

2021 年 10 月

SoC1262

Microbiomics Research

By Katerie Whitman (Send us feedback)

マイクロバイオミクス研究

ゲノム配列解析と人工知能の進歩により、微生物群を研究・操作するマイクロバイオミクスが大きく進歩している。まだ揺籃期ながら、やがてヘルスケア、医薬品、健康、栄養、農業といった分野に変革をもたらす可能性がある。また、いつか個人向け栄養管理や合成食品のテクノロジーと融合し、低コストながら大きな健康効果をもたらす、オーダーメイドの機能性食品を生み出すことにも繋がるだろう。そればかりか、先進マイクロバイオミクスは農業生産の向上にも重要な役割を果たし、地球温暖化による損失を補ってくれるかもしれない。

微生物群はそれぞれ生息場所が異なり、それによって生態系を形成している。実際、人間の身体には様々なマイクロバイオーームが存在し、体のシステムと複雑に相互作用している。これまで多くの研究で人間の健康とマイクロバイオーームの変化に相関関係があることが示され、健康分野に利用できるのではないかとされてきた。それが官民あがてマイクロバイオミクス研究に投資している主な理由である。

2007 年以降、ゲノム解析のコストが大幅に下がると、複雑な微生物群とその周辺環境への影響がずっと簡単に特定・研究できるようになり、マイクロバイオミクス関連の発見に拍車がかかった。また、人工知能とバイオインフォマティクスの進展も、マイクロバイオミクス研究の簡易化に大きな役割を果たした。AI ツールを使ったモデリングやシミュレーションが、微生物間の相互作用についての研究者らの理解を押し進めている。

ヒト・マイクロバイオーーム研究では、マイクロバイオーームの変化と健康状態の変化に多くの相関関係があることがわかっている。それは研究者を驚かせるものだった。たとえば 2021 年に行われた複数の研究では、マウスの腸内細菌の変化と社会行動の変化に相関関係があると判明した。ある研究で、健全な行動をするマウスの便を移植することでマウスの社会行動が改善したのである。ヒトや動物の健康のほぼすべての側面がマイクロバイオーームの変化と関連し、狙いを定めてマイクロバイオーームを変化させれば、健康に多大な影響を与える可能性が高くなっている。

マイクロバイオミクスは、個人向け栄養管理や合成食品の技術と融合し、低コストながら大きな健康効果をもたらす、オーダーメイドの機能性食品を生み出すかもしれない。

マイクロバイオーームの変化と健康状態との相関関係という興味深い兆候はあるものの、特定のマイクロバイオーームの変化と特定の健康状態との因果関係を示す確たるエビデンスはまだ見つかっていない。この状況を変えようと、広範な研究が数多く行われている。重要なひとつとして米・国立衛生研究所の Nutrition for Precision Health という研究がある。この研究では特定の食品や食事パターンに対する個人の健康反応を、その個人特有のマイクロバイオーーム、ゲノム、代謝、その他の状況要素を組み合わせるアルゴリズムの完成しようと目論む。

マイクロバイオーーム研究は潜在的な見返りが非常に大きく、今後も官民から多額の投資を集めるだろうが、マイクロバイオミクス自体がきわめて複雑で、多くの交絡因子が係わってくるため、その進展は推進派が望む以上にゆっくりしたものになりそうだ。しかし将来は不確定で、状況の変化によっては別の結果がもたら

される可能性もある。以下は、マイクロバイオミクス研究の未来を変えうる事象の例である。

◆ **特定の健康状態に対する、マイクロバイオミクスを使った新たな治療法の認可**

➤ これまでのところ、有効性が臨床的エビデンスでしっかりと示された治療法は、特定の大腸炎に対する便移植だけである。さらに多くの治療法の臨床評価が認められるまで、マイクロバイオミクスの効果はほぼ理論的なものにとどまると思われる。

◆ **ヒト腸内細菌叢のサンプル採取におけるブレイクスルー**

➤ これまでマイクロバイオームを使った腸内細菌研究の大きな制約は、良質なサンプルを採取する難しさにあった。非侵襲的なサンプル採取技術が改善されれば、研究者が調べられるマイクロバイオームの数と多様性が大幅に増加する可能性がある。しかし、そうした改善を実現するのは技術的に非常に難しい。

◆ **マイクロバイオミクス検査や個人向け栄養管理を提供するスタートアップ企業の破綻**

➤ マイクロバイオミクス研究の進展は民間の資金に負うところが大きい、それは利益を生む商業市場ができるとの期待によるものだ。関連のスタートアップ企業で破綻するところが増えれば、投資家が逃げ出して進展にブレーキがかかるかもしれない。

◆ **人工知能の革新的な発展**

➤ 人工知能はマイクロバイオミクス研究を支える最も重要な要素のひとつである。将来の AI シ

ステムは、研究者が微生物の相互作用を検出・モデル化・予測する能力を大きく向上させ、数多くの試験や膨大なデータ収集の必要性を減少させるだろう。

近年のマイクロバイオミクスの進展は、AI の計算能力とアルゴリズムによる効率性が相乗的に上がったことによるところが大きく、AI 関連の計算能力は、ムーアの法則が説く速度をはるかに上回る速度で向上している。この AI の計算能力の急激な加速は、失速の気配をほとんどみせていない。マイクロバイオミクス研究者は、AI 搭載型の新たなモデリングツールを活用して今後も速いペースで微生物の相互作用を促す複雑なメカニズムの理解をさらに深めていくだろう。同時に、AI の進化でゲノム配列解析ツールのコスト削減と性能向上が進み、マイクロバイオミクス関連データの収集コストはさらに下がっていく。また、AI のおかげで医療研究の様々な要素のコストが下がり続け、微生物を利用した新たな治療法にむけた臨床試験の設計・実施コストも削減されるだろう

可能性は低いものの、ひょっとすると、こうした AI の進化が、マイクロバイオームのデータ収集の限界の克服につながるかもしれない。微生物の環境は非常に複雑で変化に富んでおり、ヒトの腸など研究に最も適した環境へのアクセスはとても難しい。モデル化とシミュレーションを使えば、研究者はマイクロバイオームの相互作用がどのように起こるかの基本原理を発見し、多様なマイクロバイオームの状態を評価する確実な代理指標を導き出せるかもしれない。そうすれば予測モデルでターゲット治療の設計・提供を支援し、多様なマイクロバイオームの特性を最適化して、エンドユーザーが求める結果を出すことが可能になる。

SoC1262

本トピックスに関連する Signals of Change

SoC1234 **肉を越えて肉を創造する**
SoC1130 **マイクロバイオームを操作して薬に?**
SoC638 **万能なマイクロバイオーム**

関連する Patterns

P1344 **マイクロバイオームに作用を及ぼす**
P1231 **マイクロバイオームの時代**
P0870 **細菌が真実を伝える**