



Science Dialogue at Chiba Municipal Chiba High School

サイエンス・ダイアログ
@千葉市立千葉高等学校

Dr. ALRIC Baptiste

アルリック・バティスト博士

LIMMS CNRS-IIS

Matsunaga-lab

JSPS Fellow

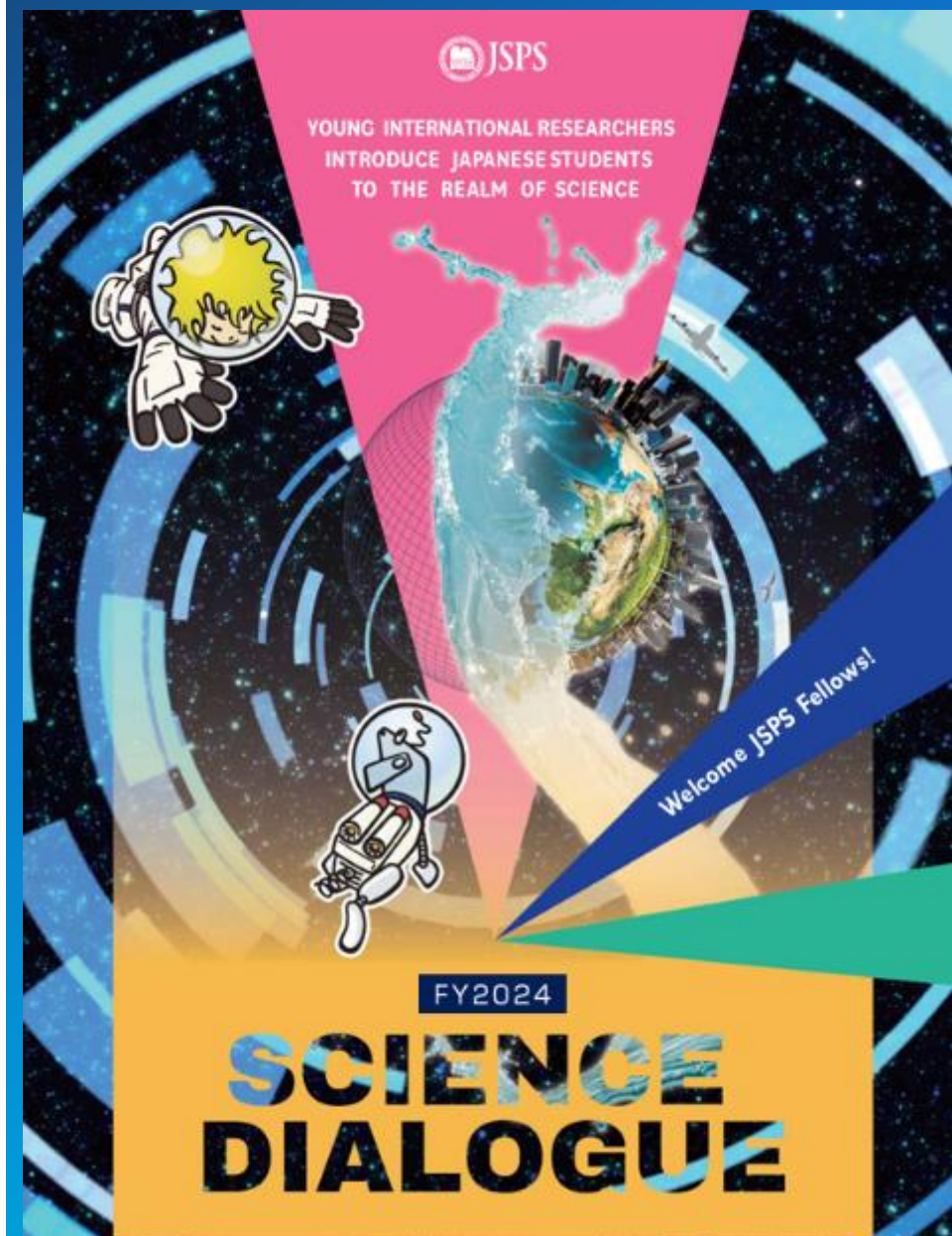
Aerial view of an artificial blood vessel

Photo taken as part of the "Hidden Beauty of Science 2023" competition

人工血管の俯瞰図

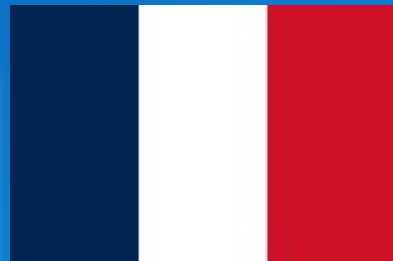
2023年 科学の隠れた美」コンテストの一環として撮影された写真

Acknowledgments / 謝辞



- 坂巻 諒一先生 (Ryoichi SAKAMAKI)
In charge of the Science Dialogue Program /
サイエンスダイアログプログラム担当
- 中田 健吾 (Kengo NAKATA)
Master's student in my laboratory /
私の研究室の修士課程学生

Self-Introduction / 自己紹介



Dr. ALRIC Baptiste

アルリック・バティスト博士

Biophysicist

生物物理学者



**Institute of Industrial Science,
University of Tokyo, Komaba
Campus**

東京大学 生産技術研究所
駒場キャンパス



**Matsunaga Lab,
Bioengineering
Department**

松永研究室 バイオエンジニアリング専攻

What is a Biophysicist? / 生物物理学者とは？

A Biophysicist is both:

生物物理学者が持つ二つの側面：

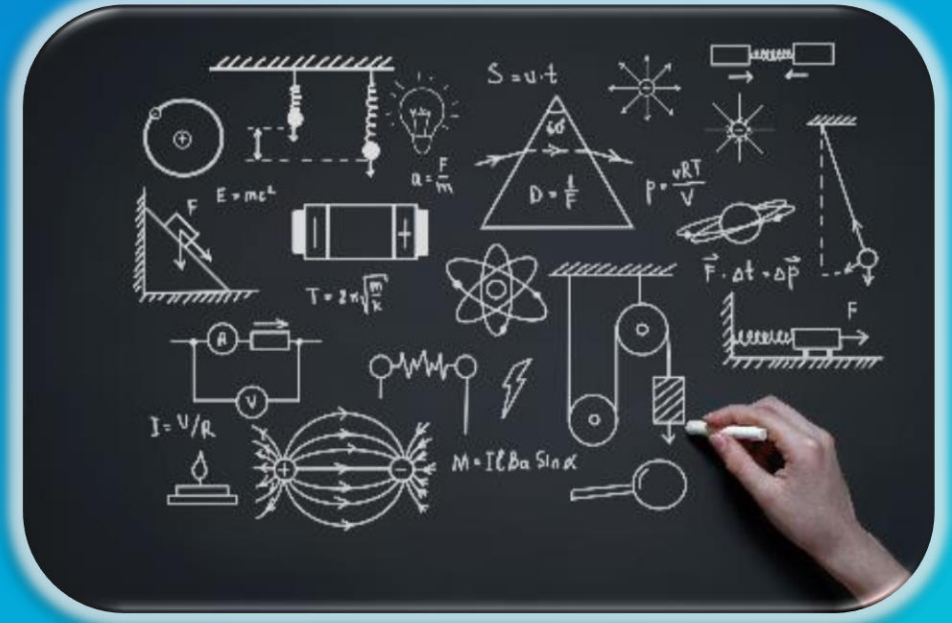
①Physicist / 物理学者：

- **Applies the laws of physics to understand complex systems.**

物理法則を応用した複雑なシステム への理解

- Uses tools like mathematical models and advanced imaging techniques.

数学モデルや高度な画像技術の活用



What is a Biophysicist? / 生物物理学者とは？

A Biophysicist is both:

生物物理学者が持つ二つの側面：

② **Biologist** / 生物学者：

- **Studies the complexity of living organisms at all scales.**

あらゆるスケールで生物の複雑性を研究

- **Explores questions about cells, tissues, and ecosystems.**

細胞、組織、生態系に関する疑問への探求



What is a Biophysicist? / 生物物理学者とは？

Physicist

Biologist

Biophysicist

Combining Physics and Biology / 物理学と生物学の融合

• **Explains life through the lens of physics.**

物理学の視点から生命を説明します。

The Beginning of the Story

始まりの物語

Where I Am From / 出身地について



Hometown: Espelette,
Population: 2 032



故郷：エスペレット、
人口：2 032

Espelette / エスペレット



Famous for
its Unique
Pepper

独特な唐辛子
で有名な町



About My High School / 私の高校について

Lycée Navarre

Located in Saint-Jean-Pied-de-Port, France
フランスのサン＝ジャン＝ピエ＝ド＝ポールに
位置する

Small town with 1,400 inhabitants
人口**1,400**人の小さな町

High school with 400 students
生徒数**400**人の高校



Comparison of the French and Japanese High School Systems /

フランスと日本の高校の仕組みの比較

Aspect	France / フランス	Japan / 日本
Duration	3 years (Seconde, Première, Terminale)	3 years (高1, 高2, 高3)
Structure	Specialization starts in Première	No specialization, general subjects for all
Exams	Baccalauréat at the end of Terminale	University entrance exams (センター試験)
School life	Fewer extracurriculars	Strong focus on extracurricular activities (clubs)

Bachelor's Degree in Fundamental Physics

基礎物理学の学士号

**Focused on understanding the
fundamental laws of nature**

自然の基本法則を理解することを中心とした
プログラム

**Covered topics such as mechanics,
thermodynamics, electromagnetism,
and quantum physics**

力学、熱力学、電磁気学、量子物理学
などを学習



Master's Degree in Physics of Living Systems

生命物理学の修士号

Specialized in applying physics to biological systems

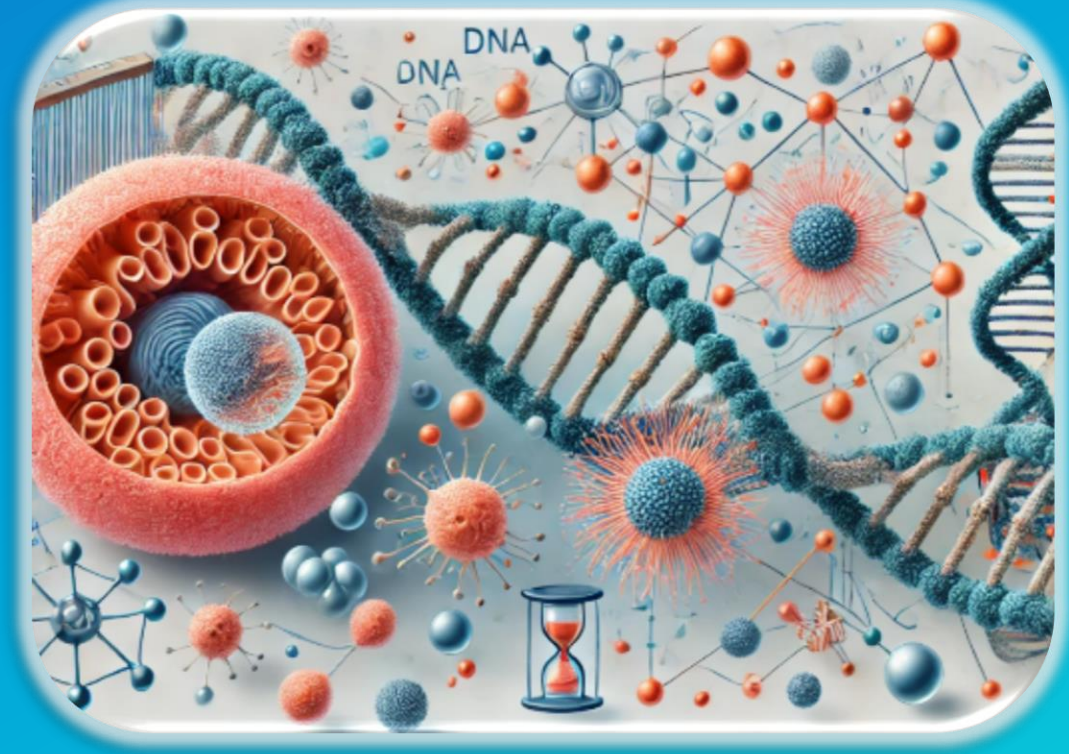
生物システムへの物理学の応用に特化

Studied topics like biomechanics, biophysics, and statistical physics of living systems

生体力学、生物物理学、生命システムの統計物理学を学習

Gained experience in quantitative analysis and interdisciplinary research

定量的分析および学際的研究の経験を習得



UNIVERSITÉ
TOULOUSE III
PAUL SABATIER

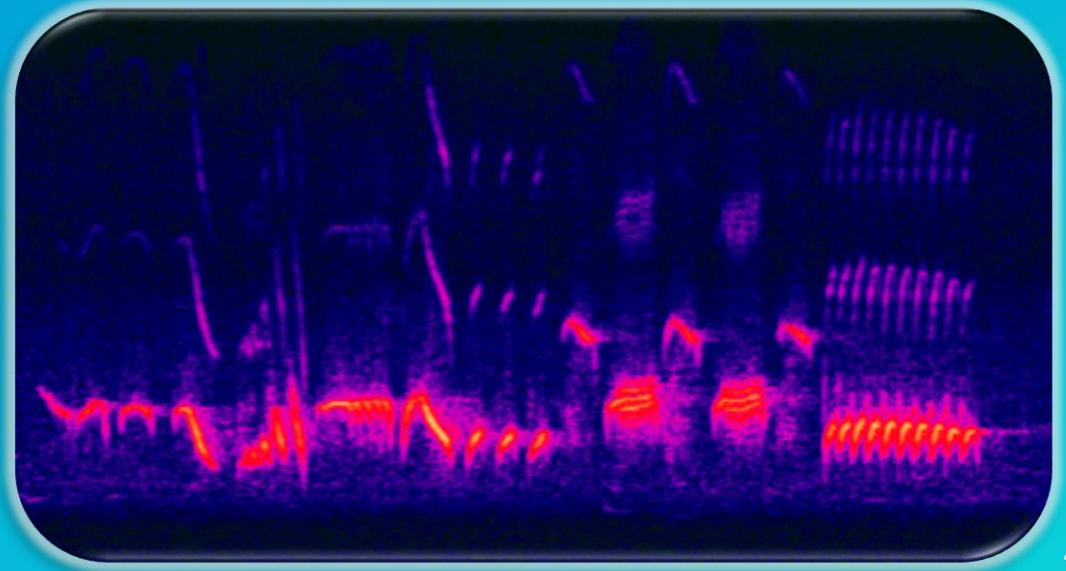


First Research Experience / 初めての研究経験

Internship at CERCO Laboratory, Toulouse
トゥールーズの**CERCO**研究所での
インターンシップ

**Effect of Background Sounds on Cognitive
Tasks in Marmosets (*Callithrix jacchus*)**
背景音がマーモセット (*Callithrix jacchus*) の
認知課題に与える影響

Supervisor: Pascal Girard



Journey Towards a PhD / 博士課程への道

Temporary Teacher in Middle and High School

中学校・高校での代替教員

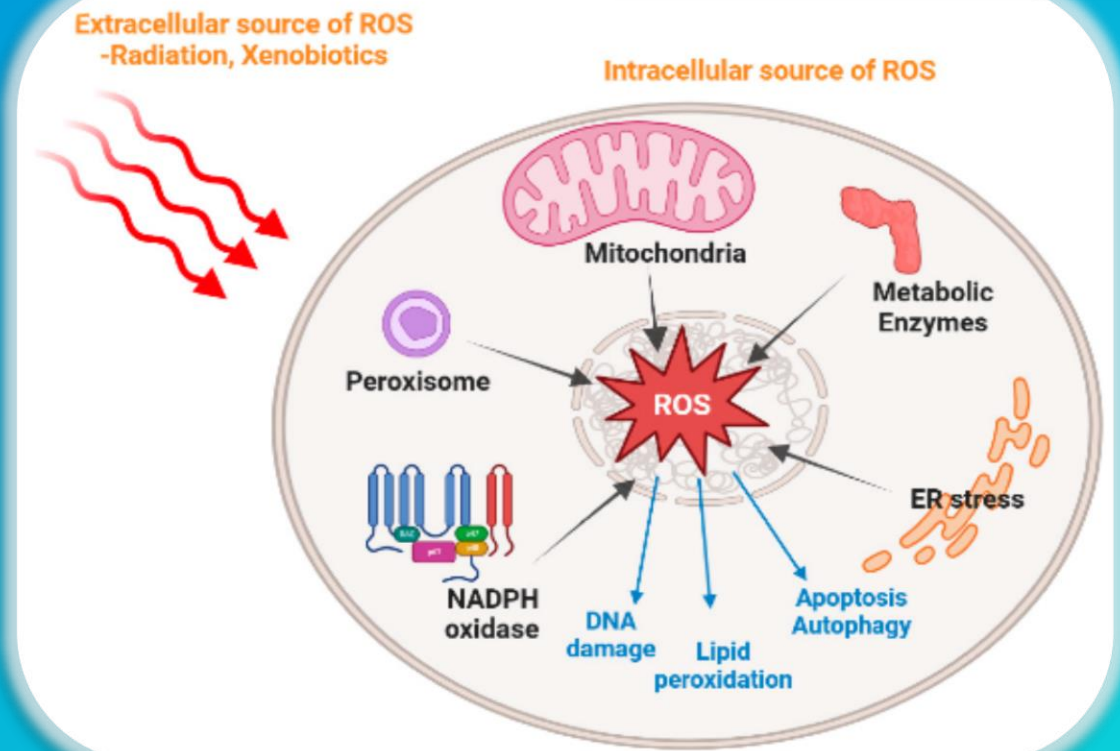
**New Master's Degree:
M2 Neuroscience, Behavior, and
Cognition**

神経科学、行動、認知の修士課程 (大学卒業から**8**年後に取得)

**Internship:
Modeling the Antioxidant Defense
System in Cells**

細胞内の抗酸化防御システムのモデル化

Supervisor: Noëlie Davezac



PhD Thesis / 博士課程での博士論文

Impact of Mechanical Constraints on Cell Growth

テーマ：

機械的制約が細胞の成長に与える影響



Conducting research under the supervision of Morgan Delarue

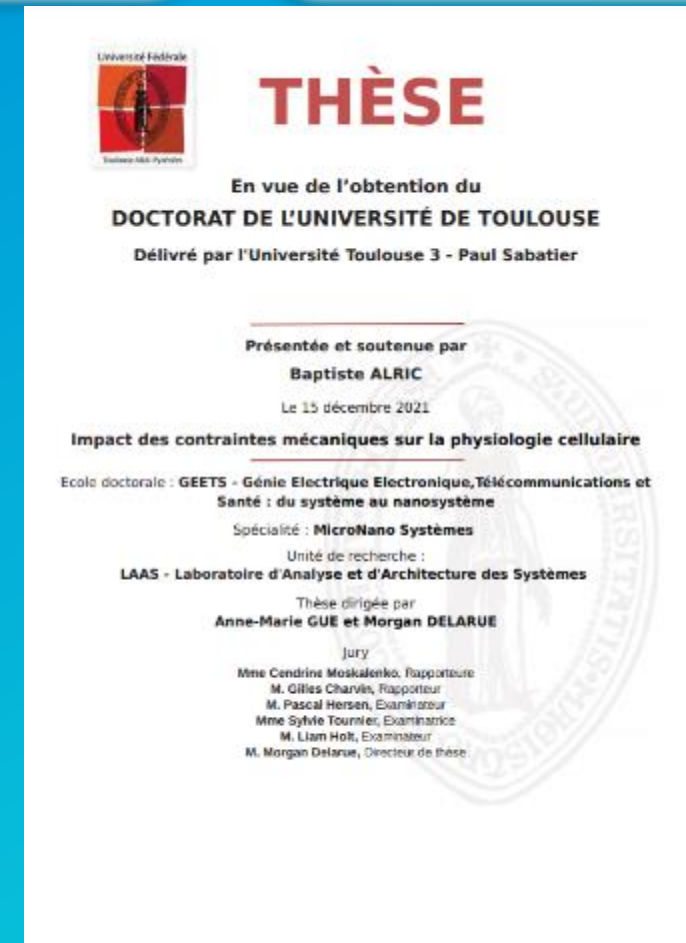
モルガン・デラルー教授の指導の下で研究を行う

Focus on how mechanical forces affect cell growth and behavior.

機械的力が細胞の成長や挙動に与える影響に焦点を当てる

Investigating applications in biomaterials and tissue engineering.

バイオマテリアルや組織工学への応用を調査

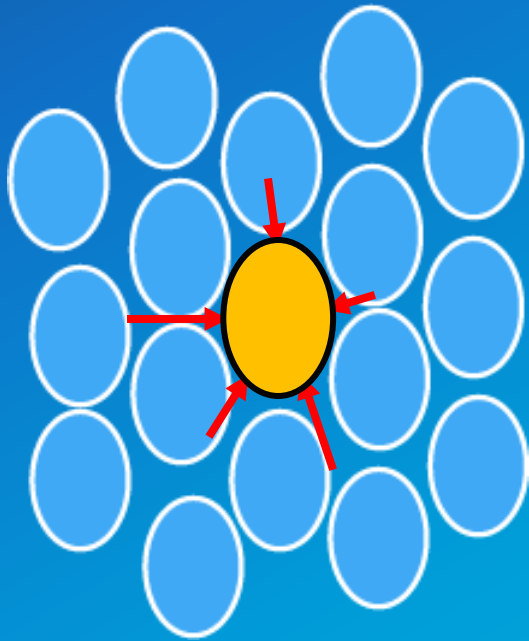


Impact of mechanical pressure on cell growth?

機械的圧力は細胞の成長にどう影響するの？

What is mechanical pressure?

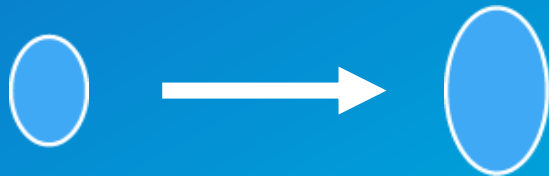
機械的圧力とは？



Where can mechanical pressure come from for cells?

細胞にかかる機械的圧力はどこから来る？

Growth / 成長

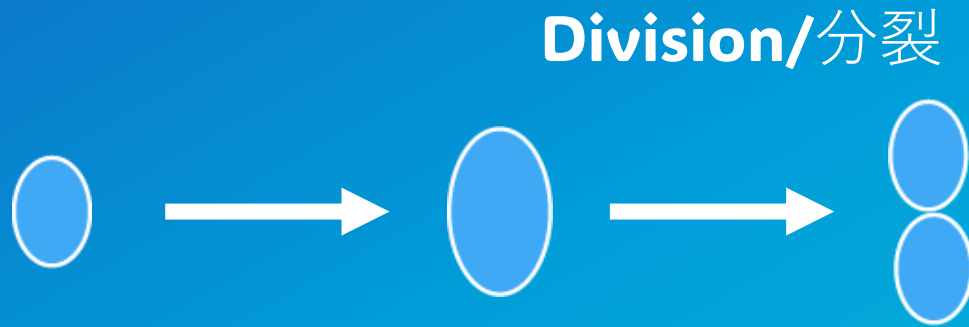


Growth
成長

Increase in cell size or mass.
細胞の大きさや質量の増加。

Where can mechanical pressure come from for cells?

細胞にかかる機械的圧力はどこから来る？

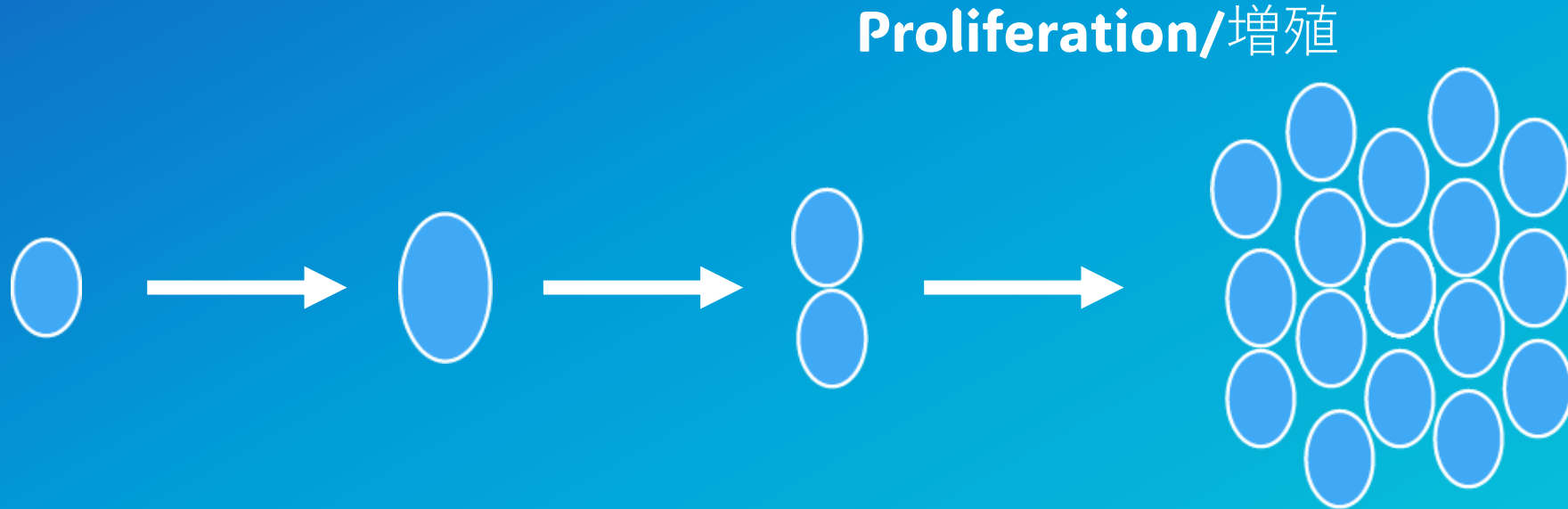


Division
分裂

Cell splitting into two new cells.
細胞が**2**つの新しい細胞に分かれる

Where can mechanical pressure come from for cells?

細胞にかかる機械的圧力はどこから来る？



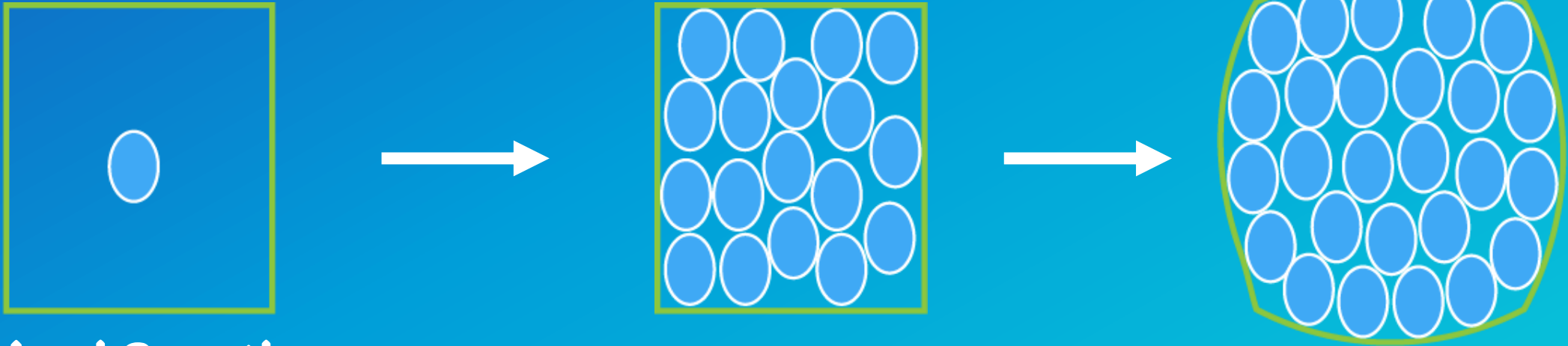
Proliferation
増殖

Rapid increase in cell number.
細胞の数が急速に増加する。

Where can mechanical pressure come from for cells?

細胞にかかる機械的圧力はどこから来る？

Constrained Growth



Constrained Growth

限られた成長

Restricted growth due to physical or environmental factors.

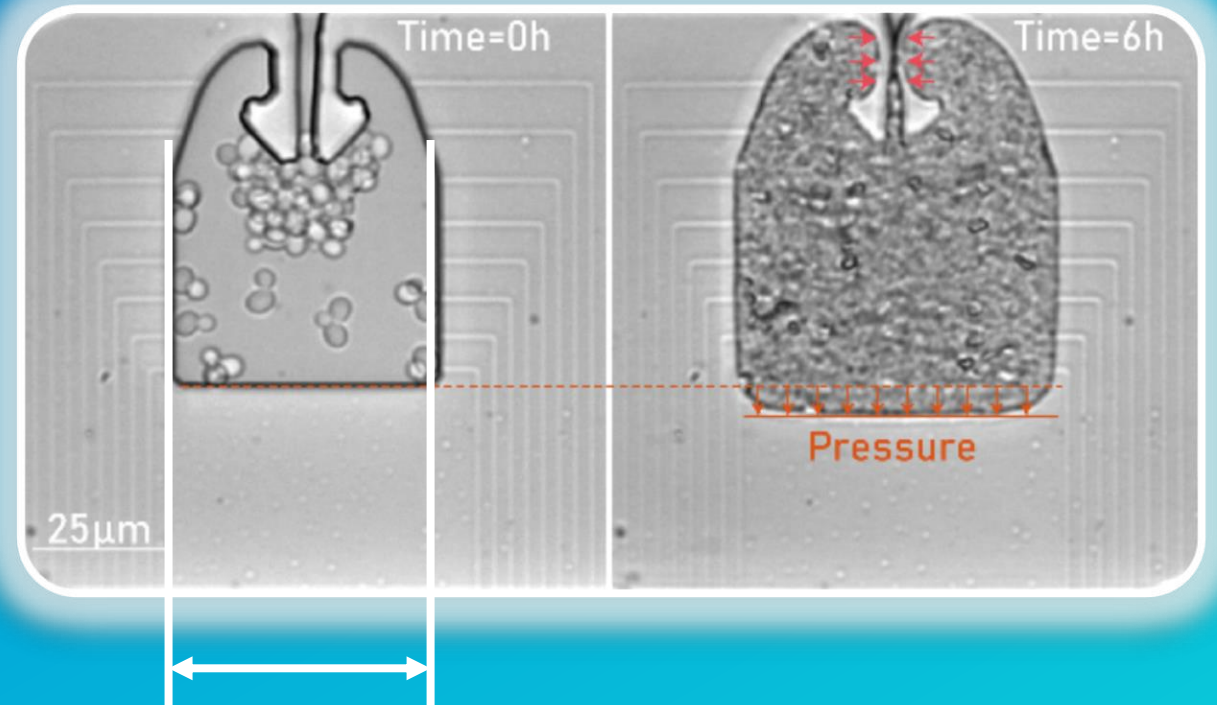
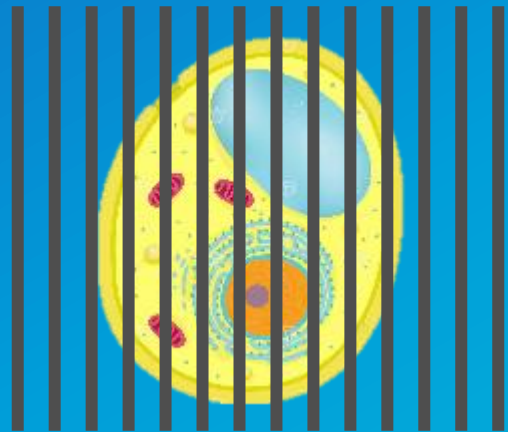
物理的または環境的要因による成長の制限。

How to confine micrometric cells?/

微小な細胞をどのように閉じ込めるか？

**By creating
micrometric cages**

ミクロン単位の檻を作ることで



Human hair diameter: ~ 70 micrometers (μm)

細胞の制限構造は髪の毛の太さの何分の1か

How to confine micrometric cells?/

微小な細胞をどのように閉じ込めるか？

A **clean room** is a controlled environment with minimal airborne particles.

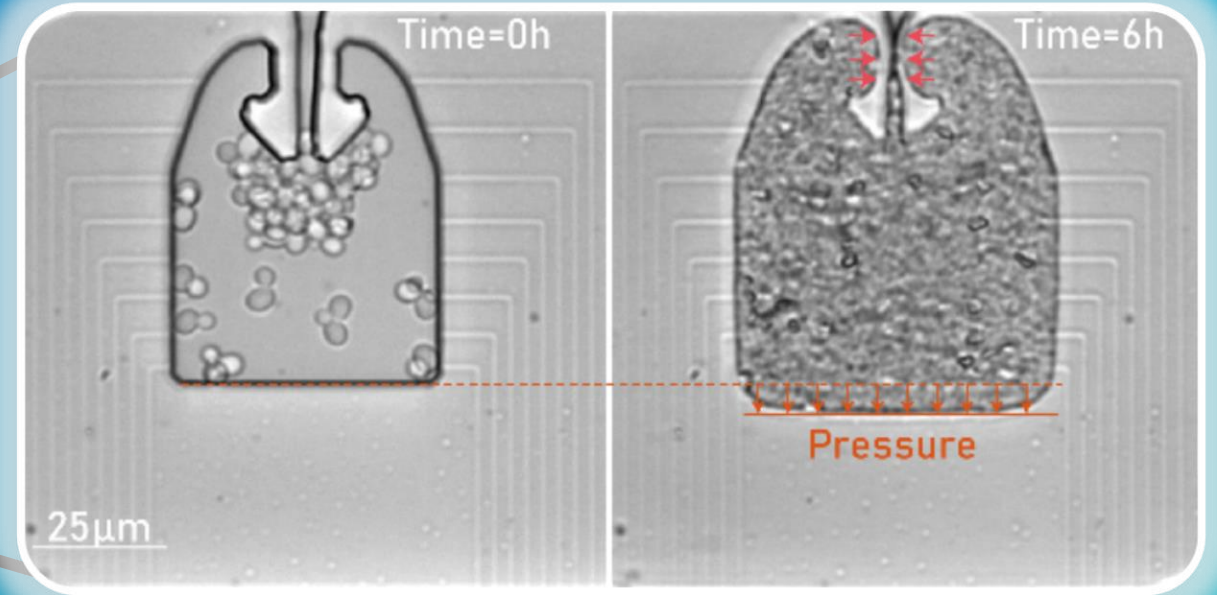
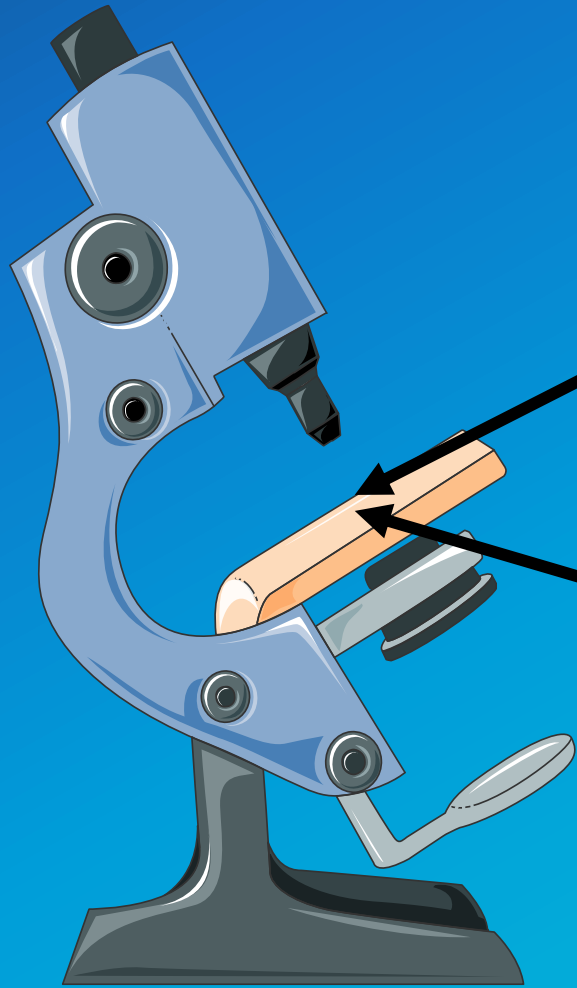
- **Air is filtered** using HEPA/ULPA filters.
- **Temperature, humidity, and pressure** are regulated.
- **Special clothing** prevents contamination.
- Used in **electronics, pharmaceuticals, and biotechnology**.

クリーンルームは、空気中の粉塵が最小限に抑えられた管理された環境です。

- **HEPA/ULPAフィルター**で空気を浄化。
- **温度、湿度、圧力を調整。**
- **特別な服装**で汚染を防ぐ。
- **電子機器、製薬、バイオテクノロジー**で使用。

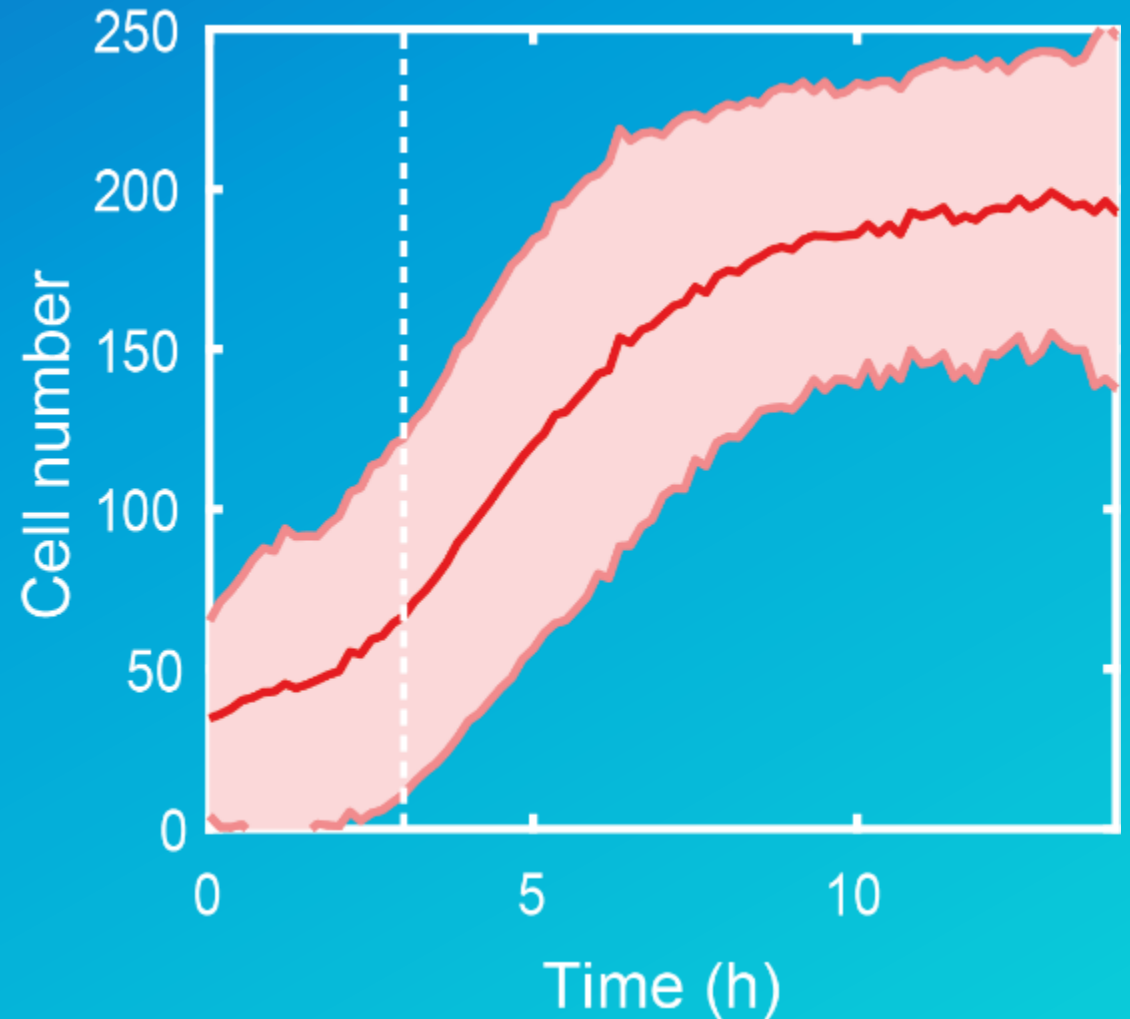
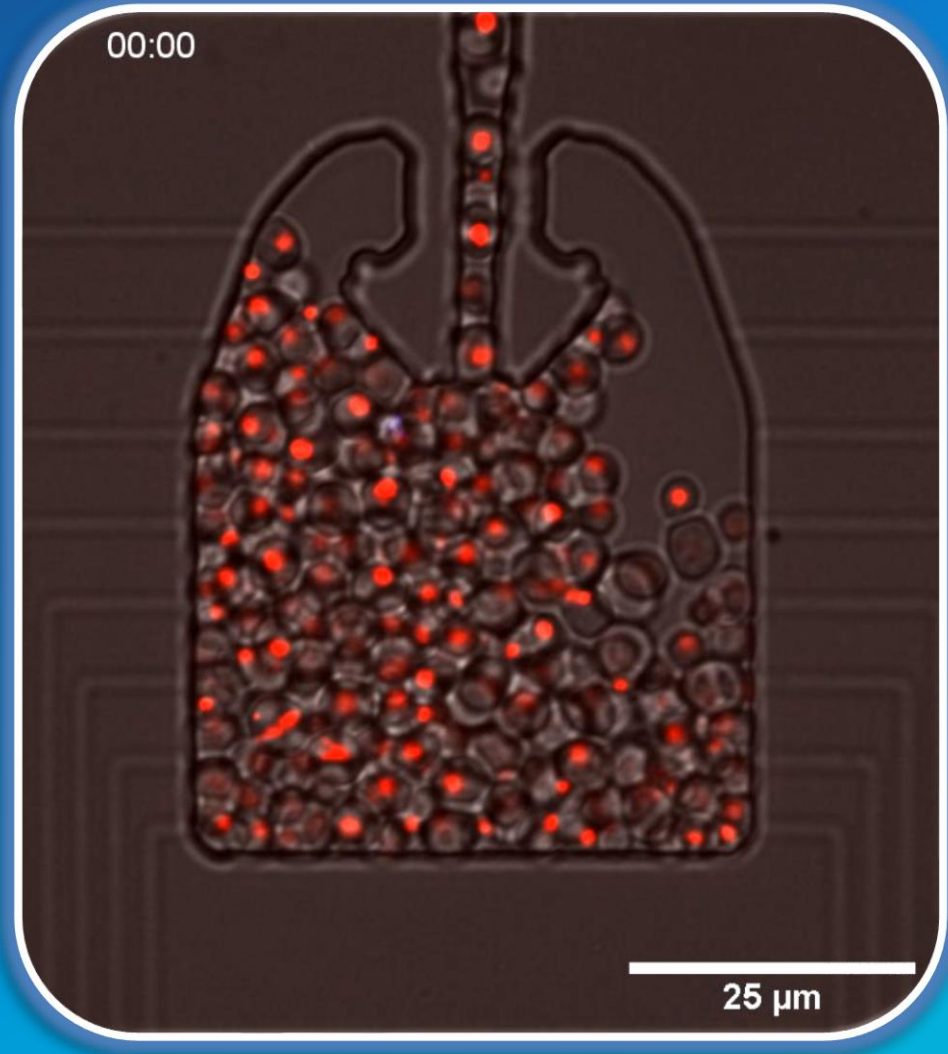


How to confine micrometric cells?/ 微小な細胞をどのように閉じ込めるか？



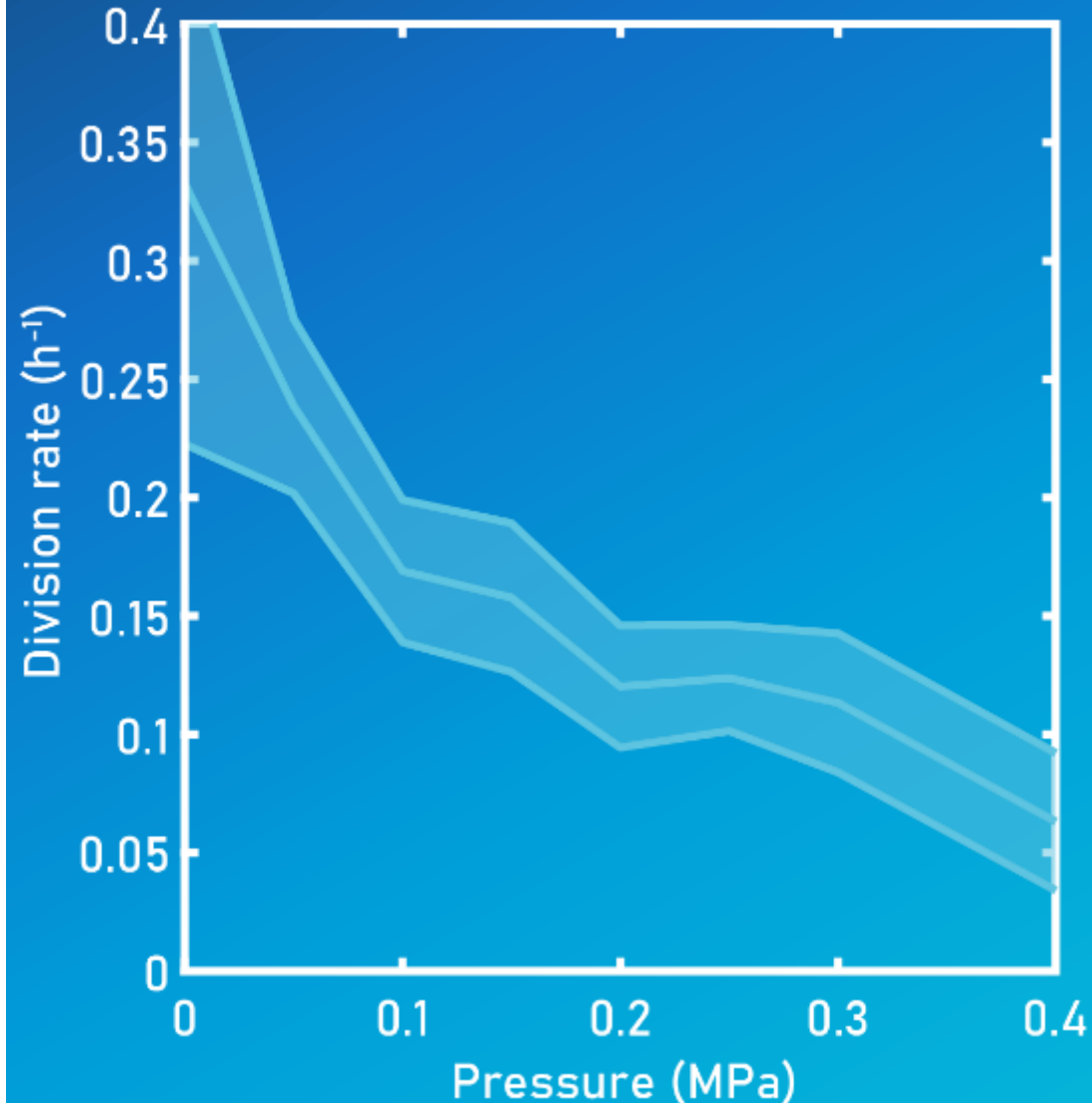
What is the effect of this pressure on cells?

この圧力は細胞にどのような影響を与えるか？



What is the effect of this pressure on cells?

この圧力は細胞にどのような影響を与えるか？



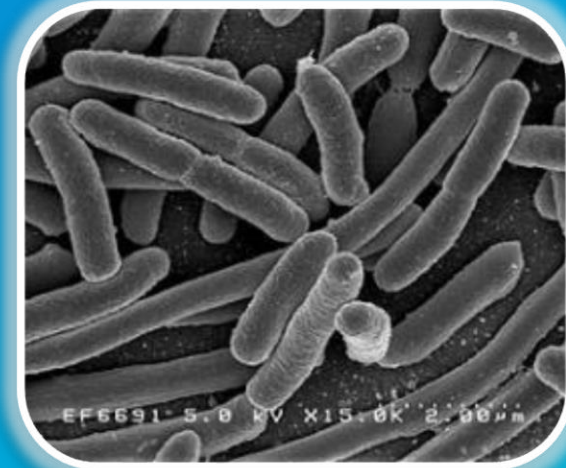
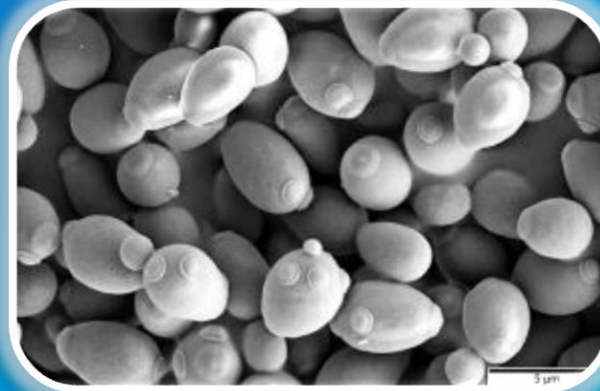
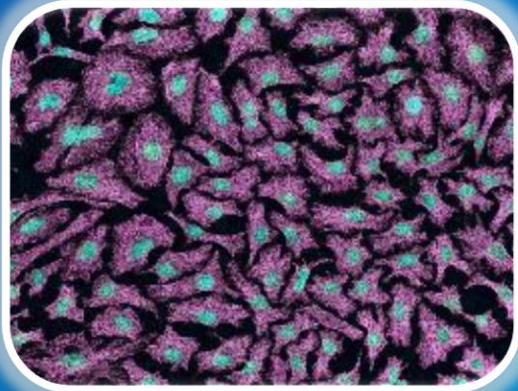
**Mechanical pressure
slows down cell
division.**

機械的圧力は細胞分裂を遅らせる。

What is it used for? 何のために使うのか？

Proof that physical phenomena can influence biological processes

物理現象が生物学的過程に影響を与える証拠



Understanding why some cells resist antifungal, antibiotic, or anticancer treatments

なぜいくつかの細胞が抗真菌薬、抗生物質、または抗癌治療に耐性を持つのかを理解する



What to do after a PhD?

博士号取得後の進路は？

After 3 years of a PhD, two options are possible:
博士課程を3年間終えた後、2つの選択肢があります：

Industry

産業界

1. Join the private sector to apply your skills in a practical environment.

民間セクターに就職し、スキルを応用的な環境で活かす。



What to do after a PhD?

博士号取得後の進路は？

After 3 years of a PhD, two options are possible:

博士課程を3年間終えた後、2つの選択肢があります：

Academia

アカデミア

1. Continue with postdocs (short contracts of 1 to 3 years).

ポスドクとして研究を続ける（1～3年の短期契約）。

2. The best option is to go abroad to broaden horizons and expand networks.

視野を広げ、ネットワークを広げるために海外に行くのが最善です。



Why come to Japan? 日本に来る理由は？

Culture (文化)



Why come to Japan? 日本に来る理由は？

Landscapes (風景)



Why come to Japan? 日本に来る理由は？

Food (食べ物)



Why come to Japan? 日本に来る理由は？

The People (人々)



Postdoc at the University of Tokyo

東京大学でのポスドクター

Host Laboratory: Matsunaga Lab
受け入れ先研究室: 松永研究室

Institute: IIS, University of Tokyo
所属: 東京大学 生産技術研究所 (IIS)

Campus: Komaba Campus 2
キャンパス: 駒場第2キャンパス

Affiliation: LIMMS-CNRS/IIS
所属機関: LIMMS-CNRS/IIS

Position: JSPS Fellow
役職: JSPS特別研究員



JSPS



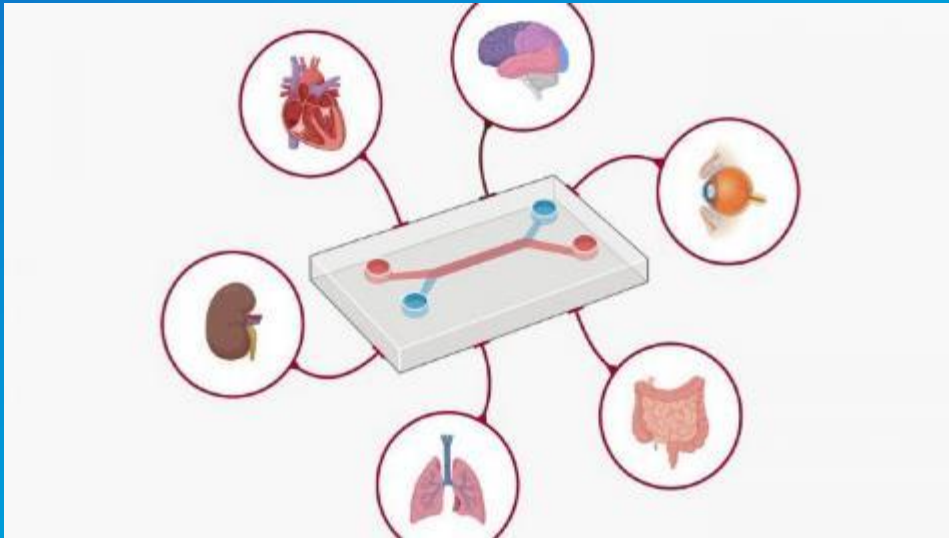
**What is the impact of pressure
on artificial micro blood vessels?**

人工微小血管に対する圧力の影響は何ですか？

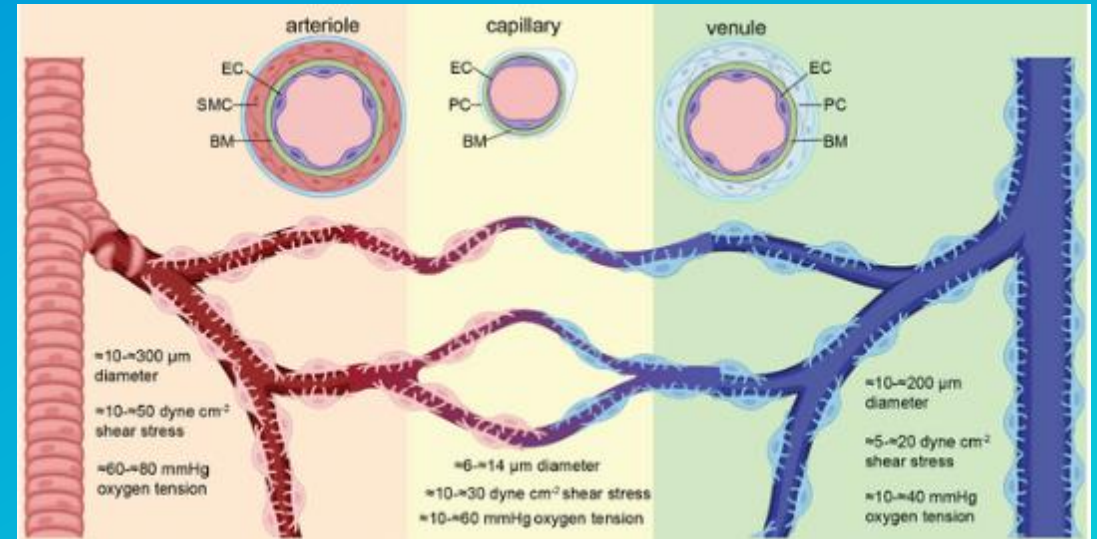
What is an artificial microvessel?

人工微小血管とは何ですか？

Artificial



Microvessel



Zhao, Nan & Pessell, Alexander & Zhu, Ninghao & Searson, Peter. (2024). *Advanced Healthcare Materials*.

What is the vascular system?

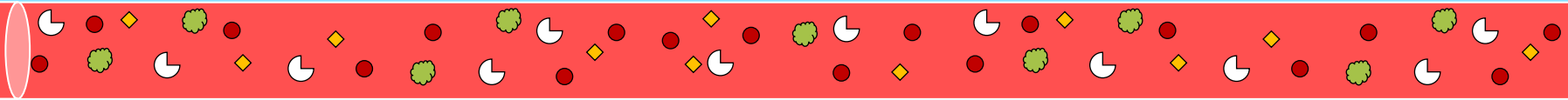
血管系とは何ですか？

The vascular system is the body's blood transport network.

血管系は体内の血液を運ぶネットワークです。

It delivers oxygen and nutrients to organs and removes waste.

酸素と栄養を臓器に届け、老廃物を排出します。



The components of the vascular system

血管系の構成要素

Arteries: Carry oxygen-rich blood from the heart to the body.

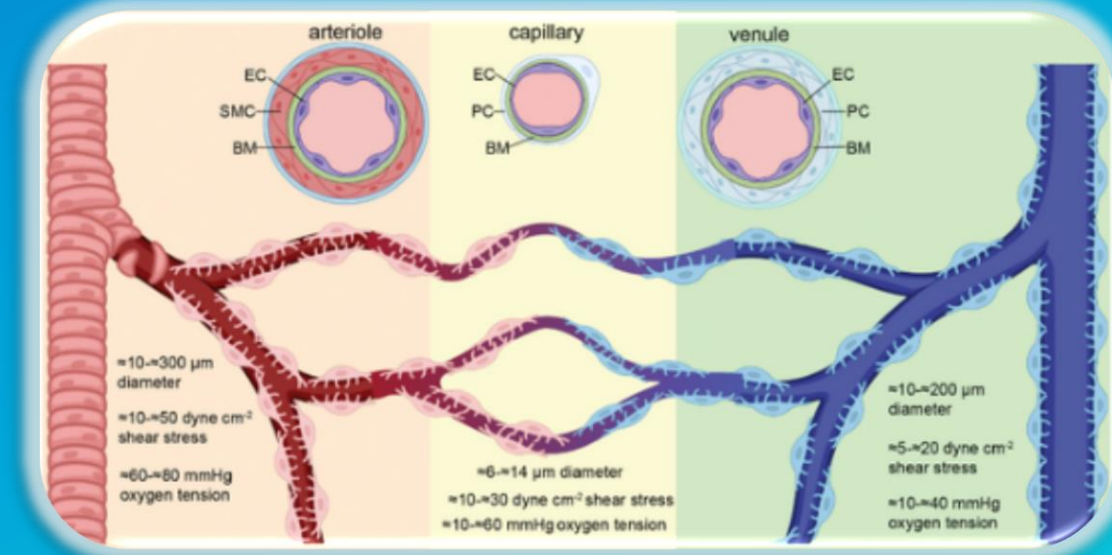
動脈: 心臓から体へ酸素豊富な血液を運びます。

Veins: Bring oxygen-poor blood back to the heart.

静脈: 酸素の少ない血液を心臓に戻します。

Capillaries: Connect arteries and veins, delivering nutrients to cells.

毛細血管: 動脈と静脈をつなぎ、細胞に栄養を届けます。



Zhao, Nan & Pessell, Alexander & Zhu, Ninghao & Searson, Peter. (2024). Advanced Healthcare Materials.

How does it work?

血管系はどのように機能しますか？

Blood flows from the heart into arteries, through capillaries, and back to the heart via veins.

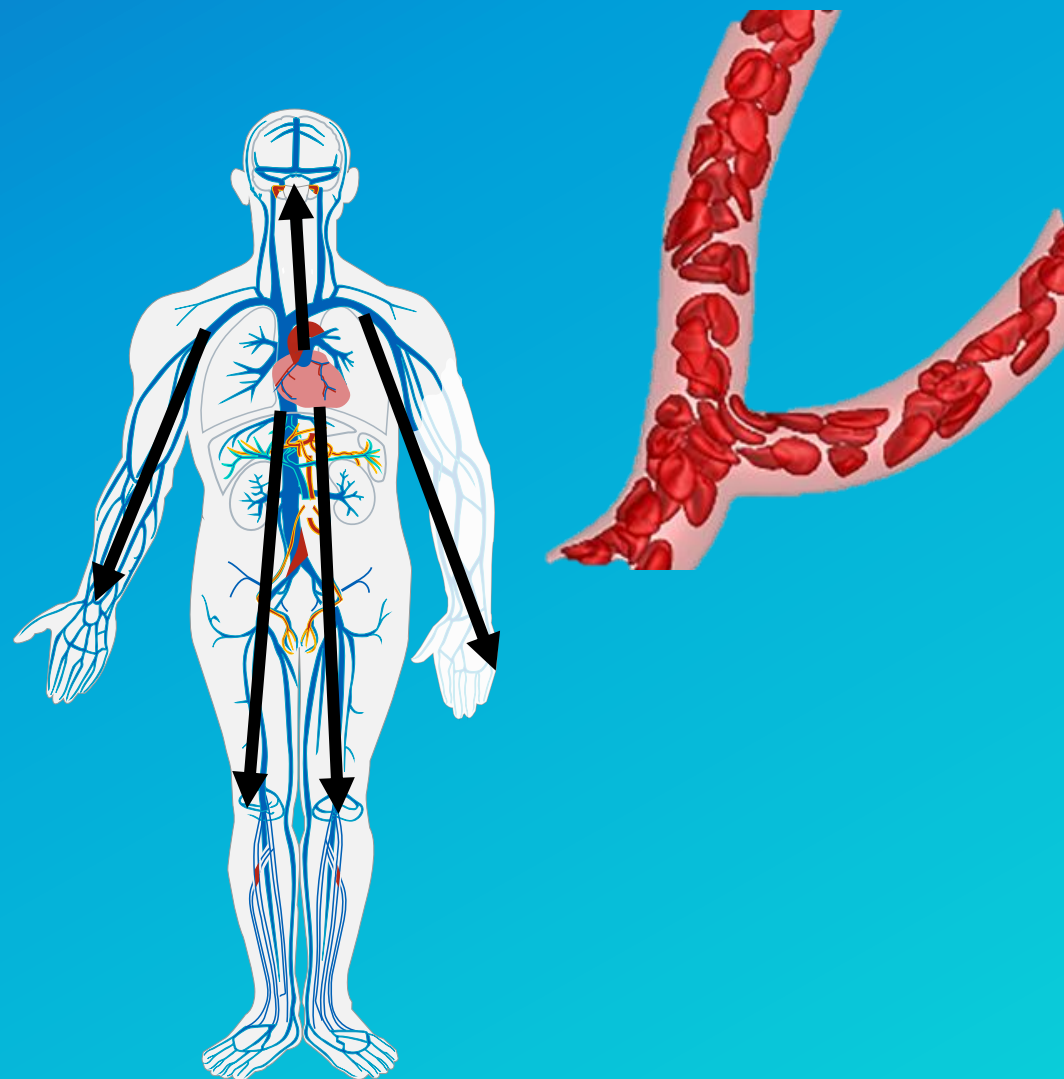
血液は心臓から動脈へ、毛細血管を通して、静脈を経由して心臓に戻ります。

Capillaries are so small that blood cells pass through them one by one.

毛細血管は非常に細く、血球は一つずつ通ります。

This flow allows oxygen and nutrients to reach every part of the body.

この流れで酸素や栄養が体の隅々まで届きます。



What happens when it doesn't work?

血管系が正常に働かないとどうなりますか？

Blocked arteries can cause heart attacks or strokes.

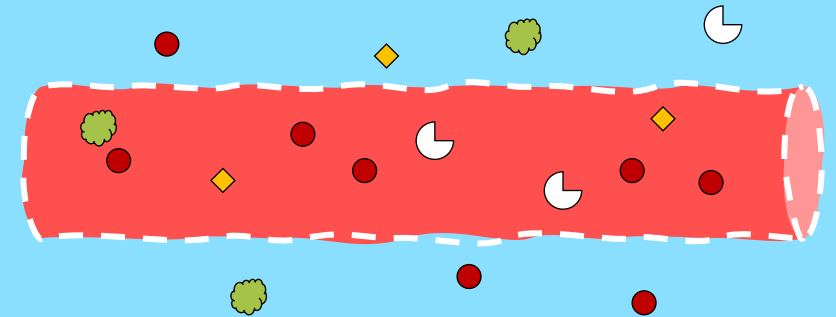
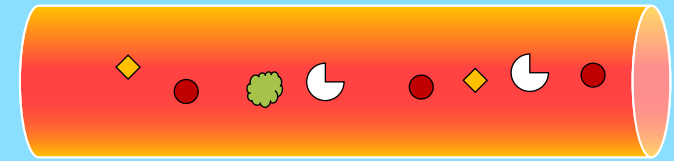
動脈の詰まりは心臓発作や脳卒中の原因になります。

Damaged capillaries can slow healing or harm tissues.

毛細血管の損傷は治癒を遅らせたり、組織に損害を与える可能性があります。

Weak veins may lead to swelling or varicose veins.

静脈が弱いと、むくみや静脈瘤が発生します。



Size comparison of blood vessels

血管の大きさの比較

Arteries: As wide as a finger.

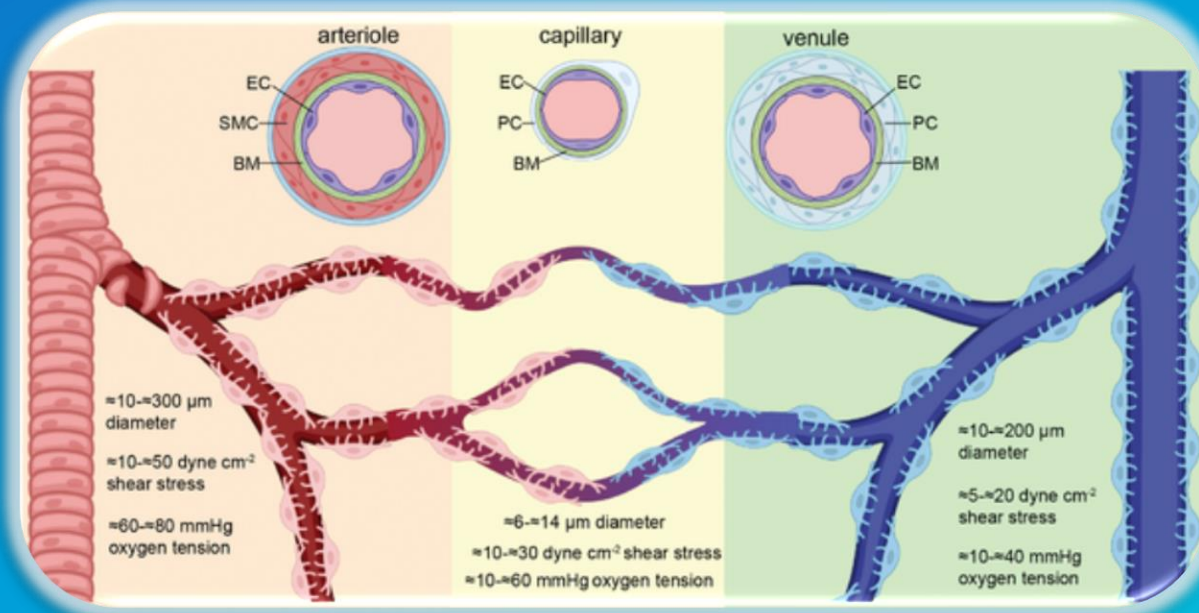
動脈: 指くらいの幅があります。

Veins: Similar to a pencil.

静脈: 鉛筆くらいの太さです。

Capillaries: 10 times thinner than a strand of hair!

毛細血管: 髪の毛の10分の1の細さです！

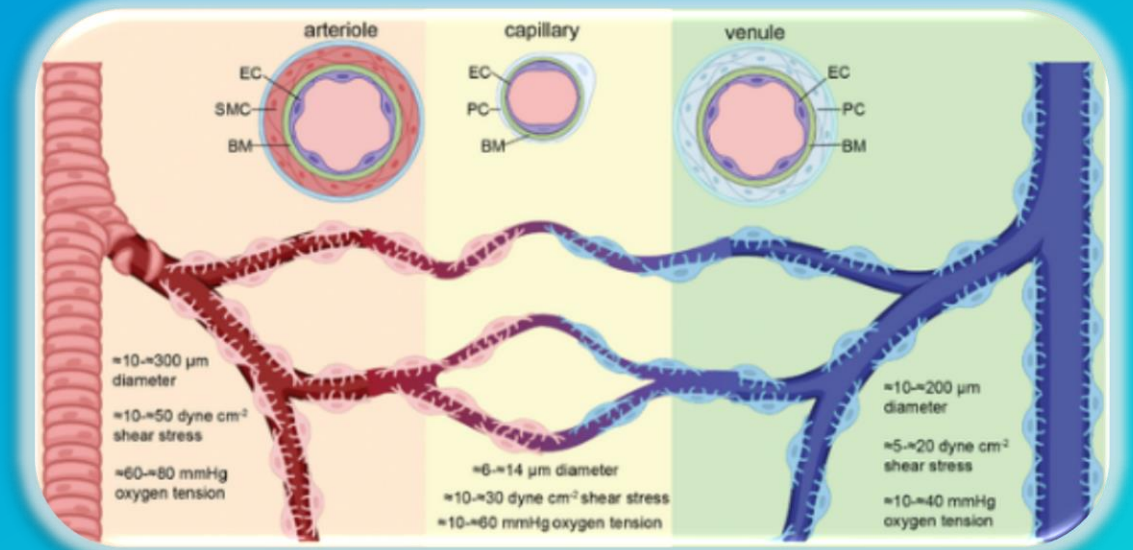
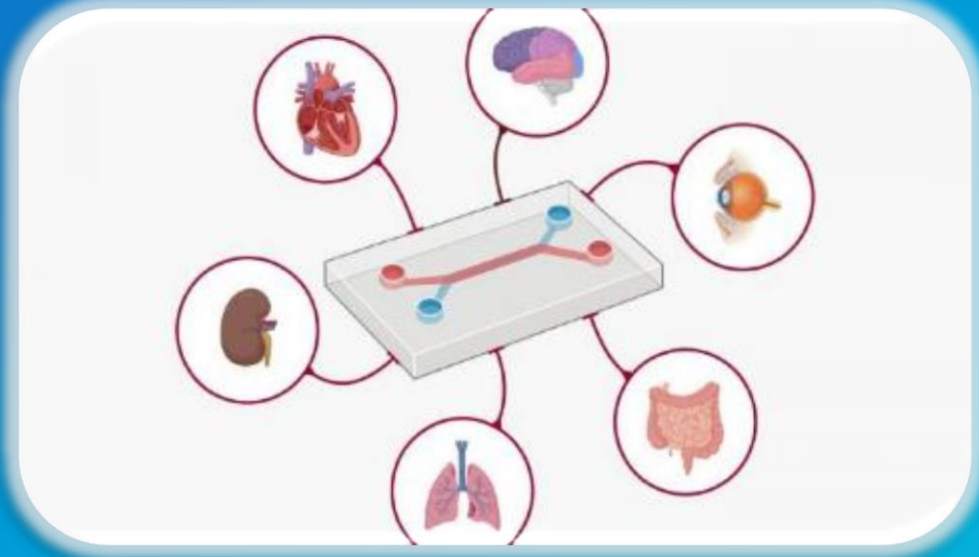


What is an artificial microvessel?

人工微小血管とは何ですか？

Artificial

Microvessel



Zhao, Nan & Pessell, Alexander & Zhu, Ninghao & Searson, Peter. (2024). Advanced Healthcare Materials.

What are organ-on-chips?

オルガン・オン・チップとは？

Organ-on-chips are tiny devices that mimic the structure and function of human organs.

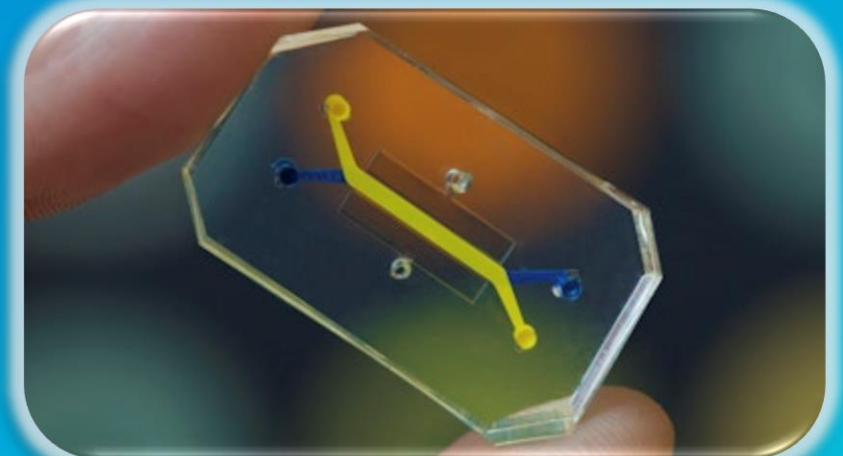
オルガン・オン・チップとは、人間の臓器の構造や機能を模倣した小さなデバイスです。

They are made of clear plastic or glass, with small channels where cells grow.

透明なプラスチックやガラスで作られ、小さなチャネルの中で細胞が育ちます。

Scientists use them to study how organs work, how diseases develop, and how medicines affect the body.

科学者たちは、臓器の働き、病気の進行、薬の効果を研究するためにこれを使います。



How do we make them? (Fabrication)

オルガン・オン・チップはどのように作られますか？（製作）

Organ-on-chips are created using special molds to form tiny channels.

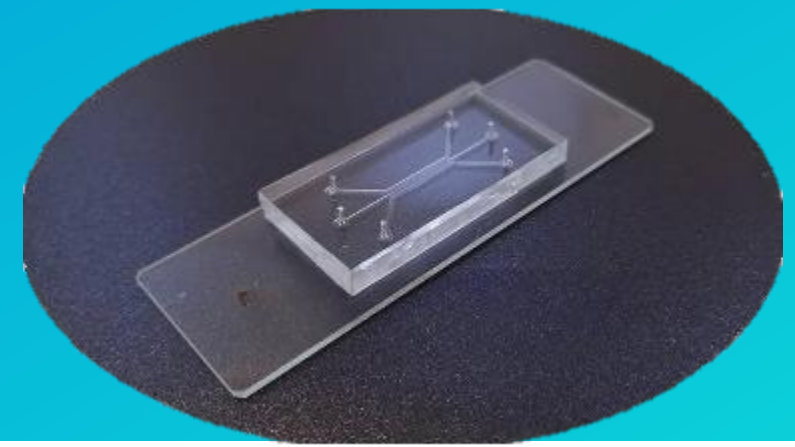
オルガン・オン・チップは、小さなチャネルを形成するための特別な型を使って作られます。

We use a material called PDMS, which is flexible and transparent.

柔軟で透明なPDMSという材料を使います。

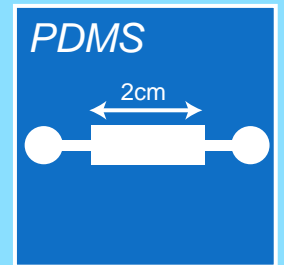
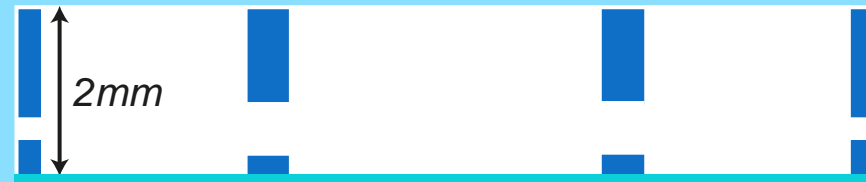
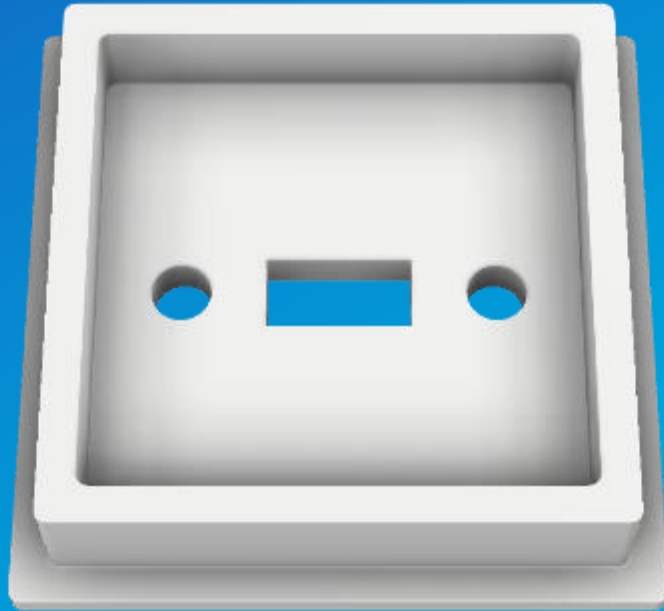
It's like baking cookies, but at a very small scale!

小さなスケールでクッキーを焼くようなものです！



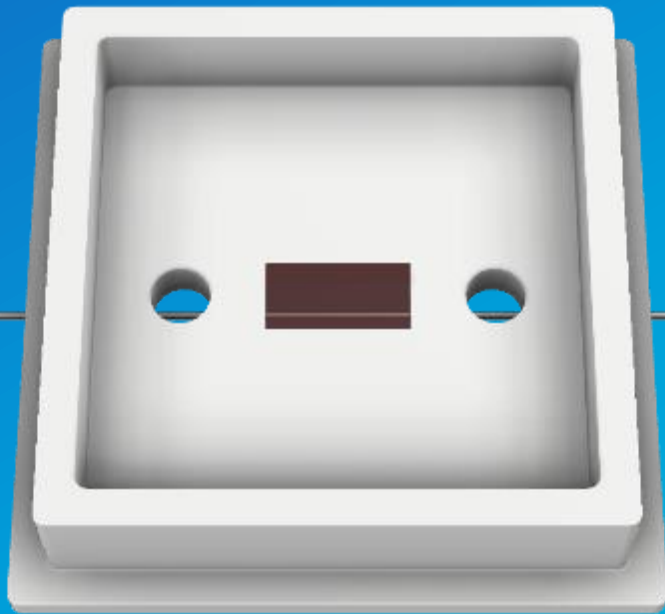
How do we make them? (Fabrication)

オルガン・オン・チップはどのように作られますか？（製作）



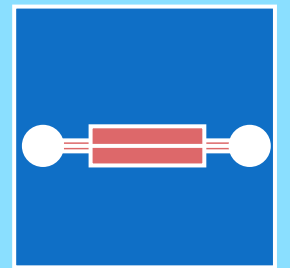
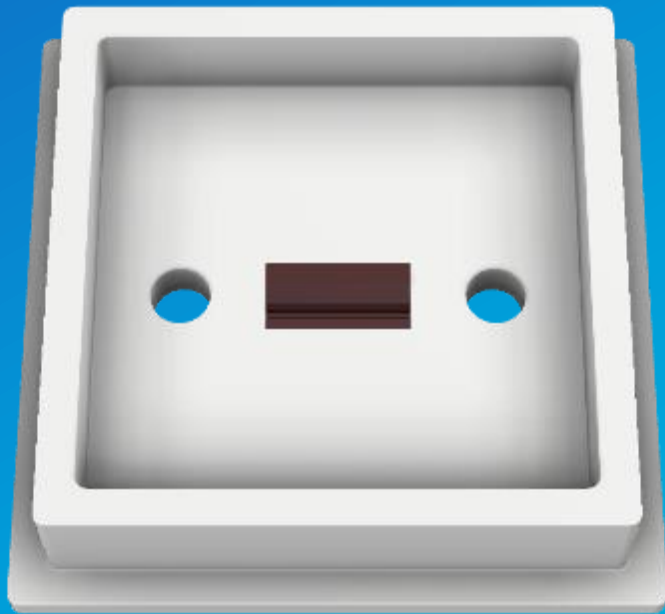
How do we make them? (Fabrication)

オルガン・オン・チップはどのように作られますか？（製作）



How do we make them? (Fabrication)

オルガン・オン・チップはどのように作られますか？（製作）



How do we make them? (Adding cells)

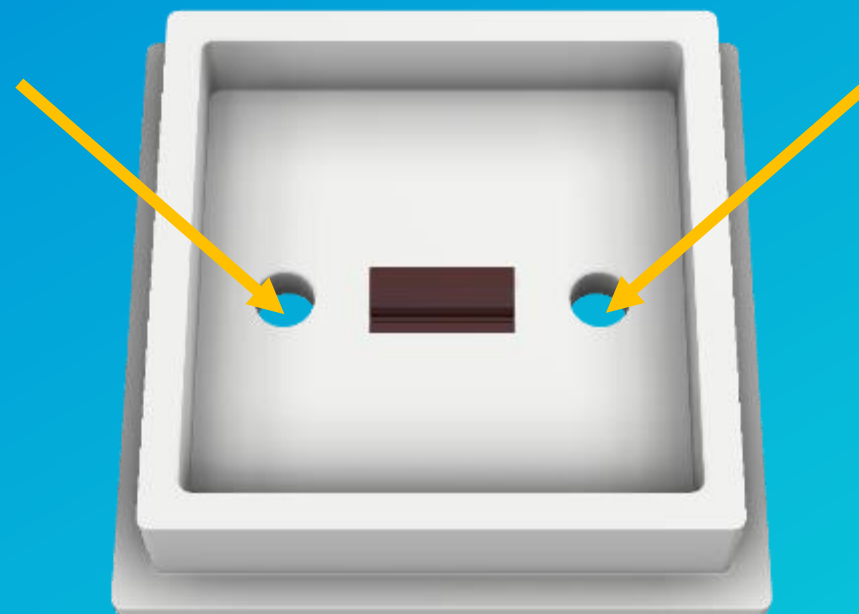
オルガン・オン・チップはどのように作られますか？（細胞の追加）

Cells are carefully placed inside the tiny channels to mimic tissues.

細胞を小さなチャネルの中に慎重に配置して、組織を模倣します。

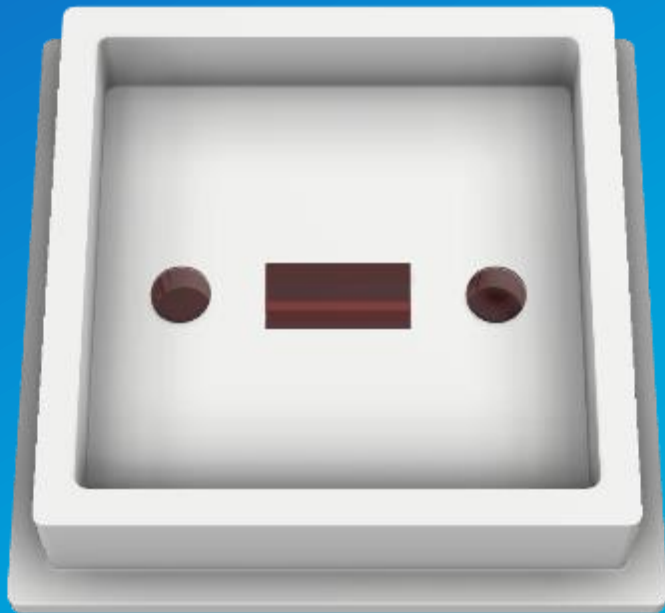
The cells grow and connect, just like they would in a real organ.

細胞は実際の臓器のように成長し、つながります。

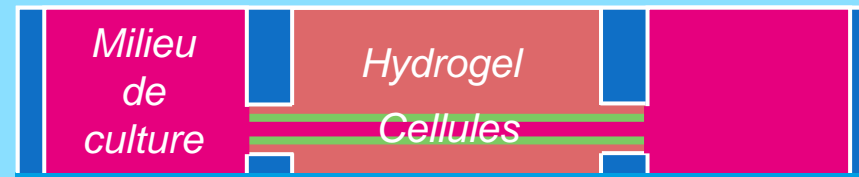


How do we make them? (Adding cells)

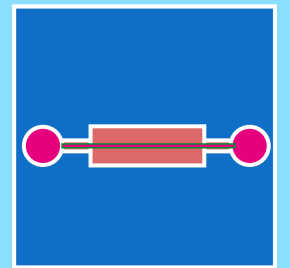
オルガン・オン・チップはどのように作られますか？（細胞の追加）



Vue latérale



Vue du dessus



Why do we make organ-on-chips? (To replace animal testing)

オルガン・オン・チップを作る理由（動物実験の代替）

Organ-on-chips help us test new medicines without using animals.

オルガン・オン・チップは、新薬を動物を使わずに試験するのに役立ちます。



They are better at predicting how medicines will work in humans.

人間における薬の効果をより正確に予測することができます。



Why do we make organ-on-chips? (To study diseases)

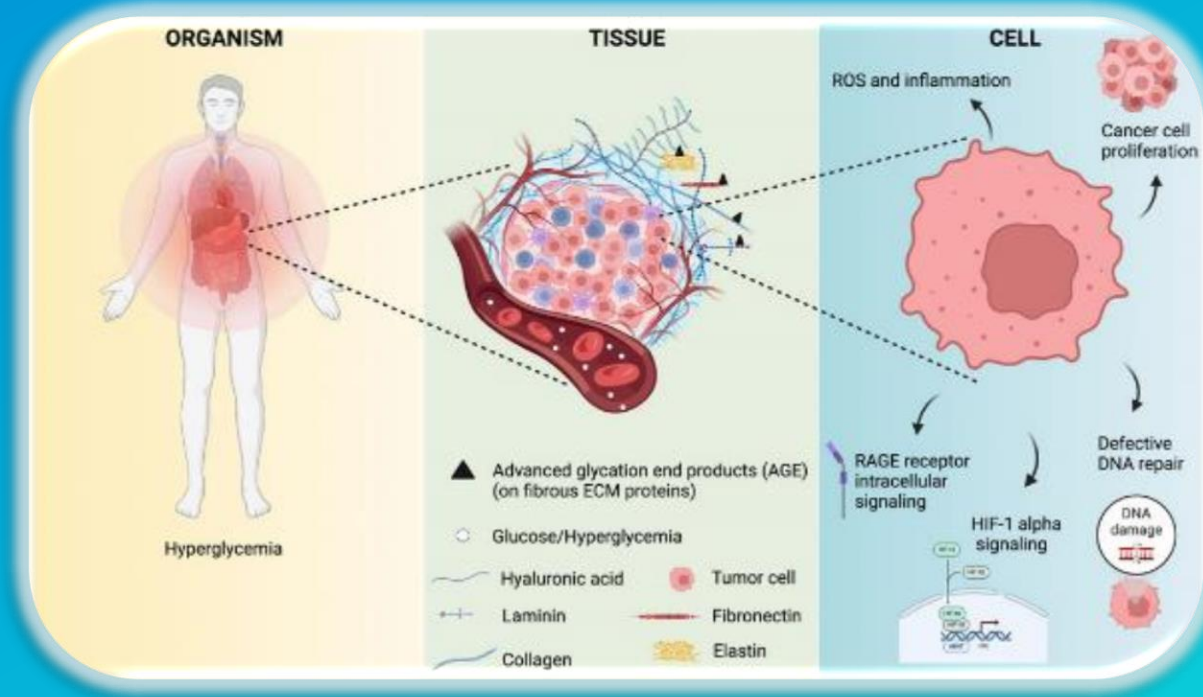
オルガン・オン・チップを作る理由
(病気の研究)

Scientists use organ-on-chips to study how diseases like cancer or diabetes develop.

科学者たちは、癌や糖尿病などの病気がどのように進行するかを研究するためにオルガン・オン・チップを使います。

This helps us find new treatments faster.

これにより、新しい治療法をより早く見つけることができます。



Why do we make organ-on-chips? (Personalized medicine)

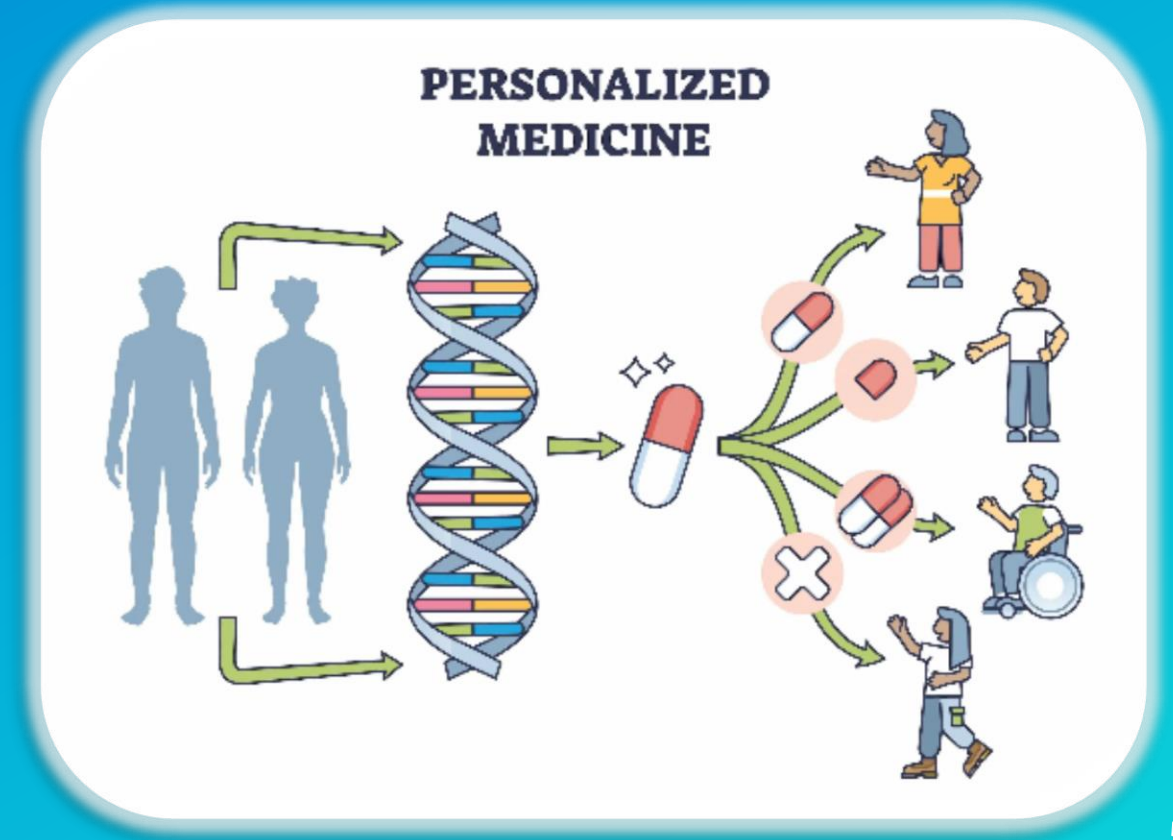
オルガン・オン・チップを作る理由
(個別化医療)

Organ-on-chips can be made using cells from a specific person.

オルガン・オン・チップは、特定の人
の細胞を使って作ることができます。

**This helps doctors find the best
treatment for that person.**

これにより、その人に最適な治療法を
医師が見つけるのを助けます。



How do we quantify blood vessels? (Introduction) / 血管をどのように定量化しますか？ (イントロダクション)

Quantifying blood vessels helps us understand their structure and function.

血管を定量化することで、その構造と機能を理解することができます。

Different methods are used depending on the size and type of the vessel.

血管の大きさや種類に応じて、さまざまな方法が使われます。



What is white light microscopy?

白色光顕微鏡とは何ですか？

A basic imaging technique that uses visible light to observe samples.

可視光を使ってサンプルを観察する基本的なイメージング技術です。

It's commonly used to view large blood vessels or stained tissue sections.

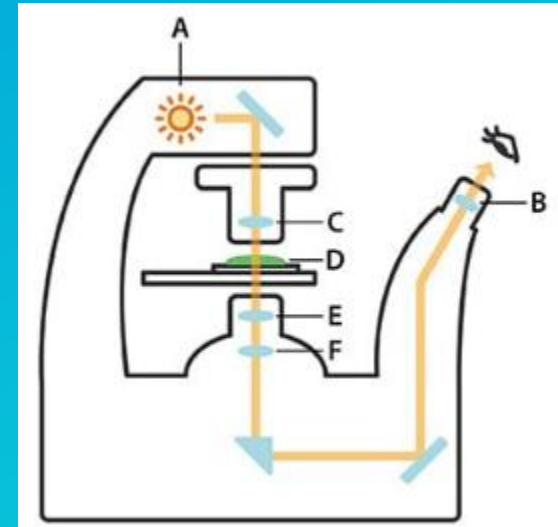
主に、大きな血管や染色された組織切片の観察に使われます。

Advantages: Simple, quick, and affordable.

長所: シンプル、迅速、低コスト

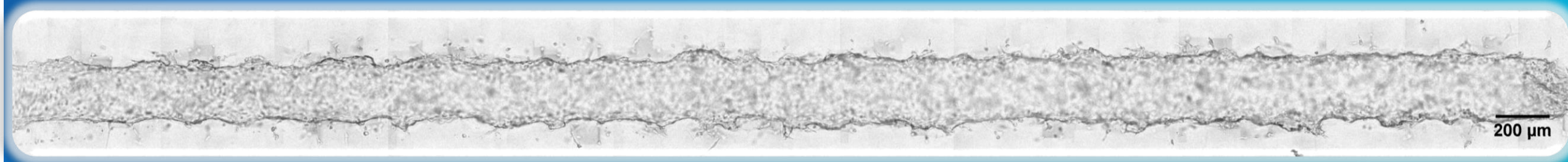
Limitations: Cannot see fine details like individual cells.

短所: 細胞など細かい部分までは見えません。



Example of results from white light microscopy

白色光顕微鏡の結果の例



200 μm

Clear visualization of the shape and arrangement of blood vessels.

血管の形状や配置を明確に可視化します。

Useful for analyzing large-scale vessel networks.

大規模な血管ネットワークの分析に役立ちます。

Limited in resolving details of microvessels or cells inside vessels.

微小血管や血管内の細胞の詳細を解像するのは難しいです。

Fluorescence Microscopy / 蛍光顕微鏡

Fluorescence microscopy uses special dyes that glow when illuminated with specific wavelengths of light.

蛍光顕微鏡は、特定の波長の光を照射すると発光する特殊な染料を使用します。

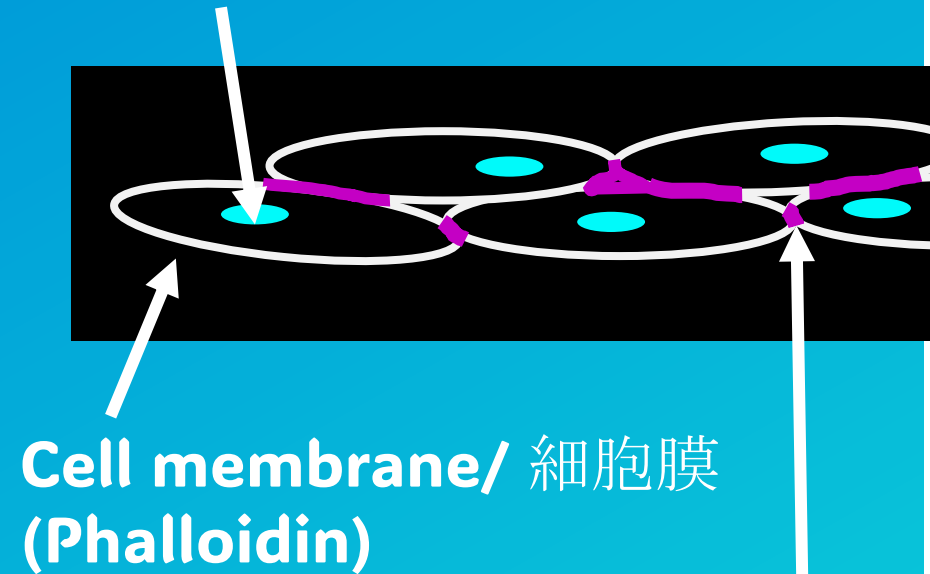
This allows us to observe specific components, like blood vessels, in greater detail.

これにより、血管などの特定の成分をより詳細に観察することができます。

It's useful for visualizing smaller blood vessels and their interactions with cells.

微小血管や細胞との相互作用を可視化するのに役立ちます。

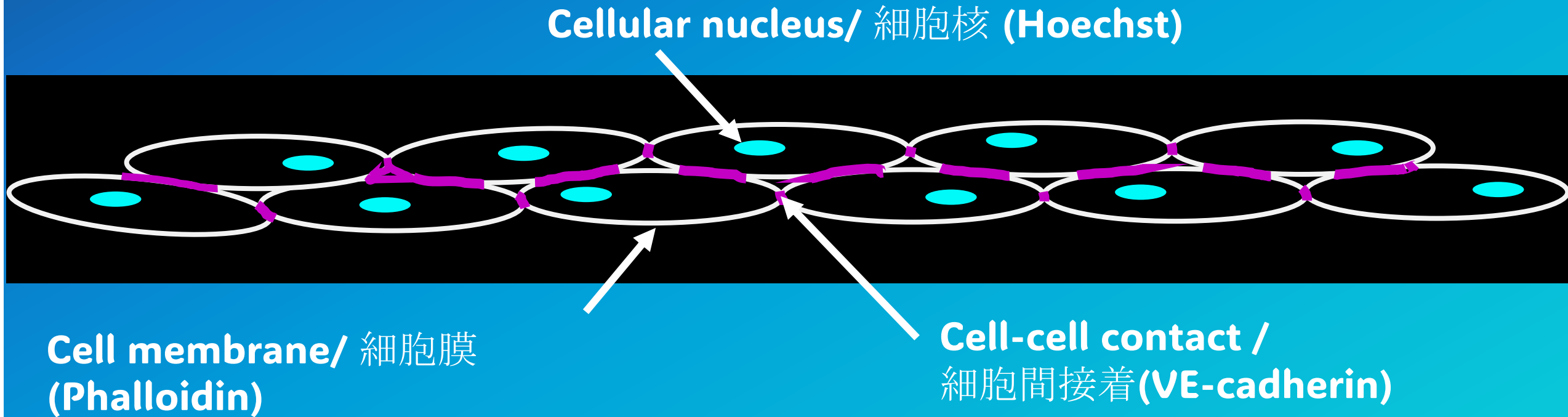
Cellular nucleus/ 細胞核 (Hoechst)



Cell membrane/ 細胞膜 (Phalloidin)

Cell-cell contact / 細胞間接着 (VE-cadherin)

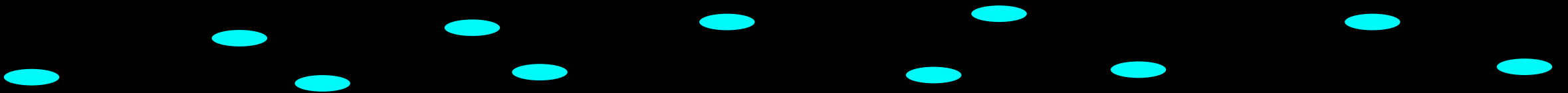
Fluorescence Microscopy / 螢光顯微鏡



Fluorescence Microscopy / 螢光顯微鏡



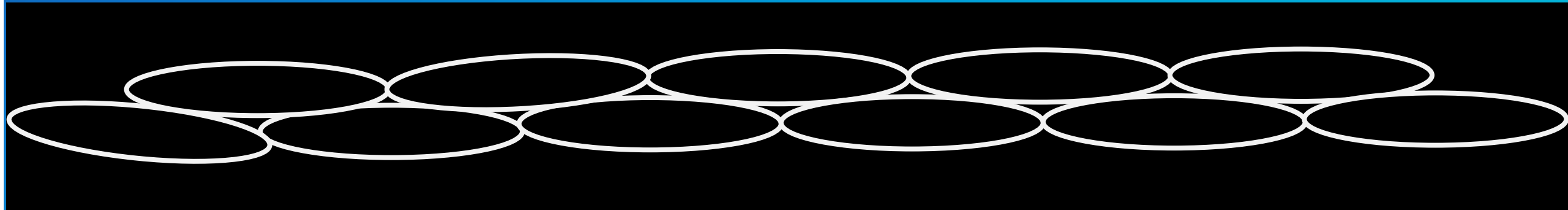
Cellular nucleus/ 細胞核 (Hoechst)



Fluorescence Microscopy / 螢光顯微鏡



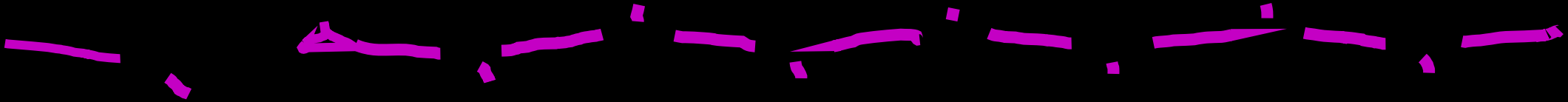
Cell membrane/ 細胞膜 (Phalloidin)



Fluorescence Microscopy / 蛍光顕微鏡



Cell-cell contact / 細胞間接着(V E-cadherin)



Fluorescence Microscopy / 蛍光顕微鏡

Cell-cell contact

細胞間接着

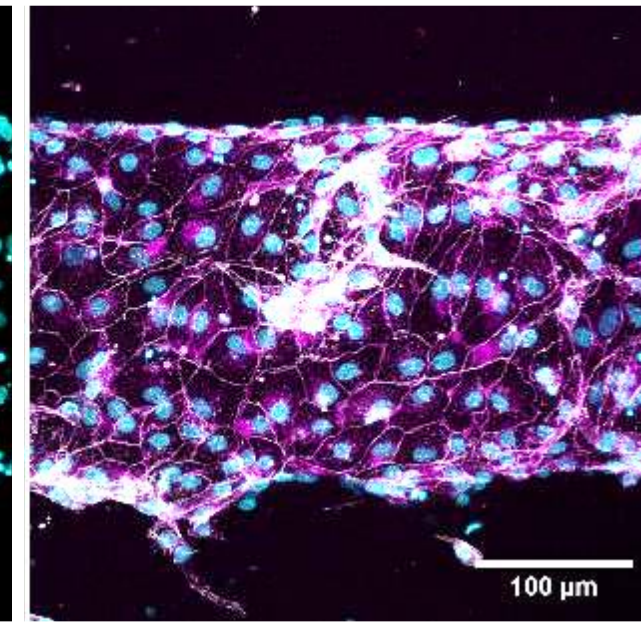
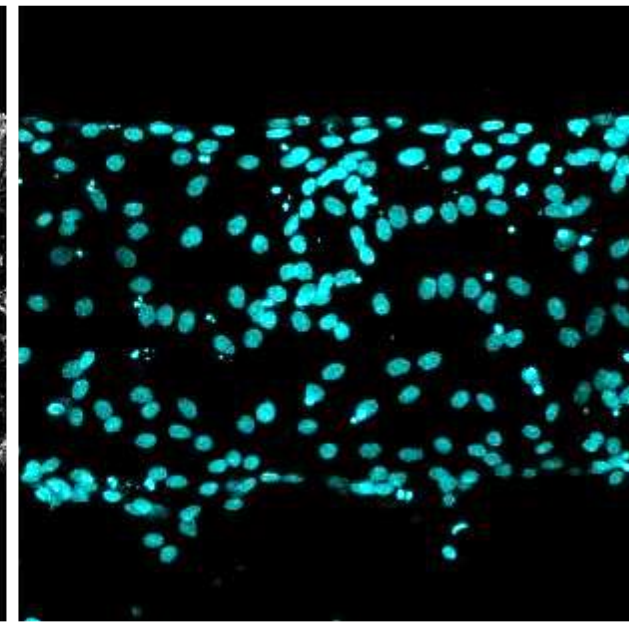
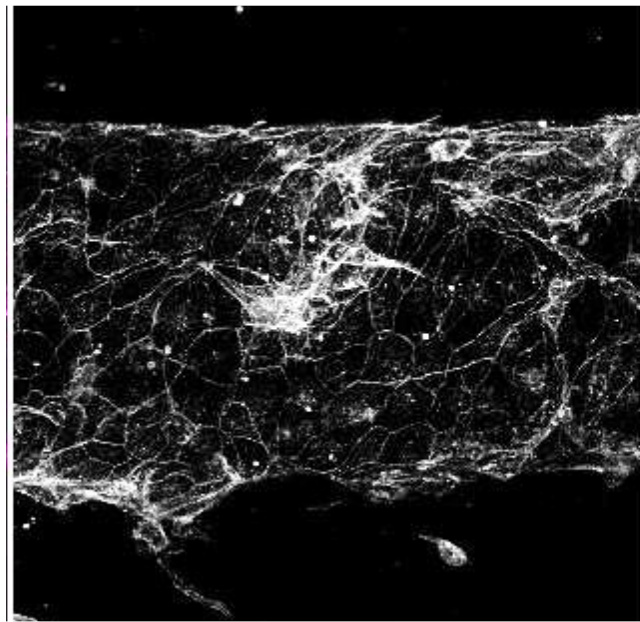
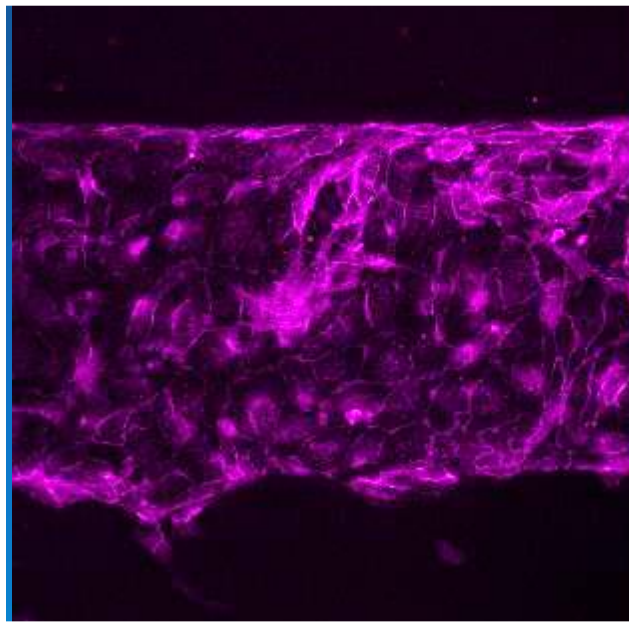
Cell membrane

細胞膜

Cellular nucleus

細胞核

Merged



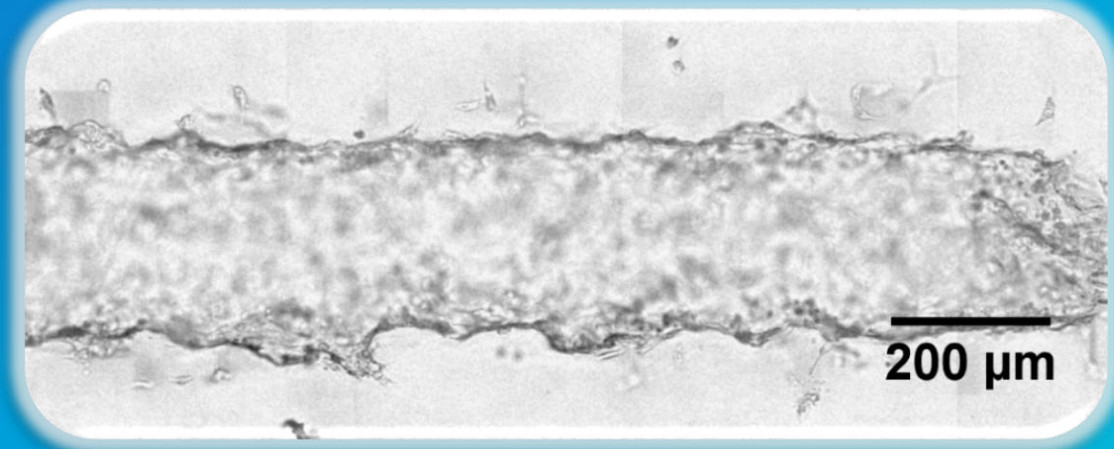
Vessels made of human umbilical vein endothelial cells, stained by immunostaining and observed using confocal microscopy with a 20x magnification

ヒト臍帯静脈内皮細胞で構成された血管が、免疫染色で標識され、共焦点顕微鏡で**20倍**の倍率で観察されました

Comparing techniques / 技術の比較

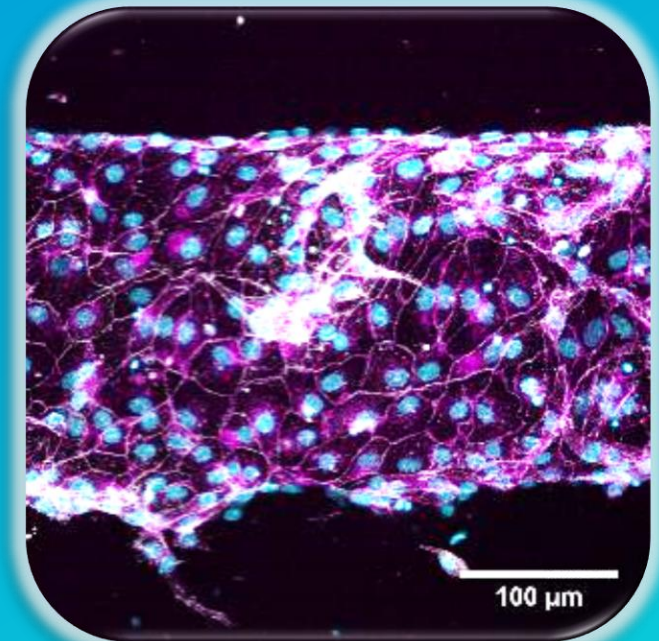
White light microscopy: Simple and quick, but limited in resolution.

白色光顕微鏡: シンプルで迅速ですが、解像度に限界があります。



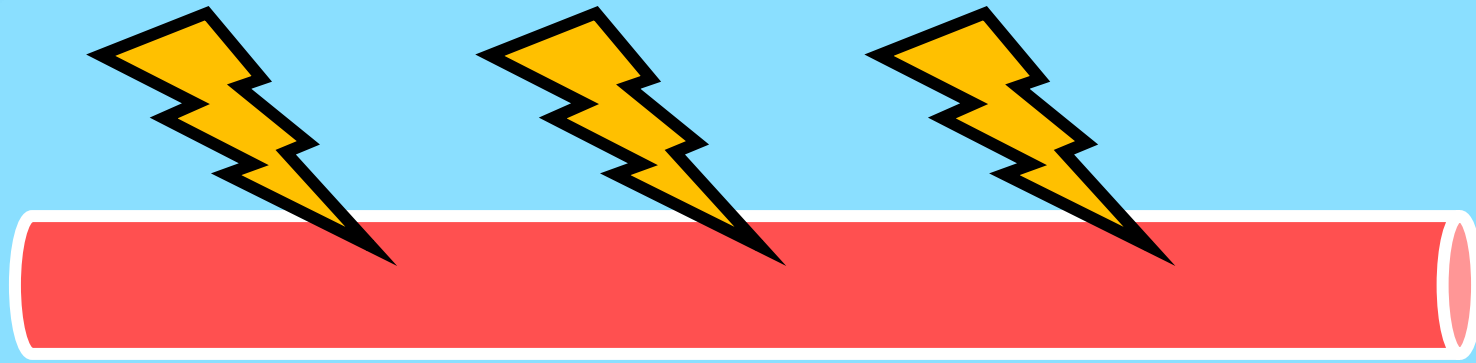
Fluorescence microscopy: Allows specific component visualization, but requires fluorescent markers.

蛍光顕微鏡: 特定の成分を可視化できますが、蛍光マーカーが必要です。



Disrupting Artificial Blood Vessels

人工血管を乱す方法



Why disrupt?

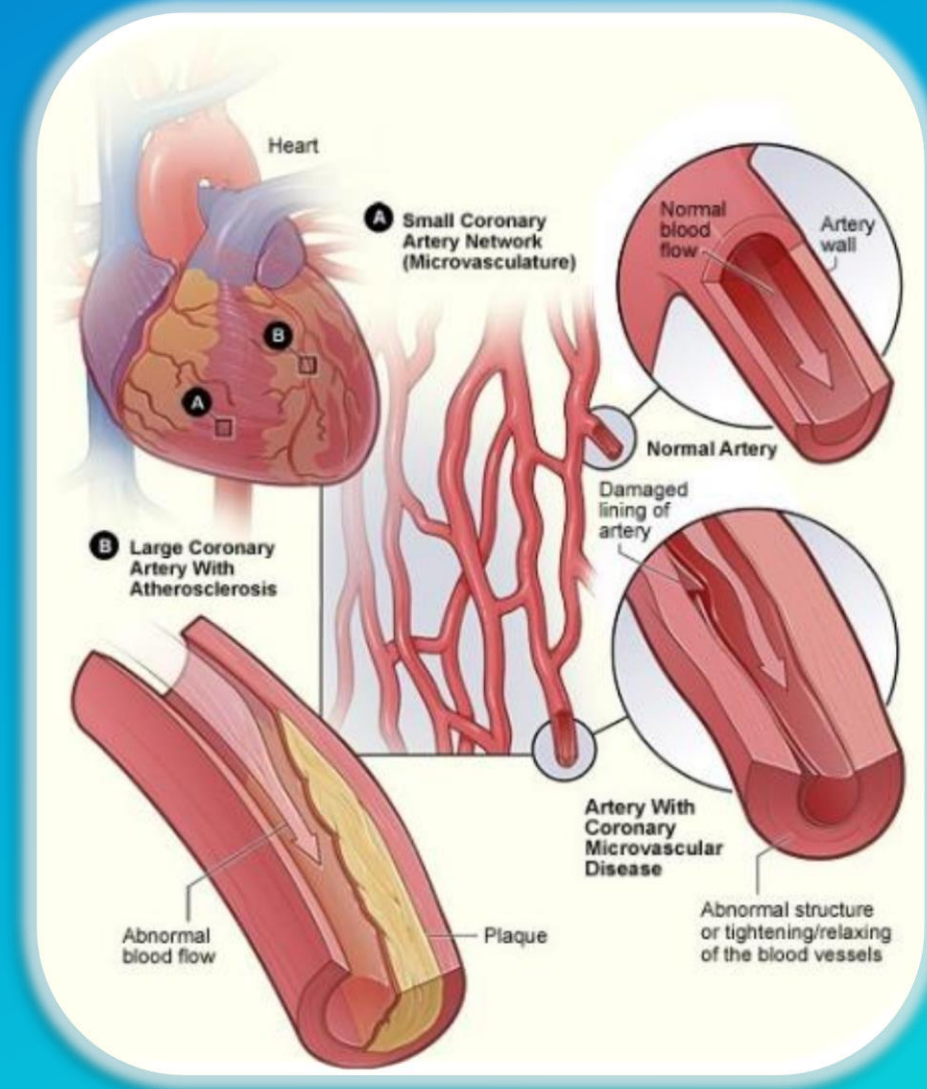
なぜ乱す必要があるのか？

To observe how blood vessels react to stresses similar to those in the human body.

人間の体内で起こるストレスに人工血管がどのように反応するかを観察するため。

To study the resilience and the limits of the vessels.

人工血管の耐久性や限界を研究するため。



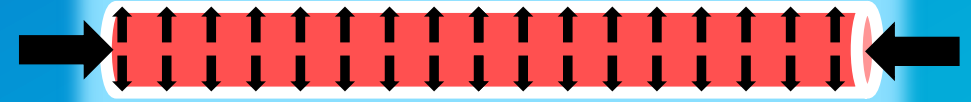
Methods of Disruption

乱す方法

1. Pressure 圧力

Application of external or internal pressure.

内部または外部からの圧力を加える



2. Molecules 分子

Introduction of molecules, such as toxins or drugs.

毒素や薬剤などの分子を導入する。



3. Flow 流れ

Variation in the speed and direction of the flow.

流速や流れる方向を変化させる。。



Impact on vessel

血管への影響

Change in shape, breakage or deformation.

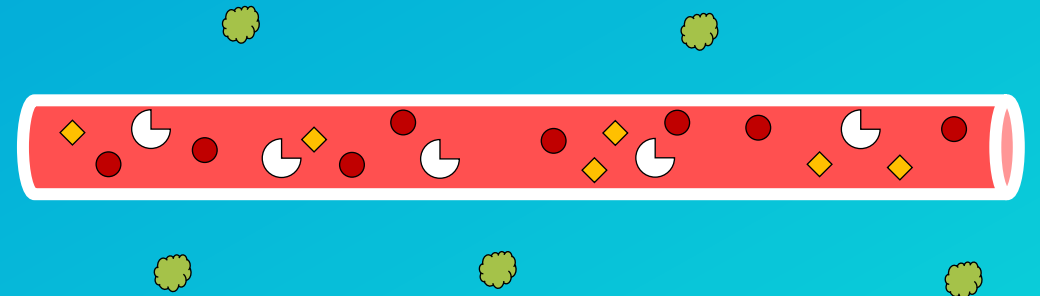
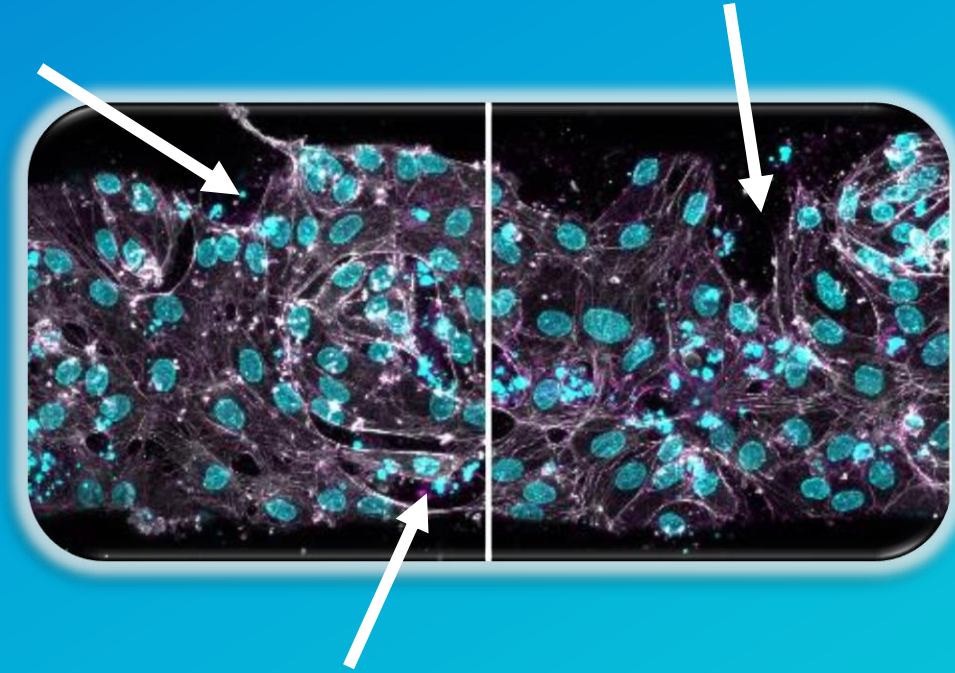
形状の変化、破損、または変形。

Disruption of cell-matrix interactions.

細胞とマトリックス間の相互作用の乱れ。

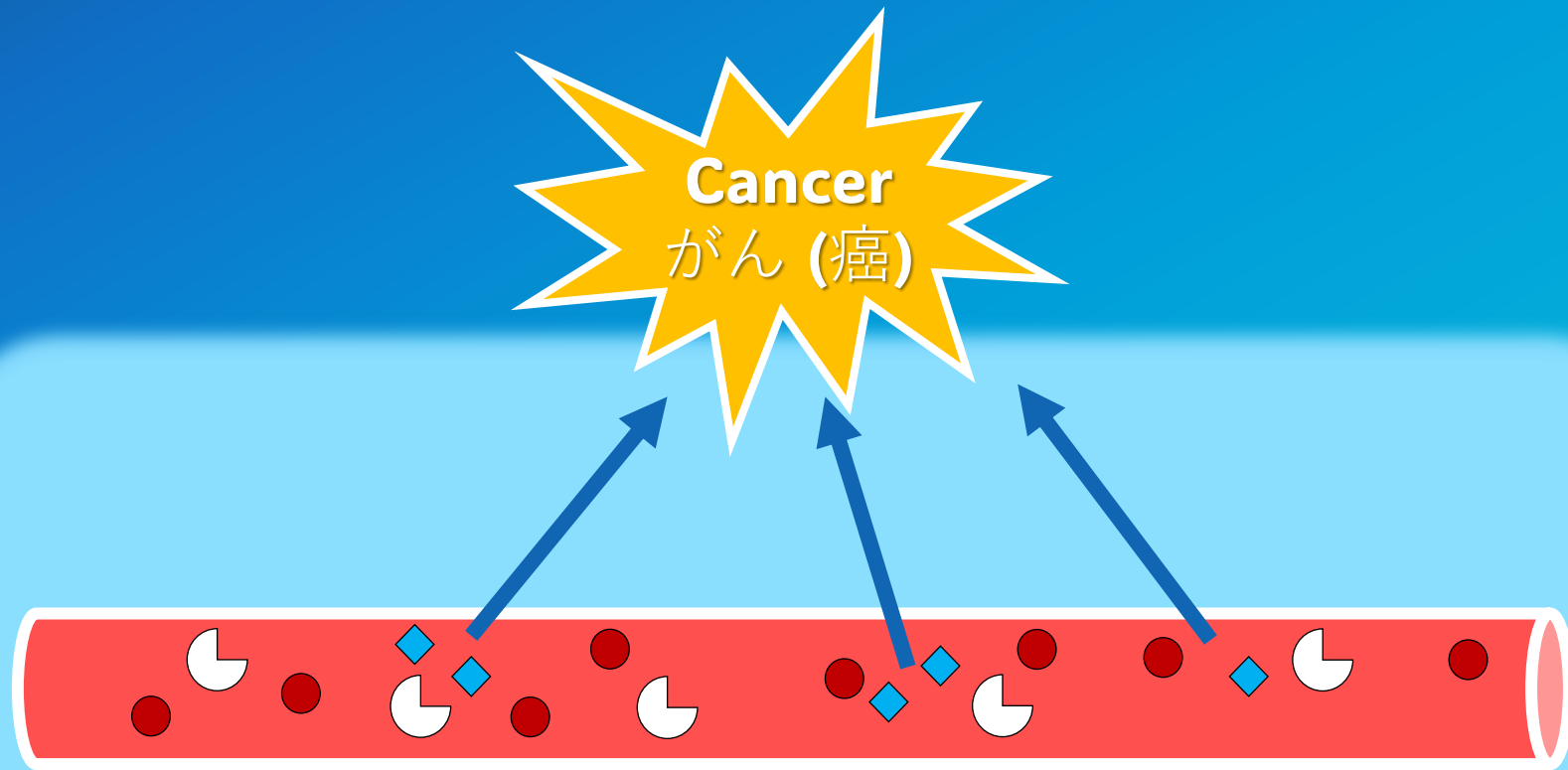
Evaluation of permeability or elasticity.

透過性や弾性の評価。



And what is it for?

それは何のためですか？

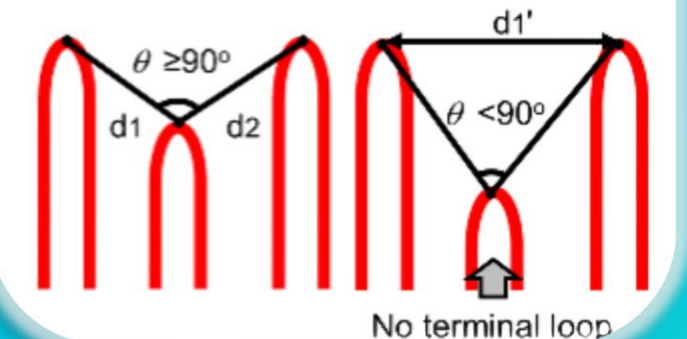
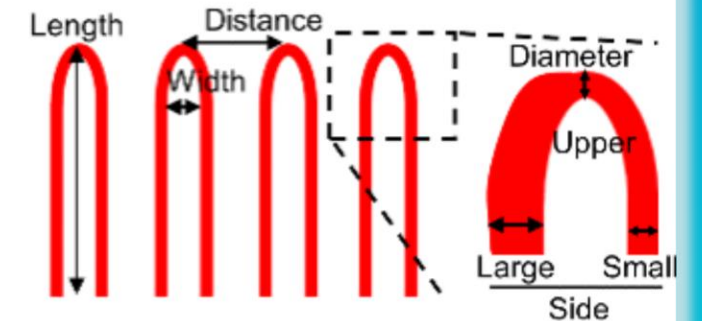


- ◆ **Therapeutic Molecule of Interest**
治療における関心分子

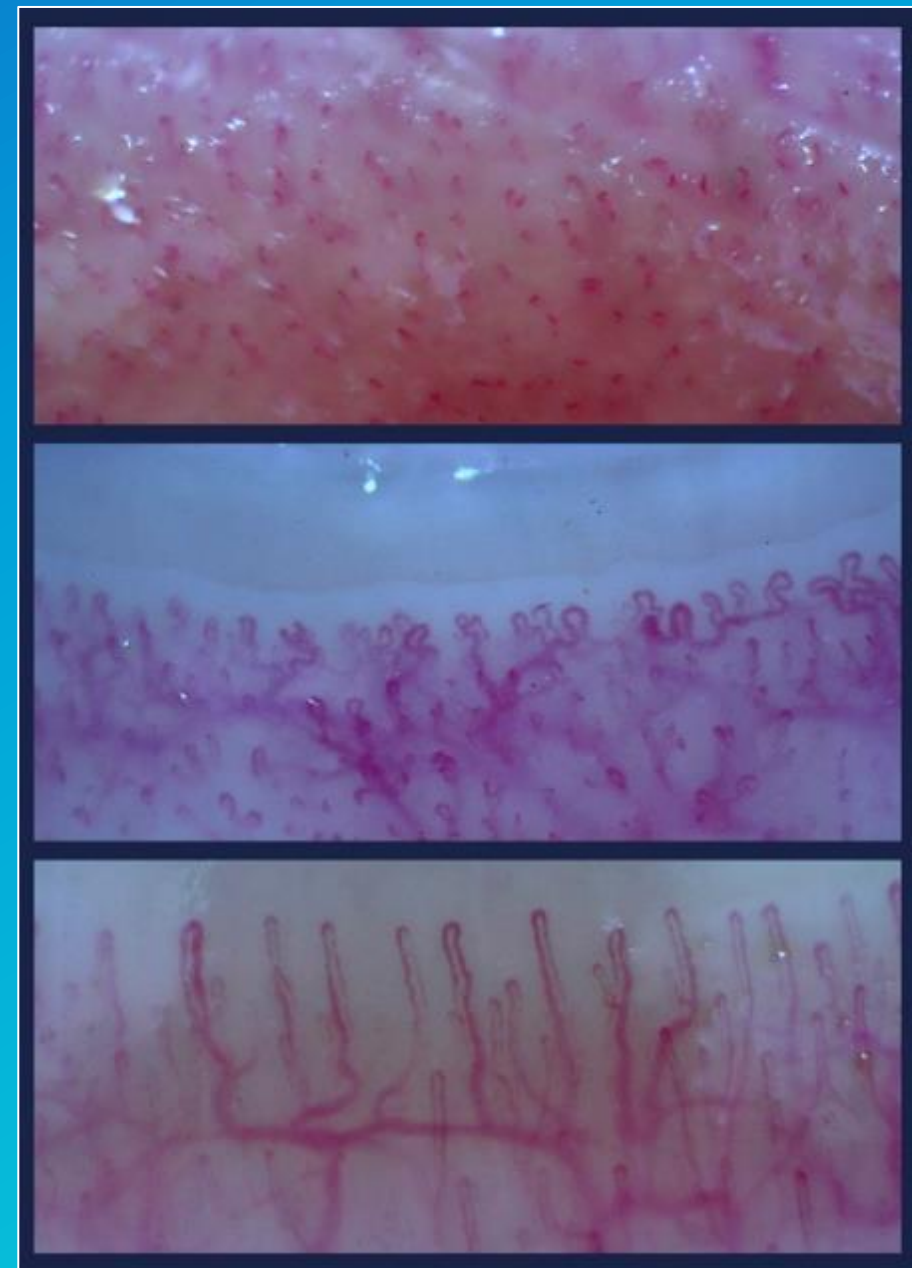
血管の音色 Attune

By monitoring capillary patterns under the nails, we can provide a non-invasive method to assess health, particularly for early detection of circulatory and cardiovascular issues. This technique has the potential for widespread use in health screenings.

爪の下の毛細血管パターンを監視することにより、循環器系および心血管系の問題を早期に検出するための非侵襲的な健康評価手法を提供できます。この技術は、健康診断で広く使用される可能性があります。



血管の音色 Attune



**Thank you for your
attention.**

ご清聴ありがとうございました。



Dr. ALRIC Baptiste
LIMMS CNRS-IIS
JSPS Fellow

JFRL - 2024