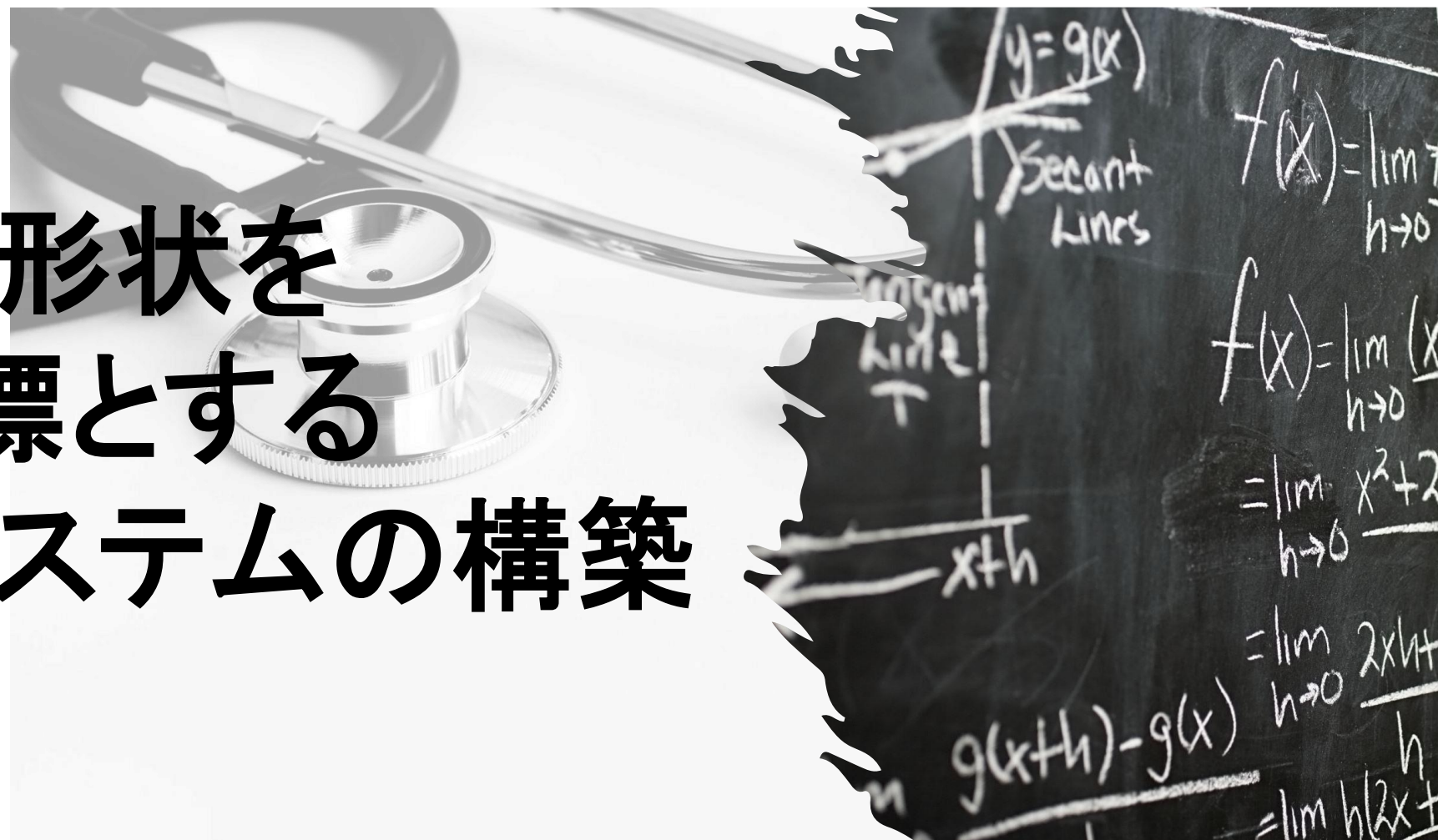


皮疹の形状を 診断指標とする 個別化治療システムの構築



京都大学 高等研究院/医学研究科
教授 李 聖林



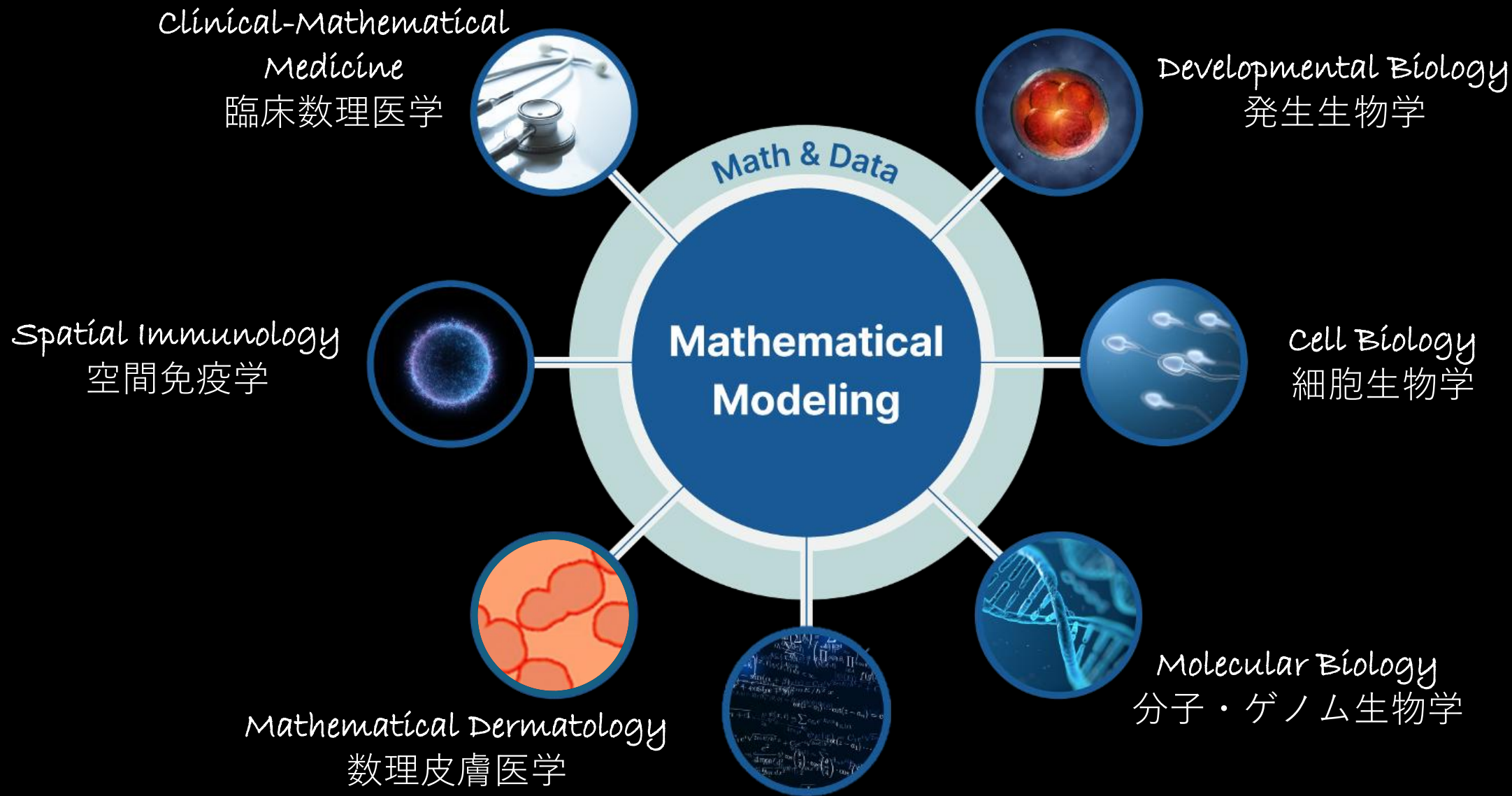
臨床医学
Medical Science



BiMed-Math Lab

Mathematical Biology and Medicine Group,
ASHBi, KUIAS, Kyoto University

基礎医学
Basic Biological Science



in silico experiment
数理実験科学

Data-based Modeling Methodology

従来技術とその問題点

- 慢性蕁麻疹では、皮膚生検や血液検査、症状・痒みの評価を組み合わせ、病態や治療効果を判断している。
- しかし、皮膚検体の取得には侵襲を伴い、患者負担が大きい。また、血液検査や単一時点の検体だけでは、皮膚で進行する病態の全体像を十分に捉えにくい。
- 皮疹の形状は診断時の参考所見として扱われてきたが、形態の違いと分子・細胞レベルの病態との関係は明らかでなく、治療選択には十分活用されていない。
- AI画像診断も主に「分類」ととどまり、なぜその形状が生じたのか、どの治療が有効かを説明・予測することは難しい。

Chronic Spontaneous Urticaria (CSU)

慢性特発性蕁麻疹



CSU patient

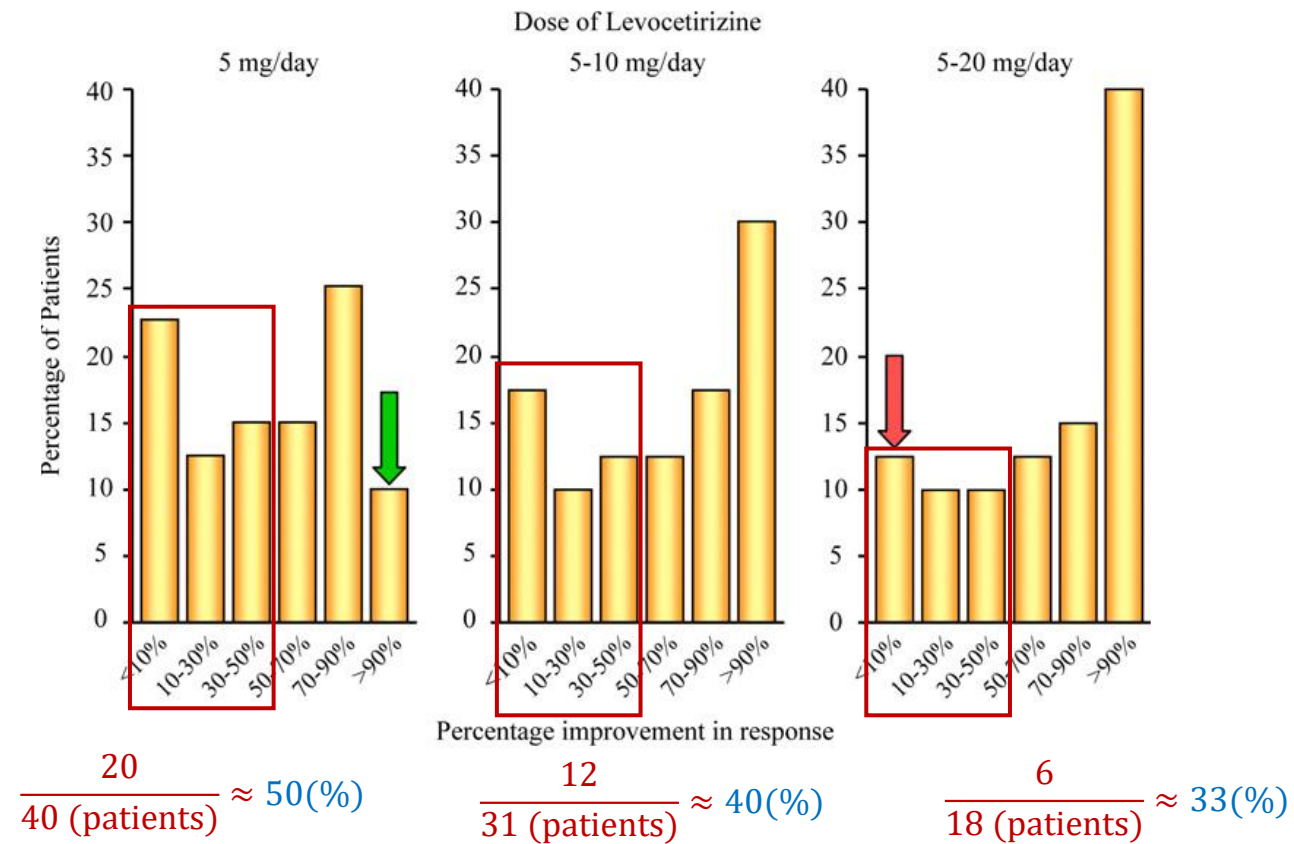
- CSU is one of the most **intractable human-specific** skin diseases.
- CSU is characterized by **very various shapes of skin eruptions** called **wheals** accompanied by **itching**.



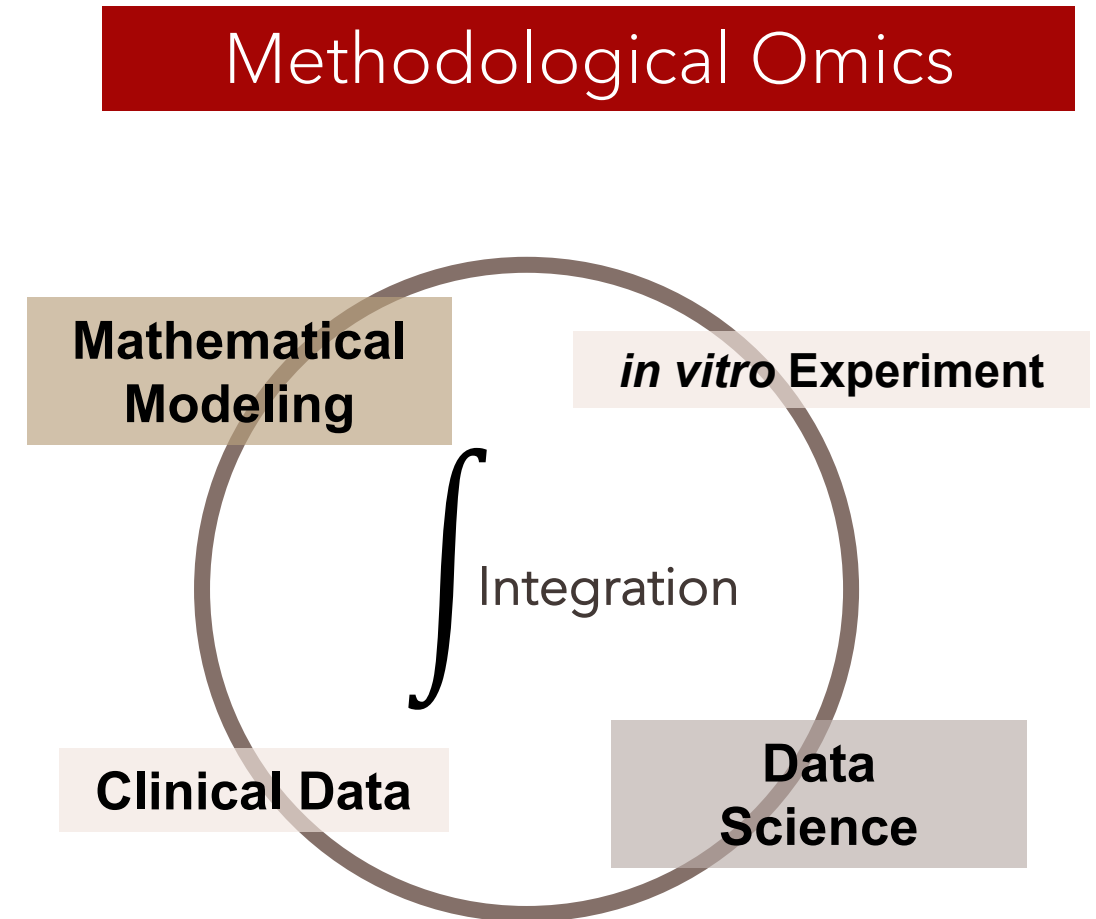
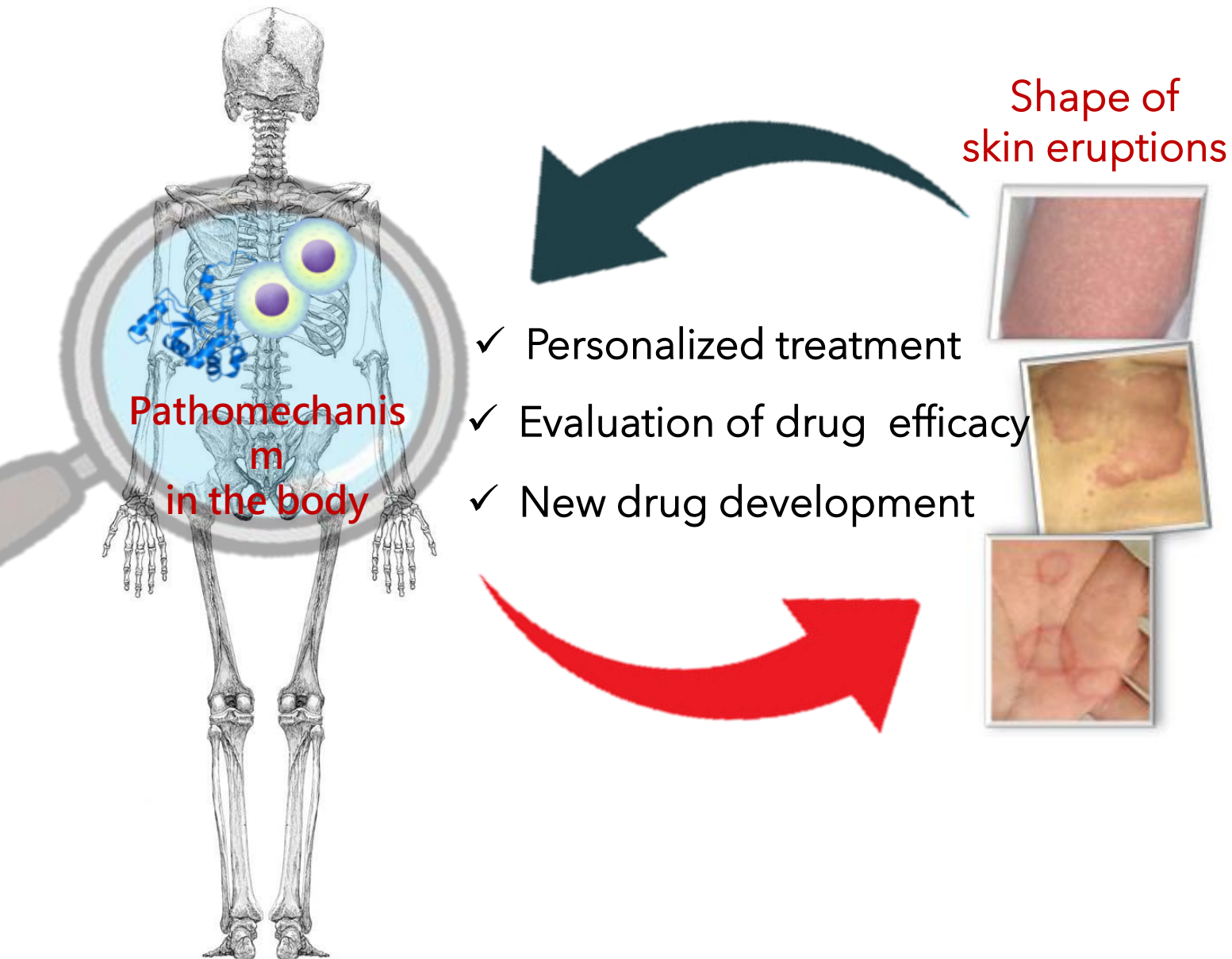
- As **no experimental animal model** exists, the mechanism underlying disease **pathogenesis in vivo** remains unclear.



H1 antihistamine (Levocetirizine)

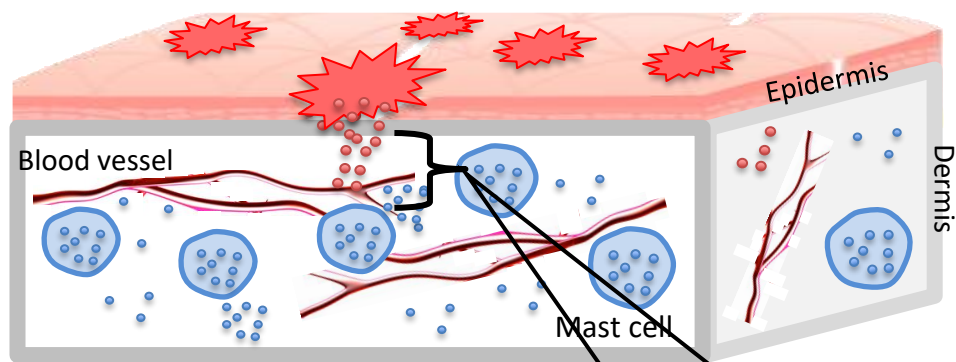


We developed a **new conceptual approach** to link the **shape of skin eruptions** to the **pathophysiological dynamics *in vivo***.



in vitro 実験から

慢性蕁麻疹数理モデルの構築へ

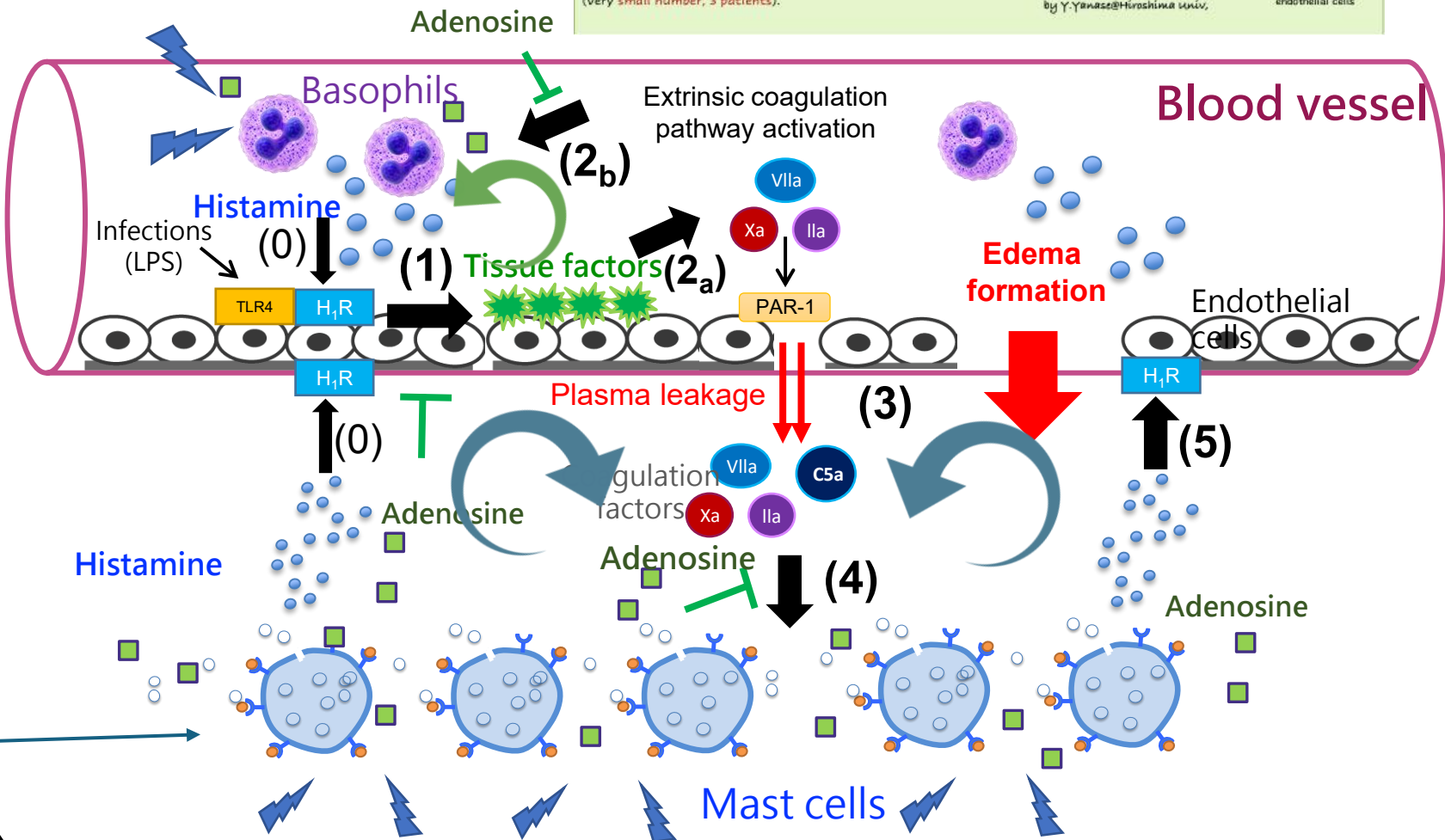


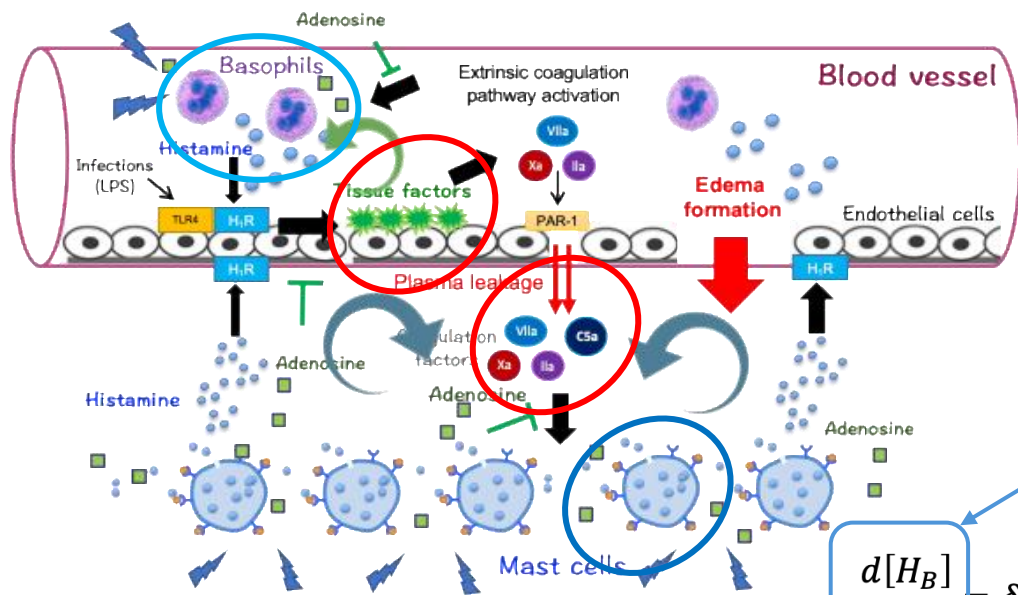
Schematic diagram of pathophysiological structures for CUS development predicted by *in vitro* experiments



Two **local suppressions** of histamine released from mast cells/basophils:

1. Adenosine released simultaneously with histamine.
2. Release off all histamine.





Histamine released from Basophils

New CSU Model

Tissue factors of endothelial cells

Coagulation factors

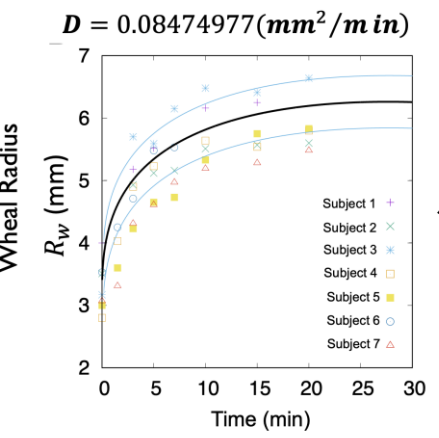
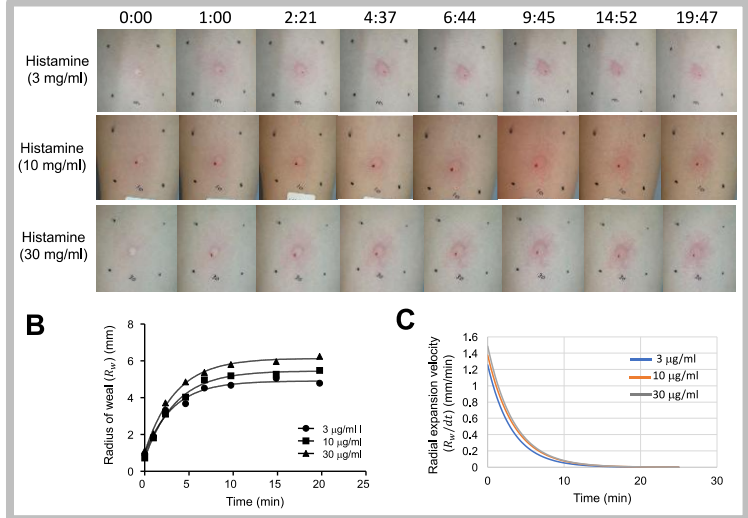
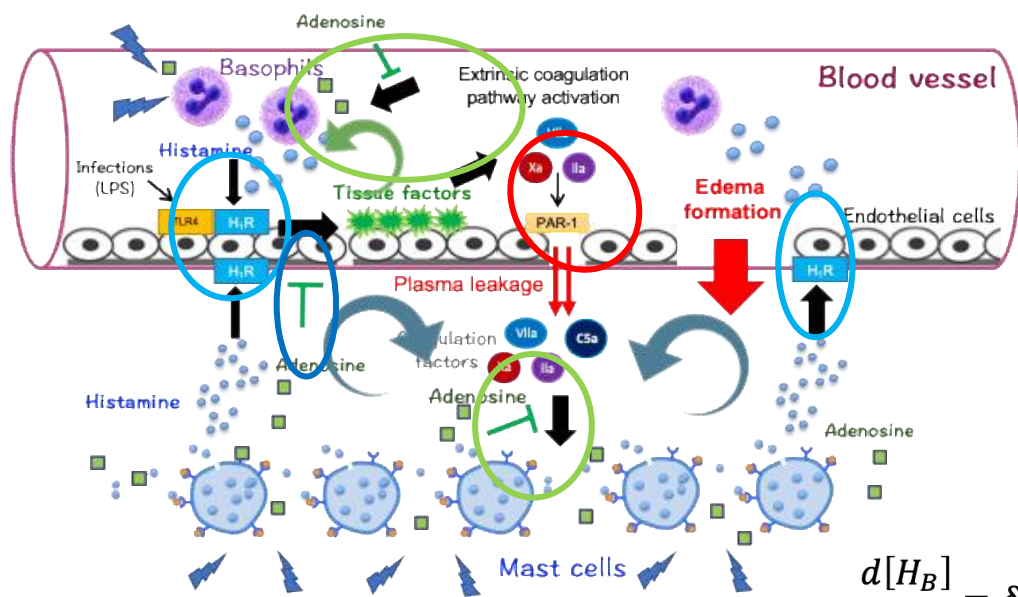
$$\frac{d[H_B]}{dt} = \delta_B + \gamma_B[TF]\chi_B(\mathbf{x}, t) \left(1 - \frac{\alpha_B[H_B]^2}{\alpha_{B0} + [H_B]^2} \right) - \mu_B[H_B]$$

$$\frac{d[TF]}{dt} = \delta_T + \frac{\gamma_T([H_B] + [H_M])}{\gamma_{T0} + [H_B] + [H_M]} \left(1 - \frac{\alpha_T([H_B] + [H_M])^2}{\alpha_{T0} + ([H_B] + [H_M])^2} \right) - \mu_T[TF]$$

$$\frac{\partial[C]}{\partial t} = D_c \nabla^2 C + \frac{\gamma_C}{1 + \exp[-\beta([TF] - T_{sw})]} - \mu_C[C]$$

$$\frac{\partial[H_M]}{\partial t} = D_M \nabla^2 [H_M] + \delta_M + \gamma_M[C]\chi_M(\mathbf{x}, t) \left(1 - \frac{\alpha_B[H_M]^2}{\alpha_{M0} + [H_M]^2} \right) - \mu_M[H_M]$$

Histamine released from Mast cells



ヒスタミン
皮内注射実験

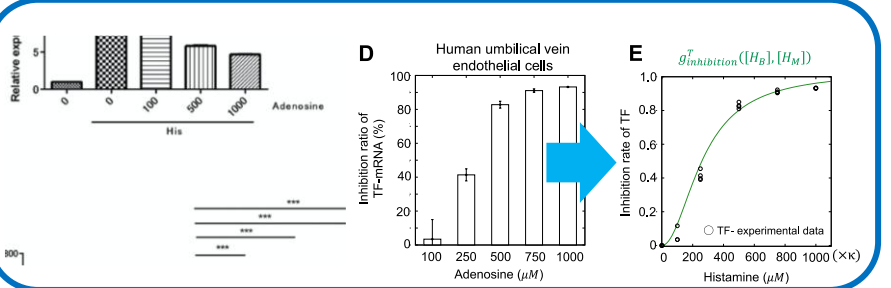
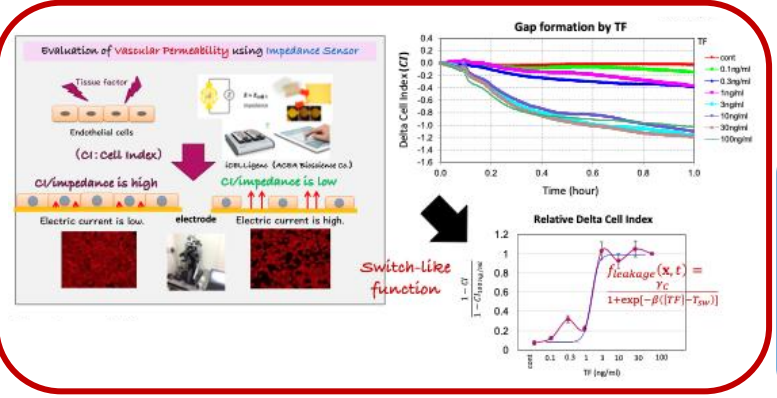
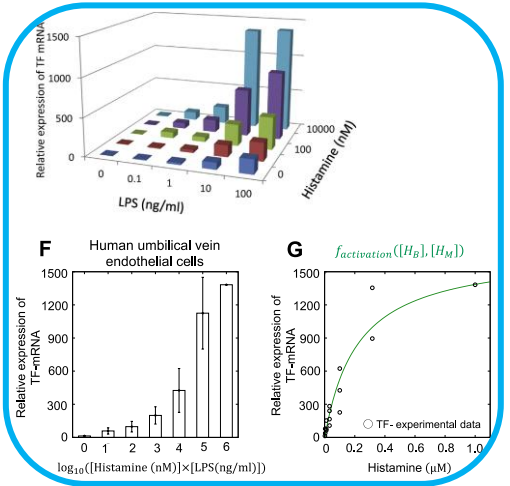
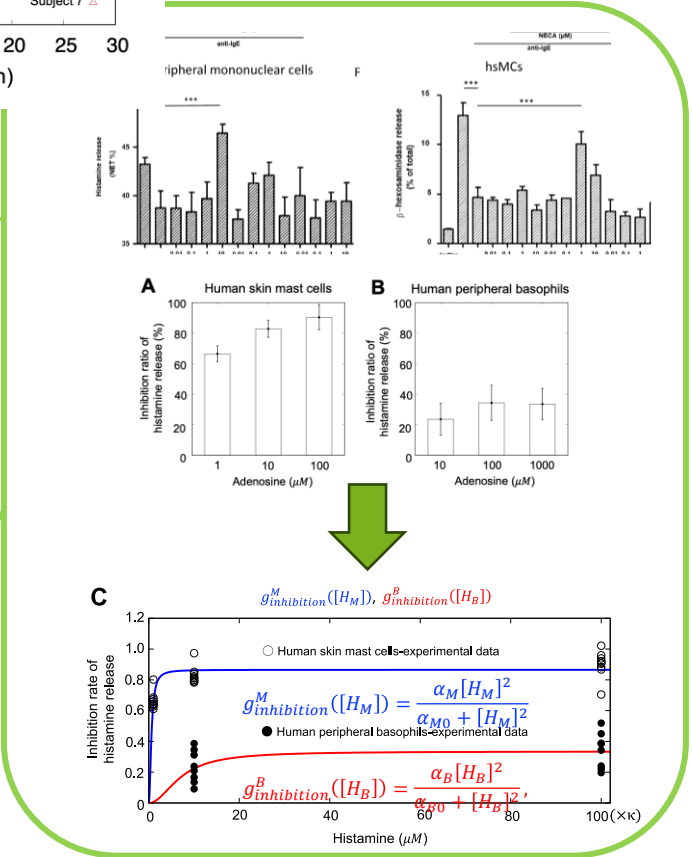
New CSU Model

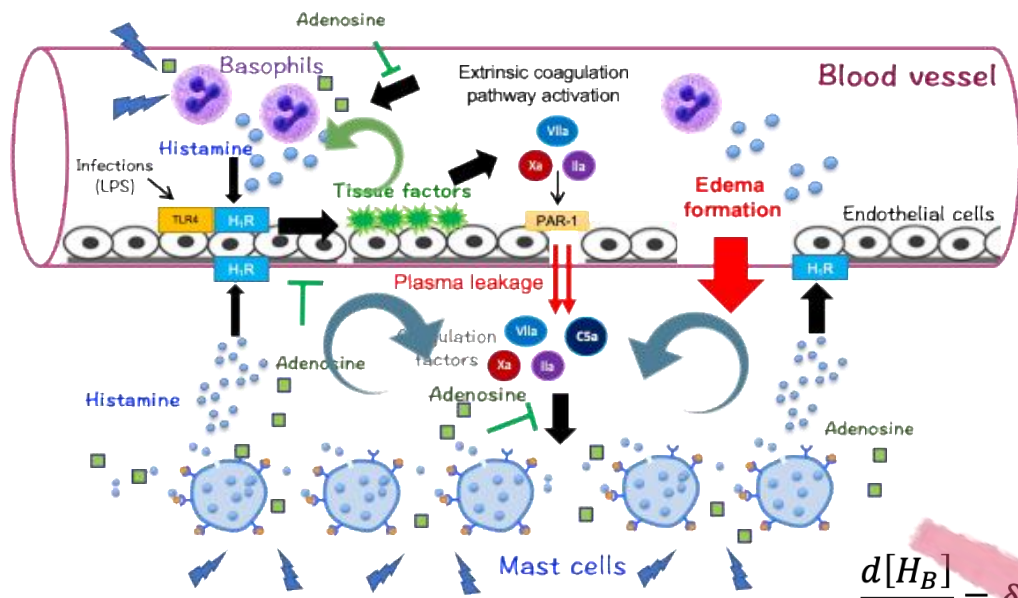
$$\frac{d[H_B]}{dt} = \delta_B + \gamma_B[TF]\chi_B(\mathbf{x}, t) \left(1 - \frac{\alpha_B[H_B]^2}{\alpha_{B0} + [H_B]^2}\right) - \mu_B[H_B]$$

$$\frac{d[TF]}{dt} = \delta_T + \frac{\gamma_T([H_B] + [H_M])}{\gamma_{T0} + [H_B] + [H_M]} \left(1 - \frac{\alpha_T([H_B] + [H_M])^2}{\alpha_{T0} + ([H_B] + [H_M])^2}\right) - \mu_T[TF]$$

$$\frac{\partial[C]}{\partial t} = D_C \nabla^2 C + \frac{\gamma_C}{1 + \exp[-\beta([TF] - T_{sw})]} - \mu_C[C]$$

$$\frac{\partial[H_M]}{\partial t} = D_M \nabla^2 [H_M] + \delta_M + \gamma_M[C]\chi_M(\mathbf{x}, t) \left(1 - \frac{\alpha_B[H_M]^2}{\alpha_{M0} + [H_M]^2}\right) - \mu_M[H_M]$$





in vitro Experiment

Mathematical Modeling

$$\frac{d[H_B]}{dt} = \delta_B + \gamma_B[TF]\chi_B(\mathbf{x}, t) \left(1 - \frac{\alpha_B[H_B]^2}{\alpha_{B0} + [H_B]^2} \right) - \mu_B[H_B]$$

$$\frac{d[TF]}{dt} = \delta_T + \frac{\gamma_T([H_B] + [H_M])}{\gamma_{T0} + [H_B] + [H_M]} \left(1 - \frac{\alpha_T([H_B] + [H_M])^2}{\alpha_{T0} + ([H_B] + [H_M])^2} \right) - \mu_T[TF]$$

$$\frac{\partial[C]}{\partial t} = D_C \nabla^2 C + \frac{\gamma_C}{1 + \exp[-\beta([TF] - T_{sw})]} - \mu_C[C]$$

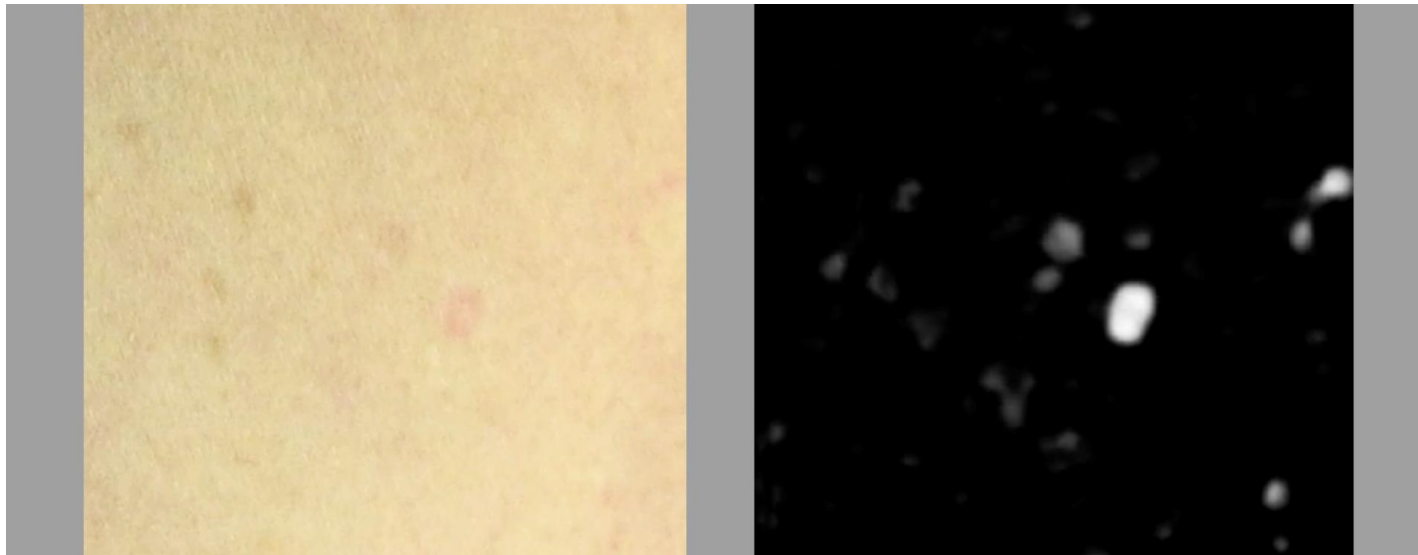
$$\frac{\partial[H_M]}{\partial t} = D_M \nabla^2 [H_M] + \delta_M + \gamma_M[C]\chi_M(\mathbf{x}, t) \left(1 - \frac{\alpha_B[H_M]^2}{\alpha_{M0} + [H_M]^2} \right) - \mu_M[H_M]$$

Clinical Data

Chronic Urticaria Patient Data by Clinical Trial (at Hiroshima University Hospital)



Real **patient** image



Segmentation of grayscale

Result by **mathematical model**



慢性蕁麻疹数理モデルの構築から

膨疹の形状の分類へ

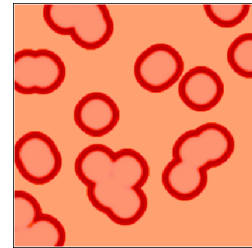
We found 5 types of wheal patterns by changing model parameters

Boundary Pattern

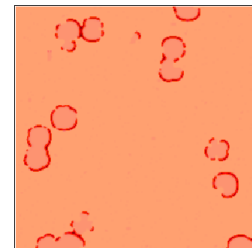
CSU Patients

in silico pattern by Mathematical Model

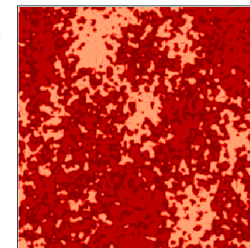
Annular



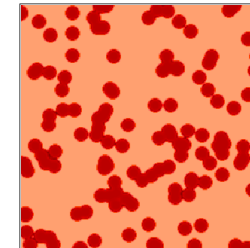
Broken-annular



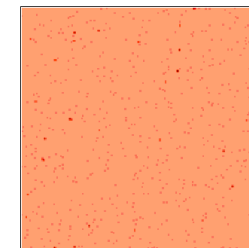
Geographic



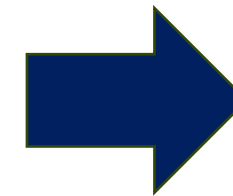
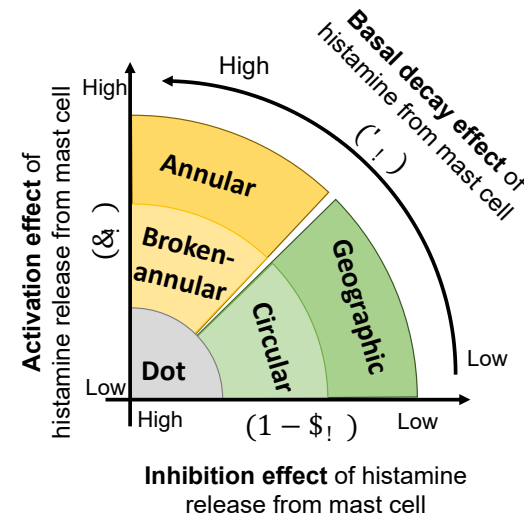
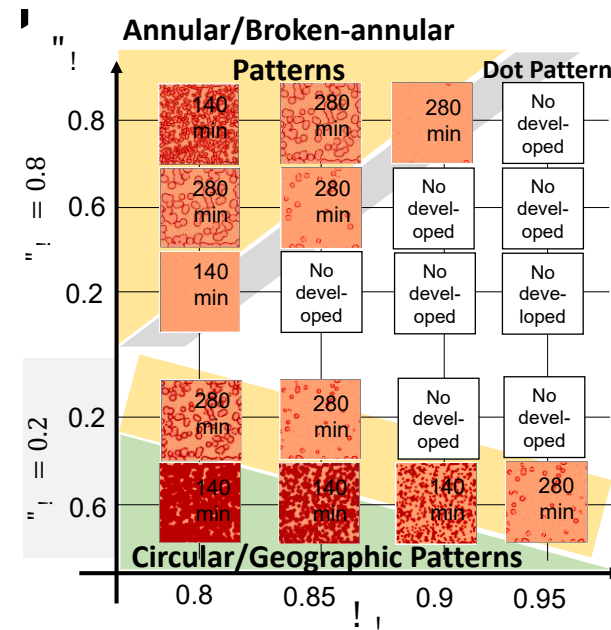
Circular



Dot



Area Pattern



これを
臨床で
検証しよう！

数理モデルから
5つの模様のタイプが
よくみられることを発見

We clinically confirmed 5 types of wheal patterns in 105 CSU patients

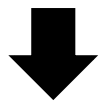
Hiroshima University Hospital

- 2000年1月1日～2022年4月15日の期間で広島大学病院で診療を受けた105人の慢性蕁麻疹患者の膨疹の写真データ収集.

(Ethical Committee for Epidemiology of Hiroshima University, Hiroshima, Japan, approval number; E2020-2388)



- EGe Criteria : 膨疹の分類基準表を作成

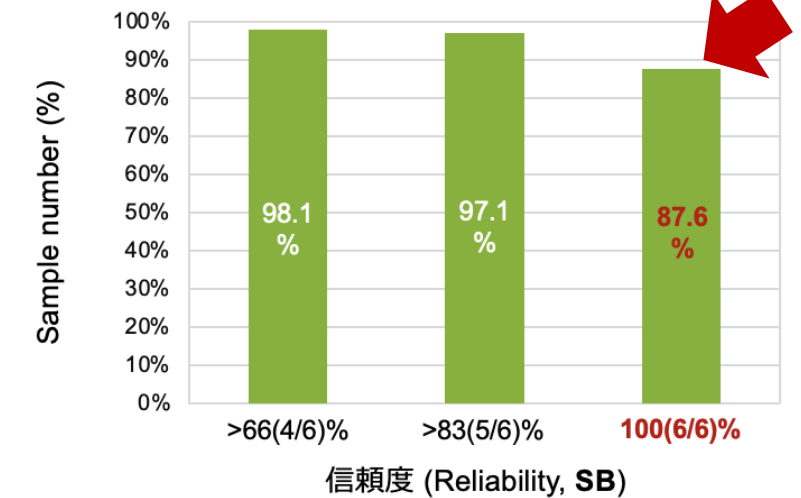


- 6人の皮膚科医が分類を実施

Criteria for classification of Eruption Geometry (EGe criteria)

Class	Clinical Feature	Type	Clinical Feature
Boundary pattern	膨疹は比較的平坦な円弧で周辺の紅斑は見られない	Annular pattern	辺縁が一つの円弧で囲まれた環状皮疹、辺縁はシャープ、複数の円弧が癒合する
		Broken-annular pattern	辺縁が複数の円弧で囲まれた花冠状、通常、複数の円弧の交点から先は皮疹を欠いて個々の円弧の連続性は途切れる
Area pattern	盛り上がり（膨疹）のみのこともあれば周囲に盛り上がりのない均一な紅斑を伴うこともある	Geographic pattern	基本単位は円形の膨疹だが、癒合傾向が強く、しばしば地図状となる
		Circular pattern	円形を基本とするが多くは正円になりきれずに断片化する。個々の皮疹は1cm以上の大きさになるが、癒合傾向が乏しい。
		Dot pattern	1cmより小さい均一な膨疹または盛り上がりのない紅斑。癒合傾向が乏しい。

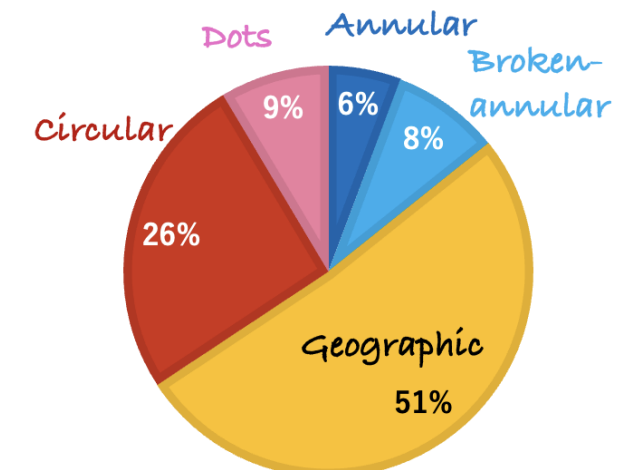
Classified ratio by EG Criteria



- We used the vote-counting method

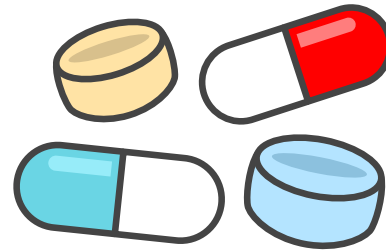
$$\text{Reliability SB} = \frac{\text{\# of doctors who selected the type in EGe criteria}}{\text{Total \# of doctors who participated in the classification}}$$

Frequency of eruption types



膨疹の形状の分類から
治療へ

How can we connect
this to **treatment** ?



Two Major Streams of Project Strategies for Treatment

Low cost & better efficacy

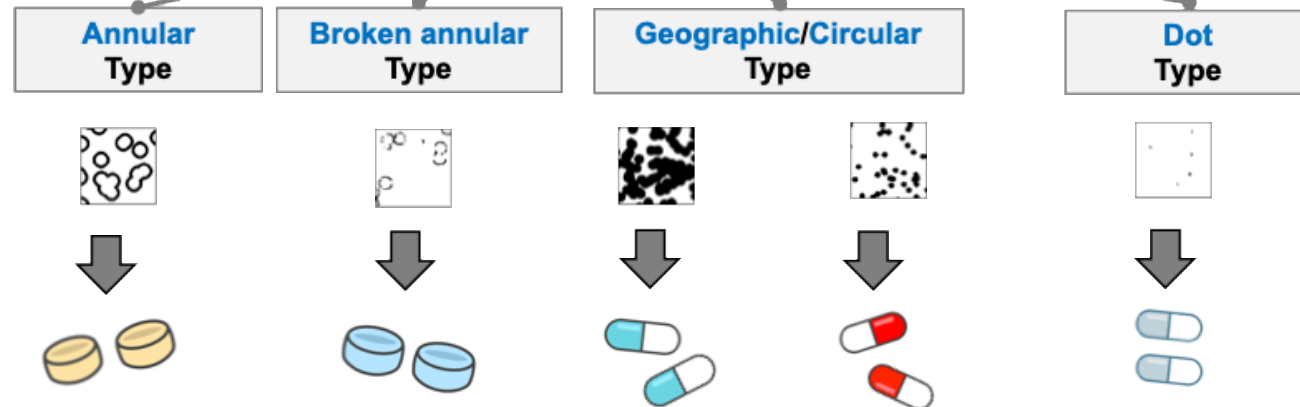
High cost & accurate efficacy

New standardized treatment

- ❑ Create a **new subtype-specific treatment** approach based on eruption morphology.
- ❑ Develop **new drugs** by classifying endotypes based on eruption morphology.

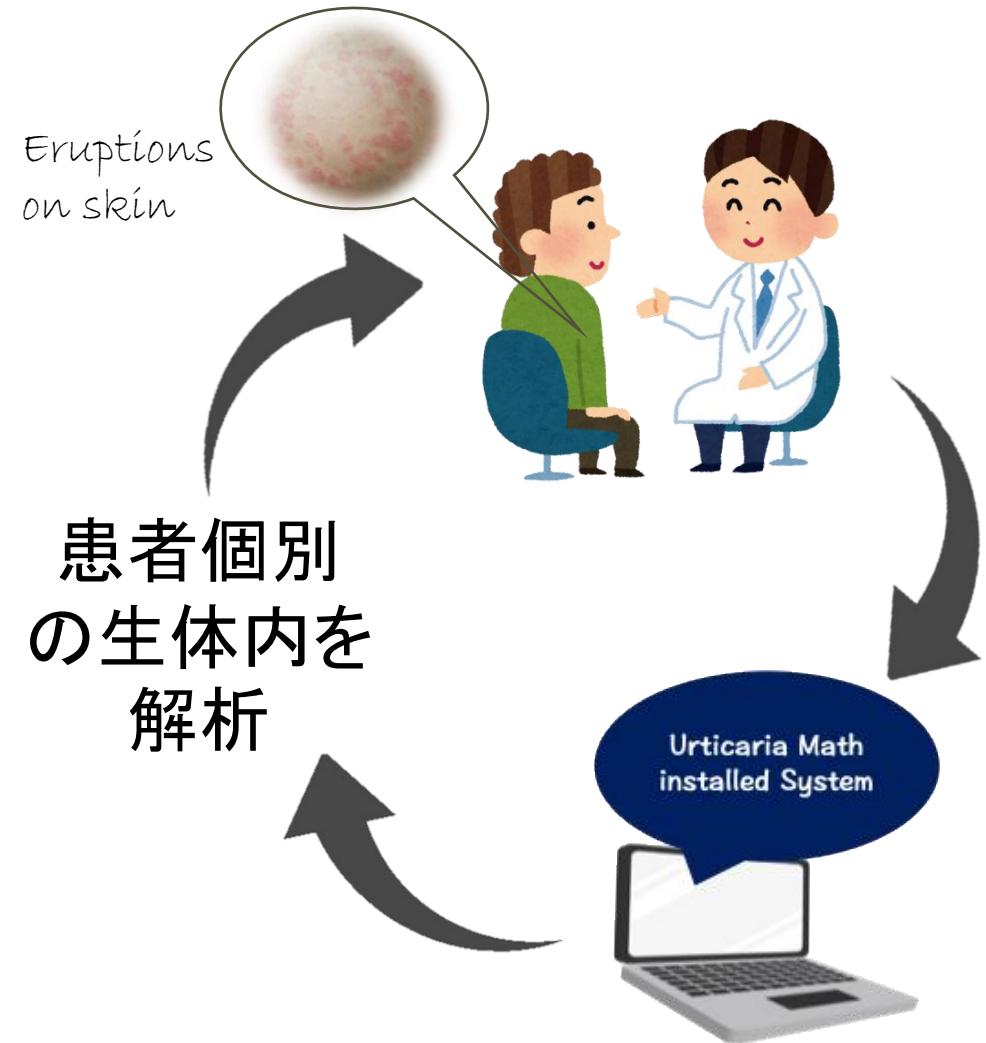
Chronic Spontaneous Urticaria

Subtype(Endotype) by eruption shapes



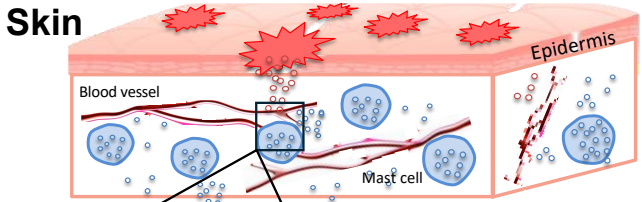
Drug efficacy depending on eruption morphology.

Personalized treatment



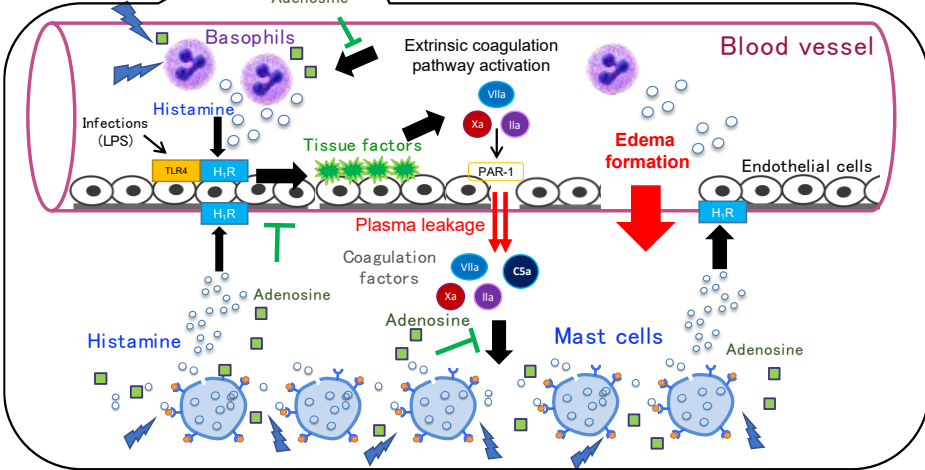
診断システム構築の流れ

Pathophysiology *in vivo*



$$\begin{aligned}\frac{d[H_B]}{dt} &= \delta_B + \gamma_B(TF)\chi_B(x,t)\left(1 - \frac{\alpha_B[H_B]^2}{\alpha_{B0} + [H_B]^2}\right) - \mu_B[H_B] \\ \frac{d[TF]}{dt} &= \delta_T + \frac{\gamma_T([H_B] + [H_M])}{\gamma_{T0} + [H_B] + [H_M]}\left(1 - \frac{\alpha_T([H_B] + [H_M])^2}{\alpha_{T0} + ([H_B] + [H_M])^2}\right) - \mu_T[TF] \\ \frac{\partial[C]}{\partial t} &= D_C \nabla^2 C + \frac{\gamma_C}{1 + \exp(-\beta([TF] - T_{th}))} - \mu_C[C] \\ \frac{\partial[H_M]}{\partial t} &= D_M \nabla^2 [H_M] + \delta_M + \gamma_M[C]\chi_M(x,t)\left(1 - \frac{\alpha_M[H_M]^2}{\alpha_{M0} + [H_M]^2}\right) - \mu_M[H_M]\end{aligned}$$

Stage I
Mathematical Model
connecting pathophysiology
with skin eruption

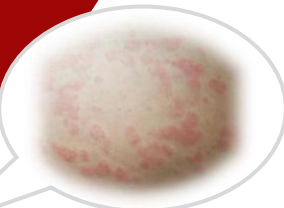
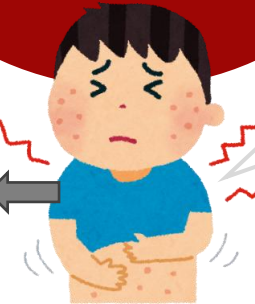
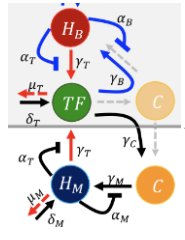


皮疹の形状から
患者の生体内を推定しよう！

in vitro
experiments
&
Clinical data

Stage III
Personalized
Treatment
and
Prediction of
drug efficacy

Stage II
Patient-Specific
Parameter inference
based on the
morphology of skin
eruptions

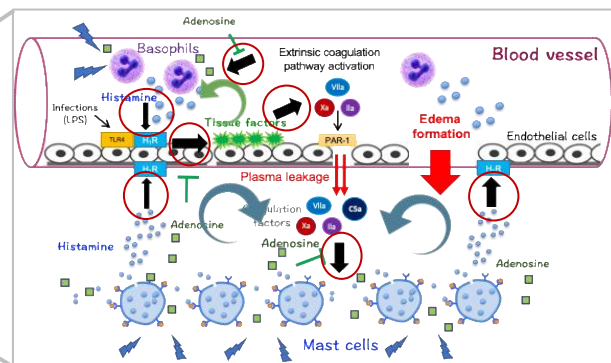


skin eruption
morphology

患者の皮疹



生体内の状態(を推定)

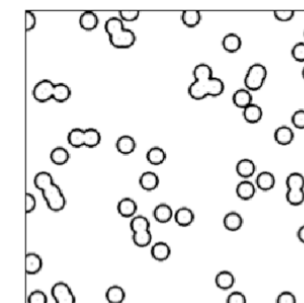


≈

数理モデルのparameter(を推定)

$$\begin{aligned}\frac{d[H_B]}{dt} &= \delta_B + \gamma_B [TF] \chi_B(x, t) \left(1 - \frac{\alpha_B [H_B]^2}{\alpha_{B0} + [H_B]^2}\right) - \mu_B [H_B] \\ \frac{d[TF]}{dt} &= \delta_T + \frac{\gamma_T ([H_B] + [H_M])}{\gamma_{TV} + [H_B] + [H_M]} \left(1 - \frac{\alpha_T ([H_B] + [H_M])^2}{\alpha_{T0} + ([H_B] + [H_M])^2}\right) - \mu_T [TF] \\ \frac{\partial[C]}{\partial t} &= D_C \nabla^2 C + \frac{\gamma_C}{1 + \exp[-\beta([TF] - \tau_{thr})]} - \mu_C [C] \\ \frac{\partial[H_M]}{\partial t} &= D_M \nabla^2 [H_M] + \delta_M + \gamma_M [C] \chi_M(x, t) \left(1 - \frac{\alpha_M [H_M]^2}{\alpha_{M0} + [H_M]^2}\right) - \mu_M [H_M]\end{aligned}$$

in silicoの皮疹



現実の皮疹とin silico上の皮疹の
類似性の定量的な評価が必要



臨床医が医療現場で形状を
認識する指標を用いる

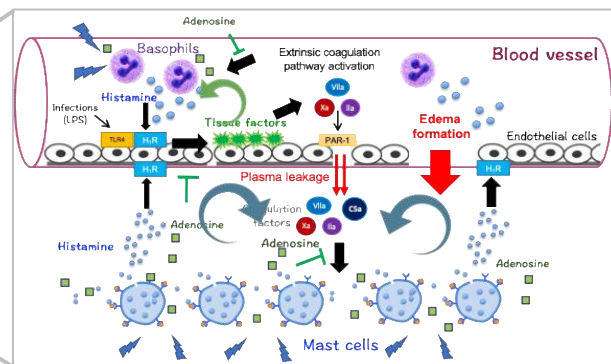
臨床医が皮疹を区別する特徴量と
数学の特徴量を一致させたい

Topological Data Analysis (位相的データ解析論)

患者の皮疹



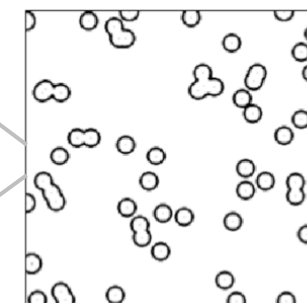
生体内の状態(を推定)



数理モデルのparameter(を推定)

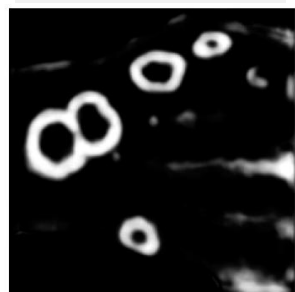
$$\begin{aligned} \frac{d[H_B]}{dt} &= \delta_B + \gamma_B(TF)\chi_B(x,t) \left(1 - \frac{\alpha_B[H_B]^2}{\alpha_{B0} + [H_B]^2}\right) - \mu_B[H_B] \\ \frac{d[TF]}{dt} &= \delta_T + \frac{\gamma_T([H_B] + [H_M])}{\gamma_{TV} + [H_B] + [H_M]} \left(1 - \frac{\alpha_T([H_B] + [H_M])^2}{\alpha_{T0} + ([H_B] + [H_M])^2}\right) - \mu_T[TF] \\ \frac{\partial[C]}{\partial t} &= D_C \nabla^2 C + \frac{\gamma_C}{1 + \exp[-\beta([TF] - \tau_{thr})]} - \mu_C[C] \\ \frac{\partial[H_M]}{\partial t} &= D_M \nabla^2 [H_M] + \delta_M + \gamma_M[C]\chi_M(x,t) \left(1 - \frac{\alpha_M[H_M]^2}{\alpha_{M0} + [H_M]^2}\right) - \mu_M[H_M] \end{aligned}$$

in silicoの皮疹



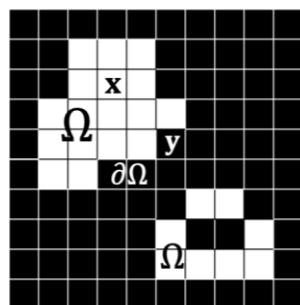
機械学習

Segmentation by Machine Learning



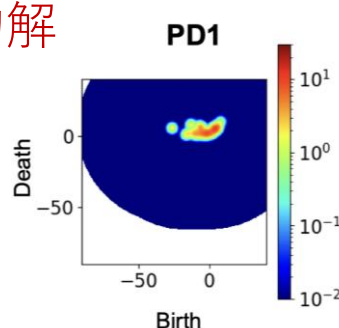
数学

Binary image → Euclidian distance

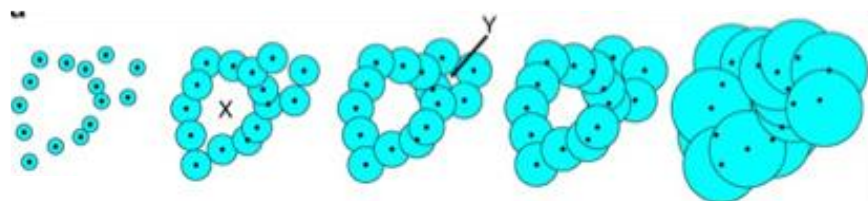


位相的解析

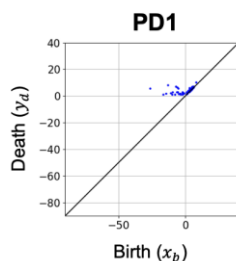
Persistent Image



形を定量化 (数値化)

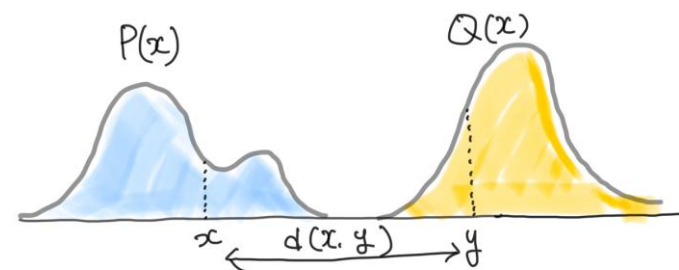


from NPG Asia Materials



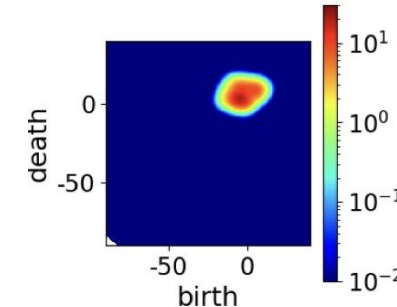
$$\rho(x, y) = \sum_{k=1}^{\ell} \arctan[C(d_k - b_k)^p] \exp\left(-\frac{(b_k - x)^2 + (d_k - y)^2}{2\sigma^2}\right)$$

数学的に類似性を比較



$$d_p(P, Q) = \inf_{\pi} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left\| \frac{X_i}{\max_{1 \leq i \leq n} \{ \|X_i\|_1 \}} - \frac{Y_{\pi(i)}}{\max_{1 \leq i \leq n} \{ \|Y_{\pi(i)}\|_1 \}} \right\|_p \right]$$

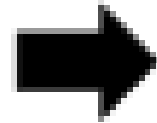
Persistent Image



System for Skin Eruption Morphology-based Parameter Inference (SEMPi system)

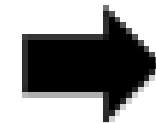
Step 1

Quantification of
Wheal Morphology
using Topological Data
Analysis (TDA)



Step 2

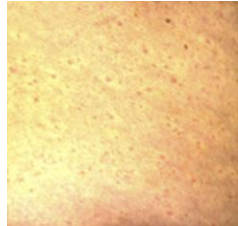
In Silico Wheals and
Parameter Repository
using Mathematical Modeling
x Machine Learning x TDA



Step 3

Similarity measure:
Retrieve the most similar in silico wheal
and its parameters to the patient's
wheal

Patient A



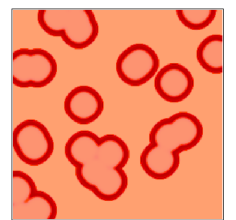
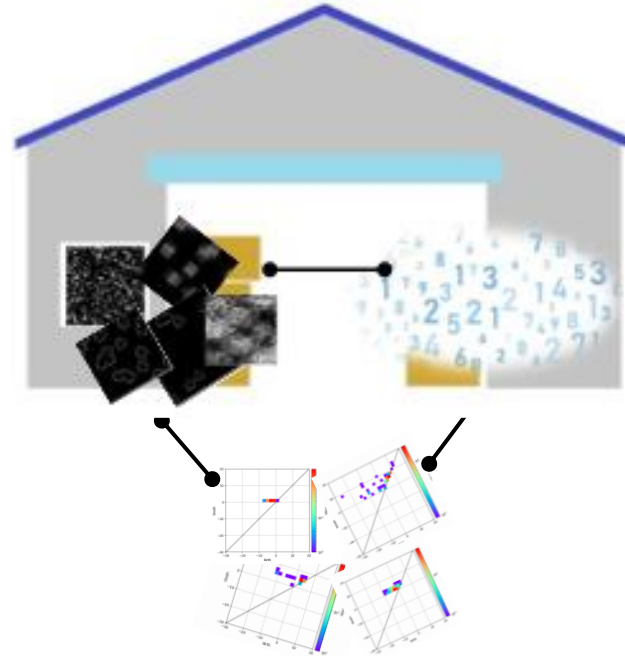
Patient B



位相的
特徴量
を抽出

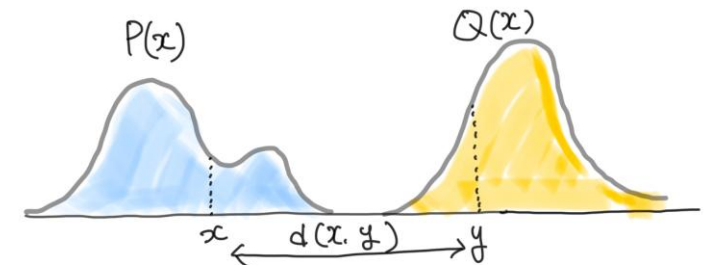


We quantify the
'shape' of wheals!

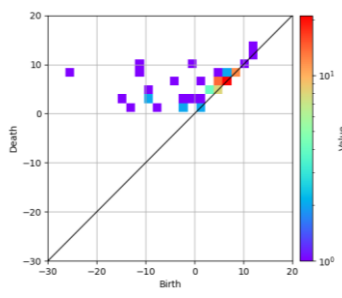
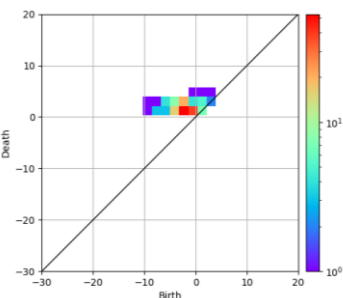


Similarity distance
(Wasserstein distance)

Distance between
Persistence Image Distributions



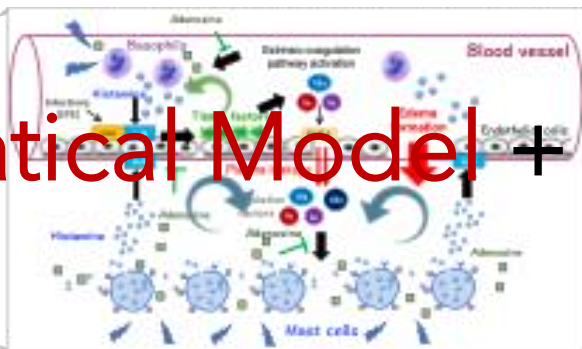
$$\begin{aligned} \frac{d[H_B]}{dt} &= \delta_B + \gamma_B[TF]\chi_B(\mathbf{x}, t) \left(1 - \frac{\alpha_B[H_B]^2}{\alpha_{B0} + [H_B]^2}\right) - \mu_B[H_B] \\ \frac{d[TF]}{dt} &= \delta_T + \frac{\gamma_T([H_B] + [H_M])}{\gamma_{T0} + [H_B] + [H_M]} \left(1 - \frac{\alpha_T([H_B] + [H_M])^2}{\alpha_{T0} + ([H_B] + [H_M])^2}\right) - \mu_T[TF] \\ \frac{\partial[C]}{\partial t} &= D_C \nabla^2 C + \frac{\gamma_C}{1 + \exp[-\beta([TF] - T_{SW})]} - \mu_C[C] \\ \frac{\partial[H_M]}{\partial t} &= D_M \nabla^2 [H_M] + \delta_M + \gamma_M[C]\chi_M(\mathbf{x}, t) \left(1 - \frac{\alpha_M[H_M]^2}{\alpha_{M0} + [H_M]^2}\right) - \mu_M[H_M] \end{aligned}$$



患者の皮疹



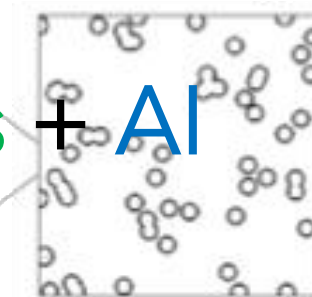
生体内の状態(を推定)



数理モデルのparameter(を推定)

$$\begin{aligned} \frac{d[H_B]}{dt} &= \delta_B + \gamma_B[TF]X_B(x, t) \left(1 - \frac{\alpha_B[H_B]^2}{\alpha_{B0} + [H_B]^2}\right) - \mu_B[H_B] \\ \frac{d[TF]}{dt} &= \frac{\gamma_T([H_B] + [H_M])}{\gamma_T + ([H_B] + [H_M])} \left(1 - \frac{\alpha_T([H_B] + [H_M])^2}{\alpha_{T0} + ([H_B] + [H_M])^2}\right) - \mu_T[TF] \\ \frac{\partial[C]}{\partial t} &= D_C \nabla^2 C + \frac{\gamma_C}{1 + \exp[-\beta([TF] - T_{thr})]} - \mu_C[C] \\ \frac{\partial[H_M]}{\partial t} &= D_M \nabla^2 [H_M] + \delta_M + \gamma_M[C]X_M(x, t) \left(1 - \frac{\alpha_M[H_M]^2}{\alpha_{M0} + [H_M]^2}\right) - \mu_M[H_M] \end{aligned}$$

in silicoの皮疹



Mathematical Model + Topological Data Analysis + AI



Annular



Broken-annular



Circular



Geographic



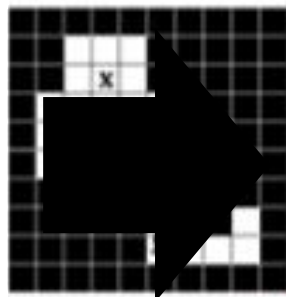
Dot



Segmentation Machine Learn

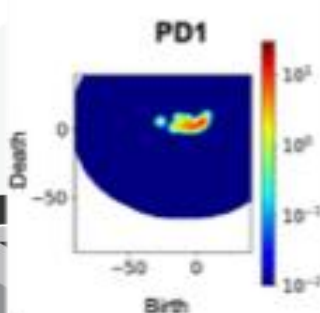


Binary image → Euclidian distance



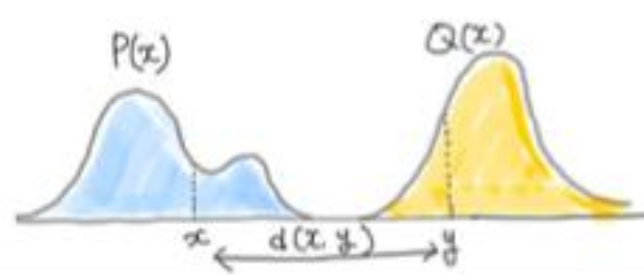
Persistent Homology

Persistent Image



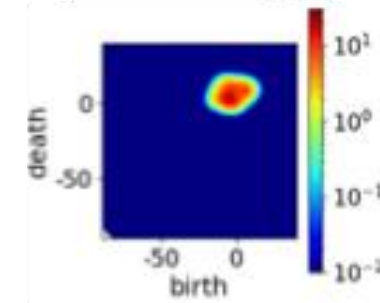
形を定量化
(数値化)

数学的に類似性を比較



$$d_p(P, Q) = \inf_{\pi} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left\| \frac{X_i}{\max_{1 \leq i \leq n} \{\|X_i\|_1\}} - \frac{Y_{\pi(i)}}{\max_{1 \leq i \leq n} \{\|Y_{\pi(i)}\|_1\}} \right\|_p \right]$$

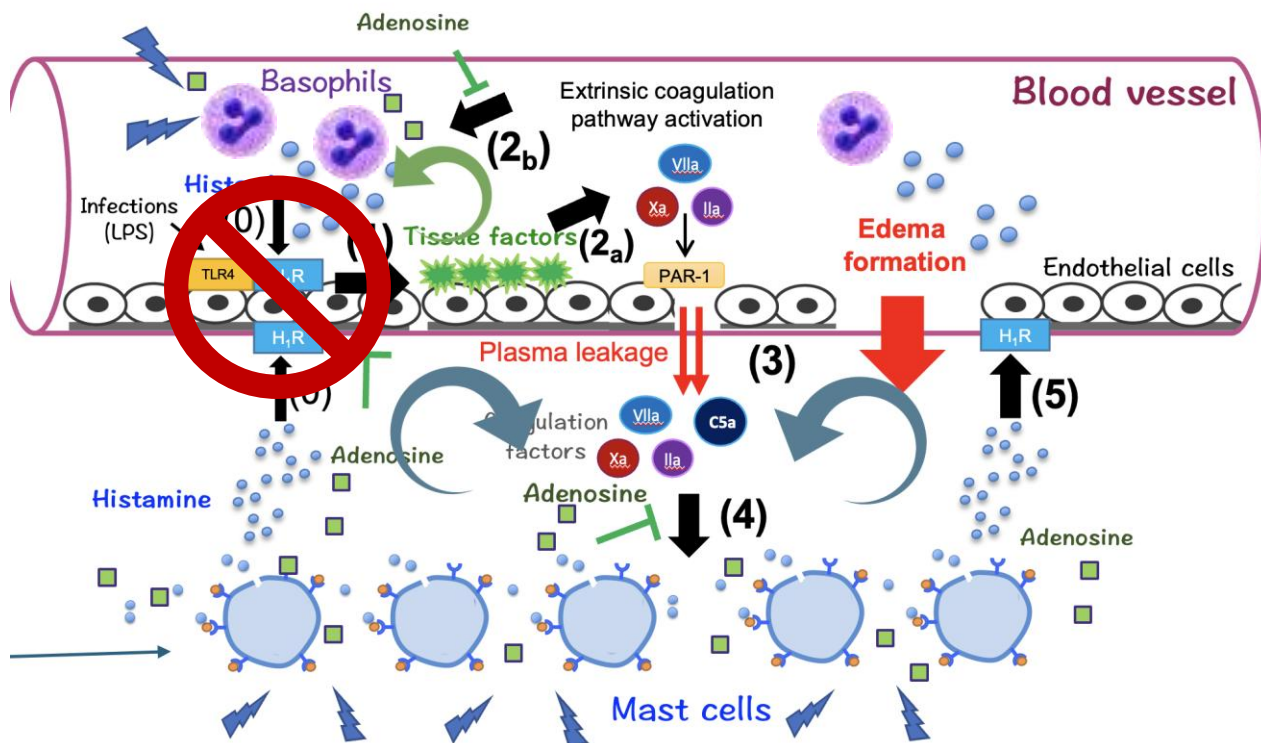
Persistent Image



$$\tan[C(d_k - b_k)^p] \exp\left(-\frac{(b_k - x)^2 + (d_k - y)^2}{2\sigma^2}\right)$$

k=1

H1-antihistamine



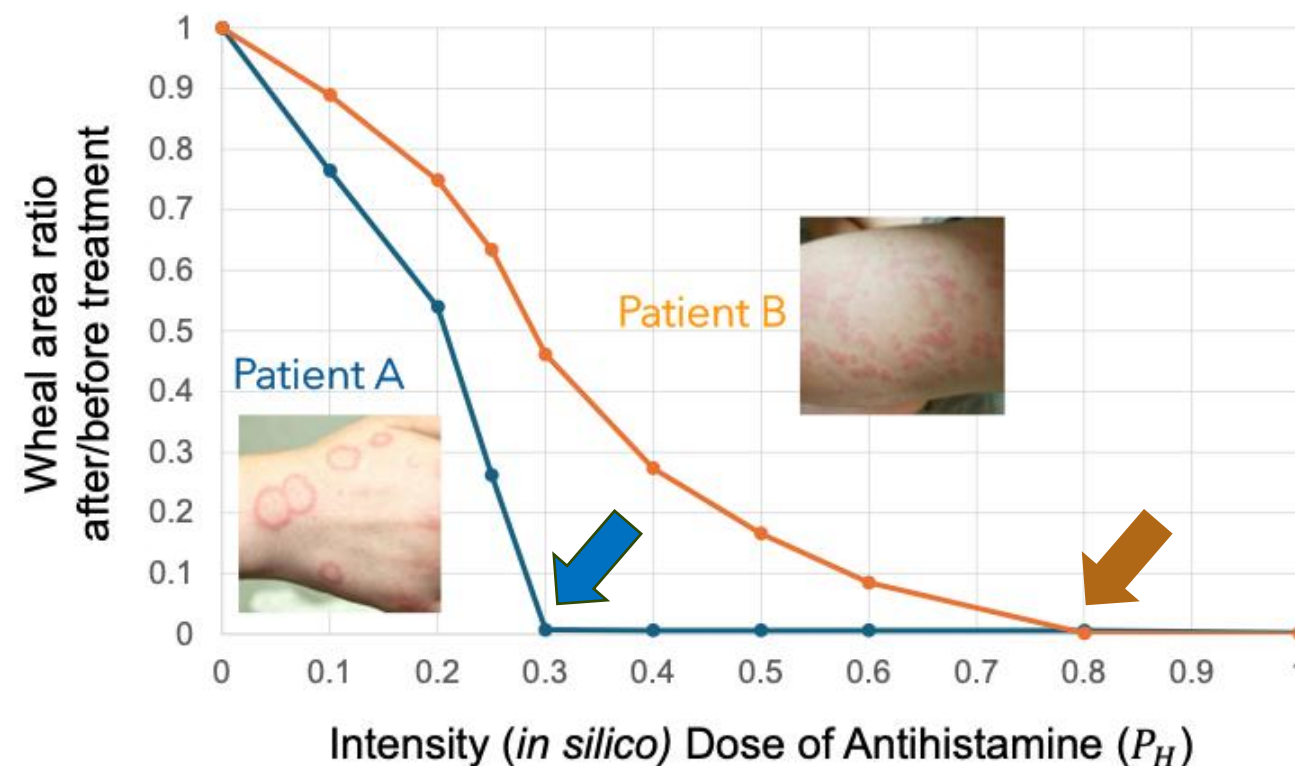
Patient-A



Patient-B



H1抗ヒスタミン薬
e.g., Levocetirizine



$$\text{Wheal area index} = \frac{\text{Total Wheal area after treatment}}{\text{Total Wheal area before treatment}}$$

患者Aでは、低用量のH1抗ヒスタミン薬で十分な効果が得られる可能性がある。一方、患者Bでは、より高用量の投与や、別の治療法が必要となる可能性がある。

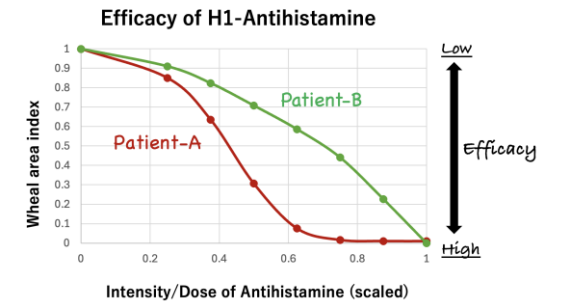
診断システムの実装のイメージ図

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

Skin **Eruption Shape-Based** Diagnosis & Treatment

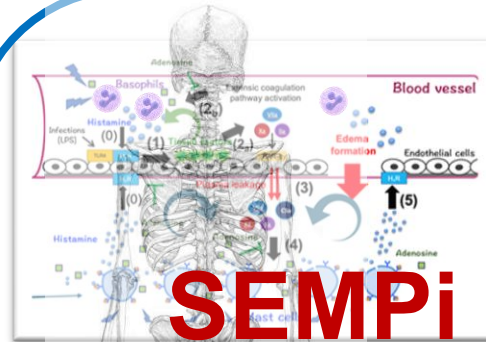
This system can be generalized to test the efficacy of any drug.

Prediction of drug efficacy



Support doctor's decision

Patient-specific
treatment
&
Evaluation of drug
efficacy



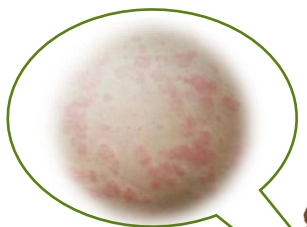
SEMPi system

$$\begin{aligned}\frac{d[H_B]}{dt} &= \delta_B + \gamma_B [TF] \chi_B(\mathbf{x}, t) \left(1 - \frac{\alpha_B [H_B]^2}{\alpha_{B0} + [H_B]^2}\right) - \mu_B [H_B] \\ \frac{d[TF]}{dt} &= \delta_T + \frac{\gamma_T ([H_B] + [H_M])}{\gamma_{T0} + [H_B] + [H_M]} \left(1 - \frac{\alpha_T ([H_B] + [H_M])^2}{\alpha_{T0} + ([H_B] + [H_M])^2}\right) - \mu_T [TF] \\ \frac{\partial [C]}{\partial t} &= D_C \nabla^2 C + \frac{\gamma_C}{1 + \exp[-\beta([TF] - T_{sw})]} - \mu_C [C] \\ \frac{\partial [H_M]}{\partial t} &= D_M \nabla^2 [H_M] + \delta_M + \gamma_M [C] \chi_M(\mathbf{x}, t) \left(1 - \frac{\alpha_M [H_M]^2}{\alpha_{M0} + [H_M]^2}\right) - \mu_M [H_M]\end{aligned}$$

Urticaria Math
installed
System



Eruptions on skin



新技術の特徴・従来技術との比較

【従来技術】

- 皮疹形状は、医師の視診による参考所見、又はAIによる画像分類の対象にとどまる。
- 形態の違いが、どのような病態ネットワークを反映するかは説明できない。
- 患者ごとの治療応答を治療前に予測することは困難である。

【本技術】

- 皮疹の「形」を、体内の病態ネットワークを推定するための数理的・臨床医学的情報として利用する。
- 数理モデル、臨床皮疹画像、in vitro実験、位相的データ解析、AIを統合し、形態から病態を解釈可能な形で推定する。
- 膨疹の5型分類、endotype分類、患者別の病態推定、薬剤応答予測へ展開できる。

想定される用途

- 皮疹画像に基づく患者別病態推定・診断支援システム
- 既存薬・新規候補薬の作用機序に応じたin silico薬効評価
- 患者別の治療応答予測と治療選択支援
- 慢性蕁麻疹における標的探索・創薬開発支援

実用化に向けた課題

- 臨床データの補充とシステムの精度強化

- ✓ 多施設・多様な患者群による臨床皮疹画像および治療経過データの収集
- ✓ 病態推定・治療応答予測モデルの外部検証と精度向上
- ✓ 撮影条件や画像品質の違いに対応する画像解析手法の標準化
- ✓ 診療フローに適合した診断支援ソフトウェアとしての実装・評価

社会実装への道筋

時期	取り組む課題・明らかにする原理	社会実装への取り組み
基礎研究	・膨疹形状と病態ネットワークを結ぶ数理モデルを構築 ・105名の患者画像により膨疹5型分類を検証	・客観的な膨疹分類基準を作成 ・治療支援システムを特許出願
現在	・皮疹画像から病態パラメータを推定する原型を構築 ・薬剤応答性のin silico評価を実施	・臨床データを補充 ・企業との共同開発・PoCを検討
1-2年後	・多施設臨床画像と治療反応データで精度検証 ・医師が使いやすい入力・表示画面を改良	・医師向けデモを実施 ・医療AI/データ基盤企業と共同研究
3年後	・診断支援システムのプロトタイプ完成 ・薬効予測モデルを最適化	・医療機関で運用検証 ・ライセンス・共同開発を具体化
5年後	・医療機器プログラム化を見据えた品質管理・安全性評価 ・創薬・治験支援への展開	・診療支援サービスとして実装 ・製薬企業への薬効評価支援を展開

企業への期待

- 臨床皮疹画像・治療経過データの収集、アノテーション、前向き検証に協力できる医療・ヘルスケア企業との連携を希望
- 画像解析AI、医療機器プログラム、クラウド／スマホアプリ、セキュアな医療データ基盤を有する企業との共同開発を期待
- 抗ヒスタミン薬、生物学的製剤、新規薬剤の薬効予測、治験患者層別化、創薬支援への展開を検討する製薬企業との連携を希望
- 製品化、薬事、臨床現場での運用設計について、企業の知見を取り入れたPoC・ライセンス化を進めたい

企業への貢献、PRポイント

- 皮疹画像を診断指標へ変換することで、非侵襲的・低負担な診療支援サービスの差別化に貢献できる
- 患者別の病態推定と薬効予測により、既存薬・新規薬の適応患者選択、治験設計、創薬開発の効率化に貢献できる
- 数理モデルに基づくため、AI分類だけでは説明しにくい病態ネットワークを可視化し、医師に説明可能なシステムを提供できる
- 共同研究では、数理モデル構築、位相的データ解析、臨床検証、論文化・知財化まで一貫して支援可能

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 治療支援システムおよびプログラム
- 出願番号 : 特願2025-111616
- 出願人 : 国立大学法人京都大学
- 発明者 : 李 聖林、平賀 隆寛、石井 宙志

お問い合わせ先

国立大学法人京都大学
成長戦略本部 統括事業部 イノベーション領域

e-mail ip-med@saci.kyoto-u.ac.jp