食育シンポジウム ～「食」輝く未来の為に～
平成25年4月19日、文京区シッビクセンター大ホール

食事が環境ストレスから体を守る

京都大学名誉教授
渡邉正己
公益財団法人　ひと・健康・未来研究財団・理事
京都大学・放射線生物研究センター・特任教授

略歴

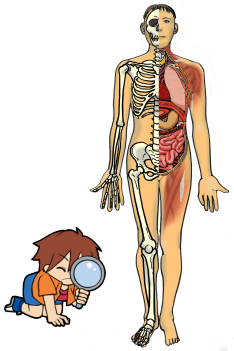
渡邉正己　**昭和23年3月11日　岐阜県生　65歳**
京都大学・名誉教授、放射線生物学研究センター特任教授
公益財団法人 ひと・健康・未来研究財団/副理事長
【専門：放射線生物学/放射線発がん機構研究】

古井小学校-古井中学校-東中学校-岐阜県立加茂高等学校

昭和48年	金沢大・大学院・薬学研究科修了
昭和48～52年	日本学術振興会薬学奨励研究員
昭和52～61年	金沢大・薬学部・放射薬品化学・助手
昭和58～60年	ミシガン州立大・がん研究所・研究員
昭和61～平成1年	横浜市立大・医学部アイソトープ研究センター・助教授
平成4～17年	長崎大・薬学部・放射線生命科学・教授
平成11～14年	長崎大・副学長（併任）
平成17～24年	京都大・原子炉実験所・放射線生命科学・教授
平成24年～	京都大・放射線生物研究センター・特任教授 JA和歌山会員ー柿、ミカン、桃生産農業従事者

○日本学術会議専門委員会委員、国立大学協会第三常置委員会委員
○文部科学省独立行政法人化問題検討委員会委員(人事)
○文部科学省科学技術学術会議専門委員
○原子力安全委員会/原子力安全研究部会および環境影響部会委員
○ICRP-G4/G5合同ワーキンググループ人体および環境影響作業部会委員
○原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR)国内対応委員 など

第１部
食育を理解するために



食育とは？
「体育智育才育は
即ち**食育**なり」
化学的食用長寿論
（食物用情報）

石塚左玄
(1851-1909)

Q1:
ヒトの体の仕組みはどう
なっているのか？

Q2:
何のために食事をするのか？

3

人の身体を構成する五大栄養素

三大栄養素

五大栄養素のなかで量的に最も多い成分。体内でエネルギーとなり身体の活動を支える。

- タンパク質：筋肉、臓器、血液、免疫成分などの生体成分
- 脂質：細胞壁や胆汁成分など脂肪を含む生体成分
- 炭水化物：身体を動かすエネルギー

微量栄養素

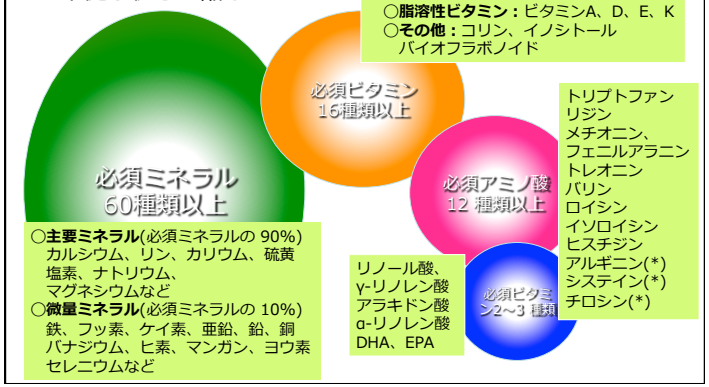
三大栄養素が機能するように様々な機能を調節する役割

- ビタミン：生体化学反応の調節因子や抗酸化作用など
- ミネラル：生体化学反応の補酵素的機能や電解質

有機質　無機質

必須栄養素

①体内で作り出すことができない
②一つでも欠けると深刻な
　不健康状態に陥る



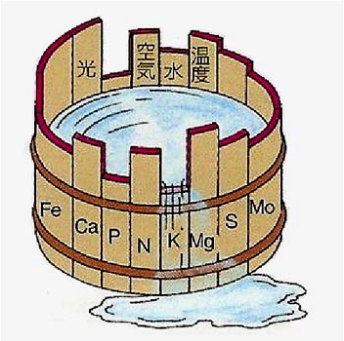
○**水溶性ビタミン：**ビタミンB1、B2、B3、B5、B6、B7、B9、B12、C
○**脂溶性ビタミン：**ビタミンA、D、E、K
○**その他：**コリン、イノシトール
バイオフラボノイド

トリプトファン
リジン
メチオニン、
フェニルアラニン
トレオニン
バリン
ロイシン
イソロイシン
ヒスチジン
アルギニン(*)
システイン(*)
チロシン(*)

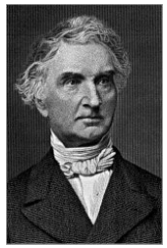
リノール酸、
γ-リノレン酸
アラキドン酸
α-リノレン酸
DHA、EPA

○**主要ミネラル**(必須ミネラルの 90%)
カルシウム、リン、カリウム、硫黄
塩素、ナトリウム、
マグネシウムなど
○**微量ミネラル**(必須ミネラルの 10%)
鉄、フッ素、ケイ素、亜鉛、鉛、銅
バナジウム、ヒ素、マンガン、ヨウ素
セレニウムなど

ドベネックの桶



【リービッヒの最少律】
植物の生育は、必要な元素のうちで最少量のものによって制限される。



自然の摂理に沿ったバランスが大切

人間にとって食事が家族の基本

・人間は弱かった
・多産でなければならなかった
・**脳が大きく**成長に時間が必要(90%/5年)
・保育期間が長く**協同**保育
・家族(父親、祖父母、兄弟)の育児参加
・**食事を分配**して助け合う

協同・共感する単位が家族

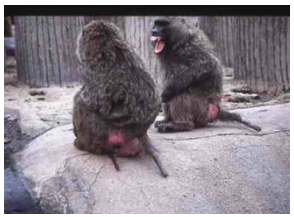
家族が社会の基本

共感能力の発達によって

共食
協同育児
教育の必要性

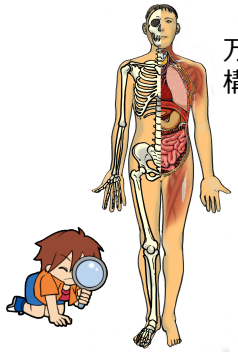
- 子どもは憧れをもつ
- 子どもは目標に向かって努力する
- 子どもは他者の中に自分を見る

第三者が仲裁する社会
負けない論理



厳格な優劣社会
勝つ論理

第２部
私達の身体は何でできている？



万物の根源をなす恒常不変の究極的構成要素はなにか？

ヒトの身体の仕組み

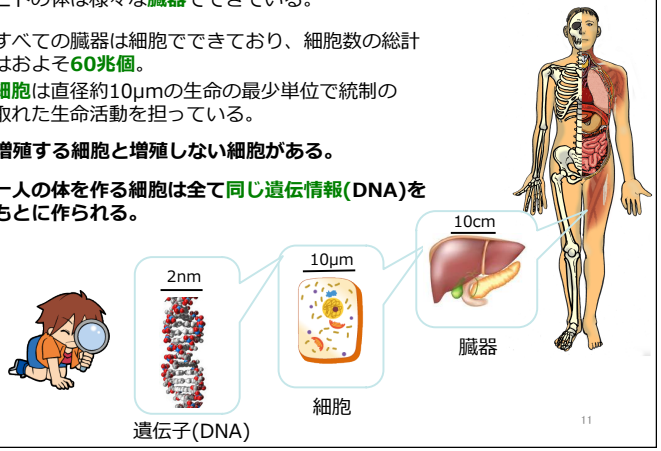
○ヒトの体は様々な**臓器**でできている。

○すべての臓器は細胞でできており、細胞数の総計はおよそ**60兆個**。

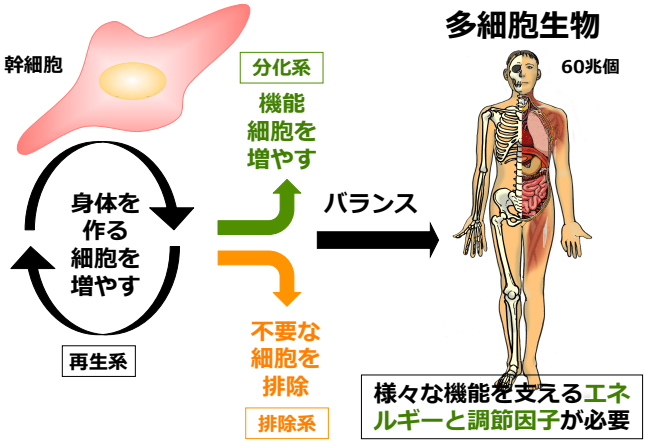
○**細胞**は直径約10μmの生命の最少単位で統制の取れた生命活動を担っている。

○増殖する細胞と増殖しない細胞がある。

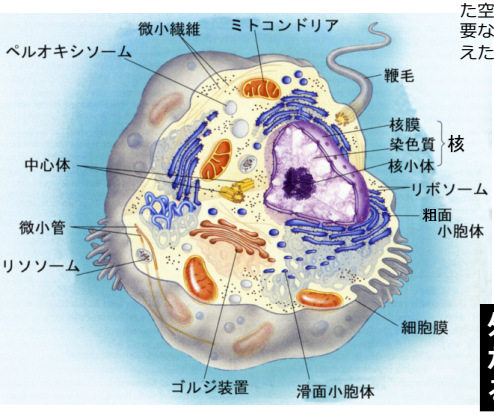
○一人の体を作る細胞は全て同じ遺伝情報(DNA)をもとに作られる。



我々の身体が維持される仕組み



生命の基本単位は細胞
- その構造と役割



細胞とは？
脂質二重膜で隔離された空間に生命維持に必要なすべての器官を備えた生命の最少単位

生きること？

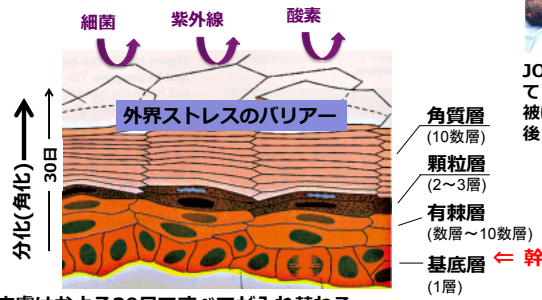
遺伝情報
↓
タンパク質
↓
機能発現

外的ストレスから自分を守ること

分化する？
皮膚の構造と機能

-皮膚は盛んに細胞分裂している
-皮膚は外界ストレスのバリアー

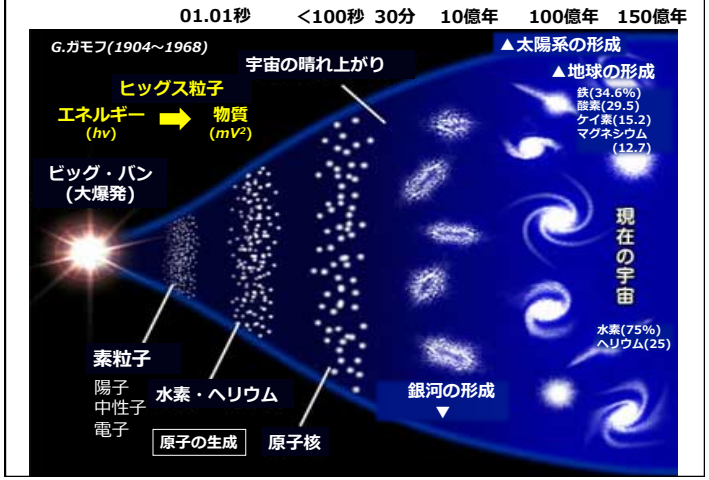
JOC事故において16-20Svを被ばくして25日後



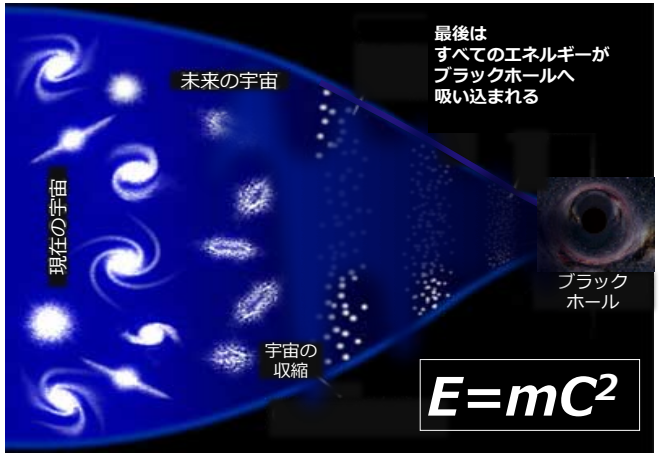
○皮膚はおよそ30日ですべてが入れ替わる。
○細胞を再生する組織(腸上皮細胞や血液細胞や免疫細胞など)は外的ストレスで壊れ易い。

14

万物は何で出来ているのか？



ビッグバンで始まりブラックホールで終焉する



すべての原子は素粒子が原料である

エネルギー → ビッグバン → 原子の共通材料素粒子

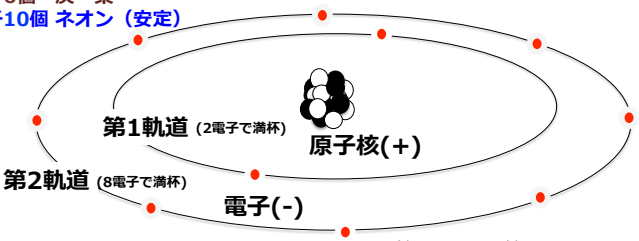
陽　子 ○ -------正に荷電 (1Da*)
中性子 ● -------電荷なし (1Da)
電　子 ● -------負に荷電 (0.00054 Da)

(*1 Da=1.66x10-27 kg)

陽子1個　水　素
陽子2個　ヘリウム(安定)
陽子3個　リチウム
陽子6個　炭　素
陽子10個 ネオン（安定）

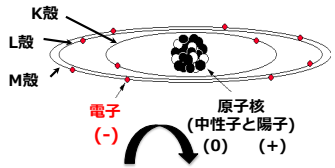
●原子は電気的に中性
●軌道電子が満ちると原子は安定

核融合



陽子92個 ウラン → ⇒分子⇒高分子⇒物質

原子力はどんな力か？



質量(M) ⇄ 核力(E)
ビッグバン

疑問：
プラスの陽電子と中性子が固まるはずはない？

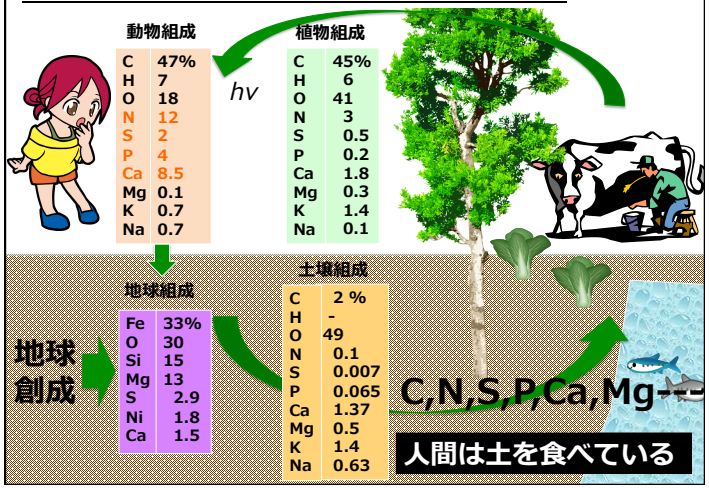
核子の質量の一部がエネルギーに変化し核子を結び付けている

湯川秀樹
1935年に陽子と中性子を結びつける役割を持つパイ中間子の存在（**核力の担い手**)を**中間子論**で予測
1949年ノーベル物理学賞受賞

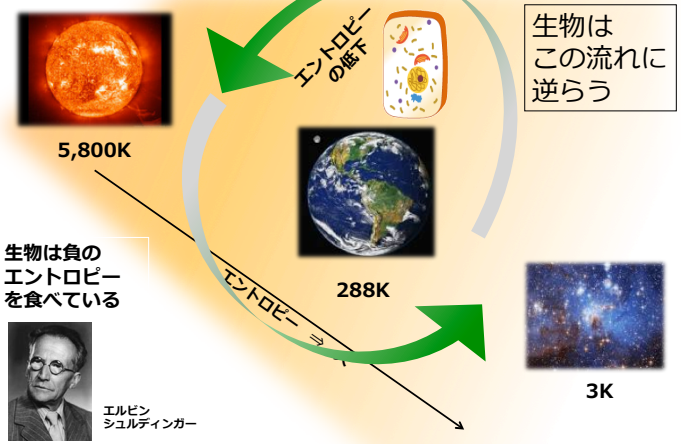
$$E=mC^2$$
(特殊相対性理論)

エネルギーと質量は等価である

生命の原料はどこから得るのか



宇宙の流れはエントロピー増大



生物は
この流れに
逆らう

生物は負のエントロピーを食べている

エルビン
シュルディンガー

地球生命は太陽エネルギーで支えられる

植物は放射線エネルギーを葉緑体でグルコースに変える

$6CO_2+12H_2O+686kcal \Rightarrow C_6H_{12}O_6+6O_2+6H_2O$

400～500nm(短波長域)
500～600nm(中波長域)
600～700nm(長波長域)

クロロフィル
カロチノイド
アントシアニン

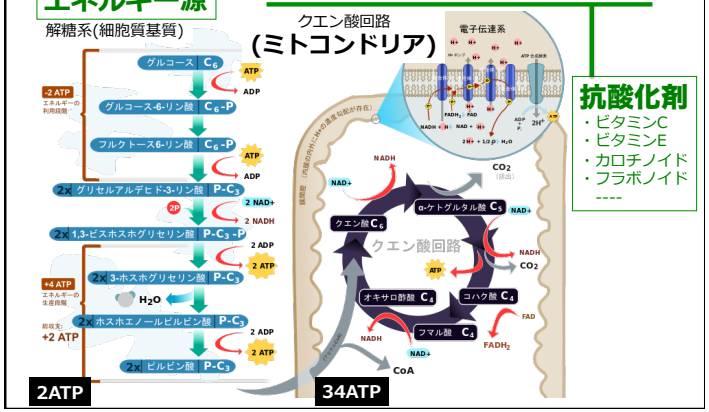
サトウカエデの葉の紅葉

植物は色のついたものが多い

地球生物はグルコースからエネルギーを再生する

SOD　カタラーゼ

$2e^- + 2O_2 \Rightarrow 2O_2^- + 4H \Rightarrow 2H_2O_2 \Rightarrow O_2 + 2H_2O$



Raphaelesque Head Exploded, 1951, By Dali

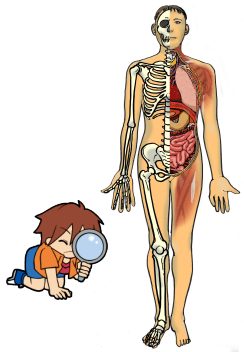
Human is more powerful than cyclotorons and cybernetic calculators. Dali demonstrate the unity of the universe, by showing the spirituality of all substance.

仏説摩訶般若波羅蜜多心経

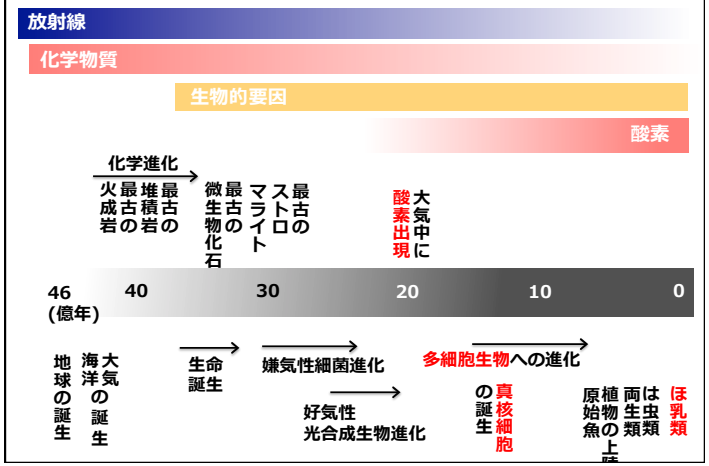
観自在菩薩、行深般若波羅蜜多時
――――――
色不異空空不異色
色即是空空即是色
――――――。

色＝物質
空＝エネルギー

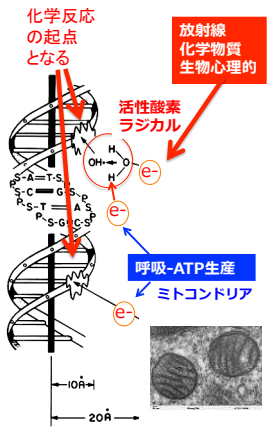
第３部
酸素は生命にとって諸手の刃

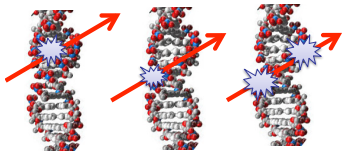


生命誕生からほ乳類出現まで



通常の生理活性で生ずる活性酸素の量は？





DNA損傷/細胞/1mSv

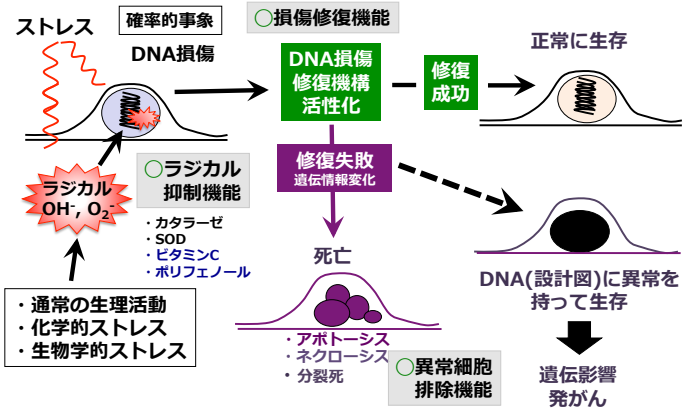
DNA塩基損傷	DNA一本鎖切断	DNA二重鎖切断
3個	0.1個	0.004個

【放射線】
約3個のDNA損傷/細胞/1mSv

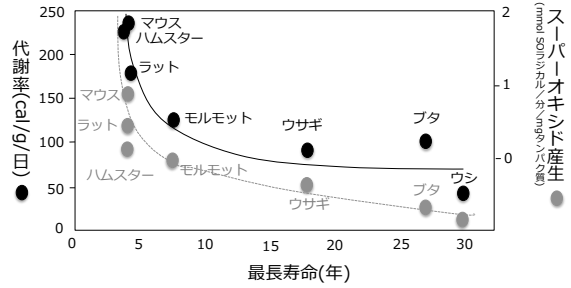
【呼吸-ATP産生】
30～300個のDNA損傷/細胞/1分間
260,000～2,600,000損傷/細胞/年

酸素は生物の高度化に必須であるが極めて危険なもの

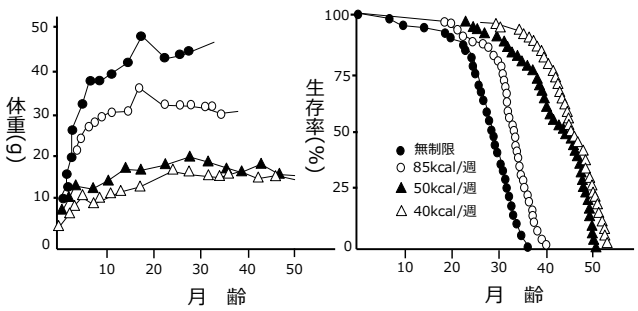
細胞はDNA損傷ができると様々な機能を動員して対応する



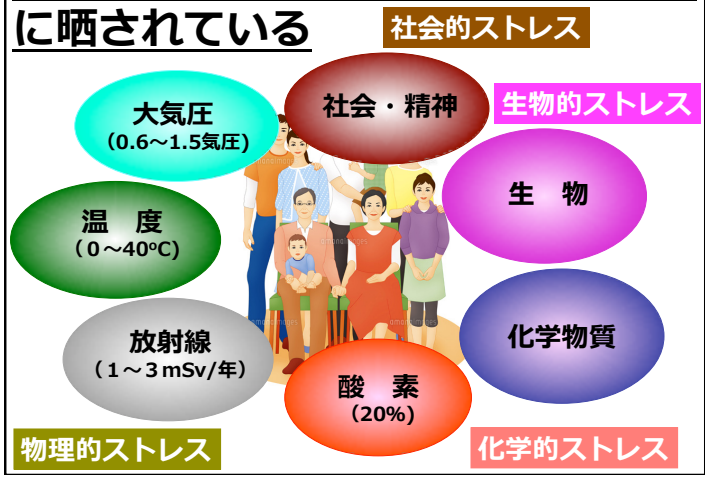
動物の最長寿命と代謝率および酸化ラジカル(SuperOxide)産生量



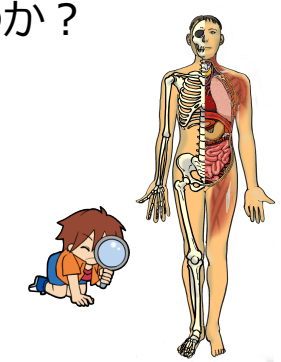
マウスのカロリー摂取量と体重と寿命の関係



私達は常に自覚なく様々なストレスに晒されている

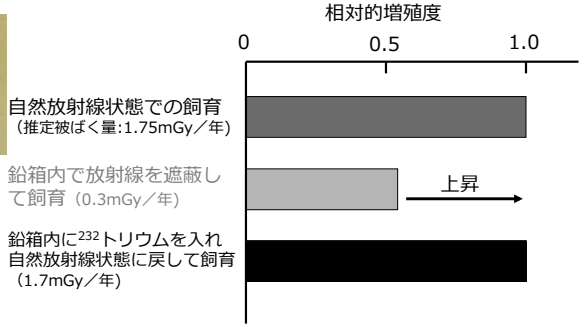


第４部
私達の身体はストレスにどのように応答するのか？



ゾウリムシの増殖に対する自然レベルの放射線の影響

Planel et al. 1987

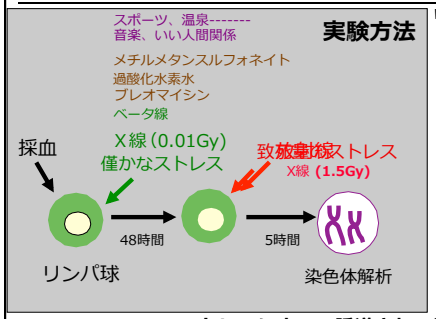


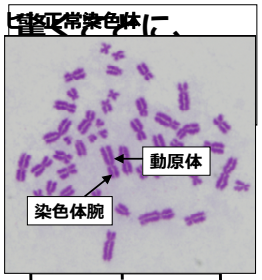
自然レベル放射線はゾウリムシの増殖に必須??

⇒ヒト細胞やマウス細胞でも同様の結果がある

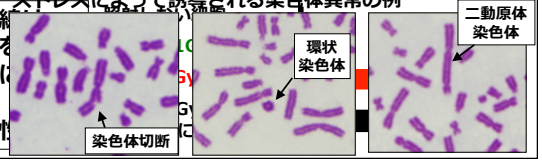
ストレスによる損傷修復能活性化

Wolff S et al. 1984





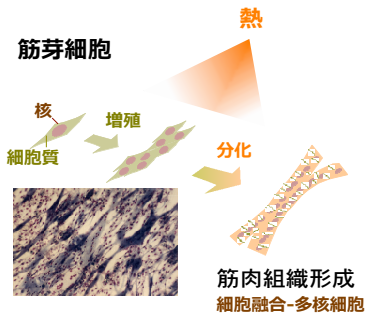
ストレスによって誘導される染色体異常の例

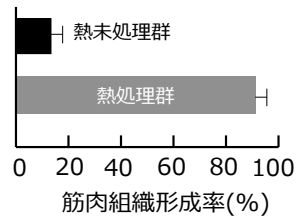


⇒低線量放射線
染色体崩壊を
能力を細胞に
らす。
⇒免疫力も活性

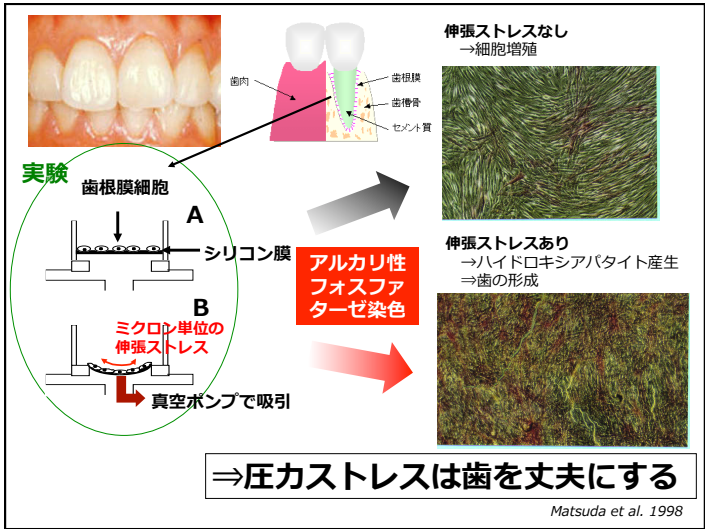
熱ストレスが筋芽細胞の分化を促す

Suzuki et al. 2001





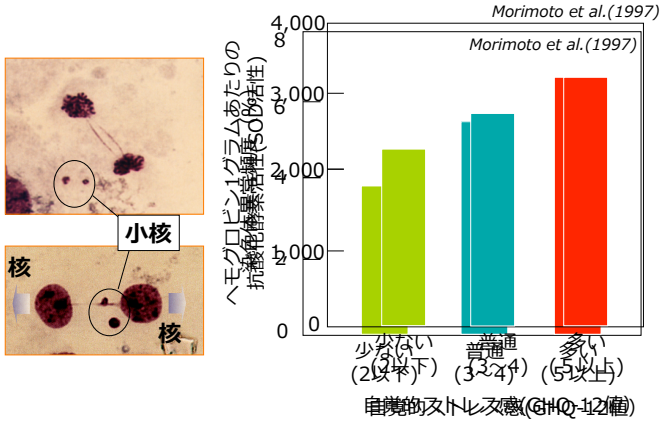
⇒お風呂に入ると筋肉組織ができる



⇒圧力ストレスは歯を丈夫にする

Matsuda et al. 1998

精神的ストレスが多いと染色体異常が大きくなる



食品から何を摂取するとストレス応答能力を高められるか？

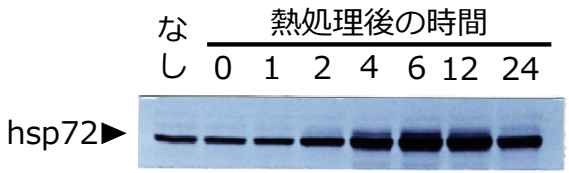
ビタミン類：水溶性ビタミン9種類、脂溶性ビタミンが4種類の計13種類

- 基本的に人の体内で合成されない
- 微量栄養素　・欠乏症
- ラジカル捕捉作用
- 抗酸化作用

植物色素類：カロテノイド類、クロロフィル類、ベタレイン類、フラボノイド類

- 基本的に人の体内で合成されない
- 光受容物質および光防御物質
- ラジカル捕捉作用
- 抗酸化作用

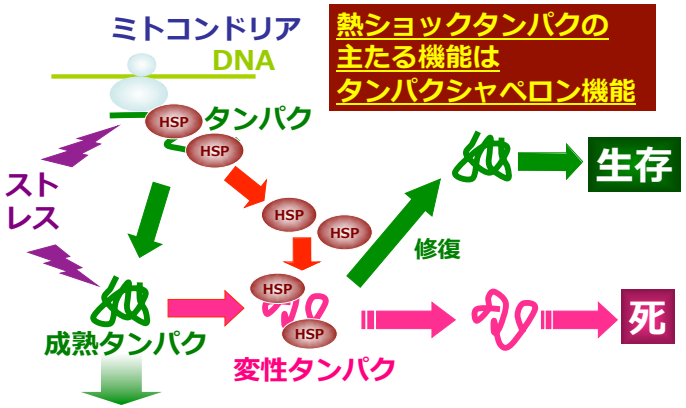
ストレスタンパクの誘導



43°Cで2時間処理されたヒト胎児由来細胞における熱ショックタンパク（hsp72）の誘導動態

ストレスタンパク質の誘導は免疫などと違って一過性

熱ショックタンパク質の機能？



熱ショックタンパクの主たる機能はタンパクシャペロン機能

正常機能発現

ストレス応答は生命活動の基本

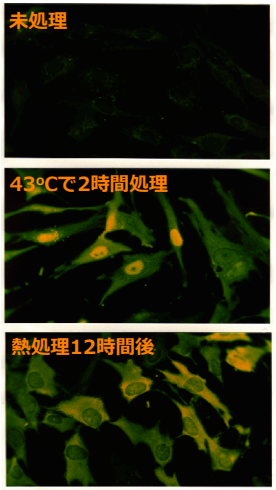
熱に曝された細胞にタンパク質が誘導される

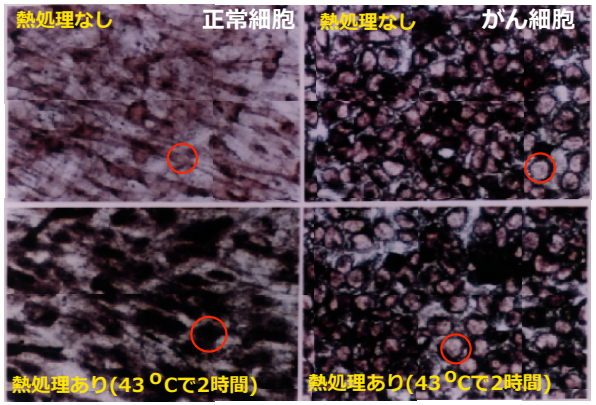
熱ショックタンパク質（HSP）

43°Cで2時間処理で細胞質に生じたhsp72が核へ集まり核損傷の修復を助ける

修復が終わるhsp72は核から細胞質へ移動して分解する

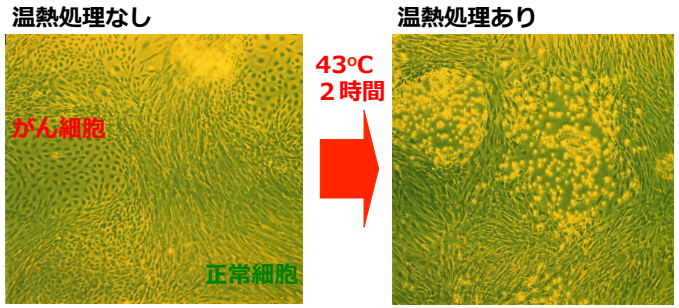
ストレスタンパクが機能を発揮するためには機能するところへ移動する必要がある





がんはストレス応答機能欠損病?!

核へ移動し機能を発揮する



確かにがん細胞は正常細胞より熱に弱い

熱でがんを治療できる?!

症例：54才男

肺腺癌
- T2N3M0
- stage IIIB

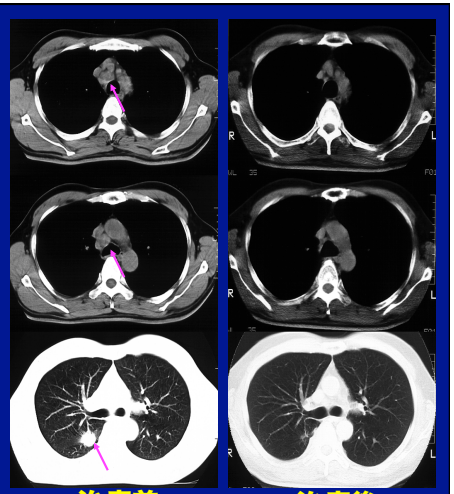
RTx
- 原発54.1Gy
- 縦隔45Gy

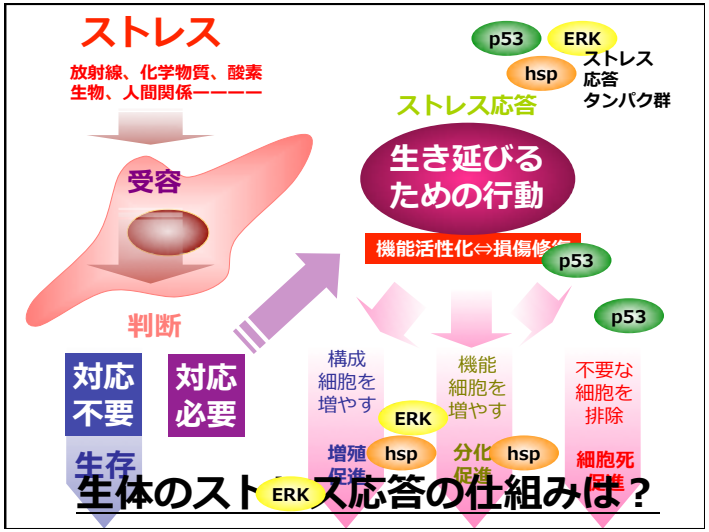
HTx
- 8回併用
- 27回単独
- 1600W x 50分

食道温度
- 44.1度

8年無病生存中

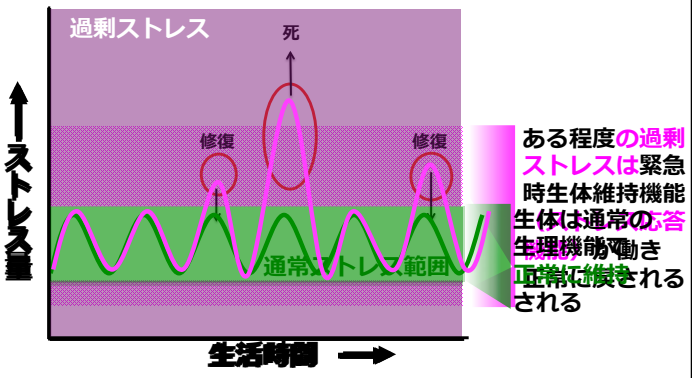
産業医科大学
今田肇教授より提供





生体のストレス応答の仕組みは？

ストレスに応答することが生きていることにほかならない



結論

○ストレス応答機能の不調は種々の疾病や老化の原因になる。

○しかし、ストレスは備わっている生体機構で巧く処理できる。

○また、適度なストレスはストレス応答機能を活性化する。

○野菜成分は、エネルギーの流れを制御し、ストレス応答機能の活性化に必須である。

ストレスを感じなくなったら危険信号!!

ご清聴有り難うございました
平成24年4月　我家から桃源郷の眺め