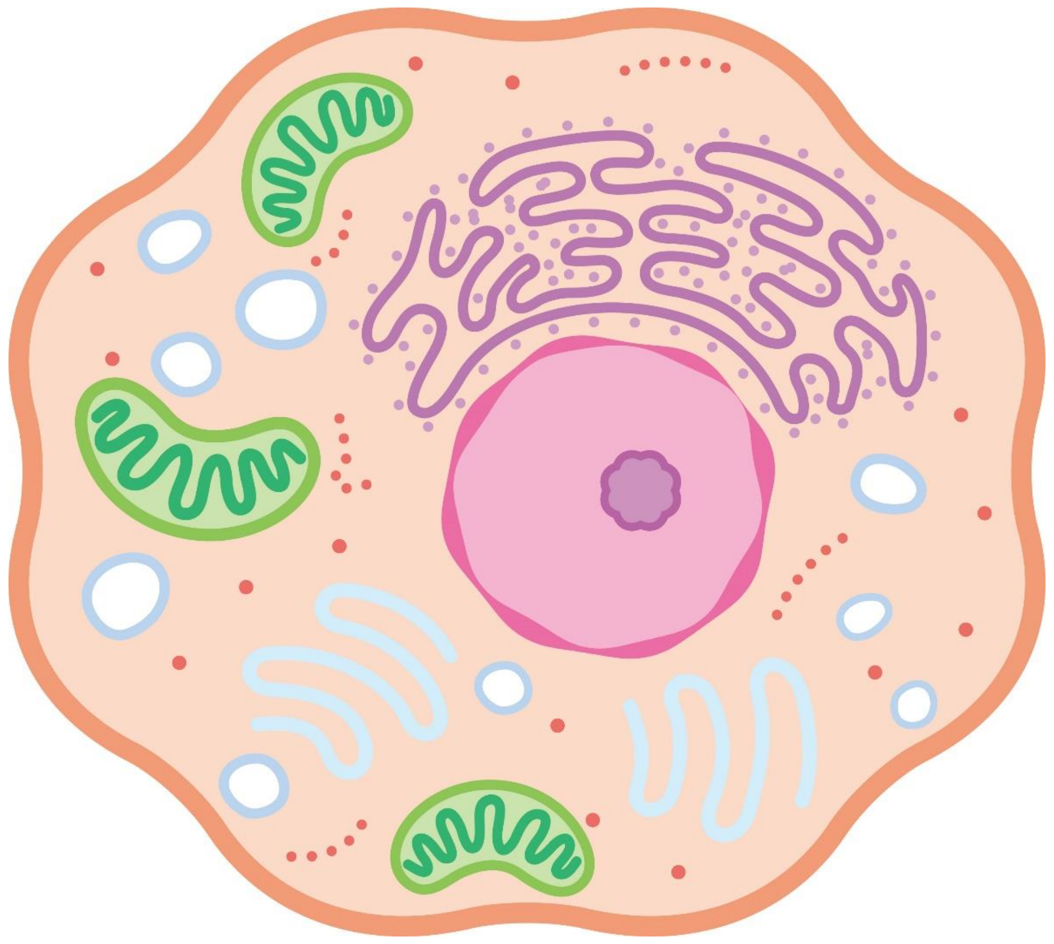
ミトコンドリア育成！

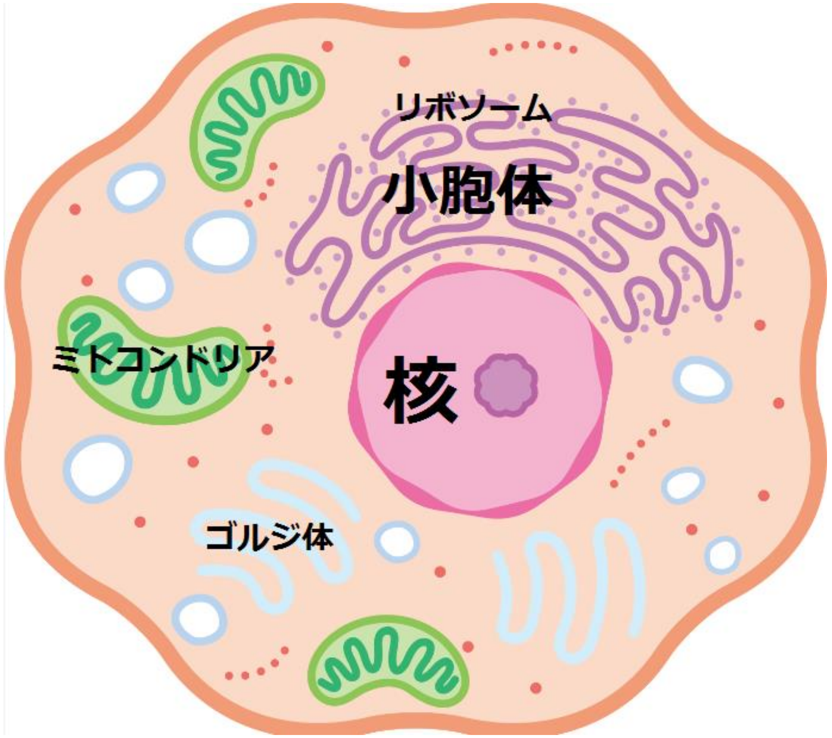
栄養に関わるなら細胞の中で抑えるのは？

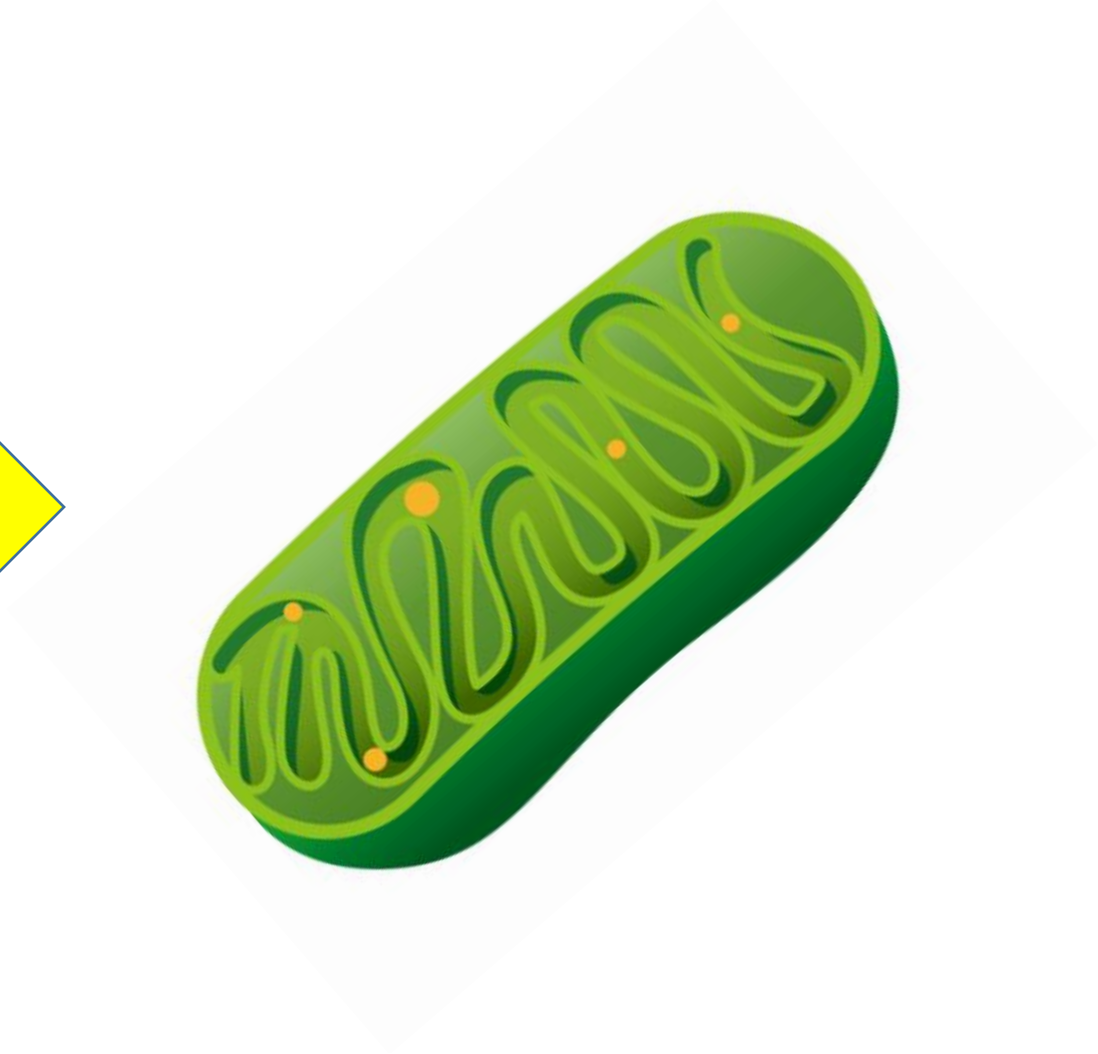
細胞膜
ミトコンドリア
核
小胞体

一番大切なのはミトコンドリア



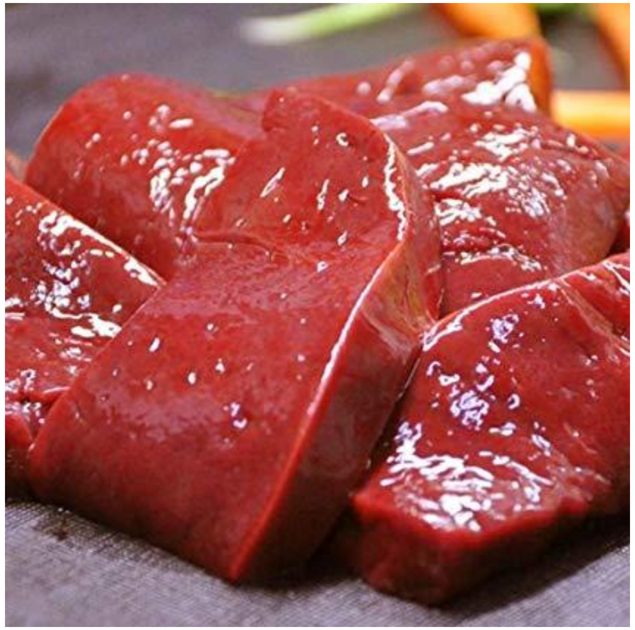
ミトコンドリアって？



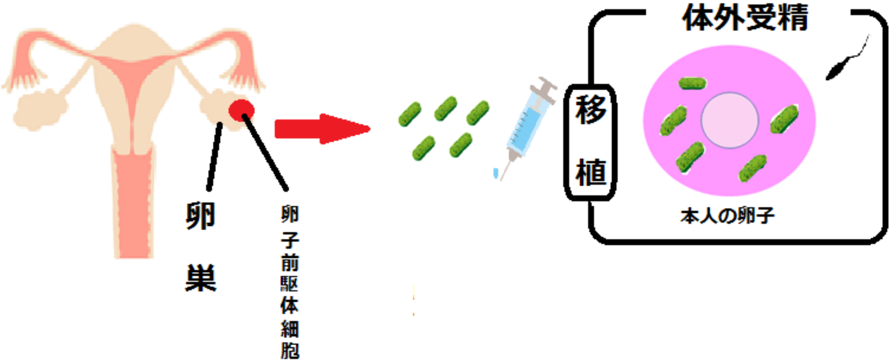


ミトコンドリアとは

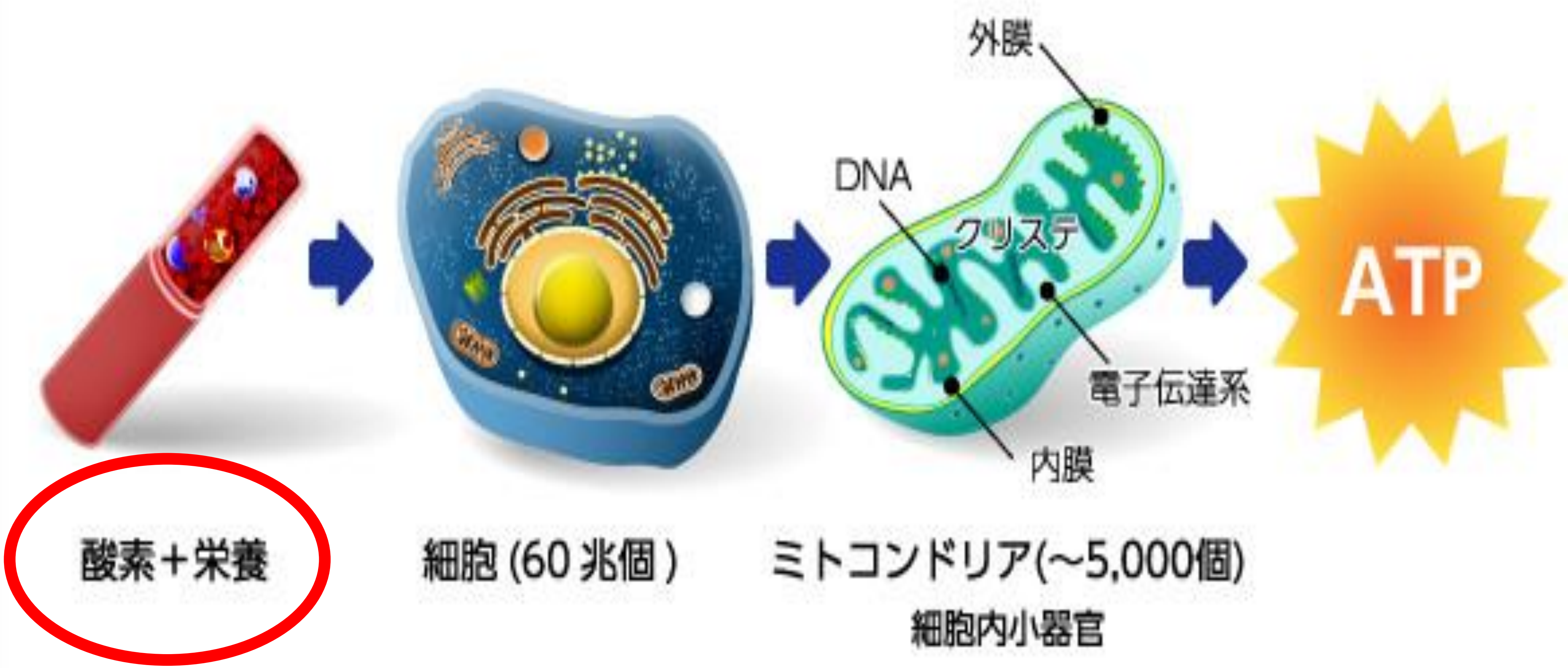
- 細胞内小器官の一つ
- ほぼ全てのエネルギーを
  ATPという形で産生
- 各細胞に300-数千個、
  全身では1京個存在（体重の10%）
- 血球、皮膚細胞ほとんどない
  ⇒酸素運搬
- 卵細胞10万個
  ⇒受精、着床に及ぼす影響

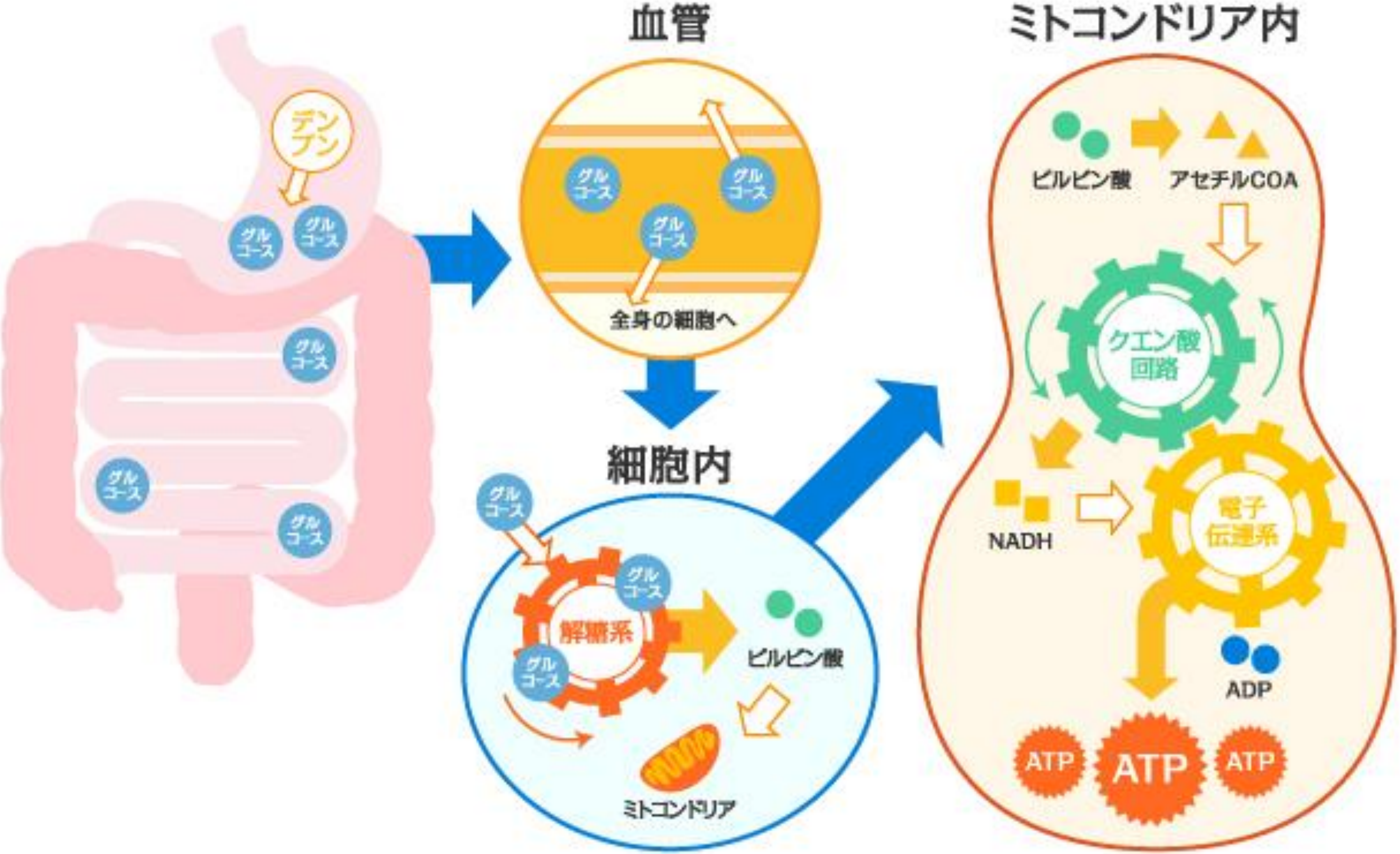


卵子へのミトコンドリア移植のイメージ



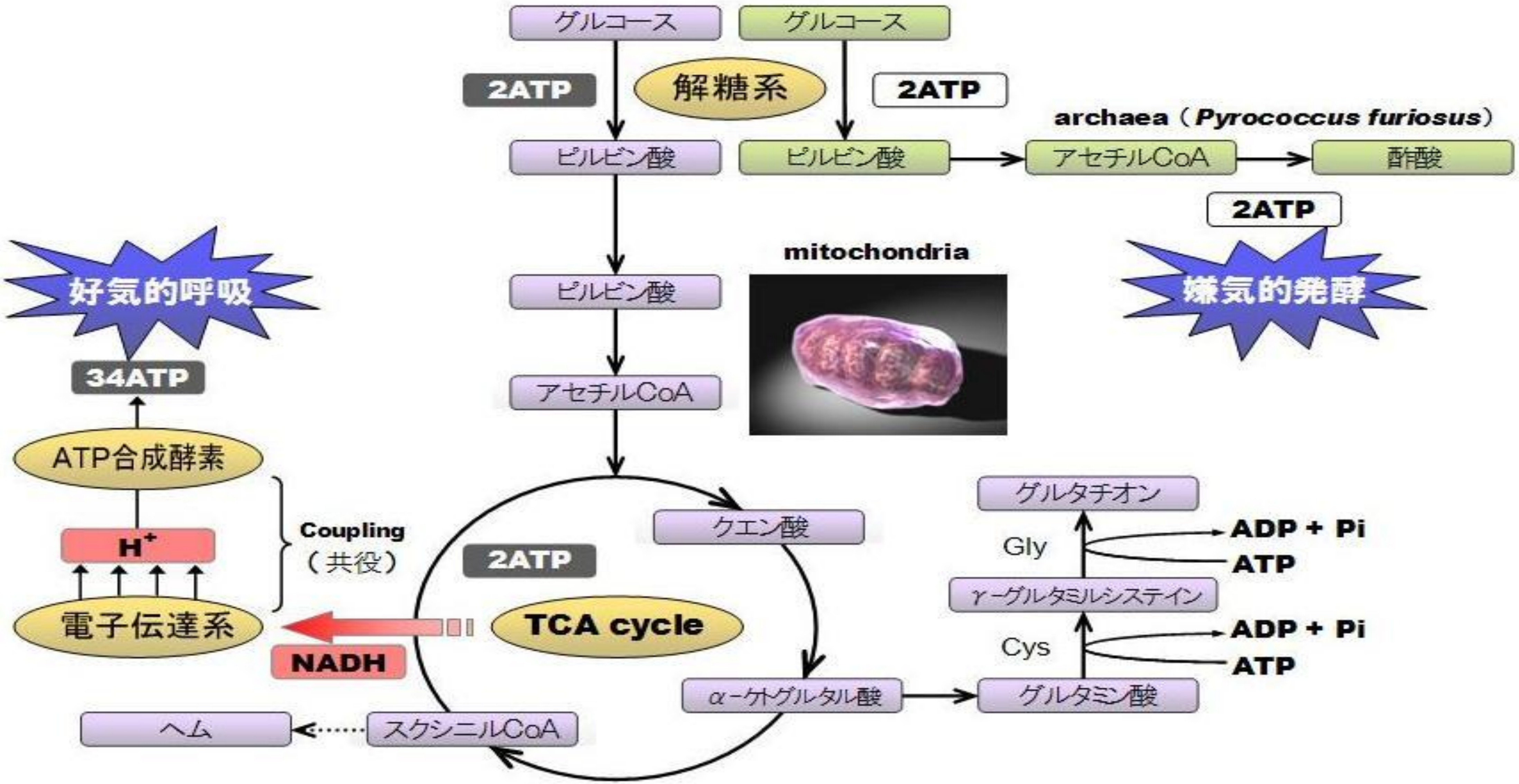
体温を維持するのはミトコンドリアで作られるエネルギー (ATP)

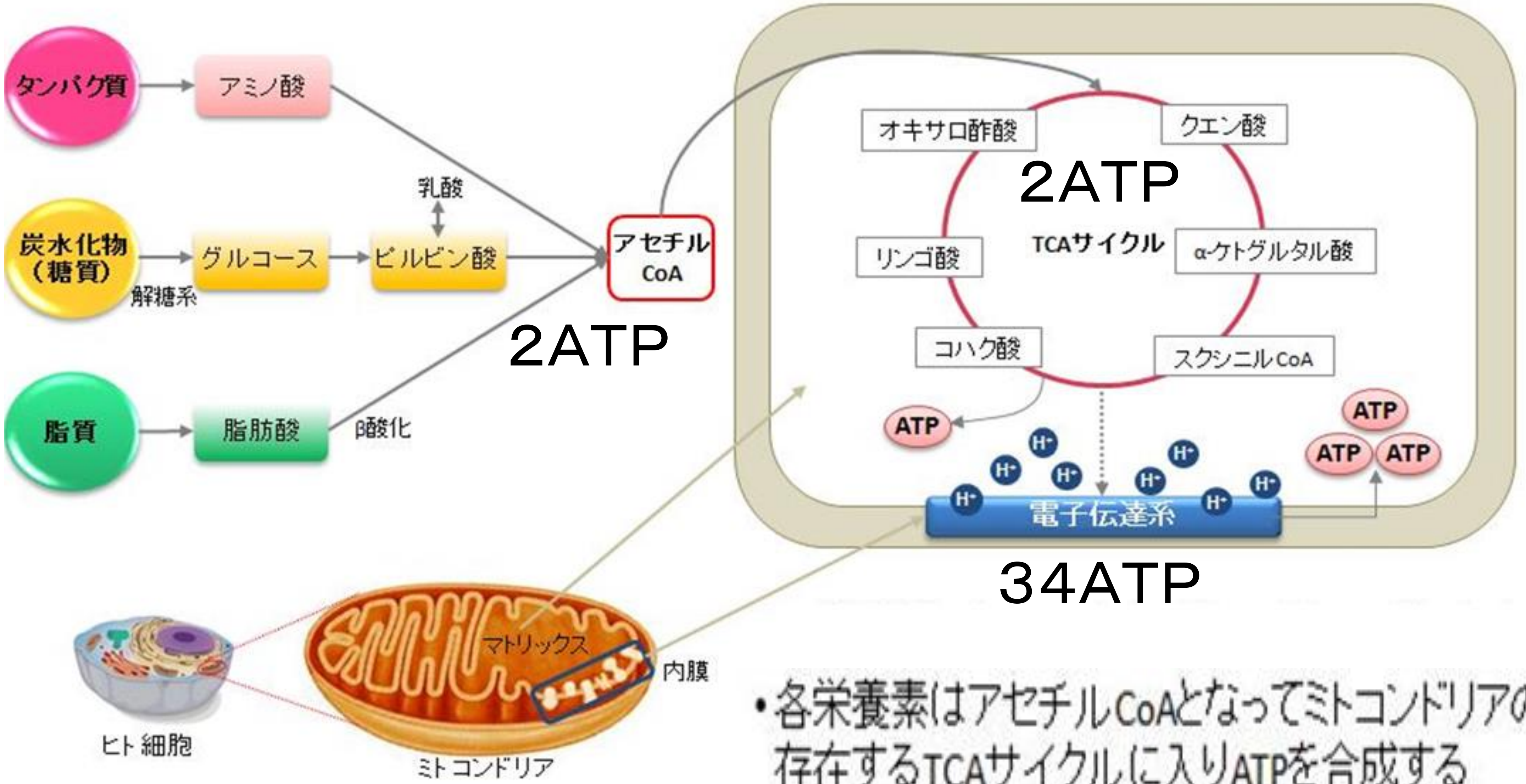




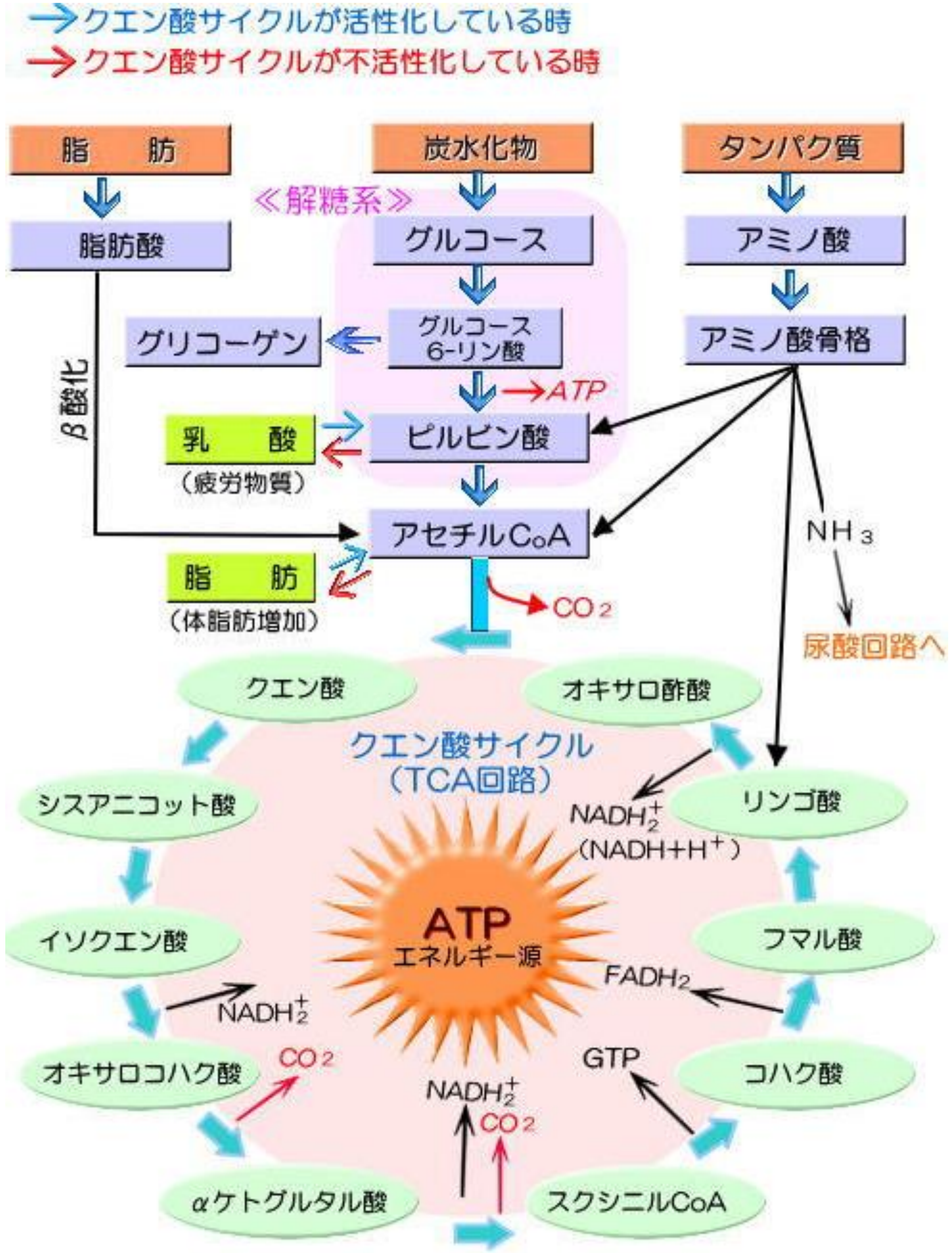
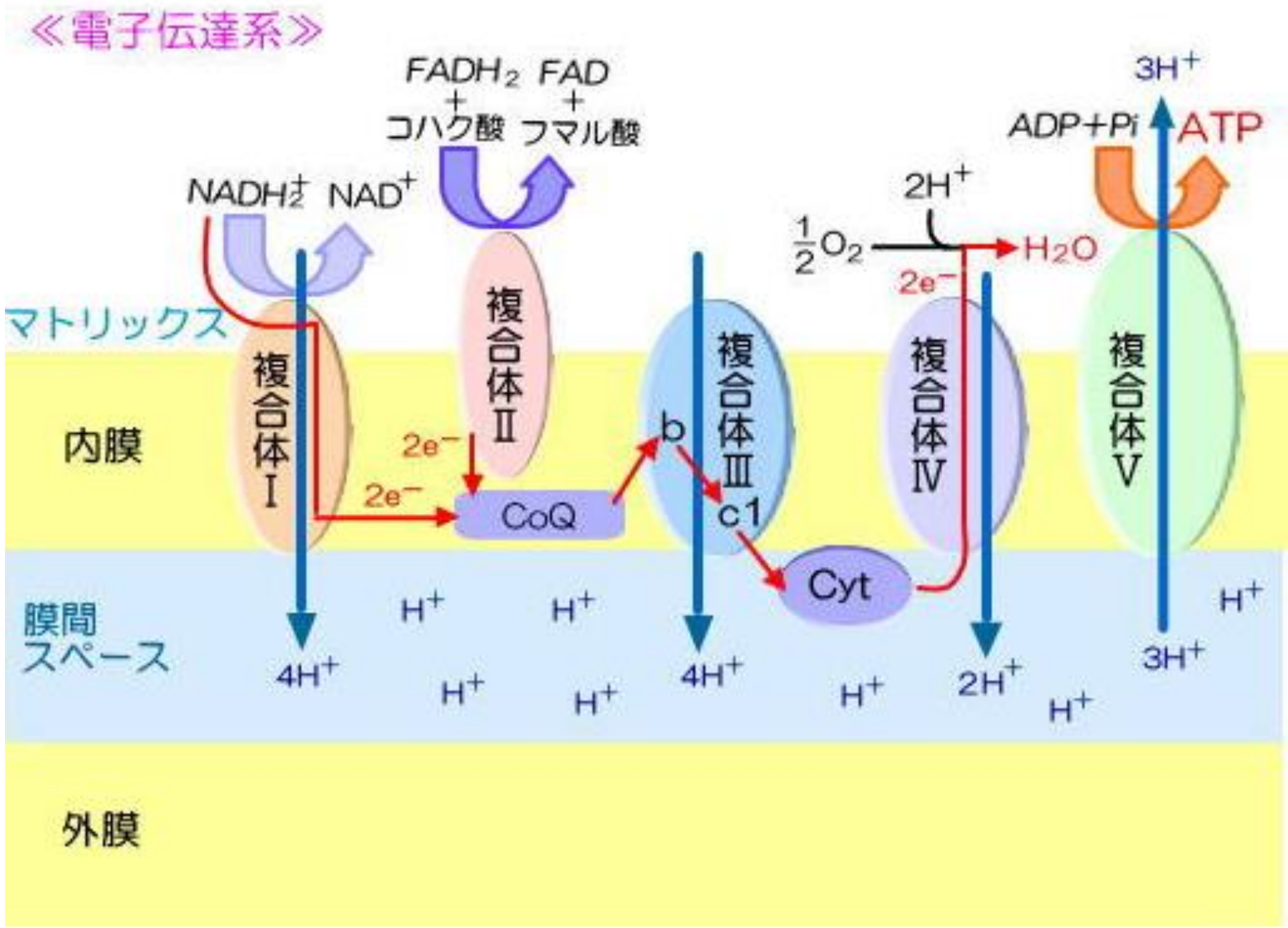
デンプン
グルコース
血管
グルコース
全身の細胞へ
細胞内
グルコース
解糖系
ピルビン酸
ミトコンドリア
ミトコンドリア内
ピルビン酸
アセチルCOA
クエン酸回路
NADH
電子伝達系
ADP
ATP
ATP
ATP

TCA回路と電子伝達系



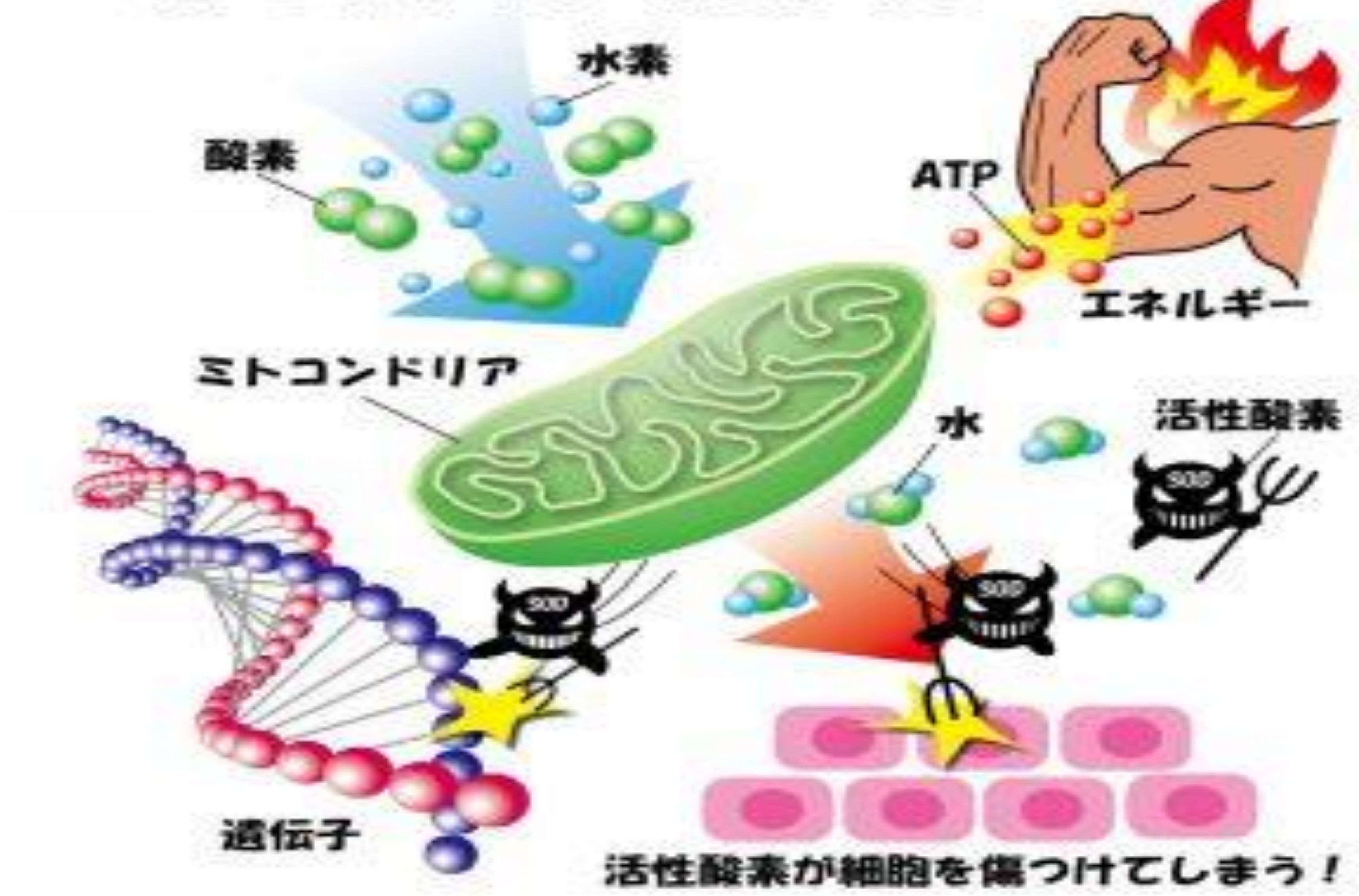


- 各栄養素はアセチルCoAとなってミトコンドリアのマトリックスに存在するTCAサイクルに入りATPを合成する
- TCAサイクルの過程で発生した水素がミトコンドリア内膜にある電子伝達系に移行し、更に多くのATPが作られる

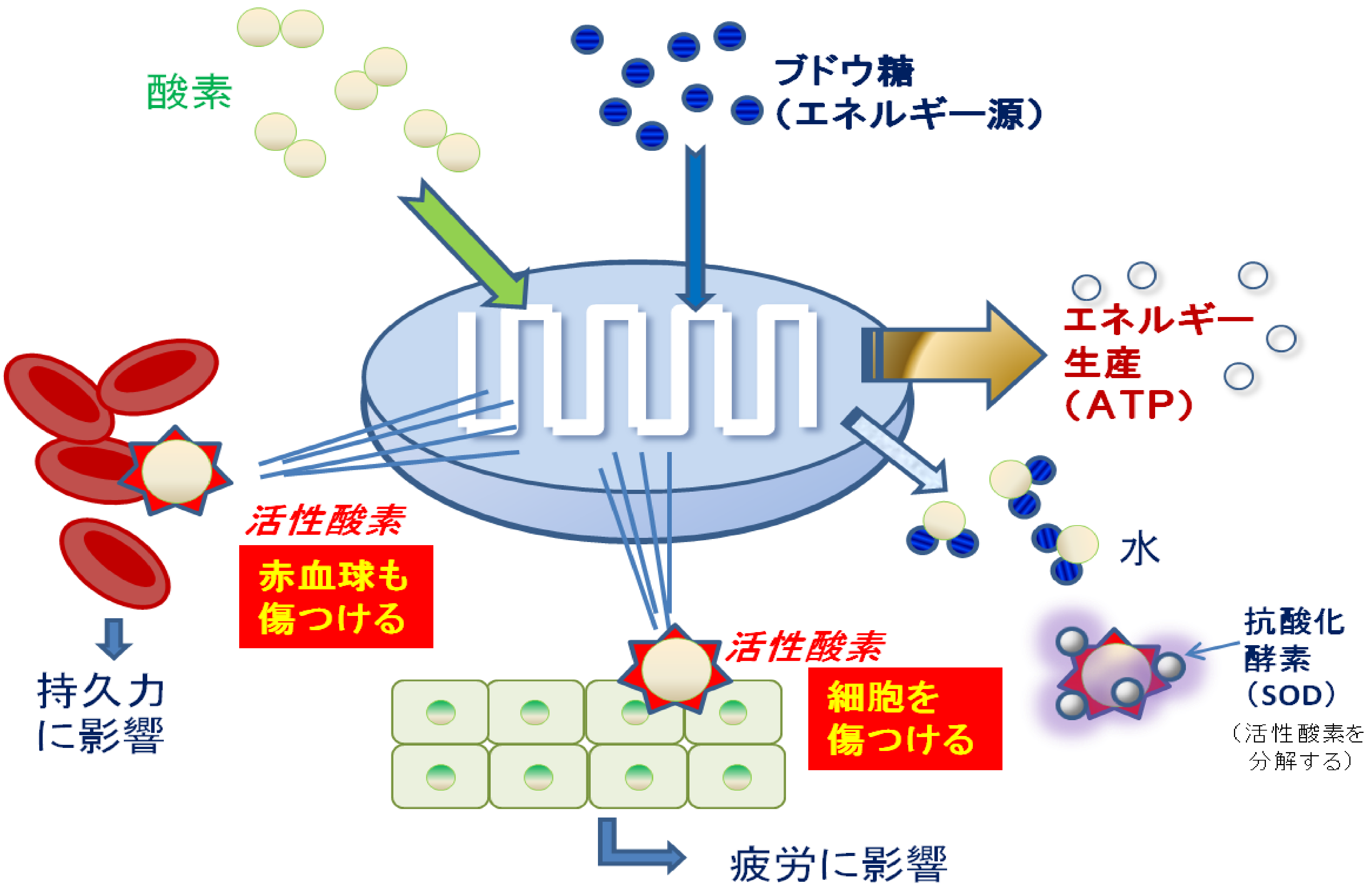

クエン酸サイクルが活性化している時
クエン酸サイクルが不活性化している時
脂　肪
炭水化物
タンパク質
≪解糖系≫
脂肪酸
グルコース
アミノ酸
グリコーゲン
グルコース 6-リン酸
アミノ酸骨格
β酸化
ATP
乳　酸
（疲労物質）
ピルビン酸
アセチルCoA
NH3
脂　肪
（体脂肪増加）
CO2
尿酸回路へ
クエン酸
オキサロ酢酸
クエン酸サイクル
（TCA回路）
シスアニコット酸
リンゴ酸
NADH2+
（NADH+H+）
ATP
エネルギー源
イソクエン酸
フマル酸
FADH2
NADH2+
オキサロコハク酸
CO2
GTP
コハク酸
NADH2+
CO2
αケトグルタル酸
スクシニルCoA

≪電子伝達系≫
FADH2 FAD
+ +
コハク酸 フマル酸
3H+
ADP+Pi
ATP
NADH2+ NAD+
2H+
1/2 O2
H2O
2e−
マトリックス
複合体Ⅰ
複合体Ⅱ
複合体Ⅲ
複合体Ⅳ
複合体Ⅴ
内膜
2e−
2e−
b
CoQ
c1
Cyt
膜間
スペース
H+
H+
H+
4H+
H+
H+
4H+
H+
2H+
H+
3H+
外膜

ウィキペディアより

＜ミトコンドリアのはたらき＞

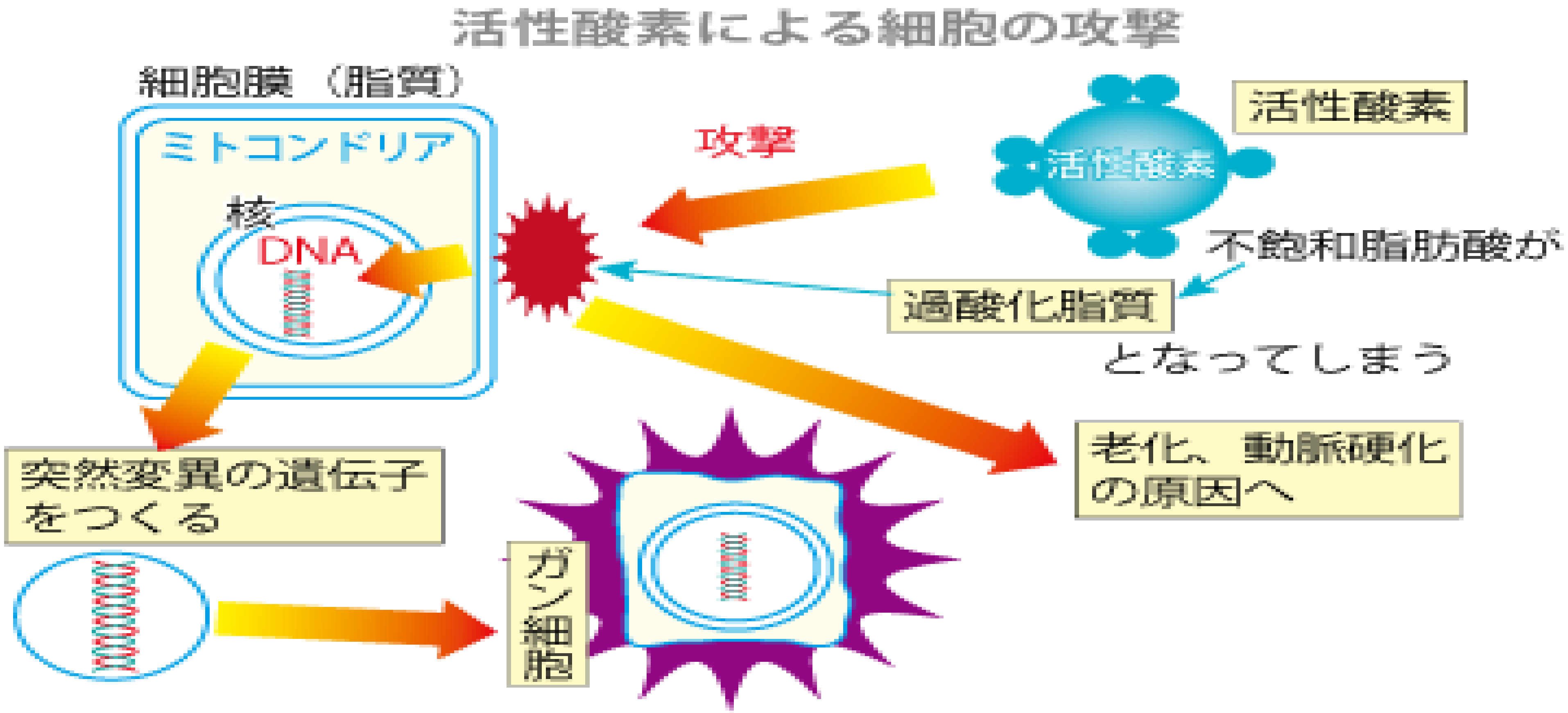


ミトコンドリア(細胞内エネルギー工場)で発生する活性酸素

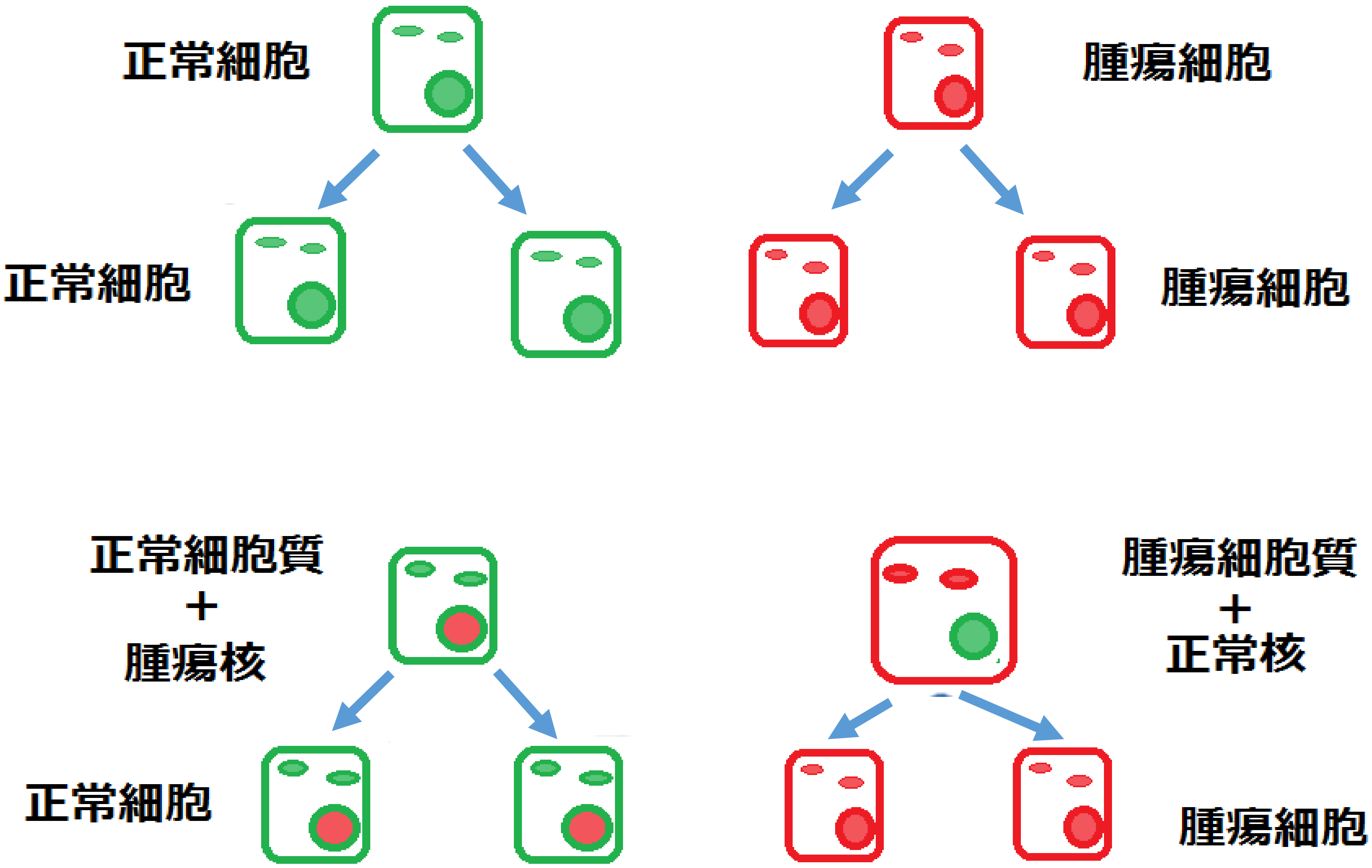


ミトコンドリアと疲労系疾患

ガンとミトコンドリア



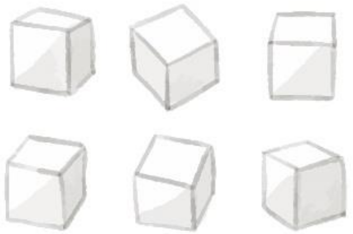
細胞の外の活性酸素が細胞を攻撃することによって、細胞の中のミトコンドリアがまた、活性酸素を連鎖的に発生する。そして、その活性酸素が細胞内の核を攻撃して正常な細胞分裂を阻害し、癌細胞になる。


正常細胞
腫瘍細胞
正常細胞
腫瘍細胞
正常細胞質
+
腫瘍核
腫瘍細胞質
+
正常核
正常細胞
腫瘍細胞

癌は呼吸鎖不全に陥った細胞から発生

ワーブルグ理論

☑呼吸鎖不全を起こした大半の細胞は死滅
☑一部の細胞が代替機能を亢進させ癌細胞になる
☑代替エネルギー機構は発酵（解糖系）による



癌細胞のミトンドリア

☑呼吸鎖不全によりATPをうまく作れない
☑解糖系によるエネルギー獲得のため大量に糖を必要とする
☑活性酸素を大量に放出、DNA、タンパク質、脂質等の酸化損傷を起こす。

☆癌細胞は代替エネルギー機構を獲得した細胞の生き残り
☆癌細胞生き残るために大量の糖を必要としている

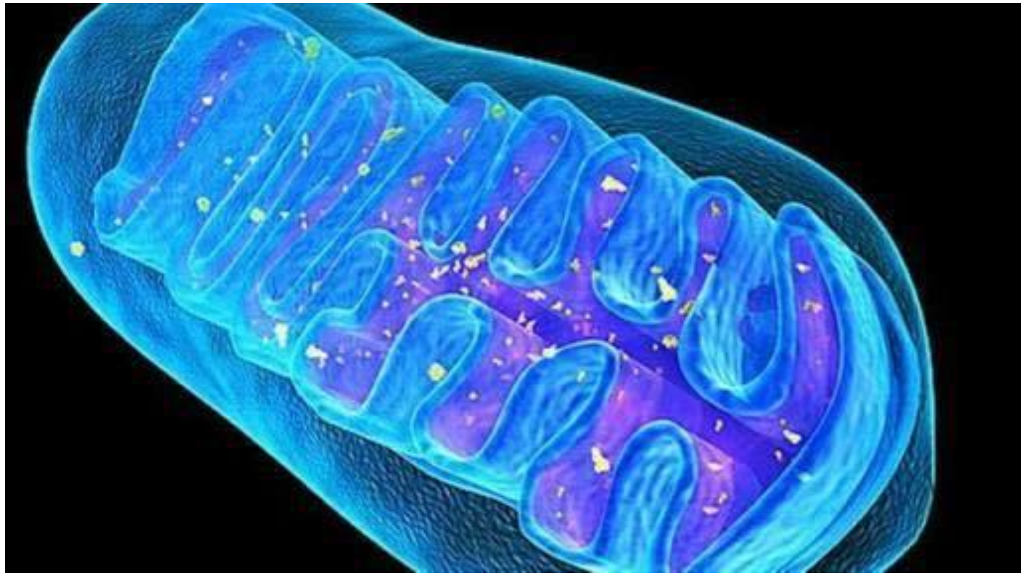
ミトコンドリアを制するには

- ミトコンドリアの質を上げる
  （TCA、電子伝達系の回し方）
  （足りない栄養素、毒素、解毒）

- ミトコンドリアの数を増やす
  （運動、ファスティング、オートファジー）

- ホルモン、デトックス、腸内環境

ステップ1ミトコンドリアの質を上げる

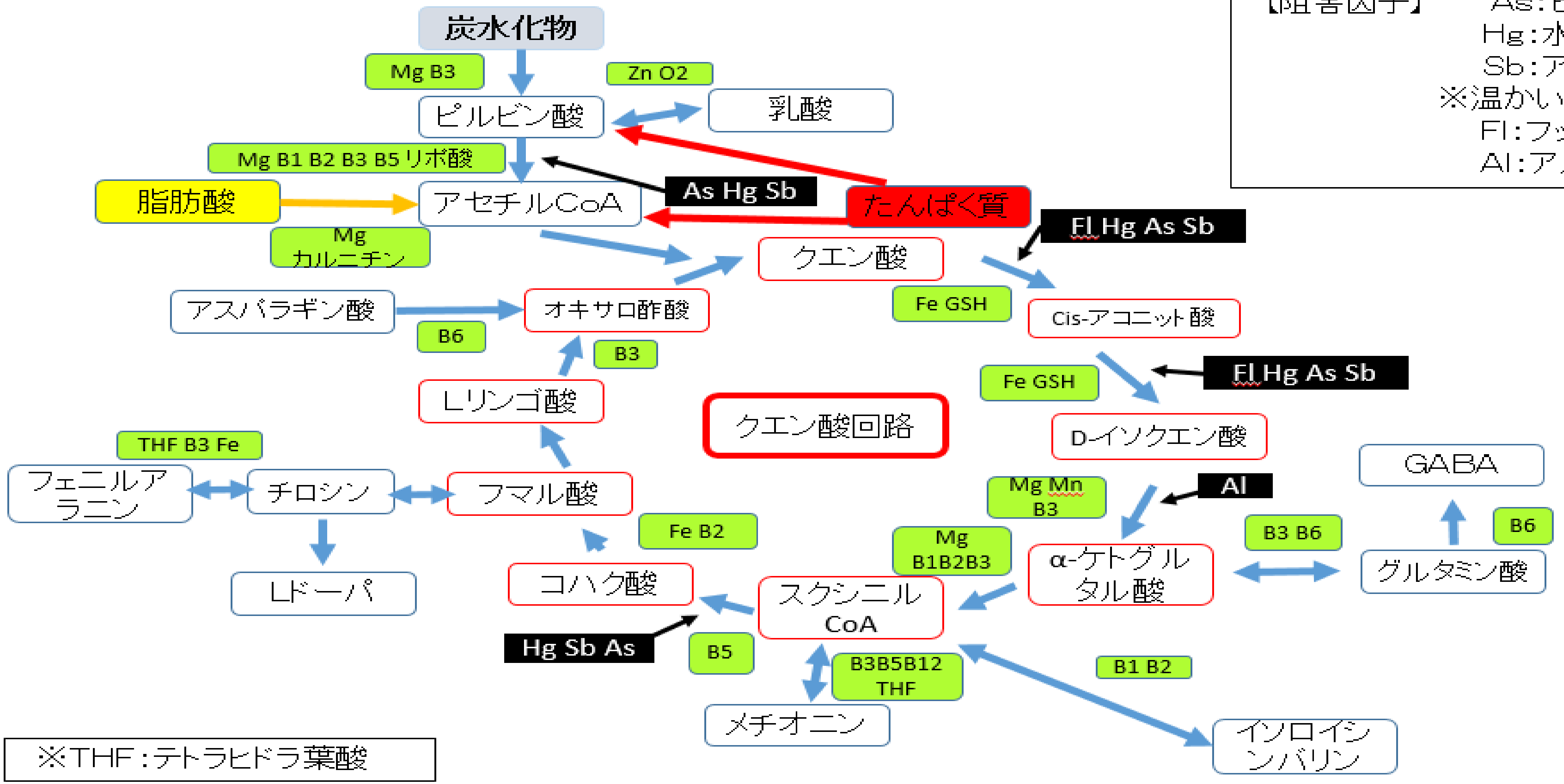


ミトコンドリア機能を上げるポイト２つ

•ＴＣＡサイクル、電子伝達系の補酵素を補う
⇒ビタミン・ミネラル

•抗酸化対策
⇒抗酸化ビタミン＋解毒回路を回す

TCAサイクルの補酵素を補う

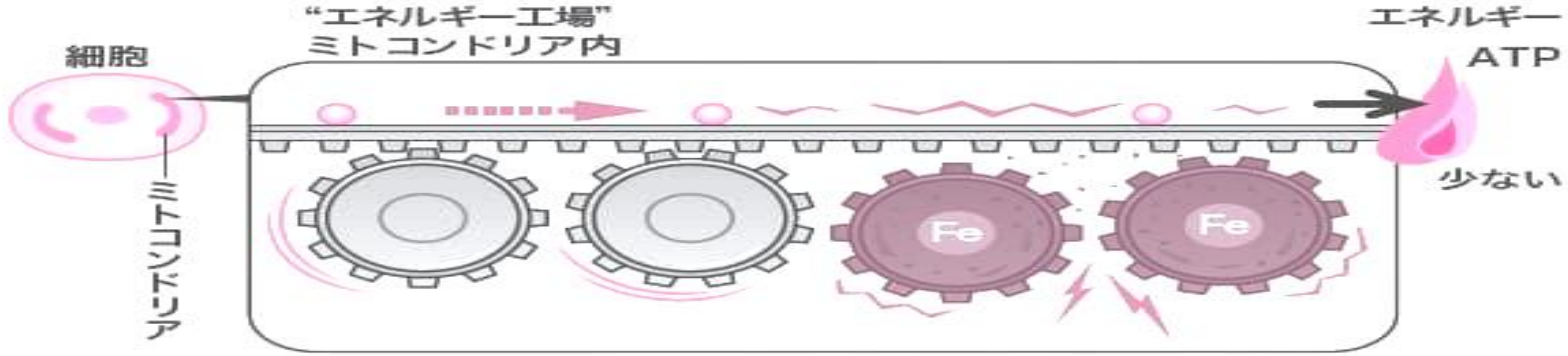


【阻害因子】 As：ヒ素
Hg：水銀
Sb：アンチモン
※温かいペットボトル
Fl：フッ素
Al：アルミニウム

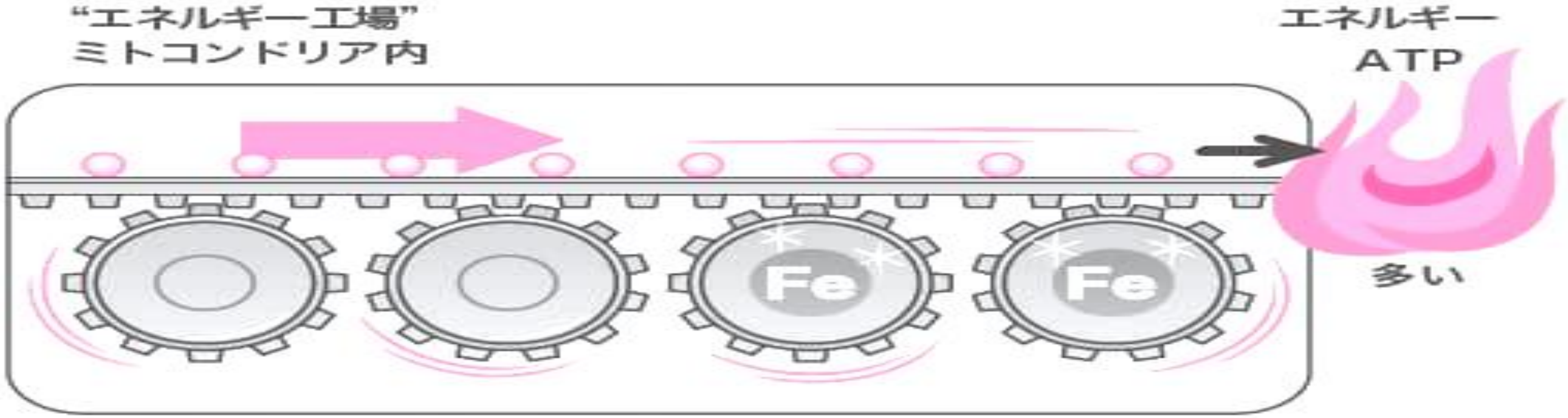
※THF：テトラヒドラ葉酸

鉄＝Feは細胞がエネルギー（ATP）を生み出すのに欠かせない！

●鉄（Fe）不足だと



●鉄（Fe）が十分あると



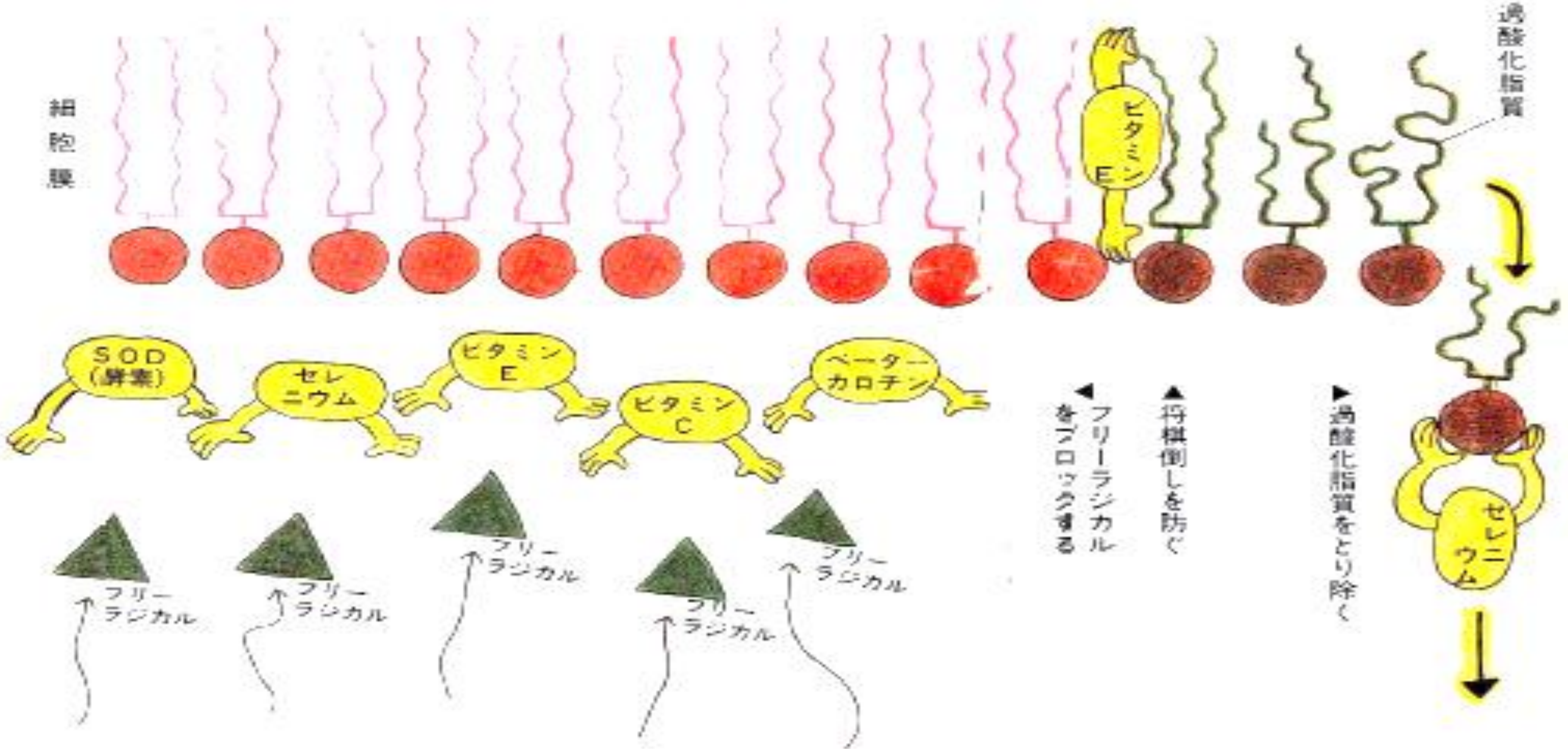
電子伝達系を回すのに
抑えておくべき血液データ（鉄の酸化に注意）

ビタミンB群	GOT,GPT
鉄	フェリチン
亜鉛	ALP, 亜鉛
マグネシウム	ALP
活性酸素	ビリルビン, UIBC,Cu
抗酸化力	尿酸
タンパク質	TP,ALB

鉄は反応が良いが、反応良すぎて問題になることもある。
鉄が問題を起こす（酸化ストレス）のはUIBCが少ない人
鉄はトランスフェリンと言うたんぱく質と結合している　トランスフェリンの量をTIBC　（トータル鉄結合能という）
TIBCから血清鉄を引いたものがUIBC
UIBCは鉄運搬能にどれくらい余裕があるかを表している
UIBCが低い人に鉄を入れると酸化ストレス受けやすい
先にタンパク代謝を整えることが大切

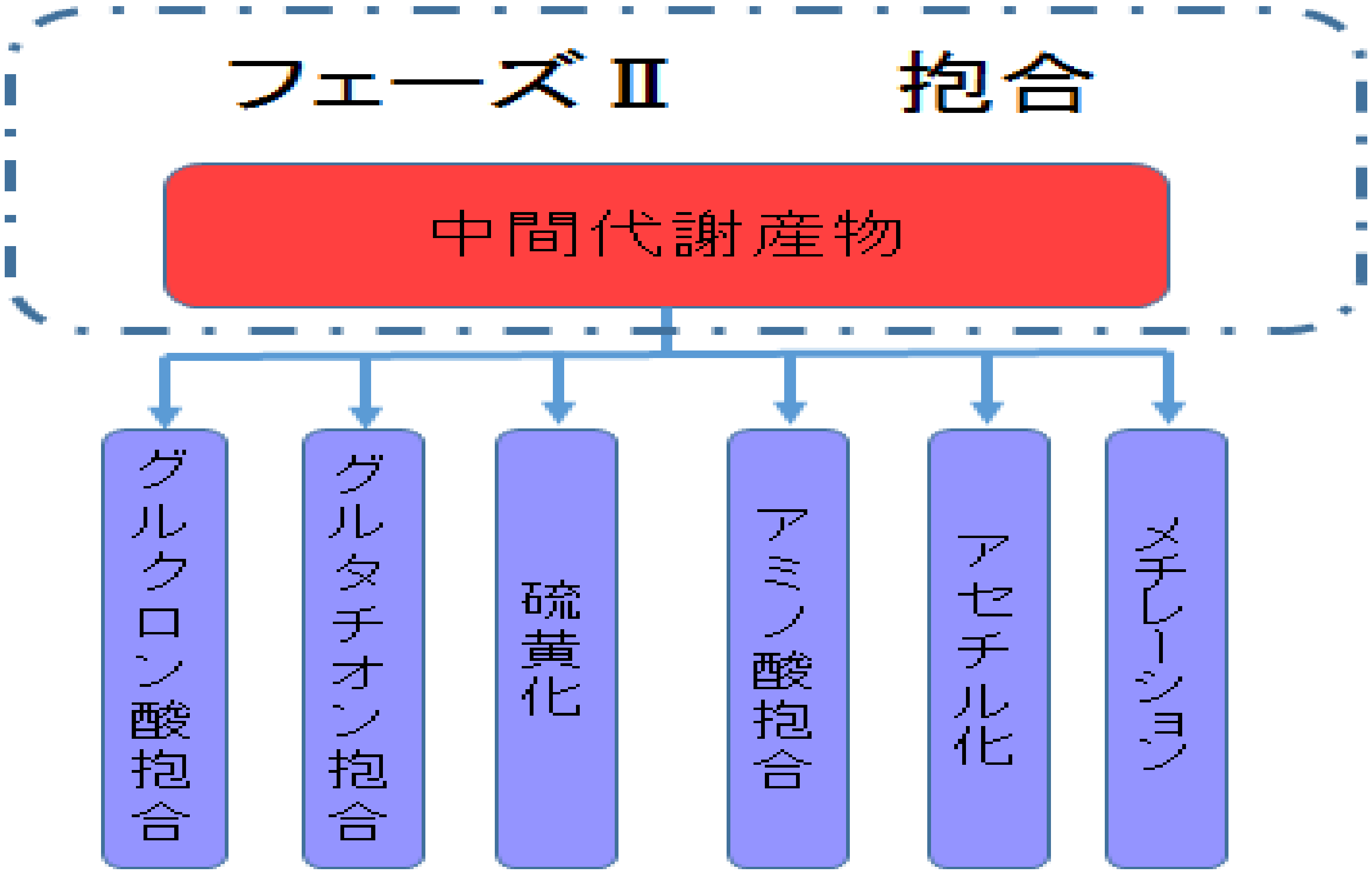
ミトコンドリアの核は活性酸素に弱いので活性酸素対策が必要となる

抗酸化対策



細胞膜
ビタミンE
過酸化脂質
SOD (酵素)
セレニウム
ビタミンE
ビタミンC
ベーターカロチン
フリーラジカル
フリーラジカル
フリーラジカル
フリーラジカル
フリーラジカル
▶フリーラジカルをブロックする
▶将棋倒しを防ぐ
▶過酸化脂質をとり除く
セレニウム

解毒回路



グルタミン
グリシン
リジン
メチオニン
N－アセチル
システイン
タウリン
グルタチオン
ビタミンA
パントテン酸
ビタミンB6
ビタミンB12
葉酸
コリン
セレニウム
マグネシウム
モリブデン

ミトコンドリアサプリメント

Supplement Facts
Serving size 2 capsules
Servings per container 60

	Amount Per Serving	%Daily Value
Vitamin C (as ascorbic acid)	100 mg	167%
Vitamin E (as d-alpha tocopherol succinate)	25 IU	83%
Thiamin (as thiamin HCl) (B_1)	10 mg	667%
Riboflavin (vitamin B_2)	7.5 mg	441%
Niacin (as niacinamide)	17.5 mg	88%
Magnesium (as magnesium citrate/malate)	50 mg	13%
Kre-Alkalyn® (pH balanced creatine monohydrate)	375 mg	*
Acetyl-L-Carnitine (free-form)	250 mg	*
Trans-resveratrol (from Japanese knotweed (*Polygonum cuspidatum*) extract (root))	25 mg	*
Grape (*Vitis vinifera l.*) extract (seed) (standardized to contain 92% polyphenols)	50 mg	*
N-Acetyl-L-Cysteine (free-form)	50 mg	*
Alpha lipoic acid (thioctic acid)	50 mg	*
Kaneka Ubiquinol™ (active antioxidant form of coenzyme Q_{10})	25 mg	*

*Daily value not established

Other ingredients: vegetarian capsule (cellulose, water)

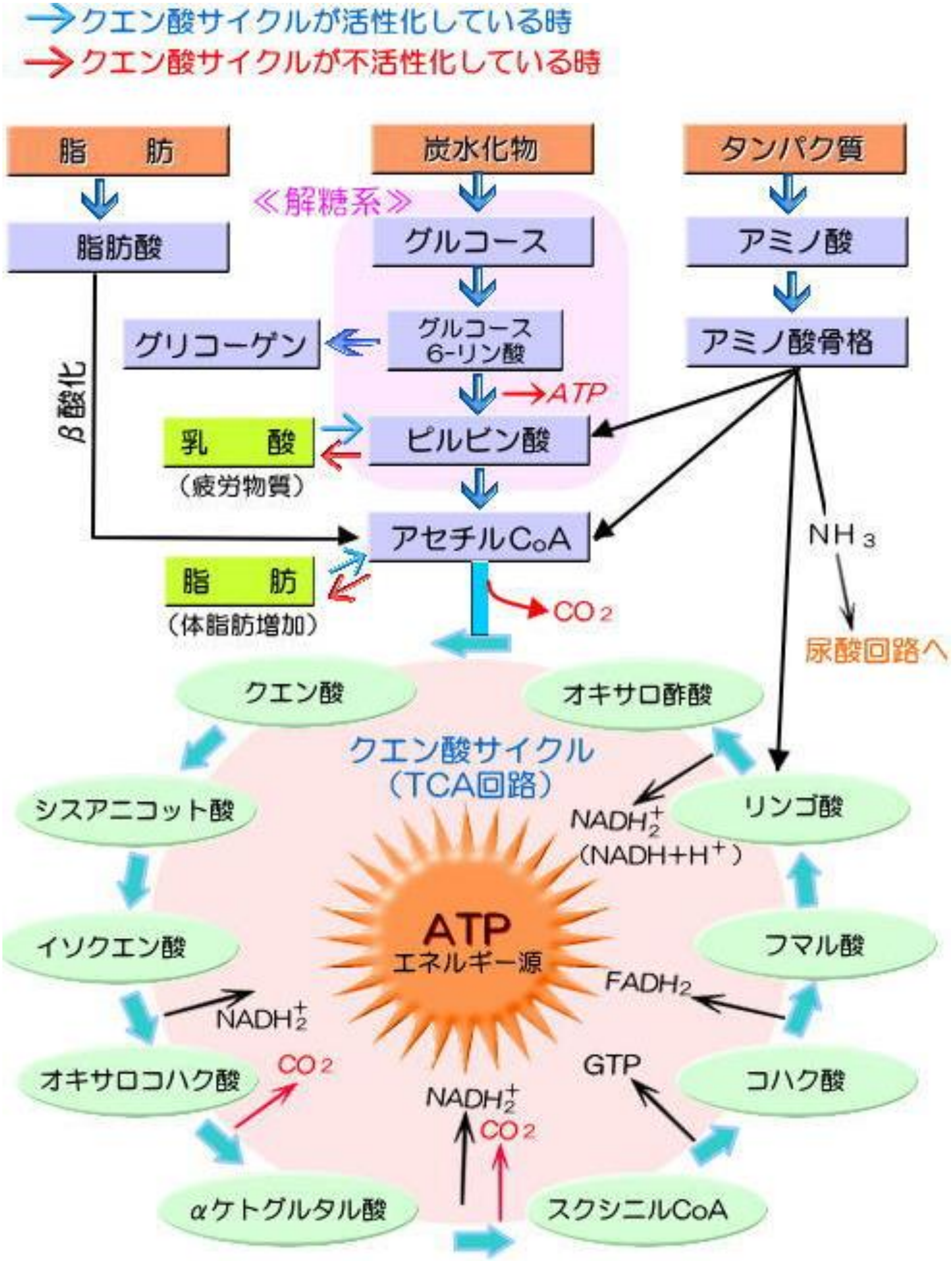
ビタミンC（抗酸化）
ビタミンE（抗酸化）
ビタミンB群（補酵素）
マグネシウム（補酵素）絶対必要、基本
Lカルニチン（脂肪代謝）
レスベラトロール（抗酸化ポリフェノール）
N－アセチルシステイン（解糖系）
アルファァリポ酸（解糖系）
カネカ・ユビキノール（COQ10の還元型）

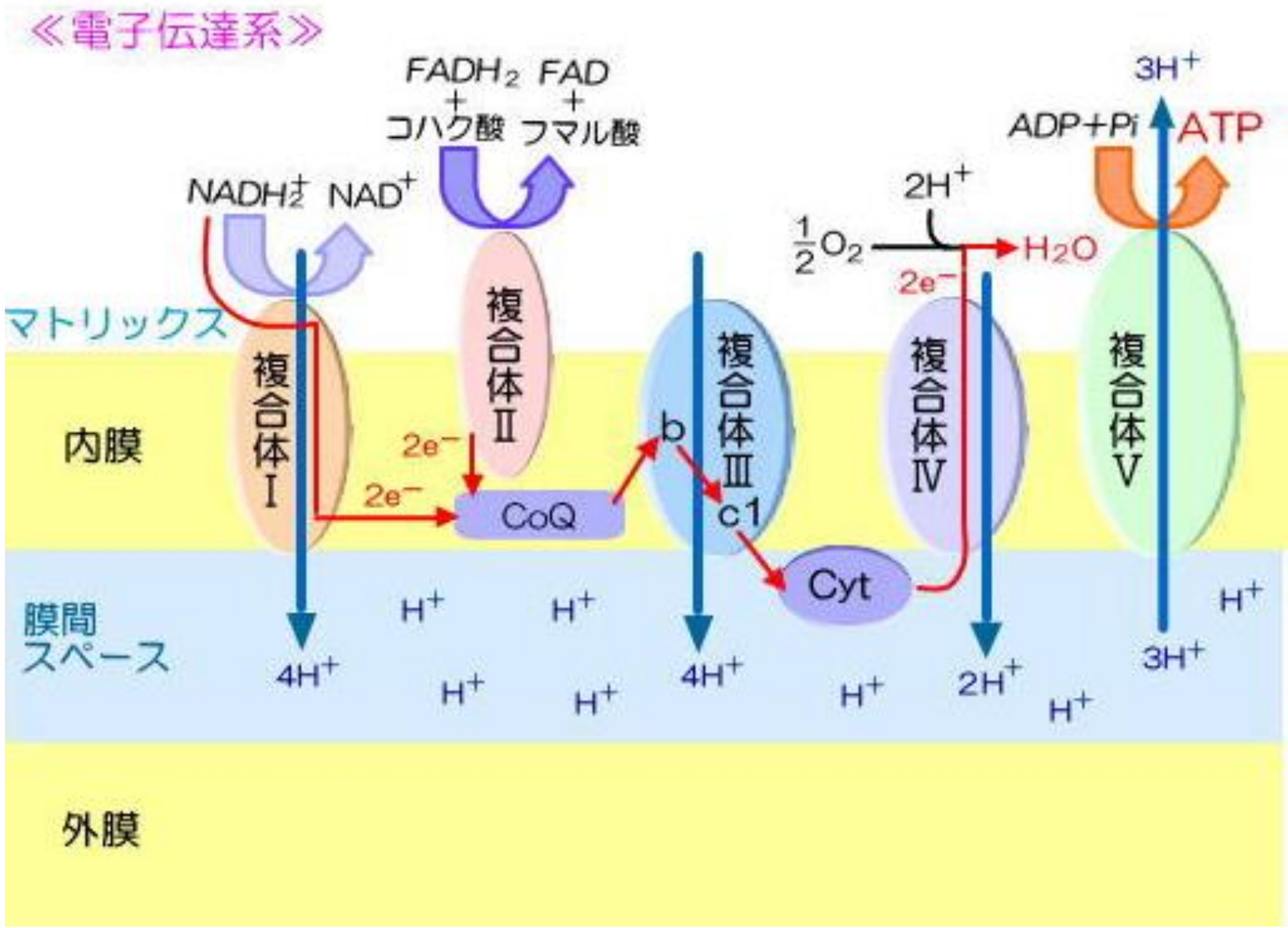
電子伝達系に特化

NADH：NADH脱水素酵素複合体

COQ10：電子伝達系において
呼吸鎖複合体IとIIIの電子の仲介を果たしている
（ビタミンではない）

※どちらも電子伝達系の補酵素として位置づけられる


クエン酸サイクルが活性化している時
クエン酸サイクルが不活性化している時
脂　肪
炭水化物
タンパク質
≪解糖系≫
脂肪酸
グルコース
アミノ酸
グリコーゲン
グルコース 6-リン酸
アミノ酸骨格
β酸化
ATP
乳　酸
（疲労物質）
ピルビン酸
アセチルCoA
NH3
脂　肪
（体脂肪増加）
CO2
尿酸回路へ
クエン酸
オキサロ酢酸
クエン酸サイクル
（TCA回路）
シスアニコット酸
リンゴ酸
NADH2+
(NADH+H+)
ATP
エネルギー源
イソクエン酸
フマル酸
FADH2
NADH2+
オキサロコハク酸
CO2
GTP
コハク酸
NADH2+
CO2
αケトグルタル酸
スクシニルCoA


≪電子伝達系≫
FADH2 + コハク酸
FAD + フマル酸
3H+
ADP+Pi
ATP
NADH2+
NAD+
2H+
1/2 O2
H2O
2e−
マトリックス
複合体Ⅰ
複合体Ⅱ
複合体Ⅲ
複合体Ⅳ
複合体Ⅴ
内膜
2e−
2e−
CoQ
b
c1
Cyt
膜間スペース
H+
H+
H+
4H+
H+
H+
4H+
H+
2H+
H+
3H+
外膜

ウィキペディア

ＮＡＤＨ？（活性型ナイアシン）
⇒ビタミンＢ３のこと

ニコチン酸とニコチン酸アミドの総称で，

⇒ナイアシン（ Niacin ），ビタミン PP ともいう。

熱に強く，糖質・脂質・タンパク質の**代謝**に不可欠、特に電子伝達系を機能させるには重要。

ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド（NAD$^+$，NADH），ニコチンアミドアデニンジヌクレオチドリン酸（NADP$^+$，NADPH）として，約500種類の**酸化還元酵素**（デヒドロゲナーゼなど）の**補酵素**として機能する。

ややこしいビタミンB 群とは

ビタミン B 群は，ビタミンB 複合体とも呼ばれる**水溶性ビタミン**である。

ビタミンB 群には，ビタミン B1，**ビタミン B2**，ナイアシン（ビタミン B3 ），**パントテン酸**（ビタミン B5 ），**ビタミン B6**，**ビオチン**（ビタミン B7 ），**葉酸**（ビタミン B9 ），**ビタミン B12 の 8 種**がある。

この中で，**太字**で示した 6 種のビタミンは，人の腸管内に棲んでいる**腸内細菌が**合成している。

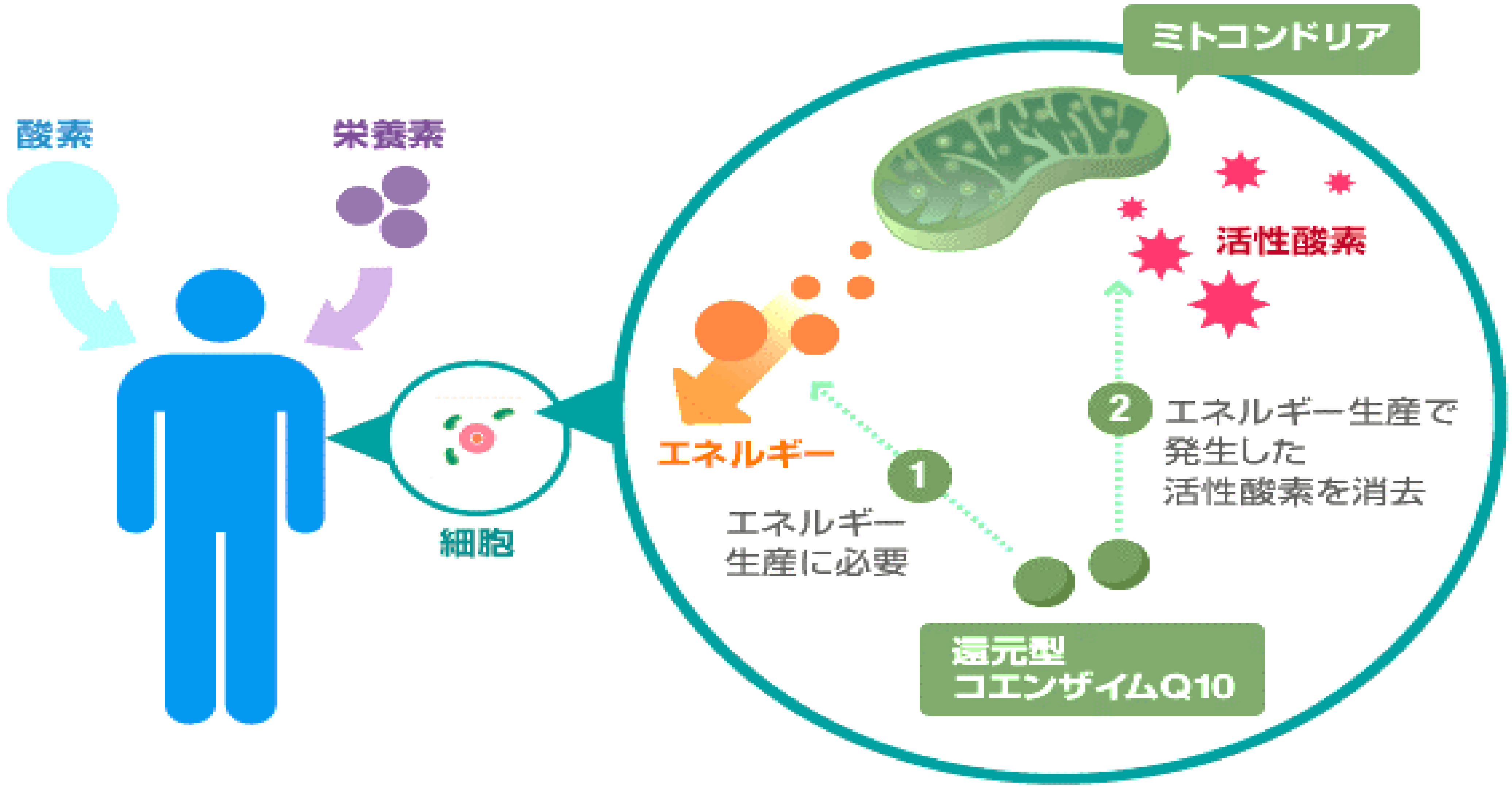
ビタミンB群の物質は，生体内で[補酵素]として機能する。

CoQ10？

　コエンザイムQ10（学名ユビキタス、もしくはユビキノン）とは、脂溶性の物質で、ヒトの体内において合成されている「ビタミン様物質（体内で生成されるという意味においてビタミンとは区別される）」である。

⇒酸化還元を行うシステムの一部である補酵素の一種であることと、いわゆる抗酸化物質であることを意味している。

○体で使うエネルギーの95%を図のプロセスで生産している



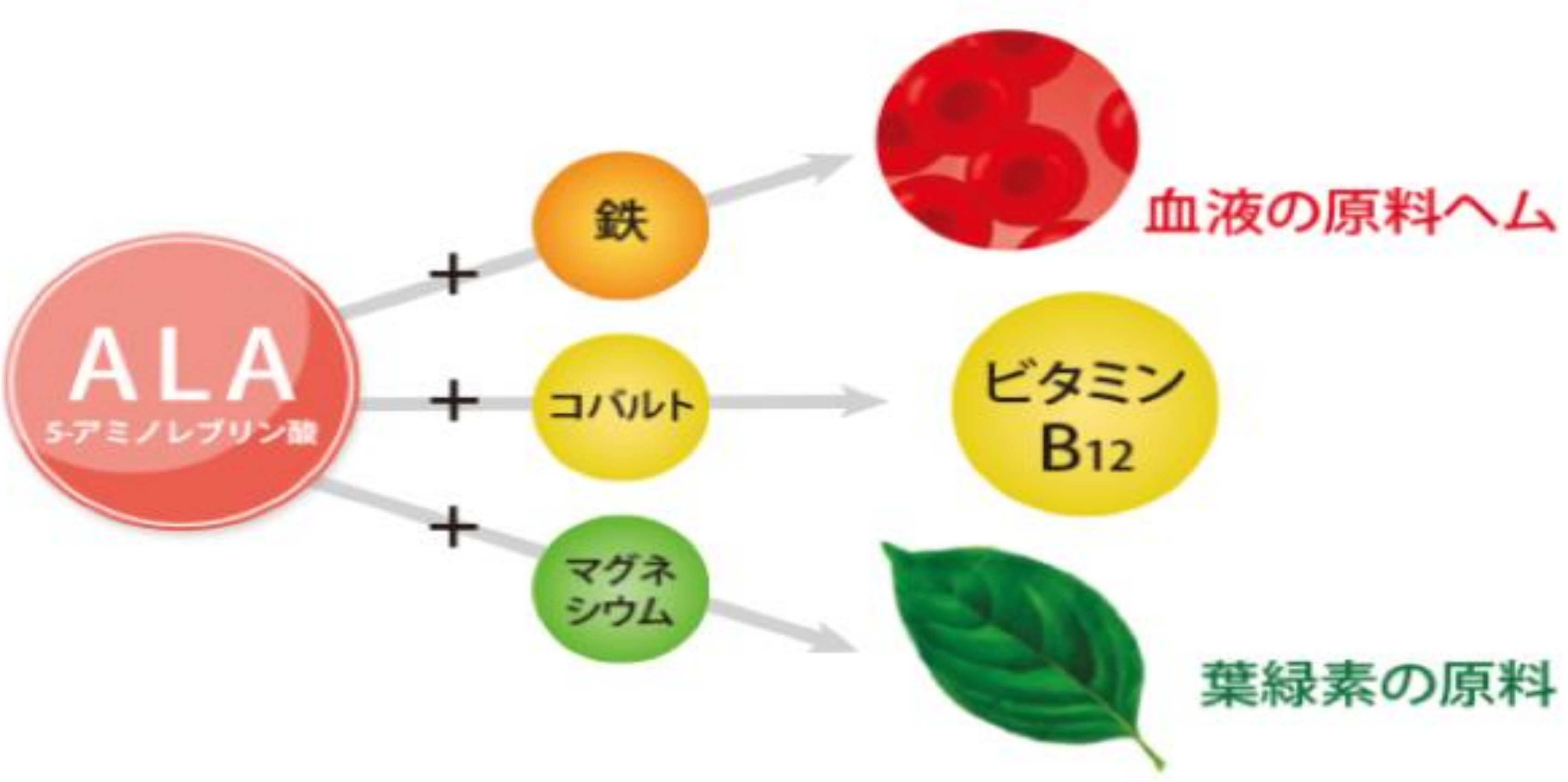
アミノレブリン酸（ALA）

・アミノレブリン酸が8つくっついて
環状構造を作ることで
ポルフィリンとなる。

・ポルフィリンと鉄がくっつくことで
ヘム鉄になる。（キレート化）

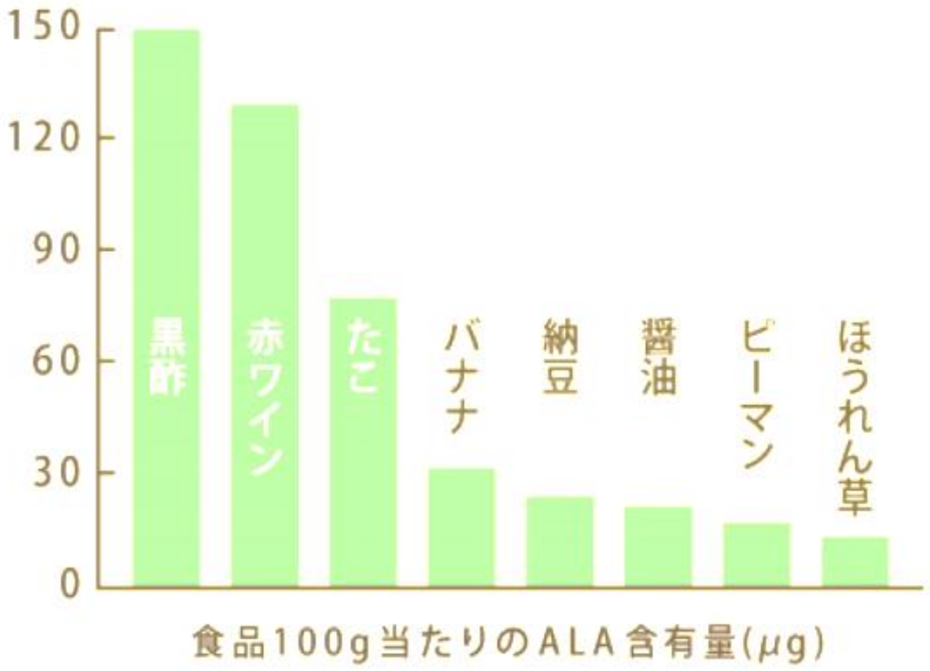
・アミノレブリン酸をとることで
鉄の吸収も良くなる

ポルフィリンとミネラルがくっつくことで



【ヒトにも植物にも存在するALA】

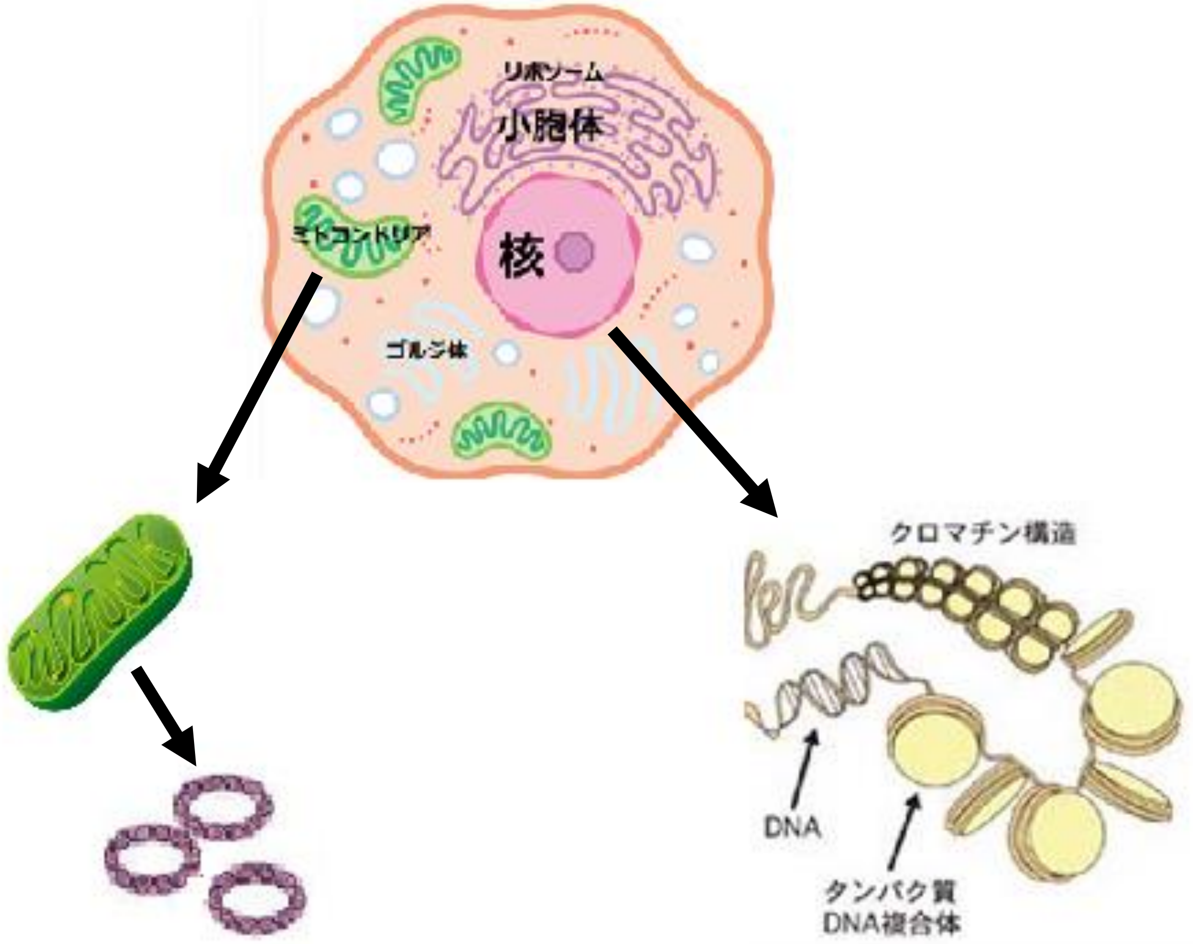
食べ物に含まれるALA



ミトコンドリアを動かすために

- ミトコンドリアの多い臓器はエネルギー需要も多い(脳、肝臓、心臓、筋肉）
- テトラサイクリン系抗生剤での悪影響？
- ミトコンドリアは活性酸素の発生源でありながら活性酸素に弱い（抗酸化対策は必須）
- ミトコンドリアを駆動する栄養素はCOQ10,NADH（←積極的に摂る）マグネシウム、亜鉛（取り方に工夫が必要）鉄（要注意）

ミトコンドリアのDNAの特徴



ミトコンドリアＤＮＡ
ヒストンがなく活性酸素に弱い

人のＤＮＡはヒストンあり

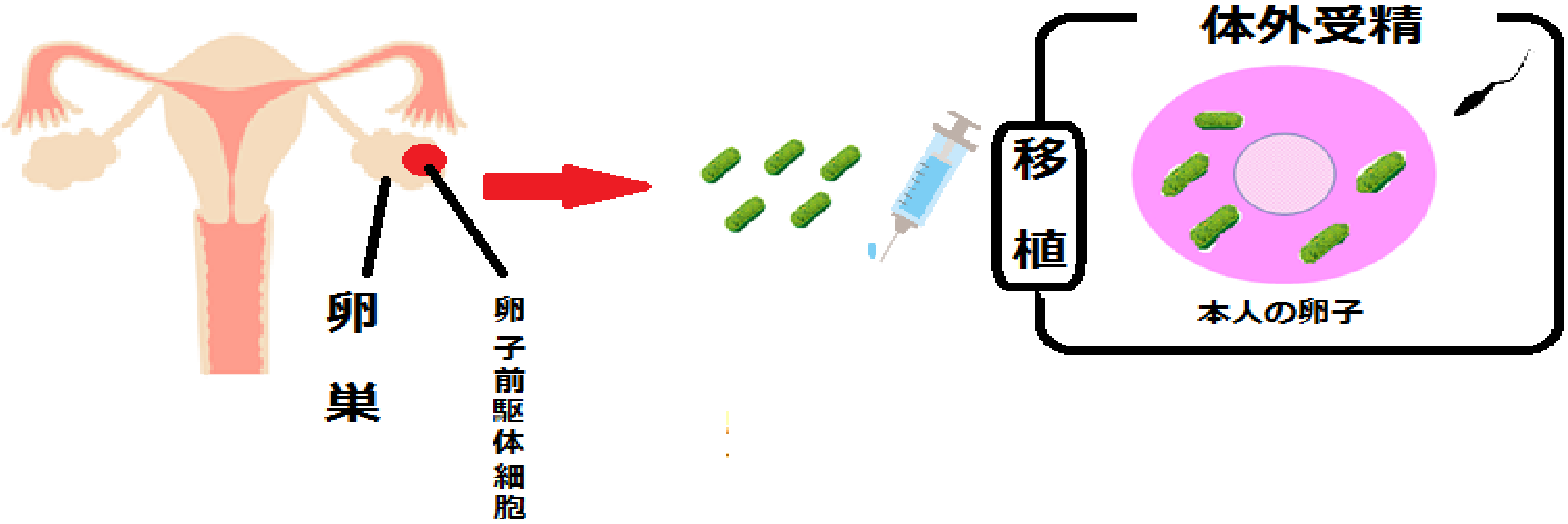
☆好気生代謝を行い、自ら活性酸素を生み出すが、ミトコンドリアのDNA自体がヒストンを持たないので活性酸素に弱い。

☆損傷を受けやすい上に、核内DNAに比べて修復能力も劣る。

☆活性酸素対策が重要

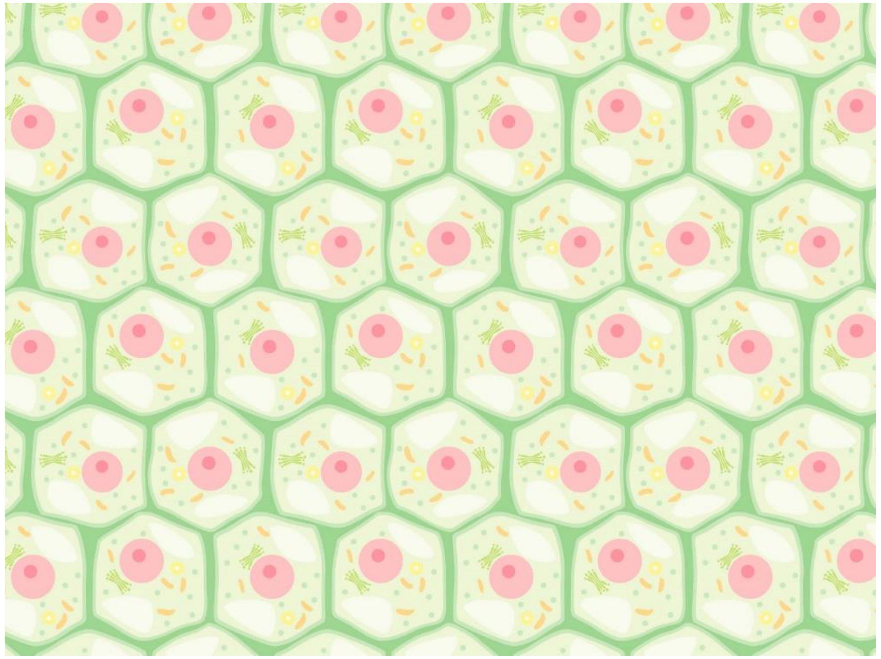
☆ミトコンドリアDNAはほぼエネルギー生産にすべてが関わる為損傷するとエネルギー生産能力が低下する。

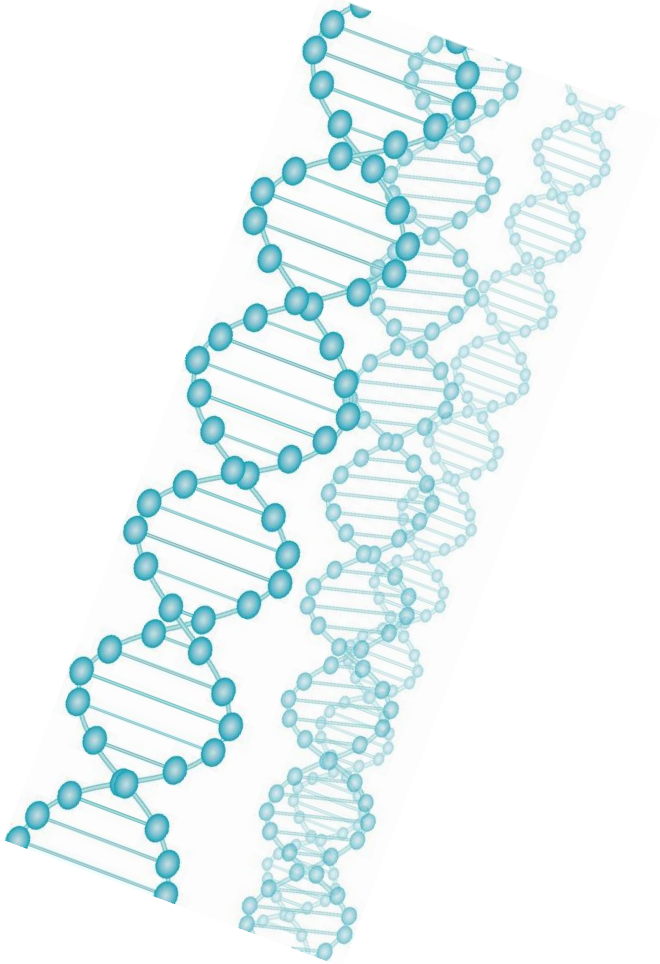
卵子へのミトコンドリア移植のイメージ



☆卵母細胞のミトコンドリア突然変異は子孫に遺伝する可能性あり。
☆人ミトコンドリアのDNAはほぼすべての遺伝子がエネルギーの合成に関与
☆最新の不妊治療では卵子にミトコンドリアを移植する治療も行われている
☆ダメージを受けたミトコンドリアはエネルギーを作れず不妊に関与すると思われる。
☆卵子の細胞膜が活性酸素でダメージを受けることもリスク

ステップ2ミトコンドリアの数を増やす

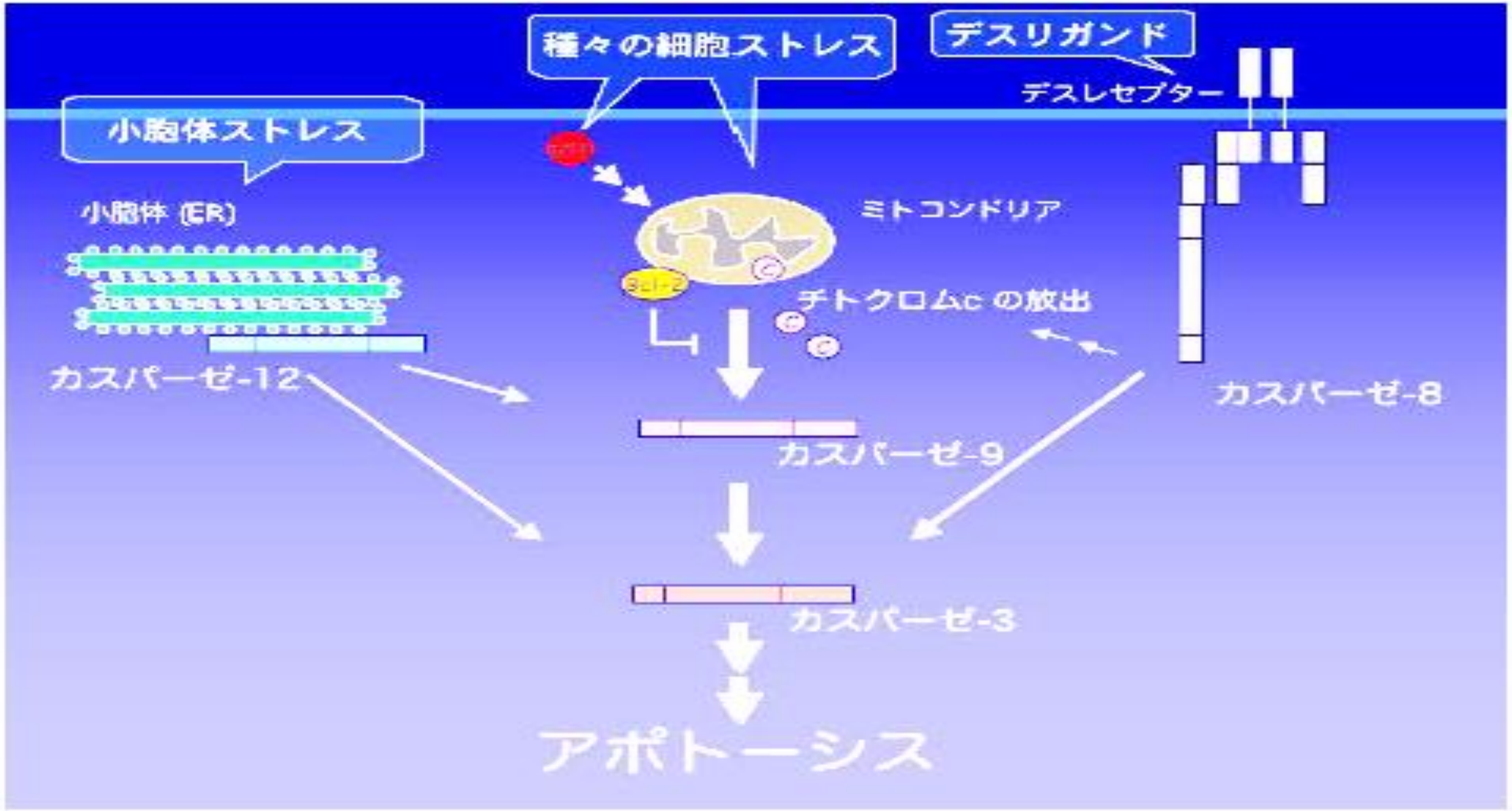




ミトコンドリア増加プラン

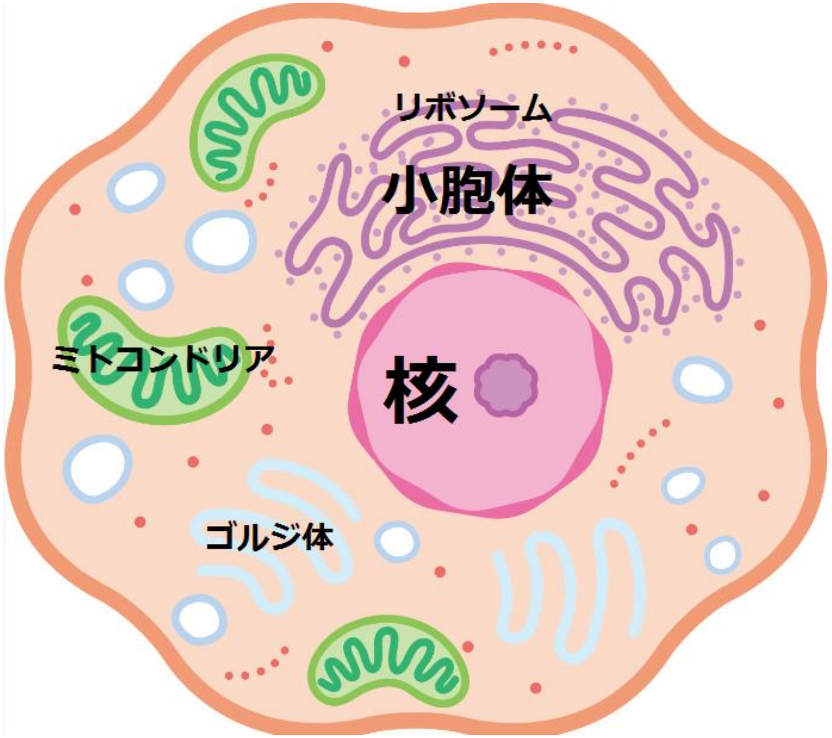
・ややきつめの有酸素運動
・運動前にエネルギー補給しすぎない
・寒中水泳やサウナ後の水風呂（注意）
・寒さの刺激でエネルギー需要高まりミトコンドリア増加
※温活ばかりしすぎに注意
・プチ断食やファスティング
・ミトコンドリアを増やすには空腹が重要
※満たされすぎるとエネルギー需要↓

断食が必要な理由
（小胞体ストレスとアポトーシス）

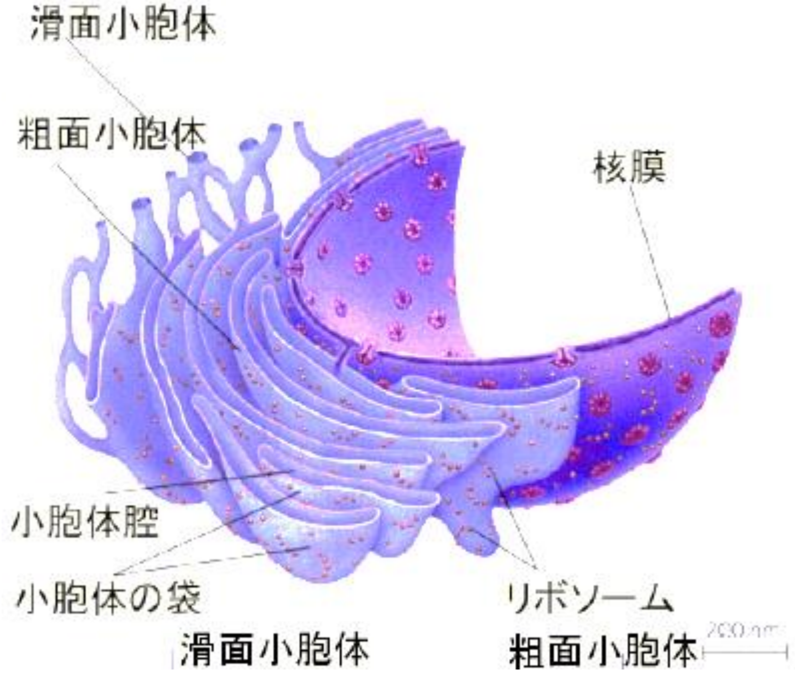


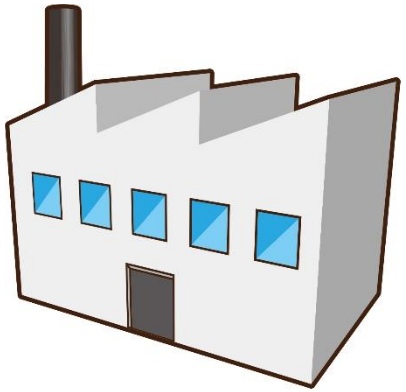
ウィキペディア

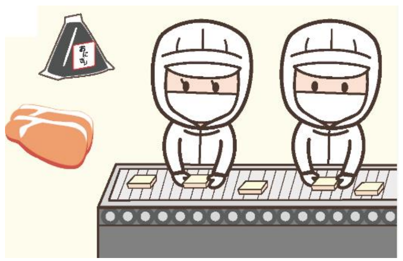
小胞体とは

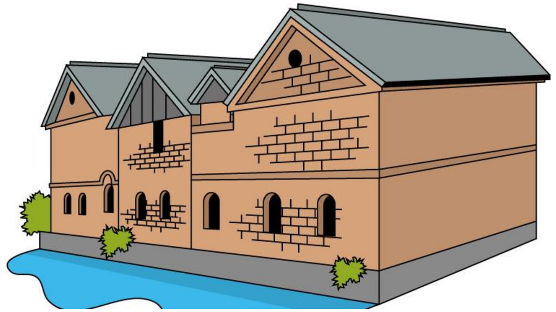


たんぱく質の工場＋倉庫



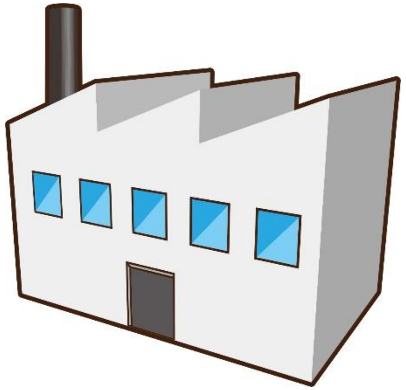


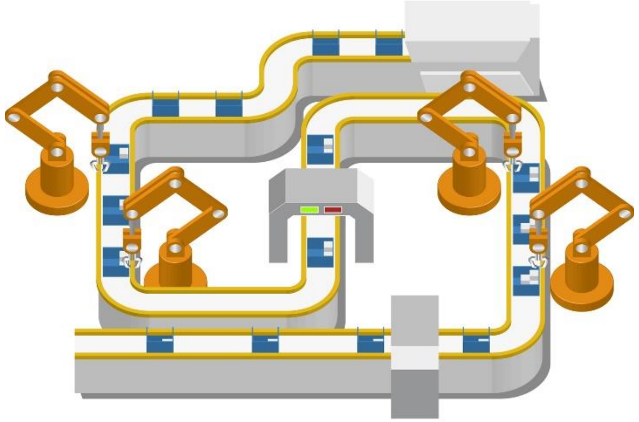




小胞体　フォールディング（折りたたみ）

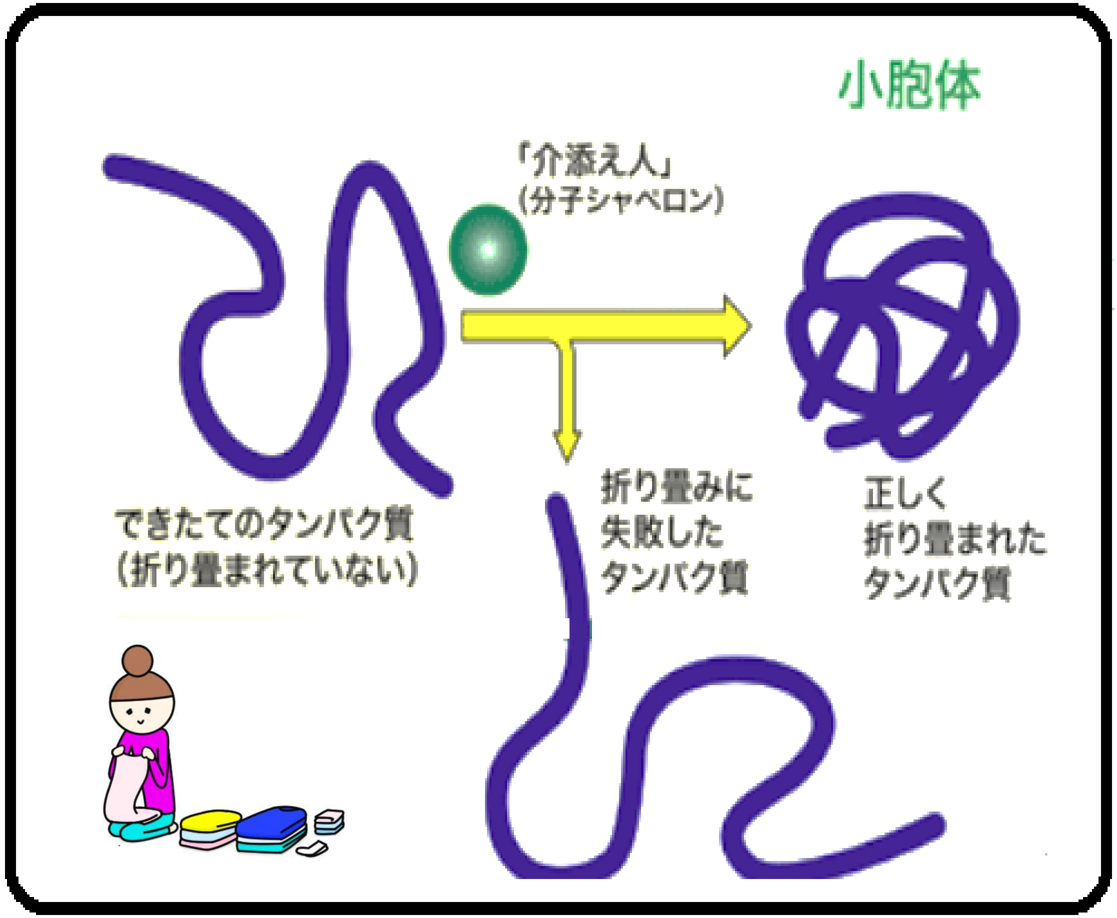
分子シャペロンが指示を出して工場内（小胞体）でたんぱく質を折りたたんで行く
RNAがコピーしてきたDNAの設計図を基に小胞体でたんぱく質を製造する。





介添えタンパク
（お手伝いタンパク

分子シャペロン

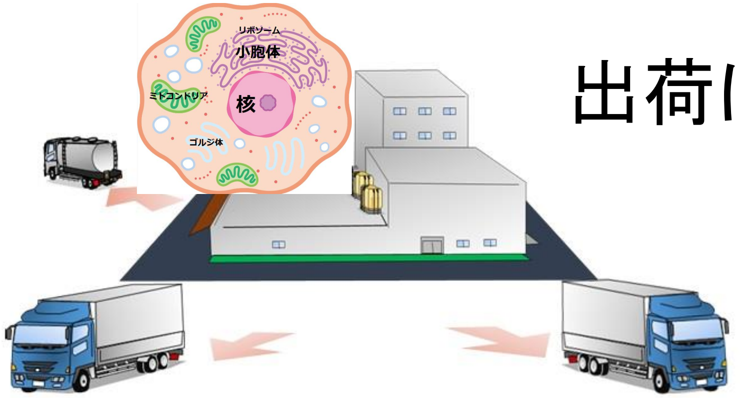


分子シャペロンとは

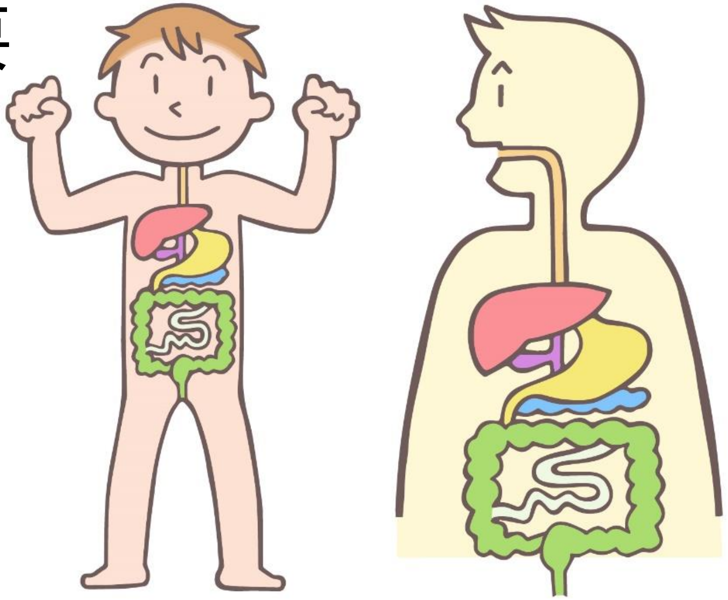
・たんぱく質分子が正しい折りたたみ（フォールディング）をして機能を獲得するのを助けるたんぱく質の総称。

・シャペロンとは元来、西洋の貴族社会において、若い女性が社交界にデビューする際に付き添う年上の女性を意味し、タンパク質が正常な構造・機能を獲得するのをデビューになぞらえた命名である。（ウィキペディア）

放出（出荷）
正しく作られた、たんぱく質は全身に出荷される



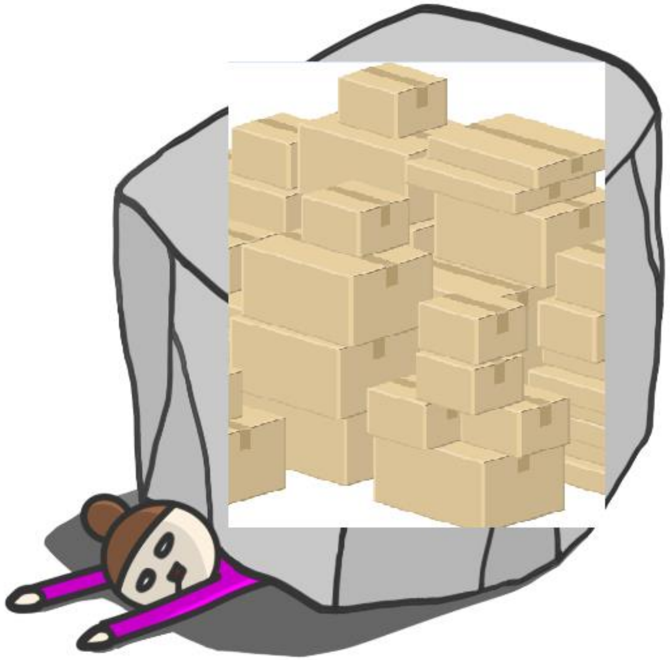
出荷には細胞膜の柔軟性が重要



消化・解毒・エネルギー
・筋・骨格、代謝

転写失敗⇒不良在庫⇒小胞体ストレス

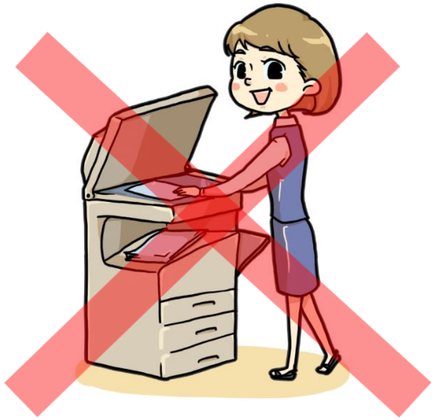
転写を失敗したできそこないのたんぱく質は出荷できず小胞体に不良在庫として蓄積する。小胞体に溜まった不良在庫は増えすぎるとファスティングなどのプチ断食で処分・再利用されるスイッチが入る（オートファジー）



ファスティング・プチ断食

小胞体ストレスを引き起こす要因は

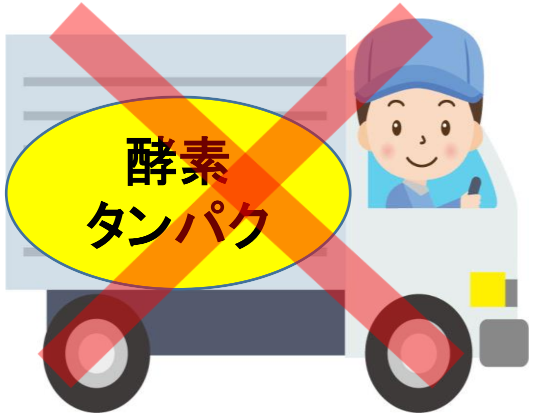
転写



翻訳

フォールディング

放出



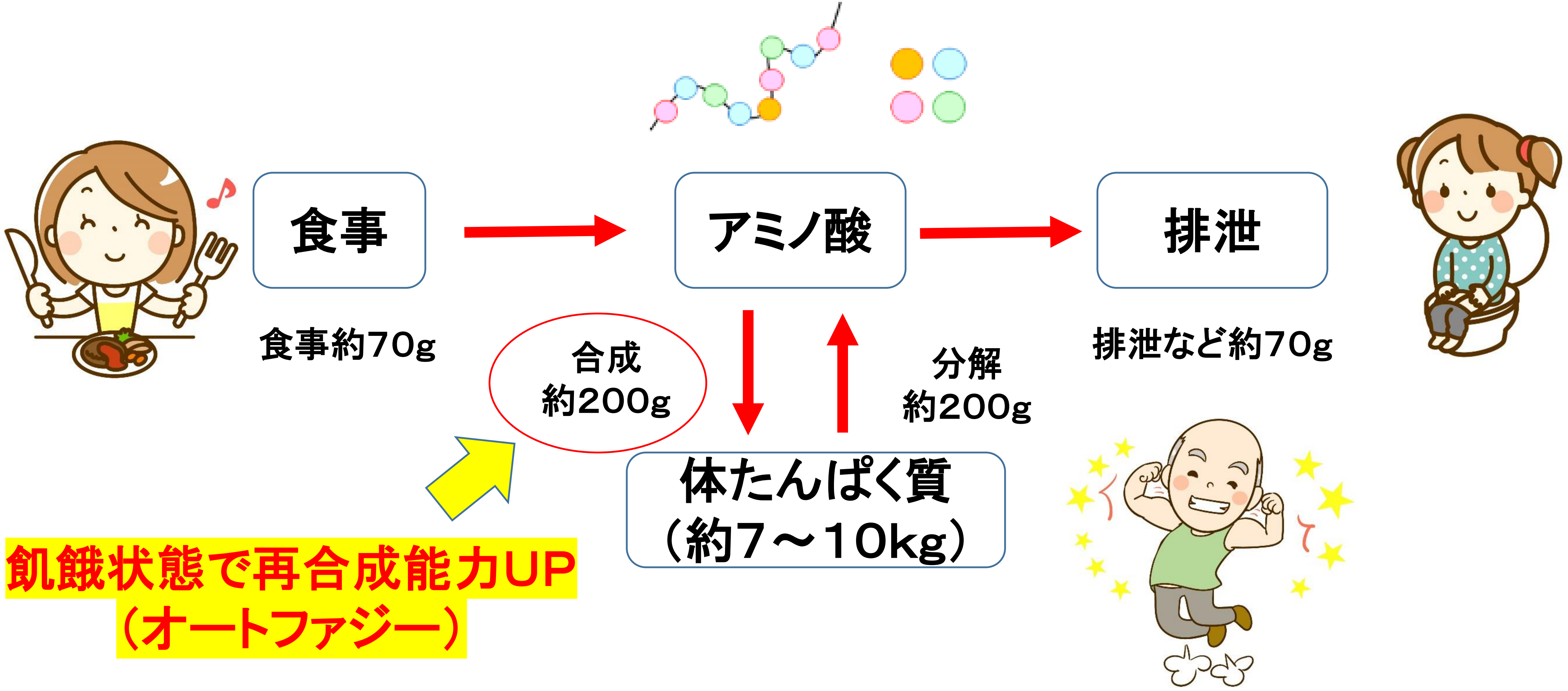
活性酸素・炎症

分子シャペロンの機能低下

オートファジー機構の破綻
膜の流動性の低下

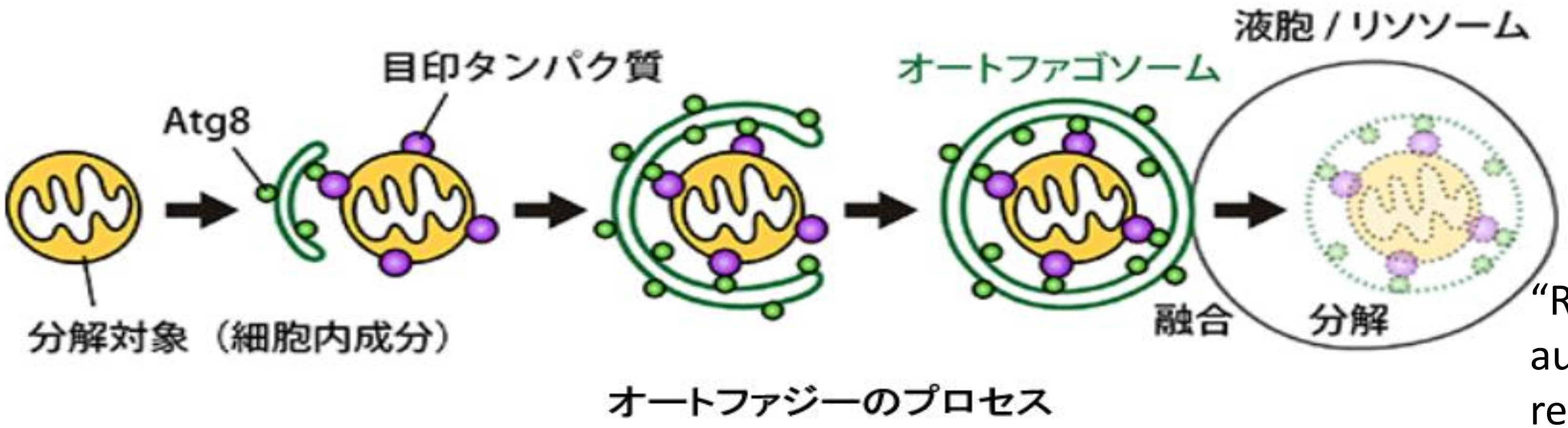
できそこないのたんぱく質増加

たんぱく質の動的平衡


食事
アミノ酸
排泄
食事約70g
合成
約200g
分解
約200g
排泄など約70g
体たんぱく質
（約7～10kg）
飢餓状態で再合成能力UP
（オートファジー）

オートファジーとは

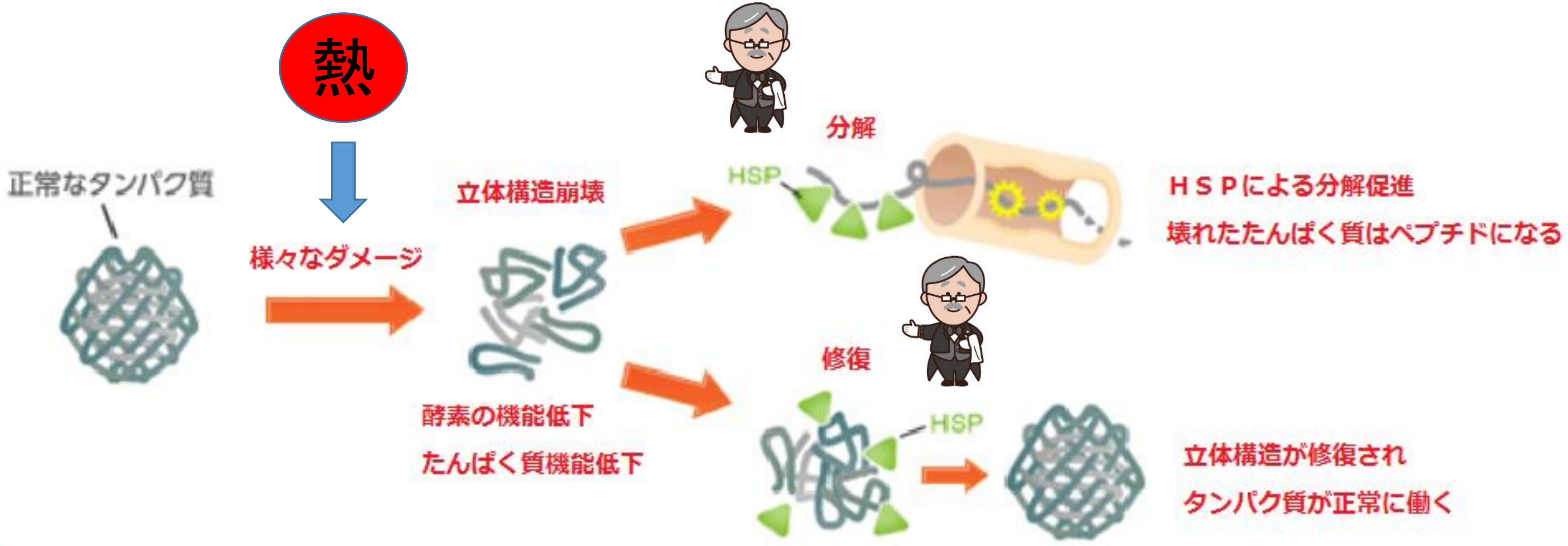
細胞が持っている細胞内のたんぱく質を
分解するための仕組みの一つ



“Receptor-mediated selective autophagy degrades the endoplasmic reticulum and the nucleus”

- 栄養環境が悪化した時にたんぱく質のリサイクルを行う
- 細胞内環境を保つ
- 細胞質内に進入した病原微生物を排除する
- 現代では栄養過多でオートファジー機能が低下しているためファスティングで活性化する

ヒートショックプロテイン



分子シャペロン

HSPは細胞が熱などのストレスにより発現が増えて細胞を保護し、
痛んだ細胞を修復する働きを持つたんぱく質（分子シャペロンとして機能する）
細菌感染や炎症、活性酸素、重金属、紫外線、飢餓、低酸素状態などの細胞に対する
様々なストレスにより誘導される。

小胞体ストレスを抑えるには

タンパク質は立体構造が少しでも乱れていると機能しない

DNAの設計図通りに正しくタンパク質を作ることが一番大切

＊（特に）動物性たんぱく質の過剰摂取を制限すること
＊ミトコンドリア機能を上げること（運動等）
＊オートファジーを働かせる
＊ヒートショックプロテイン（HSP）を刺激する
（朝日を浴びる、入浴、息止め、寒中水泳）
＊寝る前にオメガ３やナイアシンを摂取

肥満とは、摂ったカロリーが燃やせずにたまっている状態

徒手的介入でミトコンドリアの
エネルギー生産を高めるポイント

①酸素供給を改善させる
②呼吸筋を働かせるための自律神経ケア
③呼吸筋を働かせるための内臓ケア
④内臓の自動力・可動力を維持するための炎症ケア
⑤栄養の吸収を高めるための消化・吸収
⑥呼吸機能を保つ為の姿勢・筋膜ケア（８つの隔膜構造）

酸素供給をスムーズにすることでミトコンドリアの働きやすい呼吸状態を整えておく。