



**免疫とは**

疫(えき)から免(まぬが)れる、すなわち、「伝染病」などから逃れることを意味している。

たとえば、麻疹(はしか)などの伝染病に一度罹患した人は、ほとんど麻疹に罹らなくなる。この現象に対し「免疫ができた」と言っている。

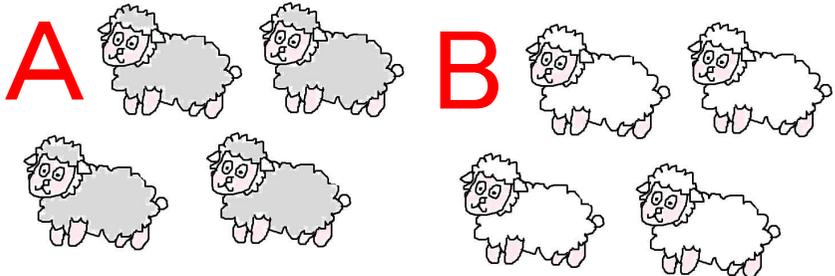
体内に侵入する病原体を攻撃して、自身を正常に保つメカニズムを免疫と称する。

**免疫の現象を、最初に学術的研究をしたのはパスツールである。**

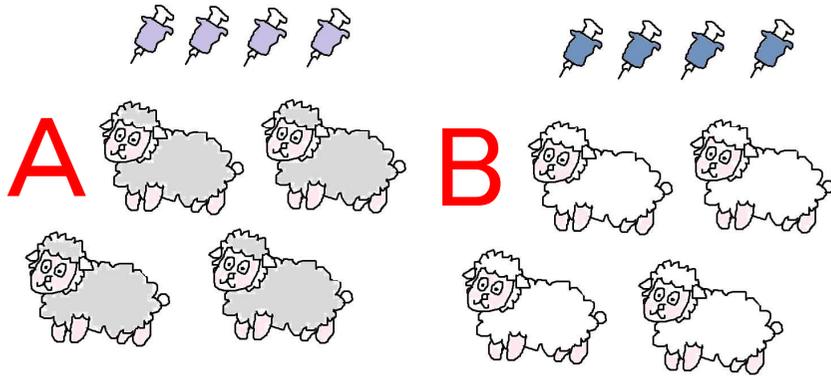


- 1846年 化学博士号取得
- 1848年 光学異性体の現象を発見。
- 1861年 自然発生説との論争に勝利する。
- 1865年 低温殺菌法を開発する。
- 1867年 脳卒中で倒れる。左片麻痺。
- 1879年 弱毒化細菌ワクチンを開発する。
- 1881年 弱毒化炭疽菌ワクチン大規模実験。
- 1885年 弱毒化狂犬病ワクチンの実用化。
- 1888年 パスツール研究所を開所。
- 1895年 死亡

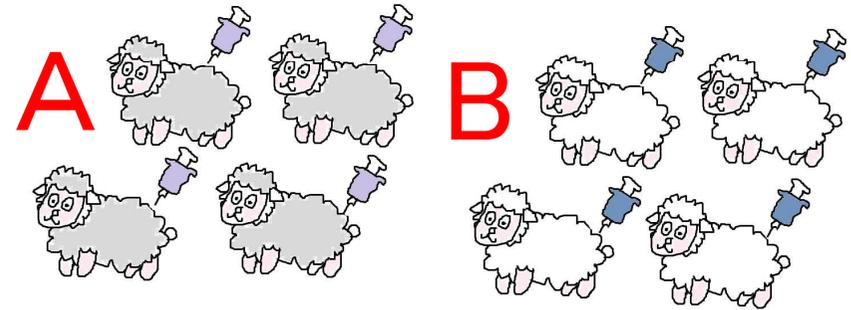
1883年頃の大規模実験。  
成長も同程度で、健康な羊100頭を準備した。  
50頭ずつ2つの群に分け、  
A群を対照群、B群を実験群とした



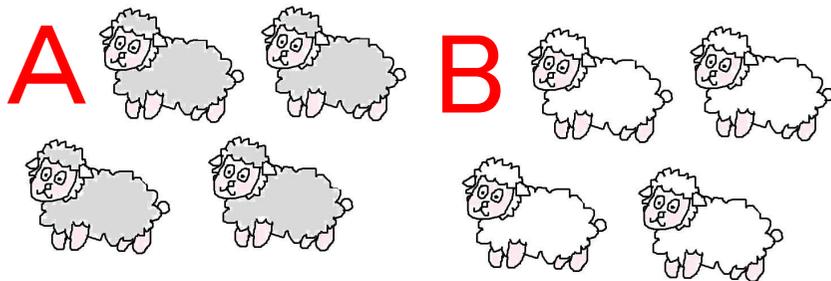
A群には生理食塩水を入れ、  
B群には弱毒化処理の狂犬病ワクチンを入れた。



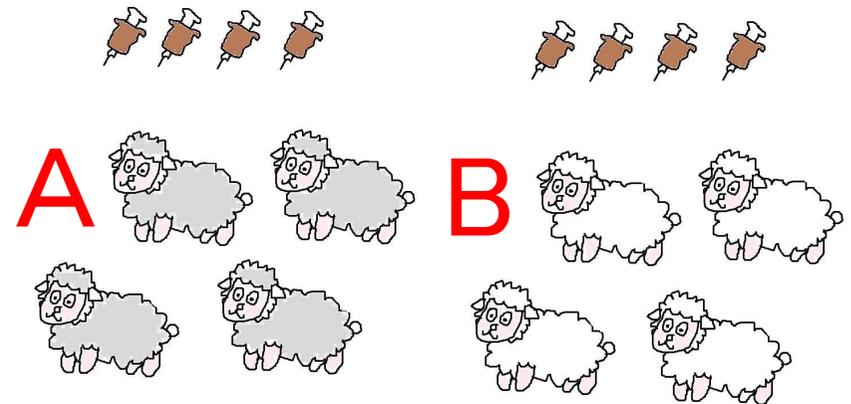
この様子は、報道機関の目の前で、  
同時に行われた。



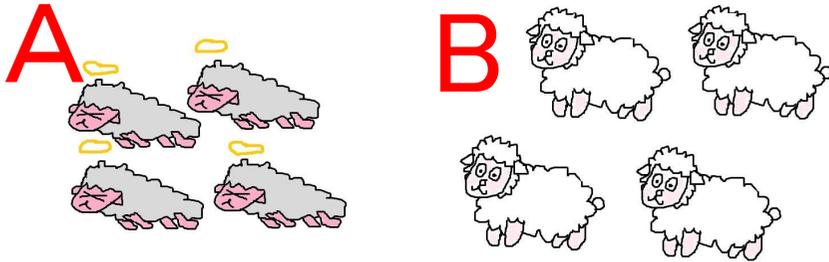
数日後、A群・B群に不健康な羊が  
いないことを確認した。



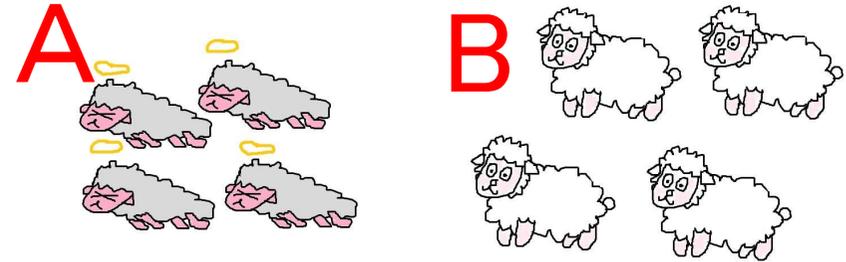
A群・B群、全て同量の狂犬病羊の体液を注入した。



A群の羊が全て、狂犬病を発症して死亡した。  
B群の羊は、すべて生存した。



この大規模実験により、病原体に対する生体防御として免疫現象が存在し、ワクチンにより発症を免れることができる  
として、世界中からパスツール研究所に患者が集まった。



パスツールの大規模実験の120年前に、種痘を行った事で偉人とされるジェンナーは、人体を使つての種痘法を確立した。

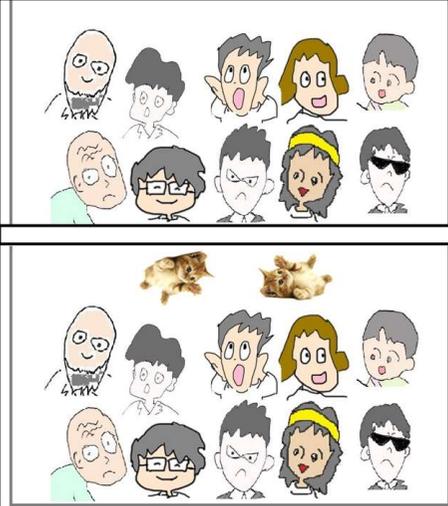
しかし、免疫現象の存在や考察を全く行つておらず、種痘法を開発したというレベルで終わっている。

さらに、人体実験を繰り返していた点から、倫理的に問題があり、医学界では科学者として扱われていない。

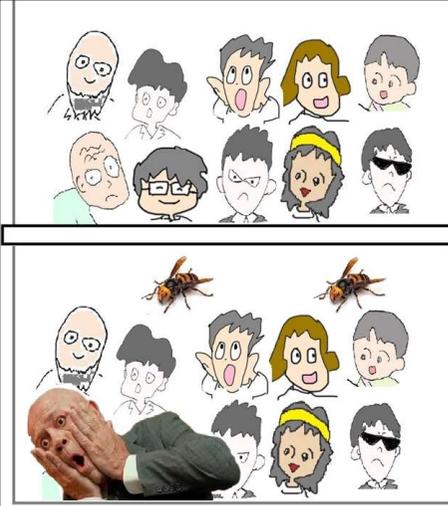


## 生体防御について

人体を一つの教室と考えると、  
上皮は教室の壁、  
細胞は生徒  
たちと考えられる。



異物として、子猫が侵入した場合、生徒たちはあまり怖がらないし、死を感じることもない。

しかし、異物として、スズメバチが侵入したとしたら、生徒たちはパニックになり死を感じるかもしれない。




免疫学的には、子猫も、スズメバチも教室にとっては異物である。

異物のことを「抗原」という。免疫学的にいうと、

子猫は**抗原性が低く**、スズメバチは**抗原性が高い**と表現する。

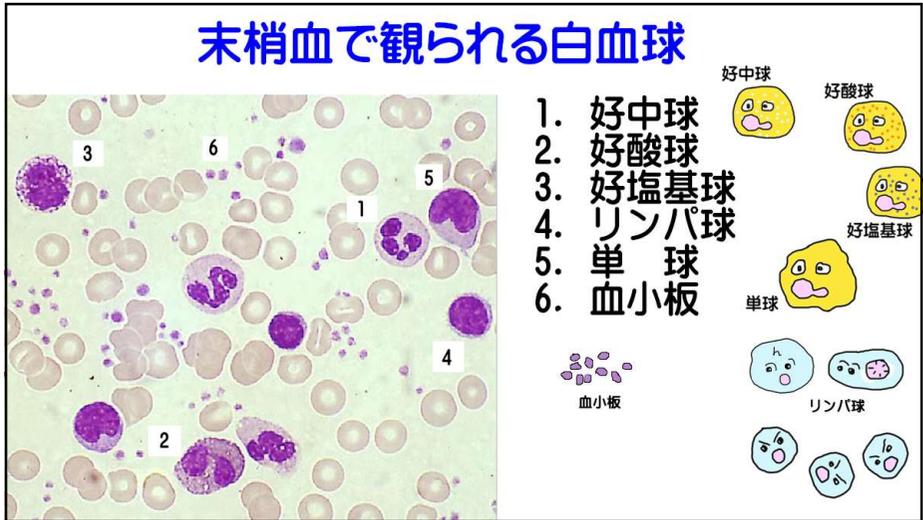
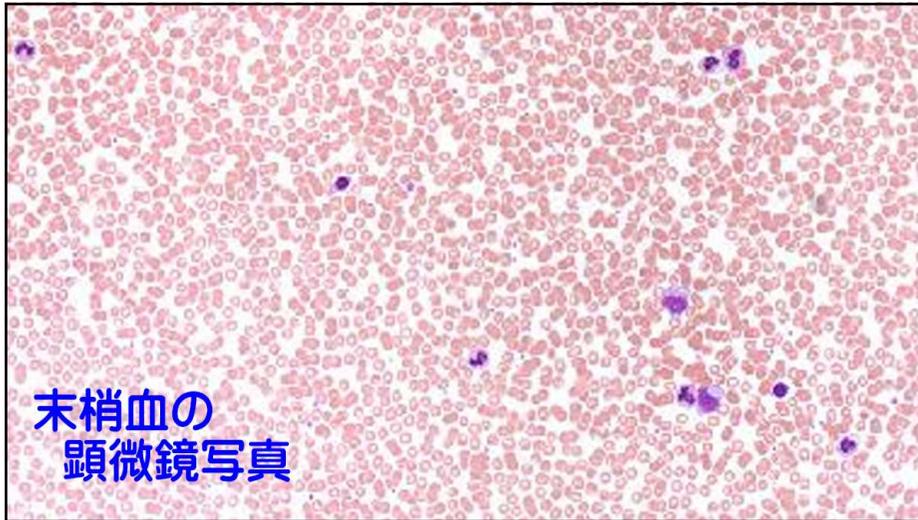
当然、抗原性の高い抗原に対して、生体はダメージを受け易く、二度目は軽微な被害になるよう防御に備える。




免疫学は、**生体防御に関する**の学問である。

生体は、**抗原に対して反応する細胞や物質**が存在する。これらに対して分子生物学的、細胞生物学的、遺伝子工学的などの面から探求が進んでいるが、未だに不明な部分が多い。





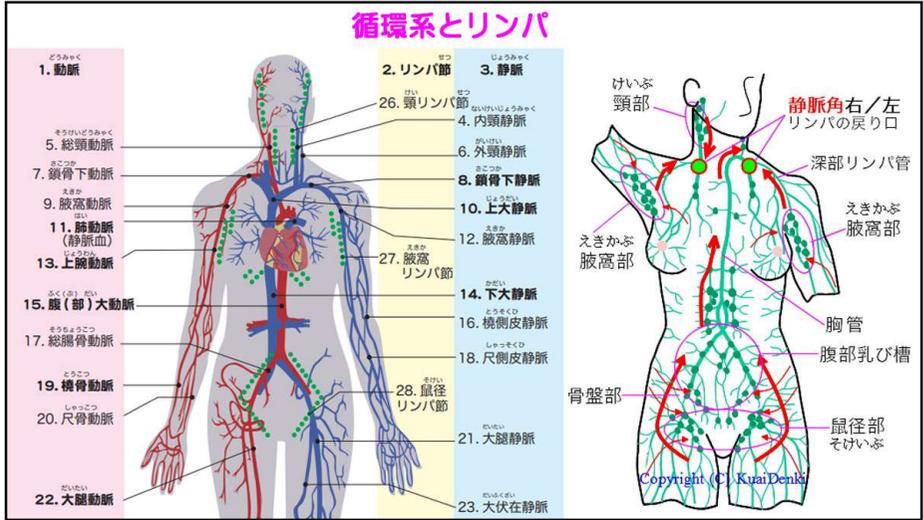
### リンパ系について

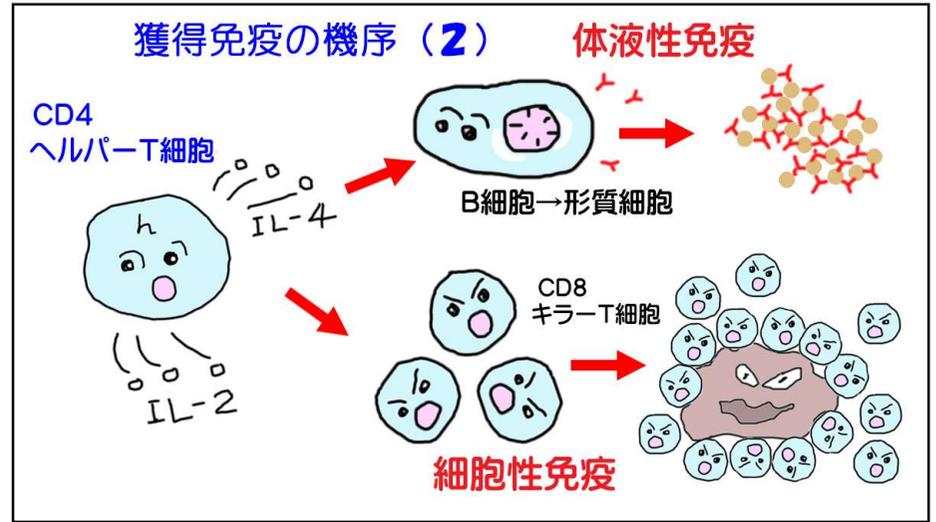
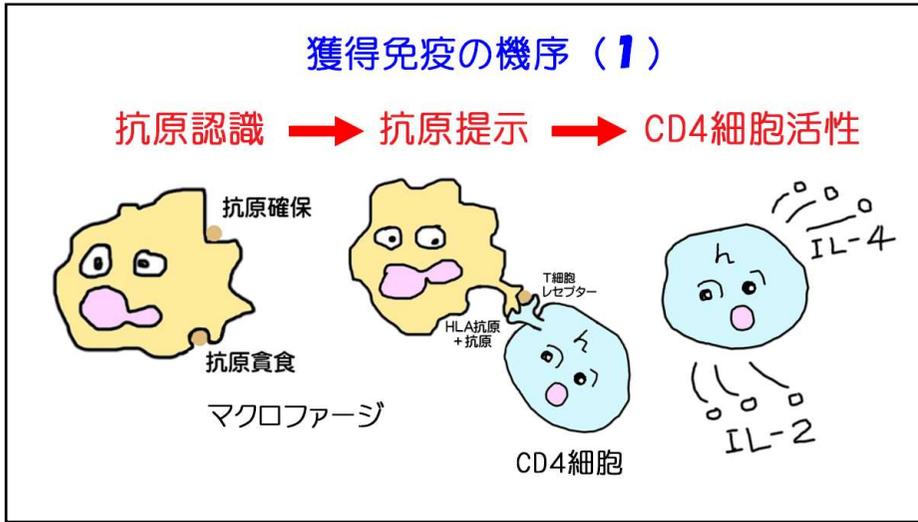
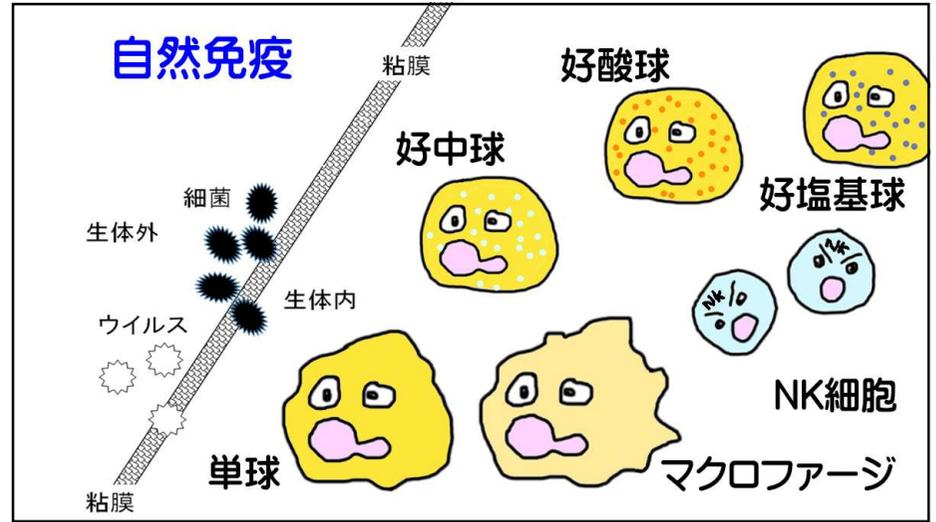
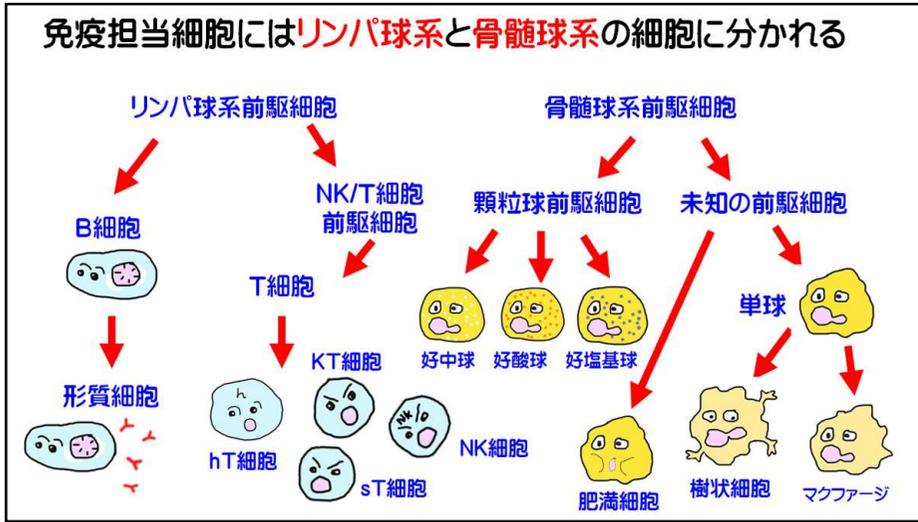
リンパ系は、胸腺、骨髄、脾臓、扁桃、虫垂、小腸内のパイエル板とともに、免疫系を構成する重要な部分。静脈系と同様に、リンパ系も全身にわたる体液の流れの経路です。リンパ系は以下の要素で構成されている。

**リンパ管**  
リンパ管は全身に分布し、毛細血管よりは太いが、ほとんど細静脈よりも細くなっている。ほとんどのリンパ管には弁が備わっており、凝固能のあるリンパ液が一方に流れるようになっている。リンパ管は全身の組織からリンパ液を排出する役割を担っている。

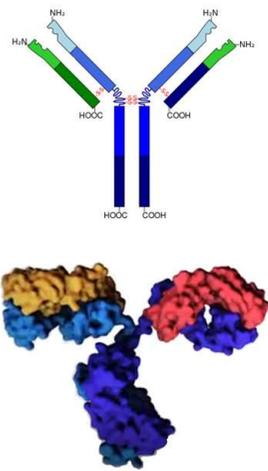
**リンパ液**  
リンパ液は、毛細血管の壁を通過して細胞間の空間に出ていく液体から作られる。その液体の大部分は毛細血管に再吸収されるが、残りはリンパ管に流れ込み、最終的に静脈に戻される。リンパ液には以下のようなものも含まれている。

- ・タンパク質、ミネラル、栄養素など、組織への栄養補給につながる物質
- ・損傷した細胞、がん細胞、細菌やウイルスなど





### 人体の抗体の種類



IgG - 最も分子量が小さく、数が多い。  
 IgA - 分泌物に多く存在する。  
 IgM - 最も分子量が大きく、反応は強力。  
 IgD - 量も少なく、不明な点が多い抗体。  
 IgE - アレルギーに関係する抗体。

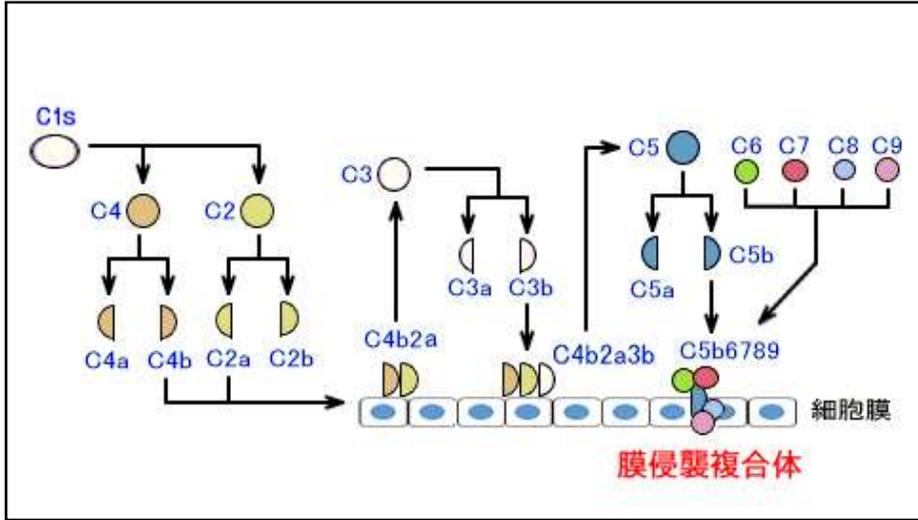
### 血清中の免疫担当物質

補体系は、感染に対する防御に役立つ酵素カスケードである。多くの補体タンパクが不活性の酵素前駆体(酵素原)として血清中に存在する;細胞表面に存在する補体タンパクもある。補体系は以下によって自然免疫と獲得免疫の橋渡しをする:

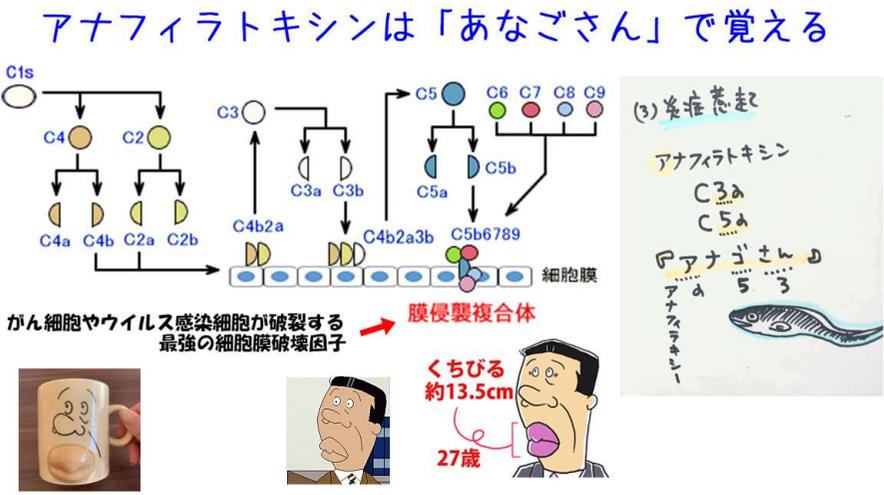
- 抗体(Ab)応答および免疫記憶の増強
- 異種細胞の溶解
- 免疫複合体およびアポトーシス細胞の除去
- その他生物学的機能

補体成分には他にも多くの免疫機能がある。

- CR1は、食作用を促進して免疫複合体の除去を助ける。
- CR2は、B細胞による抗体産生を調節する。
- CR3, CR4およびC1q受容体は、食作用に関与する。
- C3a, C5a, C4a(弱い)は、アナフィラトキシン活性を有する
- C3bは、病原性微生物を覆ってオプソニンとして働き、それによって食作用を増強する。
- C3diは、B細胞による抗体産生を増強する。
- C5aは、好中球と単球の活性を調節し、細胞接着増強、脱顆粒および細胞内酵素の放出、毒性酸素代謝物の産生、ならびに他の細胞代謝性事象の開始を引き起こす。



### アナフィラトキシンは「あなごさん」で覚える

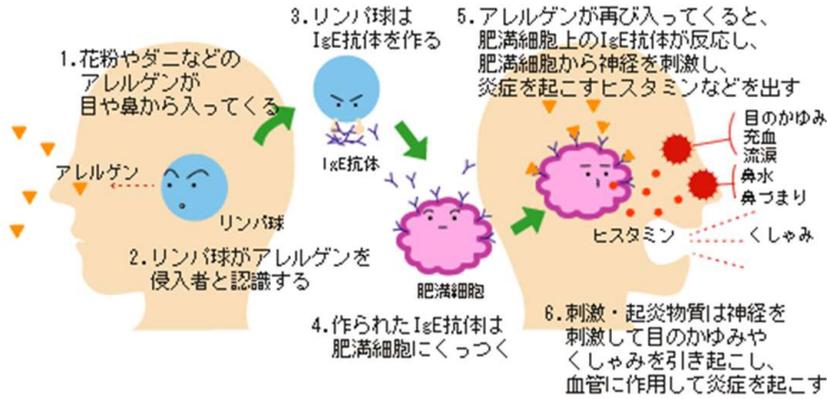


がん細胞やウイルス感染細胞が破裂する最強の細胞膜破壊因子 → 膜侵襲複合体

くちびる 約13.5cm  
27歳

(3) 魚名で覚える  
アナフィラトキシン  
C3a  
C4a  
C5a  
「あなごさん」  
あなごさん  
あなごさん

### 抗原からの防御が行き過ぎると アレルギー症状が起こる



### アナフィラキシーショックについて

アナフィラキシーとは、急性の全身性かつ重度なI型アレルギー反応の一つ。ほんの僅かなアレルゲンが生死に関わるショックを引き起こす。アナフィラキシーの症状は、IgEと他のアナフィラトキシンの反応が関与する。これらの物質は肥満細胞からヒスタミンや他の媒介物質を遊離（脱顆粒）させ、さらにヒスタミンは細動脈の血管拡張や肺の細気管支の収縮、気管支痙攣を引き起こす。

アナフィラキシーで見られる症状には以下のようなものがある。多尿、呼吸困難、低血圧、脳炎、失神、意識不明、蕁麻疹、紅潮、流涙、嘔吐、掻痒、下痢、腹痛、不安、血管性の浮腫

致死的反応となる呼吸停止・心停止までの中央値は、薬物 - 5分、ハチ - 15分、食物 - 30分との報告がある。

### アレルギーの種類

I型アレルギー	即時型	IgE抗体の働きによる反応	花粉症 気管支喘息 食物アレルギー など
II型アレルギー	自己免疫疾患	IgG抗体, IgM抗体, 補体, 貧食細胞による細胞障害 貧血型輸血反応	自己免疫性溶血性貧血 など
III型アレルギー	自己免疫疾患	抗原と抗体の複合体による反応	全身性リウマチ 慢性関節リウマチ 血清病 など
IV型アレルギー	遅延型	リンパ球（ヘルパーT細胞）による反応	T <sub>H</sub> 1反応 接触性過敏症など

※一般的には「アレルギー」は、I型とIV型を指す。

### 抗原抗体複合体はオプソニン作用で処理される

抗原と結合した抗体は、マクロファージや好中球おびき寄せ、どんどん取り込ませ、異物(抗原)を処理する役割を持っている。その貪食活性を高める作用は、抗原抗体複合体や補体との複合体がある。



### 生体防御まとめ

指揮官 (ヘルパーT細胞) hT細胞

抗原情報

スパイたち 単球

樹状細胞 マクロファージ

ていへんだ ていへんだ

細菌  
真菌  
ウイルス  
原虫  
蠕虫等寄生虫  
プリオン

マクロファージに見つからないからやりたい放題

次の作戦はどうするかな

細胞性免疫 兵隊は…武器は  
体液性免疫 兵隊は…武器は  
補体活性 兵隊は…武器は  
それとも…

### 寄生虫に対しても免疫担当細胞は活躍している。

#### IL-18による寄生虫感染防御機構

IL-18による寄生虫感染防御機構

抗原刺激 (-) + IL-12 → NK細胞, T細胞, B細胞, マクロファージ → IFN- $\gamma$  → 細胞内寄生性病原体の排除 (Leishmania major (原虫))

抗原刺激 (+) → Th1細胞

抗原刺激 (-) + IL-2 + IL-3 → NKT細胞, 好塩基球, マスト細胞 → IL-3, IL-4, IL-9 → 腸管寄生虫の排虫促進 (S. venezuelensis (線虫))

#### 好酸球の攻撃機序

Nb (幼虫) 肺

上皮細胞層

IL-33

IL-5

メモリー様 ILC2

迅速なILC2活性化 サイトカイン産生 増殖

IL-13

好酸球集積 (2日目以降)

## 次回予告

# 遺伝情報