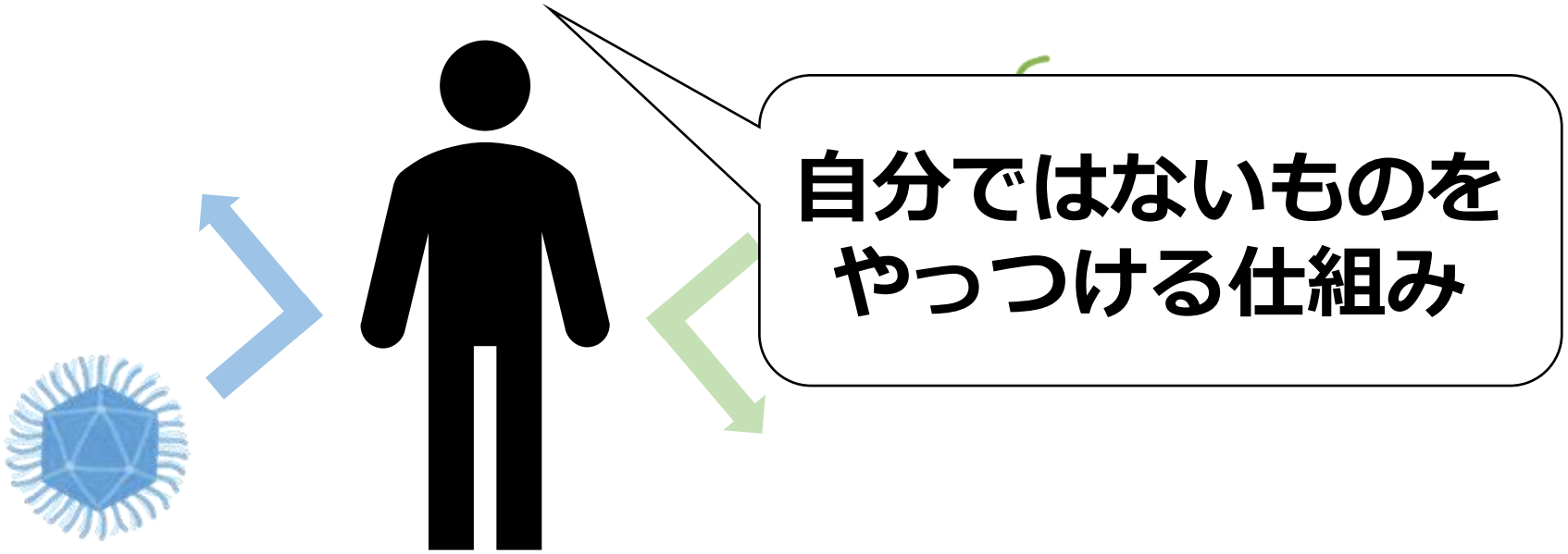
2022年度 第１回 愛知県予防接種基礎講座
2022年7月3日
On the web

15分でわかる
免疫のシステムとワクチンの働き

あいち小児保健医療総合センター
総合診療科　樋口徹

「免疫」とは…

「自己」と「非自己」を見極めて
「非自己」を排除する防衛機構



今日の目標

①自然免疫のしくみを知る
②獲得免疫のしくみを知る
③生ワクチンと不活化ワクチンの違いを知る
④ワクチンの工夫を知る
⑤ワクチン不全を知る

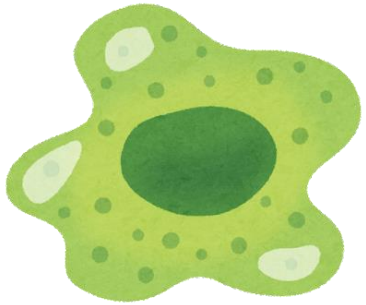
今日の目標

①自然免疫のしくみを知る
②獲得免疫のしくみを知る
③生ワクチンと不活化ワクチンの違いを知る
④ワクチンの工夫を知る
⑤ワクチン不全を知る

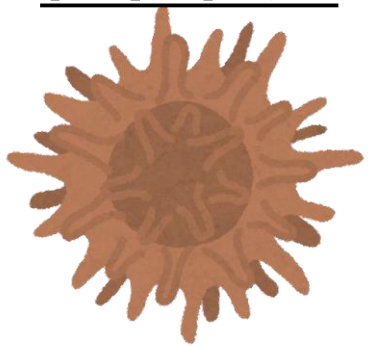
体内で活躍する細胞たち

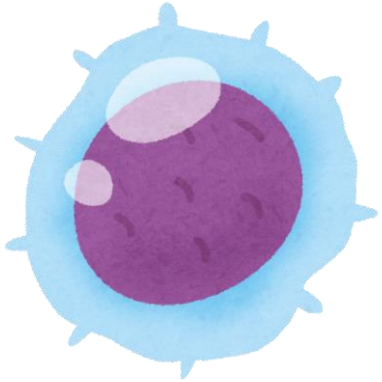
好中球

マクロファージ

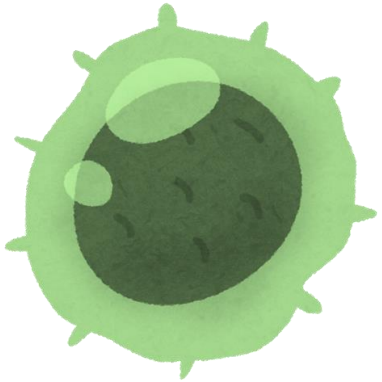


樹状細胞

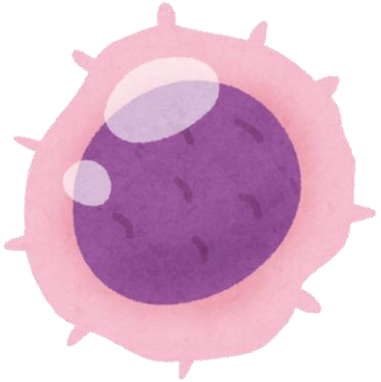




CD4＋
T細胞



CD8＋
T細胞



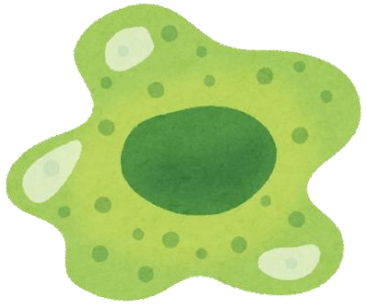
B細胞

自然免疫

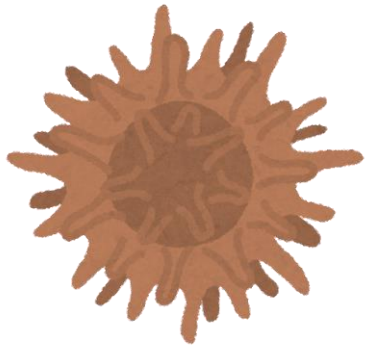
- 感染への最初の防御機構
- 反応までの時間が早い(20-30分)
- すべての病原体に作用(非特異的反応)
- 感染を繰り返しても強くならない

主に働く免疫細胞

好中球



マクロファージ



樹状細胞

自然免疫のしくみ

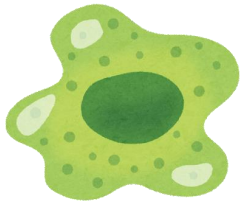
病原体

上皮細胞

貪食

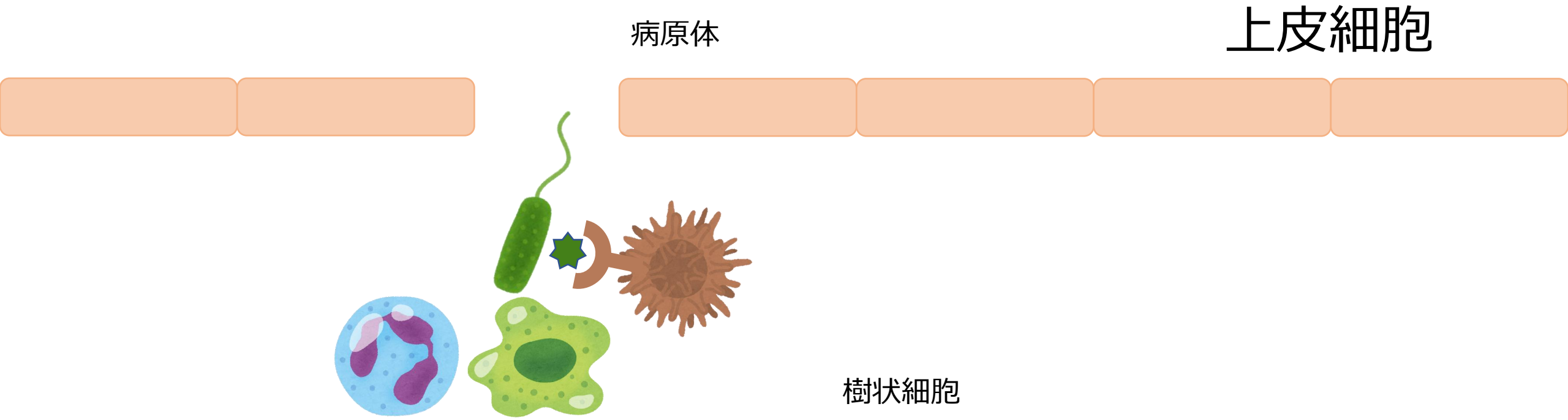
樹状細胞

好中球



マクロファージ

自然免疫のしくみ



獲得免疫の開始

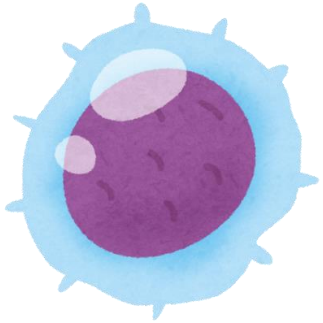
今日の目標

①自然免疫のしくみを知る
②獲得免疫のしくみを知る
③生ワクチンと不活化ワクチンの違いを知る
④ワクチンの工夫を知る
⑤ワクチン不全を知る

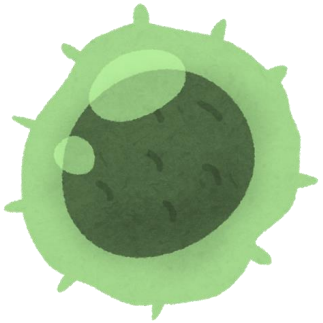
獲得免疫

- 特定の病原体に作用（特異的反応）
- 反応に時間がかかる（数日-数週間）
- 免疫の記憶が残る

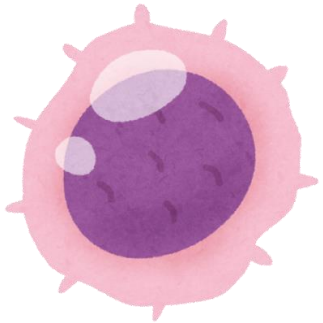
主に働く免疫細胞



CD4＋
T細胞

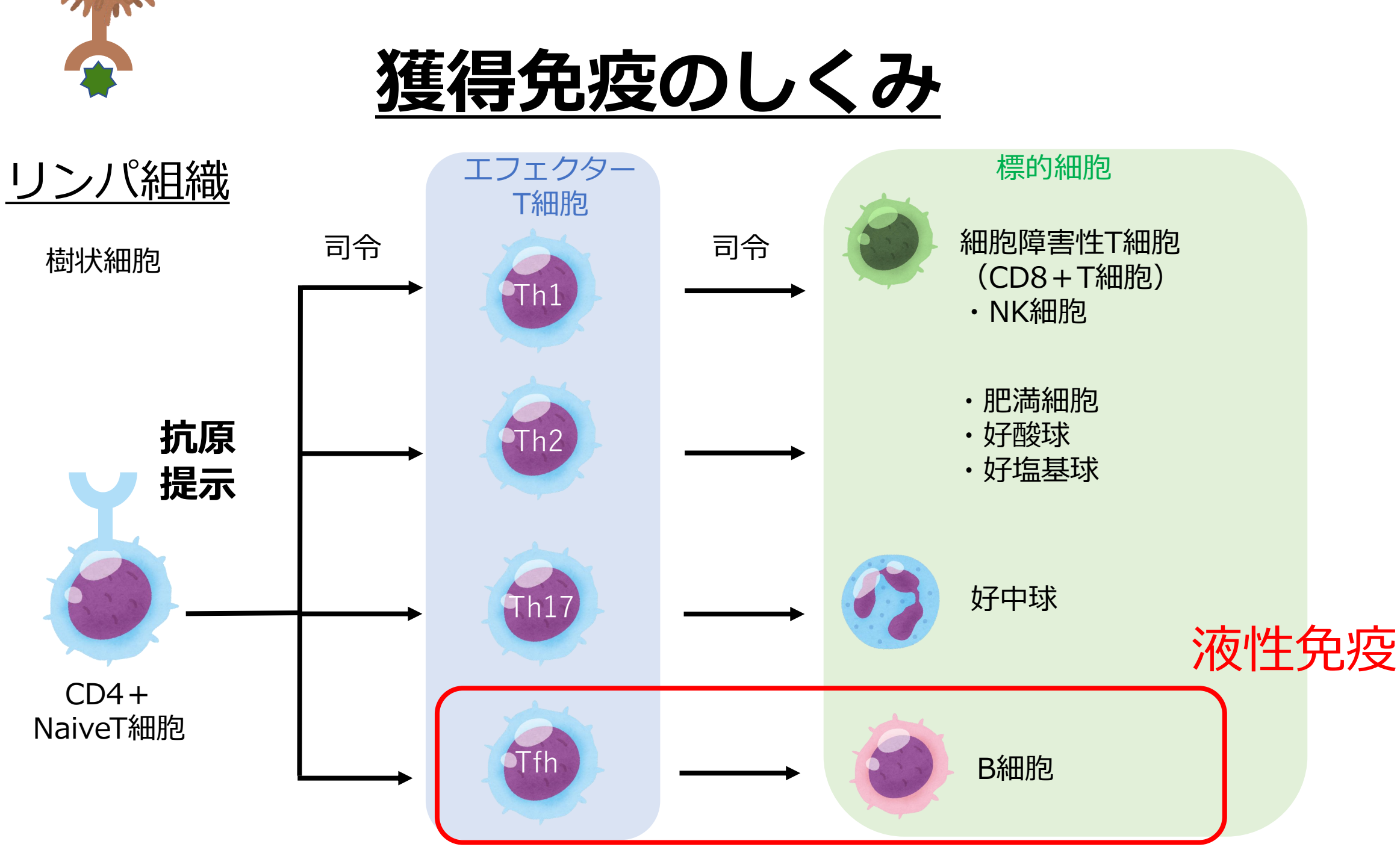


CD8＋
T細胞



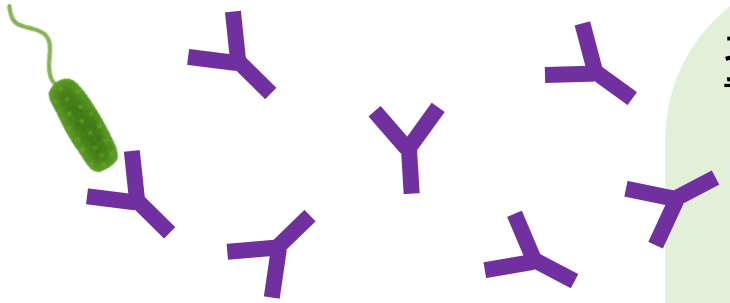
B細胞

獲得免疫のしくみ


リンパ組織
樹状細胞
抗原
提示
CD4＋
NaiveT細胞
司令
エフェクター
T細胞
Th1
Th2
Th17
Tfh
司令
標的細胞
細胞障害性T細胞
（CD8＋T細胞）
・NK細胞
・肥満細胞
・好酸球
・好塩基球
好中球
B細胞
液性免疫

液性免疫のしくみ

液性免疫≒
細菌などの細胞外で増殖する微生物に対する免疫

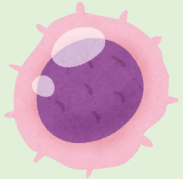


IgG抗体

抗体の役割

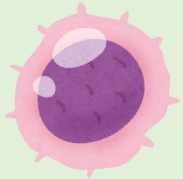
①中和抗体（ウイルスを無力化）
②オプソニン化（好中球などが貪食しやすくする）
③補体の活性化

抗体を作る



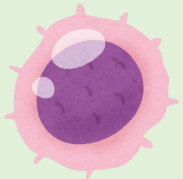
形質細胞

記憶をする



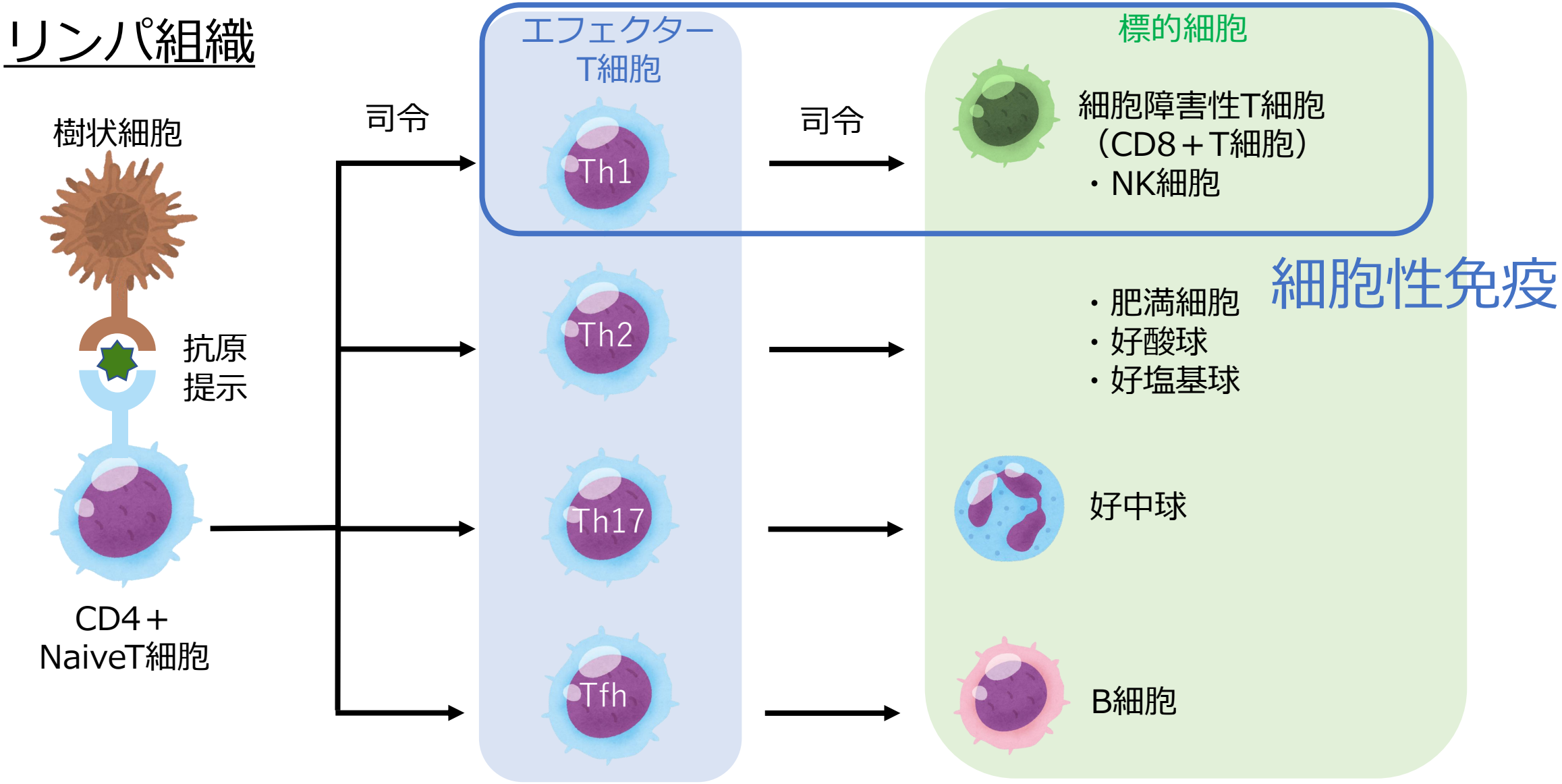
メモリーB細胞

分化

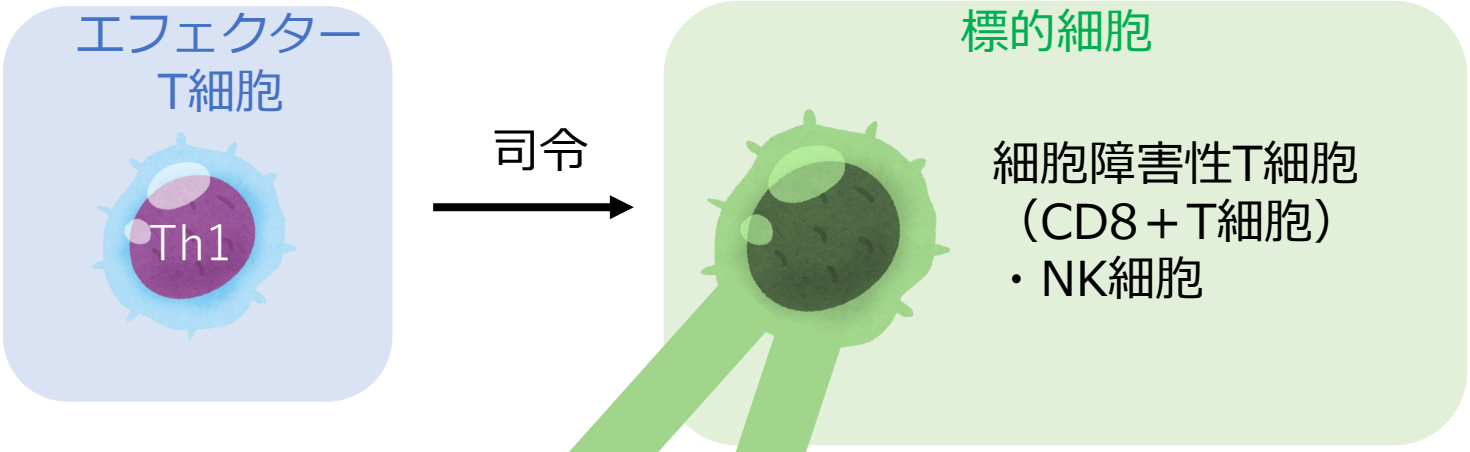


B細胞

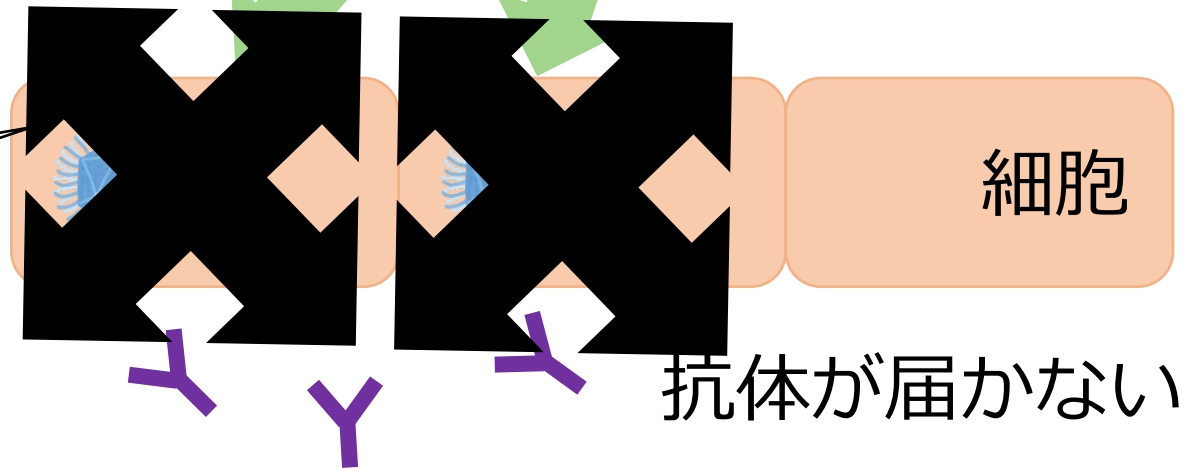
獲得免疫のしくみ


リンパ組織
樹状細胞
抗原
提示
CD4＋
NaiveT細胞
司令
エフェクター
T細胞
Th1
Th2
Th17
Tfh
司令
標的細胞
細胞障害性T細胞
（CD8＋T細胞）
・NK細胞
細胞性免疫
・肥満細胞
・好酸球
・好塩基球
好中球
B細胞

細胞性免疫のしくみ



細胞性免疫≒
細胞内で増殖する
ウイルスや細胞内寄生菌
に対する免疫



感染した細胞を
まるごと破壊！

抗体が届かない…

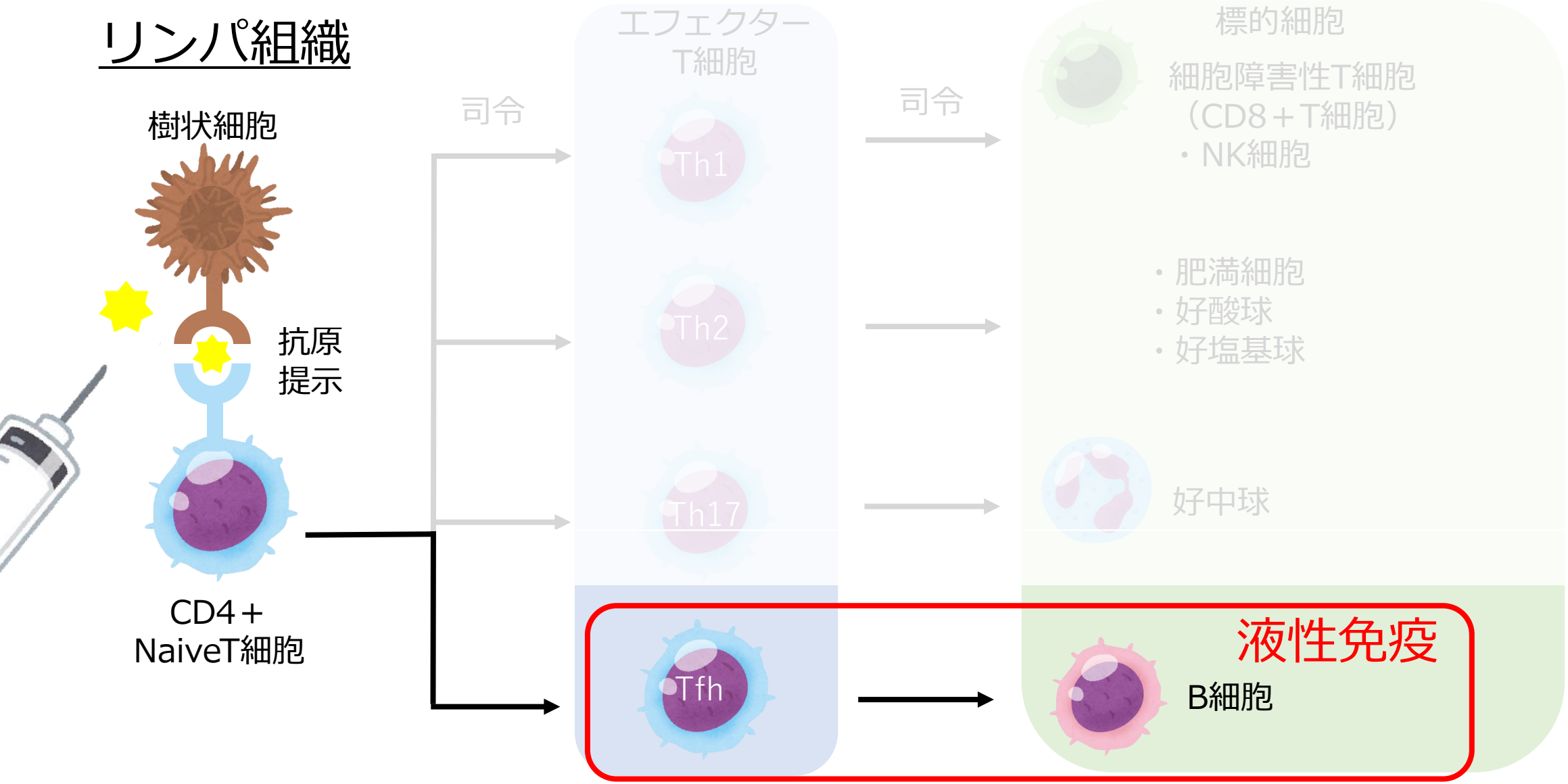
今日の目標

①自然免疫のしくみを知る
②獲得免疫のしくみを知る
③生ワクチンと不活化ワクチンの違いを知る
④ワクチンの工夫を知る
⑤ワクチン不全を知る

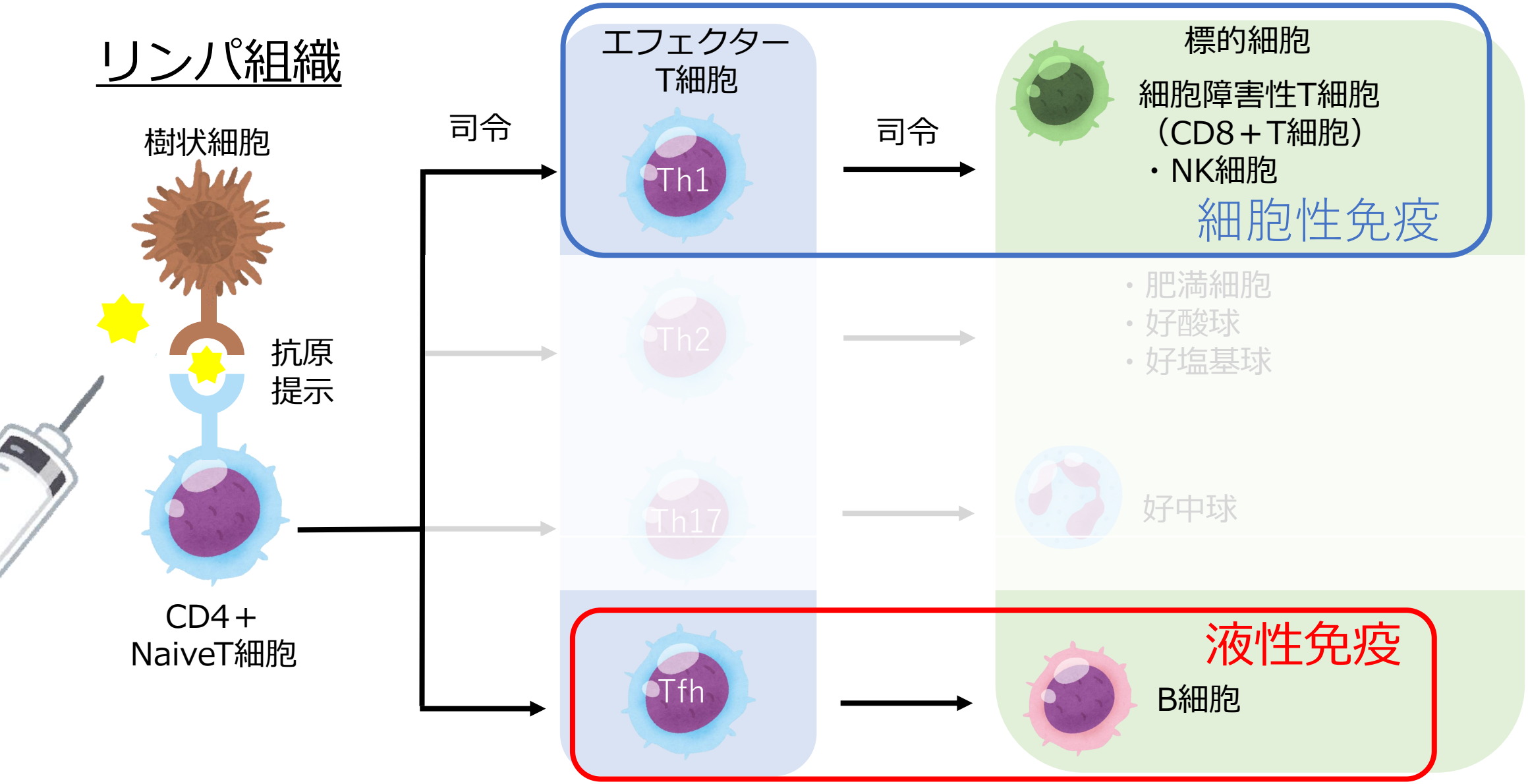
生ワクチンと不活化ワクチン

生ワクチン	不活化ワクチン
生体内で増殖する	生体内では増殖しない
液性免疫および細胞性免疫	主に液性免疫
自然感染に近い免疫が得られ、長期に渡る効果が期待できる	基礎免疫として2回以上の接種と追加接種が必要

不活化ワクチンのしくみ



生ワクチンのしくみ


リンパ組織
樹状細胞
抗原
提示
CD4＋
NaiveT細胞
司令
エフェクター
T細胞
Th1
Th2
Th17
Tfh
司令
標的細胞
細胞障害性T細胞
（CD8＋T細胞）
・NK細胞
細胞性免疫
・肥満細胞
・好酸球
・好塩基球
好中球
液性免疫
B細胞

今日の目標

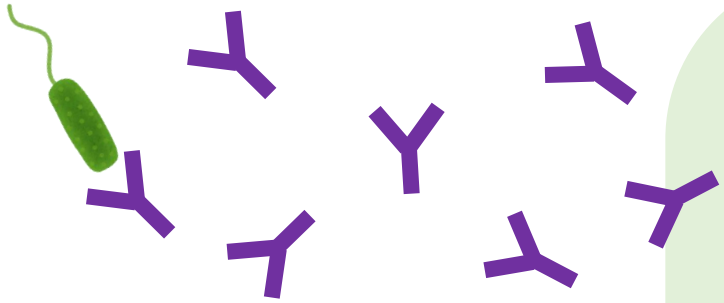
①自然免疫のしくみを知る
②獲得免疫のしくみを知る
③生ワクチンと不活化ワクチンの違いを知る
④ワクチンの工夫を知る
⑤ワクチン不全を知る

多糖体ワクチンと結合型ワクチン

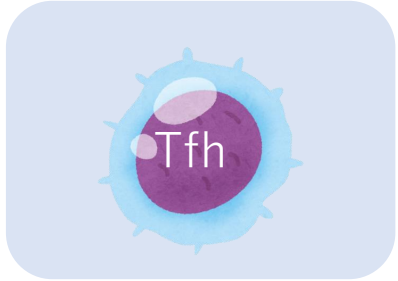
- **多糖体ワクチン：23価肺炎球菌ワクチン(PPSV23)**
  - 多糖体（ポリサッカライド）

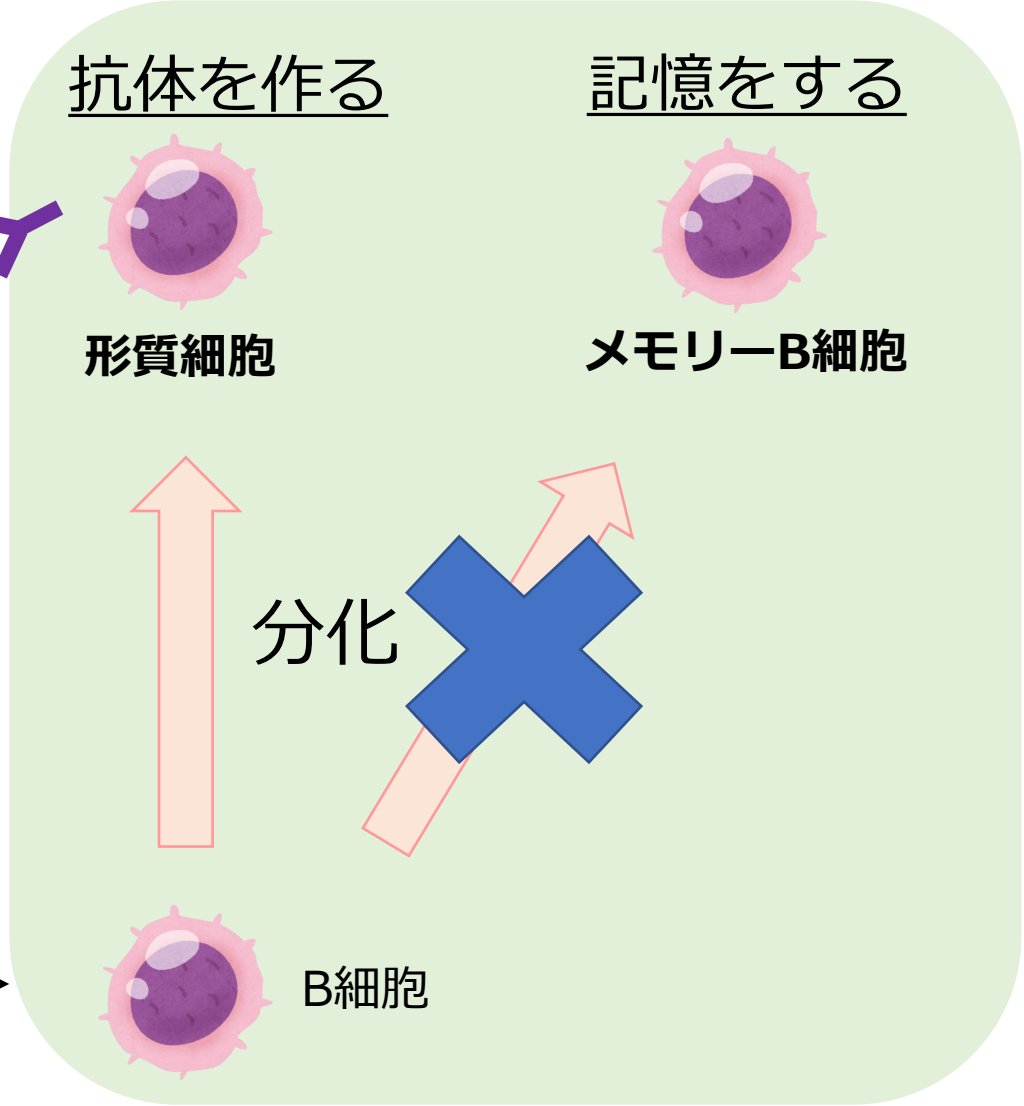
- **結合型ワクチン：13価肺炎球菌ワクチン(PCV13)**
  - 多糖体（ポリサッカライド）＋キャリア蛋白（ジフテリア）

液性免疫のしくみ(PPSV23の場合)



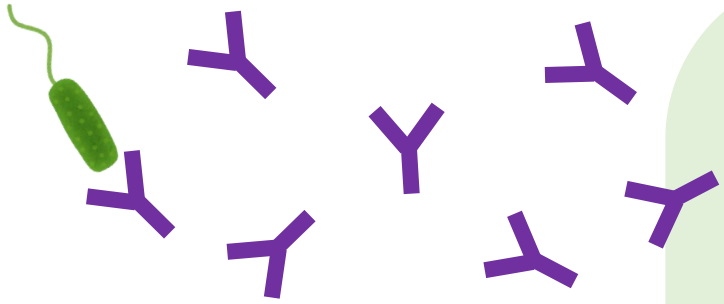
IgG抗体





PPSV23は形質細胞のみで、
メモリーB細胞は誘導されない
＝追加接種の必要性がある

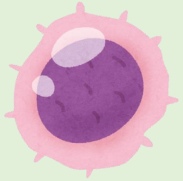
液性免疫のしくみ(PCV13の場合)



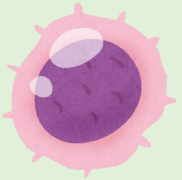
IgG抗体

抗体を作る

記憶をする



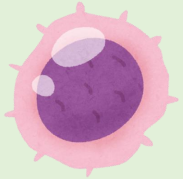
形質細胞



メモリーB細胞

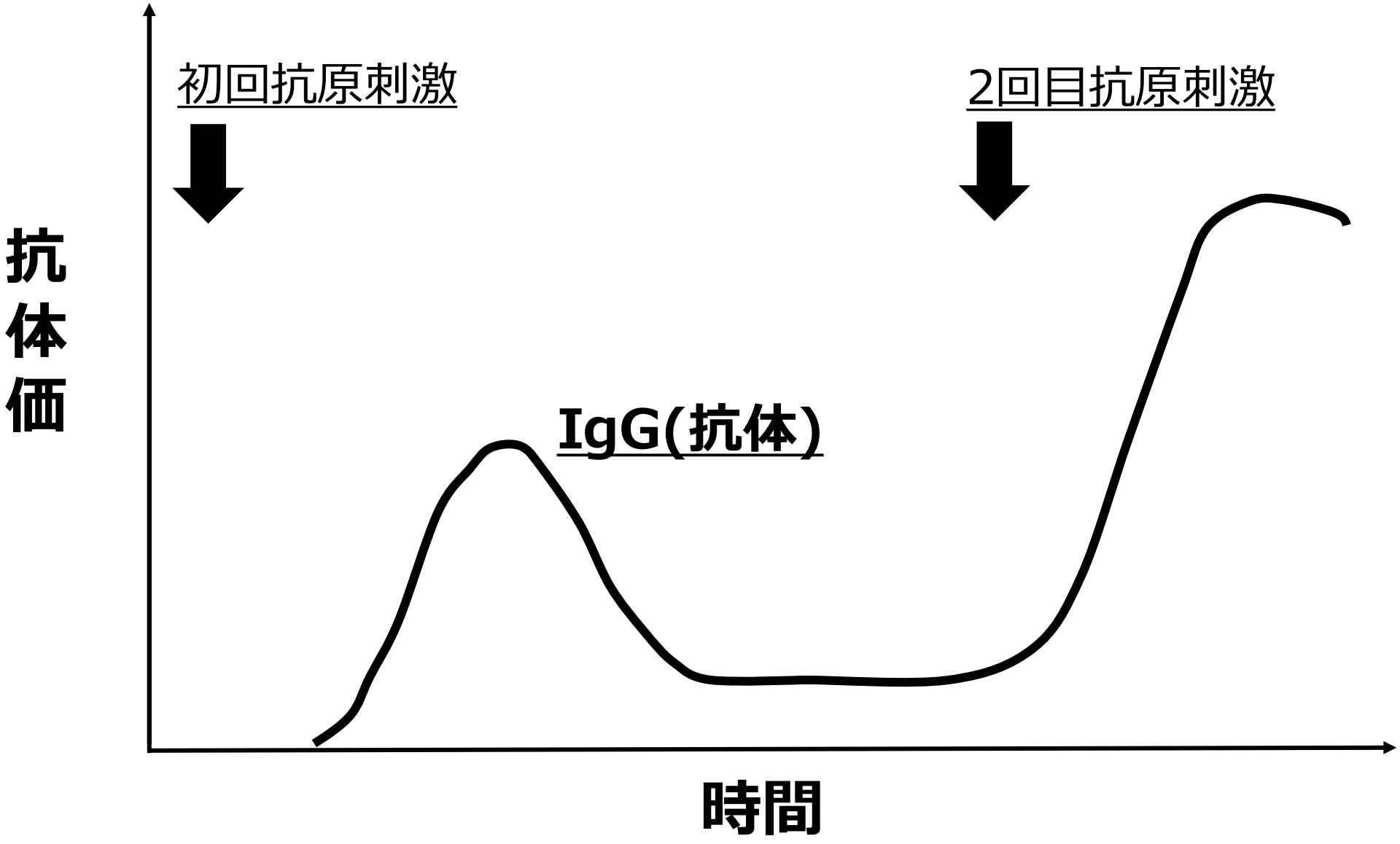
PCV13は
メモリーB細胞も誘導される

分化



B細胞

一次免疫応答と二次免疫応答



今日の目標

①自然免疫のしくみを知る
②獲得免疫のしくみを知る
③生ワクチンと不活化ワクチンの違いを知る
④ワクチンの工夫を知る
⑤ワクチン不全を知る

ワクチン不全

■一次ワクチン不全

→ワクチン接種後に十分な抗体ができなかった

■二次ワクチン不全

→接種から時間が経ち、新たに感染することがないうちに抗体が少なくなってしまった

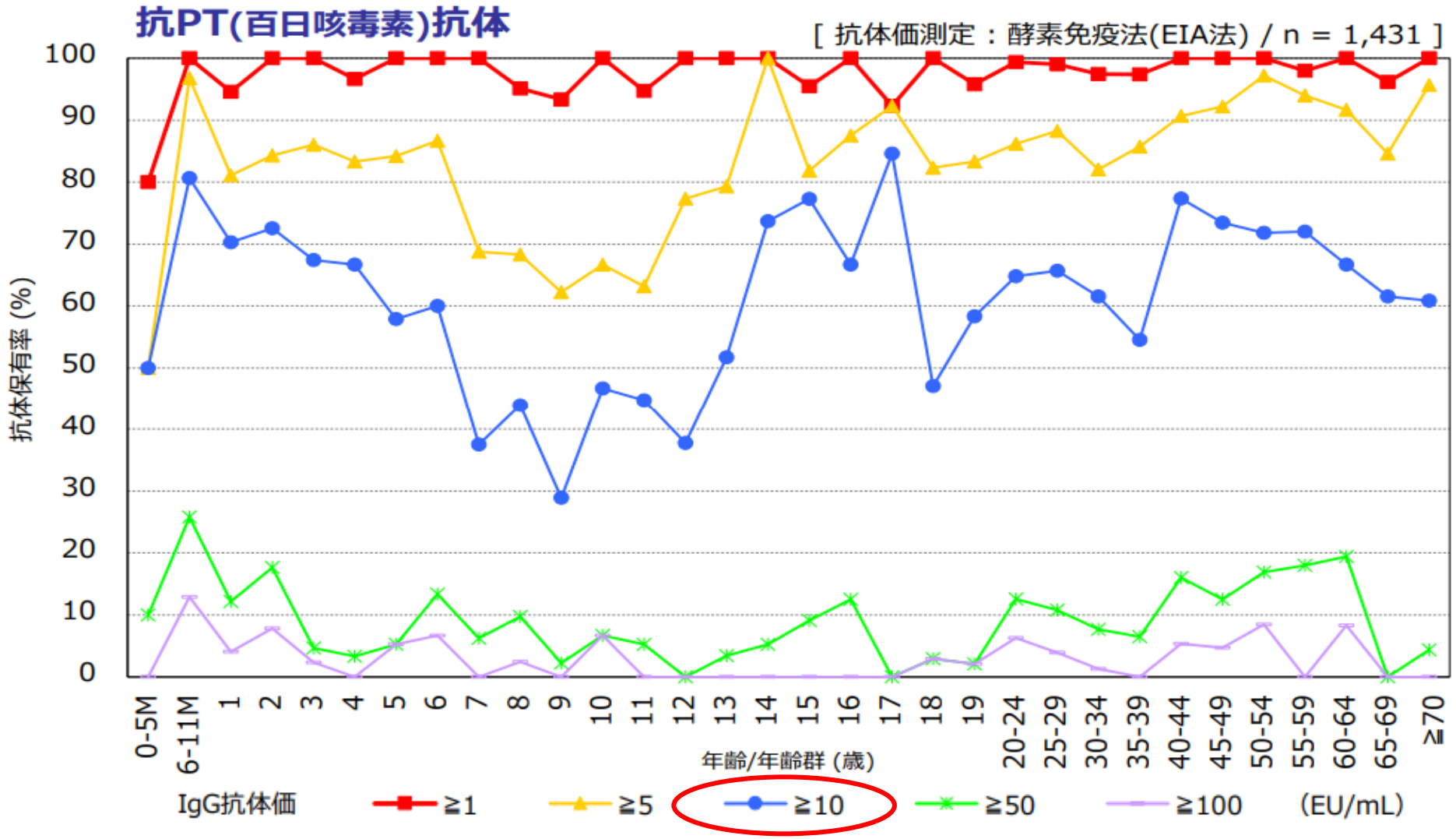
一次ワクチン不全の原因

ワクチン・投与の問題	宿主の問題
・投与間違い （投与経路、投与量など） ・接種シリーズが未完了 ・不適切な保管 ・使用期限切れ	・免疫不全 ・ワクチン関連抗原に対する免疫応答が不十分 ・年齢 ・基礎疾患や栄養状態の低下など ・他感染症による干渉 ・免疫学的干渉 （移行抗体、免疫グロブリン） ・潜伏期間中の接種

Vaccine 2012;30:1265-1268

二次ワクチン不全の例(百日咳ワクチン)

年齢別の百日咳抗体保有状況―2018年度感染症流行予測調査より(n=1,431)



https://www.niid.go.jp/niid/images/epi/yosoku/2018/Seroprevalence/per2018serum.pdf

二次ワクチン不全の例(百日咳ワクチン)

年齢群別接種歴別百日咳症例報告数
(2018年第1週～第52週)(n=11,190)

最終接種から
4年程度しか効果なし

https://www.niid.go.jp/niid/ja/pertussis-m/pertussis-idwrs/8696-pertussis-190327.html

Take home message

・免疫には自然免疫と獲得免疫がある
・自然免疫は早い、獲得免疫は記憶される
・ワクチンは免疫を最大限使用するための工夫あり！