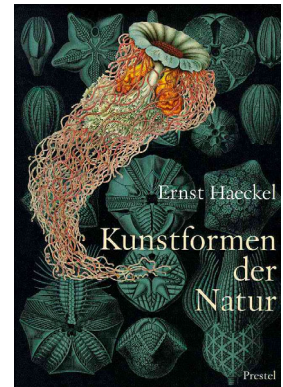




20240509  
 ディレクトフォース  
 内幸町航空会館



## 不確実な時代をいかに生きるか？ 一人進化の道筋から考える

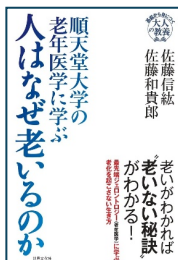
佐藤信紘

順天堂大學名誉教授・特任教授  
 学校法人順天堂 理事

1

### 複雑な、不確実な時代を迎えています

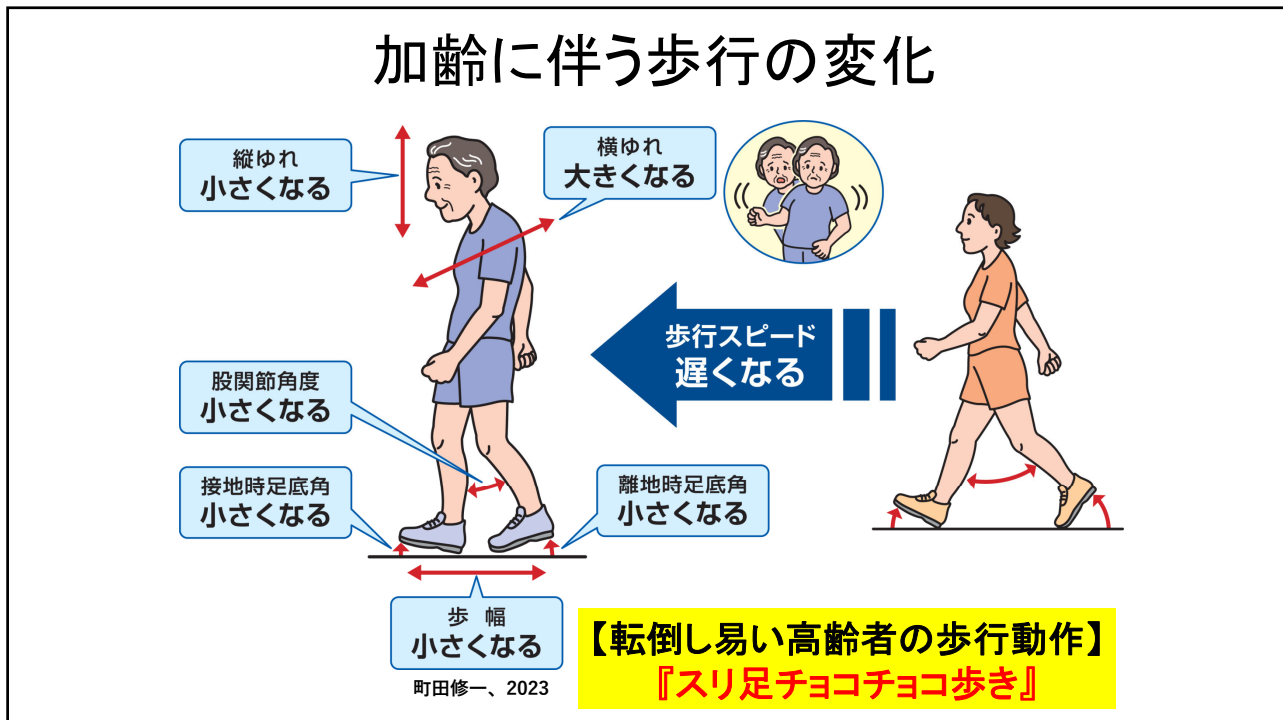
- ① 少子高齢化・貧困・インフレ・子育て・格差、老後・  
 寝たきり・介護、安全保障・軍備増強、など将来への不安
- ② メタボ・ロコモや、癌や認知症・うつ病、さらに感染症  
 (コロナCovid19) など、病気への不安
- ③ 温暖化・地球環境破壊・自然崩壊、エネル  
 ギー・食糧問題、グローバル化、ウクライナ侵攻や世界の  
 分極化など、地球レベルでの不安が一杯あります



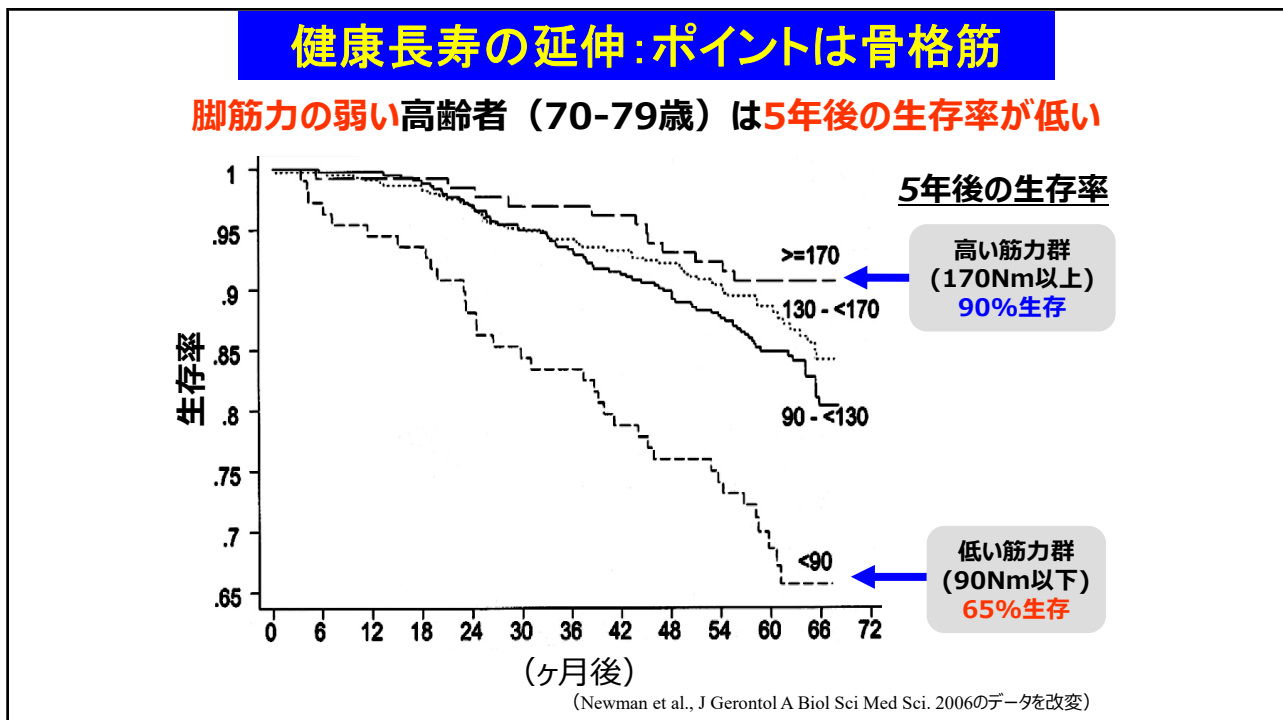
如何に生きるか？一まず心身の健康、次に家族・社会の  
 健康、そして地球の健康—さらに、生命の、誕生・進化から、  
 人としての生き方を考える—

参考：「人はなぜ老いるのか—老いが分かれば老いない秘訣がわかる！」  
 佐藤信紘・佐藤和貴郎著、世界文化社、2022

2



3



4

**体のどこでエネルギーは使われているか**

**筋肉、肝臓（腹）と脳で2/3以上のエネルギーを使う！**

「人が生きる」には、**筋肉とお腹（内臓）と頭（脳）でのエネルギー消費が基盤！**

臓器・組織	重量 (kg)	エネルギー代謝量		比率 (%)
		(Kcal/kg/日)	(Kcal/日)	
全身	70.0	24	1700	100
骨格筋	28.0	13	370	22
脂肪組織	15.0	4.5	70	4
肝臓	1.8	200	360	21
脳	1.4	240	340	20
心臓	0.33	440	145	9
腎臓	0.31	440	137	8
その他	23.16	12	277	16

**エネルギーは使うのが大切！**

体重 70kg で体脂肪率 20% の男性を想定  
 出典：厚生労働省「食生活改善指導担当者研修テキスト V. 運動の基礎科学 運動と健康とのかかわり」平成 20 年 3 月

**食べる → グルコース + O<sub>2</sub> + ADP・Pi → エネルギー-ATP + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O → 代謝・動く・学ぶ**

健康的な体脂肪率の目安は年齢によっても変わり、概ね男性 10 ~ 19%、女性 20 ~ 29% といえる。そこで上の表（男性：体重 70kg 体脂肪率 20%）は一般的なエネルギー代謝量といえるが、運動習慣をつけることにより骨格筋を増やし、よりエネルギー消費を高めることができる。

佐藤信紘、和貴郎著  
人はなぜ老いるのか。  
世界文化社、2022

5

**エネルギー獲得機構の進化と細胞進化には共生があった**

ばらばらの粒子・元素が核形成（染色体が核結合・融合・膜内へ。膜で覆われる）日光・大気・土・熱の利用で

**エネルギーの創出：**  
 光合成（細菌）、  
 好気性細菌の共生：ミトコンドリアの誕生

**好気性バクテリア**  
27億年前光エネルギー利用  
シアノバクテリア

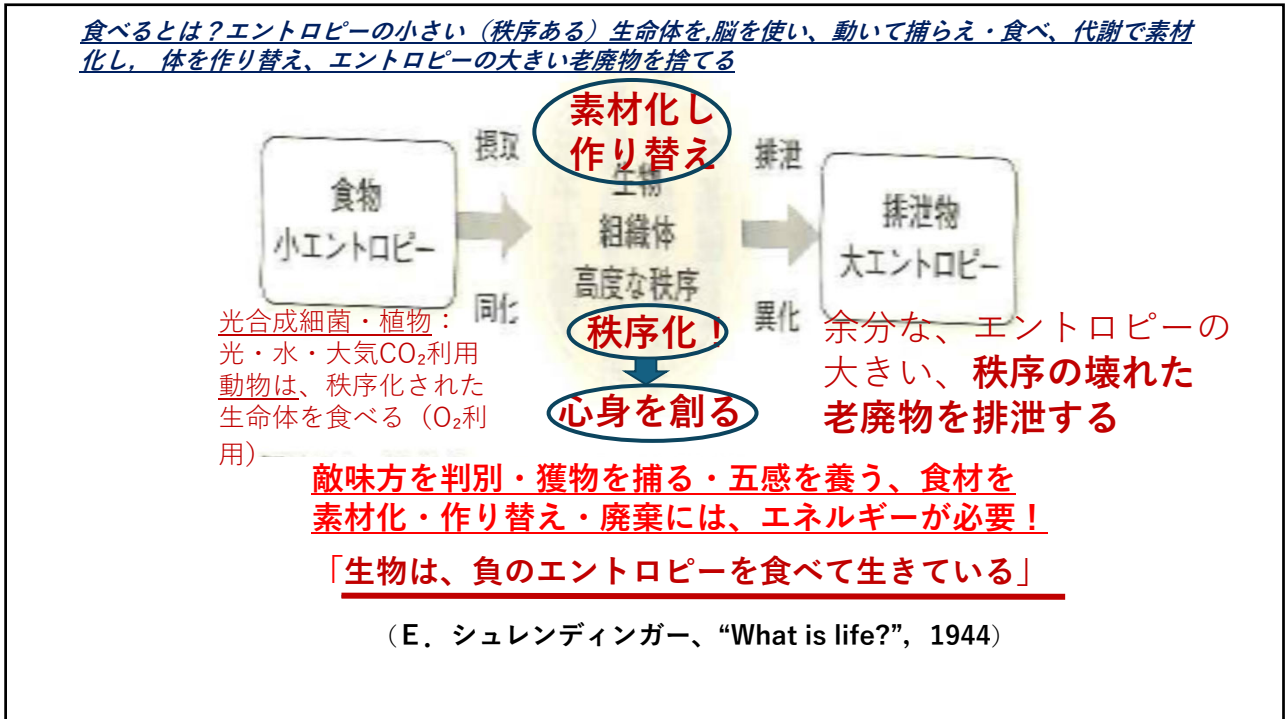
**ミトコンドリアや葉緑体の共生**

**独立したバクテリアが細胞膜の内側の袋に入り込む**

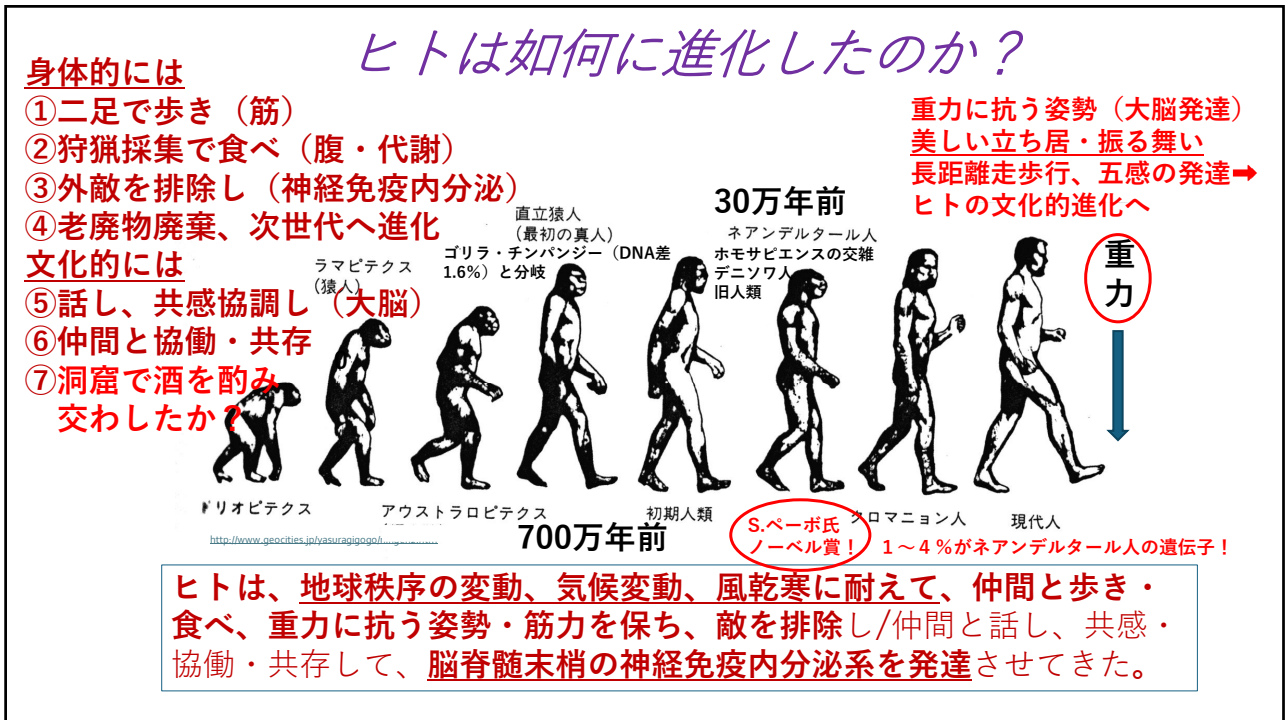
21億年前 → 多細胞生物  
 10億年前 魚類（脊椎）  
 5億年前 昆虫  
 4.8億年前 爬虫類  
 3億年前 哺乳類  
 2.3億年前 鳥類  
 1.5億年前

シアノバクテリアの共生 → 植物の光合成： 光 + 水 + CO<sub>2</sub> → 澱粉（糖） + 酸素O<sub>2</sub>  
 好気性細菌の共生 → 動物Mt： 糖（脂質） + 酸素O<sub>2</sub> → エネルギー-ATP + 水H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub>  
 （エネルギー代謝系の循環 → エントロピー低下・地球の継続性/SDGs に関与 環境因子に大きく影響を受ける！） 佐藤信紘・和貴郎著、世界文化社、2022

6



7



8

## なぜ歩く・話す・食べる・寝ると脳神経機能が高まるのか？

**筋運動は熱・水の産生を伴い、脳を刺激し、発汗で排熱する！**

**筋活動は、神経・脳機能を刺激**

老人・幼児ではミトコンドリア機能と脳神経機能が弱く、発汗・排熱が低い  
いかに対処するか？  
→仲間と話し・歌い、動き、排熱を促進し、体温アップに気を付ける。

激しいスポーツは深部体温を高め、脱水を生じる⇒健康障害へ

① 発汗時の蒸発熱で体温を下げる  
② 運動による熱産生  
③ 外気温の上昇

Cf. グリコーゲン・脂肪の燃焼でも水を生む（～1.5L）、Na・K・Ca・Fe補給の要あり。

① 感覚神経と皮膚で環境温を感知  
② コリン作動性神経からアセチルコリンが分泌されて血管を拡張させ、血中から水を引き出して汗を作る

運動はBDNF産生を増やし、海馬ニューロンを新生・成長させる  
⇒記憶力を改善する  
排熱のため、休む・眠る：ネグトロピーの仕組み（光合成の昼夜）

**屈伸運動・揉む・圧・振動は、皮膚・筋・腱・関節・骨へのリズム刺激と温熱刺激を介して、脳と全身のダイナミズムを生むーウォーミングアップ効果：神経伝達速度を速める！**  
究極的には、筋活動向上は脳神経代謝機能を活性化し、身体的文化的に共進化させる

佐藤信紘・和貴郎著、世界文化社、2022

9

## 生物は自らのからだを壊して、素材化し、作り替える： ネクローシスとアポトーシス

**プログラム化オートファジー**（嫌気・断食）

**活性酸素 (I/R)**  
Mt内膜にポア・水流入・排熱障害  
細胞老化

**環境因子による膜・ゲノム損傷**  
外敵侵入  
ウイルス・病原菌による炎症

アポトーシス（プログラムされた細胞死）  
細胞が凝縮する

ネクローシス（細胞壊死）  
細胞が膨潤する

いくつかの小さな断片にバラされて「アポトーシス小体」となり、食細胞に貪食・除去される。炎症は起こらない

細胞が破裂して内容物が漏出し、炎症を引き起こす

**使い古しの分子を再利用・再生**→  
（良い）作り替え  
→秩序化・若返り

**細胞壊死**→dying Cord・炎症→遺伝子変異（悪い作り替え？）  
→老化、SASP・線維化・癌

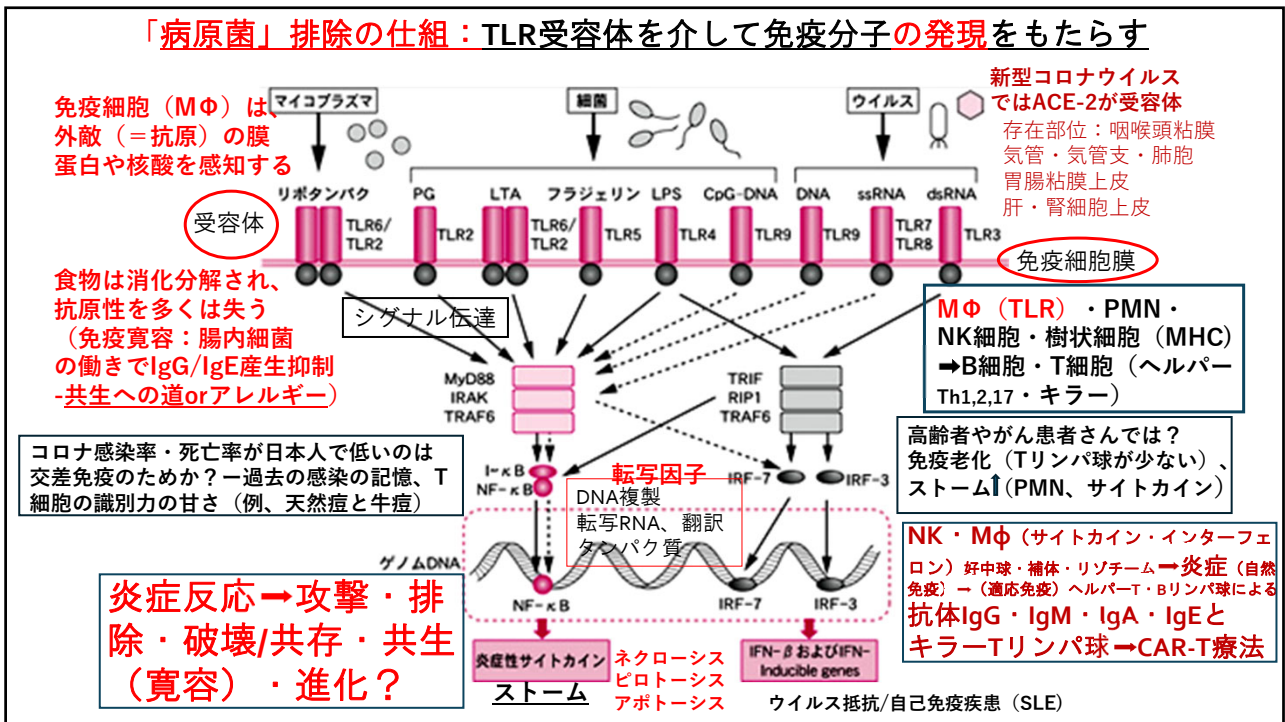
**ネクローシスは、炎症、老化、癌を促進する！**

佐藤信紘・和貴郎著、世界文化社、2022

10



### 「病原菌」排除の仕組み：TLR受容体を介して免疫分子の発現をもたらす



11

### 腸管恒常性の維持：食と神経免疫内分泌機能の連携

(体内免疫細胞の7割が腸管に存在する!)

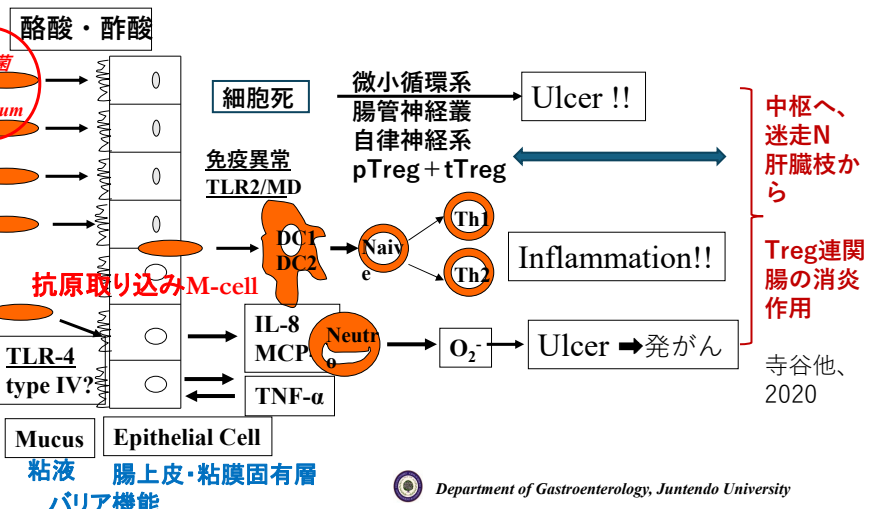
外敵防御：バリア機能 → 損傷・老化でleaky gutへ

粘液 Mucin  
腸上皮・上皮間分子・たんぱく分子  
微小循環  
樹状細胞・MΦ・好中球  
リンパ球 (B/T細胞・Treg)  
交感N/迷走N・腸管免疫関連 Eysarium  
肝臓免疫 (Kupfer/HSC)

腸-肝-脳相関：ストレス・細菌 → leaky gut、神経・免疫・内分泌系の細胞 → 迷走N肝臓枝 → 中枢・Treg関連・消炎作用 (+肝・筋の免疫代謝?)

c/TLR2/4によるMicroglia活性化 → 脳神経樹状突起の退縮 → 神経変性・うつ・心身衰弱? (古屋敷智之、2023)

Ohkusa,Sato et al. Gut 2003;52:79-83  
Ohkusa,Sato et al. J. Gastroenterol. Hepatol 2002;17:849-53



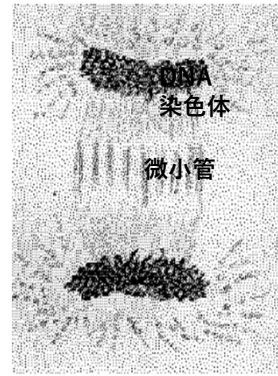
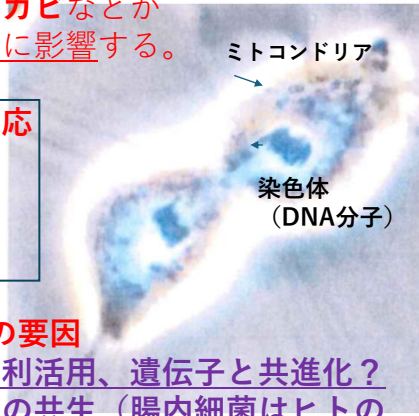
12

## 地球の因子が生物進化・ゲノムに著しく影響

地球・環境因子 放射線・日光、高低温度・乾湿（水）  
 圧（地殻）・イオン、大気中のCO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、そして生物-  
 細菌、ウイルス、カビなどが  
 細胞寿命・ゲノムに影響する。

↓  
**適応orストレス反応**  
 (神経・内分泌・免疫)  
 (サイトカイン類)  
**急・慢性炎症**  
**ゲノムの変異**

↓  
**病気・老化/進化の要因**  
**地球・環境因子の利活用、遺伝子と共進化？**  
**細菌・ウイルスとの共生（腸内細菌はヒトの**  
**第二のゲノムか？）**

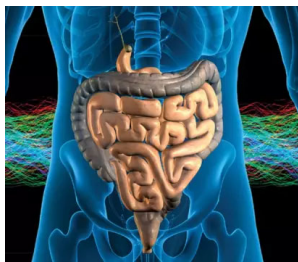


電顕像13500倍  
 細胞核分裂  
 (山科正幸)

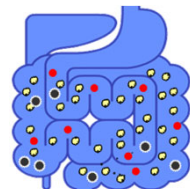
8 K生体顕微鏡画像  
 「からだの中の宇宙」監修佐藤信紘他、ヨネプロ、2018  
 「8 K高精度医療の未来を考える」NHKBS-1・TV放映、2023/4/2

13

## 腸内細菌とは？

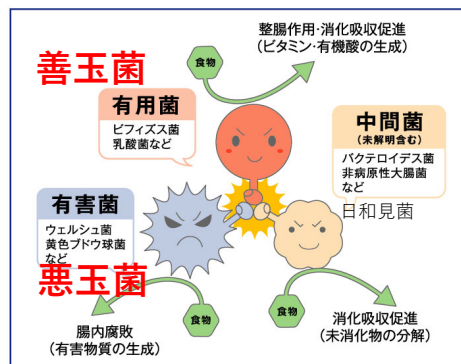


腸内細菌の種類：500～1100種類  
 腸内細菌の数：約40兆～100兆個  
 (宿主ゲノムの40倍の遺伝子)  
 腸内細菌の重量：1kg～(食事に由来する  
 難消化性でんぷん・糖質、食物繊維を基質とする)



腸内細菌叢

主に大腸内腔に  
 個性豊かな、  
 多くの種類の  
 細菌群が、  
 お花畑が  
 咲き乱れるように  
 存在：  
**腸内フローラ**



14

コロナ禍、ウクライナ・ガザ侵攻の時代を迎えて、

### 優しさ・和（私と私達）・協調、寛容、利他心を生むには？

和（目に見えない価値佐伯啓思）を以って、自然と人・仲間・社会が、  
連携して生きる、共生・共存には？会話・認知能・長寿命

**花を飾る“心”の誕生**：被子植物は13億年前～。ネアンデルタール人の墓  
に花（6万年前）。人芸術の歴史3万年。野尻湖の縄文遺跡に花粉（1.1万年  
前）。仏像の蓮華座1500年前。花の絵は中世から。（佐原真、1993）

**縄文人は自然と祖神を敬い、自然・仲間と協調・協働して、  
食べ・歌い・話し、祈った。** cf.自由・民主・富の再分配

**自然・人を観察・想像・協調・畏怖することが、  
優しさ・利他心を生む力となるか？**

**「憎悪・排除・破壊が人の本性」とS.フロイトは言う**

15

### 「知識科学」から考える「生命・ヒト進化論」

1. 不確実な時代とは？→米中口・ポストリベラルの時代へ  
コロナ・エネルギー不足・少子高齢化・**自然災害！**
2. 生命は粒子の集合・融合・高分子化、連携・共生、協働して、  
進化した。→**個から地球・社会へ**、如何に守る？
3. 細胞膜の意義＝仲間の概念、**秩序化**、エントロピー上昇を  
防ぐ。→温暖化・CO<sub>2</sub>・老廃物の処理をいかに？
4. 食べる（敵味方判別-神経免疫内分泌・筋骨・脳五感）の  
再検討。→**動物の本性をいかに抑えるか**→**心・文化芸術へ**
5. 捨てる（廃棄と作り替え・次世代へ）の本質、ゲノムの変異・  
性と多様性→**ヒトと地球の共進化**は如何に進むのか？

16