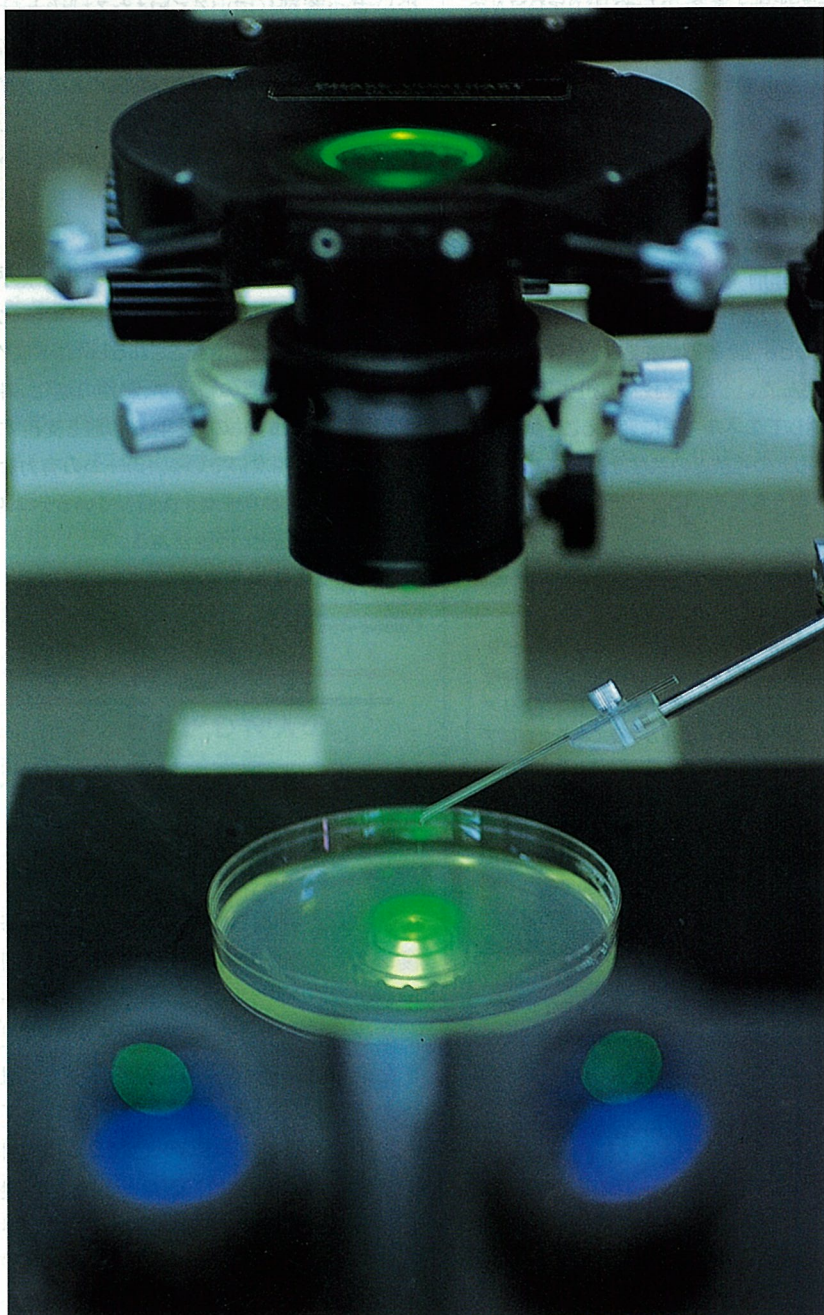


理研ニュース

No.171 September 1995

理化学研究所

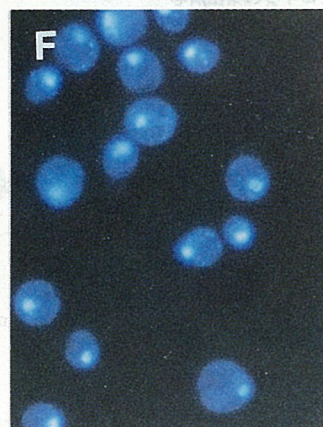
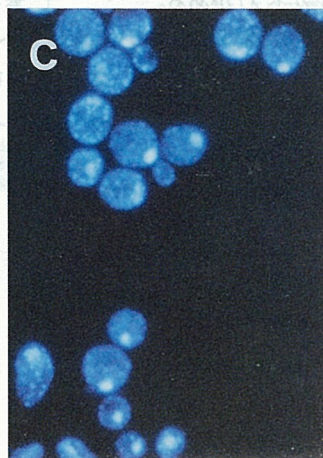
- 2 ● 研究最前線
ミトコンドリアDNAの“遺伝子変換型DNA組換え”に必要な「遺伝子」を同定
- 6 ● TOPICS
・新副理事長、新理事の就任
- 6 ● 理研の主な公開特許
- 7 ● TOPICS
・「サイエンス・キャンプ'95」を開催
- 8 ● 原酒
The Information Density of the Japanese Language



ミトコンドリアDNAの“遺伝子変換型DNA組換え”研究より(記事は2ページ)



変異細胞の培養研究より



Fは今回開発されたmhr1変異細胞

ミトコンドリアDNAの“遺伝子変換型DNA組換え”に必要な「遺伝子」を同定

同遺伝子がミトコンドリアDNAの修復と酸素呼吸機能維持に欠かせないことを、世界で初めて解明

遺伝生化学研究室／バイオデザイン研究推進グループは、酵母細胞のミトコンドリアDNAの研究において、“遺伝子変換型DNA組換え”ができない突然変異体とその原因遺伝子の同定に成功するとともに、同遺伝子がミトコンドリアDNAの修復と酸素呼吸機能維持に欠かせないことを、世界で初めて明らかにした。

この成果は、ミトコンドリアDNAの組換え機能と老化現象との相関について、具体的な検証の手掛かりを初めて与えるものとして注目されている。

本研究は、1995年8月発行の「The EMBO Journal」誌に掲載された。

酸素呼吸機能を担うミトコンドリア

動植物をはじめ細胞内に核をもつ真核生物の細胞には、ミトコンドリアと呼ばれる細胞小器官(オルガネラ)がある。

ミトコンドリアは酸素を採り入れて生体エネルギーとなるATP(アデノシン三リン酸)を生み出すエネルギー供給装置である。ミ

トコンドリアは活発に動く動物に特に多く存在する。またミトコンドリアは細胞の成長の過程によってバラバラになったり、数珠つなぎに集まったりする。ミトコンドリアDNAの細胞1つ当たりの数は器官によって異なるが、ヒト細胞では数千個ほどある。

一つひとつのミトコンドリアは自分自身の遺伝情報をおさめたDNAを複数持っており、呼吸系の構成に必要な一部の蛋白質を合成する能力もある。ミトコンドリアDNAの塩基配列は、我々真核生物の核染色体DNAとは異なっていてむしろ細菌のDNAに似ている。つまり、ミトコンドリアは、太古の昔に我々の細胞に共生した細菌を起源とすると見られている*。

*25億年以上前、光合成を行う生物が登場したことで、海水の溶存酸素量が徐々に増加しはじめた。そのとき、酸素を代謝できないほとんどの生物は滅んでいったが、我々の祖先細胞は酸素を代謝してエネルギーに変えることができるミトコンドリアの祖先との共生を選ぶことで生き延びたと考えられている。

ミトコンドリアDNAの酸化損傷と老化現象との相関に注目が集まる

さて、このように重要な酸素呼吸機能を担うミトコンドリアだが、酸素を採りいれてATPを合成する過程で副産物として有害な活性酸素(ラジカル)が発生する。つまり、ミトコンドリアDNAは常に活性酸素に曝されて傷つき、年齢を経るとともに酸化損傷が少しずつ蓄積していくことになる。とりわけ筋肉、心臓、脳の細胞において、酸化損傷によって引き起こされるとみられるミトコンドリアDNAの部分的欠落が顕著にみられ、これが老化現象につながる一因ではないかと注目されるようになってきた**。

**ミトコンドリアDNA酸化損傷蓄積説: 酸素呼吸の副産物によるミトコンドリアDNAへの酸化損傷とそれによって引き起こされるミトコンドリアDNAの部分的欠落の蓄積が、動物の老化、寿命を決定するというもの。近年、この説を支持する研究発表が相次いでいる。もう一つの有力な説として、染色体の末端を保護しているテロメアの萎縮が原因という説がある。

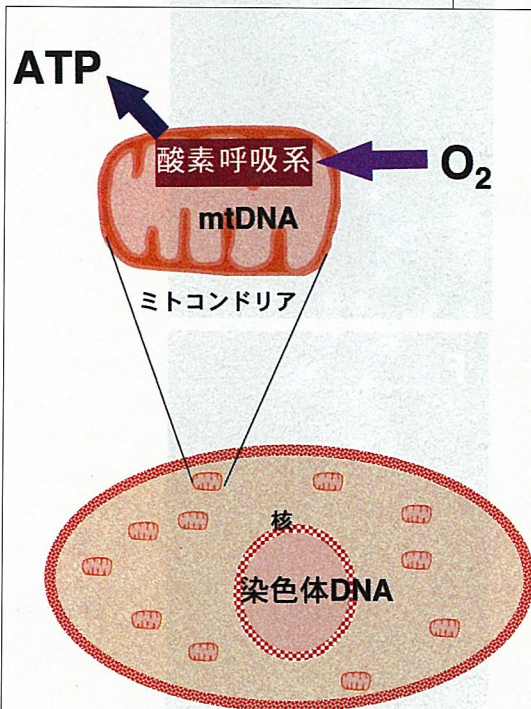
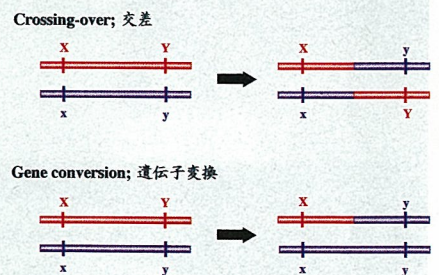


図1 ミトコンドリアと核

細胞の遺伝情報のほとんどは核の染色体DNAにコードされている。一方、酸素呼吸を行うオルガネラであるミトコンドリアと光合成を行うオルガネラであるクロロプラストはそれぞれ固有のDNAと蛋白質合成系を持っている。いずれも、進化の過程で細胞に寄生した細菌が祖先と考えられている。ミトコンドリアのDNAの1単位の長さはヒトでは、約16,500塩基対である。一方、酵母では70,000-80,000塩基対で株によって長さが異なる。酵母株間で、ヒトと酵母の間でのDNAの長さの違いは、繰り返し配列の量、イントロンの数の違いによっている。また、ヒトの細胞は数千コピー、酵母細胞は50コピー程度のミトコンドリアDNAをもつが、組織、生育条件で大きく変動する。同一個体、同一細胞の中のミトコンドリアDNAは通常同一のDNA配列を持つ。ヒトでも酵母でもミトコンドリアゲノムの遺伝子地図は環状であるが、細胞の中でのDNAの存在様式には議論がある。

図2 交叉と遺伝子変換



もちろん、生体にはDNA損傷に対する修復システムが備わっている。核染色体DNAでは、2セットあるDNAの片方の遺伝子が酸化損傷を受けた場合は、もう片方の正常な染色体の遺伝子部分を組み込む「組換え修復」が行われていることが知られている。一方、ミトコンドリアのように多数のDNAコピーがある系では「遺伝子変換型組換え」が修復に大きな役割を果たすと推定される***。

*** 遺伝子変換型組換え: DNA組換えでは、通常、図2における交差(一对の相同染色体の間での染色体部分の交換)が起きることが多いが、一对の相同染色体の間で一方の染色体の一部分が相手の染色体の一部分に置き換えられる遺伝子変換型組換えも起こる。

ミトコンドリアの場合は、ヒト細胞ならそのDNAは数千個も存在するわけだから、損傷を受けたミトコンドリアDNAと正常なミトコンドリアDNAとの間で遺伝子変換型組換えを行えば多岐にわたる損傷や変異でさえも修復可能と推定されるが、最近まで、高等動物では、ミトコンドリアDNAの組換え現象そのものが実証されていなかった。というのも、核染色体DNAの場合は、母起源のDNAと父起源のDNAとの間で、減数分裂時に対応する遺伝子(対立遺伝子)同士で頻繁に「交差」や「遺伝子変換」が起きる(したがって、兄弟といえども身体的特徴が異なる)ので遺伝研究の対象として早くから注目されてきた。しかし、高等動物のミトコンドリアDNAの場合は単なる母性遺伝のため、「交差」や「遺伝子変換」が検出されることがなかった。また、高等動物細胞のミトコンドリアにDNA修復能があるかどうかさえも未だに議論の対象である。

ミトコンドリアDNAの組換え研究の最先端

これに対して、酵母では以前よりミトコンドリアのDNA組換えが核染色体DNAよりも高い頻度で起こること、ミトコンドリアDNAにも修復が行われることが解っていた。また、当研究グループでも、以前よりミトコンドリアDNAを対象として、その組換えの開始のメカニズムを研究してきた。

そして、これまでに、パン酵母のミトコンドリアDNAに相同的遺伝子変換型組換えを引き起こす引き金となるエンドヌクレアーゼを初めて同定することに成功している。そのエンドヌクレアーゼは、数千塩基ごとに存在する特別な部位でDNAを切断する「多

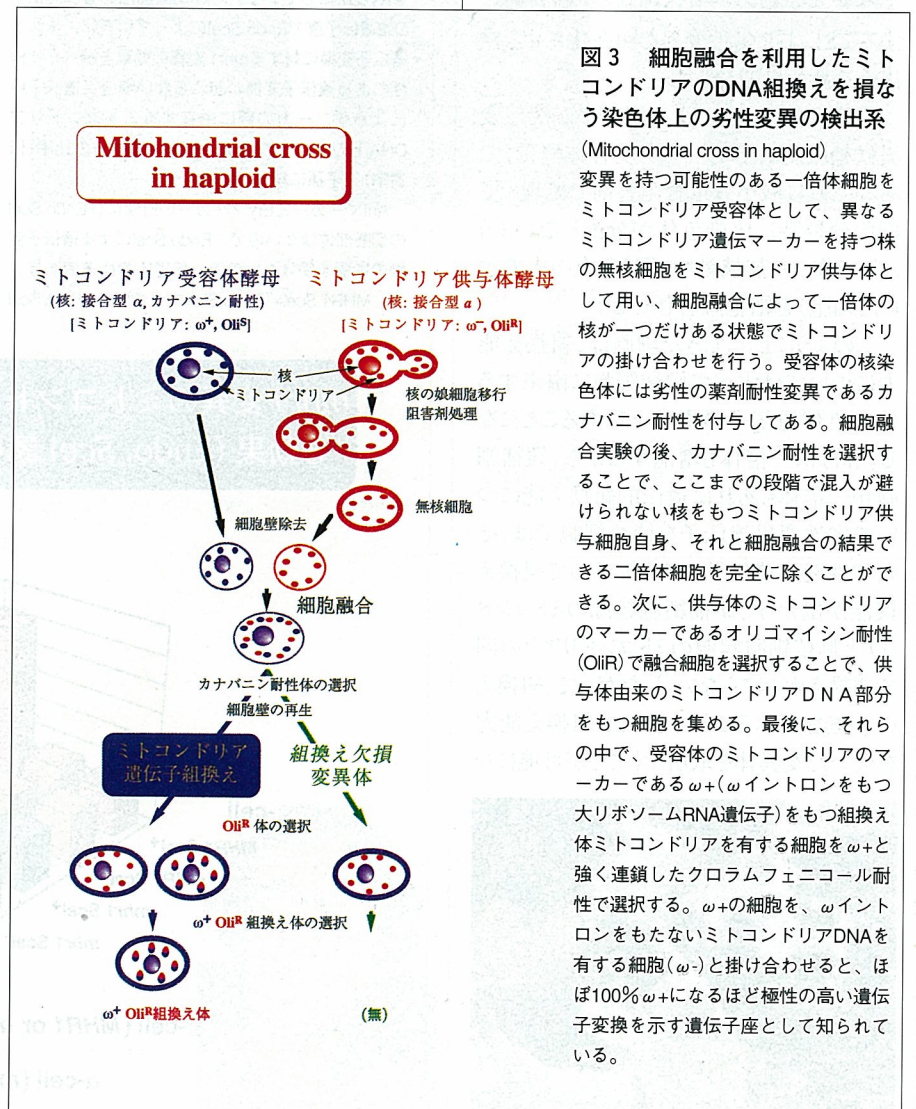
部位特異的エンドヌクレアーゼ」である。

そうした研究を通じて、ミトコンドリアDNAにおいても遺伝子変換型組換えが頻繁に起き、しかも、そのメカニズムが、核染色体DNAの遺伝子変換型組換えの仕組みと多くの共通点があることを明らかにしてきた。

その展開として、当研究グループでは、94年より、従来推定にとどまっていたミトコンドリアDNA組換えの機能と老化現象との関連について研究を進めることにした。研究は、DNAに働く遺伝子の多くが下等生物から高等動物まで保存されているという数々の研究例をふまえて、まず、パン酵母

(*Saccharomyces cerevisiae*)をモデル系として、ミトコンドリアDNAの遺伝子変換型組換え機能を失った突然変異体を検出することから始めることにした。

ところで、ミトコンドリアDNAの修復・組換えのシステムは、開始に働くエンドヌクレアーゼを除いて、ミトコンドリアDNAに記載されているのではなく、核内DNAの遺伝子に記載されていることがミトコンドリアのDNAの解析の結果として分かっている。一方、ミトコンドリアDNAの遺伝子変換型組換え機能を失った突然変異体を検出するには、掛け合わせによって組換えがおこるかを調べることで変異体を探するのが一般的な方



法である。しかし、掛け合わせを行うと、1つの細胞が2セットの染色体DNAをもつ二倍体細胞または二核細胞になる。そこで、突然変異のほとんどは劣性なので、優性の正常遺伝子に隠れてその性質が顕在化しないことが多い。これがこれまでミトコンドリアDNAの組換え欠損変異体の分離にどこも成功しなかった原因であると考えた。

無核細胞と細胞融合させる 新しい検出系を開発

そこで、当研究グループでは、正常細胞から核を取り除いた無核細胞を作り、これと突然変異候補の一倍体細胞とを細胞融合することにより、劣性変異を顕在化させる検出系を新たに開発した。

図3の青で示したミトコンドリアが突然変異候補細胞(ミトコンドリア受容体酵母)である。これに微小管重合阻害剤で処理して細胞分裂時に核染色体が分配しないようにして作った無核細胞(図3右上の赤で示した細胞)を細胞融合させる。

このようにしてできた細胞は、組換え能力についてはすべて候補細胞に由来する核染色体遺伝子の支配下にあることになる。酵母は一倍体も増殖するから、候補細胞が一倍体もあれば遺伝的組換え能について劣性変異遺伝子を持つ細胞では、その劣性変異遺伝子の支配によって組換え機能が働かず、候補細胞起源のミトコンドリアと無核細胞起源のミトコンドリアとの間で組換えが起こらない。したがって、組換えの有無を調べることで遺伝的組換え能力を欠いた変異体を取り出すことが可能にな



るのである。

突然変異体 *mhr1* の発見と、 遺伝子 *MHR1* の同定に成功

当研究グループは、幸運にもこの実験を開始して2つ目の候補細胞で、世界で初めてミトコンドリアDNAの遺伝子変換型組換

え機能を失った *mhr1* 変異体を発見することができた。そして、ミトコンドリアDNAの遺伝子変換型組換え機能をつかさどる遺伝子 *MHR1* が、酵母の X II 番染色体にあることを突き止めることができた。

さて、この *mhr1* 変異体の特質としては、まず、ミトコンドリアDNAの紫外線障害に対する修復機能に異常を示すことが明らか

図4 *mhr1* 変異のミトコンドリア相対的遺伝子変換に対する効果

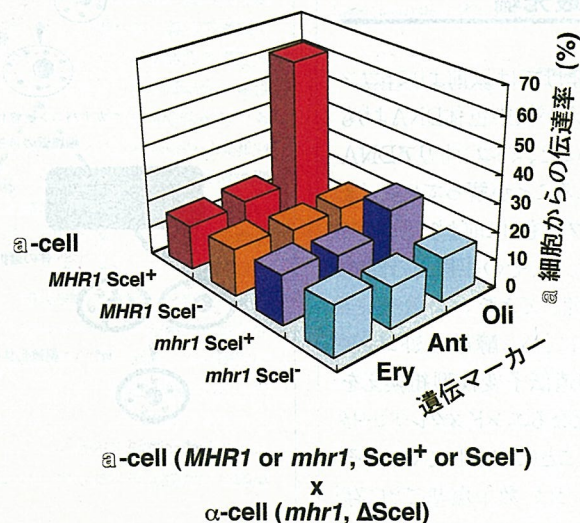
当研究グループは先に、Endo.SceIはミトコンドリアDNA上に数十箇所ある切断部位に二本鎖切断を入れることで相対的遺伝子変換を開始することを明らかにしている。その切断部位をもつ遺伝子 *Oli2* 遺伝子座でEndo.SceIによって引き起こされる遺伝子変換に対する *mhr1* 変異の効果を調べた。極性のある遺伝子変換が起こらない場合、遺伝子座によらず、一方の親に由来するミトコンドリアDNA上のすべての遺伝子マーカーは同一の比率(伝達率)で子孫に現れる。

AntiマーカーとEryマーカーの近傍にはEndo.SceIの切断部位はないので、Endo.SceIによる遺伝子変換の影響を受けないので、伝達率の標準値を与える。*MHR1 Scel+* (Endo.SceIをもつ)と *mhr1 ΔScel*

(ミトコンドリア上のEndo.SceIの遺伝子の欠失変異でEndo.SceIを持たない)との掛け合わせで、a細胞に由来するマーカーの伝達率が、*Oli*マーカーが2つの標準マーカーの伝達率に比べて著しく大きくなっている。これは、このマーカー部位で極性の強い遺伝子変換が起こったことを示す。

MHR1 Scel- (Endo.SceIを持たない)と *mhr1 ΔScel* との掛け合わせでは、この *Oli*マーカーでの極性の強い遺伝子変換がなくなることから、それがEndo.SceIによって引き起こされたことが分かる。*mhr1 Scel+*と *mhr1 ΔScel* との掛け合わせでは、*Oli*マーカーの伝達率は標準マーカーの伝達率と同じくらいになっている、すなわち遺伝子変換が認められなくなっていることから、Endo.SceIによって誘発される遺伝子変換に *MHR1* 遺伝子の活性が必要であることが分かる。

mhr1 変異のミトコンドリア相対的組換えに対する効果 (Endo. Scel 誘発の相対的遺伝子変換)



になった。

さらにmhr1変異細胞は酸素呼吸能を必要とするグリセロール培地上での生育では30℃では野生型細胞とほぼ同様に生育するが、37℃にすると野生型細胞とは違って生育できないことを見つけた。mhr1変異細胞を酸素呼吸能がなくても生育できるグルコース培地の上で37℃で培養を続けると呼吸能を徐々に失っていくこと、それと共にミトコンドリアDNA株も失われることを見出した。

このことからMHR1遺伝子の活性はミトコンドリアDNAの維持を通してミトコンドリアの酸素呼吸機能の維持に欠かせないことが明らかになった。

今後の展望に向けて

今後の研究展開としては、今回取得に成功した酵母の突然変異体mhr1のミトコンドリアDNAの部分的脱落の機構を解明することが当面のテーマである。

それとともに、酵母の原因遺伝子MHR1に対応するヒトなど高等動植物の相同遺伝子を探ることを通じて、老化や寿命決定に関するミトコンドリアDNA酸化損傷蓄積説を検証する手掛かりとなる知見を得ることが大きな目標となる。

一方、今回の研究では、突然変異体を取得するのに、“無核細胞と細胞融合させる新しい検出系”を開発し、その有効性を立証することができた。これにより、ミトコンドリアDNA組換えを損なう突然変異体を得るための障壁が除かれた。今後は、この検出系をもとに、ミトコンドリアDNA組換えに働く種々の遺伝子を取得し、ミトコンドリアDNA組換えの機能解明に向けて、いっそう研究を進めていくことになる。

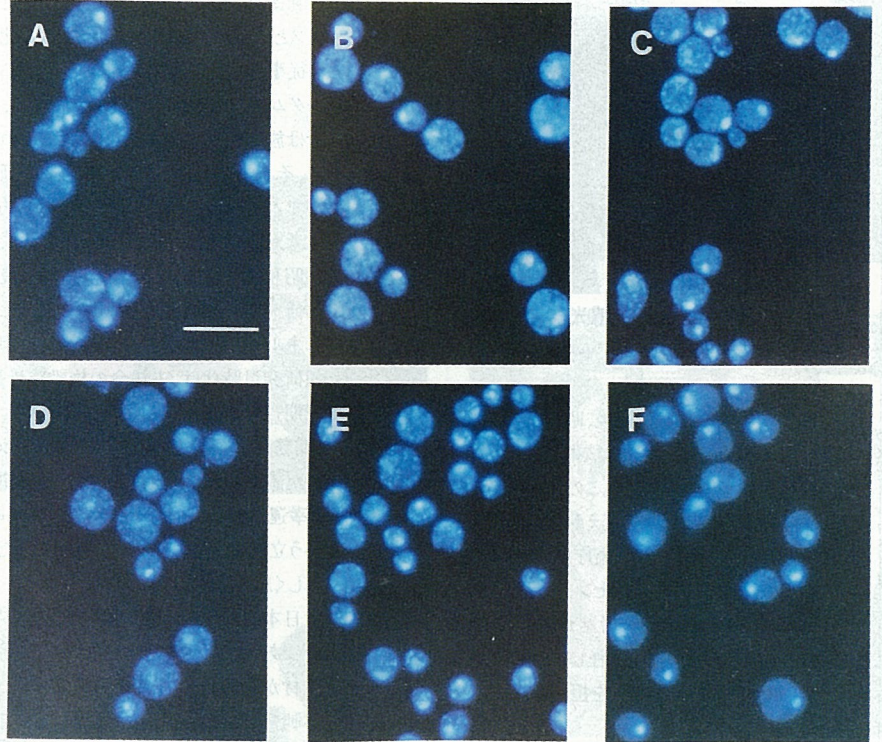


写真1 ミトコンドリアDNAの維持にはMHR1遺伝子の活性が必要である。

細胞をDNAを特異的に染色するDAPIで染色してある。細胞の中の大きな明るい点は核である。細胞の中の多数の小さな点がミトコンドリアDNAである。A,B,Cは野生型(MHR1+)細胞、D,E,Fはmhr1変異細胞である。

AとDは、酸素呼吸能を必要とするグリセロール培地で30℃で生育した細胞。BとEは、酸素呼吸能

を持たない細胞でも生育できるグルコース培地で30℃で36時間生育した細胞。これらの条件では、野生株の細胞、mhr1変異細胞との間であまり大きな違いが見られない。CとFはグルコース培地で37℃で42時間生育した細胞を示す。野生株の細胞ではミトコンドリアDNAが変わらずに観察されるが、mhr1変異細胞にはほとんどミトコンドリアDNAに由来する点が見当たらない。



文責 総務部広報室

監修 遺伝生化学研究室／バイオデザイン研究推進グループ

主任研究員 柴田 武彦

新副理事長、新理事就任の抱負を語る

長年にわたり理研発展に尽力された長柄喜一郎副理事長、高橋信孝理事が、退任されたのにもない、新たな副理事長に雨村博光理事が、新理事に吉良爽反応物理化学研究室主任研究員、坂内富士男科学技術庁政策科学研究所長がそれぞれ就任しました。
新役員の抱負をご紹介します。



副理事長 雨村 博光

(あめむら ひろみつ)

京都大学経済学部を卒業後、昭和33年に科学技術庁に入庁し、昭和60年6月まで科学技術庁に籍を置き、わが国の科学技術行政に携わりました。この間、通商産業省、動燃など外部機関にも赴き、視点を交え科学技術行政について考える機会もありました。科学技術庁振興課長時代には、理研のライフサイエンス筑波研究センター設立に携わり、地元との対応など当時の様々な苦労話が蘇ってきます。

平成2年5月理研理事に就任し、最初の3年間は、ライフサイエンス筑波研究センターを担当し、その後和光本所を担当しました。

今後は、理事長を補佐し、また、各理事が動きやすくなるよう、潤滑油の役割を果たすことが大事ではないかと考えており、「理研の伝統に根ざした新しい工夫」をこころがけ、大好きな理研の研究環境が一層良くなるよう努力したいと思えます。

山口県出身

理事

吉良 爽 (きら あきら)



東北大学理学部化学科で、昭和41年に博士課程を修了し「光科学の研究」で学位を取得しました。約3カ月の博士浪人の後、理研に入り、放射線化学研究室で、当時の日本では新しかったパルスラジオリシスという放射線化学的手法による化学反応の研究に従事しました。昭和46年から2年間アメリカのノートルダム大学の放射線研究所に留学し、当時、この研究所は放射線化学研究のメッカといわれ、居ながらにして、そこを訪れる世界中の第一線の研究者と会うことができ、研究のあり方、研究所のあり方について今日の考え方の基礎はこのときに培われたと思います。

昭和59年に放射線化学研究室(後の反応物理化学研究室)の主任研究員となり、このときから、太陽光エネルギー科学研究の化学部門を担当しました。主任研究員時代は、主任会の施設委員長、人事委員長(2期)、課題予算委員長を全部経験し、最後は議長を2期務め、管理職の度合いが強かったのが残念です。ただ議長時代が小田理事会の最盛期だったのは、最も幸運だったことで、その理念の実現のために議長という立場でささやかながら寄与できたことを非常にうれしく思っています。

日本における研究のあり方というのが、いま変わりつつあります。優れた研究がのびるような、また若手の駿材が心置きなく才能を発揮できるような新しい研究体制を作る絶好の機会だと思っています。単に欧米に近づくとような発想ではなく、日本の発想を十分に生かして、それでいて世界に十分通用するような研究体制を考えることができればと願っています。それにはまず理研において、可能なことを実現してゆきたいと思えます。

宮城県出身



理事

坂内 富士男 (さかうち ふじお)

従来から理研は、多くの分野で優れた研究成果を世に問うてきております。これは、多くの独創的な研究者が不断の努力を行っていることのあらわれですが、理研の持っている良い環境もまたこれを支えているものと思います。国立研究所の場合は、予算の弾力的運用、人的交流等をめぐる諸々の規制により、とすれば円滑な研究活動が阻害されるのが実状で、国研から見た場合、理研はうらやましい目標といえます。円滑な研究活動を推し進めるためのこのような優れたシステムは、今後とも維持発展させていくとともに、新しいミルクのために新しい草袋を用意することも必要と思います。また一方では、事務手続きなどで既存のやり方を見直す点もあるかもしれません。絶えずチェックして改廃を怠ってはならないと考えます。理研が今後とも、研究成果のみならず、研究環境の面でも他の研究所の目標となり続けられるよう努力していきたいと思えます。

栃木県出身

理研の主な公開特許

- H6-226084 固体レーザー結晶薄膜作成方法 および固体レーザー結晶薄膜作成方法
レーザー科学研究グループ 熊谷 寛、豊田 浩一
微小共振器などの開発や、半導体レーザー上に直接固体レーザーを成長させることを可能とする固体レーザー結晶薄膜を作成できる固体レーザー結晶薄膜作成方法及び固体レーザー結晶薄膜作成装置。
- H6-241891 レーザービームの集光特性測定装置
レーザー科学研究グループ 田代 英夫、常見 明良
レーザービームの集光特性を、従来に較べて短時間で高精度に測定することのできるレーザービームの集光特性測定装置。
- H6-246312 イオンビームエッチングによるロール表面加工方法装置
素形材工学研究室 池 浩
塑性加工用圧延ロールや印刷技術における彫刻クロムシリンダ(例えばアニロックスロール)のイオンビームエッチングによる表面加工方法及び装置。
- H6-254754 鏡面研削装置及び方法
素形材工学研究室 大森 整、中川 威雄
砥石と電極の間に導電性液を流しながら、砥石と電極との間に電圧を印加し、砥石を電解によりドレッシングするとともに、ワークを砥石で鏡面研削する装置及び方法。

「サイエンス・キャンプ`95」を開催

青少年の科学技術離れの問題解決に寄与する一つの催事として、「サイエンス・キャンプ`95」(科学技術庁が主催し、当所などが実施する創造的科学技术体験合宿プログラム)を8月9日より3日間行いました。

この催しは、青少年が実際の研究現場で最先端の科学者たちと直接交わり、その指導の下に最新の研究装置や研究手法を使っているという調べたり、作ったりするなどの実体験を通じて、科学技術への関心を高めてもらうことを趣旨としています。



「X線で宇宙を見る」実習(宇宙放射線研究室)



全員そろってリングサイクロトロンを見学



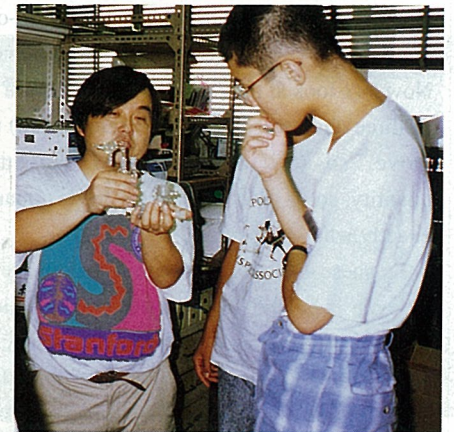
「レーザーを用いてマイクロ加工する」実習(レーザー科学研究グループ)



「新しい微生物の世界を覗く」実習(微生物学研究室)



有馬理事長を囲んで…



「二酸化炭素を電気分解する」実習(反応物理化学研究室)



全課程を無事終えて…

コース	実習テーマ	主な指導担当者	参加者
A	X線で宇宙を見る	田村啓輔理博 (宇宙放射線研究室)	難波美和子さん(金蘭千里高等学校2年生) 栢木美聡さん(埼玉県立春日部女子高等学校2年生)
	移動ロボットを制御する	嘉悦早人先任技師 (化学工学研究室)	
B	レーザーを用いてマイクロ加工する	杉岡幸次工博・熊谷寛工博 (レーザー科学研究グループ)	久保和也君(栃木県立日光高等学校2年生) 関田亘篤君(都立神代高等学校3年生)
	レーザーホログラフィの仕組みを知る	中島俊典工博(光工学研究室)	
C	二酸化炭素を電気分解する	高橋勝緒理博・丑田公規理博 (反応物理化学研究室)	今井晴基君(千葉県立長生高等学校2年生) 小林伸太郎君(城北高等学校2年生)
D	植物にホルモンのあることを確かめる	小林正智農博・斎藤臣雄農博 (植物生活環境制御研究室)	大野奈穂子さん(東京女学館高等学校2年生) 濱田真以子さん(青山学院高等部3年生)
E	新しい微生物の世界を覗く	大熊盛也農博(微生物学研究室)	白石智美さん(光塩女子学院高等科3年生) 若井美和さん(東京家政大学附属女子高等学校3年生)



The Information Density of the Japanese Language



著者近影

For people used to "alphabetic" languages, it may seem impossible to learn the nearly 2000 Chinese characters (kanji) needed to read Japanese. At first sight kanji seem to be complicated ideograms that need many years of rote memorization to learn. As scientists, it is our job to seek patterns in seemingly unrelated data. If you search, you will find that the kanji are not simply 2000 unrelated symbols, but in fact carry many very deep meanings that distill the wisdom, history, and way of thinking of both Japan and China over the past several thousand years. The kanji carry far more information than you might realize.

Let's start with a word that must be familiar to all scientists: "momentum." What does it really mean. Of course you know the mathematical formula, but can you explain the meaning to an elementary school student? The letters "m-o-m-e-n-t-u-m" tell you nothing. They are mere symbols that you memorized in childhood. Now let's look at the Japanese word: 運動量 (undohryō). It consists of three characters. The characters 運 (un) and 動 (dou) mean "to move," so 運動 (un-doh) means "movement." 量 (ryō) means quantity, so 運動量 (undohryō) means quantity of motion. That is exactly what momentum is!

A Japanese 4-th grade child understands the basic meaning of 運動量 even if he/she has never studied physics. On the other hand, many university students in the U.S. (especially in the humanities) could not be able to define momentum in this basic way.

運動量 looks like a very difficult word. Isn't easier just to write "momentum" in letters even if they don't have a meaning? Let's look deeper. 運動量 means much more than "momentum."

運 consists of several parts: 運=車 (kuruma) + 辶 + 車 (kuruma) means "car" or "cart." Use your imagination: Doesn't it look like a top view of a cart, where the top and bottom horizontal lines are the wheel axles? Now 車 + 冫=軍 (gun), where 冫 is a "roof," so 軍 represents covered or shielded carts. That's an army, and 軍 means "army." Finally 辶 is called a "radical" (部首=bushyū, in Japanese) and plays the role of an English prefix. In any kanji where it occurs, it (辶) denotes "movement." You have now learned the meaning of 運 (un), but in the process you learned three kanji: 車, 軍 and 運.

What about 動? 動 = 重 (omo-i) + 力 (chikara). 重 alone means "heavy." Again use your imagination, and you will see "many objects piled on top of each other, so that they become heavy." 力 represents a "bent arm" which means force. When a force is applied to a heavy object it moves (obviously this is the physics of Aristotle!). So 動 also means "to move" in a transitive sense. Again, in the process of learning one kanji we have learned three. But there are some free bonuses! Combining 重 and 力 as two separate kanji to make a word, we get 重力 (jūryoku), which literally means "the force which

makes things heavy" which is "gravity." 力 is also a radical, and always denotes some kind of "intensification" what it occurs in a kanji. Finally 働 (hataraku) = 亻 + 動, where 亻 is a radical that is a simplified form of 人 (hito=person). So 働 means a "moving person" - that is work. In the old days when people moved they were working. They had no time for fitness clubs!

I could go on and give many more examples. The point I'd like to make is that the kanji symbols contain far more information than one might realize at first sight. Kanji may seem complicated, but, as we have seen, they consist of several discrete parts (corresponding to the syllables of English words). These "syllables" or radicals in turn consist of some basic sharps called "strokes" (in Japanese 画=kaku). Just as there are many English words, but only 26 letters, and some prefixes and suffixes, there are many kanji, but only about 100 radicals, and only about 10 different strokes. So to learn kanji, first learn the strokes, and then as you study, learn the meaning of the radicals. There are some books written in English that explain these things. If you know some Japanese you can look at a 漢和辞典= kanwa-jiten (a special dictionary that gives the history and meaning of kanji).

Finally I'd like to leave you with a research topic: When I read scientific Japanese, I sometimes feel that I can grasp the meaning of a row of kanji faster than that of an English word or sentence. For example, 高周波数電磁波 = high frequency electromagnetic waves. First of all, notice that the English takes about three times as much space, so in order to read it, one must process several words sequentially, while one can "see" the Japanese meaning at a glance. So here are the questions: Does the brain process kanji differently from English? In view of the above discussion "what is the information density" of a typical kanji per bit of "visual information" needed to write it? If you have some ideas or can help please contact me.

James B. Cole, Visiting Professor, Tsukuba University

本稿は、James. B. Cole 氏(平成6年5月から7年4月まで仙台フットダイナミクス研究センターフロンティア研究員として在籍)がICOニュース(当所に勤務している外国人研究者や家族向けに、理研で勤務もしくは日本で生活する上で必要な情報などを定期的に提供しているニュース)に寄稿したものを掲載したものです。

Cole 氏は、今後、理研ニュースに投稿する機会があれば、今度は日本語で執筆したい希望を持っています。

編集後記

今号のTOPICSで紹介しましたように、当所では青少年の科学技術離れ対応策の一つとして、サイエンスキャンプ'95を実施しました。今後もこのような活動を行って、本誌に掲載していきたいと思っています。

理研ニュース No. 171 September 1995

発行日 : 平成7年9月15日

編集発行 : 理化学研究所総務部広報室

〒351-01 埼玉県和光市広沢2番1号 電話(048) 462-1111(代表)

制作協力 : 株式会社エフビーアイ・コミュニケーションズ