

2019/9/18(水)
易しい科学の話

最新の科学技術ニュース

吉岡 芳夫

今日、取り上げる科学技術のニュース

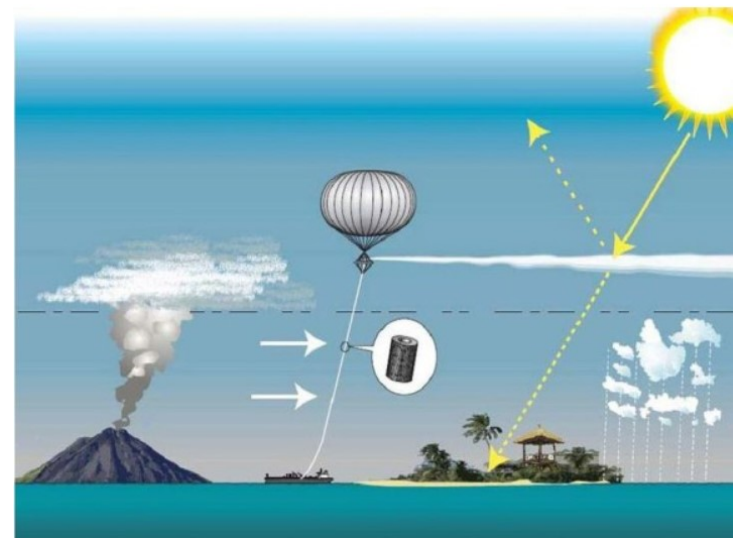
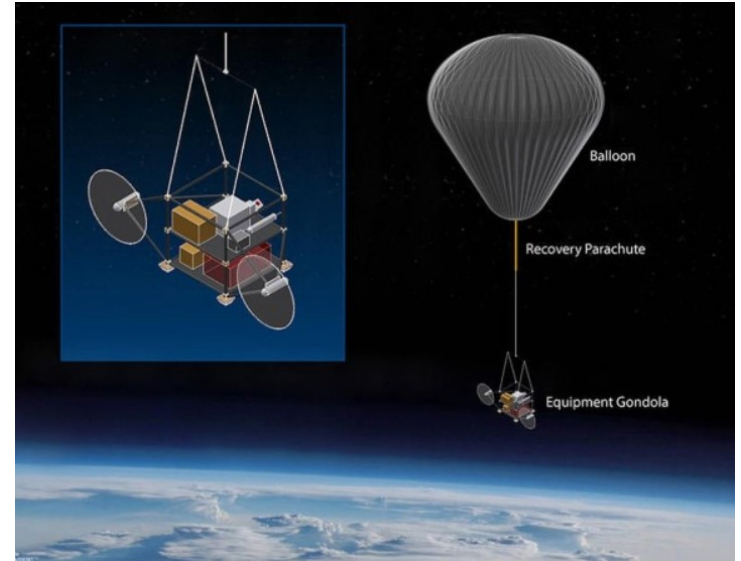
- 噴火の寒冷作用を再現する太陽地球工学的実験
- 培養肉の開発
- IPS 角膜移植の手術成功
- 玄関までつながる公共交通 —サブスのとりくみ—
- 皮膚が若さを保ったり老化する仕組みを解明
- 40兆個もある腸内細菌の中から大腸がん発症に関わる菌種を見つけた(大阪大学)
- 記憶システムは10分間の軽い運動で活性化する

噴火の寒冷作用を再現するという 世界初の太陽地球工学的実験

- ハーバード大学が、プロジェクトの倫理・環境・地政学的な影響を検討する外部諮問機関の設置を発表。
- カリフォルニア戦略的成長評議会の理事ルイス・ベズワース氏が諮問委員会の委員長に就任する。
- ほかに地球科学や環境・気候関連法政策の専門家7名がメンバーに加わる。
- 「成層圏制御摂動実験 (Stratospheric Controlled Perturbation Experiment/SCoPEX)」と呼ばれるこの実験は、**炭酸カルシウム粒子を地球上空に散布し、火山灰が太陽光をさえぎり寒冷化させる作用を再現しようというものだ。**
- 炭酸カルシウムのカーテンを作ること。

実験の開始

- 2019年前半に300万ドル(約3億円)を投じた第一フェイズが開始。
- 米国南西部ニューメキシコ州上空20キロまで気球2つを上昇させる実験が行われる。
- 気球が所定の位置についたら、2キロの袋に入った炭酸カルシウムを散布。その後、粒子が拡散する様子を気球に搭載されたセンサーで観察する。



実験を、環境保護団体など多くの人々が懸念

- 予期せぬ連鎖反応が起こり、気候やオゾン層に甚大が被害が生じるのではないかという心配。海流に影響する恐れもある。
- さらに、こうした試みによって世界が熱が防がれる地域とそうでない地域とにわかれる可能性もある。
- こうしたモザイクのようなパターンは、水分の蒸発や雲の形成に影響し、降雨パターンを違うものにしてしまうかもしれない。
- 粒子の散布を大規模に行なった場合の影響はまったく予測不能だ。温暖化を防ぐための方策が、逆効果になってしまう恐れもある。



効果への疑問も

- そもそも少々炭酸カルシウムをばらまいたところで、何の意味もないという声もある。
- 20世紀で2番目に大きかった1991年のピナトゥボ山噴火(フィリピン)では、700人が死亡し、20万人が家を失った大災害だった。
- このとき、2000万トンの二酸化硫黄エアロゾルが放出されたが、それでさえようやく、0.5度程度気温が下がっただけだ。しかもその効果は1年しかもたず、すぐに元に戻ってしまった。
- ほかに温室効果ガス削減という唯一の根本的な温暖化対策から目を逸らせるためのものではないのか、といった意見も聞かれる。

試してみる価値はある

- しかしハーバード大学の研究チームは、試す価値があると考えているようだ。確かに2015年に初めてデビッド・キース氏の発表を見たフランク・コイツチュ氏は、ナンセンスと感じたそうだが、今では考えを改めたそうだ。
- 彼は「大気化学の研究者として何ができるか自問」した末に、実際にやってみるべき時が来たと考え、キース氏のチームに加わった。
- どこかディストピア映画に登場しそうなアイデアであるが、そのじつ世界の政府やシンクタンクが以前より検討してきたものでもある。昨年11月にも環境系の学術誌にまったく同じ論文が掲載された。
- それどころか、図らずもすでに同じことが行われている可能性すらある。アメリカ海洋大気庁(NOAA)の研究者によれば、飛行機が作る飛行機雲によって、知らないうちに空に地球工学的な改変が加えられているかもしれないのだそうだ。

培養肉

- 「培養肉」は未来の食卓にたくさん並ぶか
- 「培養肉」って、どういうもの？
- 「培養肉」に期待するものは？

～情報ひろばサイエンスカフェ～《JST共催》より

東京大学大学院特任助教の島亜衣さん

東京女子医科大学先端生命医科学研究所所長・教授の
清水達也さん

https://scienceportal.jst.go.jp/reports/other/20190802_01.html





代替肉が豆腐製品や大豆タンパクなどを使い、食感を肉に近づけた代用品である。

培養肉は本物の「肉」を目指している。牛など動物の筋肉から幹細胞を取りだして培養し、肉そのものを製造するのだ。

世界の人口の増加に伴う食糧需要の増大、食の質の変化、そして穀類の需要に対する供給不足など、生産と消費の不均衡などから、国連食糧農業機関(FAO)によると、2050年にはタンパク質が足りなくなる可能性があるという。

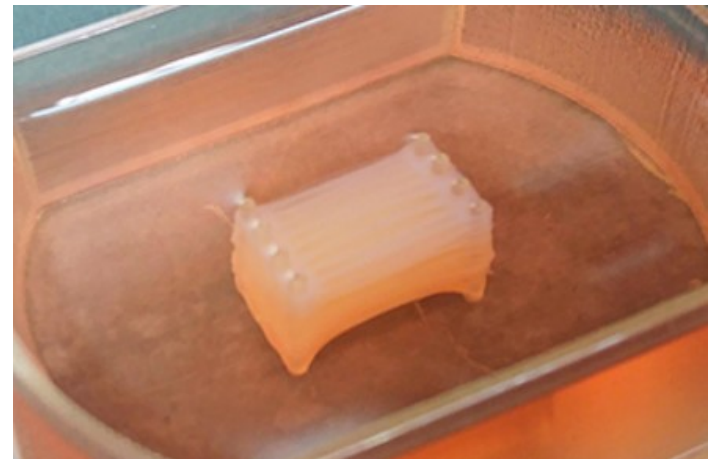
これは「タンパク質クライシス」と呼ばれ、培養肉はこのタンパク質クライシスの一つの解決策として注目されている。

世界の状況

- 世界の培養肉の研究に目を向けると、アメリカ、オランダ、イスラエル、シンガポールなどに研究の拠点がある。
- すでにハンバーガーなどに使われるミンチ肉の開発が進んでいる。
- 多くの国々が、ミンチ肉の製造に注力しているのに対し、日本国内ではステーキのような厚みのある肉を製造する挑戦をしている。

目標

- 講師の島さんは、「肉が食べたい！」と思う人の欲求に応えられるような、味にも匂いにも食感にもこだわった「本物の肉」を目指したいという。
- まずは、コラーゲンなどゼリー状の物質に筋肉細胞を混ぜて、型押しして作ったモジュールを重ねることで筋繊維のそろったステーキのような培養肉の実現を追求している。



清水さんの研究目標

- 家畜に穀類を食べさせて肉を作るシステムには問題がある。
- 食肉生産システムを、持続可能なものにするために、専門の再生医療の知識と技術を「食肉」へ応用することに着目した。
- 清水さんは薄い細胞シートを何重にも重ねることで、培養肉を製造する研究をしている。
- 現在は牛の細胞から肉を再生することに注力しているが、将来的には穀物栽培と家畜飼育に替わる食糧生産システムとして、**光があれば簡単に培養できる藻類から抽出した栄養素を用いて、動物細胞を増やして食料とする可能性も検討しているという。**

穀物栽培と家畜飼育に替わる 新たな食肉生産システム



新たな食肉生産システムを表す模式図（東京女子医科大学先端生命医科学研究所
清水さん提供）



「実験で作った培養肉は、実際に試食
できるか？」

島さんの答え

作ったものをぜひ食べてみたいという気持ちはあるが、現時点では2つの理由から試食することはできない。

1つは現在の製造材料が食品として許可されていないこと、もう1つは倫理上の問題。

実験で作った培養肉を試食することは人体実験となり、倫理審査やその審査基準をどうするかなど、課題が多いという。

生産できる量は？

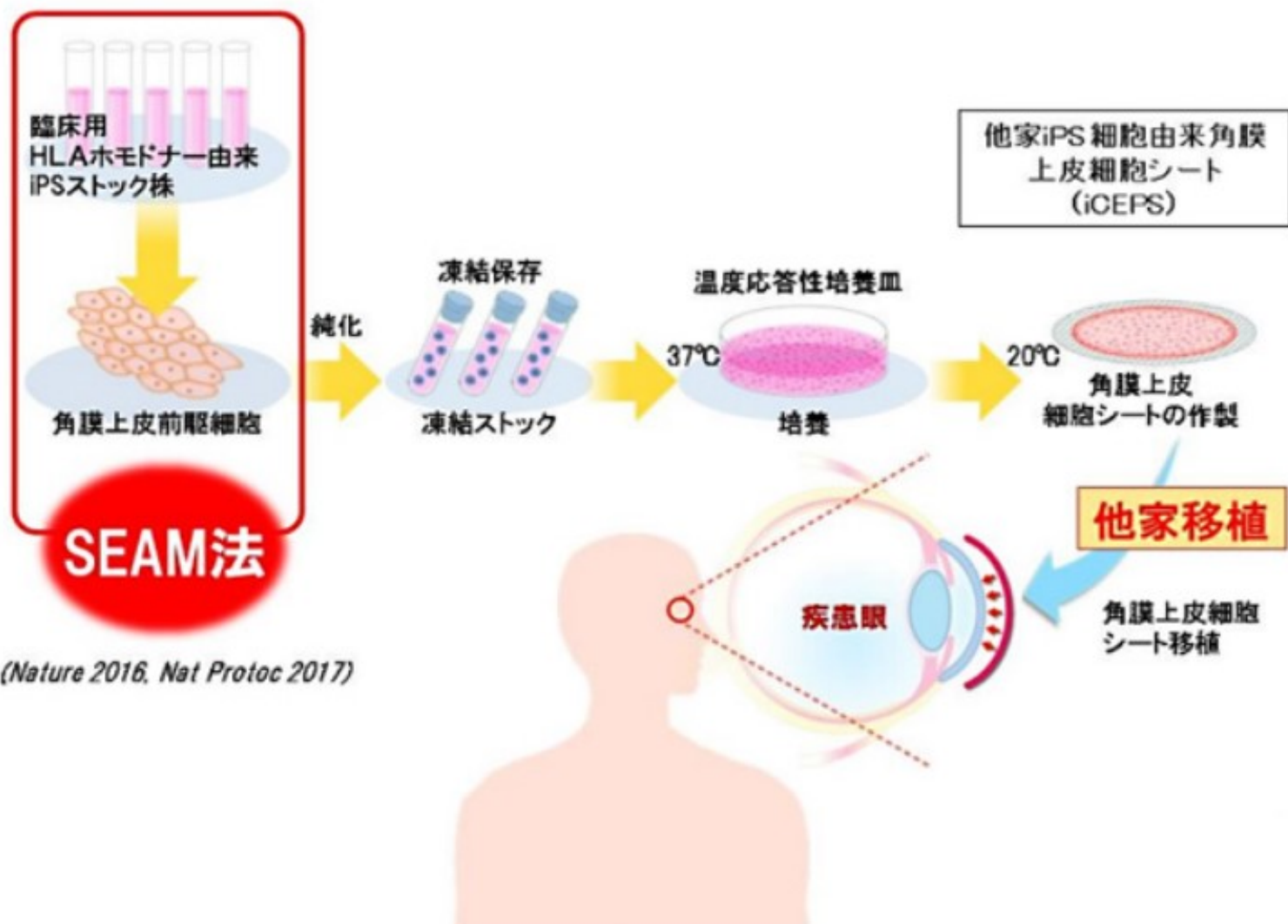
- 1頭の牛から、どれくらいの量の培養肉が作れるか？
 - 推定だが、1頭の牛から日本の1年間分の牛肉の必要量は確保できるのではないか。
 - 無限ではないが、(生きた細胞から作るので)牛を殺さずに肉を供給することも可能となるだろう。
- 「培養肉は牛肉だけですか？」「内臓は作らないのでしょうか？」といった質問には、
 - 培養肉は高級品の牛肉で先行しているものの、海外では、カモ肉、鶏肉、魚類などがすでに対象となっているそうだ。また、培養肉と同様に、フォアグラやハツといった内臓系の開発も技術的には可能だという。

大阪大が世界で初めてiPS角膜移植を 実施 ドナー不足克服に貢献期待

- iPS細胞(人工多能性幹細胞)から作製したシート状の角膜組織を、角膜の重い病気で失明状態にあった女性患者に移植する医療を世界で初めて実施した。
- この先駆的臨床研究を実施したのは、大阪大学大学院医学系研究科の西田幸二教授(眼科学)らのグループ。
- 関係者によると患者は40代の女性で、視力が低下して失明することもある「角膜上皮幹細胞疲弊症」を患っていた。
- 西田教授らは、京都大学に備蓄された他人のiPS細胞から角膜の細胞を作り、培養して薄いシート状の角膜組織にして、7月下旬に女性患者の目に移植。
- 移植手術は成功して8月23日に退院した。

期待される効果

- 角膜は眼球の最も外側にあり、黒目の表面を覆うレンズの役割をする。
- 角膜の病気は死亡者からの提供角膜(献眼)による治療が一般的だが、提供を待つ患者は全国で多数存在しながら慢性的な角膜提供者不足(ドナー不足)の問題が長く続いていた。
- また角膜を移植しても拒絶反応が起きる問題もあった。
- IPS細胞の角膜組織の移植医療が普及すればドナー不足の問題などが克服される。
- 西田教授らは、2016年にiPS細胞から角膜のほか水晶体、網膜など目の主要部分の細胞を作ることに成功。角膜についてはウサギへの移植に成功して治療効果を確認していた。



大阪大学のグループが実施したiPS角膜移植の概念図（大阪大学提供）

玄関までつながる公共交通 —サブスのとりくみ—

- サブスは、「乗り合いタクシー」の発想をもとに現在のタクシーを発展させた北海道・函館発祥の新システム。
- 乗り合いタクシーの習慣がない日本では受け入れのハードルも高いが、高齢者が運転するマイカーによる交通事故の頻発で新しい移動手段へのニーズも高まるなかで注目を集めている。
- 函館市の主な公共交通は市電と路線バス。人が少ないから、バス会社はたくさんのバスを出したがらない。バスの本数をひかえると、不便なのでますます乗らない。負のスパイラル。
- この地でマイカーを持たず、公共交通一筋の人たちは深刻。もちろん函館にはタクシーもあるが、日常的に使うには費用がかさむ。
- そこで、新しい公共交通のかたちとしてサブスの構想が生まれた。
- すでにあるタクシーを、「乗り合いタクシー」としてコンピューターで集中制御する。
- その基本理念は「バスより便利でタクシーより安い」。ぜいたく感のあるタクシーを、ごくふつうの公共交通機関として利用する試みだ

コンピューターで、実現の可能性を検証

- マルチエージェント社会シミュレーション(MASS)
- そもそもシミュレーションとは、実世界で実験ができないときにコンピューターなどで行う模擬実験をいう。
- MASSによると、函館市の中心部13キロメートル×10キロメートルのエリアでは、路線バスの10%を乗り合いタクシーに置き換えると人の移動時間が短縮され始め、その効果が最大になるのは、路線バスの60%を置き換えたときだ。
- すべてを乗り合いタクシーにしてしまうのではなく、大勢が集中的に移動する幹線はバスで、少数がまばらに移動する住宅地を乗り合いタクシーで。まさにバスとタクシーのいいところ取りだ。

ベンチャーの「未来シェア」

- プロジェクトは、サブスを研究レベルから実用化の段階に移すため、ベンチャーの「未来シェア」を立ち上げた。
- 乗り合いを希望する利用者の組み合わせや最適ルート探索などの技術を確立し、何度も実証実験を行い準備してきた。
- 技術的にはいつでもスタートできる状態だ。しかし、函館での実現は見えていない。

ウーバーとの違い

- いま世界には、マイカーを持つ個人などをネットワークで結び、スマホから呼び出してタクシーとして使う「ウーバー」というしくみがある。
- 日本のタクシー業界は、ウーバーのような新たなしくみが業界に与える影響、いわゆるウーバライゼーションに懸念を抱いている。
- 素人のドライバーが参入してくることになるウーバーは、たしかに本国アメリカではタクシー業界に大きな衝撃を与えた。
- 函館の一部のタクシー会社は、サブスがウーバーの仲間ではないかと警戒しているのだ。
- タクシー会社を守る立場でもある市は、サブスにゴーサインは出せない。
- しかし、「ウーバーは、基本的には個人事業主に働きかけている。サブスは、すでにあるタクシー会社やバス会社に働きかけ、地域全体への利益を目指すもの。
- 個々のドライバーがもうけるしくみではない。



写真 サブス車両の運転席。既存の
タクシーに、タブレット端末を置
くだけ。（未来シェア<http://www.miraishare.co.jp/savs/>より）



図 サブスによる施設、自宅間の送迎のイメージ。事前に需要を把握し、最適な車両台数と走行ルート进行計算する。（未来シェア<http://www.miraishare.co.jp/service/>より）

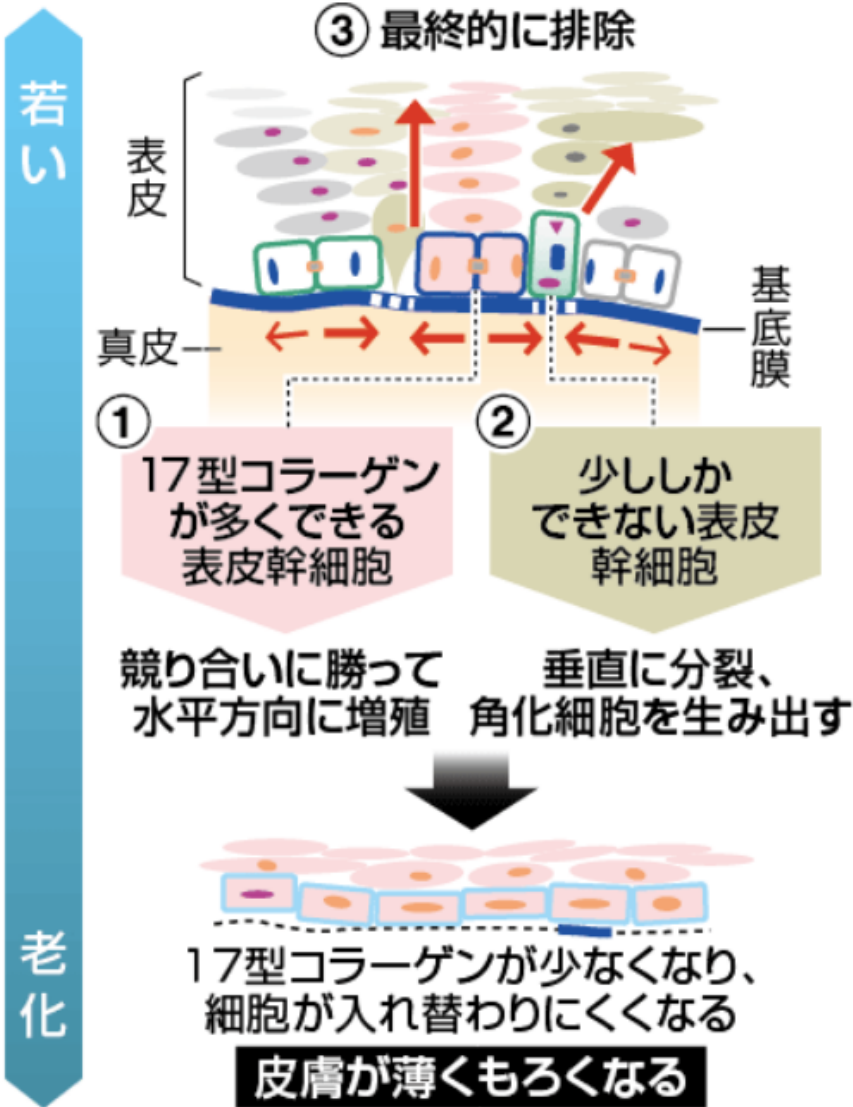


https://scienceportal.jst.go.jp/clip/20190624_01.html

皮膚が若さを保ったり老化する仕組みを解明 東京医科歯科大学グループ

- 東京医科歯科大学難治疾患研究所幹細胞医学分野の西村栄美(にしむら えみ)教授と松村寛行(まつむら ひろゆき)助教、大学院生の劉楠(りゅう なん)さんらがメンバー。
- 西村教授らは、マウスを実験動物に選び、皮膚の最も外側にある表皮の幹細胞の変化などを調べた。
- その結果、表皮幹細胞が、隣り合った幹細胞との間で「細胞競合」と呼ばれる現象を起こすことで皮膚の質(若さ)を維持していることを突き止めた。
- 「皮膚の再生には幹細胞の中で17型コラーゲンを作る必要がある」ことも指摘。コラーゲンが細胞競合の鍵を握っていて、加齢によってこのコラーゲンを介した細胞競合が弱くなると皮膚の老化が起きることなども分かった。
- 17型コラーゲンを生み出す遺伝子の働きを高める薬を開発できれば、皮膚の老化を抑えたり、傷が治りにくい難治性皮膚潰瘍や床擦れを治療したりできる可能性がある。
- 研究グループは、高齢になったマウスでも「XVII型コラーゲン」が多くあると皮膚の老化が抑制されたり、皮膚の再生が促進されたりすることも明らかにした。
- 同グループは「今後(の研究の進展により)、皮膚の老化に対する新しい治療戦略や予防につながる事が期待できる」としている。
- 西村教授は マウスの遺伝子操作実験では、人為的に働きを高め、皮膚の老化を抑えることに成功。表皮の傷ついた部分に薬剤を投与して遺伝子の働きを高めると、表皮の再生を促進できた

皮膚の若さの維持と老化の仕組み



(東京医科歯科大の西村栄美教授ら資料より)

表皮の幹細胞が真皮との間にある基底膜で競り合い、質の高い幹細胞が勝ち残って増殖する一方、負けた幹細胞は分裂して表皮の角化細胞を生み出してから排除される。年を取ると、この競り合いと入れ替わりが起きにくくなり、皮膚が薄くもろくなるという。

勝ち残る幹細胞では、一般的なコラーゲンとは異なる「17型コラーゲン」を生み出す遺伝子がよく働き、基底膜にしっかりつなぎ留められているため、水平方向に増殖する。しかし、太陽の紫外線や体内のストレスなどで遺伝子の働きが低下すると、垂直方向に分裂した後、基底膜から剥がれてしまう。

40兆個もある腸内細菌の中から大腸がん発症に関わる菌種を見つけた(大阪大学)

- 患者数が一番多くなった大腸がんの発症に関連する腸内細菌を複数種特定した。
- 大腸がんの早期診断や予防のほか、がんになる前に診断、予測して必要な手当をする「先制医療」への応用も期待できるという
- 早期診断の新検査法に道

https://scienceportal.jst.go.jp/news/newsflash_review/newsflash/2019/06/20190617_01.html



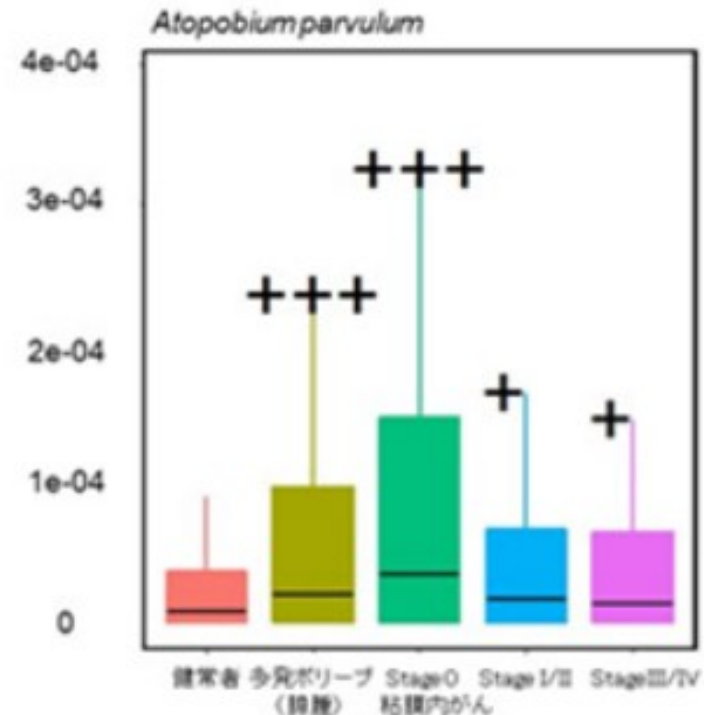
腸内細菌を詳しく調べ、粘膜内がんのような初期段階の大腸がんを見つける手法を考案

- 大腸がんは胃がんを抜いて現在国内で一番多いがんになった。背景には食生活の欧米化があると指摘されている。
- 最近のさまざまな研究から腸内細菌がさまざまな大腸の病気と関係があることが分かってきた。
- 研究グループによると、一人の人間の細胞数は約37兆個と言われる中で腸内細菌の総数はその数を上回り約40兆個。
- 重さにして約1～1.5キログラムもあるという。
- 大腸検査を受けた616人を対象に調査した。便の分析のほか、食生活に関するアンケート調査や大腸内視鏡検査データなども詳しく分析した。
- その結果、がんの発症から進行がんに至る過程の違いによって増減する腸内細菌の種類が大きく異なることが判明した。

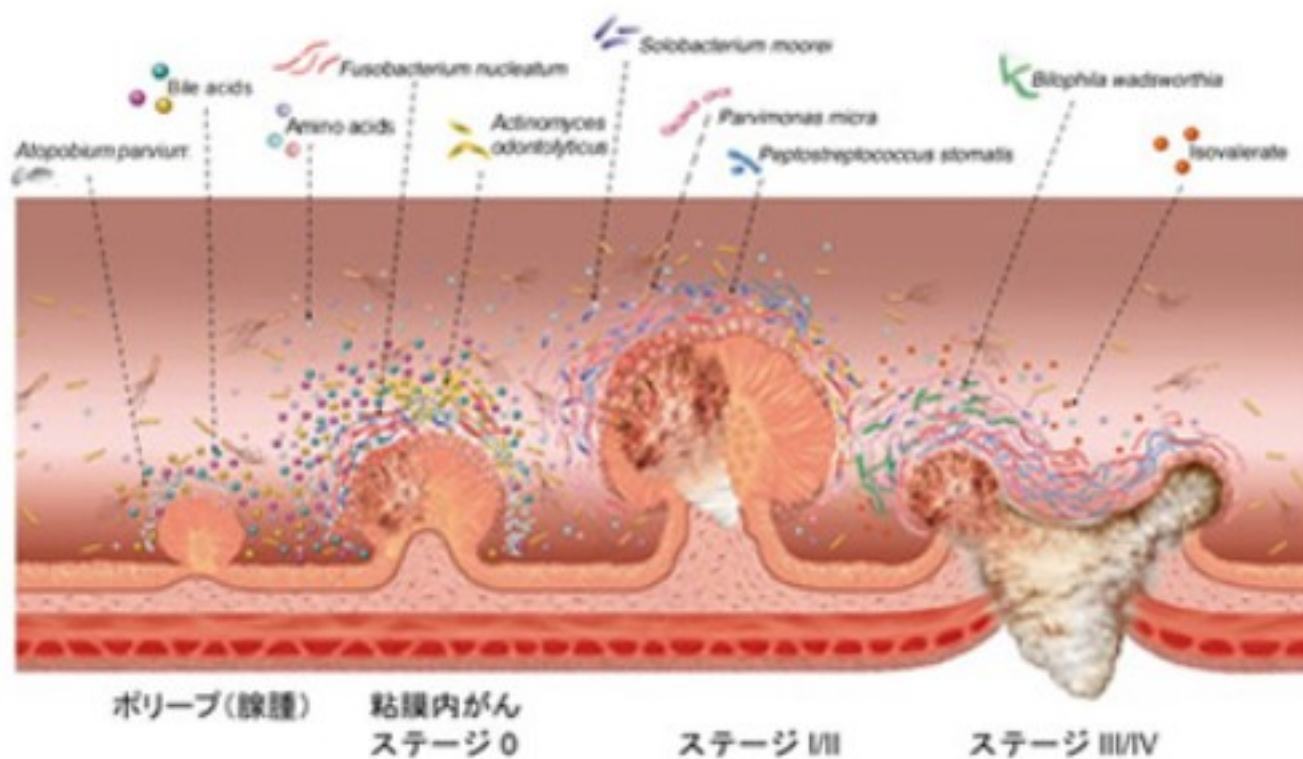
調査方法と結果

- 大腸検査を受けた616人を対象に調査した。便の分析のほか、食生活に関するアンケート調査や大腸内視鏡検査データなども詳しく分析した。
- その結果、がんの発症から進行がんに至る過程の違いによって増減する腸内細菌の種類が大きく異なることが判明した。
- 大腸がんはごく初期の「粘膜内がん」から比較的早期のがん(ステージⅠ～Ⅱ)、進行がん(ステージⅢ～Ⅳ)と進行するが、腸内細菌には粘膜内がんから増加して病気の進行とともに増える細菌や、がんとはまだ言えない多発ポリープ(腺腫)や粘膜内がんになると増える細菌などが特定できた。
- このほか、一般にもよく知られているビフィズス菌は粘膜内がんの段階で減少。がんの進行に従って増えていくアミノ酸があるなど、がんの進行度と、腸内細菌や細菌がつくる代謝物質の種類や量との間にさまざまな関連性があることが分かった。

- 研究グループはこれらの結果から、患者の便に含まれる腸内細菌を詳しく調べることにより、粘膜内がんのような初期段階の大腸がんを見つける手法を考案した。
- 今後この手法を健康診断でも使える検査法にできれば大腸がんの早期発見に威力を発揮できるとしている。
- また、がんを発症しやすい腸内環境を改善することにより、がんを予防する先制医療にも応用できるという。



発がんの早期に増加し、がんの進行と共に減少する腸内細菌の例（細菌名・アトポビウム・パルブルム）（提供・大阪大学と国立がん研究センターの研究グループ）



がんの進行（多段階発がん）と腸内環境の変動。ポリープ（腺腫）から粘膜内がん、比較的早期のがん、進行がんへと進むにつれて、増殖する細菌や代謝産物はダイナミックに変動する（提供・大阪大学と国立がん研究センターの研究グループ）

記憶システムは10分間の 軽い運動で活性化する

- 筑波大学の征矢英昭(そや ひであき)教授らの共同研究グループ
- 記憶は長期記憶と短期記憶に分けられる。自分が経験した思い出などの「エピソード記憶」や学習で得た知識、運動や楽器の演奏など体で覚えるものは長期記憶にあたる。
- 一方、電話番号を聞き取ってメモするまでの一時的なものは短期記憶に分けられる。今回、研究チームが行ったのは、エピソード記憶の実験だ。

https://scienceportal.jst.go.jp/clip/20190408_01.html



記憶には、脳のほぼ中央にある 海馬が深くかかわっている

- 目や耳、鼻などから入ってきた記憶のもととなる身の回りの情報は、大脳の表面を覆う大脳皮質から海馬に入力される。
- 海馬内では「歯状回」「CA3領域」とよばれる部位を通り、再び大脳皮質へ出力する。この一連の神経回路が働くと、外界から得た情報が「記憶」となって脳に残る。
- 海馬は脳のいろいろな部位からの指令を受け、その情報を整理し記憶にかかわるシステムを働かす役割をもっている。

「似ているが少し違う」を見分ける記憶実験

- 研究グループは、健常な若い成人36人それぞれに、運動条件と安静条件の両方の実験を行った。運動条件のときは、自転車をこぐような10分間の「ペダリング」運動をしてもらった。
- あらかじめ実験参加者ごとに計測した最大酸素摂取量に基づき、その30%になるように運動負荷をかけた。これは、ストレスと感じずに、かなり楽だと感じる程度の超低強度の運動だという。
- 一方で、安静条件のときは運動せずに10分間、そのまま座ってもらい、どちらも5分後に記憶テストを行った。
- 記憶テストでは、目から入った情報を細かく記憶し、後の判断に生かせるかどうかを調べた。
- 日常生活で目にするブロッコリー、リンゴ、ヒマワリの花などの写真を何枚か見せた後に、それと「まったく同じ」または「似ているが少し違う」写真をランダムに提示した。
- その際に、「まったく同じ」「似ているが少し違う」「初めてでてきた物体」の三つの選択肢の中から答えてもらった。
- 記憶力の評価は、似ている写真に対して、「似ているが少し違う」と正しく区別できた割合から判断した。

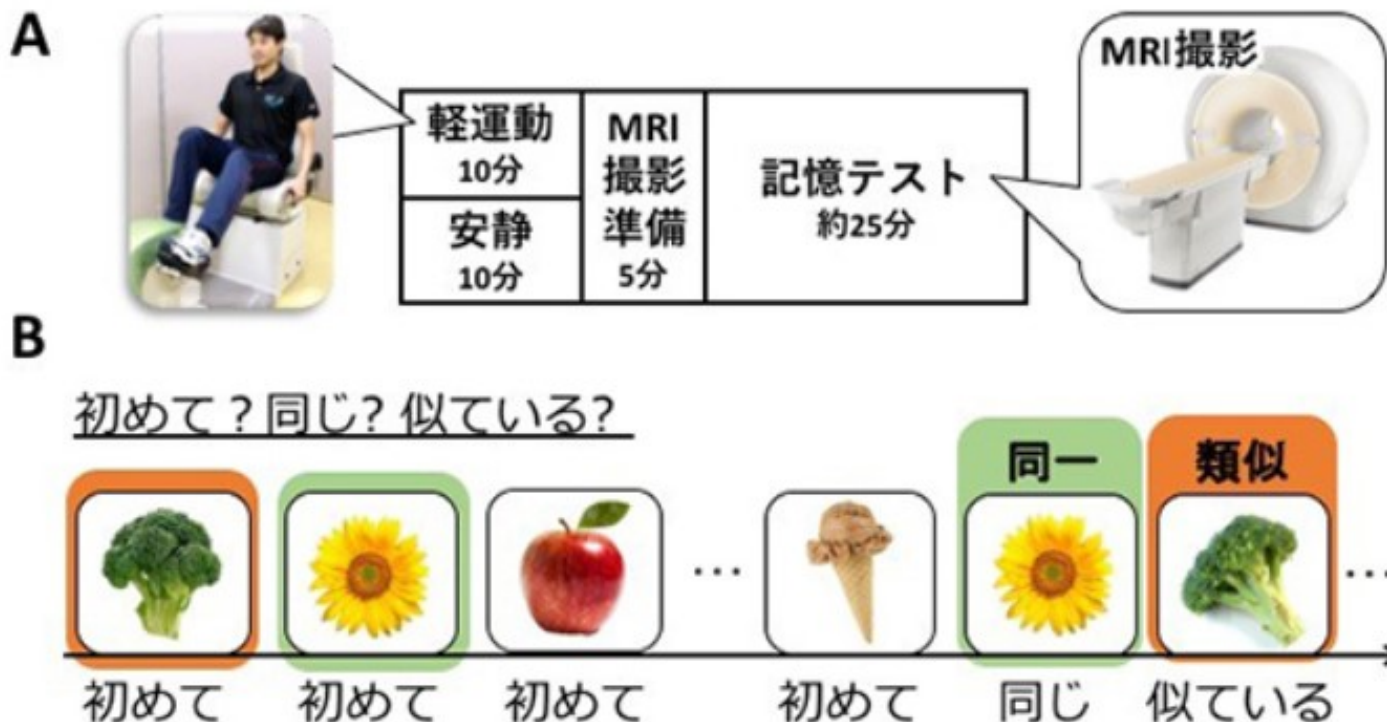


図1 実験の概要

A：運動条件（軽運動10分）と安静条件（座位10分）の後、記憶テストを行った。同時に、MRIで脳の活動を測定。

B：実験の具体例。まず、ブロッコリー、ヒマワリの花などの写真を見せる。その後、「まったく同じ」または「似ているが少し違う」写真を提示し、以前に見せた類似の写真と比べて、それを正確に区別できた割合から記憶力を評価した。（図はいずれも筑波大学・征矢研究室提供）

超低強度の運動は、ラットやマウスでの実験のときと同様に、ヒトでも海馬を中心とした記憶システムを活性化して記憶力を高めることが分かった。

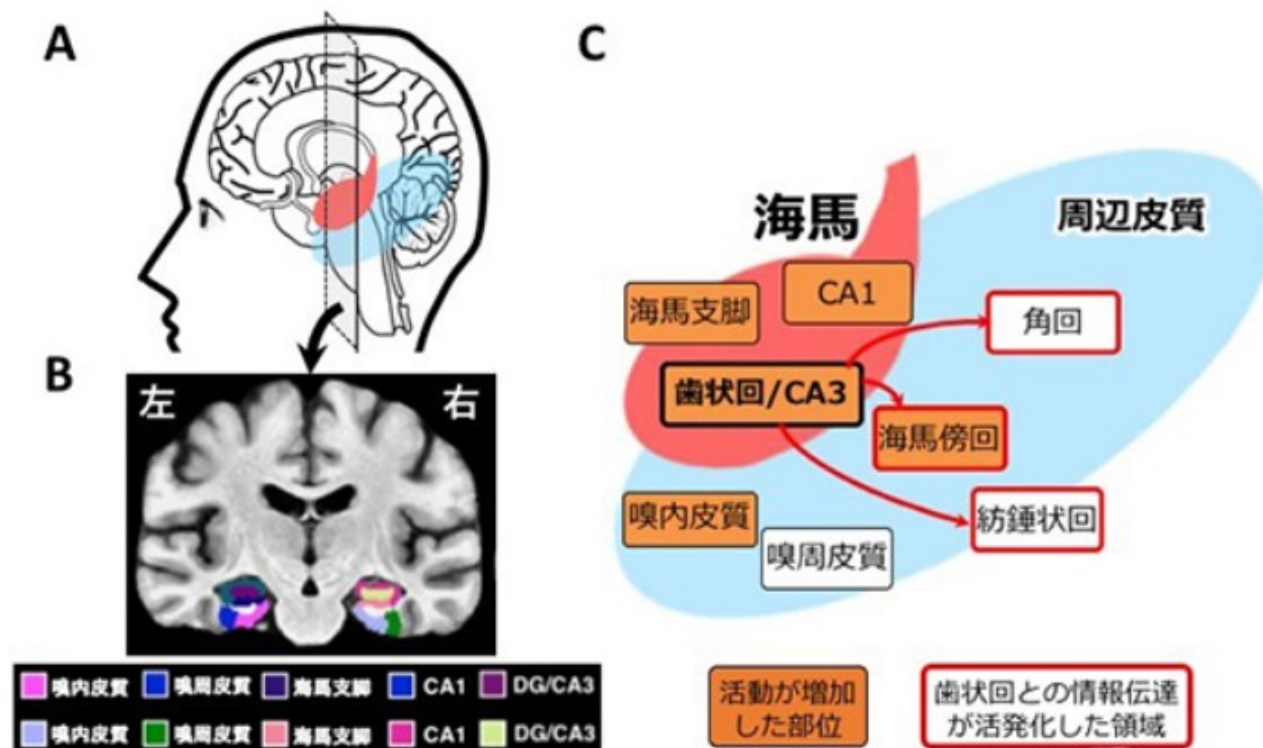


図2 脳内メカニズムの解析

A：脳を横から見た図。赤が海馬、水色が海馬周辺の皮質領域を模式的に表したものの。

B：Aに示した断面で脳を前から見た図。この研究で解析した海馬の各部位と周辺皮質を色分けして示した。

C：海馬歯状回と、海馬に情報を受け渡しする周辺皮質の情報伝達が活発になった。

実験の結果

- 運動条件のときの方が安静条件のときよりも正答の割合が高かった。つまり、超低強度の運動をしたほうが、安静にしていたときよりも写真の細かい違いを見分けて記憶できた。
- また、記憶テストを行っているときに、脳の活動を高磁場MRIで測定した。そして、似ている写真を正しく区別できた際の海馬内の各部位と周辺皮質の反応について解析をおこなった。
- これは、神経活動が活発になった部分を高磁場MRIでとらえて、記憶力を高める基盤となる脳の部位を知るためだ。
- 解析の結果から、超低強度の運動を行ったときは海馬歯状回と周辺皮質の活動が活発になることが分かった。周辺皮質は、感覚情報を受け渡しする領域のため、海馬歯状回と周辺皮質との情報伝達が活発になることで記憶力が向上したと考えられた。
- 超低強度の運動は、ラットやマウスでの実験のときと同様に、ヒトでも海馬を中心とした記憶システムを活性化して記憶力を高めることが分かった。

ハードな運動の時は？

- 超低強度の運動で記憶力がアップするのなら、もっと頑張ってハードな運動をたくさん行えば、記憶力がさらにアップするのではないかと思うかもしれない。
- 動物で実験ではあるが、ハードな運動を長く行っても、一過性の低強度運動で見られたような記憶力向上の効果は見られなかった。
- その原因は、「ハードな運動を繰り返し行うことによるストレスの影響がある」と考えているようだ。
- ところが、ハードな運動も長期でなく一過性のときは、ストレス反応が記憶力を向上させることも考えられるという。ハードな一過性の運動が、低強度の一過性の運動に比べてより大きな効果があるかどうかは、今後の検討課題の一つだ。
- また、研究グループは、運動のスタイルについて、「運動強度が同等でも、運動による気分の変化が脳への効果を左右する可能性がある。
- ヨガや太極拳のような生活・文化に根ざした運動や、自然の中で気持ちよく行うゆっくりとしたウォーキング、仲間と音楽に合わせて行う簡単な体操やダンスなどの軽い運動は、より効果があるかもしれない」と仮説を立てているようだ。
- 楽しく気持ちよく記憶力を高めながら、今後の研究成果にも注目したい

2019/9/18(水)
易しい科学の話

最新の科学技術ニュース

おわり

吉岡 芳夫