



脳腫瘍の治療に、
腸内細菌が役立つ日
が来るかもしれない

(Bio2Q(バイオ・ツー・キュー)の研究者)

サンペトラ オルテア

慶應義塾大学 Bio2Q 特任教授 / 事務部門長
Bio-1 コアマイクロバイオームチーム 主任研究者

JAN. 2026

ISSUE 10

図1

膠芽腫のがん細胞は一個一個が血管や神経線維に沿って脳内を動き回り、たどり着いた先で増えていく。手術で全てを取るのは難しい。

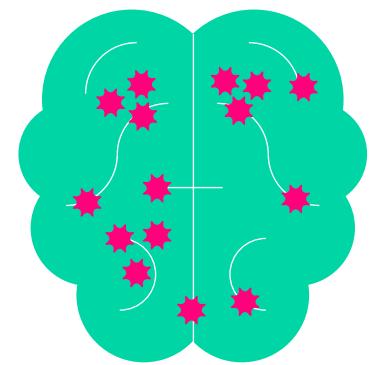
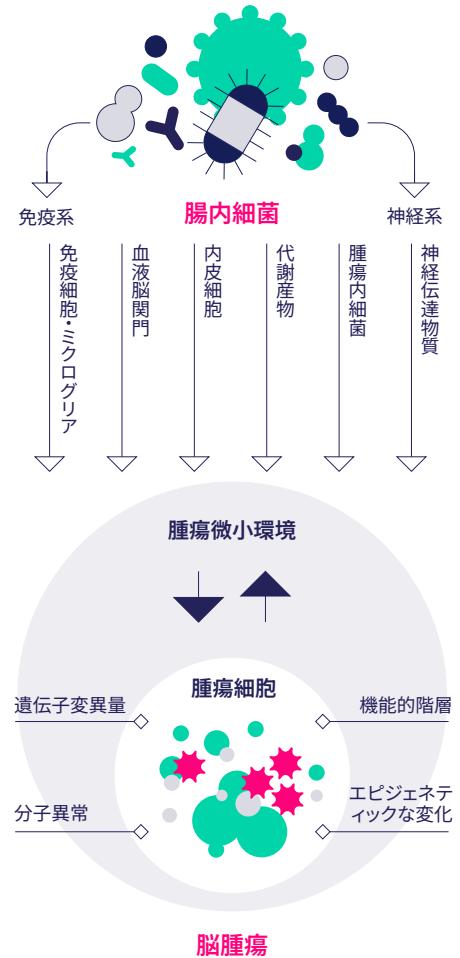


図2

脳の腫瘍細胞と周辺環境は複雑に影響し合っている。周辺環境にあるファクターを並べてみると、その多くが腸内細菌から影響を受けていた。



ご研究内容について教えてください。

脳腫瘍と、体の遠く離れた場所にある腸が関係していると聞いたら、意外に思われるのではないかでしょうか。私は悪性脳腫瘍、の中でも特に膠芽腫（こうがしゅ）という非常に治しにくいがんと腸内細菌の関係について研究しています。

膠芽腫はグリア細胞という脳細胞が異常に増殖していく脳腫瘍の一種で、その中でも特に悪性度が高く、診断されてからの平均余命は2年くらいです。がんは一般に細胞の増殖が早いですが、膠芽腫はその中でも特に進行が早いです。

他の臓器のがんではがん細胞自体を取ってしまう手術がよく行われます。しかし、膠芽腫のような悪性脳腫瘍では診断したとき、すでに脳全体にがん細胞が広がっていることが多く、手術だけでは追いつきません（図1参照）。一方、化学療法や放射線療法ではまわりの正常細胞も傷つけてしまうので脳への影響が大きく、がん細胞を完全に排除するような強さではなくなかなか治療できません。すなわち、悪性脳腫瘍では手術も、化学療法や放射線療法も難しいのです。

とても厄介な病気なのですね。

はい。膠芽腫は不思議ながんで、他の臓器のがんと違って別の臓器には移りません。それなのに予後（病気や治療などについての医学的な見通し）が悪く、がん細胞一個一個が自分の住みやすい環境を探して脳の中を動き回り、いい環境を見ついたところで大きくなっていくのです。そこで、私はがん細胞そのものを狙うよりも、がんが生きやすい環境を壊してしまうほうが効果的ではないかと考え、がん細胞のエネルギー代謝について研究するようになりました。

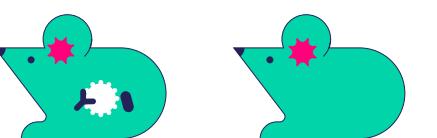
初めはエネルギーを止めればがん細胞は増えることも、動くことも、生きることもできなくなるのではないかと考えたのですが、膠芽腫のような悪性脳腫瘍の一部の細胞は環境に適応する能力がとても高いことがわかりました。活動のためのエネルギーをつくり出す際に酸素を使うか、酸素を使わないで糖を使うかをその場その場で柔軟に変えることができるのです。例えば、酸素が少ない環境に置くと、すぐに酸素を使うのをやめて糖を使うようになり、糖からエネルギーを取り出して乳酸をつくります。そして、糖がなくなると今度はその乳酸を栄養にします。だから、エネルギーになるものひとつだけを操作しても増殖を止めるのが難しいのです。

そこで、がん細胞に関連する因子を書き出して、何か共通するもっと大きなものはないかと考えてみました。そして、こうやって脳腫瘍のまわりの環境と腫瘍細胞についてさまざまな因子を書き出してみると（図2参照）、全てに関係する共通項として腸内細菌が浮かび上がってきたのです。もし腸内細菌と脳腫瘍の間に関連があるならば、そのつながりを操作することで新しい治療法を発見できるかもしれません。全ての人のお腹の中にいる小さな仲間みたいな腸内細菌が脳腫瘍を治す鍵になるかもしれないのです。

例えば、腫瘍細胞ができたときには図の左側にある免疫細胞が攻撃します。免疫応答には腸内細菌も関わっていて、免疫細胞を教育したり、その働きを調整したりしていることがわかっています。脳の中にはミクログリアという細胞もあって、異物が入ってきたときに攻撃したり排除したりしますが、マウスを使った研究では腸内細菌があるかどうかでミクログリアの数や働きが違うことが報告されています。あるいは、腸内細菌がつくった代謝産物が血流を通して腫瘍に影響しているルートも考えられます。腸内細菌と脳腫瘍にはさまざまな関係がありそうだと思ったので、その間で何が一番影響しているのかを調べていくことにしました。

図3

脳腫瘍への腸内細菌の影響についての研究



腸内細菌のあるマウス
腸内細菌のないマウス

寿命に差はあるか？

Yesの場合、次へ

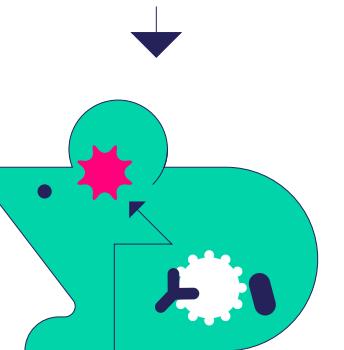
マウスに脳腫瘍をつくり、腸内細菌のあるマウスとないマウスで比較して、寿命に差があるかどうかを調べる。



腸内細菌 A のマウス
腸内細菌 B のマウス

どの腸内細菌が影響するか？

無菌マウスに脳腫瘍をつくり、さまざまな腸内細菌を入れてみる。脳腫瘍に特に影響する腸内細菌やその組み合わせを特定する。



重要な因子は何か？

- ・免疫細胞
- ・ミクログリア
- ・腫瘍細胞
- ・血液脳閂門
- ・代謝産物
- ・神經伝達物質

腸内細菌の関わる「何が」脳腫瘍に影響しているのかを特定する。

実際にはどのようにして調べていくのですか。

まず知りたいのは腸内細菌が影響して脳腫瘍が大きくなったり小さくなったりするのかということです（図3参照）。そのため腸内細菌のあるマウスとないマウスに脳腫瘍をつくり、寿命に影響するのか、する場合、短くなるほうに影響するのか、長くなるほうに影響するのかを見ます。

腸内細菌が影響した場合、次はどの腸内細菌があるかを調べることになります。そのためには体内に細菌がない状態で生まれた無菌マウスに脳腫瘍をつくり、さまざまなタイプの腸内細菌を入れてみて腫瘍がどうなるか比べます。そして、脳腫瘍に影響している腸内細菌やその組み合わせを特定できたら、次のステップとしてその細菌の何が脳腫瘍に影響しているのか調べることになるでしょう。

そうした研究は脳腫瘍の新しい治療法につながりそうでしょうか。

例えば、もし腸内細菌のつくった代謝産物が脳腫瘍を抑制するのなら、その代謝産物そのものを投与することも考えられますが、代謝産物が体内でつくられやすいように腸内細菌を調整することも考えられます。逆に、もし腸内細菌だけが使って普通の細胞が使わない代謝産物があるならば、その代謝産物をコントロールすることでがん細胞を弱めるような治療法も期待できるでしょう。がん細胞に特化した治療法なので、他の脳細胞への影響も少なくて済むと考えられます。



お腹の中にいる小さな仲間みたいな腸内細菌が脳腫瘍を治す鍵になるかもしれません

サンペトラ先生はそもそもどういう経緯で脳腫瘍の研究に取り組むことになったのですか。

私はもともと脳外科医として患者さんの手術をする仕事をしていました。しかし、膠芽腫のような悪性脳腫瘍は手術をしても、薬を使っても、放射線を使っても完治が難しい。目の前でそうした現実を痛感してきました。そこで、なんとかして治療法を見つけたいという思いで基礎研究を始めました。

治療法が見つかったら外科医に戻ろうと思っていた時期もあったのですが、まだ新しい治療法が見つかっていません。今も外来で患者さんを診察していますが、新しい薬も承認されていませんし、私が研究を始めた頃と悪性脳腫瘍の治療法は変わっていないのです。患者さんには診断がくだされから残りの時間がわずかしかありません。それを少しでも延ばすことができたらと思っています。もう本当に治療法を見つけたいという思いだけです。

¹ グリア細胞　脳内の神経細胞以外の細胞の総称。1兆個以上あって神経細胞の10倍以上存在するとわれ、脳の活動を支える多様な機能を担っている。



これを読んでいる若い方々にメッセージをお願いします。

研究に正しい入り方はないと思います。ただただ科学が好きだからとか、昆虫が面白くてとか、病気を治そうと思ってとか、本当にいろんな方がいらっしゃいます。そうした多様性が研究の世界を豊かにしているし、思いもよらない発見にもつながっています。

さまざまな研究者の姿を知ることが大きな励みになることもあります。本を読んだり、テレビで有名な研究者の話を聞いたりするのもいいでしょう。こういうふうになりたいとか、この先生を尊敬しているとか、こういう研究がしたいとか、自分なりのロールモデルを見つけて、自分の道を築いていくのも研究の楽しみのひとつだと思います。



**研究に正しい入り方はありません。
さまざまな研究者の姿を知り、
自分のロールモデルを見つけるのも
研究の楽しみのひとつです**



Email: oltea@keio.jp

Web: www.bio2q.keio.ac.jp/members-list/#oltea-sampetean

Bio2Qとは

慶應義塾大学にある世界レベルの研究センター。ヒト生物学(Human Biology)と微生物叢(Microbiome)の相互作用の解析に量子コンピュータ(Quantum)やAIも活用して人体の未知の領域を明らかにし、治療困難な疾患の新しい治療法を開発することを目指している。文部科学省が進めている世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)に、私立大学として初めて採択された。



Bio2Q

慶應義塾大学信濃町キャンパス
〒160-8582 東京都新宿区
信濃町35番地

Email: sc-wpi-staff@adst.keio.ac.jp
Web: www.bio2q.keio.ac.jp
Tel: 03-6709-8106 (受付時間 平日8:30-17:00)

