聴有り難うございました

**ご一緒いただきました若い共同研究者諸氏に
改めて、心より感謝の意を表します**

マンガン欠乏ラットの作成

● マグネシウム(Mg)欠乏由来のMn欠乏ラットの作成

Mg欠乏飼料飼育(1-3weeks)若齢ラット

体重低下、組織中Mn濃度低下、肝臓中pyruvate carboxylase活性低下

● 2世代のMn欠乏飼料による飼育→Mn欠乏の作成

) Mn欠乏飼料で飼育してもMn欠乏の症状は容易には現れない

2世代Mn欠乏飼料飼育下10週齢ラット

体重約1/2に低下：平均体重 対照群 353g、Mn欠乏群 190g

外観：脱毛、眼色(赤色)淡い、眼鼻口まわりが褐色化、頭部傾斜、歩行異常

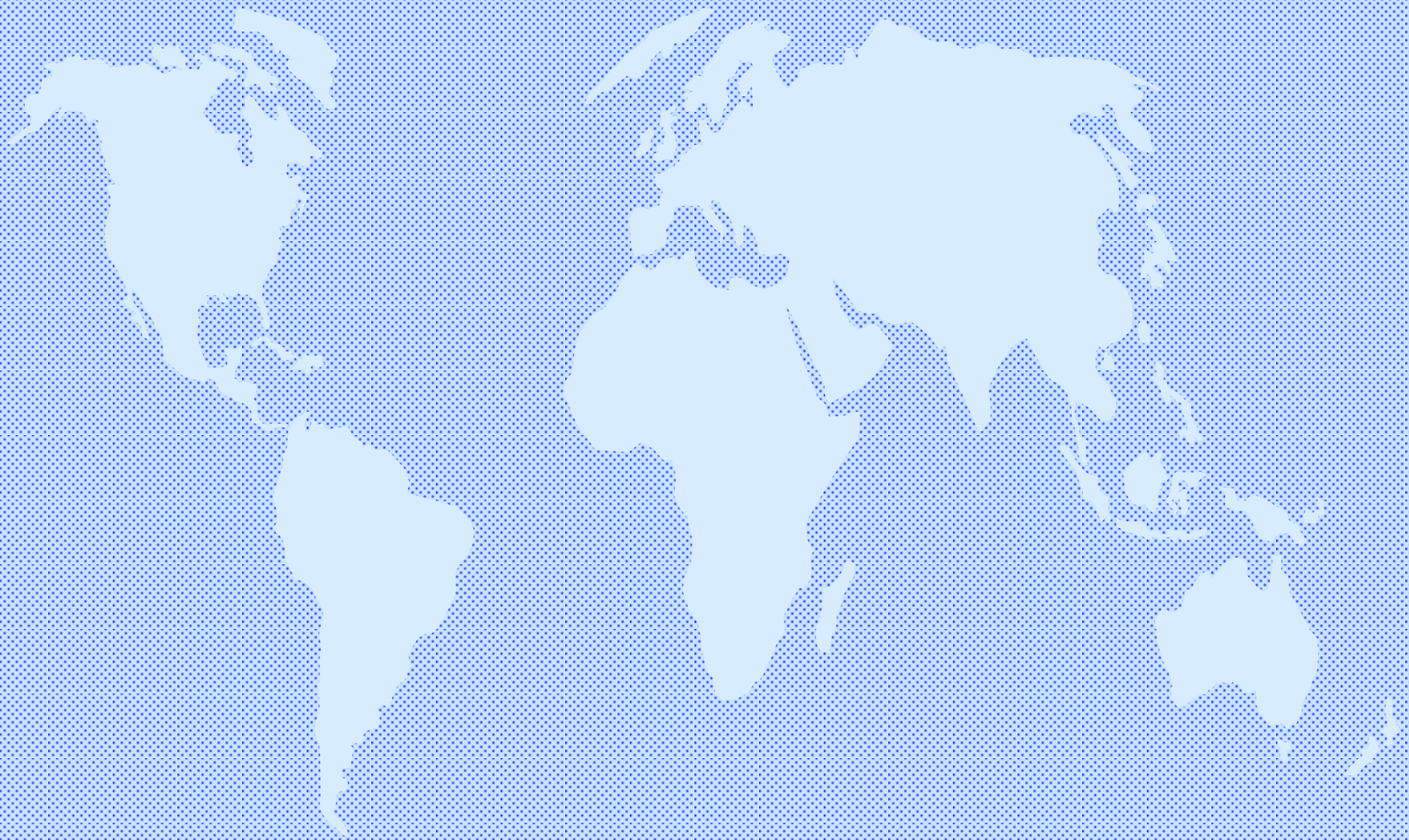
Mn濃度：組織中は低下、血漿・血液中は変化なし

血漿生化学検査値：T-Bil, IP, NEFA, TG, PL低下、BUN, GOT, GPT上昇

骨格の異常 発育不全 運動失調

立ち上がり回数や運動量の低下傾向 (オープンフィールド法やアニメックス法)

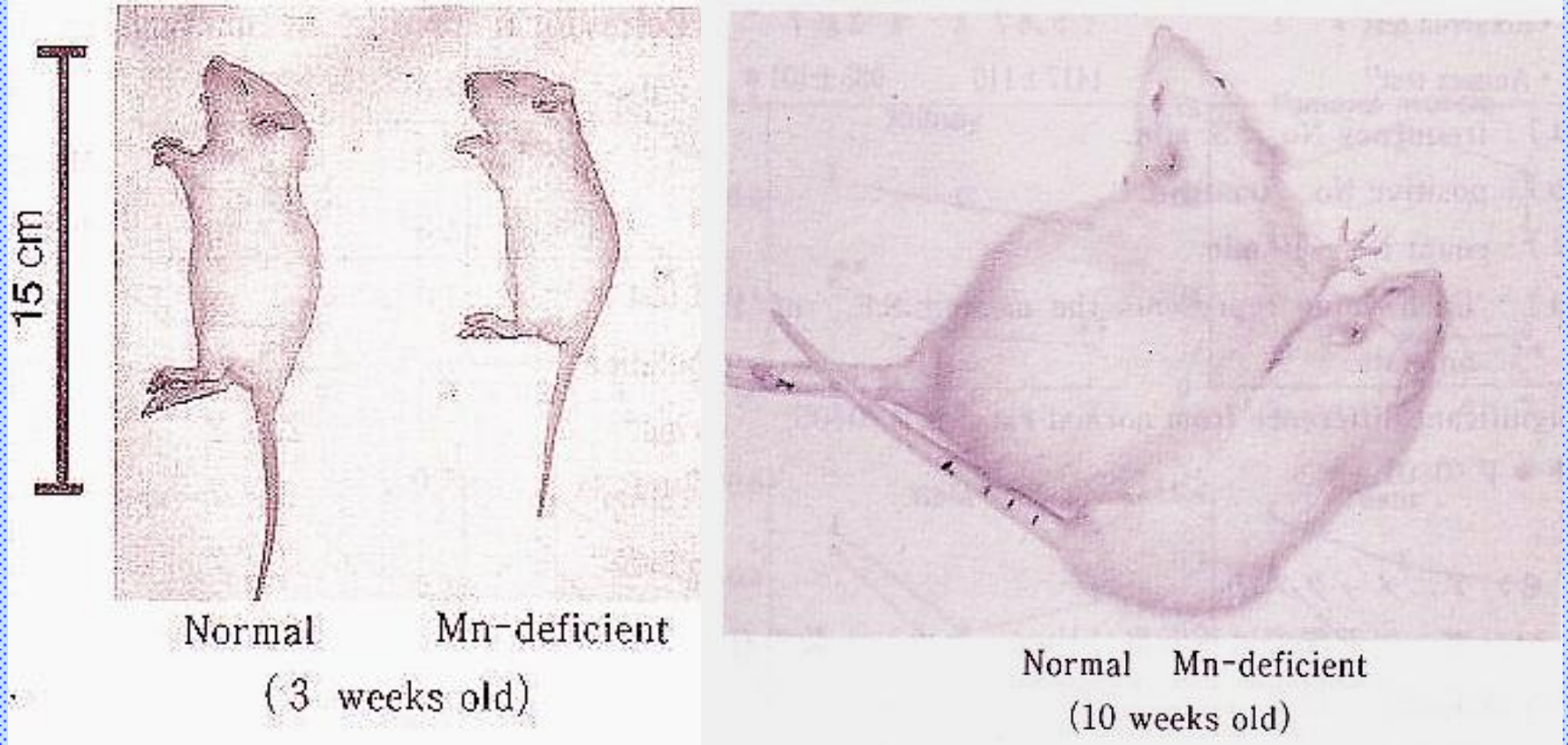
運動能の低下 (懸垂法、ロータロッド法)





**マグネシウム欠乏は
マンガン欠乏を招く**

2世代マンガン欠乏ラット



マンガン欠乏と他ミネラルの相互作用

Mg

in vitroでの実験ではMnと類似、MnはMgの代替的役割

Mg欠乏によるMn欠乏：

組織中Mn濃度およびpyruvate carboxylase活性の低下

Fe

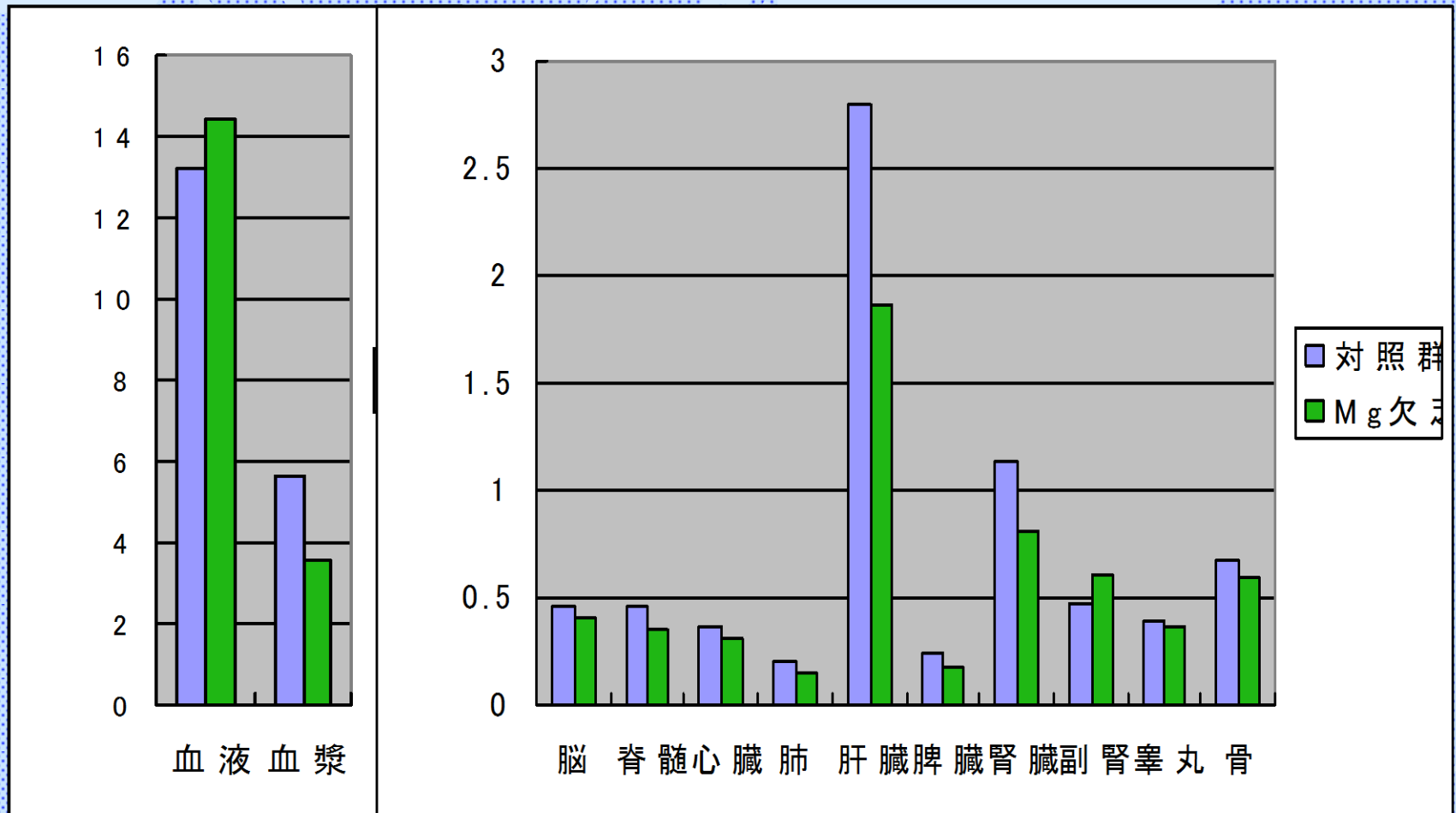
MnとFeは共通したレセプターを有するなど類似性質

Feの多量摂取→Mnの吸収が阻害

血漿Mn濃度、リンパ球Mn-SOD活性の低下

Mn欠乏→組織中Fe濃度の低下、貧血を招く

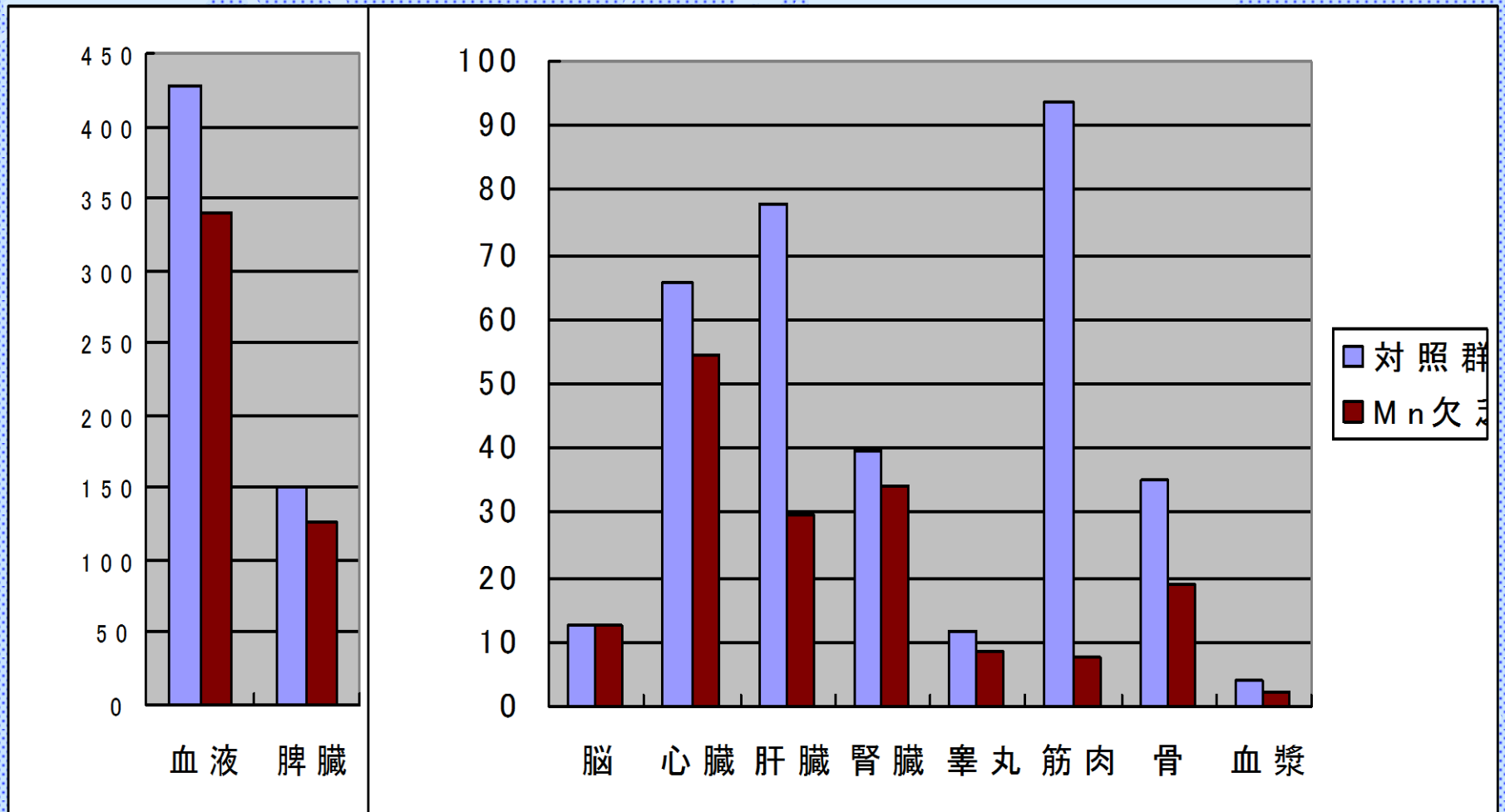
マグネシウム欠乏ラット組織中 マンガン濃度



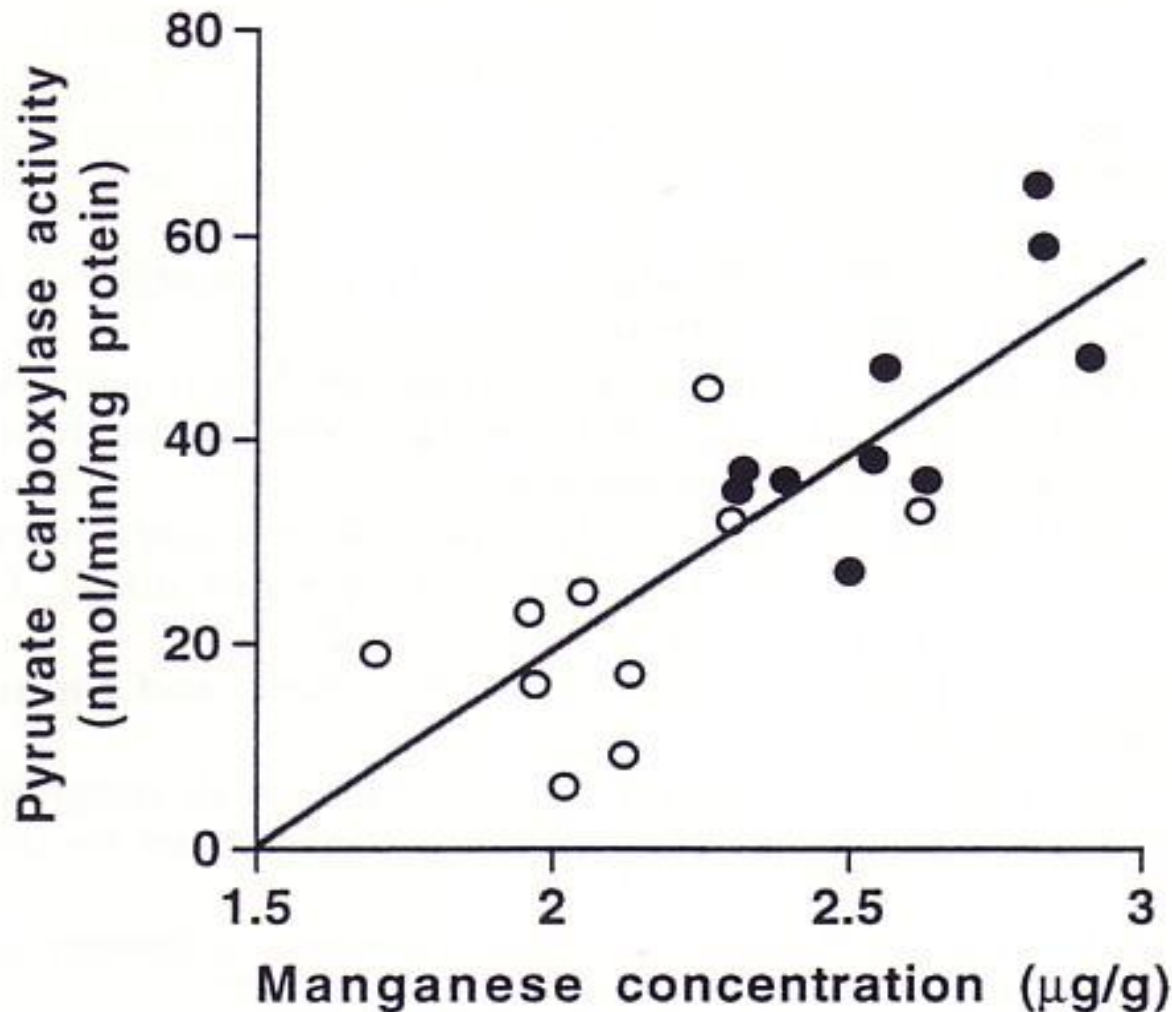
マグネシウム欠乏ラットにおける 各種組織中マンガン濃度($\mu\text{g/g}$)

	対 照 群	M g 欠 乏
脳	0.46	0.4*
脊 髄	0.46	0.35**
心 臓	0.36	0.31*
肺	0.2	0.15*
肝 臓	2.8	1.87*
脾 臓	0.24	0.18*
腎 臓	1.14	0.81**
副 腎	0.47	0.61**
辜 丸	0.39	0.36
骨	0.68	0.6**
血 液(ng/g)	13.2	14.4
血 漿(ng/g)	5.64	3.58*

マンガン欠乏ラットの血液と各組織中铁濃度



肝臓中マンガン濃度と *pyruvate carboxylase* 活性 の相関関係 (○: Mg 欠乏群, ●: 対照群)



マンガン過剰症とその評価

- Mn欠乏飼料による2世代飼育によるMn欠乏動物の作成
- 脳組織中へのMn蓄積をMn栄養評価指標の検討
- 血漿、血液、リンパ球、尿など検査用検体としてヒトでも収集しやすい試料と脳をはじめとする種々の組織中Mn濃度を測定した
- これら試料中Mn濃度相互間の相関を検討した
- **リンパ球中Mn濃度が脳組織中Mn濃度と強い相関**

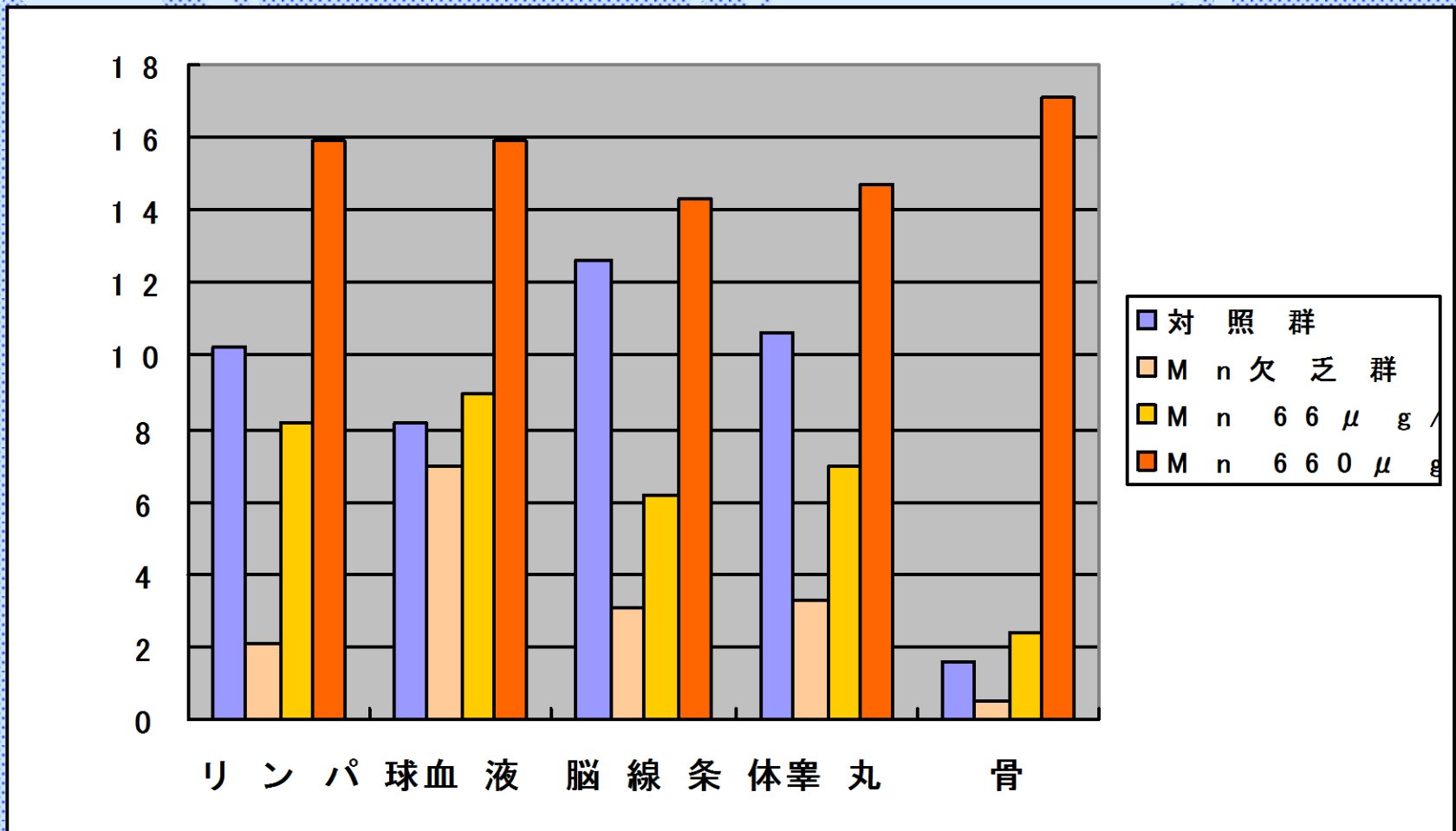
A light blue world map is centered in the background of the slide. The map shows the outlines of the continents in a slightly darker shade of blue. The overall background has a fine, dotted pattern.

高カロリー輸液製剤の開発と問題点

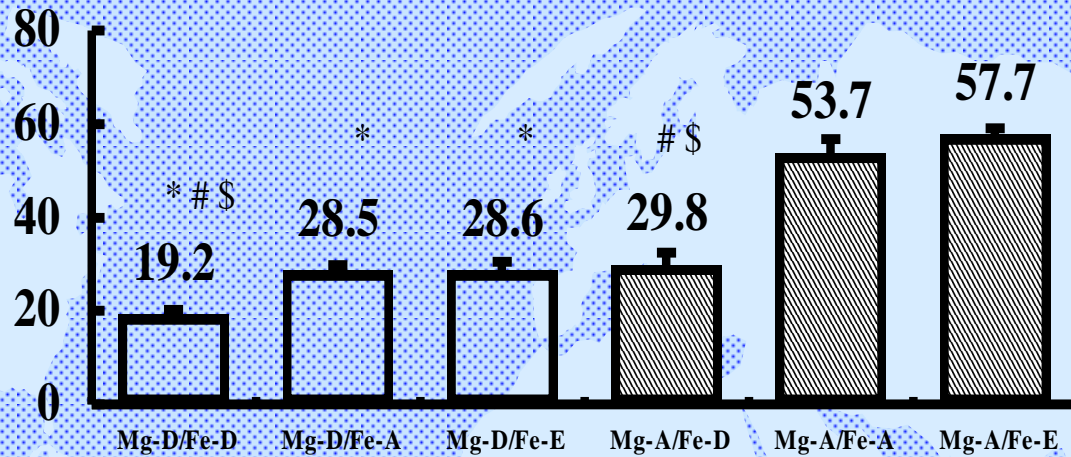
À@çÇÉJÉçÉäÅ|óAâtêªç«èàïPaíóó

		TE-5ÁiÉ}ÈiÉKÉi 1É molÁj	TE-4
êªÅ@ïi	êªÅ@ïi	ÉGÉäÉÁÉiÉ~ÉbÉNçÁiñ°ÇãÉfÉtÉ@ÉäÉ}Áj É~ÉiÉÉäÉäÉñçÁiñYñ{ªñÚ/èicÁj	ÉGÉäÉÁÉCÉgicÁiñ°CãÉfÉtÉ@ÉäÉ}Áj ÉpÉäÉ~ÉäÉñçÁiñYñ{ªñÚ/èicÁj É~ÉiÉÉäÉbÉN-4icÁiñHéRªñÚÁj
êªÅ@ïi™	äëf	1ä«Áiäëfó /2mLÁjiÜ	1ä«Áiäëfó /2mLÁjiÜ
ãñªªéÈiÒiS	iSÁiFeÁj	1É mol	1É mol
ãñªªÉ}ÉiÉKÉi	É}ÉiÉKÉiÁiMnÁj	60É mol	-
óªªäüâi	äüâiÁiZnÁj	5É mol	5É mol
óªªi•	iÁiCuÁj	1É mol	1É mol
ÉäÉÉÉªªÉJÉäÉÉÉÄ	ÉäÉÉÉfÁiIÁj	35É mol	35É mol

マンガン欠乏ラットへのマンガン投与(経静脈)の 組織中マンガン濃度への影響(*リンパ球:ng/10⁹ cells, 血液:ng/g)

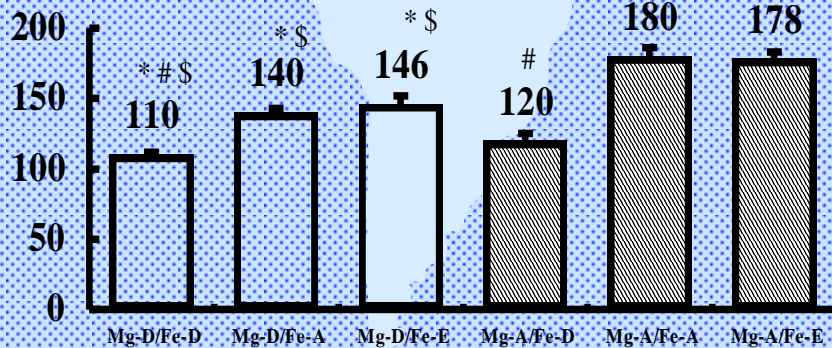


Body weight gain



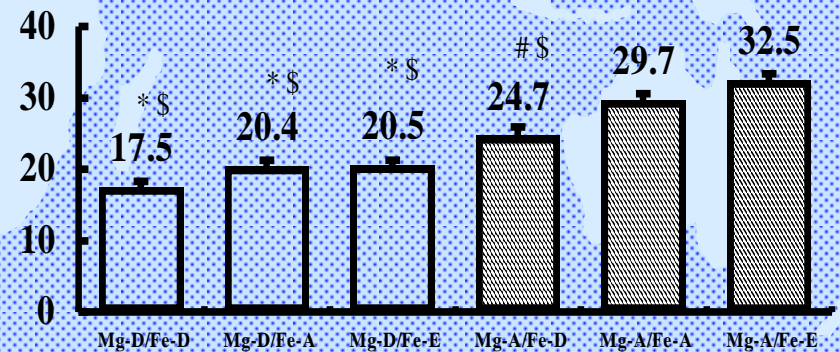
Data are mean+SEM (n=7~9)

Food intake



Data are mean+SEM (n=7~9)

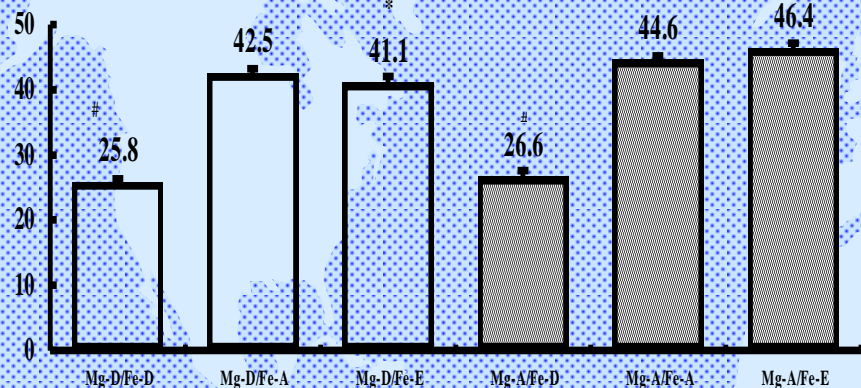
Food efficiency



Data are mean+SEM (n=7~9)

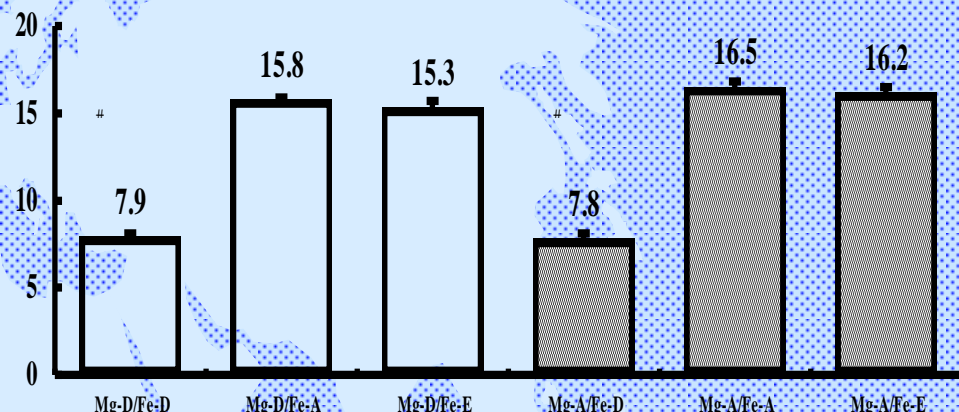
Hematological Parameters of Blood of Rats

Ht



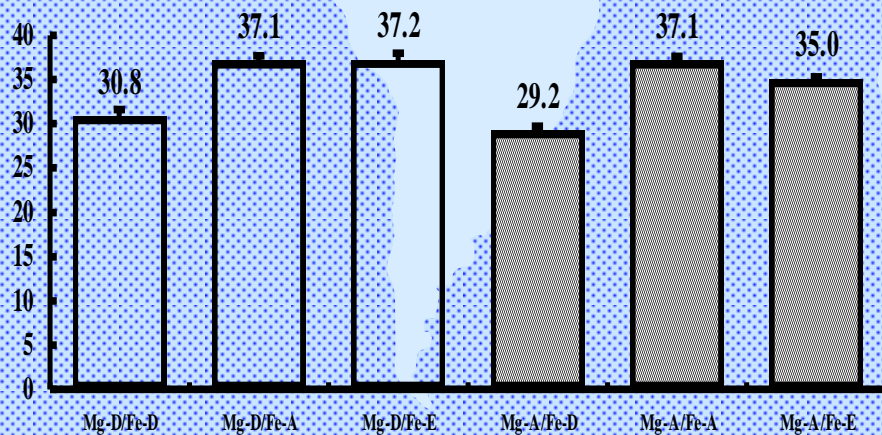
Data are mean+SEM (n=7~9)

Hgb



Data are mean+SE (n=7~9)

MCHC

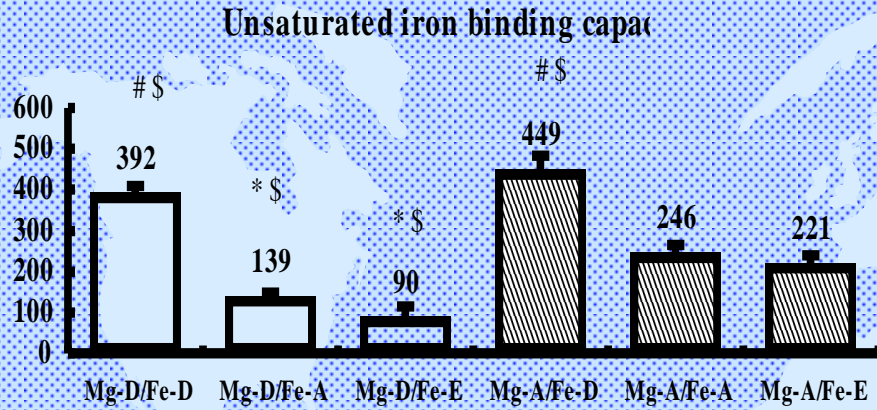


Data are mean+SEM (n=7~9)

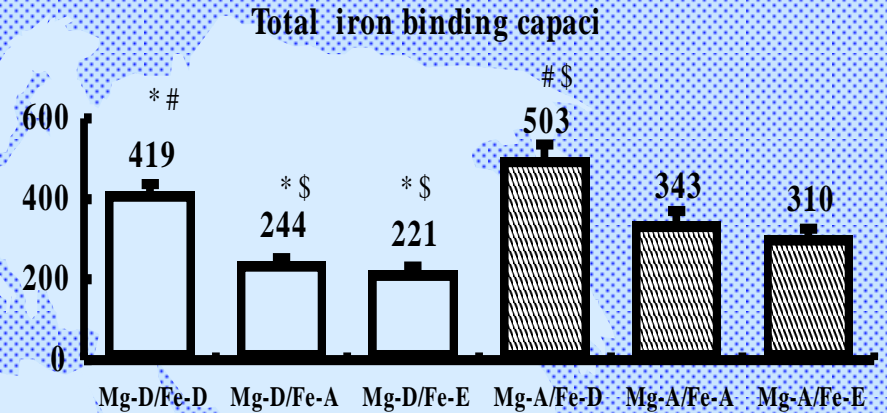
Analysis of Variance -P Values

	Ht	Hgb	MCHC
Mg effect	0.001	0.017	0.010
Fe effect	0.001	0.001	0.001
Mg × Fe	0.014	0.079	0.167

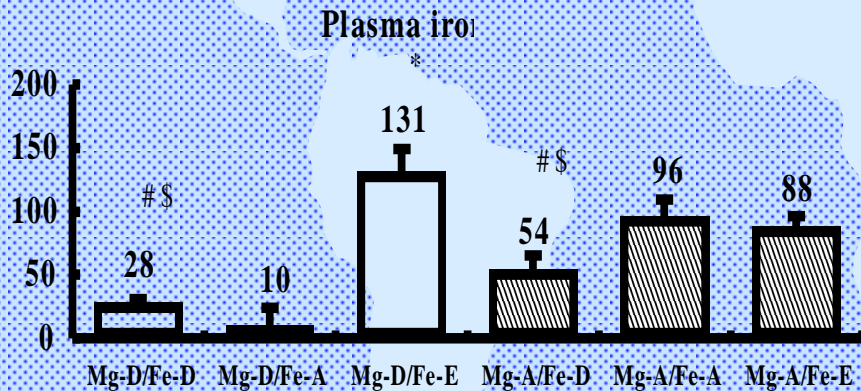
Plasma Iron Parameters of Rats



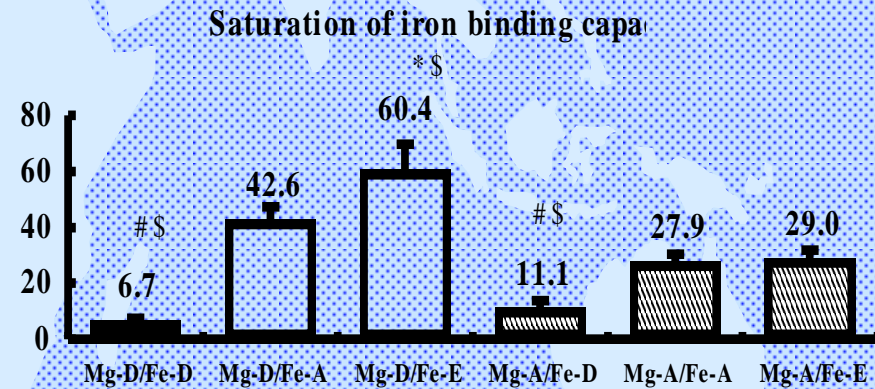
Data are mean+SEM (7~9)



Data are mean+SEM (7~9)



Data are mean+SEM (n=7~9)



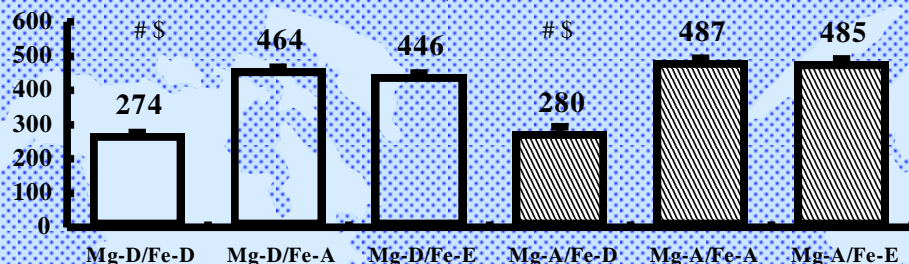
Data are mean+SEM (7~9)

Analysis of Variance -P Values

	Unsaturated iron binding capacity	Total iron binding capacity	Plasma iron	Saturation of iron binding capacity
Mg effect	0.001	0.001	0.400	0.008
Fe effect	0.001	0.001	0.001	0.001
Mg × Fe	0.251	0.936	0.014	0.001

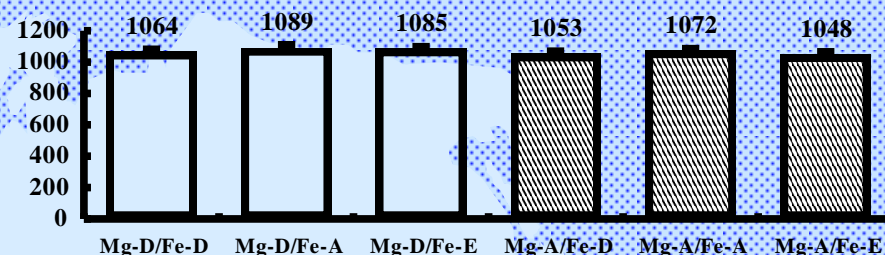
Iron Concentrations in Various Tissues of Rats-1

Iron concentrations in Blood of rats



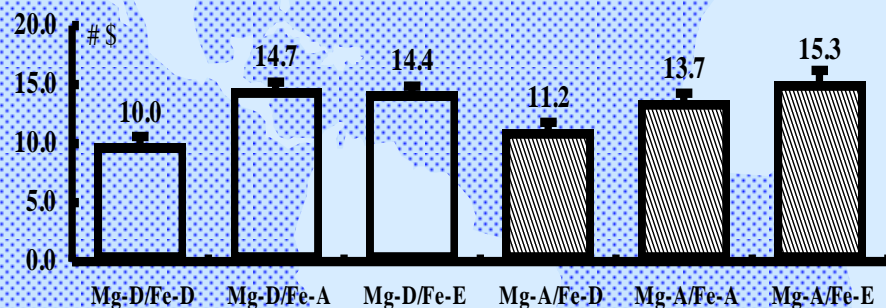
Data are mean+SEM (n=7 ~9)

Iron concentrations in Blood cells of rats



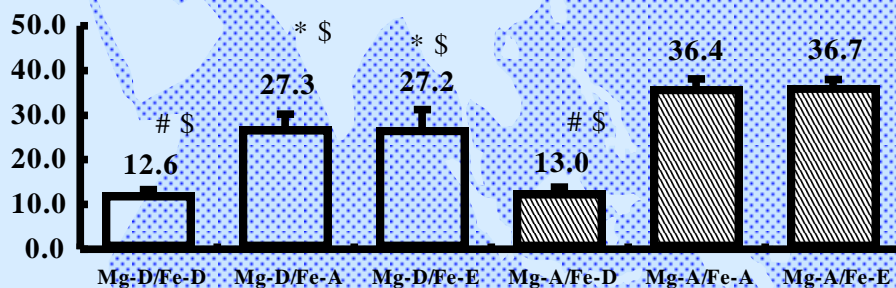
Data are mean+SEM (n=7 ~9)

Iron concentrations in Brain of rats



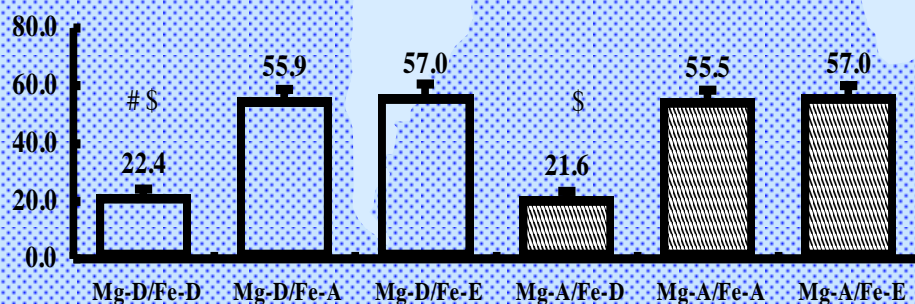
Data are mean+SEM (n=7 ~9)

Iron concentrations in Tibia of rats



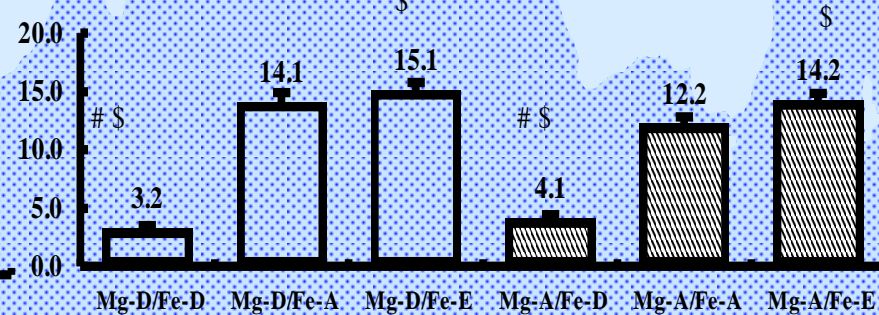
Data are mean+SEM (n=7~9)

Iron concentrations in Kidney of rats



Data are mean+SEM (n=7 ~9)

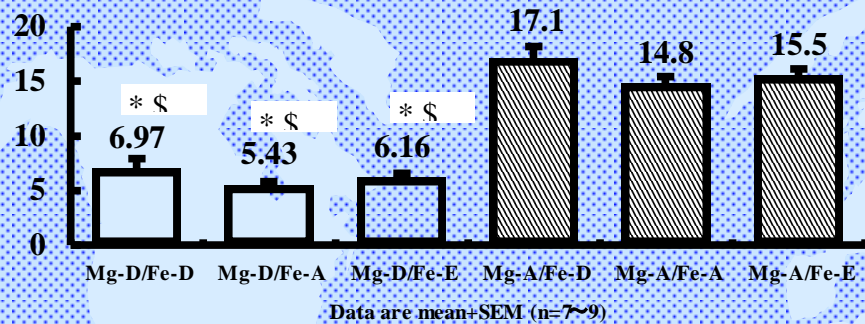
Iron concentrations in Testis of rats



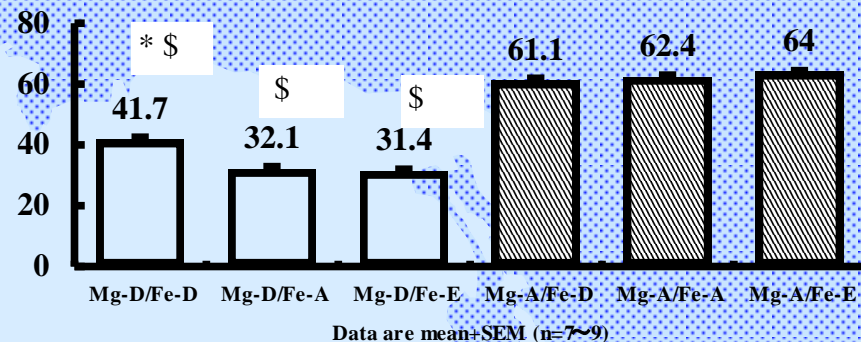
Data are mean+SEM (n=7 ~9)

Magnesium Concentrations in Various Tissues of Rats-1

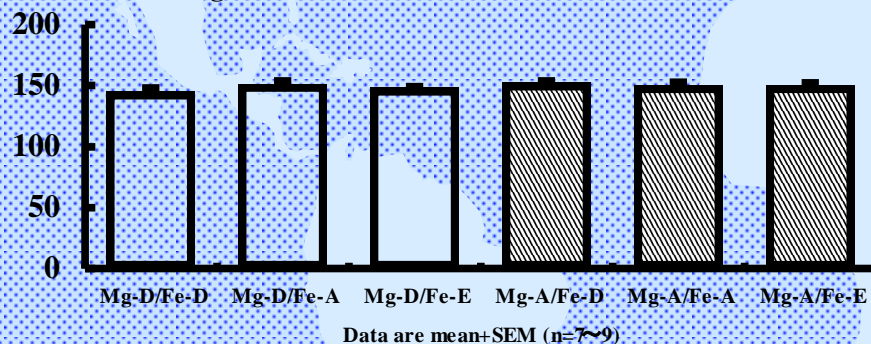
Magnesium concentrations in **Plasma** of rats



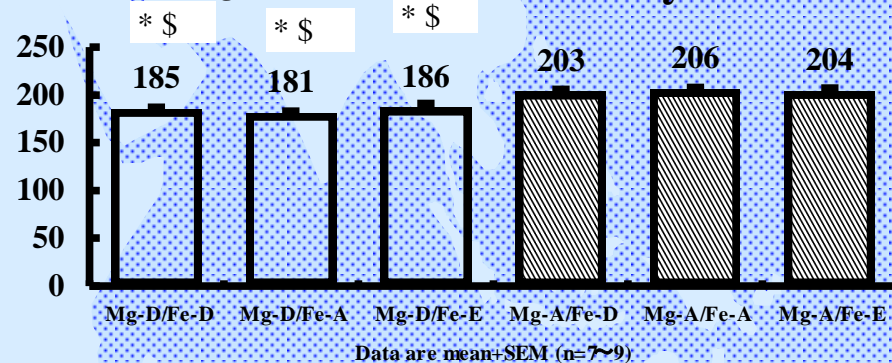
Magnesium concentrations in **Blood cells** of rats



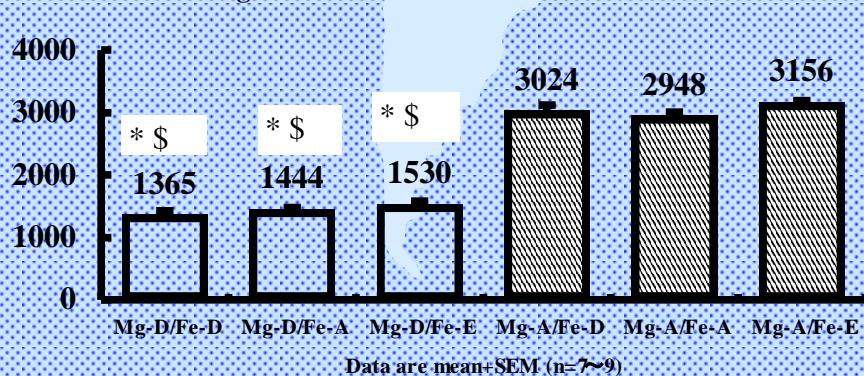
Magnesium concentrations in **Brain** of rats



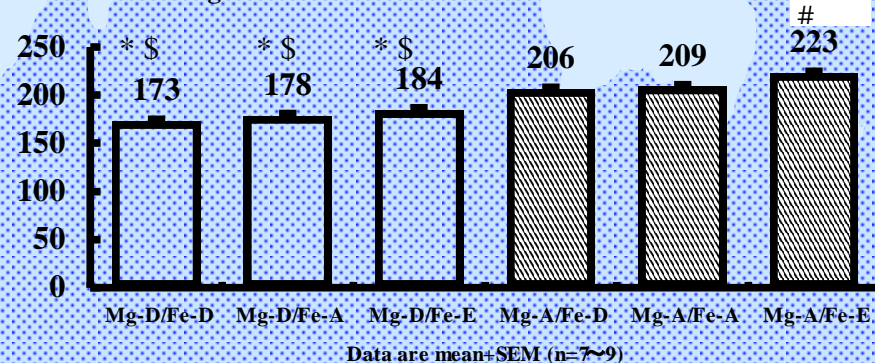
Magnesium concentrations in **Kidney** of rats



Magnesium concentrations in **Tibia** of rats

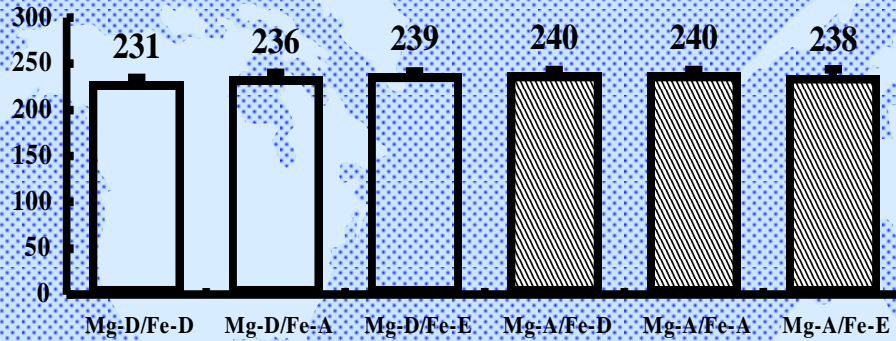


Magnesium concentrations in **Testis** of rats



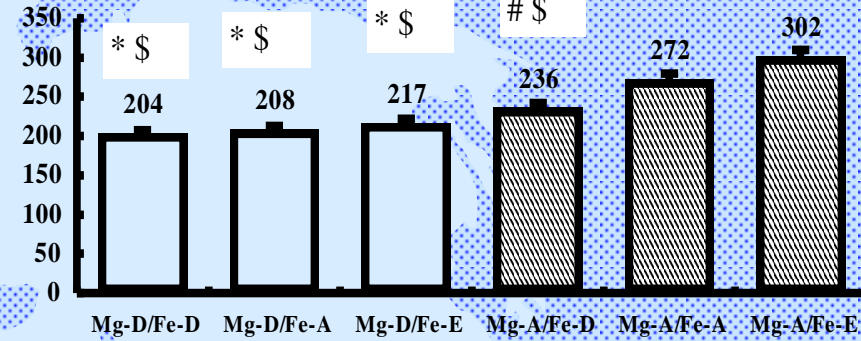
Magnesium Concentrations in Various Tissues of Rats-2

Magnesium concentrations in **Liver** of rats



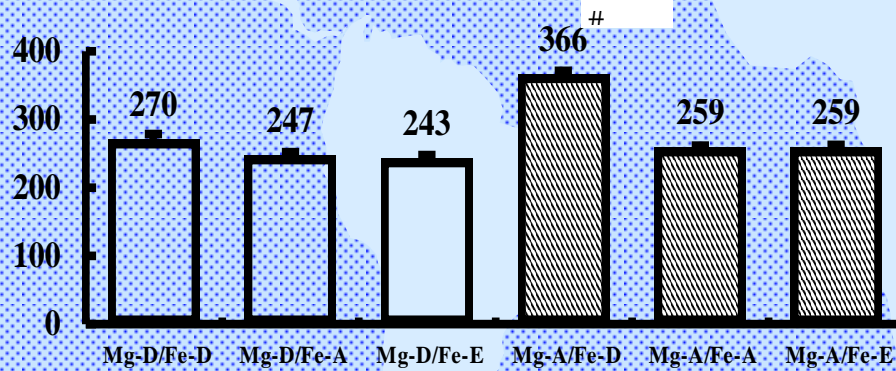
Data are mean±SEM (n=7~9)

Magnesium concentrations in **Spleen** of rats



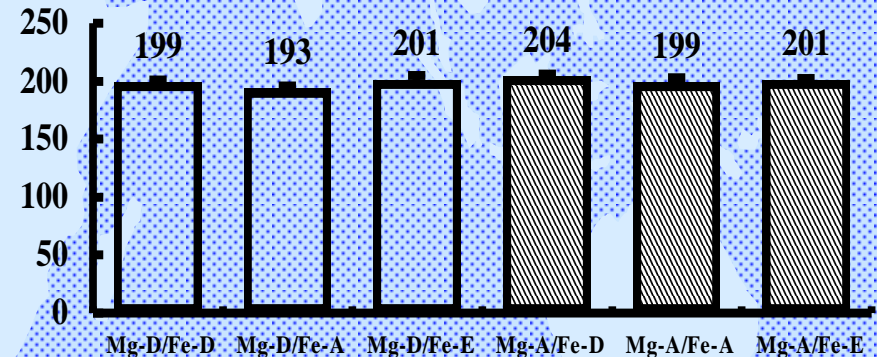
Data are mean±SEM (n=7~9)

Magnesium concentrations in **Muscle** of rats



Data are mean±SEM (n=7~9)

Magnesium concentrations in **Heart** of rats

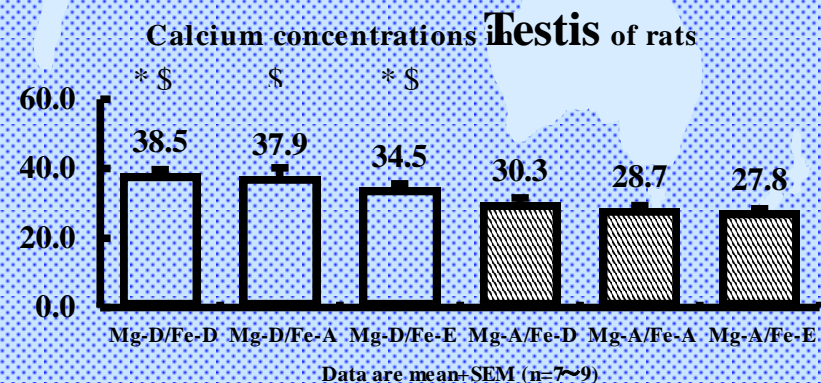
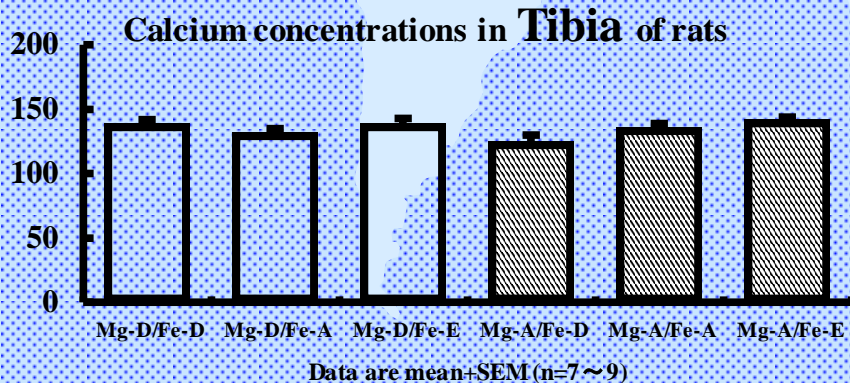
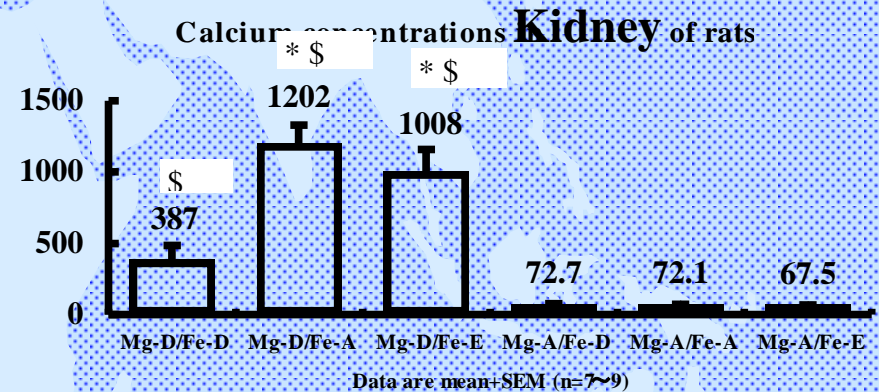
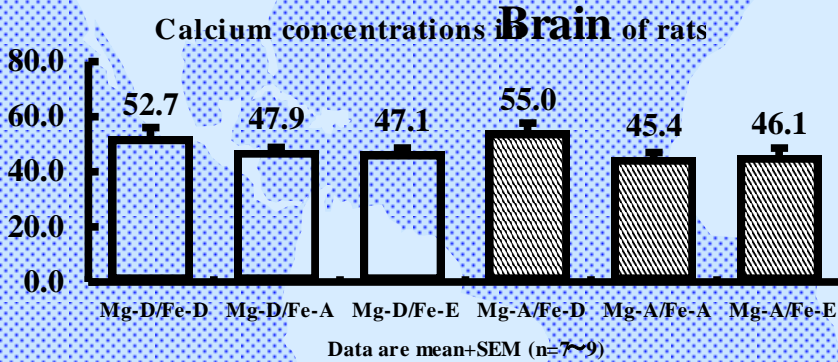
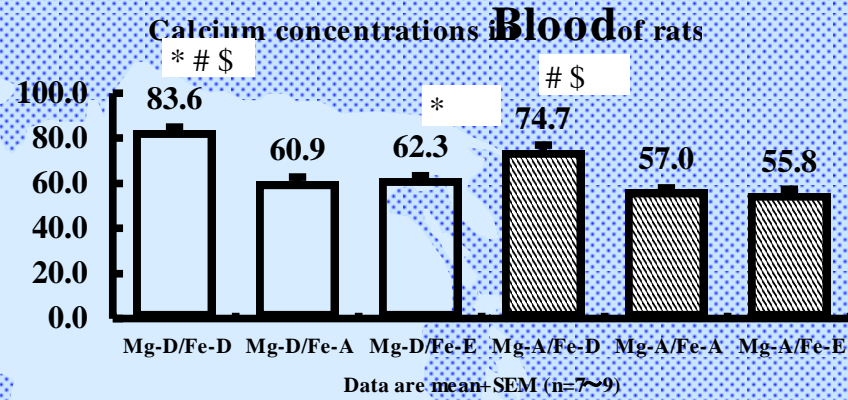
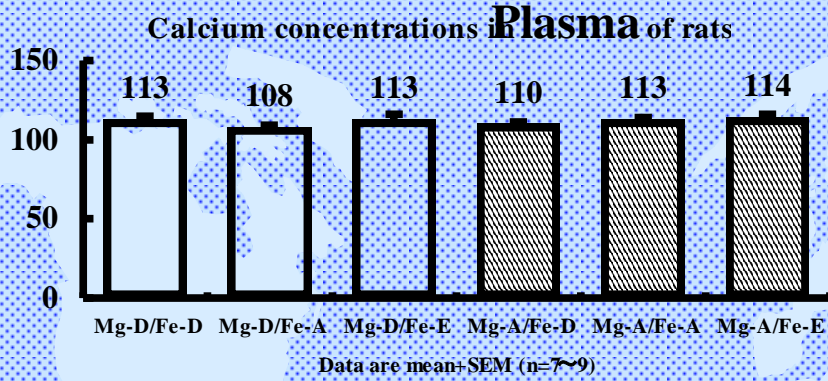


Data are mean±SEM (n=7~9)

Analysis of Variance -P Values

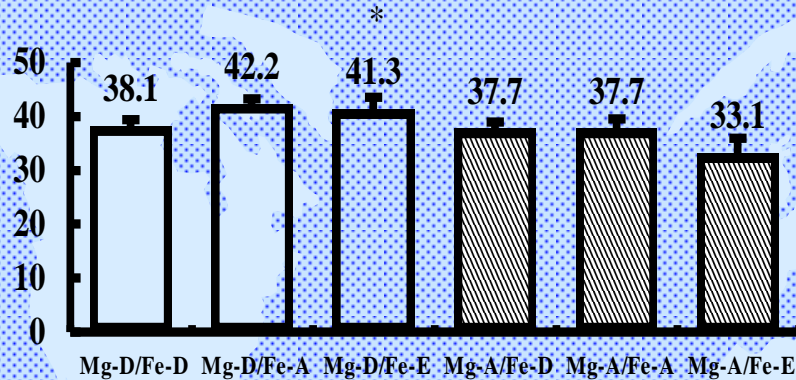
	Plasma	Blood	Blood cells	Brain	Heart	Liver	Spleen	Kidney	Testis	Muscle	Tibia
Mg effect	0.001	0.001	0.001	0.185	0.082	0.260	0.001	0.001	0.001	0.076	0.001
Fe effect	0.039	0.001	0.031	0.691	0.084	0.752	0.001	0.945	0.001	0.005	0.017
Mg × Fe	0.827	0.001	0.001	0.258	0.457	0.499	0.002	0.407	0.255	0.173	0.392

Calcium Concentrations in Various Tissues of Rats-1



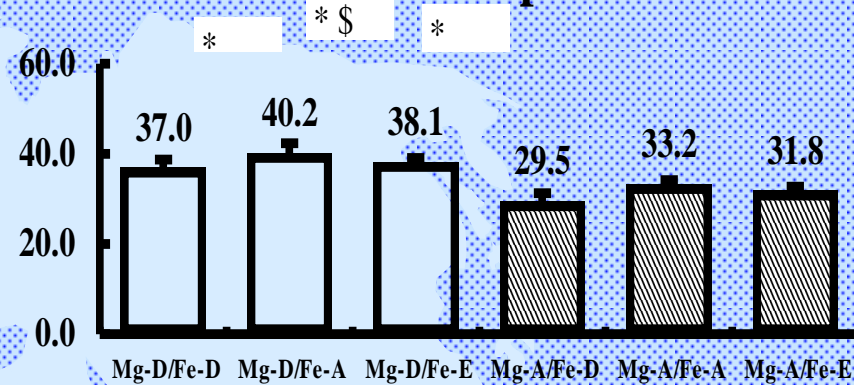
Calcium Concentrations in Various Tissues of Rats-2

Calcium concentrations **Liver** of rats



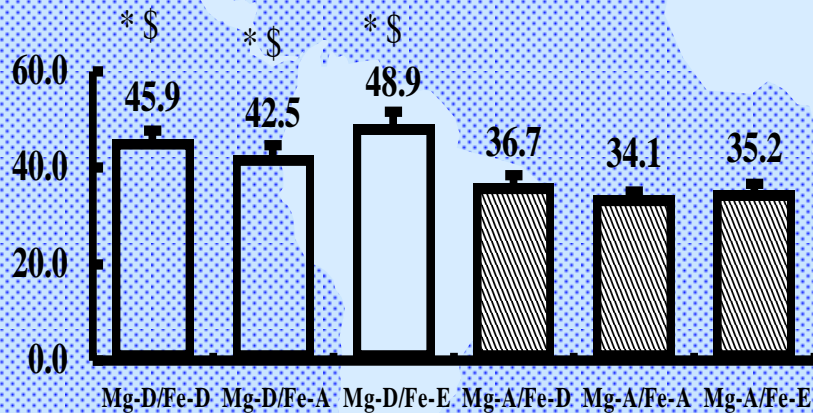
Data are mean+SEM (n=7~9)

Calcium concentrations **Spleen** of rats



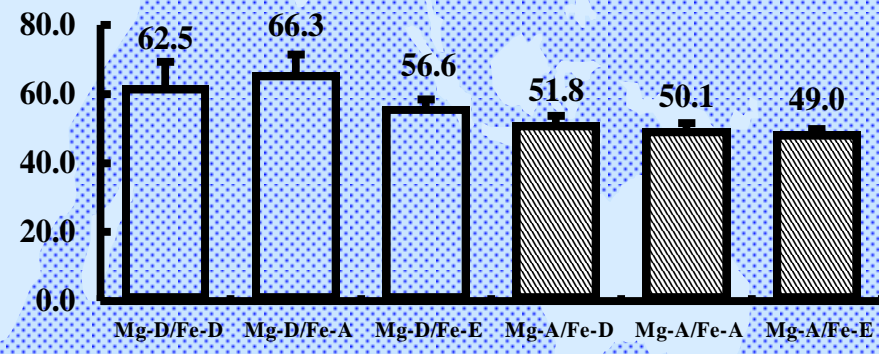
Data are mean+SEM (n=7~9)

Calcium concentrations **Heart** of rats



Data are mean+SEM (n=7~9)

Calcium concentrations in **Muscle** of rats

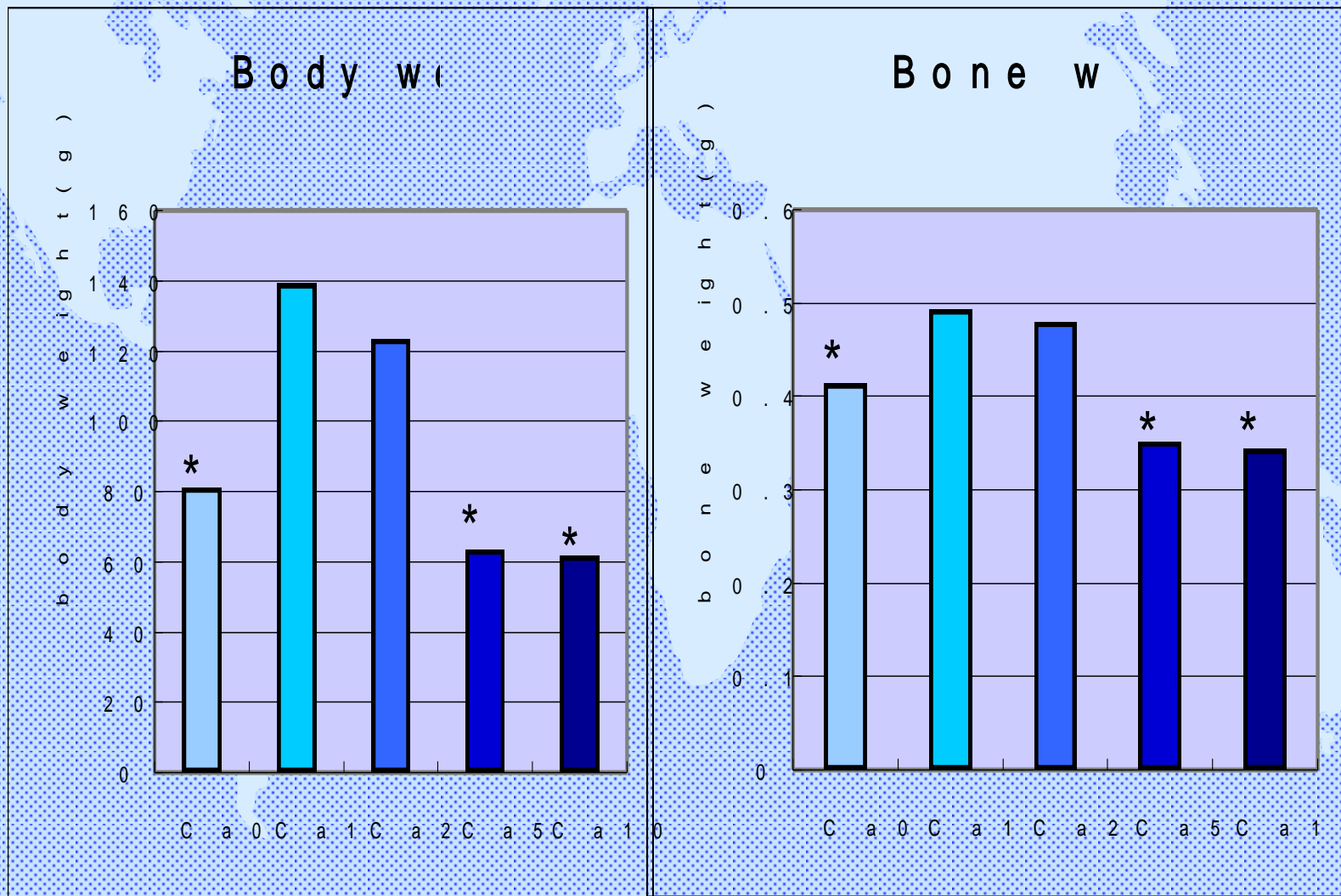


Data are mean+SEM (n=7~9)

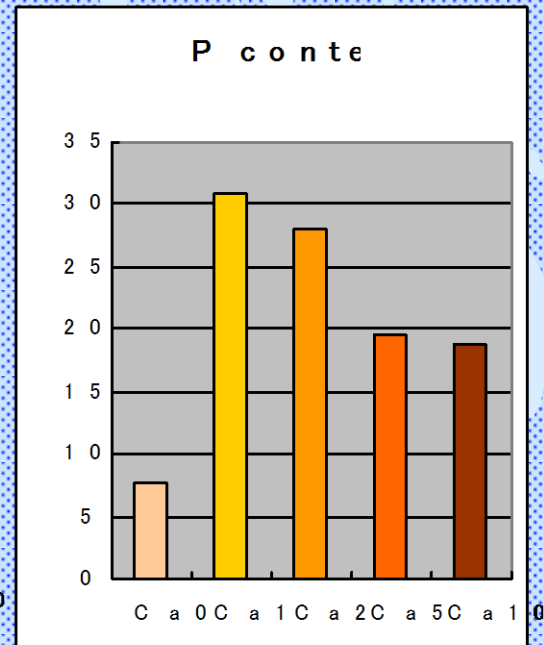
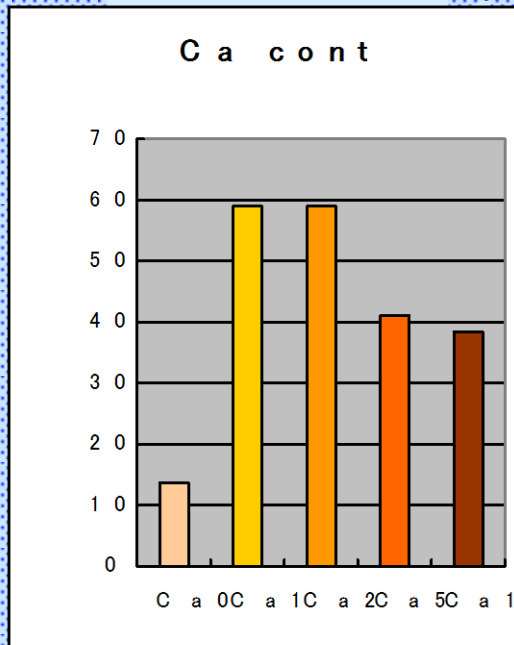
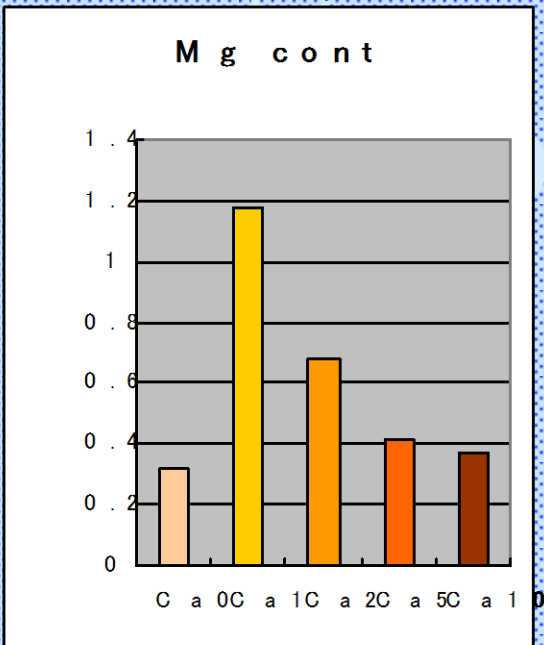
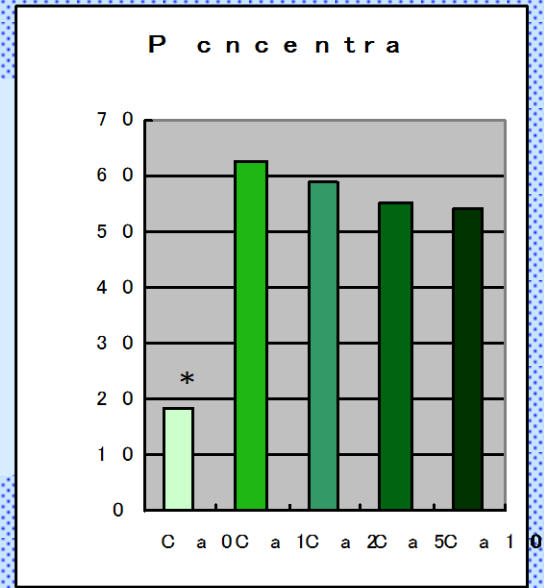
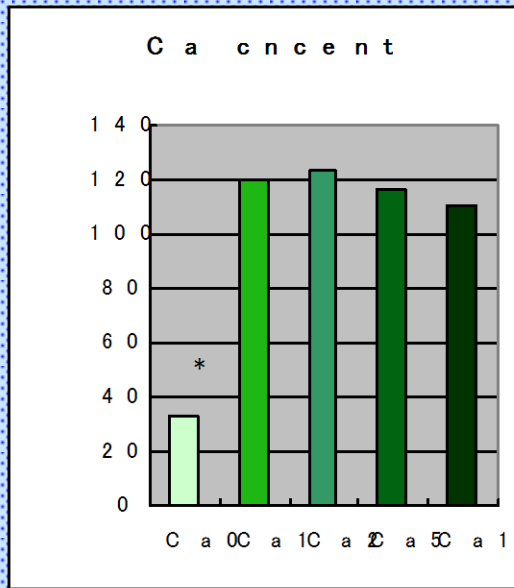
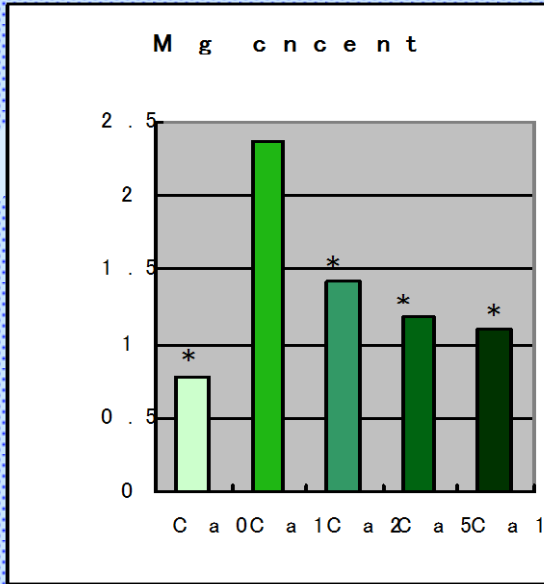
Analysis of Variance -P Values

	Plasma	Blood	Brain	Heart	Liver	Spleen	Kidney	Testis	Muscle	Tibia
Mg effect	0.235	0.001	0.158	0.001	0.012	0.001	0.001	0.001	0.001	0.436
Fe effect	0.477	0.001	0.199	0.107	0.384	0.082	0.001	0.016	0.241	0.041
Mg × Fe	0.118	0.345	0.704	0.294	0.165	0.927	0.001	0.535	0.433	0.028

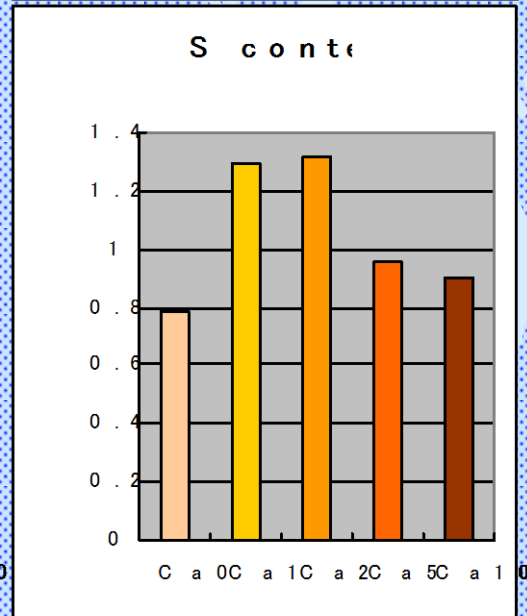
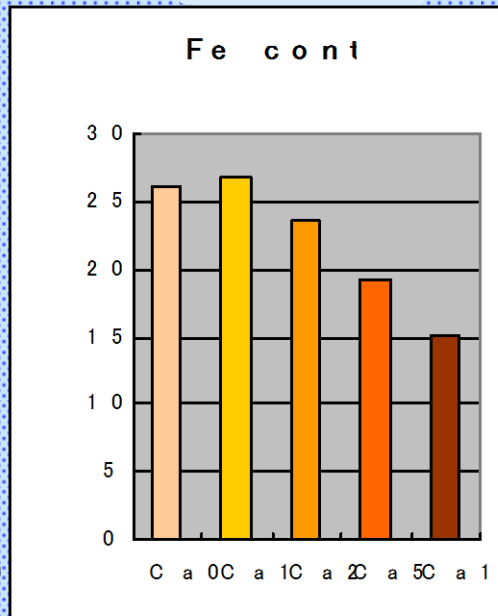
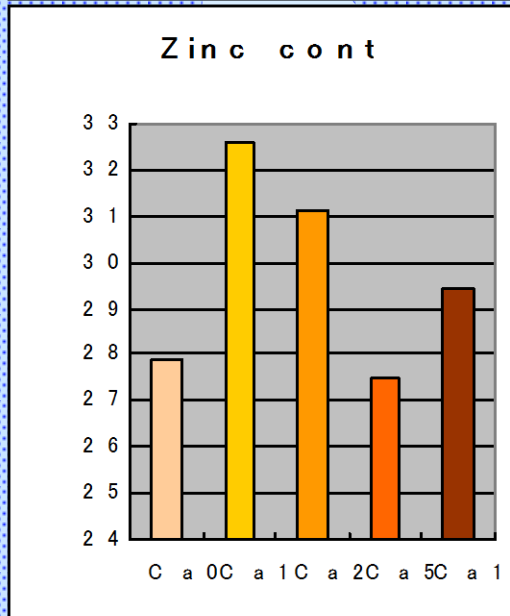
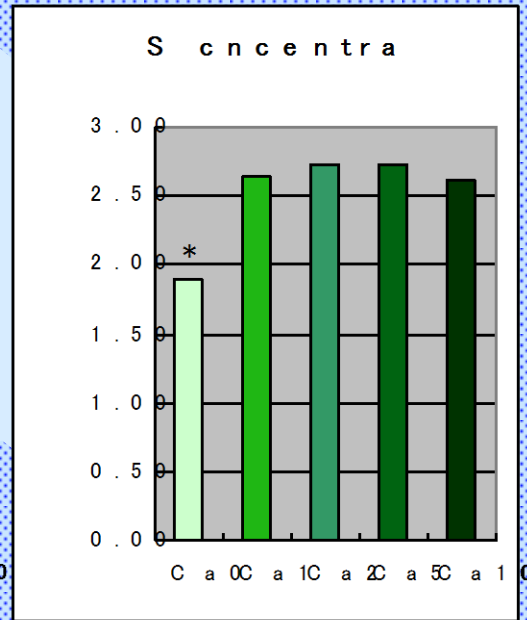
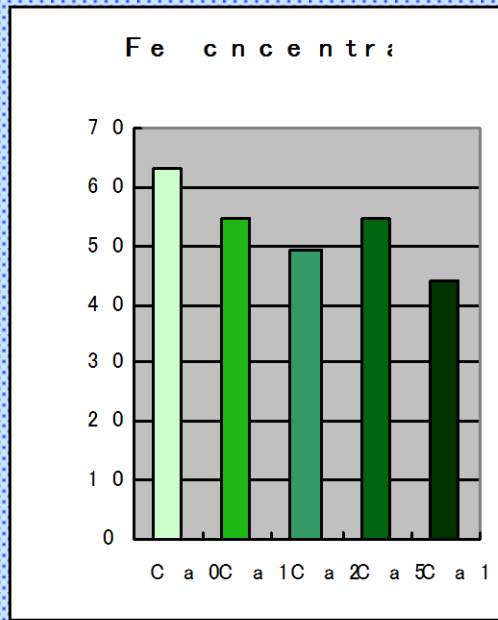
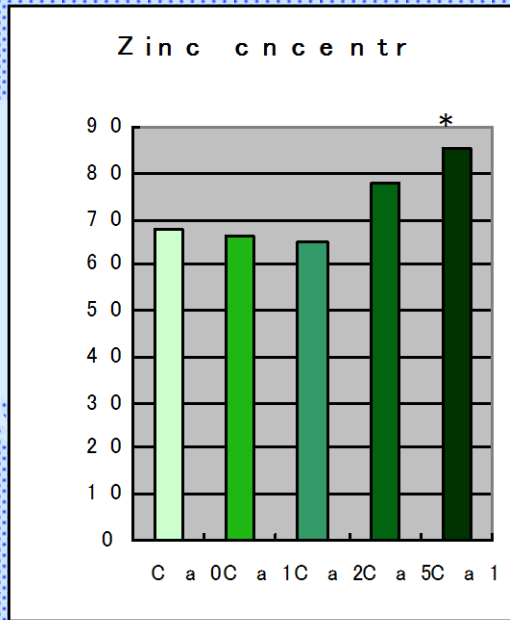
カルシウム過剰ラットの体重と骨重量



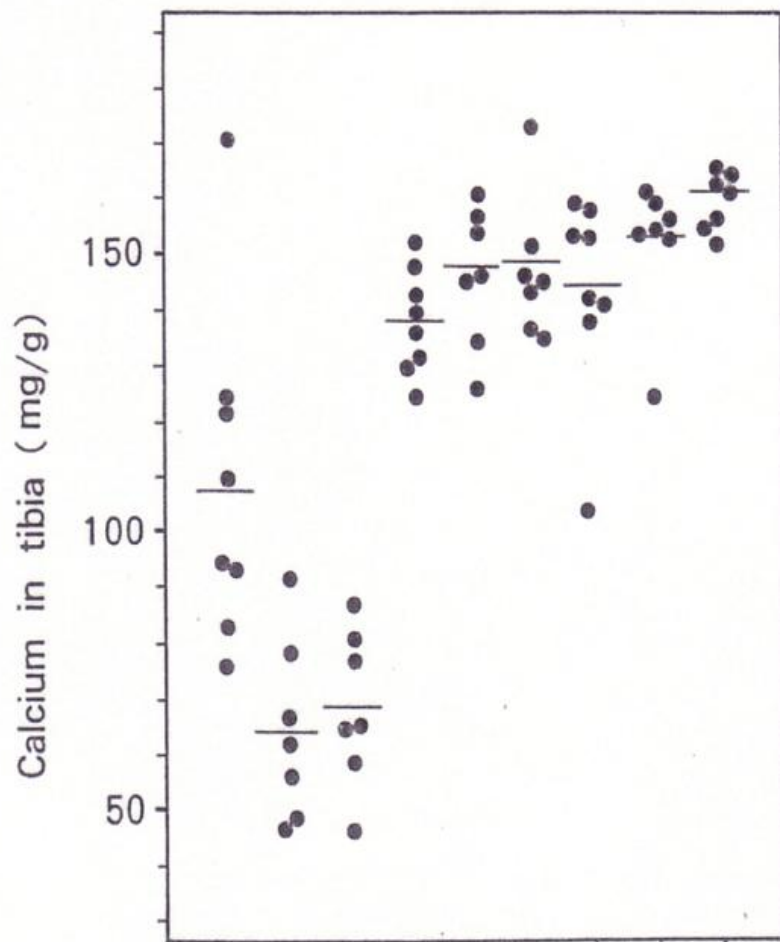
カルシウム過剰ラット骨中ミネラル



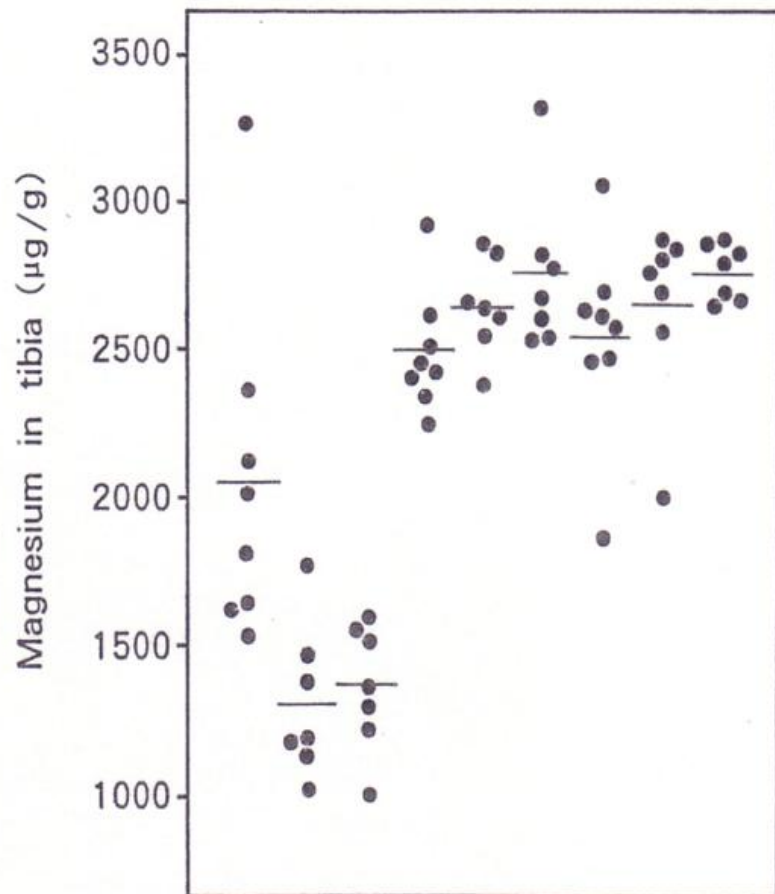
カルシウム過剰ラット骨中ミネラル



Calcium and magnesium concentration in tibia of rats fed various calcium and *protein* concentration



Ca 0 0 0 250 250 250 500 500 500 (m/100g)
 Protein 5 15 20 5 15 20 5 15 20 (%)



Ca 0 0 0 250 250 250 500 500 500 (m/100g)
 Protein 5 15 20 5 15 20 5 15 20 (%)

微量元素とミネラルなどとの相互関係

—私たちの研究成果の中から—

- エネルギー代謝：マグネシウムとビタミンB1
- 海、河川、湖のミネラルと健康—海水由来の心疾患予防飲料水
- マグネシウム：循環器疾患、免疫、運動選手の健康
- カルシウム：骨栄養、生活習慣病
- 新必須元素の発見：必須微量元素欠乏症作成（ラット）
システムの開発→ルビジウム、錫
- 生活習慣病モデルラット（通称：*Minko Rat*）の作成と
国際登録（*MKO/Tami*）、種の永久保存
- 鉄代謝異常（ヘモクロマトーシス）モデル動物開発
- 経管微量元素製剤（*Fe, Cu, Zn, Mn, I*）の開発と基礎実験
- マンガン：欠乏と経管栄養による障害
- セレンウム：心疾患、マグネシウムによる修飾
- 亜鉛：神経化学物質（ストレス）、免疫、運動選手の健康
- タンパク質栄養：ミネラル（*Ca, Mg, P*など）による修飾
- 栄養素間の摂取バランスが最重要

成人の水の出納

水の収入	調理用・飲用	食品中	代謝水		計
	1,000	700	300		2,000
水の排出	尿	皮膚より	肺より	糞便より	計
	1,200	400	200	100	2,000

体重の約50~60%は水分、その1/3を失うと生命の危険

ミネラルウォーターの種類

名称	特徴
浅井戸水	浅井戸から採水される水
深井戸水	深井戸から採水される水
湧水	自噴している地下水
鉱泉水	自噴している地下水のうち、水温が25℃未満物質などによって特徴づけられるもの
温泉水	自噴している地下水のうち、水温が25℃以上、 泉法第2条に規定される、溶存鉱物質などに けられる地下水のうち飲用に適するもの
伏流水	上下を不透水層にはさまれた透水層が河川と 透水層内に生じる流水
鉱水	採水した地下水のうち、溶存鉱物質により特 地下水

ミネラルウォーターの処理方法による分類

名称	定義
ナチュラルウォーター	特定の水源から採水された地下水に、ろ過、殺菌以外の処理をしていない水
ナチュラルミネラルウォーター	特定の水源から採水された地下水のうち、地中は移動中に無機塩類（ミネラル成分）が溶解した水と見做され、ナチュラルウォーターと同じく、ろ過、沈澱および殺菌以外の処理をしていないもの
ミネラルウォーター	ナチュラルミネラルウォーターの原水と同じ成分の調整、オゾンの殺菌、紫外線の殺菌などを受けた水
ボトルウォーター	ナチュラルウォーター、ナチュラルミネラルウォーター以外の水で、処理方法には限りなく、消費者に提供された水に適した水