

# 臨床栄養学

## Clinical Nutrition

### 5. ミネラル

May 17, 2021

# ミネラル(無機質)の特徴

- ・人体を構成する酸素、炭素、水素、窒素以外の元素
- ・体重に占めるミネラルの割合: **4%**

残りの**96%**

: 人体を構成する炭水化物、たんぱく質、脂質、水などの有機化合物、酸素、炭素、水素、窒素

- ・燃焼すれば灰として残る(有機化合物: 燃え残らない)
- ・尿や汗によって日々、一定量が排泄されているため、**欠乏症**が起きやすい

**※ガラス工芸職人、スポーツ選手**

摂取不足 ⇒ 排泄抑制

摂取過剰 ⇒ 排泄促進(腸や腎臓が調節)

※日本人の食事摂取基準が策定されている (教科書p29-31.表2-19参照)

# ミネラルの主な作用

- ① 骨や歯などの構成成分
  - ② 体液中でpHや浸透圧の調整
  - ③ 酵素の構成成分や活性化
  - ④ 筋肉や神経の興奮の調節
- …etc.

互いに協力しあって、一定のバランスを取りながら作用している

## 身体の組成元素

多量元素：体重の1%以上

少量元素：1~0.01%以上

微量元素：0.01~0.0001%

超微量元素：0.0001%未満

} 常量元素

必須元素：常量元素(12種) + Fe, Zn, Mn, Cu, Se, I, Mo, Cr, Co

# 微量元素の必要性

- **必須** (明確な欠乏症あり)
  - Fe, I, Zn, Cu, Mn, Se, Cr, Co
- **ほぼ必須** (ヒトでは不明だが、動物では欠乏症あり)
  - Mo, V, Ni
- **必須の可能性** (動物実験で機能が証明)
  - Sn, F, Si, Li, Cd, Pb, Rb, Al
- **可能性あり**
  - Be, B, Ti, Ge, Br, Sr, Ag, Sb, Cs, Ba, Au, Hg

# カルシウム (Ca)

99%: 骨に存在

1%: 血中 (約10mg/dl) ※細胞中で情報伝達に関与

Ca投与 → 血中Ca上昇 → パラトルモン※の抑制

→ 細胞内へのCa取込み抑制

→ 血管平滑筋弛緩 → 血圧低下

## パラトルモン

: 副甲状腺から分泌されるアミノ酸から構成される

ポリペプチドホルモン(副甲状腺ホルモン)。

: 血中カルシウム濃度を増加させるように働く

※逆に甲状腺から分泌されるカルシトニンはカルシウムを減少させるように働く。

# カルシウムの調節 (教科書p96.図4-24参照)

①腸からの吸収促進: ビタミンD、ラクトース

②腸からの吸収抑制: リン、食物繊維

③血中濃度の調整

上昇: パラトルモン(副甲状腺) → 骨からCa放出

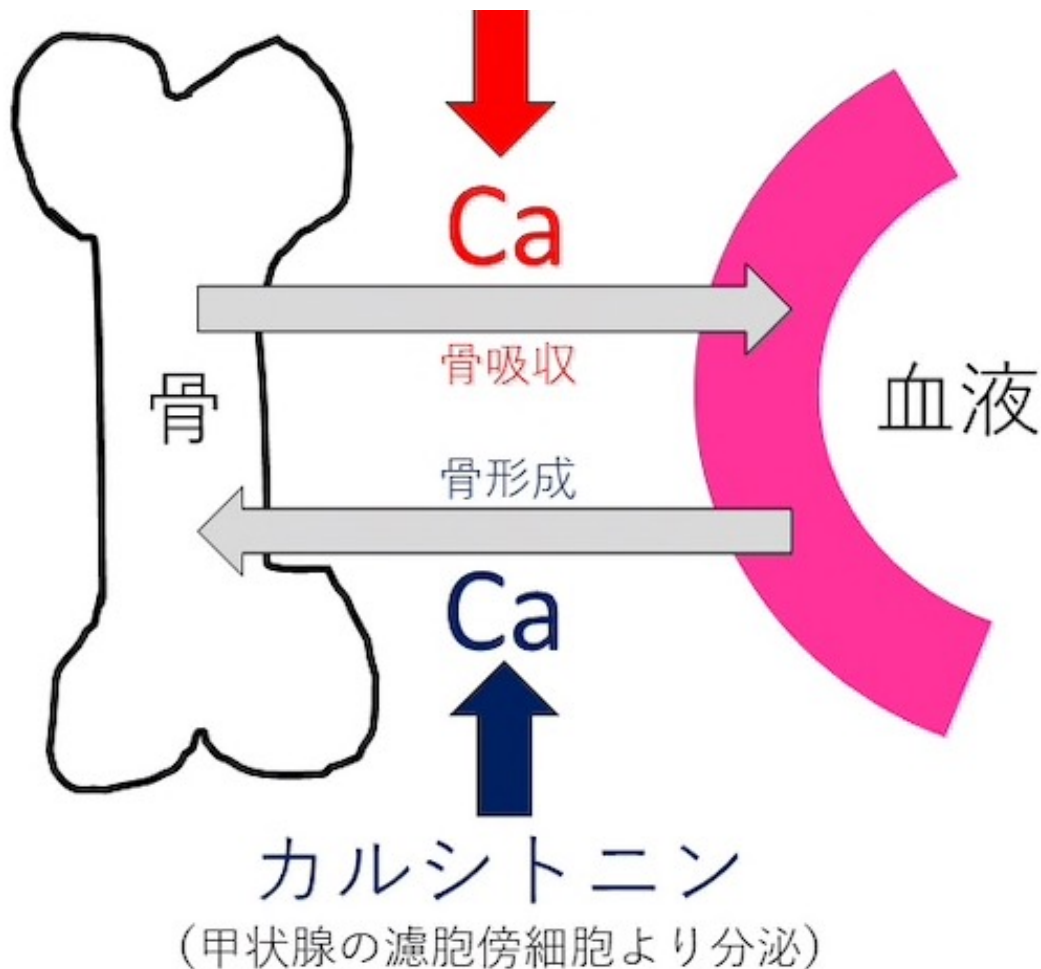
ビタミンD は尿細管からのCaの再吸収を促進

低下: カルシトニン(甲状腺のC細胞) → 骨へのCa吸収

# 血中Ca濃度でホルモン分泌が調節される

<https://ameblo.jp/hak-ase-taro/entry-12490022517.html>

パルチロン(上皮小体/副甲状腺より分泌)



## カルシウムの過剰症

高カルシウム血症、他ミネラル成分の吸収阻害

## カルシウムの欠乏症

ケル病、骨軟化症、骨粗鬆症、動悸、不眠、神経症、  
関節症、喘息、高血圧、イライラ、月経前症候群

## カルシウムの吸収促進

マグネシウム、リン、ビタミンD、ビタミンK、  
適度な運動

## カルシウムの吸収阻害

遊離脂肪酸、フィチン酸、リンの過剰摂取  
(インスタント加工食品類)



# カルシウムが不足するとイライラする！

カルシウムといえば…骨を形成するミネラル

もう一つの重要な働き → 精神安定維持

カルシウムイオン: 脳神経細胞の興奮性抑制作用

カルシウム不足

: ちょっとした刺激で過敏、精神的動揺増幅、感情起伏が大きくなる。

注) 日本人はカルシウム摂取量不足

: それに加えてカルシウムの吸収を阻害する要素が多いことも問題！

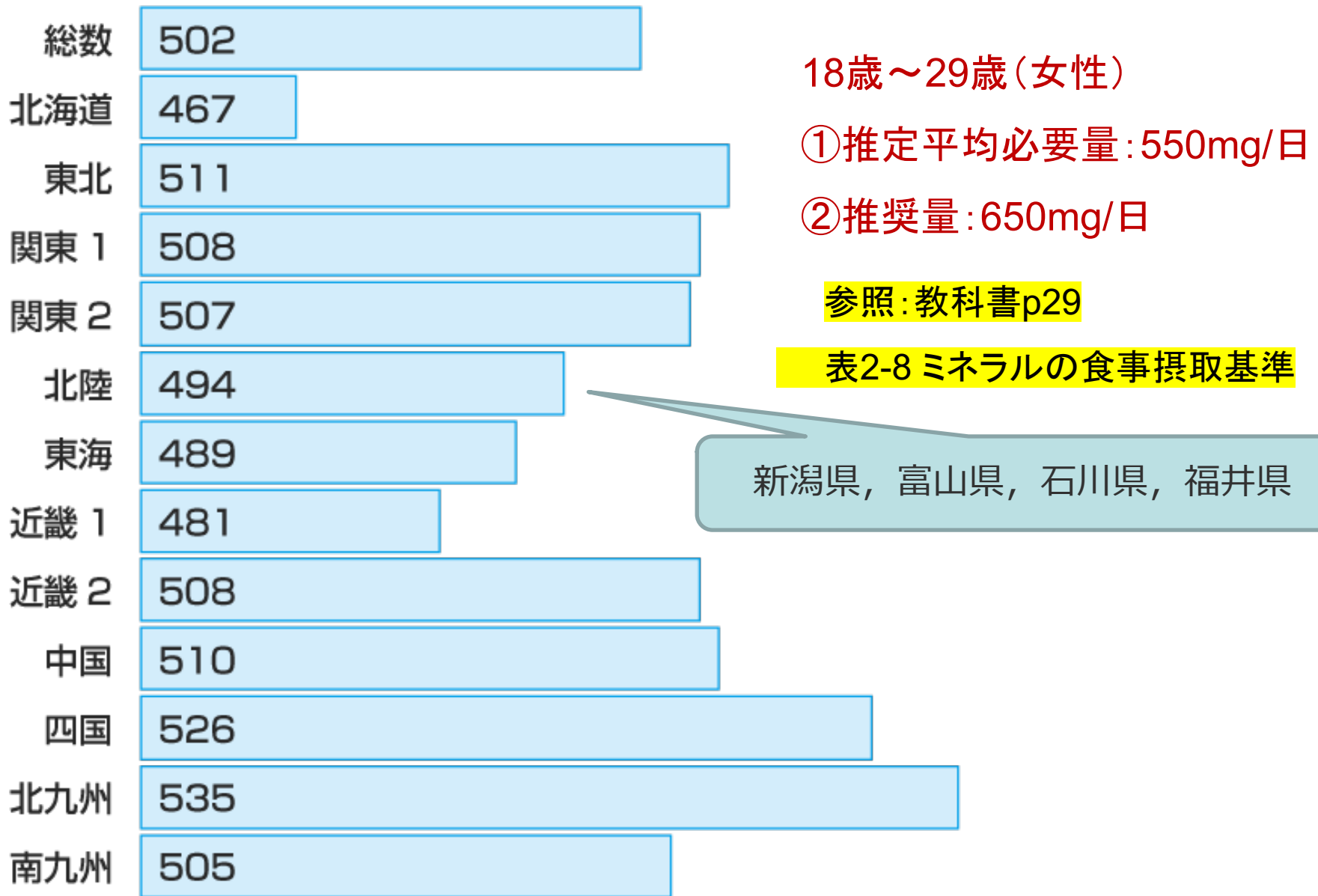
→ リンの過剰摂取: リンは、ごくふつうの食品に含まれるミネラル

: 問題なのは…

ハム、ソーセージ、かまぼこ、スナックめんなどの添加物

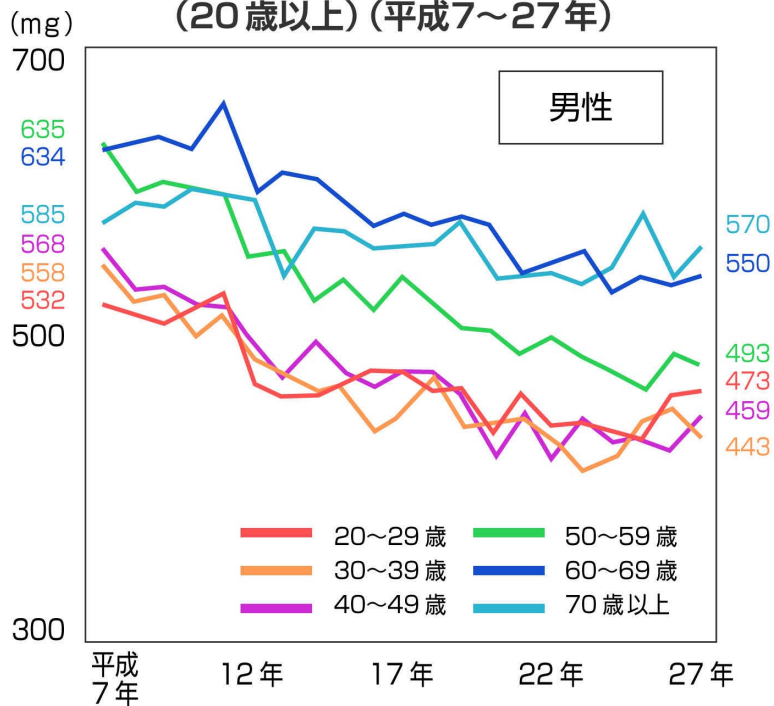
(結着剤、品質改良剤として添加されているリン酸塩)

# 地域別平均カルシウム摂取量（全年代）



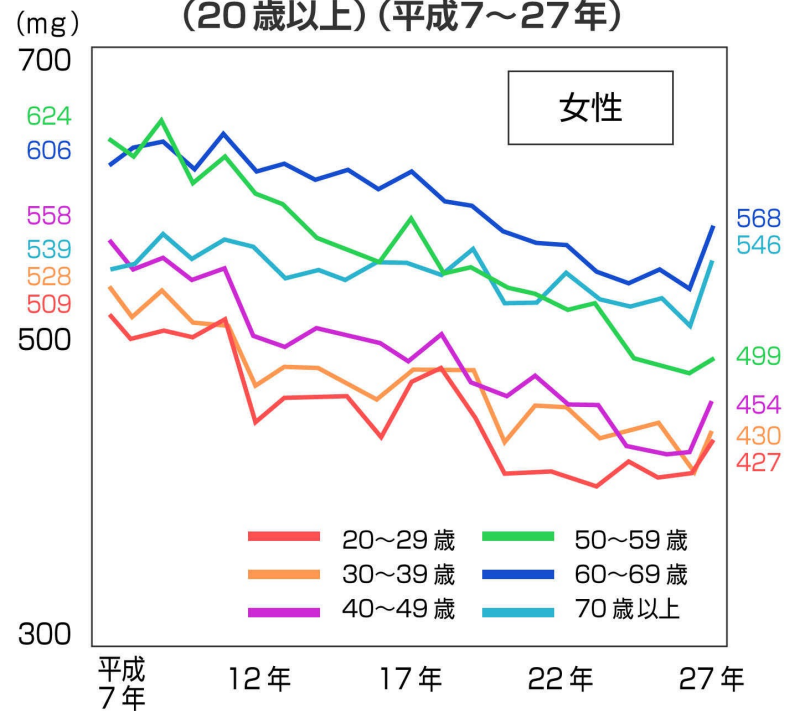
## カルシウム摂取量の平均値の年次推移

(20歳以上) (平成7~27年)



## カルシウム摂取量の平均値の年次推移

(20歳以上) (平成7~27年)



H27年度 国民健康・栄養調査

参照:教科書p9 図2-3 カルシウム摂取量の年次推移,

p10 図2-4 性・年齢階級別カルシウム摂取量

# 加工食品のカルシウムとリンの比率

商品	リン含有 (mg/100g)	カルシウム含有 (mg/100g)	比
1.プレスハム	260	7	37:1
2.ソーセージ(フランクフルト)	180	11	16:1
3.ソーセージ(ウイナ)	170	12	14:1
4.マカロニ・スパゲッティ	120	18	7:1
5.コーラ	11	2	5.5:1
6.スナック菓子(ポテト系)	110	28	4:1
7.チョコレート菓子	95	27	3.5:1
8.ハンバーグ(冷凍)	120	38	3.2:1
9.ショートケーキ	100	35	2.9:1
10.インスタントコーヒー	350	140	2.5:1

※現代っ子の好物が多くを占める！

カルシウムとリンの推奨される摂取比率

成長期:(1:2)、成人期:(1:1)

# 鉄 (Fe)

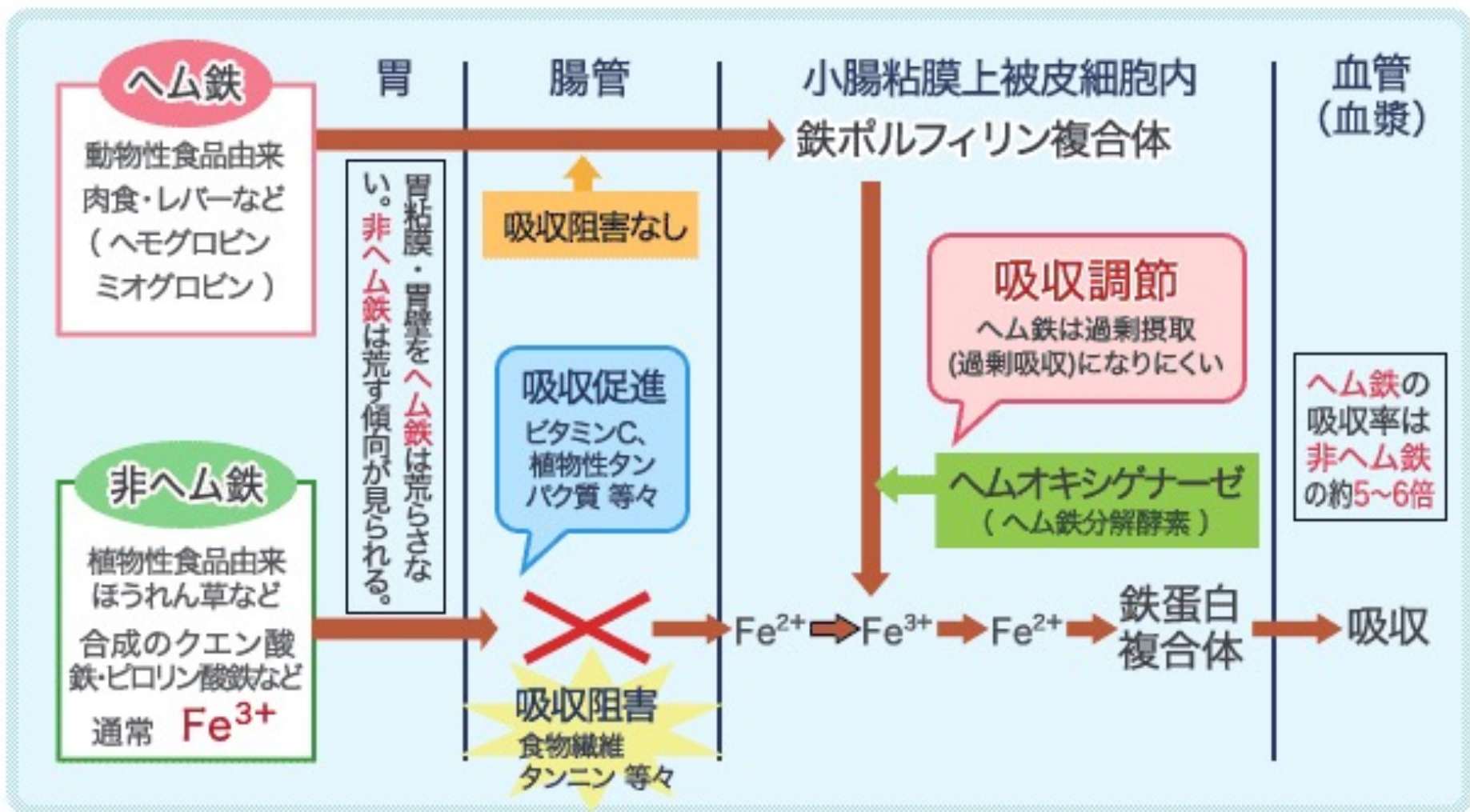
- ・ 成人体内で約4g存在
- ・ 約80%: 必須性鉄化合物
  - 65%: 血液中のヘモグロビン(2.5g)
  - 10%: 筋肉中のミオグロビン(150mg)  
(筋肉中でHbのO<sub>2</sub>を電子伝達系に渡す)
  - 3%: シトクロム、フラビン酵素
- ・ 約20%: 貯蔵鉄(肝臓、骨髄)
  - フェリチン
  - ヘモジデリン

# 各食品中の鉄吸収率

ヘム鉄と非ヘム鉄で吸収が6倍近い差あり！



# ヘム鉄と非ヘム鉄の吸収機構の違い



参照:教科書 p47.「表3-1 エネルギーおよび各栄養素の欠乏と過剰症」

## 鉄の過剰症

### 【急性の過剰摂取】

嘔吐、下痢、腸の損傷

### 【慢性の過剰摂取】

冠動脈損傷

## 鉄の欠乏症

鉄欠乏性貧血、めまい、動悸、息切れ、疲れ、青白顔、  
冷え性、忘れっぽい、爪が弱くなる、髪が弱くなる

## 鉄の吸収促進

たんぱく質、ビタミンC、ビタミンB<sub>12</sub>、葉酸、クエン酸

## 鉄の吸収阻害

タンニン、カフェイン、フィチン酸



# リン(P)

## ・ 構成成分

### ① 骨、歯(85%)

※リン酸カルシウムとしてヒドロキシアパタイトの形で存在

### ② 筋肉(10%)

### ③ 脳、神経(5%)

## ・ 吸収

- 小腸で吸収
- ビタミンDは吸収を促進
- パラトルモンは、尿細管でのPの再吸収を抑制
- リンの過剰摂取はCaの吸収を抑制する

(加工食品中にはリン酸塩が多く含まれる)

## リンの過剰症

カルシウム吸収阻害、カルシウムの排泄

※腸管でカルシウムと結合しリン酸カルシウムへと形態が変化し腸管から吸収されず体外へと排泄されてしまう。

→ 骨粗鬆症

その他:副甲状腺肥大、腹痛、下痢、嘔吐

## リンの欠乏症

骨が弱くなる、クル病、歯槽膿漏、発育不全、体重減少、  
筋肉の衰え、疲れやすい

## リンの吸収促進

加工食品類

## リンの吸収阻害

カルシウムの過剰摂取

# マグネシウム (Mg)

- ・ 2/3は骨に存在
- ・ 細胞外に比べて細胞内の濃度が高い
- ・ 約300種の酵素反応に補酵素として関与
  - － 細胞膜でのイオン輸送
  - － エネルギー産生、体温や血圧調整
  - － 神経伝達や筋収縮にも関与

## マグネシウムの過剰症

- :健康人の場合、不要分は尿として一定量排泄(過剰症の心配なし)
- :腎臓障害や急性過剰摂取により症状を現す場合があります  
血圧低下、下痢

## マグネシウムの欠乏症

発育不全、衰弱、狭心症、心筋梗塞、腎不全、動脈硬化、  
血栓症

## マグネシウムの吸収促進

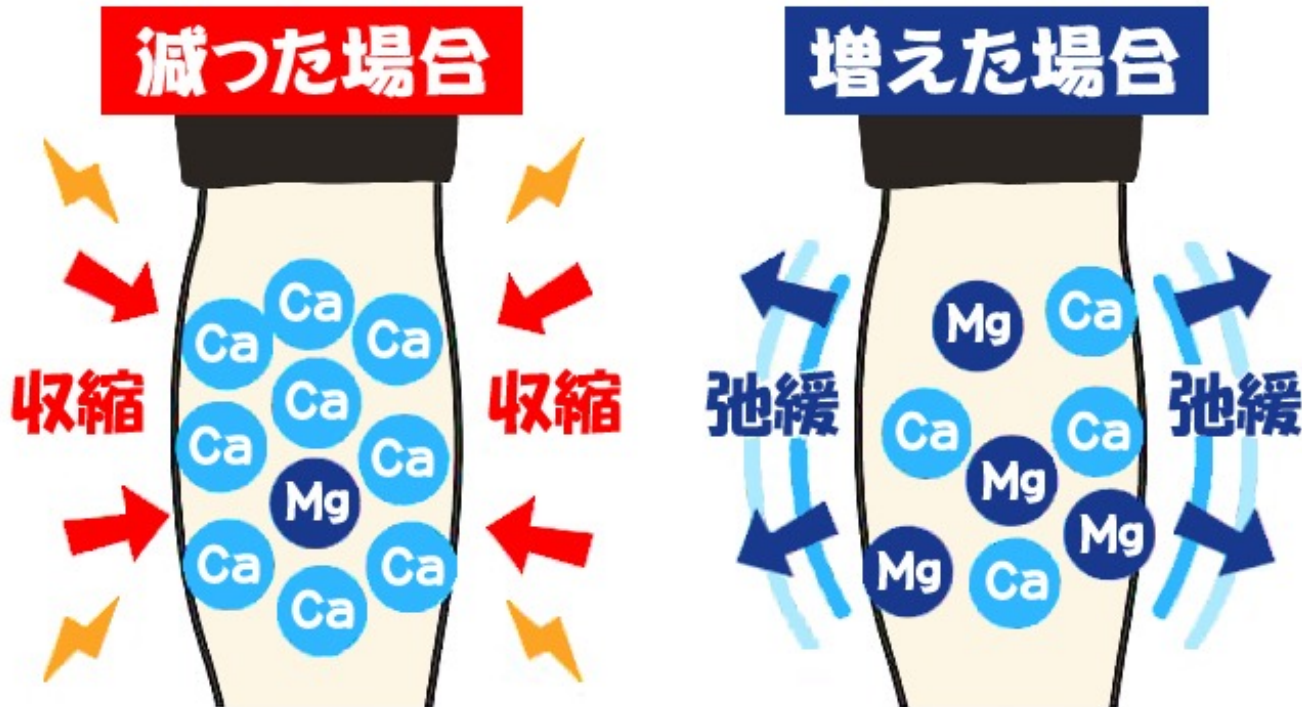
ビフィズス菌、オリゴ糖

## マグネシウムの吸収阻害

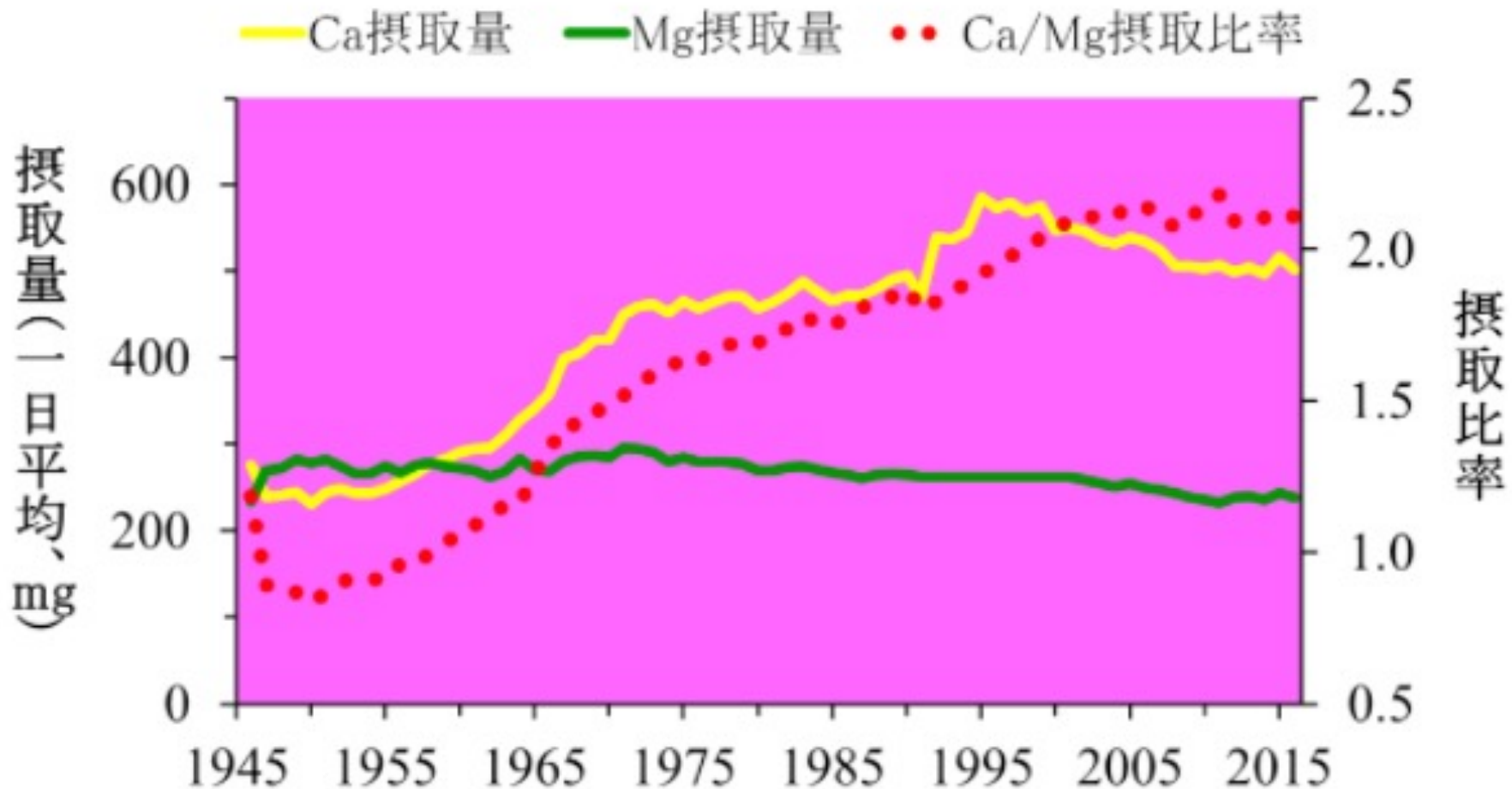
飲酒、ストレス、カルシウムの過剰摂取

# カルシウムとマグネシウムの推奨摂取比率2：1

全身の筋細胞の収縮・弛緩はカルシウムとマグネシウムのバランスで保持  
血管拡張(高血圧予防)、筋肉の弛緩(こむら返りの緩和)



# 日本人のカルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)摂取量とCa/Mg摂取比率(1946~2016年)



厚生労働省「国民健康・栄養調査」[昭和21(1946)年~平成27(2015)年]から引用作図

# カリウム (K)

- ・ Mgと同じく、細胞外に比べて細胞内での濃度が高い
- ・ 交感神経抑制を通じた降圧作用
  - ナトリウムの排泄作用
  - 腎でのNaの再吸収の抑制
  - 血管拡張作用
- ・ 血管平滑筋の弛緩、プロスタグランジン産生による降圧作用

参照:教科書 p47.「表3-1 エネルギーおよび各栄養素の欠乏と過剰症」

## カリウムの過剰症

- :健康人の場合、腎臓や発汗によって一定量排出(過剰症の心配なし)
- :腎臓障害や過剰摂取により下記の症状が現れる場合あり  
高カリウム血症、心不全、胃腸の不調、下痢、血圧低下

## カリウムの欠乏症

浮腫、低血糖、便秘、心臓発作、糖尿病、癌、喘息、  
関節炎、高血圧、筋肉の衰え、疲れやすい、  
高カルシウム血症

## カリウムの吸収促進

ナトリウム:カリウム = 2:1以上

## カリウムの吸収阻害

調理熱(損失率約30%)、ストレス、コーヒー、甘い食べ物、  
慢性的下痢



# 銅 (Cu)

- ・ 細胞質でメタロチオネイン※と結合して存在
  - ※タンパク質の一種で、必須微量元素の恒常性維持や重金属の解毒に関与
- ・ 血清中ではセルロプラスミンと結合
  - 8個のCu原子を含むタンパク質でCu運搬担当
  - 鉄をトランスフェリンに移す役割も担う

## 銅の過剰症

: 腎臓や発汗などによって一定量排泄

: 健康食品などを利用する場合、急性過剰摂取にならないよう注意が必要

肝機能障害、脳障害

## 銅の欠乏症

冠動脈異常、貧血症、浮腫、抜毛、白髪化、  
心臓障害、動脈硬化、ウイルス性肝炎

## 銅の吸収促進

適度な運動などによるストレス発散

## 銅の吸収阻害

モリブデンの過剰摂取、ストレス

# ヨウ素 (I)

- ・ 甲状腺ホルモン(チロキシン)の成分
- ・ 腸管から吸収
  - 平均の摂取量 = 0.5 ~ 1.0 mg/日
  - 50 ~ 80 mg/日の過剰摂取で甲状腺腫

参照:教科書 p47.「表3-1 エネルギーおよび各栄養素の欠乏と過剰症」

## ヨウ素の過剰症

: 腎臓や発汗などによって一定量排泄

: 健康食品などを利用する場合、急性過剰摂取にならない

よう注意が必要

甲状腺肥大、甲状腺腫、甲状腺機能減退

## ヨウ素の欠乏症

甲状腺肥大、甲状腺腫、甲状腺機能減退、死産、

流産、活力低下、新陳代謝の鈍化、

成長障害(脳発達障害)、体力低下

# セレン(Se)

- ・ 抗酸化酵素群の構成成分

- 典型的には、グルタチオン・ペルオキシダーゼ

参照:教科書 p47.「表3-1 エネルギーおよび各栄養素の欠乏と過剰症」

## セレンの過剰症

吐き気、下痢、消化器機能低下、抜毛の増加、  
ふけの増加

## セレンの欠乏症

動脈硬化、心筋障害、器官老化、性機能減退、  
がんの発生、精子減少、更年期障害の悪化

## セレンの吸収促進

セレン酵母を含む健康食品

## セレンの吸収阻害

カルシウム不足、亜鉛不足

# マンガン(Mn)

- ・ 糖や脂質の代謝、タンパク質や核酸合成の酵素の補酵素

参照:教科書 p47.「表3-1 エネルギーおよび各栄養素の欠乏と過剰症」

## マンガンの過剰症

運動失調、パーキンソン病

## マンガンの欠乏症

低コレステロール血症、貧血、細胞不活性、

骨の発育不良、インスリンの合成不良、性欲減退、

平衡感覚不全、中枢神経障害

# 亜鉛 (Zn)

## タンパク質、核酸代謝に関係する酵素の成分

参照:教科書 p47.「表3-1 エネルギーおよび各栄養素の欠乏と過剰症」

### 亜鉛の過剰症

- : 腎臓や発汗などで一定量排泄 (過剰症の心配なし)
- : 健康食品 (亜鉛酵母を含む) などを利用する場合、急性過剰摂取にならないよう注意が必要

#### 【急性の過剰摂取】

胃腸障害、めまい、吐き気

#### 【慢性の過剰摂取】

貧血、免疫障害、神経症状、下痢、  
HDLコレステロール低下、他ミネラル成分の吸収阻害

### 亜鉛の欠乏症

前立腺肥大、動脈硬化、性機能不全、発育不全、  
感染症への抵抗力低下、味覚障害

### 亜鉛の吸収阻害

加工食品類、食品添加物 (ポリリン酸など)、飲酒

# ナトリウム (Na)

- ・ 細胞外 (血漿中) に多量に存在

- ・ 血圧との関係

参照: 教科書 p160.

「図7-4 ナトリウムの過不足にともなう血圧の変化」

Na多量摂取 → 血漿浸透圧上昇

→ 口渴中枢 (視床下部) 刺激

→ 水分摂取 + 抗利尿ホルモンの分泌刺激

→ 体内水分保持量増大 → 高血圧

但し、塩分感受性高血圧と非塩分感受性高血圧※がある

※タンパク質の一種であるアンジオテンシン II (ポリペプチドの一種) が血管中にとりこまれ、その作用によって血管の収縮が生じ高血圧になる。



## ナトリウムの過剰症(慢性的過剰摂取)

高血圧、脳卒中、動脈硬化、心筋疾患、  
胃潰瘍、のどの渇き

## ナトリウムの欠乏症

神経痛、精神異常、熱病、吐き気、めまい、  
筋力低下、副腎機能低下、ネフローゼ

# ミネラルバランス

- : 各種ミネラルの適正な摂取量を比率で表したもの
- : ミネラル同士の間には「拮抗作用」を有する組み合わせがあり、一方のミネラル単体での多量摂取が他方のミネラルの吸収や生理作用を阻害してしまう。

※人体に必須なミネラルをバランスよく摂取することが、健康の維持・増進のために必要

●カルシウム:リン ⇒ 1:1 ~ 1:2

●カルシウム:マグネシウム ⇒ 2:1

●ナトリウム:カリウム ⇒ 1:1 ~ 2:1

●亜鉛:銅 ⇒ 8:1 ~ 10:1

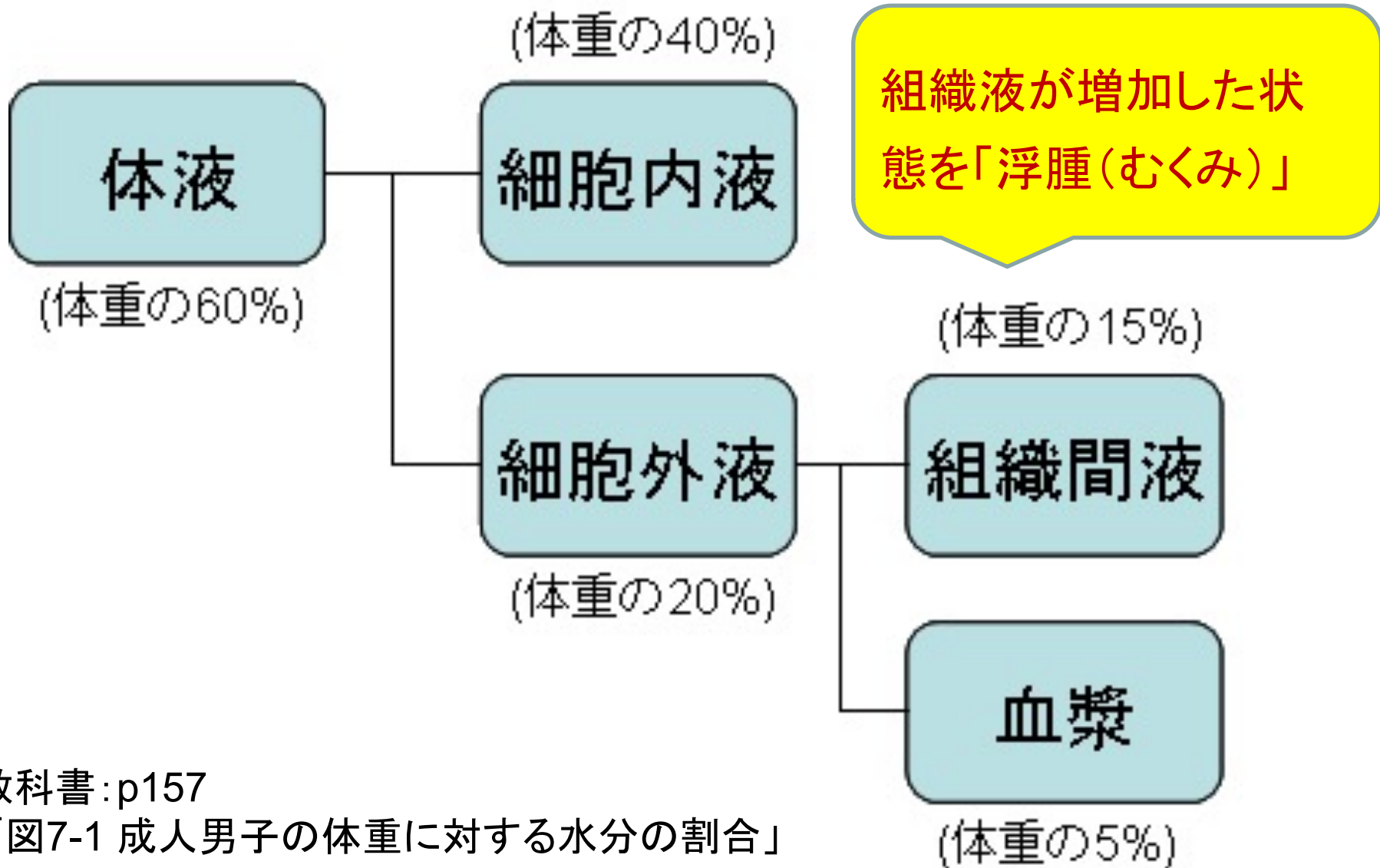
## (参考) 活性酸素と無機質

- ・ ミトコンドリアでは、常に活性酸素(体内の分子を酸化する⇒老化促進)が産生される
- ・ 活性酸素を分解する酵素(抗酸化酵素群)には、Cu、Zn、Mn、Se等の無機質を含むものが多い

教科書:p47.「表3-1 エネルギーおよび各栄養素の欠乏と過剰症」

ミネラル名	欠乏症の症状
カリウム	便秘、心臓発作、腎不全など
ナトリウム	倦怠感、食欲不振、嘔吐、筋肉痛、意識障害
カルシウム	骨粗しょう症、不眠、イライラなど 尿路結石はCa過剰摂取
マグネシウム	けいれん、しびれ、めまい、記憶障害
リン	副甲状腺機能亢進症
塩素	食欲不振、消化不良、栄養素の吸収阻害
イオウ	特になし
亜鉛	発育不良、性機能の低下、味覚障害、皮膚炎など
クロム	糖尿、高コレステロール血症、動脈硬化など
セレン	心筋障害
鉄	貧血、無力感、食欲不振など ヘマクロマトーシスは鉄過剰
ヨウ素	甲状腺腫など
モリブデン	痛風、貧血など(基本的には不足しない)
銅	毛や皮膚の脱色、貧血、骨折、骨の変形、抵抗力低下など
マンガン	骨の異常、成長障害、妊娠障害など
コバルト	悪性貧血

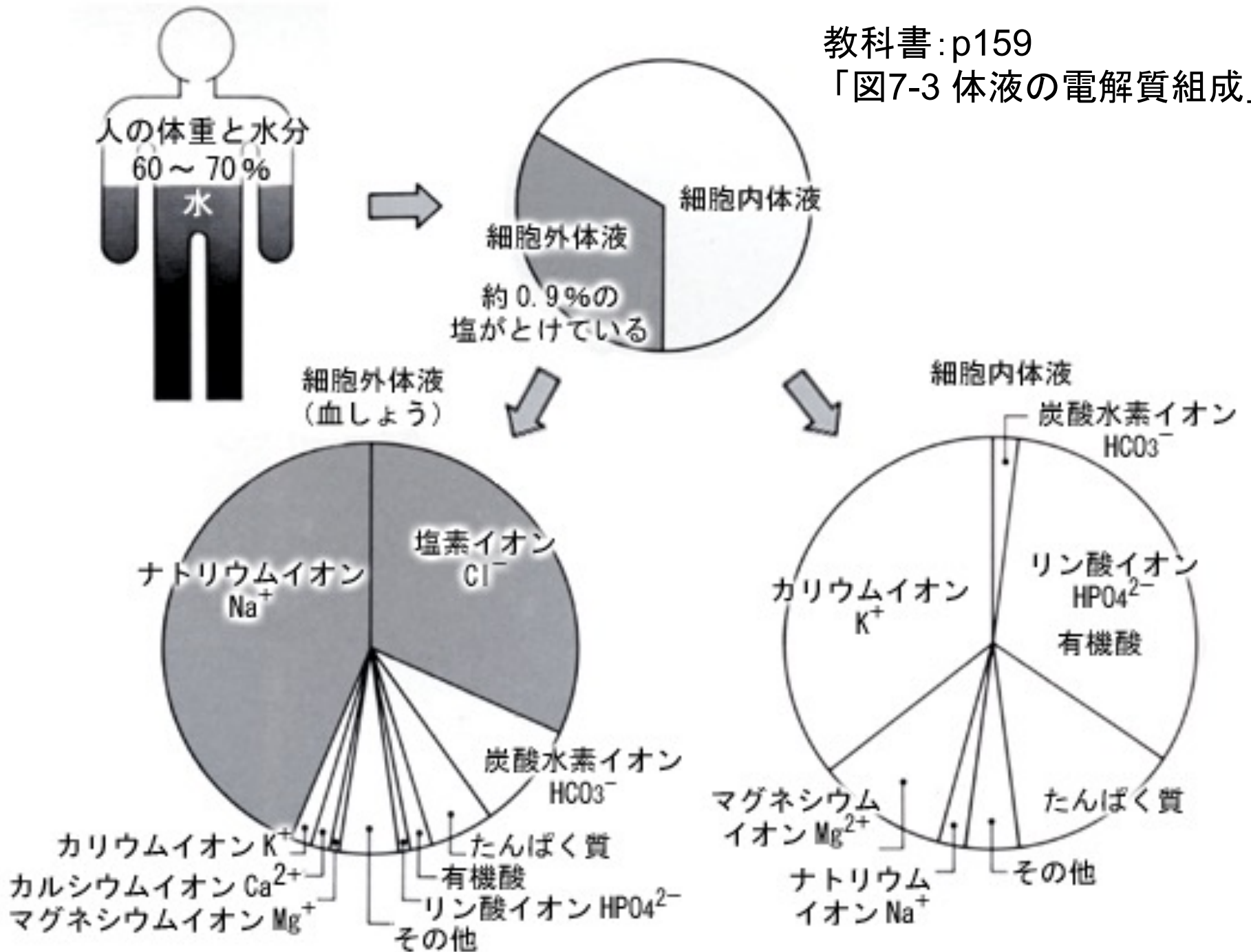
# 成人の体液



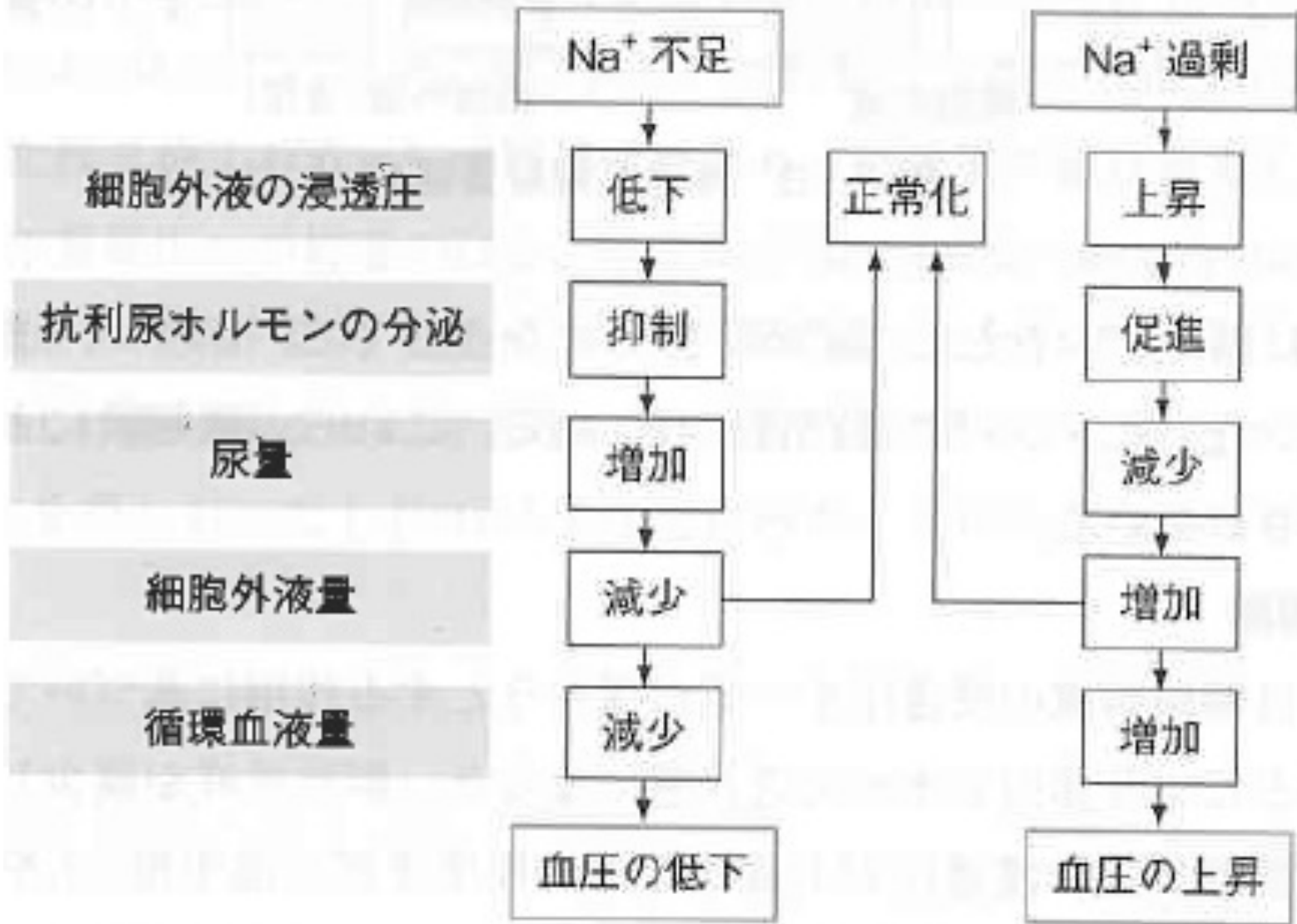
教科書:p157

「図7-1 成人男子の体重に対する水分の割合」

教科書:p159  
「図7-3 体液の電解質組成」



# ナトリウムの過不足にともなう血圧の変化



電解質の代謝:  $\text{Na}^+$ は細胞外液の陽イオンの大部分を占め、浸透圧や体液量調節に最も重要な役割をもつ (教科書p160参照)